

热带玉米种质自交系 ZNC442 的选育与应用

黄开健, 黄爱花, 莫润秀, 韦新兴, 邹成林, 翟瑞宁, 杨 萌

(广西壮族自治区农业科学院玉米研究所, 南宁 530007)

摘 要: ZNC442 是广西壮族自治区农业科学院玉米研究所利用热带混合种质 ZNC4 为基础材料, 利用系谱法创制而成的优异热带种质玉米自交系。ZNC442 具有种质新颖、高配合力、株型半紧凑、抗病抗逆性强、适应性广、高产优质等优点, 利用 ZNC442 自交系为亲本组配国审、省审玉米品种 22 个, 审定区域包含所有西南玉米生态区域和黄淮海夏播青贮玉米区域, 其中, 川单 99 通过了国审和省审各 3 次, 年推广面积突破 6.7 万 hm^2 以上。针对 ZNC442 存在由隐性单基因 *les442* 控制的叶片或茎秆坏死黑斑的问题, 采取选择与没有此黑色斑点表型、优良性状互补性强的自交系作为供体亲本进行杂交、回交、自交等改良方法, 利用高世代回交群体选系, 可以消除坏死黑色斑点的干扰。ZNC442 已成为西南各育种单位及育种平台研究应用的骨干自交系。

关键词: 玉米; 自交系; ZNC442; 品种选育

中图分类号: S513.032

文献标识码: A

Breeding and Application of Maize Inbred Line ZNC442 with Tropical Germplasm

HUANG Kai-jian, HUANG Ai-hua, MO Run-xiu, WEI Xin-xing,

ZOU Cheng-lin, ZHAI Rui-ning, YANG Meng

(Maize Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Science, Nanning 530007, China)

Abstract: ZNC442 is a new maize inbred line with tropical hybrid germplasm ZNC4 developed by Maize Research Institute of Guangxi Academy of Agricultural Sciences. ZNC442 represents many merits, such as novel germplasm, high combining ability, semi-compact plant type, strong resistance to disease and adversity, wide adaptability, high yield and good quality, etc. Utilizing the elite inbred line ZNC442 as a parent, twenty-two commercial hybrid varieties have been officially approved by national or provincial regional trials, the approved area includes all southwest maize ecological areas and Huang-Huai-Hai summer maize areas. Among them, Chuandan99 has been approved three times at both national and provincial levels, with an annual promotion area exceeding 67 000 hectares. ZNC442 is a recessive single gene *les442* controlled by the problem of black spots of leaf or stem necrosis, the inbred lines with good traits without the black spot phenotype were selected as donor parents for improvement in cross, backcross and selfing, the interference of necrotic black spots can be eliminated by using high generation backcross population. ZNC442 has become a key inbred line of various southwest breeding units and breeding platform.

Key words: Maize; Inbred line; ZNC442; Variety breeding

玉米是我国第一大粮食作物, 对保障国家粮食安全具有重要战略地位^[1]。种质遗传基础狭窄是我国玉米育种上迫切需要解决的重要问题。热带、亚

热带玉米种质具有丰富的遗传多样性和独特的优良特性, 是拓宽我国玉米种质遗传基础、丰富现有种质、创建新的杂种优势群和杂种优势模式的主要来源。荣廷昭等在 20 世纪 80 年代, 以热带种质群体 Suwan-1 为基础材料, 选出优良玉米自交系 S37。雅安市农业科学研究所利用 S37 与 7922 组配出突破性玉米杂交种雅玉 2 号, 成为西南地区玉米生产主推品种^[2]。四川雅玉科技开发有限公司在 1997 年利用引进巴西热带玉米杂交种 AGROLERES1051 为基础

录用日期: 2024-04-30

基金项目: “十四五”国家重点研发项目“西南及南方高产抗逆耐瘠薄宜子粒机收玉米新种质创制与应用”(2023YFD1201104)

作者简介: 黄开健(1963-), 男, 研究员, 研究方向为玉米遗传育种与栽培研究。E-mail: hkjian@gxaas.net

材料,选育出配合力高、农艺性状优良、抗性好、适应性广和品质优良等特点的优异热带种质玉米自交系YA8201^[3]。20世纪90年代,广西壮族自治区农业科学院玉米研究所利用CIMMYT热带、亚热带玉米改良群体墨黄9号育成优良自交系双M9,组配并审定桂单22等21个优良玉米杂交种在西南地区大面积推广^[4]。利用泰国热带群体Suwan(late)C4选育出自交系桂兆18421,并组配出桂单0810,成为目前广西主推品种^[5]。热带、亚热带玉米种质的引进、改良创新利用已成为玉米遗传育种的重点和热点。2009年广西壮族自治区农业科学院玉米研究所利用国外热带玉米种质合成选系改良群体ZNC4作基础材料,采用系谱法育成了高配合力、高产、优质、综合抗病性强的优良玉米自交系ZNC442。2012年以来通过国家玉米产业技术体系在西南各育种单位交流使用,已提供给国内多个平台和育种单位直接利用或作为优良的种质资源进行改良利用,成为当前我国西南玉米育种与生产广泛利用的热带玉米重要骨干自交系。目前,已组配并审定了22个国审、省审玉米新品种,参加国家区试或省级区试10多个,其中川单99年推广面积超过6.7万hm²^[6]。

1 选育背景

针对西南地区生态环境复杂、热带种质遗传基础相对狭窄和生产特点对玉米品种适应性、抗病性、抗逆性的迫切需求,大量引进热带、亚热带玉米种质资源鉴定筛选,根据玉米育种杂种优势模式“温带种质或温-热种质自交系×热带种质自交系”,利用热

带优异种质资源作基础材料,创制选育出高配、高产、优质、抗病抗逆性强等综合性状优良自交系成为西南区域选育优良玉米品种的关键^[7-10]。广西具有得天独厚的气候条件,2000年以来不断引进收集墨西哥、泰国、马来西亚、越南、老挝、美国等国家的热带、亚热带种质资源或商业种质进行鉴定评价,筛选出具有育种价值高的优异种质资源。来自国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)热带种质群体28(Pop28)根系发达、抗倒、耐旱耐瘠、综合抗病强,但叶片披散、晚熟、果穗偏小、子粒橙黄、硬粒型;美国先正达子公司商业热带种质04RC003342具有株型紧凑、偏早熟、子粒半硬型等特点,两个来自不同地缘的热带种质优良性状互补性强。2005年春、秋两季在南宁明阳基地人工合成“Pop28×04RC003342×04RC003342”回交群体,经4轮改良穗行选择,2009年构成了热带混合种质选系改良群体ZNC4。

2 选育过程

2009年开始,以热带混合种质第4轮改良群体ZNC4为基础材料,采用自交选育过程中增加早代选择压力,S₁~S₃世代种植密度90000株/hm²,选系群体的基本株3000个以上,选系过程适当进行干旱和耐低氮胁迫,加大基本株的淘汰力度,选择株型好、叶色较浓绿、生育期适中、雌雄花协调、耐密植、耐旱耐瘠、抗病、结实性好的优良单株持续自交分离。从S₃世代开始利用骨干系测试自交单株的配合力,采用测用结合,自交纯合同步开展配合力测定,同时结合品质分析和纯系加代繁育,加快了育种进程。



图1 热带种质玉米自交系ZNC442的选育过程
Fig.1 Breeding process of tropical maize inbred line ZNC442

3 ZNC442 主要特征特性

3.1 主要生物学特征

ZNC442属于中熟自交系,全生育期为110 d,株型半紧凑,穗位以上叶片较短而直立坚硬,株高210 cm,穗位高75 cm,雄花一级侧枝4~6条,花药

黄色,雌穗花丝紫红色。果穗筒形,穗长14 cm,穗粗4.2 cm,穗行数14行,百粒重27.5 g,子粒黄色、硬粒型,子粒角质较多,穗轴白色(图2)。田间表现抗南方锈病、茎腐病、大小斑病、灰斑病、丝黑穗病和纹枯病,后期茎秆或叶片易有坏死黑斑标记。



图2 热带种质玉米自交系ZNC442的植株与果穗性状

Fig.2 Plant and ear traits of tropical maize inbred line ZNC442

3.2 配合力高

配合力是玉米育种中选配优良亲本自交系的重要指标^[11-12]。自交系的配合力越高,其杂种优势越强,组配杂交组合获得的高产几率越大^[13-16]。张晓梅等^[17]对27个优良自交系配合力分析结果得出,ZNC442产量一般配合力效应值(GCA)达到13.78,高于同类热带种质自交系先21A、Sn-8-1-1和绵517。育种实践证明,ZNC442具有高配合力特性,目前利

用该自交系作为亲本已组配出22个优良玉米品种通过国审和省审(表1),其中,川单99通过广西、云南、四川等省(区)品种审定,同时通过西南中低海拔区、西南青贮玉米区、黄淮海夏播青贮玉米区国家品种审定,成为西南地区推广速度最快、面积最大、年种植面积唯一超过6.7万hm²的突破性玉米新品种。另外,荣玉丰赞、诚玉799、金西南988、华龙玉888、云海2115分别通过不同生态区域国家品种审定。

表1 利用ZNC442自交系已组配并审定的品种

Table 1 The yield results of approved hybrids bred by ZNC442 in different regional trial

序号 No.	品种 Variety	组合 Combination	审定编号 Accession number	对照品种 CK variety	区试增产(%) Regional test than CK	生试增产(%) Production test than CK	审定区域 Approval area
1	农华606	Y0921×ZNC442	桂审玉2017004	桂单162	15.7	12.3	广西全区
2	川单99	ZNC442×SCML0849	滇审玉2019063	海禾2号	13.3	13.6	云南省海拔1 000~2 000 m区域
3	川单99	ZNC442×SCML0849	桂审玉2020001	桂单162	12.6	8.4	广西全区
4	川单99	ZNC442×SCML0849	川审玉20202038	荃玉9号	15.7	15.5	四川省山区春玉米
5	川单99	ZNC442×SCML0849	国审玉20210096	雅玉青贮8号	8.2	6.7	西南青贮玉米区
6	川单99	ZNC442×SCML0849	国审玉20210096	中玉335	14.0	11.1	西南春玉米中低海拔区
7	川单99	ZNC442×SCML0849	国审玉20220504	雅玉青贮8号	13.0	6.1	黄淮海夏播青贮玉米区
8	荣玉丰赞	Y9614×ZNC442	国审玉20200422	中玉335	10.6	9.8	西南春玉米中低海拔区
9	荣玉丰赞	Y9614×ZNC442	国审玉20200422	中玉335	11.0	9.8	西南春玉米中高海拔区

续表 1 Continued 1

序 号	品 种	组 合	审定编号	对照品种	区试增产(%)	生试增产(%)	审定区域
No.	Variety	Combination	Accession number	CK variety	Regional test than CK	Production test than CK	Approval area
10	荣玉丰赞	Y9614×ZNC442	川审玉 20202037	成单 30	13.6	9.6	四川省平坝丘陵地区(夏播)
11	丰农 88	ZNC442×LX3118	国审玉 20206258	桂单 162	7.4	5.7	热带、亚热带玉米区
12	华龙 188	LX2065×ZNC442	川审玉 20202043	茎玉 9 号	11.2	6.4	四川省山区春玉米
13	创世 90	SCML5409×ZNC442	川审玉 20202001	成单 30	11.6	4.6	四川省平坝丘陵地区
14	创世 90	SCML5409×ZNC442	川审玉 20202001	茎玉 9 号	12.4	8.6	四川省山区春玉米
15	川单 706	Y1027×ZNC442	川审玉 20212064	茎玉 9 号	7.5	12.6	四川省山区春玉米
16	桂单 686	GML9616×ZNC442	桂审玉 2022008	桂单 162	4.1	12.1	广西全区
17	SAU938	XL7133×ZNC442	川审玉 20222042	成单 30	8.4	7.5	四川省平坝丘陵地区
18	SAU918	LX2715×NC442	川审玉 20220007	成单 30	7.6	10.4	四川省平坝丘陵地区
19	南青 208	ZNC442×南 F188	川审玉 20220021	雅玉青贮 8 号	4.8	—	四川省平坝丘陵地区(青贮春播)
20	诚玉 799	HX325—3×ZNC442	川审玉 20222048	中玉 335	9.3	5.4	四川省山区春玉米
21	创试 23	XL7134×ZNC442	滇审玉 2022066	五谷 3861	9.5	11.9	云南省 1 200 m 以上中高海拔区域
22	先农 518	NSG519×ZNC442	滇审玉 2022148	五谷 3861	11.8	12.7	云南省 1 200 m 以上中高海拔区域
23	瑞玉 822	SN6231×ZNC442	川审玉 20222011	成单 30	8.8	7.9	四川省平坝丘陵地区
24	绵单 968	绵 718×ZNC442	川审玉 20230018	雅玉青贮 8 号	11.7	—	四川省平坝丘陵地区(青贮春播)
25	龙单 99	HX77×ZNC442	川审玉 20232009	成单 30	8.5	6.7	四川省平坝丘陵地区
26	金西南 988	ZNC442×XL3611	国审玉 20231019	桂单 162	6.9	6.3	热带、亚热带玉米区
27	华龙玉 888	QB1148Z×NC442	国审玉 20233242	中玉 335	9.3	8.9	西南春玉米中低海拔区
28	华龙玉 888	QB1148×ZNC442	国审玉 20233242	中玉 335	10.0	9.4	西南春玉米中高海拔区
29	云海 2115	QB6752×ZNC442	国审玉 20233293	中玉 335	8.3	9.8	西南春玉米中高海拔区
30	丰度 618	NSG509×ZNC442	滇审玉 2023084	五谷 3861	14.0	9.0	云南中高海拔区
31	南玉 20	ZNC442×南 XY1156	川审玉 20232014	成单 30	6.8	8.4	四川省平坝丘陵地区

3.3 种质新颖

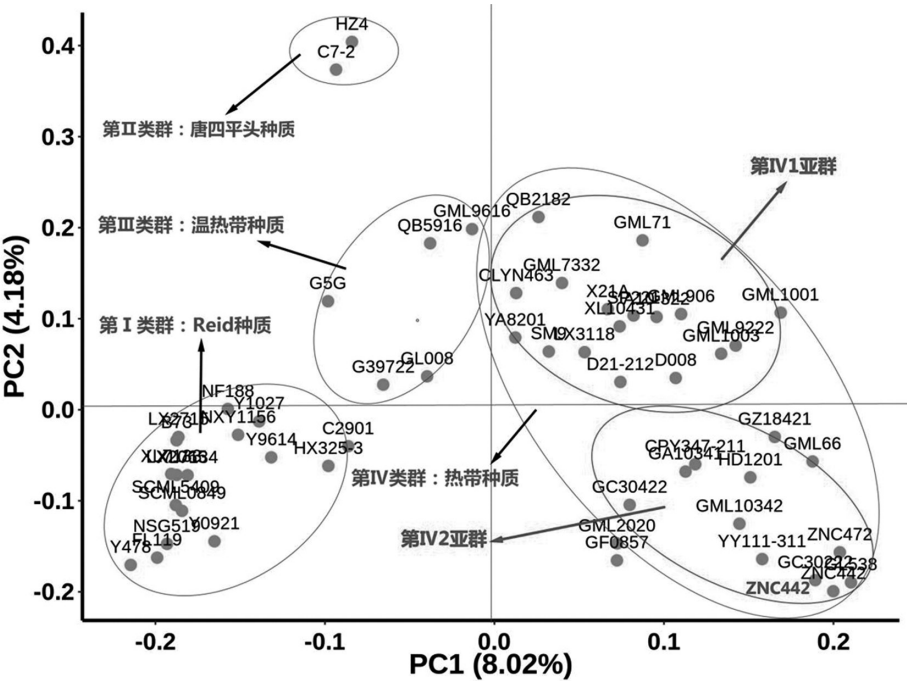


图 3 基于 SNP 标记的主成分分析聚类图

Fig.3 Clustering map of principal component analysis based on SNP markers

基于 SNP 标记的主成分分析聚类结果表明(图 3),52 个西南地区玉米骨干自交系划分成 4 个优势类群:第 I 类群为 SCML5409、SCML0849、Y1027、NSG519、Y9614、NXY1156、XL7134、G5G、B73 等 16 个温带瑞得种质自交系;第 II 类群为黄早四、昌 7-2 共 2 个塘四平头种质自交系;第 III 类群为五公、QB5916、桂 39722、GL008、GML9616 共 5 个温-热种质自交系;第 IV 类群为热带种质或偏热带种质自交系,其中又分成 2 个亚群:第 IV 1 亚群为 LX3118、QB2182、GML7332、Y8201、双 M9、先 21A、GML906、GML9222 等 17 个墨黄种质自交系,第 IV 2 亚群为桂 A10341、桂兆 18421、GL10342、GML66、GML2020、桂 F0857、ZNC442 等 14 个其他热带种质的自交系。其中,ZNC442 表现为种质新颖,与第 I 类群瑞得改良群的遗传距离较远,具有最强的杂种优势,更容易选育出大穗高产新品种,川单 99、荣玉丰赞、创世 90 等系列新品种利用“温带 Reid 种质×热带种质”杂种优势模式;与第 IV 1 亚群墨黄热带种质及第 III 类群温热种质自交系的遗传距离较远,同样具有较强的杂种优势,也相应选育出新的抗逆抗病更强的高产品种,桂单 686、丰农 88 等品种利用“热带或温热种

质×热带种质”杂种优势模式。

4 ZNC442 自交系组配杂交种的特点

4.1 适应性广、增产率高

利用 ZNC442 先后育成 22 个玉米新品种,共审定 31 次,其中,国审 10 次、省审 21 次;审定区域范围广,主要分布在广西、四川平坝丘陵地区、四川山区春玉米区、四川青贮玉米春播区、云南中高海拔区、西南春玉米(中低海拔、中高海拔)区、西南青贮玉米区、黄淮海夏播青贮玉米区等区域,区试产量比对照增产幅度为 4.1%~15.7%,其中增产 8%以上的品种占 75.0%;生试产量比对照增产幅度为 4.6%~15.5%,其中增产 8%以上占 63.3%,ZNC442 能选育出适应西南不同生态区种植的高产新品种。

4.2 品质优良

ZNC442 具有子粒橙黄色、半硬粒型、品质优良等特点,由其组配的玉米杂交种容易获高蛋白质、高淀粉、高赖氨酸、高容重等优良品质性状。ZNC442 组配的 22 个审定品种品质均达到国家一级商品玉米指标(容重≥720 g/L,GB1353-2018)。其中,粗蛋白质含量超过 10%有 13 个,占 61.9%;粗脂肪含量超

表 2 利用 ZNC442 为亲本已组配并审定的玉米品种在区试中的品质检测结果
Table 2 The results of quality of maize varieties developed by using of ZNC442 in regional test

序 号	品 种	粗蛋白(干基,%)	粗脂肪(干基,%)	粗淀粉(干基,%)	赖氨酸(%)	容重(g/L)
No.	Variety	Crude protein	Crude fat	Crude starch	Lysine	Bulk density
1	农华 606	8.97	4.73	70.81	0.32	754
2	川单 99	10.66	4.47	72.65	0.33	788
3	荣玉丰赞	11.01	4.34	69.70	0.35	755
4	丰农 88	10.96	3.92	73.65	0.35	788
5	华龙 188	10.90	4.20	73.80	0.31	772
6	创世 90	10.30	4.90	76.70	0.31	750
7	川单 706	10.00	5.80	75.00	0.33	755
8	桂单 686	12.25	5.21	69.06	—	777
9	SAU938	10.10	4.30	78.10	0.31	742
10	SAU918	10.20	4.60	80.20	0.32	780
11	南青 208	8.60	全株淀粉含量 31.4%,中性洗涤纤维含量 37.8%			
12	诚玉 799	11.20	4.30	73.60	0.35	775
13	创试 23	9.42	3.70	75.17	0.28	772
14	先农 518	9.41	4.83	74.90	0.30	770
15	瑞玉 822	10.60	4.70	73.20	0.35	755
16	绵单 968	9.20	全株淀粉含量 32.1%,中性洗涤纤维含量 36.4%			
17	龙单 99	8.81	4.50	76.80	0.34	735
18	金西南 988	10.24	4.31	72.51	0.35	788
19	华龙玉 888	10.66	4.07	72.27	0.35	745
20	云海 2115	9.79	3.69	75.97	0.29	812
21	丰度 618	9.84	4.57	73.77	0.33	759
22	南玉 20	9.10	3.40	72.90	0.29	732

过4.0%有15个,占78.9%;粗淀粉含量超过72%有16个,占84.2%,其中,创世90、川单706、创试23、SAU938、SAU918、龙单99、云海2115淀粉含量超过75%,符合高淀粉玉米标准;赖氨酸含量超过0.3%有16个,占84.2%;子粒容重均超过750 g/L有15个,占78.9%(表2)。

4.3 综合抗病性强

ZNC442植株半紧凑,叶片窄短且持绿期长,茎秆韧性好,田间表现抗南方锈病、茎腐病、大斑病、灰斑病、纹枯病、穗腐病等主要南方病害。由ZNC442组配并审定的22个品种区试人工接种抗病性鉴定结果表明(表3),这些品种综合抗病性强,抗4种以上南方主要病害的品种有15个,占68.2%。川单99抗病性表现突出,抗南方锈病、茎腐病,中抗大斑病、小斑病、纹枯病、灰斑病、穗腐病;荣玉丰赞抗灰斑病、茎腐病,中抗小斑病、纹枯病、南方锈病、穗腐病;桂单686高抗茎腐病,抗小斑病、穗腐病,中抗南方

锈病、纹枯病。就单个病害鉴定而言,中抗以上大斑病的品种有9个,占40.9%;中抗以上小斑病的品种有15个,占83.3%;中抗以上纹枯病的品种有14个,占63.6%;中抗以上南方锈病品种有7个,占70.0%;中抗以上穗腐病的品种有12个,占57.1%;中抗以上灰斑病的品种有12个,占70.6%;中抗以上茎腐病的品种15个,占83.3%。育种实践表明,ZNC442具有抗多种南方主要病害的特点,是以它为亲本所选育品种对茎腐病、小斑病、南方锈病、灰斑病、纹枯病、穗腐病6种南方主要病害抗性的主要来源。

5 选育与应用经验

5.1 重视热带、亚热带玉米新种质引进、鉴定、评价、改良与创新

热带、亚热带玉米种质具有丰富的遗传多样性和独特的优良特性,是拓宽我国玉米种质基础、丰富现有种质资源、创建新的杂种优势群和杂种优势模

表3 利用ZNC442为亲本已组配并审定的玉米品种在区试中的抗病性鉴定结果

Table 3 The results of disease resistance identification of maize varieties developed by using of ZNC442 in regional test

序 号	品 种	区试类型	大斑病	小斑病	纹枯病	南方锈病	穗腐病	灰斑病	茎腐病	丝黑穗病
No.	Variety	Type of regional test	Northern maize leaf blight	Southern maize leaf blight	Maize sheath blight	Southern maize rust	Ear rot	Grey leaf spot	Maize stalk rot	Maize heat smut
1	农华606	广西区	MR	HR	MR	MR	HS	—	—	—
2	川单99	西南春玉米中低海拔区	MR	MR	MR	R	MR	MR	R	—
3	荣玉丰赞	西南春玉米(中高、中低)海拔区	S	MR	MR	MR	MR	R	R	—
4	丰农88	热带、亚热带区	S	MR	S	MR	MR	R	MR	—
5	华龙188	四川山区	S	R	MR	—	S	S	R	R
6	创世90	四川平坝丘陵地区、山区	S	R	S	—	MR	—	MR	S
7	川单706	四川山区	S	R	S	—	MR	R	HS	S
8	桂单686	广西区	S	R	MR	MR	R	—	HR	—
9	SAU938	四川平坝丘陵地区	S	R	S	—	S	R	R	S
10	SAU918	四川平坝丘陵地区	MR	S	S	—	MR	MR	MR	MR
11	南青208	四川平坝丘陵地区(青贮)	MR	R	MR	—	MR	R	MR	MR
12	诚玉799	四川山区	S	—	S	—	S	S	MR	S
13	创试23	云南1 200 m以上中高海拔区	HR	—	S	HS	R	R	—	HR
14	先农518	云南1 200 m以上中高海拔区	R	—	S	S	R	R	—	—
15	瑞玉822	四川平坝丘陵地区	S	MR	MR	—	S	MR	R	—
16	绵单968	四川平坝丘陵地区(青贮)	MR	MR	MR	—	S	R	R	—
17	龙单99	四川平坝丘陵地区	S	R	MR	—	S	R	S	—
18	金西南988	热带亚热带区	S	MR	MR	MR	—	—	MR	—
19	华龙玉888	西南中低海拔、中高海拔区	S	S	MR	S	S	—	MR	S
20	云海2115	西南中高海拔区	S	—	MR	—	S	S	MR	HS
21	丰度618	云南1 200 m以上中高海拔区	HR	S	R	MR	R	S	—	—
22	南玉20	四川平坝丘陵地区	MR	MR	MR	—	MR	S	HS	—

注:HR为高抗病;R为抗病;MR为中抗病;HS为高感病;S为感病。
Note: HR, high resistance; R, resistance; MR, moderate resistance; HS, high susceptibility; S, susceptibility.

式的主要来源。20世纪80年代以来,我国玉米育种工作者从墨西哥(CIMMYT)、泰国、巴西等国家引进的墨黄9号、苏湾1号、墨白1号、AGROLERES1051等优异的热带、亚热带玉米种质,通过多种途径改良创新,选育出M9、双M9、S37、黄C、YA8201、YML46、QB446等一批优良玉米自交系^[18-19],并育成农大108、雅玉2号、桂单22等优秀品种在生产上大面积推广。21世纪以来,国内育种单位十分重视引进挖掘新型的热带、亚热带玉米种质,鉴定筛选出一批优异新的CIMMYT热带、亚热带种质和美国先正达、孟山都、先锋等公司含热带、亚热带种质商业杂交种作育种材料^[20-22],育成了ZNC442、先A21、桂A10341、CLYN463等优良自交系,其中,利用ZNC442组配并审定22个玉米新品种在西南地区大面积推广应用,成为我国西南玉米育种的骨干系。

5.2 选准对应的杂种优势模式

杂种优势模式是指导育种研究的重要理论,不同生态区域具有不同的杂种优势模式,如美国主要杂种优势模式为“Reid(BSSS)×Lancaster(Iodent)”,欧洲杂种优势模式为“Reid(BSSS)×欧洲硬粒”。我国西南地区主要玉米优势模式为“热带种质×温带种质”高产稳定型优势模式,其次是“热带种质×热带种质”中穗抗逆型优势模式,这些模式在不同阶段发挥不同作用。基于SNP标记的主成分分析聚类结果,利用热带种质自交系ZNC442组配并审定的22个品种中,采用“ZNC442×Reid(BSSS)”模式,占90.9%;其次是“ZNC442×苏湾、墨黄种质”模式,占9.1%,为ZNC442自交系育种利用提供了杂优模式理论依据。

5.3 ZNC442改良方法

ZNC442已经成为我国新一轮热带玉米种质改良创新的骨干自交系,具有种质新颖、一般配合力高、农艺性状优良、抗逆抗病性强、适应性广、品质优良等多方面优点,并组配了一系列优良的品种在生产上推广。在育种过程中发现,ZNC442最大不足之处是其生长中、后期叶片或茎秆出现坏死黑色斑点,影响植株光合作用,对其自身产量和品质会有一定影响。何莲^[23]研究表明,ZNC442叶片坏死黑色斑点是一个新的类病斑,该斑点不是由于病原菌感染所致,而是由隐性单基因 $les442$ 控制,改良方法是选择与没有此黑色斑点表型、优良性状互补性强的自交系作为供体亲本杂交、回交、自交,利用高世代回交群体选系,可以消除坏死黑色斑点的干扰。

5.4 ZNC442的应用潜力有待更进一步挖掘研究

多年育种实践表明,ZNC442与温带Reid种质改良自交系具有最强杂种优势,育成审定品种中占

比例较多;与苏湾种质、墨黄种质、美系热带和亚热带种质及传统的兰卡斯特、旅大红骨、塘四平头温带种质均有较远遗传距离,同样具有较强杂种优势,但通过审定品种较少,需要更进一步研究。目前,我国西南地区各育种单位利用ZNC442与其他热带、亚热带种质自交系或者遗传距离较近的自交系进行杂交、回交改良或利用DH育种技术,已育成KJ4230、KJ4227、XL8242等一批优良改良系,并选育出一批高产、优质、多抗审定品种或参加各类区试组合,对ZNC442自交系优良农艺性状、抗病、耐热、耐旱、耐瘠等优良基因尚需要进一步挖掘研究与利用。

参考文献:

- [1] 赵久然,王元东,宋伟,等.玉米骨干自交系京2416的选育与应用[J].植物遗传资源学报,2020,21(5):1051-1057.
ZHAN J R, WANG Y D, SONG W, et al. Breeding and application of maize founder inbred line Jing2416[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(5): 1051-1057. (in Chinese)
- [2] 荣廷昭,潘光堂,黄玉碧,等.热带玉米种质在温带玉米育种的应用[J].作物杂志,1998(增刊):12-14.
RONG T Z, PAN G T, HUANG Y B, et al. Application of tropical maize germplasm in temperate maize breeding[J]. Crops, 1998(S): 12-14. (in Chinese)
- [3] 梁燕,杨荣,刘世建,等.优异热带种质玉米自交系YA8201的选育与应用[J].种子,2012,31(8):102-104,106.
LIANG Y, YANG R, LIU S J, et al. Breeding and application of excellent tropic germplasm maize inbred line YA8201[J]. Seed, 2012, 31(8): 102-104, 106. (in Chinese)
- [4] 黄开健.广西玉米杂交种种质基础和杂优模式分析[J].西南农业学报,2000,13(3):104-108.
HUANG K J. Analysis on the germplasm background and heterotic patterns of maize hybrid in Guangxi[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2000, 13(3): 104-108. (in Chinese)
- [5] 文仁来,何雪银,田树云,等.玉米自交系桂兆18421的选育[J].玉米科学,2013,21(1):5-8.
WEN R L, HE X Y, TIAN S Y, et al. Breeding of maize inbred line Guizhao18421[J]. Journal of Maize Sciences, 2013, 21(1): 5-8. (in Chinese)
- [6] 兰海,向勇,李芦江,等.玉米新品种川单99的选育与推广[J].玉米科学,2023,31(2):25-29.
LAN H, XIANG Y, LI L J, et al. Breeding and promotion of maize new variety Chuandan99[J]. Journal of Maize Sciences, 2023, 31(2): 25-29. (in Chinese)
- [7] 荣廷昭,李晚忱,杨克诚,等.西南生态区玉米育种[M].北京:中国农业出版社,2003:39-65.
- [8] 潘光堂,杨克诚.我国西南地区玉米育种面临的挑战及相应对策探讨[J].作物学报,2012,38(7):1141-1147.
PAN G T, YANG K C. Facing to challenges and corresponding strategies for maize breeding in southwestern region of China[J]. Acta Agron. Sin., 2012, 38(7): 1141-1147. (in Chinese)
- [9] 杨克诚,苟才明,荣廷昭,等.西南地区玉米育种现状及发展对策[J].玉米科学,2008,16(3):8-11.

- YANG K C, GOU C M, RONG T Z, et al. Discussion present situation of maize breeding and countermeasure in southwest region[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2008, 16(3): 8–11. (in Chinese)
- [10] 胡学爱. 我国西南山区玉米育种的目标及热带种质的利用[J]. *西南农业学报*, 2002, 15(增刊): 162–164.
- HU X A. Maize breeding objectives and utilization of tropical germplasm in the mountainous area of Southwest China[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2002, 15(S): 162–164. (in Chinese)
- [11] 梁航宇. 陕A群、陕B群选育玉米自交系及杂交种产量配合力评价与遗传解析[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- [12] 潘光堂, 杨克诚, 李晚忱, 等. 我国西南玉米杂种优势群体及其杂优模式研究与应用的回顾[J]. *玉米科学*, 2020, 28(1): 1–8.
- PAN G T, YANG K C, LI W C, et al. A review of the research and application of heterotic groups and patterns of maize breeding in Southwest China[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2020, 28(1): 1–8. (in Chinese)
- [13] 沈高中, 赖仲铭. 玉米自交系主要性状的配合力与环境互作的作用[J]. *作物学报*, 1987, 13(1): 69–76.
- SHEN G Z, LAI Z M. Studies on interactions of combining ability with environment for main traits of maize inbreds[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 1987, 13(1): 69–76. (in Chinese)
- [14] 王琦, 舍杨梦斐, 任雪娇, 等. 不同生态环境下玉米 Reid 及 Non-Reid 改良系及杂交组合产量分析[J/OL]. *分子植物育种*, 2022: 1–10[2022-11-21]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.2022117.1651.012.html>.
- [15] AL NAGGAR A M M, ATTA M M M, AHMED M A, et al. Interrelationships of performance, heterosis and combining ability of corn crop under elevated plant density combined with water deficit[J]. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2016(6): 1–30.
- [16] GEMECHU G, ABU N E. Combining ability of maize inbred lines (*Zea mays* L.) for yields in mid altitude sub-humid Agroecology of Ethiopia[J]. *African Journal of Plant Science*, 2020, 14(6): 231–242.
- [17] 张晓梅, 勾宇宏, 徐文果, 等. 27个优良玉米优良自交系间配合力分析及利用潜力研究[J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(30): 41–44.
- ZHANG Y M, GOU Y H, XU W G, et al. Combining ability analysis and application potential of 27 high-quality maize inbred lines[J]. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 2018, 46(30): 41–44. (in Chinese)
- [18] 赵立强, 姚文华, 番兴明. 热带亚热带玉米种质在我国利用研究[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(11): 4761–4763.
- ZHAO L Q, YAO W H, FAN X M. Utilization of tropical and sub-tropical maize germplasm in China[J]. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 2013, 41(11): 4761–4763. (in Chinese)
- [19] 陈泽辉, 祝云芳, 王安贵, 等. 玉米 Tuxpeno-Reid 和 Suwan-Lancaster 合成群体相互轮回选择效果及杂种优势研究[J]. *玉米科学*, 2013, 21(4): 1–5, 10.
- CHEN Z H, ZHU Y F, WANG A G, et al. Two maize population of Tuxpeno-Reid and Suwan-Lancaster by reciprocal selection and the heterosis[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2013, 21(4): 1–5, 10. (in Chinese)
- [20] 时成俏, 覃永媛, 王兵伟, 等. 高产优质多抗热带玉米新品种桂单 162 的选育研究[J]. *种子*, 2018, 37(7): 96–101.
- SHI C Q, QIN Y A, WANG B W, et al. Breeding research of tropical new maize variety Guidan162 with high yield, good quality and multi resistance[J]. *Seed*, 2018, 37(7): 96–101. (in Chinese)
- [21] 黄爱花, 黄开健, 韦新兴, 等. 玉米新品种桂单 662 的选育及栽培技术[J]. *湖北农业科学*, 2021, 60(8): 28–31.
- HUANG A H, HUANG K J, WEI X X, et al. Breeding and cultivation techniques of new maize variety Guidan662[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2021, 60(8): 28–31. (in Chinese)
- [22] 王鹏, 金容, 李仕伟, 等. 酿酒玉米新品种南玉 20 的选育[J]. *中国种业*, 2024(2): 131–134.
- WANG P, JIN R, LI S W, et al. Breeding of a new liquor special maize variety Nanyu20[J]. *Chinese Journal of Seed Industry*, 2024(2): 131–134. (in Chinese)
- [23] 何莲. 一个新的玉米叶片类病斑突变体的鉴定、遗传分析与基因定位[D]. 雅安: 四川农业大学, 2020.

(责任编辑: 朴红梅)