

# 小麦黑胚病的研究进展

张春利

(黑龙江省农科院育种所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 小麦黑胚病是一种世界范围内发生比较普遍的种子病害, 在我国华北、西北和东北等主要的小麦产区日趋严重, 已经引起育种者的广泛重视。本文综述了小麦黑胚病发生的原因, 详细介绍了小麦黑胚病的病原菌及其侵染机制、影响小麦黑胚病的环境因素、小麦黑胚病的遗传及分子标记辅助育种等方面的研究进展及前景。

**关键词:** 小麦; 黑胚病; 分子标记辅助育种

中图分类号: S 415.121.49      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2007)05-0091-03

## Advances of Wheat on Blackpoint Disease

ZHANG Chun-li

(Crop Breeding Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** The blackpoint disease of wheat is a worldwide natural disease. The breeders and biochemists have paid more attention to those problems. The reason of blackpoint disease of wheat and the wheat breeding for pre-harvest sprouting resistance were also introduced in this paper.

**Key words:** wheat; blackpoint disease; marker-assisted selection breeding

小麦黑胚病(black embryo disease of wheat)也称为小麦籽粒黑点病或褐胚病(Blackpoint disease of wheat), 是一种世界范围内发生比较普遍的种子病害<sup>[1]</sup>。其发病率和严重度取决于品种、地点、年份和农艺措施<sup>[2]</sup>。在许多国家, 黑胚是商品小麦降级的主要原因之一。黑胚引起商品小麦降级是由于黑胚对小麦籽粒外观和面粉质量的不利影响。小麦黑胚病的病原菌的适应能力强、寄主范围广且初侵染来源广泛, 导致其防治难度较大。自 20 世纪 70 年代以来, 我国北方冬麦区小麦种子黑胚病发生日趋严重, 许多栽培品种上都有不同程度的发生。近年来, 随着小麦品种植株的矮化、土壤肥力的提高、肥水投入的增加及成熟期的气候变暖, 华北、西北和东北等主要的小麦产区黑胚病日趋严重, 已经引起人们的广泛重视。

### 1 小麦黑胚病的危害

黑胚导致小麦胚末端褐变, 且这种褐变可延伸

到籽粒腹部表面, 从而影响籽粒外观及价值<sup>[3]</sup>。许多国家已经严格限定商用小麦黑胚等级, 如澳大利亚规定黑胚粒不能超过 5%<sup>[4]</sup>。黑胚还引起籽粒容重及出粉率降低, 并使面粉色泽变暗。Chaudhary 等<sup>[5]</sup>研究表明: 与正常种子相比黑胚种子的脂肪含量及磷、镁和硼等矿物质含量较高, 而钾、钙、锌和锰等矿物质含量较低。黑胚使面团稳定性降低<sup>[1]</sup>, 而使面粉吸水率提高, 黑胚对面团形成时间、延伸性和抗延阻力及烘烤品质无影响<sup>[6,7]</sup>。小麦黑胚病还对籽粒内限制型氨基酸产生影响, 病粒中除赖氨酸含量升高外, 苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸的含量没有变化或变化甚小。虽然病粒中赖氨酸、蛋白质含量增高, 但淀粉含量、氨基酸总和降低<sup>[8]</sup>。

到目前为止, 对黑胚病影响小麦产量的报道甚少。Mellado 等<sup>[7]</sup>认为由交链孢引起的黑胚对小麦产量及其构成因素没有影响。由于黑胚病原菌是在小麦籽粒发育过程中侵染的, 因此, 有关黑胚对小麦千粒重影响的研究报道较多, 且研究结果不尽一致。

收稿日期: 2007-06-28  
作者简介: 张春利(1970-), 男, 黑龙江省勃利县人, 在读博士, 副研究员, 从事小麦育种研究。E-mail: zclwheat@126.com。

有的认为黑胚籽粒千粒重低于正常籽粒,这类黑胚主要是由小麦根腐离蠕孢和镰孢霉引起的。较多的研究认为黑胚籽粒的千粒重高于正常籽粒<sup>[8]</sup>,其原因一是这类黑胚主要是由链格孢霉引起的,二是黑胚籽粒和正常籽粒在同株内不同穗、同穗内不同小穗和同一小穗内不同小花中的不同分布有关<sup>[9]</sup>。黑胚病影响小麦产量的主要原因是穗粒减少,黑点病导致千粒重降低,产量降低<sup>[10]</sup>。

## 2 小麦黑胚病的病原菌及籽粒症状

### 2.1 小麦黑胚病病原菌

小麦种子黑胚病经鉴定证明是一种真菌性病害。虽然多种真菌均能引起小麦黑胚,但主要是细链格孢、小麦根腐离蠕孢和镰孢霉,通常认为细链格孢是引起小麦黑胚病最常见的病原菌<sup>[11-13]</sup>。但张天宇等研究认为麦类根腐德氏霉是小麦籽粒黑点病的主要病原物,小麦籽粒黑点病实际上是麦类根腐病在种子上的一种症状表现<sup>[14]</sup>。

### 2.2 小麦黑胚病籽粒症状

国内外许多学者认为三种主要的病原菌侵染小麦籽粒可以引起的三种不同的症状<sup>[15,16]</sup>:(1)由链格孢侵染引起的症状通常是在小麦胚部或其周围出现深褐色的斑点,这种褐色的斑点或黑斑代表典型的“黑胚”症状。其籽粒一般饱满,大小和形状正常。(2)由麦类根腐德氏霉侵染引起的症状是籽粒带有浅褐色不连续斑痕,其中央为圆形或椭圆形的灰白色区域,这种症状为典型的眼睛状。这种眼睛状斑点大多位于籽粒中间或远离种子胚,而很少靠近另一端。在大多数情况下单个籽粒可见多个斑痕,通常这些斑痕连结在一起,占居较大的籽粒表面,严重者籽粒全部变成黑褐色。(3)由镰孢霉侵染引起的症状是籽粒灰白色或带浅粉红色凹陷斑痕。籽粒一般干瘪、重量轻、表面长有菌丝体。

## 3 小麦黑胚病病原菌的侵染机制

### 3.1 小麦黑胚病病原菌的侵染时期

黑胚病原菌何时侵染小麦,目前尚无一致意见。有学者推测在大田条件下,黑胚病原菌在开花期或籽粒发育的后期侵染小麦,因为这两个时期小花及内外稃张开,从而使内部更多的暴露给空气传播的病原菌, Southwell 等<sup>[17]</sup>发现品种感病性从开花到灌浆后期逐渐增加。国内部分学者认为病原多于小麦成熟期(开花后 25~30 d)侵染种子,小花上残留的花药为病菌提供营养,随着籽粒成熟黑胚率相应增加。一般认为,开花后籽粒形成期是黑胚病菌侵染期,面团期是侵染最佳时期。

### 3.2 小麦黑胚病的初侵染源

国内外多数学者认为小麦黑胚病病原菌 *A. alternaria* 及 *B. sorokiniana* 均可依附于病株残体,或在土壤中营腐生生活,或以分生孢子附着在种子表面,或以菌丝体潜伏于种子内部随种子传播。而郑是琳等<sup>[8]</sup>通过孢子捕捉等研究,认为大气中的链格孢霉是小麦种子黑胚病的主要初侵染源。

### 3.3 影响小麦黑胚病的环境因素

小麦黑胚病的发生受环境的影响较大,同一品种在不同地区及不同年份,其黑胚率表现不同。而在环境因素中,土壤湿度对黑胚发生的影响较大,降雨、灌溉和露水对黑胚的发生也有明显影响。

一般认为春播期间土温高于 15℃,易发生苗腐病;若生育后期遇高温多雨,将导致根腐病大发生。雨后收获的种子黑胚病较雨前收获的重。郭春强等认为小麦开花抽穗期的高温高湿有利于黑胚的形成,并且气温越高,湿度越大,黑胚率越高,这主要是因为低温延迟小麦成熟从而延长了病原菌侵染期,而高温则缩短了病原菌侵染期<sup>[12]</sup>。一些学者还研究发现土壤对小麦黑胚病的发生有较大影响,高水、肥地种子黑胚率高于旱地。在施一定的 P、K 条件下,拔节期追施 N 肥小麦黑胚率降低,且随总施 N 量的增加而降低<sup>[18]</sup>。

## 4 小麦黑胚病的遗传

籽粒黑胚是个遗传性状,不同品种表现不同。选育抗病品种是控制黑胚最有效的途径。到目前为止,有关黑胚的遗传研究很少。Tadesse 等<sup>[19]</sup>对由麦根腐德氏霉引起的硬粒小麦种子黑胚抗性的遗传研结果表明,由麦根腐德氏霉引起的黑胚的抗性是遗传的,在分离群体中对黑胚抗性进行选择是有效的,抗黑胚病是由隐性基因控制的。而 Conner, R. L. 报道<sup>[20]</sup>抗黑胚病品种软白春小麦 SWS15 的抗性是显性性状。Southwell 等<sup>[17]</sup>报道:硬粒小麦对由互格链格孢引起的黑胚的抗性可能由 1 或几个主基因控制,另外,微效或修饰基因可能与主基因存在互作。高庆荣等(1994)对杂种小麦黑胚杂种优势的研究结果显示,黑胚的表达主要是非加性基因互作。Conner 等<sup>[21]</sup>认为染色体 5A 似乎带有 1 个或几个抗黑胚病基因。麦根腐德氏霉既能引起黑胚又能引起根腐和叶片斑枯病。有研究认为根腐病抗性是位于染色体 5B 长臂的一个主效隐性基因 *Crr* 控制。

## 5 小麦黑胚病的标记辅助育种

### 5.1 小麦对黑胚病抗性的分子标记研究进展

A. Lehmensiek et al<sup>[22]</sup>以两套 DH 群体(每套包含不相关的抗性来源)为试材,对黑胚抗性进行了

QTL 分析。在来源于 Sunco× Tasman 的群体中, QTLs 被定位于 1D, 2B, 3D, 4A, 5A 和 7A 上, 每个 QTL 可解释表型变异的 4%~15%, QTLs 由双亲共同提供。在来源于 Cascades× AUS1408 的群体中, 来源于 Cascades 的 QTLs 被定位于 2A, 2D 和 7A 上, 每个 QTL 可解释表型变异的 12%~18%。

5.2 小麦对黑胚病抗性分子标记辅助选择的可行性

黑胚症状的表达很大程度上取决于小麦灌浆及成熟期间的环境条件, 其基因表达受环境影响大, 基因型与环境存在互作。尽管国内外大多数学者认为尚没有黑胚免疫品种, 但一些具有一定抗性的品种在育种上是可用的<sup>[23-26]</sup>。然而, 目前黑胚抗性的筛选费时且结果可变性大。由于上述困难, 黑胚还没有能够在小麦育种项目中早世代进行选择。由于缺乏可靠、经济、大量、快速的表型鉴定方法, 黑胚抗性分子标记的应用对于植物育种学家来说是一个十分有用的工具, 尤其是在当前表型筛选只能在灌浆期以后进行的情况下, 应用分子标记辅助育种手段, 利用准确性高且便于鉴定的标记进行辅助选择则有巨大的优越性。

然而, 由于黑胚抗性是较为复杂, 并且目前国际上对其标记研究较少, 现有标记来源单一且都是 QTL 标记, 单个 QTL 最高可解释表型变异的 12%~18%, 离育种上直接应用的要求相差很大, 使抗黑胚分子标记辅助选择具有很大难度。育种上可用标记的开发及验证是当前该项工作的瓶颈环节。

参考文献:

[1] Kashem M A, Sultana N. Biochemical changes in wheat seed due to the effect of black point at different levels of manuring [J]. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 1999, 42(2): 89-92.

[2] Lorenz K. Effects of black point on grain composition and baking quality of New Zealand wheat [J]. New Zealand J. Agric. Res., 1986, 29(3): 711-718.

[3] Conner R L. The effect of nitrogen fertilizer and irrigation of black point incidence in soft white spring wheat [J]. Plant and Soil 1992, 140(1): 41-47.

[4] Rees R G, Martin D J, Law D P. Black point in bread wheat: effects on quality and germination, and fungal associations [J]. Aust. J. Exp. Anim. Husb. 1984, 24(2): 601-605.

[5] Chaudhary R C. Control of black point disease of wheat [J]. Journal of Research, Punjab Agricultural University, 1984, 21(3): 460-462.

[6] Conner R L. Influence of irrigation and precipitation on incidence of black point in soft white spring wheat [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1989, 11(4): 388-392.

[7] Mellado Z M. Effect of fungicides on the black point problem in spring wheat sown on irrigated soils in the south central area

of Chile [J]. Agriculture Tecnica Santiago, 1990, 50(1): 71-75.

[8] 郑是琳, 孙兰珍, 高庆荣. 小麦种子黑胚病发病规律研究 [J]. 山东农业大学学报, 1989(2): 8-15.

[9] 孙兰珍, 郑是琳, 高庆荣, 等. 小麦种子黑胚对发芽的影响及病原菌鉴定的研究 [J]. 作物学报, 1989, 15(4): 362-368.

[10] 刘红彦, 张忠山, 何文兰. 小麦黑点病的病原菌及其致病力研究 [J]. 植物保护学报, 1998, 25(3): 223-226.

[11] Lngiasco L. Forecasting black point of wheat using meteorological and fungal isolation data [J]. SP Report, 1993(7): 203-209.

[12] Fernandea M R. Black point and smudge in irrigated durum wheat in southern Saskatchewan in 1990-1992 [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1994, 16(3): 221-227.

[13] Wilson J. Analysis of Black Point in Wheat [J]. Technical Bulletin Western Australian Department of Agriculture, 1993, 88(1): 60-60.

[14] 张天宇. 中国真菌志(链格孢属) [M]. 16 卷. 北京: 科学出版社, 2003.

[15] Agarwal P C. Alternaria alternate; real cause of black point and differentiating symptoms of two other pathogens associated with wheat seeds [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1993, 63(7): 451-453.

[16] 田世民, 朱之堉. 小麦黑胚病研究初报 [J]. 河北农业大学学报, 1990, 13(3): 121-122.

[17] Southwell R J. Effect of inoculum density, stage of plant growth and dew period on the incidence of black point caused by alternaria alternat in durum wheat [J]. Annals of Applied Biology, 1980, 95(1): 29-35.

[18] 田世民, 朱之堉, 刘宝柱. 氮、磷肥和灌水对小麦黑胚病发生的影响 [J]. 河北农业大学学报, 1997, 20(2): 33-35.

[19] Tadesse D. Studies of black point disease on durum wheat in Ethiopia Seventh Regional Wheat Workshop; For Eastern, Central and Southern Africa, Mexico DF (Mexico) [M]. Mexico: CIMMYT, 1991, 231-238.

[20] Conner R L. Genetic variation and screening techniques for resistance to black point in soft white spring wheat [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1985, 7(4): 402-407.

[21] Conner R L. A comparison techniques for screening soft white spring wheat for black point resistance [J]. Phytopathology, 1985, 75(11): 1376.

[22] Lehmensiek A, Campbell A W, Williamson P M, et al. QTLs for black point resistance in wheat and the identification of potential markers for use in breeding programmes [J]. Plant Breeding, 2004, 123(5): 410-416.

[23] Dey TK. Black point of wheat: occurrence, effect of fungicidal seed treatment on germination and quality characters [J]. Bangladesh Journal of Botany, 1992, 21(1): 27-32.

[24] 成玉梅, 康业斌, 孙鲜明. 小麦黑胚籽粒营养品质的测定 [J]. 河南科技大学学报(农学版), 2003, 23(1): 5-7.

[25] Chaudhary R C. Effect of black point on germination and quality characters of WL-711 [J]. Indian Phytopathology, 1984, 37(2): 351-353.

[26] 康业斌, 张有聚, 李会娟, 等. 我国小麦黑胚病研究现状 [J]. 麦类作物, 1999, 19(2): 58-60.