

朱锦磊,朱洪文,韩龙,谭国赋,魏伟,魏昌吉.苏麦 188 小麦赤霉病抗性选择的实践与探讨[J/OL].大麦与谷类科学,2020,37(6):46-48,51.https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2020.06.010.

## 苏麦 188 小麦赤霉病抗性选择的实践与探讨

朱锦磊<sup>1</sup>,朱洪文<sup>2</sup>,韩龙<sup>3</sup>,谭国赋<sup>3</sup>,魏伟<sup>2</sup>,魏昌吉<sup>2</sup>

(1. 江苏里下河地区农业科学研究所,江苏扬州 225007;2. 江苏丰庆种业科技有限公司,江苏扬州 225064;  
3. 扬州惠农千重浪农业科技有限公司,江苏扬州 225009)

**摘要:**培育抗赤霉病品种是实现小麦高产、稳产、优质的最有效途径。通过辐照育成的扬辐麦 2 号剩余变异群体中,经系统选育、赤霉病抗性鉴定选择与分子标记辅助选择相结合的手段,育成高产、中抗赤霉病、矮秆抗倒、分蘖力强、耐迟播、耐寒等性状重大突破的中筋小麦苏麦 188,在江苏淮南麦区和浙江省中北部、安徽省淮南、湖北省中北部、河南省南部等麦区近几年年推广面积达 10 万 hm<sup>2</sup> 以上,所种植之处均表现出良好的赤霉病抗性,尤其在各省的赤霉病重发区,均能高产稳产,凸显赤霉病的良好抗性。本文总结和探讨了苏麦 188 系统选育过程中赤霉病抗性鉴定和选择效应,旨在为进一步拓宽小麦赤霉病抗性育种路径和方法提供参考。

**关键词:**苏麦 188;赤霉病;抗性选择;高产稳产

中图分类号:S512.1;S432

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20200780

小麦赤霉病 (Head Scab) 是由多种镰孢属 (*Fusarium graminearum* Schw) 侵染小麦引起的真菌病害,在世界温湿地带和半潮湿地区广泛流行。随着全球气温升高,病害在拉美、北美、欧洲和东亚向高纬度地区蔓延。我国长江中下游冬麦区为小麦赤霉病重发生地区。近几年,在黄淮海平原麦区、西北麦区和东北春麦区也多次较重发生。全国小麦赤霉病发生区域占种植面积的 1/4,常年因病害发生造成产量损失达 10%~15%,在病害大流行年份,病害可致小麦产量损失近 50%。赤霉病的发生不仅降低小麦的产量,而且由于籽粒不饱满、品质下降、种子出苗率降低,收获的粮食商品价值低。同时,受到脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (deoxynivalenol, DON) 毒素污染的小麦,作为食品与饲料经人畜食用后,会引起人畜中毒,危及人畜健康<sup>[1-5]</sup>。

培育抗赤霉病品种是实现小麦高产、稳产、优质的最有效途径。20 世纪 70 年代中期,全国成立了小麦赤霉病研究协作组,建立了小麦赤霉病接种方法和鉴定评价标准,育成了苏麦 3 号等一批抗性较强的优质、高产小麦新品种,在生产上发挥了较大

作用。20 世纪 80 年代以来,小麦抗赤霉病研究和抗病育种重新引起国内外学者的关注。育种工作者潜心于小麦新抗源的挖掘,通过利用小麦种属间近缘抗赤霉病资源,进行聚合杂交、轮回选择和综合抗源基因,利用现代生物技术以及辐射育种技术诱导抗赤霉病突变体等途径,培育出具有广泛遗传背景的创新种质和新品种。江苏丰庆种业科技有限公司根据自身特点和条件,通过不断引进小麦赤霉病抗性种质资源,与笔者合作开展了苏麦 188 抗性鉴定筛选,在辐照育成的扬辐麦 2 号剩余变异群体中,通过系统选育、赤霉病抗性鉴定选择与分子标记辅助选择相结合,育成高产、中抗赤霉病、矮秆抗倒、分蘖力强、耐迟播、耐寒等性状具重大突破的中筋小麦苏麦 188(国审麦 2012005)。

苏麦 188 在江苏、安徽、湖北、河南信阳、浙江中北部等麦区推广种植的表现突出,国家区域试验中较对照增产 10.1%,生产试验中较对照增产 11.1%。2016 年在全省小麦遇连续阴雨减产的情况下,苏麦 188 高产创建方高邮市最高产量达 604.1 kg/667 m<sup>2</sup>。在各省大面积生产种植中,苏麦 188 表现出高抗稃条花叶病,中抗赤霉病,抗性强而稳定<sup>[7]</sup>。苏麦 188 于 2014 年被江苏省列入淮南小麦主推品种和江苏好品种,2016 年被列为江苏省科技成果转化资金项目。现就苏麦 188 在系统选育过程中的赤霉病抗性鉴定和选择效应进行总结,旨在为进一步拓宽小麦

收稿日期:2020-09-19

基金项目:2015 年度江苏省重点研发计划(SBE2015320030);2016 年度江苏省科技成果转化专项资金项目(BA2016154)。

作者简介:朱锦磊(1975—),男,硕士,助理研究员,主要从事植物保护研究。E-mail: nkszjl@126.com。

赤霉病抗性育种路径提供参考。

## 1 苏麦 188 抗性选择经过

针对长江中下游麦区小麦赤霉病、白粉病、纹枯病等危害日益加重和优质中筋小麦蛋白质含量偏低、面筋强度偏弱等现状,2003—2004年收集、整理、鉴定了国内外各类小麦种质资源 1 120 份,通过赤霉病接种鉴定和分子标记抗性筛选,从中选择出携有抗赤霉病 QTL、抗白粉病基因(*pm4 a* 和 *pm21*)等多基因聚合的扬辐麦 2 号(扬麦 158 1-9012 F<sub>2</sub> 经<sup>60</sup>Co- $\gamma$  射线辐射育成)。

2005 年在高邮江苏丰庆种业科技有限公司基地种植扬辐麦 2 号 6 850 株。从江苏省农业科学院植物保护研究所购买强致病力赤霉病菌株 F15、F0301、F0609 和 F0980,混合培养成带菌麦粒,在小麦抽穗前 15 d 将带菌麦粒按 5~6 kg/667 m<sup>2</sup> 均匀撒在鉴定圃,接种后定期对鉴定圃喷足水保湿,促进致病菌孢子萌发生长,见穗后人工喷雾 20 d,保持穗部湿润,齐穗后 21 d 按照《小麦抗病虫害评价技术规范》(NY/T 1443—2007)等相关鉴定技术标准和规程进行鉴定分级,筛选出大穗、大粒、早熟、矮秆、优质,无小麦赤霉病、黄花叶病、白粉病、锈病发生的优异单株 384 份。当年带至云南单株扩繁,根据综合性状淘汰 32 个株行;第 2 年种植 352 个株系继续进行赤霉病菌株人工接种鉴定。选择综合农艺性状好、具赤霉病抗性(严重度 2.0 以内)的株系 76 个,在中抗赤霉病株系中选择综合性状突出的抗性单株 563 个,带至云南进行株系扩繁。第 3 年选择 302 个株系分别送到湖北省黄冈、河南省信阳、安徽省白湖农场及江苏省高邮赤霉病重发区种植 2 000 株以上。辅以强致病力赤霉病菌分子标记 SSR 技术对其品质、抗病性进行鉴定,并结合黄冈、信阳、白湖农场、高邮 4 个赤霉病重发区的田间接种抗性鉴定和农艺性状、产量鉴定结果,于 2008 年选育出 13 个携 *QTL<sub>FHB.3BS+</sub>(Dx5+Dy10)* 标记、*QTL<sub>FHB.3BS+</sub> pm21* 等标记的多基因聚合品系,以扬麦 158 和扬辐麦 2 号为对照进行多点 3 重复品种比较试验。综合农艺性状、产量、品质和抗性结果,2009 年推荐庆丰 188 参加国家长江中下游冬麦区品种区域试验,2 年区试鉴定结果均表现中抗赤霉病。2012 年通过国家审定,命名为苏麦 188。

## 2 抗性育种技术探讨

小麦赤霉病从苗期至成熟期都能感染,以花期最为显著<sup>[2]</sup>,主要表现为苗枯、茎基腐、秆腐和穗腐,导致发病植株或病穗部枯死。在抽穗开花阶段气温高、湿度大,极有利于赤霉病发生。温度在 15℃ 以上就可以发病,最适宜温度为 25℃。当春季气温回升并有足够湿度,特别在连续 36 h 以上阴雨天的饱和湿度下,病害潜伏期只需 2 d 就能侵染发病。当病原菌接触到寄主组织,孢子萌发产生菌丝体就侵染组织发病。当小麦抽穗开花时温度湿度适宜,病原菌最易侵染到小麦穗部的不同部位,导致小穗出现明显的侵染症状<sup>[6]</sup>。侵入穗部的菌丝体蔓延到维管束并侵染未感病的小穗,就会出现赤霉病枯穗等症状。苏麦 188 小麦赤霉病的抗性鉴定工作,是通过收集强致病力菌株,培养成带病麦粒,在温度适宜时接种到田间鉴定圃,以提供足量的赤霉病菌株,辅助喷水提高田间湿度,在小麦开花后 21 d 调查赤霉病发病严重程度。该方法具有可行性。在鉴定过程中,经连续多代鉴定和多个重病区异地鉴定,其鉴定结果具有可靠性。

通过引进具有优质、高产、抗病的地方优异种质资源扬辐麦 2 号,运用常规育种和现代分子育种技术相结合的基本原理,注重品质育种、抗性育种、高产育种和生态育种等综合手段,聚合有利基因,采用南繁北育和分子标记鉴定技术及多年多点试种鉴定,育成了适于长江中下游麦区种植的产量高、籽粒容重高、矮秆抗倒、分蘖力强、多穗大穗、耐迟播、耐寒的中筋小麦新品种苏麦 188。国家长江中下游冬麦区区域试验、生产试验鉴定,苏麦 188 中抗赤霉病。2012—2019 年,苏麦 188 在江苏淮安麦区和浙江省中北部、安徽省淮南、湖北省中北部、河南省南部等麦区近几年推广面积达 10 万 hm<sup>2</sup> 以上,种植之处均表现出良好的赤霉病抗性,尤其在各省的赤霉病重发区,均能高产稳产,表现出对赤霉病的良好抗性。2012 年赤霉病流行条件下,扬州市江都区全区调查结果显示,生产主体品种中,镇麦 168、扬辐麦 4 号、华麦 5 号、扬麦 20、扬麦 15 等赤霉病病穗率为 84%~90%,扬麦 16、镇麦 9 号赤霉病病穗率为 76%~79%,扬麦 21、宁麦 13 发病较轻,赤霉病病穗率为 45%~47%,苏麦 188 赤霉病病穗率仅为 22%<sup>[7]</sup>。

### 3 苏麦 188 形态结构与赤霉病抗性的探讨

苏麦 188 抗性育种的实践表明,在对苏麦 188 赤霉病抗性的鉴定筛选过程中,从赤霉病抗性选择的形态结构看,系统选择过程中凡是开花历期短,开颖授粉,开花后颖壳紧闭、花药残留少的株系,赤霉病抗性均表现较强。国外许多学者认为,小麦开花后残留花药较多时,残留花药的菌丝分布更加密集,残留花药百分率高的品种都较感病;闭颖半闭颖的品种花药大多留在颖内,故容易感病<sup>[9]</sup>。国内外大量研究表明,凡花药较小,在颖壳内残留量少,开花历期短,开颖授粉的品种抗赤霉病性较强。这与本文结果一致。还有学者认为,穗圆锥型、穗形疏松、籽粒稀疏、颖壳清黄、颖片光滑、穗颈较长、穗叶距较大、剑叶较窄、无颖毛、无蜡粉、芒短而直立、茎秆弹性好的品种抗赤霉病性较强<sup>[9]</sup>。这与苏麦 188 国家审定公告中农艺性状表述(穗纺锤型,长芒,白壳,红粒,籽粒椭圆形、粉质、饱满;2011、2012 年区域试验平均穗数分别为 36.2、34.4 万个/667 m<sup>2</sup>,穗粒数分别为 37.7、38.1 粒/穗,千粒质量 42.1、38.7 g<sup>[9]</sup>)一致,且籽粒排列较密、穗颈较短、茎秆弹性较好等形态结构特征看,笔者也认为上述形态结构特征对赤霉病抗性遗传应该有影响,但不是决定因素。刘惕若等通过对 26 个各种类型品种的研究认为,品种的抗病性与株高、小穗密度、穗型、穗芒的有无及长短无关<sup>[10]</sup>。刘思衡等研究认为,形态结构特征虽不是品种抗病性的决定因素,但也在很大程度上影响了抗赤霉病性的表达<sup>[11]</sup>。因此,赤霉病抗性选育应该重视田间接种鉴定、分子标记鉴定及多年多点病区试种鉴定相结合,重视开花历期短、开颖授粉、开花后颖壳紧闭、花药残留少的株系选择,育成赤霉病抗性稳定而较强的品种。

### 4 结语

笔者利用辐照育成的扬辐麦 2 号剩余变异群

体,通过系统选育、赤霉病抗性鉴定选择与分子标记辅助选择相结合,通过田间接种鉴定和分子标记鉴定,重视开花历期短,开颖授粉,开花后颖壳紧闭、花药残留少的株系选择方法,合作育成高产、中抗赤霉病、矮秆抗倒、分蘖力强、耐迟播、耐寒等性状具重大突破的中筋小麦苏麦 188。经连续多代、多个重病区异地鉴定,赤霉病抗性稳定。表明该小麦赤霉病抗性育种途径和方法同样具有可靠性。

### 参考文献:

- [1] 陆维忠,程顺和,王裕中. 小麦抗赤霉病育种——小麦赤霉病研究[M]. 北京:科学出版社,2001:71-218.
- [2] 马鸿翔,陆维忠. 小麦抗赤霉病抗性改良研究进展[J]. 江苏农业学报,2010,26(1):197-203.
- [3] 陆维忠,姚全保. 中国小麦抗赤霉病育种的成就、问题与对策——21 世纪小麦遗传育种展望[M]. 北京:中国农业出版社,2001:104-117.
- [4] BAI G H, SHANER G. Management and resistance in wheat and barley to *Fusarium* head blight [J]. Annual Review of Phytopathology, 2004, 42: 135-161.
- [5] 黄 昌, 牟建梅, 刘敬阳, 等. 小麦抗赤霉病抗性鉴定和新抗源筛选[J]. 江苏农业科学, 2000(2): 24-28.
- [6] KANG Z S, BUCHENAUER H. Immunocytochemical localization of fusarium toxins in infected wheat spikes by *Fusarium culmorum* [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 1999, 55(5): 275-288.
- [7] 朱洪文, 郭维超, 王月华, 等. 中筋小麦苏麦 188 抗逆高产栽培技术[J]. 大麦与谷类科学, 2018, 35(5): 14-16.
- [8] 李祥义, 吴兆苏. 小麦盛花期胆碱浓度与赤霉病抗性关系研究初报[J]. 作物学报, 1994, 20(2): 176-185.
- [9] 李忠芹, 孙大武, 杨玉红. 苏麦 188 江苏沿海垦区高产栽培技术[J]. 大麦与谷类科学, 2017, 34(2): 61-62.
- [10] 刘惕若, 薛国兴, 张匀华, 等. 小麦品种对赤霉病的抗性与抗病害扩展力的研究[J]. 植物病理学报, 1998, 18(2): 113-118.
- [11] 刘思衡, 巫升鑫, 李始明, 等. 小麦抗赤霉病性超亲选育研究[J]. 中国农业科学, 1998, 31(1): 7-13.

(下转第 51 页)

现规范补贴。二是开展项目物化技术补贴。一方面继续以绿色高质高效创建项目为载体,开展水稻机插物化技术产品补贴。另一方面要集中整合各级财政支农资金,适当进行机插秧物化技术及其产品补贴。三是开展规模土地平台招租扶持。在土地流转平台招租时,把土地优先招租给机插秧的种植大户或经营主体,并在协议中明确规定,如招租后没有采用机插秧,可取消其下一年承租资格。也可在招租时采用收取一定数量特定的契约费,如没有采取机插的不再归还特定契约费,以保证机插秧稳定发展。

“十四五”已描绘出农业现代化的蓝图,稻作全

程机械化势在必行。机插秧在不断完善操作技术、降低操作成本、提供政策扶持的基础上,必将成为稻作生产的主要种植方式。

#### 参考文献:

- [1] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋,等. 水稻丰产高效技术及理论[M]. 北京:中国农业出版社,2005:37-42.
- [2] 刘洪进,徐红,杨力,等. 盐城市不同稻作方式产量水平和效益比较[J]. 大麦与谷类科学,2014(2):12-14.
- [3] 杨力,刘洪进,李长亚,等. 盐城市粮食连续增产的启示与再增措施[J]. 大麦与谷类科学,2015(2):82-84.

(上接第48页)

## Practice and Exploration of Selecting Wheat Scab Resistance in the Wheat Variety Sumai 188

ZHU Jin-lei<sup>1</sup>, ZHU Hong-wen<sup>2</sup>, HAN Long<sup>3</sup>, TAN Guo-fu<sup>3</sup>, WEI Wei<sup>2</sup>, WEI Chang-ji<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Sciences of Lixiahe Areas of Jiangsu Province, Yangzhou 225007, China; 2. Jiangsu Fengqing Seed Co., Ltd, Yangzhou 225064, China; 3. Yangzhou Huinong Qianchonglang Agricultural Technology Co., Ltd, Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** Breeding scab-resistant wheat varieties is the most effective way to achieve high yield, stable yield, and high quality of wheat. The medium gluten wheat variety Sumai 188 has a high yielding ability, moderate resistance to scab, dwarf with lodging resistance, a strong tillering ability, late sowing tolerance, and cold tolerance. It was bred from the residual variation population of the wheat variety Yangfumai 2 by systematic selection, identification and selection of scab resistance combined with molecular marker assisted selection. In recent years, Sumai 188 has been popularized for planting in more than 100 000 hectares in wheat-growing zones spanning Huainan areas of Jiangsu Province, the central and northern areas of Zhejiang Province, Huainan areas of Anhui Province, the central and northern areas of Hubei province, the southern areas of Henan Province and so on. Sumai 188 developed significant resistance to scab in these planting areas; importantly, in areas with severe occurrence of wheat scab, Sumai 188 still attained high and stable yields and showed evident resistance to scab. This paper summarizes and explores the identification and selection of scab resistance in the process of systemic breeding of Sumai 188. It provides a reference for further broadening the approach and method of breeding varieties with wheat scab resistance.

**Key Words:** Sumai 188; Wheat scab; Resistance selection; High yield and stable yield