

2020–2024 年黄淮麦区强筋和中强筋 国审小麦品种的品质及育种策略分析

袁谦 赵永涛 张中州 甄士聪 望俊森 张锋 陈莉 刘迪 周扬

(漯河市农业科学院, 462300, 河南漯河)

摘要 为了解近年(2020–2024)黄淮麦区强筋和中强筋国审小麦品种的品质状况及育种策略,基于品种间亲缘系数进行聚类分析,并结合系谱信息和品质性状进行综合分析。结果表明,2020–2024年黄淮麦区审定的强筋和中强筋小麦品种数量呈逐年增加的趋势。企业与科研单位的强筋小麦育种能力相当,育成品种分别占品种总数的43.3%和45.0%。品种间亲缘系数总体不高,平均为0.0640,但亲本利用较为集中,主要由10个强筋核心亲本衍生,不同亲本对品质指标的提升有所侧重。强筋小麦品种的选育主要采用“优质品种/优质品种”的单交育种方式。未来强筋小麦育种应重视利用国外优质品种及小麦近缘属植物创制优异种质,短期内可更多地利用中麦578和济麦44等新创制的优异强筋种质拓宽遗传基础。

关键词 黄淮麦区;强筋小麦;中强筋小麦;亲缘系数;系谱;品质

小麦是我国主要粮食作物之一,根据适种条件可划分为不同麦区,其中黄淮冬麦区为主产区,种植面积与产量均居首位^[1-2]。当前,我国小麦生产历经恢复性增长、稳定增长和单产快速增长阶段后,正朝着产量与质量同步提升的阶段转变^[3]。在小麦品种更新换代进程中,新品种发挥着关键作用,但以往小麦育种普遍侧重产量提升,对品质改良有所忽视。近年来,各科研单位逐渐加强了对小麦品质的研究。张会芳等^[3]研究了黄淮冬麦区南片近20年育成小麦品种的性状演变规律,发现中强筋小麦占比的提升带动了优质专用小麦占比的持续上升,但强筋小麦占比的提升不显著。张勇等^[4]运用SDS-PAGE、KASP技术和35K SNP芯片技术,对黄淮麦区27个代表性的强筋品种进行遗传组成分析,结果表明强筋品种遗传背景较为狭窄,具有较大的改良潜力。关于小麦品质育种未来方向,张羽丰等^[5]对2012–2022年国家试验审定品种进行分析,指出黄淮麦区应着重提高小麦的稳定时间和最大拉伸阻力等加工品质。郝建宇等^[6]对2009–2018年黄淮冬麦区北片参试的172个冬小麦品种(系)进行品质分析,发现稳定时间、拉伸面积和最大拉伸阻力是影响小麦品质的主要因素。自2017年《主要农作物品种审定标准(国家级)》^[7]修订以来,我国提高了优质小麦品种的审定标准,一批表现优

异的强筋和中强筋小麦新品种应运而生。小麦品种的遗传基础决定了品质性状提升的潜力,亲缘系数可衡量品种间亲缘关系的远近,依据品种系谱信息计算亲缘系数,能够简便地评估品种的遗传多样性。李楠楠等^[8]采用亲缘系数评估了2000–2020年黄淮冬麦区河南省国审小麦品种的遗传多样性;郭对田等^[9]运用亲缘系数评价了烟农系列小麦种质的育种价值;王江春等^[10]采用亲缘系数探讨了山东省小麦品种的遗传多样性。上述研究分别对黄淮麦区小麦品种的品质性状和遗传基础进行了分析,但针对强筋和中强筋小麦品种的品质性状、遗传基础及育种策略等方面的综合分析较少。而此类综合分析对于提高强筋小麦品种的育种效率、拓宽遗传基础以及增加强筋小麦品种多样性具有重要的参考价值。因此,本研究拟采用亲缘系数分析2020–2024年黄淮麦区强筋和中强筋国审小麦品种的遗传多样性,并结合品种的组合信息和品质性状进行综合分析,进而提出黄淮麦区优质强筋小麦的育种策略。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为2020–2024年黄淮南片、黄淮北片和旱地组国家审定的117个强筋和中强筋小麦品种

作者简介:袁谦,主要从事小麦新品种选育研究, E-mail: 524341502@qq.com

赵永涛为通信作者,主要从事小麦新品种选育研究, E-mail: zhaoyt81@163.com

基金项目:河南省现代农业产业技术体系专项(HARS-22-01-Z4);漯河市领军人才项目

收稿日期:2025-01-15;修回日期:2025-03-08;网络出版日期:2025-04-23

(其中济麦 44、中麦 578 和众岱 100 为黄淮南片及黄淮北片双审定品种), 小麦品种的组合信息、品质性状和产量数据来源于国家小麦品种审定公告, 小麦品种的系谱信息来源于审定公告、选育报告、品种相关论文和书籍等。

1.2 试验方法

对参试品种的选育单位、组合信息及品质性状等进行统计分析。基于品种的系谱信息计算亲缘系数, 进而对参试品种进行系统聚类分析, 结合品种的组合信息及其 2 年区试试验所呈现的品质性状数据进行综合分析。

亲缘系数可反映品种间的遗传相似性, 通过品种系谱信息计算得出, 每个品种的系谱可追溯至祖先亲本、农家地方品种、国外引进品种, 或是无法进一步追溯的育种中间材料或品系, 亲缘系数的计算原则参考王江春等^[10]的方法并作了部分修改, 具体如下: (1) 1 个品种分别从其双亲各获得一半基因; (2) 所有祖先种、亲本及其后代品种均假定为纯合, 且它们之间的亲缘系数为 0; (3) 由矮败小麦轮回群体或太谷核不育轮回群体育成的品种, 因其亲本复杂且难以追溯, 故视为祖先种; (4) 系选品种、自然突变和诱导突变材料与其祖先的亲缘系数设定为 0.75; (5) 同组合 2 个品种间的亲缘系数为 $0.75^2=0.5625$; (6) 对于含有部分相同亲本的旁系品种, 其亲缘系数计算公式为: $R_{SD}=\sum[(1/2)^n]$, 式中, R 代表品种 S 和 D 之间的亲缘系数, n 代表品种 S 和 D 的共同亲本与其的世代数之和。117 个参试品种共组成 6786 对组合。参考李楠楠等^[8]的方法, 运用协方差法进行辅助计算, 获得 117×117 的亲缘系数矩阵。采用 R 4.3.2 开源软件的 ggtree 包进行系统聚类并绘制进化树, 同时利用 cluster 包确定最佳聚类个数。

为更直观地呈现参试品种的品质类型并说明其品质稳定性, 依据《主要农作物品种审定标准(国家级)》^[7]中的品质标准, 对参试品种 2 年区域试验的品质指标数据进行标准化处理 (“0”表示缺失值, “1”表示达到中筋品质标准, “2”表示达到中强筋品质标准, “3”表示达到强筋品质标准)。对于双国审品种, 采用其首次审定时的品质数据。运用 R 4.3.2 软件的 ggplot2 包, 对品质指标标准化数据绘制热图, 并利用 Adobe Illustrator 2022 将进化树图与热图整合为组图。

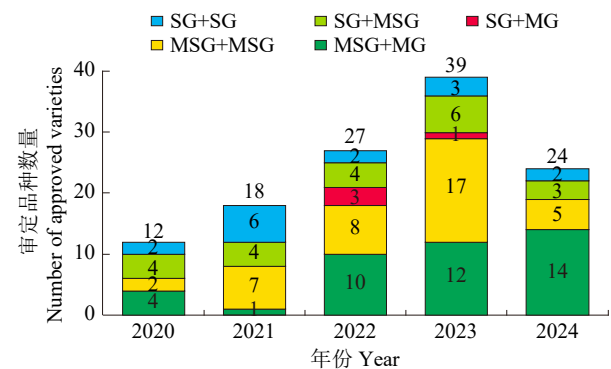
1.3 数据处理

试验数据由 WPS Office 软件整理与统计, 并制作图表。

2 结果与分析

2.1 强筋和中强筋国审小麦品种概况及育种特点

2.1.1 品种概况 2020–2024 年黄淮麦区共有 40 个强筋品种和 80 个中强筋品种通过国家审定 (3 个双审定品种重复计数)。5 年间分别审定强筋和中强筋品种 12、18、27、39 和 24 个, 整体呈增多的趋势 (图 1)。强筋且品质稳定的品种 (2 年区试均达到强筋标准) 分别有 2、6、2、3 和 2 个 (图 1), 其中强筋且品质稳定的品种中麦 578 和济麦 44 通过了黄淮南片和黄淮北片审定, 兼具广适的特点。



SG: 强筋; MSG: 中强筋; MG: 中筋; “+”前后分别表示 2 年区试结果。下同。

SG: strong gluten; MSG: medium-strong gluten; MG: medium gluten; the front and back of “+” respectively indicate the results of two years regional test. The same below.

图 1 2020–2024 年黄淮麦区国审强筋和中强筋小麦品种的数量

Fig.1 The number of national approved strong and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

2.1.2 育种特点 组合信息分析结果 (表 1) 表明, 强筋和中强筋小麦品种的选育主要以单交为主, 共 89 个品种, 占比 74.2%, 其中 56 个品种采用审定品种间单交的方式, 占总品种数的 46.7%; 采用复交方式为辅的有 21 个品种, 占比 17.5%; 采用矮败轮回群体或太谷核不育轮回群体选育的品种有 7 个, 占比 5.8%; 采用系选、双单倍体诱导和辐射诱变等其他方式选育的品种有 3 个, 占比 2.5%。由此可见, 单交是强筋和中强筋小麦品种选育的主要方式, 尤其是审定品种间单交。强筋小麦品种中有 29 个以单交方式选育, 占强筋小麦品种总数的

72.5%，为主要的的方式，尤其是审定品种间单交的有 21 个，占比 52.5%，为所有育种方式中最高。强筋且品质稳定的小麦品种（2 年区试均为强筋）共 15 个，12 个为单交方式选育，是主要方式，8 个为品种间单交选育，在所有育种方式中数量最多。因此，强筋小麦品种的选育以单交方式为主，尤其是审定品种间单交。

育种单位类型分析结果表明，科研单位和企业

的强筋、中强筋小麦品种育种能力相当，分别育成 54 和 52 个品种，占总品种数的 45.0%和 43.3%，科研单位和企业合作育成品种 14 个，占总品种数的 11.7%。科研单位在选育强筋品种的数量和品质上均略具优势，科研单位选育强筋品种 20 个，占强筋品种总数的 50%，企业选育强筋品种 16 个，占 40%；其中科研单位和企业分别育成 8 和 6 个强筋且品质稳定的小麦品种。

表 1 2020-2024 年黄淮麦区国审强筋和中强筋小麦品种的育种方式和育种单位分析
Table 1 Analysis of breeding methods and units of national approved strong gluten and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

编号 Code	类型 Type	品种间单交 Single cross between varieties	阶梯单交 Stepwise single cross	复交 Multiple cross	轮回群体 Recurrent population	其他 Others	科研单位 Research institutes	企业 Companies	科企合作 Research institutes× companies cooperation
1	2 年强筋	8	4	2	1	0	8	6	1
2	1 年强筋 1 年中强筋	10	4	4	2	1	12	7	2
3	1 年强筋 1 年中筋	3	0	1	0	0	0	3	1
4	2 年中强筋	15	9	11	3	0	15	16	7
5	1 年中强筋 1 年中筋	20	16	3	1	2	19	20	3
	合计 Total	56	33	21	7	3	54	52	14

“阶梯单交”表示亲本含有未审定的小麦品系进行单交选育的品种；“轮回群体”表示由矮败轮回群体或太谷核不育群体选育的品种。“Stepwise single cross” indicates the varieties bred by single cross with unapproved wheat lines; “recurrent population” indicates the varieties bred from the dwarf male-sterile recurrent population or the Taigu genic male-sterile recurrent population.

2.2 强筋和中强筋国审小麦品种间亲缘关系分析

2.2.1 品种间的亲缘系数 117 个强筋和中强筋小麦品种组成 6786 对组合，组合间亲缘系数的变异范围在 0.0000~0.5625，平均为 0.0640，其中 3104 对组合存在亲缘关系，占比 45.7%，说明近 5 年黄淮麦区通过国家审定的强筋和中强筋小麦品种总体遗传相似度不高。有 10 个品种与其他品种的亲缘系数为 0，即不存在亲缘关系，其中淮麦 43 等 4 个品种为轮回选择群体选育，西农 161 等 6 个品种亲本均为中间品系（无法进一步追溯）。分属同一组合的品种亲缘系数最高（0.5625），安科 157 和安科 1303 的组合为“泰山 21 号/西农 1718”，西农 235 和荣华 116 的组合为“郑麦 366/陕麦 159//周麦 22”，西农 2836 和陕禾 1028 的组合为“西农 294/新麦 26”。

2.2.2 品种的综合分析评价 基于参试小麦品种间的亲缘系数进行轮廓系数分析，结果（图 2）表明，117 个品种分为 9 个类群，平均轮廓系数为 0.18 时聚类效果最佳。综合参试品种组合信息、聚类结果和品质指标对 9 个类群进行亲缘聚类 and 品质热图分析（图 3）。

类群 I 包括泰农 112 等 6 个品种，主要以泰农

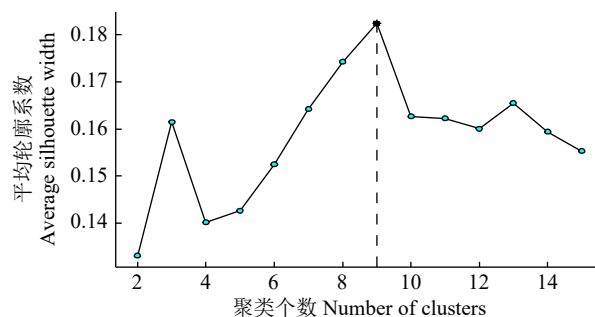
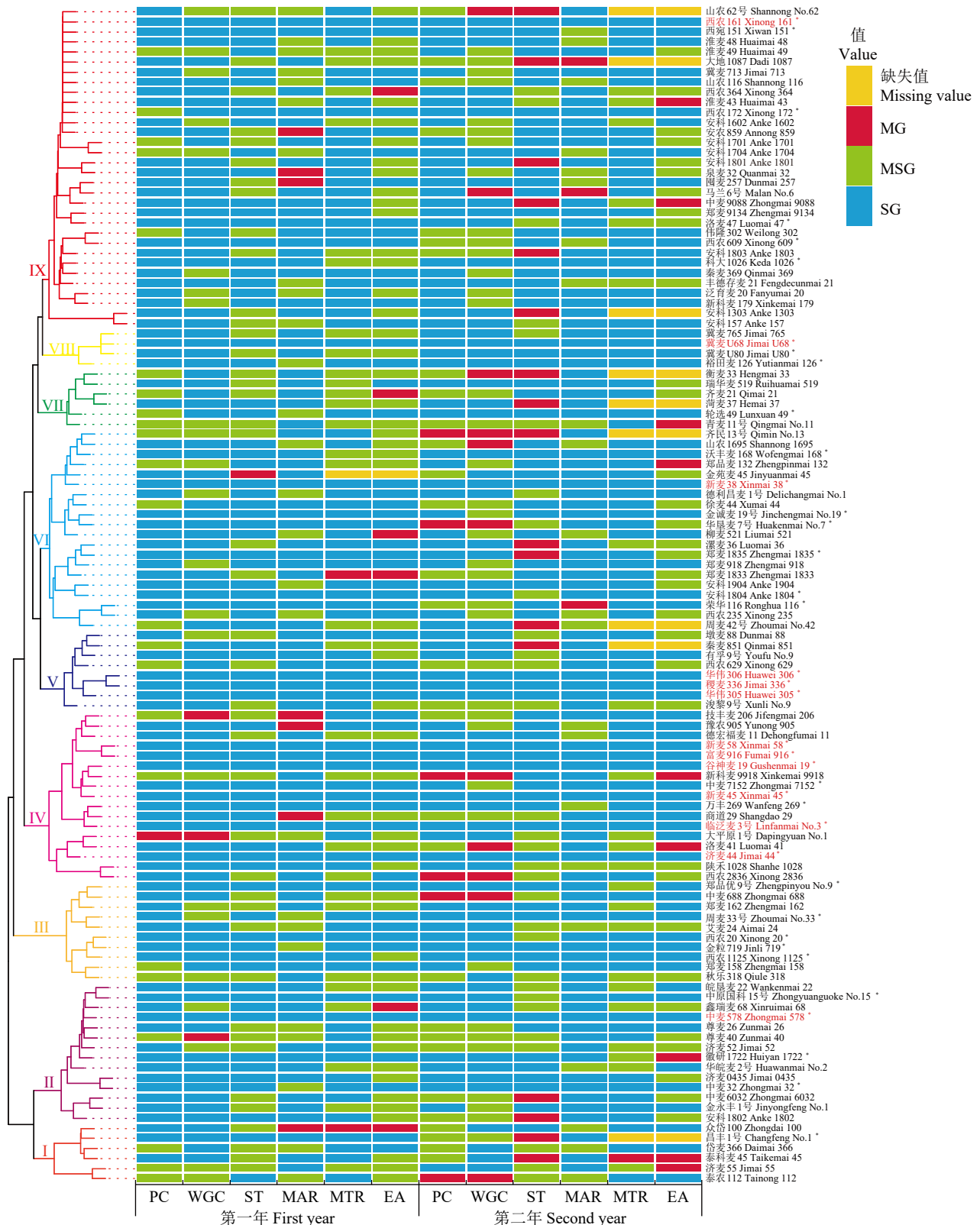


图 2 轮廓系数法最佳聚类个数
Fig.2 Determination of optimal cluster number using silhouette coefficient analysis

18 为直接亲本育成，组合采用单交方式，以“高产品种/高产品种”为主（表 2）。该类群多为中强筋品种，品质稳定性差（1 年强筋或中强筋，1 年中筋），其中仅昌麦 1 号为强筋品种，但其品质为 1 年强筋和 1 年中筋，岱麦 366 品质较稳定，为 2 年中强筋。该类群 2 年品质指标强筋标准总达标率仅为 45.8%，为所有类群最低，同时蛋白质含量、稳定时间和吸水率 3 个指标的强筋标准达标率也为所有类群最低，分别为 33.3%、25.0%和 50.0%（表 3）。综上所述，类群 I 以泰农 18 为直接亲本进行“高产品种/高产品种”的单交方式，衍生品种品质提升不明显，总体品质一般。



PC: 蛋白质含量; WGC: 湿面筋含量; ST: 稳定时间; MAR: 吸水率; MTR: 最大拉伸阻力; EA: 拉伸面积; “*”代表强筋品种, 红色字体代表强筋且稳定品种。

PC: protein content; WGC: wet gluten content; ST: stability time; MAR: moisture absorption rate; MTR: maximum tensile resistance; EA: extension area. “*” represents strong gluten varieties, and the red font represents strong gluten and stable varieties.

图3 2020-2024年黄淮海区国审强筋和中强筋小麦品种的亲缘系数聚类及品质热图
Fig.3 Cluster analysis and quality heatmap of national approved strong gluten and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

表 2 2020-2024 年黄淮麦区国审强筋和中强筋小麦品种的名称及组合
Table 2 Names and combinations of national approved strong and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

编号 Code	品种 Variety	组合 Combination	编号 Code	品种 Variety	组合 Combination
1	泰农 112	泰农 18/济麦 22	50	稷麦 336	豫农 416/西农 979
2	济麦 55	泰农 18/济麦 22	51	华伟 306	西农 979/豫农 416
3	泰科麦 45	泰农 18/良星 66	52	西农 629	西农 979-005/西农 501
4	岱麦 366	泰农 8968/泰农 18	53	有孚 9 号	百农 207/西农 979
5	昌丰 1 号	泰农 18/藁优 5766	54	秦麦 851	西农 979/19121-1
6	众岱 100	泰农 8681/泰农 18	55	墩麦 88	西农 979/商道 018
7	安科 1802	周麦 18/济麦 22 系选	56	周麦 42 号	周麦 22/周麦 23
8	金永丰 1 号	周麦 16/济麦 22	57	西农 235	郑麦 366/陕麦 159//周麦 22
9	中麦 6032	济麦 22/周麦 20	58	荣华 116	郑麦 366/陕麦 159//周麦 22
10	中麦 32	济麦 22/师栎 02-1	59	安科 1804	周麦 16/淮麦 0226
11	济麦 0435	10 鉴 0435/师栎 02-1	60	安科 1904	新麦 18/周麦 16
12	华皖麦 2 号	(9634AZ5/济麦 22(2))F1A//02099	61	郑麦 1833	(郑麦 7698/郑麦 366) F5/郑麦 1290
13	徽研 1722	济麦 22/邯鄹 6172	62	郑麦 918	郑麦 366/泛麦 065050//郑麦 7698
14	济麦 52	山农 22/济麦 22	63	郑麦 1835	郑麦 0943/04H439-6-7//郑麦 7698
15	尊麦 40	济麦 22/GF18	64	漯麦 36	郑麦 7698/漯麦 6010
16	尊麦 26	YG2413/济麦 22	65	柳麦 521	淮麦 20/金麦 8 号
17	中麦 578	中麦 255/济麦 22	66	华垦麦 7 号	矮抗 58/淮麦 18
18	鑫瑞麦 68	鑫瑞麦 29/济麦 22	67	金诚麦 19 号	淮麦 18/周麦 26
19	中原国科 15 号	济麦 22/周麦 16//济麦 22	68	徐麦 44	徐 7048/徐麦 32
20	皖垦麦 22	08ELT235/济麦 22//济麦 22	69	德利昌麦 1 号	周麦 16/豫教 5 号//未来 0818
21	秋乐 318	周麦 16/郑麦 366	70	新麦 38	周麦 32/新麦 28
22	郑麦 158	Bigcaz-250-96/周麦 16//郑麦 366	71	金苑麦 45	良星 99/周麦 27
23	西农 1125	西农 20/郑麦 7698	72	郑品麦 132	丰德存麦 1 号/豫农 416
24	金粒 719	西农 20/中麦 895	73	沃丰麦 168	中麦 895/矮抗 58
25	西农 20	郑麦 366/陕农 981//郑麦 366	74	山农 1695	矮抗 58/鹤 0927
26	艾麦 24	丰德存麦 1 号 S/郑麦 366	75	齐民 13 号	矮抗 58/山农 24 号
27	周麦 33 号	郑麦 366/矮抗 58	76	青麦 11 号	莱农 0144/烟农 21
28	郑麦 162	郑麦 366/山农 2149	77	轮选 49	烟农 19/师栎 02-1
29	中麦 688	郑麦 366 天然异交单株	78	苜麦 37	泰农 18/烟农 19
30	郑品优 9 号	(郑麦 366/豫麦 34) F0 辐射诱变	79	齐麦 21	莱州 137/烟农 19
31	西农 2836	西农 294/新麦 26	80	瑞华麦 519	烟农 19/瑞华麦 516
32	陕禾 1028	西农 294/新麦 26	81	衡麦 33	山农 055843/烟优 361
33	济麦 44	954072/济南 17	82	裕田麦 126	矮败/师栎 02-1
34	洛麦 41	豫麦 34/济南 17//新麦 26	83	冀麦 U80	太谷核不育材料/师栎 02-1
35	大平原 1 号	豫麦 34/济南 17	84	冀麦 U68	太谷核不育群体/师栎 02-1
36	临泛麦 3 号	新麦 26/(西农 979/矮抗 58) F4	85	冀麦 765	太谷核不育群体/师栎 02-1
37	商道 29	西农 979/新麦 26	86	安科 157	泰山 21 号/西农 1718
38	万丰 269	新麦 26//西农 979/济麦 20	87	安科 1303	泰山 21 号/西农 1718
39	新麦 45	新麦 26/济麦 20	88	新科麦 179	周麦 26/泛麦 8 号
40	中麦 7152	新麦 26/石优 17	89	泛育麦 20	泛麦 5 号/PH82-2-2//泛麦 8 号优 4
41	新科麦 9918	百农 5847/新麦 26//新麦 26	90	丰德存麦 21	丰德存麦 5 号/周麦 21
42	谷神麦 19	烟农 19/济南 17//新麦 26	91	秦麦 369	秦农 578/WF15
43	富麦 916	新麦 26/周麦 32	92	科大 1026	豫麦 46/郑麦 9405
44	新麦 58	周麦 32/新麦 26	93	安科 1803	中麦 875/09ELT158
45	德宏福麦 11	周麦 22/洛麦 21//新麦 26	94	西农 609	06RS10-1-1/西农 822
46	豫农 905	(新麦 26/周麦 28) DH 诱导	95	伟隆 302	西农 822/西农 165
47	技丰麦 206	周麦 18/新麦 26	96	洛麦 47	新麦 19/藁 8901
48	浚黎 9 号	百农 207/西农 979//周麦 36	97	郑麦 9134	新麦 22/郑麦 0943
49	华伟 305	矮败西农 979/豫农 416//西农 9718	98	中麦 9088	石麦 15/京 9428//石麦 15/藁优 2018

续表 2 Table 2 (continued)

编号 Code	品种 Variety	组合 Combination	编号 Code	品种 Variety	组合 Combination
99	马兰 6 号	藁优 2018/石 U09-4366	109	西农 364	西农 558/99319
100	囤麦 257	藁优 2018/37271	110	山农 116	W080068/石 4185
101	泉麦 32	百农 7911/邯鄯 6172	111	冀麦 713	太谷核不育群体
102	安科 1801	08ELT279/邯鄯 6172	112	大地 1087	安农 1106/秦农 18
103	安科 1704	淮麦 25/07ELT203	113	淮麦 49	太谷核轮回群体
104	安科 1701	6B2169/07ELT203//07ELT203	114	淮麦 48	太谷核轮回群体
105	安农 859	瑞华麦 520/亿麦 11	115	西宛 151	2000H363/01333
106	安科 1602	08ELT235/07YT212	116	西农 161	N0237-2-4-1-2/06804-2-3
107	西农 172	N9436/西农 529	117	山农 62 号	LS2734/LS6045
108	淮麦 43	太谷核不育基因组建的冬春性小麦轮回群体			

表 3 不同类群小麦品种的品质指标达标率

Table 3 The compliance rate of quality indexes of wheat varieties in different groups

%

类群 Group	品质标准 Quality standard	蛋白质含量 Protein content	湿面筋含量 Wet gluten content	稳定时间 Stability time	吸水率 Moisture absorption rate	最大拉伸阻力 Maximum tensile resistance	拉伸面积 Extension area	总计 Total
I	强筋	33.3	66.7	25.0	50.0	58.3	41.7	45.8
	中强筋	58.3	25.0	58.3	41.7	16.7	25.0	37.5
	中筋	8.3	8.3	16.7	8.3	16.7	25.0	13.9
II	强筋	78.6	67.9	57.1	85.7	67.9	39.3	66.1
	中强筋	21.4	28.6	35.7	14.3	32.1	53.6	31.0
	中筋	0.0	3.6	7.1	0.0	0.0	7.1	3.0
III	强筋	80.0	75.0	60.0	80.0	65.0	70.0	71.7
	中强筋	15.0	20.0	40.0	20.0	35.0	30.0	26.7
	中筋	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
IV	强筋	76.5	70.6	70.6	76.5	73.5	70.6	73.0
	中强筋	14.7	14.7	29.4	14.7	26.5	23.5	20.6
	中筋	8.8	14.7	0.0	8.8	0.0	5.9	6.4
V	强筋	75.0	81.3	50.0	100.0	81.3	56.3	74.0
	中强筋	25.0	18.8	43.8	0.0	12.5	37.5	22.9
	中筋	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	1.0
VI	强筋	72.5	60.0	72.5	75.0	80.0	52.5	68.8
	中强筋	22.5	32.5	15.0	22.5	10.0	32.5	22.5
	中筋	5.0	7.5	12.5	2.5	2.5	7.5	6.3
VII	强筋	41.7	66.7	41.7	83.3	41.7	25.0	50.0
	中强筋	58.3	25.0	41.7	16.7	41.7	41.7	37.5
	中筋	0.0	8.3	16.7	0.0	0.0	16.7	6.9
VIII	强筋	100.0	100.0	62.5	87.5	75.0	75.0	83.3
	中强筋	0.0	0.0	37.5	12.5	25.0	25.0	16.7
	中筋	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX	强筋	81.3	62.5	65.6	64.1	76.6	50.0	66.7
	中强筋	18.8	34.4	25.0	28.1	18.8	40.6	27.6
	中筋	0.0	3.1	9.4	7.8	0.0	4.7	4.2
总计 Total	强筋	74.4	67.9	61.5	75.2	72.2	53.4	67.5
	中强筋	22.6	26.1	30.8	20.5	22.2	35.9	26.4
	中筋	3.0	6.0	7.7	4.3	1.3	6.4	4.8

类群II包括安科 1802 等 14 个品种，主要以济麦 22 为直接亲本育成，组合多为单交方式，仅中原国科 15 号和皖垦麦 22 采用复交的方式，多采用高产品种（系）间杂交，其中中麦 578、中麦 32

和济麦 0435 为“高产品种/优质品种”的组合方式。14 个品种中有 4 个强筋和 10 个中强筋品种，总体品质一般，但较稳定。中麦 578 为强筋且品质稳定的品种，金永丰 1 号、济麦 0435、华皖麦 2 号、济

麦 52、尊麦 26 和皖垦麦 22 为中强筋且品质稳定品种，中麦 32 和中原国科 15 品质较好但不稳定（1 年强筋，1 年中强筋）。2 年品质指标该类群达到强筋标准的总达标率为 66.1%，表现较差；但蛋白质含量、湿面筋含量和吸水率 3 个指标的强筋标准达标率能达到所有品种的均值及以上，分别为 78.6%、67.9% 和 85.7%。综上所述，类群 II 以高产品种济麦 22 为直接亲本，多采用“高产品种/高产品种”的单交方式，衍生品种能在蛋白质含量、湿面筋含量和吸水率方面获得一定提升，总体品质一般，但较稳定。

类群 III 包括秋乐 318 等 10 个品种，主要以郑麦 366 为直接亲本育成，组合多为“高产品种/优质品种”的单交方式，其中，郑麦 158 和西农 20 采用复交，中麦 688 和郑品优 9 号分别采用天然异交系选和诱变。10 个品种中有 5 个强筋和 5 个中强筋品种，除中麦 688 有 1 年的品质为中筋，其他均达到中强筋以上标准。强筋品种均为 1 年强筋 1 年中强筋。2 年品质指标该类群强筋标准的总达标率为 71.7%，表现较好。6 个品质指标中有 5 个的强筋标准达标率能接近或高于平均水平，仅最大拉伸阻力的强筋标准达标率为 65.0%，低于总体均值（72.2%）。综上所述，类群 III 采用强筋品种郑麦 366 为直接亲本，多采用“高产品种/优质品种”的单交方式，衍生品种的品质（除最大拉伸阻力）均较易获得提升，能够稳定达到中强筋以上标准。

类群 IV 包括西农 2836 等 17 个品种，主要以新麦 26 为直接亲本，该类群有 12 个品种为单交组合和 5 个复交组合，复交组合均采用新麦 26 作为复交亲本，该类群主要为“优质品种/优质品种”的组配方式，其中德宏福麦 11、豫农 905 和技丰麦 206 为“高产品种/优质品种”的组配方式。17 个品种中有 8 个强筋品种，其中有 6 个品种具有强筋且品质稳定的特点，在所有类群中最多，分别为济麦 44、临泛麦 3 号、新麦 45、谷神麦 19、富麦 916 和新麦 58。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 73.0%，表现较好。该类群 6 个品质指标的强筋标准达标率均高于平均水平，品质较好且各品质指标均衡。综上所述，类群 IV 以强筋品种新麦 26 为直接亲本，多为“优质品种/优质品种”的单交方式，衍生品种各品质指标均较易获得提升，较其他类群更易获得强筋且稳定的品质。

类群 V 包括浚黎 9 号等 8 个品种，主要以西农 979 为直接亲本，6 个品种为单交组合，2 个品种为复交组合，有“高产品种/优质品种”和“优质品种/优质品种”2 种组配方式，但 3 个强筋品种均为“优质品种/优质品种”的方式组配。该类群品质较好，除秦麦 851 有 1 年的品质为中筋，其他均达到中强筋以上标准。8 个品种有 3 个为强筋品种，且品质稳定。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 74.0%，表现较好。该类群的吸水率和最大拉伸阻力均表现优异，在所有类群中最好，强筋标准达标率分别为 100.0% 和 81.3%。综上所述，类群 V 以强筋品种西农 979 为直接亲本，采用“优质品种/优质品种”的方式更易获得强筋且稳定的品质，衍生品种的吸水率和最大拉伸阻力 2 个品质指标在所有类群中表现最好。

类群 VI 包括周麦 42 等 20 个品种，主要以豫麦 2 号衍生的高产品种为亲本，15 个品种为单交，6 个品种为复交，主要为“高产品种/优质品种”的方式，其中新麦 38 为“优质品种/优质品种”的方式。该类群 21 个品种有 7 个强筋品种，但仅新麦 38 为强筋且品质稳定的品种。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 68.8%，表现一般。该类群的稳定时间表现优异，在所有类群中最好，强筋标准达标率为 72.5%，但其他品质指标表现一般，仅最大拉伸阻力高于平均值，为 80.0%，尤其是湿面筋含量表现为所有类群中最差，强筋标准达标率仅为 60.0%。综上所述，类群 VI 以豫麦 2 号衍生的高产品种为亲本衍生而来，虽出现多个强筋品种，但品质不稳定，该类群在稳定时间方面表现优异，为所有类群中最好，同时最大拉伸阻力也较易获得提升。

类群 VII 包括青麦 11 号等 6 个品种，主要以烟农 19 或烟农 21 为直接亲本，烟农 21 与烟农 19 的亲本为相同组合，6 个品种均为单交，主要为“优质品种/高产品种”的方式，其中轮选 49 为“优质品种/优质品种”。该类群 6 个品种仅轮选 49 为强筋品种，但品质不稳定，为 1 年强筋 1 年中强筋，其他虽为中强筋，但大多为 1 年中强筋 1 年中筋。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 50.0%，表现较差。该类群所有品质指标仅吸水率强筋标准达标率高于平均值，为 83.3%，最大拉伸阻力和拉伸面积的强筋标准达标率均为所有类群

中最低, 分别仅为 41.7%和 25.0%。综上所述, 类群VII以烟农 19 为直接亲本, 主要采用“优质品种/高产品种”的方式进行单交, 衍生品种虽吸水率较易获得提升, 但不易获得强筋品种。

类群VIII包括裕田麦 126 等 4 个品种, 主要以强筋品种师栾 02-1 为直接亲本, 同时以矮败或太谷核不育小麦为载体构建轮回选择群体做对手亲本。该类群所有品质指标均达到中强筋以上标准, 4 个品种中有 3 个强筋品种, 其中冀麦 U68 为强筋且品质稳定类型。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 83.3%, 表现最好。该类群所有品质指标的强筋标准达标率均高于平均水平, 且蛋白质含量、湿面筋含量和拉伸面积的强筋标准达标率为所有类群中最高, 分别为 100.0%、100.0%和 75.0%。综上所述, 类群VIII以强筋品种师栾 02-1 为直接亲本、轮回群体为对手亲本, 所有品质指标均较易获得提升, 且蛋白质含量、湿面筋含量和拉伸面积为所有类群中最好。

类群IX包括安科 157 等 32 个品种, 育成品种间亲缘关系较远或没有关系, 以中间材料阶梯单交为主, 以审定品种间单交为辅, 个别采用复交或轮回群体。该类群 32 个品种中有强筋品种 6 个, 其中仅西农 161 为强筋且品质稳定的品种。该类群 2 年品质指标强筋标准的总达标率为 66.7%, 表现较差。6 个品质指标中有 3 个指标强筋标准达标率高于平均水平, 但较为均衡, 在总体平均水平上下浮动。综上所述, 类群IX采用中间材料阶梯单交为主、审定品种间单交为辅的育种策略进行强筋小麦育种的成效一般, 仅西农 161 为强筋且品质稳定的品种。

117 个强筋和中强筋小麦品种中有 13 个强筋且品质稳定品种 (2 个双国审品种)。13 个品种中有 9 个品种采用单交的方式, 10 个品种采用了 2 个及以上强筋品种作为亲本的“优质品种/优质品种”组配原则。说明采用强筋品种或品系进行“优质品种/优质品种”单交组配的育种策略是选育强筋且稳定品种的主要方式。

2.3 强筋和中强筋国审小麦品种的核心亲本分析

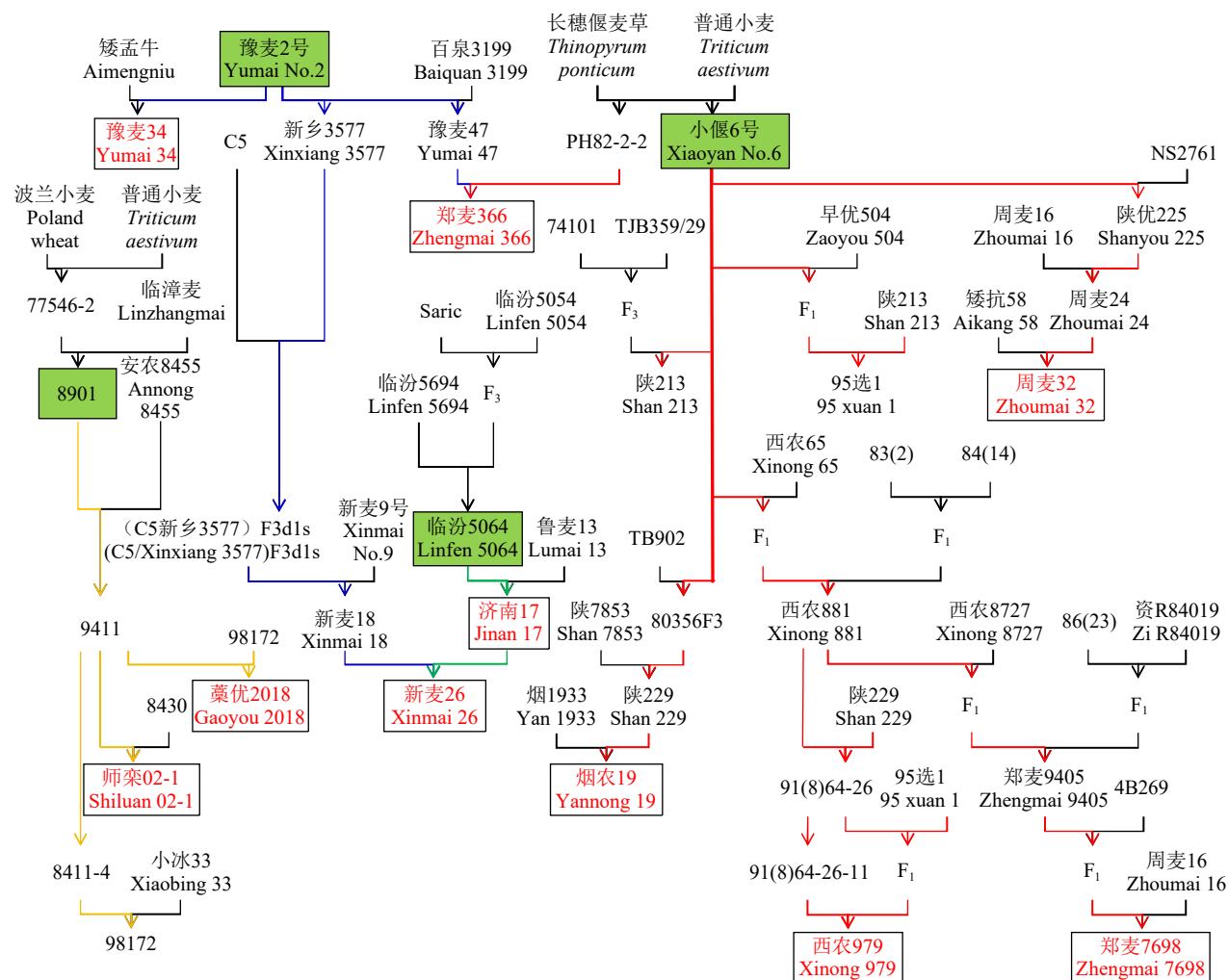
117 个参试品种直接亲本统计结果 (表 4) 表明, 直接育成品种数 ≥ 3 的核心亲本共有 17 个, 其中核心亲本属于高产类型的品种共 7 个, 属于强筋类型的品种共 10 个。强筋品种 (系) 是选育强筋品种的主要优质性状来源。对强筋核心亲本的情况进行分析, 结果表明新麦 26 利用频次最高, 育成 15 个品种; 郑麦 366 和西农 979 次之, 分别育成品种 12 和 11 个; 周麦 32、藁优 2018 和豫麦 34 育成品种最少, 均育成 3 个品种。为进一步了解强筋核心亲本的遗传基础, 进行了系谱分析 (图 4), 结果表明, 10 个强筋核心亲本由 4 个骨干亲本衍生而来, 新麦 26、豫麦 34 和郑麦 366 均含有豫麦 2 号的血缘, 藁优 2018 和师栾 02-1 含有 8901 的血缘, 新麦 26 和济南 17 含有临汾 5064 的血缘, 烟农 19、周麦 32、西农 979 和郑麦 7698 均含有小偃 6 号的血缘。其中新麦 26 同时含有豫麦 2 号和临汾 5064 的血缘, 郑麦 366 不仅含有豫麦 2 号的血缘, 同时和小偃 6 号具有相同长穗偃麦草的血缘。对于骨干亲本的应用, 小偃 6 号和 8901 多采用渐进式的阶梯杂交, 豫麦 2 号和临汾 5064 则大多作为直接亲本进行利用。

表 4 2020-2024 年黄淮麦区国审强筋和中强筋小麦品种的核心亲本分析
Table 4 Analysis of the core parents of national approved strong and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

编号 Code	核心亲本 Core parents	亲本类型 Parent type	衍生品种 Derived variety	衍生品种数量 Number of derived varieties
1	新麦 26	强筋	西农 2836, 陕禾 1028, 洛麦 41, 临泛麦 3 号, 商道 29, 万丰 269, 新麦 45, 中麦 7152, 新科麦 9918, 谷神麦 19, 富麦 916, 新麦 58, 德宏福麦 11, 豫农 905, 枝丰麦 206	15
2	济麦 22	高产	泰农 112, 济麦 55, 安科 1802, 金永丰 1 号, 中麦 6032, 中麦 32, 华皖麦 2 号, 徽研 1722, 济麦 52, 尊麦 40, 尊麦 26, 中麦 578, 鑫瑞麦 68, 中原国科 15 号, 皖垦麦 22	15
3	郑麦 366	强筋	秋乐 318, 郑麦 158, 西农 20, 艾麦 24, 周麦 33 号, 郑麦 162, 中麦 688, 郑品优 9 号, 西农 235, 荣华 116, 郑麦 1833, 郑麦 918	12
4	西农 979	强筋	临泛麦 3 号, 商道 29, 万丰 269, 浚黎 9 号, 华伟 305, 稷麦 336, 华伟 306, 西农 629, 有孚 9 号, 秦麦 851, 墩麦 88	11
5	泰农 18	高产	泰农 112, 济麦 55, 泰科麦 45, 岱麦 366, 昌丰 1 号, 众岱 100, 荷麦 37	7

续表 4 Table 4 (continued)

编号 Code	核心亲本 Core parents	亲本类型 Parent type	衍生品种 Derived variety	衍生品种数量 Number of derived varieties
6	周麦 16	高产	金永丰 1 号, 中原国科 15 号, 秋乐 318, 郑麦 158, 安科 1804, 安科 1904, 德利昌麦 1 号	7
7	师乐 02-1	强筋	中麦 32, 济麦 0435, 轮选 49, 裕田麦 126, 冀麦 U80, 冀麦 U68	6
8	矮抗 58	高产	周麦 33 号, 临泛麦 3 号, 华垦麦 7 号, 沃丰麦 168, 山农 1695, 齐民 13 号	6
9	烟农 19	强筋	谷神麦 19, 轮选 49, 荷麦 37, 齐麦 21, 瑞华麦 519	5
10	郑麦 7698	强筋	西农 1125, 郑麦 1833, 郑麦 918, 郑麦 1835, 漯麦 36	5
11	周麦 22	高产	德宏福麦 11, 周麦 42 号, 西农 235, 荣华 116	4
12	豫农 416	高产	华伟 305, 稷麦 336, 华伟 306, 郑品麦 132	4
13	济南 17	强筋	济麦 44, 洛麦 41, 大平原 1 号, 谷神麦 19	4
14	周麦 32	强筋	富麦 916, 新麦 58, 新麦 38	3
15	冀优 2018	强筋	中麦 9088, 马兰 6 号, 囤麦 257	3
16	豫麦 34	强筋	郑品优 9 号, 洛麦 41, 大平原 1 号	3
17	邯鄲 6172	高产	徽研 1722, 泉麦 32, 安科 1801	3



红色字体代表核心亲本，绿色部分代表骨干亲本；蓝色线条代表豫麦 2 号血缘路径；红色线条代表小偃 6 号血缘路径；绿色线条代表临汾 5064 血缘路径；黄色线条代表 8901 血缘路径。

The red font represents core parents; the green shading represents key parent; the blue lines represent the pedigree pathway of Yumai No.2; the red lines represent the pedigree pathway of Xiaoyan No.6; the green lines represent the pedigree pathway of Linfen 5064; and the yellow lines represent the pedigree pathway of 8901.

图 4 小麦强筋核心亲本系谱图

Fig.4 Pedigree of the strong gluten core parents in wheat

3 讨论

强筋小麦是食品加工工业生产各类面食时配麦与配粉的主要原料,随着人们生活水平提升,我国强筋小麦产需缺口逐年扩大^[11]。2017 年中央 1 号文件明确要求重点发展强筋小麦生产^[12],并修订了《主要农作物品种审定标准(国家级)》^[7]。自试验程序中小麦品种品质标准提高后,黄淮麦区共审定 117 个强筋和中强筋品种(含 3 个双国审品种),审定数量呈逐年递增趋势,且每年均有 2 个及以上强筋且品质稳定的品种通过审定,这将在一定程度上满足生产需求。当前,种业企业的强筋小麦育种能力显著提升,已与科研单位相当。在育种方式上,单交不仅是选育强筋和中强筋小麦品种的主要方式,更是选育强筋且品质稳定品种的关键方式,特别是审定品种间杂交。这一结论与蒋进等^[13]和李爱国等^[14]对四川省和河南省育成小麦品种的分析结果一致。因此,未来强筋小麦品种选育仍应重视单交育种方式,尤其是审定品种间的单交。

参试品种总体相似性较低,品种间亲缘系数平均值为 0.0640。这一现象得益于在强筋和中强筋小麦品种选育过程中对中间材料和轮回群体组配方式的有效利用。然而,总体上亲本利用较为集中,参试品种主要由 17 个核心亲本育成,其中 10 个为强筋核心亲本,且这 10 个强筋核心亲本仅由 4 个骨干亲本衍生。由此可见,强筋小麦品种优质性状的遗传基础尚不够广泛,这与张勇等^[4]从分子层面分析黄淮麦区部分强筋小麦品种遗传基础的结果较为一致。不过,本研究聚类分析中类群 IX 包含 32 个强筋和中强筋品种,它们亲缘系数较远或无亲缘关系,更多采用了创制的中间材料,但利用效果欠佳,仅有 6 个为强筋品种。这是因为中间材料虽在某些性状上具有突出优势,但其他性状存在明显缺陷^[15],在育种过程中难以兼顾品质与产量。未来需加强创制和应用品质优势突出且产量性状协调的中间材料。

不同强筋核心亲本及组合配置方式的运用,对强筋和中强筋小麦品种的品质影响呈现出一定规律。采用“优质品种/优质品种”的单交方式,以强筋品种作为亲本,是选育强筋且品质稳定品种的主要途径。这是因为强筋品种亲本本身具备优质特性,且其产量性状已通过生产实践检验,在组配时

仅需对部分优质指标进行互补强化,更易选育出适应生产需求、强筋且品质稳定的小麦品种。不同强筋核心亲本对衍生品种品质的提升效果存在差异。新麦 26、济南 17、郑麦 366 和西农 979 进行“优质品种/优质品种”组配时,衍生品种的各项品质指标提升较为均衡,更易获得强筋且稳定的品质表现。其中,西农 979 对衍生品种吸水率和最大拉伸阻力的提升效果最佳;师栾 02-1 对衍生品种蛋白质含量、湿面筋含量和拉伸面积的提升效果最佳;采用由豫麦 2 号衍生的高产品种与优质品种组配,对衍生品种稳定时间的提升效果较好,但存在年际间品质不稳定的问题。总体而言,稳定时间和拉伸面积仍有待提升,其强筋达标率分别为 61.5% 和 53.4%,低于品质指标的总达标率 67.5%。因此,未来强筋小麦育种工作需针对这 2 个品质指标创制具有突出优点且兼顾产量的小麦新种质,或开发更优的育种策略。

种质资源创新是小麦育种取得突破性进展的关键^[16]。豫麦 2 号、小偃 6 号、临汾 5064 和 8901 作为骨干亲本,为近年来强筋小麦品种选育奠定了坚实基础。豫麦 2 号聚合了地方品种与多个国外品种的优良性状,遗传基础复杂。河南省推广的多个优质小麦品种均带有豫麦 2 号的血缘^[17],如豫麦 34 便是其与矮孟牛单交育成的强筋优质品种。不过,豫麦 2 号衍生的早期品种加工品质欠佳,强筋品种数量有限,后经与小偃 6 号等优质源再次改良,品质得到显著提升^[18]。郑麦 366 即通过审定品种间单交,聚合了豫麦 2 号和小偃 6 号同祖品种 PH82-2-2^[19]的优良性状。小偃 6 号遗传基础丰富,聚合了地方小麦、意大利等国外小麦以及长穗偃麦草的优良性状^[20],其加工和食用品质突出且遗传力高^[21],衍生品种常被反复利用。这些衍生品种多通过创制中间材料进行阶梯杂交选育而成,如西农 979、郑麦 7698、烟农 19 和周麦 32 等。临汾 5064 继承了墨西哥优质材料 Saric 的品质性状,优质性状配合力好、遗传力强^[22],其衍生品种通常通过品种间单交即可获得,如济南 17、济麦 19 和临优 145 等。8901 聚合了四倍体硬粒小麦波兰小麦和优质临漳麦的优质特性^[23],与三大优质源之一的“中作 8131-1^[24]”相似,是通过四倍体硬粒小麦远缘杂交获得,具有硬质和超强筋的特性,并衍生出藁优 2018 和师栾 02-1 等多个超强筋小麦品种。此外,

骨干亲本小偃 6 号、临汾 5064、8901 和豫麦 2 号均为审定品种或生产上推广的品种，品质性状与产量性状较为协调。从育成 10 个强筋核心亲本的过程可知，集合多个优质源的品种具有更高的品质配合力，如新麦 26^[25]的育成与应用。4 个骨干亲本的应用实践表明，改造国外材料相较于远缘杂交育种获得的品种在育种中往往能更快得到应用。这可能是因为国外推广品种通常兼具优质特点与优良产量性状，其衍生品种可聚合更多优点、减少缺点；而远缘杂交需通过阶梯杂交保留优质性状并集合更多优良产量性状，如西农 979 选育时，其 5 个主要亲本中有 3 个（陕 229、陕 213 和西农 881）均为小偃 6 号的衍生品种^[26]；藁优 2018 的 2 个亲本也均为 8901 的衍生系^[27]。因此，未来强筋小麦育种应拓宽遗传基础，以改造国外优质材料为中期目标，以利用近缘属植物优质基因为长期目标，尤其要重视偃麦草和硬粒小麦的利用。短期内充分利用新创制的优异强筋种质，如中麦 578^[28]（澳大利亚优质品种 Sunstate 衍生品种）和济麦 44^[29]（美国优质种质 Lancota 和中国济南 17 的衍生品种），其品质强筋且稳定，兼具高产广适性（在黄淮南片和黄淮北片双审定）。

4 结论

2020-2024 年黄淮麦区审定的强筋和中强筋小麦品种数量呈逐年递增的趋势。企业的强筋小麦育种能力与科研单位相当，育成品种分别占总品种数的 43.3% 和 45.0%。品种的亲缘系数总体不高，但亲本利用较为集中，主要由 10 个强筋核心亲本衍生而来。强筋品种的选育主要采用“优质小麦/优质小麦”的单交策略。未来强筋小麦育种的中长期目标应重视利用国外优质品种和小麦近缘属植物创制优异强筋种质，短期内更多利用中麦 578 和济麦 44 等新创制的优异强筋种质来拓宽强筋小麦的遗传基础。

参考文献

- [1] 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. 麦类作物学报, 2010, 30(5): 936-943.
- [2] 赵广才. 中国小麦种植区划研究(一). 麦类作物学报, 2010, 30(5): 886-895.
- [3] 张会芳, 张建红, 刘海礁, 等. 近 20 年黄淮冬麦区南片小麦品质性状演变及其育种价值评价. 中国农业科技导报, 2023, 25(11): 28-41.
- [4] 张勇, 沈业松, 杨子博, 等. 黄淮麦区部分强筋小麦品种的遗传差异分析. 麦类作物学报, 2023, 43(1): 36-45.
- [5] 张羽丰, 谢付振, 牛聪聪, 等. 黄淮麦区品种审定情况及品质分析. 中国种业, 2023(4): 47-50.
- [6] 郝建宇, 郭利磊, 王敏, 等. 近 10 a 黄淮冬麦区北片水地区区试小麦品种(系)品质的主成分分析. 山西农业科学, 2021, 49(10): 1143-1147.
- [7] 国家农作物品种审定委员会. 国家农作物品种审定委员会关于印发《主要农作物品种审定标准(国家级)》的通知. (2017-07-20)[2025-01-15]. https://zys.moa.gov.cn/flfg/201904/t20190428_6247127.htm.
- [8] 李楠楠, 邹少奎, 王丽娜, 等. 河南省黄淮冬麦区 180 个国审小麦品种的亲缘关系分析. 分子植物育种, 2022, 20(21): 7259-7269.
- [9] 郭对田, 冯焯宏, 郑建鹏, 等. 用亲缘系数法评价烟农系列小麦种质的育种价值. 山东农业科学, 2021, 53(4): 1-6.
- [10] 王江春, 胡延吉, 余松烈, 等. 建国以来山东省小麦品种及其亲本的亲缘系数分析. 中国农业科学, 2006, 39(4): 664-672.
- [11] 宋维富, 杨雪峰, 赵丽娟, 等. 东北春麦区强筋小麦育种进展及产业发展分析. 麦类作物学报, 2022, 42(2): 171-177.
- [12] 新华社. 中共中央国务院关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的若干意见. 农村实用技术, 2017(5): 7-13.
- [13] 蒋进, 张连全, 费德友, 等. 四川省近 10 年育成小麦品种系谱及性状分析. 四川农业大学学报, 2023, 41(6): 1048-1055, 1064.
- [14] 李爱国, 宋晓霞, 张文斐, 等. 2001-2020 年河南省审定小麦品种育种特点及表型性状演变分析. 麦类作物学报, 2021, 41(8): 947-959.
- [15] 安调过, 许红星, 许云峰. 小麦远缘杂交种质资源创新. 中国生态农业学报, 2011, 19(5): 1011-1019.
- [16] 周吉红, 李彰明, 吴绍宇, 等. 小麦育种中中间育种材料的改良与创新. 植物遗传资源学报, 2003, 4(1): 73-74.
- [17] 王翠玲, 张灿军, 王书子, 等. 河南省优质小麦系谱追溯及遗传改良分析. 中国农学通报, 2002, 18(2): 80-82.
- [18] 朱保磊, 谢科军, 薛辉, 等. 河南省小麦品种(系)的品质状况及演变规律. 麦类作物学报, 2017, 37(5): 623-631.
- [19] 田纪春, 张忠义, 梁作勤. 优质面包小麦 PH82-2-2 新品种的选育及栽培技术. 山东农业科学, 1993(1): 11-12.
- [20] 元佳佳. 小麦骨干亲本小偃 6 号及其衍生品种(系)的遗传解析. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [21] 陈桂玲, 余利, 王黎明, 等. 小偃 6 号及其衍生后代品质相关性状的分子检测. 植物遗传资源学报, 2012, 13(3): 456-466.
- [22] 李世平, 杨玉景, 董双全, 等. 山西省优质小麦品种系谱分析及品质遗传改良. 麦类作物学报, 2003, 23(4): 136-138.
- [23] 李国枫. 浅谈强筋麦 8901 的优质选育技术与产业化开发. 种子世界, 2004(8): 26-28.
- [24] 曾道孝, 国淑惠, 查如璧, 等. 春小麦中作 8131-1 的选育及应用. 作物杂志, 1996(3): 21-22.
- [25] 董昀, 王映红, 盛坤, 等. 超强筋品种新麦 26 系谱和品质性状遗传分析. 山东农业科学, 2011(5): 12-13.
- [26] 史娜溶, 李静静, 吴慧玉, 等. 西农 979 中穗偃麦草 (*Thinopyrum ponticum*) 的遗传成分分析. 作物杂志, 2019(1): 15-21.
- [27] 李萍, 杨海川, 李泽芳. 优质强筋小麦新品种藁优 2018 的选育及应用. 农业科技通讯, 2011(8): 133-134.
- [28] 冉午玲, 张文玲, 常萍, 等. 优质强筋高产小麦中麦 578 在河南省的高效栽培技术. 中国种业, 2024(3): 149-151.
- [29] 程敦公, 李豪圣, 曹新有, 等. 济麦 44 优质高效栽培技术. 农业科技通讯, 2021(10): 246-247, 262.

Analysis of Quality and Breeding Strategies of Strong and Medium-Strong Gluten Nationally Approved Wheat Varieties in the Huang-Huai Wheat Region from 2020 to 2024

Yuan Qian, Zhao Yongtao, Zhang Zhongzhou, Zhen Shicong,
Wang Junsen, Zhang Feng, Chen Li, Liu Di, Zhou Yang

(Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe 462300, Henan, China)

Abstract To understand the quality and breeding strategies of nationally approved strong and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region in recent years (2020-2024), cluster analysis based on the coefficient of parentage was performed, combined with a comprehensive analysis of pedigree information and quality traits. The results showed that the number of approved strong and medium-strong gluten wheat varieties in the Huang-Huai Wheat Region showed a yearly increasing trend from 2020 to 2024. The breeding capabilities of companies and research institutes were comparable, with their developed varieties accounting for 43.3% and 45.0% of the total number of varieties, respectively. The overall coefficient of parentage among varieties was low, with an average of 0.0640; however, parental utilization was relatively concentrated, with varieties primarily derived from ten core strong-gluten parents. Different parents exhibited varying focuses on the improvement of quality indicators. The breeding of strong-gluten wheat varieties mainly adopted the single-cross design of “high-quality variety/high-quality variety”. Breeding of strong-gluten wheat should emphasize the utilization of exotic high-quality varieties and wild relatives of wheat to create elite germplasm in the future. In the short term, newly developed elite strong-gluten germplasms such as Zhongmai 578 and Jimai 44 should be more extensively utilized to broaden the genetic base.

Key words Huang-Huai Wheat Region; Strong gluten wheat; Medium-strong gluten wheat; Coefficient of parentage; Pedigree; Quality