

# 2009–2023年江苏省审定玉米品种 特征特性及产量性状分析

苏在兴, 李小珊, 黄忠勤

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏 徐州 221131)

**摘要:** 以2009–2023年通过江苏省审定的普通玉米品种为材料, 分析历年审定情况、主要农艺性状、品质性状、产量性状及其相关性, 探明江苏省普通玉米审定品种的特征特性及其演变规律。结果表明, 近15年间, 江苏省审定105个普通玉米品种, 这些品种由省内外39家科研单位和种业公司育成, 种业公司育成品种占比63.81%。不同年份间, 审定品种的产量、千粒重、穗行数、容重、全生育期、出籽率、株高呈显著或极显著上升趋势, 粗脂肪含量呈极显著下降趋势, 其他性状基本保持稳定。江苏省审定品种的平均产量水平达8 800.8 kg/hm<sup>2</sup>, 淮南春播组和淮北夏播组审定品种的产量水平相当。相关性分析表明, 产量依次与株高、出籽率、千粒重、穗行数、穗位高、容重、行粒数、穗长呈显著或极显著正相关, 与粗脂肪含量呈极显著负相关。

**关键词:** 玉米; 审定品种; 农艺性状; 品质; 产量

**中图分类号:** S513.031

**文献标识码:** A

## Analysis of Major Characters and Yield Traits of Approved Maize Varieties in Jiangsu Province from 2009 to 2023

SU Zai-xing, LI Xiao-shan, HUANG Zhong-qin

(Jiangsu Xuhuai Regional Institute of Agricultural Science, Xuzhou 221131, China)

**Abstract:** To preliminarily explore the characteristics and evolutionary trends of the common maize varieties approved in Jiangsu province from 2009 to 2023, the common maize varieties approved in Jiangsu province were taken as materials in this study, and the certification status, main agronomic traits, quality traits, yield traits and their correlation were analyzed. The results showed that, in the past 15 years, a total of 105 common maize varieties were approved in Jiangsu province, which were bred by 39 scientific research institutions and seed companies, among which the varieties bred by seed companies accounted for 63.81%. Over the years, the yield, 1 000-kernel weight, kernel row number, volume weight, developmental stage, kernel ratio and plant height of the approved varieties showed a significant or extremely significant increasing trend, while the fat concentration showed a very significant decreasing trend, and other traits remained basically stable. The average yield level of the certified varieties in Jiangsu was 8 800.8 kg/ha, with no significant difference between Huainan spring maize area and Huaibei summer maize area. Correlation analysis showed that maize yield was significantly positively correlated with plant height, kernel ratio, 1000-kernel weight, kernel row number, ear height, volume weight, kernel number per row and ear length, while significantly negatively correlated with fat concentration.

**Key words:** Maize; Approved variety; Agronomic trait; Quality; Yield

**录用日期:** 2024-05-08

**基金项目:** 徐州市重点研发计划(现代农业)项目(KC23125)、江苏省种业振兴揭榜挂帅项目(JBGS[2021]055)、徐州市农科院科研基金项目(XM2023001)

**作者简介:** 苏在兴(1989-), 硕士, 助理研究员, 主要从事农作物遗传育种和栽培技术研究。E-mail: szaixing@163.com  
黄忠勤为本文通信作者。E-mail: 395383266@qq.com

**致谢:** 感谢江苏徐淮地区徐州农业科学研究所徐泽俊老师在本研究数据收集整理方面提供的宝贵支持。

玉米是我国种植面积最大、总产最高、种业市值最大的主要农作物<sup>[1]</sup>。进入21世纪, 郑单958、京科968等一批优良玉米品种通过审定并应用到生产实践中, 为国民经济发展和国家粮食安全做出重要贡献。2016年以前, 每年通过国家审定的玉米品种保持在20~30个。多渠道品种审定制度实施后, 玉米品种数量出现“井喷”, 2021年多达919个的峰值, 近两年审定数稍有回落, 但仍然维持在较高水平。各

省也大力推动玉米新品种的省级审定工作,使得育种创新活力充分释放、高产优质品种加快推出、种业市场生机蓬勃,为打赢种业翻身仗、将中国人的饭碗牢牢端在自己手上奠定坚实种源基础。

为更好地了解审定品种的特征特性,给品种推广应用和未来育种指明方向,叶文超<sup>[2]</sup>等收集整理1 540份国审玉米新品种,分析其对主要玉米病害的抗性水平,发现多份高抗(HR)茎腐病、穗腐病、丝黑穗病、南方锈病等的玉米品种,对我国抗病育种和品种推广中的病害防控具有重要参考意义。王美霞等<sup>[3]</sup>就2013–2022年山西省审定的683个普通玉米品种进行品质特性分析,发现审定品种数逐年递增,不同生态区容重存在显著差异,粗淀粉含量呈上升趋势。李怡萌等<sup>[4]</sup>研究2002–2021年内蒙古自治区审定的821个普通玉米品种发现,不同年间审定品种的产量、穗行数、容重和粗淀粉含量总体呈增长趋势,株高与产量呈正相关性,且直接正效应最大。徐国强等<sup>[5]</sup>分析2000–2020年河南省审定的407份普通玉米和机收玉米品种发现,随年份更替,审定品种的株高、产量、粗淀粉含量、赖氨酸含量呈极显著增加;穗长、穗粗、行粒数、粗脂肪含量呈极显著减少;生育期、穗位高、穗行数、千粒重、出籽率、容重、粗蛋白含量呈现不同程度的上升或下降趋势。此外,前人还对安徽<sup>[6]</sup>、湖南<sup>[7]</sup>等省份审定玉米品种进行分析,也有对新单系列<sup>[8]</sup>、先玉系列<sup>[9]</sup>审定品种进行综合分析的报道,但未见江苏省审定品种的相关研究。

江苏省玉米常年播种面积近51.4万hm<sup>2</sup>,年生产玉米超300万t,分别占全国玉米播种面积和产量的1.20%和1.16%<sup>[10]</sup>,对稳定江苏粮食“基本盘”具有举足轻重的作用。为初步探明多年来江苏省审定普通玉米品种的演变更替规律,本研究以2009–2023年通过江苏省审定的105份普通玉米品种为材料,

分析近15年淮南春播和淮北夏播两个组别玉米品种的农艺性状变化趋势及其对产量的相关关系,在更好地了解江苏已审定玉米品种特征特性的基础上,进一步指导农业生产中对新品种的推广应用,同时对未来优良玉米新品种选育方向提供信息参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以2009–2023年江苏省审定通过的105个普通玉米品种特征特性、产量表现为材料进行统计分析。数据来源于江苏省玉米新品种审定公告、中国种业大数据平台(<http://202.127.42.47:6010/SDSite/Home/Index>)和江苏种业信息网(<http://www.jsseed.cn/>)等。

### 1.2 数据处理

采用Microsoft Excel 2013对生育期、株高等性状指标进行整理统计绘图,应用SPSS 21(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)进行各性状间相关性分析和年间品种农艺性状方差分析和线性回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 江苏省普通玉米审定情况分析

通过数据发现,2009–2023年江苏省共计审定普通玉米品种105个,其中,苏玉42、苏玉44、江玉898、中江玉99、春风886共5个品种分别通过淮北夏播组和淮南春播组区域试验,共计110个品种/次参加试验程序。从试验组别分析,淮北夏播组和淮南春播组分别审定71和39个品种,占比为64.55%和35.45%,淮北夏播组品种数是淮南春播组的1.82倍。从试验年份分析,2018年以前江苏省审定普通玉米品种数量保持在5个左右,波动不大;2019年以后统一试验品种数增加,同时开放自主测

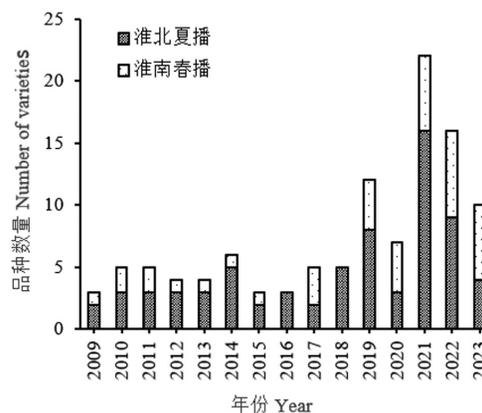


图1 江苏省审定普通玉米品种数量

Fig.1 The number of approved common maize varieties in Jiangsu province

试、联合体等品种试验渠道,审定品种数量增加2~4倍(图1)。从试验渠道分析,省区试审定品种93个,占比84.55%;联合体审定品种16个,占比14.55%;自主试验1个,占比0.91%。为进一步拓宽品种的推广应用范围,18个品种参加了国家或其他省份的品种试验,完成审定或引种备案程序。其中,苏玉29等6个品种通过国家审定,江玉877等6个品种先完成江苏省审定后进入其他适宜区;保玉176、皖垦玉125同年完成江苏省和江苏省以外适宜区审定。2009–2023年江苏省内外共计39家单位选育了105个普通玉米品种,69.23%的育种单位为种业公司,种业公司选育了63.81%的玉米品种,育种公司数量和育成品种数量分别较科研院所数量及其育成品种数多出0.38和0.28个百分点,说明江苏省玉米育

种已从科研院所为主,逐步发展为以企业为主、校企合作、产学研相结合的育种新模式。

## 2.2 审定品种主要农艺性状分析

由表1可知,2009–2023年江苏省审定普通玉米各农艺性状变幅不大,倒伏倒折率变异系数为101.2%,具有较大波动,其他性状的变异系数均未超过8%。淮南春播全生育期平均118.98 d左右,比淮北夏播全生育期长16.65 d,差异达极显著水平;平均穗长17.91 cm,其中,淮北夏播组平均穗长18.24 cm,较淮南夏播组长近1 cm,差异达极显著水平。平均株高252.2 cm,穗位高100.39 cm,穗位系数0.40,穗粗4.87 cm,出籽率85.57%。淮南春播组的倒伏倒折率更高,达到4.02%,极显著高于淮北夏播组倒伏倒折水平。

表1 2009–2023年江苏省审定普通玉米农艺性状分析

Table 1 Analysis on agronomic traits of common maize varieties approved in Jiangsu Province from 2009 to 2023

性状指标 Trait	极小值 MIN	极大值 MAX	变异系数 (%) CV	江苏省 Mean of Jiangsu province	淮北夏播 Mean of Huaibei summer maize area	淮南春播 Mean of Huainan spring maize area
全生育期(d)	95.0	122.4	7.7	108.14±8.33	102.34±2.61	118.98±2.03**
株高(cm)	204.0	296.0	7.1	252.20±17.91	253.61±17.96	249.63±17.78
穗位高(cm)	84.0	129.0	7.3	100.39±7.34	100.64±7.75	99.94±6.62
穗长(cm)	14.8	20.2	5.9	17.91±1.06	18.24±0.86	17.30±1.12**
穗粗(cm)	4.4	5.4	3.7	4.87±0.18	4.88±0.17	4.86±0.19
出籽率(%)	82.6	88.9	1.3	85.57±1.12	85.43±0.89	85.84±1.42
倒伏倒折率(%)	0.0	12.2	101.2	2.92±2.95	2.30±2.41	4.02±3.51**

注:\*\*表示淮北夏播和淮南春播在 $P<0.01$ 水平差异显著。下表、下图同。

Note: \*\* indicated significant difference between the mean of Huaibei summer maize area and the mean of Huainan spring maize area at the 0.01 probability level. The same below.

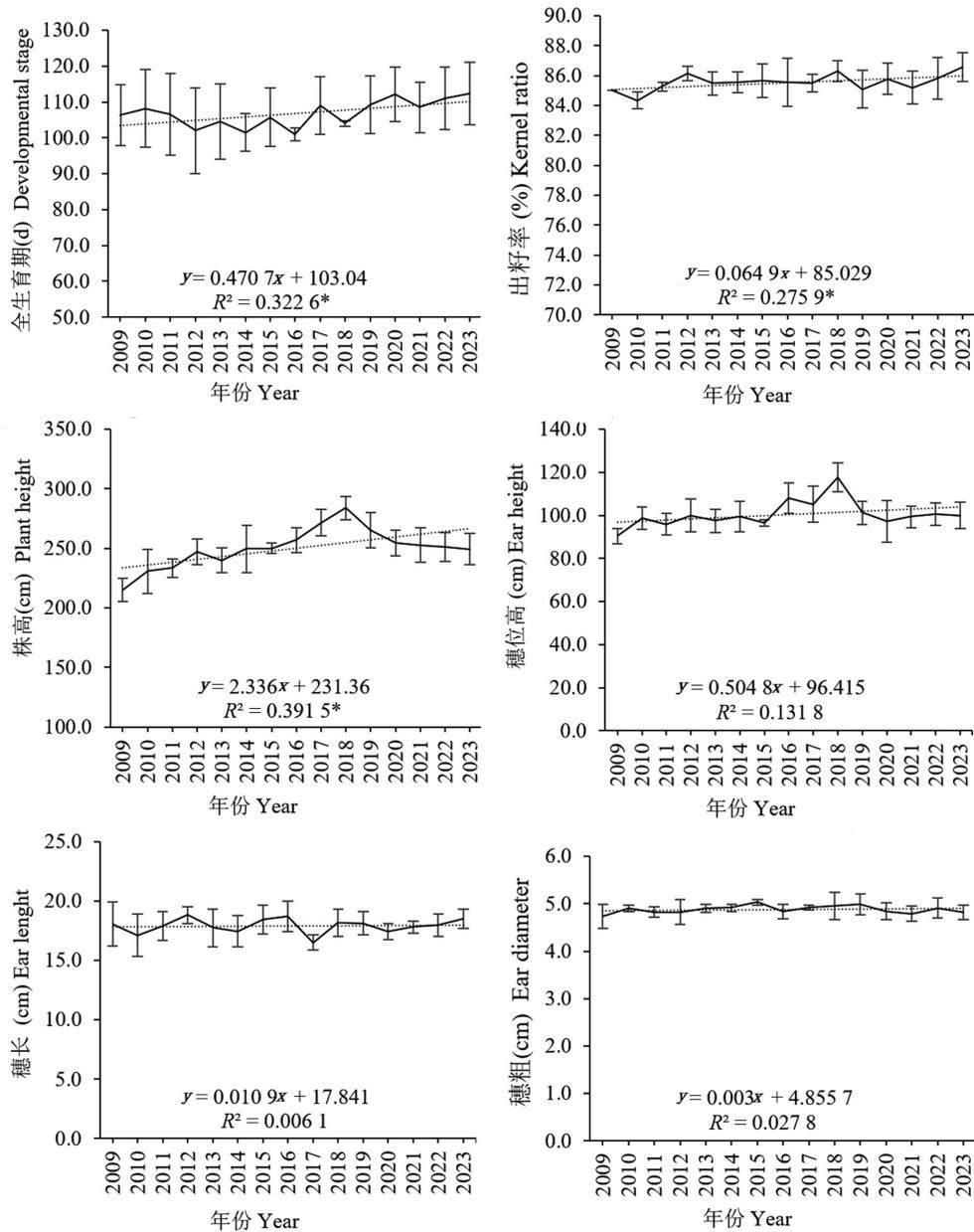
各审定年份间(图2),全生育期、株高和出籽率呈显著增长趋势,穗位高呈增长趋势,但相关性不显著,穗长和穗粗基本保持稳定。

## 2.3 审定品种品质性状分析

表2品质指标分析发现,容重变幅684.0~804.0 g/L,平均容重753.28 g/L,淮北夏播组审定品种的容重较淮南春播组高出15.49 g/L,差异达极显著水平。玉米的容重越大,其品质越好,其中有8个品种容重 $\leq 720$  g/L,未达到国家标准《玉米》(GB 1353–2018)对一等玉米的要求;农单117、苏科玉1417、天玉88这3个品种的容重 $\geq 800$  g/L,属于品质较优的等次。粗蛋白变幅7.6%~12.6%,平均值9.76%,淮北夏播组审定品种的粗蛋白含量较淮南春播组低0.72个百分点,差异达极显著水平。粗脂肪变幅3.0%~5.1%,平均值3.86%,淮北夏播组与淮南春播组审定品种的平均粗脂肪含量相当,差异不显著。

粗淀粉变幅66.9%~77.3%,平均值73.47%,淮北夏播组审定品种的粗蛋白含量较淮南春播组高1.21个百分点,差异达极显著水平;高淀粉含量品种(干基粗淀粉含量 $\geq 75.0\%$ )有江玉1666、迁玉3050、大华1601等22个,占总审定品种的20%。赖氨酸变幅0.24%~0.39%,平均值0.29%,淮北夏播组审定品种的粗蛋白含量较淮南春播组低0.02个百分点,差异达极显著水平。

分析容重等5个品质指标的变异系数发现,粗脂肪含量变异系数最大,为12.30%,其次是赖氨酸含量和粗蛋白含量,分别为10.43%和9.64%,说明这3个指标在品种选育中具有较大可选择范围;容重和粗淀粉含量的变异系数较小。各审定年份间(图3),容重呈显著增长趋势,粗脂肪含量呈极显著下降趋势,粗淀粉含量、粗蛋白含量和赖氨酸含量基本保持不变。



注:\*表示在P<0.05水平上显著相关。下图、下表同。

Note: \* indicated a significant correlation at the 0.05 level. The same below.

图2 江苏审定普通玉米品种农艺性状变化趋势

Fig.2 The agronomic traits change trend of common maize varieties approved in Jiangsu province

表2 2009-2023年江苏省审定普通玉米品质性状分析

Table 2 Analysis on quality of common maize varieties approved in Jiangsu province from 2009 to 2023

性状指标 Trait	极小值 MIN	极大值 MAX	变异系数 (%) CV	江苏省 Mean of Jiangsu province	淮北夏播 Mean of Huaibei summer maize area	淮南春播 Mean of Huainan spring maize area
容重(g/L)	684.00	804.00	3.17	753.28±23.86	758.77±23.5	743.28±21.35**
粗蛋白(%)	7.56	12.56	9.64	9.76±0.94	9.51±0.89	10.23±0.86**
粗脂肪(%)	3.03	5.09	12.30	3.86±0.48	3.88±0.47	3.84±0.49
粗淀粉(%)	66.91	77.27	2.61	73.47±1.92	73.90±1.85	72.69±1.81**
赖氨酸(%)	0.24	0.39	10.43	0.29±0.03	0.28±0.02	0.30±0.04**

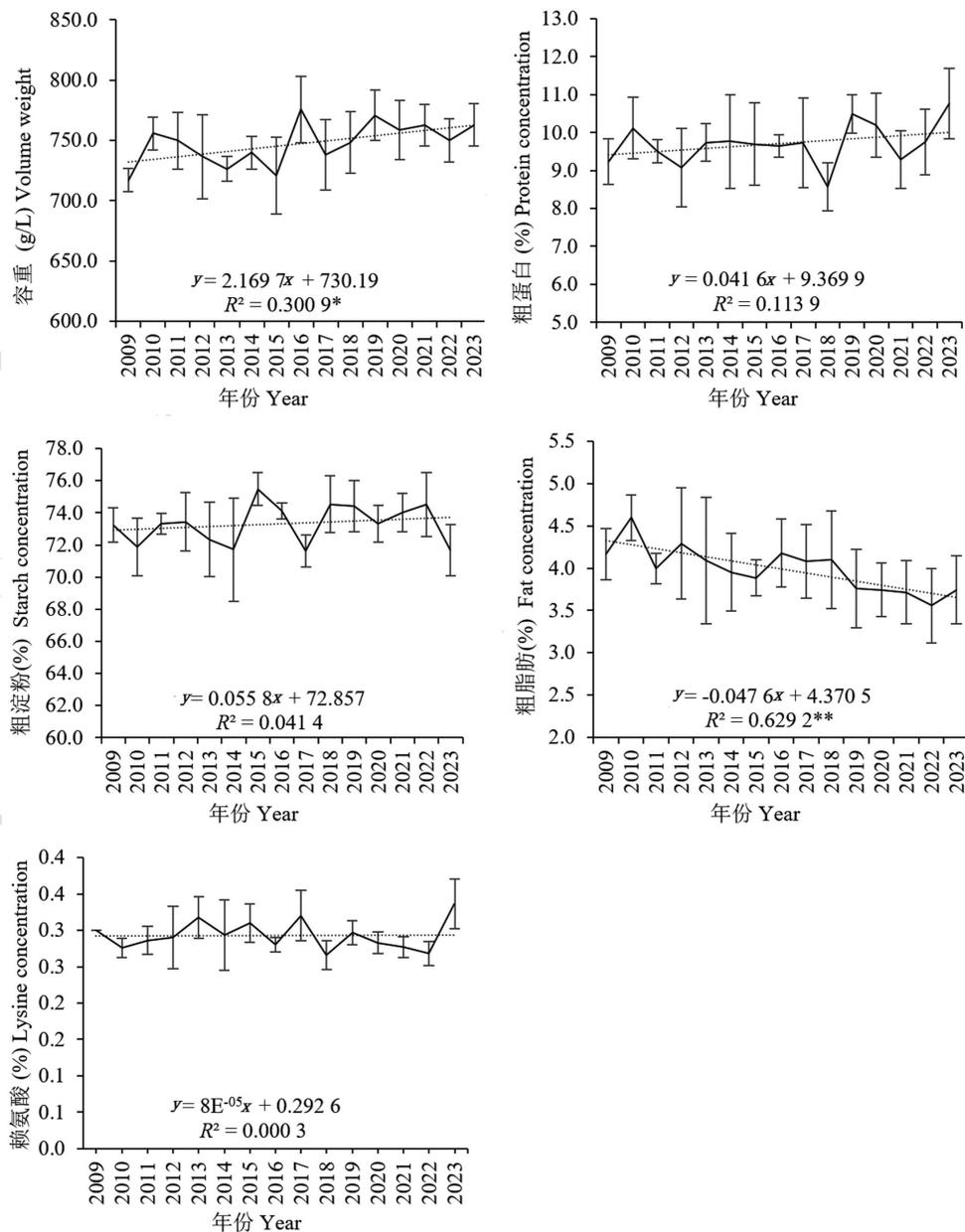


图3 江苏审定普通玉米品种品质性状变化趋势

Fig.3 The quality change trend of common maize varieties approved in Jiangsu province

#### 2.4 审定品种产量及产量相关性状分析

玉米是高产粮食作物,产量水平直接反映种植效益高低。表3统计分析发现,2009–2023年江苏省区域试验产量变幅为6 783.00 ~ 10 386.00 kg/hm<sup>2</sup>,平均产量为8 800.80 kg/hm<sup>2</sup>,变异系数9.9%;淮南春播组产量略高于淮北夏播组,但差异未达显著水平。淮北夏播组千粒重329.46 g,显著高于淮南春播组。穗行数、行粒数在两个组别间没有显著差异。

各审定年份间(图4),穗行数、千粒重和产量呈极显著增加趋势,行粒数基本保持不变。江苏省区域试验密度常年保持67 500株/hm<sup>2</sup>,所以穗行数和千粒重的增加对产量增长贡献较大。不同年份间,区

域试验平均产量变幅为6 952.05 ~ 9 630.60 kg/hm<sup>2</sup>,增加了2 678.55 kg/hm<sup>2</sup>。说明江苏省审定的普通玉米品种在不断改良与更替中,产量增长快速,育种效果显著。

#### 2.5 各品种主要农艺性状与产量相关性分析

分析105个审定品种区域试验产量和各农艺性状的相关性表明(表4),产量性状与株高相关性最高( $r=0.516^{**}$ ),与出籽率( $r=0.372^{**}$ )、千粒重( $r=0.359^{**}$ )、穗行数( $r=0.344^{**}$ )、穗位高( $r=0.331^{**}$ )、容重( $r=0.292^{**}$ )、行粒数( $r=0.252^{**}$ )和穗长( $r=0.240^*$ )呈显著或极显著正相关,与粗脂肪呈极显著负相关( $r=-0.348^{**}$ )。此外,产量与全生育期、穗粗、粗蛋白、

表3 2009–2023年江苏省审定普通玉米产量性状分析

Table 3 Analysis on yield of common maize varieties approved in Jiangsu province from 2009 to 2023

性状指标 Trait	极小值 MIN	极大值 MAX	变异系数 (%) CV	江苏省 Mean of Jiangsu province	淮北夏播 Mean of Huaibei summer maize area	淮南春播 Mean of Huainan spring maize area
穗行数(行)	13.00	17.90	6.3	15.65±0.99	15.62±1.01	15.71±0.96
行粒数(粒)	28.00	39.60	6.4	33.74±2.15	34.00±1.83	33.25±2.60
千粒重(g)	271.00	370.00	6.2	326.05±20.37	329.46±19.05	319.84±21.47*
产量(kg/hm <sup>2</sup> )	6 783.00	10 386.00	9.9	8 800.80±868.20	8 788.95±731.25	8 822.25±1 084.65

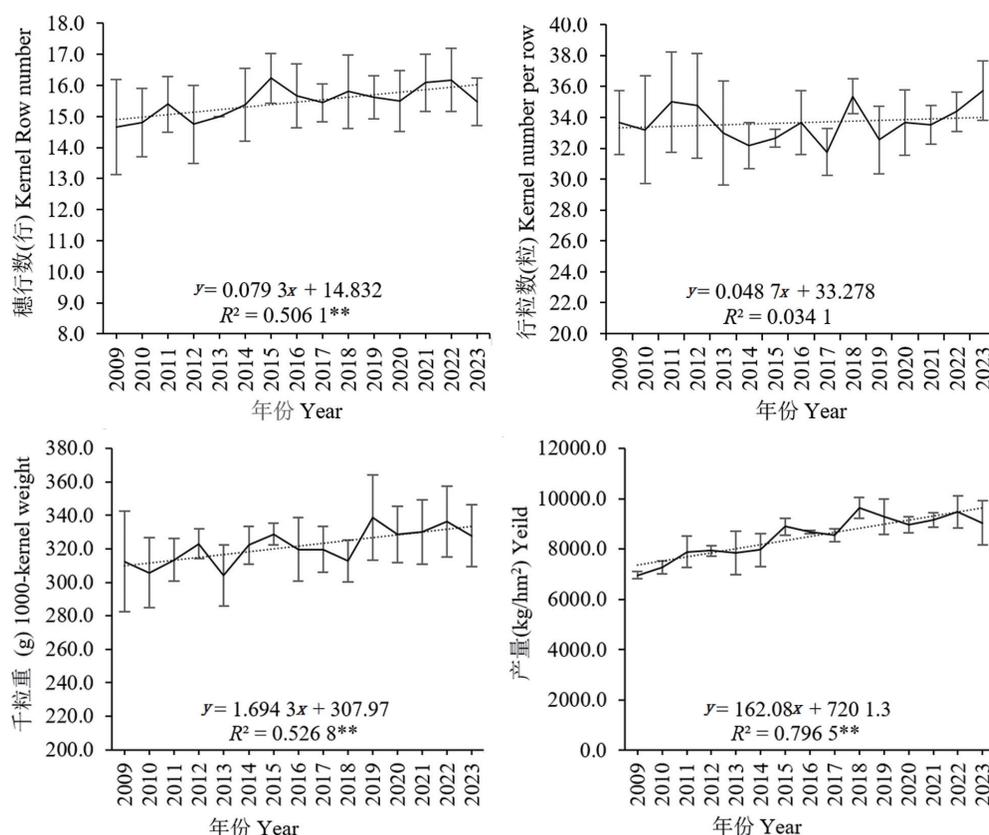


图4 江苏省审定普通玉米品种区域试验产量及产量相关性状变化趋势

Fig.4 The yield traits change trend of common maize varieties approved in Jiangsu province

粗淀粉具有正相关关系,与倒伏倒折、赖氨酸含量存在一定的负相关关系,但相关性均不显著。

### 3 结论与讨论

全国种业创新工作推进会指出,良种对粮食增产的贡献率已超过45%,为我国粮食连年丰收和重要农产品稳产保供提供关键支撑<sup>[1]</sup>。2009–2023年江苏省内外39家育种单位培育105个普通玉米品种,这些品种通过统一试验或多渠道试验完成品种审定程序,适宜在江苏淮南或淮北推广种植。审定品种中18个品种通过国家、其他省份审定或引种备案,拓宽了种植范围;先通过江苏省审定,进而向省

外市场辐射的品种占比小。

江苏省审定玉米品种的平均株高较矮,穗位高适中,穗位系数为0.40。顾明琪等<sup>[12]</sup>研究表明,穗位系数对玉米抗倒伏能力和单穗粒数具有重要影响,玉米产量随株高、穗位高的增加而增加,随穗位系数增加呈先上升后下降趋势,当穗位系数为0.40~0.42时,玉米具有较高产量水平。株高、穗位高和穗位系数的增加会加大倒伏风险,江苏省审定玉米品种间倒伏倒折率差异较大,变异系数达101.2%,应加大对抗倒抗折品种的评价利用,保障种植安全性。岳海旺等<sup>[13]</sup>研究表明,子粒产量与百粒重、株高、穗位高、穗长、穗粗和生育期呈极显著正相关。

表4 2009–2023年江苏省审定普通玉米农艺性状相关性分析  
Table 4 Correlation analysis on agronomic traits of common maize varieties approved in Jiangsu province from 2009 to 2023

性状指标 Trait	DS	PH	EH	ED	EL	KRN	KNPR	KW	KR	LR	VW	PC	FC	SC	LC	GY
生育期	1															
株高	-0.047	1														
穗位高	0.007	0.572**	1													
穗粗	-0.039	0.174	0.186	1												
穗长	-0.405**	0.163	0.061	-0.082	1											
穗行数	0.142	0.215*	0.151	0.337**	-0.124	1										
行粒数	-0.193*	0.096	0.167	-0.069	0.561**	-0.197*	1									
千粒重	-0.137	0.139	-0.089	0.223*	0.273**	-0.172	-0.086	1								
出籽率	0.148	0.067	0.056	0.024	0.045	0.141	0.314**	-0.199*	1							
倒伏倒折率	0.251**	0.049	0.149	0.152	-0.153	0.066	0.077	-0.120	-0.127	1						
容重	-0.228*	0.232*	0.079	-0.134	0.174	0.040	0.164	0.146	-0.189	-0.027	1					
粗蛋白含量	0.364**	-0.045	-0.131	0.103	-0.118	-0.067	-0.112	0.052	0.065	-0.250**	0.060	1				
粗脂肪含量	-0.142	-0.152	0.097	-0.056	-0.133	-0.334**	0.081	-0.240*	-0.032	0.062	-0.026	-0.030	1			
粗淀粉含量	-0.241*	0.203*	0.060	0.076	0.212*	0.233*	0.037	0.209*	-0.050	0.127	0.156	-0.528**	-0.258**	1		
赖氨酸含量	0.295**	-0.009	-0.069	0.006	-0.030	-0.074	-0.101	-0.051	0.177	-0.150	-0.284**	0.573**	0.048	-0.587**	1	
产量	0.180	0.516**	0.331**	0.183	0.240*	0.344**	0.252**	0.359**	0.372**	-0.042	0.292**	0.101	-0.348**	0.161	-0.006	1

本研究也发现,产量与株高正相关性最高,与出籽率、千粒重、穗行数、穗位高、容重、行粒数、穗长呈显著或极显著正相关,相关性依次降低。

玉米品质优劣决定其销售价格,直接关系到种植效益。作为重要的饲料来源,玉米通常与豆粕进行掺混使用,但我国大豆种植面积小,对进口依赖度大,所以改良玉米新品种品质性状,尤其是蛋白质含量,对养殖业至关重要。陈先敏等<sup>[4]</sup>对1992–2017年国审普通玉米品种进行分析发现,随年份更替,容

重、千粒重、粗淀粉含量呈升高趋势,粗脂肪含量呈下降趋势,粗蛋白和赖氨酸含量基本稳定。根据江苏省玉米品种审定标准(2022修订版),已审定品种中没有优质蛋白玉米品种,虽然除保玉18外其他品种的粗蛋白含量均 $\geq 8\%$ ,但是赖氨酸含量均未超过0.40%。在近年审定的品种中粗蛋白含量和赖氨酸含量没有提升,未来优质蛋白玉米培育需要加强种质资源收集创制,发掘利用 *THP9* 等优异基因资源,进一步提高玉米的蛋白质含量,解决当前我国畜牧

业及其相关产业发展的瓶颈问题<sup>[15]</sup>。

江苏省历年审定玉米品种产量水平呈极显著上升,产量三要素中穗行数和千粒重呈极显著上升趋势,可能对产量的增长贡献较大。河南、湖南、甘肃等省份历年审定品种产量也呈上升趋势,品种更替是玉米产量提升的关键因素之一,玉米遗传改良取得了良好效果。根据FAO统计数据,2022年美国单产达10 879.5 kg/hm<sup>2</sup>,较江苏省区域试验产量高出1 413.0 kg/hm<sup>2</sup>,较全国玉米单产高出近4 500 kg/hm<sup>2</sup>。我国玉米平均单产只有美国的60%,且还在以每年60 kg/hm<sup>2</sup>的差距扩大,如何加速缩小与世界先进水平的差距,是玉米科技工作者亟待解决的关键课题。玉米是C<sub>4</sub>植物,其单产潜力居禾谷类作物之首,在耕地日趋紧张的形势下,产能提升的主要途径是提高单产水平。具备株型紧凑、生育期适当延长、综合抗性较好、肥水利用率及物质转运率高等特征的品种产量潜力较高,这给育种工作提供了参考方向。对比世界玉米生产先进水平、结合近年我国高产创建的成功案例发现,我国玉米育种及相关种植技术还有较大提升空间。

#### 参考文献:

- [1] 刘月娥,徐田军,蔡万涛,等.我国玉米超高产研究现状与展望[J].生物技术通报,2023,39(8):52–61.  
LIU Y E, XU T J, CAI W T, et al. Current status and prospects of maize super high yield research in China[J]. Biotechnology Bulletin, 2023, 39(8): 52–61. (in Chinese)
- [2] 叶文超,张震,韩宇琛,等.1 540份国审玉米新品种的抗性统计分析[J/OL].分子植物育种,2023:1–14[2023–07–05].<https://kns.cnki.net/kcms2/detail/46.1068.S.20230704.1715.025.html>.
- [3] 王美霞,程丹阳,陈保国,等.2013–2022年山西省审定玉米品种品质特征分析[J].玉米科学,2024,32(5):9–14.  
WANG M X, CHENG D Y, CHEN B G, et al. Analysis of quality characteristics of approved corn varieties in Shanxi province from 2013 to 2022[J]. Journal of Maize Sciences, 2024, 32(5): 9–14. (in Chinese)
- [4] 李怡萌,周亚星,余忠浩,等.内蒙古自治区审定玉米品种主要性状演变趋势及灰色关联度分析[J].种子,2023,42(10):89–98.  
LI Y M, ZHOU Y X, YU Z H, et al. Evolution trend and grey correlation analysis of main characters of maize varieties approved in Inner Mongolia Autonomous Region[J]. Seed, 2023, 42(10): 89–98. (in Chinese)
- [5] 徐国强,苏萍萍,段海洋,等.河南省近20年玉米品种主要性状的演变及育种方向分析[J].分子植物育种,2023,21(12):4158–4169.  
XU G Q, SU P P, DUAN H Y, et al. Changes of main agronomic traits and breeding direction of maize varieties approved in Henan province in recent 20 years[J]. Molecular Plant Breeding, 2023, 21(12): 4158–4169. (in Chinese)
- [6] 付华,李猛,刘兴舟,等.2011–2021年安徽省区域试验高密度组参试玉米品种产量及相关性状演变分析[J].农业工程,2023,13(10):128–133.  
FU H, LI M, LIU X Z, et al. Evolution analysis of yield and related traits of maize varieties in high density group of regional experiment in Anhui province from 2011 to 2021[J]. Agricultural Engineering, 2023, 13(10): 128–133. (in Chinese)
- [7] 刘松芹,邱冠杰,朱通通,等.湖南省近20年审定普通玉米品种主要性状演变分析[J/OL].分子植物育种,2022:1–11[2022–04–28].<https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20220427.1824.027.html>.
- [8] 马俊峰,洪德峰,魏锋,等.新单系列玉米品种的遗传基础解析以及品质和产量性状变化趋势分析[J].中国农学通报,2020,36(24):1–6.  
MA J F, HONG D F, WEI F, et al. Xindan maize hybrids: genetic basis analysis and change trends of quality and yield traits[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020, 36(24): 1–6. (in Chinese)
- [9] 张瑞朋,栾化泉,刘骞,等.2001–2022年先锋种子公司在我国审定玉米品种分析[J].中国种业,2023(9):126–130.  
ZHANG R P, LUAN H Q, LIU Q, et al. Analysis of maize varieties approved by pioneer seed company in China from 2001 to 2022[J]. China Seed Industry, 2023(9): 126–130. (in Chinese)
- [10] 国家统计局.国家数据[EB/OL]. [2024–03–01].<https://data.stats.gov.cn/>.
- [11] 中华人民共和国农业农村部.农业农村部研究部署“十四五”及2021年种业工作[EB/OL]. [2020–12–17].[http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202012/t20201217\\_6358319.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202012/t20201217_6358319.htm).
- [12] 顾明琪,刘晓丽,吕悬龙,等.穗位高系数对玉米产量及产量构成的影响[J].中国农业大学学报,2023,28(3):1–10.  
GU M Q, LIU X L, LÜ X L, et al. Effects of ear-to-plant height ratio on yield and yield composition of maize[J]. Journal of Agricultural University, 2023, 28(3): 1–10. (in Chinese)
- [13] 岳海旺,韩轩,魏建伟,等.基于GYT双标图分析对黄淮海夏玉米区域试验品种综合评价[J].作物学报,2023,49(5):1231–1248.  
YUE H W, HAN X, WEI J W, et al. Comprehensive evaluation of maize hybrids tested in Huang-Huai-Hai summer maize regional trial based on GYT biplot analysis[J]. Acta Agronomica Sinica, 2023, 49(5): 1231–1248. (in Chinese)
- [14] 陈先敏,梁效贵,赵雪,等.历年国审玉米品种产量和品质性状变化趋势分析[J].中国农业科学,2018,51(21):4020–4029.  
CHEN X M, LIANG X G, ZHAO X, et al. Analysis on the trends of yield and quality related traits for maize hybrids released in China over the past years[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2018, 51(21): 4020–4029. (in Chinese)
- [15] HUANG Y, WANG H, ZHU Y, et al. THP9 enhances seed protein content and nitrogen-use efficiency in maize[J]. Nature, 2022, 612(7939): 292–300.

(责任编辑:朴红梅)