

小麦株高与赤霉病抗性间的相关性研究

李力¹, 袁小平¹, 哈生礼², 曹世勤³, 杨晓辉¹, 刘爱红¹, 梁琼¹,
师鹏敏¹, 王万军⁴, 李玲⁵

(1. 徽县农业技术推广中心, 甘肃 徽县 742300; 2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 徽县种子管理站, 甘肃 徽县 742300; 4. 天水市农业科学研究所甘谷绿色农业研究中心, 甘肃 甘谷 741200; 5. 兰州市农业科研推广中心, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 为了研究小麦株高与赤霉病抗性等表型的相关性, 以兰天 33 号为对照, 在自然发病条件下, 选用甘肃省陇南片区域试验及生产试验中的 16 个小麦品种(系), 研究了供试小麦抗赤霉病性与株高间的相关性。结果表明, 株高对赤霉病的抗性影响较大, 植株较高材料抗性相对较强, 兰天 48 号尽管株高较低, 但抗病性也较强。

关键词: 小麦赤霉病; 株高; 抗性; 相关性

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)06-585-04

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.06.019

Study on the Correlation between Wheat Plant Height and *Fusarium* Head Blight Resistance

LI Li¹, YUAN Xiaoping¹, HA Shengli², CAO Shiqin³, YANG xiaohui¹, LIU Aihong¹,
LIANG Qiong¹, SHI Pengmin¹, WANG Wanjun⁴, LI Ling⁵

(1. Huixian Agricultural Technology Extension Centre, Huixian Gansu 742300, China; 2. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Huixian Seed Administrative Station, Huixian Gansu 742300, China; 4. Gangu Green Agricultural Centre, Tianshui Academy of Agricultural Sciences, Gangu Gansu 741200, China; 5. Lanzhou Agricultural Research & Technology Promotion Centre, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to study the correlation between plant height and *Fusarium* head blight (FHB) of wheat, the correlation between FHB and plant height of 16 wheat varieties (lines) in the Longnan regional experiment and production experiment of Gansu Province was studied under natural disease conditions with Lantian 33 as control. The results showed that the plant height had a great influence on the FHB resistance. The higher the plant was, the stronger the resistance was. Although the plant height of Lantian 48 was lower, the resistance was also stronger.

Key words: FHB; Plant height; Resistance; Correlation

小麦赤霉病(*Fusarium* head blight, FHB)是由以禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum* Schw)为主的多种镰刀菌引起的发生于小麦穗部的重要病害^[1-3]。近年来, 随着秸秆还田面积的不断扩大, 及扬花期遇雨日概率的增加, 小麦赤霉病在陇南徽成盆地的发生程度呈逐年加重趋势^[4]。长期以来, 小麦育种家们主要以田间农艺性状鉴别进行抗赤霉

病的选择^[5-6]。研究发现, 小麦的表型性状如花序结构、芒长、小穗密度、株高、扬花期、抽穗期、旗叶长度、分蘖数等对赤霉病的发生与发展均有不同程度的影响^[7-9]。特别是株高, 具有使小麦逃避病原菌感染或在自然条件下影响对病原菌接种反应的特点^[10-11]。我们于 2022 年在徽县银杏树乡庆寿村对参加甘肃省陇南片川区组区域试验和生

收稿日期: 2023-08-04; 修订日期: 2024-03-09

基金项目: 甘肃省农业科学院生物育种专项(2021GAAS006); 甘肃省省级财政种业攻关和农业科技支撑项目(KJZC-2024-1); 金城科普专家项目。

作者简介: 李力(1978—), 男, 甘肃徽县人, 农艺师, 主要从事农作物有害生物综合防控技术研究。Email: 790492131@qq.com。

通信作者: 曹世勤(1971—), 男, 甘肃临洮人, 研究员, 主要从事小麦有害生物综合防控技术研究。Email: caoshiqin6702@163.com。

产试验的 16 个供试材料及对照品种进行了小麦株高与田间赤霉病发病关系间的初步研究,旨在将株高作为一项初步筛选抗赤霉病小麦品种的指标,为陇南地带的小麦抗赤霉病育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试品种为 11 个甘肃省陇南片山地组区域试验品种(兰天 54 号、天选 81 号、武都 25 号、兰天 59 号、兰天 60、武都 27 号、天选 83 号、天选 85 号、中梁 52 号、陇鉴 9834、陇鉴 9835 等)和 5 个生产试验参试品种(兰天 47 号、武都 24 号、天选 79 号、陇鉴 9826、兰天 48 号),以兰天 33 号为对照,均由省内相关育种单位和甘肃省农业科学院小麦研究所提供。

1.2 试验方法

试验于 2021 年 10 月下旬在徽县银杏树乡庆寿村进行。试验地前茬为玉米。区域试验每品种播种 6.67 m², 3 次重复。生产试验每品种播种 150 m², 2 次重复。在灌浆后期的 5 月 30 日分别调查供试品种的田间赤霉病发病情况。每小区大五点取样,每点 30 株,分别调查记载单穗严重度,同时调查株高。田间管理同当地大田。

赤霉病田间分级标准:0 级,全穗无病;1 级,病小穗占全穗 25%以下;3 级,病小穗占全穗 26%~50%;5 级,病小穗占全穗 51%~75%;7 级,病小穗占全穗 75%以上^[12]。

病穗率=(病穗数/调查总穗数)×100%

病情指数=[\sum (各级病穗数×相应病级)/(调查总穗数×7)]×100%^[12]。

1.3 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据统计。采用 DPS 数据处理系统 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种的株高、病穗率及病情指数

从表 1 可知,供试品种的株高以陇鉴 9835 最高,为 115 cm;其次是陇鉴 9826,为 95 cm;陇鉴 9834 排第 3,为 93 cm;中梁 52 号排第 4,为 91 cm;其余品种为 63~86 cm。病穗率以武都 24 号最低,为 4.4%;其次是陇鉴 9826、陇鉴 9835,均为 5.4%;陇鉴 9834、兰天 48 号排第 3,均为

6.7%;天选 79 号排第 4,为 9.1%;其余品种为 10.0%~33.3%。病情指数以陇鉴 9835 和兰天 48 号最低,均为 4.8;其次是武都 25 号和陇鉴 9826,均为 12.9;武都 24 号排第 3,为 13.1;陇鉴 9834 排第 4,为 13.3;其余品种为 15.1~30.3。

表 1 供试品种株高、赤霉病病穗率及病情指数

品种	株高/cm	病穗率/%	病情指数
兰天33号(CK)	63	20.0	30.3
兰天54号	83	10.0	18.7
天选81号	72	30.0	26.0
武都25号	81	14.7	12.9
兰天59号	68	33.3	27.2
兰天60号	66	10.0	17.8
武都27号	74	30.0	24.0
天选83号	86	19.7	15.1
天选85号	84	15.6	15.3
中梁52号	91	10.0	16.7
陇鉴9834	93	6.7	13.3
陇鉴9835	115	5.4	4.8
兰天47号	78	11.1	19.4
武都24号	82	4.4	13.1
天选79号	73	9.1	20.2
陇鉴9826	95	5.4	12.9
兰天48号	72	6.7	4.8

从图 1 可知,赤霉病病穗率低的材料株高相对偏高,如陇鉴 9835,株高 115 cm,病穗率 5.4%,病情指数 4.8;赤霉病病穗率高的材料株高相对偏低,如兰天 59 号,株高 68 cm,病穗率 33.3%,病情指数 27.2。综上可知,随着株高的升高,赤霉病病穗率呈逐步下降的趋势。

2.2 不同类型株高与平均病穗率间相关性

为便于统计,根据供试品种的株高不同,按间距 10 cm 划分为 5 种类型:株高在 70 cm 以下为类型 1,71~80 cm 为类型 2,81~90 cm 为类型 3,91~100 cm 为类型 4,101 cm 以上为类型 5。从图 2 可以看出,平均病穗率以类型 1 最高,为 21.1%;其次是类型 2,为 17.4%;类型 4 和类型 5 的平均病穗率较低,分别为 7.4%和 5.4%。类型 1 和类型 2 显著高于类型 4 和类型 5,二者间差异显著($P<0.01$)。表明株高与品种赤霉病抗性间有一定的相关性。

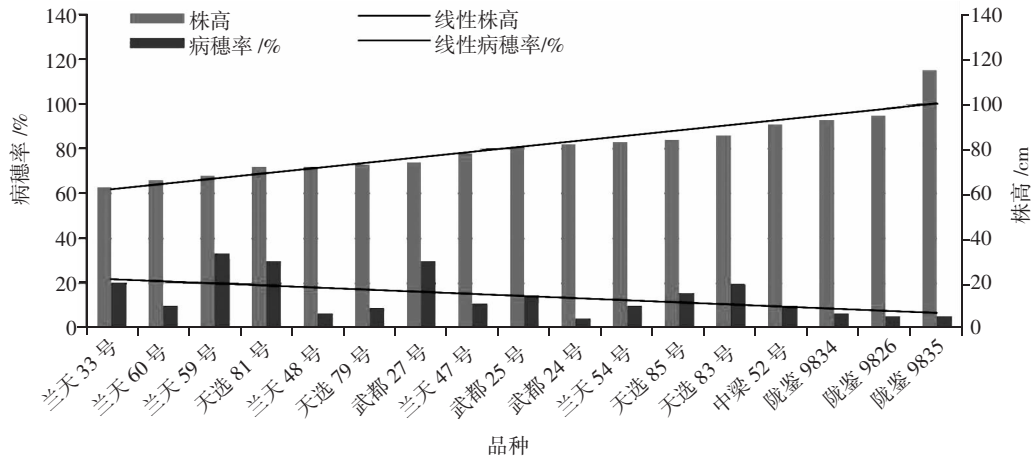


图 1 供试品种株高和病穗率间关系

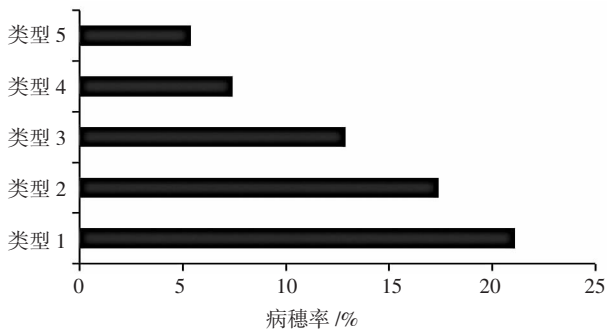


图 2 不同类型株高与平均病穗率间相关性

3 小结与讨论

小麦对赤霉病的抗性分为 5 种类型, 即抗侵染 (Type I), 反映小麦抵御病原菌初侵染的能力, 用自然发病或人工喷雾接种条件下病穗率表示; 抗扩展 (Type II), 反映小麦抵御病原菌菌丝沿着穗轴延伸的能力, 用人工单花滴注接种下小穗发病率表示; 籽粒抗感染 (Type III), 用感病籽粒的比例进行评估; 耐病性 (Type IV), 用发病程度一定的情况下小麦产量维持能力进行评价; 抗毒素积累 (Type V), 用小麦籽粒的毒素含量进行评估。该抗性又可分为毒素化学修饰 (Class I) 和阻止毒素合成 (Class II) 2 种类型^[12-13]。目前已经正式命名的抗赤霉病基因有 *Fhb1*~*Fhb7* 共 7 个, 其中 *Fhb1*、*Fhb2*、*Fhb4*、*Fhb5* 来源于普通小麦, *Fhb3*、*Fhb6*、*Fhb7* 来源于小麦远缘种质^[14]。从抗性类型来说, *Fhb1*、*Fhb2*、*Fhb3*、*Fhb6*、*Fhb7* 属于抗扩展类型, *Fhb4*、*Fhb5* 属于抗侵染类型。其中位于 3BS 染色体上的 *Fhb1* 基因是公认的用于赤霉病改良的优异基因, 贡献率达 20%~30%。目前分子标记辅助选择小麦抗赤霉病育种中得到了广

泛应用^[15-16]。小麦对赤霉病抗性是典型的数量遗传性状 (QTL), 受主效基因和微效基因共同控制, 以加性效应为主^[17-19], 其与表型性状的相关性因材料、方法及环境的不同而异。在育种中聚合多个抗性基因, 可以较快获得携有目标基因的育种材料, 在综合性状较好的前提下, 进行抗病基因的分子检测和聚合育种, 筛选含有 *Fhb1* 等优异抗性基因或 QTL, 才有望选出赤霉病抗性好的材料。

前人研究发现, 小麦的株高具有使其逃避病原菌侵染的机能^[8]。本试验结果表明, 植株较高材料病小穗率较低, 抗性相对较强, 株高与赤霉病病穗率呈负相关, 这与其他学者的结论基本一致^[6-11]。Gervais 等^[20]检测出 3 个赤霉病抗性主效 QTL 与植株高度 QTL 具有正效应, 这也与本试验结果基本一致。植株越矮, 穗部接受禾谷镰孢菌飞散的子囊孢子和分生孢子的数量就越多, 在同等条件下更易发病, 即抗病性越低。但对部分品种, 尽管株高较低, 但抗病性较强。如蓝天 48 号, 株高 72 cm, 病穗率仅 6.7%, 对部分品种来说, 株高与赤霉病抗性间并无直接联系, 这也与陆维忠等^[2]、Hilton 等^[21]认为株高与赤霉病抗性不存在直接联系, 矮秆品种也可能具备很强的抗性的结论相一致。房坤宝等^[22]研究发现, 早抽穗高产避病型品种可以减轻甚至避免大田赤霉病的危害, 是确保小麦稳产高产行之有效的途径之一。因此, 进一步开展早熟类型品种的鉴定和筛选, 将会对有效控制陇南徽成盆地小麦赤霉病的发生流行起到积极作用。

参考文献:

- [1] 金 艳, 刘付锁, 朱统泉, 等. 河南省小麦赤霉病的发生情况分析防治对策[J]. 河南科技学院学报, 2016, 44(6): 1-4.
- [2] 陆维忠, 程顺和, 王裕中. 小麦赤霉病研究[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] 袁小平, 李 力, 杨晓辉, 等. 30%丙硫菌唑悬浮剂对小麦赤霉病的田间防效[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 665-668.
- [4] 曹世勤, 杨晓辉, 袁小平, 等. 甘肃陇南徽成盆地小麦赤霉病发生与防控策略[J]. 甘肃农业科技, 2021(11): 73-78.
- [5] 陆成彬, 张伯桥, 范金平, 等. 2个重组自交系群体的小麦赤霉病抗性与表型性状相关性[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 99-101.
- [6] 陆成彬, 范金平, 印 娟, 等. 小麦主要农艺性状对赤霉病抗性的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1091-1092; 1095.
- [7] 姚金保, 葛永福, 周朝飞, 等. 小麦赤霉病抗性与若干农艺性状的相关性研究[J]. 江苏农业科学, 1995(6): 1-16.
- [8] 陈士强, 陈秀兰, 张 容, 等. 小麦赤霉病抗性与株高的相关性研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 144-147.
- [9] 刘 众, 郑 琪, 李 杰, 等. 陇东旱塬区小麦主要农艺性状与产量的相关分析[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 615-620.
- [10] MAO S L, WEI Y M, CAO W, et al. Confirmation of the relationship between plant height and *Fusarium* head blight resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.) by QTL meta-analysis[J]. Euphytica, 2010(174): 343-356.
- [11] 陈士强, 张 容, 王建华, 等. 小麦赤霉病抗性与株高及穗部性状的相关性研究[J]. 江西农业学报, 2020, 32(6): 23-29.
- [12] BUSHUNELL W R, PERLKINS-VEAZIE P, RUSSO V M, et al. Effects of deoxynivalenol on content of chloroplast pigments in barley leaf tissues[J]. Plant Pathology, 2010, 100(1): 33-41.
- [13] 徐雍皋, 内藤秀树. 小麦赤霉病菌的侵染过程[J]. 南京农业大学学报, 1989(3): 34-40.
- [14] 廖 森, 方正武, 胡文静, 等. 59份江苏小麦品种(系)的抗赤霉病评价与农艺性状分析[J]. 麦类作物学报, 2022, 42(3): 297-305.
- [15] 周森平, 姚金保, 张平平, 等. 黄淮麦区小麦抗赤霉病新种质的创制和筛选[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(3): 268-275.
- [16] 徐婷婷, 王永军, 狄佳春, 等. 小麦抗赤霉病鉴定及其抗病基因的检测[J]. 麦类作物学报, 2019, 39(1): 1301-1308.
- [17] SOMERS D J, FEDAK G, SAVARD M. Molecular mapping of novel genes controlling *Fusarium* head blight resistance and deoxynivalenol accumulation in spring wheat [J]. Genome, 2003, 46(4): 555-562.
- [18] SOMERS D J, FEDAK G, JOHN C, et al. Mapping of FHB resistance QTLs in tetraploid wheat[J]. Genome, 2006, 49(12): 1586-1593.
- [19] SU Z, JIN S, ZHANG D, et al. Development and validation of diagnostic markers for Fhb1 region, a major QTL for *Fusarium* head blight resistance in wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2018, 131(11): 2371-2380.
- [20] GERVAIS L, DEDRYVER F, MORLAIS J Y, et al. Mapping of quantitative trait loci for field resistance to *Fusarium* headblight in a European winter wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2003, 106(6): 961-970.
- [21] HILTON A J, JENKINSON P, HOLLINS T W, et al. Relationship between cultivar height and severity of *Fusarium* headblight in wheat[J]. Plant Pathology, 1999, 48(2): 202-208.
- [22] 房坤宝, 罗 明, 张永平, 等. 黄淮麦区小麦抗赤霉病种质创制和避病品种选育[J]. 麦类作物学报, 2023, 43(9): 1142-1148.