

# 黄淮海区高产稳产玉米新品种苏科玉 076 的选育和策略分析

郑飞 孟庆长 孔令杰 崔亚坤 陈静 陈子恒  
张美景 刘瑞响 赵文明 袁建华 陈艳萍

(江苏省农业科学院粮食作物研究所, 210014, 江苏南京)

**摘要** 育种目标的精准定位是育种设计重要环节, 优良育种基础群体的构建是决定育种结果成败的关键。根据黄淮海玉米生产实际情况, 以拓宽的国内种质为基础, 本土化国外种质为核心, 两杂融合的组配模式为手段, 选育出配合力高、抗病能力强的自交系 JS151040 和 JS161137, 二者杂交育成玉米新品种苏科玉 076, 该品种丰产性和稳产性好, 抗逆能力强, 综合了国内和国外品种的优良特征特性, 适宜在黄淮海区域推广种植。

**关键词** 玉米; 苏科玉 076; 杂种优势模式; 两杂融合

玉米是稳粮增产的第一大作物<sup>[1]</sup>。黄淮海夏玉米种植区是我国玉米三大主产区之一, 也是全国最大的夏玉米集中生产区, 玉米播种面积常年稳定在 750 万  $\text{hm}^2$ , 约占全国玉米播种面积的 1/3<sup>[2]</sup>。近几年由于该地区气候环境多变, 前涝后旱、持续高温热害、南方锈病、生育后期茎腐病和风雨灾害引起的倒伏、倒折在不同区域暴发, 对粮食安全造成了极大影响<sup>[3-5]</sup>。因此, 个别抗逆性不强的老品种已经不能适应生产需求。同时, 新形势下玉米全生育期机械化水平逐步增强<sup>[6-7]</sup>, 生产者也认识到提高玉米种植密度可以增加单位面积穗数从而达到增产<sup>[8-9]</sup>, 因而对玉米品种提出了新的要求, 育种者需要进一步对种质改良和品种创新, 以满足与时俱进的生产需求。

江苏省农业科学院粮食作物研究所着手引进国内外各类种质资源, 对其进行相关评价和筛选, 本土化择优利用, 对原有材料进行改良, 采用杂优模式(国外杂 $\times$ 国内杂)选育出了高产稳产、优质多抗、广适耐密的玉米新品种苏科玉 076, 并于 2021 年通过国家玉米专家委员会审定(审定编号: 20210483), 该品种不仅具备了国外材料品质好和脱水快等优良特点, 而且还具备本土化耐旱、耐高温和抗南方锈病等优势, 将成为又一个里程碑式的新品种。

## 1 材料与方法

### 1.1 亲本来源及特征特性

母本 JS151040 是 2011 年春季在利用国外杂交种(先玉 335)构建的选系基础材料的基础上, 采

用系谱法连续多代自交, 于 2016 年育成的稳定自交系。该自交系幼苗叶鞘紫色, 成株株型紧凑, 株高 175 cm, 穗位 55 cm, 全株叶片数 19~20, 通风透光好, 生育期 116 d 左右, 叶片绿色, 花丝绿色, 花药浅紫色。穗长 16 cm 左右, 穗粗 4.4 cm, 穗行数 14~16, 百粒重 31.4 g, 出籽率 82.8%, 籽粒黄色, 红轴, 硬粒型。

父本为 JS161137, 是 2008 年利用农家种“2201”、改良瑞德系苏 95-1 和外引系 Y24-1 组成选系基础群体, 然后采用系谱法连续多代自交, 于 2013 年育成的稳定自交系。该自交系幼苗叶鞘绿色, 成株株型紧凑, 株高 185 cm, 穗位 70 cm, 全株叶片数 19~21, 生育期 120 d 左右, 叶片绿色, 花丝绿色, 花药淡红色, 雄穗发达, 花粉量大, 抗南方锈病和茎腐病。穗长 19 cm 左右, 穗行数 14, 百粒重 28.6 g, 出籽率 79.4%, 籽粒黄色, 白轴, 籽粒半马齿型。

### 1.2 选育材料、方法及过程

1.2.1 母本 JS151040 的选育 JS151040 来源于先玉 335 杂交种群体选系。先锋公司培育的杂交种多数表现为生育期较短、品质优、轴细、降水快等特点。缺点是易倒伏(折), 尤其是在黄淮海南部地区, 特别是秋季高温多雨的气候条件下, 茎腐病、南方锈病、倒伏倒折、花粒和秃尖等问题尤为突出<sup>[10-13]</sup>。根据先玉 335 群体种质的特性, 本研究团队于 2011 年对引进的先玉 335 杂交种在江苏徐州和南京进行  $S_1$  群体高密度试种, 并根据当地气候特点对群体长势、抗性、单穗产量等特征特性进行评价, 挑选生

作者简介: 郑飞, 主要从事玉米遗传育种研究, E-mail: 540061782@qq.com

陈艳萍为通信作者, 主要从事玉米遗传育种工作, E-mail: chenyp@jaas.ac.cn

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(22)5004]; 国家玉米产业技术体系[CARS-02]

收稿日期: 2023-05-04; 修回日期: 2023-09-06; 网络出版日期: 2024-07-24

育期中长、抗性好、果穗大且均匀不花粒的单株挂牌并进行混粉群选，并以此为基础材料，采用系谱法，经过南北连续多代自交，严格筛选、淘汰，保留优良穗行，并在 S<sub>4</sub> 代开始，用来自不同血缘的测验种进行测配。根据测交种株高、抗性、品质、封顶性、果穗大小和株型等农艺性状，于 2015 年选育出产量高、抗性好、花期协调、配合力高等表现型最佳的优良玉米自交系，将其定名为 JS151040。

**1.2.2 父本 JS161137 的选育** 父本是利用农家种“2201”、苏 95-1 和外引系 Y24-1 组成。“2201”是江苏省农业科学院粮食作物研究所于 2008 年外引农家种。该种质是来自于徐州丰县农户自留种，果穗封顶性较好，与 PH4CV 和 HCL645 等有较高配合力，与 PN 群有一定配合力，高抗南方锈病，抗小斑病，为黄淮海地区抗锈病和小斑病育种提供了优良种质基础。外引系 Y24-1 是江玉 501（江苏省农作物品种审定委员会审定）母本，由江苏省宿迁中江有限公司育成，该系融合 PB（国外杂交种 78599 选系群）和塘四平头种质选育而成，含有丰富抗源和优良耐逆特征。自育系苏 95-1 属于改良瑞德群，是苏玉 29 母本，（品种权号为

CNA20070717.5）。2008 年冬季在海南省三亚南繁育种基地采用农家种“2201”与苏 95-1 组配基础材料，连续自交 7 代后得到 1 个配合力高、抗性好的稳定穗行 JS111189，又于 2013 年冬繁采用该穗行与外引系 Y24-1 组配二环系，经连续自交 7 代育成农艺性状稳定一致的穗行。2016 年冬季在南繁育种基地对其进行配合力测定，将其定名为 JS161137。

**1.2.3 苏科玉 076 的选育** 2016 年在南繁基地组配杂交组合 JS151040×JS161137（图 1），2017 年杂交组合在徐州市丰县鉴定圃进行品种比较试验，结果表现优异。2017 年在南繁基地复配，于 2018 年多点异地鉴定，在江苏、安徽、山东、河南和河北等 20 个地点鉴定结果表明，18 个地点比对照郑单 958 增产，2 个地点减产，各点平均产量较对照增产 8.4%。该杂交组合品质优、产量高、稳产性好、抗逆性强，综合农艺性状优良，定名为焦点玉 076。2019 年和 2020 年该组合参加黄淮海鲁豫科企联合体夏玉米区域试验和生产试验，结果表明该品种抗逆性、丰产稳产性和籽粒品质符合审定标准，于 2021 年通过国家玉米专家委员会审定，定名为

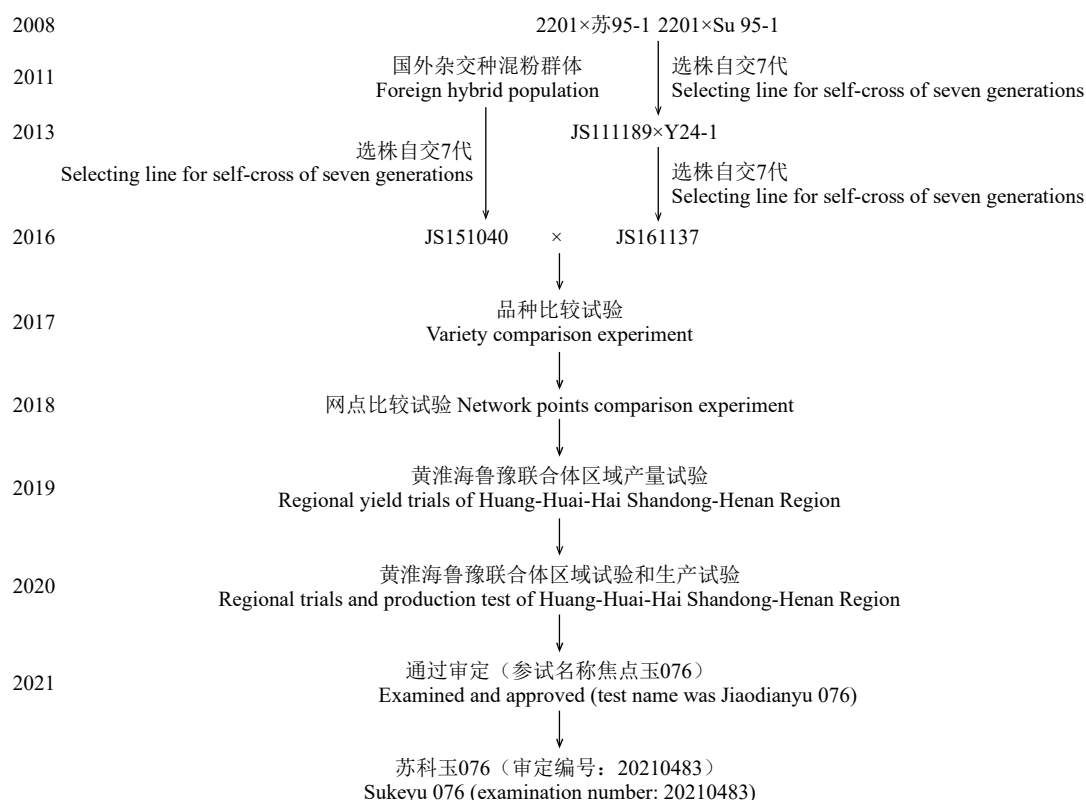


图 1 苏科玉 076 选育示意图

Fig.1 Sketch map of Sukeyu 076 breeding

苏科玉 076，审定编号 20210483，可在黄淮海区域推广种植。

2 结果与分析

2.1 区域试验和生产试验产量比较

由表 1 可知，2019 年区域试验平均产量 10 789.65 kg/hm<sup>2</sup>，比对照郑单 958 增产 4.95%，达

显著水平，位居所有参试品种第 2，在参试的 37 个试点中 28 个试点增产，增产比例 75.68%。该品种生育期 102.7 d，比对照熟期早 0.8 d。茎秆坚韧，抗倒性较好，平均倒伏率 0.8%，平均倒折率 0.5%，平均空秆率 1.4%。

表 1 苏科玉 076 在黄淮海夏玉米鲁豫联合体试验产量  
Table 1 The yields of Sukeyu 076 in Huang-Huai-Hai summer maize Shandong-Henan consortium

试验 Test	品种 Variety	平均产量 Average yield (kg/hm <sup>2</sup> )	显著性 Significance	与对照 相比 Compared with CK (%)	位次 Ranking	试点增产比例 Proportion of experimental sites with increased yield (%)	生育期 Growth period (d)	平均 倒伏率 Average lodging rate (%)	平均 倒折率 Average stem lodging and breaking rate (%)	平均 空秆率 Average empty stalk rate (%)
2019 年区域试验 Regional test in 2019	苏科玉 076	10 789.65	显著	4.95	2	75.68	102.7	0.8	0.5	1.4
	郑单 958 (CK)	10 280.55		—	13	—	103.5	1.1	0.2	1.0
2020 年区域试验 Regional test in 2020	苏科玉 076	11 018.25	极显著	9.94	1	92.70	104.4	0.7	0.6	1.2
	郑单 958 (CK)	10 021.80		—	13	—	105.4	1.2	2.4	0.6
生产试验 Production test	苏科玉 076	10 467.00	极显著	6.26	2	80.50	104.1	0.5	0.3	1.3
	郑单 958 (CK)	9850.50		—	4	—	103.3	1.0	1.8	0.6

2020 年区域试验中平均产量为 11 018.25 kg/hm<sup>2</sup>，比对照增产 9.94%，达极显著水平，位居所有参试品种第 1 位，参试的 41 个试点中有 38 个增产，增产试点比例 92.70%。生育期 104.4 d，比对照熟期早 1.0 d。茎秆坚韧，抗倒性较好，平均倒伏率 0.7%，平均倒折率 0.6%，平均空秆率 1.2%。

生产试验中产量为 10 467.00 kg/hm<sup>2</sup>，比对照增产 6.26%，达极显著水平，居参试品种第 2 位，参试的 41 个试点中 33 个增产，增产试点比例 80.50%。生育期 104.1 d，比郑单 958 熟期早 0.8 d。茎秆坚韧，抗倒性较好，平均倒伏率 0.5%，平均倒折率 0.3%，平均空秆率 1.3%。

2.2 农艺性状及综合特性

苏科玉 076 品种幼苗叶鞘紫色，成株株型紧

凑，株高中等，穗位较低，株高 2.70 m 左右，穗位 0.99 m 左右，全株叶片数 20 片左右，雄穗分枝数中等且枝长，花药浅紫色，花丝绿色。果穗长筒型，均匀，与茎秆夹角中等，穗长 19.6 cm，穗粗 4.9 cm，穗行数 14~16，秃尖 0.8 cm，粉红色轴，黄粒，半马齿粒型，千粒重 353 g。2019 和 2020 年河北省农林科学院植物保护研究所和山东农业大学植物保护学院对苏科玉 076 进行病害鉴定，结果见表 2，田间表现抗瘤黑粉病、茎腐病、小斑病，接种鉴定表现感茎腐病、小斑病、弯孢叶斑病；高感穗腐病和瘤黑粉病。据农业农村部谷物品质监督检验测试中心籽粒品质分析结果显示，容重 724 g/L，粗蛋白 10.39%，粗脂肪 4.26%，粗淀粉 73.33%，赖氨酸 0.31%。

表 2 苏科玉 076 在黄淮海夏玉米鲁豫联合体试验接种病害鉴定结果  
Table 2 The identification of disease-resistant of Sukeyu 076 in Huang-Huai-Hai summer maize Shandong-Henan consortium

年份 Year	小斑病 Small spot disease		弯孢叶斑病 Curvularia leaf spot		瘤黑粉病 Gall smut		茎腐病 Stalk rot		穗腐病 Ear rot	
	病级	抗性	病级	抗性	发病率	抗性	发病率	抗性	病级	抗性
	Disease level	Resistance	Disease level	Resistance	Morbidity (%)	Resistance	Morbidity (%)	Resistance	Disease level	Resistance
2019	3	R	5	MR	0.0	HR	2.4	HR	8.0	HS
	7	S	7	S	1.9	HR	28.3	S	5.2	MR
2020	1	HR	7	S	80.9	HS	5.9	R	6.6	S
	5	MR	7	S	10.9	MR	14.6	MR	5.3	MR
综合 Total		S		S		HS		S		HS

HR、R、MR、S、HS 分别表示高抗，抗、中抗、感和高感。  
HR, R, MR, S, and HS represent high resistance, resistance, moderate resistance, sensitivity, and high sensitivity, respectively.

苏科玉 076 在 2 年的区域试验和 1 年生产试验中丰产性、稳产性及抗性等方面表现优异，且 2 年田间和接种小斑病、茎腐病均为非高感，符合国家玉米高产品种审定标准，适合在黄淮海区域推广种植。

### 3 讨论

#### 3.1 目标区域定位

所育品种必须与当地的生态条件、耕作栽培制度和社会经济发展相适应<sup>[14]</sup>。确定选育品种的种植推广区域，针对性地采用该区域内本土化种质进行顶层设计。因此，根据江苏省北部和黄淮海南部的生态特点<sup>[3-5,15]</sup>、生产条件和未来玉米产业发展趋势，以培育适宜黄淮海区域种植的抗逆高产玉米新品种为目标，完成成果转化，助推种业发展。

#### 3.2 拓宽玉米种质基础

3.2.1 外来种质本土化 丰富的种质资源是选育优良品种的基础，外引的种质资源在很大程度上丰富了育种家手里本土遗传资源<sup>[16-17]</sup>。对引进的种质资源进行多代种植、自交、评价和利用。通过组配二环系、回交群体或者窄基群体等，进行南繁北育，在新的气候环境下所保留下来的每一代材料，无论是在抗病性、适应性还是产量等方面，都在选择的过程中逐渐适应了目标地域的气候环境，完成本土进化，形成新的更为优秀的种质资源，

3.2.2 优秀杂交种本土化过程中的应用 目标区域内表现优异的杂交种，其双亲具有配合力高，抗性好、产量高和易制种等优点，且双亲血缘融合，基因型互相弥补不足，目标区域内基因型对不良环境的抵御能力和耐受能力提升，生产上适应性广，连续多年表现既稳产又高产<sup>[18]</sup>，所以深受育种者和种子经营者和种植户等的青睐。先玉 335 在我国东北和黄淮海地区大面积推广应用，我国育种家对其直接进行综合改良，选育出一批优良自交系，命名为 X 系种质<sup>[19-21]</sup>。

优异的杂交种可作为育种用二环系，其后代可直接构建各类选系基础群体。在自交选育的同时，每一代中间材料根据育种者需要不断进行筛选，优中择优，培育出配合力高、抗性好、农艺性状优良的新型自交系，这类自交系是 2 个杂种优势群中双亲优良基因的聚合。JS151040 即是在这种背景下选育而出的，将其进行广泛测交，从而提高培

育优异苗头组合的效率。以先玉 335 杂交种群体为基础材料选育而成的 JS151040，遗传背景丰富，一般配合力高，与其他血缘种质优势强。通过实践，最近几年通过国家和省级审定的 3 个品种都是以 JS151040 为母本选育出来的，分别是苏科玉 1601、苏科玉 218 和苏科玉 076。

3.2.3 国内综合种优异基因挖掘和利用 农家种对地方环境适应性强、耐瘠薄，含有丰富的遗传背景，抗逆性强<sup>[22-23]</sup>。本团队以地方种质“2201”和国内改良瑞德系为基础材料，融合 PN 群和黄改群种质，通过大群体、高密度筛选淘汰不良基因，选育出 JS161133、JS161137 和 JS191212 等抗多种病害的基础材料，尤其抗茎腐病和南方锈病能力较为突出。经过多年测配、异地鉴定、各级试验来看，与其进行杂交的最佳类型为 X 群，兰卡斯特及其衍生系等。父本自交系 JS161137 主要融合了国内 3 个种质资源群和农家种种质，集合了抗病、抗倒和配合力高的优点，进而提高育成品种的抗逆性和稳产性。

#### 3.3 杂优模式创新

传统品种在如今的市场上面临着前所未有的挑战，国外种质早熟、耐密、抗倒，但适应性、耐热性和抗病性差；国内种质抗病性较好、适应性广，但脱水慢，不耐密植<sup>[24-26]</sup>。以国内传统的杂优模式理论为指导，创新变革新型杂种优势群，探索新型杂优模式，是当今国内育种突破“瓶颈”的关键<sup>[27]</sup>。苏科玉 076 采用的国外杂选和国内杂选相融合组成的杂种优势模式，是一种新型杂优模式。在育种者探索过程中发现这种两杂融合的模式既能通过国内杂选带动本土化育种，又能通过国外杂选促进打破本土育种“瓶颈”<sup>[19-20,27-28]</sup>，这种新型模式融合了更多种质的优良基因，拓宽了玉米种质资源基础，为未来玉米育种方向提供了新的思路。

### 4 结论

利用引进国内外优质种质资源，进行品种改良，培育出玉米新品种苏科玉 076。该品种丰产性和稳产性好，抗逆性强，增产潜力大，适宜种植范围广，尤其在黄淮海区域种植优势更明显，具有良好的生产潜力和推广应用价值。

#### 参考文献

[1] 孙海潮，卢道文，张莹莹，等. 黄淮海夏播区联合体国审玉米

- 新品种综合性状分析. 玉米科学, 2022, 30(2): 21-28.
- [2] 岳海旺, 魏建伟, 谢俊良, 等. 基因型和环境互作对黄淮海夏玉米品种籽粒产量的影响. 中国农业大学学报, 2022, 27(4): 31-43.
- [3] 王行川, 费继飞, 刘东胜, 等. 基于玉米新品种联创 808 选育的商业育种问题探讨. 玉米科学, 2020, 28(5): 14-19.
- [4] 王利明, 罗松彪, 张二朋, 等. 高产优质多抗玉米新品种丰乐 365 的选育及栽培技术要点. 安徽农学通报, 2020, 26(19): 90-91.
- [5] 郑飞, 陈静, 孔令杰, 等. 黄淮海南部玉米新品种丰产性和稳产性及应用前景分析. 中国农学通报, 2019, 35(33): 12-17.
- [6] 李少昆. 我国玉米机械粒收质量影响因素及粒收技术的发展方向. 石河子大学学报(自然版), 2017, 35(3): 265-272.
- [7] 李少昆, 王克如, 谢瑞芝, 等. 实施密植高产机械化生产实现高产高效协同. 作物杂志, 2016(4): 1-6.
- [8] 李少昆, 赵久然, 董树亭, 等. 中国玉米栽培研究进展与展望. 中国农业科学, 2017, 50(11): 1941-1959.
- [9] 叶翠玉, 钟连全, 张华生, 等. 京郊旱区农业主要玉米品种的最适播期和密度研究. 中国种业, 2016(6): 43-46.
- [10] 刘守渠, 段运平, 郭峰, 等. 2 个玉米核心种质的改良利用及综合分析评价. 种子, 2022, 41(3): 99-103.
- [11] 费继飞, 王行川, 陈瑞杰, 等. 玉米新品种裕丰 303 的商业育种问题讨论. 中国农学通报, 2020, 36(27): 26-32.
- [12] 王楠, 李穆, 路明, 等. 美国先锋公司玉米品种在中国的应用分析. 作物杂志, 2019(4): 24-29.
- [13] 石雷. 引入美国种质对中国玉米育种的影响. 玉米科学, 2007, 15(2): 1-4.
- [14] 王懿波, 王振华, 陆利行, 等. 中国玉米种质基础、杂种优势群划分与杂优模式研究. 玉米科学, 1998, 6(1): 9-13, 28.
- [15] 郑飞, 崔亚坤, 陈静, 等. 淮南地区夏玉米高产栽培技术. 农业科技通讯, 2020(3): 227-229.
- [16] 王俊强, 孙善文, 韩业辉, 等. 美国玉米杂交种选系 1064 的选育与应用. 黑龙江农业科学, 2021(12): 145-148.
- [17] 李忠南, 王克伟, 王越人, 等. 玉米品种先玉 335 的血缘系谱及主要农艺性状遗传分析. 玉米科学, 2018, 26(3): 32-39.
- [18] 郑飞, 孔令杰, 刘瑞响, 等. 江苏省玉米新品种丰产性和稳产性及应用前景分析. 江苏农业科学, 2018, 46(2): 42-45.
- [19] 刘伟, 李成军. 优质适机收玉米新品种吉东 81 的选育与应用. 玉米科学, 2016, 24(2): 26-28.
- [20] 赵久然, 李春辉, 宋伟, 等. 利用 SSR 标记解析京科 968 等系列玉米品种的杂优模式. 玉米科学, 2017, 25(5): 1-8.
- [21] 徐田军, 张勇, 赵久然, 等. 不同杂种优势群玉米自交系籽粒灌浆和脱水速率评价. 植物遗传资源学报, 2021, 22(6): 1595-1605.
- [22] 曾艳华, 谢和霞, 江禹奉, 等. 基于 SNP 标记的爆裂玉米农家品种遗传多样性. 作物杂志, 2020(5): 65-70.
- [23] 姚启伦, 方平, 陈发波, 等. 西南地区玉米地方种质的表型特性分析. 玉米科学, 2013, 21(2): 36-41.
- [24] 张世煌, 徐伟平, 李明顺, 等. 玉米育种面临的机遇和挑战. 玉米科学, 2008, 16(6): 1-5.
- [25] 赵文媛. 郑单 958 与先玉 335 对玉米育种思路的启示. 辽宁农业科学, 2012(5): 47-49.
- [26] 郭辰辰, 张义荣, 康浩冉, 等. 美国玉米种质的引进, 选系及组配模式探讨. 分子植物育种, 2016, 14(11): 3262-3272.
- [27] 刘治先, 丁照华, 刘长虹, 等. 玉米杂交种鲁单 718 的选育策略. 玉米科学, 2012, 20(2): 37-40.
- [28] 柴文波, 李淑芬, 李洪涛, 等. 基于 SSR 分子标记技术的黄淮海玉米杂优模式分析. 北方农业学报, 2022, 50(6): 17-24.

## Breeding and Strategy Analysis of New Maize Variety Sukeyu 076 with High and Stable Yield in Huang-Huai-Hai Region

Zheng Fei, Meng Qingchang, Kong Lingjie, Cui Yakun, Chen Jing, Chen Ziheng,  
Zhang Meijing, Liu Ruixiang, Zhao Wenming, Yuan Jianhua, Chen Yanping

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

**Abstract** The accurate orientation of breeding target is an important link in top-level design of breeding, and the construction of excellent breeding base population is the key to determine the success or failure of breeding results. According to the actual situation of maize production in Huang-Huai-Hai region, taking the domestic germplasms as the basis, the domesticated foreign germplasms as the core, and the hybrid combination mode as mean, the inbred lines JS151040 and JS161137 with high combining ability and strong disease resistance were bred. Furthermore, JS151040 and JS161137 were crossed to create the novel maize variety Sukeyu 076, which is appropriate for planting in the Huang-Huai-Hai region.

**Key words** Maize; Sukeyu 076; Heterosis pattern; Merge together with two heteroses