

25 份美国早熟玉米自交系抗病性评价与利用研究

石运强 金振国 高利 孙艳杰 邵勇 魏国才 南元涛 唐铭 董晓慧

(黑龙江省农业科学院绥化分院, 绥化 152052)

摘要:采用 NCII 遗传交配设计, 以 25 份美国早熟玉米自交系为被测系(在黑龙江绥化地区从出苗至成熟生育日数 105~115d), 以 4 个黑龙江省骨干系为测验种, 组配 100 个杂交组合, 对外引关系及 100 份杂交组合进行田间综合鉴定及产量分析。筛选出 3 个病害中抗及以上、比对照增产 5% 以上的杂交组合: C93× 绥系 614, C174× 绥系 614, C100× K10; 筛选出 5 份中抗或高抗玉米丝黑穗病、大斑病且无其他不良性状的美国自交系: C62、C93、C137、C155、C174; 筛选出 3 份耐密、抗病(中抗或以上)改良种质: C62× 绥系 205, C174× 绥系 614, C137× 绥系 709。为丰富黑龙江省早熟、多抗、耐密植、适合机械化玉米种质资源及外来种质本土化提供重要理论依据。

关键词:美国玉米自交系; 评价; 利用

我国早熟玉米种质资源匮乏已成为选育突破性早熟品种的重要限制因素之一, 国外优良种质资源的引进、改良和创新, 是拓宽我国早熟玉米种质资源基础的重要途径。而在众多国家选育的玉米种质资源中, 美国种质系谱来源清晰, 遗传变异丰富, 从中鉴别和筛选有利的等位基因供体来拓展我国玉米种质基础是提高我国玉米种质资源多样性的有效途径^[1]; 同时, 美国种质目前在我国玉米育种试材中已占有较大的比例, 育种实践证明, 将美国种质与传统核心种质系统之间进行有利基因的渐渗是可行的^[2]; 另外通过大量学者的研究得出利用和创新美国种质是拓宽我国种质资源, 提高育种效率的重要途径, 引进和利用外来优良种质是我国近代玉米育种的重要途径之一^[3]。为此, 本试验以熟期早、自然环境条件下抗病性、抗倒伏等综合性状表现较好的 25 份美国玉米自交系及 4 个黑龙江省骨干系测验种进行本次研究, 通过明确 25 份美国自交系对大斑病、丝黑穗病、茎腐病等黑龙江省主要发生病害的抗性等级及其杂交组合进行分析与评价, 提出优良美系的改良与利用策略; 同时筛选出优良高产的杂交组合。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料为 2013 年国家玉米产

业技术体系公开发放的美国自交系, 经过 2013 年和 2014 年 2 年的自然田间鉴定, 筛选出 25 份熟期早(在黑龙江省绥化地区从出苗至成熟生育日数 105~115d), 自然环境条件下抗病性、抗倒伏等综合性状表现较好的美国玉米自交系进行本次研究。4 个测验种为 K10, 绥系 709, 绥系 614, 绥系 205。其中 K10 为黑龙江省曾大面积推广的品种龙单 13 母本, 承接了其改良亲本长 3 的高配合力、高容重和优质等优点, 而且改变了长 3 的雄花分枝少、花粉量少等缺点, 可以说是源于长 3 而胜于长 3^[4]; 绥系 709 是黑龙江省主推品种绥玉 23 的父本, 株型清秀、紧凑、耐密植, 用绥系 709 组配的杂交组合, 播种后耐低温、寡照、早发性强、果穗封顶性好、不易秃尖、籽粒容重高、色泽佳、商品性好^[5]。后两个测验种为现在黑龙江省主推品种德美亚 1 号双亲的改良系, 配合力高、耐密植、应用前景广阔。血缘等内容详见表 1。

1.2 试验设计 2015 年在绥农科技园区试验地种植授粉材料。采用 NCII 遗传交配设计, 利用 25 份美国自交系及 4 个测验种组配 100 个杂交组合, 进行田间综合鉴定和产量分析。25 份美国自交系做母本, 4 行区, 行长 2m, 垄距 0.65m, 株距 0.2m; 4 个测验种做父本, 2 行区, 行长 5m, 垄距 0.65m, 株距 0.2m, 错期 3 次。播种时先播种第 1 期父本, 5d 后第 2 期父本与母本同期播种, 再过 5d 播种第 3 期父本, 保障授粉花期。2016 年在绥农科技园区试验地, 对 100 个杂交组合进行田间鉴定试验, 通过供试组

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2018); 黑龙江半湿润区春玉米全程机械化丰产增效技术体系集成与示范(2018YFD0300102)

通信作者:魏国才

合亲本的平均熟期,最终确定对照选用黑龙江省第三积温带主栽品种德美亚3号。试验采用随机区组设计,3次重复,2行区,行长5m,行距0.65m,株距0.2m,试验密度7.5万株/hm²。

表1 4个测验种与25份美国自交系的名称及血缘

序号	材料名称	血缘	序号	名称	血缘	序号	名称	血缘
1	绥系709	NSS	11	C62	NSS	21	C127	SS
2	K10	SS	12	C71	NSS	22	C136	NSS
3	绥系614	欧洲硬粒	13	C75	SS	23	C137	NSS
4	绥系205	欧洲硬粒	14	C92	MaleNSS	24	C154	NSS
5	C26	NSS	15	C93	NSS	25	C155	NSS
6	C27	NSS	16	C95	SS	26	C162	NSS
7	C39	NSS	17	C100	SS	27	C165	NSS
8	C47	SS	18	C104	SS	28	C166	NSS
9	C48	NA	19	C110	SS	29	C174	SS
10	C57	SS	20	C116	SS			

2016年在绥农科技园区试验地对25份美国自交系进行田间种植与病害接种鉴定,大斑病接种鉴定与丝黑穗病接种鉴定均采用随机区组设计,单行区,3次重复,行长4m,行距0.65m,株距0.1m,试验密度15万株/hm²。以上田间管理均同大田。

1.3 调查项目与方法 抽丝期。一个杂交组合或自交系当日抽丝植株数占植株总数的50%时,即为抽丝期。

大斑病等级。1级:叶片无病斑或仅在穗位以下叶片上有零星病斑,病斑占叶片面积的5%以下,抗性评价为高抗(HR);3级:穗位下部叶片上有少量病斑,病斑占叶片面积的6%~10%,穗位上部有零星病斑,抗性评价为抗病(R);5级:穗位下部叶片上病斑较多,病斑占叶片面积的11%~30%,穗位上部有少量病斑,抗性评价为中抗(MR);7级:穗位下部叶片或穗位上部叶片上有大量病斑,病斑相连,占叶片面积

的31%~70%,抗性评价为感病(S);9级:全株叶片基本为病斑覆盖,叶片枯死,抗性评价为高感(HS)。

丝黑穗病等级。1级:病株率为0%~1.0%,抗性评价为高抗(HR);3级:病株率为1.1%~5.0%,抗性评价为抗病(R);5级:病株率为5.1%~10.0%,抗性评价为中抗(MR);7级:病株率为10.1%~40.0%,抗性评价为感病(S);9级:病株率为40.1%~100%,抗性评价为高感(HS)。病株率(%)=发病株数/调查总株数×100%。分级标准采用王晓鸣^[6]提出的抗性分级标准进行分级。

单株产量:14%含水量的单株籽粒产量。考种时含水量:用测水仪进行籽粒含水量测定,仪器型号LDS-IG。

1.4 统计分析 对各项数据进行整理分析。数据采用Excel软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 高产抗病组合筛选 高产是作物育种不变的主要目标之一。在保证较高产量的同时,适宜的熟期、较高的抗逆性是评价玉米杂交组合优劣的基本指标。从表2可以看出,比对照增产的10个杂交组合中,病害中抗或中抗以上且比对照增产5%以上的杂交组合有5个:C110×K10、C93×绥系614、C174×绥系614、C100×K10、C110×绥系205。在这5个组合中,C110×K10由于考种时含水量达到27.0%,超出对照的37.8%而淘汰;组合C110×绥系205由于考种时含水量为25.6%,超出对照的30.6%,且成熟期比对照超标3d而淘汰。最终筛选出病害中抗或以上、比对照增产5%以上、综合性状优良的杂交组合3个:C93×绥系614、C174×绥系614、C100×K10。

表2 比对照增产的10个杂交组合

序号	组合名称	小区产量 (kg)	比CK± (%)	成熟期 (月·日)	穗行数	考种时含水量 (%)	茎腐病	大斑病	玉米丝黑穗病
	CK(德美亚3)	5.39		9·21	13.2	19.6			
1	C110×K10	6.32	17.26	9·18	13.5	27.0	中抗	中抗	中抗
2	C93×绥系614	6.11	13.42	9·21	13.8	22.9	中抗	中抗	抗
3	C71×绥系709	6.04	12.05	9·21	14.6	26.5	高感	中抗	中抗
4	C174×绥系614	5.97	10.77	9·21	14.4	23.1	抗	中抗	抗
5	C100×K10	5.78	7.32	9·21	15.4	23.4	抗	中抗	抗
6	C110×绥系205	5.75	6.74	9·24	14.1	25.6	中抗	中抗	中抗
7	C71×K10	5.74	6.48	9·21	12.0	21.1	感病	感病	中抗
8	C62×K10	5.57	3.25	9·21	13.6	24.4	中抗	中抗	抗
9	C174×K10	5.53	2.54	9·18	15.4	20.9	中抗	中抗	抗
10	C166×绥系709	5.47	1.57	9·20	14.5	21.0	感病	中抗	中抗

2.2 耐密、抗病(中抗或以上)改良种质筛选 中国众多育种者在实践中总结出:我国玉米生产上每一次新品种的更新换代都与新种质的创新、利用密不可分,外来种质特别是美国玉米种质是我国玉米自交系创新的重要基础材料^[7]。同时,用美国玉米种质育成的自交系综合性状优良,与国内种质地理远缘,普遍具有配合力高、根系发达、抗倒性强、品质好、粒商品性好等诸多优点^[8-9]。在本研究中利用美国玉米自交系进行种质改良,筛选出了对茎腐病、大斑病、丝黑穗病的病害抗性为中抗或以上,且综合性状表现良好的3个选系组合:C62×绥系205、C174×绥系614、C137×绥系709(表3)。目前这3个选系组合已进入F₂,其中C62×绥系205还具有株形清秀、抗倒伏、籽粒容重高、脱水快等多优性状集成的优点。

表3 选系组合在7.5万株/hm²种植密度下抗性鉴定结果

组合名称	血缘	茎腐病	大斑病	黑穗病	其他评价
C26×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	抗	果穗性状差
C57×绥系614	SS/SS	抗	中抗	抗	穗位太高
C57×K10	SS/SS	中抗	中抗	中抗	感灰斑
C62×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	果穗性状好
C93×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	苞叶厚,脱水慢
C95×绥系614	SS/SS	中抗	中抗	中抗	穗位太高
C95×K10	SS/SS	中抗	中抗	中抗	穗行少
C100×K10	SS/SS	抗	中抗	抗	感灰斑
C110×绥系614	SS/SS	中抗	中抗	抗	果穗性状差
C110×K10	SS/SS	中抗	中抗	中抗	脱水慢
C127×K10	SS/SS	中抗	中抗	中抗	果穗性状差
C137×绥系709	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	不秃尖,粒深,品质好
C137×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	苞叶厚,脱水慢
C154×绥系709	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	苞叶长、厚,脱水慢
C154×绥系205	NSS/NSS	中抗	抗	抗	苞叶厚,脱水慢
C155×绥系205	NSS/NSS	中抗	抗	中抗	苞叶厚,脱水慢
C165×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	苞叶厚,脱水慢
C166×绥系205	NSS/NSS	中抗	中抗	中抗	果穗性状差
C174×绥系614	SS/SS	抗	中抗	抗	综合性状好
C174×K10	SS/SS	中抗	中抗	抗	感病灰斑

2.3 抗病自交系筛选 玉米丝黑穗病是中国北方春玉米区的重要病害之一^[10]。25份美国自交系经田间人工接种玉米丝黑穗病菌评价分析表明(表4),对玉米丝黑穗病表现中抗或以上的材料有23份,占总材料数的92%,说明本试验所选的这批材料对我国北方的主要病害玉米丝黑穗病的抗性较好;在大斑病人工接种鉴定中表现高抗的自交系有2份,表现抗病和中抗的自交系有10份,而表现高感的自交系有3份,感病自交系10份,总体表现为高抗与高感、抗病与感病材料占比大体相等;在茎腐病田间自然发病鉴定中,表现抗病和中抗的自交系有13份,而表现高感的自交系有3份,感病自交系9份,总体表现为抗病与感病材料占比大体相等,但缺乏高抗抗源。从表4看,综合表现良好(各项病害中抗或以上且无其他不良性状)的美早系有C62、C93、C137、C155、C174共5个自交系,可在种质改良中做优良抗病供体。总之,在组配杂交组合时要注意亲本间的抗性互补,在种质改良中要注意利用抗病基因的累加效应。

3 结论与讨论

黑龙江省早熟区品种结构单一,主栽品种德美亚系列已在本省早熟区连续种植多年,品种优势逐渐退化。优异种质资源的引进、利用与创新,选育早熟优良新品种迫在眉睫。由于黑龙江省生态条件的特殊性及其对种质资源要求的特殊性,在开展早熟、高产、抗病、耐密植玉米种质引入与创新时,首先要对外引国内外优良自交系进行产量、抗性等性状的鉴定与评价。其一是筛选出在本省生态环境条件下能直接应用的美国早熟玉米自交系;其次要对外来种质资源进行科学分析与评价,进行种质改良与创新,逐步从根本上解决黑龙江省早熟、适合机械化等多优玉米种质资源匮乏的局面。为丰富黑龙江省玉米种质资源,玉米遗传育种工作者开展了引进和利用外来优良种质的研究,通过对外引种质的驯化改良,选育优良自交系,同时组配了一些杂交种^[11]。本试验通过对25份美早系及其组配的100份杂交组合进行田间鉴定与数据分析,筛选出了优良杂交组合3份、适合本区域直接利用的美国自交系5个以及改良种质3份,丰富了黑龙江省早熟早、抗逆性强等综合性状表现良好的材料基础与遗传基础。

表 4 25 份美早系在 15 万株 /hm² 种植密度下的抗病性鉴定结果

材料名称	茎腐病	大斑病	玉米丝黑穗病	其他评价	材料名称	茎腐病	大斑病	玉米丝黑穗病	其他评价
C26	抗	感	中抗		C104	感	抗	中抗	
C27	感	感	中抗	结实差	C110	感	感	中抗	
C39	感	中抗	感	感瘤黑粉病	C116	高感	中抗	中抗	
C47	中抗	感	中抗		C127	感	中抗	抗	
C48	感	感	中抗		C136	高感	抗	中抗	结实差
C57	抗	高感	中抗		C137	中抗	中抗	抗	综合性状好
C62	中抗	中抗	抗	综合性状好	C154	中抗	高抗	感	果穗性状差
C71	感	感	中抗		C155	中抗	高抗	中抗	综合性状好
C75	感	感	中抗		C162	高感	感	中抗	结实差
C92	中抗	感	中抗		C165	中抗	感	中抗	
C93	中抗	抗	中抗	综合性状好	C166	中抗	高感	中抗	结实差
C95	中抗	中抗	中抗	结实差	C174	抗	中抗	抗	综合性状好
C100	感	高感	抗						

在研究中美早系 C174 抗茎腐病,中抗大斑病,抗玉米丝黑穗病,综合性状好,同时其组配组合 C174× 绥系 614 比对照增产 10.77%,抗病性好,抗倒伏,综合表现优良。既能够在黑龙江省直接组配利用,又能够进行种质改良,扩增黑龙江省优良种质的遗传基础,具有非常大的应用价值。美早系 C93 抗病性好,组配的杂交组合 C93× 绥系 614 比对照增产 13.42%,综合表现优良。适合直接与黑龙江省的骨干亲本进行广泛组配,筛选优良杂交种。美早系 C62 抗病性好,组配的杂交组合 C62× 绥系 205 在 15 万株 /hm² 密度下表现为:果穗不秃尖、苞叶薄、粒深、容重高、商品性好,植株清秀、抗病性好、抗倒性强,耐密、适机收。利用 C62 在本省进行种质改良,能够丰富黑龙江省早熟、质优、耐密、适机收种质基础。美国玉米生产的机械化程度世界领先,其种质中适合机械化性状的相关基因丰富,为了更深入、有效地挖掘与利用美国玉米自交系的适合机械化特性,今后还将从籽粒成熟时的含水量、脱水速度等关键方面进行深入研究。

参考文献

[1] 刘剑. 美国玉米自交系宜机收特性鉴定及配合力分析. 呼和浩特:

内蒙古农业大学, 2017

- [2] 刘日尊, 赵文媛. 5 份美国先锋玉米种质资源的配合力分析. 辽宁农业科学, 2013 (2): 9-12
- [3] 刘保花, 陈新平, 崔振岭, 孟庆锋, 赵明. 三大粮食作物产量潜力与产量差研究进展. 中国生态农业学报, 2015, 23 (5): 525-534
- [4] 王巍. 玉米自交系 K10 及其近源系在早熟玉米育种中的应用. 杂粮作物, 2010, 30 (6): 379-381
- [5] 石运强, 南元涛, 魏国才, 金振国, 高利, 孙艳杰, 邵勇, 杨宾山, 史淑春. 玉米早熟核心种质绥系 709 的选育与创新思考. 黑龙江农业科学, 2017 (9): 6-8
- [6] 王晓鸣. 玉米抗病虫性鉴定与调查技术. 作物杂志, 2005 (6): 53-55
- [7] 蒙成, 莫金娇, 黄登福. 外引美国玉米种质材料田间鉴定与评价. 南方农业, 2018, 12 (1): 83-86
- [8] 赵文媛, 刘旭, 王德新. 应用美国玉米种质的经验和教训. 中国种业, 2011 (10): 50-51
- [9] 曾艳华, 程伟东, 解小东, 周海宇, 覃兰秋, 周锦国, 谭贤杰, 江禹奉, 谢和霞. 16 份美国玉米种质扩增计划材料的利用潜力分析. 玉米科学, 2015, 23 (6): 1-6
- [10] 姚新伟, 王晶, 马聪, 于丽娜, 韩琪, 张占春, 王霞. 玉米部分自交系对丝黑穗病和大斑病的抗性鉴定. 湖北农业科学, 2016, 55 (3): 625-627
- [11] 王晶, 王霞, 高树仁, 王婧泽. 外引美国玉米自交系产量及产量性状的配合力分析. 黑龙江八一农垦大学学报, 2016, 28 (1): 10-14, 35

(收稿日期: 2018-07-20)