

冬小麦新品种陇麦 671 的选育及思考

任根深^{1,2}, 王亚翠²

(1. 泉脉农业科技有限公司, 山东 济南 250307;

2. 平凉市农业科学院, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 为解决我国干旱半干旱地区小麦生产“早、寒、多病”等问题, 创制适应逆境环境的“抗旱节水、耐冻抗病、高产优质”兼容性的小麦品种, 以平凉 43 号为母本、中 41-42 为父本杂交, 经水旱交替胁迫、多点穿梭, 选育出冬小麦品种陇麦 671。在 2018—2020 年进行的甘肃省陇东片冬小麦区域试验中, 该品种 2 a 13 点 (次) 平均折合产量为 4 981.5 kg/hm², 较统一对照品种陇育 4 号增产 12.2%; 在 2020—2021 年度进行的甘肃省陇东片冬小麦生产试验中, 平均折合产量为 6 889.5 kg/hm², 较统一对照品种陇育 4 号增产 22.4%。陇麦 671 具有高产优质、抗旱节水、抗病耐冻、矮秆抗倒等优良特性, 该品种株高 85.2 cm, 穗粒数 33.4 粒, 千粒重 33.0 g, 容重 789-802 g/L, 抗旱指数 0.975; 籽粒含粗蛋白(干基)162.0 g/kg、赖氨酸(干基)3.6 g/kg、湿面筋(14%水分基)374.0 g/kg, 沉淀值(14%水分基)44.0 mL。适宜在甘肃省陇东地区旱塬地、川台地及周边同类地区种植。

关键词: 冬小麦; 新品种; 陇麦 671; 水旱胁迫穿梭; 选育; 思考

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)06-0547-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.06.011

Breeding and Considerations of New Winter Wheat Variety Longmai 671

REN Genshen^{1,2}, WANG Yacui²

(1. Quanmai Agricultural Technology Co., Ltd., Jinan Shandong 250307, China; 2. Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Pingliang Gansu 744000, China)

Abstract: To address the issues of drought, cold, and disease in wheat production in China's arid and semi-arid regions, a compatible wheat variety named Longmai 671 was bred. This variety combines drought resistance, water conservation, cold resistance, disease resistance, high yield, and superior quality. It was developed by crossing Pingliang 43 as the female parent with Zhong 41-42 as the male parent, using alternating water and drought stress and multi-location shuttle breeding. In the 2018 to 2020 regional experiment in the eastern Gansu winter wheat zone, Longmai 671 had an average yield of 4 981.5 kg/ha, which was 12.2% higher than the control variety Longyu 4. In the 2020 to 2021 production experiment, it had an average yield of 6 889.5 kg/ha, 22.4% higher than Longyu 4. Longmai 671 is characterized by high yield, superior quality, drought resistance, water conservation, disease resistance, cold tolerance, dwarf stalk, and lodging resistance. The variety has a plant height of 85.2 cm, 33.4 grains per spike, a thousand-grain weight of 33.0 g, a bulk density of 789 to 802 g/L, and a drought index of 0.975. The grain contains 162.0 g/kg of crude protein (dry basis), 3.6 g/kg of lysine (dry basis), 374.0 g/kg of wet gluten (14% moisture basis), and a sedimentation value of 44.0 mL (14% moisture basis). It is suitable for planting in the dryland and river terrace areas of eastern Gansu and similar regions.

Key words: Winter wheat; New variety; Longmai 671; Alternating water and drought stress; Breeding; Consideration

小麦是人类最重要的粮食作物之一, 而全球气候变化和不可预测的天气条件给小麦生产带来了日益严峻的挑战^[1-2]。我国 60%以上的小麦分布在干旱与半干旱地区, 冬小麦是西北黄土高原干旱半干旱地区的重要粮食作物, 也是主要的口粮作物^[1-2], 该区“干旱缺水、寒旱多病”等自然灾

害发生频繁, 是限制小麦可持续发展的主要因子, 主要表现在季节性干旱、低温冻害及倒春寒、干热风 and 条锈病等方面^[2]。为落实“谷物基本自给, 口粮绝对安全”的农业生产总要求, 持续发展小麦生产^[3-5], 通过现代育种技术, 改善小麦对干旱等环境胁迫的耐受性^[2], 选育适应逆境环境的“抗旱

收稿日期: 2024-01-17; 修订日期: 2024-03-08

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项(2020GAAS04)。

作者简介: 任根深(1962—), 男, 甘肃庄浪人, 研究员, 主要从事小麦育种及栽培研究工作。Email: plnksrgh@163.com。

节水、耐冻抗病、高产优质”兼容性小麦品种，是解决我国干旱半干旱地区小麦生产中“旱、寒、多病”等诸多问题、最直接有效的技术措施，这对保障粮食安全、稳定小麦生产、增加农民收入都具有重要意义^[3-4]。

1 亲本来源与选育程序

1.1 亲本来源及组合选配

针对西北黄土高原干旱半干旱地区地形地貌复杂^[6-8]、干旱寒冷、病虫害频发、土壤贫瘠、灾害性天气较多、干热风及倒伏时有发生，小麦产量长期低而不稳的特点^[1-2]，我们以“抗旱抗冻、抗倒抗锈、高产优质”为总体目标，按“稳定成穗数、主攻穗粒数和单株粒重、提高抗旱抗冻抗病水平”的育种思路^[2,9]，通过基因重组、优劣互补的原则，选用平凉 43 号为母本、中 41-42 为父本进行杂交，经水旱交替胁迫、多点穿梭综合选育出冬小麦品种陇麦 671^[9-11]。其亲本来源及选育系谱见图 1。

母本平凉 43 号是平凉市农业科学院利用长武 131/82 (51)-9-5-3-2 选育而成的冬小麦新品种^[10-12]。该品种强冬性，幼苗半匍匐，株高 78.2 cm，穗长方形，长芒白壳；平均穗长 8.0 cm，小穗数 15 个，穗粒数 41 粒；白粒角质，椭圆形，千粒重平均 36.0 g，容重 728.5 g/L；籽粒含粗蛋白(干基)157.6 g/kg、赖氨酸(干基)4.7 g/kg，湿面筋(14%水分基)293.0 g/kg，沉降值(14%水分基)为 55.0 mL^[12]；具有高分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS)中的 1, 7+8 和 2+12 亚基^[12]。成株期对条中 29 号、洛 13Ⅲ、条中 32 号、水 3 表现免疫-中抗，轻感条中 31 号和混合菌^[12]。茎叶功能期长、灌浆时间长，分蘖成穗率高，结实性好，抗倒性好，大穗高产，综合性状好，配合力高^[12]。

父本中 41-42 系天水市农业科学研究所中梁试验站利用远缘杂交育种技术，将中间偃麦草的抗病基因导入普通小麦，配制杂交组合中 2/红芒早 // 沈 373/中 5^[9-11]，并经多年多代定向选育获得的中间材料。该材料对条锈病免疫，对白粉病中抗至免疫，密穗红粒硬质，抗冻耐旱，抗逆性强，叶色深，蜡质厚，叶片宽大且下披，茎叶持绿时间长，成熟较晚^[9-11]。

父母本亲缘关系较远，遗传基础较丰富，性状表现及产量结构优点多差异大，双亲性状优缺点互补，无明显缺点^[4,13]。

1.2 选育过程

2011 年收获杂交 F₀ 种子 31 粒，同年秋季人工点播稀植。2012 年在平凉水地试验点种植，F₁ 代表现出植株健壮、生长势强、株型紧凑、高抗条锈病等特性，因优势明显作为重点跟踪组合入选，全区收获后混脱。2012 年秋对杂种后代在水旱两地人工点播稀植，2013 年对 F₂ 代大群体分离世代在水旱两地，依照育种目标要求，通过水旱胁迫，采用改良系谱法，在陇东地区进行自然淘汰和人工选择，田间共选择出优良单株 50 个。在田间综合评选的基础上，再根据籽粒外观品质和饱满度留优去劣，经室内考种决选保留了 16 个综合性状较好的优良单株。2014—2015 年对入选的 F₃~F₅ 代单株或株系，在水旱两地连续交替进行自然淘汰和人工选择，选择穗部性状好，矮秆且弹性好，抗旱耐冻，综合抗病性强；籽粒灌浆快，饱满度好，茎叶功能期长，落色黄亮，熟期适宜的株系(单株)收割考种，淘汰黑胚、籽粒大小及色泽不一致的株系，对综评入选株系统一编号^[14-15]。2016 年选育出农艺性状一致、遗传稳定，抗旱抗寒性好，综合抗病性强、抗倒性好，熟期适宜，

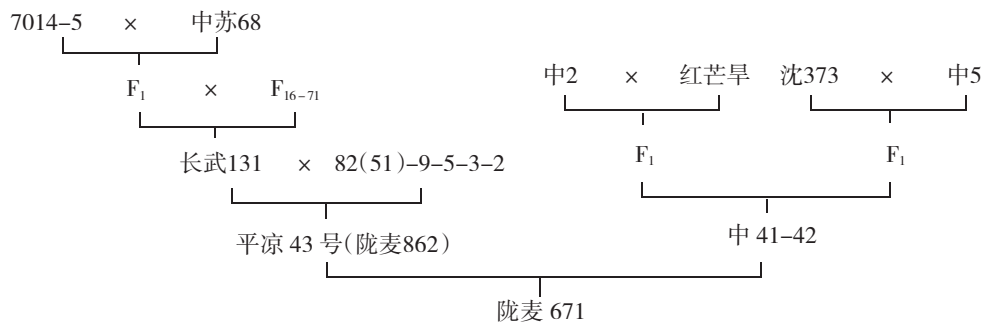


图 1 冬小麦陇麦 671 系谱

表现突出的 TW2016—671 优异株系(定名为陇麦 671)^[10-11], 同年秋播提升进行旱地冬小麦新品系鉴定试验, 对选择的 52 个结实性好、籽粒饱满、穗大粒亮的单穗秋播建立穗行圃。2016—2017 年度进行品鉴试验, 2017—2018 年度进行多点品比试验, 2018—2020 年参加甘肃省陇东片冬小麦区域试验, 2020—2021 年度参加甘肃省陇东片冬小麦生产试验, 于 2022 年 3 月通过甘肃省农作物品种审定委员会审定定名(审定号: 甘审麦 20220010)。

2 产量表现

2.1 品鉴试验

在 2016—2017 年度进行的陇东旱塬区冬小麦新品系鉴定试验中, 陇麦 671 平均折合产量 5 020.0 kg/hm², 较对照品种陇育 4 号增产 66.2%, 增产达极显著, 居 66 个参试品种(系)的第 1 位。

2.2 品比试验

在 2017—2018 年度进行的陇东旱塬区冬小麦多点品种比较试验中, 陇麦 671 平均折合产量 5 464.6 kg/hm², 较统一对照品种长 6878 增产 8.4%, 增产显著, 居 9 个参试品种(系)的第 1 位。

2.3 区域试验

在 2018—2020 年进行的甘肃省陇东片冬小麦区域试验中, 2 a 13 点(次)陇麦 671 均表现增产, 增产点率为 100%, 平均折合产量为 4 981.5 kg/hm², 较统一对照品种陇育 4 号平均增产 12.2%, 增产极显著, 居 13 个参试品种(系)的第 2 位。其中 2018—2019 年度陇麦 671 在 6 个试点均表现增产, 平均折合产量为 5 490.0 kg/hm²,

较统一对照品种陇育 4 号增产 11.1%, 增产极显著, 居 13 个参试品种(系)的第 1 位; 2019—2020 年度 7 个试点均表现增产, 平均折合产量为 4 723.5 kg/hm², 较统一对照品种陇育 4 号增产 12.0%, 增产极显著, 居 13 个参试品种(系)的第 2 位(表 1)。在区域试验中, 陇麦 671 年份内品种与试点互动、试点内品种与年份互动的 Shukla 变异系数分别为 5.5%和 13.6%, 说明陇麦 671 稳产性较好。

2.4 生产试验

在 2020—2021 年度进行的甘肃省陇东片冬小麦生产试验中, 陇麦 671 在 6 个试点均表现增产, 增产点率为 100%, 平均折合产量为 6 889.8 kg/hm², 较统一对照品种陇育 4 号增产 22.4%, 居 5 个参试品种(系)的第 1 位(表 2)。

表 2 2020—2021 年度冬小麦新品种陇麦 671 生产试验产量

试点	陇麦671平均折合产量/(kg/hm ²)	陇育4号(CK)平均折合产量/(kg/hm ²)	比CK增产/%
灵台什字	7 035.0	4 815.0	46.1
泾川高平	7 900.5	6 300.0	25.4
镇原上肖	5 331.0	4 915.5	8.5
宁县和盛	6 670.5	5 937.0	12.4
西峰温泉	6 670.5	5 937.0	12.4
镇原郭原	7 731.0	5 869.5	31.7
平均	6 889.8	5 629.0	22.4

3 主要特征特性

3.1 植物学特征

陇麦 671 属冬性品种, 幼苗半匍匐, 生长势强, 茎叶功能期长, 生育期 275 d。纺锤形穗, 长

表 1 2018—2020 年冬小麦新品种陇麦 671 区域试验产量

试点	2018—2019年度			2019—2020年度		
	陇麦671平均折合产量/(kg/hm ²)	陇育4号(CK)平均折合产量/(kg/hm ²)	比CK增产/%	陇麦671平均折合产量/(kg/hm ²)	陇育4号(CK)平均折合产量/(kg/hm ²)	比CK增产/%
灵台什字	6 306.0	5 808.0	8.6	4 975.5	3 775.5	31.8
泾川高平	6 159.0	5 112.0	20.5	5 047.5	4 233.0	19.2
镇原上肖	4 323.0	4 107.0	5.3	4 002.0	3 919.5	2.1
崆峒草峰	5 497.5	4 747.5	15.8			
宁县和盛	5 317.5	5 157.0	3.1	6 274.5	5 805.0	8.1
崇信黄寨	5 331.0	4 714.5	13.1	4 558.5	4 440.0	2.7
西峰温泉				3 675.0	3 267.0	12.5
镇原郭原				4 527.0	3 967.5	14.1

芒白壳，白粒半角质，籽粒饱满光亮^[10-11]。株高 85.2 cm，穗长 6.2 cm，小穗数 15 个，成穗数 615.0 万穗/hm²，穗粒数 33.4 粒，千粒重 33.0 g^[10-11]。分蘖成穗率高，株型紧凑，穗层整齐，穗多粒饱，穗部结实性好，抗倒伏，抗冻性好，成熟落黄正常。

3.2 抗病抗旱性

2018—2021 年经甘肃省农业科学院植物保护研究所等单位连续 3 a 进行的抗病性接种鉴定结果表明，陇麦 671 耐黄矮病，慢条锈病和叶锈病，中抗茎基腐病^[16]。2019—2020 年度在洛阳市农林科学院进行的抗旱性鉴定表明，陇麦 671 抗旱好，抗旱指数为 0.975^[10-11]。

3.3 品质

2020—2021 年经甘肃省农业科学院农业测试中心和农业农村部谷物品质监督检验测试中心(北京)检验，陇麦 671 籽粒含粗蛋白(干基)162.0 g/kg、赖氨酸(干基)3.6 g/kg、湿面筋(14%水分基)374.0 g/kg，沉淀值(14%水分基)44.0 mL，吸水量(14%水分基)655 mL/kg，形成时间 4.0 min，稳定时间 4.4 min，拉伸面积 74 cm²，延伸性 235 mm，最大拉伸阻力 216 E.U，容重 789~802 g/L^[10-11]。

4 适种区域

陇麦 671 适宜在甘肃省陇东地区旱塬地、川

台地及周边同类地区种植。

5 栽培技术要点

前茬作物收获后应及时深耕灭茬晒垡，雨后耙耱保墒^[10-11, 17]。重基肥，巧追肥，播前施农家肥 45 000 ~ 75 000 kg/hm²、尿素 127.5 ~ 157.5 kg/hm²、磷酸二铵 375 ~ 450 kg/hm²，早春视苗情、春旱状况可追施尿素 135.0 kg/hm²^[10-11]。视田间杂草情况冬前 11 月中下旬进行化除杂草。甘肃陇东地区旱塬地抢墒于 9 月 18—25 日适期早播，播种量 187.5 ~ 225.0 kg/hm²。山塬旱地最好采用宽幅匀(沟)播种植方式，覆膜种植时一般于 9 月 25 日到 10 月 10 日机播，播量 180.0 ~ 195.0 kg/hm²，以达到抗旱抢墒、苗全苗壮之目的。早春及时干耩湿锄、适墒镇压增温保墒促生长。灌浆初期叶面可喷施适量 1 ~ 2 g/kg 磷酸二氢钾溶液，中后期促控结合，及时防虫治病，实施全程绿色保健栽培。成熟后及时收获，以避免阴雨天气造成产量损失。

6 选育实践与思考

一是加强小麦基因源的拓宽，尽量利用一级基因源，努力在二级和三级基因源中发掘和利用新基因，不断补充外源有益基因^[1-4]。陇麦 671 育种过程中选用的中 41 - 42 含有天兰偃麦草和中间偃麦草的优异抗病基因，对条锈病和白粉病具有较强的抗性遗传力^[1, 4, 10-11]。二是种质资源是粮食

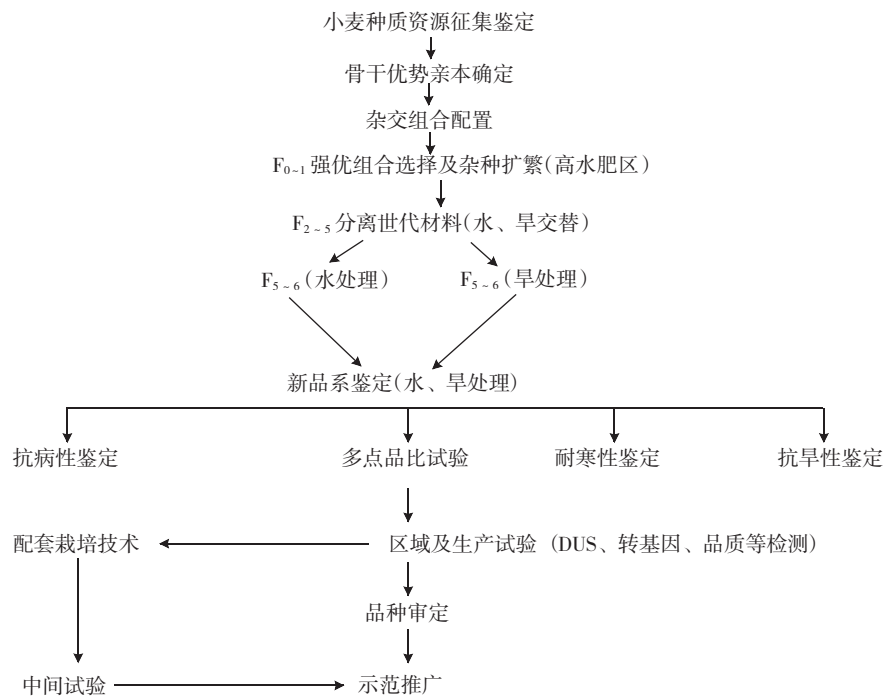


图 2 小麦杂种世代水旱胁迫交替选择流程

安全和种业竞争力的物质基础, 亲本材料的遗传基础是决定育种成败的关键^[1-3, 13, 18]。骨干亲本要选用经加工改良后综合性状优良、一般配合力高的当地主栽品种或稳定品系^[19], 要善于创造和利用育种中间材料, 体现“搭梯上楼”的育种策略。要拓宽杂种后代群体的遗传基础, 杂合群体早代“多组合小群体”决选组合, 广泛分离世代“少组合大群体”优中选优, 提高杂种后代材料选择的准确性和时效性^[6-8, 10, 17]。三是干旱缺水导致减产的关键因素是粒重和株高下降过大, 根系浅且量小^[2, 5]。抗旱性选择, 要主攻单株粒重, 突出籽粒饱满度, 缩短基部节间, 增长穗下节距, 突出茎秆坚韧度, 促使根深根壮、有活力不早衰^[5, 20], 成熟时手拔费力。这在育种实践中是切实可行的, 矮秆抗旱冬小麦新品种陇麦 671 的选育就是典型例证^[10-11]。四是旱地小麦育种实践表明, 通过“基因叠加、搭梯上楼”进行多基因聚合重组, 不仅能拓宽杂合度、创新种质资源, 而且可协调好产量潜力与水资源匮乏间的矛盾, 对解决高产与抗旱节水脱节的实际情况很重要^[4, 6, 10-11, 17]。在采用干旱胁迫高强度选择的基础上, 对杂交后代不同世代进行水旱交替胁迫、多点穿梭选育^[21-22], 以综合产量为主, 应试行多点均衡品比筛选, 突出籽粒饱满度和茎秆坚韧度。丰年(肥水地)看潜力, 灾年(寒旱地)看抗性, 在稳产的基础上求高产, 提高育种效率(图 2)^[4-6, 10]。

志谢: 本文承蒙泉脉农业科技有限公司技术总监彭俊华教授审阅指导, 在此谨表谢忱!

参考文献:

- [1] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 谢惠民, 陈小林, 俎琛亭. 黄土台塬小麦品种改进与发展问题之探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1993(S2): 66-72.
- [3] 梁增基, 慕芳, 王楠. 渭北高原小麦育种的演变与展望[J]. 中国农学通报, 2022, 38(6): 8-14
- [4] 谢惠民, 王宏礼. 旱地小麦育种研究的实践与思考[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(专辑): 33-35.
- [5] 杜文军, 武高潮, 王刚. 渭北塬区旱地小麦品种及其选育策略[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(4): 60-62.
- [6] 王亚翠, 任根深, 曹斌, 等. 高产矮秆多抗冬小麦新品种—陇麦 479[J]. 麦类作物学报, 2021, 41(8): 1055.
- [7] 任根深, 谢惠民, 刘众, 等. 旱地冬小麦新品种西平 1 号选育研究[J]. 甘肃农业科技, 2016(1): 1-4.
- [8] 刘自成, 杨琥, 施万喜, 等. 旱作丰产稳产冬小麦新品种—陇育 12 号[J]. 麦类作物学报, 2021, 41(11): 1442.
- [9] 任根深. 利用矮败基因源育成抗旱冬小麦平凉 42 号[J]. 干旱地区农业研究, 2007(4): 1-5.
- [10] 任根深. 矮秆多抗高产冬小麦“陇麦 671”选育与体会[EB/OL]. (2022-10-25)[2023-12-20]. <https://mp.weixin.qq.com/s/hNGy3Jz0mYJsrCVub9EkA>.
- [11] 刘愈之, 郑琪, 任根深, 等. 矮秆多抗高产冬小麦新品种—陇麦 671[J]. 麦类作物学报, 2023, 43(6): 808.
- [12] 王亚翠, 任根深, 于清贤, 等. 冬小麦新品种平凉 43 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2008(4): 3-4.
- [13] 杨子光, 孙军伟, 孟丽梅, 等. 中麦 36 在河南旱地应用前景探析[J]. 农业科技通讯, 2020(4): 234-236.
- [14] 路冠军, 刘飞. 高产抗赤霉病小麦品种华成 5183 的选育与应用[J]. 园艺与种苗, 2023, 43(7): 98-100.
- [15] 梁增基. 抗锈小麦新品种长武 89(1)-3-4 的选育——用小黑麦代换系作抗源育成小麦新品种的范例[J]. 麦类作物学报, 1996(5): 16-17.
- [16] 王凤涛. 80 份“一小众承”群交流育成品种对小麦条锈病和茎基腐病抗性鉴定评价[EB/OL]. (2022-2-18)[2023-12-22]. https://mp.weixin.qq.com/s/feyKMUJ_MS1WOSI3EJmeA.
- [17] 任根深. 丰产多抗冬小麦新品系陇麦 157 选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2007(5): 3-4.
- [18] 李龙, 毛新国, 王景一, 等. 小麦种质资源抗旱性鉴定评价[J]. 作物学报, 2018, 44(7): 988-999.
- [19] 孙兰珍. 早熟高产抗病新品种鲁麦 15 号[J]. 作物品种资源, 1992(1): 15.
- [20] 张林刚, 邓西平. 小麦抗旱性生理生化研究[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 5(2): 103-111.
- [21] 邬志远, 张俊灵, 闫金龙, 等. 冬小麦新品种长 6388 选育报告[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(1): 37-39.
- [22] 薛翀, 刘莉, 高炜, 等. 冬小麦新品种晋麦 105 选育报告[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(6): 521-524.