

烟农系列小麦研究进展与展望

刘洁 于经川 王鹏 孙亮 孙妮娜 冯焯宏 殷岩

(山东省烟台市农业科学研究院,烟台 265500)

摘要: 总结分析了烟农系列小麦研究进展,共育成省级以上审(认)定品种23个,通过国家审定5次,省级审(认)定35次,获全国科学大会奖1项、国家科技进步二等奖2项、山东省科学大会奖3项、科技进步一等奖3项、科技进步二等奖4项。1982-2016年累计推广面积3969万 hm^2 ,烟农15、鲁麦7、鲁麦21的累计推广面积超过333.33万 hm^2 ,鲁麦14、烟农19的累计推广面积分别达到706.47万 hm^2 和1231.27万 hm^2 。先后创出水地和旱地全国高产纪录8次,创造的骨干亲本岫包、鲁麦13、鲁麦14被全国13省2市的158个育种单位用作亲本育成品种284个。对今后的育种方向提出了展望。

关键词: 小麦;品种;育种;种质

山东省烟台市农业科学研究院地处黄淮海片冬麦区,是北部晚熟冬麦区向黄淮冬麦区的过渡麦区^[1],兼具两大麦区的特征,因而育成品种在黄淮冬

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0100600);国家小麦产业技术体系烟台综合试验站项目(CARS-3-2-23);山东省现代农业产业技术体系小麦产业创新团队建设项目(SDAIT-01-02)

通信作者: 殷岩

析速度更快、信息更全面、结果更可靠。随着 SNP 技术的研究与探索,检测技术和分析手段不断地改进与完善,特异性引物的开发与共享,假阳性、高成本等问题的解决,SNP 技术在种子质量检测的推广应用,将会发挥更大的技术优势,极大地提高检测工作效率,为保障农民用种安全,维护企业合法权益,确保种子市场健康有序提供强有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 唐立群,肖层林,王伟平. SNP 分子标记的研究及其应用进展. 中国农学通报, 2012, 28 (12): 154-158
- [2] 李雪,田红丽,王凤格,赵久然,李云伏,王蕊,扬扬,易红梅. SSR 和 SNP 两种标记技术在玉米品种真实性鉴定中的比较分析. 分子植物育种, 2014, 12 (5): 1000-1004
- [3] 陆静姣,杨远柱,周斌,秦鹏,符星学,陈良碧. 基于 SNP 标记的南方籼型两系杂交水稻亲本遗传差异的分析. 杂交水稻, 2014, 29(5): 49-54
- [4] 陈广凤,田纪春. 基于 SNP 标记小麦自然群体遗传多样性及复合图谱的构建. 分子植物育种, 2015, 13 (7): 1441-1449
- [5] 吴明生,赵海艳,宋歌,律宝春. 利用 TaqMan-SNP 基因分型技术快

麦区和北部冬麦区均具有良好的适应性。位于山东半岛东部,东、北两面临海,37° 30' N, 121° 16' E, 海拔 17.6m, 大沽夹河、内夹河从东、西两侧流过,属湿润—半湿润气候,年平均相对湿度在 70% 以上,为山东省相对湿度的高值区,是白粉病、锈病等多种病害的高发地带和自然鉴定场所。特殊的生态环境及土壤类型、质地和肥力水平都有利于抗病、

速鉴别玉米杂交种与其亲本. 种子, 2015, 34 (1): 117-119

- [6] 匡孟,王延琴,周大云,马磊,方丹,徐双娇,杨伟华,魏守军,马峙英. 基于单拷贝 SNP 标记的棉花杂交种纯度高通量检测技术. 棉花学报, 2016, 28 (3): 227-233
- [7] 兰青阔,张桂华,王永,赵新,朱珠,崔兴华,郭永泽,程奕. 基于 SNP 标记的黄瓜杂交种纯度鉴定方法. 中国蔬菜, 2012 (6): 58-63
- [8] 金名捺,潘英华,丘式浚,严维,邓汉超,陈慧,梁云涛. 基于全基因组芯片开发水稻 HRM 特异分子标记. 植物遗传资源学报, 2018, 19 (6): 1055-1063
- [9] 高尚,莫洪君,石浩然,王智强,林宇,武方琨,邓梅,刘亚西,魏育明,郑有良. 利用 SNP 基因芯片技术进行小麦遗传图谱构建及重要农艺性状 QTL 分析. 应用与环境生物学报, 2016, 22 (1): 85-94
- [10] 赵仁欣,李森业,郭瑞星,曾新华,文静,马朝芝,沈金雄,涂金星,傅廷栋,易斌. 利用 SNP 芯片构建我国冬油菜参试品种 DNA 指纹图谱. 作物学报, 2018, 44 (7): 956-965
- [11] 谭瑞娟,文自翔,顾翠华,王德春,宋启建, PERRY Cregan, 邢小萍, 李洪连. 大豆高密度 SNP 标记遗传图谱构建方法的比较. 河南农业大学学报, 2013, 47 (6): 671-676
- [12] 李志远,于海龙,方智远,杨丽梅,刘玉梅,庄木,吕红豪,张扬勇. 甘蓝 SNP 标记开发及主要品种的 DNA 指纹图谱构建. 中国农业科学, 2018, 51 (14): 2271-2287

(收稿日期: 2019-07-31)

高产、广适、优质小麦新品种的培育。从 1958 年开展小麦研究以来,育成品种的数量、质量和推广应用面积在山东省和全国处于领先水平,为山东乃至全国的小麦生产作出了巨大贡献。育成了中国第一个产量突破 7500kg/hm² 的半矮秆高产冬小麦品种蚰包和最早的、利用时间最长的高产优质小麦烟农 15,育成的高产、抗病、广适新品种鲁麦 14 为山东省区域试验对照种(1991–2005 年)和黄淮北片中、高肥区试对照种(1995–2000 年),抗旱高产品种鲁麦 21 是 1998 年以来山东省的旱地对照种。烟农 18、烟农 19、烟农 21 被农业部确定为国家小麦主导品种,烟农 15、烟农 19、烟农 21、烟农 24、烟农 5158、烟农 836、烟农 999 被列为山东省小麦主导品种,烟农 15、鲁麦 21、烟农 19、烟农 21、烟农 23、烟农 24、烟 2415、烟农 5158、烟农 836、烟农 999 被列为山东省中央财政小麦良种补贴项目推介品种。

1 育种研究进展

1.1 育成品种 共育成审(认)定品种 23 个(表 1),其中鲁麦 7 号、鲁麦 14 通过黄淮北片审定,烟农 21、烟农 836 通过黄淮旱肥地审定,烟农 999 通过黄淮南片审定,共计国审品种 5 个,21 个品种通过山东审(认)定,5 个品种通过江苏审(认)定,安徽、山西各有 3 个品种通过审(认)定,1 个品种通过河南认定,陕西、北京各审定 1 个品种,共计省级审(认)定品种 35 次。鲁麦 7 号通过山东、江苏、国家审定,鲁麦 14 通过山东、山西、国家审(认)定,烟农 18 通过山东、陕西审定,烟农 5286 通过山东、安徽审(认)定,烟农 5158 通过山东、江苏、安徽审(认)定,烟农 21、烟农 836 均通过山东和国家审定,烟农 999 通过山东和国家审定、山西认定,烟农 19 通过山东、江苏、安徽、山西、河南、北京 5 省 1 市审(认)定。烟农 21、烟 2070、烟农 23、烟农 5286、烟 2415、烟 BLU99603、烟农 5158、烟农 0428、烟农 999、烟农 836 获植物新品种权,烟农 173、烟农 1212 的植物新品种权正在申请中。

1.2 应用面积 根据种子管理局的中国种业大数据平台统计,1982–2016 年共有 27 个烟农系列品种和品系在生产上应用,累计推广面积 3969 万 hm²。烟农 23、烟农 5286、烟 2980、烟 2149、烟农 24、烟辐 188、烟农 15、烟农 5158、鲁麦 13、烟农 21、鲁麦 7

表 1 育成的烟农系列小麦品种

品种	组合	区域(审/认年份)
蚰包	蚰子麦/包打 300 炮	
烟农 685	蚰包/辐系 4 号	山东*(1982)
烟农 15	蚰包/St2422/464	山东*(1982)
烟农 78	关东矮/东方小麦	山东*(1983)
鲁麦 7 号	罗夫林 10/3/维尔/如罗//蚰包	山东(1985)、江苏(1989)、黄淮北片(1989)
鲁麦 13	74(11)混 1-1-3/莱阳 584	山东(1989)
鲁麦 14	C149/F4530	山东(1990)、山西*(1992)、黄淮北片(1993)
烟 85722	烟 79214/烟 791604	江苏(1996)
鲁麦 21	鲁麦 13/宝丰 7228	山东(1996)
烟农 18	鲁麦 13/寨 5241//小黑麦遗 8	山东(1999)、陕西(2001)
烟农 19	烟 1933/陕 82-29	山东(2001)、江苏(2001)、安徽*(2003)、山西(2004)、河南*(2005)、北京(2006)
烟辐 188	烟中 22/兴麦 7721//鲁麦 7 号	江苏(2002)
烟农 21	烟 1933/陕 82-29	山东(2002)、黄淮旱肥地(2004)
烟农 22	鲁麦 14//尉 132/87 初 20	山东(2002)
烟农 23	烟 1061/鲁麦 14	山东(2003)
烟农 24	陕 229/安麦 1 号	山东(2004)
烟 2415	烟 849/鲁麦 21	山东(2006)
烟农 5158	(烟航选 2 号/烟农 15)F ₁ 航空诱变	山东(2007)、安徽(2009)、江苏*(2010)
烟农 5286	鲁麦 14 号/烟 945015	山东(2007)、安徽*(2013)
烟农 0428	烟 1668/鲁麦 21	山东(2008)
烟农 836	烟 9292 卫星搭载处理	山东(2010)、黄淮旱肥地(2014)
烟农 999	(烟航选 2 号/临 9511)F ₁ //烟 BLU14-15	山东(2011)、山西*(2018)、黄淮南片(2016)
烟农 173	济麦 22/烟 2415	山东(2016)
烟农 1212	烟 5072/石 94-5300	山东(2018)

*表示认定品种

号、鲁麦 21、鲁麦 14、烟农 19 的年最大推广面积超过 6.67 万 hm²,鲁麦 21、鲁麦 14、烟农 19 的年最大推广面积较大,分别为 90 万 hm²、125.33 万 hm² 和 160.80 万 hm²;烟辐 188、烟农 5158、烟农 24、鲁麦 13、烟农 21、烟农 15、鲁麦 7、鲁麦 21、鲁麦 14、烟农 19 的累计推广面积超过 66.67 万 hm²,烟农 15、鲁麦

7、鲁麦 21、鲁麦 14、烟农 19 的累计推广面积较大,分别为 335.6 万 hm^2 、341.33 万 hm^2 、501.4 万 hm^2 、706.47 万 hm^2 和 1231.27 万 hm^2 ; 烟农 18、烟 2415、烟农 999、烟 1934、烟 1061、烟 2801、烟农 685、烟农 78、烟 25、烟 84139、烟农 0428、烟 8494、烟农 22 在生产中也有应用。

1.3 获奖情况 主持完成的蚰包获烟台地区、山东省和全国科学大会奖,烟农 685、烟农 78 均获烟台地区科学大会奖和山东省科学大会奖,鲁麦 14、烟农 19 均获山东省科技进步一等奖和国家科技进步二等奖,烟农 5158 获烟台市科技进步一等奖和山东省科技进步一等奖,鲁麦 7 号获烟台市科技进步一等奖和山东省科技进步二等奖,鲁麦 21、烟农 21、烟农 24 获山东省科技进步二等奖,烟农 15、烟农 22 获山东省科技进步三等奖,烟农 18、烟农 23 获烟台市科技进步一等奖,鲁麦 13、烟农 0428 获烟台市科技进步二等奖,烟 2415 获烟台市科技进步三等奖,“旱地主要作物周年覆盖栽培技术与开发”获山东省农牧业科技进步二等奖和山东省科技进步二等奖。1 人获烟台市科学技术最高奖,2008 年烟台市农业科学研究院小麦新品种选育及配套技术研究创新团队被烟台市委、市政府授予烟台市优秀创新团队,2018 年被中共烟台市委宣传部确定为庆祝改革开放 40 周年感动烟台人物和最具影响力的事件。烟农 0428 获山东省农科院科技进步一等奖,烟农 21、烟农 22 获烟台市农业新品种奖三等奖,烟农 24 获烟台市农业新品种奖二等奖,烟农 15 于 1992 年获全国农业博览会优质小麦银奖,1993 年获山东省农业高新技术、新成果、新产品展销会金奖,1999 年获中国国际农业博览会名牌产品。

2 6 次创造全国高产纪录

蚰包作为具有划时代意义的小麦新类型,是黄淮麦区首个产量超过 $7500\text{kg}/\text{hm}^2$ 的品种,1968 年山东莱阳县城厢公社南关大队农科队在 0.276hm^2 面积上,创出单产 $8261.25\text{kg}/\text{hm}^2$ 的纪录^[2]。携带 Rht_2 基因^[3] 的抗旱高产品种鲁麦 13 号 1989 年在山东省莱阳市冯格庄乡马岚村旱肥地开发中,非灌溉条件下创造 $9244.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 的纪录,耗水系数为 $10.257\text{mm}/\text{hm}^2 \cdot \text{kg}^{[4]}$ 。至少含 3 对慢粉抗性基因的高产广适新品种鲁麦 21^[5] 抗旱能力强、肥水利用率高,1997 年在莱阳市冯格庄乡马岚村旱

肥地上创出 $10404.6\text{kg}/\text{hm}^2$ 的纪录,耗水系数为 $8.199\text{mm}/\text{hm}^2 \cdot \text{kg}^{[6]}$,是中国抗旱节水、省肥高产品种选育的重大突破。含有优质亚基 1、17+18 和 5+10 的抗旱节水、高产、优质强筋小麦烟农 21 号 2008 年在山东海阳市留格庄镇彩春泊村旱地高产田实打产量 $10531.5\text{kg}/\text{hm}^2$,创中国雨养旱地小麦最高纪录^[7]; 烟农 999 于 2014 年在山东招远市辛庄镇马连沟村承担的农业部小麦高产创建万亩示范区项目现场实打验收,实收 0.209hm^2 ,折合产量 $12255\text{kg}/\text{hm}^2$,创下农业部专家实打验收全国冬小麦单产最高纪录。2016 年农业部全国农业技术推广服务中心组织 7 位全国小麦专家,对种植于莱州市金海种业示范园内的 0.235hm^2 烟农 1212 小麦高产攻关田进行实打验收,平均产量 $12427.5\text{kg}/\text{hm}^2$,再创全国冬小麦单产最高纪录。2019 年由农业农村部组成的小麦实收测产专家组对烟台市承担、烟台市农业农村局实施的粮食绿色高质高效创建小麦田进行实收测产,烟农 1212 在山东莱州金海种业的水地高产田实收 0.222hm^2 ,折合产量 $12610.5\text{kg}/\text{hm}^2$; 莱阳大黑石埠村旱地小麦高产田实收 0.22hm^2 ,产量达到 $10977.75\text{kg}/\text{hm}^2$,同时刷新了中国水地和旱地高产小麦纪录。

3 种质创新进展

蚰包是山东省烟台市农科院以蚰子麦为母本,包打 300 炮为父本育成的早熟、抗倒耐肥、株型优良的高产品种和有广泛利用价值的亲本材料^[8],对黄淮冬麦区的小麦研究产生了重要影响,为小麦育种奠定了里程碑^[9]。贾继增等^[10]认为,蚰包是中国 4 类矮源之一,携带 1 对与农林 10 号 4D 上的 Rht_2 位点相同或相近的矮秆基因。截至 2018 年,全国 13 省 2 市的 158 个育种单位以蚰包或蚰包的衍生系为亲本育成品种 284 个,这些品种通过国审 76 次、省级审(认)定 369 次。根据中国种业大数据平台统计,1982–2016 年,这些品种有 134 个得到大面积种植,累计种植面积 10818.67 万 hm^2 ,有 10 个品种的年最大种植面积在 66.67 万 hm^2 以上,9 个品种的累计种植面积在 333.33 万 hm^2 以上,3 个品种的累计种植面积超过 666.67 万 hm^2 。为利用引起绿色革命的 Rht_1 、 Rht_2 矮秆基因,用蚰包与小偃粟、欧柔等多个亲本杂交,相继选育出鲁麦 13、鲁麦 14 等优良品种^[11–12],又形成了新一代骨干亲本^[13–14],育成了更

多良种为生产发挥作用。以轴包或轴包衍生系育成的品种获国家技术发明四等奖 1 项、国家科技进步二等奖 7 项、省科技进步一等奖 10 项、省科技进步二等奖 8 项。

4 展望

4.1 提高产量潜力 今后全球对小麦的需求量依然会大幅增加,进一步挖掘单产潜力是大多数国家的研究重点。全球小麦需求量到 2030 年每年需要增长 1.6%,到 2050 年发展中国家对小麦的需求量要比现在增长 60%,而气候变化会使发展中国家小麦减产 29%^[15]。随着中国人口增加和人们生活水平的提高,小麦消费量将会持续增长,由于扩大小麦种植面积的可能性很小,所以在稳定面积的同时进一步提高单产仍是中国小麦育种最重要和最基本的目标。中国小麦产量和消费量均居世界首位,国内小麦产量的丰欠对国际市场影响甚大,从国内需求、粮食安全和国际责任的高度来看,都必须采取各种措施保障中国小麦稳定增产。要采取常规育种与高新技术相结合来改良生理性状,增强抗倒伏能力和抗性,改进株型,增加穗粒数,提高适应性和收获指数,提高产量潜力,缩小实际产量与产量潜力的差距。

4.2 改善加工品种 小麦是人类最重要的粮食作物,是世界第二大作物和全球 35%~40% 人口的主食,为人类提供约 21% 食物热量和 20% 蛋白质^[16],因此提高小麦品种蛋白质含量对人类营养的作用不可忽视。选育优质强筋品种不仅可以制作出高档面包、面条、水饺等加工食品,提高面粉加工和食品加工企业的效益,而且可以减缓消化速度,延迟排空时间,降低升糖指数,有助于血糖控制和身体健康。

4.3 抗病抗逆,肥水高效利用 近年来暖冬、极端高温或低温、干旱或涝害等异常灾害频繁发生,病虫害和生态环境恶化严重,给全球粮食安全造成很大隐患。中国每年病虫害和自然灾害蒙受的损失约占总收入的 30%,小麦冻害时有发生,纹枯病和赤霉病等不断北移且有逐年加重趋势,人均水资源占有量仅为世界人均水平的 1/4,化肥农药使用量严重超标,肥水利用效率低下,不仅增加了生产成本,造成资源的严重浪费,而且对生态环境造成严重污染。要加强品种抗逆性和抗病性的研究,提高育成品种的抗逆抗病能力,通过生物学途径挖掘小麦吸收营养的遗传潜力,选育肥水高效利用的多抗绿色高效

小麦品种,降低生产风险,减少资源消耗,保护生态环境,提高种植效益,增加农民收入。

4.4 加强与企业的合作 小麦属于自花授粉作物,生产上应用的是常规种子,经营利润较低。由于常规育种不但需要投入巨资和研究基础,还需要数十年的艰苦创新和付出,而知识产权和经济效益却很低又难以得到保证,长期以来都以公立机构育种为主;近年来由于加强了品种保护,小麦种业私有化进程得到加快。澳大利亚、美国、印度等国家的私立公司育种正在迈向商业化,其目的是让私立公司加大转基因小麦和杂交小麦的投入力度,推动小麦产业发展。中国 2000 年颁布了《中华人民共和国种子法》,小麦种子市场发展很快,商品化程度全面强化,逐步迈向法治化和规范化,企业已经成为小麦新品种推广的主体,育成品种无论来自企业还是科研单位或高等院校,都必须通过企业进入生产。这就要求科研单位育成的品种不仅要符合农民、市场的要求,还要符合企业经营的要求。科研单位应站在企业的角度,主动地为企业着想,与企业合作,成为企业品种推广的有力推手,在为企业赢得效益的同时,加速自身科技成果的转化,实现科企双赢。科研单位只有主动融入企业,满足企业对品种的需求,育成品种才能更好地发挥作用,为农业增产和农民增收作出应有的贡献。

参考文献

- [1] 余华盛,南成虎,田良才.中国普通小麦生态区划及生态分类 I 中国普通小麦生态区划.华北农学报,1995,10(4):6-13
- [2] 方正.冬小麦育种实践 54 年回顾.小麦研究,2008,29(1):1-11
- [3] 郭保宏,宋春华,贾继增.我国 46 个小麦品种的矮秆基因分析.国外农学—麦类作物,1996(5):4-5
- [4] 徐茂臻,张洪君,倪方进,傅建祥,史全文.旱地冬小麦高额丰产栽培技术研究.莱阳农学院学报,1990,7(4):253-259
- [5] 倪小文,阎俊,陈新民,夏先春,何中虎,张勇,王德森,Morten L. 鲁麦 21 慢白粉病抗性基因数目和遗传力分析.作物学报,2008,34(8):1317-1322
- [6] 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.植物遗传资源学报,2013,14(2):352-354,360
- [7] 赵倩,姜鸿明,赵明,李林志,辛庆国.烟农 21 号小麦品种主要优异性状及其遗传特性分析.山东农业科学,2012,44(8):21-23
- [8] 于经川,刘兆晔,姜鸿明,严美玲,孙晓辉.轴包麦的选育及其在育种上的应用.中国农学通报,2007,23(2):189-192
- [9] 陆懋曾.山东小麦遗传改良.北京:中国农业出版社,2007:213-214
- [10] 贾继增,丁寿康,李月华,张辉.中国小麦的主要矮秆基因及矮秆

山西谷子产业发展十年(2009–2019年)变迁

李瑜辉 郭二虎 范惠萍 王丽霞 张艾英 刘鑫 程丽萍

(山西省农业科学院谷子研究所/杂粮种质资源发掘与遗传改良山西省重点实验室,长治 046011)

摘要:谷子生产在山西省粮食作物生产中占据极其重要的地位,这是传统作物种植的延续,也是谷子文化的一种传承,有着不可替代的意义和地位。随着我国农业现代化进程的加速,谷子产业也在快速的发展,同时也受到各种因素的影响和制约。通过对近十年来谷子生产的一些相关方面进行归纳,客观地描述山西省谷子产业的发展进程。

关键词:山西;谷子;产业;变迁

谷子生产和食用在山西省有几千年的历史,在粮食作物中一直占据重要地位。根据谷子播种期和熟期的差异,科学地将谷子种植区划分为春播早熟区、春播中晚熟区以及夏播区^[1],在全省各地均有种植,同时在粮食生产中占有较大的比重。由于受到农业产业结构的调整,以及由市场经济带来的诱致性变迁,谷子的种植面积呈递减然后趋于稳定的态势。2009年我国谷子产业技术体系启动,开始对我国的谷子产业进行较为全面的产业调查,其中包括栽培、育种、谷子生产、谷子文化发掘等,涵盖了谷子产业相关的众多环节和因素,调查结果充分揭示了谷子产业结构的各个环节存在的问题,为我国谷子在农业现代化进程中的发展,起到了很大的推动作用。截至目前,历经10余年的发展,谷子生产水平有了很大的变化,谷子产业的各个环节都取得了较大的突破。

1 谷子种植格局及区域变迁

1.1 概述 在中华人民共和国成立初期,我国谷子

播种面积达到7600万hm²,是我国第三大粮食作物,而目前实际播种面积大约为133.3万hm²^[2]。山西省作为谷子的主产区,种植面积同样也是急剧下降,根据农业部数据统计,山西省近10年来谷子种植面积基本保持在20万~26.67万hm²。2009–2010年国家谷子产业体系进行产业调查汇总,其中山西省各谷子相关单位对本省的谷子生产情况进行了调查总结,结果显示:山西省谷子生产依然沿用传统种植模式进行生产,以分散的一家一户的种植方式,多为自己食用,剩余部分出售;多种植于干旱少雨地区,多为贫瘠干旱的零散地块,受年度气候条件影响很大,产量和品质水平不稳定,不作为家庭主要的种植作物,谷子种植的收入在农户家庭收入中相对比例较小;在谷子生产中化肥的利用率也小于其他作物,农家肥所占比例较大,新技术的应用及推广难度大,科研机构、种植户、加工企业等自成体系,产业链松散;在生产过程中,机械利用率极低;相关的加工企业规模较小,对谷子生产及农户的带动效应有限。这种小农经济在生产形式上类型多样,管理和种植方式多样,产量和品质难以控制,很难规模化生产、提高生产效率、节约生产成本、优化产业结构。

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-06-13-5-A21)
通信作者:郭二虎

- 的研究. 中国农业科学,1992,25(1): 1–5
- [11] 方正,刘维正,杨今胜,翟冬峰,刘为更. 从鲁麦14号的育成论小麦种质资源改良策略. 麦类作物学报,2005,25(6): 121–124
- [12] 方正. 冬小麦抗旱高产品种鲁麦13号的选育. 华北农学报,1994,9(3): 12–15
- [13] 刘兆晔,于经川,孙妮娜,李林志. 骨干亲本鲁麦13、鲁麦14在山东小麦育种中的应用. 农业科技通讯,2015(1): 87–89
- [14] 盖红梅,李玉刚,王瑞英,李振清,王圣健,高峻岭,张学勇. 鲁麦

- 14对山东新选育小麦品种的遗传贡献. 作物学报,2012,38(6): 954–961
- [15] 何中虎,夏先春,陈新民,庄巧生. 中国小麦育种进展与展望. 作物学报,2011,37(2): 202–215
- [16] 何中虎,庄巧生,程顺和,于振文,赵振东,刘旭. 中国小麦产业发展与科技进步. 农学学报,2018,8(1): 99–106

(收稿日期:2019-08-16)