

引用格式:

张同科, 贺晟阳, 易镇邪, 邓敏, 马文杰, 罗红兵. 洞庭湖区耐密植宜机收夏玉米品种的筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(6): 649-656.

ZHANG T K, HE S Y, YI Z X, DENG M, MA W J, LUO H B. Screening of suitable high density and mechanical harvesting summer maize varieties in Dongting Lake area[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2020, 46(6): 649-656.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 洞庭湖区耐密植宜机收夏玉米品种的筛选

张同科<sup>1</sup>, 贺晟阳<sup>1</sup>, 易镇邪<sup>1,2</sup>, 邓敏<sup>1,2\*</sup>, 马文杰<sup>1</sup>, 罗红兵<sup>1,2</sup>

(1.湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省玉米工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

**摘要:**为筛选适应洞庭湖区耐密植、宜机械化收获的优良玉米品种,2018年进行大田试验,以6个供试品种(郑单958、豫单9953、湘农玉27号、京农科728、黔779、福玉10号)为材料,采取随机区组试验设计,研究供试品种的产量与实际机收性能指标。结果表明:6个品种的生育期为101~110 d,豫单9953、京农科728的生育期最短(101 d),供试品种间产量无显著差异,豫单9953、京农科728、福玉10号的产量较高,分别为8 214.51、8 174.13、8 065.61 kg/hm<sup>2</sup>;产量(y)与穗行数(x<sub>1</sub>)、行粒数(x<sub>2</sub>)、百粒质量(x<sub>3</sub>)的回归方程为 $y = -8 146.84 + 284.505 x_1 + 255.274 x_2 + 157.759 x_3$ ,3个自变量对产量均为正作用;各供试品种收获期籽粒含水率(16.05%~30.16%)有差异;机收总损失率为2.58%~4.85%,均值为3.49%;部分品种间机收损失率、籽粒破碎率、含杂率差异显著;供试品种籽粒含水率与籽粒损失率、果穗损失率、总损失率、籽粒破碎率呈正相关,与含杂率呈极显著正相关。综合供试品种的生育期、产量性状与机收性状,认为豫单9953、京农科728可作为洞庭湖区耐密植宜机收夏玉米品种进行示范推广。

**关键词:**夏玉米;品种筛选;机械收获性状;籽粒含水率;破碎率;含杂率;洞庭湖区

中图分类号: S513.024

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2020)06-0649-08

## Screening of suitable high density and mechanical harvesting summer maize varieties in Dongting Lake area

ZHANG Tongke<sup>1</sup>, HE Shengyang<sup>1</sup>, YI Zhenxie<sup>1,2</sup>, DENG Min<sup>1,2\*</sup>, MA Wenjie<sup>1</sup>, LUO Hongbing<sup>1,2</sup>

(1.College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Maize Engineering Technology Research Center of Hunan Province, Changsha, Hunan 410128, China)

**Abstract:** In order to identify the maize excellent varieties that are resistant to the dense planting and adapt to mechanized harvesting in the Dongting Lake area, a field experiment was conducted in 2018, with six tested varieties (Zhengdan 958, Yudan 9953, Xiangnongyu 27, Jingnongke 728, Qian 779, Fuyu 10) used as the material. A randomized block experiment design was adopted to compare the yield and actual mechanical harvest performance indexes of different varieties. The results showed that the growth period of the six varieties tested was 101-110 d, Yudan 9953 and Jingnongke 728 had the shortest growth period (101 d). There was no significant difference in yield among the tested varieties, and Yudan 9953(8 214.51 kg/hm<sup>2</sup>), Jingnongke 728(8 174.13 kg/hm<sup>2</sup>), Fuyu 10(8 065.61 kg/hm<sup>2</sup>) had higher yields. The regression equation of yield(y) and number of rows(x<sub>1</sub>), kernel row number(x<sub>2</sub>), grain weight(x<sub>3</sub>) are  $y = -8 146.84 + 284.505 x_1 + 255.274 x_2 + 157.759 x_3$ ; all three independent variables had positive effects on yield. There were differences in the moisture content of grains(16.05%-30.16%) of the tested varieties during the harvest period. The total loss rate of the mechanical harvest was 2.58%-4.85%, and the average value was 3.49%.

收稿日期: 2019-11-25

修回日期: 2020-01-16

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0300308); 湖南省旱粮产业技术体系研究项目(湘农办科技[2016]108号); 湖南省科技计划项目(2016NK2123)

作者简介: 张同科(1992—), 男, 甘肃安定人, 硕士研究生, 主要从事玉米栽培、玉米种质创新与利用研究, 1103822506@qq.com; \*通信作者, 邓敏, 博士, 讲师, 主要从事玉米种质资源创新技术及应用研究, hdengmin@163.com

Some varieties showed significant differences in the grain breakage rate, loss rate and impurities. The grain moisture content of the tested varieties was positively correlated with the grain loss rate, ear loss rate and total loss rate. The grain moisture content was positively correlated with the grain breakage rate, and had a very significant positive correlation with the impurity content. Comprehensive growth period, yield traits and mechanical harvest traits, it is Yudan 9953 and the Jingnongke 728 can be used for demonstration and promotion of dense-tolerant and suitable machine-harvested summer maize varieties in Dongting Lake area.

**Keywords:** summer maize; cultivars screening; mechanical harvest traits; grain moisture content; grain broken rate; impurity rate; Dongting Lake area

由于国家取消棉花临时收储,以及人工成本居高不下,棉田收益普遍下降,棉农种棉积极性受挫,导致洞庭湖区棉花种植面积大幅调减。近年来,洞庭湖区积极开展棉田改制研究,进行夏玉米品种筛选及栽培技术试验研究,并开始推广夏玉米机械化生产技术<sup>[1]</sup>。

宜机收玉米品种的筛选应考虑收获期植株倒伏折率、籽粒含水率和机收产量<sup>[2]</sup>。破碎率是评价玉米机械化收获的重要指标之一,当前国内玉米机械化籽粒收获存在的主要问题就是破碎率高<sup>[3]</sup>。不同玉米品种籽粒耐破碎性达到最高时,其籽粒含水率并不相同<sup>[4]</sup>。GUNASEKARAN 等<sup>[5]</sup>研究表明,玉米的种植密度、氮素水平以及播种期会影响玉米籽粒的破碎敏感度。玉米籽粒在收获期间破碎率会产生很大的变化,在最适收获期进行收获能够有效降低籽粒破碎率<sup>[6]</sup>。选择合适的玉米品种,能够有效协调玉米高产和脱水特性以及机械收获作业能力之间的矛盾<sup>[7]</sup>。

本研究中,比较了 6 个玉米品种在洞庭湖区常德澧县的产量与实际机收性能指标,旨在筛选出耐密植、宜机收的夏玉米品种,为当地玉米机械化籽粒直收提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试品种共 6 个,分别为郑单 958、豫单 9953、湘农玉 27 号、京农科 728、黔 779、福玉 10 号。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验设计

试验于 2018 年 5—9 月在洞庭湖区常德澧县王家厂镇柳津村进行。试验地前茬作物为油菜。采用随机区组设计。小区面积为 240 m<sup>2</sup>(4.8 m×50.0 m,

8 行区),行距为 60 cm,株距为 22.2 cm,栽植密度为 75 000 株/hm<sup>2</sup>。5 月 19 日人工播种,每穴 2 粒。三叶一心时定苗,每穴留 1 颗苗。基肥为玉米专用复合肥,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的施用比例为 25 9 16,施用量为 750 kg/hm<sup>2</sup>;8 叶展时施追肥(尿素),施用量 375 kg/hm<sup>2</sup>,结合中耕松土,打穴深施。其他栽培管理措施同大田生产。

#### 1.2.2 调查测定项目与方法

关键生育时期的测定:调查记录出苗期、6 叶展、12 叶展、抽雄期、吐丝期和生理成熟期。

品种基本特性的测定:玉米吐丝散粉后,调查记录叶片数、株高、穗下茎节数、穗位高和茎粗(地上部第 3 节扁平面的直径)。每个小区(重复)测定连续的 10 株。

玉米群体与穗性状的测定:机收当天每个品种调查 3 个重复(点),每个点调查 10 m,双行,记录总株数、空秆株数、双穗株数、倒伏/倒折状况(穗上或穗下)、果穗生长情况(正常或下垂)等指标。

籽粒与植株含水率的测定:机收当天分器官测定籽粒、茎秆(含穗位节上和穗位节下两部分)、穗轴的含水率。

产量及其构成因素的测定:收获测产前,调查小区中间 2 行玉米的总株数、实收穗数,称鲜质量;按平均鲜穗质量取 10 穗带回室内,测定籽粒含水量,考察穗长、穗粗、秃顶长、穗行数、穗粒数、百粒质量等,计算含水率为 14%的产量。

机收性能指标的测定:使用籽粒直收机进行机收。参考 GB/T 21961—2008《玉米收获机械试验方法》测定籽粒破碎率、籽粒含杂率、总损失率(果穗损失率、籽粒损失率)等。

### 1.3 数据分析

采用 Excel 2013 进行数据整理并绘图；运用 IBM SPSS Statistics 22 进行相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试品种的生育时期

由表 1 可知，各供试品种的出苗时期相同，6

叶展(6月13—15日)相近，福玉10号12叶展和抽雄期最迟，其余品种在7月1—2日抽雄。豫单9953、京农科728成熟最早，福玉10号成熟最晚；豫单9953、京农科728全生育期最短，为101d；其次为郑单958、湘农玉27号，生育期为103d；黔779为106d；福玉10号的生育期最长，为110d。油菜-夏玉米一年两熟制油菜多在9月中旬播种，从生育季节来看，6个供试品种均能满足要求。

表 1 供试品种的关键生育时期

Table 1 The variety growth period of different maize cultivars

品种	播种期	出苗期	6叶展	12叶展	抽雄期	吐丝期	成熟期	全生育期/d
郑单 958	05-19	05-25	06-14	06-26	07-02	07-08	08-30	103
豫单 9953	05-19	05-25	06-13	06-25	07-01	07-09	08-28	101
湘农玉 27 号	05-19	05-25	06-15	06-27	07-02	07-11	08-30	103
京农科 728	05-19	05-25	06-14	06-26	07-01	07-08	08-28	101
黔 779	05-19	05-25	06-14	06-26	07-02	07-10	09-02	106
福玉 10 号	05-19	05-25	06-13	07-04	07-19	07-24	09-06	110

### 2.2 供试品种的基本特性、群体与果穗性状

#### 2.2.1 基本特性

由表 2 可知，供试品种的叶片数为 17.37 ~ 22.03，福玉 10 号的叶片数最多，黔 779 的次之，郑单 958、京农科 728 的最少，部分品种的叶片数差异显著。供试品种的株高为 208.81 ~ 273.17 cm，均值为 233.46 cm；黔 779 的株高最高，为 273.17 cm；福玉 10 号的次之；郑单 958 的最低，为 208.81

cm；部分品种间差异显著。供试品种的穗下茎节数均值为 9.47，福玉 10 号的穗下茎节数最多，黔 779 的次之，京农科 728 的最少，部分品种间差异显著。供试品种的穗位高均值为 97.32 cm，福玉 10 号的穗位高最高，为 119.83 cm；豫单 9953 的最低，为 86.76 cm；部分品种间差异显著。供试品种的茎粗为 15.54 ~ 17.59 mm，均值为 16.72 mm，福玉 10 号的茎粗最粗，郑单 958 的次之，湘农玉 27 号的最细，大部分品种间差异不显著。

表 2 供试品种的基本特性

Table 2 Basic characteristics of maize varieties

品种	叶片数	株高/cm	穗下茎节数	穗位高/cm	茎粗/mm
郑单 958	(17.37±0.06)d	(208.81±1.88)e	(8.47±0.12)d	(87.60±3.90)c	(17.21±1.05)a
豫单 9953	(17.83±0.06)c	(219.74±3.58)d	(9.30±0.00)c	(86.76±2.97)c	(16.69±0.63)ab
湘农玉 27 号	(17.73±0.06)c	(217.18±1.62)d	(9.13±0.15)c	(87.63±2.83)c	(15.54±0.89)b
京农科 728	(17.37±0.06)d	(237.35±3.62)c	(8.10±0.10)e	(92.52±3.16)c	(16.49±0.91)ab
黔 779	(18.07±0.06)b	(273.17±2.59)a	(9.53±0.06)b	(109.57±3.79)b	(16.82±0.62)ab
福玉 10 号	(22.03±0.12)a	(244.52±1.79)b	(12.27±0.15)a	(119.83±2.67)a	(17.59±0.45)a
平均值	18.40±1.69	233.46±22.24	9.47±1.39	97.32±13.43	16.72±0.93

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

#### 2.2.2 群体性状与果穗性状

从表 3 可知，供试品种的空秆率为 1.67% ~ 15.87%，部分品种间差异显著，各品种空秆率从高到低依次为郑单 958、湘农玉 27 号、京农科 728、福玉 10 号、豫单 9953、黔 779。各品种的双穗率为 0.00% ~ 1.59%，均值为 0.67%，品种间差异不显

著，郑单 958 的双穗率最高，福玉 10 号、黔 779 的次之，京农科 728、湘农玉 27 号的为 0.00%。供试品种的倒伏率从高至低依次为福玉 10 号、湘农玉 27 号、郑单 958、黔 779、豫单 9953、京农科 728。供试品种的穗下倒折率为 1.52% ~ 9.62%，部分品种间差异显著，湘农玉 27 号穗下倒折率最高，

为 9.62%；福玉 10 号的次之，豫单 9953 的最低，为 1.52%。各品种的倒伏与穗下倒折率之和的均值为 7.23%，从高至低依次为湘农玉 27 号、福玉 10 号、黔 779、郑单 958、豫单 9953、京农科 728。

供试品种的果穗下垂率为 2.38% ~ 27.40%，湘农玉 27 号的果穗下垂率最高，福玉 10 号的次之，郑单 958 的果穗下垂率最低。

表 3 供试品种的群体与果穗性状

品种	空秆率	双穗率	倒伏率	穗下倒折率	倒伏与穗下倒折率之和	果穗正常率	果穗下垂率
郑单 958	(15.87±1.37)a	1.59±1.37	(2.38±0.00)bc	(3.17±1.37)cd	(5.56±1.37)b	(97.62±2.38)a	(2.38±2.38)b
豫单 9953	(3.01±1.24)de	0.74±1.28	(1.52±1.31)bc	(1.52±1.31)d	(3.03±2.63)b	(96.23±1.25)a	(3.77±1.25)b
湘农玉 27 号	(9.62±1.09)b	0.00±0.00	(4.38±4.35)ab	(9.62±1.09)a	(14.09±5.27)a	(72.60±0.80)b	(27.40±0.80)a
京农科 728	(6.39±1.30)c	0.00±0.00	(0.00±0.00)c	(1.59±1.37)d	(1.59±1.37)b	(95.20±0.07)a	(4.80±0.07)b
黔 779	(1.67±1.44)e	0.83±1.44	(1.67±1.44)bc	(5.04±0.08)bc	(6.71±1.37)b	(94.96±0.08)a	(5.04±0.08)b
福玉 10 号	(4.17±1.44)cd	0.83±1.44	(6.67±1.44)a	(5.83±1.44)b	(12.50±2.50)a	(94.17±3.82)a	(5.83±3.82)b
平均值	6.79±5.06	0.67±1.11	2.77±2.82	4.46±3.07	7.23±5.27	91.80±9.05	8.21±9.05

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

## 2.3 供试品种的产量性状及其与农艺性状的相关性

### 2.3.1 产量及其构成因素

由表 4 可知，供试品种穗粗为 4.12 ~ 4.33 cm，品种间差异不显著。各品种的穗长为 14.34 ~ 18.14 cm，从短至长依次为豫单 9953、黔 779、郑单 958、京农科 728、福玉 10 号、湘农玉 27 号。供试品种秃顶长为 0.09 ~ 1.35 cm，部分品种差异显著，豫单 9953 的秃顶长最短，郑单 958 的次之，湘农玉 27 号的最长。豫单 9953 的穗行数最多，黔 779 的次之，福玉 10 号的最少。郑单 958 的行粒数最多，京农科 728 的次之，黔 779 的最少。各品种的百粒

质量为 23.24 ~ 32.23 g，部分品种间差异显著，百粒质量从大到小依次为福玉 10 号、湘农玉 27 号、黔 779、京农科 728、郑单 958、豫单 9953；福玉 10 号、湘农玉 27 号的百粒质量显著高于其他 4 个品种。供试品种出籽率为 80.05% ~ 89.27%，豫单 9953 的最高，郑单 958 的次之，福玉 10 号的最低。6 个品种的产量为 7 731.70 ~ 8 214.51 kg/hm<sup>2</sup>，产量从高至低依次为豫单 9953、京农科 728、福玉 10 号、郑单 958、湘农玉 27 号、黔 779。由表 5 可知，品种与品种之间  $F$  值为 0.141， $P$  值为 0.979， $P$  值大于  $F$  值，表明品种之间的产量差异不显著；豫单 9953 与京农科 728 的产量表现相对较好。

表 4 供试品种的产量及其构成因素

品种	穗粗/cm	穗长/cm	秃顶长/cm	穗行数	行粒数	百粒质量/g	出籽率/%	实际产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
郑单 958	4.20±0.17	(15.47±1.39)b	(0.34±0.22)cd	(13.60±0.69)bc	(32.43±3.48)a	(25.10±0.70)c	(85.78±0.29)ab	7 963.37±1 264.09
豫单 9953	4.12±0.08	(14.34±0.06)b	(0.09±0.08)d	(16.60±0.92)a	(31.10±0.80)ab	(23.24±0.32)d	(89.27±3.29)a	8 214.51±563.34
湘农玉 27 号	4.33±0.19	(18.14±0.71)a	(1.35±0.26)a	(14.20±0.80)b	(27.47±1.74)bc	(31.80±1.47)a	(82.06±7.21)b	7 958.62±1 159.67
京农科 728	4.28±0.05	(15.77±0.77)b	(0.82±0.05)bc	(13.40±0.60)bc	(31.53±2.64)a	(28.73±0.85)b	(84.19±0.70)ab	8 174.13±566.73
黔 779	4.33±0.07	(14.61±0.64)b	(0.92±0.24)ab	(15.80±0.87)a	(26.63±1.33)c	(29.14±1.02)b	(83.84±0.32)ab	7 731.70±377.85
福玉 10 号	4.14±0.09	(17.33±0.12)a	(0.97±0.51)ab	(12.27±1.29)c	(29.87±0.29)abc	(32.23±1.29)a	(80.05±2.48)b	8 065.61±445.92

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

表 5 供试品种的产量方差分析结果

差异来源	平方和	df	平均值平方	$F$	$P$
群组之间	461 215.767	5	92 243.153	0.141	0.979
群组内	7 845 799.244	12	653 816.604		
总计	8 307 015.011	17			

### 2.3.2 产量与农艺性状的多元线性分析

由表 6 可知，6 个夏玉米品种的茎粗、穗粗、穗长、穗行数、行粒数、百粒质量与产量性状呈正相关，其中行粒数与产量呈显著正相关( $r=0.610$ )。穗行数与秃顶长、行粒数、百粒质量呈负相关，其

中穗行数与百粒质量呈显著负相关,说明在一定程度上,随着穗行数的增多,行粒数降低,秃顶长减小,百粒质量也减少。秃顶长与行粒数呈显著负相关( $r=-0.537$ ),与百粒质量呈极显著正相关( $r=0.753$ );百粒质量与行粒数呈负相关( $r=-0.397$ ),

与秃顶长、穗长呈极显著正相关;说明在一定程度上随着秃顶长减短,行粒数增加,百粒质量降低;行粒数减少,百粒质量增加;秃顶长与穗长增加,百粒质量极显著增加。

表 6 供试品种的产量与农艺性状之间的相关系数

Table 6 Correlation index among agronomic traits affecting yield of the maize tested varieties

性状	相关系数								
	株高	穗位高	茎粗	穗粗	穗长	秃顶长	穗行数	行粒数	百粒质量
穗位高	0.744**								
茎粗	0.181	0.546*							
穗粗	0.221	-0.067	-0.393						
穗长	-0.223	0.143	-0.157	0.221					
秃顶长	0.322	0.292	-0.340	0.353	0.582*				
穗行数	0.107	-0.325	-0.212	0.042	-0.489*	-0.233			
行粒数	-0.474*	-0.289	0.253	-0.115	0.021	-0.537*	-0.132		
百粒质量	0.375	0.548*	-0.155	0.363	0.746**	0.753**	-0.509*	-0.397	
产量	-0.138	-0.050	0.075	0.316	0.273	-0.158	0.154	0.610*	0.034

“\*”示在 0.05 水平上差异显著;“\*\*”示在 0.01 水平上差异显著。

回归模型的拟合优度  $R^2=0.749$ , 调整后的  $R^2=0.696$ 。产量(y)、穗行数( $x_1$ )、行粒数( $x_2$ )、百粒质量( $x_3$ )之间的回归方程  $y=-8\ 146.84+284.505x_1+255.274x_2+157.759x_3$ 。从回归方程中可以看出,3 个自变量对产量均为正作用。由表 7 可知,根据非标准化系数进行正效应排列,其顺序依次为穗行数、行粒数、百粒质量。

表 7 供试品种产量与农艺性状的回归模型参数

Table 7 Regression model parameter between yield and agronomic traits of the maize varieties tested

变量	非标准化系数		标准化系数	T	显著性
	B	标准错误			
常量	-8 146.840	2 715.524		-3.000	0.010
穗行数	284.505	71.025	0.687	4.006	0.001
行粒数	255.274	40.568	1.012	6.292	0.000
百粒质量	157.759	37.206	0.785	4.240	0.001

## 2.4 供试品种的机收性状及其影响因素

### 2.4.1 主要器官的含水率

从表 8 可以看出,机械收获时,各供试品种籽粒含水率为 16.05%~30.16% 福玉 10 号、郑单 958、湘农玉 27 号的籽粒含水率显著高于豫单 9953、京农科 728 和黔 779 的。各供试品种穗位节上茎秆含水率为 65.77%~75.79%,郑单 958(75.79%)、福玉 10 号(75.04%)的较高,显著高于豫单 9953、湘农玉 27 号、京农科 728 的。各品种穗位节下茎秆含水率为 80.08%~85.59%,福玉 10 号的显著高于其他 5 个品种的;各品种穗位节下茎秆含水率均高于穗位节上茎秆含水率。6 个品种穗轴含水率为 21.62%~60.39%,穗轴含水率从高至低依次为郑单 958、福玉 10 号、湘农玉 27 号、黔 779、豫单 9953、京农科 728。

表 8 供试品种主要器官的含水率

Table 8 Main organ moisture content of the tested varieties

品种	含水率			
	籽粒	穗位节上茎秆	穗位节下茎秆	穗轴
郑单 958	(30.10±1.78)a	(75.79±1.29)a	(83.02±0.65)b	(60.39±2.46)a
豫单 9953	(16.16±0.43)c	(66.42±3.45)b	(82.03±1.24)bc	(25.55±4.67)c
湘农玉 27 号	(27.91±1.38)a	(69.15±4.38)b	(80.08±0.70)c	(53.24±3.93)b
京农科 728	(16.05±0.76)c	(65.77±2.74)b	(80.76±2.47)bc	(21.62±3.69)c
黔 779	(22.94±1.06)b	(70.61±1.09)ab	(81.79±1.39)bc	(53.09±1.61)b
福玉 10 号	(30.16±2.32)a	(75.04±2.88)a	(85.59±0.86)a	(55.42±1.25)ab
平均值	23.89±6.29	70.46±4.65	82.21±2.16	44.88±15.97

同列数据不同小写字母示在 0.05 水平差异显著。

2.4.2 机收后的田间秸秆性状

从表 9 可以看出,机收后供试品种秸秆留茬高度差异显著,留茬高度从低至高依次为湘农玉 27 号、郑单 958、豫单 9953、京农科 728、黔 779、福玉 10 号,其中福玉 10 号的秸秆留茬高度显著高于其他 5 个品种的。机收后品种的秸秆粉碎长度也有差异,湘农玉 27 号的粉碎长度最长,福玉 10 号的次之,豫单 9953 的最短;豫单 9953 秸秆粉碎合格率达 86.67%,福玉 10 号的合格率仅有 56.67%。

表 9 供试品种机收后田间秸秆性状

Table 9 Investigation on straw traits in the field after harvesting

品种	秸秆留茬	秸秆粉碎	秸秆粉碎
	高度/cm	长度/cm	合格率/%
郑单 958	(22.85±1.13)d	(9.76±0.30)bc	63.33
豫单 9953	(26.29±0.21)c	(9.59±0.28)c	86.67
湘农玉 27 号	(20.27±0.26)e	(10.42±0.14)a	60.00
京农科 728	(26.32±0.13)c	(9.63±0.06)bc	80.00
黔 779	(29.06±0.02)b	(9.71±0.17)bc	80.00
福玉 10 号	(36.20±0.09)a	(10.11±0.41)ab	56.67

同列数据不同小写字母示在 0.05 水平差异显著。

2.4.3 供试品种的机收性能指标及其相关分析

由表 10 可知,各品种机械粒收时的籽粒损失率为 0.90%~2.55%,均值为 1.59%,郑单 958 的籽

粒损失率最低,豫单 9953 的次之,湘农玉 27 号的最高。各品种的果穗损失率为 1.31%~2.33%,品种间无显著差异,豫单 9953 的最低,为 1.31%,京农科 728 的次之,郑单 958 的最高,为 2.33%。各品种的总损失率均值为 3.49%,部分品种间差异显著,豫单 9953 的最低,京农科 728 的次之,湘农玉 27 号的最高。

表 10 供试品种的机收性能指标

Table 10 Variety machine performance index %

品种	籽粒损失率	果穗损失率	总损失率
郑单 958	(0.90±0.31)c	2.33±0.14	(3.23±0.44)bc
豫单 9953	(1.27±0.45)bc	1.31±1.13	(2.58±1.56)c
湘农玉 27 号	(2.55±0.51)a	2.30±0.69	(4.85±1.04)a
京农科 728	(1.41±0.32)bc	1.41±0.30	(2.82±0.22)bc
黔 779	(1.94±0.49)ab	2.30±0.64	(4.24±0.36)ab
福玉 10 号	(1.49±0.19)bc	1.72±0.39	(3.21±0.49)bc
平均值	1.59±0.63	1.89±0.70	3.49±1.08

同列数据不同小写字母示在 0.05 水平差异显著。

由表 11 可以看出,各品种间籽粒破碎率为 3.06%~9.36%,福玉 10 号的显著高于其他 5 个品种的。部分品种籽粒含杂率差异显著,其中,黔 779 的含杂率最低,郑单 958 的最高。

表 11 供试品种机械粒收的破碎率和含杂率

Table 11 The grain broken rate and impurity rate of tested cultivar during mechanical grain harvest %

品种	破碎率			含杂率		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
郑单 958	3.66	3.06	(3.36±0.30)d	4.58	3.75	(4.17±0.42)a
豫单 9953	3.52	3.48	(3.50±0.02)d	2.65	2.62	(2.63±0.02)cd
湘农玉 27 号	4.45	4.34	(4.39±0.06)c	3.71	3.58	(3.65±0.07)b
京农科 728	4.95	4.62	(4.78±0.17)c	2.38	2.36	(2.37±0.01)d
黔 779	8.14	7.28	(7.75±0.43)b	2.61	2.02	(2.29±0.30)d
福玉 10 号	9.36	9.30	(9.34±0.03)a	3.04	2.90	(2.95±0.08)c

同列数据不同小写字母示在 0.05 水平差异显著。

由表 12 可知,供试品种的籽粒含水率与籽粒损失率、果穗损失率、总损失率、籽粒破碎率呈正相关,与籽粒含杂率呈极显著正相关,说明在一定程度上籽粒含水率越高,籽粒损失率、果穗损失率、总损失率、籽粒破碎率、含杂率会增大。对供试品种籽粒含水率(x)与破碎率(y<sub>1</sub>)、含杂率(y<sub>2</sub>)分别进行拟合分析,结果(图 1、图 2)符合二次曲线关系,拟合回归方程分别为 y<sub>1</sub>=-0.022 5x<sup>2</sup>+1.158 4x - 8.454 5, R<sup>2</sup>=0.149 5 和 y<sub>2</sub>=0.003 7 x<sup>2</sup>-0.091 3x+2.942 3, R<sup>2</sup>=0.498 8。

表 12 供试品种籽粒含水率与机收性能指标的相关系数

Table 12 The relationship between grain water content and quality of mechanical grain harvest

项目	相关系数				
	籽粒损失率	果穗损失率	总损失率	破碎率	含杂率
果穗损失率	0.309				
总损失率	0.789**	0.828**			
破碎率	0.186	0.033	0.132		
含杂率	-0.061	0.364	0.199	-0.403	
籽粒含水率	0.109	0.447	0.353	0.302	0.694**

\*\*\*示在 0.01 水平上差异显著。

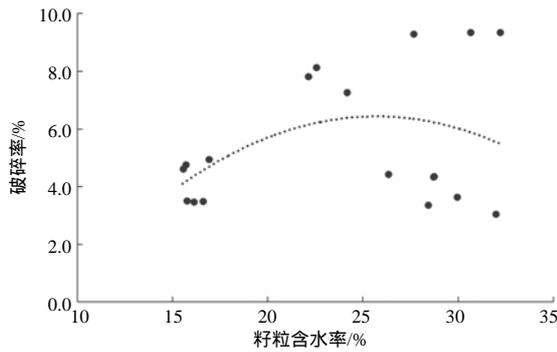


图 1 玉米籽粒含水率与破碎率的关系

Fig.1 The relationship between grain moisture content and broken rate of maize

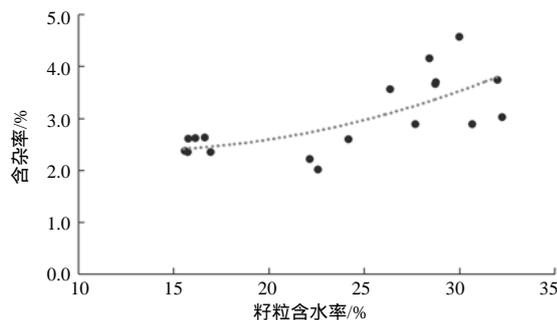


图 2 玉米籽粒含水率与含杂率的关系

Fig.2 The relationship between grain moisture content and impurity rate of maize

### 3 结论与讨论

本研究中,6 个供试品种生育期为 101~110 d。当地在夏玉米收获后紧接着进行油菜播种,从生育季节来看,各夏玉米品种均能满足要求。各供试品种间产量无显著差异,豫单 9953、京农科 728、福玉 10 号的产量较高,分别为 8 214.51、8 174.13、8 065.61 kg/hm<sup>2</sup>。品种间行粒数与产量呈显著正相关,这与前人的研究结论一致<sup>[8]</sup>。穗行数与百粒质量呈显著负相关,与前人<sup>[8]</sup>的研究结论不同,可能是品种、生态环境因素不同引起的。

本研究中,各品种籽粒含水率与籽粒损失率、果穗损失率、总损失率呈正相关关系,说明籽粒含水率越高,总损失率越大,这与宫帅等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。各品种收获时,籽粒含水率与破碎率呈正相关,与籽粒含杂率呈极显著正相关。将供试品种籽粒含水率( $x$ )与破碎率( $y_1$ )数值进行拟合,其回归方程为  $y_1 = -0.0225x^2 + 1.1584x - 8.4545$ ,  $R^2 = 0.1495$ ,与前人<sup>[10]</sup>的研究结果有差异,这可能是由籽粒自身理化特性引起的。供试品种籽粒含水率( $x$ )与含杂率( $y_2$ )拟合回归方程为  $y_2 = 0.0037x^2 - 0.0913x + 2.9423$ ,

$R^2 = 0.4988$ 。本研究结果还表明,即便收获时期籽粒含水率相近,不同玉米品种之间破碎率也存在明显差异,这与前人<sup>[11-12]</sup>的研究结果一致,可能是由籽粒本身的理化特性、生态环境、栽培措施等因素造成的。

根据 GB/T 21962—2008,玉米机械收获时,玉米植株须满足倒伏率低于 5%、果穗下垂率低于 15%、最低结穗高度大于 35 cm、籽粒含水率为 15%~25%,且植株不宜过高的要求。本研究中,各品种间倒伏与穗下倒折率之和的均值为 7.23%,福玉 10 号的倒伏率(6.67%)高于 5.00%;果穗下垂率均值为 8.21%,郑单 958 果穗下垂率最低,湘农玉 27 号果穗下垂率最高(27.40%),高于 15%;供试品种穗位高为 86.76~119.83 cm,均高于 35 cm;黔 779 的株高最高,达 273.17 cm,不利于机械收获;机械收获时,郑单 958 的籽粒含水率达 30.10%,超过 25%。由此可判断豫单 9953、京农科 728 符合机械收获条件。

在进行耐密植宜机收品种筛选时,应当注意参试品种的籽粒含水量范围及其籽粒的耐破碎性能,宜选择生育期短、籽粒脱水快与产量较高的品种<sup>[13-14]</sup>。综合生育期、产量性状与机收性状,豫单 9953、京农科 728 可作为洞庭湖区耐密植宜机收夏玉米品种进行示范推广,但还需进行多年、多点试验进行验证。

#### 参考文献:

- [1] 徐国祥. 桃源县减棉原因分析与改制模式探讨[J]. 农业科技通讯, 2016(8): 160-162.  
XU G X. Analysis on the causes of cotton reduction in Taoyuan county and discussion on the reform mode[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2016(8): 160-162.
- [2] 冯勇, 宋国栋, 侯旭光. 玉米品种试验中宜机收指标的探讨[J]. 北方农业学报, 2018, 46(1): 21-24.  
FENG Y, SONG G D, HOU X G. Study of suitable mechanical harvest indexes in maize variety test[J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2018, 46(1): 21-24.
- [3] BORRÁS L, ZINSELMEIER C, SENIOR M L, et al. Characterization of grain-filling patterns in diverse maize germplasm[J]. Crop Science, 2009, 49(3): 999-1009.
- [4] 董朋飞, 郭亚南, 王克如, 等. 玉米籽粒耐破碎性及其评价与测试方法[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 79-84.  
DONG P F, GUO Y N, WANG K R, et al. Evaluation and determination of maize kernel breakage tolerance[J].

- Journal of Maize Sciences, 2018, 26(4): 79-84.
- [5] GUNASEKARAN S, PAULSEN M R. Breakage resistance of corn as a function of drying rates[J]. Transactions of the ASAE, 1985, 28(6): 2071-2076.
- [6] 王克如, 李少昆. 玉米机械粒收破碎率研究进展[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2018-2026.
- WANG K R, LI S K. Progresses in research on grain broken rate by mechanical grain harvesting[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(11): 2018-2026.
- [7] 张万旭, 明博, 王克如, 等. 基于品种熟期和籽粒脱水特性的机收粒玉米适宜播期与收获期分析[J]. 中国农业科学, 2018, 51(10): 1890-1898.
- ZHANG W X, MING B, WANG K R, et al. Analysis of sowing and harvesting allocation of maize based on cultivar maturity and grain dehydration characteristics[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2018, 51(10): 1890-1898.
- [8] 邱博, 罗水清, 陈平平, 等. 不同夏玉米品种产量及农艺性状分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2016, 42(1): 11-15.
- QIU B, LUO S Q, CHEN P P, et al. Yield and agronomic characteristics of summer maize varieties[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2016, 42(1): 11-15.
- [9] 宫帅, 郭正宇, 张中东, 等. 山西玉米子粒含水率与机械粒收收获质量的关系分析[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 63-67.
- GONG S, GUO Z Y, ZHANG Z D, et al. Analysis of relationship between maize grain moisture content and quality of mechanical grain harvest in Shanxi[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(4): 63-67.
- [10] 张万旭, 王克如, 谢瑞芝, 等. 玉米机械收获子粒破碎率与含水率关系的品种间差异[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 74-78.
- ZHANG W X, WANG K R, XIE R Z, et al. Relationship between maize grain broken rate and moisture content as well as the differences among cultivars[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(4): 74-78.
- [11] 李少昆, 王克如, 王立春, 等. 吉林玉米机械粒收质量影响因素研究及品种筛选[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 55-62.
- LI S K, WANG K R, WANG L C, et al. Study on the Influencing factors of maize grain quality of mechanically harvesting and corresponding cultivar selection in Jilin Province[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(4): 55-62.
- [12] 李璐璐, 雷晓鹏, 谢瑞芝, 等. 夏玉米机械粒收质量影响因素分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2044-2051.
- LI L L, LEI X P, XIE R Z, et al. Analysis of influential factors on mechanical grain harvest quality of summer maize[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(11): 2044-2051.
- [13] 李璐璐, 谢瑞芝, 王克如, 等. 黄淮海夏玉米生理成熟期子粒含水率研究[J]. 作物杂志, 2017(2): 88-92.
- LI L L, XIE R Z, WANG K R, et al. Kernel moisture content of summer maize at physiological maturity stage in Huanghuaihai region[J]. Crops, 2017(2): 88-92.
- [14] 李少昆, 王克如, 高聚林, 等. 内蒙古玉米机械粒收质量及其影响因素研究[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 68-73.
- LI S K, WANG K R, GAO J L, et al. Study on maize mechanical grain harvest in Inner Mongolia, China[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(4): 68-73.

责任编辑: 毛友纯  
英文编辑: 柳正