

黄淮旱地冬小麦主要性状演变规律研究

杨子光¹ 郭利磊² 张珂¹ 孙军伟¹ 孟丽梅¹

(¹ 洛阳农林科学院, 471022, 河南洛阳; ² 全国农业技术推广服务中心, 100125, 北京)

摘要 分年代系统地总结了我国黄淮冬麦区 2000–2017 年旱地冬小麦区域试验 233 份参试材料共 339 次试验的产量变化差异, 分析对比区域试验对照品种、参试品系产量差异和遗传变异情况, 提出了“3 年 1 小旱, 5 年 1 大旱”的气候特点是旱地小麦品种选育和产量水平均衡提高的严重障碍, 适于较强干旱条件下的抗旱品种、节水节雨品种和优质强筋品种的选育是我国黄淮冬麦区旱地小麦育种当前和今后的主要发展方向。探讨了我国黄淮旱地冬小麦区域试验参试品系和通过国审育成品种产量潜力、变异范围、品质类型等方面的进展和育种研究中存在的问题。

关键词 旱地; 冬小麦; 性状演变; 育种

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



小麦是我国主要粮食作物之一, 常年种植 0.23 亿 hm^2 左右, 其中近 1/3 面积因水源、田间工程和地形等因素限制完全没有灌溉条件, 属旱地小麦, 主要分布在河南、山西、陕西、河北、山东、甘肃和宁夏 7 个省区, 其中 80% 的面积集中在我国黄淮冬麦区。受全球气候变暖的影响, 黄淮冬麦区小麦生长期以干旱为主的自然灾害发生的频率和严重程度逐年增加^[1-3]。从 2007 年至今, 我国北方冬麦区连续发生冬、春季干旱, 小麦稳产性严重下降, 仅 2008 年和 2011 年全国小麦受旱面积就分别高达 0.11 亿和 0.08 亿 hm^2 , 造成旱地小麦产量大幅度减产。旱区小麦持续增产与优良品种的选用息息相关, 在区域试验阶段研究旱地小麦品种的性状特点和抗旱适应性, 是检验育种选择是否成功的关键。育种进程的重要环节离不开区域试验, 区域试验的结果(品种性状表现)与审定标准引导着育种方向。因此, 研究区域试验冬小麦品种性状的演变趋势, 探讨性状间内在的遗传变异规律, 对提高育种选择效率具有非常重要的指导作用。

目前, 我国小麦品种区域试验共设置 10 组, 其中冬麦 8 组, 春麦 2 组。在冬麦组中, 黄淮冬麦区旱地组设置早肥组和早薄组, 占冬麦组 1/4。本研究通过对国家黄淮旱地冬小麦区域试验 17 年(2000–2017 年)小麦资料进行汇总和统计分析,

研究我国黄淮冬麦区旱地小麦品种不同性状的演变规律, 旨在为我国黄淮冬麦区旱地小麦新品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料由国家黄淮冬麦区旱地组参试单位提供。

1.2 试验设计

黄淮冬麦区旱地组 2000–2017 年 17 年的小麦新品种(系)区域试验性状的汇总结果, 按照区域试验年度与设置将 17 年资料分为“十五”、“十一五”、“十二五”和“十三五”前 2 年 4 个时间段; 并按照品种类型分为“早肥品种”和“早薄品种”, 分别探讨对照品种、新育参试品系和通过审定品种的产量水平、产量潜力及变异范围。

1.3 数据分析

应用 Excel 和 DPS v7.05 对参试材料的各类试验结果进行统计分析^[4]。

2 结果与分析

2.1 黄淮冬麦区旱地小麦区域试验产量状况与变化趋势

2.1.1 对照品种在区域试验中的产量变化及作用
国家黄淮冬麦区 17 年旱地区域试验不同年份采用

作者简介: 杨子光, 主要从事旱地小麦筛选鉴定, E-mail: guanggg2013@126.com

基金项目: 农业部农业财政专项——国家黄淮冬麦区旱地组区域试验; 河南小麦体系遗传育种岗位专家(S2010-01-02)

收稿日期: 2019-10-16; 修回日期: 2019-11-29; 网络出版日期: 2020-07-16

的 3 个对照品种 (晋麦 47、洛旱 2 号和洛旱 7 号) 区域试验的籽粒产量结果如图 1 所示。

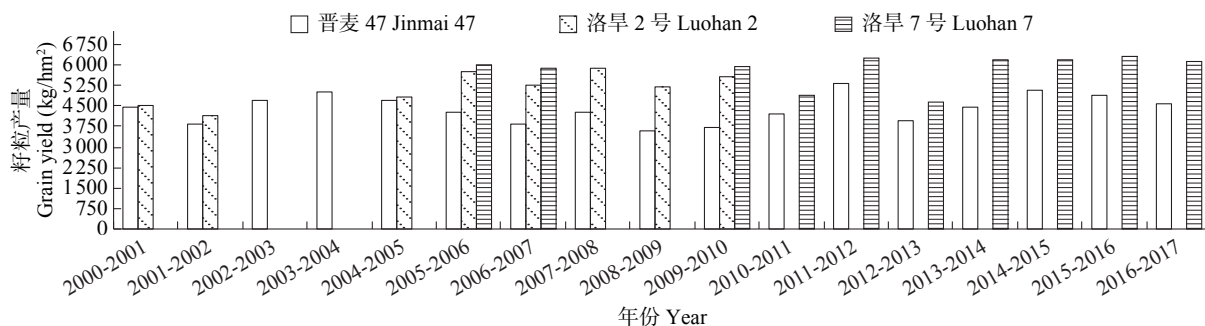


图 1 黄淮旱地冬小麦品种 2000–2017 年区域试验对照品种产量

Fig.1 The yield of control varieties of winter wheat in Huang-Huai dryland regional test during 2000 to 2017 years

由于区域试验对照品种的应用在若干时间段内是相对一致的, 因此, 对照品种籽粒产量的差异反映该时段内年际间气候干旱变化等非品种基因型影响的差异, 这种差异在旱地小麦中表现极为明显, 而且绝大多数差异取决于不同年份干旱程度的影响。从图 1 可知, 3 个对照品种产量变化的总体差异相对较一致, 由高到低为洛旱 7 号 (旱肥组) > 洛旱 2 号 (旱肥组) > 晋麦 47 (旱薄组)。但从年际间籽粒产量变化幅度来看, 同一对照品种在不同年份增减产差异明显, 籽粒产量变化幅度与总体产量排列顺序正好相反, 即晋麦 47 (旱薄组) > 洛旱 2 号 (旱肥组) > 洛旱 7 号 (旱肥组)。统计各对照品种 2000–2017 年产量平均值±标准差和变异系数, 发现洛旱 7 号、洛旱 2 号和晋麦 47 品种平均产量及变幅依次为 $4\,406.7 \pm 502.35$ 、 $5\,139.0 \pm 602.40$ 和 $5\,841.0 \pm 580.05 \text{ kg/hm}^2$, 其变异系数依次为 11.40%、11.72% 和 9.93%。产量平均值±标准差反映不同对照品种年际间的遗传稳定性, 晋麦 47 最低, 洛旱 7 号最高, 洛旱 2 号居中; 变异系数反映品种年际间差异的遗传力的变异性, 通过比对可知, 3 个对照品种年际间遗传基础相对稳定。对照品种产量的差异主要是基于不同年份环境差异所致, 其中旱薄组对照种晋麦 47 的产量均值低、变异系数大; 旱肥组对照种洛旱 7 号产量均值高、变异系数小; 说明旱地小麦易受干旱气候影响, 产量低、年际变幅大、遗传稳定性差。抗旱稳产型品种选育的难度远大于水地高产型品种, 因此, 在旱薄地上的选择鉴定难度更大。

进一步整理分析黄淮旱地历年区域试验气象资料^[5-13], 并与连续参试 17 年的对照种晋麦 47 的产量结果比对, 发现我国黄淮旱地冬麦区 17 年来, 丰水年 10 年、干旱年 2 年 (2008–2010 年)、干旱

欠收年 3 年、干旱冻害年 2 年。综合比较发现, “3 年 1 小旱, 5 年 1 大旱” 的干旱气候特点是旱地小麦生产和品种评价筛选的严重障碍, 这种变化不定的逆境胁迫影响, 造成旱地区域试验参试品种鉴定评价以及旱地育种选择的难度远超过了水地区域试验和育种难度。

2.1.2 区域试验历年产量结果及其变化趋势 黄淮冬麦区 2000–2017 年旱地区域试验参试品种 (系) 包括对照品种在内共 339 份, 历年各区域试验组所有参试品种 (系) 平均产量见图 2。为了便于比较, 同时将后 12 年 (2006–2017 年) 分设的旱肥与旱薄 2 组区域试验各参试品种的实际产量均值合并加权平均, 求得后 12 年的合并均值与前 5 年 (2000–2005 年) 均值一并作为黄淮冬麦区旱地区域试验 17 年产量结果 (图 2)。

黄淮旱地区域试验 2000–2017 年, 历史最高产量为 $5\,884.5 \text{ kg/hm}^2$ (2015–2016 年), 最低产量为 $3\,838.5 \text{ kg/hm}^2$ (2001–2002 年), 平均产量为 $4\,932.0 \text{ kg/hm}^2$ 。其中黄淮冬麦区旱肥组区试历史最高产量为 $6\,576.0 \text{ kg/hm}^2$ (2015–2016 年), 最低产量为 $4\,689.0 \text{ kg/hm}^2$ (2012–2013 年), 平均产量为 $5\,790.0 \text{ kg/hm}^2$, 最高产量与最低相差 $1\,887.0 \text{ kg/hm}^2$; 黄淮冬麦区旱薄组区试历史最高产量为 $5\,349.0 \text{ kg/hm}^2$ (2011–2012 年), 最低产量为 $3\,402.0 \text{ kg/hm}^2$ (2008–2009 年), 平均产量为 $4\,318.5 \text{ kg/hm}^2$, 最高产量与最低相差 $1\,947.0 \text{ kg/hm}^2$ 。旱肥与旱薄相比较, 最高产量、最低产量和平均产量分别相差 $1\,227.0$ 、 $1\,287.0$ 和 $1\,471.5 \text{ kg/hm}^2$ 。这种同一区域试验环境内年际间产量水平远高于不同区域试验环境间产量水平, 说明旱地小麦受年际间干旱多变环境影响及多基因遗传控制的复杂性高, 在育种上制定性状目标、进行培育和筛选的难度远比水地育种要复杂的多。

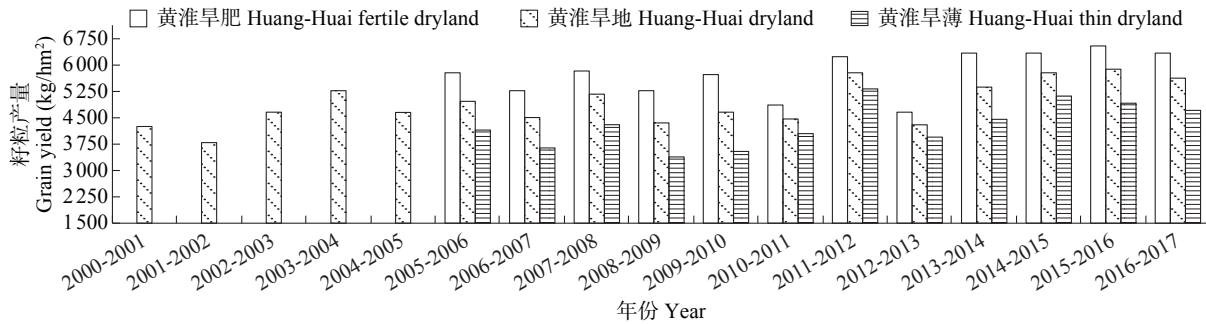


图2 黄淮旱地冬小麦品种区域试验历年平均产量

Fig.2 The average annual yield of winter wheat cultivars in Huang-Huai dryland regional test

2.1.3 区域试验新品系历年参试产量表现及变异

黄淮冬麦区旱地小麦区域试验 2000–2017 年小麦生长年度, 不计对照品种共有 230 个新品系参加了 308 点次试验 (每个品系参试 1~3 年不等)。其中“十五”期间共试验 50 点次, “十一五”期间共试验 102 点次, “十二五”期间 107 点次, “十三五”前 2 年 49 点次。新育参试品系各年度阶段平均产量及其变异情况见图 3 所示。

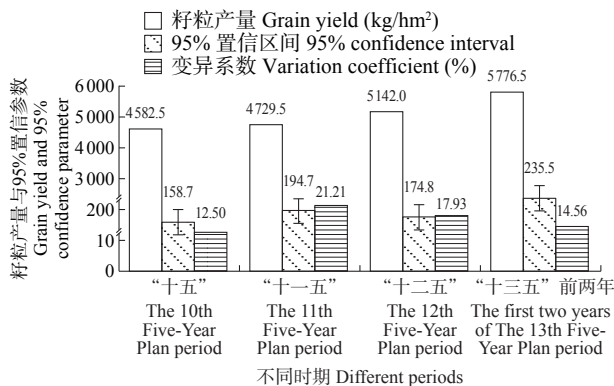


图3 黄淮旱地不同时期新育参试品系产量变化

Fig.3 Yield changes in breeding lines in four different periods on Huang-Huai dryland

从图 3 可以看出, 我国旱地小麦育种产量水平每 5 年至少提升一个台阶, “十五”期间 (4 丰 1 欠年) 平均产量及 95% 置信变化区间为 $4582.5 \pm 158.7 \text{ kg/hm}^2$, “十一五”期间 (2 丰 2 欠 1 平年) 为 $4729.5 \pm 194.7 \text{ kg/hm}^2$, “十二五”期间 (3 丰 2 欠年) 为 $5142.0 \pm 174.8 \text{ kg/hm}^2$, “十三五”前 2 年 (2 丰年) 为 $5776.5 \pm 235.5 \text{ kg/hm}^2$ 。从“十一五”到“十三五”前 2 年期间, 我国旱地小麦育成品系的区域试验籽粒产量水平同比分别增长 3.21%、8.72% 和 12.34%。从新品系遗传变异系数来看, “十一五”期间变异最大, “十二五”期间次之, “十五”期间最小, “十三五”前 2 年期间居中, 分别为 21.21%、17.93%、12.50% 和 14.56%。我国旱地小

麦新育成品系区域试验产量的遗传变异度是随着年代的推移沿着由小到大再到趋于稳定的方向发展, 也就是说, 通过育种家的不断努力, 除气象干旱、非生物逆境胁迫等环境因素影响外, 品系遗传基础狭窄的局面正在逐步得到改善。值得提出的是, 从“十一五”开始, 黄淮冬麦区旱地区域试验设置由原来的 1 个区域试验组调整为旱肥和旱薄 2 个区域试验组, 较科学地排除或消弱了水分和肥力等环境优劣因子交错的干扰, 对鉴定、评价黄淮冬麦区旱地参试品种遗传基础产量及其适应性差异起到了非常有利的促进作用。

2.2 黄淮冬麦区旱地小麦育成品种状况及分析

2.2.1 区域试验新品系参试达标续试及审定情况与分析 黄淮冬麦区旱地区域试验实施 17 年来, 除 3 个对照品种外, 有 230 个新品系先后参加区域试验, 其中参加 1 年区域试验, 淘汰不达标品系 158 个, 1 年区域试验淘汰率为 68.7%; 完成 2 年区域试验或达标升级试验品系 69 个; 完成 3 年区域试验达标品系 4 个, 合计 73 个, 其中旱肥组达标 40 个, 旱薄组达标 33 个, 达标续试率总和为 31.7%, 旱肥达标续试率为 33.6%、旱薄达标续试率为 29.7% (表 1)。

对表 1 数据进一步分析, 发现黄淮冬麦区旱地区域试验新品系参试数, 参试品系达标续试数、达标续试率均随承试年代的延续呈现逐年增多的趋势。这说明随着时代进步和小麦生产形势发展的需求, 旱地小麦育成品系成效及数量的逐年增加。值得强调的是参试品系达标续试率除“十五”期间受参试品基数较少和未区分旱肥、旱薄环境影响而出现虚高外, 从“十一五”开始, 达标续试率逐年大幅度提高, 到“十二五”同比增长 61.7%, 尤其是进入“十三五”后, 仅前 2 年的达标续试率就远超“十二五”5 年总和续试率, 而且通过审定品种数量也提前 3 年达到“十二五”5 年总和审定品种

表 1 黄淮冬麦区旱地小麦 2000—2017 年区域试验参试的新育品系及审定情况统计
Table 1 A profile for each trials of the new breeding varieties and its certificate approved during 2000 to 2017 in Huang-Huai dryland regional tests

时期 Period	品系试验次数 Number of experimented			参试品系数 Number of cultivars experimented			品系达标数 Number of reached standard			通过审定数 Number for certificate of released			品系达标率 Rate of reached standard (%)			审定通过率 Rate for certificate of released (%)			强筋品种数 Number for high-quality strong gluten varieties		
	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland	合计 Total	早肥 Fertile dryland	早薄 Thin dryland
“十五” The 10th Five-Year Plan period	50	25	25	36	18	18	13	7	6	6	4	2	36.1	38.9	33.3	16.7	22.2	11.1	1	1	0
“十一五” The 11th Five-Year Plan period	102	53	49	83	42	41	18	9	9	14	8	6	21.7	21.4	22.0	16.9	19.0	14.6	2	1	1
“十二五” The 12th Five-Year Plan period	107	54	53	77	39	38	27	16	11	12	8	4	35.1	41.0	28.9	15.6	20.5	10.5	3	2	1
“十三五”前 2 年 The first two years of The 13th Five-Year Plan period	49	28	21	34	20	14	15	8	7	12	8	4	44.1	40.0	50.0	35.3	40.0	28.6	0	0	0
合计 Total	308	160	148	230	119	111	73	40	33	44	28	16	31.7	33.6	29.7	19.1	23.5	14.4	6	4	2

数的水平，这充分表明，旱地小麦育种进展速度加快，育成品种达标率逐年提升。

2.2.2 育成品种审定情况与分析 表 2 列出了 2000—2017 年黄淮冬麦区旱地试验审定通过的小麦品种目录。从育成品种（即通过审定的品种）情况看，230 个新育品系先后参加了 17 年黄淮冬麦区旱地试验，最终完成生产试验并通过国家农作物品种审定委员会审定（以下简称“国审”）的品种 44 个，审定通过数占参试品系总数的 19.1%，按年度平均，黄淮冬麦区旱地试验每年平均通过国审品种 2.6 个（表 2）。

从通过审定品种的生态类型看，2000—2017 年，早肥型品种通过国审品种 28 个，早薄型品种通过国审 16 个，国审通过率分别为 23.5% 和 14.4%。按年度平均，早肥型品种年平均国审 1.6 个，早薄型品种年平均国审不足 1 个（0.941 个）；按照审定率类型差异比较，早肥型品种审定通过率明显高于早薄型品种审定率。随年代推进早肥型品种审定通过率增长幅度较稳定，但早薄型品种审定通过率变化差异却相对较大，规律性不强。其原因主要是除了早肥品种育成后应用面相对较大和育种家重视程度较高外，早肥型品种具有相对有益的土壤肥力和水分供应条件（早肥土壤保水能力较高），鉴定筛选受多变气候影响较小，部分性状缺陷

可由水肥条件相对较好的修饰或掩盖，使其遗传变异性状分离稳定相对较易，育种选择效果好、成功率较高等优势。与此相反，早薄型品种受干旱环境影响大且年份间变化复杂，抗旱性又受微效多基因控制，性状选择稳定性差，育种成效相对较低，因此早薄型品种审定通过率相对较低且规律性不强。

从通过审定品种的品质类型看，强筋品种有 6 个，中筋品种有 38 个，没有弱筋品种。强筋和中筋品种通过国审数分别占总参试品系数的 2.6% 和 16.5%、占全国通过品种数的 13.6% 和 86.4%。国审强筋品种按育成年限统计，黄淮冬麦区早肥组区域试验 17 年仅育成 4 个强筋品种，平均 4.25 年审定 1 个；早薄组区试 17 年仅育成 2 个强筋品种，可见抗早强筋优质品种育成难度大。特别是“十三五”前 2 年期间，无论是早肥组还是早薄组，通过国审品种数量虽多，但没有符合强筋标准的品种，说明我国黄淮冬麦区旱地小麦育种的瓶颈仍然是适于较强干旱条件下抗旱品种、节水品种和优质强筋型品种的选育，这比全国水地品种选育难度大。2.2.3 育成品种产量水平及其变异性分析 黄淮冬麦区旱地区域试验 2000—2017 年共通过审定品种 44 个，先后参加区域试验合计 88 年次，按类型和年度统计了审定品种产量均值、产量变化标准差和变异系数（图 4）。

表2 黄淮旱地冬小麦 2000–2017 年品种区域试验通过的国审品种及其分布
Table 2 The distribution of varieties by new breeding during 2000 to 2017 in Huang-Huai dryland regional tests

时期 Period	旱肥 Fertile dryland				旱薄 Thin dryland			
	数量 Number	审定名 Name of released	国审号 Number of released	选育地区 The area of breeding	数量 Number	审定名 Name of released	国审号 Number of released	选育地区 The area of breeding
“十五” The 10th Five-Year Plan period	4	洛旱 2 号 Luohan 2	国审麦 2003016	河南洛阳 Luoyang, Henan	2	长 6154 Chang 6154	国审麦 2003039	山西长治 Changzhi, Shanxi
		长旱 58 Changhan 58	国审麦 2004015	陕西长武 Changwu, Shaanxi		运旱 22-33 Yunhan 22-33	国审麦 2005019	山西运城 Yuncheng, Shanxi
		烟农 21* Yannong 21*	国审麦 2004016	山东烟台 Yantai, Shandong				
		河东 TX006 Hedong TX006	国审麦 2005018	山西运城 Yuncheng, Shanxi				
“十一五” The 11th Five-Year Plan period	8	洛旱 6 号 Luohan 6	国审麦 2006020	河南洛阳 Luoyang, Henan	6	长 6359 Chang 6359	国审麦 2006019	山西长治 Changzhi, Shanxi
		临旱 6 号 Linhan 6	国审麦 2006021	山西临汾 Linfen, Shanxi		西农 928 Xinong 928	国审麦 2008013	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi
		鲁农 116 Lunong 116	国审麦 2006022	山东桓台 Hengtai, Shandong		运旱 20410* Yunhan 20410*	国审麦 2008014	山西运城 Yuncheng, Shanxi
		洛旱 7 号 Luohan 7	国审麦 2007018	河南洛阳 Luoyang, Henan		洛旱 9 号 Luohan 9	国审麦 2009022	河南洛阳 Luoyang, Henan
		洛旱 11 Luohan 11	国审麦 2008020	河南洛阳 Luoyang, Henan		洛旱 13 Luohan 13	国审麦 2009023	河南洛阳 Luoyang, Henan
		石麦 19 Shimai 19	国审麦 2009018	河北石家庄 Shijiazhuang, Hebei		沧麦 6005 Cangmai 6005	国审麦 2010013	河北沧州 Cangzhou, Hebei
		优麦 2 号 Youmai 2	国审麦 2009021	山东泰安 Tai'an, Shandong				
		运旱 618* Yunhan 618*	国审麦 2010012	山西运城 Yuncheng, Shanxi				
“十二五” The 12th Five-Year Plan period	8	衡观 136 Hengguan 136	国审麦 2011017	河北衡水 Hengshui, Hebei	4	晋麦 92 号 Jinmai 92	国审麦 2012012	山西临汾 Linfen, Shanxi
		中麦 175 Zhongmai 175	国审麦 2011018	北京 Beijing		西农 219 Xinong 219	国审麦 2013020	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi
		衡 6632 Heng 6632	国审麦 2013018	河北衡水 Hengshui, Hebei		运旱 115* Yunhan 115*	国审麦 2014014	山西运城 Yuncheng, Shanxi
		烟农 836 Yannong 836	国审麦 2013019	山东烟台 Yantai, Shandong		洛旱 15 Luohan 15	国审麦 2014015	河南洛阳 Luoyang, Henan
		阳光 818* Yangguang 818*	国审麦 2014012	河南漯河 Luohe, Henan				
		山农 26* Shannong 26*	国审麦 2014013	山东泰安 Tai'an, Shandong				
		冀麦 418 Jimai 418	国审麦 2016026	河北石家庄 Shijiazhuang, Hebei				
		青麦 6 号 Qingmai 6	国审麦 2016027	山东青岛 Qingdao, Shandong				
“十三五”前 2 年 The first two years of The 13th Five-Year Plan period	8	中信麦 9 号 Zhongxinmai 9	国审麦 20170020	河北邯郸 Handan, Hebei	4	品育 8161 Pinyu 8161	国审麦 20170022	山西临汾 Linfen, Shanxi
		农大 5181 Nongda 5181	国审麦 20170021	北京 Beijing		晋麦 100 号 Jinmai 100	国审麦 20170023	山西运城 Yuncheng, Shanxi
		洛旱 22 Luohan 22	国审麦 20180058	河南洛阳 Luoyang, Henan		中麦 36 Zhongmai 36	国审麦 20180064	北京 Beijing
		众信 5128 Zhongxin 5128	国审麦 20180059	河北邯郸 Handan, Hebei		长 6990 Chang 6990	国审麦 20180065	山西长治 Changzhi, Shanxi
		山农 25 Shannong 25	国审麦 20180060	山东泰安 Tai'an, Shandong				
		阳光 578 Yangguang 578	国审麦 20180061	河南漯河 Luohe, Henan				
		中信麦 78 Zhongxinmai 78	国审麦 20180062	河北邯郸 Handan, Hebei				
		石麦 28 Shimai 28	国审麦 20180063	河北石家庄 Shijiazhuang, Hebei				

注：“*”表示该品种为强筋小麦品种

Note: “*” means high-quality strong gluten wheat variety

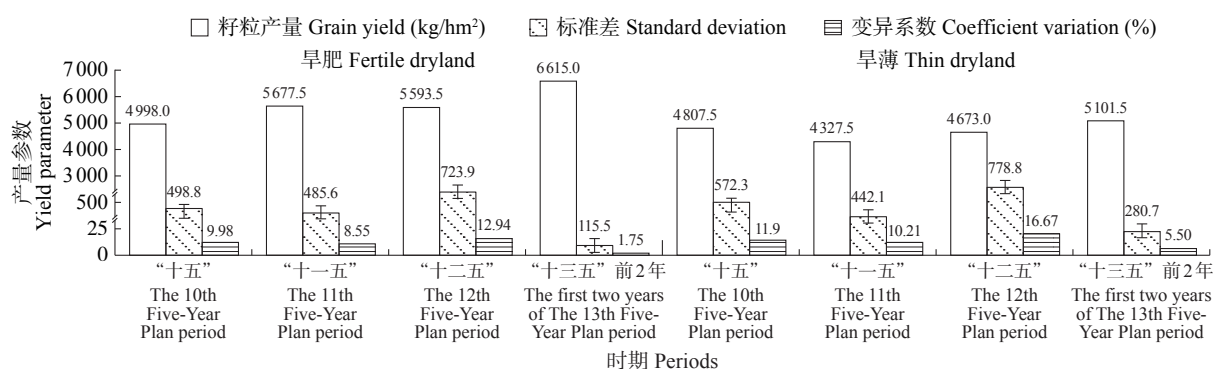


图 4 黄淮冬麦区 2000–2017 年旱地区试通过审定品种产量水平变化图

Fig.4 Yield change of the registered ang approved varieties in Huang-Huai dryland winter wheat regional tests during 2000-2017

从图 4 可以看出,我国黄淮旱地小麦 2000–2017 年来育成品种的产量水平因品种类型和环境气候不同呈现较大差异。特别是旱肥型品种经过“十一五”和“十二五”的 2 个 5 年连续爬坡,到“十三五”前 2 年,单产水平大幅度提高,达到了 $6\,615.0 \pm 115.5 \text{ kg/hm}^2$ 的历史最高水平(与这 2 年均是丰年有一定关系),比“十五”期间明显提高,比“十一五”和“十二五”2 个 5 年连续爬坡水平平均提高了 17.4%。旱薄型品种则是从“十一五”期间开始亦呈现相同趋势,到“十三五”前 2 年期间,育成品种单产水平达到 $5\,101.5 \pm 280.7 \text{ kg/hm}^2$,比“十二五”期间 5 年平均水平提高 9.18%,比“十一五”期间同期水平提高了 7.97%。但“十一五”和“十二五”期间产量较“十五”期间降低,主要是由于“十五”期间未分旱肥品种和旱薄品种,使“十五”期间平均值偏高,而且“十五”期间是 4 个丰产年和 1 个欠年。

另一个明显的趋势就是旱肥型品种产量潜力普遍高于旱薄型品种产量水平。从“十三五”前 2 年期间育成的品种看,旱肥品种最高产量接近 $6\,750 \text{ kg/hm}^2$,旱薄品种最高产量超过 $5\,250 \text{ kg/hm}^2$,二者每公顷产量相差近 $1\,500 \text{ kg}$,这种差异与“十一五”期间的差异($1\,393.5 \text{ kg/hm}^2$)接近,比“十二五”期间的差异(866.1 kg/hm^2)约高 2/3。

从反映产量变化程度的标准差和变异系数看,“十五”到“十三五”前 2 年期间 4 个试验年代除了旱薄组“十一五”期间(2008–2010 年连续 2 年遭受 50 年罕见干旱影响)标准差稍低外,其余各年代的品种产量标准差、变异系数均表现为旱薄品种高于旱肥品种,说明旱薄品种虽然受环境条件影响大,但产量变化幅度差异大,变异度大,鉴定选择基础相对较宽。

进一步比较各年代间育成品种产量变异系数的

差异,发现“十二五”期间旱肥(12.94%)和旱薄(16.67%)均明显高于前期(“十五”和“十一五”期间),而“十三五”前 2 年期间旱肥(1.75%)和旱薄(5.5%)品种均显著低于前期,而且与前述标准差变化趋势一致,同样是旱薄品种大于旱肥品种。这说明“十二五”期间育成品种的遗传多样性相对较丰富,而随着区域试验设置的优化和续试达标标准的不断改进和提高,特别是从“十三五”初期开始,区域试验建立并逐步完善的以品种比较等试验为基础设置的策略和强化高质量、高标准规则的要求与落实,对升级参试品系产量遗传差异的筛选提供了越来越精确的支撑。

3 讨论

3.1 黄淮冬麦区旱地小麦区域试验进展与问题

我国黄淮冬麦区旱地小麦区域试验从“十五”到“十三五”前 2 年来共开展试验 339 次,参试对照品种 3 个,参试新育品系 230 个。区域试验达标续试品系合计 73 个,最终通过国家审定品种 44 个,达标续试率和通过国审率分别为 31.7% 和 19.1%。通过国审品种中,适于旱肥地种植品种 28 个,适于旱薄地种植品种 16 个;若按年平均,旱肥地每年育成品种 1.65 个,旱薄地每年育成品种不足 1 个(0.941 个);从品质看,育成品种中强筋类品种 6 个,强筋品种占育成品种的 13.6%、占达标续试品系的 8.2%、占参试新育品系的 2.6%,强筋品种选育举步艰难。更值得强调的是“十三五”前 2 年期间,已通过审定或初审的品种数占 17 年区域试验通过审定品种总数近 3 成(27.27%)的 12 个品种(旱肥 8 个、旱薄 4 个)中没有强筋品种。可见抗旱品种与强筋优质品种的选育一直是我国黄淮冬麦区旱地小麦品种选育的短板,其有益有效的改进需引起重视。区域试验通过审定品种的产量水

平随区域试验年代延续逐步提升,到“十三五”前2年期间达到最大,旱肥型品种平均产量 $6\,615.0\pm 115.5\text{kg/hm}^2$,旱薄型品种平均产量 $5\,101.5\pm 280.65\text{kg/hm}^2$,分别比“十二五”期间5年平均水平提高17.40%和9.18%。因此,改善试验监管,提高试验质量,以区域试验评价为方向引导品种选育朝良性循环、生态保障、提高资源利用率和市场竞争力方向发展已成为今后小麦育种和区域试验的发展方向。

3.2 黄淮冬麦区旱地区域试验参试品系性状遗传规律深入研究的意义与展望

选择综合性状良好的育种品系,通过遗传改良、提高小麦单产水平是旱地小麦育种和区域试验评价永恒的主题^[4,7-13]。我国黄淮冬麦区2000–2017年旱地小麦区域试验通过优化设置设计、规范达标续试及报审条件要求、公开透明、多途径监管等方面的不断改进和更新,不仅为小麦育种及试验提供了标杆,而且提高了参试品系遗传差异筛选的准确性和投放生产的可靠性。从历年区域试验结果和育成国审品种的状况看,抗旱、高产、广适、优质仍是旱地小麦育种长期以来需要解决的难题^[15]。选育抗旱、广适、优质的旱地小麦新品种对于缓解黄淮海区水资源危机,保障国家粮食安全、生态安全和社会可持续发展具有重要意义。

4 结论

本研究表明,对黄淮旱地小麦品种性状的演变及其规律进行研究,进一步揭示不同年际间旱地小麦随生产条件改变品种性状的变化规律,既能为选育更适宜旱地品种提供帮助,也能为品种推广和生产示范提供了大量有用信息,值得继续深入探索。

参考文献

- [1]雷振生. 河南小麦品种农艺性状演变及今后育种方向. 中国农业科学, 1995, 28(增刊): 28-33.
- [2]吴兆苏, 魏燮中. 长江下游地区小麦品种更替中产量及有关性状的演变与发展方向. 中国农业科学, 1984(3): 14-21.
- [3]杨洪强. 1982-2010年河南省旱地小麦品种主要农艺性状的遗传演变规律. 河南农业科学, 2014, 43(5): 38-41.
- [4]唐启义. DPS数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2010: 70-100.
- [5]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2005–2006年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006: 12.
- [6]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2006–2007年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 1.
- [7]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2007–2008年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 12.
- [8]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2009–2010年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010: 12.
- [9]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2010–2011年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011: 12.
- [10]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2011–2012年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2012: 12.
- [11]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2012–2013年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014: 14.
- [12]全国农业技术推广服务中心. 中国冬小麦新品种动态2013–2014年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015: 4.
- [13]农业部种子管理局全国农业技术推广服务中心. 2014–2015年度冬小麦国家区试品种报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016: 1.
- [14]盖钧镒. 试验统计方法. 北京: 中国农业出版社, 2005: 13-47.
- [15]王随保. 旱地小麦在品种方面存在的问题. 山西农业科学, 1988(12): 14-15.

Development Trend of the Major Traits of Winter Wheat Varieties (Lines) in the Huang-Huai Dryland

Yang Ziguang¹, Guo Lilei², Zhang Ke¹, Sun Junwei¹, Meng Limei¹

⁽¹⁾Luoyang Academy of Agriculture and Forestry, Luoyang 471022, Henan, China;

⁽²⁾National Agricultural Technology Extension Service Center, Beijing 100125, China)

Abstract This study was designed to evaluate the yield of 233 winter wheat cultivars from 2000 to 2017 in the Huang-Huai dryland. The impact of mild drought and severe drought on yield traits and quality traits were analyzed. Drought is the main obstacle to the yield of wheat in Huang-Huai dryland levels. The selection of drought-resistant and high-quality strong gluten cultivars suitable for drought conditions are required to improve the wheat yield in Huang-Huai winter wheat region of China. This study also discussed the progress of the potential yield, variation range, quality types of cultivars and breeding lines, as well as problems in breeding research.

Key words Dryland; Winter wheat; Character evolution; Breeding