

高产多抗小麦品种柳麦 716 的选育

刘国浩¹ 赵太宇¹ 刘国栋¹ 纪艳玲² 徐 静² 张存岭¹

(¹ 安徽柳丰种业科技有限责任公司, 濉溪 235100; ² 安徽省濉溪县孙疃镇农业综合服务站, 濉溪 235100)

摘要: 安徽柳丰种业科技有限责任公司依托安徽农业大学, 利用其发掘和鉴定的高产、抗穗发芽、抗倒、抗寒等重要性状的主效基因位点, 集成和应用“优良种质、合理组配, 定向聚合、严格选择”高效育种技术手段, 系谱法结合分子标记辅助选择, 育成高产、多抗的小麦新品种柳麦 716, 2019 年通过安徽省审定(审定编号: 皖审麦 2019005)和江苏省引种备案(备案号: (苏)引种(2019)第 165 号), 具有高产、抗倒、抗倒春寒、抗穗发芽、抗病等优点, 适宜皖苏沿淮淮东北地区作早中茬种植。

关键词: 柳麦 716; 选育过程; 品种表现; 分子标记

小麦是我国两大口粮作物之一, 全国 40% 的人口以小麦为主食。2021 年我国小麦播种面积 2356.84 万 hm^2 , 产量 1.3695 亿 t, 供需平衡略有盈余。黄淮麦区是我国最大的小麦主产区^[1], 2021 年种植面积约 1060 万 hm^2 , 总产 6320 多万 t。生态条件、土壤类型和栽培水平参差不齐, 干旱、倒春寒、穗发芽、干热风等自然灾害频发是造成本区小麦产量不稳的主要原因^[2]。受气候变化、秸秆还田等的影响, 多种病虫害交替发生且逐年加重^[3]。白粉病和叶枯病是该区普遍且常发的病害, 条锈病、赤霉病和纹枯病在不同区域间、年际间发病差异较大。

当前我国仍处在以杂交选育为主的常规育种阶段, 而世界种业进入到育种“4.0 时代”, 正迎来以全基因组选择、基因编辑、合成生物及人工智能等技术融合发展为标志的新一轮科技革命。安徽农业大学利用高密度 SNP 标记对京 411/ 红芒春 21 RIL 群体及其次生群体进行产量相关性状的精细定位, 鉴定出 3 个控制产量性状(千粒重和籽粒大小)的候选基因

TraesCS4B02G376400、*TraesCS4B02G376800* 和 *TaTGW-7A*, *TraesCS4B02G376400* 和 *TraesCS4B02G376800* 为 4B 上新的千粒重主效基因位点, 并开发出 2 个 CAPS 标记 *PMA-2* 和 *TGW7A*; 利用同源克隆, 在小麦 3A 和 5B 染色体上发掘抗穗发芽新等位基因 *TaMFT-3Aa* 和新基因 *TaQsd1-5B*, 并开发出 2 个 CAPS 标记(*QSD1* 和 *QSD3*)、1 个 KASP 标记(*QSD2*)和 1 个功能标记(*MFT-A2*); 利用 660K SNP 芯片进行全基因组连锁分析和关联分析, 在 1D、3B 染色体上鉴定出 2 个抗倒伏新基因 / 位点, 并开发 1 个 KASP 标记(*A015513*)和 1 个 CAPS 标记(*EX-6650*); 同时利用小麦 SSR 标记及 90K 芯片的 SNP 标记, 对抗寒水平存在差异的 147 份小麦核心育种亲本和 403 份种质资源进行全基因组关联分析, 在 2A 染色体上挖掘出 1 个新的抗寒主效位点, 并将其 SNP 标记 *wsnp_BG605368A-Ta_2_4* 转化成 CAPS 标记 *CAPS-Ta-2-4*, 在多个环境下得到验证; 上述研究结果已发表在国内外学术期刊, 并获得国家发明专利授权, 这些标记在小麦高产、多抗、广适新品种选育中具有重要的应用价值^[4-6]。

基金项目: 安徽省重大科技专项 (2018007)

在上述区域具有很好的推广前景。同时可以在黄淮海夏玉米区、东南春玉米区、西南春玉米区引种试种, 扩大品种推广面积。

参考文献

[1] 周旭东, 马英杰, 张建新, 张志军, 岳尧海, 王绍平, 刘文国. 玉米新

品种吉单 953 的选育报告. 农业与技术, 2020, 40 (22): 27-29
[2] 裴文东, 杜世虎, 董春林, 仇多传. 玉米品种丰乐 742 及高产栽培技术. 中国种业, 2020 (9): 91-92
[3] 裴文东, 任正鹏, 张业文, 王国兴, 雷格丽, 张宏军, 张仁和. 青贮玉米品种陕科 9 号的选育及应用前景. 中国种业, 2022 (6): 106-107

(收稿日期: 2022-06-27)

安徽柳丰种业科技有限责任公司(以下简称柳丰种业)以安徽农业大学为技术后盾,针对黄淮地区小麦产量波动的主要问题,利用安徽农业大学发掘和鉴定高产、抗穗发芽、抗倒、抗寒等重要性状主效基因/位点。人工杂交、系谱法与分子标记辅助选择相结合,育成高产、多抗的小麦新品种柳麦716。

1 亲本来源及选育过程

在亲本组配时,选择高产、抗逆(抗穗发芽、抗倒、抗寒、抗倒春寒、抗旱、抗干热风等)、抗病(抗赤霉病、抗白粉病等)、优质的黄淮麦区主栽品种为亲本,为克服倒伏等不利因素,优先使用株高相对较矮的材料(周麦16)作母本,优质、高产、多抗品种(淮麦20)作父本,进行优优组合,聚合优异性状。

1.1 母本 母本周麦16含有抗穗发芽基因 *TaMFT-3A*、抗寒位点 *wsnp_BE405749B-Ta_2_1* (1B染色体)和高粒重基因 *TaTGW-7A* 的优异等位类型^[4-5]。田间表现抗倒性好,高抗秆锈病,中感条锈病、白粉病和纹枯病,耐湿性好,耐后期高温,熟相好。突出优点是高肥水田块产量突出,丰产性和稳产性好,适应性好,播期弹性大;缺点是抗倒春寒能力偏弱,高感叶锈病和赤霉病,不耐穗发芽。

1.2 父本 淮麦20携带抗穗发芽基因 *TaMFT-3A*、*TaMCK3-4A*、*TaVpl-3B* 以及抗寒性位点 *CAPS-Ta-2-4* (2A染色体)和抗倒伏位点 *A015513* (1D染色体)的优异等位类型^[4-6]。田间表现高产,抗倒性一般,抗寒性好;中感条锈病和纹枯病,高感叶锈病、白粉病和赤霉病,秆锈病免疫。最大的优点是耐穗发芽,因为其母本郑州891(豫麦13号)耐穗发芽。

1.3 选育过程 综合应用平均值和极端选择相结合、混合病圃鉴定抗病性、分期播种鉴定抗寒性等连续多年定向选择。自然偶发或人工制造生产中可能遇到的不利因素,对后代材料进行定向选择,严格淘汰。在F₂、F₃从密植条播群体中选择穗粒数较多的单穗,混合脱粒;重点选择遗传力高的性状,如成熟期、株高、抗病性、抗逆性等。F₄、F₅选择株高中等、株叶型好、穗大码密、结实性好、慢感条锈病、高抗叶锈病、具有高产潜力的单株,种植株系。高代多选系统参加鉴定,以产量高低进行决选。

2007年组配周麦16×淮麦20,组合编号

M0716,收获38粒;2007-2008年度在濉溪种植F₁,行长2m种植1行,并选为一级组合,收获种子580g;2008-2009年度在濉溪人工单粒点播种植F₂,行长4m种植30行,从种植的2400多株中入选218穗,经室内考种后当选84穗。2009-2010年度在濉溪人工点播F₃,行长2m种植84个穗行,株距5cm,经过田间农艺性状、室内考种当选44个系、262穗;2010-2011年度在濉溪人工点播F₄,行长2m种植262个穗行,株距5cm,经过田间农艺性状、室内考种当选13个系、78穗;2011-2012年度在濉溪人工点播F₅,行长2m种植78个穗行,株距5cm,经过田间农艺性状、室内考种、室内分子标记检测等当选4个系、16穗;2012-2013年度将上述4个系在濉溪进行新品系鉴定试验,其中716-3-2-2表现综合性状优良,比对照增产显著;2013-2014年度以716-3-2-2的选系716-3-2-2-1参加多点品比试验,同步进行优中选优,各点均比对照增产显著,综合性状优良;2014-2015年度命名为柳麦716,参加安徽省小麦品种半冬性组比较试验;2015-2017年度参加安徽省小麦品种半冬性组区域试验;2017-2018年度参加安徽省小麦品种半冬性组生产试验;2018-2019年度完成江苏省引种试验;2019年通过安徽省农作物品种审定委员会审定(审定编号:皖审麦2019005)和江苏省引种备案(备案号:(苏)引种(2019)第165号)。

1.4 实验室辅助选择手段 利用分子标记追踪,对每世代育种材料在实验室内利用抗穗发芽基因/位点的主要分子标记 *BARC321*、*Vpl-B2*、*Vpl-B3*、*TaMFT*、*MKK4* 等进行跟踪鉴定,淘汰不含该基因片段的品系,跟踪选择同时含有3AS和4A染色体抗穗发芽主效基因的后代材料。同时从初级鉴定开始,对入选品系进行多点的生态鉴定和抗病鉴定,以便及早了解品系的适应性和抗病性,淘汰较差品系,从而显著提高选择的准确性和育种效率。

2 品种特征特性

2.1 农艺性状 柳麦716半冬性,全生育期210.7d,熟期比对照济麦22早1.0d。幼苗匍匐,苗势壮,叶片细小。株型半紧凑,茎秆弹性较好、蜡粉较重,旗叶宽短斜挺,株高84.2cm。长方形穗,长芒、白壳,籽粒白色、角质。

2022 年国家黄淮南片审定 83 个品种的产量性状平均为:亩有效穗数 40.4 ± 2.1 万穗,穗粒数 33.9 ± 1.7 粒,千粒重 44.3 ± 2.3 g。柳麦 716 在安徽省区域试验和江苏省引种备案试验中,亩有效穗数 41.8 万~42.0 万穗,平均 41.87 万穗;穗粒数 31.0~35.9 粒,平均 33.2 粒;千粒重 45.0~47.5g,平均 46.37g。柳麦 716 有效穗数较多、千粒重较高,产量三要素都在 $\bar{x} \pm \sigma$ 范围内,实现有效穗数、穗粒重协调双提升。

2.2 抗性基因位点 柳麦 716 聚合了高粒重基因 *TaTGW-7A*,抗穗发芽基因 *TaMFT-3A*、*TaMKK3-4A*、*TaVp1-3B*,抗寒位点 *CAPS-Ta-2-4* (2A 染色体)和抗倒伏位点 *A015513* (1D 染色体);在安徽省品种审定试验及江苏引种试验中表现良好。

2.3 品质分析 2015—2017 年 2 年度品质分析,容重分别为 799g/L、829g/L,粗蛋白(干基) 14.06%、14.25%,湿面筋(以 14% 水分计) 31.8%、32.3%,吸水量 62.3mL、65.4mL,稳定时间 4.4min、5.1min。根据 GB/T 17320—2013《小麦品种品质分类》相关规定,柳麦 716 为中筋品种。

2.4 抗逆性 柳麦 716 在区域试验和引种备案试验中表现为:抗倒性、抗寒性较好,中抗穗发芽,田间综合病害轻。通过防虫网室内人工接种鉴定,在安徽表现中抗至高抗白粉病,在江苏中抗黄花叶病、抗纹枯病。

3 产量表现

3.1 安徽省区域试验 2015—2016 年度参加安徽省小麦区域试验,柳麦 716 每 hm^2 平均产量 7648.5kg,较对照品种济麦 22 增产 6.84%,增产极显著,8 个试点全部增产;2016—2017 年度续试,平均产量 8578.5kg,较对照品种济麦 22 增产 5.02%,增产显著,8 个试点全部增产。

3.2 安徽省生产试验 2017—2018 年度参加安徽省小麦生产试验,每 hm^2 平均产量 7005kg,比对照品种济麦 22 增产 6.94%,7 个试点全部增产。

3.3 江苏省引种试验 2018—2019 年度参加江苏省引种试验,每 hm^2 平均产量 9547kg,较对照品种淮麦 20 增产 2.83%。

3.4 高产攻关试验 2018—2019 年度在濉溪县百

善现代农业示范园高产攻关田实打测产,每 hm^2 折合产量 10734kg。

4 关键栽培技术

4.1 适宜种植区 柳麦 716 通过安徽省审定和江苏省引种备案,适宜在皖苏沿淮淮东北地区旱中茬地种植。

4.2 栽培技术要点 柳麦 716 在区域试验、生产试验和引种试验中,表现为产量结构合理,有效穗数较多,具有较高的分蘖成穗率,栽培管理中应以分蘖成穗为主或主茎分蘖成穗并重。适宜播期为 10 月上中旬,每 hm^2 播量 120~180kg。每 hm^2 施纯氮 225~240kg、五氧化二磷 90~120kg、氧化钾 90~105kg。磷钾肥作基肥施入,氮肥 60% 左右作基肥、40% 左右作追肥。及时防治纹枯病、白粉病、赤霉病和穗蚜虫等病虫害。抽穗至灌浆期及时进行“一喷三防”,提高粒重。

致谢:感谢安徽农业大学农学院农业农村部黄淮南部小麦生物学与遗传育种重点实验室常成教授等人的技术支持。

参考文献

- [1] 范春燕,孟庆立,吕金仓,雷格丽,高敏,郭艳萍. 黄淮麦区冬小麦倒春寒抗性鉴定. 中国种业,2022 (3): 71-75
- [2] 任志龙,徐永林,张东波,买继军,刘承科. 高产、优质、大粒小麦品系伟隆 608 的选育. 陕西农业科学,2013 (6): 68-70
- [3] 于学奎,周玉,张道田,罗干,沈家成,高景春,黄建华. 矮秆大穗小麦新品种皖农 398 的选育过程及栽培技术. 现代农业科技,2021 (19): 41-43
- [4] 高威,徐康乐,刘雪,徐冬梅,高畅,严胜男,姚辉,尚姚姚,潘旭,曹佳佳,程欣然,刘明利,卢杰,常成,张海萍,马传喜. 小麦穗发芽抗性鉴定标准的改进与优化. 安徽农业大学学报,2021,48 (2): 179-184
- [5] Cao J J, Shang Y Y, Xu K L, Cheng X R, Pan X, Liu X, Liu M L, Gao C, Yan S N, Yao H, Gao W, Lu J, Zhang H P, Chang C, Xia X C, Xiao S H, Ma C X. Identification and validation of new stable QTLs for grain weight and size by multiple mapping models in common wheat. Frontiers in Genetics, 2020, 11: 584859
- [6] 张海萍,张钰岭,卢杰,王剑锋,闵晓宇,刘凯,韩雷锋,周燃,丁辉,司红起,常成,马传喜. 安农 0711 小麦品种 3B 染色体茎秆强度位点鉴定. 安徽农业大学学报,2020,47 (5): 805-811

(收稿日期: 2022-05-23)