

小麦相邻生态区不同审定标准带来的品种性状差异分析

沈家成¹, 黄建华¹, 罗干¹, 李明兵^{2*}

(1. 安徽省皖农种业有限公司, 安徽合肥 230012; 2. 安徽省宿州市农业科学院, 安徽宿州 234000)

摘要 [目的] 黄淮麦区南片各省品种存在较多的性状差异, 通过发掘育成品种的产量、株高和抗病性等差异, 找出各自的优点, 相互借鉴学习。[方法] 针对河南、江苏、安徽、陕西四省审定品种相互备案的产量、产量性状和抗性鉴定结果进行分析。[结果] ①从产量看, 江苏备案品种产量最高, 河南次之, 安徽最低; 陕西审定品种在江苏增产明显; 河南、江苏、陕西的品种在安徽表现相差不大。②就株高而言, 安徽和江苏的审定品种偏高, 河南和陕西的偏低, 尤其是河南品种的株高性状明显低于其余三省。③各省审定品种在抗病性上存在差异。安徽审定品种对黄花叶病的抗性比较突出; 陕西审定品种对条锈病和纹枯病抗性较强, 但大多高感叶锈病; 河南和安徽品种对白粉病抗性表现趋势比较一致, 品种抗性大都集中在中感—中抗范围, 江苏品种则集中在高感—中感区间。河南和安徽备案品种赤霉病抗性较好(50%以上达到中感); 江苏备案品种赤霉病抗性偏低(达到中感以上占1/4), 其中安徽审定品种抗性较好, 陕西审定品种抗病性表现次之。[结论] 安徽育种者需要改进的小麦性状, 在保证抗性前提下, 降低株高, 提高粒重是工作重点; 江苏育种者需要注意的是降低株高, 适当提高粒数和粒重, 增加对抗赤霉病材料的应用; 河南育种者在丰产性与株高结合上走在前列, 同时也应加强赤霉病抗性育种工作; 陕西育种者在丰产性、抗条锈病方面比较成功, 白粉病抗性偏弱, 赤霉病抗性有待进一步提高。抗叶锈病育种是各省的育种短板。该研究可为品种经营者和使用者针对当地生产实际选用品种提供参考。

关键词 品种; 备案; 产量性状; 株高; 抗病性

中图分类号 S512.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)08-0039-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.08.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of the Variety Character Difference Caused by Different Examination Standards in Adjacent Ecological Areas of Wheat

SHEN Jia-cheng, HUANG Jian-hua, LUO Gan et al (Anhui Wannong Seed Co., Ltd, Hefei, Anhui 230012)

Abstract [Objective] Varieties in the southern part of the Huanghuai wheat region have many differences in traits. By exploring the differences in yield, plant height and disease resistance of bred varieties, they can find their own advantages and learn from each other. [Method] The yield, yield characters and resistance identification results of the approved varieties in Henan, Jiangsu, Anhui and Shaanxi were analyzed. [Result] ①In terms of yield, Jiangsu varieties had the highest registered yield, followed by Henan, and Anhui had the lowest; the yield of Shaanxi approved varieties increased significantly in Jiangsu Province; there was no significant difference in the performance of Henan, Jiangsu and Shaanxi varieties in Anhui. ②In terms of plant height, the approved varieties in Anhui and Jiangsu were higher, and those in Henan and Shaanxi were lower. In particular, the plant height traits of the Henan varieties were significantly lower than those of the other three provinces. ③There were differences in disease resistance among the varieties approved by different provinces. Anhui approved varieties had prominent resistance to yellow mosaic disease; Shaanxi approved varieties were resistant to stripe rust and sheath blight disease, but most of them were highly susceptible to leaf rust; the resistance trend of Henan and Anhui varieties to powdery mildew was consistent. The resistance of varieties was mainly concentrated in the range of moderate sensitivity to moderate resistance to powdery mildew, while the resistance of Jiangsu varieties was concentrated in the range of high sensitivity to moderate resistance; the registered varieties in Henan and Anhui had better resistance to *Fusarium graminearum* (more than 50% are moderately susceptible); the resistance of Jiangsu registered varieties to *Fusarium graminearum* was relatively low (about 25% of them were moderately susceptible), of which Anhui certified varieties had better resistance, and Shaanxi certified varieties had the second highest disease resistance. [Conclusion] Overall, breeders in Anhui need to improve wheat traits. On the premise of ensuring resistance, reducing plant height and increasing grain weight are the key tasks. Breeders in Jiangsu should pay attention to reducing plant height, appropriately increasing grain number and grain weight and increasing the application of materials against *Fusarium graminearum*. Henan breeders are at the forefront of the combination of high yield and plant height, and at the same time should strengthen the breeding of *Fusarium graminearum* resistance; Shaanxi breeders are relatively successful in high yield and resistance to stripe rust. The resistance to powdery mildew is weak, and the resistance to *Fusarium graminearum* needs to be further improved. Breeding for resistance to leaf rust is the breeding shortcoming of each province. The research can provide references for the variety managers and users to select varieties in local production.

Key words Variety; Record; Yield characters; Plant height; Disease resistance

品种审定政策的逐渐放开、审定渠道的多样化不仅加快了小麦品种的更新换代, 也加深了各省区间甚至生态区间种质资源的交流。相邻生态区间环境的差异, 造成年份间、地区间流行病害的不同, 也促成了种植户对于品种农艺性状的特有需求, 因此各省区间小麦新品种的审定标准也存在不同, 选育的品种存在诸多的性状差异, 这些差异不仅体现在部分农艺性状上, 也突出体现在对各种病害的抗性上。笔者对黄淮南片四省的 2017—2018 年参试品种的产量性状、抗

病性进行综合分析, 以期找出各省区审定品种的优势和不足, 便于育种家们相互借鉴, 也为品种经营和使用提供参考。

1 材料来源和统计方法

1.1 材料来源 新的引种备案办法实施以后, 河南、安徽、江苏、陕西确定相邻生态区可以相互备案。由于没有硬性规定, 企业可自行组织, 实际备案的品种数超过该研究的品种数量, 例如安徽省参加统一试验的品种有 37 个, 而实际通过审定的为 90 个。该研究选取 2017—2018 年统一参加试验的河南、安徽、江苏和陕西近几年审定的品种, 河南、江苏、安徽的参试备案品种数分别为 60、49、37 个, 陕西备案数据未纳入该文统计。河南和江苏相关数据来源于网上, 安徽则是由

作者简介 沈家成(1992—), 男, 湖北竹山人, 硕士, 从事小麦品质改良研究。* 通信作者, 助理研究员, 硕士, 从事小麦新品种选育研究。

收稿日期 2020-08-03; **修回日期** 2020-08-14

主持单位提供,由于抗性接种结果数据不全,各省区抗性统计品种数与备案品种数存在差异。

1.2 分析方法 平均数、归纳统计、分类、百分数等。

2 产量、产量性状分析

表1表明,从各省备案平均产量看,江苏最高,其次是河南,最低为安徽。穗数变化与产量结果基本一致;穗粒数和千粒重差距较小;三省的产量高低是由穗数差异造成的。从试验数据来看,安徽、江苏育成材料的产量性状相似度较高,主要体现在株高都在75 cm以上,穗粒数、千粒重明显偏低;河南、陕西审定品种的特点是株高较低,千粒重优势明显。

表1 部分小麦新品种株高和产量性状汇总

Table 1 Summary of plant height, yield characters of some new wheat varieties

项目 Project	品种数 Variety number	产量 Yield kg/hm ²	株高 Plant height//cm	穗数 Number of panicles 万/hm ²	穗粒数 Grain number	千粒重 1 000-grains weight//g
河南备案 Henan record	60	7 267.5	74.9	597.0	34.2	42.5
陕西参试 Shaanxi participated	43	7 285.5	73.9	600.0	34.3	42.5
安徽参试 Anhui participated	10	7 335.0	78.0	579.0	35.0	42.0
江苏参试 Jiangsu participated	5	7 122.0	77.0	613.5	32.4	41.9
江苏备案 Jiangsu record	49	7 828.5	77.4	619.5	34.2	42.5
陕西参试 Shaanxi participated	11	8 008.5	77.2	609.0	34.6	42.6
安徽参试 Anhui participated	20	7 771.5	79.0	627.0	34.3	41.8
河南参试 Henan participated	15	7 812.0	75.0	613.5	34.4	43.1
安徽备案 Anhui record	37	6 933.0	71.7	556.5	33.1	42.9
河南参试 Henan participated	24	6 982.5	71.0	544.5	33.6	43.8
江苏参试 Jiangsu participated	4	7 017.0	75.3	595.5	32.1	41.3
陕西参试 Shaanxi participated	9	6 787.5	71.3	568.5	32.3	41.5
品种数/平均 Number of species/average	146	7 345.5	75.1	594.0	33.7	42.4

2.3 河南审定品种在安徽、江苏的产量、性状表现 由表1可看出,河南审定品种在安徽参试时产量与平均值持平,株高和穗数偏低,粒数和千粒重高于平均值;河南审定品种在江苏参试时的表现与在安徽参试时的趋势基本一致。说明河南育种者在株高、粒数和粒重协调方面的宝贵经验值得借鉴。

2.4 陕西审定品种表现 由表1可看出,陕西审定品种在河南参试时所有性状都与平均值比较接近,陕西审定品种在江苏参试时表现为品种的产量和产量性状都接近或高于平均值,株高低于平均值,安徽品种穗数高于平均值,株高低于平均值。可能因为参试品种较少,难以代表陕西真正的小麦育种水平。

3 生物胁迫的差异性分析

所有物种都是一个生物有机体,其生育周期就是能量获取、代谢和分配的过程,当受到外在物种侵害时,生物自身会产生一系列生理生化反应,通过合成新的蛋白质或酶等活动,与之抗衡^[1]。小麦也不例外,由于其全生育期的时间长,所受到的生物胁迫较多。有报道指出,小麦在全生育期内会受到38~43种病虫害侵袭^[2]。育种工作者就是不断整合各种抗源,在保证产量和品质的前提下,针对影响较大的几种病害,逐步提高抗性水平。由于各省在品种审定时,对病害的要求不同,安徽、河南、江苏、陕西对病害接种鉴定数量不

2.1 安徽审定品种产量及产量性状表现 由表1可看出,安徽审定品种参加河南引种试验时产量、穗粒数、株高比平均数略高,千粒重和穗数比平均数略低;在安徽审定品种参加江苏引种试验时则表现为千粒重低、产量略低,株高较高。

2.2 江苏审定品种在河南、安徽的性状表现 由于引种参试品种数少,参加河南引种试验的仅有5个品种,参加安徽引种试验的有4个,不能代表江苏的育种现状,所得结论仅供参考。由表1可知,江苏审定品种在河南参试时,株高和穗数高于平均值,产量、粒数和千粒重低于平均值;江苏审定品种在安徽参试时,产量、穗数略高,粒数和千粒重偏低。

同,笔者对所有数据加以分析,以期找出不同审定条件下的差异。

3.1 黄花叶病抗性 将小麦品种对黄花叶病抗性进行接种鉴定的省份只有江苏。近年来看,黄花叶病在发生面积和发病程度上均有加重趋势,其特点是土传病毒性病害,一旦发病则无药可治^[3]。选用抗病品种是解决该病害的有效途径。

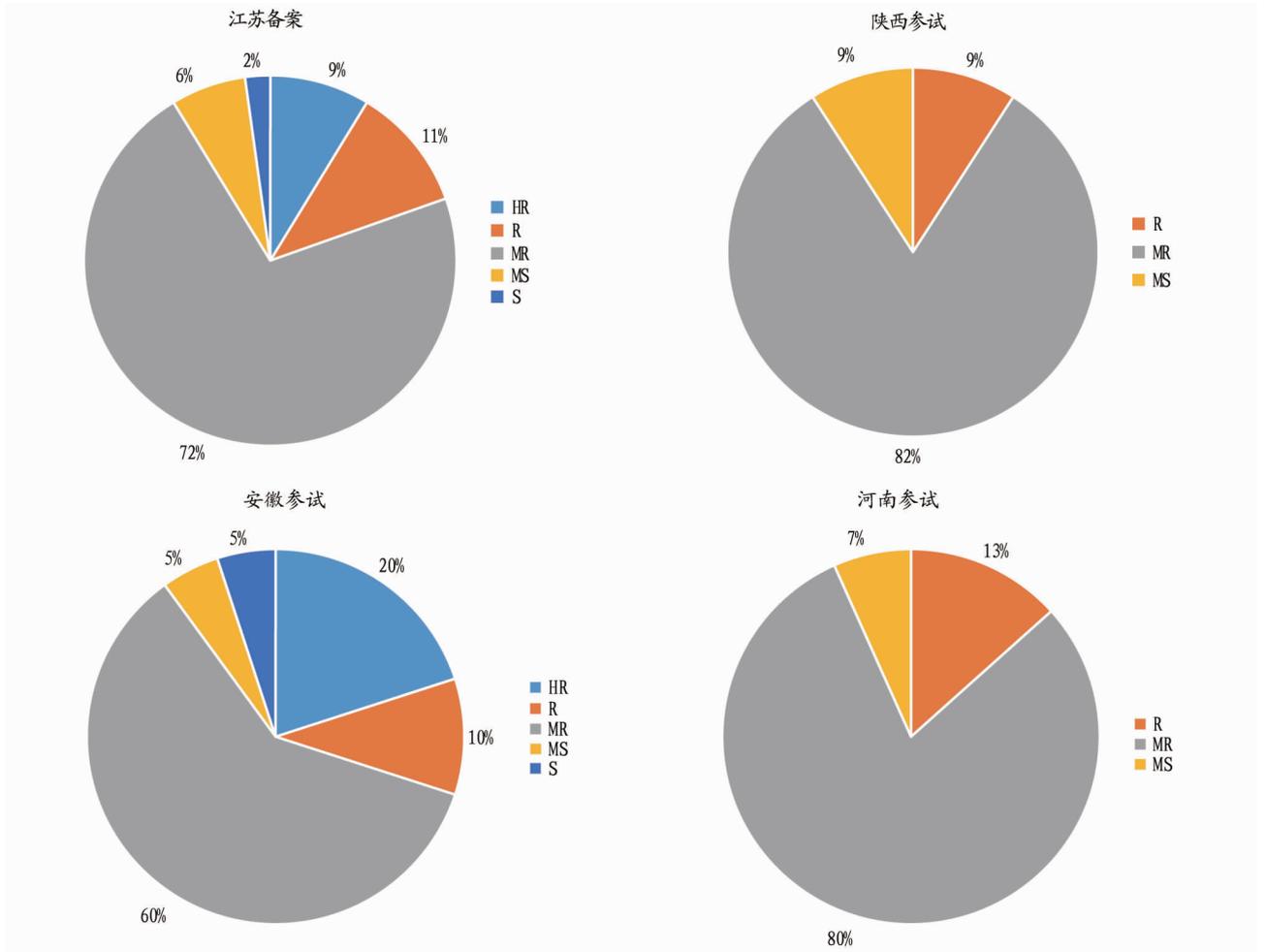
从鉴定结果(图1)可看出,参试品种抗性级别基本呈正态分布,以中抗水平为主,占72.7%;其中安徽审定达到中抗的占90%,达到高抗的只有4个品种,占20%,说明安徽品种在抗黄花叶病害方面优于河南、陕西。这些可供品种使用者参考,以期提供抗性品种选择范围或在栽培过程中调整播期、加强管理等,以减轻病害对小麦产量的影响。

3.2 条锈病抗性 目前只有河南对条锈病进行接种鉴定,所有备案品种的抗性都在中感以上(图2)。分布在中感—高抗范围,以中感—中抗为主,58个参与统计的品种中,中抗的有27个,中感的有21个,合计占82.8%。

分省来看,陕西审定品种约23%的比例达到高抗,中抗以上水平占69.8%,明显高于其余两省的鉴定结果;安徽和江苏审定的品种在河南种植均未表现出高抗条锈病。

就条锈病流行和发病情况及程度而言,安徽和江苏并不是每年发生,而陕西和河南发病程度和流行年份较为普遍。

实践证明,通过自然条件诱导,在发病较重的区域选育抗病品种较为有效。



注:HR 为高抗,R 为抗性,MR 为中抗,MS 为中感,S 为感性;江苏备案品种 49 个,部分数据缺失,其中参与统计黄花叶病抗性鉴定品种数为 46 个

Note:HR means high resistance, R means resistance, MR means medium resistance, MS means medium sensitivity, S means sensitivity;there were 49 registered varieties in Jiangsu Province, and some data were missing.Among them, 46 varieties were involved in the statistics

图 1 江苏省引种参试品种的黄花叶病抗性鉴定统计

Fig.1 Identification statistics of yellow mosaic disease resistance of the introduced varieties in Jiangsu Province

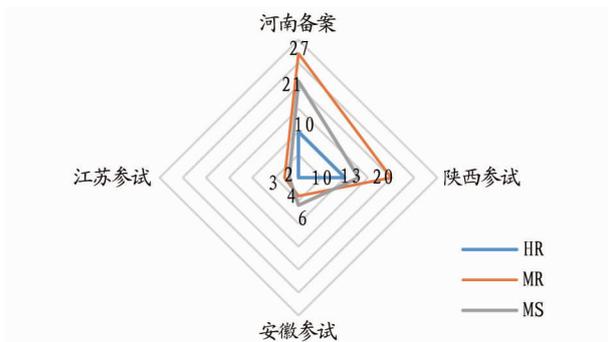


图 2 河南省参试新品种条锈病抗性鉴定统计

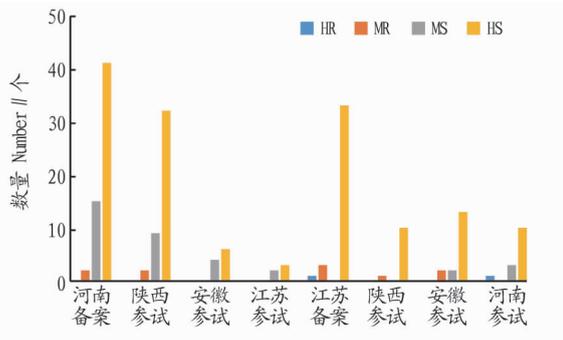
Fig.2 Statistics on identification of resistance to stripe rust in the new varieties tested in Henan Province

3.3 叶锈病抗性 目前从事小麦叶锈病接种鉴定的省份有河南和江苏。从育成品种的抗性来看,河南鉴定结果表明,陕西审定品种叶锈病抗性表现相对较好;江苏鉴定结果表

明,安徽审定品种中感及以上的有一定比例(图 3)。但两省鉴定结果总体较相似,即达到高抗的品种比例很小,主要集中在高感水平。因此,建议该生态区的育种工作者,在重视条锈病选育的情况下,加强叶锈病抗性育种工作。

3.4 白粉病抗性 表 2 表明,近 140 个品种次参加接种鉴定,能达到 R 抗性级别的品种只有 2 个,说明尽管一直把白粉病作为主要病害,其育种成效低于条锈病和黄花叶病。而各省鉴定结果差异较大,河南以中感为主;安徽以中抗为主;江苏以高感为主。能不能说明:白粉病生理小种区域性差异大,在黄淮麦区南片很难育成跨整个区域的抗性品种^[4]。从分子标记来看,PM 系列逐渐失去抗性,单基因对抗性贡献除掉 PM21 外,靠聚合多个基因才能保证品种不失较好的抗性要求^[5]。

从生产实际来看,使用铲除性药剂,对该病害的流行和危害有较好的抑制作用。大田生产还未见白粉病造成大幅度减产的报道。



注:HS 为高感

Note:MS means high sensitivity

图3 河南、江苏参试小麦新品种叶锈病抗性鉴定统计

Fig.3 Identification statistics of leaf rust resistance of new wheat varieties tested in Henan and Jiangsu provinces

表2 部分小麦新品种白粉病抗性结果

Table 2 Powdery mildew resistance results of some new wheat varieties

项目 Project	品种数 Variety number	统计数 Statistics	R		MR		MS		HS	
			个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %
河南备案 Henan record	60	58	—	—	16	27.6	41	70.7	1	1.7
陕西参试 Shaanxi participated	43	43	—	—	8	18.6	34	79.1	1	2.3
安徽参试 Anhui participated	10	10	—	—	6	60.0	4	40.0	—	—
江苏参试 Jiangsu participated	5	5	—	—	2	40.0	3	60.0	—	—
江苏备案 Jiangsu record	49	38	2	5.3	1	2.6	8	21.1	27	71.1
陕西参试 Shaanxi participated	11	11	2	18.2	—	—	1	9.1	8	72.7
安徽参试 Anhui participated	20	17	—	—	1	5.9	5	29.4	11	64.7
河南参试 Henan participated	15	10	—	—	—	—	2	20.0	8	80.0
安徽备案 Anhui record	37	32	—	—	24	75.0	3	9.4	5	15.6
河南参试 Henan participated	24	21	—	—	18	85.7	1	4.8	2	9.5
江苏参试 Jiangsu participated	4	4	—	—	2	50.0	1	25.0	1	25.0

3.5 纹枯病抗性 表3表明,黄淮麦区南片小麦新品种对纹枯病的最高抗性等级为中抗(占10%),达到中抗级别的品种数14个;大多数表现中感,高感品种出现频率较低。河南、江苏鉴定结果基本一致,安徽鉴定发病等级相对偏高。综合来看,陕西审定品种抗性较好,14个中抗品种中占9个,其次为安徽。

3.5.1 河南统计结果。由表3可看出,从河南统计的58个品种抗性分布看,分布在中抗—高感之间,主要表现为中感,中抗占比12.1%,中感占比86.2%;只有1个品种表现高感。分省看,陕西审定品种表现较强的抗性,其次是安徽。

3.5.2 江苏统计结果。江苏参与备案统计的总数45个,中抗占比为13.3%,中感占比为75.6%。分省看,陕西审定品种抗性好。

3.5.3 安徽统计结果。表3表明,34个参与统计品种中达到中感以上的仅有14个(占比41.1%),仅有1个达到中抗级别,其余均为感病。

3.6 赤霉病抗性 赤霉病是一种全球性病害,随气候、耕作制度变化,发病频率和面积增加而引起高度重视^[6]。科学家

3.4.1 河南接种鉴定结果。由表2可看出,河南备案小麦品种中,以中感白粉病为主(占70.7%),达到中抗的品种数占27.6%,高感的比例较低(占1.7%)。而安徽育成的新品种,在河南则表现较强的白粉病抗性(中感白粉病占40.0%、中抗白粉病占60.0%),所有参试品种都在中感以上等级。

3.4.2 江苏接种鉴定结果。从数据来看,参试品种以高感为主,中感以上级别仅占28.9%,其中安徽品种抗性达到中感以上约35.3%,陕西次之,河南相对较差。

3.4.3 安徽接种鉴定结果。表2表明,安徽省备案品种白粉病抗性以中抗为主,参与统计品种达到中抗以上等级占比75%,河南参试品种抗性较好,高于平均水平。

不同省份的品种来源,抗性是有差异的,其中安徽审定品种无论在江苏白粉病较重区域还是在河南,对白粉病抗性达到中感以上的比例均高于平均水平。

们不仅在小麦种内寻找抗源,如世界公认的苏麦3号、望水白、台湾小麦等,并且定位出抗性基因位点进行克隆,还在山羊草、鹅观草和长穗偃麦草等小麦近缘植物中去发现和挖掘抗性基因,用于改良和提高小麦的抗病性^[7-9]。

赤霉病是所有病害鉴定中抗性等级最低的病害。从三省接种结果来看,赤霉病接种的140个参试品种次,只有1个达到中抗标准,而实际田间发病不轻,因此江苏在综合考量抗性时还是纳入中感范围(图4)。从鉴定趋势看,河南和安徽基本一致,陕西品种中感级别超过平均数。安徽品种在病害等级较重的江苏,表现较强的抗病优势。

赤霉病逐渐引起重视的原因,一是南病北移,发病程度和面积有加重的趋势,直接影响产量^[6],二是因为该病害感染后籽粒会产生DON毒素,不仅人畜不能食用,还会造成中毒,甚至会导致癌^[10-12]。

安徽省小麦审定标准要求:淮北半冬性品种对赤霉病达到中感以上,淮南半冬性品种对赤霉病达到中抗以上。目前江苏、河南等相邻省份在小麦品种审定时,逐步把品种对赤霉病抗性作为重要指标,并且越来越严。

表 3 黄淮海区南片小麦新品种纹枯病抗性鉴定结果

Table 3 Identification results of resistance to sheath blight disease of new wheat varieties in Huanghuai wheat region

项目 Project	品种数 Variety number	统计数 Statistics	R		MR		MS		HS	
			个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %	个数 Number	比例 Percentage %
河南备案 Henan record	60	58	7	12.1	50	86.2	—	—	1	1.7
陕西参试 Shaanxi participated	43	43	6	14.0	36	83.7	—	—	1	2.3
安徽参试 Anhui participated	10	10	1	10.0	9	90.0	—	—	—	—
江苏参试 Jiangsu participated	5	5	—	—	5	100.0	—	—	—	—
江苏备案 Jiangsu record	49	45	6	13.3	34	75.6	5	11.1	—	—
陕西参试 Shaanxi participated	11	11	2	18.2	9	81.8	—	—	—	—
安徽参试 Anhui participated	20	20	2	10.0	15	75.0	3	15.0	—	—
河南参试 Henan participated	15	14	2	14.3	10	71.4	2	14.3	—	—
安徽备案 Anhui record	37	34	1	2.9	13	38.2	20	58.8	—	—
河南参试 Henan participated	24	22	—	—	10	45.5	12	54.5	—	—
江苏参试 Jiangsu participated	4	4	—	—	1	25.0	3	75.0	—	—
陕西参试 Shaanxi participated	9	8	1	12.5	2	25.0	5	62.5	—	—

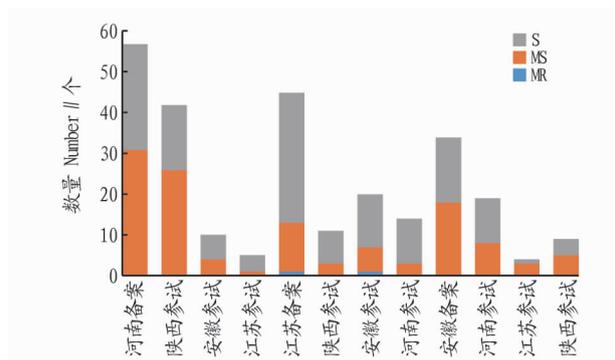


图 4 部分小麦新品种赤霉病抗性鉴定统计

Fig. 4 Identification statistics of *Fusarium graminearum* resistance of some new wheat varieties

4 结论

(1) 分省育成品种在参加其他省份试验的产量有高低,并没有稳定增产或减产情况。因此,在当前产量水平下,三因素组合都能达到。从产量性状数据看,各省育种者将穗数定位在 600 万穗/hm²,穗粒数、粒重年间变化幅度比较大,但遗传选择有效。若将小麦产量的育种目标定位在 1 050 kg/hm² 或更高,靠单个性状提高很难完成,必须三要素协调发展。

(2) 从产量性状看,河南审定品种在株高和粒重协调方面走在前列,值得安徽、江苏育种者借鉴。安徽、江苏审定品种株高偏高,粒重明显偏低。

(3) 抗病性上,病害鉴定不同省份差异较大。这可能与参照品种、接种群落、方法等有关,但该文研究得出的 4 个省份呈现的趋势为:安徽审定品种在黄花叶、白粉病尤其在赤霉病抗性方面明显较好;陕西审定品种在条锈病、纹枯病、赤霉病抗性方面表现较好。这也从侧面反映了审定标准对审定品种性状表现所起到的引领作用。

(4) 所有省份育成品种叶锈病抗性都低,应该引起该生态区育种工作者重视。

(5) 赤霉病的危害关乎粮食安全和食品安全。目前来看,小麦品种抗性水平明显偏低,作为小麦育种工作者,提高抗病性尚需努力。但要正确协调好抗性与丰产性问题,不提倡以降低产量为代价,去一味追求抗性;应加强防治、生态、耕作、脱毒等研究,综合应对赤霉病发生和危害;赤霉病鉴定结果应以本生态区域参考为主,要贴近区域特点和生产实际。

参考文献

- [1] 赵霞,王长彪,赵兴华,等.小麦抗病分子标记数据库构建及生物信息学分析[J].山西农业科学,2018,46(5):673-676.
- [2] 徐芳,齐永志,张书敏,等.新耕作制度下河北省冬小麦病虫害发生状况的研究[J].中国农学通报,2012,28(21):199-203.
- [3] 靳前龙,刘春红,谢丽芬.小麦黄花叶病的扩展新发现及防治探究[J].农业科技通讯,2018(12):203-206.
- [4] 孙浩洋,赵桂琴,柴继宽,等.种植区环境对燕麦种质成株期白粉病抗性的影响[J].草原与草坪,2019,39(4):31-38.
- [5] 刘志勇.小麦抗白粉病基因资源发掘与育种利用[C]//中国作物学会.第十九届中国作物学会学术年会论文摘要集.北京:中国作物学会,2020.
- [6] 牛庆国.小麦赤霉病发生流行危害规律及防治技术[C]//河南省植物保护学会,河南省昆虫学会,河南省植物病理学会.河南省植保学会第十次、河南省昆虫学会第九次、河南省植病学会第四次会员代表大会暨学术讨论会论文集.郑州:河南省昆虫学会,2013.
- [7] 许峰,李文阳,闫素辉,等.小麦抗赤霉病主效 QTL 的聚合效应分析[J].麦类作物学报,2017,37(5):585-593.
- [8] 罗粤川,邓雪雪,吴丹丹,等.鹅观草不同居群赤霉病抗性评价及抗病物质鉴定[J/OL].植物遗传资源学报,2020-12-23[2021-02-24].https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20201118004.
- [9] 赵兰飞,葛文扬,郭军,等.长穗偃麦草抗小麦赤霉病基因 Fhb7 的定位及转移利用[C]//中国作物学会.第十届全国小麦基因组学及分子育种大会摘要集.北京:中国作物学会,2019.
- [10] 韩建平,汪福友,卢军伟,等.小麦赤霉病与呕吐毒素的关系及分析[J].粮油仓储科技通讯,2019,35(3):43-45.
- [11] 徐金柱.DON 毒素诱导的小麦基因及启动子的功能分析[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [12] 张春云,张桥,吴庭友,等.几种杀菌剂对小麦赤霉病及真菌毒素的控制效果[J].安徽农业科学,2019,47(20):155-158.