

# 黄淮海不同生态区玉米机械化粒收初步研究

卫晓轶,魏 锋,洪德峰,马俊峰,马 毅,王稼苜,张学舜,闫玉信,刘震宇,胡 宁  
(河南省新乡市农业科学院,河南 新乡 453002)

**摘要:** 玉米机械化粒收是未来的发展方向,当前玉米机械化粒收的最大瓶颈是收获时玉米籽粒含水量偏高,导致籽粒破碎率偏高及收获质量差等问题。为推广黄淮海地区夏玉米机械化粒收,以该地区适宜机械化粒收的玉米新品种新单 58 为材料,郑单 958 为对照,在 25 个生态区开展机械化粒收试验,调查产量、籽粒含水量、杂质率、籽粒破碎率、生育期等。结果表明,新单 58 的籽粒破碎率平均值为 4.8%,杂质率平均值为 2.7%,均符合 GB/T 21962—2008《玉米收获机械技术条件》要求;收获期新单 58 和郑单 958 的籽粒含水量与籽粒破碎率均呈显著或极显著正相关;新单 58 在 15 个生态区收获期籽粒含水量低于 28% 且产量高于对照产量平均值,适宜粒收;在 7 个生态区收获期籽粒含水量低于 28% 而产量低于对照平均值,较适宜粒收;在卫辉市、永年县、嘉祥县 3 个生态区建议适当推迟收获时期,使其在机械化粒收时籽粒含水量低于 28%,以利于开展玉米新品种新单 58 机械化粒收。

**关键词:** 玉米; 机械化粒收; 籽粒含水量; 籽粒破碎率; 产量

**中图分类号:** S513      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004 - 3268(2019)11 - 0040 - 05

## Preliminary Research on Maize Grain Mechanical Harvest in Different Huang-Huai-Hai Ecological Areas

WEI Xiaoyi, WEI Feng, HONG Defeng, MA Junfeng, MA Yi, WANG Jiamu,  
ZHANG Xueshun, YAN Yuxin, LIU Zhenyu, HU Ning  
(Xinxiang Academy of Agricultural Sciences of Henan Province, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** Maize grain mechanized harvest is a harvest technology that urgently needs to be developed in future. However, mechanized grain harvest is mostly impeded by high grain broken rate and poor harvest quality that caused by high grain moisture content during harvest period. In order to popularize the mechanized grain harvest of maize in Huang-huai-hai area, a new maize variety Xindan 58 that is suitable for mechanized grain harvest in Huang-huai-hai area was employed with Zhengdan 958 as the control, the mechanized kernel harvesting were performed in 25 different locations. For evaluating the mechanical harvest characters of the two varieties, grain yield, grain moisture content, impurity rate, grain broken rate, and growth stage were investigated. The result indicated that the averages of grain broken rate and impurity rate for Xindan 58 were 4.8% and 2.7%, respectively, which all met with the standards in GB/T 21962—2008 *Technical Conditions for Maize Mechanical Harvesting*. The grain moisture content of Xindan 58 and Zhengdan 958(CK) showed significantly positive correlation with the grain broken rate. At 15 locations, the grain yield of Xindan 58 was higher than Zhengdan 958, and the grain moisture content was all less than 28%, which was suitable for maize grain mechanized harvest. At 7 locations, the grain moisture content was less than 28% while the yield was lower than Zhengdan 958, which was less suitable for grain harvesting. In the three locations of Weihui City, Yongnian County, and Jiaxiang County, it is proposed to postpone the harvest time appropriately to make the grain moisture content

收稿日期:2019 - 04 - 16  
基金项目:国家现代玉米产业技术体系建设专项(CARS - 02 - 68)  
作者简介:卫晓轶(1984 - ),女,河南宜阳人,副研究员,博士,主要从事玉米遗传育种研究。E - mail:xiaoyi\_919@126.com  
通信作者:张学舜(1956 - ),男,河南封丘人,研究员,本科,主要从事玉米遗传育种研究。E - mail:zxs5605@126.com

lower than 28% in mechained grain harvesting, so as to facilitate the development of Xindan 58 grain mechanical harvest.

**Key words:** Maize; Mechanical grain harvest; Grain moisture content; Grain broken rate; Yield

玉米是我国第一大粮食作物。据统计,2018 年我国玉米种植面积达 4 213 万 hm<sup>2</sup>,总产量达 25 733 万 t<sup>[1]</sup>。但与其他粮食作物相比,玉米的机械化程度较低,严重制约着玉米生产的发展<sup>[2-4]</sup>。目前,我国机收玉米仍以摘穗为主,机械化粒收还处于起步阶段<sup>[5]</sup>。如何转变玉米生产方式、节约劳动成本、提高玉米竞争力是当前玉米生产中亟待解决的问题,而推广玉米机械化粒收是其中一条重要的解决途径<sup>[6-9]</sup>。但在目前的生产中,机械化粒收技术推广的最大瓶颈是收获时玉米籽粒含水量偏高,导致籽粒破碎率偏高及收获质量差等问题。研究表明,籽粒破碎率除与收获时籽粒含水量有关以外,还受基因型、收获机械类型及作业、栽培方式、环境等影响<sup>[10-12]</sup>。为进一步提高黄淮海地区夏玉米机械化粒收的推广程度,以适宜机械化粒收的玉米新品种新单 58 为材料,在黄淮海地区选取 25 个生态区开展机械化粒收试验,分析不同生态区夏玉米机械化粒收的基本情况,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。

表 1 供试玉米品种机械化粒收试验的基本情况  
Tab. 1 Information of the experiment of mechanical grain harvest for tested maize varieties

品种	生育时期	平均日期/(月-日)	最早日期/(月-日)	最晚日期/(月-日)
Variety	Growth stage	Average date/(Month-day)	The earliest date/(Month-day)	The latest date/(Month-day)
新单 58	播种期 Sowing date	06-12	06-04	06-20
Xindan 58	出苗期 Seedling stage	06-18	06-10	06-28
	成熟期 Mature stage	09-29	09-16	10-13
	收获期 Harvesting stage	10-06	09-27	10-17
郑单 958 (CK)	播种期 Sowing date	06-12	06-04	06-20
Zhengdan 958 (CK)	出苗期 Seedling stage	06-18	06-10	06-28
	成熟期 Mature stage	10-01	09-15	10-13
	收获期 Harvesting stage	10-06	09-27	10-17

成熟期后适时收获。采用雷沃谷神 GE40 谷物联合收割机,割幅为 4 行,统计小区全部收获产量,根据收获面积,折合公顷产量,并根据收获时玉米籽粒的含水量折算含水量为 14% 时的理论产量。

在测试地块,各品种随机取收割机机仓内收获的籽粒样品约 2 kg,用 PM8188 谷物水分测定仪测定籽粒含水量。如果按破碎率≤8% 的粮食烘干收储企业标准,籽粒含水量应控制在 28% 以下收获才能满足要求<sup>[13-14]</sup>。之后称质量,人工分拣将其分为籽粒和非籽粒两部分;籽粒质量计为 KW1,非籽粒质量计为 NKW;再根据籽粒的完整性,将其分为完整籽粒和破碎籽粒并分别称质量,完整籽粒质量计

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

采用玉米新品种新单 58 为材料,该品种由河南省新乡市农业科学院选育,以玉米品种郑单 958 为对照。

### 1.2 试验设计

试验于 2018 年进行,共 25 个生态区,其中河南 7 个,河北 5 个,山东 5 个,安徽 2 个,江苏 1 个,湖北 1 个,北京 1 个,天津 1 个,陕西 1 个,山西 1 个。具体地点如下:安阳市、淇县、卫辉市、新乡县、荥阳市、周口市、驻马店市、永年县、南宫市、晋州市、武强县、南皮县,济南市、嘉祥县、单县、宁阳县、东阿县、涡阳县、宿州市,连云港市,襄阳市,北京市,天津市,渭南市,运城市。试验采用麦后直播的种植方式。大区种植,行距 0.6 m,共种植 36 行,行长 50 m,每个品种在每个地点种植面积不少于 1 000 m<sup>2</sup>。种植密度为 75 000 株/hm<sup>2</sup>。管理同常规大田栽培。供试玉米品种的生育时期具体见表 1。

为 KW2,破碎籽粒质量计为 BKW。杂质率 =  $[NKW/(KW1 + NKW)] \times 100\%$ ,籽粒破碎率 =  $[BKW/(KW2 + BKW)] \times 100\%$ 。

### 1.3 数据处理和分析

采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 对数据进行处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米机械化粒收的质量性状、产量及生育期

对 25 个地点新单 58 和郑单 958 机械化粒收产量等相关表型值进行分析,结果见表 2。表 2 显示,25 个地点新单 58 的产量为 4 368.0 ~ 11 191.5 kg/hm<sup>2</sup>,

平均值为 8 445.2 kg/hm<sup>2</sup>;籽粒含水量为18.3% ~ 28.5%,平均值为 25.5%;生育期为 96 ~ 119 d,平均值为 108 d。

玉米机械收获的质量指标主要包括籽粒破碎率、杂质率以及田间损失率,《玉米收获机械技术条件 ( GB/T 21962—2008 )》规定,籽粒破碎率应 ≤5%、杂质率 ≤3%、田间损失率 ≤5%。表 2 显示,

新单 58 的籽粒破碎率平均值为 4.8%,杂质率平均值为 2.7%,符合国家标准,但在永年县、南阳市等 11 个地点的籽粒破碎率大于 5%,在永年县、南阳市等 9 个地点的杂质率大于 3%。郑单 958 的籽粒破碎率平均值为 6.4%,大于 5%;杂质率平均值为 3.3%,大于 3%,不符合 GB/T 21962—2008。

表 2 玉米机械化粒收的质量性状、产量及生育期  
Tab.2 Performance of quantitative traits,yield and growth stage of maize grain mechanized harvest

品种	项目	产量/( kg/hm <sup>2</sup> )	籽粒含水量/%	杂质率/%	籽粒破碎率/%	生育期/d
Variety	Item	Yield	Grain moisture content	Impurity rate	Grain broken rate	Growth stage
新单 58	平均值 Mean	8 445.2	25.5	2.7	4.8	108
Xindan 58	范围 Range	4 368.0 ~ 11 191.5	18.3 ~ 28.5	0.2 ~ 8.4	1.0 ~ 10.2	96 ~ 119
郑单 958 (CK)	平均值 Mean	7 531.3	29.5	3.3	6.4	110
Zhengdan 958 (CK)	范围 Range	3 585.0 ~ 10 513.5	18.5 ~ 39.5	0.7 ~ 9.0	2.9 ~ 12.3	94 ~ 119

2.2 玉米机械化粒收质量性状、产量及生育期间的关系

对 25 个地点新单 58 和郑单 958 机械化粒收的质量性状进行相关分析(表 3)发现,新单 58 的籽粒

含水量与杂质率、籽粒破碎率均呈显著正相关,杂质率与籽粒破碎率也呈显著正相关;郑单 958 的籽粒含水量与籽粒破碎率呈极显著正相关,产量与杂质率呈显著负相关。

表 3 玉米机械化粒收质量性状、产量及生育期的相关分析  
Tab.3 Correlation analysis of quantitative traits,yield and growth stage of maize grain mechanized harvest

品种	性状	产量	杂质率	籽粒破碎率	生育期
Variety	Trait	Yield	Impurity rate	Grain broken rate	Growth stage
新单 58	籽粒含水量 Grain moisture content	-0.285	0.502 *	0.514 *	0.228
Xindan 58	产量 Yield		-0.285	-0.163	0.098
	杂质率 Impurity rate			0.504 *	-0.066
	籽粒破碎率 Grain broken rate				-0.141
郑单 958 (CK)	籽粒含水量 Grain moisture content	-0.154	0.312	0.577 **	0.069
Zhengdan 958 (CK)	产量 Yield		-0.405 *	0.034	0.196
	杂质率 Impurity rate			0.225	-0.144
	籽粒破碎率 Grain broken rate				-0.273

注: \*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著、极显著相关。  
Note: \* and \*\* represent significant correlation at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

从图 1 可以看出,在 25 个地点,新单 58、郑单 958 籽粒含水量与籽粒破碎率之间分别呈显著、极显著正相关,其中新单 58 拟合方程为  $y = 0.521x -$

$8.445, R^2 = 0.514^*$ ;郑单 958 拟合方程为  $y = 0.429x - 6.265, R^2 = 0.577^{**}$ 。

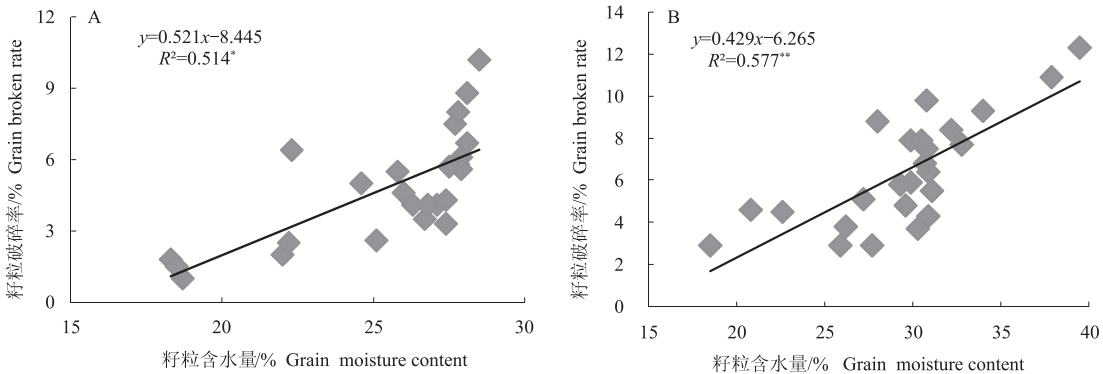


图 1 玉米机械化粒收条件下籽粒破碎率与籽粒含水量的关系 (n = 25)

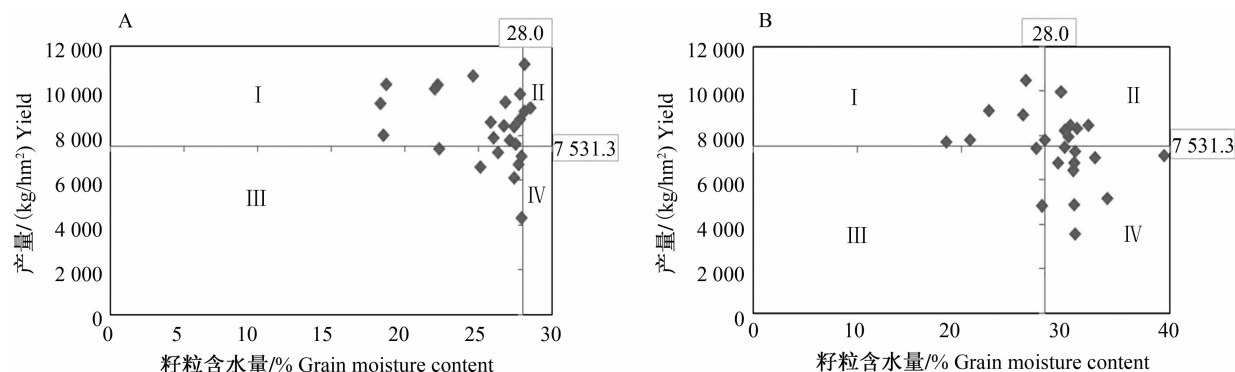
Fig.1 The relationship between grain moisture content and grain broken rate of maize grain mechanized harvest (n = 25)

### 2.3 不同地点玉米机械化粒收籽粒含水量与产量的分布

从图 2 可以看出,新单 58 在 22 个地点的籽粒含水量低于 28%, 占总地点数的 88%; 在 18 个地点的产量高于郑单 958 的平均产量( $7\,531.3\text{ kg/hm}^2$ ), 占总地点数的 72%。新单 58 籽粒含水量低于 28% 且产量高于对照平均值(即第 I 象限)的地点共有 15

个, 占总地点数的 60%。

郑单 958 在 7 个地点的籽粒含水量低于 28%, 占总地点数的 28%, 在 13 个地点的产量高于平均值( $7\,531.3\text{ kg/hm}^2$ ), 占总地点数的 52%。郑单 958 籽粒含水量低于 28% 且产量高于对照平均值(即第 I 象限)的地点共有 5 个, 占总地点数的 20%。



A 和 B 分别表示新单 58 和郑单 958

A and B represent Xindan 58 and Zhengdan 958 respectively

图 2 玉米机械化粒收产量和籽粒含水量的分布

Fig. 2 Distribution of yield and grain moisture content of maize grain mechanized harvest

### 2.4 新单 58 适宜机械化粒收生态区的筛选

以收获期籽粒含水量低于 28% 且产量高于对照郑单 958 产量平均值为指标, 新单 58 所在的 25 个地点中有 15 个地点落在第 I 象限, 分别为安阳市、淇县、新乡县、荥阳市、周口市、晋州市、武强县、南皮县、济南市、单县、宁阳县、东阿县、连云港、襄阳市、渭南市, 属于适宜粒收地点; 有 7 个地点的新单 58 籽粒含水量低于 28% 但产量低于对照平均值(第 III 象限内), 分别为驻马店市、南宫市、涡阳县、宿州市、北京市、天津市、运城市, 属于较适宜粒收地点。

## 3 结论与讨论

本研究通过对 25 个地点收获期新单 58 和郑单 958 的机械化粒收质量指标进行分析, 结果显示, 收获期新单 58 的产量平均值为  $8\,445.2\text{ kg/hm}^2$ , 籽粒含水量平均值为 25.5%, 生育期平均值为 108 d, 籽粒破碎率平均值为 4.8%, 杂质率平均值为 2.7%, 均符合籽粒破碎率  $\leq 5\%$ 、杂质率  $\leq 3\%$  的国家标准 (GB/T 21962—2008)。

在 25 个地点, 收获期新单 58 和郑单 958 的籽粒含水量与籽粒破碎率均呈显著或极显著正相关。有研究表明, 收获时籽粒含水量是影响籽粒破碎率的关键因素<sup>[15]</sup>。从国内外研究及生产实践分析来看, 当玉米籽粒含水量在 18% ~ 23% 时收获, 破碎率最低<sup>[16]</sup>。董朋飞等<sup>[17]</sup>研究表明, 玉米籽粒破碎

及其耐破碎性受多种因素影响, 但收获时籽粒含水率偏高是导致当前玉米籽粒破碎率偏高的根本原因, 与本研究结果一致。因此, 选育熟期更早的品种才能保证在正常收获期实现机械化粒收。

本研究结果表明, 在连云港、武强县、安阳市、荥阳市、晋州市、新乡县、淇县、宁阳县、东阿县、渭南市、济南市、周口市、襄阳市、南皮县、单县共 15 个地点, 新单 58 收获期籽粒含水量低于 28% 且产量高于郑单 958 产量平均值, 属于适宜粒收地点; 在天津市、北京市、南宫市、涡阳县、运城市、宿州市、驻马店市共 7 个地点, 新单 58 收获期籽粒含水量低于 28% 而产量低于对照平均值, 属于较适宜粒收地点。

有研究表明, 杂交种籽粒的脱水速率与母本脱水速率呈显著正相关, 籽粒脱水速率存在母本效应<sup>[18]</sup>。玉米籽粒收获期含水量存在母本效应<sup>[19]</sup>, 苞叶脱水速率和穗轴脱水速率与籽粒的脱水速率存在正相关<sup>[20]</sup>。玉米籽粒脱水速率是一个受数量性状基因调控的复杂性状。应综合考虑玉米籽粒的发育进程, 同时结合农艺性状、品质性状与籽粒脱水速率的相关性等来选育脱水速率快的品种, 从而保证适时收获期内籽粒含水量较低<sup>[21]</sup>。

卫辉市、永年县、嘉祥县 3 个地点的籽粒收获含水量分别为 28.1%、28.1%、28.5%, 这 3 个地点的收获时间均为 10 月 2 日, 建议适当推迟收获时期, 使其机械化粒收时含水量低于 28%, 在一定程度上

降低籽粒破损率,从而更有利于开展玉米新品种新单 58 的机械化粒收。

参考文献:

[1] 信息窗[J]. 粮食科技与经济,2019,43(3):48.

[2] 石元春. 现代农业[J]. 世界科技研究与发展,2002(4):13-17.

[3] 李静静,孔德秀,王艳春. 我国玉米收获机械化发展的影响因素及对策[J]. 农业科技与装备,2015(2):59-60.

[4] 佟屏亚. 对玉米籽粒机械化收获的探讨[J]. 农业技术与装备,2015(4):4-6.

[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.

[6] 李少昆,王克如,初振东,等. 黑龙江第 1~第 3 积温带玉米机械粒收现状及品种特性分析[J]. 玉米科学,2019,27(1):110-117.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] HALL G E, JOHNSON W H. Corn kernel crackage induced by mechanical shelling [J]. Transactions of the ASABE,1970,13(1):51-55.

[12] PLETT S. Cron kernel breakage as a function of grain moisture at harvest in a prairie environment [J]. Canada Journal Plant Science,1994,74(3):543-544.

[13] 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.

[14] 易克传,朱德文,张新伟,等. 含水率对玉米籽粒机械化直接收获的影响[J]. 中国农机化学报,2016,37(11):78-80.

[15] 薛军,王克如,王东生,等. 天津玉米机械化粒收初步研究[J]. 玉米科学,2019,27(1):118-123.

[16] 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.

[17] 董鹏飞,郭亚南,王克如,等. 玉米子粒耐破碎性及其评价与测试方法[J]. 玉米科学,2018,26(4):79-84.

[18] 闫淑琴,李德新. 玉米子粒脱水速度的遗传及相关分析和技术措施对脱水的影响[J]. 黑龙江农业科学,1994(6):9-11.

[19] 张林,王振华,金益,等. 玉米收获期含水量的配合力分析[J]. 西南农业学报,2005,18(5):534-537.

[20] 刘思奇,钟雪梅,史振声. 玉米果穗各部性状对籽粒含水量和脱水速率的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):130-132.

[21] 李淑芳,张春宵,路明,等. 玉米籽粒自然脱水速率研究进展[J]. 分子植物育种,2014,12(4):825-829.