

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240402002

国审小麦品种濮麦 116 产量特性分析

王丹¹ 程星¹ 许国震¹ 谢文芳¹ 李华² 岳云霞¹ 戴妙飞¹ 苏丽娜¹ 郝晓昭¹(¹河南省濮阳市农林科学院,濮阳 457000; ²河南农业大学,郑州 450002)

摘要:依据 2018–2021 年度国家冬小麦黄淮南片水地组区域试验和生产试验汇总数据,采用高稳系数法、变异系数法分析濮麦 116 的丰产性和稳产性,并采用 AMMI 模型和 GGE 双标图剖析了濮麦 116 在多环境试验中的品种特性。结果表明,2 年区域试验中濮麦 116 平均产量分别比对照周麦 18、百农 207 极显著增产 5.34%、7.59%; 2 年区域试验平均高稳系数比对照周麦 18、百农 207 分别高 4.96 个、6.69 个百分点,平均变异系数(8.74%)略低于对照。生产试验中濮麦 116 平均产量比对照周麦 18 极显著增产 6.97%,居同组第 1 位;高稳系数比对照高 5.08 个百分点,变异系数与对照相当。AMMI 模型和 GGE 双标图分析结果显示,濮麦 116 品种特性最优,稳定性居中上水平。综合分析得出,濮麦 116 平均产量较高,高稳系数大、变异系数小,丰产和稳产性优势明显,稳定性居中上水平。产量性状分析结果表明,濮麦 116 产量三要素中有效穗数变异系数最大,且与产量呈极显著正相关,因此大田生产中可通过调整播量和选择适宜的种植管理方式扩群体、提穗数,进一步发掘濮麦 116 产量潜力。

关键词:小麦;濮麦 116;丰产性;稳产性;AMMI 模型;GGE 双标图

Yield Characteristics Analysis of the National Approved Wheat Variety Pimai 116

WANG Dan¹, CHENG Xing¹, XU Guozhen¹, XIE Wenfang¹, LI Hua²,
YUE Yunxia¹, DAI Miaofei¹, SU Lina¹, HAO Xiaozhao¹(¹Puyang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Puyang 457000, Henan;²Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

小麦是世界三大粮食作物之一,作为全球最大的小麦生产国,中国小麦产量约占全球总产的 17% (数据来源于美国农业部)。近年来,我国小麦种植面积不断减少,但小麦总产不断增加。据国家统计局数据,小麦总产自 2015 年突破 13000 万 t 后,已连续 9 年牢牢锁定在 130000 万 t 以上。种植面积降低但总产稳步增加得益于小麦单产的持续提升,但是我国小麦单产仍低于西欧代表性国家小麦单产水平,还有很大的提升空间^[1]。因此,选育丰产、稳产、特性突出的小麦新品种仍然是我国小麦育种的长期目标之一。此外,充分发掘现有品种的增产潜

力,进一步提高小麦单产,也是小麦新品种应用和生产上亟需解决的重要问题。

从 1963 年 Finlay 等^[2]提出回归系数法开始,研究人员先后又提出了几种评价品种丰产性和稳产性的方法和模型,如变异系数法^[3]、高稳系数法^[4]、主效可加互作可乘(简称 AMMI)模型^[5]、GGE 模型^[6]等。高稳系数法通过将高稳系数(HSC)进行排序,筛选出高产稳产性好的品种,因计算较简单、易操作,数据较准确,目前已得到了广泛应用^[7]。但高稳系数只是基因型高产稳产的综合指标,无法判断环境对基因型的影响。AMMI 模型将方差分析和主成分分析相结合,提高了估计的准确度,主要用于从多个品种中筛选出高产稳产性较好的品种,

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系(CARS-03)

能判断出环境对基因型的影响,但不能明确地看出品种对环境的适应性。GGE 模型对基因与环境互作进行了更为直观的展示和评价,能筛选出高产稳产的品种和适宜种植的环境^[8]。如今,AMMI 模型和 GGE 双标图常用于研究多环境试验中基因型与环境的互作^[9-10]。

本研究基于国家冬小麦黄淮南片水地组 2018–2020 年度区域试验汇总数据,采用高稳系数法、变异系数法分析濮麦 116 的丰产和稳产特性。同时,利用 2020–2021 年度生产试验汇总数据,通过 AMMI 模型和 GGE 双标图剖析了濮麦 116 在多环境试验中的品种特性,以期为濮麦 116 的推广应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 濮麦 116 是由濮阳市农业科学院以周麦 27 为母本、浚 K8–4 为父本,通过有性杂交和改良系谱法系统选育而成的半冬性小麦新品种,审定编号:国审麦 20220021,品种权号:CNA20191006063。2018–2019 年度、2019–2020 年度区域试验濮麦 116 同组参试品种(系)分别为 18 个,对照品种为周麦 18(CK1)、百农 207(CK2);2020–2021 年度生产试验同组参试品种(系)7 个,对照品种为周麦 18,濮麦 116 同组别参试品种(系)名称详见表 1。

1.2 试验设计 区域试验采用随机区组设计,3 次重复,小区面积 13~15m²,收获面积 12m² 以上。生产试验设 2 次重复,小区面积不小于 150m²,参试品种(系)随机排列,全区收获。播期为 10 月 5–15 日,每 667m² 播种量为 16 万~18 万株。田间耕作、水肥管理、除草、虫害防治按照当地大田生产进行。

区域试验试点 27 个,其中陕西省 5 个(宝鸡、大寨乡、杨凌、华阴、富平),河南省 12 个(郑州、辉县、漯河、商丘、周口、驻马店、濮阳、洛阳、新乡、南阳、郑州高新区、鹿邑),安徽省 5 个(阜阳、宿州、涡阳、固城、寿县),江苏省 5 个(徐州、淮安、射阳、连云港、宿迁)。生产试验试点 24 个,其中陕西省 3 个(宝鸡、杨凌、富平),河南省 12 个(原阳、辉县、漯河、周口、驻马店、濮阳、新乡、郑州、安阳、鹿邑、尉氏、荥阳),安徽省 5 个(阜阳、宿州、涡阳、新马桥、滩溪),江苏省 4 个(徐州、淮安、连云港、宿迁),其中荥阳试验点未统计。

表 1 参试品种(系)名称及编号

年度	编号	品种(系)
2018–2019	1	周麦 37 号
	2	华成 5157
	3	瑞泉麦 32
	4	商麦 178
	5	保丰 1530
	6	西农 625
	7	瑞华 502
	8	洛麦 36
	9	濮麦 116
	10	丰德存麦 22
	11	圆丰 168
	12	先圣 368
	13	阜麦 0808
	14	泰禾麦 6 号
	15	许科 6 号
	16	平安 701
	17	周麦 18 (CK1)
	18	百农 207 (CK2)
2019–2020	1	偃丰 168
	2	商麦 178
	3	驻麦 586
	4	平安 701
	5	泰禾麦 6 号
	6	丰德存麦 22
	7	濮麦 116
	8	华成 5157
	9	洛麦 36
	10	许科 6 号
	11	冠麦 10 号
	12	瑞华 502
	13	保丰 1530
	14	皖科 1627
	15	先圣 368
	16	创星 216
	17	周麦 18 (CK1)
	18	百农 207 (CK2)
2020–2021	V1	瑞华 502
	V2	丰德存麦 22
	V3	濮麦 116
	V4	泰禾麦 6 号
	V5	偃丰 168
	V6	谷神麦 19
	V7	周麦 18 (CK)

1.3 数据分析 数据来源于2018–2019年度、2019–2020年度国家冬小麦黄淮南片水地组区域试验和2020–2021年度国家冬小麦黄淮南片水地组生产试验汇总数据。使用WPS Office进行数据处理,利用DPS数据处理系统(19.50版)对试验数据进行相关性分析、AMMI模型分析和GGE作图。为方便作图,对生产试验23个试点名称进行编号,详见表2。

表2 生产试验参试各试点的名称及编号

编号	名称	编号	名称	编号	名称
E1	宿州	E9	尉氏	E17	安阳
E2	新马桥	E10	徐州	E18	周口
E3	宝鸡	E11	宿迁	E19	驻马店
E4	阜阳	E12	连云港	E20	涡阳
E5	鹿邑	E13	淮安	E21	漯河
E6	新乡	E14	富平	E22	濉溪
E7	原阳	E15	杨凌	E23	濮阳
E8	辉县	E16	郑州		

1.3.1 高稳系数(HSC) 采用高稳系数作为品种高产和稳产特性的判断参数。高稳系数(HSC)计算公式: $HSC_i(\%) = (X_i - S_i) / 1.10X_{CK} \times 100^{[4]}$ 。式中, X_i 为第*i*个品种的平均产量, S_i 为第*i*个品种的标准差, X_{CK} 为对照的平均产量。某个品种的HSC值越大,说明该品种的高产稳产性越好。

1.3.2 变异系数(CV) 采用均值—变异系数作为品种稳产性的判断参数,反映了品种某个性状在不同生态环境下的变异程度。变异系数(CV)计算公式: $CV_i = S_i / X_i \times 100\%^{[3]}$ 。式中, S_i 为第*i*个品种的标准差, X_i 为第*i*个品种的平均产量。CV值反映静态稳定性,值越小静态稳定性越好,说明该性状受环境

影响越小。CV值小且平均产量高的品种,产量稳定性好。

2 结果与分析

2.1 区域试验

2.1.1 丰产性分析 由表3可以看出,2018–2019年度国家冬小麦黄淮南片水地组区域试验中濮麦116平均产量8825.1kg/hm²,居参试品种(系)第9位,比CK1极显著增产4.62%,增产≥2%的试点率81.8%(22点汇总);比CK2极显著增产7.40%,增产≥2%的试点率90.9%。2019–2020年度续试,平均产量8653.5kg/hm²,居参试品种(系)第7位,比CK1极显著增产4.72%,增产≥2%的试点率86.4%(22点汇总);比CK2极显著增产6.90%,增产≥2%的试点率86.4%。2年区域试验平均产量8739.3kg/hm²,比CK1、CK2分别极显著增产4.67%、7.15%,2年汇总44点次,比CK1、CK2增产≥2%的试点率分别为84.1%、88.7%。

2.1.2 稳产性分析 由表4可知,在2018–2019年度、2019–2020年度区域试验中,濮麦116的高稳系数均优于周麦18(CK1)和百农207(CK2)。濮麦116平均高稳系数比CK1、CK2分别高4.96个、6.69个百分点,表明濮麦116具有很好的稳产特性。此外,濮麦116在各试点的产量平均变异系数为8.74%,低于CK1(9.92%)、CK2(9.58%),且濮麦116的平均产量高于2个对照品种,表明濮麦116静态稳定性好,并具有较大的高产潜力。

2.2 生产试验

2.2.1 丰产性和稳产性分析 2020–2021年度生产试验参试品种(系)产量及丰产性、稳定性分析见表5。V3(濮麦116)平均产量8847.2kg/hm²,比对照周麦18极显著增产6.97%,23点汇总,增产点

表3 2018–2020年度濮麦116的产量分析

年度	品种	产量 (kg/hm ²)	较对照 ± (%)		显著性		增产≥2%的试点率(%)		产量 位次
			较CK1	较CK2	0.05	0.01	较CK1	较CK2	
2018–2019	濮麦116	8825.1	4.62	7.40	abcd	ABC	81.8	90.9	9
	周麦18(CK1)	8435.0	–	2.65	f	D	–	86.4	17
	百农207(CK2)	8217.6	–2.58	–	g	E	4.5	–	18
2019–2020	濮麦116	8653.5	4.72	6.90	abc	ABCDE	86.4	86.4	7
	周麦18(CK1)	8263.1	–	2.79	g	I	–	40.9	17
	百农207(CK2)	8094.8	–2.04	–	h	J	9.1	–	18

同列不同小写、大写字母分别表示在0.05、0.01水平上差异显著、极显著

表4 2018-2020年度濮麦116丰产性和稳定性分析

年度	品种	产量(kg/hm ²)	高稳系数(%)		位次	变异系数(%)	位次
			X _{CK1}	X _{CK2}			
2018-2019	濮麦116	8825.1	86.64	88.93	2	8.91	2
	周麦18(CK1)	8435.0	81.65	83.81	17	10.18	9
	百农207(CK2)	8217.6	79.40	81.50	18	10.35	10
2019-2020	濮麦116	8653.5	87.05	88.86	4	8.56	3
	周麦18(CK1)	8263.1	82.13	83.84	16	9.65	15
	百农207(CK2)	8094.8	81.22	82.91	18	8.80	5

表5 2020-2021年度濮麦116丰产性和稳定性分析

品种(系)	产量(kg/hm ²)	较对照±(%)	显著性		比CK增产≥2%的试点率(%)	标准差	高稳系数(%)	位次	变异系数(%)	位次
			0.05	0.01						
V3	8847.2	6.97	a	A	100	665.12	89.19	3	7.58	4
V2	8791.1	6.30	a	A	100	613.82	89.89	2	6.98	1
V1	8779.0	6.15	a	A	95.6	665.87	89.93	1	7.53	3
V5	8735.1	5.62	ab	AB	91.3	668.14	88.21	5	7.69	5
V4	8692.6	5.11	ab	AB	91.3	709.29	88.22	4	8.12	6
V6	8580.6	3.75	ab	AB	78.6	728.25	86.31	6	8.49	7
V7(CK)	8270.4	-	b	B	-	618.43	84.11	7	7.48	2

率100%,居同组参试品种(系)第1位。参试品种(系)高稳系数顺序为V1>V2>V3>V4>V5>V6>V7,变异系数顺序为V6>V4>V5>V3>V1>V7>V2。V3的HSC值较大,产量较高,变异系数较小,因此濮麦116丰产特性突出,并具有较高的稳产特性。

2.2.2 AMMI模型分析 利用DPS数据处理系统中的无重复AMMI模型对试验数据进行分析,获得生产试验同组参试品种(系)的AMMI分析排序图(图1)。该图以品种平均产量为横坐标、IPCA为纵坐标。通过品种的两条曲线的交点位置可以区分品种特性的优劣,右侧品种的特性优于落在其左侧的品种^[11]。由图1可知,品种(系)特性优劣顺序与产量高低顺序一致,V3(濮麦116)品种特性优于其他品种(系)。

2.2.3 GGE双标图 采用DPS数据处理系统中GGE_biplot进行品种的高产性和稳产性分析,得到高产性和稳产性功能GGE双标图。图2中的小菱形代表平均环境,带箭头的直线是平均环境轴,它所指的方向是品种在所有环境下的近似平均产量。与平均环境轴垂直并通过原点的、带有

双箭头的直线代表各品种与各环境相互作用的倾向性,箭头向外指向较大的不稳定性,越偏离平均环境轴越不稳定^[11]。从图2可知,V3(濮麦116)平均产量最高,V2次之,V7最低。稳定性排序为V7>V5>V2>V3>V1>V4>V6,濮麦116稳定性处于中等水平。图3为高产性和稳产性功能具同心圆的GGE双标图,该图以各品种到中心点的距离来判断品种优劣,距离越小品种越优^[11]。由图3可知,品种(系)离中心点距离由近及远依次为:V3、V2、V1、V5、V4、V6、V7,濮麦116最接近中心点,高产性和稳产性优势明显。

2.3 产量三要素分析 为分析濮麦116产量与产量三要素之间的关系,利用3年试验产量和产量三要素的数据进行了变异系数和相关性分析。由表6可知,产量三要素的变异系数由大到小的顺序为有效穗数>穗粒数>千粒重。其中,千粒重的变异系数最小,说明濮麦116的千粒重较高且相对稳定,较少受外界环境影响;有效穗数的变异系数与穗粒数相差不大,但明显大于千粒重的变异系数,表明濮麦116的有效穗数和穗粒数易受外界环境和种植管理

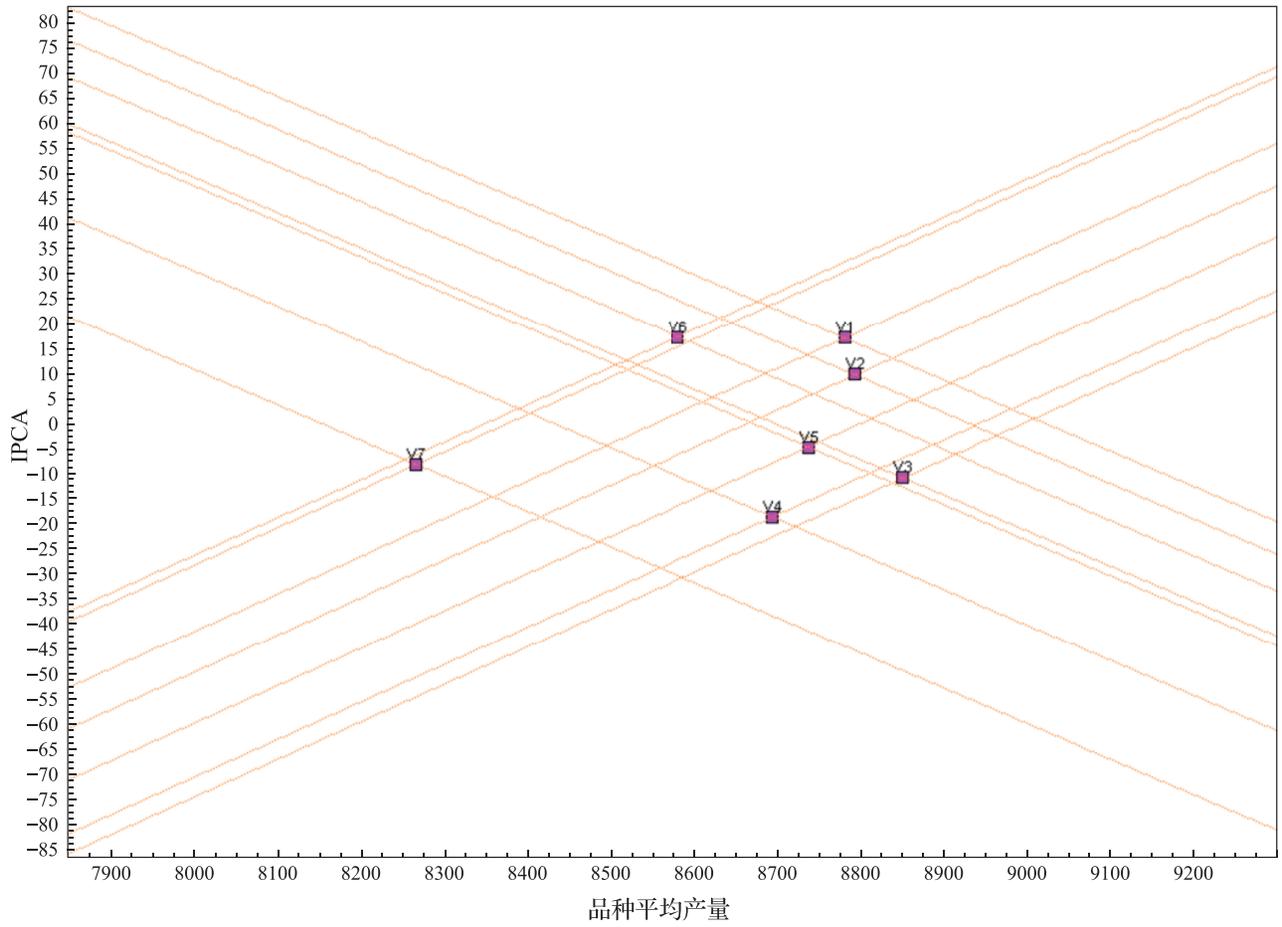


图1 参试品种(系) AMMI 分析排序图

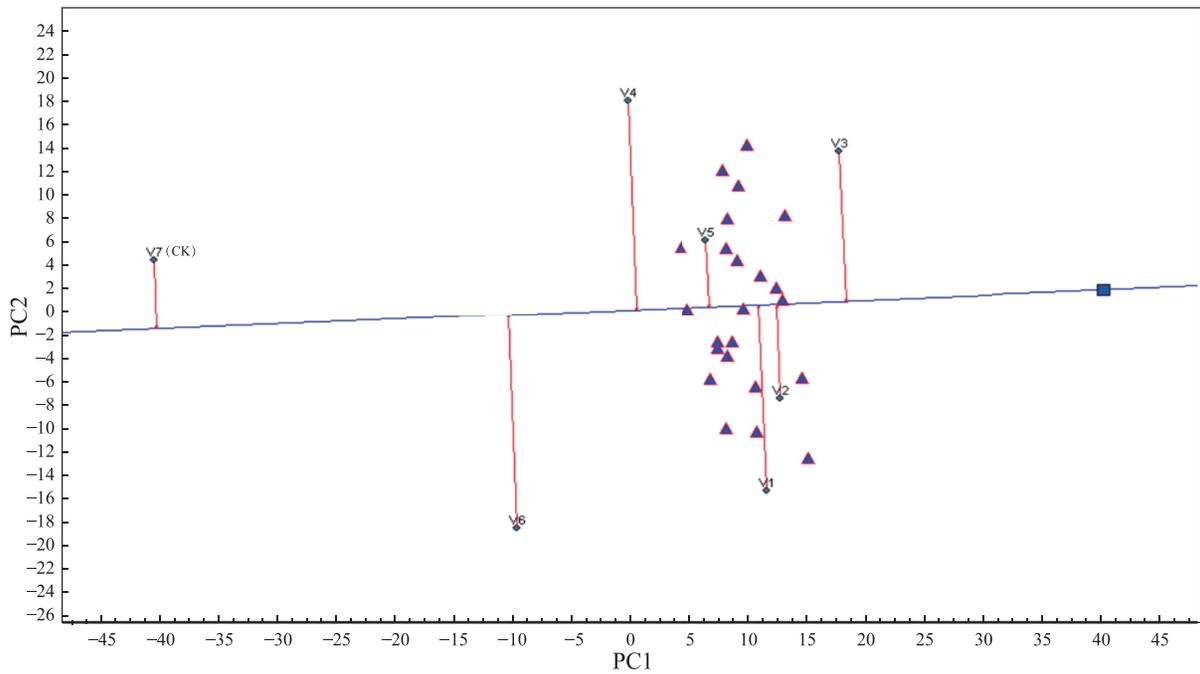


图2 高产性和稳产性功能 GGE 双标图

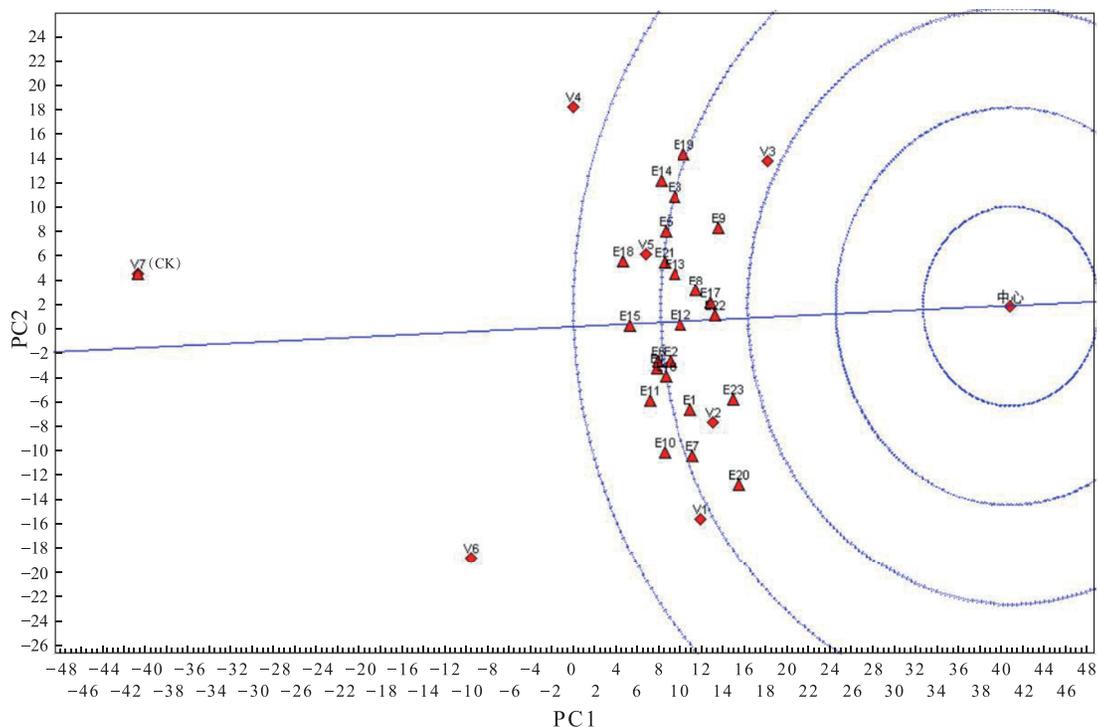


图3 具同心圆的 GGE 双标图

表6 产量三要素变异系数

产量要素	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数(%)
有效穗数(万穗/hm ²)	441.0	706.5	568.12	60.89	10.72
穗粒数	28.8	46.5	36.34	3.54	9.74
千粒重(g)	40.3	55.0	48.69	3.56	7.31

方式的影响,更易通过选择合适的种植管理方式和适宜的环境进一步提高濮麦 116 的产量。

利用 DPS 数据处理系统分析濮麦 116 产量三要素与产量之间的相关性。从表 7 可知,产量与产量三要素都呈一定正相关关系。其中,有效穗数与产量呈极显著正相关,濮麦 116 产量较易受有效穗数影响,说明适当增加群体提高有效穗数是增加濮麦 116 产量的首要有效途径。同时,有效穗数与穗粒数、千粒重呈显著负相关,说明通过提高有效穗数实现高产的同时,也需注意产量三要素间的相对协调。

表7 产量三要素与产量相关性分析

性状	有效穗数	穗粒数	千粒重	产量
有效穗数	1			
穗粒数	-0.25 [*]	1		
千粒重	-0.29 [*]	0.07	1	
产量	0.41 ^{**}	0.10	0.21	1

*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上呈显著、极显著相关

3 小结与讨论

品种试验通过规范统一的方案要求对新育成的品种(系)进行试验,对品种(系)的丰产性、适应性、抗逆性和品质进行全面鉴定和综合评价,是评价品种(系)的科学依据,也是品种应用推广与科学布局的重要参考。试验中,品种(系)自身的综合表现决定了其应用价值和推广潜力^[11]。

本研究基于区域试验和生产试验数据,采用多种方法对濮麦 116 的丰产、稳产特性进行了分析。2018–2021 年度试验产量结果表明,濮麦 116 平均产量 8775.1kg/hm²,最高平均产量 8847.2kg/hm²,3 个年度间增产点率高、增产均达到极显著水平,高产特性突出。2 年区域试验中濮麦 116 平均高稳系数比 CK1、CK2 分别高 4.96、6.69 个百分点;平均变异系数 8.74%,低于 2 个对照,表明其具有良好的丰产和稳产性,高产潜力大。生产试验中 V1 (瑞华 502)、V2 (丰德存麦 22)、V3 (濮麦 116)稳定性较好,

V1、V2、V3、V7 (周麦 18) 变异系数较小; GGE 双标图高产性和稳产性功能分析显示, V2、V3、V5 (偃丰 168)、V7 稳定性较好。结果表明, 濮麦 116 稳定性处于中等偏上水平。AMMI 模型分析和高产性和稳产性功能同心圆的 GGE 双标图分析结果显示, V3 (濮麦 116) 的品种特性最优, 其次是 V2、V1。综合多方分析结果而言, 濮麦 116 平均产量较高, 丰产和稳产性优势明显, 是集高产、稳产、广适于—身的优良小麦品种, 适宜在生产上大面积推广应用。

濮麦 116 产量要素分析结果表明, 产量与有效穗数呈极显著正相关, 与穗粒数、千粒重呈正相关关系; 产量三要素的变异系数为有效穗数 > 穗粒数 > 千粒重。濮麦 116 千粒重变异系数小, 受环境影响小, 与产量正相关, 生产上若注重中后期肥水管理增加粒重, 则对提高濮麦 116 产量有一定效果; 穗粒数和千粒重变异系数相当, 与产量相关不显著, 间接说明濮麦 116 开花结实性相对稳定; 相比较而言, 有效穗数更易受环境和种植管理方式的影响。综上所述, 大田生产上可通过调整播量和选择合适的种植管理方式扩大群体, 提高有效穗数, 进一步发掘濮麦 116 产量潜力。另外, 濮麦 116 的有效穗数与穗粒数、千粒重呈显著负相关, 生产上扩大群体提高有效穗数的同时, 还需注意产量三要素间的相互协调, 以确保实现濮麦 116 高产丰收。

参考文献

[1] 刘录祥. 我国小麦种业科技研发现状与展望. 中国农村科技, 2023

(7): 4-7

- [2] Finlay K W, Wilkinson G N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 1963, 14 (6): 742-754
- [3] France T R, Kannenberg L W. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 1978, 58 (4): 1029-1034
- [4] 温振民, 张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨. 作物学报, 1994, 20 (4): 508-512
- [5] Gauch H G. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. New York: Elsevier, 1992
- [6] Yan W K, Hunt L A, Sheng Q L, Szlavnicz Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science, 2000, 40 (3): 597-605
- [7] 邢璐, 穆连鹏, 解慧芳, 王淑君, 刘俊芳, 张扬, 李龙, 刘海萍, 闫宏山, 王素英, 宋慧. 19 个谷子新品种农艺性状与适应性综合分析. 中国种业, 2023 (10): 66-69
- [8] 张萌, 吕莹莹, 沈丹丹, 韩伟, 张恩盈. 几种高产稳产分析方法在品种区域试验中的应用和研究进展. 大麦与谷类科学, 2018, 35 (1): 1-5, 17
- [9] 朱艳彬, 樊晓琴, 吉闻天, 宝春雨, 徐长成, 朱宏宇, 李晓雯, 邵睿, 张琪, 郭晋杰, 郭延玲. 基于 AMMI 模型和 GGE 双标图的西北春玉米品种区域试验综合评价. 中国农业大学学报, 2023, 28 (12): 15-24
- [10] 郑建敏, 蒲宗君, 吕季娟, 罗江陶, 邓清燕, 刘培勋, 李式昭. 优质抗病小麦新品种川麦 618 产量特性分析. 四川农业大学学报, 2023, 41 (6): 1032-1037
- [11] 唐启义. DPS 数据处理系统: 专业统计及其他. 北京: 中国农业出版社, 2020

(收稿日期: 2024-04-02)

农业农村部: 部署严格品种管理强化种业市场监管工作

近日, 农业农村部种业管理司召开国家主要农作物品种审定绿色通道和联合体试验专项整治进展通报视频会, 通报 2022 年 8 月启动专项整治以来工作进展情况, 强调要紧盯种业振兴目标任务, 坚持需求导向和问题导向, 进一步严格品种审定、登记和保护管理, 加大监管执法力度, 全面净化种业市场, 为助力大面积单产提升、夯实粮食安全根基提供有力的品种支撑。

会议指出, 开通绿色通道试验(育繁推一体化企业自主开展试验)和联合体试验(企业、科研单位联合自行开展试验), 有效缩短了品种审定试验时间, 加快了育种成果转化, 但也出现了品种试验不规范、数据不真实等问题。开展专项整治是严格品种管理、促进市场净化的重要举措。整治工作开展一年多来, 先后发现并依法依规查处问题试验主体 139 个次, 其中绿色通道试验 35 个次、联合体试验 104 个次, 已分类采取主体清退、数据作废、限期整改等措施, 切实促进了品种试验质量水平提升。

会议强调, 紧盯种业振兴“五年见成效、十年实现重大突破”目标, 巩固扩大专项整治成果。要严格审定标准, 合理提高审定门槛; 规范品种试验, 强化各渠道试验监督管理; 完善管理制度, 尽快出台主要农作物品种试验管理办法; 加强展示示范, 加快优良品种推广应用; 强化部省协同, 切实提高审定品种质量和服务水平。

会议要求, 要持续开展种业监管执法年活动, 强化品种源头治理、质量全程管控、种业监管执法和基础支撑保障, 强化与公安、市场监管等部门协同, 重拳打击假冒伪劣、套牌侵权等违法违规行为, 让侵权者付出沉重代价, 全力保障生产用种安全。(来源: 农业农村部)