

沿江高沙土地区春玉米种质资源引进与评价

蒋建军¹, 吴薇², 洪斌¹, 刘明义¹, 栾春荣¹, 常庆涛², 王安^{2*}

(1. 泰兴市农业科学研究所, 江苏泰兴 225400; 2. 泰州市农业科学院, 江苏泰州 225300)

摘要 [目的]为筛选适宜沿江高沙土地区种植的高产高抗玉米新品种。[方法]以焦点玉 1303、浚单 20、苏玉 23 等 8 份玉米品种及苏玉 29(对照)为供试材料,研究其在沿江高沙土地区的主要农艺性状、产量结构、抗逆性等生育特性。[结果]各品种全生育期均短于对照,其中浚单 20 的全生育期最短,为 118 d;苏玉 41 产量最高,为 9 363.9 kg/hm²,焦点玉 1303 次之,为 9 308 kg/hm²,较对照分别增产 12.22%、11.55%;春风 886、苏玉 20、苏玉 41 果穗千粒重分别为 375、353、313 g,均显著高于对照,但苏玉 23 的千粒重最低,仅为 236 g。[结论]综合各品种产量、生育期、抗逆性等品种特性,苏玉 41 可在沿江高沙土地区进一步种植推广。

关键词 玉米;农艺性状;产量;抗逆性;沿江高沙土地区

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)03-0036-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Introduction and Evaluation of New Spring Maize Varieties in High Sandy Areas along the RiverJIANG Jian-jun¹, WU Wei², HONG Bin¹ et al (1. Taixing Academy of Agricultural Sciences, Taixing, Jiangsu 225400; 2. Taizhou Academy of Agricultural Sciences, Taizhou, Jiangsu 225300)

Abstract [Objective] To screen new spring maize varieties with high yield and resistance in high sandy areas along the river. [Method] With Jiaodianyu 1303, Jundan 20, Suyu 23, Suyu 29 (CK) and other maize cultivars as the test materials, we researched their agronomic characters, yield structure and stress resistance in high sandy areas along the river. [Result] The whole growth period of tested varieties was shorter than the control. Among them, the whole growth period of Jundan 20 was the shortest, which was 118 d. The yield of Suyu 41 was the highest, which was 9 363.9 kg/hm², followed with Jiaodianyu 1301, which was 9 308 kg/hm². Compared with CK, Suyu 41 and Jiaodianyu 1301 enhanced by 12.22% and 11.55%. The 1 000-grain weight of Chunfeng 886, Suyu 20 and Suyu 41 were 375, 353 and 313 g, respectively, which were significantly higher than the control. But the 1 000-grain weight of Suyu 23 was the lowest, which was only 236 g. [Conclusion] Considering the yield, growth period, resistance and other characters, Suyu 41 could be further cultivated and popularized in high sandy areas along the river.

Key words Maize; Agronomic characters; Yield; Stress resistance; High sandy areas along the river

玉米(*Zea mays* L.)是禾本科玉蜀黍属一年生草本植物,是全世界最重要的粮食和饲料作物之一,美国、中国、巴西等国家种植规模较大。其种植面积、总产量常年稳居世界第 3 位,种植规模仅次于水稻和小麦^[1]。在当前全球气候复杂多变及旱涝频灾频发等不利条件下,提高玉米产量对全球粮食安全、人类健康具有重要战略意义^[2]。据统计,全球玉米总产量从 19 世纪 60 年代的 2 亿 t 增加到 2016 年的 10 亿 t 以上,增加了 4 倍多,产量也从同时期的 1 940 kg/hm² 增长到 5 640 kg/hm²,增长 2 倍以上^[3]。玉米营养价值很高,不但含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素等多种营养元素,还具有抗氧化、抗肿瘤、抗癌物等生物学活性,能显著抑制其对人体的副作用,增强人体脑细胞活性与记忆力。因此,被誉为长寿食品之一^[4]。我国玉米种植规模仅次于美国,稳居世界第 2 位,种植面积稳定在 2 800 万 hm² 左右,总产 1.5 亿 t 以上^[5]。

随着玉米育种水平和栽培技术的不断提高,玉米单产出现逐年增高的趋势。种质资源是玉米育种重要的物质基础,引鉴玉米种质资源在玉米品种改良中占有重要作用^[6-7]。加强对玉米种质资源的引进与鉴定,拓宽玉米种质资源的遗传

多样性与适宜性对提高我国玉米产量和品质具有重大意义^[8-10]。我国玉米按播种时间一般可分为春玉米和夏玉米。其中,春玉米一般播种期在 4—5 月份,多采用一年一熟耕作制度,黑龙江、吉林、辽宁是春玉米播种面积较大的省份^[11]。江苏省春玉米种植主要集中在沿江地区的泰州、南通等高沙土地区。其中,泰州地区春玉米种植面积稳定在 1.45 万 hm² 左右,但该地区玉米种植由于受制于当地气候环境、生产条件等因素,春玉米品种混杂比较严重,种质资源更新换代速度较慢,生产上缺乏大面积主推品种。因此,筛选适宜该地区种植的春玉米品种成为解决上述问题的有效途径之一。鉴于此,笔者以最新选育推广的玉米新品种,如焦点玉 1303、浚单 20、苏玉 23 等为试验材料,鉴定其在高沙土地区种植表现,从生育特性、丰产性、抗逆性等角度分析不同玉米种质资源的生长特性,为该地区今后的春玉米生产和推广提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验地概况 试验于 2018 年在泰兴市农业科学院试验基地进行,地理坐标为 32°26'N, 120°00'E。该地区土壤质地为砂壤土,肥力水平中等。前茬作物为水稻,水稻收获后冬搁闲田,冬前耕翻晒垡。

1.2 供试品种 春玉米参试品种共 9 份,分别为焦点玉 1303、浚单 20、苏玉 23、苏玉 20、苏玉 27、苏玉 41、济单 7 号、春风 886、苏玉 29(CK)。其中,焦点玉 1303 由江苏焦点农业科技有限公司选育;浚单 20 由河南省浚县农业科学研究所

基金项目 江苏现代农业产业技术体系建设项目(JATS[2018]181, JATS[2018]177)。**作者简介** 蒋建军(1970—),男,江苏泰兴人,农艺师,从事旱地作物新品种选育及高效配套技术研究。*通信作者,助理研究员,硕士,从事特粮作物品种选育及其高效配套技术研究。**收稿日期** 2019-07-22

所选育;苏玉系列均由江苏省农业科学院粮食作物研究所选育;济单7号由济源丰乐玉米科技开发有限公司选育;春风886由江苏江苏神农大丰种业科技有限公司选育。

1.3 试验设计 试验采取随机区组设计,共设3次重复,小区面积12 m²,4行区,大小行种植,大行距0.8 m,小行距0.4 m,株距0.25 m,种植密度72 000株/hm²,小区四周设同品种玉米作保护行,对照品种为苏玉29。于3月26日施用有机肥、尿素、复合肥、辛硫磷颗粒剂全田撒施后耕翻,用量分别为16 000、320、400、80 kg/hm²,3月29日耙田整地设置小区,播前晒种1 d,3月31日开沟播种,播后喷金都尔进行苗前除草,用量为16 00 mL/hm²。4月11日各品种开始陆续出苗,4月14日以地虎绝杀灌根防治地下害虫,4月15日移苗补缺,4月22日间苗,4月28日定苗,5月18、30日先后2次以吡蚜酮和康宽防治蚜虫、飞虱,同时兼治玉米螟。于4月26日、5月10日、6月3日3次追施尿素,用量分别为320、400、480 kg/hm²。8月2日收获。

1.4 指标测定

1.4.1 生育期调查。记载各参试品种出苗期、抽雄期、成熟期、全生育期。

1.4.2 产量及成熟期植株性状测定。于玉米收获时对各小区进行测产,并选择各小区10株长势较为一致的植株,调查其株高、穗位高、果穗等相关农艺性状。

1.4.3 抗性鉴定。按国家农作物种质资源平台国家作物科学数据中心《玉米种质资源描述规范》,对玉米大斑病、小斑病、纹枯病等病虫害及倒伏率作抗性鉴定。

1.5 数据分析 采用Microsoft Excel 2003和SPSS 16.0软件进行数据整理和分析,用GraphPad Prism 5软件绘图。

2 结果与分析

2.1 品种生育期差异性分析 生育期调查结果表明(表1),各品种3月30日播种,除浚单20、苏玉23品种于4月11日出苗外,其余各品种均于4月12日出苗。浚单20抽雄最早,为6月1日,早于其他各品种12 d以上,其他品种抽雄期较集中,分布于6月13日(济单7号、春风886、苏玉23、苏玉41)—6月16日(苏玉29)。浚单20成熟期也早于其他各品种,为7月26日;苏玉23次之,为7月27日;济单7号和苏玉29成熟期最晚,为8月2日。全生育期以浚单20最短,为118 d;苏玉23次之,为119 d;苏玉20和苏玉41生育期均为121 d;济单7号、苏玉29生育期最长,均为125 d。

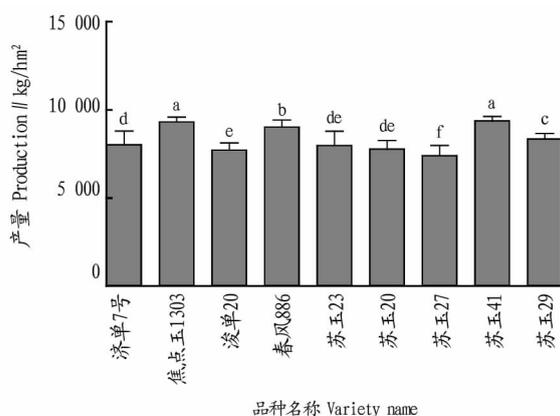
表1 不同玉米品种生育进程比较

Table 1 Comparison of growth process among different maize varieties

品种名称 Variety name	播种期 Sowing period	出苗期 Emerging period	抽雄期 Tasseling period	成熟期 Mature period	全生育期 Total growth period/d
济单7号 Jidan 7	03-31	04-12	06-13	08-02	125
焦点玉 1303 Jiaodianyu 1303	03-31	04-12	06-14	08-01	124
浚单20 Jundan 20	03-31	04-11	06-01	07-26	118
春风886 Chunfeng 886	03-31	04-12	06-13	08-01	124
苏玉23 Suyu 23	03-31	04-11	06-13	07-27	119
苏玉20 Suyu 20	03-31	04-12	06-15	07-29	121
苏玉27 Suyu 27	03-31	04-12	06-14	08-01	124
苏玉41 Suyu 41	03-31	04-12	06-13	07-29	121
苏玉29 Suyu 29(CK)	03-31	04-12	06-16	08-02	125

2.2 品种产量差异性分析 不同春玉米品种产量结果表明(图1)。各品种产量变幅为7 389 kg/hm²(苏玉27)~9 363.9 kg/hm²(苏玉41)。其中,苏玉41、焦点玉1303、春风886产量显著高于对照品种苏玉29($P<0.05$),增产幅度分别为12.22%、11.55%、8.12%。其余品种产量均显著低于对照品种苏玉29,其中苏玉27产量最低,为7 389 kg/hm²,其次为浚单20,产量为7 711 kg/hm²。

2.3 品种果穗性状差异性分析 玉米果穗性状是形成玉米产量指标的重要基础。由表2可知,不同玉米品种间的穗长、穗粗、秃尖长等果穗性状表现出显著差异($P<0.05$)。其中,苏玉23、苏玉27玉米品种平均穗长分别为21.3 cm、20.6 cm,显著高于苏玉29的19.6 cm,春风886、苏玉20、焦点玉1303玉米品种穗长与苏玉29品种差异不显著,济单7号穗长最低,平均为17 cm;苏玉23穗粗最低,为4.66 cm,显著低于其他各品种,其他各品种穗粗差异均不显著,变幅为4.83 cm(苏玉27)~5.5 cm(济单7号);各玉米品种秃尖长



注:不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant differences among varieties ($P<0.05$)

图1 不同玉米品种的产量比较

Fig. 1 Comparison of the yield among different maize varieties

差异性较大,以苏玉 27 最长,平均为 3.0 cm,焦点玉 1303 最短,平均为 0.5 cm;苏玉 23 平均行粒数最高,为 41.6 粒,焦点玉 1303 其次,为 39.6 粒,春风 886 最低,仅为 31.3 粒;千

粒重方面,苏玉 23 千粒重仅为 236 g,显著低于苏玉 29,而春风 886、苏玉 20、焦点玉 1303、济单 7 号、苏玉 41 千粒重显著高于苏玉 29。

表 2 不同玉米品种果穗性状比较

Table 2 Comparison of ear traits of different maize varieties

品种名称 Variety name	穗长 Ear length//cm	穗粗 Ear width//cm	秃尖长 Bald length//cm	行粒数 Grains per number	千粒重 1 000-grain weight//g
济单 7 号 Jidan 7	17.00±2.03 d	5.50±0.46 a	1.16±0.09 b	37.00±4.12 c	302.00±24.34 b
焦点玉 1303 Jiaodianyu 1303	20.10±3.05 ab	5.10±0.43 a	0.50±0.06 c	39.60±4.24 a	305.00±18.71 b
浚单 20 Jundan 20	17.60±2.06 cd	4.93±0.61 a	1.16±0.14 b	36.60±5.64 cd	267.00±23.37 c
春风 886 Chunfeng 886	19.60±1.98 b	5.16±0.44 a	2.50±0.21 a	31.30±3.70 d	375.00±32.85 a
苏玉 23 Suyu 23	21.30±3.08 a	4.66±0.39 b	2.00±0.51 ab	41.60±7.52 a	236.00±25.92 e
苏玉 20 Suyu 20	18.80±2.12 bc	5.00±0.63 a	2.50±0.32 a	33.00±4.35 d	333.00±29.26 ab
苏玉 27 Suyu 27	20.60±2.45 a	4.83±0.43 a	3.00±0.41 a	38.30±3.63 bc	288.00±27.47 c
苏玉 41 Suyu 41	18.10±4.53 c	5.00±0.58 a	1.16±0.18 b	37.00±4.27 c	313.00±23.38 b
苏玉 29 Suyu 29(CK)	19.60±3.23 b	5.00±0.61 a	1.66±0.23 b	39.30±4.74 b	272.00±30.43 cd

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters after the same column data indicate significant differences ($P<0.05$)

2.4 品种抗逆性差异性分析 表 3 为各品种抗逆性比较结果。由于受到 7 月 21、22 日受台风“安比”影响,部分玉米发生一定程度倒伏,并引起后期相关病害发生。由表 3 可知,焦点玉 1303 抗倒伏能力最强,未出现倒伏现象,其他各品种倒伏率变幅为 5% (济单 7 号、春风 886、苏玉 23、苏玉 27) ~ 15% (苏玉 41),苏玉 29 抗倒伏能力最差,倒伏率高达 80%。抗病性方面,各品种病害发生总体上较轻。其中,除苏玉 20 对小斑病抗性表现为抗性,病情指数为 3,其余各品种对大斑

病、小斑病抗性表现均为高抗;各品种对纹枯病均表现出中抗(病情指数为 5)以上,焦点玉 1303、苏玉 27、苏玉 41、苏玉 29 纹枯病抗性略高于其他各品种;2018 年由于飞虱发生量不大,粗缩病无发生(对照除外),各品种均表现出较强的抗性;各品种对玉米螟抗性一致,病情指数均为 3;苏玉 41 茎腐病发病最轻,表现出高抗特性,其他各品种对茎腐病均在 中抗以上。

表 3 不同玉米品种抗逆性比较

Table 3 Comparison of stress resistance of different maize varieties

品种名称 Variety name	倒伏率 Lodging rate//%	病情指数 Condition index					
		大斑病 Large spot disease	小斑病 Small spot disease	纹枯病 Sheath blight	粗缩病 Rough disease	玉米螟 Corn borer	茎腐病 Stem rot
济单 7 号 Jidan 7	5	1	1	5	1	3	3
焦点玉 1303 Jiaodianyu 1303	0	1	1	3	1	3	5
浚单 20 Jundan 20	10	1	1	5	1	3	5
春风 886 Chunfeng 886	5	1	1	3	1	3	3
苏玉 23 Suyu 23	5	1	1	5	1	3	3
苏玉 20 Suyu 20	10	1	3	5	1	3	5
苏玉 27 Suyu 27	5	1	1	3	1	3	3
苏玉 41 Suyu 41	15	1	3	3	1	3	1
苏玉 29 Suyu 29(CK)	80	1	1	3	5	3	3

3 结论与讨论

玉米种质资源的收集和利用是扩大玉米遗传多样性的有效途径之一,对促进玉米优质目标性状遗传育种工作具有重要意义。随着我国经济发展和物质水平不断提升,人们对玉米优良品种需求提出了更高的要求,加强玉米优异品种的鉴定与利用是满足市场对玉米优异品种需求的策略之一。长期以来,产量和抗性是衡量农作物生产的重要目标性状。该研究表明,各春玉米品种间产量差异达到显著水平($P<0.05$),产量表现较高的品种有苏玉 41、焦点玉 1303、春风 886 等品种。其中,苏玉 41 产量最高,比对照增产 12.22%,该品种田间出苗整齐,苗势旺盛,抗病性较好,但收获期受台

风影响有一定倒伏率,在种植过程中如能采取有效措施抵御不良影响,其产量表现还应有更大潜力发掘。郑飞等^[12]于 2013—2015 年在苏中、苏北地区对苏玉 41、郑单 958 等 7 份玉米品种的丰产性、稳产性进行了长期试验^[12],结果表明不同年份各参试点苏玉 41 产量平均为 10 222 kg/hm²,高于该研究产量结果,这可能是由于该研究地点位于泰兴地区,其所处纬度远低于大丰、睢宁、沐阳等地,而纬度是影响其产量的重要因素之一,霍仕平等^[13]研究表明,纬度每降低 1°,千粒重至少降低 9.7 g。而浚单 20、苏玉 27 产量处于所有参试品种倒数 2 位,比对照品种减产 7.59% 以上,浚单 20

(下转第 57 页)

表 4 辽宁省污染环境治理情况的变化与比较

Table 4 Change and comparison of pollution control in Liaoning Province

年份 Year	废水排放量 Wastewater discharge 万 t	工业废水 排放量占比 Proportion of industrial wastewater discharge//%	废气排放量 Tailpipe emission 亿 m ³	二氧化硫 排放量占比 Proportion of sulfur dioxide emission//%	烟尘排放量 Soot emission 万 t	工业烟尘 排放量占比 Proportion of industrial soot emission//%	固体废弃物 产量 Solid waste production 万 t	工业固体废弃物 利用率占比 Proportion of industrial solid waste utilization ratio//%	废水治理 设施 Wastewater treatment facilities 套	废气治理 设施 Waste gas treatment facilities 套
2009	217 154.68	75 158.6	25 211.2	105.1	61.3	40.2	17 221.4	47.2	1 798	10 067
2017	237 970.98	51 284.1	50 501.9	39.0	55.7	42.1	27 465.6	39.1	1 711	13 039
变化 Change //%	9.59	-31.77	100.32	-62.89	-9.14	4.73	59.49	-17.16	-4.84	29.52

3 小结与建议

通过计算 2017 年辽宁省生态足迹和生态承载力得知,辽宁省目前的生态消费情况远远超过生态承载力,出现生态赤字问题,处于不可持续状况。“绿水青山才是金山银山”,经济发展不应以生态破坏为代价。基于此,笔者提出以下建议。

第一,加强生态生产性土地的保护和管理。研究区草地人均足迹需求为 0.510 12 hm²/人,草地人均承载力为 0.000 10 hm²/人,草地数量严重退化,这与气候变暖、全球干旱等自然因素密不可分。可通过科技手段对草地生态进行恢复和重建,按地域分异规律,通过封山育林、分区轮牧、种植优良牧草等技术措施,保护生态性草地,发展人工草地和高科技农业,充分发挥草地资源的生态功能。同时要加大林业生态屏障,禁止乱砍滥伐、毁林开荒等行为,改变“沙进人退”的被动局面。

第二,倡导绿色消费观,提高居民环保意识。可利用媒体等多种方式改变传统生活消费观念,宣传可持续消费观念的重要性。同时,扶持新兴产业发展,提高资源的综合利用率,改造设备技术,有效降低资源浪费率和污染物排放量,以减少对环境的污染。

第三,减少不可再生能源消耗量,增加新兴能源比重。促进传统企业转型升级,提高环保能效、产品技术等水平,严格把控煤炭质量,禁止使用散煤,对不达标企业,依法有序退出。同时,在严格把控环境标准的同时,结合重点领域开

展清洁生产,包括工业、建筑、交通、农业、商贸等产业。如在交通上,提高新能源汽车的比例,鼓励客运、公交、旅游公司购买配置天然气等清洁能源车辆。从源头减轻生态环境污染,为生态文明建设提供有效后盾。

参考文献

- [1] 岳文泽,代子伟,高佳斌,等.面向省级国土空间规划的资源环境承载力评价思考[J].中国土地科学,2018,32(12):66-73.
- [2] WACKERNAGEL M, ONISTO L, BELLO P. Ecological footprints of nations [R]. Toronto: International Council for Local Environment Initiatives, 1997.
- [3] 张令,项学敏,周集体.辽宁省可持续发展定量研究——生态足迹方法应用[J].大连理工大学学报(社会科学版),2004,25(2):10-15.
- [4] 赵先贵,肖玲,兰叶霞,等.陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J].中国农业科学,2005,38(4):746-753.
- [5] 田玲玲,罗静,董莹,等.湖北省生态足迹和生态承载力时空动态研究[J].长江流域资源与环境,2016,25(2):316-325.
- [6] 李辉,李淑杰,姬冬梅,等.吉林省生态足迹的计算与动态分析[J].安徽农业科学,2010,38(23):12706-12707.
- [7] 张威,张恒庆.生态足迹方法:辽宁省 2005-2007 年生态足迹计算与分析[J].环境科学与管理,2010,35(6):150-153,156.
- [8] 曹淑艳,谢高地.表达生态承载力的生态足迹模型演变[J].应用生态学报,2007,18(6):1365-1372.
- [9] 靳相木,柳乾坤.自然资源核算的生态足迹模型演进及其评论[J].自然资源学报,2017,32(1):163-176.
- [10] 周涛,王云鹏,龚健周,等.生态足迹的模型修正与方法改进[J].生态学报,2015,35(14):4592-4603.
- [11] 辽宁省统计局,国家统计局辽宁调查总队.辽宁统计年鉴 2018[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [12] WACKERNAGEL M, YOUNT J D. The ecological footprint: An indicator of progress towards regional sustainability [J]. Environmental monitoring and assessment, 1998, 51: 511-529.
- [13] HAMILTON C. The genuine progress indicator methodological developments and results from Australia [J]. Ecological economics, 1999, 30(1): 13-28.
- [4] 石明亮,薛林,胡加如,等.玉米和特用玉米的营养保健作用及加工利用途径[J].中国食物与营养,2011,17(2):66-71.
- [5] 高云,郭新宇,矫健.国内外玉米价格变动关系研究[J].价格月刊,2019(4):29-36.
- [6] 佟屏亚.中国玉米种质资源的整理与成就[J].中国种业,2001(3):7-8.
- [7] 彭泽斌,张世煌,刘新芝.我国玉米种质的改良创新与利用[J].玉米科学,1997,5(2):5-8.
- [8] 蒙成,周倍庆.东南亚热带玉米种质的鉴定与评价[J].现代农业科技,2018(3):50-52.
- [9] 赵吉春,毕长海,张太俊,等.基于我国玉米的瓶颈效应论拓宽种质资源的重要性[J].现代农业科技,2011(21):104,107.
- [10] 赵福成,谭不平,卢德生,等.美国特用玉米种质的引进与鉴定[J].浙江农业科学,2011(3):565-568.
- [11] 戴明宏,赵久然,杨国航,等.不同生态区玉米产量及农艺性状比较[J].中国农学通报,2010,26(11):127-131.
- [12] 郑飞,孔令杰,刘瑞响,等.江苏省玉米新品种丰产性和稳产性及应用前景分析[J].江苏农业科学,2018,46(2):42-45.
- [13] 霍仕平,许明陆,晏庆九.纬度和海拔对西南地区中熟玉米品种灌浆期和粒重及株高的效应[J].中国农业气象,1997,18(4):26-27.

(上接第 38 页)

产量较低的主要原因可能是全生育期较短,仅为 118 d,比对照早熟 7 d,苏玉 27 产量较低的主要原因可能是出籽率最低,仅为 85.36%。但该试验结果仅局限于 1 年鉴定,各品种性状年度间差异稳定性还缺乏进一步调查。因此,应根据各参试品种产量、抗逆性、生育期等表现,进一步鉴定各品种在不同年度间种植表现,以期在生产上指导农民选择适宜春玉米品种。

参考文献

- [1] 杨慧莲,韩旭东,郑风田.全球主产国(地区)玉米生产、贸易、消费及库存状况对比:基于 1996/1997-2016/2017 产季数据测算[J].世界农业,2017(6):28-35,236.
- [2] SU Y J, WU F F, AO Z R, et al. Evaluating maize phenotype dynamics under drought stress using terrestrial lidar[J]. Plant methods, 2019, 15: 1-16.
- [3] 许世卫,王禹,潘月红,等.全球主要粮食生产与贸易格局演变分析及展望[J].农业展望,2018,14(3):73-87.