

基于近 5 年直接育成品种数的小麦创新种质应用价值评价

郑建鹏¹, 殷岩¹, 于经川¹, 李林志¹, 冯焯宏¹, 卫杰¹, 王梦², 辛庆国¹, 孙晓辉¹, 赵明^{1*}

(1. 山东省烟台市农业科学研究院, 山东烟台 265500; 2. 莱阳市融媒体中心, 山东莱阳 265200)

摘要 为更科学地评价小麦创新种质对育成品种的作用及应用前景, 以鲁麦 14 及其骨干衍生种质为例, 用近 5 年直接育成品种数分析了其对育成品种的贡献。1996—2020 年以鲁麦 14 为亲本, 共育成品种 213 个, 鲁麦 14 直接育成品种 39 个, 其骨干衍生种质济麦 22、良星 99、莱州 137、淮麦 18、济麦 20、淮麦 20、泰农 18 育成品种分别为 60、24、18、17、15、13、10 个, 这些骨干衍生种质共育成品种 157 个, 占鲁麦 14 所有育成品种的 73.7%。近 5 年济麦 22、良星 99、济麦 20、泰农 18、淮麦 20、淮麦 18、鲁麦 14、莱州 137 直接育成品种数分别为 57、23、14、10、9、7、3 和 2 个, 鲁麦 14 对近代育种的作用正在被济麦 22、良星 99、济麦 20 等骨干衍生种质所代替。用近 5 年直接育成品种数来评价创新种质的育种价值, 既能体现过去 5 年创新种质对育成品种的直接贡献, 又能预测创新种质对未来育种的应用前景和潜在价值, 对于有预见性、目的地指导小麦育种具有重要意义。

关键词 小麦; 直接育成品种数; 创新种质; 育种

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)18-0041-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.18.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation of the Application Value of Innovative Germplasm in Wheat by the Number of Varieties Directly Bred in Recent Five Years

ZHENG Jian-peng, YIN Yan, YU Jing-chuan et al (Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai, Shandong 265500)

Abstract To evaluate scientifically the effects and application prospect of innovative germplasm in wheat on breeding varieties, we analyzed the contribution of Lumai 14 and its backbone derived germplasm to breeding varieties by using the number of varieties directly bred in recent five years. From 1996 to 2020, a total of 213 varieties were bred from Lumai 14, and 39 varieties were directly bred from Lumai 14. Among them, 60, 24, 18, 17, 15, 13 and 10 varieties were bred from Jimai 22, Liangxing 99, Laizhou 137, Huaimai 18, Jimai 20, Huaimai 20 and Tainong 18, respectively. Of the 213 varieties, 157 varieties were bred from these backbone derived germplasms of Lumai 14, accounting for 73.7% of all varieties bred from Lumai 14. In recent five years, there were 57, 23, 14, 10, 9, 7, 3 and 2 varieties directly bred from Jimai 22, Liangxing 99, Jimai 20, Tainong 18, Huaimai 20, Huaimai 18, Lumai 14 and Laizhou 137, respectively. Effects of Lumai 14 on modern breeding were replaced by backbone derived germplasms of Lumai 14, such as Jimai 22, Liangxing 99 and Jimai 20. Evaluation of the breeding value of innovative germplasms by using the number of varieties directly bred in recent five years could not only reflect the direct contribution of innovative germplasms to bred varieties in the past five years, but also predicted the application prospect and potential value of innovative germplasms to future breeding. It was of great significance to guide wheat breeding with foresight and purpose by the above evaluation method.

Key words Wheat; Number of varieties directly bred; Innovative germplasm; Breeding

小麦是中国第三大粮食作物, 小麦新品种的培育与推广为保障粮食安全做出了突出贡献^[1], 种质资源是农业科技原始创新和品种培育的物质基础^[2], 育种工作的突破和品种生产力的大幅提高都是关键遗传基因的发现与创新获得的^[3]。1891 年法尔(Farrer)发现了小麦矮化植株, 引起了育种家对矮秆小麦的重视^[4]。1935 年, 日本的鸿巢试验农场以带有达鲁马(Daruma)矮秆基因的福尔兹—达鲁马(Fultz/Daruma)为亲本与土耳其红(Furkey.Red)杂交, 育成了携带 *Rht1*、*Rht2* 矮秆基因的著名矮源农林 10 号(Norin10)^[5]。美国 1946 年引进了农林 10 号矮源, 由著名育种家沃格尔(O.A.Vogel)博士育成了“农林 10 号/布瑞沃—14”(Norin10/Brevor14)新种质^[6]。墨西哥国际玉米小麦改良中心布劳格(N.E.Borlaug)博士 1954 年从美国引进农林 10 号和“Norin10-Brevor”与当地品种杂交, 育成一大批矮秆、半矮秆高产品种, 在大幅降低株高、提高抗倒能力的同时^[7], 种植密度、对肥水的耐性^[8]和光合产物输送到籽粒的能力也得到显著提高^[9], 使世界各地

的小麦产量大幅增加, 在 20 世纪 60 年代拯救了 10 亿饥饿人口, 被誉为“绿色革命”^[10-11], 并对小麦品种改良的方向产生深远影响, 为全世界的粮食安全作出了巨大贡献^[12]。

陈国跃等^[13]总结了中国在小麦品种改良进程中, 创造了碧蚂 4 号、北京 8 号、西农 6028、五一麦、繁 6、矮孟牛、小偃 6 号和周 8425B 等著名小麦种质, 胜利麦/燕大 1817^[14]、豫麦 2 号^[15]、临汾 5064^[16]也在小麦品种遗传改良中发挥了重要作用。孙妮娜等^[17-18]报道了以鲁麦 13、鲁麦 14 为亲本分别育成了 77 个和 131 个品种, 对黄淮海区的小麦育种和生产做出了重要贡献。通常评价小麦创新种质的育种价值, 往往把所有衍生品种的数目简单累加, 这显然不够合理, 因为小麦创新种质随着衍生世代的递增, 在育成品种杂交组合中的比重会逐渐减少, 与育成品种的血缘关系会越来越远^[19], 对育成品种所起的作用和贡献率会随着时间的推移而下降, 因此必须科学地评价小麦创新种质对育种的贡献。鉴于此, 笔者以鲁麦 14 及其骨干衍生种质为例, 用近 5 年直接育成品种数分析了其对育成品种的贡献。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以鲁麦 14 及其骨干衍生种质淮麦 18、淮麦 20、莱州 137、济麦 20、济麦 22、良星 99、泰农 18 为试验材料。

1.2 创新种质评价方法 以鲁麦 14 及其骨干衍生种质为

基金项目 国家重点研发计划项目“黄淮冬麦区北片高产优质节水小麦新品种培育”(2017YFD0100600);“矮败小麦育种群体的构建与利用”(2019MSGY121)。

作者简介 郑建鹏(1989—), 男, 山东乳山人, 农艺师, 硕士, 从事小麦育种与成果转化等工作。*通信作者, 农艺师, 从事科研管理等工作。

收稿日期 2021-10-20

例,用近 5 年直接育成品种数来评价鲁麦 14 及其衍生系对育成品种的应用价值,为小麦种质创新评价方法和小麦创新种质的应用前景提供参考。

2 结果与分析

2.1 以鲁麦 14 为亲本育成的小麦品种 鲁麦 14 原代号烟 1604 是山东省烟台市农业科学研究院以 C149 为母本,F4530 为父本杂交选育的高产稳产多抗广适新品种,其分蘖力强,抗寒性好,产量性状突出,1990 年山东省审定,1992 年山西

省认定,1993 年黄淮北片审定^[20-21],是 20 世纪 90 年代山东省和中国推广面积最大、适应性最广、抗逆抗病性最好的品种。鲁麦 14 综合了洛夫林 13(Lovrin13)、维尔(Virgilio)、如罗(Rulofen)、L277/4 等著名抗源的血缘,对白粉病和三锈高抗-免疫,抗性强而持久^[22]。根据第 1 种业网(www.a-seed.cn)种业查询中的审定品种信息查询、国家和各省主要农作物品种审定公告、中国知网数据,1996—2020 年以鲁麦 14 为亲本,共育成品种 213 个(表 1)。

表 1 以鲁麦 14 为亲本育成的小麦品种
Table 1 Wheat varieties bred from Lumai 14 as parents

序号 Code	审定年限 Approved year	品种名称 Variety name
1	1996	烟 85722 ⁴
2	1998	淮麦 14 ⁴ 、淮麦 15 ⁴ 、晋麦 56 ⁴
3	1999	淮麦 18 ⁴ 、晋麦 61 ⁴
4	2000	荷麦 13 ⁴ 、皖麦 41 ⁴ 、泗麦 1108 ⁴ ;连麦 1 号 ⁸
5	2001	中育 6 号 ⁴ 、皖麦 46 ⁴ 、晋麦 72 ⁴
6	2002	淮麦 20 ⁴ 、烟农 22 ⁴
7	2003	济麦 20 ⁴ 、烟农 23 ⁴ 、运 97CH4
8	2004	华麦 1 号 ⁴ 、泰山 22 ⁴ 、泰山 26 ⁴ 、港麦 1 号 ⁸ 、良星 99、皖麦 55
9	2005	河东 TX-006 ⁴
10	2006	青丰 1 号 ⁴ 、济麦 22 ⁴ 、晋麦 77 ⁴ 、烟 2415 ² 、
11	2007	漯麦 8 号 ⁴ 、烟农 5158 ⁴ 、烟农 5286 ⁴ 、青麦 6 号 ⁷ 、贵农 18 ⁷ 、淮麦 22 ⁸ 、红地 95 ⁸ 、保麦 330 ⁸ 、保麦 218 ⁰ 、
12	2008	永麦 3 号 ⁴ 、煤生 0308 ⁴ 、泰农 18 ⁷ 、徐麦 99
13	2009	青麦 7 号 ⁴ 、鑫 289 ⁴ 、山农 1 ⁷ 、淮麦 26 ⁸ 、淮麦 29 ⁰
14	2010	山农 21 ⁷ 、青农 2 号、迁麦 2 号、山农 19
15	2011	烟农 999 ⁴ 、明麦 2 号 ⁴ 、泰农 19 ⁷ 、鑫麦 8 号 ⁸ 、洛麦 24 ⁸ 、淮麦 31 ⁰
16	2012	徐麦 32 ⁸ 、濮麦 26 ⁰
17	2013	未来 0818 ⁸ 、津农 6 号 ¹ 、渦麦 99、江麦 816
18	2014	淮麦 36 ⁴ 、石农 086 ⁴ 、瑞华麦 523 ⁴ 、山农 27 ² 、山农 28 ² 、保麦 5 号、皖垦麦 0901
19	2015	旱麦 988 ⁴ 、石 4366 ⁹ 、农麦 1 号
20	2016	新冬 59 ⁴ 、济麦 23 ² 、石麦 25 ² 、山农 31 ² 、烟农 173 ² 、中麦 247 ² 、安农大 1216 ² 、泰农 33 ⁷ 、中信麦 99 ⁹ 、冀麦 738 ⁹ 、皖垦麦 1221 ⁹ 、徐农 029 ⁰ 、登海 202 ⁰ 、邯麦 18 ¹ 、山农 29 ¹ 、青农 3 号、山农 32、蜀鑫麦 208、华成 859、皖垦麦 869、淮 1216
21	2017	永民 1718 ^{4,0} 、秦农 21 ⁰ 、瑞华麦 218 ⁰ 、中渦 22 ² 、江麦 23 ⁸ 、俊达 129 ⁸ 、郑麦 129 ⁹ 、农大 3486 ⁹ 、山农 30 ¹
22	2018	邯麦 19 ² 、石麦 26 ² 、中麦 29 ² 、郑麦 136 ² 、轮选 266 ² 、沃麦 323 ² 、乐土 808 ² 、徐麦 818 ² 、科遗 6259 ² 、品育 8012 ² 、中黑麦 6 号 ⁷ 、徐麦 36 ⁸ 、瑞华麦 518 ⁸ 、鑫瑞麦 29 ⁹ 、良星 68 ⁹ 、万丰 126 ⁹ 、郑麦 369 ⁹ 、西途 555 ⁹ 、邯农 1412 ⁹ 、鑫瑞麦 38 ^{9,1} 、淄麦 28 ¹ 、淄麦 29 ¹ 、泰科麦 31 ⁰ 、邢麦 18 ¹ 、济麦 60 ¹ 、中信麦 68 ¹ 、太麦 101 ¹ 、驻麦 328 ¹ 、沃土 4176 ¹ 、峰川 18、浚麦 118、鑫星 169、烟农 1212
23	2019	红地 874 ⁴ 、爱麦 1 号 ² 、瑞麦 1 号 ² 、济紫麦 1 号 ² 、济糯麦 1 号 ² 、龙堂二号 ² 、圣麦 20 ² 、荷麦 20 ² 、荷麦 22 ² 、中麦 23 ² 、荷麦 24 ² 、石麦 29 ² 、山农 38 ² 、兰天 39 ² 、金农 58 ² 、中麦 82 ² 、圣麦 104 ² 、圣麦 127 ² 、郑麦 132 ² 、轮选 145 ² 、盈亿 165 ² 、登海 206 ² 、囤麦 259 ² 、中麦 578 ² 、冀星 868 ² 、圣麦 918 ² 、中麦 4072 ² 、安农 15210 ² 、泰农 108 ^{2,1} 、青农 7 号 ¹ 、岱麦 366 ¹ 、德麦 008 ^{1,1} 、青农 6 号 ¹ 、婴泊矮丰 8 号 ¹ 、太紫 6336 ¹ 、苑丰 307 ⁸ 、郑品麦 26 ⁰ 、丹麦 118 ⁰ 、龙麦 1 号 ⁹ 、黄源 1 号 ⁹ 、华麦 18 ⁹ 、秋硕 33 ⁹ 、良星 69 ⁹ 、河农 085 ⁹ 、万丰 505 ⁹ 、云麦 766 ⁹ 、扶麦 6 号、清照 17、淮麦 46、中信麦 48、瑞华麦 506
24	2020	垦星 5 号 ² 、华诚 6 号 ² 、荷麦 26 ² 、兰天 40 ² 、新麦 51 ² 、永丰 101 ² 、江麦 186 ² 、华麦 188 ² 、登海 208 ² 、衡 H1217 ² 、徐麦 511 ² 、宿 4128 ² 、徐麦 178 ⁸ 、隆平 899 ⁸ 、山农 37 ¹ 、郑品麦 25 ⁰ 、衡麦 26 ⁹ 、润荏 626 ⁹ 、徐麦 2023 ⁹ 、华麦 158 ¹ 、天麦 166 ¹ 、鲁研 888 ¹ 、荷麦 23、万丰 269、渦麦 606、渦麦 1211

注:品种名称上标记有 0,2,4,7,8,9,J,T 分别代表以淮麦 20、济麦 22、鲁麦 14、莱州 137、淮麦 18、良星 99、济麦 20 和泰农 18 直接育成的品种
Note: Variety names with 0,2,4,7,8,9,J and T were directly bred varieties from Huaimai 20, Jimai 22, Lumai 14, Laizhou 137, Huaimai 18, Liangxing 99, Jimai 20 and Tainong 18, respectively

2.2 鲁麦 14 及其骨干衍生种质近 5 年直接育成品种数分析 鲁麦 14 的重要衍生种质有淮麦 18、淮麦 20、莱州 137、济麦 20、济麦 22、良星 99、泰农 18 共 7 个(表 2)。该研究讨论的直接育成品种是指创新种质为单交亲本之一、创新种质在复交组合中的百分比在 50%以上(例如以鲁麦 14 育成了济麦 22)、由创新种质系统选育或诱变育成的品种。在以鲁麦 14 育成的 213 个品种中,直接育成的只有 39 个,其余 174

个品种是由鲁麦 14 间接育成或由鲁麦 14 的衍生系育成。济麦 22、良星 99 育成的品种较多,分别为 60 和 24 个;莱州 137、淮麦 18、济麦 20、淮麦 20 育成的品种次之,分别为 18、17、15 和 13 个;泰农 18 育成的品种最少,为 10 个。鲁麦 14 通过济麦 22、良星 99、莱州 137、淮麦 18、淮麦 20、济麦 20、泰农 18 这 7 个骨干衍生种质共育成品种 157 个,占鲁麦 14 所有育成品种的 73.7%。近 5 年直接育成品种数以济麦 22、良

星 99、济麦 20 的较多,分别为 57、23 和 14 个;泰农 18、淮麦 20、淮麦 18 次之,分别为 10、9、7 个;鲁麦 14 和莱州 137 的较少,分别为 3 和 2 个。鲁麦 14 对育成品种的作用正在被济麦 22、良星 99、济麦 20 等骨干衍生种质所代替。近 5 年直接育

成品种与所用种质有着直接的亲缘关系,其数目多少体现的是所用种质对现在育成品种的直接贡献,更能准确地反映创新种质对未来育种的应用前景和价值,统计方法较简便,因而更具有实际价值和意义。

表 2 鲁麦 14 及其骨干衍生种质的应用年限及育成品种数比较

Table 2 Comparison of the application years and the number of varieties bred from Lumai 14 and its backbone germplasms						
种质名称 Germplasm name	组合 Combination	应用年限 Application year	育成品种总数 Total number of breeding varieties	直接育成品种数 Number of directly bred varieties	近 5 年育成品种数 Number of varieties bred in recent 5 years	近 5 年直接育成品种数 Number of varieties directly bred in recent 5 years
淮麦 18 Huaimai 18	鲁麦 14/豫麦 13	2000—2020	17	17	7	7
淮麦 20 Huaimai 20	豫麦 13 / 鲁麦 14	2007—2020	13	13	9	9
莱州 137 Laizhou 137	974-1253/掖选 1 号//有 7/洛夫林 10/3/鲁麦 14	2007—2020	18	8	12	2
济麦 20 Jimai 20	鲁麦 14/884187	2013—2020	15	15	14	14
济麦 22 Jimai 22	临远 7069/鲁麦 14/3/(865139/7588 穗/3-18-1-1)F1//鲁麦 14	2006—2020	60	60	57	57
良星 99 Liangxing 99	91102/鲁麦 14 号//PH85-16	2015—2020	24	24	23	23
泰农 18 Tainong 18	莱州 137/烟 369-7	2016—2020	10	10	10	10
鲁麦 14 Lumai 14	C149/ F ₄ 530	1996—2000	213	39	140	3

3 结论与讨论

3.1 突破性小麦种质的创新要注重特殊配合力 在小麦种质改良和杂交育种中,选用特殊配合力好的亲本要值得重视,这有可能选育出突破性的新品种^[23]。农林 10 号被引到美国华盛顿州的产量很不理想,与许多品种组配均未获得成功,但与本地的品种 Brevor 杂交却选育出了著名的半矮秆品种格涅斯(Gaines)。许多育种家以农林 10 号作为矮源也未获得成功,著名的小麦育种家布劳格(N.E.Borlaug)博士认识到小麦矮秆与籽粒饱满度差和粒质不良存在紧密连锁,在杂交后代选择中采用大群体分离法,成功选育出一系列墨西哥矮秆小麦品种。在中国也常常存在这样的现象,来自同一组合的品种,有的虽然推广面积很大,却没能成为一个好的育种种质,而其姊妹系虽无很大推广面积,却衍生出许多品种成为骨干种质。例如,著名小麦育种家赵洪章教授选育的碧蚂 1 号,年推广面积曾达 600 hm²,但其姊妹系碧蚂 4 号育成的品种远远超过碧蚂 1 号,成为最早的骨干亲本之一;燕大 1885 的适应性、丰产性都好于燕大 1817,但用其作杂交亲本并未育出大面积推广品种,而其姊妹系燕大 1817 与胜利麦的杂交后代却在多个育种单位先后育成许多优良品种。

3.2 关键种质资源的挖掘与创新是育种取得突破的前提和基础 小麦种质资源是新品种选育最重要的物质基础,关键种质资源一些优异基因的发掘和利用至关重要,是新品种自主创新的源泉,突破性品种的育成往往源于一个特异性状基因的利用。6590-722 是山东省烟台市农业科学研究院方正等^[24]以含有农林 10 号亲缘的小罂粟(组合为农林 10 号/北陆 13,即农林 89)为母本,欧柔(Orefen)为父本育成的一个品系,携带 *Rht1*、*Rht2* 基因。其突出优点是冬性、耐旱、矮秆,株高 60 cm 左右,分蘖力强,成穗率高,叶型株型优良,穗大粒数多,产量潜力大;不足之处是后期病害多,早衰严重,籽粒

不饱满。首轮改良采用单交、三交和复交,用尽了所有抗原与 6590-722 杂交,配制了 96 个组合,希望选出矮秆抗病高产品种,均以失败告终。随后对格涅斯(Gaines)的研究显示,其株高在 85 cm 左右,因此在杂种后代中应该选择半矮秆后代,鉴于 6590-722 需要改进的性状较多,采用渐近杂交法^[25],1971 年以早熟的 6590-722-6 为中心亲本组配了 36 个组合,F₁ 均表现不良,唯以白蚰包/6590-722-6 杂交的 71(17)组合表现稍好,于是扩大 F₂ 群体,点播 3 000 粒种子进行重点选择。经过 3 年的努力,终于打破了 *Rht1*、*Rht2* 基因对降秆的累加效应,选出了一批株高 80 cm 左右、农艺性状较好的株系,为种质创新迈出了最重要、最关键的一步。为进一步改良这些株系的抗病与熟相,1974 年以抗病、熟相好的洛夫林 13(Lovrin13)为母本,对 71(17)6-1-1 进行改良,组合代号为 74(11),经温室与夏繁加代,1978 年在青海省的西宁选出了 74(11)混-1-1-3 和 74(11)21-03-17-S-3(C149)等丰产、抗病、熟相优良的株系。方正以自己创造的 74(11)混-1-1-3 育成了含有 *Rht2* 矮秆基因的鲁麦 13^[26],另一专家以 74(11)21-03-17-S-3 育成了高产多抗广适良种鲁麦 14,全国各地的小麦育种家又以鲁麦 13 和鲁麦 14 为亲本分别育成了鲁麦 21、济南 17、济麦 19、鲁原 502、皖麦 38 和淮麦 18、淮麦 20、晋麦 61、济麦 20、济麦 22、良星 99、烟农 5158 等著名品种,为中国的小麦育种和生产做出了突出贡献。这一系列品种都是在 74(11)关键创新种质的基础上育成的。

3.3 对创新种质资源贡献的评价要科学合理 深入研究小麦种质和关键性种质创新具有周期长、难度大、公益性强等特点,且创新种质不像育成品种那样能够得到有效保护,使育种者得到一定的利益,其作用和价值难以得到社会的承认,这会极大地影响种质创新工作者积极性。因此创造一个 (下转第 46 页)

明,早期播栽处理的油菜产量直播高于移栽,晚期播栽的处理移栽高于直播。赵运成等^[13]认为常规移栽与密植直播产量差异不显著。唐世义等^[14]研究了稻田免耕直播与育苗移栽的植株性状和产量表现,结果表明虽然免耕直播的产量比育苗移栽低,但群体和个体表现都更有利于机械收获,产量也能达到较高水平。李汉一等^[15-17]认为,不同株型的油菜品种其适宜高产密度有所不同,小株型品种高产密度较高,大株型品种高产密度较低;株型紧凑型品种的适宜密度水平比中间型品种高;直播油菜高产密度高,移栽油菜高产密度低。前述研究与笔者的试验结果有所不同,可能是由于供试品种、试验地点以及试验处理差异的原因,同时这些研究的直播处理均比对应的移栽处理播期更晚,而该研究的移栽处理和直播处理在同一天播种。

该试验中,移栽处理仅设计了较低的密度处理(9.0 万~15.0 万株/hm²),直播处理仅设计了较高的密度处理(22.5 万~37.5 万株/hm²),主要是在生产实践中高密度移栽所需的用工量和低密度直播间苗定苗的用工量过大,实践意义较低。至于更大密度范围的移栽和直播处理对于供试油菜品种产量及主要性状的影响规律,以及相应密度下直播与移栽处理的差异,还有待进一步的试验研究。该研究表明,渝华 1 号适宜的种植方式为直播,适宜的种植密度为 30.0 万株/hm²。

参考文献

- [1] 曾川,徐洪志,黄涌.稻田免耕油菜研究进展[J].南方农业,2018,12(4): 23-25,28.

(上接第 43 页)

合理的创新种质评价机制,科学评价小麦创新种质对育成品种的贡献,有效激发种质创新人员的积极性就显得很有必要。用近 5 年直接育成品种数来评价创新种质的育种价值,既能体现过去 5 年创新种质对育成品种的直接贡献,又能预测创新种质对未来育种的应用前景和潜在价值,对有预见性、目的性的指导小麦育种具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 何中虎,庄巧生,程顺和,等.中国小麦产业发展与科技进步[J].农学报,2018,8(1):99-106.
- [2] 刘旭,李立会,黎裕,等.作物种质资源研究回顾与发展趋势[J].农学报,2018,8(1):1-6.
- [3] 何元龙,杜增杰.超级小麦育种的意义及途径[J].黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(5):4-9.
- [4] 李丕皋,封如敏.小麦新矮源——矮变一号矮化特性的初步研究[J].陕西农业科学,1980,26(4):5-7,15.
- [5] 李丕皋,封如敏.国外小麦矮源利用简介[J].陕西农业科学,1981,27(3):53-54.
- [6] 方正,翟冬峰,刘维正.试论种质资源创新是小麦育种的前期工程[J].小麦研究,2016,37(2):1-6.
- [7] ALLAN R E. Agronomic comparisons between Rht1 and Rht2 semidwarf genes in winter wheat[J]. Crop science, 1989, 29(5): 1103-1108.
- [8] RAJARAM S, SINGH R P, GINKEL M V. Breeding wheat for wide adaptation, rust resistance and drought tolerance[C]//KANG M S. Crop Improvement for the 21st Century. Trivandrum, India: Research Signpost, 1997: 139-163.
- [9] EVANS L T. Crop evolution, adaptation, and yield [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.
- [10] 何元龙. 农大 89-2729 小麦种质资源的创新及其利用[J]. 黑龙江八一

- [2] 徐洪志,廖淑梅,曾川,等.稻田免耕直播油菜三峡油 3 号的种植密度研究[J].作物杂志,2011(5):114-115.
- [3] 曾川,徐洪志,廖淑梅,等.杂交油菜新品种德新油 59 免耕移栽密度试验[J].中国种业,2012(3):43-44.
- [4] 曾川,徐洪志,彭涛,等.免耕条件下密度及种植方式对万油 27 主要产量性状的影响研究[J].中国种业,2018(10):70-72.
- [5] 易红.试论不同播期条件下种植密度对油菜生长发育的影响[J].农业与技术,2017,37(24):47.
- [6] 苏伟,鲁剑巍,周广生,等.免耕及直播密度对油菜生长、养分吸收和产量的影响[J].中国农业科学,2011,44(7):1519-1526.
- [7] 吴安平,夏起昕,殷少华,等.双低优质油菜不同免耕栽培模式初探[J].作物杂志,2010(4):119-121.
- [8] 汪新国,吴文革,孔令娟,等.不同播种密度和施肥量对江淮稻田免耕直播油菜产量形成及农艺性状的影响[J].安徽农业科学,2010,38(27): 14901-14902,14910.
- [9] 汤永禄,李朝苏,蒋梁材,等.成都平原油菜不同种植方式及免耕直播配套技术研究[J].西南农业学报,2008,21(4):946-952.
- [10] 段秋宇,廖方全,刘士山,等.种植密度及行距配置对直播油菜农艺性状和产量品质的影响[J].四川农业大学学报,2017,35(2):167-171.
- [11] 汤军,夏其彬,鲁继红,等.不同耕作播种方式对双季稻区油菜产量和土壤性状的影响[J].农业科技通讯,2019(6):103-105.
- [12] 冯云艳,冷锁虎,冯倩南,等.油菜毯苗移栽与直播对比研究[J].广东农业科学,2019,46(2):9-15.
- [13] 赵运成,杨雪,李必钦,等.油菜稀植栽培的产量形成及投入/产出效益研究[J].中国油料作物学报,2019,41(1):40-45,100.
- [14] 唐世义,黄桃翠,刘希忠,等.杂交油菜“庆油 1 号”稻田免耕直播与育苗移栽种植性状产量比较[J].南方农业,2019,13(28):35-39,42.
- [15] 李汉一.油菜高产密度研究[J].基层农技推广,2021,9(5):23-26.
- [16] 黄天沧,黄光伟,赵龙,等.不同种植密度和不同品种对油菜生长发育及其产量的影响[J].现代农业科技,2020(5):11-13,15.
- [17] 岳绪国,葛永申,景德道,等.移栽密度和方式对不同类型油菜品种产量及构成的调控效应[J].江苏农业学报,2019,35(1):63-69.

农垦大学学报,2006,18(1):1-4.

- [11] CLIVE JAMES. 2009 年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势: 第一个十四年 1996~2009[J].中国生物工程杂志,2010,30(2):1-22.
- [12] 何中虎,夏先春,陈新民,等.中国小麦育种进展与展望[J].作物学报,2011,37(2):202-215.
- [13] 陈国跃,刘伟,何员江,等.小麦骨干亲本繁 6 条锈病成株抗性特异位点及其在衍生品种中的遗传解析[J].作物学报,2013,39(5):827-836.
- [14] 韩俊,张连松,李静婷,等.小麦骨干亲本“胜利麦/燕大 1817”杂交组合后代衍生品种遗传构成解析[J].作物学报,2009,35(8):1395-1404.
- [15] 朱有朋,郭春燕,孙文鑫,等.小麦骨干亲本豫麦 2 号的育种价值分析[J].中国农学通报,2009,25(19):50-54.
- [16] 乔玲,刘成,郑兴卫,等.小麦骨干亲本临汾 5064 单元型区段的遗传解析[J].作物学报,2018,44(6):931-937.
- [17] 孙妮娜,王建萍,于经川,等.小麦骨干亲本“鲁麦 13”在小麦育种中的应用[J].农学报,2020,10(7):15-18.
- [18] 孙妮娜,赵明,王冬梅,等.小麦骨干亲本“鲁麦 14”的育种价值分析[J].中国农学通报,2020,36(10):13-17.
- [19] 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[J].中国农业科学,2006,39(4):664-672.
- [20] 王玉心,牟春生.鲁麦 14 号的生育特点与高产栽培[J].山东农业科学,1992,24(6):13-14.
- [21] 王玉心,姜鸿明,牟春生,等.鲁麦 14 广适性及增产潜力分析[J].莱阳农学院学报,1995(1):21-26.
- [22] 方正,刘维正,杨今胜,等.从鲁麦 14 号的育成论小麦种质资源改良策略[J].麦类作物学报,2005,25(6):121-124.
- [23] 马鸿图.基因效应分析及其在育种上的应用(二)[J].辽宁农业科学,1990(2):47-51.
- [24] 方正,翟冬峰,刘为更.一个值得深入研究的小麦种质资源——农林 10 号[J].植物遗传资源学报,2013,14(2):352-354,360.
- [25] BOROJEVIC S, DENCIC S, 耿志训. 基因-性状概念在小麦杂交育种亲本选择中的应用[J].麦类作物学报,1990,10(4):1-4.
- [26] 郭保宏,宋春华,贾继增.我国小麦品种的 Rht1、Rht2 矮秆基因鉴定及分布研究[J].中国农业科学,1997,30(5):56-60.