

薛志伟, 晁毛妮, 王志祥, 等. 黄淮冬麦区南片和北片小麦新品种(系)抗病性和农艺性状的综合分析[J]. 江苏农业科学, 2025, 53(21): 155-162. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.21.019

黄淮冬麦区南片和北片小麦新品种(系)抗病性和农艺性状的综合分析

薛志伟¹, 晁毛妮², 王志祥³, 李鸿萍⁴, 杨春玲¹

(1. 安阳市农业科学院, 河南安阳 455000; 2. 河南科技学院, 河南新乡 453003;

3. 北京大北农生物技术有限公司, 北京 100193; 4. 河南农业大学农学院, 河南郑州 450002)

摘要:黄淮麦区是我国冬小麦的主要种植区之一。以 2022—2023 年国家小麦良种联合攻关黄淮南片和北片水地组生产试验的 35 个小麦品种(系)为材料, 对抗病鉴定结果赋值量化得分, 结合产量、有效穗数、穗粒数、千粒重、容重进行统计和多样性指数分析, 综合评价小麦新品种(系)的田间表现。结果表明, 黄淮冬麦区南片小麦新品种(系)对条锈病、纹枯病的平均得分分别为 4.42、8.42, 处于中感和慢感之间; 对叶锈病、白粉病、赤霉病的平均得分分别为 6.74、7.79、8.84, 处于高感和中感之间。黄淮冬麦区北片小麦新品种(系)对条锈病、叶锈病、白粉病的平均得分分别为 2.75、5.50、7.50, 处于高感和中感之间; 对纹枯病为中感, 对赤霉病为高感。黄淮冬麦区南片小麦品种(系)抗性综合得分范围为 28~52, 有 8 个品种(系)(占 42.11%)的条锈病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的叶锈病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的白粉病抗性、2 个品种(系)(占 10.53%)的纹枯病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的赤霉病抗性均达到慢感以上抗性水平, 没有对病害达到免疫的品种(系)。黄淮冬麦区北片小麦品种(系)抗性综合得分范围为 24~36, 有 2 个品种(系)(占 12.50%)的条锈病抗性、1 个品种(系)(占 6.25%)的叶锈病抗性、1 个品种(系)(占 6.25%)的白粉病抗性均达到慢感以上抗性水平, 没有对病害达到免疫的品种(系)。黄淮冬麦区南片小麦品种(系)产量平均值为 8 493.79 kg/hm², *H'* 范围为 1.50~1.97, 其中穗粒数 *H'* 最大, 容重 *H'* 最小。黄淮冬麦区北片小麦品种(系)产量平均值为 8 434.23 kg/hm², *H'* 范围为 1.77~1.96, 其中产量 *H'* 最大, 千粒重 *H'* 最小。小麦新品种(系)综合抗病性与产量、有效穗数呈正相关, 与穗粒数、千粒重、容重呈负相关。综合抗病性与条锈病抗性、叶锈病抗性、白粉病抗性、赤霉病抗性均呈极显著正相关。黄淮冬麦区 35 个小麦新品种(系)综合抗性得分范围为 24~52, 分为 13 种不同类型的抗病组合。得分最高的为徐麦 17252(中抗条锈病、白粉病、赤霉病, 中感叶锈病、纹枯病), 郑麦 1905、泛麦 35 的条锈病抗性达到高抗等级, 徐麦 17252、中科 1878、安科 1902 的赤霉病抗性达到中抗等级。黄淮冬麦区南片小麦品种(系)的抗病能力略高于北片小麦新品种(系), 整体对条锈病、叶锈病的抗性相对较好, 对白粉病、纹枯病、赤霉病的抗性较差。黄淮麦区小麦品种(系)具有较为丰富的遗传多样性, 抗病性与农艺性状具有一定的相关性。

关键词:黄淮冬麦区; 南片; 北片; 小麦新品种(系); 抗病性; 综合评价

中图分类号:S512.103.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)21-0155-08

黄淮麦区是我国小麦种植的主要区域之一, 位于黄河以南和淮河以北之间, 主要涵盖河南、安徽、江苏、山东等省份的部分地区^[1-2]。黄淮麦区以其适宜的气候和土壤条件, 成为我国重要的粮食生产区, 其小麦产量水平对于我国粮食安全至关重要^[3]。随着全球变暖程度的不断加剧, 极端低温、

干旱等异常天气事件频发, 给黄淮地区小麦的安全生产带来了极大隐患^[4]。黄淮地区小麦生产中的主要病害有条锈病、叶锈病、白粉病、纹枯病、赤霉病等病害, 随着气候条件和种植制度的改变, 这些病害的发生规律和严重程度也发生了变化, 某些病害的发生周期延长且发生程度加重。抗病品种的培育和利用是防控小麦病害最为经济有效且环保的手段^[5-6]。针对黄淮地区小麦抗病特性已有大量分析研究^[7-12]。李爱国等对黄淮南片地区 299 个小麦新品种(系)抗病性鉴定结果进行赋值, 综合分析其抗病特性, 最终筛选出 29 个表现优异的小麦新品种(系)作为抗病种质资源^[13]。王龙等对 2019—2023 年参加试验的 114 个小麦新品种(系)采用大

收稿日期:2024-10-11

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-3)。

作者简介:薛志伟(1987—), 女, 河南浚县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事小麦新品种选育和相关技术研究。E-mail:958303066@qq.com。

通信作者:杨春玲, 研究员, 主要从事小麦新品种选育和相关技术研究。E-mail:15603834033@qq.com。

田人工接种的方法进行小麦抗病性鉴定和评价,得到对条锈病中抗及以上的材料61份,对白粉病中抗及以上的材料27份,对赤霉病中抗及以上的材料21份;西农968、金麦207对小麦条锈病、叶锈病、白粉病、赤霉病、纹枯病的抗性较好,可作为抗病育种材料^[14]。程蓬等对83个小麦新品种(系)在小麦苗期进行条锈病、白粉病抗性鉴定,成株期进行条锈病、叶锈病、白粉病、赤霉病抗性鉴定,在田间自然环境中得到57份抗条锈病、40份抗叶锈病、6份抗白粉病、65份抗赤霉病的材料^[15]。房坤宝等通过对495份普通小麦和长穗偃麦草(十倍体)杂交后代进行赤霉病抗性鉴定,发现兰小偃麦6号、兰小偃麦15号等一批中抗赤霉病及以上的小麦新品系,同时选育天民363、天民369等对赤霉病中抗或中感品种(系)进入黄淮海区国家或省级试验^[16]。蔚睿等对黄淮海区审定的150个小麦品种(系)进行条锈病主要流行生理小种的抗性鉴定,发现有47个表现为成株期抗性,31个表现为慢感抗性,其余均为感病品种^[17]。刘彩云等采用土表接菌法和滚动鉴定方式,连续10年对384份小麦种质资源在3种不同环境进行小麦成株期纹枯病鉴定,发现携带小麦近缘种属遗传物质的小麦品种(系)的抗性优于国外引进和国内育成品种,筛选出具有稳定抗性的种

质资源3份,中抗稳定的种质资源44份^[18]。目前,以传统常规育种手段为基础,融合多种现代育种技术,对小麦抗病性进行综合改良,仍是主流发展趋势^[19-24]。丰富的种质资源是培育抗病性强的小麦品种的基础。黄淮海区小麦种质资源丰富多样,深入挖掘和有效利用这些种质资源对于提高小麦品种的抗病能力具有重要意义。本研究对2022—2023年国家小麦良种联合攻关黄淮冬麦区南片和北片水地组生产试验的35个小麦新品种(系)的抗病鉴定结果进行赋值量化得分,结合产量、有效穗数、穗粒数、千粒重、容重进行综合评价和分析,筛选出适合黄淮冬麦区种植的高产和综合抗性强的 wheat 材料,旨在为小麦抗病品种的选育和推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为2022—2023年度国家小麦良种联合攻关黄淮冬麦区南片和北片水地组生产试验的小麦新品种(系),其中黄淮冬麦区南片有19个新品种(系)(表1),对照品种为周麦36,试验点为21个;黄淮冬麦区北片有16个新品种(系)(表2),对照品种为济麦22,试验点为14个。

表1 黄淮冬麦区南片参试小麦新品种(系)

序号	品种(系)	亲本组合	来源	序号	品种(系)	亲本组合	来源
1	华麦2903	H0103/连麦8号	江苏	11	郑麦1905	(07-10339-3/02H17-1-3)	河南
2	安科1908	中麦875/10ELT238	安徽			F5/周麦26	
3	兆丰21	周麦16/小偃93166//泰山9818	河南	12	兆丰35	西农889/西农271	河南
4	西农158	周麦26/天麦535	陕西	13	洛麦50	周麦16/偃9998	河南
5	徐麦17252	H35/矮抗58*3//徐麦2023	江苏	14	周麦48	周麦22/宁麦9号//周麦22	河南
6	中科1878	矮败/CS-07//济麦22	北京	15	中麦9078	泽麦2号/良星66//山农17/良星66	北京
7	安科1902	宁0320/安科157//安科157	安徽	16	濮麦157	濮2056/内麦836	河南
8	尚农9	国麦301/豫农416//周22	河南	17	新麦67	周麦27//070138-10-3-4/周麦16	河南
9	泛麦32	周麦30/豫麦54//周麦16/莱州137	河南	18	天麦189	皖麦30/矮抗58	河南
10	郑石9170	郑麦0856/藁优5766//新麦26	河南	19	皖宿1209	淮麦18/皖麦46//皖麦50/徐麦24	安徽

1.2 数据来源

本研究中,产量、有效穗数、穗粒数、千粒重、容重和抗病性鉴定等数据,均源自《2022—2023年度国家小麦育种联合攻关广适性品种生产试验总结》,由国家小麦育种联合攻关组编写。各试验点的产量数据经过调查后,由主持单位汇总分析。病害鉴定结果以2年区域试验中抗性表现较差的鉴定结果进行分析。

1.3 抗病评价

依据国家农业农村部发布的小麦主要病虫害全程防控技术方案,黄淮冬麦区小麦生产中的主要病害包括赤霉病、纹枯病、白粉病、叶锈病、条锈病。本研究采用量化得分系统,对参试小麦新品种(系)的抗病性进行评估。每个品种(系)设定满分为100分,以小麦新品种(系)对上述5种病害均表现为免疫为满分标准;具体得分标准为赤霉病30分、纹枯

表 2 黄淮冬麦区北片参试小麦新品种(系)

序号	品种(系)	亲本组合	来源	序号	品种(系)	亲本组合	来源
1	鲁研 802	Alchemy 早熟突变系/鲁原 502	山东	9	农大 1992	济麦 22/师栾 02 - 1//良星 99	北京
2	航麦 2080	济麦 22/中优 335	北京	10	大地 18 优 121	藁优 5766/ML11021	河北
3	烟农 30	(烟农 24/烟农 23)/济麦 22	山东	11	农大 1980	师栾 02 - 1/良星 99	北京
4	TKM0241	济麦 22 × 泰山 28	山东	12	中麦 9198	良星 99/02 - 6439	北京
5	邯 115272	邯 02 - 6018/济麦 22	河北	13	临 191	科农 199/汶农 14	山东
6	普冰 4197	普冰 14225 - 1/泰农 18	山东	14	烟农 29	烟农 24 号/济麦 22	山东
7	衡麦 175364	10CA052/济麦 22//济麦 22	河北	15	墨毓 9026	4115x 方麦	河北
8	航麦 2006	Mt502/鲁原 502	北京	16	烟农 745	烟农 999/济麦 22	山东

病 20 分、白粉病 20 分、叶锈病 20 分、条锈病 10 分。每种病害的抗性等级通过赋予不同的权重系数进行量化,计算得出各病害的得分。将 5 种病害的得

分相加,即为该小麦新品种(系)的综合抗病得分。得分越高表明该小麦品种(系)的抗病性越强。小麦抗病性评价级别见表 3。

表 3 小麦抗病性评价级别

病害	免疫(1.0)	高抗(0.8)	中抗(0.6)	慢感(0.5)	中感(0.4)	高感(0.2)
赤霉病	30	24	18	15	12	6
纹枯病	20	16	12	10	8	4
白粉病	20	16	12	10	8	4
叶锈病	20	16	12	10	8	4
条锈病	10	8	6	5	4	2

注:1.0、0.8、0.6、0.5、0.4、0.2 表示为各抗性级别的权重系数。

1.4 数据处理

利用 Microsoft Excel 2019、SPSS 19.0 对数据进行整理和描述性统计分析。参照汤翠凤等的方法^[25]进行 Shannon - Wiener 多样性指数(H')评价。

2 结果与分析

2.1 小麦新品种(系)对病害的抗性分析

对黄淮冬麦区南片和北片小麦品种(系)各病害抗性进行量化得分(表 4)。黄淮冬麦区南片小麦新品种(系)中,条锈病抗性得分范围为 2 ~ 8,变异系数为 46.61%,平均得分在中感和慢感之间;叶锈病抗性得分范围为 4 ~ 12,变异系数为 38.58%,平均得分在高感和中感之间;白粉病抗性得分范围为 4 ~ 12,变异系数为 31.96%,平均得分在高感和中感之间;纹枯病抗性得分范围为 8 ~ 12,变异系数为 14.96%,平均得分在中感和慢感之间;赤霉病抗性得分范围为 6 ~ 18,变异系数为 52.38%,平均得分在高感和中感之间。黄淮冬麦区北片小麦新品种(系)中,条锈病抗性得分范围为 2 ~ 6,变异系数为 52.36%,平均得分在高感和中感之间;叶锈病抗性得分范围为 4 ~ 12,变异系数为 45.09%,平均得分在高感和中感之间;白粉病抗性得分范围为 4 ~ 12,

变异系数为 26.67%,平均得分在高感和中感之间;纹枯病抗性得分均为 8,变异系数为 0,平均得分为中感;赤霉病抗性得分均为 6,变异系数为 0,平均得分为高感。黄淮冬麦区南片、北片小麦品种(系)综合得分范围分别为 28 ~ 52、24 ~ 36,平均得分分别为 36.21、29.75。

黄淮冬麦区南片小麦品种(系)对不同病害的抗性分析见表 5。没有发现对条锈病免疫的品系;2 个品系高抗条锈病,占比 10.53%;6 个品系中抗条锈病,占比 31.58%;5 个品系中感条锈病,占比 26.32%;6 个品系高感条锈病,占比 31.58%。没有发现对叶锈病免疫和高抗的品系;1 个品系中抗叶锈病,占比 5.26%;2 个品系表现慢感叶锈病,占比 10.53%;8 个品系中感叶锈病,占比 42.11%;8 个品系高感叶锈病,占比 42.11%。没有发现对白粉病免疫和高抗的品系;3 个品系中抗白粉病,占比 15.79%;12 个品系中感白粉病,占比 63.16%;4 个品系高感白粉病,占比 21.05%。没有发现对纹枯病免疫和高抗的品系;2 个品系中抗纹枯病,占比 10.53%;17 个品系中感纹枯病,占比 89.47%。没有发现对赤霉病免疫和高抗的品系;3 个品系中抗赤霉病,占比 15.79%;3 个品系中感赤霉病,占比

表 4 小麦新品种(系)抗病性描述性统计

区域	指标	得分					综合得分
		条锈病	叶锈病	白粉病	纹枯病	赤霉病	
南片	范围	2~8	4~12	4~12	8~12	6~18	28~52
	平均值	4.42	6.74	7.79	8.42	8.84	36.21
	标准差	2.06	2.60	2.49	1.26	4.63	6.63
	变异系数(%)	46.11	38.58	31.96	14.96	52.38	18.31
北片	范围	2~6	4~12	4~12	8	6	24~36
	平均值	2.75	5.50	7.50	8.00	6.00	29.75
	标准差	1.44	2.48	2.00	0.00	0.00	3.92
	变异系数(%)	52.36	45.09	26.67	0.00	0.00	13.18

表 5 黄淮冬麦区南片小麦新品种(系)对不同病害的抗性分析

抗病级别	条锈病		叶锈病		白粉病		纹枯病		赤霉病	
	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)
免疫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高抗	2	10.53	0	0	0	0	0	0	0	0
中抗	6	31.58	1	5.26	3	15.79	2	10.53	3	15.79
慢感	0	0	2	10.53	0	0	0	0	0	0
中感	5	26.32	8	42.11	12	63.16	17	89.47	3	15.79
高感	6	31.58	8	42.11	4	21.05	0	0	13	68.42

15.79%;13 个品系高感赤霉病,占比 68.42%。

黄淮冬麦区北片小麦品种(系)对不同病害的抗性分析见表 6。没有发现对条锈病免疫和高抗的品系;2 个品系中抗条锈病,占比 12.50%;2 个品系中感条锈病,占比 12.50%;12 个品系高感条锈病,占比 75.00%。没有发现对叶锈病免疫和高抗的品系;1 个品系中抗叶锈病,占比 6.25%;4 个品系中感叶锈病,占比 25.00%;11 个品系高感叶锈病,占

比 68.75%。没有发现对白粉病免疫和高抗的品系;1 个品系中抗白粉病,占比 6.25%;12 个品系中感白粉病,占比 75.00%;3 个品系高感白粉病,占比 18.75%。没有发现对纹枯病免疫和高抗的品系;16 个品系中感纹枯病,占比 100%。没有发现对赤霉病免疫和高抗的品系;16 个品系高感赤霉病,占比 100%。

表 6 黄淮冬麦区北片小麦新品种(系)对不同病害的抗性分析

抗病级别	条锈病		叶锈病		白粉病		纹枯病		赤霉病	
	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	占比(%)
免疫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高抗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中抗	2	12.50	1	6.25	1	6.25	0	0	0	0
慢感	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中感	2	12.50	4	25.00	12	75.00	16	100	0	0
高感	12	75.00	11	68.75	3	18.75	0	0	16	100

2.2 小麦新品种(系)对病害综合抗性分析

对黄淮冬麦区小麦新品种(系)的抗性结果赋值得分求和,得到综合抗性得分(表 7)。参试小麦品种(系)中,徐麦 17252 得分最高,为 52,中抗条锈

病、白粉病、赤霉病,中感叶锈病、纹枯病;邯 115272、衡麦 175364、农大 1980 得分最低,均为 24,均中感纹枯病,高感条锈病、叶锈病、白粉病、赤霉病。35 个小麦新品种(系)有 13 种不同类型的抗病

组合。其中 3 中抗 2 中感得分 52, 有 1 个品种(系)(徐麦 17252); 1 中抗 1 慢感 2 中感 1 高感得分 46, 有 1 个品种(系)(中科 1878); 1 中抗 4 中感得分 44, 有 1 个品种(系)(周麦 48); 2 中抗 1 慢 1 中感 1 高感得分 42, 有 1 个品种(系)(尚农 9); 1 高抗 1 中抗 2 中感 2 高感得分 42, 有 1 个品种(系)(郑麦 1905); 1 中抗 2 中感 2 高感得分 40, 有 1 个品种(系)(安科 1902); 1 高抗 3 中感 1 高感得分 38, 有 1 个品种(系)(兆丰 35); 1 中抗 3 中感 1 高感得分 36, 有 4 个品种(系)(西农 158、郑石 9170、濮麦 157、中麦 9198); 1 中抗 1 中感 3 高感得分 32, 有 1

个品种(系)(泛麦 32); 1 中抗 2 中感 2 高感得分 36 (烟农 29), 得分 34 (安科 1908、烟农 30), 得分 32 (新麦 67、墨毓 9026), 有 5 个品种(系); 3 中感 2 高感得分 32 (鲁研 802、航麦 2006、烟农 745), 得分 30 (华麦 2903、兆丰 21、中麦 9078、临 191), 有 7 个品种(系); 2 中感 3 高感得分 30 (天麦 189、皖宿 1209), 得分 28 (洛麦 50、航麦 2080、TKM0241、普冰 4197、农大 1992、大地 18 优 121), 有 8 个品种(系); 1 中感 4 高感得分 24 (邯 115272、衡麦 175364、农大 1980), 有 3 个品种(系)。

表 7 小麦新品种(系)综合抗性

品种(系)	得分	抗性组合	品种(系)	得分	抗性组合
华麦 2903	30	3 中感 2 高感	皖宿 1209	30	2 中感 3 高感
安科 1908	34	1 中抗 2 中感 2 高感	鲁研 802	32	3 中感 2 高感
兆丰 21	30	3 中感 2 高感	航麦 2080	28	2 中感 3 高感
西农 158	36	1 中抗 3 中感 1 高感	烟农 30	34	1 中抗 2 中感 2 高感
徐麦 17252	52	3 中抗 2 中感	TKM0241	28	2 中感 3 高感
中科 1878	46	1 中抗 1 慢感 2 中感 1 高感	邯 115272	24	1 中感 4 高感
安科 1902	40	1 高抗 1 中抗 2 中感 2 高感	普冰 4197	28	2 中感 3 高感
尚农 9	42	2 中抗 1 慢感 1 中感 1 高感	衡麦 175364	24	1 中感 4 高感
泛麦 32	32	1 中抗 1 中感 3 高感	航麦 2006	32	3 中感 2 高感
郑石 9170	36	1 中抗 3 中感 1 高感	农大 1992	28	2 中感 3 高感
郑麦 1905	42	1 中抗 2 中感 2 高感	大地 18 优 121	28	2 中感 3 高感
兆丰 35	38	1 高抗 3 中感 1 高感	农大 1980	24	1 中感 4 高感
洛麦 50	28	2 中感 3 高感	中麦 9198	36	1 中抗 3 中感 1 高感
周麦 48	44	1 中抗 4 中感	临 191	30	3 中感 2 高感
中麦 9078	30	3 中感 2 高感	烟农 29	36	1 中抗 2 中感 2 高感
濮麦 157	36	1 中抗 3 中感 1 高感	墨毓 9026	32	1 中抗 2 中感 2 高感
新麦 67	32	1 中抗 2 中感 2 高感	烟农 745	32	3 中感 2 高感
天麦 189	30	2 中感 3 高感			

2.3 小麦新品种(系)产量和农艺性状的分析

由表 8 可知, 黄淮冬麦区南片产量平均水平略高于黄淮冬麦区北片。黄淮冬麦区南片产量为 8 302.50 ~ 8 617.50 kg/hm², 有效穗数为 571.50 万 ~ 693.00 万穗/hm², 穗粒数为 33.40 ~ 38.60 粒/穗, 千粒重为 39.30 ~ 48.30 g, 容重为 753.00 ~ 776.00 g/L。变异系数为 1.03% ~ 5.92%, 从大到小依次是千粒重 > 有效穗数 > 穗粒数 > 产量 > 容重。 H' 为 1.50 ~ 1.97, 平均值为 1.79, 从大到小依次是穗粒数 > 产量 = 千粒重 > 有效穗数 > 容重。黄淮冬麦区北片产量为 8 196.90 ~ 8 617.80 kg/hm², 有效穗数为 540.00 万 ~ 655.50 万穗/hm², 穗粒数为 34.90 ~ 41.50 粒/穗, 千粒重为 39.90 g ~ 48.60 g, 容重为

759.00 ~ 785.00 g/L。变异系数为 0.81% ~ 5.94%, 从大到小依次是有效穗数 > 千粒重 > 穗粒数 > 产量 > 容重。 H' 为 1.77 ~ 1.96, 平均值为 1.86, 从大到小依次是产量 > 容重 > 有效穗数 > 穗粒数 > 千粒重。

2.4 小麦新品种(系)农艺性状和抗性得分的相关分析

黄淮冬麦区小麦新品种(系)农艺性状和抗病性之间存在不同程度的相关性(表 9)。产量与有效穗数呈显著正相关($r = 0.350$), 与穗粒数、千粒重均呈负相关。有效穗数与穗粒数($r = -0.482$)、千粒重($r = -0.604$)均呈极显著负相关。条锈病抗性与产量呈显著正相关($r = 0.405$), 与容重呈显著

表 8 小麦新品种(系)产量农艺性状的统计结果和多样性指数

区域	性状	产量 (kg/hm ²)	有效穗数 (万穗/hm ²)	穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (g)	容重 (g/L)
南片	范围	8 302.50 ~ 8 617.50	571.50 ~ 693.00	33.40 ~ 38.60	39.30 ~ 48.30	753.00 ~ 776.00
	平均值	8 493.79	625.11	36.26	43.74	765.74
	标准差	94.80	33.11	1.45	2.59	7.92
	变异系数(%)	1.12	5.30	4.00	5.92	1.03
	多样性指数(<i>H'</i>)	1.91	1.66	1.97	1.91	1.50
北片	范围	8 196.90 ~ 8 617.80	540.00 ~ 655.50	34.90 ~ 41.50	39.90 ~ 48.60	759.00 ~ 785.00
	平均值	8 434.23	610.50	37.11	44.26	775.31
	标准差	120.08	36.25	1.71	2.16	6.25
	变异系数(%)	1.42	5.94	4.61	4.88	0.81
	多样性指数(<i>H'</i>)	1.96	1.84	1.79	1.77	1.93

表 9 小麦新品种(系)农艺性状和抗性得分的相关系数

性状	相关系数										
	产量	有效穗数	穗粒数	千粒重	容重	条锈病抗性	叶锈病抗性	白粉病抗性	纹枯病抗性	赤霉病抗性	综合抗病性
产量	1.000										
有效穗数	0.350*	1.000									
穗粒数	-0.070	-0.482**	1.000								
千粒重	-0.021	-0.604**	-0.102	1.000							
容重	0.000	0.156	0.043	-0.051	1.000						
条锈病抗性	0.405*	-0.036	-0.119	0.145	-0.351*	1.000					
叶锈病抗性	0.034	-0.022	-0.320	0.195	-0.289	0.243	1.000				
白粉病抗性	0.170	0.137	-0.109	0.040	-0.102	0.451**	0.172	1.000			
纹枯病抗性	0.190	-0.008	-0.008	0.013	0.012	0.170	-0.017	0.038	1.000		
赤霉病抗性	-0.190	0.310	-0.330	-0.327	-0.201	-0.120	0.307	-0.105	-0.105	1.000	
综合抗病性	0.118	0.205	-0.395*	-0.048	-0.375*	0.522**	0.714**	0.506**	0.146	0.609**	1.000

注: * 表示在 0.05 水平显著相关, ** 表示在 0.01 水平显著相关。

负相关($r = -0.351$),与白粉病抗性呈极显著正相关($r = 0.451$)。综合抗病性与条锈病抗性($r = 0.522$)、叶锈病抗性($r = 0.714$)、白粉病抗性($r = 0.506$)、赤霉病抗性($r = 0.609$)均呈极显著正相关,与穗粒数($r = -0.395$)、容重($r = -0.375$)呈显著负相关。

3 讨论

在农业生产中使用抗病小麦品种可以在很大程度上减少农药使用,减少环境污染,降低生产成本,提高籽粒产量和品质^[26-27]。此外,抗病品种的大面积使用推广可以降低病害大规模暴发的风险,对于保障粮食安全和促进农业可持续发展具有重要意义。黄淮冬麦区南片 19 个小麦新品种(系)综合抗性得分为 28 ~ 52,有 8 个品种(系)(占

42.11%)的条锈病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的叶锈病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的白粉病抗性、2 个品种(系)(占 10.53%)的纹枯病抗性、3 个品种(系)(占 15.79%)的赤霉病抗性均达到慢抗以上抗性水平,没有对病害达到免疫的品种(系)。黄淮冬麦区北片 16 个小麦新品种(系)综合抗性得分为 24 ~ 36,有 2 个品种(系)(占 12.50%)的条锈病抗性、1 个品种(系)(占 6.25%)的叶锈病抗性、1 个品种(系)(占 6.25%)的白粉病抗性均达到慢抗以上抗性水平,没有对病害达到免疫的品种(系)。综合来看,黄淮冬麦区南片小麦新品种(系)的综合抗病能力略优于黄淮北片小麦新品种(系)。黄淮冬麦区条锈病、叶锈病的抗性较好,白粉病、纹枯病、赤霉病的抗性较差,该结论与李娟等的研究结果^[28-29]基

本一致。35 个小麦新品种(系)对 5 种病害的抗性结果有 13 种不同类型,其中 48.57% 小麦新品种(系)含有 1 个中抗以上,2 中感 3 高感抗病类型数量最多(8 个),其次是 3 中感 2 高感(7 个)、1 中抗 2 中感 2 高感(5 个)。由此可见,黄淮冬麦区小麦品种(系)的综合抗病性一般。在今后的小麦育种中,应保持现有的锈病抗性筛选,并加强对白粉病、纹枯病、赤霉病的抗性选择,培育综合抗性优良的小麦品种。

种质资源是培育良种的基础,鉴定现有小麦资源的遗传多样性和抗病性,可为我国小麦育种研究提供宝贵的遗传资源和技术支撑。本研究结果表明,黄淮冬麦区南片小麦品种(系)产量平均值(8 493.79 kg/hm²)略高于北片小麦品种(系)产量平均值(8 434.23 kg/hm²)。黄淮冬麦区南片小麦的穗粒数、产量、千粒重和黄淮冬麦区北片小麦的产量、容重的多样性指数高于均值,这些性状在当地生态区具有较为丰富的遗传多样性。张会芳等分析了黄淮冬麦区南片和北片 109 份小麦材料的多样性差异,发现南片和北片小麦的产量、容重、千粒重、穗粒数 *H'* 均在平均值以上,遗传稳定性较高^[30]。本研究结果与之略有不同,可能是因为选择品种不同而造成分析结果的差异。本研究中,有效穗数与产量呈显著正相关,与穗粒数、千粒重呈负相关。李楠楠等对小麦产量和农艺性状的相关分析研究同样认为,提高小麦产量,要协调好有效穗数、穗粒数、千粒重之间的关系,使其保持一定的平衡,不能同时增大和减小,以确保产量的最优化^[31-32]。朱光等对湖北省 46 个小麦品种进行赤霉病、条锈病、白粉病、纹枯病的抗病性评价,发现小麦综合抗病性与产量呈正相关,与赤霉病抗性、条锈病抗性、白粉病抗性呈极显著正相关^[33],本研究结果与之一致。

近年来,我国小麦审定标准对病害抗性的要求日益提高,呈现出由以往的单一病害抗性向对多种病害的综合抗性转变的趋势^[34-35]。当前,我国在现代生物技术领域,尤其是小麦抗病育种基因编辑技术方面,已经取得显著的进展^[36-40]。

4 结论

黄淮冬麦区南片小麦品种(系)平均产量为 8 493.79 kg/hm²、平均有效穗数为 625.11 万穗/hm²、平均穗粒数为 36.26 粒/穗、平均千粒重为 43.74 g,

平均容重为 765.74 g/L;北片小麦品种(系)平均产量为 8 434.23 kg/hm²、平均有效穗数为 610.50 万穗/hm²、平均穗粒数为 37.11 粒/穗、平均千粒重为 44.26 g,平均容重为 775.31 g/L。小麦新品种(系)均具有较高的遗传多样性,多样性指数范围分别为 1.50~1.97、1.77~1.96。黄淮冬麦区南片小麦新品种(系)对条锈病、纹枯病抗性在中感和慢感之间;对叶锈病、白粉病、赤霉病抗性在高感和中感之间。黄淮冬麦区北片小麦新品种(系)对条锈病、叶锈病、白粉病抗性在高感和中感之间;纹枯病为中感,赤霉病为高感。小麦新品种(系)被分为 13 种不同类型的抗病组合,综合抗性得分范围为 24~52,得分最高的为徐麦 17252(中抗条锈病、白粉病、赤霉病,中感叶锈病、纹枯病)。黄淮冬麦区整体对条锈病、叶锈病的抗性相对较好,对白粉病、纹枯病、赤霉病的抗性较差,抗病性有待进一步提高。

参考文献:

- [1] 赵广才. 中国小麦种植区划研究(一)[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(5): 886-895.
- [2] 赵广才. 中国小麦种植区域的生态特点[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(4): 684-686.
- [3] 李明辉, 周玉玺, 周林, 等. 中国小麦生产区域优势度演变及驱动因素分析[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(5): 7-15.
- [4] 苏芳, 刘钰, 汪三贵, 等. 气候变化对中国不同粮食产区粮食安全的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(8): 140-152.
- [5] 王晓杰, 甘鹏飞, 汤春蕾, 等. 植物抗病性与病害绿色防控: 主要科学问题及未来研究方向[J]. 中国科学基金, 2020, 34(4): 381-392.
- [6] 刘文德, 代玉立, 邵小龙, 等. 我国主要农作物病害灾变机制与综合防控研究进展: 2018 年—2022 年[J]. 植物保护, 2023, 49(5): 1-31.
- [7] 葛昌斌, 秦素研, 乔冀良, 等. 2001—2021 年豫南和江苏淮河以南审定小麦品种农艺、品质性状和病害演变对比分析[J]. 作物杂志, 2023(5): 49-58.
- [8] 郑良梅, 杨慧, 徐晓伟, 等. 107 个山东小麦品种抗条锈性评价及分子标记检测[J]. 麦类作物学报, 2023, 43(8): 968-976.
- [9] 廖森, 方正武, 胡文静, 等. 59 份江苏小麦品种(系)的抗赤霉病评价与农艺性状分析[J]. 麦类作物学报, 2022, 42(3): 297-305.
- [10] 曹廷杰, 杨剑, 胡卫国, 等. 2011—2020 年河南省审定小麦品种抗病性评价[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(6): 62-65, 83.
- [11] 何贤芳, 赵莉, 刘泽, 等. 安徽沿淮麦区赤霉病防治对 22 个小麦品种产量和产值影响[J]. 农业灾害研究, 2020, 10(5): 1-5.
- [12] 张会云, 冯国华, 刘东涛, 等. 江苏省淮北片小麦区域试验品种

- (系)纹枯病抗性鉴定[J]. 江苏农业科学,2009,37(3):123-124.
- [13]李爱国,付家锋,宋晓霞,等. 黄淮南片小麦新品种(系)抗病性综合评价及优异种质资源筛选[J]. 南方农业学报,2023,54(4):1065-1076.
- [14]王 龙,郑祥博,王欣桐,等. 2019—2023年度陕西省科企联合体小麦区试品种抗病性鉴定与评价[J]. 麦类作物学报,2024,44(2):261-267.
- [15]程 蓬,郭 璇,辛秀丽,等. 83份西农系小麦品种(系)抗性鉴定及抗病基因分子检测[J]. 植物保护学报,2024,51(1):237-248.
- [16]房坤宝,罗 明,张永平,等. 黄淮麦区小麦抗赤霉病种质创制和避病品种选育[J]. 麦类作物学报,2023,43(9):1142-1148.
- [17]蔚 睿,金彦刚,吴舒舒,等. 黄淮麦区小麦新品种(系)抗条锈水平与抗病基因分析[J]. 麦类作物学报,2020,40(3):278-284.
- [18]刘彩云,张巧凤,郭 炜,等. 成株期纹枯病小麦种质的发掘[J]. 麦类作物学报,2023,43(1):56-63.
- [19]罗永露,陈天青,隋建枢,等. 小麦种质抗条锈病鉴定与分析[J]. 种子,2024,43(8):1-12.
- [20]姚宏鹏,安 哲,张毓妹,等. 小麦抗叶锈病聚合品种中间材料的分子标记辅助选择[J]. 分子植物育种,2015,13(11):2421-2428.
- [21]周 军,徐如宏,谢 鑫,等. 小麦抗白粉病及分子标记研究进展[J]. 湖北农业科学,2020,59(6):10-15.
- [22]刘 颖,张巧凤,付必胜,等. 小麦纹枯病抗源的遗传多样性及抗性基因位点 SSR 标记分析[J]. 作物学报,2015,41(11):1671-1681.
- [23]刘方方,张琪琪,万映秀,等. 分子标记辅助选育抗赤霉病小麦新品系[J]. 植物遗传资源学报,2023,24(6):1805-1815.
- [24]Li G W, Wang Z Y, Meng Y X, et al. A new phase of treasure hunting in plant genebanks[J]. Molecular Plant, 2023, 16(3):503-505.
- [25]汤翠凤,张恩来,董 超,等. 云南新收集水稻地方品种的表现型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2018,19(6):1106-1116.
- [26]李海泳,殷贵鸿. 从国家粮食安全角度探讨我国小麦育种发展趋势[J]. 江苏农业科学,2022,50(18):36-41.
- [27]Li W, Deng Y W, Ning Y S, et al. Exploiting broad-spectrum disease resistance in crops: from molecular dissection to breeding[J]. Annual Review of Plant Biology, 2020, 71:575-603.
- [28]李 娟,王文立,王 峭,等. 2009—2018年陕西省小麦区试品种(系)抗主要病害趋势分析[J]. 麦类作物学报,2019,39(12):1443-1449.
- [29]董 策,李炎艳,蔺桂芬,等. 2020—2021年河北省审定冬小麦品种抗病性分析[J]. 中国植保导刊,2022,42(3):50-51,64.
- [30]张会芳,齐红志,孙 岩,等. 黄淮冬麦区不同来源地新育成小麦品种性状多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2023,24(3):719-731.
- [31]李楠楠,杜晓宇,韩玉林,等. 中国四大冬小麦主产区品种农艺性状的综合性分析[J]. 种子,2021,40(12):94-101.
- [32]张 婷,逯腊虎,杨 斌,等. 黄淮麦区4省小麦种质农艺性状的比较分析[J]. 作物杂志,2019(6):20-26.
- [33]朱 光,彭 敏,刘 健,等. 湖北省小麦品种(系)对赤霉病、条锈病、白粉病和纹枯病的抗性评价[J]. 植物保护,2020,46(3):204-209.
- [34]刘太国,邱 军,周益林,等. 中国冬小麦区域试验品种抗病性评价[J]. 中国农业科学,2015,48(15):2967-2975.
- [35]刘 成,韩 冉,汪晓璐,等. 小麦远缘杂交现状、抗病基因转移及利用研究进展[J]. 中国农业科学,2020,53(7):1287-1308.
- [36]刘志勇,张怀志,白 斌,等. 中国小麦抗条锈病基因育种利用现状与策略[J]. 中国农业科学,2024,57(1):34-51.
- [37]金夏红,冯国华,刘东涛,等. 小麦抗叶锈病遗传研究进展[J]. 麦类作物学报,2017,37(4):504-512.
- [38]司 冠,赵智勇,包海柱,等. 小麦抗白粉病种质资源现状及抗性基因研究进展[J]. 宁夏农林科技,2022,63(6):14-20.
- [39]齐学礼,赵明忠,尹文生,等. 小麦耐高温特性的生理机制与基因挖掘研究进展[J]. 南方农业学报,2022,53(10):2885-2893.
- [40]张爱民,阳文龙,李 欣,等. 小麦抗赤霉病研究现状与展望[J]. 遗传,2018,40(10):858-873.