

黄淮麦区 4 省小麦种质农艺性状的比较分析

张婷 逯腊虎 杨斌 袁凯 张伟 史晓芳

(山西省农业科学院小麦研究所, 041000, 山西临汾)

摘要 为明确小麦种质资源的遗传差异和特点, 提高其利用效率, 以株高、穗长、小穗数、穗粒数、千粒重 5 个主要农艺性状为指标, 对来自黄淮麦区 4 省(河北、山东、河南和山西)的 263 个小麦品种(系)进行统计分析。显著性分析结果表明, 除穗粒数外, 4 省的小麦种质在其余各农艺性状上差异极显著。变异性分析结果表明, 供试材料的 5 个农艺性状中穗粒数变异系数最大, 小穗数变异系数最小; 4 省中, 河北小麦株高、千粒重的变异系数最小, 穗粒数变异系数最大; 河南小麦穗长、小穗数和穗粒数的变异系数最小, 千粒重变异系数最大; 山东小麦穗长的变异系数最大; 山西小麦株高、小穗数的变异系数最大。相关分析结果表明, 株高与穗长呈极显著正相关, 与小穗数呈极显著负相关; 穗长与小穗数、穗粒数呈极显著正相关; 小穗数与穗粒数呈极显著正相关; 千粒重与穗粒数呈极显著负相关。因此, 在育种实践中, 可根据 4 省小麦种质农艺性状的变异特点筛选符合目标性状的亲本材料, 同时加强种质基因库的更新。

关键词 黄淮麦区; 小麦; 农艺性状; 变异分析

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



小麦(*Triticum aestivum* L.)是我国主要的粮食作物之一, 种植面积仅次于水稻和玉米。黄淮麦区小麦常年种植面积约 1 530 万 hm^2 , 是我国最大的小麦适宜生产区域, 保障该区域小麦高产与稳产对我国粮食安全具有重要意义^[1]。然而, 近年来商业化育种在配制组合时越来越青睐部分大面积推广的高产品种或其衍生系, 造成现有育成品种在形态上趋于同质性^[2], 降低了优良等位基因的遗传多样性^[3-4]。遗传基础狭窄一方面导致小麦产量很难取得大的突破^[5-6], 另一方面也降低了育成品种对不良环境及病害的抵抗能力, 增加了小麦生产安全隐患^[7]。解决这一问题的关键是对黄淮麦区小麦种质资源进行比较鉴定与评价, 从中筛选出地域性及遗传差异较大的优良种质资源进行配制组合^[8], 以提高小麦种质资源遗传多样性, 这对挖掘小麦产量潜力、提高品种的广适性与综合抗性具有重要意义^[9]。

黄淮麦区作为我国小麦主产区, 种质资源的遗

传多样性研究近年来成为热点。武玉国等^[3]利用 SSR 标记对黄淮冬麦区 175 个小麦品种遗传多样性进行聚类分析, 发现多数北京、河北、部分山东和部分山西的品种被聚为一类, 说明这些地区可能存在较多种质资源交流, 品种具有相近的亲缘关系。李艳丽等^[10]利用 55 对 SSR 引物分别对 67 份美国冬小麦品种和 17 份黄淮麦区的小麦品种进行检测, 发现美国品种的遗传多样性高于黄淮冬麦区品种, 说明黄淮冬麦区品种的遗传相似度较高; 李鲜花等^[11]、张帅等^[12]研究也证实国外品种遗传多样性高于黄淮冬麦区品种。然而, 上述研究关于黄淮麦区种质资源遗传多样性分析中山西品种较少, 作为黄淮冬麦区的一份子, 山西地貌类型复杂多样, 境内地势高低起伏异常显著, 独特的气候特征使得山西小麦品种资源具有遗传多样化的特点^[13], 在配制组合时适当引入山西品种, 可有效增加黄淮麦区种质资源遗传多样性。此外, 在保证遗传多样性的基础上, 农艺性状的互补也应给予充分考虑, 这样才能有效缩短育种年限。

鉴于此, 本研究对来源于河北、山东、河南、山西 4 省的 263 份小麦种质资源的株高、穗长、小穗数、穗粒数、千粒重 5 个重要农艺性状进行调查,

作者简介: 张婷, 助理研究员, 主要从事小麦遗传育种研究

逯腊虎为通信作者, 副研究员, 主要从事小麦遗传育种研究

基金项目: 国家重点研发项目(2016YFD0101602); 山西省农业科学院生物育种工程项目(17YZGC013); 山西省重点研发计划项目(201703D211007-10); 山西省面上青年基金(201801D221314)

收稿日期: 2019-04-19; 修回日期: 2019-06-03

旨在了解黄淮麦区不同地域来源小麦种质资源的差异及其变异分布特点, 为提高黄淮片区小麦种质资源利用效率提供理论支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

以黄淮麦区 263 个小麦品种(系)为研究对象, 包括来自河北省 120 份, 河南省 38 份, 山东省 72 份, 山西省 33 份, 详见表 1。

表 1 试验材料名称及来源
Table 1 Names and sources of test wheat materials

编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source	编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source
1	D08-3	河北	38	衡 4568	河北
2	D08-6	河北	39	衡 5011	河北
3	沧州小麦	河北	40	衡 5108	河北
4	邯 00-7086	河北	41	衡 5317	河北
5	邯 05-5092	河北	42	衡 5362	河北
6	邯 05-5093	河北	43	衡 5364	河北
7	邯 07-6092	河北	44	衡 5386	河北
8	邯 09-41344	河北	45	衡 6421	河北
9	邯 105284	河北	46	衡 6632	河北
10	邯 4080	河北	47	衡辐 9103	河北
11	邯 4589	河北	48	衡观 126	河北
12	邯 5092	河北	49	衡观 216	河北
13	邯 6228	河北	50	衡观 33	河北
14	邯 6736	河北	51	衡观 35	河北
15	邯 7095	河北	52	冀 5265	河北
16	邯早 1 号	河北	53	冀 729	河北
17	邯麦 13	河北	54	冀麦 112	河北
18	邯农 2312	河北	55	冀麦 22	河北
19	邯农 351	河北	56	冀麦 30	河北
20	邯生 923	河北	57	冀麦 325	河北
21	嵩优 5766	河北	58	冀麦 518	河北
22	嵩优 1718	河北	59	冀麦 585	河北
23	嵩优 5218	河北	60	冀麦 729	河北
24	河农 5290	河北	61	冀麦 867	河北
25	河农 9211	河北	62	冀糯 200	河北
26	河农 9311	河北	63	冀师 02-1	河北
27	河农 T609	河北	64	金丰 7183	河北
28	衡 07-5114	河北	65	金禾 8431	河北
29	衡 07-5205	河北	66	金禾 9123	河北
30	衡 08 观 29	河北	67	津 07006	河北
31	衡 09 观 76	河北	68	津 07214	河北
32	衡 10-5218	河北	69	科 0901	河北
33	衡 10929-2	河北	70	科农 1006	河北
34	衡 1303	河北	71	科农 199	河北
35	衡 4399	河北	72	科农 2009	河北
36	衡 4422	河北	73	科农 3106	河北
37	衡 4444	河北	74	科遗 6014	河北

续表 1 Table 1 (continued)

编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source	编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source
75	廊研 3611	河北	124	存麦 1 号	河南
76	轮选 103	河北	125	存麦 8 号	河南
77	山农 0911	河北	126	华育 116	河南
78	师农 08-2	河北	127	华育 198	河南
79	师农 08-4	河北	128	俊达 129	河南
80	师农 10-1	河北	129	浚 2016	河南
81	石 02-6207	河北	130	开麦 18	河南
82	石 03y119	河北	131	开麦 20	河南
83	石 05-6678	河北	132	兰考矮早 8	河南
84	石 06-6136	河北	133	轮选 5191	河南
85	石 08-4741	河北	134	洛早 13	河南
86	石 1109-4366	河北	135	洛早 7 号	河南
87	石 11-5139	河北	136	平安 9 号	河南
88	石 4185	河北	137	神麦 1 号	河南
89	石 6172	河北	138	天民 298	河南
90	石 6207	河北	139	新麦 0208	河南
91	石 6228	河北	140	许科 316	河南
92	石 6678	河北	141	许科 718	河南
93	石 7394	河北	142	豫安 x208	河南
94	石 8 号	河北	143	中原之星	河南
95	石 909-4366	河北	144	众麦 998	河南
96	石 B05-6507	河北	145	周麦 16	河南
97	石 B05-6678	河北	146	周麦 17	河南
98	石 B05-7388	河北	147	周麦 18	河南
99	石 B07-4056	河北	148	周麦 19	河南
100	石 H06-402	河北	149	周麦 20	河南
101	石 H083-366	河北	150	周麦 22	河南
102	石 H09-4366	河北	151	周麦 23	河南
103	石 H09-7075	河北	152	周麦 24	河南
104	石麦 15	河北	153	周麦 25	河南
105	石麦 18	河北	154	周麦 26	河南
106	石新 633	河北	155	周麦 27	河南
107	石新 733	河北	156	周麦 30	河南
108	石新 811	河北	157	周麦 31	河南
109	石优 17	河北	158	周麦 32	河南
110	石优 20	河北	159	980402	山东
111	邢 04-1135	河北	160	DH155	山东
112	邢 531	河北	161	LS4223	山东
113	邢麦 10 号	河北	162	LS4697	山东
114	邢麦 11	河北	163	ls6045	山东
115	邢麦 12	河北	164	LS6109	山东
116	邢麦 13 号	河北	165	SH299	山东
117	邢麦 17	河北	166	济 06-7251	山东
118	邢台 456	河北	167	济麦 06037	山东
119	硬 B216-6	河北	168	济麦 06039	山东
120	硬早 2018	河北	169	济麦 17	山东
121	矮抗 58	河南	170	济麦 18	山东
122	百农 207	河南	171	济麦 19	山东
123	存麦 12 号	河南	172	济麦 20	山东

续表1 Table 1 (continued)

编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source	编号 No.	品种(系) Variety (Line)	来源 Source
173	济麦 22	山东	219	泰山 D44304	山东
174	济麦 23	山东	220	汶农 14	山东
175	济麦 6097	山东	221	汶农 19	山东
176	济麦 6487	山东	222	鑫麦 296	山东
177	济麦 7251	山东	223	烟 09135	山东
178	济南 16	山东	224	烟 6172	山东
179	莱麦 9818	山东	225	烟 99102	山东
180	良星 162	山东	226	烟农 19	山东
181	良星 619	山东	227	烟农 23	山东
182	良星 66	山东	228	烟农 25	山东
183	良星 77	山东	229	泽麦 2 号	山东
184	良星 99	山东	230	洲元 9369	山东
185	聊麦 19	山东	231	04R252	山西
186	临麦 4 号	山东	232	04R345	山西
187	鲁济 18	山东	233	晋麦 31	山西
188	鲁麦 21	山东	234	晋麦 47	山西
189	鲁麦 22	山东	235	晋麦 65	山西
190	鲁麦 23	山东	236	晋麦 78	山西
191	鲁麦 5 号	山东	237	晋麦 79	山西
192	鲁麦 7 号	山东	238	晋麦 83	山西
193	农大 992600	山东	239	临 y012	山西
194	齐麦 2 号	山东	240	临 y8159	山西
195	山农 0911	山东	241	临汾 6028	山西
196	山农 10-2	山东	242	临早 6101	山西
197	山农 2149	山东	243	临抗 14	山西
198	山农 22	山东	244	临抗 22	山西
199	山农 23	山东	245	临抗 4058	山西
200	山农矮 2 号	山东	246	临抗 5067	山西
201	泰 95-1	山东	247	临抗 5069	山西
202	泰高 4682	山东	248	临抗 6180	山西
203	泰麦 18	山东	249	临选 6109	山西
204	泰麦 1 号	山东	250	临优 2069	山西
205	泰农 173	山东	251	临远 3158	山西
206	泰农 18	山东	252	临远 8 号	山西
207	泰农 2419	山东	253	临运 13 号	山西
208	泰农 243	山东	254	尧麦 16	山西
209	泰农 2987	山东	255	运早 20410	山西
210	泰农 7018	山东	256	运早 5301	山西
211	泰农 8681	山东	257	运早 805	山西
212	泰农 9862	山东	258	运麦 07 号 46	山西
213	泰山 21	山东	259	运麦 08-1	山西
214	泰山 22	山东	260	运麦 08-178	山西
215	泰山 4241	山东	261	运麦 288	山西
216	泰山 4606	山东	262	运麦 494	山西
217	泰山 5 号	山东	263	长 5581	山西
218	泰山 9818	山东			

1.2 试验设计

试验于 2016–2017 和 2017–2018 两个年度在山西省农业科学院小麦研究所试验基地进行, 土壤

肥力中等, 全生育期灌溉 3 次, 每次 150m³, 田间管理措施同大田。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 每份材料种植 2 行, 行长 2m, 行距 20cm, 株距 5cm。成熟后每份材料选取 5 株代表性植株收获并进行室内考种, 调查株高、穗长、小穗数、穗粒数及千粒重。

1.3 数据分析

以两个年度 5 个农艺性状的平均值作为统计分析的原始数据, 采用 DPS 软件计算其平均值、最小值、最大值、标准差和变异系数, 并进行差异显著性分析、变异性分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 农艺性状的显著性分析和变异性分析

为了解不同来源供试材料的农艺性状表现和变异情况, 对 4 个省份小麦 5 个农艺性状基本参数进行差异显著性分析与频数分布分析。

2.1.1 株高 如表 2 和图 1 所示, 4 省小麦种质的平均株高排序为山西>山东>河北>河南。山西平均株高最高, 河南最低。山西小麦的株高极显著高于山东、河北、河南; 山东与河北小麦株高差异不显著, 但均极显著高于河南。其中, 山西小麦株高的变异系数最大, 河北变异系数最小; 山西株高较高, 主要集中在 70.00~79.99cm, 河北、河南和山东株高主要分布在 60.00~69.99cm。

2.1.2 穗长 从表 2 和图 1 可看出, 4 省小麦种质平均穗长的排序为山西>河北>山东>河南。山西平均穗长最长, 河南穗长最短。山西小麦穗长极显著高于河北、山东及河南; 河北极显著高于山东、河南; 山东与河南之间无显著差异。其中, 山东小麦穗长的变异系数最大, 河南最小; 河北、山东及河南小麦穗长主要分布在 8.00~8.99cm, 山西穗长偏长, 主要集中在 9.00~9.99cm。

2.1.3 小穗数 从表 2 和图 1 得知, 4 省小麦种质平均小穗数的排序为河南>河北>山西>山东。河南平均小穗数最高, 山东最低。河南小穗数极显著高于河北、山西及山东, 后 3 者之间无显著差异。其中, 山西小麦小穗数变异系数最大, 河南最小; 河南小穗数为 21 个的材料在本省占比最高, 河北、山东、山西占比最高的小穗数材料分别为 20、19、18 个。

2.1.4 穗粒数 如表 2 和图 1 所示, 4 省小麦种质

表 2 4 省小麦种质 5 个农艺性状的表现及变异
Table 2 Five agronomic traits performance and variation of wheat germplasms in four provinces

性状 Trait	统计参数 Statistical parameter	河北 Hebei	河南 Henan	山东 Shandong	山西 Shanxi	全部材料 Total materials
株高 Plant height (cm)	最小值 Min	54.67	49.00	55.67	64.67	49.00
	最大值 Max	82.00	90.00	90.33	93.67	93.67
	平均值 Mean	68.43bB	62.07cC	68.93bB	77.31aA	68.76
	标准差 SD	4.57	7.10	5.43	8.86	7.07
	变异系数 CV (%)	6.68	11.44	7.88	11.46	10.27
穗长 Spike length (cm)	最小值 Min	6.73	7.20	6.07	7.50	6.07
	最大值 Max	11.57	10.23	10.70	10.73	11.57
	平均值 Mean	8.83bB	8.49cC	8.54cC	9.30aA	8.76
	标准差 SD	0.81	0.70	0.87	0.79	0.84
	变异系数 CV (%)	9.17	8.21	10.24	8.53	9.65
小穗数 Spikelet number	最小值 Min	15.67	17.33	16.00	16.00	15.67
	最大值 Max	23.00	22.67	22.33	22.33	23.00
	平均值 Mean	19.26bB	20.43aA	18.88bB	19.14bB	19.31
	标准差 SD	1.36	1.26	1.38	1.36	1.45
	变异系数 CV (%)	7.07	6.17	7.29	8.14	7.53
穗粒数 Grains per spike	最小值 Min	33.67	29.00	35.33	33.67	29.00
	最大值 Max	69.00	59.33	65.33	65.00	69.00
	平均值 Mean	48.27aA	47.91aA	47.82aA	49.01aA	48.19
	标准差 SD	7.28	6.14	6.46	7.29	6.88
	变异系数 CV (%)	15.09	12.81	13.50	14.87	14.27
千粒重 1000-grain weight (g)	最小值 Min	35.58	42.10	40.33	46.30	35.58
	最大值 Max	59.98	62.05	58.48	58.18	62.05
	平均值 Mean	48.48cC	51.11aA	49.24bB	51.06aA	49.39
	标准差 SD	0.62	4.63	3.68	3.09	4.13
	变异系数 CV (%)	4.21	9.05	7.47	6.05	8.36

注：不同小写字母表示材料间达到 0.05 显著水平，不同大写字母表示材料间达到 0.01 极显著水平
Note: Different small letters indicate significant difference at 0.05 levels, different capital letters indicate extremely significant difference at 0.01 levels

平均穗粒数的排序为山西>河北>河南>山东，山西最高，山东最低，但 4 省之间平均穗粒数差异不显著。其中，河北穗粒数变异系数最大，河南最小；4 省小麦穗粒数均以 41~50 粒居多。

2.1.5 千粒重 如表 2 和图 1 所示，河南小麦平均千粒重最高，山西第 2，山东第 3，河北最低。河南与山西之间平均千粒重无显著差异，但均极显著高于山东、河北；河北、山东间平均千粒重存在极显著差异。其中，河南千粒重变异系数最大，河北最小。河北、山东大多数小麦材料的千粒重在 46~50g，河南、山西的千粒重较另外 2 省高，主要集中在 51~55g。

2.2 农艺性状的相关性分析

5 个主要农艺性状间的相关性分析如表 3 所示，4 对性状达到了极显著正相关水平，2 对达到了极显著负相关水平。其中，株高与穗长呈极显著正相关，与小穗数呈极显著负相关。这说明，当株高增加，穗长变长，但小穗数随株高的增加而减少。穗

表 3 5 个农艺性状间的相关性系数
Table 3 Correlation coefficient of five agronomic traits

性状 Trait	株高 Plant height	穗长 Spike length	小穗数 Spikelet number	穗粒数 Grains per spike
穗长 Spike length	0.37**			
小穗数 Spikelet number	-0.17**	0.20**		
穗粒数 Grains per spike	-0.04	0.22**	0.62**	
千粒重 1000-grain weight	0.10	0.04	-0.11	-0.21**

注：“**” $P < 0.01$ Note: “**” $P < 0.01$

长与小穗数、穗粒数呈极显著正相关，小穗数与穗粒数呈极显著正相关，千粒重与穗粒数呈极显著负相关。这说明当穗长增加，小穗数、穗粒数随之增加，但穗粒数的增加会使千粒重降低。

3 讨论

中国小麦育种工作的进展和突破依赖于关键性种质资源的发现和利用^[14]。近年来，即使分子技术飞速发展，小麦品种改良的快速进展很大程度上仍

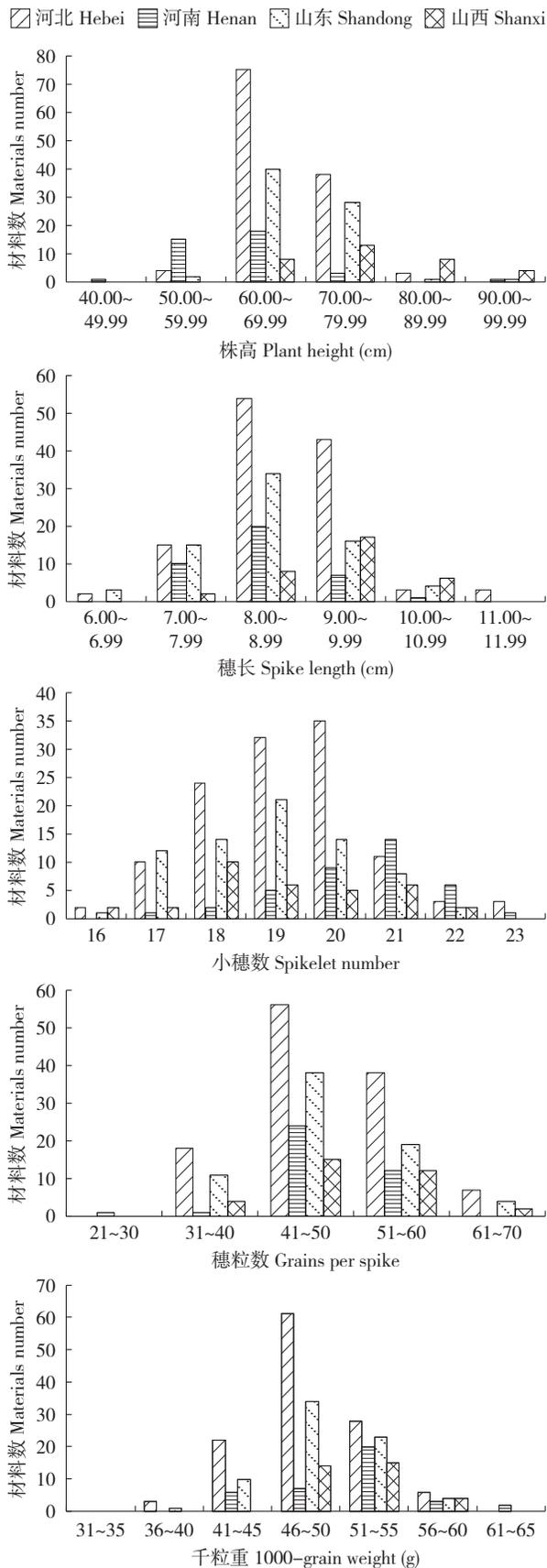


图1 4省供试小麦各性状表现的频数分布
Fig.1 Frequency distribution of various traits of tested wheat germplasm in four provinces

取决于对农艺性状的研究^[15]。对黄淮麦区小麦种质资源重要农艺性状进行比较分析,有利于充分了解育种材料的遗传背景和变异特点^[16],明确各省主栽品种的优点与不足,在配制组合时可以充分利用各省种质的优势,进而提高育种效率^[2]。

种质资源重要农艺性状间的差异显著性、变异系数及分布频数反映其遗传变异程度。本研究发现,除穗粒数性状外,小麦种质在其余性状上差异显著或极显著。山东、河北的小麦株高差异不显著,但均极显著高于河南的小麦品种,低于山西的品种。河南小麦材料的穗长与山东之间差异不显著,但均显著低于河北和山西。河南、山西的千粒重都极显著高于河北、山东,河北极显著低于山东。河南材料的小穗数显著高于其他3省。吴儒刚等^[17]对华北4省小麦品种的农艺性状显著性分析结果与本研究基本一致,但在一些性状上存在着一定的差异,如在千粒重性状上,其结果与本研究结论差异较大,一方面可能由于所选供试材料的差异导致,另一方面则可能是河南省的小麦材料在北引的过程中,抗逆能力减弱,对栽培环境敏感所致。

变异系数是反映各农艺性状变异程度的统计量,在配制亲本时,可以从变异系数较大的农艺性状中选择材料作为亲本进行遗传改良^[18]。本研究发现,263份小麦种质5个农艺性状的变异范围为4.21%~15.09%,整体变异幅度不大,表明黄淮麦区供试材料的遗传多样性不高,这与李艳丽等^[10]、李鲜花等^[11]和张帅等^[12]研究结果相似。5个农艺性状中,穗粒数的变异系数最大,在该性状上供试材料之间存在较大差异;而小穗数、千粒重变异系数较小,可能是由于相同的育种目标使得育种家在长期的育种过程中人为地选择相似的目标性状,导致其在育种过程中逐步趋于稳定,造成配制组合时后代中出现千粒重和小穗数超亲分离的概率较低。本研究与任欣欣等^[16]对小麦品种主要农艺性状的变异分析结果基本一致,即穗粒数的变异系数较大、穗长的变异系数居中等水平、千粒重的变异系数很小。山西供试材料株高、小穗数的变异系数最大;河南穗长、小穗数和穗粒数的变异系数最小,千粒重的变异系数最大;河北株高、千粒重的变异系数最小,穗粒数的变异系数最大;山东穗长的变异系数最大。相关分析结果表明,株高的增加会导致小穗数的减少,进而影响穗粒数的增加。这与姚盟

等^[19]和张明响^[20]的研究结果基本一致。任雅琴等^[21]研究表明黄淮海区株高在 75~85cm 的小麦不易倒伏, 有利于实现高产。由于山西省品种(系)资源株高普遍偏高, 存在倒伏的可能, 因此, 在后代选择时可以选择株高适合的品种(系)。本研究认为, 在育种过程中可以合理利用河南省的矮秆资源进行亲本配制, 改善山西省材料高秆易倒伏的风险, 同时综合协调好产量三要素之间的关系, 实现高产育种的目标。

综上所述, 在选择育种亲本时, 选择农艺性状差异较大的品种可能产生更大的杂种优势, 在今后的育种工作中, 合理利用黄淮海区 4 省小麦种质资源农艺性状的特征及变异特点筛选符合目标性状的育种材料配制杂交组合, 并通过加强地方种质资源利用的方式不断扩充种质基因库^[22], 对于破解当前黄淮海区小麦生产上种质资源遗传多样性不高^[12,19,23]的困局、实现小麦育种水平上质的飞跃具有重要作用。

参考文献

- [1]茹振钢, 冯素伟, 李淦. 黄淮海区小麦品种的高产潜力与实现途径. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3388-3393.
- [2]刘丽华, 庞斌双, 刘阳娜, 等. 2009-2014年冬小麦区域试验品系的遗传多样性及群体结构分析. 麦类作物学报, 2016, 36(2): 165-171.
- [3]武玉国, 吴承来, 秦保平, 等. 黄淮冬麦区 175 个小麦品种的遗传多样性及 SSR 标记与株高和产量相关性状的关联分析. 作物学报, 2012, 38(6): 1018-1028.
- [4]刘路平, 朱传杰, 简俊涛, 等. 黄淮海区小麦新品种(系)的遗传多样性分析. 麦类作物学报, 2013, 33(6): 1128-1133.
- [5]何中虎, 夏先春, 陈新民, 等. 中国小麦育种进展与展望. 作物学报, 2011, 37(2): 202-215.
- [6]李振声. 我国小麦育种的回顾与展望. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 1-4.
- [7]邵千顺, 王斐, 王克雄, 等. 旱地冬小麦种质资源多样性评价. 江苏农业科学, 2018, 46(15): 45-48.
- [8]王升星, 朱玉磊, 张海萍, 等. 小麦育种亲本材料 SSR 标记遗传多样性及其亲缘关系分析. 麦类作物学报, 2014, 34(5): 621-627.
- [9]傅晓艺, 张士昌, 李孟军, 等. 18 个黄淮海地区推广冬小麦品种的遗传多样性分析. 麦类作物学报, 2014, 34(1): 43-47.
- [10]李艳丽, 孙树贵, 武军, 等. 部分美国及我国小麦品种的遗传多样性分析. 麦类作物学报, 2012, 32(6): 1066-1071.
- [11]李鲜花, 刘永华, 刘辉, 等. 我国黄淮冬麦区小麦品种与美国冬小麦品种的遗传多样性比较. 麦类作物学报, 2014, 34(6): 751-757.
- [12]张帅, 庞玉辉, 王征宏, 等. 小麦种质资源农艺性状变异及其遗传多样性分析. 作物杂志, 2018(2): 44-51.
- [13]雷梦林, 刘霞, 冯瑞云, 等. 山西省冬小麦地方种主要农艺性状的遗传多样性分析. 分子植物育种: 1-17. [2019-11-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.s.20190327.1157.016.html>.
- [14]柴永峰, 李秀绒, 赵智勇, 等. 国外小麦种质资源农艺性状及品质性状的多样性分析. 农学学报, 2013, 3(9): 1-8.
- [15]王林海, 王晓伟, 詹克慧, 等. 黄淮海区部分小麦种质资源农艺性状的聚类分析. 中国农学通报, 2008(4): 186-191.
- [16]任欣欣, 姚占军, 岳艳丽, 等. 黄淮海区四省份小麦品种的农艺性状及遗传多样性分析. 华北农学报, 2010, 25(1): 94-98.
- [17]吴儒刚, 范业泉, 刘鹏, 等. 华北地区小麦品种农艺性状比较分析. 安徽农业科学, 2014, 42(7): 1956-1962.
- [18]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. 麦类作物学报, 2015, 35(10): 1378-1385.
- [19]姚盟, 张玲丽, 冯毅, 等. 黄淮海区小麦新品系主要农艺性状变异分析. 种子, 2015, 34(9): 66-70.
- [20]张明响. 黄淮海区不同小麦品种的产量及其相关因素分析. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [21]任雅琴, 徐兴林, 吕金仓, 等. 黄淮海区小麦育种方向和策略探讨. 陕西农业科学, 2011, 57(5): 118-120.
- [22]麻珊珊. 2013 年黄淮海区小麦新品系遗传多样性研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [23]潘玉朋, 李立群, 郑锦娟, 等. 黄淮海区近年大面积推广小麦品种的遗传多样性分析. 西北农业学报, 2011, 20(4): 47-52.

Comparative Analysis of Wheat Agronomic Traits in Four Provinces of Huanghuai Wheat Area

Zhang Ting, Lu Lahu, Yang Bin, Yuan Kai, Zhang Wei, Shi Xiaofang

(Wheat Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen 041000, Shanxi, China)

Abstract In order to clarify the genetic differences and characteristics of wheat germplasms and improve their utilization efficiency, 263 wheat germplasms from four provinces (Hebei, Shandong, Henan, and Shanxi) in the Huanghuai wheat area were used in this study. Statistical analysis was carried out on five major agronomic traits, including plant height, spike length, spikelet number, grains per spike and 1000-grain weight. The results showed that except for the grains per spike, the wheat germplasms of the four provinces were extremely different among the other agronomic traits. The variability analysis showed that the five agronomic traits of the tested materials had a certain variation range,

among which the coefficient of variation of grains per spike was the largest, and the spikelet number was the smallest. Among the four provinces, Hebei's plant height and 1000-grain weight had the smallest coefficient of variation, and the grains per spike had the largest coefficient of variation. Henan's spike length, spikelet number and the grains per spike had the smallest coefficient of variation, the 1000-grain weight had the largest coefficient of variation. Shandong's coefficient of variation of spike length was the longest; Shanxi's plant height, spikelet number has the largest coefficient of variation. Correlation analysis showed that plant height was significantly positively correlated with spike length, and a significant negative correlation with spikelet number; spike length was significantly positively correlated with spikelet number, grains per spike; spikelet number was significantly positively correlated with spikelet number; 1000-grain weight was significantly negatively correlated with spikelet number. For breeding practice, the parent materials that meet the target traits can be screened according to the variations of the agronomic traits of the wheats from the four provinces as well as strengthen the germplasm gene pool.

Key words Huanghuai wheat area; Wheat; Agronomic traits; Variation analysis