

高温环境下耐高温玉米品种筛选

阿力木·阿不迪力木¹ 吴海波¹ 谢小清^{2*} 吴斌³ 刘翔宇¹

1 新疆维吾尔自治区农业科学院吐鲁番试验站

2 新疆维吾尔自治区农业科学院作物研究所

3 新疆维吾尔自治区农业科学院微生物研究所

DOI:10.32629/as.v9i6.4080

[摘要] 以筛选适宜高温环境下高产玉米品种为目标,将150个玉米种作为试验材料,在高温环境下进行耐高温实验,测定散粉期、吐丝期、株高、穗位高、空秆数、粒重等产量关联指标,综合评估不同玉米种类的耐高温性。结果表明:郑单958、N25ZHJD034、N25ZHJD064等耐高温品种在高温环境下表现优异:空秆比例低(0—1%),单株粒重高(131.7—136.2g/株),农艺特性呈现稳定态势;部分种类像N25ZHJD003、N25ZHJD010等由于空秆比例较高,大于50%,不适宜在当地高温环境开展种植操作。本研究所筛选出的优良耐高温玉米种类郑单958、N25ZHJD034、N25ZHJD064,可作为吐鲁番以及类似高温生态区域的玉米生产上的参考品种,同时为玉米耐高温育种工作提供理论依据。

[关键词] 玉米; 耐高温; 品种筛选; 农艺性状; 产量

中图分类号: S435.131 文献标识码: A

Selection of Heat-Tolerant Corn Varieties under High Temperature Conditions

Alimou Abudilimou¹ Haibo Wu¹ Xiaoqing Xie^{2*} Bin Wu³ Xiangyu Liu¹

1 Turpan Experimental Station of Xinjiang Uyghur Autonomous Region Academy of Agricultural Sciences

2 Institute of Crops of Xinjiang Uyghur Autonomous Region Academy of Agricultural Sciences

3 Institute of Microbiology of Xinjiang Uyghur Autonomous Region Academy of Agricultural Sciences

[Abstract] Aiming to identify high-yielding corn varieties suitable for high-temperature environments, 150 corn seeds were tested under extreme heat conditions. Key yield-related parameters—including anthers open period, silk emergence stage, plant height, ear position height, empty stalk ratio, and kernel weight—were measured to comprehensively evaluate heat tolerance across varieties. Results demonstrated that heat-resistant varieties such as Zhengdan 958, N25ZHJD034, and N25ZHJD064 exhibited superior performance: low empty stalk rates (0–1%), high individual kernel weights (131.7–136.2 g per plant), and stable agronomic traits. Conversely, varieties like N25ZHJD003 and N25ZHJD010 showed excessive empty stalk rates exceeding 50%, rendering them unsuitable for cultivation in local high-temperature regions. The selected heat-tolerant varieties—Zhengdan 958, N25ZHJD034, and N25ZHJD064—serve as reference strains for corn production in Turpan and similar high-temperature ecosystems, while providing a theoretical foundation for heat-resistant corn breeding efforts.

[Key words] Corn; Heat Tolerance; Variety Selection; Agronomic Traits; Output

引言

新疆吐鲁番区域属于典型的大陆性暖温带荒漠气候类型,夏季气温处于极高状态,极端最高气温能够达到47.8℃,并且高温持续时长较长,在玉米的生长发育过程中形成严重高温胁迫。玉米作为喜温作物,其散粉时期、吐丝时期对于高温情况尤为敏感,高温胁迫现象容易造成花粉活力下降、花期不协调、空秆比例显著增加的现象,最终导致产量出现大幅下降30%~50%。伴随

着全球气候呈现变暖,高温灾害发生频率逐年升高,筛选与当地气候特征相适配的耐高温玉米种类,成为保障吐鲁番区域玉米产业维持稳定发展局面的关键举措^[1]。现阶段,玉米耐高温属性的研究工作大多聚焦于生理机制与胁迫响应方面,然而针对吐鲁番特殊高温环境的玉米品种筛选研究相对缺乏。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料包含当地主要栽培种(对照)：郑单958、先玉335，每50个试验材料中插入两个对照，参试品种不设置重复，编号为N25ZHJD001-N25ZHJD156，种子均由中国农业科学院作物研究所提供。

1.2 试验地点与设计

试验在2025年4月-8月于新疆吐鲁番高昌区试验田开展进行，试验区域面积为20亩。土壤类型属于砂壤土类别，有机质含量为1.2%，pH值为7.8，土壤肥力处于中等水平状况。采用地膜覆盖的栽培方式，地膜宽度为0.7m，种植行数为2行，植株间距为0.25m，行距0.5m，行长4.75m，小区面积为4.75m²，实施随机区组的设计方案。

1.3 玉米生育期内气温变化情况

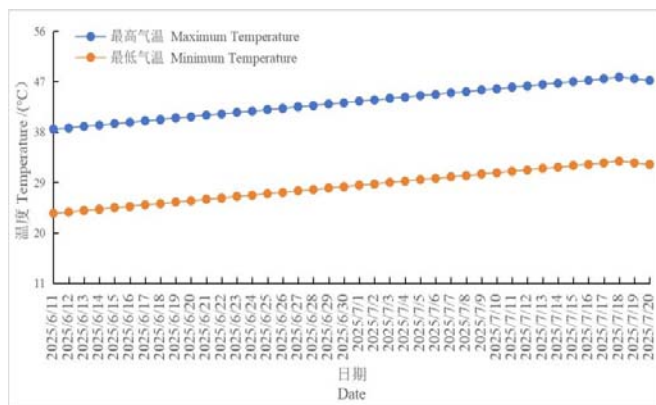


图1 2025年玉米生育期气温变化

2025年玉米生育期间，从散粉开始(6月15日)到吐丝结束(7月15日估计32天，试验地日最高气温均超过35℃，属于生育期遭遇高温胁迫^[2]。

1.4 栽培管理措施

播种时间为2025年4月16日，浇水采用滴灌，干播湿出，4月28日放苗，5月4日定苗。具体浇水时间及用量：4月16日、4月22日、5月19日、5月22日、5月26日、5月30日各浇水一次，每次浇水20m³/亩；6月1日至8月15日天气持续高温，每四天浇水一次，每次浇水25m³/亩，共计15次，全生育期共计浇水495m³/亩。在6月5日至6月15日期间，结合灌水追肥两次，每次施用黄腐酸型硫酸钾复合水溶肥(N-P205-K2O=15-15-15)12.5 kg/亩。在幼苗生长期(5月10日)采用40%含量的辛硫磷乳油，滴灌施药，200mL/亩。6月20日至7月15日(散粉期-灌浆期)防治红蜘蛛，运用无人机进行格力高(有效成分：氯虫苯甲酰胺，含量200克/升，每瓶容量100ml)与阿维菌素(有效成分：阿维菌素B1a，含量1.8%，每瓶容量250ml)药剂的喷施作业，每亩地使用10ml格力高药剂、50ml阿维菌素药剂，20%哒螨灵乳油(容量200毫升)，1500倍稀释比，250毫升1.8%阿维菌素乳油，配制成2000倍稀释液，每亩4k清水均匀喷施，早九点以前至晚六点以后，避开进入高温时段，用无人机喷洒，每七天一次，连续喷施两轮^[3]。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 生育期调查

调查试验材料的散粉日期和吐丝日期，计算散粉-吐丝间隔期。

1.5.2 农艺性状测定

在作物灌浆末期，从每个试验小区内连续测定3株植株，记录株高(从地表位置至雄穗顶端部位的距离)、穗位高(从地表位置至最上部果穗着生节位的距离)，计算穗位比(穗位高与株高的比值)；统计试验小区内的总植株数量和空秆植株数量，计算空秆率(空秆数占总株数比例乘以100%)。

1.5.3 产量相关指标测定

在成熟期收获后统计试验小区内的果穗数量，按小区脱粒，测量总籽粒重量，同时测定籽粒含水量，换算成14%标准水分含量条件下的粒重，计算单株粒重(g/株)。

1.6 数据处理

用Excel 2019和SPSS 26.0系统对数据进行整理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种生育期表现

表1 部分玉米品种生育期情况

品种编号	散粉期	吐丝期	散粉-吐丝间隔期/(天)
郑单 958	2025-06-20	2025-06-23	3
先玉 335	2025-06-15	2025-06-16	1
N25ZHJD027	2025-07-10	2025-07-21	11
N25ZHJD034	2025-06-22	2025-06-26	4

在高温环境条件之下，供试玉米品种的散粉期集中在6月15日-7月10日之间，吐丝期集中在6月16日-7月21日之间。其中，先玉335品种的散粉期和吐丝期较早(分别为6月15日、6月16日)，散粉一吐丝间隔期仅为1天，呈现出较强的花期协调性能；N25ZHJD027品种的散粉期较晚为7月10日，吐丝期为7月21日，间隔周期为11天，花期不协调现象较为显著。大部分玉米品种呈现出较强的花期协调性能，其散粉一吐丝间隔期均控制在5天以内，是玉米作物耐高温特性的重要表现。

2.2 不同品种农艺性状表现

2.2.1 株高与穗位高

表2 部分玉米品种株高穗位高穗位比情况

品种编号	株高(cm)	穗位高(cm)	穗位比
郑单 958	276.0	144.0	0.520
N25ZHJD082	275.7	176.4	0.640
先玉 335	285.3	151.2	0.530
N25ZHJD034	292.5	154.0	0.526

供试玉米品种在高温环境下的株高数值范围处于265.7cm至381.7cm之间,穗位高数值范围处于122.3cm—205.3cm之间,穗位比数值范围处于0.372至0.643之间。郑单958品种株高为276.0cm,穗位高为144.0cm,穗位比为0.520,植株株型紧凑,抗倒伏性能较强;N25ZHJD082品种株高仅为275.7cm,但穗位比数值高达0.640,植株重心位置偏高,抗倒性能相对较差^[4]。

2.2.2空秆率

表3 部分玉米品种空秆情况

品种编号	小区总株数(株)	空秆株数(株)	空秆率(%)
N25ZHJD034	28	0	0
郑单958	32	0	0
N25ZHJD013	24	19	79.2
N25ZHJD003	26	14	53.8

供试品种的空秆率数值存在显著差异(0%至73.1%)。N25ZHJD034、郑单958等12个品种的空秆率为0,表现出极强的耐受高温胁迫的能力。结果表明,散粉—吐丝间隔期超过7天的品种,空秆率均高于30%,说明高温环境导致的花期不遇问题是造成空秆现象的主要成因,因此,空秆率指标可作为反映玉米作物耐高温性能的关键参数。

2.3不同品种产量表现

表4 部分玉米品种产量情况

品种	株数	粒重(g)	水分(%)	单株粒重(g/株)
N25ZHJD018	25	4157.5	18.2	166.3
郑单958	27	3653.1	17.5	135.3
N25ZHJD034	28	3687.6	16.8	131.7
N25ZHJD003	26	0	—	0
N25ZHJD010	29	0	—	0

单株粒重是衡量品种高产性的核心指标,供试品种单株粒重范围为0g/株—166.3g/株。N25ZHJD018单株粒重最高(166.3g/株),表现出极强的丰产性;N25ZHJD003、N25ZHJD010等8个品种单株粒重为0g/株,无生产价值。综合来看,耐高温优良品种的单株粒重均在80g以上,且空秆率低于5%,如N25ZHJD034(0%,131.7g/株)、N25ZHJD064(1%,136.2g/株)、郑单958(0%,135.3g/株)等,既具备耐高温性,又保持了较高的产量。

2.4品种综合评价

通过主成分分析,将散粉—吐丝间隔期、农艺性状、产量指标转化为3个主成分。结合隶属函数法计算综合评价价值(D值),

筛选出D值前10的品种:N25ZHJD018(D=0.92)、N25ZHJD064(D=0.91)、郑单958(D=0.89)、N25ZHJD034(D=0.88)、N25ZHJD125(D=0.87)、N25ZHJD127(D=0.86)、先玉335(D=0.85)、N25ZHJD042(D=0.84)、N25ZHJD041(D=0.83)、N25ZHJD139(D=0.82)。这些品种在花期协调性、抗空秆能力和丰产性方面均表现优异,可作为吐鲁番地区耐高温玉米主栽品种的候选品种。

表5 主成分分析结果

主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)	主要代表性指标
1	3.862	43.25	43.25	单株粒重、空秆率
2	2.586	28.73	71.98	散粉—吐丝间隔期、穗位比
3	1.549	17.21	89.19	株高、穗位高

3 讨论

在吐鲁番地区4月中旬播种的玉米在散粉期、吐丝期遭遇了严重高温胁迫,致使品种之间性状差别明显。本次研究结果表明,散粉—吐丝间隔期≤5日属玉米耐高温的核心特点。高温会破坏玉米花粉细胞膜稳固状态,造成花粉活力降低,当吐丝时期延迟超过7日时,花粉供应数量不足,将引发严重空秆现象。所以,于耐高温品种选育工作当中,应优先挑选花期协调、花粉活力强劲的材料。

农艺性状层面,穗位比例系影响玉米耐受高温性能的重要因素。穗位比例过高的品种,植株重心向上移动,不仅抗倒伏性能欠佳,还会造成养分向果穗输送效率变低,空秆比率增加。本次研究筛选出的优良品种,穗位比例均处于0.42—0.53区间,株型紧凑,有益于通风透光与养分转化积累。除此之外,空秆比率作为直观指标,可快速筛选出不适宜高温环境的品种,提升筛选工作效率。

产量表现方面,单株籽粒重量能够综合体现品种的耐受高温性能与丰产性能。郑单958作为传统主要栽培品种,在高温环境下依旧维持较高产量(135.3g/株),验证了其广泛的适应能力;新品系N25ZHJD018、N25ZHJD064等单株籽粒重量超过130g/株,展现出比其他测试品种更为优越的耐高温丰产潜力,此结果仅代表当年试验结果,若需推广生产,需在当地进行2—3年生产试验进一步验证。

4 结论

本次研究通过对150个玉米品种的散粉—吐丝间隔期、农艺性状及产量指标进行综合评价,筛选出10个耐高温优良品种,分别为N25ZHJD018(166.3g/株,D=0.92)、N25ZHJD064(136.2g/株,D=0.91)、郑单958(135.3g/株,D=0.89)、N25ZHJD034(131.7g/株,D=0.88)、N25ZHJD125(89.5g/株,D=0.87)、N25ZHJD127(86.3g/株,D=0.86)、先玉335(84.7g/株,D=0.85)、N25ZHJD042(82.4g/株,D=0.84)、N25ZHJD041(81.2g/株,D=0.83)、N25ZHJD139(80.5g/株,D=0.82)。这些品种均具备花期协调,具体表现为散

粉-吐丝间隔期 ≤ 5 天)、因花期不遇造成的空秆率低($\leq 1\%$),并且丰产性能良好,单株粒重 $\geq 80\text{g/株}$,在吐鲁番地区极端高温环境下表现优异。研究成果不仅为吐鲁番及相似高温气候区域的玉米品种科学选择提供了相关依据,也为玉米耐高温杂交育种工作提供了参考依据。在生产实践中,可优先推广种植上述筛选出的优良品种,并配套实施地膜覆盖、合理密植、大喇叭口期精准追肥等栽培技术措施,进一步强化玉米的耐高温能力,可提升当地玉米粒收玉米产量水平,保障当地玉米产业稳定发展。

[基金项目]

新疆维吾尔自治区自治区科技特派员农村科技创业行动项目“西甜瓜复播禾本科饲草一年两熟种植技术集成与示范”(项目编号:2024KZ006)。

[参考文献]

[1]王俊哲,胡培丽,裴智鑫,等.2022年度玉米抗(耐)高温热

害试验[J].河南农业,2024,(09):45-46.

[2]中国气象局政策法规司.主要农作物高温危害温度指标:GB/T21985-2008[S].中国标准出版社,2008.

[3]苏彩霞,栾春荣,张旭,等.极端高温天气条件下不同鲜食玉米品种的种植表现[J].现代农业科技,2024,(03):20-25.

[4]陈鹏.南阳市夏玉米品种高温适应性及栽培技术创新试验研究[J].乡村科技,2024,15(01):81-83.

作者简介:

阿力木·阿不迪力木(1979--),男,维吾尔族,新疆吐鲁番市人,本科,农艺师,研究方向:玉米耐热研究。

*通讯作者:

谢小清(1987--),女,汉族,硕士研究生,助理研究员,研究方向:粮食作物抗逆研究。