

江苏淮北地区 29 个玉米新品种耐高温胁迫筛选

任仰涛¹ 金彦刚¹ 李辉晖² 李珍富¹ 杨永乐¹ 赵其兵¹

常东伟¹ 满锡玉¹ 宋红芳¹ 夏中华¹

(¹江苏瑞华农业科技有限公司, 宿迁 223800; ²江苏省宿迁市宿城区农业技术推广中心, 宿迁 223800)

摘要:高温对玉米生产的影响越来越明显,本研究以 29 个新选育的玉米品种为供试材料,以郑单 958 为对照,利用江苏淮北地区特有的高温气候,研究了各品种在最适种植密度下,与高温胁迫相关的植株农艺性状、产量及相关要素的表现,以探究各品种在江苏淮北地区的生态适应性,为该区域玉米生产推广提供参考。试验结果表明,C1210、郑原玉 432、瑞华玉 288、京农科 738、隆平 259、硕秋 518、MC708、登海 187、先玉 1466 等品种表现出良好的耐高温能力,且增产幅度均 $\geq 3\%$,表现出良好的丰产性及高温胁迫耐受性,在江苏淮北地区具有良好的生态适应性及生产推广价值。

关键词:玉米;高温胁迫;适应性

玉米生长期间的异常高温天气可使玉米花粉活力严重降低^[1]且严重影响玉米籽粒结实率^[2]及产量相关的穗部性状,显著降低玉米穗长、穗粒数、百粒重等,并使玉米秃尖显著增加^[3],最终导致玉米的严重减产^[4-6]。玉米对高温胁迫的响应存在明显的基因型差异^[3],选育耐热性品种是抵御高温胁迫最经济有效的方法。每年的 7、8 月份正值黄淮海夏玉米生长发育的旺盛阶段,也是玉米形态建成、产量形成的关键阶段。长时间、高强度的高温天气给玉米生产带来严重影响,尤其是近几年高温影响越发明显。因此对高温胁迫的耐受性成为该地区玉米种植时必须要考虑的重要因素。

玉米对高温胁迫的响应是一个复杂的过程,同时受多方面因素的影响。以往的研究多是人为控制温度,难以模拟出自然条件下高温的变化过程,因此也就很难得出玉米对自然高温胁迫真实的自然应激反应。江苏淮北地区地处黄淮海夏玉米区的南缘,毗邻我国地理南北分界线,独特的地理位置造就特殊的生态环境。相比黄淮海其他地区而言,该区域每年 7、8 月份高温天气持续时间更长,强度更大,这就对玉米品种的耐高温胁迫能力提出了更高的要求,也为耐高温玉米新品种的选育及推广筛选提供

了得天独厚的条件。本试验以近年来新选育的 29 个玉米新品种为材料,在充分发挥各品种的产量潜力的条件下,探索各品种在自然条件下耐高温能力的差异,为本地区耐高温品种的筛选、保障玉米生产安全提供支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以近年来新选育的 29 个玉米新品种为供试材料,以郑单 958 作对照(CK),供试种子由各育种单位提供,具体信息见表 1。

1.2 试验设计 试验于 2018 年在江苏宿迁瑞华农业淮北试验站(34° 20' N、118° 22' E)进行,海拔 26m,6-8 月平均气温 27.6℃,较往年偏高 1.8℃,极端高温达到 37℃,且极端高温天气数比往年偏多^[7]。试验地为潮土,地势较为平坦,肥力中等偏上且均匀,前茬作物小麦。

试验采用随机区组设计,3 次重复。小区面积 20m²,5 行区,行长 6.67m,行距 0.6m,四周设保护行,各品种按照品种选育单位提供的最适密度种植,其中鲁单 9088、瑞普 909、翔玉 998、机玉 7 号、强硕 168、农华 5 号、美豫 22、MC708、先玉 1466 种植密度为 6.0 万株/hm²;双惠 87、正弘 658、万盛 106、裕丰 512、爱农 007、联研 155、江玉 898、秋乐 818、丰德存玉 13 号、登海 187、NK815、C1210、硕秋 518、京农科 738、瑞华玉 288、郑单 958(CK)种植密度为 6.75 万株/hm²;隆平 259、华皖 763、科腾 918、东单 1331 种

表1 供试材料信息

品种	审定编号	选育单位	品种	审定编号	选育单位
隆平 259	国审玉 20176022	安徽隆平高科种业有限公司	强硕 168	豫审玉 20180012	河南德圣种业有限公司
华皖 763	国审玉 20186015	安徽隆平高科种业有限公司	农华 5 号	国审玉 20176087	北京金色农华种业科技股份有限公司
鲁单 9088	国审玉 2012015	安徽华成种业股份有限公司	丰德存玉 13 号	国审玉 20180212	河南丰德康种业有限公司
双惠 87	国审玉 20180286	山西省原平市双惠种业有限公司	美豫 22	国审玉 20186084	河南省豫玉种业股份有限公司
瑞普 909	国审玉 20180254	山西三联现代种业科技有限公司	科腾 918	国审玉 20180277	河北科腾生物科技有限公司
正弘 658	国审玉 20180303	河北正弘农业科技有限公司	东单 1331	国审玉 2016607	辽宁东亚种业有限公司
万盛 106	冀审玉 20170023	河北万盛种业有限公司	登海 187	国审玉 20176067	山东登海种业股份有限公司
裕丰 512	国审玉 20180299	承德裕丰种业有限公司	MC708	待审	北京顺鑫农科种业科技有限公司
爱农 007	鲁审玉 20170018	山东爱农种业有限公司	NK815	京津冀审玉 20170001	北京顺鑫农科种业科技有限公司
联研 155	国审玉 20180278	山东爱农种业有限公司	C1210	国审玉 20186105	中种国际种子有限公司
翔玉 998	国审玉 20180296	吉林鸿翔种业有限公司	先玉 1466	冀审玉 20170052	山东登海先锋种业有限公司
江玉 898	苏审玉 20180004	宿迁中江种业有限公司	硕秋 518	国审玉 20186114	德农种业股份公司
机玉 7 号	豫审玉 20180026	河南亿佳和农业科技有限公司	京农科 738	京津冀审玉 20180002	北京龙耘种业有限公司
郑原玉 432	国审玉 20186028	河南金苑种业股份有限公司	瑞华玉 288	待审	江苏瑞华农业科技有限公司
秋乐 818	国审玉 20186091	河南秋乐种业科技股份有限公司	郑单 958 (CK)	国审玉 20000009	河南秋乐种业科技股份有限公司

植密度为 7.50 万株/hm²;郑原玉 432 种植密度为 8.25 万株/hm²。2018 年 6 月 15 日人工点播,7 月 3 日进行定苗。施基肥复合肥(15-15-15) 600kg/hm²,大喇叭口期追施尿素 300kg/hm²,其他管理措施与当地大田生产相同。成熟后于 10 月 8 日统一收获。

1.3 测定指标与方法 调查各品种的抽雄、吐丝时间,并计算雌雄间隔期。抽雄期为各品种小区内 50% 以上的玉米植株雄穗抽出顶部叶片 2cm 的日期,吐丝期指小区内 50% 雌穗花丝露出苞叶 2cm 的日期,雌雄间隔期即为抽雄期与吐丝期的间隔天数。

散粉结束后,选择各小区中间一行,从第 3 棵起连续计数 10 株雄穗分枝数,取平均值。乳熟后期,全区调查空秆率、畸形穗率及苞叶过短株率;空秆率:收获时调查不结实果穗和果穗结实 20 粒以下的植株占全区总株数的百分率;畸形穗率:收获时调查果穗畸形的植株占全区总株数的百分率;苞叶过短株率:收获时调查穗轴裸露在外,苞叶包不严实的植株占全区总株数的百分率。成熟期选择各小区中间一行,从第 3 株开始连续取 10 个果穗进行考种,考查果穗穗长、秃尖长。成熟后,各小区全区收获,晾晒脱粒、称重,并折算成标准水分(14%),进行计产,折算出每 hm² 产量。

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 2007 和 SPSS 18.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种的抽雄期、吐丝期及雌雄间隔期 玉米的抽雄期、吐丝期及抽雄吐丝间隔(雌雄间隔)存在明显的基因型差异。由表 2 可知,抽雄期最早的是郑原玉 432,为 8 月 2 日,最迟的是农华 5 号和科腾 918,为 8 月 9 日,时间相差 7d。吐丝期最早的是郑原玉 432,为 8 月 3 日,最迟的则是爱农 007,为 8 月 13 日,时间相差 10d。雌雄间隔最小的为 0,分别是双穗 87、翔玉 998 和美豫 22;雌雄间隔最长的为 5d,分别是爱农 007 和强硕 168,而裕丰 512 和 NK815 雌雄间隔也较长,达到了 4d,其余品种雌雄间隔 1~3d。

2.2 不同品种的雄穗分枝数 根据表 2 可知,在 30 个供试品种(含 CK)中,平均雄穗分枝数为 5.8 个,郑单 958 (CK)为 9.4 个;雄穗分枝数最多的是科腾 918,达 12.0 个,最少的是 MC708,仅为 1.4 个;雄穗分枝数比郑单 958 (CK)多的有 3 个品种,占供试品种数的 10.3%,比郑单 958(CK)少的有 26 个品种,占供试品种数的 89.7%。

表2 不同品种的抽雄期、吐丝期、雌雄间隔期及雄穗分枝数

品种	抽雄期 (月-日)	吐丝期 (月-日)	雌雄间隔 (d)	雄穗 分枝数	品种	抽雄期 (月-日)	吐丝期 (月-日)	雌雄间隔 (d)	雄穗 分枝数
隆平 259	8-5	8-6	1	3.4	强硕 168	8-7	8-12	5	7.8
华皖 263	8-4	8-5	1	6.4	农华 5 号	8-9	8-12	3	2.8
鲁单 9088	8-7	8-9	2	5.4	丰德存玉 13 号	8-8	8-11	3	8.6
双惠 87	8-6	8-6	0	4.8	美豫 22	8-7	8-7	0	2.0
瑞普 909	8-6	8-8	2	2.4	科腾 918	8-9	8-12	3	12.0
正弘 658	8-6	8-9	3	4.2	东单 1331	8-6	8-8	2	5.0
万盛 106	8-8	8-9	1	2.6	登海 187	8-3	8-4	1	3.6
裕丰 512	8-6	8-10	4	9.2	MC708	8-5	8-6	1	1.4
爱农 007	8-8	8-13	5	9.8	NK815	8-5	8-9	4	7.6
联研 155	8-5	8-6	1	3.8	C1210	8-6	8-7	1	8.6
翔玉 998	8-6	8-6	0	6.2	先玉 1466	8-6	8-9	3	4.2
江玉 898	8-7	8-8	1	9.6	硕秋 518	8-4	8-5	1	3.6
机玉 7 号	8-4	8-5	1	4.8	京农科 738	8-5	8-7	2	5.4
郑原玉 432	8-2	8-3	1	5.0	瑞华玉 288	8-7	8-9	2	8.0
秋乐 818	8-8	8-9	1	5.2	郑单 958 (CK)	8-6	8-7	1	9.4

2.3 不同品种的空秆率、畸形穗率和苞叶过短株率 由表3可知,郑单958(CK)空秆率、畸形穗率及苞叶过短株率分别是0.6%、0和0,鲁单9088、NK815、先玉1466和瑞华玉288表现较好,均为0。空秆率最高的是科腾918,达到9.4%,双穗87和东单1331畸形穗率较高,分别达到11.4%和5.5%,其他品种无畸形穗。苞叶过短株率不同品种间差异较大,较高的是东单1331、正弘658、瑞普

909和翔玉998,分别达到54.0%、45.2%、32.5%和28.8%。以空秆率 $\leq 2.0\%$ 、畸形穗率 $\leq 5.0\%$ 、苞叶过短株率 $\leq 5.0\%$ 的标准进行筛选,同时满足上述指标的品种有隆平259、鲁单9088、联研155、郑原玉432、秋乐818、丰德存玉13号、登海187、MC708、NK815、C1210、先玉1466、硕秋518、京农科738、瑞华玉288等14个,占29个新品种的48.3%。

表3 不同品种的空秆率、畸形穗率和苞叶过短株率

(%)

品种	空秆率	畸形穗率	苞叶过短株率	品种	空秆率	畸形穗率	苞叶过短株率
隆平 259	1.1	0	0	强硕 168	3.5	0	10.2
华皖 263	3.3	0	5.1	农华 5 号	2.1	0	0
鲁单 9088	0	0	0	丰德存玉 13 号	1.9	0	4.9
双惠 87	1.2	11.4	5.3	美豫 22	4.2	0	5.8
瑞普 909	1.4	0	32.5	科腾 918	9.4	0	0
正弘 658	1.2	0	45.2	东单 1331	5.6	5.5	54.0
万盛 106	2.5	0	5	登海 187	1.9	0	0
裕丰 512	2.5	0	0	MC708	0.7	0	0
爱农 007	2.5	0	0	NK815	0	0	0
联研 155	0.6	0	0	C1210	0.6	0	0
翔玉 998	1.4	0	28.8	先玉 1466	0	0	0
江玉 898	6.8	0	5.1	硕秋 518	0.6	0	0
机玉 7 号	1.4	0	15.9	京农科 738	1.2	0	0
郑原玉 432	1.0	0	0	瑞华玉 288	0	0	0
秋乐 818	1.2	0	0	郑单 958 (CK)	0.6	0	0

2.4 穗部性状及产量表现 根据表4数据可知,30个供试品种的平均穗长为18.9cm,平均秃尖长为1.7cm。其中穗长最长的是翔玉998,为21.6cm,最

短的是裕丰512,为14.7cm。秃尖长最长的是江玉898,达到3.8cm,秃尖长最短的为郑单958(CK),仅有0.3cm。除郑单958(CK)外,29个供试品种

中秃尖长 $\leq 2.0\text{cm}$ 的品种有 21 个,占 72.4%。

各品种产量间呈现出明显的差异,30 个供试品种每 hm^2 的平均产量为 9496kg,其中郑单 958 (CK) 产量为 9479kg,产量居第 19 位;其中产量高于郑单 958 (CK) 的有 18 个,低于郑单 958 (CK) 的有 11

个,增产幅度较大的有 C1210、郑原玉 432 和瑞华玉 288 等,产量分别是 10632kg、10349kg 和 10260kg,增产幅度分别达到 12.2%、9.2% 和 8.2%;增产幅度 $\geq 3.0\%$ 的有 11 个品种,占 29 个新品种的 36.7%。

表 4 不同品种的穗部性状及产量表现

品种	穗长 (cm)	秃尖长 (cm)	产量 (kg/hm ²)	较 CK $\pm$ (%)	位次	品种	穗长 (cm)	秃尖长 (cm)	产量 (kg/hm ²)	较 CK $\pm$ (%)	位次
隆平 259	19.9	1.9	9942	4.9	6	强硕 168	19.8	2.7	8661	-8.6	27
华皖 263	19.0	0.9	9665	2.0	16	农华 5 号	21.3	3.0	8915	-5.9	25
鲁单 9088	18.2	1.8	9723	2.6	13	丰德存玉 13 号	17.3	2.7	9636	1.7	17
双惠 87	20.9	1.2	8991	-5.1	24	美豫 22	20.1	3.1	9767	3.0	11
瑞普 909	20.1	1.4	9696	2.3	14	科腾 918	20.9	2.1	9113	-3.9	23
正弘 658	20.2	2.0	10212	7.7	4	东单 1331	18.5	0.7	9266	-2.2	21
万盛 106	18.1	3.3	9167	-3.3	22	登海 187	17.0	1.2	9798	3.4	9
裕丰 512	14.7	0.5	8073	-14.8	30	MC708	18.4	1.1	9821	3.6	8
爱农 007	15.0	1.5	8901	-6.1	26	NK815	19.8	1.7	9740	2.8	12
联研 155	18.1	0.6	9362	-1.2	20	C1210	20.2	0.9	10632	12.2	1
翔玉 998	21.6	1.5	8199	-13.5	29	先玉 1466	16.5	1.9	9795	3.3	10
江玉 898	17.9	3.8	9680	2.1	15	硕秋 518	19.4	1.5	9852	3.9	7
机玉 7 号	19.1	2.4	9543	0.7	18	京农科 738	16.7	1.3	10047	6.0	5
郑原玉 432	18.0	1.1	10349	9.2	2	瑞华玉 288	19.7	1.2	10260	8.2	3
秋乐 818	20.9	1.8	8603	-9.2	28	郑单 958 (CK)	18.2	0.3	9479	0	19

3 结论与讨论

通过对本研究的 29 个供试材料从与高温胁迫相关的雌雄间隔期、果穗秃尖长、空秆率、畸形穗率、苞叶过短株率及增产幅度等多方面的研究,能够满足雌雄间隔期 $\leq 3\text{d}$ 、秃尖长 $\leq 2.0\text{cm}$ 、空秆率 $\leq 2.0\%$ 、畸形穗率 $\leq 5.0\%$ 、苞叶过短株率 $\leq 5.0\%$ 、增产幅度 $\geq 3.0\%$ 各指标要求的品种有 C1210、郑原玉 432、瑞华玉 288、京农科 738、隆平 259、硕秋 518、MC708、登海 187、先玉 1466 等。这 9 个品种表现出良好的丰产性及高温胁迫耐受性,在江苏淮北地区具有良好的生态适应性及生产推广价值。

最适宜的种植密度是玉米正常生长发育、产量潜力得以充分发挥的先决条件^[8-9]。玉米品种的抽雄-吐丝间隔期除与自身遗传相关外,同时受到外界生长环境的影响,其中高温等胁迫可使抽雄吐丝间隔期变长^[3]。本研究发现抽雄吐丝间隔期达到 4d 以上的品种,其最终产量表现也不太理想,这可能与雌雄间隔期过长,导致雌穗授粉不良有关。玉米雄穗分枝数与花粉量存在正相关性,但在高温逆境条件下,本研究发现雄穗分枝数的多少

与最终产量的高低并没有明显的相关性。果穗的授粉情况一方面与植株花粉量有关,另一方面与品质的花期持续时间及花粉活性有关。这就要求在品种选育时要选择雄穗分枝数适宜,花期持续时间长,花粉能够长时间保持高活力的品种。对于雄穗分枝数与花粉活性及高活力持续时间长的关系仍需作进一步研究。高温逆境可使玉米的空秆率、畸形穗率、秃尖长增加,并使苞叶变短。但不同品种对于高温的反应存在差异。总而言之,高温逆境给玉米生产带来的影响变得越来越显著,高温对玉米植株的生长发育、器官形态建成、最终产量形成产生深刻的、内在的、复杂的影响,需要下大力气深入研究。

参考文献

- [1] 杨国虎. 玉米花粉花丝耐热性研究进展. 种子, 2005, 24 (2): 47-51
- [2] 王安乐, 陈朝辉, 赵德法. 玉米自交系材料耐高温特性鉴定筛选初报. 山西农业科学, 2003, 12 (4): 15-17
- [3] 赵霞, 穆心愿, 马智艳, 刘天学, 齐红志, 丁勇, 张凤启, 张君, 赵发欣, 邢健伟, 吴东洪, 唐保军. 不同玉米杂交种对花期高温、干旱复合胁迫的响应. 河南农业科学, 2017, 46 (8): 32-37
- [4] 赵龙飞, 李潮海, 刘天学, 王秀萍, 僧珊珊, 潘旭. 玉米花期高温响应的基因型差异及其生理机制. 作物学报, 2012, 38 (5): 857-864

5个周麦品种的产量构成及其籽粒灌浆特性研究

董国玉 吴和平 韩玉林 王丽娜 邹少奎 吕永军 李楠楠

张倩 李顺成 杜晓宇 李艺 黄峰 杨光宇

(河南省周口市农业科学院, 周口 466001)

摘要:以河南省周口市农业科学院自主选育的5个主推小麦品种为供试材料,对其产量构成、籽粒灌浆特性进行了研究。结果表明:品种间产量及产量三要素存在差异。每667m²平均产量为538.6kg,其中最高是周麦27号达到586.0kg,最低周麦18号为502.7kg;产量三要素的平均亩穗数37.4万,变异系数14.76%,最高达到40.6万;穗粒数平均为36.1粒,变异系数17.14%,最高为43.1粒;平均千粒重46.5g,最高达到48.7g,变异系数4.91%。灌浆速率测定表明渐增期、快增期持续时间和最大灌浆速率达到时间存在显著差异,但平均灌浆持续时间差异不显著;平均灌浆速率和最大灌浆速率品种间差异显著,周麦16号均最大分别为1.67mg/grain·d、3.29mg/grain·d,周麦23号均最小分别为1.42mg/grain·d、2.46mg/grain·d;快增期、缓增期灌浆速率品种间也存在显著差异,且二者在不同品种间表现趋势相同,渐增期除周麦23号外,其他4个品种间差异不显著。

关键词:小麦品种;产量构成;籽粒;灌浆;特性

小麦的产量由单位面积的穗数、穗粒数和粒重三因素构成,不同品种产量构成差异较大,对产量的贡献率不同,研究表明目前小麦品种产量三要素中亩穗数、穗粒数相对稳定,粒重变化最大,粒重的增加是高产阶段以后提高小麦产量的关键^[1-2]。在过去60余年,黄淮麦区小麦产量年遗传增益约为0.48%~1.05%,其中千粒重年遗传增益较大,为0.35%~0.51%,粒重改良是该区产量显著提高的关键因素^[3]。粒重是决定小麦产量高低的重要因素之一,小麦粒重与该品种的籽粒灌浆特性关系密切,国内外学者对粒重与灌浆特性关系做了大量研究^[4-9]。一般研究认为灌浆持续时间和灌浆速率与粒重显著正相关^[6],也有研究认为粒重与灌浆持续时间无显著

关系^[7-9]。本试验选用周口市农科院自主选育的5个国审并在黄淮南片麦区得到大面积推广应用的小麦新品种为供试材料,其在产量三要素上存在差异,但都具有高产性突出的特点,其中周麦27号百亩高产示范方每667m²平均产821.7kg,曾创国内最高单产记录。通过研究其产量三要素构成及籽粒灌浆特性,以为小麦栽培和育种提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 本试验选取周口市农业科学院自主选育且推广面积较大的国审小麦新品种周麦16号(国审麦2003029)、周麦18号(国审麦2005006)、周麦22号(国审麦2007007)、周麦23号(国审麦2008008号)、周麦27号(国审麦2011003),于2016-2017年度在河南省周口市农科院试验基地进行。试验田土壤质地为壤质土,常年小麦产量500kg/667m²以上,土壤基础养分有机质11.2g/kg、全氮0.98g/kg、速效磷15.64mg/kg、速效钾152.03mg/kg,前茬作物为大豆。

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0101802,2017YFD0100700);河南省重大科技专项(181100110200);国家小麦产业技术体系资金项目(CARS-3)

通信作者:韩玉林

- [5] 降志兵,陶洪斌,吴拓,王璞,宋庆芳. 高温对玉米花粉活力的影响. 中国农业大学学报,2016,21(3): 25-29
- [6] 赵丽晓,张萍,王若男,王璞,陶洪斌. 花后前期高温对玉米强弱势籽粒生长发育的影响. 作物学报,2014,40(10): 1839-1845
- [7] 宿迁市气象局. 宿迁市2018年气候状况报. (2019-03-01) [2019-03-11]. <http://www.suqian.gov.cn/sqxj/>

- [ywxx/201903/18e68c3f00144976811a2cdd7742ac31.shtml](http://www.suqian.gov.cn/sqxj/ywxx/201903/18e68c3f00144976811a2cdd7742ac31.shtml)
- [8] 唐保军,丁勇. 种植密度对玉米产量及主要农艺性状的影响. 中国种业,2008(10): 35-37
- [9] 张永亮,史振声,李凤海,王宏伟,张飞. 稀植与密植型玉米品种对密度反应的差异. 中国种业,2008(6): 30-32

(收稿日期: 2019-03-11)