



宋英博,张洪权,王囡囡,等. 导入不同比例 P 群种质的欧洲硬粒型玉米种质大斑病抗性评价及农艺性状比较[J]. 黑龙江农业科学,2022(3):9-12,18.

导入不同比例 P 群种质的欧洲硬粒型玉米种质大斑病抗性评价及农艺性状比较

宋英博,张洪权,王囡囡,李 于,孟凡祥,樊伟民,李灿东

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院,黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:为促进欧洲硬粒型玉米种质抗性改良,本研究引入 P 群种质改良 4 份欧洲硬粒型玉米种质对大斑病的抗性,通过导入 25%、50%和 75%P 群种质,于 2018—2019 年在佳木斯进行抗大斑病田间鉴定评价,综合两年各农艺性状表现比较其变化规律。结果表明:通过对 4 份欧洲硬粒型基础材料导入 25%、50%和 75%的 USAP 后,不同材料的大斑病抗性都有提高,中抗材料大斑病抗性提高最大,高感材料抗病平均等级值较大,改良后的材料感病依然严重。同一欧洲硬粒型种质材料随着导入 USAP 比例的增加生育期极显著延长,株高、茎粗和含水量极显著增加,籽粒长和籽粒宽变化不明显。由此得出,导入 25%比例 P 群种质既可提高欧洲硬粒型种质大斑病抗性,又可基本保留欧洲硬粒型种质自身特性。

关键词:大斑病;玉米;欧洲硬粒型种质;P 群种质

黑龙江省早熟春玉米带地处我国的最北端,早熟玉米种质资源狭窄。其独特的生态环境要求生产上推广的玉米品种要具有发苗快、早熟、耐低温、适宜机械化收获、抗逆性较强和籽粒脱水快等特点^[1-3]。欧洲硬粒型玉米种质具有典型的早熟、耐冷、耐密、脱水快和适宜机械化收获等特点。张丰屹等^[4]研究发现,欧洲本土玉米种质多属硬粒型,具有较强的早熟性和抗逆性,引进欧洲优良玉米种质是拓宽我国适宜机械化种质基础的有效途径。近年来,科研工作者引进欧洲硬粒型玉米种质并对其进行本地化改良,以拓宽和创新早熟玉米种质资源。马延华等^[5]采用 NCII 遗传交配设计,以黑龙江省 5 份常用骨干自交系为测验种,与 20 份欧洲玉米种质选系配制 100 个组合。被测系之间的一般配合力效应差异达极显著,杂种优势大于 10%的组合大多为欧洲玉米种质选系×塘四平头类群自交系,说明欧洲玉米种质与塘四平头类群种质之间具有较强的杂种优势。周旭梅等^[6-7]以 5 个优良的欧洲玉米种质 BRC 自交系为母本、5 个不同来源的优良自交系为父本,采用

NCII 设计,组配 25 个杂交组合。结果表明,欧洲种质×塘四平头和欧洲种质×旅大红骨+塘四平头的杂优模式在高产耐密杂交育种中有很大的应用潜力。进一步选取来源于欧洲不同地区的 27 份玉米种质改良系作为试验材料,筛选出 8 个在高密度下综合性状优良的欧洲玉米种质改良系,可应用于高产耐密育种。李佩瑶等^[8]以利用 17 份欧洲玉米种质选育的 41 份中晚熟优良自交系为材料,组配 82 个杂交组合,产量配合力及杂种优势关系分析结果表明,41 份自交系中 DNF14-9-2、DNR11-10-1 和 DNF26-6-1 的一般配合力(GCA)效应较高,因此应加强这 3 份材料在今后育种中的利用。马延华等^[9]以法国的 6 份玉米自交系为母本,以黑龙江省 5 个常用骨干自交系为父本,按不完全双列杂交组配 30 个杂交组合。结果表明,自交系 F43、F49 和 F51 的一般配合力高,可直接利用;自交系 F46 和 F55 直接组配利用价值不大,但可用于改良低优势类群自交系的某些性状。

引进和利用欧洲硬粒种质,对解决黑龙江省早熟玉米育种工作当前需求具有重要意义。虽然欧洲硬粒型玉米种质有很多优点,但在黑龙江省生产推广中存在大斑病、灰斑病和丝黑穗病严重等问题。苏俊等^[10]选用地方常用自交系甸骨 11A、红玉米、长 3、Mo17(未改良自交系)和导入热带玉米种质选育的 8 份自交系,改良自交系及

收稿日期:2021-11-08

基金项目:黑龙江省农业科学院院级课题(2019YYF015, 2020YYF049);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX03)。

第一作者:宋英博(1979—),男,硕士,助理研究员,从事玉米育种与栽培研究。E-mail:1005768095@qq.com。

其改良杂交种对玉米大斑病、茎腐病的抗性有了较大提高。P 群种质遗传基础丰富,具有多种叶部病害抗源^[11-12]。USAP 是黑龙江省农业科学院佳木斯分院抗冷玉米课题组利用 P 群种质经多年选育的多抗保绿性自交系。本研究通过向 4 份欧洲硬粒型玉米种质中导入不同比例 US-AP,进行抗大斑病评价及农艺性状比较,以期在欧洲硬粒型玉米种质大斑病抗性改良提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点在黑龙江省农业科学院佳木斯分院。土壤为潮褐土,pH6.44,水解性氮含量为 112.39 mg•kg⁻¹,速效磷(P₂O₅)含量为 89.38 mg•kg⁻¹,速效钾(K₂O)含量为 59.91 mg•kg⁻¹,有机质含量为 1.66%。

1.2 材料

玉米自交系 USAP 为 P 群种质,玉米自交系 FD2、FD5、FD7 和 FD13 为欧洲硬粒型种质,以上玉米自交系由黑龙江省农业科学院佳木斯分院抗冷玉米课题组提供。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 将导入材料 USAP 与基础材料 FD2、FD5、FD7、FD13 分别杂交,再将获得的材料与其父本、母本回交 1 次,第二季自由散粉平衡群体,最后获得含有 25%、50%、75%USAP 的群体材料 12 份,基础材料共 16 份,S1(含 25% FD2 和 75%USAP)、S2(含 50%FD2 和 50%US-AP)、S3(含 75% FD2 和 25% USAP)、S4(含 100%FD2 和 0% USAP)、S5(含 25% FD5 和 75%USAP)、S6(含 50%FD5 和 50%USAP)、S7(含 75% FD5 和 25% USAP)、S8(含 100% FD5 和 0%USAP)、S9(含 25%FD7 和 75%USAP)、S10(含 50%FD7 和 50%USAP)、S11(含 75%FD7 和 25%USAP)、S12(含 100%FD7 和 0%USAP)、

S13(含 25%FD13 和 75%USAP)、S14(含 50% FD13 和 50%USAP)、S15(含 75%FD13 和 25% USAP)、S16(含 100%FD13 和 0% USAP)。于 2018—2019 年在佳木斯进行抗大斑病田间鉴定评价,每份材料种 2 行,行长 4 m,株距 20 cm,4 月 27 日播种。管理同大田生产,大斑病病菌通过高粱粒扩繁,在玉米大喇叭口期,将带菌高粱粒撒入玉米心叶进行接种。

1.3.2 测定项目及方法 大斑病抗性调查:在玉米乳熟期目测观察单株整体叶片的发病情况,划分抗病等级(表 1)。

表 1 玉米大斑病划分标准

抗病等级	抗病性	描述	病斑占全叶百分比
1 级	高抗(HR)	叶片上零星病斑或无病斑	≤5%
3 级	抗病(R)	叶片上少量病斑	6%~10%
5 级	中抗(MR)	叶片上病斑较多	11%~30%
7 级	感病(S)	叶片上大量病斑	31%~70%
9 级	高感(HS)	叶片被病斑完全覆盖甚至枯死	≥70%

玉米植株性状调查:在成熟期,每小区选择有代表性的 10 株,分别调查株高、茎粗、生育期和籽粒含水量。每小区收获后选取 10 个果穗测量粒长和粒宽。

1.3.3 数据分析 利用 Excel 2010 和 SPSS 19.0对数据进行制表及方差分析。

2 结果与分析

2.1 导入材料 USAP 与基础材料 FD2、FD5、FD7、FD13 的抗大斑病表现

由表 2 可以看出,玉米自交系 USAP 为高抗大斑病,保绿性好,生育期较长。玉米自交系 FD2、FD5 和 FD7 为中抗,玉米自交系 FD13 为高感,基础材料 FD2、FD5、FD7、FD13 属于欧洲硬粒型种质,具有熟期早、抗冷性好、耐密性好、脱水快和适宜机械化收获等特点。

表 2 玉米自交系特征特性及抗病性

序号	材料名称	类群	生育期/d	特点	大斑病抗性
1	USAP	P 群种质	124	配合力高,高抗大斑病、茎腐病,保绿性好	HR
2	FD2	欧洲硬粒型种质	105	早熟,抗倒伏,脱水快,耐冷性,叶部病害重	MR
3	FD5	欧洲硬粒型种质	102	早熟,抗倒伏,脱水快,耐冷性,叶部病害重	MR
4	FD7	欧洲硬粒型种质	108	早熟,抗倒伏,脱水快,耐冷性,叶部病害重	MR
5	FD13	欧洲硬粒型种质	98	早熟,抗倒伏,脱水快,耐冷性,叶部病害重	HS

2.2 导入不同比例 USAP 在自交系内与自交系间抗病性表现

由表 3 可知,高感材料 FD13 随着导入抗病亲本比例的增加,S15 和 S14 大斑病抗性表现为感病,S13 表现为中抗。基础材料 FD2、FD5 和 FD7 随着导入抗病亲本比例的增加,各材料大斑病抗性均有所提高。导入 25%、50%、75% 的 USAP 后,不同抗性的欧洲硬粒型种质大斑病抗性都有所提高,中抗材料大斑病抗性提高最大,其次高感材料抗病平均等级值较大,改良后的材料感病依然严重。

2.3 导入不同比例 USAP 的欧洲硬粒型种质农艺性状变化

由表 4 可知,同一欧洲硬粒型种质材料,随着导入 USAP 比例的增加,生育期极显著延长,株高、茎粗和含水量极显著增加,籽粒长和籽粒宽变化不明显。除了 FD5 中导入 USAP 比例 0% 和 25% 的材料株高差异显著外,其他材料间均存在极显著差异;茎粗和含水量均存在显著或极显著差异;FD2 种质中,粒长和粒宽无显著差异,说明导入不同比例的 USAP 对粒长和粒宽影响较小,

含有 75%USAP 的其他 3 个欧洲硬粒型种质中,粒长、粒宽与其他处理间大多存在显著或极显著差异。

表 3 16 份组合材料的大斑病抗性评价

基础材料	材料代号	导入 USAP 比例/%	2018 年 抗病等级	2019 年 抗病等级	平均值	抗病性
FD2	S1	75	1	3	2	R
	S2	50	3	3	3	R
	S3	25	3	3	3	R
	S4	0	5	5	5	MR
FD5	S5	75	3	3	3	R
	S6	50	3	3	3	R
	S7	25	3	3	3	R
	S8	0	5	5	5	MR
FD7	S9	75	1	3	2	R
	S10	50	3	3	3	R
	S11	25	3	3	3	R
	S12	0	5	5	5	MR
FD13	S13	75	3	5	4	MR
	S14	50	7	5	6	S
	S15	25	5	7	6	S
	S16	0	9	9	9	HS

表 4 导入不同比例 USAP 后欧洲硬粒型种质农艺性状方差分析结果

基础材料	材料代号	导入 USAP 比例/%	生育期/d	株高/cm	茎粗/cm	粒长/cm	粒宽/cm	含水量/%
FD2	S1	75	121.75±0.96 aA	269.25±7.00 aA	2.79±0.06 aA	0.67±0.01 aA	0.46±0.00 aA	29.90±1.24 aA
	S2	50	117.25±0.96 bB	241.25±5.00 bB	2.63±0.05 bB	0.66±0.02 aA	0.45±0.01 aA	25.80±0.50 bB
	S3	25	107.50±1.29 cC	192.00±3.00 cC	2.30±0.03 cC	0.66±0.02 aA	0.46±0.01 aA	23.70±0.65 cC
	S4	0	104.50±1.00 dD	173.75±3.00 dD	2.09±0.03 dD	0.65±0.01 aA	0.45±0.01 aA	22.70±0.70 cC
FD5	S1	75	121.00±0.82 aA	265.25±17.00 aA	2.73±0.04 aA	0.69±0.01 aA	0.47±0.01 aA	29.70±1.14 aA
	S2	50	114.50±0.58 bB	233.00±2.50 bB	2.64±0.08 bA	0.66±0.01 bB	0.47±0.01 aA	27.10±0.37 bB
	S3	25	106.00±1.15 cC	190.50±4.00 cC	2.35±0.03 cB	0.67±0.01 bB	0.46±0.01 bAB	24.78±0.54 cC
	S4	0	102.75±0.96 dD	172.50±2.00 dC	2.24±0.05 dB	0.65±0.01 bB	0.45±0.01 bB	23.08±0.86 dD
FD7	S1	75	121.25±0.96 aA	257.00±4.00 aA	2.65±0.04 aA	0.61±0.01 aA	0.48±0.01 aA	30.48±0.97 aA
	S2	50	118.25±0.96 bB	250.00±4.00 bB	2.60±0.04 aA	0.61±0.02 aA	0.46±0.01 abAB	26.38±0.66 bB
	S3	25	108.75±0.96 cC	187.00±2.00 cC	2.46±0.05 bB	0.57±0.01 bB	0.46±0.01 bBC	23.95±1.20 cC
	S4	0	104.25±0.50 dD	174.50±1.00 dD	2.03±0.05 cC	0.55±0.01 bB	0.44±0.01 cC	23.05±0.73 cC
FD13	S1	75	119.75±0.96 aA	248.25±6.00 aA	2.44±0.06 aA	0.63±0.02 aA	0.46±0.01 aA	28.43±0.64 aA
	S2	50	116.75±0.96 bB	233.50±4.00 bB	2.43±0.05 aA	0.61±0.01 bAB	0.44±0.01 abA	23.80±0.22 bB
	S3	25	106.50±1.29 cC	187.00±5.00 cC	2.18±0.10 bB	0.60±0.01 bB	0.44±0.02 abA	22.88±0.26 cBC
	S4	0	97.75±0.50 dD	154.00±3.00 dD	2.03±0.10 cB	0.61±0.01 bAB	0.44±0.01 bA	22.01±0.70 dC

注:不同大小写字母分别代表 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。

3 讨论与结论

陈喜明等^[13]认为 P 群种质含有热带亚热带血缘,高抗茎腐病、穗腐病和粒腐病,对大斑病、叶斑病、青枯病均表现出良好抗性,目前已成为国内玉米育种中的重要种质基础。孙铭泽等^[14]认为齐 319 高抗灰斑病,由其组配杂交组合可明显降低灰斑病发病程度。杂交组合对灰斑病的抗性趋于两亲本的中亲值。张兴端等^[15]将热带种质梯度导入到温带种质中,创制出含不同比例热带种质的遗传基础群体,从中筛选创新育种新材料,丰富玉米种质资源,拓展杂种优势利用模式。曹冬梅^[16]认为某些欧洲种质易感弯孢菌叶斑病或大斑病、茎腐病、锈病、丝黑穗病等病害,可选用具有相对抗性的材料组配,或进行群内改良应用。欧洲种质选系,与黄系种质材料组配,杂交种感丝黑穗病,选育中须忌避或改良后使用。王元东等^[17]研究认为,P 群种质用作热带、亚热带种质在温带地区利用的桥梁比较理想,育种中可以通过 P 群种质将热带、亚热带优良抗性基因和高产有利基因选择出来并逐渐地渗透进我国玉米杂交种中,从而保持 P 群种质的优良抗性来源,最终实现玉米种质的持续创新。

结合前人研究基础,本研究提出利用黑龙江省农业科学院佳木斯分院 P 群种质 USAP 提供抗原,导入不同比例 USAP 至欧洲硬粒型玉米种质进行大斑病鉴定评价,旨在改良欧洲硬粒型种质大斑病抗性,保留欧洲硬粒型种质的早熟、耐冷、耐密、脱水快和适宜机械化收获等特点,为拓宽黑龙江省早熟玉米种质提供依据。通过以上数据分析可以看出,USAP 的导入可以提高中抗和感病欧洲硬粒型种质大斑病抗性,对于高感欧洲硬粒型种质大斑病抗性未能提高。随着导入 USAP 比例的增加,欧洲硬粒型种质生育期、株高、籽粒水分含量明显提高,导入 USAP 比例过高会改变欧洲硬粒型种质生育期、株高、茎粗、籽粒水分含量,影响欧洲硬粒型种质自身早熟、抗倒、脱水快和适宜机械化收获等特点,减小了欧洲硬粒型种质在黑龙江省的利用价值,为保留欧洲硬粒型种

质的自身特点,建议导入 25% 的 USAP,既可以提高欧洲硬粒型种质大斑病抗性,又可以基本保留欧洲硬粒型种质自身特性。

参考文献:

- [1] 金振国,高利,孙艳杰,等.早熟玉米骨干自交系合 344 的改良与利用[J].黑龙江农业科学,2018(9):12-14.
- [2] 廉军,姜立雁,李福林,等.德美亚系列玉米杂交种对早熟玉米育种的启示[J].热带农业工程,2019,43(3):1-3.
- [3] 戚颖,白雪峰,李铁男.气候变化对黑龙江省生育期内玉米产量的影响[J].农业机械学报,2019,50(9):254-261.
- [4] 张丰屹,唐娟,雍洪军,等.欧洲重要玉米群体特征及其利用途径分析[J].植物遗传资源学报,2018,19(4):807-814.
- [5] 马延华,孙德全,李绥艳,等.20 份玉米种质选系的利用潜力分析[J].玉米科学,2014,22(5):1-5.
- [6] 周旭梅,高旭东,丰光,等.不同密度下欧洲玉米种质 BRC 选系的应用潜力分析[J].玉米科学,2017,25(4):26-31.
- [7] 周旭梅,高旭东,高洪敏.高密度条件下 27 份欧洲玉米种质改良系主要数量性状遗传相关和主成分分析[J].种子,2018,37(3):49-54.
- [8] 李佩瑶,王震,张先宇,等.41 份中晚熟欧洲玉米选系的配合力及杂种优势分析[J].玉米科学,2018,26(3):28-31.
- [9] 马延华,孙德全,李绥艳,等.法国玉米自交系引用潜力评估[J].黑龙江农业科学,2011(2):8-11.
- [10] 苏俊,李春霞,龚士琛,等.热带、亚热带玉米种质在北方早熟春玉米育种中的利用研究[J].玉米科学,2010,18(4):1-6,12.
- [11] 王元东,陈绍江,邢锦丰,等.玉米 P 群自交系的生物学特征特性评价[J].玉米科学,2005,13(2):35-38,42.
- [12] 郭向阳,胡兴,祝云芳,等.热带玉米 Suwan1 群体导入不同类型温带种质的遗传分析[J].玉米科学,2019,27(4):9-13,21.
- [13] 陈喜明,侯有良,韩云丽,等.P 群种质在山西玉米育种中的作用与展望[J].山西农业科学,2008(1):30-33.
- [14] 孙铭泽,宋茂兴,吕香玲,等.玉米自交系齐 319 对玉米灰斑病的抗性遗传分析[J].玉米科学,2017,26(6):161-166.
- [15] 张兴端,霍仕平,向振凡,等.玉米梯度热带种质群体主要经济性状杂种优势研究[J].中国农学通报,2011,27(27):79-85.
- [16] 曹冬梅.玉米育种材料欧洲与非欧早熟、极早熟种质选系的利用[J].农业科技通讯,2011(1):88-91.
- [17] 王元东,段民孝,邢锦丰,等.P 群种质在玉米杂种优势利用和种质创新中的作用及展望[J].玉米科学,2004,12(2):10-12,15.

(下转第 18 页)

- [15] 李波,陈喜昌,高云,等.青贮玉米生物产量与植株主要农艺性状相关的研究[J].玉米科学,2005,13(2):76-78.
- [16] 李想,张业猛,朱丽丽,等.青海高原地区不同玉米品种青贮性能及营养品质评价[J].草业科学,2021,38(6):1194-1208.
- [17] 刘卓,邵怀峰,温万,等.宁南地区34个青贮玉米品种农艺性状及营养品质评价研究[J].饲料研究,2021,44(11):98-104.
- [18] 孙峰成,冯勇,于卓,等.12个玉米群体的主要农艺性状与产量、品质的灰色关联度分析[J].华北农学报,2012,27(1):102-105.
- [19] 陈广庭.高产玉米籽粒品质与产量的研究[J].中国农业信息,2015(5):24.
- [20] 贾晓艳,朱良佳,田汉钊,等.玉米自交系粒重与品质性状的相关分析[J].种子,2021,40(7):33-38.

Comparison of 14 Silage Maize Lines

LAN Lan, XU Yan-xia, SONG Min-chao, HUANG Xin-yu

(Branch of Animal Husbandry and Veterinary, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161002, China)

Abstract: The aim of this research was to expand silage maize resources and promote the development of silage maize industry and animal husbandry in Heilongjiang Province, a field experiment was set up with 14 lines of silage maize and three replications in a random design, and Yangguang 1 was used as control. Total herbage dry matter yield, grain yield, quality, and lodging resistance were recorded, and relationships among agronomic characters were examined. The results showed that; the fresh matter yields, dry matter yields and yields on ears of maize of silage maize line NJ01/R0818 was higher, it can be used as a medium mature silage maize variety with better lodging resistance, nutritional quality in line with national standards. M476/S21 had higher fresh grass yield, dry matter quality and ear yield, suitable growth period, starch, neutral detergent fiber and crude protein content in line with the first-class national standard of silage quality, and had lodging resistance. It is a medium mature silage maize line with excellent performance. The selected silage maize inbred lines can effectively improve the shortage of silage maize germplasm resources in Heilongjiang Province.

Keywords: silage maize; growth period; yield; quality; lodging resistance

(上接第 12 页)

Evaluation of Resistance to Maize Leaf Spot and Comparison of Agronomic Traits in European Hard Grain Type Maize Germplasm Introduced with Different Proportion of P Group Germplasm

SONG Ying-bo, ZHANG Hong-quan, WANG Nan-nan, LI Yu, MENG Fan-xiang, FAN Wei-min, LI Can-dong

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to promote germplasm resistance improvement of European hard grain type maize, this study introduced P group germplasm to improve the resistance of 4 European hard grain type germplasm to *Exserohilum turcicum*. By introducing 25%, 50% and 75% P group germplasm, field identification and evaluation of resistance to *Exserohilum turcicum* were carried out in Jiamusi from 2018 to 2019, and the change rules of various agronomic traits were compared based on the two years' performance. The results showed that four European hard grain type base materials were introduced with USAP 25%, 50% and 75%, and the resistance to *Exserohilum turcicum* of different materials was improved. The average level of disease resistance of highly susceptible materials was higher, the disease of the improved highly susceptible material was still serious. The growth period, plant height, stem diameter and water content of the same European hard grain type germplasm were significantly prolonged with the increase of USAP proportion, but the grain length and grain width did not change significantly. In conclusion, the introduction of 25% P group germplasm could not only improve the resistance to *Exserohilum turcicum*, but also basically retain the characteristics of European hard grain type germplasm.

Keywords: leaf blight; maize; European hard grain type germplasm; P group germplasm