

102 份小麦材料穗发芽调查研究

赵楠, 王树星, 张乐, 党润海

(渭南市农业科学研究所, 陕西渭南 714000)

摘要: 为筛选出抗穗发芽小麦新品种, 在自然降雨条件下, 调查了 102 份小麦材料的穗发芽抗性情况, 结果发现, 102 份小麦材料穗发芽率差异较大, 发芽率范围在 0%~96% 之间。其中除彩色小麦外, 周麦 27、有孚 5 号、新麦 45、禾丰 3 号、陕垦 10 穗发芽抗性强, 在抗穗发芽小麦育种工作中, 可作为优势亲本资源加以利用。

关键词: 小麦; 抗穗发芽; 调查

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2024)12-0032-05

Investigation on Pre-Harvest Sprouting Resistance of 102 Wheat Genotypes

ZHAO Nan, WANG Shuxing, ZHANG Le, DANG Runhai

(Weinan Academy of Agricultural Sciences, Weinan, Shaanxi 714000, China)

Abstract: To provide valuable reference data for the breeding of wheat varieties resistant to pre-harvest sprouting, the resistance to pre-harvest sprouting of 102 wheat genotypes was evaluated under natural rainfall conditions. The results showed significant variation in sprouting rates among the genotypes, ranging from 0% to 96%. Among these, with the exception of the colored wheat genotypes, 'Zhoumai 27', 'Youfu 5', 'Xinmai 45', 'Hefeng 3', and 'Shanken 10' exhibited strong resistance to pre-harvest sprouting. These genotypes can be utilized as superior parental resources in breeding programs aimed at enhancing pre-harvest sprouting resistance.

Key words: Wheat; Pre-harvest sprouting resistance; Screening

小麦是全世界继大米和玉米之后的第三大谷物, 全球 40% 的人口将其作为主食^[1], 我国是世界上最大的小麦生产国和消费国, 生产量占全球的 17%, 消费量占全球的 19%^[2], 因此稳定增加粮食产量对保障全球粮食安全具有重要意义。2023 年黄淮部分麦区在成熟期遭遇阴雨天气, 温度适宜, 穗部湿度大, 因此小麦受到不同程度穗发芽的影响。小麦穗发芽导致籽粒内部出现一系列生理生化反应, α -淀粉酶活性升高、蛋白质和淀粉等贮藏物质分解, 不仅影响产量, 而且影响加工品质, 给农户和种子经营者造成严重的经济损失^[3-6]。籽粒萌动后在储藏时也更容易出现发芽和霉变现象, 造成小麦种子质量下降尤为严重, 种子发芽率降低, 出苗不齐, 造成小麦密度降低, 从而直接影响小麦

的产量。

小麦穗发芽是突发性、毁灭性的世界性自然灾害^[7], 一旦发生损失惨重。我国长江中下游、西南冬麦区和东北春麦区是穗发芽危害频繁的地区, 黄淮和北部冬麦区也时有发生^[8]。选育抗穗发芽小麦新品种是彻底解决小麦穗发芽的关键, 但我国抗穗发芽育种资源较缺乏, 抗穗发芽育种进程缓慢, 加之当代育种大多数以产量、品质、抗病等性状为主要目标, 在育种中抗穗发芽较好的材料往往被忽略, 也导致小麦抗穗发芽特性的丧失^[9]。本试验筛选 2022-2023 年种植年度 102 份材料的穗发芽抗性差异, 以为抗穗发芽小麦新品种的选育提供参考。

收稿日期: 2024-01-24 修回日期: 2024-03-15

基金项目: 陕西省厅市联动重点项目(渭南现代农业)(2022GD-TSLD-56-2)。

第一作者简介: 赵楠(1994-), 女, 助理农艺师, 硕士研究生, 主要从事小麦育种及高产高效栽培技术研究。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于陕西省渭南市农业科学研究所孙镇试验站(109°78'E, 34°97'N),多年平均气温13.7℃,极端最低气温-16.7℃,极端最高气温41.8℃。年平均日照时数2 228.9 h,年平均降水量519.9 mm。试验地土质为壤土,中等肥力,地势平坦,排灌条件良好,交通便利。

1.2 试验材料

试验材料为102份小麦品种(系),其中包括99份白色籽粒小麦材料和3份彩色籽粒小麦材料,白色籽粒和彩色籽粒分别被标记为W和C。

1.3 试验方法

试验在2022年秋播于渭南市农业科学研究所孙镇试验站,在2023年的5月25日~6月3日,小麦成熟期出现了连续降雨天气,导致部分麦田出现穗发芽,6月5日待天气晴好对试验材料进行统一收获,收获后随机数3个100粒,调查其籽粒发芽数量,计算田间发芽率。

1.4 数据分析

试验数据通过Microsoft Excel进行处理和绘

图。采用SPSS 20.0软件进行聚类分析(K-Means聚类法)和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 供试材料田间穗发芽抗性鉴定

对102份材料进行田间穗发芽抗性鉴定。结果表明,供试材料穗发芽率差异较大,发芽率范围为0%~96%,平均发芽率为(31.64±29.17)%,变异系数为92.66%(表1)。

根据在自然降雨条件下田间不同小麦品种(系)抗穗发芽结果,采用K-Means聚类法进行快速聚类分析,102份材料可分为5类,聚类分析如表2,5个聚类中,第I类材料共22份,发芽率范围在0%~8%之间,平均发芽率(2.45±2.19)%;第II类材料共38份,发芽率范围在11%~26%之间,平均发芽率(17.32±4.32)%;第III类材料共19份,发芽率范围在27%~45%之间,平均发芽率(34.89±4.81)%;第IV类材料共7份,发芽率范围在53%~72%之间,平均发芽率(63.29±7.72)%;第V类材料共16份,发芽率范围在81%~96%之间,平均发芽率(88.06±5.31)%。

表1 102份材料穗发芽情况

编号	品种(系)	籽粒颜色	发芽率/%	编号	品种(系)	籽粒颜色	发芽率/%
1	喜农100(低秆)	W	29	52	衡观35	W	11
2	百农307	W	6	53	烟农19	W	11
3	天中麦5	W	12	54	郑麦9023	W	15
4	宝研12	W	40	55	西农226	W	82
5	鹤麦176	W	13	56	烟农1212	W	58
6	黑宝麦3号	C	0	57	众信998	W	39
7	科绿麦2号	C	0	58	陕垦10	W	1
8	西农979	W	16	59	富麦888	W	64
9	德紫麦1号	C	3	60	周麦40	W	42
10	丰德存5号	W	7	61	衡5835	W	20
11	轮选1658	W	30	62	陕225	W	21
12	扬辐麦16	W	0	63	中优206	W	84
13	信麦129	W	0	64	中优335	W	85
14	存麦20	W	22	65	存麦8号	W	92
15	双收麦6号	W	13	66	小偃22	W	94
16	世纪168	W	16	67	新麦18	W	35
17	海平1号	W	18	68	周麦10	W	3
18	秋风151	W	3	69	徐麦5019	W	32

续表 1 102 份材料穗发芽情况

编号	品种(系)	籽粒颜色	发芽率/%	编号	品种(系)	籽粒颜色	发芽率/%
19	株麦 101	W	18	70	西农 159	W	83
20	济研麦 20	W	19	71	中研麦 109	W	87
21	烟农 999	W	4	72	西宛 152	W	22
22	嵩优 5766	W	81	73	科大 5048	W	94
23	22-无名 2	W	26	74	宝研 201	W	39
24	周麦 27	W	1	75	谷神麦 19	W	29
25	宝景麦 188	W	8	76	新麦 26	W	86
26	有孚 5 号	W	1	77	新世纪 999	W	2
27	新麦 45	W	1	78	瑞华麦 516	W	70
28	中麦 255	W	19	79	中麦 349	W	18
29	禾丰 3 号	W	1	80	隆平麦 519	W	89
30	轮选 125	W	3	81	众信 656	W	2
31	泰麦 733	W	31	82	周麦 22	W	16
32	西农 962(王辉)	W	23	83	丰德存 2 号	W	2
33	河南徐大穗	W	72	84	偃丰 21	W	14
34	天中麦 8	W	72	85	许科 918	W	85
35	怀川 66	W	17	86	院丰 369	W	19
36	超低杆	W	20	87	怀川 108	W	81
37	渭农 985	W	2	88	金丰 207	W	18
38	兰考 198	W	34	89	西农 3517	W	14
39	丰德存 1	W	14	90	存麦 5	W	39
40	师栗 02-1	W	45	91	丰德存 12	W	34
41	烟农 1765	W	15	92	存麦 22	W	34
42	科茂 63	W	33	93	众麦 618	W	17
43	漯麦 18	W	11	94	金丰 205	W	14
44	RS1861	W	94	95	小偃 6 号	W	53
45	科兴 3302	W	24	96	民丰 3	W	32
46	周麦 36	W	13	97	西农 519	W	26
47	淮核 22008	W	27	98	新麦 58	W	39
48	烟农 600	W	54	99	周麦 18	W	15
49	存麦 1 号	W	4	100	山农 48	W	21
50	丰德存 8 号	W	26	101	太麦 198	W	96
51	伟隆 169	W	96	102	孟麦 028	W	11

表 2 102 份材料聚类分析分类中心

聚类类别	初始分类中心 /%	最终分类中心 /%	范围/%
I	0.00	2.45	0-8
II	20.00	17.32	11-26
III	39.00	34.89	27-45
IV	70.00	63.29	53-72
V	96.00	88.06	81-96

2.2 不同聚类类别的农艺性状分析

如表 3 所示,各聚类类别的黑胚率存在较大差异,基本呈现升高趋势, $I < V < II < III < IV$, IV 黑胚率最高,均值 29.14%,最大值 53%,最小值 0%,各聚类类别变异系数较大,幅度为 49.10%~110.56%,顺序为 $I > V > IV > II > III$ 。各聚类类别的千

粒重差异不大,在 43.66~45.50 g 之间,第Ⅱ类材料千粒重最大,均值 45.50 g,最大值 51.7 g,最小

值 31.3 g,变异系数幅度为 9.72%~14.50%。

表 3 不同聚类类别农艺性状分析

聚类类别	黑胚率/%						千粒重/g					
	最大值	最小值	均值	极差	标准差	变异系数/%	最大值	最小值	均值	极差	标准差	变异系数/%
I	91	0	16.95	91	18.74	110.56	55.6	24.7	44.4	30.9	6.44	14.50
II	51	3	22.11	48	12.60	55.73	51.7	31.3	45.50	20.4	5.08	11.16
III	44	6	23.32	38	11.45	49.10	59.2	35.2	43.66	24.0	6.97	15.96
IV	53	0	29.14	53	18.60	63.83	50.2	38.9	43.73	11.3	4.25	9.72
V	60	5	19.88	55	16.39	82.44	51.8	34.3	43.83	17.5	4.60	10.50

2.3 小麦发芽率与主要农艺性状的相关性分析

相关性分析发现(表 4),发芽率与千粒重(-0.091)呈负相关,与黑胚率(0.069)和饱满度(0.180)呈正相关,但相关性均不显著。千粒重与黑胚率(0.169)呈正相关,与饱满度(-0.214)和发芽率(-0.091)呈负相关,其中千粒重与黑胚率、发芽率相关性不显著,与饱满度显著相关。

表 4 小麦发芽率与主要农艺性状的相关性分析

项目	千粒重	黑胚率	饱满度	发芽率
千粒重	1.000	0.169	-0.214 *	-0.091
黑胚率	0.169	1.000	-0.051	0.069
饱满度	-0.214 *	-0.051	1.000	0.180
发芽率	-0.091	0.069	0.180	1.000

3 结论与讨论

本研究条件下,102份小麦材料穗发芽率差异较大,发芽率范围在 0%~96%。其中除彩色小麦外,周麦 27、有孚 5 号、新麦 45、禾丰 3 号、陕垦 10 穗发芽抗性强,在抗穗发芽小麦育种工作中,可作为优势亲本资源加以利用。

小麦收获前穗发芽受到自身品种特性和环境两方面的影响^[10]。从小麦品种自身的影响来说,种子休眠期和籽粒性状是影响小麦穗发芽的重要因子^[11],休眠期越长的品种,小麦抗穗发芽能力越强;休眠期短或无休眠期的品种,易穗发芽^[10]。籽粒颜色对穗发芽有显著影响,多数研究者认为白粒小麦品种易于穗发芽,而小麦色粒与抗穗发芽呈正相关,粒色愈深,抗性愈强^[12],本研究中彩色小麦穗发芽率在 0%~3% 范围内,抗穗发芽能力强,但本调查彩色小麦材料较少,还需进一步调查研究。从环境对穗发芽的影响来说,温度和水分是影响小

麦穗发芽的主要因素,其中水分直接导致小麦穗发芽,储藏在胚乳中的营养成分因为种子吸水膨胀导致小麦种皮软化,从而逐渐转化为可溶性的物质供小麦发芽吸收利用^[13]。适宜的温度是穗发芽的必要条件,研究表明,10~26℃有利于打破种子休眠^[14],促进小麦籽粒发芽。2023年5月25日至6月3日陕西省渭南市出现持续阴雨天气,平均最高温度 19.8℃,平均最低温度 14.7℃,阴雨天气为小麦提供发芽需要的水分,适宜的环境温度为小麦提供发芽的天然场所^[14],因此,各地出现不同程度小麦穗发芽的情况。

小麦籽粒从萌动到发芽,籽粒内部发生一系列反应,随着发芽程度的增加,小麦籽粒内营养物质被水解消耗,导致千粒重下降,从而造成小麦减产^[15]。据相关统计,在小麦收获期每经历一次中等强度降水天气,小麦千粒重会减少 2 g 左右,产量至少损失 5%,随着降雨强度的增加,产量损失愈发严重^[16]。随着穗发芽程度加深,部分地区减产高达 40%^[17]。本研究中小麦发芽率与千粒重的相关性不显著,这主要因为不同小麦品种本身千粒重差异较大。

黑胚病的影响因素较多,其中气象因素包括降雨、大气湿度、温度等。研究认为,降雨多、空气湿度大有利于黑胚病的发生和发展^[18],在小麦灌浆期至成熟期降水多是黑胚病发生的主要条件,并随着降雨强度的增加而加重^[19]。本研究由于小麦在成熟期遭遇多次降水天气,导致黑胚率较往年明显增加。小麦黑胚病对于发芽势、发芽率存在明显影响^[20],本研究中在小麦成熟期遇到多次降雨天气不但利于小麦穗发芽,并且会提高黑胚病的发生率。

参 考 文 献:

[1] Braun HJ, Atlin G, Payne T. Multi-location testing as a

- tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds MP (ed) Climate change and crop production[M]. CABI International, Oxfordshire, 2010: 115-138.
- [2] 黄义文,代旭冉,刘宏伟,等. 小麦抗穗发芽基因挖掘及分子育种进展[J]. 麦类作物学报,2021(2):1-10.
- [3] 刘爽,李俊,王琴,等. 西南麦区小麦抗穗发芽品种资源筛选[J]. 西南农业学报,2014,27(3):931-937.
- [4] 车京玉,王岩,李长辉,等. 春小麦穗发芽影响因素及特性研究[J]. 大麦与谷类科学, 2015(3): 11-13.
- [5] 王冬勤,赖佳. 小麦穗发芽的发生与防治[J]. 四川农业科技, 2015(6): 11-12.
- [6] 王凤宝,杨雪,付金锋,等. 低酚酶活性选择对小麦穗发芽的影响[J]. 核农学报, 2015, 29(5): 899-907.
- [7] 罗永露,隋建枢,谢才江,等. 西南地区 87 份小麦品种(系)穗发芽抗性的分子鉴定及筛选[J]. 种子, 2020, 39(1): 49-53.
- [8] 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):580-587.
- [9] 闫长生. 中国北方冬小麦品种穗发芽抗性的遗传变异[D]. 北京:中国农业科学研究院研究生院作物育种栽培研究所, 2002.
- [10] 孙果忠,闫长生,肖世和. 小麦穗发芽机制研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(6):13-18.
- [11] 董静,秦丹丹,许甫超. 小麦穗发芽抗性的分子机制和育种研究进展[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(22):5 509-5 514.
- [12] 李树华,褚庆芳. 小麦穗发芽及其抗性育种[J]. 宁夏农林科技, 1997,2(45):45-47.
- [13] 马丽. 普通小麦穗发芽抗性与品质特性关系研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2014.
- [14] 张彦波,肖磊,董策. 小麦穗发芽发生条件和与预防措施[J]. 现代农村科技, 2016(4):29.
- [15] 王丽娜,卞科. 发芽对小麦品质的影响[J]. 粮食与饲料工业. 2011(8): 3-6.
- [16] 杜世超. 收获期降雨对春小麦穗发芽和产量品质的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学, 2021.
- [17] 赵雪梅,王景华,杨海龙. 小麦收获期气象条件的初步分析[J]. 现代化农业, 2007(9):3-5.
- [18] 姜玉梅,徐乔乔,李巧云. 环境因素对小麦黑胚病影响的研究进展[J]. 河南农业科学, 2018, 47(8): 1-5.
- [19] 马洪茹,孙小平,宋彦涛,等. 小麦黑胚病发生规律及防治措施初探[J]. 植保技术与推广, 2003, 23(4): 13-15.
- [20] 张养利,贾凯峰,郝平琦,等. 小麦黑胚病发生情况及其对发芽的影响[J]. 陕西农业科学 2015, 61(6): 56-57.
- [21] 因素分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2019.
- [11] 李爱梅. 高脂膜液膜果袋对苹果果实品质和香气的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2018.
- [12] 王贵平,翟浩,陈汝,等. 不套袋栽培对红色苹果品种果实品质的影响[J]. 落叶果树, 2022, 54(1): 11-14.
- [13] 田蕊. 免套袋栽培条件下喷施腐殖酸液态膜对苹果树体生长及果实品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2023.
- [14] 党纳. 新型苹果品质改良剂的应用效果及其机理研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2016.
- [15] 柳小兰,安巧,魏福晓,等. 套袋与不套袋对“红露”苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2023, (21): 23-29.
- [16] 程世玉. 几种生物保护膜对‘瑞雪’苹果果实质量的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2022.
- [17] 王志琦. 套袋及保护膜剂处理对富士苹果品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2023.
- [18] 韩玉侠,王娜娜,秦斌丽,等. 生物膜替代苹果套纸袋试验初报[J]. 陕西农业科学, 2023, 69(12): 30-32+69.

(上接第 31 页)

- [2] 魏景利,王楠,张宗营,等. 苹果优质高效育种技术创建及应用[J]. 中国果树, 2022(9): 20-22+41.
- [3] 王贵平,翟浩,韩雪平,等. 不同时间套袋对富士苹果果实品质和病害的影响[J]. 落叶果树, 2018, 50(6): 8-10.
- [4] 李鹏鹏,赵政阳,李建明. 甘肃静宁苹果无袋与套袋栽培理化性状及农药残留比较[J]. 陕西农业科学, 2020, 66(3): 56-58.
- [5] 农业农村部 2020 年 10 大引领性技术. 农业机械, 2020(8): 62-64.
- [6] 马巧荣,张开祥,徐福利. 苹果套袋替代品研究与应用现状及展望[J]. 落叶果树, 2022, 54(5): 39-41.
- [7] 翟振芳,郝贝贝,刘振西,等. 豫西嘎啦苹果免套袋技术探究[J]. 现代园艺, 2020, 43(21): 77-78.
- [8] NY/T 2316-2013, 苹果品质指标评价规范[S].
- [9] Julio C, Rosa M, Juan M, et al. Salicylic acid and nutrient sprays to improve apple fruit quality [J]. NOTULA BOTANICAE HORTI AGROBOTANICI CLUJ-NAPOCA, 2022, 50(3): 1-15.
- [10] 张瑞芳. 不套袋对苹果品质的影响及果锈产生主要