

抗穗发芽小麦新种质的筛选与鉴定

万映秀, 曹文昕, 张琪琪, 李炎, 李耀, 刘方方, 张平治*

(安徽省农业科学院作物研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的]为小麦抗穗发芽育种提供白粒、半冬性抗性新种质。[方法]利用田间延迟收获自然鉴定的方法对最新育成的65份新品系开展穗发芽抗性鉴定。[结果]同一区组内不同品种间发芽率差异达极显著水平,即不同品种间田间抗穗发芽能力存在显著差异。经鉴定白粒穗发芽抗性显著优于对照品种济麦22的品种(系)有12个,平均发芽率为3.0%~9.2%,占有参试品种数的16.9%,主要来源于7个不同组合。[结论]抗性种质的鉴定为下一步小麦抗穗发芽育种提供了技术支持。

关键词 小麦;白粒;抗穗发芽;新种质

中图分类号 S512.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)08-0015-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.08.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Screening and Identification of Pre-harvest Sprouting Resistance of New Wheat Cultivars

WAN Ying-xiu, CAO Wen-xin, ZHANG Qi-qi et al (Crop Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To provide white grain and semi-winter resistance new germplasm for pre-harvest sprouting (PHS). [Method] Resistance of wheat breeding, PHS evaluation of sixty-five varieties bred lately was carried out by delayed harvest under natural conditions. [Result] The germination rate of different varieties in the same group was significantly different, which showed there were significant differences in the PHS resistance of different varieties. There were 12 varieties (lines) from 7 various combinations, which was 16.9% of all tested accessions, with germination rate 3.0%~9.2% showed more high PHS resistance than control Jimai 22. [Conclusion] The identification of these resistant germplasm provided technical support for the PHS resistance of wheat breeding.

Key words Wheat; White grain; Pre-harvest sprouting resistance; New germplasm

安徽省是小麦生产大省,常年小麦播种面积在246.67万 hm^2 左右,分为淮南和沿淮淮北2个麦区,淮南麦区主栽品种为红粒春性品种,穗发芽抗性较好,而沿淮、淮北麦区主栽品种是白粒半冬性品种,这些品种主要来自河南、山东、苏北及皖北育种单位育成品种,因选种过程中穗发芽抗性选种压力小,育成品种一般穗发芽均偏弱。

近年来,随着全球气候变化,安徽沿淮淮北地区小麦收获期遭遇降雨的频率和风险加大,是小麦穗发芽危害的频发和重发之地^[1-5],2007、2009、2010、2015、2018年,安徽沿淮淮北地区均遭遇了较严重的穗发芽危害,不仅影响小麦产量且严重劣化品质^[6-7]。选育和推广抗穗发芽的小麦新品种,是解决小麦穗发芽危害的根本途径^[8-9]。但影响抗穗发芽小麦品种选育效率的主要瓶颈是白粒、半冬性抗性种质资源缺乏。闫长生等^[5]对我国小麦主产区自20世纪50年代至今的781个主要推广品种和新品系进行了穗发芽抗性鉴定。结果表明,1990年以来育成的品种,抗穗发芽品种很少,特别是在白粒品种中,仅12个表现较抗穗发芽,仅占全部(439个)供试材料的2.7%。

筛选和鉴定白粒半冬性的抗穗发芽品种(系),对减轻安徽省沿淮淮北地区小麦穗发芽危害具有重要意义,为此,笔者针对最新育成的65份白粒半冬性高代品系开展抗穗发芽鉴定,旨在为抗穗发芽新品种选育及抗穗发芽小麦新种质鉴

定提供支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为笔者所在课题组最新育成的白粒半冬性小麦新品系65份(表1、表4),采用随机区组设计,第一区组包括40个品种,第二区组包括31个品种,每个区组3个重复,每个重复设3个对照,分别为济麦22(CK₁)、周麦28(CK₂)和淮麦33(CK₃),每个品种采用小区种植,小区面积1.5 m×5.5 m=8.25 m²。

1.2 试验方法 试验于2014年秋播于怀远龙亢农场试点,因2015年5月底至6月初,在小麦成熟后出现了2~3次连续降雨天气,小麦田间穗发芽情况严重,6月12日待天气晴好后利用温特斯泰格小区收割机对试验材料进行统一收获,收获后每个小区随机数2个100粒,然后调查其中萌发籽粒的数量,计算田间发芽比例。

1.3 数据分析 试验数据采用统计软件SPSS 20进行方差分析及多重比较(duncan法)。

2 结果与分析

2.1 区组1田间穗发芽抗性鉴定 在自然降雨条件下田间不同品系间穗发芽结果(表1)表明,区组1包括15个组合37份自育高代品系,田间平均穗发芽率为3.0%~36.7%,13ELT034最低,13YT2113最高,不同组合之间田间发芽率存在显著差异,同一组合不同品系之间田间发芽率则表现出较好的一致性,田间穗发芽抗性较好的组合分别为[淮麦18/周91177]/泛麦5号、矮抗58/淮麦0226、淮麦0226/矮抗58、烟606/淮麦0226。

在自然降雨条件下,第一区组40份供试材料田间发芽率方差分析结果表明,品种间的 F 值为7.52($P<0.01$),表明

基金项目 安徽省农业科学院种子工程项目(16D0205);农业部“国家小麦产业技术体系合肥综合试验站”项目(CARS-03)

作者简介 万映秀(1980—),男,安徽宣城人,副研究员,硕士,从事小麦遗传育种研究。*通信作者,研究员,博士,从事小麦遗传育种研究。

收稿日期 2018-12-11

品种间发芽率差异达极显著水平,即不同品种间抗穗发芽能力存在显著差异,田间抗穗发芽品种(系)筛选是有效的。区

组间 F 值为 1.41 ($P>0.05$),表明同一品种在不同区组间的发芽率无显著差异,即试验结果真实可靠。

表 1 区组 1 材料自然降雨条件下田间穗发芽情况

Table 1 Field ear germination of group 1 material under natural rainfall conditions

编号 No.	组合 Combination	平均发芽率 Average germination rate//%	同一组平均 发芽率 Average germination rate of the same group//%	编号 No.	组合 Combination	平均发芽率 Average germination rate//%	同一组平均 发芽率 Average germination rate of the same group//%
13ELT030	[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号	7.8	7.1	13ELT201	淮麦 0226/烟 606	29.2	17.4
13ELT034	[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号	3.0		13ELT203	淮麦 0226/烟 606	14.7	
13ELT035	[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号	11.3		13YT1124	淮麦 0226/烟 606	8.3	
13ELT037	[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号	4.2		13ELT225	淮麦 18/周 91177	16.2	22.3
13ELT038	[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号	9.2		13ELT227	淮麦 18/周 91177	20.8	
13ELT257	03 中 17/西农 979	10.8	12.5	13ELT231	淮麦 18/周 91177	22.7	
13ELT258	03 中 17/西农 979	14.2		13ELT232	淮麦 18/周 91177	23.3	
13ELT127	矮抗 58/淮麦 0226	9.7	9.7	13YT1128	淮麦 18/周 91177	28.7	
13ELT092	安农 0305/周麦 18	16.3	16.3	13YT1129	淮麦 18/周 91177	22.3	
13ELT093	安农 98005/周麦 18	20.8	23.6	13YT2104	泰山 241/西农 1718	13.8	15.9
13YT1138	安农 98005/周麦 18	26.3		13YT2107	泰山 241/西农 1718	16.5	
13YT1118	百农 64/新 9526	11.2	11.2	13YT2109	泰山 241/西农 1718	21.2	
13ELT096	泛麦 5 号/矮抗 58	22.7	20.3	13YT2110	泰山 241/西农 1718	12.2	
13ELT097	泛麦 5 号/矮抗 58	16.7		13YT2113	新 9408/周麦 16	36.7	36.7
13ELT098	泛麦 5 号/矮抗 58	22.2		13YT2122	烟 606/淮麦 0226	5.0	5.0
13ELT099	泛麦 5 号/矮抗 58	16.2		13YT2133	周麦 16/淮麦 0226//周麦 18	14.5	14.6
13ELT100	泛麦 5 号/矮抗 58	25.3		13YT2134	周麦 16/淮麦 0226//周麦 18	14.7	
13ELT101	泛麦 5 号/矮抗 58	18.8		CK ₁	济麦 22	18.8	18.8
13ELT019	泛麦 5 号/宿 4002	13.7	13.7	CK ₂	周麦 28	18.0	18.0
13YT1121	淮麦 0226/矮抗 58	6.8	6.8	CK ₃	淮麦 33	28.1	28.1

2.2 区组 1 不同品种间田间发芽率多重比较 区组 1 内不同品种间田间穗发芽率多重比较结果(表 2)表明,40 个品系田间平均发芽率为 3.0%~36.7%,对照济麦 22 田间平均发芽率为 18.8%,其中 4 个组合 7 个品系田间穗发芽抗性显著优于对照品种济麦 22,分别为[淮麦 18/周 91177]/泛麦 5 号(13ELT030、13ELT034、13ELT037、13ELT038)、淮麦 0226/矮

抗 58(13YT1121)、淮麦 0226/烟 606(13YT1124)、烟 606/淮麦 0226(13YT2122)。3 个品种(系)田间穗发芽抗性显著弱于对照济麦 22,分别为淮麦 18/周 91177(13YT1128)、新 9408/周麦 16(13YT2113)、淮麦 0226/烟 606(ELT201)。29 个品种(系)田间穗发芽抗性水平与对照济麦 22 相当。

表 2 区组 1 与对照济麦 22 田间穗发芽抗性差异达显著水平的品种

Table 2 Cultivars with significant differences in ear germination resistance between group 1 and control group(Jimai 22)

品种 Cultivars	N	子集 Subset													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13ELT034	3	3.0													
13ELT037	3	4.2													
13YT2122	3	5.0	5.0												
13YT1121	3	6.8	6.8	6.8											
13ELT030	3	7.8	7.8	7.8	7.8										
13YT1124	3	8.3	8.3	8.3	8.3										
13ELT038	3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2									
济麦 22	3						18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8		
13YT1128	3													28.7	28.7
13ELT201	3													29.2	29.2
13YT2113	3														36.7
Sig.		0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06	0.08	0.05	0.08	0.05

2.3 区组 2 田间穗发芽抗性鉴定 在自然降雨条件下不同品系田间穗发芽调查结果(表 3)表明,区组 2 包括 13 个组合

28 品系,田间平均穗发芽率为 3.0%~31.2%,13ELT250 最低,13ELT102 最高,不同组合之间田间发芽率存在显著差异,同

一组合不同品系之间田间发芽率则表现出较好的一致性,整体穗发芽抗性较好的组合分别为明天 0402/泛麦 5 号、石 02

-6207/周麦 18、宿 553/周麦 18,田间平均穗发芽率分别为 7.5%、6.1%和 3.2%。

表 3 区组 2 材料自然降雨条件下田间穗发芽情况

Table 3 Field ear germination of group 2 material under natural rainfall conditions

编号 No.	组合 Combination	平均发芽率 Average germination rate//%	同一组平均 发芽率 Average germination rate of the same group//%	编号 No.	组合 Combination	平均发芽率 Average germination rate//%	同一组平均 发芽率 Average germination rate of the same group//%
13ELT090	矮抗 58/周麦 18	15.7	15.7	13ELT177	泰山 241/西农 1718	20.5	
13ELT059	济麦 22//济麦 22/[陕 354/周 93S]	22.7	20.3	13ELT178	泰山 241/西农 1718	20.0	
13ELT060	济麦 22//济麦 22/[陕 354/周 93S]	17.8		13ELT182	泰山 241/西农 1718	15.7	
13ELT008	明天 0402/泛麦 5 号	5.0	7.5	13ELT211	新 9408/周麦 16	17.8	17.8
13ELT009	明天 0402/泛麦 5 号	8.5		13ELT040	宿 0684/温麦 6 号	18.7	18.7
13ELT010	明天 0402/泛麦 5 号	8.2		13ELT250	宿 553/周麦 18	3.0	3.2
13ELT011	明天 0402/泛麦 5 号	8.2		13ELT251	宿 553/周麦 18	3.3	
13ELT041	山农 05-066/良星 66	25.2	25.2	13ELT102	烟 606/淮麦 0226	31.2	31.2
13ELT087	石 02-6207/周麦 18	7.0	6.1	13ELT108	烟农 19//烟农 19/明天 0408	29.8	29.8
13ELT088	石 02-6207/周麦 18	5.2		13ELT110	烟农 19//烟农 19/郑育麦 033	16.7	16.7
13ELT170	泰山 241/西农 1718	10.0	17.9	13ELT190	周麦 16/淮麦 0226//周麦 18	8.8	13.9
13ELT172	泰山 241/西农 1718	20.2		13ELT192	周麦 16/淮麦 0226//周麦 18	19.0	
13ELT173	泰山 241/西农 1718	17.3		CK ₁	济麦 22	15.2	15.2
13ELT174	泰山 241/西农 1718	16.3		CK ₂	周麦 28	18.7	18.7
13ELT175	泰山 241/西农 1718	18.7		CK ₃	淮麦 33	26.5	26.5
13ELT176	泰山 241/西农 1718	22.2					

在自然降雨条件下,区组 2 内 31 份供试材料田间自然发芽率的方差分析结果表明,品种间的 F 值 10.61 ($P < 0.01$),表明品种间发芽率差异达极显著水平,即不同品种间抗穗发芽能力存在显著差异,田间抗穗发芽品系筛选是真实有效的。区组间 F 值 1.78 ($P > 0.05$),表明同一品种在不同区组间的发芽率无显著差异,即试验结果真实可靠。

2.4 区组 2 不同品种间田间发芽率多重比较 区组 2 内不同品种间田间穗发芽率多重比较结果(表 4)表明,31 个品系田间平均发芽率为 3.0%~31.2%,对照济麦 22 田间平均发芽率为 15.2%,其中 3 个组合 5 个品系田间穗发芽抗性显著优

于对照品种济麦 22,分别为明天 0402/泛麦 5 号(13ELT008)、石 02-6207/周麦 18(13ELT087、13ELT088)、宿 553/周麦 18(13ELT250、13ELT251)。4 个品种(系)田间穗发芽抗性显著弱于对照济麦 22,分别为山农 05-066/良星 66(ELT041)、烟农 19//烟农 19/明天 0408(ELT108)、烟 606/淮麦 0226(ELT102)、淮麦 33。另外,21 个品种(系)田间穗发芽抗性水平与对照济麦 22 相当,4 个品种(系)13ELT041、淮麦 33、13ELT108、13ELT102 穗发芽抗性明显弱于对照济麦 22。

表 4 区组 2 与对照济麦 22 田间穗发芽抗性差异达显著水平的品种

Table 4 Cultivars with significant differences in ear germination resistance between group 2 and control group(Jimai 22)

品种 Cultivars	N	子集 Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
13ELT250	3	3.0						
13ELT251	3	3.3						
13ELT008	3	5.0						
13ELT088	3	5.2						
13ELT087	3	7.0						
济麦 22	3		15.2	15.2	15.2			
13ELT041	3					25.2	25.2	25.2
淮麦 33	3						26.5	26.5
13ELT108	3							29.8
13ELT102	3							31.2
Sig.		0.08	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05	0.10

3 结论与讨论

该研究结果表明,对照济麦 22 田间抗穗发芽能力较强,淮麦 33 田间抗穗发芽能力偏弱,与张宗敏等^[10]研究结果一致,2 个区组济麦 22 平均发芽率分别为 18.8%、15.2%,故采

用济麦 22 为中感-中抗穗发芽对照品种,进行抗穗发芽多重比较分析。

经鉴定白粒穗发芽抗性显著优于对照品种济麦 22 的品种(下转第 30 页)

该研究认为,晋黍7号和岢岚黄糜子以密度75万/hm²的处理分蘖最多,其次为密度90万和105万/hm²的处理,密度135万/hm²处理的分蘖为最小值,这与上述结论一致。

叶片是植物进行光合作用的功能器官,SPAD值与叶片叶绿素含量呈密切正相关关系,叶绿素含量的多少直接反映作物光合能力的大小及同化产物积累的多少^[13-14]。该研究认为,晋黍7号和岢岚黄糜子在整个生育期的叶绿素含量呈逐渐下降趋势;晋黍7号从7月1日(分蘖期)—7月12日(拔节期),密度90万/hm²的叶绿素含量呈最大值,其次为密度105万/hm²处理;岢岚黄糜子在7月27日(抽穗期)—8月25日(灌浆中期),密度75万/hm²处理的叶绿素含量呈最大值,其次为密度105万、90万/hm²的处理。

光合性能可以通过光合速率、蒸腾速率来衡量^[15-16]。有研究表明,随着种植密度的增加,玉米等作物的净光合速率和蒸腾速率不断减小^[17]。由海霞^[18]研究表明,当小麦达到一定种植密度时,随着密度的增加,光合速率随之减小。张永丽等^[19]研究表明,不同种植密度的小麦随着密度的增高其叶绿素含量和光合速率呈降低趋势。该研究结果表明,2个糜子品种在整个生育期呈先增长再下降的趋势,都是在8月4日开花期的净光合速率达最大值,在8月4日开花期晋黍7号和岢岚黄糜子在密度75万和105万/hm²处理的蒸腾速率达最大值,随着密度的增加呈降低趋势。

多项研究表明,在一定范围内,作物的产量随着种植密度的增加而增加,当产量达到一定值时,则随着密度的增加产量逐渐下降^[20-21]。丰光等^[20]研究表明,玉米、高粱的株高随着种植密度的增加而增加,茎粗逐渐减小;王德慧等^[12]研究表明,随着糜子栽培密度的增加,其株高增加,但茎秆变细,糜子群体容易产生倒伏而引起减产,这与该试验结论一致。晋黍7号和岢岚黄糜子都在90万/hm²密度时产量最大,且晋黍7号各处理的产量均高于岢岚黄糜子。

(上接第17页)

种(系)有12个,平均发芽率为3.0%~9.2%,占有参试品种数的16.9%,主要来源于7个不同组合,分别为[淮麦18/周91177]/泛麦5号、淮麦0226/矮抗58、淮麦0226/烟606、烟606/淮麦0226、明天0402/泛麦5号、石02-6207/周麦18、宿553/周麦18,这些抗性种质的鉴定为下一步小麦抗穗发芽育种提供了技术支撑。

参考文献

- [1] 方正武,李玉莹,马东方,等.长江中下游麦区小麦材料穗发芽抗性评价[J].西北农业学报,2015,24(2):33-38.
- [2] 肖世和,闫长生,张海萍,等.小麦穗发芽研究[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:92-99.
- [3] XIAO S H,ZHANG X Y,YAN C S,et al.Germplasm improvement for pre-

参考文献

- [1] 柴岩.糜子[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [2] 王彦丽,邱喜阳,朱云集,等.施氮量和施氮时期对冬小麦幼穗小花发育及产量的影响[J].西北农业学报,2011,20(7):82-87.
- [3] 董剑,赵万春,陈其皎,等.陕西关中地区不同冬小麦品种晚播高产的适宜播期和密度[J].西北农业学报,2010,19(3):66-69.
- [4] 王萍,陶丹,宋海星,等.品种、播期和密度对冬小麦生育期和产量的影响[J].沈阳农业大学学报,1999,30(6):602-605.
- [5] TETIO-KAGHO F,GARDNER F P.Responses of maize to plant population density:I. Canopy development, light relationships, and vegetative growth [J].Agron J,1988,80(6):930-935.
- [6] TETIO-KAGHO F,GARDNER F P.Responses of maize to plant population density:II. Reproductive development, yield, and yield adjustments [J].Agron J,1988,80(6):935-940.
- [7] 徐庆章,王庆成,朱玉贞,等.玉米株型与群体光合作用的关系研究[J].作物学报,1995,21(4):492-496.
- [8] SHEN X Y,DAI J Y,HU A C,et al.Studies on relationship among character of canopy light interception and yield in maize populations (*Zea mays* L.)[J].Acta agronomica sinica,1993,19(3):246-252.
- [9] 赵永萍,张保军,张正茂,等.种植密度对冬小麦产量及其构成因素的影响[J].西北农业学报,2009,18(6):107-111.
- [10] 潘洁,姜东,戴廷波,等.不同生态环境与播种期下小麦籽粒品质变异规律的研究[J].植物生态学报,2005,29(3):467-473.
- [11] 王宇先,李清泉,刘玉涛,等.密度和施氮量对糜子产量及综合性状的影响[J].中国农学通报,2012,28(36):188-194.
- [12] 王德慧,乔治军,盛晋华,等.种植密度对糜子生长发育及产量影响[J].干旱区资源与环境,2015,29(5):127-131.
- [13] 马小凤,栾春荣,周振元,等.不同播期和播量对小麦生长发育的影响[J].安徽农学通报,2010,16(1):84-85.
- [14] 李兴,史海滨,程满金,等.集雨补灌区谷子种植方式对产量及水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2008,27(2):106-109.
- [15] 梁秋霞,曹刚强,苏明杰,等.植物叶片衰老研究进展[J].中国农学通报,2006,22(8):282-285.
- [16] 赵洋,董宽虎,赵焱,等.水分胁迫及复水对达乌里胡枝子光合特性的影响[J].草地学报,2011,19(4):584-590.
- [17] 吴亚男,齐华,盛耀辉,等.密度、氮肥对春玉米光合特性、干物质积累及产量的影响[J].玉米科学,2011,19(5):124-127.
- [18] 由海霞.不同密度小麦群体的光合作用特性研究[J].中国农学通报,2005,21(4):162-165.
- [19] 张永丽,肖凯,李雁鸣.种植密度对杂种小麦 C6-38/Py85-1 旗叶光合特性和产量的调控效应及其生理机制[J].作物学报,2005,31(4):498-505.
- [20] 丰光,李妍景,景希强,等.玉米不同种植密度对主要农艺性状和产量的影响[J].玉米科学,2011,19(1):109-111.
- [21] 许章全,黄炳生,沈仲茂.春玉米密植定额和种植方式研究[J].作物学报,1964,3(3):229-245.

harvest sprouting resistance in Chinese white-grained wheat: An overview of the current strategy [J].Euphytica,2002,126(1):35-38.

- [4] 董静,李梅芳,许甫超,等.湖北小麦材料穗发芽抗性评价[J].湖北农业科学,2011,50(24):5040-5043.
- [5] 闫长生,张海萍,海林,等.中国小麦品种穗发芽抗性差异的研究[J].作物学报,2006,32(4):580-587.
- [6] HUMPHREYS D G,NOLL J.Methods for characterization of preharvest sprouting resistance in a wheat breeding program [J].Euphytica,2002,126(1):61-65.
- [7] 张兆萍,周丽敏,宋晓朋,等.小麦穗发芽抗性鉴定及相关分子标记的有效性验证[J].麦类作物学报,2015,35(3):300-305.
- [8] 朱玉磊,王升星,赵良侠,等.以关联分析发掘小麦穗发芽抗性基因分子标记[J].作物学报,2014,40(10):1725-1732.
- [9] 赵斌,万映秀,王瑞,等.小麦抗穗发芽品种资源的筛选[J].安徽农业科学,2010,38(17):8900-8902.
- [10] 张宗敏,陈巧艳,李新华,等.豫北地区不同小麦品种穗发芽初步研究[J].农业科技通讯,2006(11):60-63.