

甘薯抗黑斑病种质资源的研究及育种利用

贾赵东, 谢一芝, 尹晴红, 郭小丁, 嵇小琴

(江苏省农业科学院粮食作物研究所, 南京 210014)

摘要:甘薯黑斑病(black rot)是危害甘薯严重且普遍发生的病害,生产上主要采用综合防治方法进行防治,其中选育抗病性品种是防治甘薯黑斑病最经济、有效的措施。长期以来人们围绕甘薯抗黑斑病种质资源进行了多方面研究,本文系统地概述了甘薯抗黑斑病种质资源鉴定、筛选,以及甘薯对黑斑病的抗性遗传特点和抗黑斑病种质资源的育种利用,并展望了甘薯抗黑斑病资源与育种的研究前景。

关键词:甘薯;黑斑病;抗性;种质资源

Study Progress and Perspective of Black Rot Resistant Germplasm in Sweetpotato

JIA Zhao-dong, XIE Yi-zhi, YIN Qing-hong, GUO Xiao-ding, JI Xiao-qin

(Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014)

Abstract: Sweetpotato black rot (*Ceratocystis fimbriata* Ellis et Halsted) is one of the major restrictive factors in sweetpotato production, and which has caused serious yield losses and quality decrease in the world, it is very difficult to eradicate this disease. The integrated control systems are the main measures to prevent this disease. It was pointed out that application of the resistant varieties was most economic and effective method approach to control this disease. So studies on black rot of sweetpotato resistant were carried out for many years. Describes the identification, screening and evaluation for resistance to black rot of sweetpotato germplasm, and resistance identified inheritance pattern and the genetic character, and breeding utilization of black rot resistant germplasm in sweetpotato were introduced. The perspectives and advice of study for resistance to black rot in sweetpotato have been prospected in this paper.

Key words: Sweetpotato; Black rot; Resistance; Germplasm

甘薯是重要的粮食、饲料、工业原料及新型能源用块根作物,广泛种植于世界上 100 多个国家^[1]。中国是世界上最大的甘薯生产国,年种植面积 368.5 万 hm^2 , 约占世界的 45.5%; 年生产量 8520.68 万 t, 占世界约 77.3% (FAO, 2008)。甘薯黑斑病(black rot)又称黑疤病,世界各地甘薯产区均有发生。甘薯黑斑病于 1890 年首先由 Halsted 在美国发现,1919 年传入日本,1937 年由日本鹿儿岛传入我国辽宁省盖县^[2]。目前,甘薯黑斑病是严重危害我国甘薯生产的三大病害之一。每年由该病造成的产量损失约 5% ~ 10%,

危害严重时造成的损失为 20% ~ 50%, 甚至更高。此外,由于甘薯黑斑病可通过种薯、薯苗及土壤等多种途径传播,彻底根除较为困难,一般采用综合防治的方法,其中选育抗病品种是防治黑斑病的重要途径之一。黑斑病抗性种质资源的筛选是甘薯抗病育种的基础,抗病性的遗传规律是选育抗病品种的理论依据。本文系统地概述了甘薯抗黑斑病种质资源的鉴定、筛选及遗传育种利用现状,并展望了甘薯抗黑斑病种质创新与利用的研究前景。

收稿日期:2008-12-04

修回日期:2010-02-10

基金项目:国家公益性行业科研专项(nyhyzx07-012-11);国家支撑计划项目(2006BAD01A06-2, 2006BAD13B06-2-2);江苏省创新基金项目(cx(09)626);现代农业产业技术体系建设专项(nycytx-16-c-19)

作者简介:贾赵东,助理研究员,研究方向为甘薯种质创新与遗传育种。E-mail:jzdgood162@126.com

通讯作者:谢一芝,研究员,主要从事甘薯遗传育种研究。E-mail:xyz@jaas.ac.cn

1 甘薯黑斑病的抗性鉴定及抗病种质筛选

1.1 抗病性鉴定

由于甘薯黑斑病是一种传播途径多的顽固性病害,难以彻底根除,其中选育抗病品种是防治黑斑病的重要途径之一。目前尚未发现对黑斑病免疫的甘薯品种,但品种材料间抗病性有明显差别^[3]。所以,甘薯品种(系)的黑斑病抗性鉴定已经成为甘薯抗病性研究和抗病育种的重要环节。

我国自 20 世纪 60 年代起开展了甘薯抗黑斑病鉴定方法的研究,并研究出一套简便快速、准确可靠的鉴定方法。主要的鉴定方法有:田间人工接种鉴定、田间自然诱发鉴定、室内薯块人工接种鉴定、室内薯苗人工接种鉴定等。历年的比较研究结果表明,大多数材料在田间鉴定和室内鉴定的结果较为一致,如室内人工接种薯块的病斑直径与田间接种的病情指数的相关系数 $r=0.879$,相关极显著,说明室内薯块人工接种鉴定可以一定程度地反应供试材料的抗病性^[4]。同时对不同的鉴定材料研究表明薯苗和薯块的鉴定结果也较为一致,邱瑞镰等^[5]测定了 100 个品种(系)薯苗和薯块的抗病性之间的关系,结果表明两者的抗病性也较一致,其相关系数 $r=0.455$,达显著水平。通过比较研究后认为各种鉴定方法各有其优缺点,如室内薯块人工接种鉴定法省时、省工、省地,且能较真实地反映品种(系)的抗病性,但不足的是不能在自然条件下反映出品种的抗病力。薯苗人工接种鉴定法虽然简单,但由于薯苗组织幼嫩,发病一般较重,品种(系)抗病性差距较小,故接近的类型难以划分^[5]。为了确定出较好的鉴定标准,周佳明等^[6]对以病斑表面直径、病斑内部直径、病斑侵入深度、病斑组织腐烂量作测定指标的 4 种鉴定方法的鉴定效果作了研究,结果表明:用病斑内部直径作指标的方法和用病斑表面直径作指标的方法较好,且操作方便,观测误差较小;在测定过程中,病斑侵入深度和病斑组织腐烂量的视觉误差较大,且不易排除,因而其稳定性差,效果也较差,不宜作为鉴定方法使用。

1.2 抗病种质资源筛选

改良和创新甘薯抗黑斑病种质资源是抗黑斑病育种的关键环节,长期以来国内外学者均致力于寻求优异抗源培育抗病品种的工作。Nielsen 等^[7]研究了 600 多份甘薯种质资源,结果没有发现免疫品种,所有品种都有病害症状,但品种间存在差异。江

苏省农业科学院在 1961 - 1963 年间对 174 个甘薯品种(系)进行了鉴定,结果未发现免疫品种,但出现了不同类型的抗性材料,其中高抗类型占 10.9%,抗和中抗型占 40.2%,其余为感或重感型。邱瑞镰等^[4]在 1986 - 1990 年间对 978 个品种(系)进行了鉴定,其中高抗型占 9.8%,抗病型占 11.6%,中抗型为 15.2%,其余均不抗病,也未发现免疫品种。高抗型品种有夹沟大紫、满村香、小白藤、南京 40、济 83054 等。谢逸萍等^[8]在 1986 - 1990 年间对 411 份资源进行抗黑斑病鉴定,高抗和抗病型品种占 10.2%,感和高感型品种占 51.1%,中间型为 38.7%,未发现免疫品种。

张黎玉等^[9-10]在野生种利用的研究中发现甘薯与野生种杂交,其后代对黑斑病的抗性明显优于品种间杂交的后代。如对甘薯与 *Ipomea littoralis* 的杂交后代的 29 个系的抗性鉴定表明高抗型占 31%,其比例明显高于品种间杂交后代。而后又在鸟吃种 $\times I. trifida(4x)$ 及鸟吃种 $\times I. leucantha$ 的杂交后代中鉴定出病斑很小的高抗材料,初步认为 *I. trifida(4x)* 等野生种中可能存在较多的抗源。各地的抗源筛选鉴定结果表明,甘薯中不存在抗黑斑病的免疫品种,但品种间抗性差异很大,不乏高抗黑斑病的优良资源,包括农家种、杂交种及近缘野生种等,为抗黑斑病育种提供了有益的抗源。

谢一芝等^[11]鉴定和筛选本单位保存的核心种质资源中的抗病资源,采用室内薯块人工接种法先后对 2745 份甘薯品种(系)进行了抗黑斑病鉴定,鉴定结果表明,在供试材料中没有发现免疫材料,但品种(系)间抗性存在明显的差异。其中鉴定出高抗材料有 210 个,占 7.7%,主要高抗品种(系)有满村香、小白藤、南京 40、湘薯 6 号、皖 559、宁 B107-6 等;抗病品种(系)有 485 份,占 17.7%,主要品种(系)有北京 553、南京 92、烟 27;中抗型品种有 637 份,占 23.2%,代表品种(系)有一窝红、红皮早、湘农黄皮等;感病品种(系)有 747 份,占 27.2%,属于此类的有南瑞苕、黄心早、栗子香、河北 79、宁 63-7 等;高感品种(系)有 666 份,占 24.2%,这类品种(系)有短秧红、标心红、农大 89、浙 602、宁 15-1 等。由此可见,甘薯种质资源及育种材料中存在各种不同抗性类型的材料,其中高抗和抗病型材料明显少于感病型和高感型材料。尽管尚未发现免疫型品种,但鉴定出了一批抗性较强的品种(系),这些抗病材料可为今后的甘薯抗黑斑病育种提供有益的抗源,从而对甘薯黑斑病的综合防治起到积极的作用。

赵冬兰等^[3]利用针刺接种法对入选国家甘薯品种资源目录的 1107 份甘薯品种资源抗黑斑病鉴定,其中包括农家品种 529 份、育成品种 418 份、国外引进品种 153 份、近缘野生种 7 份。研究结果中筛选出高抗品种 8 份,占鉴定品种总数 0.7%;抗病品种 128 份,占 11.6%;不抗病品种 971 份,占 87.7%。在 136 份高抗至抗甘薯黑斑病的抗性资源中,农家种占 43.4%,育成种占 33.1%,国外引进种占 21.3%,近缘野生种占 2.2%,充分表明国内农家种、育成种和国外引进种均存在着丰富的甘薯黑斑病抗源。

2 甘薯黑斑病抗性种质资源的遗传特性

深入了解甘薯黑斑病的抗性遗传特性和遗传规律,对选育甘薯抗病品种至关重要。江苏省农科院(1963-1965 年)对胜利百号和南瑞苕、52-45 和懒汉芋等不同抗性组合后代的研究表明,子代的抗病能力与亲本的抗病性密切相关,如亲本之一为抗病能力较强的品种 52-45,其正反交后代中高抗类型出现的频率高达 30%,重感型只为 6%。与此相反,如亲本之一为重感型品种南瑞苕,则其后代中的高抗类型只有 6%,而重感型则高达 30% 以上。山东省烟台地区农科所也得到类似的结果,如两亲本平均病情指数为 51.5,其子代的平均病情指数为 51.0,两亲本的平均病情指数为 41.0,其子代的平均病情指数为 31.2^[12]。

邱瑞镰等^[4]和张黎玉等^[14]对甘薯黑斑病抗性遗传的研究表明:甘薯杂交后代的抗性强弱受双亲抗性水平的制约, F_1 实生系的抗性随双亲抗性水平的提高而增强。甘薯黑斑病的抗病对感病呈部分显性遗传,并有超亲遗传现象,即抗病性相对弱的组合中也可分离出高抗病性的后代。正反交组合后代的抗性没有显著差异,无论哪种类型的组合后代中均可出现高抗、中抗、感和高感等各种类型,只是各类型出现的频率不同,表明甘薯抗黑斑病性是由多基因控制的数量性状遗传。同时,甘薯抗黑斑病性的遗传较为稳定,甘薯抗黑斑病的广义遗传力为 52.2%,加性遗传效应方差占 62.3%,非加性遗传效应方差占 37.7%。相关分析中甘薯抗黑斑病抗性与产量、干物率等性状间的相关不显著,因此选育兼具高产、高干、高抗黑斑病的品种是可能的。

谢一芝等^[11]进一步研究甘薯黑斑病抗性遗传趋势,对 898 份杂交后代材料及其亲本进行了抗病性分析。亲本的抗性水平划分为抗病型、中抗型和

感病型,后代的抗性水平分为高抗型、抗病型、中抗型、感病型和高感型。分析结果表明,各种不同抗性组合的杂交后代中都可出现从高抗至高感的各种类型,但各抗病类型的比例不同。总的趋势表现为双亲抗性水平越高的组合,其后代中出现高抗或抗病型材料的比例就越高,如抗/抗及抗/中抗的后代中出现抗病型以上的比例分别为 36.3% 和 33.3%;而中抗/感及感/感的后代中出现抗病型以上的比例分别为 13.5% 和 13.9%。

3 甘薯对黑斑病的抗性与其他性状的相关性

为了明确甘薯对黑斑病抗性的强弱与其他主要经济性状间的相关关系,对选育抗病、高产、优质的甘薯品种提供理论依据。谢一芝等^[11]对 188 份育种材料的相关分析结果表明:病斑直径与薯皮色、薯肉色、单株结薯数、单株鲜薯重、块根干物率没有相关性,即这一结果表明甘薯品种抗黑斑病性强弱与其主要经济性状间没有相关性,这为选育抗病、高干物率以及不同皮色、肉色的新品种提供了有利的条件^[14]。其他性状之间的相关关系为:薯肉色与干物率呈显著负相关;薯肉色与单株结薯数呈显著正相关;干物率与单株鲜薯重呈极显著的负相关^[11]。

4 甘薯抗黑斑病种质资源的育种利用

选育抗黑斑病甘薯品种是我国甘薯抗病育种的主要目标之一,多年来,经广大育种工作者的共同努力,先后育成了一批抗黑斑病的甘薯品种。如 20 世纪 60 年代江苏省农科院粮作所采用常规的杂交育种方法,从夹沟大紫(高抗)×华北 52-45(抗)的杂交后代中选育出了抗黑斑病能力强的高产品种南京 92。在 70 年代,该品种曾一度在山东、河南等地作为抗病品种推广,种植面积最高达 30 多万 hm^2 ,对甘薯黑斑病的防治和增产起了重要的作用。80 年代后,全国各地又先后选育出了一批高产、抗病型甘薯品种,如山东省农科院作物所在南丰×徐薯 18 的组合后代中选出了高产、高抗品种鲁薯 7 号,河南省洛阳地区农科所在济南红×宁薯 1 号的后代中选出了高产、高抗型品种豫薯 4 号等。其他单位育成的抗病品种有皖薯 2 号、豫薯 6 号、苏薯 9 号等,高产抗病品种的育成和推广应用对黑斑病的综合防治起了重要的作用。

日本先后育成了一些高产抗病型新品种,特别是 1985 年育成的高淀粉抗黑斑病品种农林 38 曾在

南九州地区大面积推广种植。1986 年又育成了高淀粉高抗黑斑病新品种农林 39 等,从而对甘薯黑斑病的蔓延起到一定的控制作用^[15]。

赵冬兰等^[3]对甘薯品种抗黑斑病资源进行了相关性状的综合评价,结果表明:在抗黑斑病资源中,兼抗茎线虫病和根腐病的资源有 8 份,分别是农林 26 号、金山 2778、岩粉 1 号、龙泉 169、泉 3101、安薯 07、莲薯 37 和济薯 11,其中莲薯 37 和济薯 11 高抗茎线虫病和根腐病。这些优异的抗性资源为育种家提供了优异的基因源。在高抗黑斑病的资源中,兼具高产、高干的品种尚未发现,这也是多年来疫区产量未能得到很大提高的主要原因。在抗性资源中不乏高产食用品种,可以根据不同需要搭配种植,加快育种进程,尽快培育出高抗、高产、高干类型的品种以满足生产需要。

总之,在甘薯黑斑病的防治方法中选育抗病品种是最为经济、有效的防治手段。甘薯品种间黑斑病抗性差异很大,要因因地制宜地引进与推广适合当地情况的抗病品种。近年来全国各地育成的抗病品种有苏薯 9 号、徐薯 23、渝苏 303、渝苏 76、渝苏 153、鄂薯 2 号、冀薯 99、烟薯 18、烟紫薯 1 号、鲁薯 7 号等。

5 建议

5.1 建立一套统一的抗性鉴定评价体系,统一抗病性描述标准和统计方法

在目前的抗性评价中主要的鉴定方法有田间人工接种鉴定、田间自然诱发鉴定、室内薯块人工接种鉴定、室内薯苗人工接种鉴定等 4 种,各有利弊。每家研究单位的鉴定方法不尽相同,有的鉴定方法相同但是结果统计方法不同,不同研究单位之间的抗性数据由于没有统一的标准,很难互相直接利用,在一定程度上阻碍了研究单位之间的抗性资源的交流与合作。因此,建立一套统一的抗性鉴定评价体系,对于提高抗性资源筛选和抗源创新效率具有重要意义。

5.2 加强生物技术等新技术在抗源创新中的应用

近年来,国内外育种家均致力于广泛寻求抗源,培育抗病品种,选育抗病品种的途径主要有远缘杂交、品种间杂交、种间杂交、轮回选择或集团选择、辐射诱变、近交系利用或诱发抗性等。目前抗甘薯黑斑病的品种都是高抗或中抗的,没有免疫品种。传统选育抗病品种的研究手段多停留在一般的自然形态学、病理学等表现型而非基因型,仅仅是通过对表现型间接对基因型选择,常会受到时间、地点、气候

等环境条件的制约,选育周期长,效率低下^[15]。分子标记等生物技术手段使育种家可以直接对基因型进行选择,不受环境等条件影响,可在早期进行选择,减少选择盲目性,缩短育种年限,大大提高了选择效率。随着技术的进步与研究的深入,以基因克隆、遗传转化等基因工程技术会陆续应用到甘薯抗性种质资源研究中,这将为甘薯抗性资源的研究利用提供又一途径。

5.3 育种单位加强交流合作,提高抗源的综合利用率

多年来,各个研究单位在黑斑病抗性资源与抗病育种研究中都积累了丰富经验,同时也积累许多优异的抗源材料。甘薯黑斑病的免疫材料至今尚未发现,各个研究单位之间应加强抗源材料的交流与合作,综合利用各种类型的抗源材料,聚合和累加多个抗病基因,培育具有广谱抗性的新品种。

5.4 生物技术与常规手段相结合进行抗源创新

目前,国内外育种家试图利用分子生物学技术改造甘薯的抗病性,并取得了一定的进展,但还未应用于甘薯的品种改良^[16-18]。在甘薯黑斑病的研究与控制工作中,应该加强甘薯黑斑病抗性的遗传基础研究,加强抗源材料的收集、筛选和创新,重点放在近缘野生植物和农家种,利用新抗源材料进行集团杂交,聚合抗病基因,培育抗病品种;积极开展抗黑斑病基因工程研究,利用分子标记技术筛选甘薯黑斑病抗性标记,借助分子标记辅助育种技术,将常规育种和现代分子生物学技术结合起来,培育优质高抗的甘薯新品种;加大抗病基因克隆工作的力度,尽快成功克隆抗病基因,借助转基因技术培育出抗黑斑病品种。

参考文献

- [1] 陆漱韵,刘庆昌,李惟基.甘薯育种学[M].北京:中国农业出版社,1998:1-18
- [2] 陈利锋,徐敬友.农业植物病理学(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2007:201-205
- [3] 赵冬兰,张允刚,唐军,等.抗甘薯黑斑病优异种质资源的筛选与评价[J].植物遗传资源学报,2005,6(1):80-83
- [4] 邱瑞锋,谢一芝,戴起伟,等.甘薯品种抗黑斑病能力的研究[J].中国甘薯,1990(4):105-109
- [5] 江苏省农学会.江苏旱作科学[M].南京:江苏省科学技术出版社,1995:225-367
- [6] 周佳明,朱实祥.甘薯黑斑病抗性鉴定方法研究[J].西南农业学报,2004,17(6):797-799
- [7] Nielsen L W, Yen D E. Resistance in sweetpotato to the scurf and black rot pathogens [J]. N Z J Agri Res, 1966(9):1032-1041
- [8] 谢逸萍,孙近友,郭小丁,等.甘薯种质资源抗黑斑病鉴定筛选[J].中国甘薯,1993(5-6):21-24

(下转第 432 页)

活而不能达到准确检测遗传完整性的目的。目前看来,DNA 分子标记是普遍认同的遗传检测手段,但是各种标记间也有差别;各种标记都能对一份样品检测到各自特有指纹,但在检测多态性的量上有差异,经筛选的 ISSR 引物和其他分子标记相比多态性带的百分比最大,每检测单位带数和基因数都高于 RFLP 和 RAPD,而低于 AFLP。但是由于 AFLP 是显性标记,而共显性标记的 ISSR 可以解决交配系统、计算杂合度和父系分析等问题,因而 ISSR 在遗传检测中更受青睐^[17]。本试验得到的数据表明,ISSR 分子标记在扩增雀麦属牧草图谱时,同样可以获得丰富的条带以及显著的差异,因此 ISSR 分子标记可以用于雀麦属种质遗传完整性的检测。

3.3 取样策略

供试样品的取样策略也是遗传完整性检测研究必须考虑的主要因素。一般认为,异花和常异花授粉植物的居群内遗传多样性丰富,个体间差异比较大,个别植株不能反映居群的整体遗传水平,大多采取集团取样(bulked seed samples)来代表居群整体水平^[11-14]。采用混合取样的分析方法是大规模样本分析和研究中经济、省时、有效的途径。关于牧草遗传多样性研究的混合取样策略已有很多报道。车永和等^[15]在冰草属取样策略的研究中,建议在利用生化指纹进行冰草属居群间及种间的遗传多样性研究时,其混合取样量最低应保持在 12 个个体及以上方能代表居群整体,其数据才能反映居群的整体遗传特性。刘文献等^[16]在华山新麦草居群取样策略的 SSR 分析一文中,建议利用 SSR 技术进行华山新麦草居群遗传多样性研究,以单个居群随机采集 18 株华山新麦草为最佳分析单位个体数目。在玉米种质遗传完整性检测中,马延飞^[4]论文表示可采用混合取样。但由于混合样品不同单株间的 DNA 互补,使某些个体的遗传变异被隐含,不能充分地检测出来。所以在重复

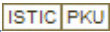
试验过程中针对一些处理采取单株取样的方法,希望可以弥补混合取样带来的不足。

参考文献

- [1] Wissuwa M Ae N. Genotypic differences in the presence of hairs on roots and gynophores of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and their significance for phosphorus uptake[J]. Journal of Experimental Botany, 2001, 52(361): 1703-1710
- [2] 杨秀红,吴宗璞,张国栋. 不同生育期大豆品种根系性状的比较研究[J]. 大豆科学, 2002, 21(1): 68-70
- [3] 俞金蓉. 苜蓿品种间遗传多样性的 ISSR 分析[D]. 重庆: 西南大学, 2007
- [4] 马延飞. 玉米种质衰老及遗传完整性研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007
- [5] Chebotar S, Röder M S, Korzun V, et al. Molecular studies on genetic integrity of open-pollinating species rye (*Secale cereale* L.) after long-genebank maintenance[J]. Theor Appl Genet, 2003, 107: 1469-1476
- [6] 王占明, 马双武. 西瓜甜瓜种质资源的收集、保存及更新[J]. 中国瓜菜, 2007(3): 27-29
- [7] Frankel O H, Brown A H D, Burdon J J. The conservation of plant bio-diversity[M]. Cambridge University Press, Cambridge, 1995
- [8] Sackville Hamilton N R, Chorlton K H. Regeneration of accessions in seed collection[M]. IPGRI Rome, 1997
- [9] FAO/ IPGRI. Genebank standards[M]. FAO/IPGRI, Rome, 1994
- [10] van Hintum J L, Visser D L. Duplication within and between germplasm collections. II. Duplication in four European barley collections[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1995, 42: 135-145
- [11] 孙志民. 冰草属植物的遗传多样性研究[D]. 北京: 中国农业科学院研究生院, 2000
- [12] 解新明, 云锦凤, 赵冰, 等. 蒙古冰草遗传多样性的等位酶分析[J]. 草业科学, 2001, 18(6): 6-11
- [13] Zong X X, Kaga A, Tomooka N. The genetic diversity of the *Vigna angularis* complex in Asia[J]. Genome, 2003, 46: 647-658
- [14] Segovia-Lerma A, Cantrell R G, Conway J M, et al. AFLP-based assessment of genetic diversity among nine alfalfa germplasm using bulk DNA templates[J]. Genome, 2003, 46: 51-58
- [15] 车永和, 李立会, 何蓓如. 冰草属(*Agropyron* Gaertn.) 植物遗传多样性取样策略基于醇溶蛋白的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 216-221
- [16] 刘文献, 李立会, 刘伟华, 等. 华山新麦草居群取样策略的 SSR 分析[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(2): 16-20
- [17] 王心宇, 陈佩德, 元增军, 等. ISSR 标记在小麦指纹图谱分析中的应用研究初探[J]. 农业生物技术学报, 2001, 9(3): 261-263

(上接第 427 页)

- [9] 张黎玉, 徐品莲, 邱瑞镰. 甘薯近缘野生种的搜集和利用研究[J]. 中国甘薯, 1987(1): 26-29
- [10] 张黎玉, 徐品莲, 邱瑞镰, 等. 甘薯近缘野生种三浅裂野牵牛和白花野牵牛在甘薯育种中的利用[J]. 江苏农业科学, 1988(11): 9-12
- [11] 谢一芝, 尹晴红, 戴起伟, 等. 甘薯品种抗黑斑病鉴定及其遗传趋势[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(4): 311-313
- [12] 谢一芝, 邱瑞镰, 戴起伟, 等. 甘薯抗黑斑病育种研究进展[J]. 杂粮作物, 1997(2): 22-24
- [13] Kukimura H, Komaki K, Yoshinaga M. Current progress of sweet-potato breeding in Japan[J]. Japan Agri Res Quarterly, 1990, 24(3): 169-174
- [14] 张黎玉, 邱瑞镰, 徐品莲, 等. 甘薯 F₁ 抗黑斑病的表现与亲本抗性水平的关系[J]. 江苏农业科学, 1994(6): 27-29
- [15] 黎裕, 贾继增, 王天宇. 分子标记的种类及其发展[J]. 生物技术通报, 1999, 15(4): 19-22
- [16] 唐静. 甘薯黑斑病抗性基因 AFLP 分子标记[D]. 成都: 四川农业大学农学院, 2005
- [17] 袁照年, 陈选阳, 张招娟, 等. 甘薯抗 I 型薯瘟病的 RAPD 标记筛选[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(6): 861-863
- [18] 蒲志刚, 唐静, 王大一, 等. 甘薯抗黑斑病材料 AFLP 标记分子鉴定初步研究[J]. 西南农业学报, 2008, 21(1): 93-95

作者：[贾赵东](#)，[谢一芝](#)，[尹晴红](#)，[郭小丁](#)，[嵇小琴](#)，[JIA Zhao-dong](#)，[XIE Yi-zhi](#)，[YIN Qing-hong](#)，[GUO Xiao-ding](#)，[JI Xiao-qin](#)
作者单位：[江苏省农业科学院粮食作物研究所, 南京, 210014](#)
刊名：[植物遗传资源学报](#) 
英文刊名：[JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)
年，卷(期)：2010, 11 (4)

参考文献(18条)

1. [赵冬兰;张允刚;唐军](#) [抗甘薯黑斑病优异种质资源的筛选与评价](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2005(01)
2. [陈利锋;徐敬友](#) [农业植物病理学](#) 2007
3. [陆漱韵;刘庆昌;李惟基](#) [甘薯育种学](#) 1998
4. [蒲志刚;唐静;王大一](#) [甘薯抗黑斑病材料AFLP标记分子鉴定初步研究](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#) 2008(01)
5. [袁照年;陈选阳;张招娟](#) [甘薯抗I型薯瘟病的RAPD标记筛选](#)[期刊论文]-[江西农业大学学报](#) 2005(06)
6. [唐静](#) [甘薯黑斑病抗性基因AFLP分子标记](#) 2005
7. [黎裕;贾继增;王天宇](#) [分子标记的种类及其发展](#)[期刊论文]-[生物技术通报](#) 1999(04)
8. [张黎玉;邱瑞镰;徐品莲](#) [甘薯F1抗黑斑病的表现与亲本抗性水平的关系](#) 1994(06)
9. [Kukimura H;Komaki K;Yashinaga M](#) [Current progress of sweetpotato breeding in Japan](#) 1990(03)
10. [谢一芝;邱瑞镰;戴起伟](#) [甘薯抗黑斑病育种研究进展](#) 1997(02)
11. [谢一芝;尹晴红;戴起伟](#) [甘薯品种抗黑斑病鉴定及其遗传趋势](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2003(04)
12. [张黎玉;徐品莲;邱瑞镰](#) [甘薯近缘野生种三浅裂野牵牛和白花野牵牛在甘薯育种中的利用](#) 1988(11)
13. [张黎玉;徐品莲;邱瑞镰](#) [甘薯近缘野生种的搜集和利用研究](#) 1987(01)
14. [谢逸萍;孙近友;郭小丁](#) [甘薯种质资源抗黑斑病鉴定筛选](#) 1993(5-6)
15. [Nielsen L w;Yen D E](#) [Resistance in sweetpotato to the scurf and black mt pathogens](#) 1966(09)
16. [周佳明;朱实祥](#) [甘薯黑斑病抗性鉴定方法研究](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#) 2004(06)
17. [江苏省农学会](#) [江苏旱作科学](#) 1995
18. [邱瑞镰;谢一芝;戴起伟](#) [甘薯品种抗黑斑病能力的研究](#) 1990(04)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201004007.aspx