

# 高密度和低肥力胁迫下玉米品种筛选试验

谢颂朝 张 明 李婷婷 于金友  
(山东省济南市农业技术推广服务中心, 济南 250002)

**摘要:** 由于农民种植和管理习惯等因素, 玉米生产中存在播种密度较大、施用肥料质量较差等问题, 最终对产量有直接影响, 而筛选出耐密植和肥料利用率高的优良品种是玉米高产稳产研究的重要途径之一。试验选用 19 个玉米品种在高密度和低肥力胁迫条件下进行筛选试验, 结果表明, 立原 296、京农科 736 和鑫瑞 57 这 3 个玉米品种综合性状表现突出, 具有高产稳产潜力, 建议进一步在济南等鲁中地区加强示范和推广。

**关键词:** 高密度; 低肥力; 胁迫; 玉米; 品种; 筛选

玉米是山东省济南市重要的粮食兼饲料作物, 常年播种面积在 22.7 万  $\text{hm}^2$  左右, 是济南市种植面积第一大作物。目前, 全球气候多变, 灾害频发, 高温热害和阴雨寡照等气候灾害导致玉米生产中病虫害暴发、结实性降低、遭遇倒伏倒折等现象<sup>[1-3]</sup>, 最终影响玉米产量和品质, 威胁粮食安全。

为了适应当前玉米规模化生产和绿色高效发展的需要, 进一步提高济南市玉米的产量和经济效益, 达到节省空间、时间、成本, 提高收获质量的目的, 通过增加密度、减肥等人为创造的逆境胁迫筛选试验<sup>[4]</sup>, 从济南市主栽品种和上一年度示范推荐品种中选出 19 个优良品种为试验材料, 以期筛选适宜鲁中区域种植的绿色优质高效玉米品种<sup>[5]</sup>, 并以观摩会或者培训会的形式进行示范推广。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于济南市长清区归德镇程管庄村开展, 试验地地势平坦, 四周无障碍物, 典型的平原地形, 土壤为壤土, 浇水灌溉方便, 试验地在济南乃至鲁中地区具有较好的代表性。

**1.2 试验材料** 共有 19 个玉米品种, 分别为登海 652、YF3240、鲁星 617、登海 1717、鲁星 702、九圣禾 2468、明天 695、京农科 736、登海 w367、丰度 191、立原 296、鑫研 156、浚单 1668、鑫瑞 57、鑫瑞 33、郑单 958、农华 816、登海 605 和禾硕 818, 其中郑单 958 为对照品种。

**1.3 试验设计** 试验设正常栽培对照组和高密度

低肥力胁迫组。对照组密度为 4500 株/ $667\text{m}^2$ , 每个小区行数 12 行, 行距 0.6m, 行长 19.5m, 每  $\text{hm}^2$  施用玉米缓控释肥(19-19-19) 750kg; 高密度低肥力胁迫组密度为 5500 株/ $667\text{m}^2$ , 每个小区行数 12 行, 行距 0.6m, 行长 46.5m, 施肥量较对照组减半, 每  $\text{hm}^2$  施用玉米缓控释肥(19-19-19) 375kg。试验未设重复, 收获小区中间 4 行进行测产。试验采用大区比较法, 种植 2 次对照品种, 对照成熟时全部收获测产, 供试品种与最近的对照品种比较, 以控制试验误差。

**1.4 田间管理** 播种前试验地使用农业机械进行灭茬、旋耕和开沟, 再进行人工拉线截排, 播种时使用手推式玉米播种机进行人工播种, 每穴 2 粒。在使用玉米播种机进行开沟的同时施玉米缓控释肥作底肥, 后期不再追肥; 播种后仅浇蒙头水 1 次, 后期无灌溉; 7 月 5 日使用玉米苗后除草剂进行喷雾除草 1 次; 7 月 8 日人工进行田间定苗。

**1.5 农艺性状调查** 试验中所有材料统一于 6 月 23 日播种。田间调查项目包括株高、穗位高、空秆率、倒伏率、倒折率、南方锈病、小斑病和茎腐病。所有材料统一于 10 月 12 日收获, 收中间 4 行, 晾晒后进行考种和测产, 考种调查性状包括穗长、穗粗、秃尖长、千粒重和容重, 测产以 kg 计算, 保留 2 位小数。

## 2 结果与分析

**2.1 株高和穗位高性状** 由表 1 参试品种的株高、穗位高性状调查结果可知, 同一玉米品种的株高和穗位高在对照组和胁迫组间差异较小, 胁迫组株高较对照组偏高或偏低 5% 以上的仅有鑫研 156, 胁

表1 参试品种的株高、穗位高和空秆率性状调查

品种	株高 (cm)			穗位高 (cm)			空秆率 (%)		
	对照组	胁迫组	较对照组 $\pm$ (%)	对照组	胁迫组	较对照组 $\pm$ (%)	对照组	胁迫组	较对照组 $\pm$
YF3240	302	302	0	113	106	-6.19	3.3	3.1	-0.2
登海 1717	290	288	-0.69	99	98	-1.01	2.0	3.6	1.6
登海 605	289	291	0.69	87	88	1.15	2.7	6.9	4.2
登海 652	299	302	1.00	87	88	1.15	2.6	2.7	0.1
登海 w367	317	310	-2.21	110	98	-10.91	1.3	14.9	13.6
丰度 191	287	288	0.35	104	105	0.96	7.3	16.9	9.6
禾硕 818	284	290	2.11	114	117	2.63	5.3	18.9	13.6
京农科 736	309	304	-1.62	113	98	-13.27	0	1.8	1.8
九圣禾 2468	290	289	-0.34	78	87	11.54	0.7	3.6	2.9
浚单 1668	319	314	-1.57	98	96	-2.04	0	2.4	2.4
郑单 958 (CK1)	267	275	3.00	101	106	4.95	4.0	3.8	-0.2
立原 296	290	288	-0.69	107	104	-2.80	2.7	2.2	-0.5
鲁星 617	276	272	-1.45	103	99	-3.88	3.3	6.4	3.1
鲁星 702	254	255	0.39	89	85	-4.49	0.7	3.3	2.6
明天 695	317	316	-0.32	108	108	0.00	2.0	3.3	1.3
农华 816	295	290	-1.69	98	85	-13.27	3.3	4.0	0.7
鑫瑞 33	286	288	0.70	107	109	1.87	3.3	9.8	6.5
鑫瑞 57	319	316	-0.94	105	104	-0.95	2.0	3.1	1.1
鑫研 156	263	278	5.70	89	101	13.48	5.3	6.0	0.7
郑单 958 (CK2)	265	266	0.38	106	107	0.94	4.7	4.4	-0.3

迫组株高为 278cm,较对照组高 5.70%,其余品种均较对照组  $\pm 3\%$  以内。

穗位高较对照组偏高或偏低 10% 以上的有 5 个品种,分别为登海 w367、京农科 736、九圣禾 2468、农华 816 和鑫研 156,胁迫组穗位高分别为 98cm、98cm、87cm、85cm 和 101cm,分别较对照组增加 -10.91%、-13.27%、11.54%、-13.27% 和 13.48%;较对照组偏高或偏低 5% 以上的有 YF3240,穗位高为 106cm,较对照组矮 6.19%;其余品种穗位高较对照组差异均在 5% 以内。考虑到株高变化较大的品种在 19 个参试品种中占比较小,穗位高差异较大品种偏高和偏低均有,本试验认为株高和穗位高性状在低密度低肥力胁迫组没有明显变化趋势。

多数参试品种在低密度低肥力胁迫组的空秆率有不同程度的增加,其中登海 w367、丰度 191、禾硕 818 和鑫瑞 33 等品种的空秆较重,空秆率分别达到 14.9%、16.9%、18.9% 和 9.8%,分别较对照组

高出 13.6、9.6、13.6 和 6.5 个百分点,说明这些品种花期对高密度和低肥力胁迫比较敏感,导致空秆问题较严重。

**2.2 抗逆性状** 根据 2021 年国家级玉米品种审定标准要求,品种每年区域试验、生产试验倒伏倒折率之和平均分别  $\leq 8.0\%$  才能通过审定。表 2 参试品种的抗逆性性状调查结果显示,在正常栽培对照组(密度 4500 株/667m<sup>2</sup>),禾硕 818、鲁星 617、鲁星 702、鑫瑞 33 和鑫研 156 的倒伏倒折率和均超过 8%,分别为 8.7%、10.7%、18.0%、15.3% 和 26.7%,说明这些品种本身抗倒伏倒折能力较差;部分品种在胁迫组(密度 5500 株/667m<sup>2</sup>)中倒伏倒折率明显增高,登海 1717、禾硕 818、京农科 736、九圣禾 2468、鲁星 617、鲁星 702、明天 695、鑫瑞 33 和鑫瑞 156 品种倒伏倒折率之和分别为 14.2%、14.4%、9.8%、28.7%、24.0%、27.3%、9.4%、20.4% 和 32.2%,分别较对照组倒伏倒折率之和增加 12.9、5.7、9.8、28.7、13.3、9.3、8.7、5.1 和 5.5 个百分点,

表2 参试品种的抗逆性表现

品种	倒伏率(%)		倒折率(%)		小斑病(级)		南方锈病(级)		茎腐病(%)		其他病虫害
	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	
YF3240	0	0.7	0	0.5	1	1	5	5	0	0	无
登海 1717	0	7.8	1.3	6.4	1	1	7	7	0	0	无
登海 605	0	3.6	0	0	1	1	5	5	0	0	无
登海 652	0	1.1	0	0	1	1	3	3	0	0	无
登海 w367	0	3.3	0	0	1	1	7	7	0	0	无
丰度 191	3.7	5.6	0	0	1	1	5	5	0	0	无
禾硕 818	8.7	11.1	0	3.3	1	1	7	7	0	0	无
京农科 736	0	5.6	0	4.2	1	1	1	1	0	0	无
九圣禾 2468	0	26.7	0	2.0	1	1	7	7	0	0	无
浚单 1668	0	0	0	1.3	1	1	7	7	0	0	无
郑单 958 (CK1)	0	1.8	0	0	1	1	9	9	13.3	18.7	无
立原 296	0	1.1	0	1.3	1	1	1	1	0	0	无
鲁星 617	10.7	23.3	0	0.7	1	1	3	3	0	0	无
鲁星 702	16.7	25.3	1.3	2.0	1	1	5	5	6.7	5.3	无
明天 695	0	6.7	0.7	2.7	1	1	5	5	0	0	无
农华 816	0	2.9	1.3	1.8	1	1	7	7	0	0	无
鑫瑞 33	11.3	16.7	4.0	3.7	1	1	9	9	13.3	10.8	无
鑫瑞 57	5.3	5.1	0	2.2	1	1	5	5	0	0	无
鑫研 156	26.7	32.2	0	0	1	1	9	9	32.7	35.6	无
郑单 958 (CK2)	0	3.3	0	0	1	1	9	9	14.7	16.7	无

说明高密度低肥力胁迫下这些品种抗倒伏倒折能力较差。

2021 年国家级玉米品种审定标准中黄淮海夏玉米类型区小斑病、茎腐病、穗腐病田间自然发病和人工接种鉴定均不能达到高感,且还需要对弯孢叶斑病、南方锈病和瘤黑粉病进行抗病性鉴定。2021 年阴雨寡照天气非常适宜病害传播和发展,大多数参试品种南方锈病在 5 级以上,只有京农科 736、立原 296、登海 652 和鲁星 617 南方锈病抗性较好,表现为高抗或抗,分别为 1 级、1 级、3 级和 3 级;登海 1717、登海 w367、禾硕 818、九圣禾 2468、浚单 1668、农华 816、鑫瑞 33、鑫研 156 和郑单 958 均达到 7 级以上,表现为中感和高感,建议谨慎推广;其余品种为 5 级,表现为中抗。茎腐病不同品种间差异较大,鲁星 702 发病率小于 10%,表现为抗;鑫瑞 33 和郑单 958 茎腐病发病率在 10%~30% 之间,表现为中抗;鑫研 156 茎腐病发病率在 30%~40% 之间,表现为中感,建议谨慎推广;其余品种无茎腐病

发生。所有参试品种在胁迫组和对照组抗病性无太大差别。

**2.3 穗部性状** 表 3 参试品种的穗部性状调查结果显示,在高密度和肥料减半胁迫下,大多数参试品种在胁迫组中穗长、穗粗和千粒重相比对照组有所减少,秃尖长有所增加,容重则有增有减,说明在高密度种植下,施肥量又减半,养分供应不足,群体中植株个体间对光、肥、水的竞争加大,并且通透性较差,影响果穗发育和籽粒灌浆。

**2.4 测产结果分析** 根据 2021 年国家级玉米品种审定标准,高产稳产品种的标准为区域试验产量比对照品种平均增产  $\geq 5.0\%$ ,且每年增产  $\geq 3.0\%$ ,生产试验比对照品种增产  $\geq 2.0\%$ 。对照品种郑单 958 因南方锈病和茎腐病较重,造成早衰,植株叶片,特别是棒三叶于 9 月中旬左右就开始干枯,籽粒不能正常灌浆成熟,产量表现一般,因此多数参试品种较郑单 958 (CK)增产,且增产幅度较大,对照组最高增产幅度达到 43.03% (表 4)。

表3 参试品种的穗部性状表现

品种	穗长 (cm)		穗粗 (cm)		秃尖长 (cm)		千粒重 (g)		容重 (g/L)	
	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组
YF3240	17.5	17.0	4.4	4.2	0	1.0	305	276	724	705
登海 1717	16.9	16.0	4.4	4.2	0.5	0.8	301	270	737	716
登海 605	19.2	18.5	4.6	4.2	1.0	1.5	303	287	702	715
登海 652	17.7	16.5	4.5	4.3	0.6	0.8	318	285	771	762
登海 w367	18.4	16.9	4.6	4.3	1.0	1.2	298	266	718	729
丰度 191	17.0	15.5	4.4	4.3	0.5	0.5	305	265	741	693
禾硕 818	17.5	16.0	4.8	4.6	0	0	304	286	746	741
京农科 736	16.0	15.7	5.1	4.7	1.2	1.0	345	317	711	698
九圣禾 2468	16.9	16.2	4.6	4.4	0	0.5	226	201	667	675
浚单 1668	16.8	18.0	4.6	4.4	0.5	1.2	298	274	756	766
郑单 958 (CK1)	16.5	14.5	4.5	4.3	0	0	245	242	673	681
立原 296	17.2	16.6	4.8	4.5	1.3	1.0	369	361	756	732
鲁星 617	17.3	16.4	4.7	4.6	0.5	1.3	315	292	726	692
鲁星 702	16.8	15.3	4.8	4.5	0	0.5	282	249	756	723
明天 695	16.5	16.0	4.3	4.2	0.5	1.2	321	285	717	714
农华 816	17.7	16.6	4.2	4.1	0.8	1.0	246	241	701	695
鑫瑞 33	17.2	15.2	4.4	4.1	1.0	0	220	218	646	683
鑫瑞 57	17.0	17.6	4.2	4.2	1.2	1.0	238	235	638	643
鑫研 156	16.2	15.4	4.4	4.1	0	0	206	205	656	675
郑单 958 (CK2)	16.5	16.0	4.5	4.2	0	0.3	252	246	684	671

表4 参试品种的测产结果显示,对照组中大多数品种相比对照郑单 958 增产,仅鑫瑞 33 和鑫研 156 两个品种减产,每 667m<sup>2</sup> 折合产量分别为 305.50kg 和 329.79kg,分别比郑单 958 (CK) 减产 17.51% 和 10.95%。本试验仅选取对照组中产量排名前 10 名进行品种筛选,分别是立原 296、京农科 736、登海 1717、登海 652、鲁星 617、YF3240、鑫瑞 57、鲁星 702、明天 695 和丰度 191,每 667m<sup>2</sup> 折合产量分别为 529.73kg、498.33kg、458.33kg、441.59kg、430.90kg、427.11kg、426.04kg、423.33kg、412.29kg 和 409.95kg,分别较郑单 958 (CK) 增产 43.03%、33.68%、22.95%、18.46%、15.59%、14.57%、15.04%、13.56%、10.60% 和 10.69%,其中明天 695 折合产量略高于丰度 191,但是较对照增产幅度却略小于丰度 191,原因是组内种植 2 次 CK 品种(郑单 958),品种产量选择与最

近的 CK 进行比较,明天 695 和丰度 191 选择产量比较的 CK 不同。

高密度低肥力胁迫组中立原 296、京农科 736、登海 1717、登海 652、鲁星 617、YF3240、鑫瑞 57、鲁星 702、明天 695 和丰度 191 的每 667m<sup>2</sup> 折合产量分别为 522.44kg、524.32kg、417.56kg、404.49kg、407.14kg、399.79kg、468.20kg、441.11kg、388.07kg 和 442.02kg,分别较对照组增产 -1.38%、5.22%、-8.90%、-8.40%、-5.51%、-6.40%、9.89%、4.20%、-5.87% 和 7.82%。结果显示,在高密度和肥料减半胁迫下,仅立原 296、京农科 736、鑫瑞 57、鲁星 702 和丰度 191 的产量表现稳定,较对照减产幅度较小或者增产,其他品种均出现 5% 以上幅度减产,最高减产 8.90%。

### 3 结论与讨论

玉米生产过程中有两个突出的问题,一是因为作

表4 参试品种的测产结果

品种	籽粒含水量(%)		小区产量(kg)		折合产量(kg/667m <sup>2</sup> )		较CK±(%)		产量位次	较对照组±(%)
	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组	对照组	胁迫组		
登海 652	16.9	17.1	32.08	70.24	441.59	404.49	18.46	7.21	4	-8.40
YF3240	15.6	16.3	30.55	68.76	427.11	399.79	14.57	5.97	6	-6.40
鲁星 617	18.3	18.9	31.84	72.27	430.90	407.14	15.59	7.91	5	-5.51
登海 1717	15.9	15.8	32.90	71.39	458.33	417.56	22.95	10.68	3	-8.90
郑单 958 (CK1)	15.3	15.6	26.57	64.35	372.79	377.28	0	0	17	1.20
鲁星 702	17.8	16.6	31.09	76.14	423.33	441.11	13.56	16.92	8	4.20
九圣禾 2468	17.2	16.7	28.48	65.56	390.62	379.36	4.78	0.55	14	-2.88
明天 695	18.1	17.7	30.39	67.88	412.29	388.07	10.60	2.86	9	-5.87
京农科 736	19.0	19.1	37.14	93.30	498.33	524.32	33.68	38.97	2	5.22
登海 w367	17.1	16.3	27.76	68.11	381.21	396.01	2.26	4.96	16	3.88
丰度 191	19.7	17.2	30.82	76.85	409.95	442.02	10.69	24.15	10	7.82
立原 296	18.4	18.1	39.19	91.83	529.73	522.44	43.03	46.74	1	-1.38
鑫研 156	14.7	15.0	23.34	62.99	329.79	371.93	-10.95	4.46	19	12.78
浚单 1668	15.7	15.4	28.81	63.62	402.31	373.88	8.63	5.01	12	-7.07
鑫瑞 57	17.3	16.2	31.10	80.43	426.04	468.20	15.04	31.50	7	9.89
郑单 958 (CK2)	15.6	16.7	26.49	61.53	370.35	356.04	0	0	18	-3.86
鑫瑞 33	17.0	15.3	22.22	53.52	305.50	314.90	-17.51	-11.56	20	3.08
农华 816	15.9	16.1	28.23	72.82	393.27	424.40	6.19	19.20	13	7.92
登海 605	17.3	17.3	29.90	69.79	409.60	400.93	10.60	12.61	11	-2.12
禾硕 818	16.8	17.2	27.92	63.84	384.79	367.19	3.90	3.13	15	-4.57

品种顺序同田间一致,前9个品种与CK1比较,后9个品种与CK2比较

物耕作季节性非常明显,玉米播种时播种用农机相对有限,农机手把播种机设置成固定密度抢播,有的播种机设置密度较高,这需要玉米品种在种植密度上有较好的适应性,尤其是适应高密度;二是当前大品牌化肥等农资生产资料成本较高,市场上充斥着各种小品牌玉米缓控释肥、掺混肥等肥料,造成目前玉米种植田肥料质量参差不齐,玉米生长后期可能养分供应不足,这需要推广的玉米品种对低肥力有较好的适应性。以上两点也是本试验的立项原因之一。

在2021年阴雨寡照气候下,立原296和鑫瑞57两个参试品种在抗倒伏、结实性、抗病性、高产性、稳产性等综合指标均表现优秀,京农科736品种虽然在胁迫组下倒伏倒折率总和达到9.8%,但是在高产、稳产、抗病性、结实性等方面表现均较优,说明品种高密度下倒伏倒折并没有造成产量降低,整体

表现优秀。综合试验结果,立原296、鑫瑞57和京农科736这3个品种适宜于在济南等鲁中地区大规模推广种植,后续会加大示范和推广力度。

#### 参考文献

- [1] 马俊峰,张学舜,唐振海,洪德峰,马毅,魏锋,李江伟,李政. 灌浆中后期阴雨寡照天气对玉米产量的影响. 中国种业,2013(2): 46-47
- [2] 刘宁,魏敏,杨学红,徐华东,孙田. 黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势及防控对策. 农业科技通讯,2008(5): 82-84
- [3] 陶志强,陈源泉,隋鹏,袁淑芬,高旺盛. 华北春玉米高温胁迫影响机理及其技术应对探讨. 中国农业大学学报,2013,18(4): 20-27
- [4] 肖家雄,李林英,冯辉,黄硕,李少锋. 黄淮海玉米生产中的问题及对策. 中国种业,2007(12): 46-47
- [5] 肖家雄. 黄淮海夏玉米生产中相关问题的探讨. 河北农业科学,2007(11): 25-26

(收稿日期: 2022-02-11)