

# 榆林市春玉米密植机械粒收质量与品种筛选研究

邬小春, 黑文聪, 杨晓军, 张 洁, 李 霞, 张继轩, 张 圆

(榆林市农业科学研究院, 陕西 榆林 719000)

**摘 要:** 为筛选适宜榆林市种植的机械粒收玉米新品种, 2019年在榆林市农业科学研究院试验示范基地选用49个玉米新品种, 开展玉米机械粒收品种的比较试验。结果表明, 子粒含水率分布范围为15.9%~29.1%, 平均为20.2%; 破碎率在0.2%~2.73%, 均值为1.21%(低于 $\leq 5\%$ 的国标要求)。子粒破碎率与含水率之间呈极显著正相关, 可用二次多项式 $y=0.0064x^2-0.1297x+1.1591$  ( $R^2=0.7034$ ,  $n=55$ ) 进行拟合。按双向平均作图法筛选出单产水平高、子粒含水率低的品种7个, 分别为五谷563、德单203、华西1804、陕单650、豫龙618、敦玉282、陕单660, 其子粒含水率分布范围为16.6%~20.1%, 产量为15489.0~18387.0 kg/hm<sup>2</sup>, 适合密植栽培和机械粒收。与对照品种先玉335对比, 产量高于对照、子粒含水率低于对照的品种为华西1804。此外, JSH3705、五谷416、甘玉251、金穗183等18个品种脱水速率快、单产水平低于平均值, 这些品种较适宜机械粒收。

**关键词:** 春玉米; 机械粒收; 品种筛选; 榆林市

中图分类号: S513.047

文献标识码: A

## Study on the Quality of Mechanical Grain Harvest and Variety Screening of Spring Maize in Yulin City

WU Xiao-chun, HEI Wen-cong, YANG Xiao-jun, ZHANG Jie, LI Xia, ZHANG Ji-xuan, ZHANG Yuan

(Yulin Academy of Agricultural Sciences, Yulin 719000, China)

**Abstract:** To screen suitable new maize cultivars for machine grain harvesting in Yulin, 49 new varieties of maize were chosen to carry out a comparative test in the experimental demonstration base of Yulin Academy of Agricultural Sciences in 2019. The results showed that the grain moisture content ranged from 15.9% to 29.1%, with an average of 20.2%, while the brokage rate ranged from 0.2%–2.73%, with an average of 1.21% (lower than the national standard of  $\leq 5\%$ ). There was an extremely significant positive correlation between brokage rate and grain moisture content, which could be fitted with a quadratic polynomial  $y=0.0064x^2-0.1297x+1.1591$  ( $R^2=0.7034$ ,  $n=55$ ). Based on the bidirectional average charting method, seven varieties with high yield and low grain moisture content were screened, namely Wugu563, Dedan203, Huaxi1804, Shandan650, Yulong618, Dunyu282, and Shandan660. The grain moisture content ranged from 16.6% to 20.1%, with the yield of 15489.0 to 18387.0 kg/ha, which were suitable for high density planting and mechanical grain harvesting. Compared with the control variety Xianyu335, Huaxi1804 had a higher yield and lower grain moisture content than the control. Additionally, 18 varieties (including JSH3705, Wugu416, Ganyu251, Jinsui183, etc) with a fast dehydration rate and lower yield were more suitable for mechanical harvesting.

**Key words:** Spring maize; Mechanical harvesting; Variety screening; Yulin city

录用日期: 2022-06-20

基金项目: 国家玉米产业技术体系建设专项(CARS-02)、榆林市科协青年人才托举计划项目(20200208)

作者简介: 邬小春(1990-), 女, 山西忻州人, 硕士, 主要从事玉米栽培技术研究。Tel: 17691246708

E-mail: 597891849@qq.com

杨晓军为本文通信作者。E-mail: x\_jyang@163.com

随着玉米密植高产全程机械化绿色生产技术的推广普及, 玉米种植面积和生产水平整体上升。玉米作为主要粮食作物, 机械化程度较低<sup>[1]</sup>, 目前机械粒收已经成为玉米机械收获的发展方向<sup>[2,3]</sup>。玉米机械粒收技术, 可简化玉米果穗收获后晾晒、脱粒等环节, 减少工作量、降低劳动强度、提高劳动生产率 and 生产效益<sup>[4,5]</sup>。西北地区目前还是以人工摘穗收获为主, 机械粒收仍处于探索阶段, 且普遍存在子粒

破碎率高等收获质量问题<sup>[6,7]</sup>,制约了机械粒收的大面积推广。研究表明<sup>[8,9]</sup>,子粒破碎率除与收获时子粒含水量有关以外,还与品种基因型、收获机械类型及作业质量、栽培方式、收获时间、环境等因素有关。因此,筛选耐密植、产量潜力大、脱水快、适宜机械粒收的品种是玉米密植高产全程机械化绿色生产的关键。本研究通过广泛征集区内外新审定玉米新品种,测试产量、子粒含水率及子粒破碎率等指标的表现,筛选产量潜力大、脱水快、适合机械粒收的品种,为黄淮海地区夏玉米机械化粒收的推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点与测试品种

试验于2019年在陕西省榆林市榆林农业科学研究院玉米试验示范基地进行,地理位置为北纬38°28′,东经109°7′,海拔1 082 m。全年平均气温为8.6℃,年平均降雨量412 mm。试验地土壤为沙壤土,肥力中等,土壤基础肥力为有机质3.3 g/kg、速效氮20.1 mg/kg、速效磷含量6.0 mg/kg、速效钾含量99.1 mg/kg,pH值为7.8。前茬作物为玉米。

选择西北地区机收新品种LD606、强盛206、强盛305、甘玉251、五谷563、五谷416、JSH190、JSH3705、F19-38、真金901、DF26、良科1908、金凯602、金凯719、金穗183、金穗191、银玉274、焦玉12、中单111、中单685、均隆1358、均隆1377、长单988、隆平392、京农科729、隆平381、隆平380、豫龙618、华西1804、华西1810、潞玉1820、新育6390、新育6391、德单203、敦玉277、敦玉282、鲁单511、甘玉1626、陕单650、陕单656、陕单660、新职88、F19-36、真金3951、九圣禾620、榆玉9号、圣泰808、金粮58、崇利2019共49个品种,对照品种先玉335,每10个品种设置1个对照,首尾各设置1个对照。试验采用随机排列,不设重复,小区面积200 m<sup>2</sup>,不少于12行,行距60 cm,种植密度为9.0万株/hm<sup>2</sup>。

2019年4月28日播种,5月13日出苗,采用膜下滴灌、水肥一体化技术规范种植,机械覆膜、精量播

种。收获机型选用约翰迪尔(R230)收割机,10月20日收获,收获时统一收割测产,实收全部小区计产。基肥施用尿素为225 kg/hm<sup>2</sup>、磷酸二胺为225 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾为75 kg/hm<sup>2</sup>,在拔节期和大喇叭口期施用尿素进行追肥,用量分别为90 kg/hm<sup>2</sup>,其他田间管理按当地大田生产。

### 1.2 测定项目与方法

#### 1.2.1 子粒含水率与破碎率测定方法

在每个品种种植地块,随机取收割地块机仓内收获的子粒样品约2 kg,用PM8188水分测定仪测定样品含水率;再根据子粒的完整性,将其分为完整子粒和破碎子粒并分别称重,完整粒重量计KW,破碎粒重量计为BKW。

$$\text{子粒破碎率}=[\text{BKW}/(\text{KW}+\text{BKW})]\times 100\%。$$

#### 1.2.2 大田测产

每个地块在远离地边的位置选取长势均匀有代表性的样点6行,面积(S)≥30 m<sup>2</sup>,收获所有果穗(Y1),计算:

$$\text{鲜果穗质量 } Y(\text{kg}/\text{hm}^2)=(Y1/S)\times 10^4;$$

$$\text{出籽率 } L=X2(\text{样品鲜子粒重})/X1(\text{样品鲜果穗质量})\times 100\%;$$

$$\text{实测产量}(\text{kg}/\text{hm}^2)=\text{鲜穗质量}(\text{kg}/\text{hm}^2)\times \text{出籽率}(\%) \times [1-\text{子粒含水率}(\%)] \div (1-14\%)。$$

#### 1.2.3 数据处理与分析

采用Excel 2010与DPS7.05数据处理系统进行统计与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同玉米品种机械粒收质量指标与产量

由表1可知,样本含水率分布范围为15.9%~29.1%,平均为20.2%,变异系数为13.98%,其中25个品种子粒含水率小于平均值,占51.0%;子粒破碎率最高值为2.73%,最低值为0.2%,均值为1.21%,破碎率指标均低于≤5%的国标“玉米收获机械技术条件”(GBT-21961—2008)要求;产量分布在10 938.0~18 589.5 kg/hm<sup>2</sup>,平均值为15 489.0 kg/hm<sup>2</sup>,有28个品种产量高于平均值,占57.1%。

表1 玉米子粒收获质量观测值及其统计描述

Table 1 The observed values of maize harvesting quality and the statistical description

调查指标 Variability	样本量 Number	平均值 Average	最大值 Max.	最小值 Min.	极差 Range	变异系数(%) CV
含水率(%)	55	20.2	29.1	15.8	13.30	13.98
破碎率(%)	55	1.21	2.73	0.2	2.53	41.77
产量(kg/hm <sup>2</sup> )	55	15 489.00	18 589.5	10 938.00	7 651.50	13.08

2.2 子粒含水率与破碎率及产量的关系

子粒含水率、破碎率、产量间的相关分析表明(表2),子粒破碎率与含水率之间呈极显著正相关关系,说明子粒含水率是影响子粒破碎的主要原因。

由图1可知,子粒破碎率有随含水率增大而增大的趋势,子粒破碎率(y)与含水率(x)呈极显著正相

关关系( $r=0.827^{**}$ ,  $n=55$ ),可用二次多项式  $y=0.006\ 4x^2-0.129\ 7x+1.159\ 1$  ( $R^2=0.703\ 4$ ,  $n=55$ )进行拟合。玉米产量随子粒含水率的增加呈现先增加后降低的趋势(图2),可用二次多项式  $y=-4.194\ 8x^2+188.82x-1\ 037.1$  ( $R^2=0.140\ 1$ ,  $n=55$ )进行拟合,利用该方程可估测,子粒含水率在22.5%时,产量最高。

表2 玉米子粒含水率与机收质量指标之间的相关关系  
Table 2 The relationship between grain moisture content and maize harvesting quality

性状 Trait	含水率 Grain moisture content	破碎率 Brokage rate	产量 Yield
含水率	1		
破碎率	0.827**	1	
产量	0.156	-0.049	1

注:\*\*分别表示在0.05和0.01水平上差异显著。  
Note: \*\* indicated significant difference at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

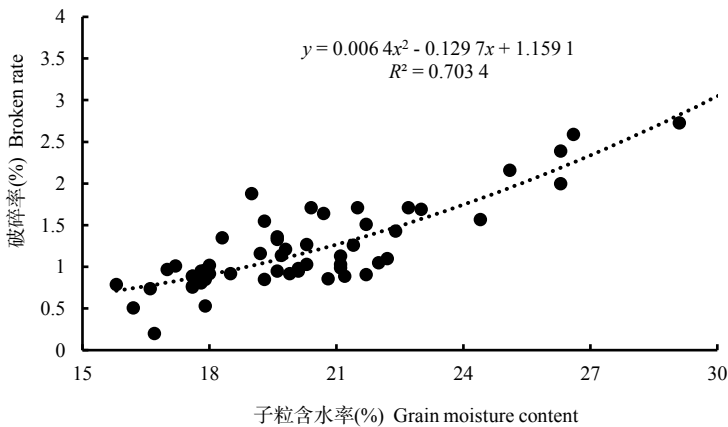


图1 玉米子粒破碎率与含水率的关系

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

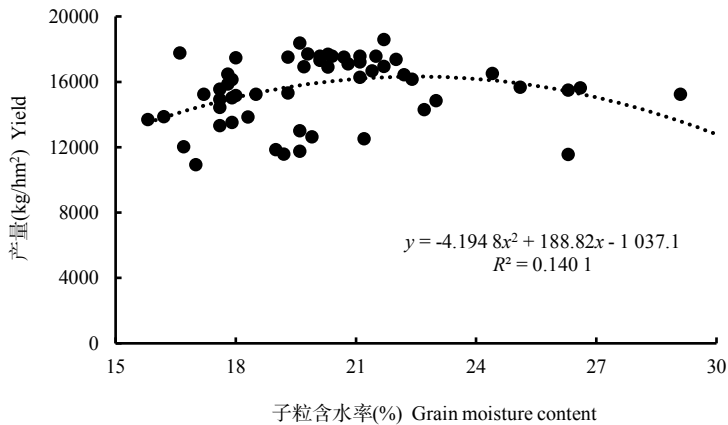


图2 玉米产量与子粒含水率的关系

Fig.2 The relationship between grain moisture conent and yield

2.3 适宜机械粒收品种的筛选

按产量水平和收获时子粒含水率两个指标,采

用双向平均作图法将测试品种划归为4类,其中,位于第Ⅰ象限的品种表现为子粒含水率和单产水平均

高于平均值;位于Ⅱ象限的品种为子粒含水率低于平均值、单产高于平均值;位于Ⅲ象限的品种为子粒含水率和单产均低于平均值;位于Ⅳ象限的品种为子粒含水率高于平均值、单产低于平均值,逐年筛选结果详见图3。适合密植栽培和机械粒收的品种应是单产水平高、脱水快的品种,即位于Ⅱ象限的

品种。  
将筛选结果汇总于表3,49个参试品种中,单产水平高、子粒含水率低的品种为五谷563、德单203、华西1804、陕单650、豫龙618、敦玉282、陕单660等7个品种;与对照品种先玉335做对比,产量高于对照、子粒含水率低于对照的品种为华西1804。

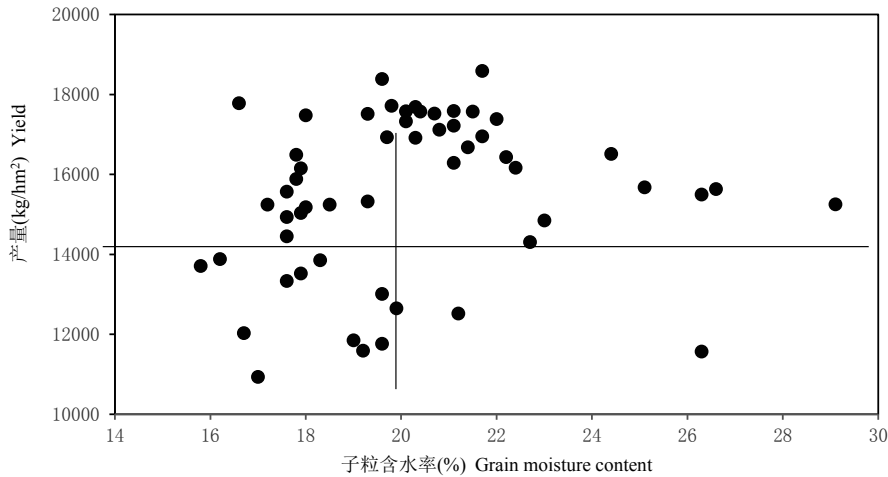


图3 玉米子粒含水率与产量的关系  
Fig.3 The relationship between grain moisture content and yield

表3 玉米宜粒收品种初步筛选结果  
Table 3 The cultivars suitable for mechanical kernel harvest

类 型 Type	品 种 Cultivar	品种个数(个) Number of cultivar	含水率(%) Grain moisture content	产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Yield
子粒含水率低于平均值、产量高于平均值,适合粒收品种	先玉335(CK)、五谷563、德单203、华西1804、豫龙618、敦玉282、陕单660、陕单650	12	16.6 ~ 20.1	15 489.0 ~ 18 387.0
子粒含水率低于平均值、产量低于平均值,较适合粒收品种	JSH3705、五谷416、甘玉251、金穗183、金穗191、新育6391、LD606、真金901、金粮58、京农科729、金凯719、甘玉1626、良科1908、先玉335、JSH190、金凯602、甘玉251、潞玉1820、银玉274	19	15.8 ~ 19.9	10 938.0 ~ 15 327.0
子粒含水率高于平均值、产量高于平均值	九圣禾620、新职88、隆平380、F19-38、均隆1377、长单988、陕单656、隆平381、隆平392、中单111、华西1810、新育6390、中单685、均隆1358、崇利2019、榆玉9号、圣泰808、真金3951、F19-36、	19	20.3 ~ 26.6	15 498.0 ~ 18 589.5
子粒含水率高于平均值、产量低于平均值	鲁单511、DF26、敦玉277、强盛305、焦玉12	5	21.2 ~ 29.1	11 569.5 ~ 15 252.0

表现为脱水速率快、单产水平低于平均值的品种(处于第Ⅲ象限)有18个,分别为JSH3705、五谷416、甘玉251、金穗183、金穗191、新育6391、LD606、真金901、金粮58、京农科729、金凯719、甘玉1626、

良科1908、JSH190、金凯602、甘玉251、潞玉1820、银玉274,这些品种较适宜机械粒收。  
位于第Ⅰ象限的品种表现为单产水平高、子粒含水率也高,包括九圣禾620、新职88、隆平380、



F19-38、均隆 1377、长单 988、陕单 656、隆平 381、隆平 392、中单 111、华西 1810、新育 6390、中单 685、均隆 1358、崇利 2019、榆玉 9 号、圣泰 808、真金 3951、F19-36 等 19 个品种,不适宜机收,可作为高产品种种植。

### 3 结论与讨论

前人研究表明,子粒破碎率高,制约着我国机械粒收技术的推广,收获时子粒含水率高是造成破碎率高的主要原因<sup>[10,11]</sup>,破碎率随子粒含水率的升高而增加,二者呈极显著正相关关系<sup>[12]</sup>。本研究测试的 49 个玉米机械粒收新品种子粒破碎率最高值为 2.73%,最低值为 0.2%,均值为 1.21%,破碎率指标均低于≤5%的国标“玉米收获机械技术条件”(GBT-21961—2008)要求;子粒含水率平均为 20.2%,符合 18%~23%的理想子粒含水率<sup>[13,14]</sup>。子粒破碎率( $\gamma$ )与含水率( $x$ )呈极显著正相关关系( $r=0.827^{**}$ ,  $n=55$ ),可用二次多项式  $y=0.0064x^2-0.1297x+1.1591$  ( $R^2=0.7034$ ,  $n=55$ )进行拟合。由于本试验基地是我国光热资源丰富区域,所以后期脱水快,子粒含水率较低,从而导致破碎率低于国标标准,但含水率仍然是影响破碎率和产量的主要因素。

适宜粒收品种筛选是机械粒收技术推广的重中之重<sup>[15-17]</sup>,子粒脱水速率快、收获期含水率低是现代玉米生产对适宜机械粒收品种的要求<sup>[18]</sup>。单产水平是品种产量潜力及其抗病性、抗逆能力的综合表现<sup>[19]</sup>。本文采用子粒含水率和单产水平两个指标,采用双向平均法对 49 个供试品种分析,初步筛选出产量水平高、子粒脱水快、适合机械粒收的品种,表现为单产水平高、子粒含水率低的品种有五谷 563、德单 203、华西 1804、陕单 650、豫龙 618、敦玉 282、陕单 660 等 7 个品种。与对照品种先玉 335 做对比,产量高于对照、子粒含水率低于或等于对照的品种为华西 1804。由于本研究中参试品种多数只经过 1 次测试,因此,上述品种的稳定性需进一步试验。

#### 参考文献:

- [1] 佟屏亚. 对玉米子粒机械化收获的探讨[J]. 农业技术与装备, 2015(4): 4-6.  
TONG P Y. Corn grain mechanized harvesting[J]. Agricultural Technology & Equipment, 2015(4): 4-6. (in Chinese)
- [2] 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.  
LI S K, WANG K R, XIE R Z, et al. Implementing higher population and full mechanization technologies to achieve high yield and high efficiency in maize production[J]. Crops, 2016(4): 1-6. (in Chinese)
- [3] 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[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2017, 35(3): 265-272.  
LI S K. Factors affecting the quality of maize grain mechanical harvest and the development trend of grain harvest technology[J]. Journal of Shihezi University(Natural Science), 2017, 35(3): 265-272. (in Chinese)
- [4] 李少昆,王克如,裴志超,等. 北京春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(6): 110-115.  
LI S K, WANG K R, PEI Z C, et al. Study on the influencing factors of maize mechanical grain harvest quality and cultivars selection in Beijing[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(6): 110-115. (in Chinese)
- [5] 杨锦越,宋 碧,罗英舰,等. 不同玉米品种机械粒收质量评价及其鉴定指标初步筛选[J]. 河南农业科学, 2018, 47(11): 25-31.  
YANG J Y, SONG B, LUO Y J, et al. Evaluation of mechanical grain yield of different spring maize varieties and preliminary screening of its identification indexes[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2018, 47(11): 25-31. (in Chinese)
- [6] 柳枫贺,王克如,李 健,等. 影响玉米机械粒收质量因素的分析[J]. 作物杂志, 2013(4): 116-119.  
LIU F H, WANG K R, LI J, et al. Factors affecting corn mechanically harvesting grain quality[J]. Crops, 2013(4): 116-119. (in Chinese)
- [7] 卫晓轶,魏 锋,洪德峰,等. 黄淮海不同生态区玉米机械化粒收初步研究[J]. 河南农业科学, 2019, 48(11): 40-44.  
WEI X Y, WEI F, HONG D F, et al. Preliminary research on maize grain mechanical harvest in different Huang-Huai-Hai ecological areas[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2019, 48(11): 40-44. (in Chinese)
- [8] CHOWDHURY M H, BUCHELE W F. The nature of corn kernel damage inflicted in the shelling crescent of grain combines[J]. Transactions of the ASABE, 1978, 21(4): 610-614.
- [9] 樊廷录,王淑英,续创业,等. 黄土高原旱作玉米子粒水分与机械粒收质量的关系[J]. 作物学报, 2018, 44(9): 1411-1418.  
FAN T L, WANG S Y, XU C Y, et al. Relationship between grain moisture and maize mechanical harvesting qualities in dry highland of Loess Plateau[J]. Acta Agronomica Sinica, 2018, 44(9): 1411-1418. (in Chinese)
- [10] 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. (in Chinese)
- [11] 柴宗文,王克如,郭银巧,等. 玉米机械粒收质量现状及其与含水率的关系[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2036-2043.  
CHAI Z W, WANG K R, GUO Y Q, et al. Current status of maize mechanical grain harvesting and its relationship with grain moisture content[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(11): 2036-2043. (in Chinese)
- [12] 李少昆,张万旭,王克如,等. 北疆玉米密植高产宜粒收品种筛选[J]. 作物杂志, 2018(4): 62-68.  
LI S K, ZHANG W X, WANG K R, et al. The selection of high yield maize cultivars suitable for dense planting and grain mechanical harvesting in north of Xinjiang[J]. Crops, 2018(4): 62-68. (in Chinese)

- [13] 王克如,刘 泽,汪建来,等. 皖北地区玉米机械化粒收质量及影响因素研究[J]. 玉米科学,2018,26(5):123-129.  
WANG K R, LIU Z, WANG J L, et al. Research on the grain quality of mechanical kernel harvest and the influencing factors in the northern of Anhui[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(5): 123-129. (in Chinese)
- [14] 宋卫堂,封 俊,胡鸿烈. 北京地区夏玉米联合收获的试验研究[J]. 农业机械学报,2005(5):45-48.  
SONG W T, FENG J, HU H L. Experimental study on combine harvesting of summer corn in Beijing area[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005(5): 45-48. (in Chinese)
- [15] 李 洪,阎晓光,王国梁,等. 山西省春玉米机械粒收品种筛选与大田示范[J]. 玉米科学,2018,26(5):117-122.  
LI H, YAN X G, WANG G L, et al. Cultivars selection of high yield spring maize suitable for mechanical kernel harvest and field demonstration in Shanxi[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(5): 117-122. (in Chinese)
- [16] 赵如浪,王永宏,李少昆,等. 宁夏宜机收玉米品种的初步筛选[J]. 玉米科学,2019,27(1):130-135.  
ZHAO R L, WANG Y H, LI S K, et al. Screening of maize cultivars suitable for mechanical kernel harvest in Ningxia[J]. Journal of Maize Sciences, 2019, 27(1): 130-135. (in Chinese)
- [17] 丁德芳,柴宗文,徐喜俊,等. 河西灌区玉米密植高产机械粒收品种筛选[J]. 干旱地区农业研究,2019,37(5):144-148,181.  
DING D F, CHAI Z W, XU X J, et al. The selection of high yield maize cultivars suitable for dense planting and machine harvest in Hexi Irrigation District[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2019, 37(5): 144-148, 181. (in Chinese)
- [18] 李璐璐,薛 军,谢瑞芝,等. 夏玉米子粒含水率对机械粒收质量的影响[J]. 作物学报,2018,44(12):1747-1754.  
LI L L, XUE J, XIE R Z, et al. Analysis of influential factors on mechanical grain harvest quality of summer maize[J]. Crops, 2018, 44(12): 1747-1754. (in Chinese)
- [19] 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):68-73,78.  
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, 78. (in Chinese)

(责任编辑:栾天宇)