

玉米自交系耐密性鉴定评价

罗致春¹ 闫治斌¹ 曹靖生² 段卫稷¹ 马世军¹ 闫富海¹ 蒯 阳¹

(¹ 甘肃省敦煌种业集团股份有限公司 / 农业农村部机械化生产玉米品种创制重点实验室, 酒泉 735000;

² 黑龙江省农业科学研究院玉米研究所, 哈尔滨 150000)

摘要: 鉴定筛选耐密自交系是选育耐密宜机收玉米新品种的基础环节, 已成为玉米育种的重要研究内容。研究以 62 份玉米自交系为试验材料, 分别在 7.5 万株/hm²、10.5 万株/hm² 和 13.5 万株/hm² 播种密度下进行种植试验, 鉴定不同密度下各自交系的农艺性状的表现。通过对 3 个密度下各指标的统计值分析, 筛选出用于玉米自交系耐密性评价的 3 个主要性状指标, 即空秆率、穗长、单株产量; 建立了以实收株数校正单株产量为主指标的综合评价模型; 应用综合评价模型从 62 份供试材料中筛选出了 8 份较耐密自交系, 即 K6、掖 478、20DR002、ND01、HL86、35S77B、DX2 和 PH6WC, 这些自交系宜在耐密玉米新品种选育中加以重点利用。

关键词: 玉米; 自交系; 耐密性; 产量

Evaluation of Density Tolerance of Maize Inbred Lines

LUO Zhichun¹, YAN Zhibin¹, CAO Jingsheng², DUAN Weiwei¹, MA Shijun¹, YAN Fuhai¹, XI Yang¹

(¹ Gansu Province Dunhuang Seed Industry Group Co., Ltd./Ministry of Agriculture and Rural Affairs Key Laboratory for the

Creation of Mechanized Corn Varieties, Jiuquan 735000, Gansu; ² Maize Research Institute,

Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150000)

高产是玉米育种的主要目标, 选育耐密植品种是提高玉米产量的重要途径。Duvick^[1] 研究了美国过去 70 年的玉米品种, 认为在美国玉米杂交种单株生产力没有明显的增加, 产量提高的主要原因是增强了品种的耐密植性和抗性, 因而认为玉米产量潜力在于抵抗环境胁迫的能力, 特别是耐密植性。玉米籽粒产量与种植密度呈二次曲线关系, 产量在最适密度时最高, 不同品种最适种植密度也不同^[2]。通过提高玉米单株生产力而大幅增加玉米产量这一途径已相当困难, 逐渐加大玉米的种植密度成为玉米增产的发展趋势^[3]。鉴定筛选耐密自交系是选育耐密宜机收玉米新品种的基础环节, 已成为育种工作者关注的热点之一。

玉米耐密性是一个复杂的生理性状, 没有一个具体的性状指标能直接显示耐密性的优劣。王笑娟等^[4] 研究指出, 耐密性是玉米植株生长发育过程和

构成因素互相影响制约的整体性功能体现, 对其进行单元研究是困难且不必要的。在不同种植密度条件下, 单株产量表现出的稳定程度与耐密性成正比^[5]。合理的密度是群体产量增加与果穗缩小之间的平衡点, 还要考虑植株在高密度下的倒伏、倒折、果穗脱落风险。耐密型玉米品种通常也表现为紧凑型, 这样有利于群体的透光通风, 保证了群体中每个植株的养分充足, 结实性好, 植株协调发展^[6]。在评价方法上, 借鉴苏方宏^[7] 对玉米耐密性的研究成果, 将植株生长发育中的耐密性作为一个整体功能“黑箱”对待, 重点研究其整体的输入(群体密度)和输出(产量及农艺性状)的变动联系。值得注意的是, 这里关注最终收获株数下的产量, 而不是播种密度, 毕竟死掉的种子和植株对产量没有贡献。本试验为了筛选耐密性好的玉米自交系材料, 通过各材料在 3 个播种密度下的产量及相关农艺性状的观测分析, 优选部分指标与实际密度下的单株产量做同向标准化处理, 进行以单株产量为主的综合

评价。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试玉米自交系 62 份,由敦煌种业研究院提供(表 1)。

1.2 试验设计 试验于 2022 年 4-10 月在甘肃省酒泉市敦煌种业生物育种基地(39°15'N、98°56'E)进行。试验地块为灌漠轻壤土,地势平坦,肥力均匀,前茬为玉米,机井灌水。

表 1 供试材料名称及编号

编号	材料名称	编号	材料名称	编号	材料名称	编号	材料名称	编号	材料名称
1	DH5599	14	NG8588	27	21DR8741	40	GX174-1	53	B1M
2	LH52	15	X34-140	28	21DR8415	41	H240	54	21GLC0171
3	DH447	16	A8Z5833	29	14WP26	42	龙系 373	55	M358
4	HA189	17	1074C72	30	ND01	43	B73	56	35S
5	Z58	18	QC01	31	HCL645	44	Mo17	57	DHFKM9
6	H1672	19	H7298	32	14WP15	45	齐 319	58	20JR007
7	H7840	20	HB45	33	14WP14	46	18GLC69	59	DH3807
8	M201	21	20DR0554	34	PH4CV	47	54358	60	F-SQ3
9	掖 478	22	18DL003	35	HL9	48	21JLC008	61	IN46
10	DH840	23	HA343	36	M312	49	DH358	62	18GLC6968
11	DH1087	24	H7853	37	DX2	50	K6		
12	9086	25	HL86	38	PH6WC	51	35S77B		
13	昌 7-2	26	20DR002	39	21JLC009	52	18JLC002		

试验采用双因素裂区设计,主处理为 3 个播种密度水平,即正常密度(CK)7.5 万株/hm²、中等密度(ZM)10.5 万株/hm²、高密度(GM)13.5 万株/hm²。副处理为 62 份不同自交系,2 次重复,小区面积 4m²(4m×1m),行距 0.5m,覆膜坐墒播种。每 hm² 基肥施磷酸二铵 300kg、复合肥 150kg,拔节期随水追肥 1 次,施尿素 300kg。各试验区灌水追肥及时均匀,其他栽培管理措施与当地大面积生产一致。试验期间气温较常年同期偏高 1~3℃,降水较常年同期偏少,6-8 月无极端大风天气。

1.3 性状调查 对株高、穗位高、双穗率、空秆率、倒伏倒折率等性状进行田间调查记录。全小区收获,鲜穗称重,风干脱粒测产,取 10 穗进行室内考种,调查穗长、穗粗、秃尖长、穗粒数、百粒重、容重等性状。

1.4 数据分析 采用 Microsoft Excel 2016 进行数据整理,SAE Version6.0 和 SPSSAU 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度增加对玉米自交系主要农艺性状的影响 在田间性状方面,如表 2 所示,中等密度下的平均双穗率较正常密度降低 10 个百分点,空秆

率增加 2.3 个百分点,株高增加 9.4cm,穗位高增加 8.5cm;高密度下的平均双穗率降低 11.1 个百分点,空秆率增加 3.8 个百分点,株高降低 7.9cm,穗位高增加 5.2cm。有 2 份材料在 3 个密度下均出现根倒伏,程度随密度增加而加重,材料间可比性差。初步分析,随着密度增加,空秆率直线增高,双穗率直线降低,株高、穗位高则在中等密度下最高。从 3 个密度下材料间变异系数看,空秆率的变异系数减小,各材料对密度增加的反应趋向一致,空秆率是对密植有直线反映的田间性状指标。

在穗粒性状方面,如表 3 所示,中等密度下的平均穗长较正常密度减小 0.8cm,穗粗减小 0.1cm,秃尖长增加 0.6cm,容重降低 8.1g,穗行数降低 0.2 行;高密度下的穗长减小 0.9cm,穗粗减小 0.2cm,秃尖长增加 0.6cm,容重降低 6.2g,穗行数降低 0.1 行。初步分析,随着密度增加穗长、穗粗减小,容重和穗行数随密度变异不大,中等密度和高密度下的平均秃尖长都高于正常密度。从材料间变异情况来看,穗长的变异系数不断减小,各材料对密度增加的反应趋向一致,穗长是对密度增加有直接反应的果穗性状指标。

表2 62份玉米自交系田间性状在3个密度水平下的变异

处理	性状	数值范围	平均值	标准差	变异系数(%)	处理间差异
正常密度(CK)	双穗率(%)	0~74.1	16.7	16.2	97.4	-
	空秆率(%)	0~22.1	5.1	5.0	99.2	-
	倒伏倒折率(%)	0~15.0	7.5	-	-	-
	株高(cm)	147.0~250.0	200.9	23.8	11.8	-
	穗位高(cm)	45.0~105.0	72.8	14.1	19.4	-
中等密度(ZM)	双穗率(%)	0~28.9	6.7	6.9	102.2	-9.9
	空秆率(%)	0~34.9	7.4	7.4	100.1	2.4
	倒伏倒折率(%)	0~22.0	13.8	-	-	-
	株高(cm)	130.0~262.0	210.3	27.5	13.1	9.4
	穗位高(cm)	40.0~120.0	81.3	16.4	20.2	8.5
高密度(GM)	双穗率(%)	0~25.2	5.6	6.5	115.2	-1.1
	空秆率(%)	0.5~44.8	8.9	8.2	92.0	1.5
	倒伏倒折率(%)	0~28.0	16.0	-	-	-
	株高(cm)	156.0~236.0	193.0	23.1	12.0	-17.3
	穗位高(cm)	44.0~98.0	78.0	13.1	16.8	-3.3

表3 62份玉米自交系穗粒性状在3个密度水平下的变异

处理	性状	数值范围	平均值	标准差	变异系数(%)	处理间差异
正常密度(CK)	穗长(cm)	9.3~16.1	12.7	1.7	13.4	
	穗粗(cm)	3.1~4.6	4.0	0.3	7.5	
	秃尖长(cm)	0~3.8	1.2	1.0	83.3	
	容重(g)	687.0~800.0	750.8	27.9	3.6	
	穗行数	12.0~18.0	15.7	2.4	15.3	
中等密度(ZM)	穗长(cm)	8.2~14.9	11.9	1.5	12.6	-0.8
	穗粗(cm)	3.1~4.5	3.9	0.3	7.7	-0.1
	秃尖长(cm)	0~5.0	1.8	1.1	61.1	0.6
	容重(g)	664.0~792.0	742.7	29.0	3.8	-8.1
	穗行数	12.0~18.0	15.5	2.3	14.8	-0.2
高密度(GM)	穗长(cm)	8.1~14.2	11.8	1.4	11.9	-0.9
	穗粗(cm)	2.6~4.7	3.8	0.4	10.5	-0.2
	秃尖长(cm)	0~4.0	1.8	1.1	61.1	0.6
	容重(g)	673.0~793.0	744.6	28.1	3.7	-6.2
	穗行数	12.0~18.0	15.6	2.4	15.4	-0.1

2.2 种植密度对玉米自交系产量的影响 从3个密度水平下的最高产量分布情况来看,62份参试材料中有42份(占67.74%)材料的产量在高密度下达到最高,11份材料(占17.74%)在中等密度下达到最高产,另有9份材料(占14.52%)是在正常密度下产量最高。用最高产量可以粗略标记出适宜不同密度栽培的自交系,但此指标易受实际成株数差

异的影响。

本试验实际收获株数每4m²平均分别为31.2株、41.8株和49.5株,相当于7.80万株/hm²、10.4万株/hm²和12.4万株/hm²,与试验设计基本一致。但各材料实收株数变异范围较大,意味着田间实际密度并非均匀一致,也表明简单以高密区产量来比较不同材料的耐密性是不可行的。借鉴前人“单株

产量表现出的稳定程度与耐密性成正比”的论述,单株产量是一个较好耐密性指标。如表 4 所示,供试材料平均单株产量随密度增加下降,高密度下各材料间表现不同(变异系数 29.1%),单株产量的降幅能较好反映不同材料耐密性差异,但考虑到各材料区实际田间密度的不一致性,应结合实收株数对单株产量降幅进行矫正。

2.3 对供试材料耐密性的综合评价 以单株产量降幅为主,结合空秆率降幅、穗长降幅及实收株数差值对 62 份供试材料进行综合评价。数据分析步骤及评价标准如下。

(1)分别计算 4 个性状指标在正常密度和高密度间的变幅。

(2)对各性状变幅进行 z-score 标准化处理。

与产量同向指标 $X_{ij}' = (X_{ij} - \bar{X}_i) / SD_i$

与产量逆向指标 $X_{ij}' = - (X_{ij} - \bar{X}_i) / SD_i$

式中, X_{ij} 为 j 材料 i 性状的密度间变化率, $\bar{X}_i$ 为 i 性状供试材料的均值, SD_i 为 i 性状标准差。

(3)以单株产量标准化值为目标因素,与空秆率、穗长、实收株数的变幅标准化值进行相关分析,如表 5。按相关系数绝对值计算独立性比重,分配各指标权重,加权计算综评指数 N_j ,即: $N_j = 0.215X_1 + 0.146X_2 + 0.138X_3 + 0.500X_4$ 。耐密综评指数 N_j 越大耐密性越好。

(4)以耐密综评指数 N_j 对各供试材料进行排序,并按 5 级进行分类,即 1 级强耐密,2 级耐密,3 级中等耐密,4 级不耐密,5 级极不耐密。评价结果如表 6,参试 62 份玉米自交系中,综评为强耐密的 8 份,耐密的 18 份,中等耐密 20 份,不耐密 10 份,极不耐密 6 份。

表 4 62 份玉米自交系产量性状在 3 个密度水平下的变异

处理	性状	数值范围	平均值	标准差	变异系数(%)	处理间差异
正常密度(CK)	百粒重(g)	24.1~43.2	32.5	4.7	14.4	
	穗粒数	90.0~402.0	245.9	62.9	25.6	
	实收株数	24.0~41.0	31.2	2.8	8.2	
	小区产量(kg)	1.1~4.9	3.0	0.9	28.2	
	单株产量(g)	34.7~140.5	89.0	23.9	26.8	
中等密度(ZM)	百粒重(g)	20.5~46.4	30.6	5.3	17.5	-1.9
	穗粒数	69.0~358.0	226.0	57.7	25.5	-19.9
	实收株数	30.0~53.0	41.8	3.9	9.3	7.8
	小区产量(kg)	1.1~5.4	3.1	0.9	30.1	0.1
	单株产量(g)	25.6~124.2	75.0	23.2	31.0	-13.9
高密度(GM)	百粒重(g)	20.1~46.0	30.9	4.8	15.6	-1.6
	穗粒数	93.0~337.0	229.1	55.5	24.2	-16.8
	实收株数	31.0~56.0	49.5	4.8	9.7	15.5
	小区产量(kg)	1.1~5.5	3.5	1.0	28.5	0.4
	单株产量(g)	20.1~107.0	70.7	20.6	29.1	-18.2

表 5 两密度间主要性状变幅标准值的相关矩阵及权重

因素	X_1	X_2	X_3	X_4	权重(%)
株数差	1	-0.1653	-0.0987	0.0298	21.5
空秆率	-0.1653	1	0.2495	-0.0904	14.6
穗长	-0.0987	0.2495	1	0.0975	13.8
单株产量	0.0298	-0.0904	0.0975	1	50.0

表 6 62 份玉米自交系耐密性综合评价结果

序号	材料名称	主要性状变异值				同向标准化值				综合评价	
		单株产量	株数差	空秆率	穗长	单株产量	株数差	空秆率	穗长	耐密指数 N_j	评级
50	K6	3.2	17	3.3	0.8	1.28	0.39	0.13	1.06	0.89	1
9	掖 478	2.1	21	10.3	-1.6	1.34	1.44	-1.41	0.74	0.88	1
26	20DR002	10.1	21	2.1	-5.3	0.93	1.44	0.39	0.24	0.86	1
30	ND01	9.8	19	2.0	0	0.95	0.91	0.42	0.95	0.86	1
25	HL86	12.6	19	0.8	0	0.80	0.91	0.68	0.95	0.83	1
51	35S77B	2.0	16	3.2	-2.5	1.35	0.13	0.15	0.62	0.81	1
37	DX2	2.9	15	2.1	-3.5	1.30	-0.14	0.39	0.47	0.75	1
38	PH6WC	5.9	15	0.5	-1.5	1.11	-0.14	0.75	0.79	0.75	1
22	18DL003	29.9	23	1.7	-2.4	-0.08	1.96	0.48	0.63	0.54	2
4	HA189	20.2	16	0.5	2.2	0.41	0.13	0.75	1.26	0.52	2
28	21DR8415	6.3	17	7.9	-6.7	1.13	0.39	-0.88	0.05	0.52	2
44	Mo17	19.2	20	0.7	-11.8	0.47	1.17	0.70	-0.64	0.50	2
40	GX174-1	8.4	16	3.0	-11.9	1.02	0.13	0.20	-0.66	0.48	2
29	14WP26	16.6	20	2.6	-13.4	0.60	1.17	0.28	-0.86	0.47	2
27	21DR8741	24.5	18	0.9	-0.8	0.20	0.65	0.66	0.84	0.45	2
34	PH4CV	6.1	12	6.2	0	1.14	-0.92	-0.51	0.95	0.43	2
49	DH358	26.4	23	4.5	-8.1	0.10	1.96	-0.13	-0.15	0.43	2
58	20JR007	24.2	17	0.5	0	0.21	0.39	0.75	0.95	0.43	2
35	HL9	11.9	14	0.3	-9.4	0.84	-0.40	0.79	-0.32	0.41	2
33	14WP14	4.2	11	6.4	-1.7	1.23	-1.18	-0.55	0.72	0.38	2
53	B1M	23.0	18	1.8	-5.8	0.27	0.65	0.46	0.17	0.37	2
31	HCL645	8.9	9	1.3	0.6	1.00	-1.71	0.57	1.04	0.36	2
23	HA343	28.8	20	1.0	-7.7	-0.02	1.17	0.64	-0.09	0.32	2
45	齐 319	10.0	13	4.7	-5.9	0.94	-0.66	-0.18	0.16	0.32	2
43	B73	20.6	15	1.5	-4.3	0.40	-0.14	0.53	0.37	0.30	2
16	A8Z5833	4.1	7	0.9	-4.5	1.24	-2.23	0.66	0.35	0.29	2
42	龙系 373	6.5	10	2.2	-11.0	1.11	-1.44	0.37	-0.53	0.23	3
55	M358	29.2	19	4.0	-5.1	-0.05	0.91	-0.02	0.26	0.20	3
36	M312	23.3	15	4.7	-1.0	0.27	-0.14	-0.18	0.80	0.19	3
24	H7853	40.2	20	0.4	-2.7	-0.61	1.17	0.77	0.59	0.14	3
12	9086	15.0	7	0.5	-0.4	0.68	-2.23	0.75	0.90	0.10	3
57	DHFKM9	23.1	14	1.6	-11.0	0.27	-0.40	0.50	-0.53	0.05	3
7	H7840	20.3	10	1.3	-4.0	0.41	-1.44	0.57	0.41	0.04	3
11	DH1087	27.8	14	0.6	-6.6	0.03	-0.40	0.72	0.06	0.04	3
21	20DR0554	33.3	17	6.8	1.6	-0.25	0.39	-0.64	1.17	0.03	3
52	18JLC002	34.5	18	5.2	-4.7	-0.31	0.65	-0.29	0.31	-0.02	3
10	DH840	43.4	18	-0.5	-3.5	-0.77	0.65	0.97	0.48	-0.04	3
48	21JLC008	36.5	17	0.9	-7.6	-0.42	0.39	0.66	-0.08	-0.04	3

表 6 (续)

序号	材料名称	主要性状变异值				同向标准化值				综合评价	
		单株产量	株数差	空秆率	穗长	单株产量	株数差	空秆率	穗长	耐密指数 N_j	评级
15	X34-140	23.2	12	1.7	-10.2	0.26	-0.92	0.48	-0.43	-0.06	3
19	H7298	25.2	11	1.6	-7.9	0.16	-1.18	0.50	-0.11	-0.12	3
39	21JLC009	32.1	18	1.9	-19.2	-0.19	0.65	0.44	-1.65	-0.12	3
3	DH447	31.8	19	4.5	-19.4	-0.18	0.91	-0.13	-1.67	-0.14	3
62	18GLC6968	31.3	9	0.4	-1.1	-0.15	-1.71	0.77	0.80	-0.22	3
61	IN46	39.6	14	1.6	-4.7	-0.58	-0.40	0.50	0.32	-0.25	3
41	H240	23.7	16	16.3	-8.5	0.24	0.13	-2.73	-0.20	-0.28	3
46	18GLC69	31.3	11	0.9	-9.7	-0.15	-1.18	0.66	-0.36	-0.28	3
2	LH52	38.2	18	0.5	-24.4	-0.51	0.65	0.75	-2.35	-0.33	4
56	35S	40.6	11	2.4	0	-0.63	-1.18	0.33	0.95	-0.39	4
5	Z58	34.0	11	0.6	-15.0	-0.29	-1.18	0.72	-1.07	-0.44	4
14	NG8588	50.3	18	5.1	-8.7	-1.12	0.65	-0.27	-0.23	-0.49	4
8	M201	49.5	18	4.6	-11.7	-1.09	0.65	-0.16	-0.63	-0.51	4
32	14WP15	9.8	18	22.7	-35.2	0.95	0.65	-4.13	-3.81	-0.52	4
47	54358	47.3	14	4.3	-6.6	-0.97	-0.40	-0.09	0.06	-0.58	4
1	DH5599	41.8	15	2.8	-20.2	-0.69	-0.14	0.24	-1.79	-0.59	4
60	F-SQ3	42.0	12	8.8	-6.8	-0.70	-0.92	-1.08	0.03	-0.70	4
54	21GLC0171	63.3	19	10.0	-1.3	-1.79	0.91	-1.34	0.78	-0.79	4
18	QC01	53.2	11	4.9	-12.8	-1.27	-1.18	-0.22	-0.78	-1.03	5
20	HB45	50.4	12	13.1	-9.2	-1.13	-0.92	-2.02	-0.29	-1.10	5
59	DH3807	71.3	17	6.2	-11.7	-2.20	0.39	-0.51	-0.63	-1.18	5
6	H1672	74.6	19	18.9	0	-2.37	0.91	-3.30	0.95	-1.34	5
13	昌 7-2	82.8	12	1.3.0	-2.1	-2.79	-0.92	0.57	0.67	-1.42	5
17	1074C72	77.6	16	7.8	-19.7	-2.52	0.13	-0.86	-1.72	-1.60	5

3 结论与讨论

本试验鉴定遴选出的 8 份强耐密自交系分别是 K6、掖 478、20DR002、ND01、HL86、35S77B、DX2、PH6WC,共同特征为随着密度增加,空秆率增幅小,穗长变幅小,单株产量降幅小,最高产量出现在较高密度下且保持稳定。6 份极不耐密材料分别是 QC01、HB45、DH3807、H1672、昌 7-2、1074C72,共同特征为随着密度增加,空秆率增幅大,穗长变幅大,单株产量降幅大,最高产量多出现在较低密度下。

试验表明,培育耐密新品种需要筛选耐密性自交系,以单株产量为主指标,设置多梯度种植密度进行田间试验鉴定仍然是鉴别玉米自交系耐密性的基本手段。前人研究指出耐密型品种的最适密度不是

一成不变的,在不同时期通过提高种植密度,能够获得较高的产量效益^[8],在较高的密度下,株间差异程度较高,同时,不整齐植株的产量低于整齐一致的植株^[9]。在实际鉴定中,需要根据采集数据的整体特征,进行相关指标量化分析和综合评价,尤其注意密度提高过程中产量增益与倒伏风险的平衡关系,才能够对参试材料的耐密性进行比较准确的分类评价,后续试验将考虑从植株整齐度及茎秆压折强度等方面完善观测指标。

参考文献

[1] Duvick D N. Heterosis : Feeding people and protecting natural resources. In The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops.

玉米拟轮枝镰孢穗腐病遗传分析研究

郭子锋 王山荭 刘甲成 刘爱平 李文学

(中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要: 培育抗性品种是解决玉米穗腐病最有效的途径。以抗性不同的 5 个玉米自交系为试验材料,通过双列杂交遗传交配设计,对杂交组合 F_1 和亲本在 3 个地点同时接种拟轮枝镰孢(*Fusarium verticillioides*),采用 Griffing 固定模型和 Hayman 模型进行穗腐病和穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重以及产量等 6 个农艺性状的遗传分析,旨在研究正交和反交对杂种 F_1 穗腐病抗性的影响。结果表明,穗腐病和 6 个农艺性状在组合间差异均达到极显著水平($P<0.01$),穗腐病与 6 个农艺性状之间均未达到显著相关。7 个性状的一般配合力效应和特殊配合力效应均达到极显著水平($P<0.01$),反交配合力均未达到显著水平,玉米穗腐病的正交与反交接种后表型差异非常小。穗腐病的遗传符合加性-显性模型,且为部分显性。利用亲本组配玉米杂种时,抗性亲本作为父本或者母本并不影响杂交种的抗性。

关键词: 玉米;拟轮枝镰孢穗腐病;遗传分析

Genetic Analysis of *Fusarium verticillioides* Ear Rot in Maize

GUO Zifeng, WANG Shanhong, LIU Jiacheng, LIU Aiping, LI Wenxue

(Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

玉米穗腐病是世界范围内玉米主要的穗部病害,由于引起穗腐病的真菌种类多,其防治较为困难。在我国,引起玉米穗腐病的两种主要真菌是拟轮枝镰孢(*Fusarium verticillioides*)和禾谷镰孢(*Fusarium graminearum*),其中拟轮枝镰孢的发生范围更广,主要分布在我国的东北、东华北和黄淮海等玉米主产区^[1-3]。拟轮枝镰孢可通过花丝、茎部和穗部伤口侵染,携带病原菌的种子也会导

致玉米的系统感染^[4]。研究表明,玉米拟轮枝镰孢穗腐病(FER, *Fusarium* ear rot)与禾谷镰孢穗腐病(GER, *Gibberella* ear rot)之间存在较强的相关性^[5-6],二者可能存在相同的抗病机制。玉米穗腐病不但引起产量下降,还影响玉米的发芽率和幼苗成活率。引起玉米穗腐病的各种致病菌能够产生多种真菌毒素,且玉米穗腐病一般在生长后期发病,药剂防治较为困难。随着玉米机械化收获的普及,成熟时发病的穗子无法人工去除,只能和健康的穗子混收,极大地影响了玉米的储藏品质和最终的商品价值。

基金项目: 国家重点研发计划课题(2022YFD1201004);中国农业科学院农业科技创新工程行动(CAAS-XTX2016009)

New York: Wiley, 2015

- [2] 刘玉军. 玉米耐密性探析. 现代农业科技, 2017(9): 76-79
- [3] 刘京宝, 朱卫红, 黄璐, 夏来坤. 玉米耐密育种技术研究进展. 江西农业学报, 2011, 23(7): 93-96
- [4] 王笑娟, 刘彩凤, 谢虹, 陈少方, 马永良, 郝学景, 张旭. 国外玉米耐密性研究进展. 安徽农业科学, 2015(34): 50-51, 139
- [5] 王富贵, 于晓芳, 高聚林, 王志刚, 孙继颖, 苏治军, 胡树平. 高种植密度条件下玉米杂交种耐密性鉴定指标及评价方法. 玉米科学, 2017(6): 119-126

- [6] 杨孝忱, 高旭东, 薛兵东, 王德新, 周旭梅. 玉米的耐密性及耐密型品种的选育. 种子世界, 2010(1): 31-32
- [7] 苏方宏. 玉米耐密性的数学表达及其应用. 玉米科学, 1998(1): 52-54, 68
- [8] 赵久然, 王荣焕. 再议玉米耐密型品种的选育鉴定及配套栽培技术. 玉米科学, 2008, 16(4): 5-7
- [9] 杨锦越, 宋碧, 罗英舰, 张军, 刘婕, 杨翠, 卢慧. 基于主成分分析及聚类分析对不同春玉米品种耐密性评价. 中国种业, 2018(8): 51-55
- (收稿日期: 2023-07-14)