

多抗宜机收玉米新品种宁研 678 选育及高效栽培技术研究

韩成卫¹, 付贵林¹, 蒋飞¹, 张晨², 郝福庭¹, 薛法新¹, 宋春林¹, 吴秋平¹, 张岩¹

(1. 济宁市农业科学研究院/国家玉米产业技术体系济宁综合试验站, 济宁 272031;

2. 山东金诺种业有限公司, 泗水 273200)

摘要:本研究通过整合美国优质杂交种与郑单 958 的优良基因, 采用多基因聚合与多生态逆境加压筛选策略, 创制出耐密抗逆、快速脱水、高配合力自交系 J101 和 JF003, 并组配育成宜机收新品种宁研 678。基于品种特性, 创新构建“二次包衣-种肥联控-密植化控-绿色防控-高效直收”五位一体机械化技术体系。通过杀虫/菌剂协同包衣增强种子抗逆性、智能播种机实现种肥精准分层深施与缓控释肥基施、融合密植化控技术优化群体冠层结构, 抗病品种与生物防治协同降低农药用量, 籽粒含水率 $\leq 28\%$ 机械直收等措施, 实现较传统模式平均增收 206.9 元/667 m², 形成种质特性与机械化生产深度适配的技术范式。

关键词: 玉米新品种; 宁研 678; 特征特性; 选育模式; 高效栽培

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 0488-5368(2026)02-0062-05

Breeding of a New Multi-Resistant and Mechanically Harvestable Maize Variety ‘Ningyan 678’ and Its Efficient Cultivation Techniques

HAN Chengwei¹, FU Guilin¹, JIANG Fei¹, ZHANG Chen², HAO Futing¹, XUE Faxin¹,
SONG Chunlin¹, WU Qiuping¹, ZHANG Yan¹

(1. Jining Academy of Agricultural Sciences/ Jining Comprehensive Experimental Station, National Maize Industry Technology System, Jining, Shandong 272031, China; 2. Shandong Jinnuo Seed Industry Co., Ltd., Sishui, Shandong 273200, China)

Abstract: In response to major industrial constraints in the Huang - Huai - Hai summer maize region, including frequent high-temperature stress, recurrent pest and disease outbreaks, insufficient stress resistance of existing cultivars, low grain dehydration rates, and poor compatibility between agricultural machinery and agronomic practices, this study aimed to achieve the coordinated optimization of germplasm innovation and cultivation techniques. The objective was to enhance stress tolerance and yield potential while developing maize varieties suitable for mechanical harvesting together with a matched high-efficiency cultivation system. By integrating elite germplasm from U. S. hybrid maize and the widely cultivated cultivar ‘Zhengdan 958’, and by applying a strategy combining multigene pyramiding with intensive multi-environment stress selection, two inbred lines, J101 and JF003, were successfully developed. These lines exhibited high combining ability, strong tolerance to multiple stresses, adaptability to high-density planting, and rapid grain dehydration. Based on these parental lines, the mechanically harvestable maize cultivar ‘Ningyan 678’ was bred. Based on the varietal characteristics of ‘Ningyan 678’, an innovative “five-in-one” mechanized cultivation system was established, integrating secondary seed coating, coordinated seed - fertilizer regulation, density-based chemical regulation, green pest control, and high-efficiency direct mechanical harvesting. Specifically, synergistic coating with insecticides and fungicides enhanced seed stress resistance. Intelligent precision seeders enabled stratified deep placement of seeds and fertilizers and basal application of slow- and controlled-release fertilizers. The integration of dense planting

收稿日期: 2025-02-27 修回日期: 2025-04-21

基金项目: 国家现代玉米产业技术体系建设专项(nycyt-02)。

第一作者简介: 韩成卫(1979-), 男, 硕士, 高级农艺师, 主要从事玉米育种及栽培技术研究。

with chemical regulation optimized canopy structure, while the combination of disease-resistant cultivars and biological control effectively reduced pesticide input. Mechanical direct harvesting was achieved when grain moisture content was $\leq 28\%$. Multi-year field verification demonstrated that, compared with conventional cultivation practices, this integrated system increased net income by 206.9 yuan per 667 m², thereby establishing a technical model that enables deep compatibility between maize germplasm characteristics and mechanized production systems.

Key words: New maize variety; ‘Ningyan 678’; Characteristic features; Breeding mode; Efficient cultivation

种业是国家战略性核心产业,是保障粮食安全的重要根基。玉米作为我国第一大粮食作物,兼具饲用、粮食、经济及能源多元化用途,对国民经济发展至关重要^[1-3]。2023年,我国玉米种植面积达4 420万hm²,产量达到2.89亿t,种植面积居世界首位,总产量位列第二。但玉米单产仅为发达国家的65%,黄淮海主产区的山东省单产仅6 570 kg/hm²,反映出生产潜力挖掘不足、区域产量差异显著且年度波动大等突出问题。黄淮海夏玉米区面临多重制约:其一,品种同质化严重,耐高温抗病优质种质稀缺,抗逆性不足导致倒伏率超15%;其二,粗放种植导致密度失衡、施肥不合理,叠加抗灾技术覆盖率低,加剧产量波动;其三,机械化瓶颈突出,籽粒脱水慢、倒伏率高等品种缺陷,配合播种质量低、秸秆还田差等管理粗放问题,以及区域机械适配不足,导致机械作业效率下降30%,破碎率和霉变风险显著增加^[4-8]。研究表明,优良品种对增产贡献率可达40%~50%,培育耐密多抗、宜机化的新品种成为突破单产的关键举措^[9-11]。针对上述问题,济宁市农科院与山东金诺种业有限公司联合培育出宜机收玉米新品种宁研678。该品种通过核心种质改良与杂种优势模式优化,兼具耐密抗逆、脱水快特性,实现丰产性与抗逆性协同提升。基于品种特性,配套研发密植高产技术,集成精准播种、水肥调控及全程机械化作业,形成适配黄淮海生态区的高效生产模式,助力区域单产突破与产业升级。

1 育种思路

针对黄淮海夏玉米区高温热害、病虫害频发,品种抗逆性差、适应性弱、机械化水平低,投入高、增产不增效等问题^[12,13],以选育高产稳产、多抗广适、宜机化品种为目标,基于我国主栽品种郑单958的遗传优势,整合美国优质种质的高产抗病基因,构建目标种质群体。郑单958作为里程碑品种,具有不可替代的育种价值:其广适性、耐密抗倒、耐高温及紧凑株型特性,奠定了我国玉米高密

度种植的基础,并作为骨干亲本为种质创新提供核心基因资源。但该品种抗茎腐病、南方锈病能力不足,籽粒脱水慢(收获期含水量 $>28\%$),制约机械化效率和抗逆性提升。改良路径上,通过表型精准鉴定和多环境测试,筛选抗锈病、抗茎腐病及快速脱水等优良基因,与美国种质的高产抗逆基因协同整合,构建遗传多样性丰富的杂种优势群体。运用多生态逆境加压筛选体系,采用高密度(12万株/hm²)、大群体(S1代群体3 000个以上基本株)、强胁迫(采取早播种、高密、干旱,中期进行虫害病害胁迫,后期进行耐贫瘠耐干旱胁迫)、严选择(加大基本株的淘汰力度)等育种技术,定向选育抗倒伏、耐密稳产、籽粒脱水快的优异自交系,同步优化株型和籽粒整齐度,实现高产、抗逆、广适性与机械化适配的协同改良。创制出适配全程机械化作业的新品种,突破黄淮海夏玉米抗逆稳产与生产效益协同提升的技术瓶颈,为粮食安全提供支撑。

2 品种来源

宁研678为一代杂交种,组合为J101/JF003,2013年育成,审定编号为鲁审玉20206025。母本J101源自美国无名杂交种的二环系材料,经连续6代套袋自交,于2012年稳定成系。父本JF003是郑单958杂交种为基础材料,通过南繁北育连续8代自交,于2013年选育而成。宁研678选育系谱见图1。

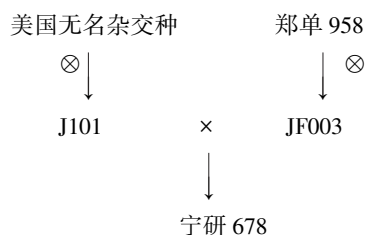


图1 宁研678选育系谱图

3 品种选育进程

3.1 基础研究阶段(自交系选育)

2006-2012年:基于美国杂交种具有高产、抗

病(茎腐病、穗腐病)、抗逆(抗旱、耐密植)等优良性状,2006年在济宁农科院试验田小隔离区种植美国优质无名杂交种作为选系基础材料。采用系统选育和半同胞轮回选择法,通过南繁北育连续自交8代,于2012年选育出配合力高、耐密抗倒、宜机化的母本自交系J101。

2005-2013年:根据郑单958具有适应性广、丰产性好、抗病性强、籽粒商品性好等优点,2005年以该杂交种为基础材料自交选育,通过南繁北育连续自交8代,于2013年选育出抗倒性好,配合力高,封顶性好的自交系,定名为JF003。

3.2 杂交组合组配与筛选

基于杂种优势群理论,以“瑞德×黄早4”杂优模式为框架,2014年冬在海南以自育自交系J101(母本)与JF003(父本)组配杂交组合。经2015-2016年品比试验,该组合平均产量达12047.5 kg/hm²,较对照郑单958增产22.7%,展现出丰产性优、抗逆性强、籽粒脱水快等特性。2016-2019年通过多层次试验验证:山东省预备试验单产730.2 kg/667 m²,较对照增产16.3%;2018-2019年区域试验在4500株/667 m²密度下产量稳定性突出;2019年生产试验综合表现优异,最终育成通过山东省审定的高产稳产玉米新品种。

4 品种特征特性

该品种株型紧凑,兼具高产优质、抗逆广适、饲粮通用等特性,籽粒后期脱水快,适宜机械化籽粒收获,破解了玉米优质性状与抗病虫害的遗传矛盾,实现了品质-产量-抗性协同提升。

4.1 生物学特征

株型紧凑,夏播生育期105 d,熟期与对照郑单958相当,全株叶片20~21片,幼苗叶鞘紫色,花丝绿色,花药黄色,雄穗分枝7~9个。区域试验结果株高275.1 cm,穗位98.1 cm,倒伏率1.5%、倒折率0.2%。果穗筒形,穗长18.8 cm,穗粗4.7 cm,秃顶1.1 cm,穗行数平均15.7行,穗粒数534.6粒,白轴,黄粒、半马齿型,出籽率87.0%,千粒重

352.8 g,容重746.7 g/L。

4.2 病虫害抗性

2019年经山东农业大学植物保护学院抗病性接种鉴定高抗瘤黑粉病,抗南方锈病,中抗小斑病,感穗腐病、茎腐病,高感粗缩病、弯孢叶斑病。

4.3 品质表现

2019年经农业农村部农产品质量监督检验测试中心(郑州)品质分析粗蛋白含量9.28%,粗脂肪3.80%,赖氨酸0.30%,粗淀粉74.41%。

4.4 产量表现

宁研678在山东华润玉米联合体夏玉米品种试验中表现优异。2018-2019年区域试验,亩产分别达682.6 kg和689.1 kg,较对照郑单958增产6.3%和7.4%;2019年生产试验单产683.9 kg/667 m²,较对照郑单958增产6.5%,显著展现高密度种植的高产潜力。

5 玉米全程机械化绿色高效生产技术

以提质增效绿色生产为目标,针对玉米全程机械化瓶颈^[14-16],通过跨生态区测土配方施肥、耐密抗逆适配性研究,构建“品种-栽培因子-效益”协同模型,创新集成“种子二次包衣、种肥联控、密植化控、绿色防控、机械粒收”等关键技术,形成玉米全程机械化绿色高效生产技术体系,2021年入选山东省农业主推技术,实现耕作、播种、田管、收获环节技术简约化。主要技术要点如下:

(1)种衣剂二次包衣:播种前采用30%福亮悬浮种衣剂(苯醚甲环唑+噻虫嗪)或25%啞菌酯悬浮剂进行二次包衣(药种比1:50),降低苗期茎基腐病、蓟马及地下害虫等病虫害发生率。

(2)麦秸粉碎还田+隔年秋季深松。小麦收获时,采用带秸秆切碎和抛撒功能的联合收割机,秸秆粉碎全量还田;每隔2年,秋季深松35 cm调土强根,构建土壤合理耕层。表1表明,秸秆粉碎还田、松耙混拌单产提升7.2%~13.7%。

表1 不同耕作方式对产量及构成因素的影响

处理方式		空秆率	双穗率	穗粒数	千粒重	产量
秸秆处理	耕作方式	/%	/%	/粒	/g	(kg/hm ²)
秸秆不还田	免耕	2.7 a	0 a	548.5 c	323.9 b	9 934 cd
	旋耕	1.9 a	0.9 a	552.3 bc	328.3 b	9 675 d
	深松	0 a	1.8 a	567.7 b	337.5 ab	10 470 bc
秸秆还田	免耕	1.4 a	0 a	574.7 ab	341.9 ab	10 187 c
	旋耕	0.9 a	1.9 a	588.3 ab	352.1 a	10 745 b
	深松	0 a	2.6 a	595.6 a	357.8 a	11 301 a

注:表中同列不同小写字母表示不同处理在0.05水平上差异显著,下同。

(3)合理密植:宁研 678 密度筛选试验结果表明,常规大田适宜种植密度为 5 000~5 500 株/667 m²,示范田 6 000 株/667 m²,攻关田 6 000~6 500 株/667 m²。

(4)种肥精准同播:采用玉米免耕精量播种机

实现清茬-施肥-播种-镇压一体化作业,确保种肥水平间距≥5 cm、播种深度 3~5 cm、粒距合格率≥90%。基施控释复合肥(28-12-10)40~50 kg/667 m²,氮磷钾总养分投入量较传统模式减少 21.9%,实现亩均增产 46.7 kg,增幅 6.9%。

表 2 不同施肥处理玉米产量及构成因素的影响

处理	穗行数 /行	行粒数 /粒	千粒重 /g	产量 (kg/hm ²)	单株生产力 (g/株)
高氮复合肥	15.0 a	36.3 a	357.2 ab	10 954.1 a	274.0 b
控释复合肥	14.8 a	38.5 a	360.7 a	10 899.6 a	291.0 a
NPK 配施	15.2 a	33.7 b	350.9 b	10 198.9 bc	263.6 b
新型 BB 肥	14.7 a	35.9 ab	347.0 b	10 318.5 b	255.4 bc
尿素	14.7 a	31.4 c	329.6 c	9 758.5 c	249.3 c
不施肥 CK	14.3 a	27.9 d	316.5 c	8 682.0 d	240.4 c

(5)化控防倒:针对高肥密植、长势过旺或易受风灾的地块,在玉米拔节期(7~9 片展开叶)喷施 40%乙炔利水剂(30 mL/667 m²)或 30%玉米壮丰灵(25 mL/667 m²),进行化控预防倒伏。

(6)机械植保,绿色防控:在玉米 3 叶期,开展“一喷多防”作业,防治苗期害虫,兼防粗缩病。大

喇叭口期采用“一防双减”技术,统一飞防喷施杀虫、杀菌复配或混合药剂,防治玉米叶斑病和穗部虫害。表 3 显示,添加助剂苞卫可使 30%硝烟莠去津悬浮剂减量 20%~30%,且对杂草综合防效达 90%左右。

表 3 不同药剂处理对玉米田杂草的防治效果

不同药剂处理	施药 14d 株防效%	施药 28d 株防效%	施药 28d 鲜重防效%	玉米产量 (kg/667 m ²)	比 CK ±%
30%硝烟莠去津悬浮剂	98.1 a	94.2 a	95.1 a	744.8 a	24.6
30%硝烟莠去津减量 30%	85.4 b	74.6 b	57.9 c	637.9 b	6.7
30%硝烟莠去津减量 30%+助剂苞卫	95.3 a	89.1 a	83.5 b	720.6 a	20.5
空白对照(CK)	--	--	--	597.8 c	0.0

(7)适时晚收与籽粒直收

玉米籽粒乳线消失或籽粒尖端出现黑色层时机械收获,较常规生产大田收获期晚 3~5 d 收获,发挥品种的增产潜力。籽粒水分在 28%以下,使用雷沃谷神 GK100 玉米联合收获机直收玉米籽粒。

产技术”,被列为 2021 年山东省农业主推技术。2021-2024 年,在济宁、枣庄、菏泽、聊城、德州、临沂等地市及周边地区进行大面积推广应用,示范区相比传统种植模式平均增产 45.8 kg/667 m²,节约成本 115.3 元/667 m²,增纯收益 206.9 元/667 m²(表 4),累计示范推广 345 万 hm²,新增经济效益 7.49 亿元。

6 应用推广情况

研发集成的“夏玉米全程机械化绿色高效生

表 4 百亩示范方成本投入和收益(2021-2022 年)

项目处理	成本(元/667 m ²)								产量 kg/667 m ²	收入 元/667 m ²
	种子	肥料	农药	人工	机械费	油耗	租地	合计		
示范田	45	120	40	50	70	26	500	851	743.1	1 486.2
传统种植田	60	150	53.3	90	85	28	500	966.3	697.3	1 394.6
节本增效	-15	-30	-13.3	-40	-15	-2	0	-115.3	45.8	91.6

7 结论与讨论

针对玉米品种在生产推广中存在的种质基础狭窄,品种抗逆性弱、籽粒脱水速率低及农机农艺不配套等突出问题,本研究创建了“聚合改良、加密增压、配合力筛选、联合鉴定”玉米抗逆减灾育种技术。高效利用国内外玉米核心种质,立足于黄改系改良,成功将旅大红骨种质的抗逆优良基因导入黄改系种质。通过高种植密度、大群体、多环境、广变异、强胁迫、严选择等育种技术手段,创制出高产、耐密、多抗优良自交系 J101 和 JF003,丰富了我国抗逆优质玉米种质资源基础。以自交系 J101 为母本,JF003 为父本杂交选育出玉米新品种宁研 678,于 2020 年通过山东省审定。该品种兼具高产稳产、多抗广适、饲粮兼用、后期脱水快,适合机械化籽粒直收等特点,实现了玉米抗逆、优质、高产的有效聚合。基于品种特性,通过开展测土配方施肥、种肥同播、草虫统防、耐密性等研究,优化产量与主要栽培因子相关模型,筛选出最优种植模式。通过开展小面积高产攻关、大面积试验示范,创新集成“二次包衣-种肥联控-密植化控-绿色防控-高效直收”五位一体夏玉米全程机械化高效生产技术,2021 年入选山东省农业主推技术。宁研 678 的成功选育,为黄淮海地区夏玉米产能提升提供了优质种源支撑。农机农艺配套简化栽培技术,实现了机械与种植、管理、收获、加工等环节的协调发展,推动了区域夏玉米全程机械化进程,对于促进玉米产业提质增效和市场竞争能力提升,实现粮食持续增产和保障粮食安全具有重要意义。

参 考 文 献:

- [1] 赵久然,王荣焕. 中国玉米生产发展历程、存在问题及对策[J]. 中国农业科技导报,2013,15(3):1-6.
- [2] 郭皓升. 中国玉米产业面临的挑战与机遇[J]. 现代管理科学,2020(2):31-33.

(上接第 45 页)

- [8] 赵德英. 国内外常用苹果矮化砧木——G 系[J]. 果树实用技术与信息,2024(7):21-22.
- [9] 张春禹. 不同苹果矮化自根砧的抗重茬和抗旱性比较研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [10] 杜学梅,高敬东,王骞,等. 苹果重茬障碍研究进展[J]. 中国南方果树,2021,50(2):191-195.

- [3] 仇焕广,李新海,余嘉玲. 中国玉米产业:发展趋势与政策建议[J]. 农业经济问题,2021(7):4-16.
- [4] 赵久然,王帅,李明,等. 玉米育种行业创新现状与发展趋势[J]. 植物遗传资源学报,2018,19(3):435-446.
- [5] 李少昆,赵久然,董树亭,等. 中国玉米栽培研究进展与展望[J]. 中国农业科学,2017,50(11):1941-1959.
- [6] 王克如,李璐璐,高尚,等. 中国玉米机械粒收质量主要指标分析[J]. 作物学报,2021,47:2 440-2 449.
- [7] 王元东,赵久然,张华生,等. 玉米宜粒收品种的选育及种质创新策略[J]. 分子植物育种,2020,18(10):3 455-3 460.
- [8] 王向峰,才卓. 中国种业科技创新的智能时代——“玉米育种 4.0”[J]. 玉米科学,2019,27(1):1-9.
- [9] 白岩,高婷婷,卢实,等. 近四十年来我国玉米大品种的历史沿革与发展趋势[J]. 作物学报,2023(49):2 064-2 076.
- [10] 吴永常,马忠玉,王东阳,等. 我国玉米品种改良在增产中的贡献分析[J]. 作物学报,1998(24):595-600.
- [11] 刘世梦倪,宋敏. 品种改良对玉米单产的贡献率分析[J]. 河南农业大学学报,2021(55):364-371.
- [12] 陈永强,王雅菲,谢惠玲,等. 黄淮海地区夏玉米育种目标与策略[J]. 作物学报,2024,50(12):2 917-2 924.
- [13] 陈翔,鲍杨俊,李庆,等. 黄淮海夏玉米花期高温发生特点、危害机理与防控措施综述. 安徽农业大学学报,2020(47):304-308.
- [14] 张雨寒,李楠,刘攀,等. 东北春玉米密植高产和机械化收获关键限制因素分析[J]. 玉米科学,2019,27(6):104-111.
- [15] 李少昆,王克如,谢瑞芝,等. 实施密植高产机械化生产,实现玉米高产高效协同[J]. 作物杂志,2016(4):1-6.
- [16] 辛尚龙,赵武云,曲浩,等. 玉米机械化收获技术现状分析及发展趋势. 农机化研究,2024,46(10):9-14.

- [11] 曹亚凤. 抗重茬砧木 G935 组配试验及栽培表现[J]. 果树资源学报,2022,3(4):7-9.
- [12] 王田利. 高效苹果园的园相指标、树相指标及调整[J]. 北方果树,2019(6):20-22.
- [13] 杜学梅,杨廷楨,高敬东,等. 苹果砧木对嫁接品种影响的研究进展[J]. 西北农业学报,2020,29(4):487-495.