

不同冬小麦品种(系)产量形成分析及种质筛选

郭鹏燕, 任杰成, 赵吉平, 许 瑛, 权宝全

(山西农业大学经济作物研究所, 山西 汾阳 032200)

摘要:为了明确冬小麦种质资源主要农艺性状与产量之间的关系以便更好地筛选优质亲本,本研究以48份小麦种质资源为研究对象,对11个主要农艺性状进行了变异分析、相关性分析和聚类分析。结果表明:从生育期变异系数上来看,48个品种中间生长阶段>生殖生长期>营养生长期;通过简单相关分析并结合偏相关分析,有效分蘖数、穗粒数、千粒重与产量均达到了极显著正相关,说明在保证一定成穗数的基础上,可以通过增加穗粒数、千粒重最终实现高产;通过聚类分析将参试材料分为4类,筛选出1份超高产品种(晋麦62),11份高产品种,这两种类型小麦品种可作为理想的高产亲本。

关键词:冬小麦;农艺性状;相关性;聚类

中图分类号:S512.1

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)04-0005-04

Yield Formation Analysis and Germplasm Screening of Different Winter Wheat Varieties (lines)

GUO Pengyan, REN Jiecheng, ZHAO Jiping, XU Ying, QUAN Baoquan

(Institute of Industrial Crops, Shanxi Agricultural University, Fenyang 032200, China)

Abstract: In order to clarify the relationship between the main agronomic traits and yield of winter wheat germplasm resources, and to better select high-quality parents, 48 wheat germplasm resources were selected as the research object, and 11 main agronomic characters were analyzed by variance analysis, correlation analysis and cluster analysis. The results show that from the perspective of the coefficient of variation of the growth period, the intermediate growth stage of the 48 varieties > reproductive growth period > vegetative growth period. Through simple correlation analysis and partial correlation analysis, the number of effective tillers, the number of grains per panicle, and the 1,000-grain weight have reached a very significant positive correlation with the yield, indicating that on the basis of ensuring a certain number of panicles, the high yield can be achieved by increasing the number of grains per panicle and the 1,000-grain weight. Through cluster analysis, the tested materials were divided into 4 categories, and 1 super high-yield variety (Jinmai 62) and 11 high-yield varieties were selected. These two types of wheat varieties can be used as ideal high-yield parents.

Key words: Winter wheat; Agronomic characters; Correlation; Clustering

小麦是我国主要的粮食作物之一,稳产高产是农业科研领域重要的研究方向^[1]。品种选育是提高小麦产量的重要途径。小麦作为一种重要的粮食作物^[2],品种资源丰富,遗传变异复杂,在不同生态条件下的适应性存在一定差异。山西地处黄土高原,光热资源丰富,但降水资源相对稀少,明确不同小麦品系在山西特殊地理条件下农艺性状的形态差异及与产量的相关关系,对山西小

麦的育种具有重要意义。

提高作物产量与品种有着密切的关系,优质品种对作物增产的贡献率可达30%以上^[3]。育种资源多样、遗传基础宽泛、品系性状优良是选育高产优质品种的基础。蒋永超等^[4]研究表明,对引进的小麦品种与黑龙江育成品种进行遗传多样性水平比较,结果得出前者遗传基础广阔且农艺性状表达差异明显,是进行育种的理想亲本材料。郝晨阳等^[5]在研究我国小麦选育品种的多样性历史演变中发现,选育的亲本材料多集中在少数几个优质亲本上,缺少优势亲本是导致育成品种遗传距离缩短的重要原因。不同生态条件下,高产品种的特征具有不同的特点。在山西特殊的

收稿日期:2020-06-04

基金项目:吕梁市农业攻关项目(2020NYGG79);山西农业大学生物育种工程项目(YZGC043)

作者简介:郭鹏燕(1982-),女,副研究员,硕士,主要从事小麦遗传育种与栽培研究。

生态环境条件下,育种家主要通过改良小麦性状提高小麦单产,所选育的小麦新品种多属于多穗型或大穗多穗矮秆并重型。小麦产量构成因素是一个复杂的问题,本试验在山西特殊的生态条件下,对48份冬小麦种质资源农艺性状进行相关性、聚类分析,明确其主要农艺性状间的关系,以期更好地筛选亲本,为有效利用小麦品种提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验田概况

试验在山西农业大学经济作物研究所小麦试验田(111°25'5E, 37°27'7N)进行,试验田所处位置年平均气温 10.1 °C,日照 2 619.9 h,无霜期平均为 185.8 d。试验地土壤肥力均匀,地势平坦,播前撒优质猪粪 15 000 kg/hm²和磷酸二铵 750 kg/hm²后进行深耕,然后旋耕一次,划区做畦待播。

1.2 试验材料

供试材料为山西农业大学经济作物研究所从各地征集审定的 39 份品种及 9 份本所自主选育的品种(品系),共计 48 份材料,资源编号、材料名称详见表 1。

1.3 试验设计

试验于 2018 年 9 月~2019 年 6 月进行,采用随机区组排列,3 次重复,10 行区,行长 3 m,行宽 2 m,步道 1 m。每份材料种 1 区,人工开沟条播,播后覆土镇压,整个生育期按照常规田间管理。

1.4 测定指标与方法

在出苗 13 d 时,对每个品种(系)定标并数基本苗,拔节前期(4 月 10 日)测定最高茎数,成熟前(6 月 5 日)在前期定点部位数有效穗数,折算分蘖数(X_2)、有效分蘖数(X_3),田间调查记载株高(X_1),成熟时每份材料随机选取 20 株,参照国家冬小麦区试品种调查方法在室内对穗长(X_4)、每穗小穗数(X_5)、穗粒数(X_6)、穗粒重(X_7)、千粒重(X_8)考种,全区收获测小区产量(Y),田间群体调查记载各个生育期,计算营养生长期(X_9)、中期生长阶段(X_{10})、生殖生长期(X_{11})。

利用 Microsoft Excel 2007 整理数据,利用 SPSS 18.0 统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状与小区产量的相关分析

2.1.1 主要农艺性状与小区产量的简单相关分析

将 48 份材料的 11 个农艺性状和小区产量平均值导入 SPSS 18.0 进行相关性分析,结果如表 2

表 1 48 份冬小麦品种(系)名称及编号

编号	材料名称	编号	材料名称
1	忻 79-2060	25	京 906
2	济南 17	26	山东 924122
3	陕优 225	27	汾 3027
4	陕优 229	28	汾 2677
5	小偃 503	29	汾 725
6	临 255	30	晋麦 66
7	临 6169	31	晋麦 62
8	忻 9152	32	汾 2087
9	中优 9507	33	泽优 2 号
10	汾 3039	34	烟农 19
11	郑优 9023	35	京冬 76
12	PH2521	36	农垦 44
13	晋太 170	37	晋麦 44
14	晋麦 67	38	北农 67
15	汾 2223	39	长 6878
16	99 水 1914	40	石家庄 8 号
17	CA9640	41	高优 4 号
18	濮农 3665	42	周麦 9 号
19	太核 98-43	43	稳定 42
20	原冬 9257	44	吕早 1608
21	京单 2097	45	晋麦 86
22	99G48	46	轮选 1697
23	太 M24	47	小簇 V5-15
24	山农 98-18	48	LM58

所示。11 个性状与小区产量的相关程度与方向为: $X_6(0.620) > X_7(0.613) > X_3(0.573) > X_2(0.440) > X_8(0.420)$,小麦穗粒数、穗粒重、有效分蘖数、分蘖数、千粒重与产量相关较大,均呈极显著正相关;每穗小穗数(X_5)与产量呈显著正相关,各阶段生育期(X_9 、 X_{10} 、 X_{11})与产量呈正相关。

2.1.2 主要农艺性状与小区产量的偏相关分析

多个相关变量间的关系是较为复杂的,简单相关分析是计算 2 个变量间的相关系数,在实际应用中,可能会受到其他变量的影响,不能真实反映这两个变量之间的相关程度^[6],这就要固定其他变量,进行偏相关分析。将 48 份材料的 11 个农艺性状和小区产量导入 SPSS 18.0 进行偏相关分析。如表 3 所示,11 个农艺性状与小区产量的偏相关程度和方向为: $X_8(0.611) > X_3(0.583) > X_6(0.490)$,相伴概率 $P < 0.01$,说明千粒重、穗粒数、有效分蘖数与产量均达到极显著正相关; $X_{11}(0.232) > X_9(0.229) > X_2(0.193) > X_5(0.100) > X_1(0.066) > X_4(0.046) > X_7(0.035)$,说明生殖生长期、营养生长期、分蘖数、每穗小穗数、株高、穗长、穗

表2 冬小麦品种(系)主要农艺性状间的相关系数

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	Y
X ₁	1											
X ₂	0.215	1										
X ₃	0.108	0.760**	1									
X ₄	0.095	0.160	-0.025	1								
X ₅	0.053	0.134	0.074	0.139	1							
X ₆	-0.320*	-0.035	0.050	-0.046	0.454**	1						
X ₇	-0.078	-0.017	0.034	-0.012	0.470**	0.831**	1					
X ₈	0.240	-0.181	-0.139	-0.089	0.083	0.122	0.341*	1				
X ₉	0.201	0.137	0.206	-0.361*	-0.040	-0.036	-0.128	-0.209	1			
X ₁₀	-0.115	0.130	0.087	-0.058	0.055	0.080	0.038	0.181	0.107	1		
X ₁₁	0.162	0.129	0.002	0.009	-0.135	0.055	0.096	-0.104	0.163	-0.135	1	
Y	0.030	0.440**	0.573**	-0.065	0.357*	0.620**	0.613**	0.420**	0.129	0.163	0.123	1

注:“*”表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关,“**”表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关

表3 冬小麦品种(系)主要农艺性状间的偏相关系数

性状	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
Y	0.066	0.193	0.583	0.046	0.100	0.490	0.035	0.611	0.229	-0.031	0.232
P	0.692	0.245	0.000	0.784	0.549	0.002	0.834	0.000	0.167	0.854	0.161

粒重均与小区产量呈正相关;中期生长阶段(X₁₀)与小区产量呈负相关。

综合简单相关分析和偏相关分析结果,X₃(有效分蘖数)、X₆(穗粒数)、X₈(千粒重)与小区产量均达到了极显著正相关,X₁(株高)、X₂(分蘖数)、X₅(每穗小穗数)、X₇(穗粒重)、X₉(营养生长期)、X₁₁(生殖生长期)在简单相关与偏相关的影响程度有所差异,但是也都呈正相关,其中X₂(分蘖数)由极显著相关下降为正相关,X₁₁(生殖生长期)、X₉(营养生长期)的影响程度有所上升,X₄(穗长)简单分析为负相关,偏相关分析为正相关,X₁₀(中期生长阶段)简单相关为正相关,偏相关呈负相关。通过相关分析可以看出,品种各性状之间存在着相关乃至极显著正相关,简单相关与偏相关分析从不同角度鉴定了各性状对小区产量的影响程度。

2.2 分阶段生育期的遗传变异分析

基于简单相关与偏相关分析,生育期是影响小麦产量的重要因素。故分阶段对生育期进行遗传变异分析。结果表明:48个品种(系)的变异范围为142~155 d,平均值为147.52 d,变异系数为1.81%。从次数分布图(图1)上看,营养生长期所需要天数主要集中在组中值为145~150 d,样本数有38个,占总样本数的79.2%。对小麦中间生长阶段的变异分析结果表明:48个品种(品系)的变异范围为25~30 d,平均值为27.46 d,变异系数为

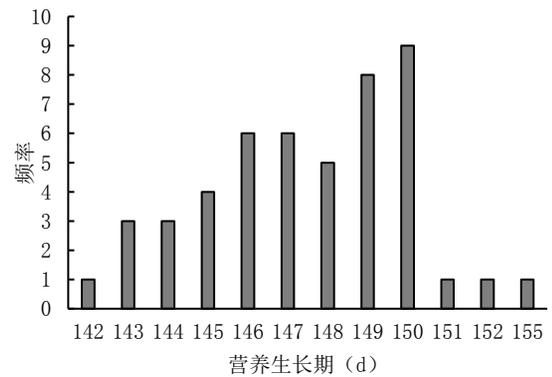


图1 营养生长期的次数分布图

5.04%。从次数分布图(图2)上看,中期生长阶段所需天数主要集中在组中值为25~29 d;样本数有47个,占总样本数的97.9%。对小麦生殖生长期

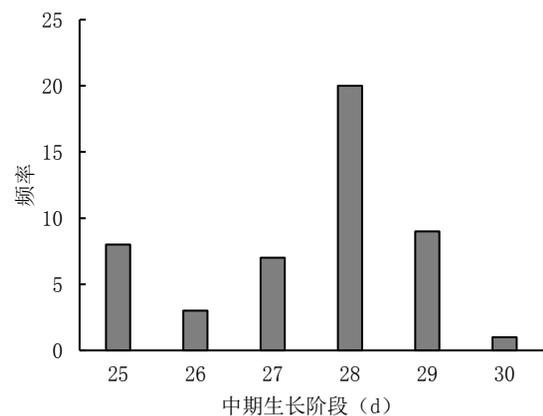


图2 中期生长阶段所需天数的次数分布图

段的变异分析结果表明:48个品种(系)的变异范围为45~51 d,平均值为48.15 d,变异系数为2.18%。从次数分布图(图3)上看,生殖生长阶段所需天数主要集中在组中值为47~49 d,样本数有43个,占总样本数的89.6%。

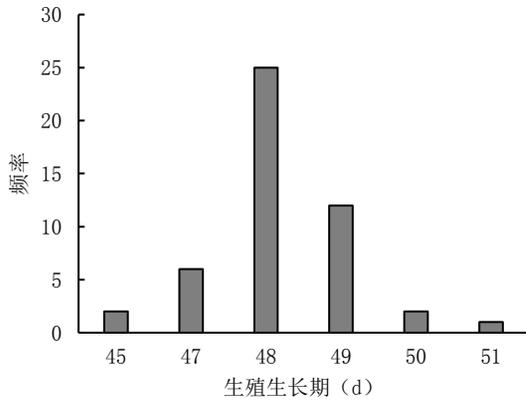


图3 生殖生长期的次数分布图

2.3 聚类分析

为充分了解冬小麦各品种(系)小区产量与农艺性状的关系,利用SPSS 18.0软件对48份冬小麦种质资源进行系统聚类分析,聚类使用Ward法进行欧式距离聚类分析。

在欧式距离5时将48个小麦品种分成四大类群:低产、中产、高产、超高产。

第Ⅰ类群包括晋麦44、吕早1608、小簇V5-15等17份低产品种(系)。第Ⅱ类群包括京单2097、稳定42、汾2087等19份中产品种(系)。第Ⅲ类群包括汾3039、晋太170、汾2223等11份高产品种(系)。该类型主要特征为每穗小穗数多,穗粒数多,千粒重较高,株高适中,可作为高产亲本。第Ⅳ类群为超高产类型品种晋麦62。该品种主要特征为分蘖数、有效分蘖数、每穗小穗数多,穗粒数居48个品种首位,株高偏低,可作为高产亲本利用。

高产、超高产类型小麦的每穗小穗数、穗粒数明显高于中产和低产类型小麦品种,最后的产量处于高等水平。

3 结论与讨论

高产是育种工作的目标,与产量相关的性状有很多,且各性状间是相互联系、相互制约、相互补偿的。本研究通过简单相关与偏相关分析表明,有效分蘖数(X_3)、穗粒数(X_6)、千粒重(X_8)与小区产量(Y)达到极显著正相关,可见分蘖数、穗粒数、千粒重对产量有很大的直接作用,这与前

人的研究^[7-14]相一致,从一定程度上说明小麦要想达到高产,需要保证一定成穗数的基础上,可以通过改良穗部特征提高单穗重量,有效实现小麦高产;相关研究发现株高(X_1)在一定范围内对产量影响较小,未达到显著水平,矮化是植物最重要的农艺性状之一^[15],该研究也证明了小麦矮化革命的重要性,在山西小麦育种中通过增加小麦株高,提高单株生物量获得高产的途径是不现实的,在育种中应该更多关注小麦光能物质的分配,通过提高小麦群体的经济系数来获得高产;分蘖数(X_2)、穗长(X_4)在简单相关与偏相关分析中结果有一定差异,说明性状间的相互作用是复杂的,除了各性状对产量的直接效应外,各性状之间还存在间接互作效应。因此,在进行杂交选育时,针对某个主要性状进行改良也要兼顾其他性状的选择,使之共同协调相互之间关系,通过基因的聚合累加才更有利于快速选择高产优质的品种。

本研究在相关分析的基础上针对不同小麦品种在山西种植的生育期进行了遗传变异分析,48个品种从生育期变异系数上来看中期生长阶段>生殖生长期>营养生长期,说明在小麦营养生长与生殖生长并进时期不同品种间的变异较大,本研究材料中,该性状的遗传基础广泛,明确该性状对产量的影响,有助于更好地改良当地小麦品种。此外,在育种工作中,要结合当地无霜期、有效积温等综合指标合理选择亲本。

归入同一类的品种,彼此之间遗传距离较小,而不同类的品种间具有较大差异。因此,杂交亲本选配不宜在群内而应在群间选择^[16]。本研究通过聚类分析将48个品种(系)分为四大类群,高产、超高产类群虽在株高上与其他两类无显著差异,但均表现为每穗小穗数、穗粒数多的特征,说明在山西小麦高产育种中,在保证穗数的情况下,增加每穗小穗数从而提高穗粒数是山西小麦改良的重要途径。研究表明:这12份材料可以作为理想的高产亲本,而低产、中产类型小麦可以通过改良穗部特征来最终实现高产的目的。

参考文献:

- [1] 姬玉梅,王岭.化控剂对小麦矮抗58农艺和产量性状的影响[J].吉林农业科学,2015,40(2):31-33.
- [2] 李延红,陈晓燕,韩卓,等.小麦种子中淀粉水解酶同工酶生化特性研究[J].吉林农业科学,2014,39(1):33-36.
- [3] 尹会会,李秋芝,李海涛,等.134份国外陆地棉种质主要农艺性状与纤维品质性状的遗传多样性分析[J].植物遗传资源学报,2017,18(6):1105-1115. (下转第37页)

- 安徽农业科学,2015,43(25):61.
- [8] 杨宝林,刘海洋,王媛花.波斯菊与观赏向日葵轮作栽培技术及观赏性研究[J].江苏农业科学,2015(11):260-262.
- [9] Naik, K B, Nataraj, S K, Kumar, D P, et al. Evaluation of ornamental sunflower for value addition[J]. Journal of Horticultural Sciences, 2018. 13(1): 116-118.
- [10] 金卫峰.观赏向日葵在上海园林中的应用研究[J].海峡科技与产业,2017(7):202-203.
- [11] 金珠理达,王顺利,刘克锋,等.牛粪不同堆肥处理对观赏向日葵生长发育的影响[J].北方园艺,2010(6):49-52.
- [12] 吴建设,钟淮钦.观赏向日葵景观营造种植技术[J].福建农业科技,2016(9):52-54.
- [13] 陈 婧.北方寒地黑土 A 级绿色食品食用向日葵高产优质栽培技术[J].农业开发与装备,2016(1):147.
- [14] 杨志娟,赵光英,陈冠铭,等.热带地区切花向日葵栽培技术规程[J].农业工程技术·温室园艺,2013(9):32-33.
- [15] 赵光英,陈泰教,陈冠铭.三亚地区切花向日葵栽培管理技术[J].广东农业科学,2011(16):22,25.
- [16] 王德刚.观赏向日葵栽培技术[J].农民致富之友,2016(5):49.
- [17] 王全华,陈桂云.观赏向日葵栽培技术[J].现代化农业,2013(2):4-5.
- [18] 崔会平.观赏向日葵的栽培[J].中国花卉园艺,2017(12):13-15.
- [19] 陈荣信,朱汉德,徐汉涛.观赏向日葵栽培技术[J].农民致富之友,2013(4):123.
- [20] 孙 伟.观赏向日葵鲜切花栽培与采后保鲜[J].保鲜与加工,2008(2):55-56.
- [21] 黄绪堂.黑龙江向日葵[M].北京:金盾出版社,2015:223.
- (责任编辑:王丝语)

.....

(上接第8页)

- [4] 蒋永超,于立河,薛盈文,等.引进春小麦种质资源与黑龙江省育成品种农艺性状的遗传多样性分析[J].麦类作物学报,2015,35(10):1378-1385.
- [5] 郝晨阳,王兰芬,张学勇,等.我国育成小麦品种的遗传多样性演变[J].中国科学:生命科学,2005,35(5):408-415.
- [6] 任洪雷,李春霞,龚士琛,等.利用SPSS实现玉米杂交种主要农艺性状与产量的相关和通径分析[J].作物杂志,2019(3):86-90.
- [7] 姚国才,姚金保,杨学明,等.长江中下游小麦品种产量性状的遗传相关和通径分析[J].南京农专学报,2002,18(4):11-14.
- [8] 王 瑞,宁 锟,王 怡,等.普通小麦穗部性状的遗传与相关分析[J].河南农业大学学报,1997,31(1):17-22.
- [9] 侯远玉.小麦品种间不同穗粒数与粒重的变异[J].四川农业大学学报,1997,15(2):218-222.
- [10] 许为钢,胡 琳,吴兆苏,等.关中地区小麦品种产量与产量结构遗传改良的研究[J].作物学报,2000,26(3):352-358.
- [11] 谷子明,朱广成.小麦超高产育种主要指标的商榷[J].河南农业科学,2000(11):9.
- [12] 刘新月,裴 磊,董双全,等.冬小麦种质材料主要农艺性状研究[J].中国农学通报,2012,28(33):18-24.
- [13] 王绘艳,史雨刚,马昊翔,等.30份春小麦品系主要农艺性状的聚类分析[J].中国农学通报,2014,30(18):60-64.
- [14] 刘朝辉,李江伟,付 亮,等.黄淮南片小麦产量与构成因素的相关和通径分析[J].浙江农业科学,2013(6):654-655.
- [15] 周玉雪,张金昊,张秀彤,等.大豆矮化突变体 z110 的生理及产量性状分析[J].东北农业科学,2019,44(6):20-23.
- [16] 陈华萍,王照丽,魏育明,等.四川小麦地方品种农艺性状与品质性状的聚类分析[J].麦类作物学报,2006,26(6):29-34.
- (责任编辑:刘洪霞)