

网络出版时间:2026-05-21

网络出版地址:https://link.cnki.net/urlid/61.1359.s.20260521.1123.007

2000 年以来陕西省审定小麦品种的产量、品质及抗病性分析

程兰斐¹, 葛冬冬¹, 郑祥博¹, 王长有¹, 刘新伦¹, 邓平川¹, 李停栋¹,
陈春环¹, 韦秀兰², 杨海波², 吉万全¹, 赵继新¹

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西杨凌 712100; 2. 陕西省种子工作总站, 陕西西安 710018)

摘要: 为了解近年来陕西省审定小麦品种的产量、品质、抗病性以及亲本使用等情况, 为小麦品种选育提供参考, 对 2000 年以来陕西省审定小麦品种的上述性状进行了统计分析。结果表明, 2000—2025 年陕西省审定小麦品种 317 个, 其中关中灌区品种 267 个(包括普通品种 262 个, 特殊用途品种 5 个), 占比 84.23%; 旱地品种 39 个, 占比 12.30%; 陕南地区品种 11 个, 占比 3.47%。关中灌区的 262 个普通品种中, 产量随时间推移呈上升趋势, 年均增产 $101.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 产量与株高、穗粒数、千粒重间呈正相关; 品质性状中, 容重、吸水率、最大拉伸阻力呈缓慢上升趋势, 蛋白质含量、湿面筋含量、稳定时间、拉伸面积呈下降趋势; 强筋品种 8 个(占比 3.05%), 中强筋品种 19 个(占比 7.25%), 中筋品种 235 个(占比 89.69%), 无弱筋品种, 优质品种数量呈上升趋势。抗病性方面, 关中灌区 262 个普通品种中, 中抗及抗赤霉病品种 40 个, 占比 15.2%; 高抗及免疫白粉病品种 17 个, 占比 6.4%, 中抗白粉病品种 45 个, 占比 17.1%; 高抗及免疫条锈病品种 54 个, 占比 20.2%; 中抗条锈病品种 123 个, 占比 46.2%; 纹枯病抗性鉴定的 106 个品种中, 高抗和中抗品种分别为 3 和 22 个, 占比分别为 2.8% 和 20.8%; 兼抗 2 种病害的品种共计 65 个, 占比 24.8%; 兼抗 3 种及以上病害的品种 36 个, 占比 13.6%。育种方式中, 单交组合为主要育种方式, 占比 82.02%。从亲本使用情况看, 317 个品种共应用 409 个亲本, 其中 7 个亲本被多次应用, 分别是周麦 16(26 次)、小偃 22(18 次)、西农 979(16 次)、周麦 18(14 次)、郑麦 366(13 次)、周麦 22(10 次)、西农 822(10 次)。总体来看, 陕西省审定小麦优质品种数量较少, 兼抗多种病害的品种欠缺, 育种方式单一, 遗传基础较为狭窄。

关键词: 关中灌区; 小麦品种; 产量; 品质; 抗病性

中图分类号: S512.1; S330

文献标识码: A

文章编号: 1009-1041(2026)06-0732-12

Yield, Quality and Disease Resistance Analysis of Approved Wheat Varieties in Shaanxi Province since 2000

CHENG Lanfei¹, GE Dongdong¹, ZHENG Xiangbo¹, WANG Changyou¹, LIU Xinlun¹, DENG Pingchuan¹,
LI Tingdong¹, CHEN Chunhuan¹, WEI Xiulan², YANG Haibo², JI Wanquan¹, ZHAO Jixin¹

(1. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Shaanxi Provincial Seed Administration, Xi'an, Shaanxi 710018, China)

Abstract: To provide a reference for wheat breeding, this study conducted a statistical analysis on the yield, quality, disease resistance, and parental usage of wheat varieties approved in Shaanxi Province since 2000. Results indicate that a total of 317 wheat varieties were approved in Shaanxi Province from 2000 to 2025. Among these, 267 varieties were developed for the Guanzhong irrigation area(including 262 common varieties and 5 special-purpose varieties), accounting for 84.23%; 39 varieties were developed for dryland farming, representing 12.30%; and 11 varieties were developed for the regions of southern Shaanxi, constituting 3.47%. Among the 262 common varieties suitable for the Guanzhong

收稿日期: 2025-08-20

修回日期: 2025-10-16

基金项目: 陕西省省级农业专项现代种业发展项目; 科技创新 2030 重大项目(2023ZD0402503)

第一作者 E-mail: clf20020227@163.com(程兰斐)

通讯作者 E-mail: Zhaojixin@nwfau.edu.cn(赵继新); jiwantuan2008@126.com(吉万全)

irrigation area, yield exhibited an increasing trend with an average annual increase of $101.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. Yield was positively correlated with plant height, kernels per spike, and thousand kernel weight. For quality traits, test weight, water absorption, and maximum tensile resistance showed a gradual increasing trend, while the content of protein and wet gluten, the stability time and the stretching area of the dough showed a decreasing trend. Among the 262 approved wheat varieties, 8 varieties (3.05%) were strong gluten wheat, 19 varieties (7.25%) were medium-strong gluten wheat, and 235 varieties (89.69%) were medium gluten wheat, with no weak gluten varieties recorded. The number of approved high-quality wheat varieties showed an increasing trend. Regarding disease resistance, among the 262 common varieties in the Guanzhong irrigation area, 40 varieties (15.2%) showed moderate resistance and resistance to Fusarium head blight (FHB). Seventeen varieties (6.4%) showed high resistance or immunity to powdery mildew, and 45 varieties (17.1%) showed moderate resistance. Fifty-four varieties (20.2%) exhibited high resistance or immunity to stripe rust, while 123 varieties (46.2%) showed moderate resistance. For sheath blight resistance, among the 106 varieties investigated, 3 varieties (2.8%) and 22 varieties (20.8%) showed high and moderate resistance, respectively. In total, 65 varieties (24.8%) exhibited combined resistance to two diseases, and 36 varieties (13.6%) exhibited combined resistance to three or more diseases. Single cross combinations were the major breeding method, accounting for 82.02%. Analysis of parental usage revealed that among the 317 varieties, 409 parental materials were employed, with seven parents being used multiple times, including Zhoumai 16 (26 times), Xiaoyan 22 (18 times), Xinong 979 (16 times), Zhoumai 18 (14 times), Zhengmai 366 (13 times), Zhoumai 22 (10 times), and Xinong 822 (10 times). The study indicates that the number of high-quality wheat varieties approved in Shaanxi Province remains limited, with a lack of varieties with combined resistance to multiple diseases. Breeding methods are relatively singular, and the genetic background is relatively narrow.

Keywords: Guanzhong irrigation area; Wheat varieties; Yield; Quality; Disease resistance

小麦是中国第二大粮食作物,在国家粮食安全、农业生产和饮食文化中占据核心地位,全国约 40% 的人口以小麦为主粮^[1]。中国是全球最大的小麦生产国和消费国,2024 年中国小麦总产量首次突破 $1.4 \times 10^8 \text{ t}$, 占全球总产量的 17% 以上,自给率超过 95%^[2]。

已有研究者对中国不同种植区域小麦品种的产量、品质及抗病性等进行了分析。郝天佳等^[3]对 1991—2018 年中国国审小麦品种产量与品质相关性状的变化趋势进行分析,发现随着年份推移,产量和蛋白质含量均极显著提高,株高极显著降低;在穗数提升的基础上穗粒数和千粒重保持稳定,三者对产量的影响表现为穗数>穗粒数>千粒重;沉降值、稳定时间、延展性、最大拉伸阻力、拉伸面积呈升高趋势,吸水率呈下降趋势。王龙等^[4]对 2014—2023 年陕西省审定小麦品种的抗病性进行了鉴定与评价,发现 179 份品种对条锈病的抗性较好,对白粉病以及赤霉病的抗性较差,兼抗三种病害与兼抗两种病害的品种占比较

低。杨荣等^[5]对陕西省关中灌区的小麦品种进行了分析,发现参试品种产量整体较高,品种间存在显著差异;抗条锈病能力整体较差,抗倒性整体一般。卢彬^[6]对渭北旱塬小麦产量与主要农艺性状进行了灰色关联分析,发现影响小麦产量的因素由高到低依次为生育期、容重、穗数、穗粒数、株高、千粒重。

陕西地处中国黄淮麦区的西端,是南方冬麦区与北方冬麦区、东部冬麦区与西部春麦区的过渡和交汇地带,也是小麦多种病害的易发区和传播流行的桥梁地带^[7]。特殊的地理位置和生态环境决定了育成的小麦品种具有广泛适应性,如碧蚂 1 号、丰产 3 号、小偃 6 号、陕农 7859 等品种实现了陕西乃至黄淮海流域小麦品种大面积的更新换代^[8]。关中地区是陕西省小麦的主要种植区,播种面积约占全省农作物总面积的 80%,产量占全省小麦总产量的 85%,小麦常年种植面积约 1 000 万 hm^2 ^[9]。近年来,随着品种审定政策的调整和育种技术的发展,陕西省审定的小麦品种数

量逐年上升。为全面了解近年来陕西省小麦育种进展,本研究对2000—2025年陕西省审定小麦品种的产量、品质、抗病性以及亲本利用情况等进行系统分析,以期明确陕西小麦育种现状,为未来陕西小麦品种选育、育种目标制定提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据来源于中国种业大数据平台(<http://114.242.25.97:20064>)和《陕西省审定登记品种丛书—小麦审定品种(2001—2021年)》^[10]。提取并统计了各品种的产量、品质及抗病性等相关性状。其中产量性状包括株高、穗数、穗粒数、千粒重和产量;品质性状包括容重、蛋白质含量、湿面

筋含量、稳定时间、吸水率、最大拉伸阻力和拉伸面积;抗病性统计了赤霉病、白粉病、条锈病、纹枯病和叶锈病的抗性鉴定结果。

1.2 数据处理

数据采用 Excel、GraphPad Prism 9.5、Origin 2018 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 小麦品种审定数量变化

2000—2025年,陕西省共审定小麦品种317个,审定数量呈增长趋势(图1),审定数量最多的年份为2023年,审定品种28个,占比8.83%。自2016年审定标准修改以来,共审定品种195个,占比61.51%。

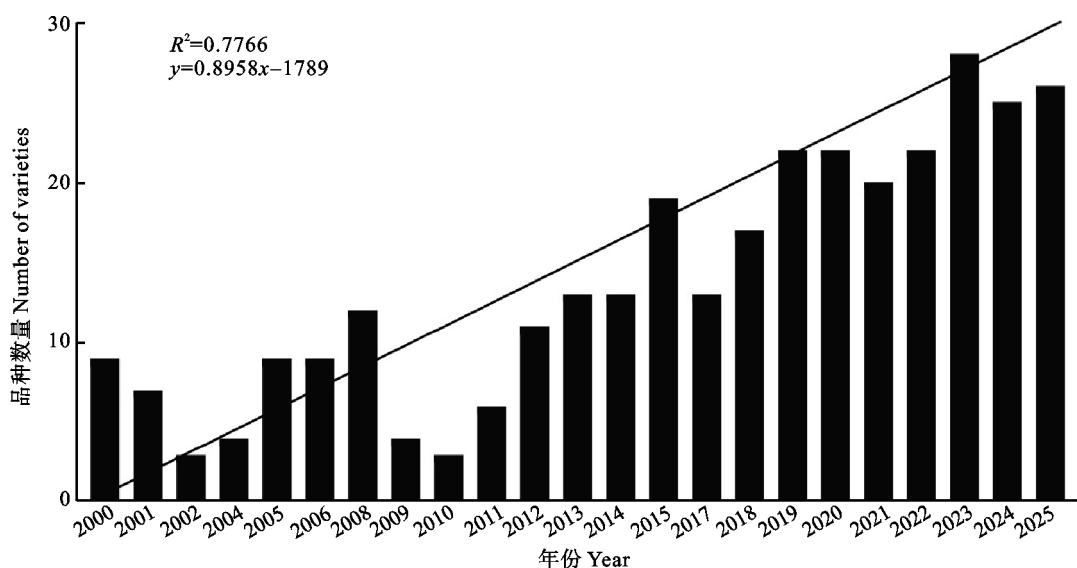


图1 2000—2025 陕西省审定小麦品种数量

Fig. 1 Number of wheat varieties approved in Shaanxi Province from 2000 to 2025

2.2 适宜种植区域分析

统计结果显示,317个陕西省审定小麦品种中,适宜在关中灌区种植的水地小麦品种有267个,占比为84.23%,其中普通类型小麦品种262个,特殊用途小麦品种5个(硬粒小麦品种1个,紫粒小麦品种4个);适宜旱地种植的小麦品种有39个,占比12.30%;适宜在陕南冬麦区种植的品种有11个,占比3.47%。

2.3 产量相关性状分析

对2000—2025年陕西省审定的适宜在关中灌区种植的262个普通类型小麦品种的产量性状进行分析,结果(表1、图2)显示,株高介于56.0~91.6 cm,呈现小幅度上升趋势,平均为76.87

cm,变异系数为5.70%。其中,株高70 cm以下品种9个,占比3.44%;株高70~75 cm品种62个,占比23.66%;株高75~80 cm品种124个,占比47.33%;株高80~85 cm品种54个,占比20.61%;株高85 cm以上品种13个,占比4.96%。262个审定品种中,240个品种株高介于70~85 cm之间,占比达91.6%(图2A)。

229个品种有穗数数据。穗数随时间推移呈缓慢下降趋势,平均为 40.47×10^4 穗·hm⁻²,变异系数为8.06%(表1,图2B)。其中,穗数小于 35×10^4 穗·hm⁻²的品种14个,占比6.11%; $35 \times 10^4 \sim 40 \times 10^4$ 穗·hm⁻²的品种79个,占比34.50%; $40 \times 10^4 \sim 45 \times 10^4$ 穗·hm⁻²的品种112个,占比48.91%;大于 45×10^4 穗·hm⁻²的

品种 24 个,占比 10.48%。83.41%的品种穗数介于 $35\times 10^4\sim 45\times 10^4$ 穗 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 之间。

248 个品种有穗粒数数据。穗粒数随时间推移整体呈缓慢增长趋势,平均穗粒数为 38.36 粒,变异系数为 9.72%(表 1,图 2C)。其中,穗粒数小于 30 粒的品种 3 个,占比 1.15%;30~35 粒的品种 23 个,占比 9.27%;35~40 粒的品种 142 个,占比 57.26%;40~45 粒的品种 66 个,占比 25.19%;大于 45 粒的品种 14 个,占比 5.65%。82.45%的品种穗粒数介于 35~45 粒。

千粒重随时间推移增长趋势较为明显,斜率为 0.134 8,年均增加 0.12 g,变异系数为 7.86%(表 1,图 2D)。其中,千粒重小于 40 g 的品种有 10 个,占比 3.80%;40~45 g 的品种 114 个,占比 43.50%;45~50 g 的品种 114 个,占比 43.50%;50 g 以上的品种 23 个,占比 8.80%。52.30%的

品种千粒重大于 45 g。

产量随时间推移增加趋势明显,年均增产 101.3 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。对产量及其组成因素进行相关性分析,发现产量与株高、穗粒数、千粒重之间呈正相关,其中千粒重与产量之间呈极显著正相关。由图 2 可知,随时间推移穗粒数和千粒重呈增长趋势,而产量呈现显著增长趋势,表明穗粒数和千粒重的增长是产量增长的主要因素。

2.4 品质性状分析

依据国家农作物品种审定委员会 2017 年发布的《主要农作物品种审定标准(国家级)》中的小麦品种品质分类标准,审定的 262 个关中灌区种植的普通类型品种中,有 8 个品种达到强筋小麦标准,占比 3.05%;有 19 个品种达到中强筋小麦标准,占比 7.25%,二者合计占比为 10.31%;中筋品种 235 个,占比 89.69%,无弱筋品种。2020—

表 1 审定品种的产量相关性状
Table 1 Yield-related traits of Shaanxi-approved wheat varieties

性状 Trait	PH/cm	ES/($\times 10^4$ spikes $\cdot\text{hm}^{-2}$)	KPS	TKW/g	GY/(kg $\cdot\text{hm}^{-2}$)
最大值 Maximum	91.60	50.00	51.50	56.00	9 798.00
最小值 Minimum	56.00	27.70	17.80	24.40	5 250.00
平均值 Average	76.90	40.47	38.36	45.26	8 226.87
标准差 Standard deviation	4.40	3.26	3.73	3.56	873.24
变异系数 CV/%	5.70	8.06	9.72	7.86	10.61

PH:株高;ES:穗数;KPS:穗粒数;TKW:千粒重;GY:籽粒产量。表 2 同。
PH: Plant height; ES: Effective spikes; KPS: Kernels per spike; TKW: Thousand kernel weight; GY: Grain yield. The same in table 2.

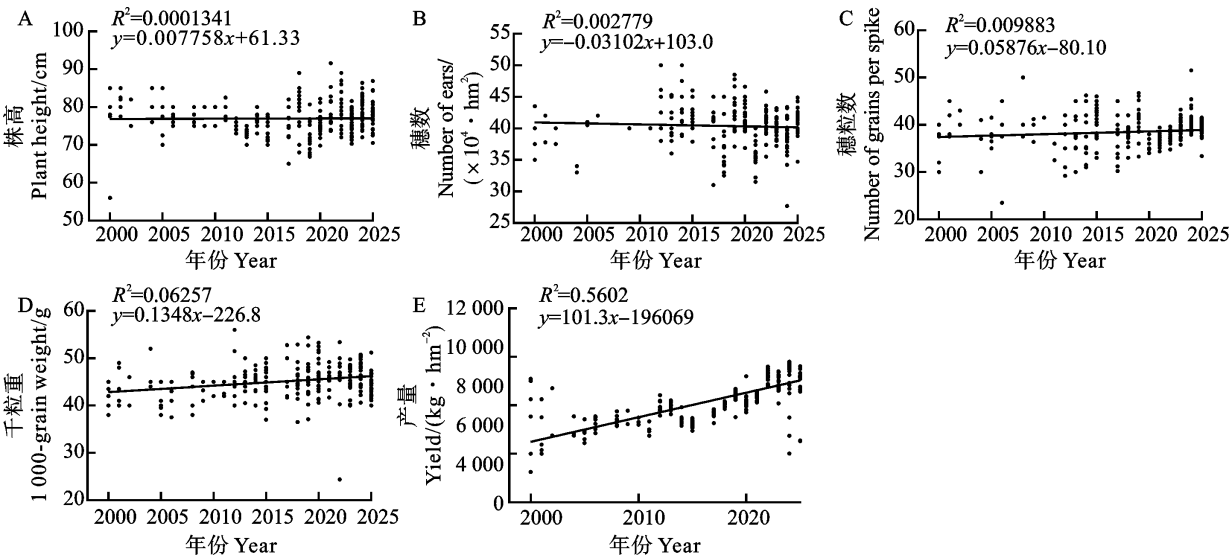


图 2 审定品种产量相关性状的变化趋势
Fig. 2 Yield related traits of approved wheat varieties

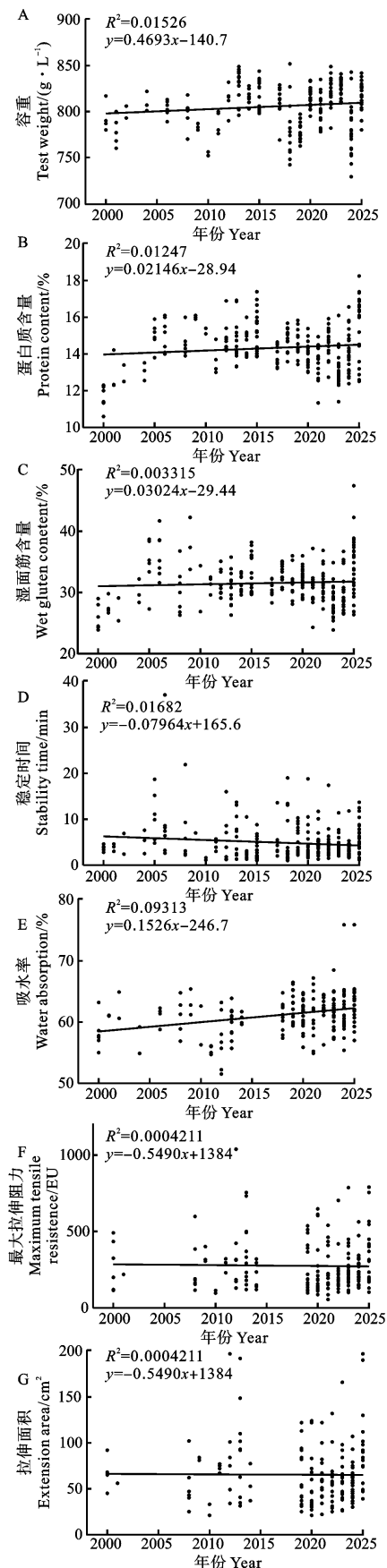


图 3 审定品种的品质相关性状变化趋势
Fig. 3 Trend of changes in the quality-related traits of the Shaanxi-approved wheat varieties

2025 年共审定强筋、中强筋品种数量为 19 个, 占 2000—2025 年审定强筋、中强筋总数的 70.37%, 表明近几年审定的优质小麦品种数量呈现增长趋势。

对 262 个品种的品质性状进行分析发现, 容重介于 729 ~ 852 g · L⁻¹, 平均值为 806.01 g · L⁻¹, 呈增长趋势(图 3A); 变异系数为 3.03%(表 2), 相对离散程度较低, 说明该性状较为稳定。蛋白质含量介于 10.60%~18.25%, 平均值为 14.26%, 总体呈现缓慢下降趋势(图 3B), 变异系数为 8.01%。蛋白质含量达到中强筋小麦标准(≥13%)的品种 229 个, 占比 87.40%; 达到强筋小麦标准(≥14%)的品种 156 个, 占比 59.54%, 说明关中灌区审定小麦品种蛋白质含量整体较高。湿面筋含量介于 23.90%~47.47%, 平均值为 31.38%, 总体呈缓慢下降趋势(图 3C), 变异系数为 10.50%; 达到中强筋小麦标准(≥28.5%)的品种 215 个, 占比 82.06%, 达到强筋小麦标准(≥30.5%)的品种 150 个, 占比 58.59%, 说明关中灌区审定小麦品种的湿面筋含量整体较高。稳定时间介于 1.00~37.10 min, 平均为 5.24 min, 总体呈下降趋势(图 3D), 变异系数为 92.22%, 品种间差异较大; 达到中强筋小麦标准(≥7.0 min)的品种 64 个, 占比 24.43%, 达到强筋小麦标准(≥10.0 min)的品种 33 个, 占比 12.60%。说明关中灌区审定小麦品种的稳定时间相对较低, 变异幅度较大。

吸水率介于 51.50%~75.90%, 平均值为 61.09%, 总体呈上升趋势(图 3E), 变异系数为 4.51%, 品种间差异较小。吸水率达到中强筋小麦标准(≥58%)的品种 175 个, 占比 66.79%; 达到强筋小麦标准(≥60%)的品种 146 个, 占比 55.73%, 说明小麦品种的吸水率表现较好。最大拉伸阻力

表 2 产量相关性状的的相关性分析
Table 2 Correlation analysis of yield-related traits of the Shaanxi-approved wheat varieties

性状 Trait	PH	ERN	KPS	TKW	GY
PH	1				
ES	-0.253 **	1			
KPS	-0.025	-0.166 **	1		
TKW	0.060	-0.137 *	-0.016	1	
GY	0.112	-0.104	0.032	0.271 **	1

* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$.

介于 55.00~1 038.00 EU,平均值为 279.60 EU,总体呈上升趋势(图 3F),变异系数为 57.45%,品种间存在较大差异。其中,最大拉伸阻力达到中强筋小麦标准(≥ 350 EU)的品种 48 个,占比 18.32%,达到强筋小麦标准(≥ 450 EU)的品种 32 个,占比 12.21%,说明 262 个小麦品种的最大拉伸阻力总体表现一般。拉伸面积介于 21~197 cm²,平均值为 66.93 cm²,总体呈下降趋势(图 3G),变异系数为 50.12%,品种间差异较大。拉伸面积达到中强筋小麦标准(≥ 80 cm²)的品种数量为 52 个,占比 19.85%;达到强筋小麦标准($\geq$

100 cm²)的品种数量为 32 个,占比 12.21%。说明 262 个小麦品种的拉伸面积总体表现较差。

综上,2000—2025 年陕西省审定的关中灌区 262 个普通类型小麦品种中,中筋品种为主,强筋、中强筋品种较少,无弱筋品种。随时间推移容重、吸水率、最大拉伸阻力呈增长趋势,蛋白质含量、湿面筋含量、稳定时间、拉伸面积呈下降趋势。从变异程度上看,容重、蛋白质含量、湿面筋含量和吸水率的变异系数较小,品种间差异较小;稳定时间、最大拉伸阻力、拉伸面积的变异系数较大,品种间差异较大。

表 3 262 个品种的品质相关性状分析

Table 3 Analysis of quality-related traits in 262 wheat varieties

性状 Trait	蛋白质含量 Protein content/%	容重 Bulk density/ (g · L ⁻¹)	湿面筋含量 Wet gluten content/%	稳定时间 Stability time/min	吸水率 Water absorption/%	最大拉伸阻力 Maximum tensile resistance/EU	拉伸面积 Stretching area/cm ²
最大值 Maximum	18.25	852	47.47	37.10	75.90	1 038.00	197.00
最小值 Minimum	10.60	729	23.90	1.00	51.50	55.00	21.00
平均值 Average	14.26	806	31.38	5.24	61.09	279.60	66.93
标准差 Standard deviation	1.14	24	3.29	4.83	2.75	160.63	33.55
变异系数 CV/%	8.01	3.03	10.50	92.22	4.51	57.45	50.12

2.5 抗病性分析

对 2000—2025 年陕西省审定的 262 个关中灌区普通类型小麦品种的抗病性进行了分析,结果(图 4)显示,赤霉病抗性方面,中抗及以上的小麦品种数量呈上升趋势,但其在审定品种中的占比呈下降趋势(图 4A)。高感赤霉病品种 92 个,占比 35.1%;中感品种 90 个,占比 34.4%;低感赤霉病品种 37 个,占比 14.1%;而抗赤霉病品种有 11 个,占比 4.2%,分别是西农 681、航麦 6 号、兴民 618、奉先 211、兴民 58、福高 328、西农 175、西农 1018、秦农 578、新麦 153、泰麦 98;中抗品种 29 个,占比 11.0%,剩余 3 个品种无赤霉病记录。40 个中抗和抗赤霉病品种中,2022—2025 年审定品种 10 个,占抗赤霉病品种总数的 1/4。说明近几年审定品种对赤霉病的抗性有所提高。

262 个品种中抗白粉病品种的数量呈上升趋势,而占比呈下降趋势(图 4B)。高感品种 119 个,占比 45.4%;中感品种 60 个,占比 22.9%,另有 18 个感病品种未区分感病程度,占比 6.8%;达到高抗及免疫的品种 17 个,占比仅 6.4%,分别是西纯 298、皖麦 38、西农 5192、农大 1108、唐麦 831、武农 148、西农 5813、西农 628、轮选 928、西农 805、西农 835、西农 962、金麦 208、西农 678、西农

287、新麦 153、西农 812;中抗品种 45 个,占比 17.1%,另有 3 个抗病品种未区分抗病程度,占比 1%。说明关中灌区审定小麦品种对白粉病的抗性整体表现一般。

条锈病抗性方面,中抗及以上小麦条锈病品种数量随时间推移呈上升趋势,而占比呈小幅度下降趋势(图 4C)。高抗和免疫品种共计 54 个,占比 20.2%;其中免疫品种 16 个,占比 6.0%,包括远丰 175、憨丰 3468、西农 389、西农 537、陕道 198、陕禾 1028、荣华 286、西农 175、西农 5813、西农 1852、荣华 188、郑麦 132、西农 287、西农 536、西农 111、西农 9112;中抗品种 123 个,占比 46.2%;高感品种 9 个,占比 3.3%;中感品种 67 个,占比 25.1%;另有 9 个品种未对条锈病情况进行记载。相较于其他病害,关中灌区审定品种对条锈病的抗性较好,抗性品种占比相对较高。

纹枯病抗性方面(图 4D),106 个鉴定品种中,高抗及免疫品种 3 个,占比 2.8%,包括西农 865、伟隆 388、西农 256;中抗品种 22 个,占比 20.8%;高感品种 10 个,占比 9.4%;中感品种 50 个,占比 47.2%。表明审定品种对纹枯病的抗性较低。

71 个叶锈病抗性鉴定品种中,高感品种 10 个,占比 14.1%;中感品种 35 个,占比 49.3%,其

中2023年中、高感品种4个,2024年3个,2025年3个,感病品种数量较多;高抗及免疫品种13个,占比18.3%,分别为西农1165、西纯298、西农599、西农591、西农966、伟隆323、西农151、西农628、西农1852、西农226、西农852、西农812、西农1858。说明关中灌区省审小麦品种的叶锈病抗性整体较差。

在适宜关中灌区种植的262个普通类型品种中,对3种及以上病害抗性达中抗及以上的小麦品种共36个,占比13.6%;兼抗2种病害的品种有65个,占比24.8%;其中同时抗赤霉病、白粉病、条锈病的品种共15个,占比5.7%。总体上,抗条锈病的品种数量较多,而抗赤霉病和白粉病的品种数量较少。

2000年以来,适宜在陕西省渭北旱塬种植的

审定小麦品种共计39个。其中7个小麦品种对赤霉病抗性达中抗及以上,占比17.9%;中抗及以上抗白粉病品种共9个,占比23.1%;中抗及以上抗条锈病品种共17个,占比43.6%,高抗品种7个,占比17.9%,说明适宜在渭北旱塬种植的审定品种抗条锈病能力较强。对有抗病性记载的小麦品种中,3种病害的抗性都达到中抗及以上的品种共4个,分别是铜麦3号、铜麦6号、长航一号、普冰151,说明审定旱地品种的抗病性整体不高。

适宜在陕南冬麦区种植的小麦品种共计11个。抗赤霉病品种有4个;中抗白粉病及以上的品种2个;中抗条锈病及以上品种共6个,占比54.5%。相比于其他病害,审定小麦品种对条锈病抗性较好,对赤霉病、白粉病抗性有待提高。

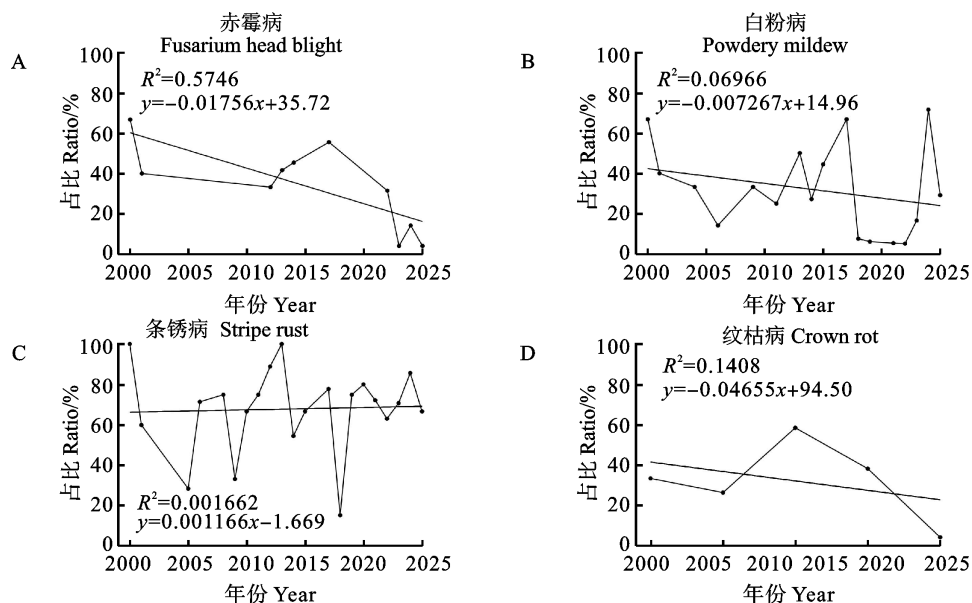


图4 262个小麦品种中抗病品种占比分析

Fig. 4 Analysis of ratio of resistant varieties among the 262 wheat varieties

2.6 育种方法及亲本使用情况分析

对2000—2025年陕西省审定小麦品种的育种方法和亲本使用情况进行统计(图5),317个品种中,采用单交方式育成品种260个,占比82.02%;三交方式育成品种49个,占比15.46%;四交方式育成品种6个,占比1.89%;采用五交和诱变育种方式育成品种各1个,占比0.32%。这说明常规杂交育种,尤其单交组合是小麦新品种选育的主要方式。

317个品种中,共应用到409个亲本、668次。

其中有7个亲本的应用次数超过10次,共应用110次,占总应用次数的16.47%,分别是周麦22(10次)、西农822(10次)、郑麦366(13次)、周麦18(14次)、西农979(16次)、小偃22(18次)、周麦16(26次),此外,小偃6号应用8次,矮抗58应用9次,西农889应用7次,周98165、豫麦49、西农20各应用6次(表4)。有10个亲本应用4次,占总亲本数量的2.44%,占总应用次数的5.99%;有15个亲本应用3次,占总亲本数量的3.67%,占总应用次数的6.74%;有52个亲本应用2次,占

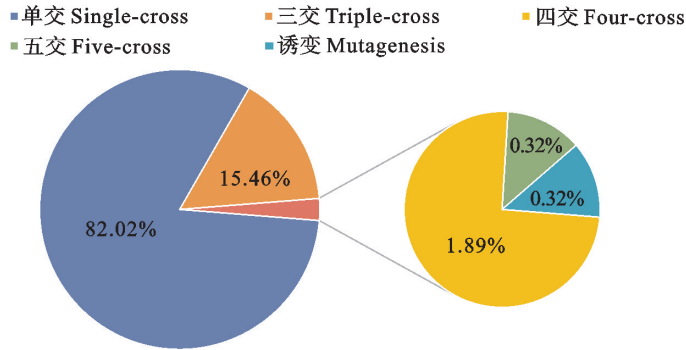


图 5 陕西审定品种的育种方式分布

Fig. 5 Distribution of breeding methods for Shaanxi-approved wheat varieties

表 4 使用 4 次及以上的亲本及育成品种数量

Table 4 Number and ratio of the parental materials with more than four times

亲本 Parent	品种数量 Number of varieties	占比 Ratio/%	亲本 Parent	品种数量 Number of varieties	占比 Ratio/%
陕麦 229 Shaanmai 229	4	1.26	西农 889 Xinong 889	7	2.21
陕麦 94 Shaanmai 94	4	1.26	小偃 6 号 Xiaoyan 6	8	2.52
西农 294 Xinong 294	4	1.26	矮抗 58 Aikang 58	9	2.84
西农 3517 Xinong 3517	4	1.26	周 98165 Zhou 98165	9	2.84
小偃 55-6 Xiaoyan 55-6	4	1.26	西农 822 Xinong 822	10	3.15
郑麦 9023 Zhengmai 9023	4	1.26	周麦 22 Zhoumai 22	10	3.15
小偃 96 Xiaoyan 96	4	1.26	郑麦 366 Zhengmai 366	13	4.10
周麦 26 Zhoumai 26	4	1.26	周麦 18 Zhoumai 18	14	4.42
温麦 6 号 Wenmai 6	5	1.58	西农 979 Xinong 979	16	5.05
中麦 895 Zhongmai 895	5	1.58	小偃 22 Xiaoyan 22	18	5.68
西农 20 Xinong 20	6	1.89	周麦 16 Zhoumai 16	26	8.20
豫麦 49 Yumai 49	6	1.89			

品种数量:指该亲本育成的品种数量;占比:各亲本育成品种数占审定总品种数的比例。

Number of varieties; Number of parent-derived varieties; Ratio: Developed by each parent relative to the total number of varieties approved.

总亲本数量的 12.7%,合计应用 104 次,占总应用次数的 15.57%。应用 4 次以上的亲本 23 个、194 次,占总亲本数量的 5.62%、29.04%。其中“周麦”系列亲本共应用 11 个,合计使用了 72 次,育成品种 69 个,占比 21.77%。这表明,陕西省审定品种中含有较高比例的“周麦”系列亲本血缘。

2.7 选育单位统计分析

对 262 个小麦品种的选育单位进行统计分析,其中 4 个小麦品种选育单位未记载,在 258 个小麦品种中,事业单位和高校选育的品种共计 175 个,占比 67.83%;个人选育品种 4 个,占比 1.55%;企业选育品种 75 个,占比 29.07%;事业单位与企业联合选育品种 4 个,占比 1.55%(图 6)。表明陕西省小麦品种的选育单位以事业单位和高校及企业为主。其中西北农林科技大学育成

品种 158 个,占全省审定品种数的 61.2%,说明该校在陕西省小麦品种选育中占主导地位。

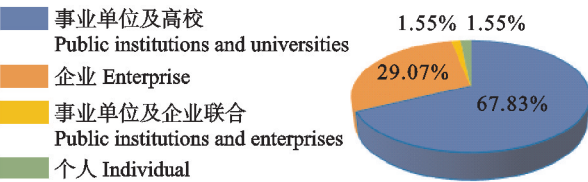


图 6 审定品种的选育单位

Fig. 6 Types of breeding institutions for the approved wheat varieties

3 讨论

小麦产量与穗数、穗粒数和千粒重直接相关,且受生育期、株高、经济系数等因素的影响^[11]。王瑛等^[12]对 2005—2020 年黄淮冬麦区审定小麦

品种产量及相关性状的演变进行分析,认为黄淮冬麦区南片小麦产量水平的提升主要得益于千粒重的增加。陈志豪等^[13]对黄淮冬麦区北片冬小麦产量和品质性状综合分析,认为对小麦产量起主要作用的是穗数。刘文林等^[14]对2008—2022年黑龙江省审定小麦品种的产量性状分析,显示产量与株高呈正相关。王美芳^[15]对2001—2009年国家黄淮麦区区域试验品种的产量及产量构成因素分析,发现黄淮麦区通过国家区试的品种平均产量呈逐步上升的趋势,穗数、穗粒数和千粒重整体上均呈上升趋势。Kumar等^[16]在两个生长季研究了小麦产量及其构成因素,发现株高、干物质量、穗粒数、穗长、每穗小穗数与产量呈正相关。本研究对2000—2025年陕西省审定小麦品种进行分析,发现产量与株高、穗粒数、千粒重均呈正相关,其中千粒重与产量呈极显著正相关;穗数与千粒重呈负相关,这与陈志豪等^[13]得出的‘产量构成因素间存在权衡效应’的结论一致。表明陕西关中灌区小麦品种主要通过提高千粒重并协调穗数和穗粒数实现产量提升。因此,陕西关中灌区在高产育种中需考虑产量构成因素之间的动态平衡关系,通过遗传改良实现多性状协同提升。

研究发现,小麦产量与品质性状之间存在拮抗关系^[17]。关二旗等^[5]分析了黄淮冬麦区部分区域小麦品种的品质性状,发现供试小麦品种主要为中筋品种,强筋、中强筋品种占比较少。葛冬冬等^[18]分析了2011—2024年黄淮冬麦区南片国审小麦品种的品质性状,发现容重、稳定时间、吸水率随时间推移呈缓慢增加趋势,湿面筋含量基本稳定,中筋品种占比最高,无弱筋品种,优质品种呈增加趋势。本研究显示,2000—2025年陕西省审定小麦品种中,中筋类型占主导地位,强筋、中强筋类型品种占比不高,关中灌区优质品种比例(8.8%)高于渭北旱塬(7.7%),但整体偏低。胡卫国等^[19]对黄淮冬麦区小麦品种品质现状分析发现,黄淮冬麦区小麦蛋白质和湿面筋含量较高,但面筋强度较差,表现为稳定时间、沉降值、拉伸面积和最大拉伸阻力等性状的值都偏低。胡学旭等^[20]对2000—2015年国家黄淮和北部冬麦区域试验品种品质分析显示,容重、稳定时间、拉伸面积和最大拉伸阻力随时间推移呈上升趋势,吸水量呈下降趋势,蛋白质含量和湿面筋含量变化不大,沉降指数呈先升后降趋势。张天海等^[21]对河南省及周边地区大面积推广的小麦品种品质进

行分析,发现参试品种的蛋白质含量和湿面筋含量整体水平较高,达到了中强筋小麦国家标准。本研究结果显示,供试品种的蛋白质含量、湿面筋含量随时间推移呈稳定或下降趋势,而容重和吸水率有所提高;多数品种的蛋白质含量、湿面筋含量和吸水率达到强筋标准,但稳定时间、拉伸阻力及拉伸面积的达标率较低,且这些性状的变异系数较大,说明具有较大遗传改良潜力。因此,陕西小麦品质育种应在保证蛋白质含量、湿面筋含量和吸水率达标的前提下,加强稳定时间、拉伸阻力及拉伸面积等指标的筛选,以提高面筋强度和质量。

随着病原生物的进化、环境因子的诱导、耕作制度的改变以及人类的农业活动,小麦赤霉病、白粉病、条锈病、纹枯病、叶锈病的感病率明显上升,对小麦产量和品质影响显著^[22]。赤霉病是一种由禾谷镰刀菌引起的病害,集中发生在长江中下游麦区以及淮河以南,大流行年导致小麦产量损失严重^[23]。白粉病的发生与流行主要受小麦基因型影响,种植抗病品种是防治白粉病的主要途径^[24]。条锈病是真菌性病害,秋苗发病时间早且范围广泛,冬季部分病菌繁殖扩展,后期危害程度严重^[25]。小麦纹枯病是土传性真菌病害,受气候变暖、秸秆还田等因素影响,在中国呈现出从南向北快速蔓延的趋势,目前已成为黄淮麦区威胁小麦生产的五大病害之一^[26]。小麦叶锈病是真菌性病害,主要危害小麦叶片而导致减产^[27]。葛冬冬等^[18]对2011—2024年黄淮冬麦区南片国审小麦品种的抗病性进行分析,发现无高抗赤霉病和白粉病的品种,高抗和中抗纹枯病品种也较少,抗条锈病和叶锈病品种约15%左右,抗病性整体有待加强。董连生^[28]对2019—2023年国审小麦品种主要病害情况进行分析,发现国审品种对赤霉病和纹枯病的抗性逐年增强;对白粉病抗性先增强后降低;对条锈病抗性水平逐年降低,对叶锈病抗性较稳定。本研究结果显示,2000—2025年通过陕西省审定的262个关中灌区普通类型小麦品种整体抗病性较差,抗赤霉病、纹枯病和白粉病的品种相对较少,抗条锈病品种相对较多,占比约66.4%,抗病性分析结果与前人分析结果相近。今后在关中灌区小麦品种选育过程中,应当加强抗赤霉病、白粉病、纹枯病和叶锈病抗性的选择,进一步提高小麦的抗病性。西农628和西农527对白粉病、条锈病、纹枯病和叶锈病都具有抗性;西农812对赤霉病、白粉病、纹枯病、叶锈病都具

有抗性,这 3 个小麦品种可作为兼抗亲本在育种中加以利用。适宜种植于陕南冬麦区的 11 个品种中,抗赤霉病品种占比较低。关中灌区、渭北旱塬和陕南冬麦区的小麦品种对五大病害的抗病性总体较弱,因此小麦抗病品种的选育也是今后育种工作的主要方向。

常规杂交育种尤其是单交组合是小麦新品种选育的主要方式^[29]。这种方法具有操作相对简单、遗传性状稳定等优点,但也存在育种周期较长、基因重组随机性较大等局限性^[30]。袁谦等^[31]对 2020—2024 年黄淮麦区的育种策略进行分析,发现强筋和中强筋小麦品种的选育主要以单交为主,占比 74.2%,复交为辅,占比 17.5%;轮回选育占比 5.8%。葛冬冬等对 2011—2024 年黄淮冬麦区南片审定品种的育种方法和亲本使用情况进行了统计,发现单交组合是小麦新品种选育的主要方式,占比 72.3%;三交次之,占比 23%^[18]。本研究中,2000—2025 年陕西省审定小麦品种中,单交育成品种占比 83.60%;复交育成品种占比 17.7%。说明当前小麦品种选育主要通过杂交育种方式进行,以单交育种为主。今后可以通过辐射诱变、轮回选择、单倍体育种等方式,提高育种效率。

本研究 317 个品种中,共应用到 409 个亲本、668 次。其中有 7 个亲本的应用次数超过 10 次,共应用 110 次,占总应用次数的 16.47%。周麦系列作为亲本具有优良的遗传背景和配合力,但长期依赖少数亲本原种,可能导致品种遗传基础狭窄,增加遗传脆弱性,使小麦品种对病虫害和环境变化的抵御能力下降^[32]。系谱分析显示,周麦 22、周麦 18 和周麦 16 都是周麦 9 号的后代,周麦 16 和矮抗 58 为周 8425B 的后代^[20],其中周麦 16 以周麦 9 号为母本、周 8425B 为父本杂交连续定向选育而成^[33]。其株型紧凑、成穗率较高、综合抗性好,适合在河南省中北部及黄淮南片旱中茬、高肥水地种植,由于其具有特殊的性状使其成为多数育种单位在杂交时的首选亲本^[34]。西农 979、小偃 22、西农 822 均为西北农林科技大学选育的小麦品种,西农 979 的组合为(西农 881/陕 229)/((小偃 6 号/小偃 504)F₁/陕 213),小偃 22 的组合为(小偃 6 号/775-1)/小偃 107,二者均含有小偃 6 号血缘;西农 822 的组合为西农 953/周麦 16,其含有“周麦”系列亲本血缘^[35]。高新梅等^[36]提出,在黄淮南片麦区国审品种中,周麦 16、

周麦 22 和百农 AK58 的直接衍生品种超过了 50 个,黄淮南片品种多拥有周 8425B 和豫麦 2 号的血缘。表明近些年来黄淮南片的小麦品种遗传背景较为狭窄,同质化较严重。因此,在后续对小麦品种的选育过程中,可通过采用转基因、基因编辑等生物育种技术,创新育种亲本,拓宽育种方式,增加品种的遗传多样性,从而加速育种进程,提高选育品种的产量、品质和抗病性。

参考文献:

- [1]赵广才,常旭虹,王德梅,等.小麦生产概况及其发展[J].作物杂志,2018(4):1.
ZHAO G C, CHANG X H, WANG D M, *et al.* General situation and development of wheat production [J]. *Crops*, 2018 (4):1.
- [2]GUO J, LI C, ZHAO J, *et al.* Ecological genomics of Chinese wheat improvement: Implications in breeding for adaptation [J]. *BMC Plant Biology*, 2020, 20(1):494.
- [3]郝天佳,曲文凯,赵金科,等.1991—2018 年中国国审小麦品种产量与品质相关性状的变化趋势分析[J].中国粮油学报, 2023, 38(8):84.
HAO T J, QU W K, ZHAO J K, *et al.* Trends of yield and quality related traits of wheat varieties released in China from 1991 to 2018 [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2023, 38(8):84.
- [4]王 龙,郑祥博,王欣桐,等.2014—2023 年陕西省审定小麦品种抗病性鉴定与评价[J].西北农业学报, 2024, 33(11):2194.
WANG L, ZHENG X B, WANG X T, *et al.* Identification and evaluation of disease resistance of approved wheat varieties in Shaanxi Province from 2014 to 2023 [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2024, 33(11):2194.
- [5]关二旗,魏益民,张 波,等.黄淮冬麦区部分区域小麦品种构成及品质性状分析[J].中国农业科学, 2012, 45(6):1159.
GUAN E Q, WEI Y M, ZHANG B, *et al.* Analysis of the variety composition and quality properties of wheat in a part of the Huang-Huai river zone [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(6):1159.
- [6]卢 彬.渭北旱塬小麦产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].陕西农业科学, 2019, 65(11):1.
LU B. Grey correlation analysis between wheat yield and main agronomic traits in Weibei dry highland [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2019, 65(11):1.
- [7]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.
ZHAO G C. Study on Chinese wheat planting regionalization (I) [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2010, 30(5):886.
- [8]熊 辉.陕西省小麦区域试验新品种(系)抗病性分析及小麦—华山新麦草衍生系抗病性鉴定[D].杨凌:西北农林科技大学, 2024.
XIONG H. Analysis of disease resistance in new wheat varieties (Lines) from regional trials in Shaanxi province and evalu-

- ation of disease resistance in derived lines of the wheat-Psathyrostachys huashanica Keng [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2024.
- [9] 党润海, 赵楠, 王楠, 等. 关中东部灌区小麦品种比较试验研究[J]. 黑龙江农业科学, 2023(12): 15.
- DANG R H, ZHAO N, WANG N, *et al.* Comparative experiment of wheat varieties in eastern irrigation area of Guanzhong [J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2023(12): 15.
- [10] 陕西省种子工作总站. 小麦审定品种: 2001—2021年[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2023.
- Shanxi Provincial Seed Administration. Approved wheat varieties: 2001—2021 [M]. Xi'an: Shaanxi Science & Technology Press, 2023.
- [11] 张明响. 黄淮麦区不同小麦品种的产量及其相关因素分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- ZHANG M X. Analysis of different wheat varieties yield and its related factors in Huanghuai wheat area [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013.
- [12] 王瑛, 孙宇彤, 上官彩霞, 等. 2005—2020年黄淮冬麦区审定小麦品种产量及相关性状演变分析[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(18): 221.
- WANG Y, SUN Y T, SHANGGUAN C X, *et al.* Evolution analysis of yield and related traits of approved wheat cultivars in Huang-Huai winter wheat region from 2005 to 2020 [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2022, 50(18): 221.
- [13] 陈志豪, 王婷, 常旭虹, 等. 黄淮冬麦区北片冬小麦产量和品质性状的综合分析[J/OL]. 作物杂志, 2025: 1. (2025-05-08). <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZWZZ20250422003&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.
- CHEN Z H, WANG T, CHANG X H, *et al.* Comprehensive analysis of yield and quality traits of wheat varieties in the north part of Huanghuai winter wheat area [J/OL]. *Crops*, 2025: 1. (2025-05-08). <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZWZZ20250422003&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.
- [14] 刘文林, 唐婧泉, 张宏纪, 等. 2008—2022年黑龙江省审定小麦品种育种特点及性状分析[J]. 黑龙江农业科学, 2023(11): 40.
- LIU W L, TANG J Q, ZHANG H J, *et al.* Breeding characteristics and traits of wheat varieties approved in Heilongjiang Province from 2008 to 2022 [J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2023(11): 40.
- [15] 王美芳, 雷振生, 吴政卿, 等. 黄淮冬麦区小麦产量及品质改良现状分析[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(2): 290.
- WANG M F, LEI Z S, WU Z Q, *et al.* Current situation of wheat yield and quality improvement in Huang-Huai winter wheat region [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2013, 33(2): 290.
- [16] KUMAR A, MISHRA P C, DAWAR S, *et al.* Trait association and path analysis for yield attributes in wheat (*Triticum aestivum* L.) under central Indian conditions [J]. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 2025, 28(9): 293.
- [17] 王志顺, 汤清益, 周芳菊, 等. 长江中下游国家区试小麦品种农艺及品质性状相关分析[J/OL]. 分子植物育种, 2024: 1. (2024-11-28). <http://link.cnki.net/urlid/46.1068.s.20241127.1648.002>.
- WANG Z S, TANG Q Y, ZHOU F J, *et al.* Correlation of agronomic and quality characters in the middle and lower reaches of the Yangtze River [J/OL]. *Molecular Plant Breeding*, 2024: 1. (2024-11-28). <http://link.cnki.net/urlid/46.1068.s.20241127.1648.002>.
- [18] 葛冬冬, 王粤生, 王长有, 等. 2011—2024年黄淮冬麦区南片国审小麦品种产量、品质及抗病性分析[J]. 麦类作物学报, 2025, 45(9): 1180.
- GE D D, WANG Y S, WANG C Y, *et al.* Analysis on yield, quality and disease resistance of wheat varieties in the southern Huang-Huai winter wheat region from 2011 to 2024 [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2025, 45(9): 1180.
- [19] 胡卫国, 赵虹, 王西成, 等. 黄淮冬麦区小麦品种品质改良现状分析[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(5): 936.
- HU W G, ZHAO H, WANG X C, *et al.* Quality improvement of winter wheat in Huang-Huai river wheat zone [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2010, 30(5): 936.
- [20] 胡学旭, 孙丽娟, 周桂英, 等. 2000—2015年国家黄淮和北部冬麦区域试验品种品质分析[J]. 中国农业科学, 2016, 49(24): 4677.
- HU X X, SUN L J, ZHOU G Y, *et al.* Quality variation of national tested varieties in northern winter wheat region and Huang-Huai river valley winter wheat region from 2000 to 2015 [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2016, 49(24): 4677.
- [21] 张天海, 龚静阳, 陈文静, 等. 不同强弱筋小麦品种的品质性状分析[J]. 农业与技术, 2024, 44(11): 11.
- ZHANG T H, GONG J Y, CHEN W J, *et al.* Analysis of quality traits of wheat varieties with different strong and weak glutens [J]. *Agriculture and Technology*, 2024, 44(11): 11.
- [22] SOBHAY M H, YANNI Y, HUAIGU C, *et al.* The escalating threat of *Rhizoctonia cerealis*, the causal agent of sharp eyespot in wheat [J]. *Pest management science*, 2011, 67(11): 1411.
- [23] 李学军, 刘媛媛, 沈新磊. 小麦赤霉病发病症状及防治措施[J]. 河南农业, 2023(1): 27.
- LI X J, LIU Y Y, SHEN X L. Occurrence symptoms and control measures of wheat scab [J]. *Agriculture of Henan*, 2023(1): 27.
- [24] 纪一锋. 小麦农艺和品质性状区域差异性分析及白粉病高光谱研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- JI Y F. Analysis of regional differences in agronomic and quality traits [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2023.
- [25] 张文斌, 任丽, 钱丰, 等. 2019—2020年度陕西咸阳小麦条锈病流行动态及成因探讨[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(5):

39.
ZHANG W B, REN L, QIAN F, *et al.* Prevalent dynamics and causes of wheat stripe rust in Xianyang in 2019—2020 [J]. *China Plant Protection*, 2021, 41(5): 39.
- [26] 何彦江, 刘彩云, 翟文玲, 等. 427份我国小麦种质资源的纹枯病抗性评价[J]. *江苏农业科学*, 2025, 53(6): 130.
HE Y J, LIU C Y, ZHAI W L, *et al.* Evaluation of resistance to sheath blight in 427 Chinese wheat germplasm resources [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2025, 53(6): 130.
- [27] 王晓娥, 王国军, 孟庆芳, 等. 汉中麦区叶锈病生理小种及抗锈品种监测[J]. *陕西农业科学*, 2017, 63(12): 30.
WANG X E, WANG G J, MENG Q F, *et al.* Monitoring of physiological races and rust-resistant varieties of leaf rust in Hanzhong wheat area [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 63(12): 30.
- [28] 董连生. 2019—2023年国审小麦品种主要病害的变化趋势分析[J]. *安徽农学通报*, 2023, 29(21): 1.
DONG L S. Analysis on the change trend of main diseases of wheat varieties in national audit from 2019 to 2023 [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2023, 29(21): 1.
- [29] 杨敬军, 金春香, 马海财. 传统杂交育种亲本选配考虑的因素及现代育种技术的运用[J]. *甘肃农业科技*, 2015, 46(1): 61.
YANG J J, JIN C X, MA H C. Factors considered in parent selection of traditional hybrid breeding and application of modern breeding technology [J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 2015, 46(1): 61.
- [30] 王成社. 小麦速效育种模式研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
WANG C S. Study on breeding pattern of quick and effect in wheat [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2006.
- [31] 袁谦, 赵永涛, 张中州, 等. 2020—2024年黄淮海区强筋、中强筋国审小麦品种的品质及育种策略分析[J/OL]. *作物杂志*, 2025: 1. (2025-04-23). [https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx? filename=ZWZZ20250422007&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ](https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZWZZ20250422007&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ).
- YUAN Q, ZHAO Y T, ZHANG Z Z, *et al.* Analysis of quality and breeding strategies of nationally approved strong-gluten and medium-strong-gluten wheat varieties in the Huang-Huai wheat region from 2020 to 2024 [J/OL]. *Crops*, 2025: 1. (2025-04-23). [https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx? filename=ZWZZ20250422007&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ](https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZWZZ20250422007&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ).
- [32] 张乐, 安绿宇, 党润海, 等. 周麦18号小麦生理生化特性及其与产量性状的关系研究[J]. *农业与技术*, 2017, 37(24): 37.
ZHANG L, AN L Y, DANG R H, *et al.* Study on physiological and biochemical characteristics of Zhoumai 18 wheat and its relationship with yield traits [J]. *Agriculture and Technology*, 2017, 37(24): 37.
- [33] 郑天存. 超高产、多抗、广适小麦品种国审周麦16号选育及应用[D]. 河南省: 周口市农业科学院, 2010.
ZHENG T C. Breeding and application of Zhoumai 16, a nationally approved wheat variety characterized by ultra-high yield, multiple resistances, and broad adaptability [D]. Henan: Zhoukou Academy of Agricultural Sciences, 2010.
- [34] 殷贵鸿, 韩玉林, 黄峰, 等. 小麦新品种周麦16的选育及其特征特性[J]. *作物杂志*, 2005(2): 54.
YIN G H, HAN Y L, HUANG F, *et al.* Breeding and characteristics of a new wheat variety Zhoumai 16 [J]. *Crops*, 2005(2): 54.
- [35] 张玲丽, 孙道杰, 冯毅, 等. 西农979抗赤霉病基因Fhb1的分子鉴定及其亲缘关系分析[J]. *麦类作物学报*, 2014, 34(9): 1199.
ZHANG L L, SUN D J, FENG Y, *et al.* Molecular identification of FHB resistance gene Fhb1 in Xinong 979 and its pedigree [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2014, 34(9): 1199.
- [36] 高新梅, 傅晓艺, 高振贤, 等. 2013—2022年黄淮海地区小麦品种利用与系谱分析[J]. *河北农业科学*, 2025, 29(3): 90.
GAO X M, FU X Y, GAO Z X, *et al.* Utilization and genealogy analysis of wheat varieties in the Huang-Huai-Hai Region from 2013 to 2022 [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2025, 29(3): 90.