

# 我国玉米种子或籽粒携带病原菌研究概况

杨克泽<sup>1</sup> 马金慧<sup>1</sup> 何树文<sup>2</sup> 吴之涛<sup>1</sup> 任宝仓<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 甘肃省农业工程技术研究院, 武威 733000; <sup>2</sup> 甘肃省张掖市植保站, 张掖 734000)

**摘要:**对玉米种子或籽粒携带病原真菌和病原细菌的主要类群以及引起的主要种传病害等方面的研究进行了分析和综述,对玉米种传真菌性和细菌性病害提出综合防治对策,并对当前研究中存在的问题给予总结探讨,最后提出了尚未明确和亟需研究的问题,以期为生产健康玉米种子、种子安全储藏以及预防种传病害提供必要的参考。

**关键词:**玉米种子;病原真菌;病原细菌;研究概况;防治

玉米(*Zea mays* L.)是我国重要的粮食作物、饲料来源和轻工业加工原料,是全世界总产量最高的粮食作物<sup>[1]</sup>。随着农业水平的不断提高、耕作制度的变化、频繁的进出口贸易活动以及玉米新品种的繁育和引进,使得我国玉米种传病害呈现出逐渐严重的发展趋势,同时与各类玉米品种同步进化的种传病原菌也发生很大的变化,给我国和全世界玉米生产及其粮食生产造成严重的威胁。

玉米种子携带病原真菌的种类和数量最多,病原真菌不但造成减产而且影响安全贮藏,种子发热霉变产生毒素会引起人畜中毒,对人畜的健康造成严重影响<sup>[2]</sup>。近年来,田间出现了多种细菌病害的症状并且传播快、危害重,发生最严重的是玉米细菌性茎腐病。种子带菌作为影响种子健康的一个重要因素引起了国内外人士的高度重视。国内外针对玉

米籽粒或种子携带病原菌的研究也取得了一些进展。笔者通过阅读大量文献资料,对我国及其进口玉米种子携带病原真菌和细菌的主要类群和引起的主要病害等方面的研究进行了梳理,对玉米种传病害提出防治建议,并对当前研究中存在的问题进行总结探讨,最后提出了尚未明确和亟须研究的问题,以为生产健康玉米种子、种子安全储藏以及预防玉米种传病害提供理论依据。

## 1 玉米种子带菌引起的主要病害

在我国,玉米种子带菌可引起多种病害,其中种子携带真菌引起的病害种类多为害重,主要有穗腐病(*Fusarium graminearum*、*F. moniliforme*、*Penicillium oxalicum*、*Diplodia*、*Helminthosporium*、*Rhizoctonia*)、大斑病(*Exserohilum turcicum*)、小斑病(*Bipolaris maydis*)、茎基腐病(*F. graminearum*、*F. moniliforme*、*Pythium gramincola* Subra、*F. fujikuroi*、*Phytophthora taihokuensis*、*Diplodia*zeae)、丝黑穗病(*Sporisorium*)、瘤黑粉病(*Ustilago maydis*)、圆斑病(*Bipolaris zeicola*)、黑束病(*Acremonium strictum*)、顶腐病(*F. subglutinans*)、

**基金项目:**甘肃省科技厅科技支撑计划项目(1604NKCA063);甘肃省  
省青年科技基金计划项目(17JR5RA016)

**通信作者:**任宝仓

~~~~~

- [2] 杨祁峰,柴宗文,李福,等. 甘肃省优质专用小麦产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技,2008(7): 45-47
- [3] 杨文雄. 中国西北春小麦[M]. 北京:中国农业出版社,2016
- [4] 石培基,祝璇. 甘肃省人口预测与可持续发展研究[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(9): 1-5
- [5] 国家小麦产业技术体系. 中国现代农业产业可持续发展战略研究(小麦分册)[M]. 北京:中国农业出版社,2016
- [6] 韩一军. 中国小麦产业发展与政策选择[M]. 北京:中国农业出版社,2012
- [7] 杨长刚,柴守玺,常磊,等. 不同覆膜方式对旱作冬小麦耗水特性及籽粒产量的影响[J]. 中国农业科学,2015,48(4): 661-671
- [8] 农业部小麦专家指导组. 中国小麦品质区划与高产优质栽培[M]. 北京:中国农业出版社,2012
- [9] 甘肃农业科学院. 甘肃省小麦种植区划[M]. 兰州:甘肃省农业厅,甘肃省农业科学院,1988
- [10] 尉元明,王静,乔艳君. 化肥、农药和地膜对甘肃省农业生态环境的影响[J]. 中国沙漠,2005,25(6): 957-963
- (收稿日期: 2017-08-31)

(收稿日期: 2017-08-31)

霜霉病(*Peronosclerospora sorghi*)和菲律宾霜霉病(*P. philippinensis*)等;种子携带细菌引起的主要病害有玉米细菌干茎腐病(*Pantoea agglomerans*)和细菌性茎腐病(*Erwinia chrysanthemi*)等。

## 2 玉米种带真菌主要类群

**2.1 镰孢菌类** 诸多研究表明,玉米种子和籽粒内外携带有镰孢菌<sup>[3-11]</sup>,而多数属于优势菌群<sup>[3,5,7-11]</sup>,镰孢菌是引起玉米穗腐病的主要致病菌,分布广,为害严重,主要包括串珠镰孢菌(*F. moniliforme*)、半裸镰孢菌(*F. semitectum*)、禾谷镰孢菌(*F. graminearum* Schwabe)、拟轮生镰孢(*F. verticillioides*)、层出镰孢(*F. proliferatum*)、胶孢镰孢(*F. subglutinans*)、藤仓镰孢(*F. fujikuroi*)、木贼镰孢(*F. equiseti*)、尖孢镰孢(*F. oxysporum*)和*F. temperatum*等。

马奇祥等<sup>[12]</sup>从10个玉米品种500粒种子洗涤检查结果中发现,寄藏于种子的真菌中镰孢菌属真菌孢子数量较大;龙书生等<sup>[3]</sup>对陕西关中西部玉米穗腐病种子进行检测时发现,串珠镰孢菌和禾谷镰孢菌分离频率最高,分别占37.9%和22.1%;赵光武<sup>[5]</sup>在甜玉米种子内外分离到的优势菌都是镰孢菌,并表明内部镰孢菌分离频率与田间出苗率显著呈负相关;卢维宏等<sup>[13]</sup>对河南省南阳市玉米穗腐病样品进行分离鉴定,发现层出镰孢为优势种群,占分离镰孢菌的66.7%。任金平等<sup>[14]</sup>对采集于吉林省的玉米样品进行分离,共得到13个属19个种,其中拟轮生镰孢的分离频率为53.35%,为主要病原菌,拟轮生镰孢胶孢变种占第2位(15.36%),其次是禾谷镰孢菌(12.61%);高晓梅等<sup>[6]</sup>采集了辽宁省广泛栽培的38个品种的玉米种子,分别对种子表面粘附的真菌及内部寄藏真菌进行检验,镰孢菌占23%,分别是胶孢镰孢菌、禾谷镰孢菌、串珠镰孢菌及其他3个变种。

曲晓丽等<sup>[15]</sup>对我国辽宁、河北、河南、四川和广西5省区收集的88份玉米籽粒携带的真菌种类进行检测,共分离鉴定出12个属的真菌,不同地区玉米籽粒携带真菌的种类、分离频率有很大差异,镰孢菌是优势菌群。任旭<sup>[16]</sup>在全国14省63县102份玉米穗腐病样品中分离得到11属真菌,其中镰孢菌占优势;朱维芳<sup>[11]</sup>对包括甘肃省在内的5个地区的玉米籽粒样品进行检测发现镰孢属真菌为优势种群,其分离频率

为32.4%,河南省镰孢菌的分离频率最高,达到54.2%,其次是来自内蒙古的样品,分离频率为40.7%,来自甘肃省、山东省和河北省样品中镰孢菌的分离频率分别为31.8%、31.1%和24.3%,来自宁夏的样品中镰孢菌的分离频率最低,为17.3%。分离得到的这些镰孢菌主要有拟轮生镰孢、层出镰孢、禾谷镰孢复合种(*F. graminearum* species complex)、藤仓镰孢、木贼镰孢、尖孢镰孢和*F. temperatum*。郭聪聪等<sup>[17]</sup>通过培养法和非培养法在采自甘肃省5个地区的225份玉米籽粒样品上分离获得了516株镰孢菌,经鉴定分别属于拟轮生镰孢菌、层出镰孢菌、禾谷镰孢复合种、亚粘团镰孢菌(*F. subglutinans*)、藤仓镰孢菌、木贼镰孢菌、尖孢镰孢菌和*F. temperatum*,其中拟轮生镰孢菌分离频率最高,属甘肃省的优势病原菌。

罗晓杨等<sup>[8]</sup>对北京地区玉米种子上主要携带真菌情况研究表明,镰孢菌出现频率最高,平均为32.9%,在镰孢菌中,共鉴别出6个种,分别是轮枝镰孢菌、禾谷镰孢菌、尖孢镰孢菌、黄色镰孢菌(*F. culmorum*)、茄病镰孢菌(*F. solani*)、拟枝孢镰孢菌,其中轮枝镰孢菌占38.5%,其次为尖孢镰孢菌占15.5%;郭成等<sup>[18]</sup>在甘肃四大生态区穗腐病种子上分离到271株镰孢菌菌株,主要以轮枝镰孢菌和黄色镰孢菌出现频率高,属优势种。谢敏<sup>[19]</sup>从四川省12个地区的玉米穗腐病种子或籽粒上分离出9个属的病原真菌,其中串珠镰孢菌的分离频率最高,达到51.5%,为四川省玉米穗腐病的主要致病菌;张婷<sup>[20]</sup>在东北3省,采用滤纸保湿培养法和分离培养鉴定法,进行玉米穗腐病种子镰孢菌属真菌的分离与鉴定,共分离到9种镰孢菌,包括半裸镰孢菌、尖孢镰孢菌、拟轮枝镰孢菌、胶孢镰孢菌、锐顶镰孢菌(*F. acuminatum* Ellis)、茄病镰孢菌(*F. solani* (Martius) Appel)、木贼镰孢菌、禾谷镰孢菌、克鲁克威尔镰孢菌(*F. crookwellense* Burgess)等,其中禾谷镰孢菌的分离频率最高,为优势种。

**2.2 其他类** 除镰孢菌外,我国诸多学者在玉米种子或籽粒内外还分离到了其他真菌,在有些地区青霉菌和木霉菌(*Trichoderma*)也是玉米种子上的优势菌<sup>[4,10]</sup>。不同地域、不同季节、不同年份玉

米种子或籽粒内外真菌群落结构差异较大。龙书生等<sup>[3]</sup>对陕西关中西部玉米穗粒腐病种子进行检测发现,种子还带有粉红聚端霉(*Thichothecium rosum*)、玉米黑束病菌(*A. strium*)、非洲串棒霉(*Gonatoborys africanus*)等;陈晓琳等<sup>[10]</sup>从玉米种子中还分离到青霉属、曲霉属(*Aspergillus*)、头孢霉属(*Cephalosporium*)、木霉属、串珠霉属(*Monilia*)、侧孢霉属(*Sporotrichum*)、棒孢霉属(*Corynespora*)、卵形孢霉属(*Oospora*)、壳色多隔孢属(*Hendersoniia*)、痂圆孢属(*Sphaceloma*)、根霉属(*Rhizopus*)、茎点菌属(*Phloma*)、交链孢属,出现频率最高的是木霉属,为34.78%。

李建强等<sup>[4]</sup>在云南省玉米种子上还检测到了根霉菌、瓶梗青霉菌(*Paecilomyces*),种子内部分离到了长蠕孢菌(*Helminthosporium*)、黑孢霉菌(*Nigrospora*)、交链孢菌和茎点霉菌等;高晓梅等<sup>[6]</sup>对辽宁省玉米种子内外检验分离时还分离到雅致放射毛霉(*Actinomucor elegans*)、土黄冻土毛霉(*Mucor hiemalis*)和米根霉(*Rhizopus oryzae*)、金黄色毛壳(*Chaetromium aureum*)、球毛壳(*C. globosum*)、绳生毛壳(*C. funiculum*)、螺毛壳(*C. spirile*)和大孢粪壳菌(*Sordaria humana*)、直立枝顶孢、链格孢、帚状曲霉(*Aspergillus penicillioides*)、黑曲霉(*A. niger*)、玉蜀黍平脐蠕孢、枝状枝孢(*Cladosporium cladosporioides*)、黑色附球菌(*Epicoccum nigrum* Link)、非洲串棒霉、稻黑孢(*Nigrospora oryzae*)、扩展青霉(*P. expansum*)、常见青霉(*P. frequentans*)、哈茨木霉(*T. harzianum*),其中金黄色毛壳霉为中国新记录种,共15属20种真菌。

曲晓丽等<sup>[15]</sup>对玉米籽粒携带真菌种群多样性进行检测分析表明除镰孢菌外分离频率较高的还有青霉菌、曲霉菌、黑孢菌、木霉菌等。朱振东等<sup>[9]</sup>在玉米上还检测到根霉、木霉、曲霉,这些都是引起玉米穗腐病的病原菌。徐秀兰等<sup>[7]</sup>首次报道了甜玉米种子内部除寄藏平脐蠕孢属真菌外,还寄藏有青霉属、曲霉属、链格孢属、黑孢属、根霉属、木霉属和毛霉属等。罗晓杨等<sup>[8]</sup>在北京地区玉米种子上还检测到德氏霉属(*Drechslera*)、曲霉属、链格孢属、黑孢霉属、青霉属、聚端孢属、丛梗霉属(*Monilia*)、毛壳孢属、根霉属、茎点霉属、毛霉属、木霉属以及腐霉属。朱维芳<sup>[11]</sup>在甘肃、宁夏、山东、河南、河北

和内蒙古地区的玉米籽粒样品上共分离出529株病原菌菌株,除镰孢属外还分离到了青霉属、曲霉属、粉红单端孢及点枝顶孢霉等,分离频率分别为3.0%、0.067%、0.067%和0.067%。周肇蕙等<sup>[12]</sup>在甘肃省种植引进的南斯拉夫玉米自交系母本773上分离到了直枝顶孢霉菌,带菌率为1.25%~13%。

### 3 玉米种带细菌主要类群

细菌通常附着在种子的表面,而引起系统感染的病原细菌在种子组织里,而且存活时间非常久。普遍认为,植物病原细菌都有可能由种子传带。玉米细菌性枯萎病菌(*Erwinia stewartii*)种子内外都可以携带传播,该病害是我国重点检疫对象;软腐欧文氏菌玉米转化性(*Erwinia carotovora* f.sp.zeae Sabet)和玉米假单胞杆菌(*Pseudomonas zeae* Hsia et Fang)都能够在玉米种子上越冬,成为第2年玉米发病的初侵染源,两种菌都能单独引起玉米细菌性茎腐病。曹慧英等<sup>[22]</sup>2011年在玉米种子内部检测到玉米细菌干茎腐病的致病菌成团泛菌(*Pantoea agglomerans*)。

### 4 防治对策及建议

**4.1 加强检疫** 通过产地检疫,田间零星病株及发病中心要及时拔除并烧毁,及时清理植株病残体及其他寄主植物,凡未经产地检疫合格的种子不得在生产上推广使用;加强调运检疫,发现带病种子及时销毁除害,不得调运;对进口玉米种子要进行严格的检疫,尤其是一些国内外检疫性病害。

**4.2 农业防治** 首先,考虑选用抗病品种;其次要轮作倒茬,减少幼苗侵染型病菌的侵染机会,增强抵抗能力而达到预防的目的;三是要科学合理施肥,增施有机肥,避免偏施氮肥和早播,合理密植,及时清除杂草和中耕。

**4.3 生物防治** 目前的研究表明,可利用一些生防细菌、生防真菌以及植物提取液等来防治种传真菌病害。赵淑莉<sup>[23]</sup>从放线菌中筛选出的壮观链霉菌(*Streptomyces spectabilis*)菌株,张桂珍<sup>[24]</sup>从银杏内生菌中筛选到球毛壳菌菌株,都对玉米大斑病菌具有很好的抑制作用。

**4.4 化学防治** 播种前用32.5%苯甲·嘧菌酯、30%丁硫克百威乳油和0.136%碧护可湿性粉剂进行包衣;苗期喷施0.136%碧护可湿性粉剂5500倍



液+途保康750倍液+爱沃富750倍液+安融乐5000倍液+四霉素1000倍液;喇叭口期喷施安融乐5000倍液+途保康750倍液+0.136%碧护可湿性粉剂5500倍液,提高作物抗性,减轻病虫害发生。抽雄结束后综合防治:喷施32.5%苯甲·嘧菌酯2000倍液+240g/L噻呋酰胺1500倍液+0.136%碧护可湿性粉剂5500倍液+安融乐5000倍液+爱沃富750倍液+四霉素1000倍液,主要防治玉米锈病、瘤黑粉病、顶腐病、穗腐病及玉米细菌性病害。

**4.5 加强宣传** 种传病害在田间多与土传等其他病害混合感染,为控制种传病害的发生蔓延,要加强技术宣传培训,让广大种植户充分认识玉米种传、土传病害发生为害的特点,能够充分认识到农业防治、生物防治和药剂包衣的重要性,掌握关键防治技术,能够把“预防为主,综合防治”的总方针运用到实践中去。

## 5 小结与展望

玉米种子或籽粒携带病原真菌和细菌为病害的传播蔓延提供了便利,国内学者从玉米种子内外分离鉴定出了许多真菌类群,但已报道的真菌类群多数只鉴定到属,只有少数鉴定到了种,还有一些菌株无法鉴定。玉米细菌性病害具有发展快、防治难、生产损失严重等特征。近年来,国内玉米种植区之间种子调运频繁,加之从国外引种日益增多,田间不断出现症状多样的细菌性叶斑病,主要原因就是种子带菌和秸秆还田。因此,我国制种玉米生产已面临细菌性病害的严重威胁。而国内关于玉米细菌性病害的研究和关注较少,对玉米种子携带细菌的检测研究更少。明确玉米种子或籽粒携带病原、菌的种类和数量,对防治玉米种传病害具有重要的指导意义。目前,就我国而言,在玉米种子携带病原菌方面的研究报道还比较少,研究还不够深入,多数采用的是传统的培养检测法,只是对菌群进行检测鉴定,缺乏对种子活力影响及作用机理方面的研究,在今后的研究中需要加强。

## 参考文献

[1] 李锦龙,贺建华,柳晓玲,等.兰州市旱作玉米主要病虫害防治技术

- [J]. 甘肃农业科技,2015(1): 88
- [2] 李慧芳,王军,张宝善.毒素对食品的污染及防治措施[J]. 食品安全与研发,2004,25(3): 26-30
- [3] 龙书生,马秉元,李亚玲,等.陕西关中西部玉米穗粒腐病寄藏真菌种群研究[J]. 西北农业学报,1995,4(3): 63-66
- [4] 李建强,刘西莉,朱春雨,等.云南省玉米种子带菌检测及种衣剂处理的生物学效应[J]. 云南农业大学学报,2001,16(1): 5-9
- [5] 赵光武.甜玉米种子健康及活力研究[D]. 北京:中国农业大学,2004: 13-15
- [6] 高晓梅,吕国忠,孙晓东,等.对辽宁省玉米种子携带的真菌研究[J]. 玉米科学,2002(2): 45
- [7] 徐秀兰,吴学宏.甜玉米种子携带真菌与种子活力关系分析[J]. 中国农业科学,2006,39(8): 1565-1570
- [8] 罗晓杨,郭庆元,武小菲,等.玉米生产品种种子带菌和镰孢菌毒素的检测[J]. 作物杂志,2009(3): 75-76
- [9] 朱振东,霍纳新,王晓鸣.几种粮食作物种质资源的健康评价[J]. 中国农业大学学报,1998,3(S): 1-5
- [10] 陈晓琳,韩国民,杨扬,等.玉米内生真菌的分离与鉴定[J]. 安徽农业大学学报,2015,42(6): 892-897
- [11] 朱维芳.玉米籽粒中镰孢菌的分离及相互作用对产毒的影响[D]. 保定:河北农业大学,2014
- [12] 马奇样,张进云,王胜亮,等.玉米种子寄藏真菌的研究[J]. 河南农学院学报,1983(2): 1-8
- [13] 卢维宏,黄思良,陶爱丽,等.玉米穗腐病样品中层出镰刀菌的分离与鉴定[J]. 植物保护学报,2011,38(3): 234
- [14] 任金平,吴新兰,孙秀华.吉林省玉米镰刀菌穗腐病和茎腐病原菌传染循环研究[J]. 玉米科学,1995,3(S): 25-28
- [15] 曲晓丽,徐秀德,董怀玉,等.玉米籽粒携带真菌种群多样性分析[J]. 玉米科学,2009,17(6): 115-117
- [16] 任旭.我国玉米穗腐病主要致病镰孢菌多样性研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011
- [17] 郭聪聪,朱维芳,付萌,等.甘肃省玉米籽粒中镰孢菌分离频率及伏马毒素含量监测[J]. 植物保护学报,2015,42(6): 942-948
- [18] 郭成,魏宏玉,郭满库,等.甘肃玉米穗腐病样品中轮枝镰孢菌的分离鉴定及生物学特性[J]. 植物病理学报,2014,44(1): 17-25
- [19] 谢敏.四川玉米穗腐病病原菌影响因子及四川主栽品种对串珠镰刀菌的抗病性研究[D]. 成都:四川农业大学,2011
- [20] 张婷.玉米穗腐病和小麦赤霉相关镰孢菌的分类研究[D]. 大连:辽宁师范学院,2012
- [21] 周肇蕙,韩闰,毅严进.玉米黑束病的初步研究[J]. 植物病理学报,1987,17(2): 84-86
- [22] 曹慧英,李洪杰,朱振东,等.玉米细菌干茎腐病菌成团泛菌的种子传播[J]. 植物保护学报,2011,38(2): 31-34
- [23] 赵淑莉.玉米大斑病生防放线菌的筛选鉴定及液体发酵的研究[D]. 长春:吉林大学,2012
- [24] 张桂珍.玉米大斑病菌生理小种鉴定及球毛壳菌对其生防作用研究[D]. 长春:吉林大学,2012

(收稿日期:2017-08-03)