

十年来吉林省玉米审定品种主要病虫害分析

王振南¹, 路明², 苏义臣², 苏桂华², 王绍平², 岳尧海^{2*}

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院/玉米国家工程实验室(长春)/国家玉米工程技术研究中心(吉林)/农业农村部东北中部玉米生物学与遗传育种重点实验室, 长春 130033)

摘要:病虫害是影响玉米生产的主要生物逆境, 选育抗性玉米品种是防治病虫害最经济有效的方法。本研究对2012-2021年十年间吉林省审定的普通玉米品种的抗性进行分析, 研究结果表明, 从不同病虫害表现分析, 玉米品种抗病虫能力高低顺序为: 抗茎腐病、抗玉米螟、抗穗腐病、抗灰斑病、抗丝黑穗病、抗弯孢菌叶斑病、抗大斑病; 从不同熟期品种的表现来看, 极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟品种抗性级别达中抗以上的品种比例分别为62.1%、57.4%、49.3%、7.8%、5.4%和0.5%, 极早熟、早熟和中早熟品种的总抗性水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种; 从年度变化趋势分析, 玉米品种整体抗性水平呈下降趋势, 应引起广大育种者的重视。本研究明确了吉林省玉米品种十年来的主要病虫害的抗性水平, 为今后品种选育、品种审定和品种推广提供参考依据, 从而支撑我国玉米种业健康发展。

关键词: 2012-2021年; 玉米; 品种; 抗性; 选育; 病虫害

中图分类号: S513.037

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)05-0019-06

Analysis on Main Diseases and Pests of Normal Maize Varieties Approved in Jilin Province in the Past 10 Years

WANG Zhennan¹, LU Ming², SU Yichen², SU Guihua², WANG Shaoping², YUE Yaohai^{2*}

(1. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Maize Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences/National Engineering Laboratory for Maize(Changchun)/National Engineering Research Center for Maize(Jilin)/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Maize in Northeast Region, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Changchun 130033, China)

Abstract: Diseases have been major biological adversity affecting maize production. Breeding disease resistant varieties is the most economical, and effective for maize disease prevention. This study analyzed the disease resistance traits of ordinary maize varieties in Jilin Province from 2012 to 2021, including northern maize leaf blight, head smut, stalk rot, maize borer, Curvularia leaf spot, gray leaf spot and ear rot. The results showed that stalk rot, maize borer, ear rot, gray leaf spot, head smut, Curvularia leaf spot, and northern maize leaf blight were ranked from high to low in terms of resistance(R) with medium resistance(MR) or above. The varieties with extremely early maturity, early maturity and early-medium maturity, medium maturity, late-medium maturity and late maturity groups with MR or above accounted for 62.1%, 57.4%, 49.3%, 7.8%, 5.4% and 0.5% of the total. The disease-resistant level of maize varieties was relatively high in Extremely early maturity, Early maturity and Early-medium maturity groups. But the total disease resistance level of maize main diseases and pests was very poor. The general change tendency of disease resistance of maize varieties showed downward trend. The majority of breeders should attach great importance to the change tendency. This study clarified the main disease resistance level of maize test varieties in recent year in Jilin Province, and provides a reference for future variety breeding, validation, and promotion to help China's maize seed industry become greener.

Key words: 2012-2021; Maize; Variety; Disease resistance of maize varieties approved; Breeding; Main diseases and pests

收稿日期: 2024-01-05

基金项目: 吉林省教育厅科学技术项目(JJKH20210346KJ)

作者简介: 王振南(1982-), 男, 助理实验师, 硕士, 主要从事常规玉米育种研究。

通信作者: 岳尧海, 男, 研究员, E-mail: yueyaohai@163.com

玉米病虫害是影响产量和品质的重要因素。随着科技的进步和玉米新品种推广面积的扩大,病虫害也呈加重趋势^[1]。我国玉米病虫害常年发生面积约4 667万hm²,防治面积约4 000万hm²,潜在产量损失大于1 000万t^[2],2008–2019年东北地区玉米病虫草害年均发生面积2 213.39万hm²^[3]。

吉林省是我国主要的玉米产区,病虫害是影响吉林省玉米高产稳产的重要因素。玉米大斑病、丝黑穗病、茎腐病、玉米螟和弯孢菌叶斑病等病虫害每年都会造成巨大的经济损失。2012年仅大斑病对吉林省玉米田的危害面积达77.5万hm²^[4]。前人在玉米品种和病虫害方面作了相关研究。栾奕等^[5]通过对“十三五”期间国家东华北春玉米区域试验参试品种的病害鉴定数据分析,明确了近年来我国东华北春玉米试验品种的主要病害抗性水平,指出高产抗病绿色玉米品种选育难度较大,建议设立抗病绿色玉米品种试验组别,强化抗病绿色玉米品种审定标识。近年来针对吉林省玉米审定品种及抗性等相关方面也开展了很多研究。苏前富等^[6]对吉林省审定玉米品种病害进行了研究,分析了品种的抗性表现和抗性水平变化,明确了玉米抗性育种的目标。岳尧海等^[7]从审定品种品质方面分析,认为吉林省缺乏高油、优质玉米蛋白等专用型玉米品种,并指出提高玉米育种水平应从多方面着手。路明等^[8]对吉林省审定品种进行相关研究认为,缺少优良的中晚熟和晚熟品种是吉林省玉米育种的薄弱环节。杨波等^[9]将移动网络和SVM技术相结合,应用于玉米病害诊断可以使病害信息识别的工作量量化和自动化,从而提高玉米病害诊断的效率和准确度。

抗病育种是防治玉米病害的主要手段^[10],随着玉米育种进程的深入,如何进一步提高玉米杂交种抗病能力,有必要对目前新选育品种的抗病水平进行深入了解和客观分析。本文利用2012–2021年吉林省农业农村厅品种审定公告资料,对吉林省审定玉米品种主要病虫害进行分析和总结,指出玉米病虫害的变化趋势和未来育种目标,以期今后品种选育、品种审定与品种推广提供参考。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

本研究对2012–2021年十年间吉林省玉米品种区域试验审定品种的病虫害鉴定数据进行分析,资料来源于吉林省农业农村厅玉米品种审定公告,玉米品种包括极早熟、早熟、中早熟、中熟、

中晚熟和晚熟6个熟期,其中2012–2016年鉴定的主要病虫害有大斑病、丝黑穗病、茎腐病、玉米螟、弯孢菌叶斑病,2017–2021年鉴定的主要病虫害为大斑病、丝黑穗病、茎腐病、灰斑病、穗腐病。

1.2 玉米病虫害调查

病虫害鉴定由吉林省农业科学院植物保护研究所、吉林农业大学农学院、延边州农科院作物所完成。采用人工接种的鉴定方法,具体参照玉米抗病虫害性鉴定技术规范第1部分:玉米抗大斑病鉴定技术规范(NY/T 1248.1–2006)、玉米抗病虫害性鉴定技术规范第3部分:玉米抗丝黑穗病鉴定技术规范(NY/T 1248.3–2006)、玉米抗病虫害性鉴定技术规范第7部分:镰孢茎腐病(NY/T 1248.7–2016)、玉米抗病虫害性鉴定技术规范第5部分:玉米抗玉米螟鉴定技术规范(NY T 1248.5–2006)、玉米抗病虫害性鉴定技术规范第10部分:弯孢叶斑病(NY/T 1248.10–2016)、玉米抗病虫害性鉴定技术规范第11部分:灰斑病(NY/T 1248.11–2016)和玉米抗病虫害性鉴定技术规范第8部分:镰孢穗腐病(NY/T 1248.8–2016)。

1.3 统计分析

采用Excel 2010进行数据统计和分析。

2 结果与分析

2.1 品种抗性总体分析

吉林省主要玉米病虫害有7种:大斑病、丝黑穗病、茎腐病、玉米螟、弯孢菌叶斑病、灰斑病和穗腐病,玉米按熟期分为极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟、晚熟品种,各个熟期审定玉米品种分别为29个、61个、140个、154个、278个、67个,其中以中晚熟品种数量最多。由表1可知,从抗性级别分析,极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟品种中抗以上品种分别占62.1%、57.4%、49.3%、7.8%、5.4%和0.5%,且中熟、中晚熟和晚熟品种感1种以上病虫害和感2种以上病虫害的比率(感病品种数量占品种总数的百分比)较高,极早熟、早熟和中早熟品种的整体抗性水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种。

由图1可知,玉米品种中抗以上品种比率(中抗以上品种的数量占品种总数的百分比)为:抗茎腐病98.8%、抗玉米螟78.7%、抗穗腐病72.8%、抗灰斑病59.4%、抗丝黑穗病54.5%、抗弯孢菌叶斑病52.5%、抗大斑病52.2%。说明吉林省审定的大部分玉米品种抗茎腐病水平比较好,抗玉米螟、抗穗腐病水平稍好,抗灰斑病、抗丝黑穗

表1 2012-2021年不同熟期玉米品种总体抗性表现

品种	中抗以上 比例/%	感1种以上 比例/%	感2种以上 比例/%
极早熟	62.1	37.9	0
早熟	57.4	42.6	11.5
中早熟	49.3	50.7	8.6
中熟	7.8	92.2	74.7
中晚熟	5.4	94.6	74.1
晚熟	0.5	99.5	80.6

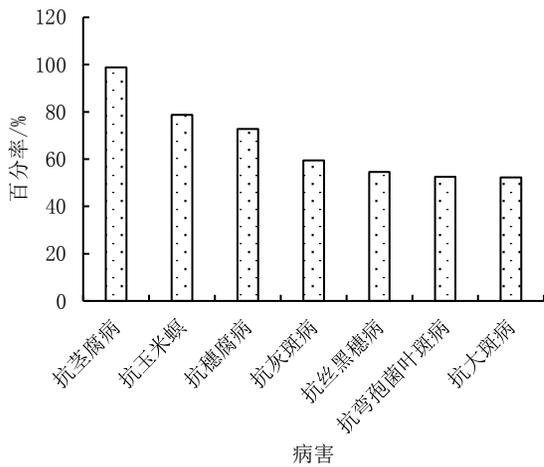


图1 2012-2021年吉林省玉米品种总体抗性水平病、抗弯孢菌叶斑病和抗大斑病的水平稍差。

由图2可知,玉米品种的整体抗性水平呈逐年下降的趋势,且整体抗性水平较低,中抗以上的品种所占比率都在40.0%以下,2021年最低为10.3%。由此看出,十年来吉林省整体抗性育种水平呈下降趋势。

2.2 玉米品种对主要病虫害的抗性分析

2.2.1 抗大斑病、抗丝黑穗病、抗茎腐病水平分析

由表2可知,不同熟期玉米品种的抗性分析表明,极早熟、早熟和中早熟品种抗大斑病比率

表2 2012-2021年不同熟期玉米品种抗大斑病、抗丝黑穗病、抗茎腐病水平 %

病害	中抗以上比率					
	极早熟	早熟	中早熟	中熟	中晚熟	晚熟
大斑病	96.5	81.9	90.7	35.7	34.9	36.2
丝黑穗病	72.4	69.8	61.4	46.1	52.1	54.8
茎腐病	100	100	100	98.7	98.2	97.1

2.2.2 抗玉米螟、抗弯孢菌叶斑病水平分析

由表3可知,极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗玉米螟的比率分别为100%、100%、100%、87.5%、61.6%和55.6%,极早熟、早熟、中早熟和中熟品种的抗性比率较高,抗性水平较高,中晚熟和晚熟品种的抗性水平较

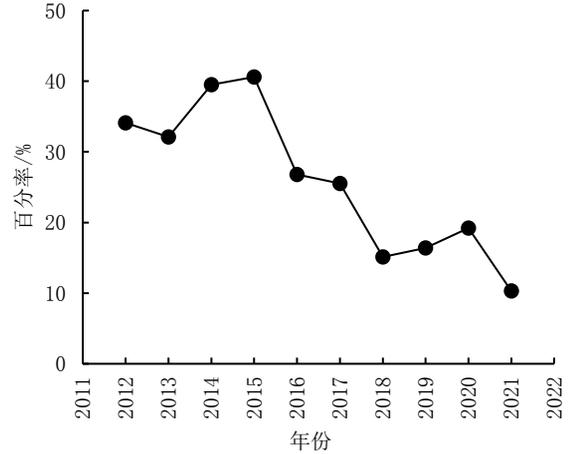


图2 2012-2021年玉米品种抗性水平总体变化趋势

分别为96.5%、81.9%和90.7%,抗性高,极早熟、早熟和中早熟品种的整体抗性水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种,中晚熟品种抗性水平最差。由图3可知,大斑病年度变化趋势为,从2012年开始抗性明显下降,2019年最低为45.9%。

极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗丝黑穗病比率分别为72.4%、69.8%、61.4%、46.1%、52.1%和54.8%,其中极早熟、早熟、中早熟品种抗性水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种,中熟品种抗性水平最低。由图3年度变化分析可知,玉米品种对丝黑穗病的抗性年度变化较大,变化幅度为35.0%~84.1%,2021年抗性比率下降到最低,为35.0%。

极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗茎腐病比率分别达100%、100%、100%、98.7%、98.2%和97.1%,抗性比率达97%以上,其中极早熟、早熟和中早熟品种的抗性比率高达100%,整体抗性水平非常高。由图3可知,茎腐病抗性水平年度变化不大,2012-2021年抗性比率都非常高,达到100%。

低。由图4可知,2012-2018年抗玉米螟的比率变化平稳,变化幅度为71.1%~82.1%,总体抗性水平较高。

极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗弯孢菌叶斑病比率分别为90.0%、92.9%、82.8%、49.5%、32.9%和33.3%,极早熟、早

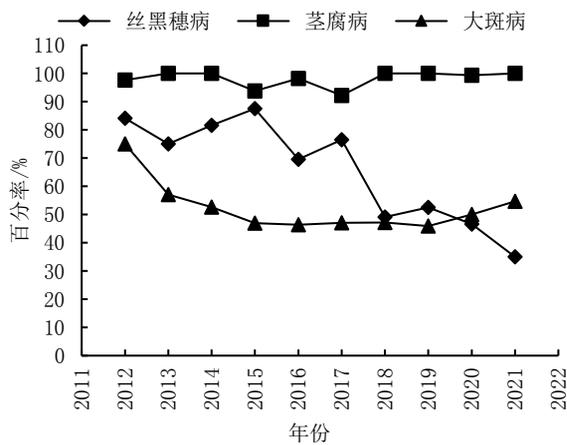


图3 2012-2021年玉米抗大斑病、抗丝黑穗病、抗茎腐病水平年度变化趋势

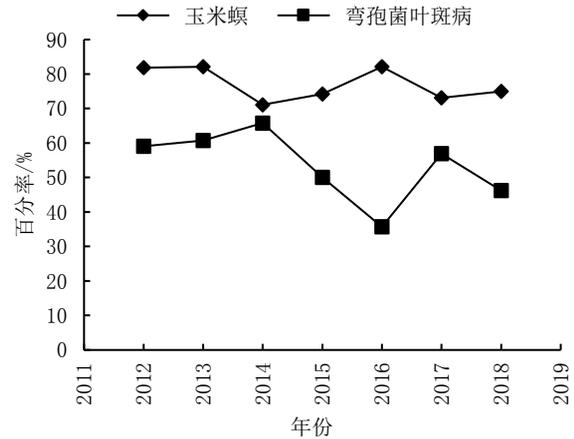


图4 2012-2021年抗玉米螟、抗弯孢菌叶斑病水平年度变化趋势

熟、中早熟品种抗性比率较高,抗性水平较高,中晚熟和晚熟品种抗性水平最差,抗性比率分别为32.9%和33.3%。由图4可知,2012-2018年抗弯

孢菌叶斑病比率年度变化较大,整体呈下降趋势,2016年抗性比率最低,为35.7%。

表3 2012-2021年不同熟期玉米品种抗玉米螟、抗弯孢菌叶斑病水平 %

病害	中抗以上比率					
	极早熟	早熟	中早熟	中熟	中晚熟	晚熟
玉米螟	100	100	100	87.5	61.6	55.6
弯孢菌叶斑病	90	92.9	82.8	49.5	32.9	33.3

2.2.3 抗灰斑病、抗穗腐病水平分析

由表4可知,极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗灰斑病比率分别为95.0%、92.7%、90.3%、38.5%、44.5%和49.3%,其中极早熟、早熟和中早熟品种的抗性水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种,中熟品种的抗性水平最差,抗性比率为38.5%。由图5可知,从2017年进行品种抗病鉴定工作开始,抗灰斑病的水平呈明显下降趋势,2019年抗性比率最低,为50.8%。

表4 2017-2021年不同熟期玉米品种抗灰斑病、抗穗腐病水平 %

病害	中抗以上比率					
	极早熟	早熟	中早熟	中熟	中晚熟	晚熟
灰斑病	95.0	92.7	90.3	38.5	44.5	49.3
穗腐病	100	97.6	93.6	63.6	58.9	68.2

由表4可知,极早熟、早熟、中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种抗穗腐病比率分别为100%、97.6%、93.6%、63.6%、58.9%和68.2%,其中极早熟、早熟、中早熟品种的抗性水平优于中熟、中晚熟和晚熟品种。由图5可知,2017-2020年玉米品

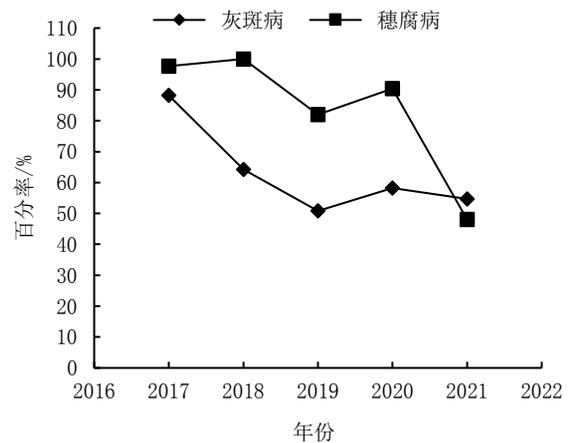


图5 2017-2021年玉米抗灰斑病、抗穗腐病水平年度变化趋势

种抗穗腐病水平比较好,但2021年抗性比率陡然下降到48.0%,整体抗性水平呈下降的趋势,且下降幅度较大。

3 结论与讨论

近年来玉米病虫害是影响吉林省玉米高产稳产的重要因素,其中发生普遍、危害较严重的有大斑病、丝黑穗病、茎腐病、玉米螟、弯孢菌叶斑病、灰斑病和穗腐病等。玉米大斑病是东北地区

最重要的病害之一,在吉林省部分地区高感品种发生偏重,有时甚至会减产50%以上^[11]。本研究表明,在吉林省2012–2021年审定品种中,极早熟、早熟和中早熟品种抗或高抗大斑病的品种比较多,如天和22、吉单441、金产5号、松玉108、省原78和伊单26等,但中熟、中晚熟和晚熟品种抗病表现较差。年度变化分析表明,吉林省玉米大斑病的抗病育种总体水平呈下降趋势,这与东北地区大面积推广种植易感大斑病的以先玉335等为代表的国外品种密切相关^[12],应加强抗大斑病玉米杂交种的选育。杂交种的抗性与亲本的抗性有密切关系^[13],亲本材料为高感品种是造成病害严重发生的根源^[14]。以先玉335等为代表的国外玉米品种一般熟期在中熟和中晚熟之间,因此在中熟和中晚熟玉米品种亲本选育中应当加强抗大斑病新材料的筛选。丝黑穗病是我国春玉米生产中的主要病害之一,在东北地区更容易发生,严重损害玉米生产。本研究表明,抗丝黑穗病的水平整体呈下降趋势,尤其中早熟、中熟、中晚熟和晚熟玉米品种表现较差。一般在生产上通过种子包衣处理可以有效防治丝黑穗病的发生,任金平^[15]和王广祥^[16]等采用多功能种衣剂防治玉米丝黑穗病具有显著效果,苏前富等^[17]利用含有0.9%以上戊唑醇的种衣剂包衣能够高效防治玉米丝黑穗病。选育抗玉米丝黑穗病品种,可以减少农药的使用,是既经济又有效的防治方法。李莉等^[18]利用分子标记辅助选择(MAS)技术显著提高了自交系及其杂交种对玉米丝黑穗病的抗病效果。茎腐病是一种全球性玉米病害,在东北地区个别年份会有发生,造成产量损失10%~20%。本研究结果表明,各熟期玉米品种茎腐病抗病水平较高,表现优良的品种有金庆801、吉农大5号、吉单66、吉单53和吉单558等。选育抗茎腐病品种、培育抗病杂交种是最经济有效的防病减灾措施^[19],近年来,随着机械收获面积逐年加大,对玉米抗茎腐病的要求越来越高,茎腐病已成为机收品种筛选的重要指标^[20],因此应加强茎腐病抗性遗传改良。

玉米螟又称玉米钻心虫,在东北地区广泛发生,对玉米生产威胁巨大。本研究表明,极早熟、早熟、中早熟和中熟品种玉米螟抗性水平高,表现较好的品种有源玉13、吉单441、吉单53、吉单66、吉兴86等。应积极进行抗玉米螟品种的研究和开发,尤其中晚熟和晚熟品种选育中应当加强抗性材料的筛选^[21]。弯孢菌叶斑病是我国继玉

米大斑病及小斑病之后又一严重危害玉米的叶斑病,近年来,玉米弯孢叶斑病时有发生,严重影响玉米生产。本研究表明,弯孢菌叶斑病的整体抗性水平较差,2019年以后没有作为鉴定品种的主要指标。十年来吉林省弯孢菌叶斑病的抗病育种水平比较低,选育抗病品种是防治玉米弯孢菌叶斑病发生的最经济有效的措施之一^[22],尤其在中熟、中晚熟和晚熟品种的选育,应引起广大育种者的重视。灰斑病是我国北方玉米产区的重要病害,大流行年份可造成严重的产量损失^[23]。本研究表明,十年间抗灰斑病的水平较差,呈下降趋势。目前抗灰斑病的育种材料或抗病基因十分缺乏,杂交种中表现高抗的较少,应加强资源或品种的抗性鉴定工作^[24],发掘抗灰斑病的基因^[25]。在育种实践中获得抗病基因,对选育抗病品种具有重要的意义,尤其在中熟、中晚熟和晚熟品种选育中。穗腐病是一种危害严重的真菌性病害,近年来随着东北地区频发台风导致玉米大面积倒伏,特别是在一些气候条件多变的环境下,极易导致穗腐病发生频率的升高,对玉米产量造成严重影响。本研究表明,抗穗腐病的水平呈下降趋势,尤其中熟、中晚熟和晚熟品种的抗性表现较差,张叶等^[26]研究认为,承351、丹598和吉V203自交系对穗腐病具有较好的抗性,可作为抗性资源对亲本进行遗传改良,从而促进抗病品种的选育。

吉林省是世界三大黄金玉米带之一,玉米产量关系到全省乃至全国的粮食安全。2012年大斑病在吉林省普遍发生,给农民造成了很大的损失^[27]。近几年吉林省由于天气、环境等因素导致感病品种大面积发生玉米病虫害,并呈现加重的趋势,造成玉米减产^[28]。为此本研究对吉林省2012–2021年的审定玉米品种主要病虫害进行了分析和研究。结果表明,从不同病虫害表现分析,抗性水平高低依次为抗茎腐病、抗玉米螟、抗穗腐病、抗灰斑病、抗丝黑穗病、抗弯孢菌叶斑病、抗大斑病;从不同熟期品种分析,极早熟、早熟和中早熟品种的总体抗病虫水平好于中熟、中晚熟和晚熟品种;从年度变化趋势分析,玉米品种整体抗病虫水平呈下降趋势。随着不断深入的育种研究,通过多年的努力,一批高产稳产、抗性强的品种育成通过审定,并成为吉林省农业主导品种,如翔玉998、吉单66、优迪919、吉农大889、泽奥718等品种。吉林省玉米抗病育种工作取得了较大成就,对玉米生产的发展和产量的提高发

挥了重要作用^[29-30],但仍需加强抗性育种研究。提高抗性已经成为玉米育种的重要目标,玉米抗性育种是任何时候都不容忽视的重要课题。

参考文献:

- [1] 王立春,马兴林,王永军,等.吉林玉米高产理论与实践[M].北京:科学出版社,2014:290.
- [2] 杨海龙,付俊,张丽丽,等.辽宁省玉米粗缩病的发生与综合防治[J].种子,2014,33(3):116-118.
- [3] 张鑫,杨普云,任彬元,等.2008-2019年东北三省玉米病虫害发生为害和防治情况分析[J].中国植保导刊,2021,41(10):83-90.
- [4] 刘杰,姜玉英,曾娟,等.2012年玉米大斑病重发原因与控制对策[J].植物保护,2013,39(6):86-90.
- [5] 栾奕,白岩,卢实,等.“十三五”国家东北春玉米区域试验品种抗病性评价[J].作物学报,2023,49(4):1122-1131.
- [6] 苏前富,晋齐鸣,孟玲敏,等.吉林省玉米审定品种抗性分析及抗逆育种方向选择[J].玉米科学,2012,20(3):139-141.
- [7] 岳尧海,王敏,张洪伟,等.吉林省玉米品种品质现状分析[J].农业与技术,2010,30(6):17-22.
- [8] 路明,刘文国,岳尧海,等.20年间吉林省玉米品种的产量及其相关性状分析[J].玉米科学,2011,19(5):59-63.
- [9] 杨波,张立娜,杨信东.基于移动互联网和SVM技术的玉米病害识别技术研究[J].吉林农业科学,2014,39(3):59-62.
- [10] 贾娇,张伟,孟玲敏,等.71份新选育自交系对主要玉米病害的抗性分析[J].东北农业科学,2021,46(5):47-50.
- [11] 杨珊珊,陈冠良,魏健,等.玉米大斑病的研究进展及防治措施[J].农业科技通讯,2019(1):134-136.
- [12] 浦子钢.黑龙江省西部地区先玉335与改良先玉335大斑病病情发展对比动态分析[J].玉米科学,2013,21(4):119-123.
- [13] 李红,晋齐鸣,张伟.玉米品种抗茎腐病鉴定[J].东北农业科学,2017,42(2):32-33.
- [14] 雷玉明,郑天翔,王玉萍,等.河西走廊国家级玉米制种基地病害综合防治历[J].安徽农业科学,2018,46(11):118-119,128.
- [15] 任金平,庞志超,吴新兰,等.多功能种衣剂防治玉米、高粱病害研究初报[J].吉林农业科学,1994,19(2):37-41.
- [16] 王广祥,王义生,郑建波,等.11%福·戊种衣剂防治玉米病害的药效研究[J].吉林农业科学,2005,30(3):58-59.
- [17] 孟玲敏,贾娇,张伟,等.防治玉米丝黑穗病药剂的筛选[J].东北农业科学,2018,43(6):25-27.
- [18] 李莉,邢跃先,赵贤容,等.利用分子标记辅助选择技术提高玉米对丝黑穗病的抗性[J].植物保护学报,2012,39(4):303-307.
- [19] 姜媛媛,杜鹃,迟艳平,等.玉米茎腐病的发生与有效防治[J].东北农业科学,2018,43(1):24-27.
- [20] 董怀玉,刘可杰,刘晶,等.机收玉米品种收获期田间茎腐病抗性表型和植株倒伏状况调查[J].玉米科学,2021,29(1):170-176.
- [21] 陈立玲,张庆贺,薛争,等.吉林省玉米螟生物防治现状与展望[J].中国生物防治学报,2015,31(4):561-567.
- [22] 马永光.部分玉米种质资源抗玉米弯孢菌叶斑病鉴定研究[J].吉林农业,2014,39(13):22-23.
- [23] 赵立萍,王晓鸣,段灿星,等.中国玉米灰斑病发生现状与未来扩散趋势分析[J].中国农业科学,2015,48(18):3612-3626.
- [24] 李红,晋齐鸣,孟玲敏,等.东北春玉米区主推玉米品种抗玉米叶斑病鉴定与评价[J].吉林农业科学,2012,37(6):39-41.
- [25] 闫伟.玉米抗灰斑病主效QTL发掘及其精细定位[D].沈阳:沈阳农业大学,2018.
- [26] 张叶,邢跃先,王梓钰,等.玉米镰孢穗腐病菌接种方法的研究[J].东北农业科学,2021,46(3):64-69.
- [27] 秦宝军.吉林省玉米大斑病发生与防治关键技术研究[D].长春:吉林大学,2012.
- [28] 张庆贺,孟玲敏,张伟,等.吉林省玉米大斑病发生防控现状与展望[J].东北农业科学,2020,45(6):86-88.
- [29] 张学舜,田守芳,刘经纬,等.普通玉米育种问题的研讨[J].玉米科学,2001,9(3):42-44.
- [30] 陈春燕,赵颖文,蔡臣,等.四川省近10年审定普通玉米品种主要性状分析[J].广东农业科学,2015,42(5):7-9.

(责任编辑:范杰英)