

花期高温对不同玉米品种主要农艺形状和产量的影响

吴伟华¹, 柳家友¹, 袁刘正¹, 闫海霞¹, 付家锋¹, 赵月强¹, 王会强¹, 张云杰², 王蕊¹, 李腾¹, 刘康¹

(1. 漯河市农业科学院, 河南漯河 462300; 2. 漯河市植物保护植物检疫站, 河南漯河 462300)

摘要 为了评价玉米杂交种的花期耐高温能力, 利用智能温室模拟高温气象在玉米花期前后进行处理, 评价花期高温环境对阳光 98 等 10 个夏玉米杂交种的花期、植株性状与产量性状等指标的影响。结果表明, 花期高温使玉米的株高、穗位高变高, 抽雄期、吐丝期延后, 雌雄间隔期变长, 穗长、穗粗、穗粒数、穗粒重、成穗率、理论产量下降。综合不同玉米品种各性状的耐高温系数、高温处理的理论亩产和隶属函数值分析, 漯玉 336、阳光 98、豫丰 3358 的花期耐高温能力强, 郑单 958、阳光 99 的花期耐高温能力较强, 漯玉 152、先玉 335、漯玉 151 花期耐高温能力适中, 漯玉 164、漯玉 167 花期耐高温能力较弱。

关键词 花期高温; 玉米品种; 耐高温系数; 隶属函数值; 理论产量

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)06-0033-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.06.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of High Temperature at Florescence Stage on the Yield and Major Agronomic Characters of Different Maize Varieties

WU Wei-hua, LIU Jia-you, YUAN Liu-zheng et al (Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe, Henan 462300)

Abstract In order to evaluate the ability of maize hybrids to withstand high temperature in flowering stage, the intelligent greenhouse was used to simulate the high temperature weather before and after the maize flowering stage, and the effects of high temperature environment in flowering stage on the flowering stage, plant characters and yield characters of 10 summer maize hybrids were evaluated. Results showed that the high temperature stress caused higher plant height and ear height, delayed period of stamen growth, prolonged the period of male and female separation, and decreased ear length, ear diameter, ear grain number, ear grain weight, fertility and theoretical yield. According to the analysis of high temperature tolerance coefficient, theoretical yield and subordinate function value of different corn varieties, Luoyu 336, Yangguang 98 and Yufeng 3358 showed the strongest ability of high temperature tolerance at flowering stage, followed by Zhengdan 958 and Yangguang 99, and Luoyu 152, Xianyu 335 and Luoyu 151 had moderate ability, Luoyu 164 and Luoyu 167 showed weaker ability of high temperature tolerance at flowering stage.

Key words High temperature at flowering stage; Maize variety; High temperature tolerance coefficient; Membership function value; Theoretical yield

黄淮海平原作为我国夏玉米主产区, 夏玉米的种植总面积已超过 1 000 万 hm^2 , 对中国粮食生产贡献巨大。夏玉米在生长过程中会遇到影响其生长发育的各种不利因子。近年来, 随着“温室效应”的加剧, 全球变暖, 夏季高温气象时有发生, 高温造成的危害越来越大, 已成为制约黄淮海农作物生产的主要非生物逆境之一^[1-3]。研究显示, 花期的高温环境对夏玉米光合作用的影响非常大, 对夏玉米的花期、植株性状、雌雄穗的发育等均有较大影响^[4-5]。因此, 开展花期高温胁迫对不同夏玉米品种影响的研究对于评价品种的耐高温能力就显得十分必要。

传统玉米耐高温热害能力鉴定是通过田间试验种植后, 在当年发生高温热害气象的情况下调查相关产量性状与历年该品种在正常年份下的平均相关产量性状的变化, 从而分析其耐高温热害的能力。由于高温热害气象发生的不确定性, 如果品种在试验鉴定的年份没有发生恶劣气象, 品种耐高温热害能力就得不到鉴定, 从而错过该年度的耐高温热害能力鉴定, 因此这种鉴定方法的应用逐渐减少。鉴于此, 笔者以 10 个玉米杂交种为研究材料, 在玉米的花期通过智能温室进行模拟高温环境处理, 对比玉米的花期、植株性状、产量性状等指标进行观察测定, 综合分析评判玉米杂交种的花

期耐高温潜力, 为耐高温玉米品种的筛选和推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2018 年 5—9 月在漯河市农业科学院试验基地进行。供试土壤为壤土, 肥力均匀, 地势平坦。

1.2 试验材料 试验共 10 个已审定的品种及部分正参试的杂交种, 为漯玉 151、漯玉 152、漯玉 164、漯玉 167、漯玉 336、阳光 98、阳光 99、豫丰 3358、郑单 958、先玉 335。种子发芽率 $\geq 98\%$, 种子纯度 $\geq 99\%$ 。

1.3 试验设计 试验设 2 个处理, 即高温处理 (HT) 与常温处理 (CK)。5 月 12 日人工点播播种 (漯河位于豫中南, 夏季高温恶劣气象时有发生, 5 月上旬至中旬种植能够使常温处理避开高温天气发生, 便于与智能温室的高温处理进行对比), 试验小区行长 4 m, 5 行区, 种植密度为 7.5 万株/ hm^2 , 随机排列, 小区的中间 3 行作为 3 次重复。试验小区的单株进行小区内人工套袋混合授粉, 便于进行测定品种雌雄穗的可育性。田间肥水管理与当地高产示范田一致。

高温处理 (HT): 在试验大喇叭口后期开始进行控温处理, 每天 08:00 开始对温室内逐渐升温, 根据室外气温情况, 温室内温度保持在 36~41 $^{\circ}\text{C}$, 期间温度保持在 38~41 $^{\circ}\text{C}$ 的天数不少于 7 d, 17:00 开始进行逐渐降温, 使温室内温度至与室外气温基本一致, 试验品种进入灌浆期 5 d 后, 保持室内温度与室外基本一致直到成熟收获。

1.4 调查项目及方法 调查试验小区品种的播种期、出苗

基金项目 国家玉米产业技术体系建设专项基金 (nycyt1x-02)。

作者简介 吴伟华 (1976—), 男, 河南舞阳人, 副研究员, 硕士, 从事玉米遗传育种及栽培技术研究; 柳家友 (1964—), 男, 河南商城人, 研究员, 硕士, 从事玉米遗传育种及栽培技术研究。吴伟华和柳家友为共同第一作者。

收稿日期 2020-01-18

期、抽雄期、吐丝期,计算出其播种至抽雄、播种至吐丝及雌雄间隔期。

测量品种的株高、穗位高并求平均值。收获时统计每个小区的全部株数、有效果穗数(穗粒数 ≥ 20 粒的果穗),计算试验小区的成穗率。成穗率=有效果穗数/全部株数 $\times 100\%$ 。

收获后测量品种3次重复的穗长、穗粗、穗粒数、穗粒重。

1.5 统计分析方法 采用Excel 2007进行数据汇总处理,采用SPSS 19.0统计软件进行差异性分析。通过分析品种各性状、理论产量的相应的耐高温系数^[6-8]和隶属函数值^[8-10]来综合分析判断品种的耐高温能力。

品种相应指标的计算公式如下:

理论产量=穗粒重 \times 种植密度 \times 成穗率

耐高温系数=高温处理性状值/常温处理性状值 $\times 100\%$

2 结果与分析

2.1 高温对不同品种抽雄期、吐丝期即雌雄间隔期的影响

从表1可以看出,高温处理后抽雄期和吐丝期延后,雌雄间隔时间变长,不同的品种之间有差异。10个品种抽雄期平均延后了2.7 d,吐丝期延后了3.7 d,雌雄间隔时间增加了1.0 d。与常温处理(CK)相比,阳光98、阳光99、豫丰3358、漯玉336、漯玉151、漯玉152、漯玉164、漯玉167、郑单958、先玉335高温处理(HT)的抽雄期分别延后1.0、2.0、3.0、0、4.0、3.0、5.0、5.0、2.0、2.0 d;吐丝期分别延后1.0、3.0、4.0、0、6.0、4.0、6.0、7.0、3.0、3.0 d;雌雄间隔时间分别变长了0、1.0、1.0、0、2.0、1.0、1.0、2.0、1.0、1.0 d。

表1 不同品种在常温处理、高温处理下的花期变化

Table 1 Changes of florescence of cultivars under normal and high temperature treatments

品种名称 Variety name	播种至抽雄 From sowing to tassling		播种至吐丝 From sowing to silking		玉米雌雄间隔期 From tassling to silking	
	CK	HT	CK	HT	CK	HT
	阳光98 Yangguang 98	55.0	56.0	56.0	57.0	1.0
阳光99 Yangguang 99	55.0	57.0	57.0	60.0	2.0	3.0
豫丰3358 Yufeng 3358	54.0	57.0	55.0	59.0	1.0	2.0
漯玉336 Luoyu 336	55.0	55.0	56.0	56.0	1.0	1.0
漯玉151 Luoyu 151	54.0	58.0	55.0	61.0	1.0	3.0
漯玉152 Luoyu 152	54.0	57.0	56.0	60.0	2.0	3.0
漯玉164 Luoyu 164	54.0	59.0	55.0	61.0	1.0	2.0
漯玉167 Luoyu 167	55.0	60.0	57.0	64.0	2.0	4.0
郑单958 Zhengdan 958	54.0	56.0	55.0	58.0	1.0	2.0
先玉335 Xianyu 335	55.0	57.0	56.0	59.0	1.0	2.0
平均 Average	54.5	57.2	55.8	59.5	1.3	2.3

2.2 高温对不同品种株高和穗位高的影响 从表2可以看出,高温导致品种的株高、穗位高增高,品种之间存在差异,品种的株高、穗位高耐高温系数均 $> 100\%$ 。与常温处理(CK)相比,阳光98、阳光99、豫丰3358、漯玉336、漯玉151、漯玉152、漯玉164、漯玉167、郑单958、先玉335高温处理(HT)的株高分别增加了1.47%、1.19%、2.02%、2.85%、0.37%、1.53%、2.81%、4.41%、3.18%、1.94%,平均增高2.18%;穗位高分别增加了1.67%、5.31%、3.70%、2.10%、1.15%、

0.35%、0.99%、3.41%、2.85%、6.75%,平均增高2.83%。品种的株高耐高温系数表明,不同品种株高受高温影响由大到小分别是漯玉167、郑单958、漯玉336、漯玉164、豫丰3358、先玉335、漯玉152、阳光98、阳光99、漯玉151;品种的穗位高耐高温系数表明,不同品种穗位高受高温影响由大到小分别是先玉335、阳光99、豫丰3358、漯玉167、郑单958、漯玉336、阳光98、漯玉151、漯玉164、漯玉152。

表2 不同品种在正常处理、高温处理下的株高、穗位高及其耐高温系数比较

Table 2 Comparison of the plant height, ear height and high temperature tolerance coefficient of different varieties under normal and high temperature treatments

品种名称 Variety name	株高 Plant height			穗位高 Ear height		
	CK	HT	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%	CK	HT	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%
	cm	cm		cm	cm	
阳光98 Yangguang 98	252.76 c	256.47 d	101.47 b	119.26 b	121.25 b	101.67 ab
阳光99 Yangguang 99	246.64 de	249.58 e	101.19 b	105.11 de	110.69 e	105.30 ab
豫丰3358 Yufeng 3358	250.35 cd	255.40 d	102.02 ab	108.22 d	112.22 e	103.70 ab
漯玉336 Luoyu 336	235.60 f	242.31 f	102.84 ab	108.32 d	110.59 e	102.09 ab
漯玉151 Luoyu 151	241.02 ef	241.92 f	100.37 b	114.94 c	116.26 d	101.14 ab
漯玉152 Luoyu 152	273.92 a	278.10 a	101.53 ab	120.16 ab	120.58 bc	100.35 b
漯玉164 Luoyu 164	255.87 c	263.06 c	102.81 ab	123.77 a	124.99 a	100.99 b
漯玉167 Luoyu 167	244.43 de	255.21 d	104.41 a	108.62 d	112.32 e	103.40 ab
郑单958 Zhengdan 958	242.93 e	250.65 e	103.18 ab	114.34 c	117.60 cd	102.85 ab
先玉335 Xianyu 335	267.20 b	272.38 b	101.94 ab	102.61 e	109.54 e	106.75 a

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3 高温对不同品种穗长、穗粗、穗粒数及其耐高温系数的影响 从表 3 可以看出,高温导致品种的穗长、穗粗变小,穗粒数减少,品种间有差异,且相应的耐高温系数均小于 100%。与常温处理(CK)相比,阳光 98、阳光 99、豫丰 3358、漯玉 336、漯玉 151、漯玉 152、漯玉 164、漯玉 167、郑单 958、先玉 335 高温处理(HT)的穗长分别减小了 4.43%、12.42%、10.78%、0.87%、26.94%、23.04%、38.98%、46.25%、10.83%、12.66%,平均减小 18.72%;穗粗分别减小了 5.95%、5.81%、6.94%、0.56%、13.85%、10.73%、18.22%、18.08%、13.98%、13.52%,平均减小 10.76%;穗粒数减小了 18.91%、31.90%、

21.82%、3.90%、54.36%、41.27%、75.43%、80.10%、50.68%、63.90%,平均减小 44.23%。由品种穗长的耐高温系数可知,穗长的耐高温逆境能力最强的品种是漯玉 336、阳光 98,较强的品种有豫丰 3358、郑单 958、阳光 99、先玉 335,最弱的品种是漯玉 167;由品种穗粗的耐高温系数可知,穗粗的耐高温逆境能力最强的品种是漯玉 336,较强的品种有阳光 99、阳光 98、豫丰 3358,最弱的品种是漯玉 164、漯玉 167;由品种穗粒数的耐高温系数可知,穗粒数耐高温逆境能力最强的品种是漯玉 336,较强的品种阳光 98,最弱的品种是漯玉 167。

表 3 不同品种在正常和高温处理下穗长、穗粗、穗粒数及其耐高温系数的比较

Table 3 Comparison of the ear length, ear diameter, grain number per panicle and high temperature tolerance coefficient of different varieties under normal and high temperature treatments

品种名称 Variety name	穗长 Ear length			穗粗 Ear diameter			穗粒数 Grain number per panicle		
	CK cm	HT cm	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%	CK cm	HT cm	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%	CK cm	HT cm	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%
阳光 98 Yangguang 98	16.07 cbd	15.36 ab	95.57 a	4.65 a	4.37 b	94.05 b	501.93 ab	407.04 b	81.09 b
阳光 99 Yangguang 99	17.09 b	14.97 b	87.58 b	4.30 cb	4.05 cb	94.19 b	475.67 cb	323.93 cb	68.10 db
豫丰 3358 Yufeng 3358	16.61 bc	14.82 b	89.22 b	4.45 b	4.14 cb	93.06 b	516.51 a	403.79 b	78.18 cb
漯玉 336 Luoyu 336	16.26 cbd	16.12 a	99.13 a	4.53 b	4.50 a	99.44 a	509.58 ab	489.72 a	96.10 a
漯玉 151 Luoyu 151	16.19 cbd	11.83 cb	73.06 cbd	4.42 b	3.81 db	86.15 db	479.29 cb	218.74 f	45.64 g
漯玉 152 Luoyu 152	14.49 e	11.15 cb	76.96 cb	4.65 a	4.15 cb	89.27 cb	475.00 cb	278.98 db	58.73 e
漯玉 164 Luoyu 164	15.66 db	9.56 db	61.02 db	4.52 b	3.70 e	81.78 e	472.63 cb	116.15 hb	24.57 ib
漯玉 167 Luoyu 167	18.80 a	10.10 db	53.75 e	4.50 b	3.69 e	81.92 e	468.67 cb	93.29 ib	19.90 jb
郑单 958 Zhengdan 958	16.06 cbd	14.32 b	89.17 b	4.45 b	3.83 db	86.02 db	488.59 bc	240.97 e	49.32 f
先玉 335 Xianyu 335	16.83 bc	14.70 b	87.34 b	4.52 b	3.91 db	86.48 db	515.07 a	185.92 g	36.10 hb

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.4 高温对不同品种穗粒重、成穗率、理论产量及其耐高温系数的影响 从表 4 可以看出,高温导致品种的穗粒重、成穗率、理论产量降低,且品种间有差异,相应的耐高温系数均小于 100%。与常温处理(CK)相比,阳光 98、阳光 99、豫丰 3358、漯玉 336、漯玉 151、漯玉 152、漯玉 164、漯玉 167、郑单 958、先玉 335 高温处理(HT)的穗粒重分别减小了 10.67%、29.23%、20.71%、2.41%、43.45%、36.96%、58.10%、67.63%、20.52%、34.01%,平均减小 32.37%;成穗率分别减小了 2.17%、4.16%、3.36%、2.13%、5.70%、15.99%、13.50%、35.50%、6.75%、13.60%,平均减小 10.29%;理论产量下降了 12.61%、32.17%、23.37%、4.49%、46.67%、47.04%、63.75%、79.12%、25.88%、42.98%,平均减小 37.81%。由品种的穗粒重耐高温系数可知,穗粒重耐高温逆境能力较强的品种是漯玉 336,阳光 98 次之,最弱的品种是漯玉 167;由品种成穗率的耐高温系数可知,成穗率耐高温逆境能力最强的品种是漯玉 336、阳光 98、豫丰 3358、阳光 99,较强的品种有漯玉 151,最弱的品种是漯玉 167;由品种理论产量的耐高温系数可知,理论产量耐高温逆境能力最强的品种是漯玉 336,较强的品种是阳光 98,最弱的品种是漯玉 167。

由高温处理的理论产量结果可知,不同品种高温环境下产量由高到低依次是漯玉 336、阳光 98、豫丰 3358、郑单 958、

阳光 99、先玉 335、漯玉 151、漯玉 152、漯玉 164、漯玉 167。

2.5 不同品种耐高温能力的综合评价 由图 1 可知,花期高温处理下,不同品种间的隶属函数值差异很大。漯玉 336 的耐高温系数的隶属函数值最大,表明漯玉 336 的耐花期高温的能力较强,其次是阳光 98、豫丰 3358、郑单 958、阳光 99、漯玉 152、漯玉 151、先玉 335、漯玉 164、漯玉 167 的隶属函数值较小,说明耐花期高温的能力较弱。

3 结论与讨论

该研究结果表明,夏玉米杂交种在孕穗期前后遭遇高温逆境后株高、穗位高变高,造成倒伏风险加大;花期高温造成玉米的抽雄期、吐丝期滞后,雌雄间隔时间变长,导致花期雌雄不凋^[11-12],从而导致品种的穗粒数下降、穗粒重变轻、成穗率降低的风险加大。与对照相比,花期高温导致品种的株高和穗位高平均分别增加了 2.18%、2.83%;品种的抽雄期平均延后了 2.7 d,吐丝期平均延后了 3.7 d,雌雄间隔时间增加了 1.0 d,这与前人的研究结果相似。

花期高温对玉米的产量构成因素也产生较大影响,产量及其构成因素也都不同程度地下降。花期高温环境下试验品种的穗长变短、穗粗变细、穗粒数变少、穗粒重变轻、成穗率下降,不同品种之间有差异。花期高温造成玉米空秆、花粒、畸形穗的发生,从而导致了理论产量下降。

表4 不同品种在正常处理、高温处理下穗粒重、成穗率、理论产量及其耐高温系数的比较

Table 4 Comparison of the grain weight per ear, ear rate, theoretical yield and their high temperature tolerance coefficient of different varieties under normal and high temperature treatment

品种名称 Variety name	穗粒重 Grain weight per ear			成穗率 Ear rate			理论产量 Theoretical yield		
	CK g	HT g	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%	CK g	HT g	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%	CK g	HT g	耐高温系数 Heat resistance coefficient//%
阳光 98 Yangguang 98	146.42 ab	130.80 b	89.33 b	99.37 ab	97.21 a	97.83 a	9 821.08 abc	8 582.78 b	87.39 b
阳光 99 Yangguang 99	140.17 bc	99.20 db	70.77 db	100.00 a	95.84 a	95.84 abc	9 461.48 bcd	6 417.65 db	67.83 db
豫丰 3358 Yufeng 3358	147.98 ab	117.33 cb	79.29 cb	100.00 a	96.64 a	96.64 ab	9 988.65 abc	7 653.93 cb	76.63 cb
漯玉 336 Luoyu 336	148.17 ab	144.59 a	97.59 a	100.00 a	97.87 a	97.87 a	10 001.48 ab	9 552.20 a	95.51 a
漯玉 151 Luoyu 151	140.07 bc	79.22 f	56.55 f	98.60 ab	92.98 b	94.30 bc	9 322.36 cbde	4 971.74 f	53.33 e
漯玉 152 Luoyu 152	136.12 cbd	85.82 e	63.04 e	98.73 ab	82.94 db	84.00 db	9 071.41 dbe	4 804.41 f	52.96 e
漯玉 164 Luoyu 164	146.91 ab	61.56 g	41.90 g	100.00 a	86.50 cb	86.50 db	9 916.43 abc	3 594.40 g	36.25 f
漯玉 167 Luoyu 167	145.69 ab	47.17 hb	32.37 hb	98.03 b	63.23 e	64.50 e	9 640.34 abcd	2 013.04 hb	20.88 g
郑单 958 Zhengdan 958	131.65 db	104.63 db	79.48 cb	98.73 ab	92.07 b	93.25 cb	8 773.52 e	6 502.59 db	74.12 cb
先玉 335 Xianyu 335	150.47 a	99.30 db	65.99 e	100.00 a	86.40 cb	86.40 db	10 156.73 a	5 790.94 e	57.02 e

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

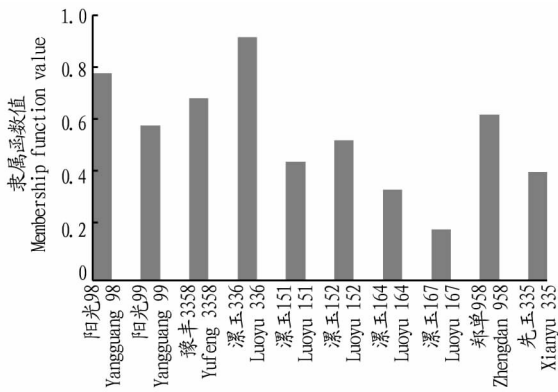


图1 不同玉米品种耐高温系数的隶属函数值比较

Fig.1 Comparison of the membership function values of high temperature tolerance coefficients of different corn varieties

对不同玉米品种在花期高温环境下的花期、植株性状、产量性状的其耐高温系数和隶属函数值进行分析,得出漯玉 336、阳光 98、豫丰 3358 的花期耐高温能力强,郑单 958、阳光 99 的花期耐高温能力次之,漯玉 152、先玉 335、漯玉 151 花期耐高温能力适中,漯玉 164、漯玉 167 花期耐高温能力较弱。

随着“温室效应”导致全球气候变暖,黄淮海夏季高温气象近年来也发生频繁,目前对玉米品种的耐高温研究主要集中在花期^[3-5,8,13],而对于玉米的孕穗期、籽粒灌浆期的研究

较少,因此需要进一步深入研究探索。

参考文献

- [1] THOMSON A M, BROWN R A, ROSENBERG N J, et al. Climate change impacts for the conterminous USA: An integrated assessment. Part 3. Dryland production of grain and forage crops[J]. Climate change, 2005, 69: 43-65.
- [2] PRASAD P V V, BOOTE K J, ALLEN L H, JR, et al. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress[J]. Field crops research, 2006, 95: 398-411.
- [3] 张吉旺,董树亭,王空军,等. 大田增温对夏玉米产量和品质的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(1): 52-56.
- [4] 赵龙飞,李朝海,刘天学,等. 花期前后高温对不同基因型玉米光合特性及产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(23): 4947-4958.
- [5] 于康珂,刘源,李亚明,等. 玉米花期耐高温品种的筛选与综合评价[J]. 玉米科学, 2016, 24(2): 62-71.
- [6] 袁刘正,李潮海,王秀萍,等. 不同玉米自交系耐阴性比较[J]. 玉米科学, 2008, 16(6): 19-23.
- [7] 袁菊红,屠乃美,胡绵好,等. 水稻和陆稻品种抗旱性综合评价[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 167-170.
- [8] 赵霞,穆心愿,马智艳,等. 不同玉米杂交种对花期高温、干旱复合胁迫的响应[J]. 河南农业科学, 2017, 46(8): 32-37.
- [9] 张会丽,许兴,朱林. 利用隶属函数值法对玉米成熟期抗旱性的综合评价[J]. 玉米科学, 2017(4): 32-39.
- [10] 刘春荣,张国新,王秀萍. 主成分分析及隶属函数值法综合评价玉米苗期耐盐性[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(28): 13-14.
- [11] 刘成,杨炳鹏,孙宝成,等. 转 LOS5 玉米的大田抗旱性鉴定[J]. 中国农业科学, 2016, 49(23): 4469-4479.
- [12] 张祖建,王晴晴,朗有忠,等. 水稻抽穗期高温胁迫对不同品种受粉和受精作用的影响[J]. 作物学报, 2014, 40(2): 273-282.
- [13] 乔江方,李萍,张美微,等. 花期高温对不同夏玉米品种产量及品质的影响[J]. 河南农业科学, 2019, 48(7): 11-18.