

# 陇东旱塬区玉米籽粒含水量与机械粒收质量指标的相关性分析

续创业, 朱晓惠, 张锐鹏

(甘肃省平凉市农业科学院, 甘肃 平凉 744000)

**摘要:** 在陇东旱塬区选择 27 个玉米品种进行机械粒收, 调查玉米含水量、破籽率、杂质率、机械损失率, 并进行了相关性分析。结果表明, 机械粒收的平均破籽率为 7.18%, 在陇东旱塬区大多数玉米主要用于饲料, 符合实现机械粒收的基本要求。平均杂质率 0.58%, 达标率为 100%。机收损失率平均为 4.00%, 符合玉米机械粒收要求。通过粒收质量指标相关性分析可知, 只有破籽率与籽粒含水量之间存在极显著回归关系, 其余的均不显著。破籽率高仍然是影响目前当地玉米籽粒粒收质量的主要问题。

**关键词:** 玉米; 机械粒收; 籽粒含水量; 破籽率; 杂质率; 机械损失率

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)01-0062-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.01.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.01.015)

全程机械化操作是现代玉米生产发展的重要途径和必然的选择, 是玉米生产节本增效的关键, 其中机械收获是当前中国实现玉米生产全程机械化的瓶颈<sup>[1]</sup>。陇东旱塬区水热条件较好, 土地相对平坦, 是西北旱作春玉米主产区、潜力提升区和适宜机收区。但目前当地玉米收获主要以人工摘穗收获为主, 机械收穗为次, 两者都经晾干后人工或者机械脱粒, 存在生产劳动成本高, 经济效益低等问题。玉米籽粒直收是未来机械收获发展的趋势, 机械粒收质量由籽粒破籽率、杂质率、落穗率和落粒率等指标构成。研究

表明, 籽粒破籽率偏高是当前我国玉米机械粒收存在的主要质量问题<sup>[2]</sup>, 籽粒破籽率、杂质率、落粒量均与籽粒含水量之间呈极显著正相关<sup>[3]</sup>。我们于 2017 年在平凉泾川县平凉市农业科学院高平试验站开展了玉米籽粒直收试验, 以探讨玉米机械粒收在陇东旱塬区的使用效果, 为当地玉米产业节本增效提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

参试玉米品种 27 个, 为先玉 335、吉祥 1 号、西蒙 6 号、大丰 30、迪卡 519、

**收稿日期:** 2018-11-23

**基金项目:** 甘肃省农业科学院院地合作项目“耐旱耐密机收玉米品种引进评价”(2018GAAS03); 平凉市科技项目“陇东旱塬区玉米密植增产农机农艺融合关键技术研究”; 甘肃省玉米产业技术体系试验站。

**作者简介:** 续创业(1983—), 男, 甘肃静宁人, 农艺师, 主要从事作物高效栽培技术研究。联系电话: (0)13649333529。Email: plnksxycy@126.com。

**通信作者:** 朱晓惠(1968—), 女, 甘肃镇原人, 农艺师, 主要从事作物高效栽培技术研究。联系电话: (0)18919330331。Email: 2927229757@qq.com。

[13] 王 宁, 南宏宇, 冯克云. 10 个棉花品种在河西走廊棉区的耐盐性评价[J]. 甘肃农业科技, 2016(3): 23-26.

[14] 郑巨云, 王俊铎, 龚照龙, 等. 花铃期干旱胁迫对不同棉花品种光合作用影响[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(12): 2190-2197.

(本文责编: 陈 伟)

M753、瑞普 908、新玉 41、豫玉 22、五谷 704、郑单 958、陕单 636、陇单 9 号、新科 891、敦玉 328、敦玉 13、KWS2564、敦玉 15、京科 968、九玉 Y02、新玉 47、九玉 J03、郁青 358、九玉 M03、陕单 650、九洋 528、JH089。

## 1.2 试验方法

试验设在甘肃省平凉市泾川县平凉农业科学院高平试验站。该区海拔 1 320 m，年均气温 9.3 ℃，年均降水 583.5 mm，年蒸发量 1 384 mm，无霜期 172 d。试验地土壤为覆盖黑垆土，无灌溉条件。采用全膜双垄沟播技术规范机械覆膜种植。宽垄 70 cm，窄垄 40 cm。控释氮肥(N 225.0 kg/hm<sup>2</sup>)、磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 180.0 kg/hm<sup>2</sup>)和农家肥(N 48.0 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 13.6 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 840.0 kg/hm<sup>2</sup>) 覆膜前一次基施，生育期不再追施肥。其他管理同大田。4月20日种植，9月26日收获，每个品种种植 0.133 hm<sup>2</sup>。

## 1.3 测定方法

取样在大田中进行。用福田雷沃谷神(GE<sub>50</sub>)玉米籽粒收割机，成熟期统一收割测试计产。每个品种收获 0.044 hm<sup>2</sup>，每次收 4 行，行长 100 m，行走速度 8 km/h。每个品种机械收粒后在机仓内随机取籽粒样品 2 kg，先用 PM8188 水分测定仪测定含水率，然后称重。手工分为籽粒和非籽粒两部分。籽粒部分称重记为 KW1，非籽粒部分称重记为 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重，完整粒重量记为 KW2，破碎粒重量记为 BKW。计算公式如下：

$$\text{杂质率}(\%) = [\text{NKW}/(\text{KW1} + \text{NKW})] \times 100$$

$$\text{籽粒破碎率}(\%) = [\text{BKW}/(\text{KW2} + \text{BKW})] \times 100$$

## 1.4 调查方法

在已收割的每个品种测试地块随机选取

3 个样点，每个样点取长 2 m、宽 4 行(1 个割幅)为样区，收集样区内所有的落穗和落粒，并分别称其籽粒重，按照样区面积计算单位面积落穗重和落粒重，计算总产量损失量。计算公式如下：

$$\text{产量损失率}(\%) = [(\text{单位面积田间落粒重} + \text{单位面积田间落穗粒重}) / \text{单位面积产量}] \times 100$$

## 1.5 数据统计与分析

采用 Microsoft Excel 2007 调查样本数据及统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 参试玉米品种的机械粒收质量

从表 1 看出，27 个玉米品种收获时的含水量为 21.7% ~ 31.7%，平均含水量为 26.3%。机收籽粒破籽率为 4.16% ~ 10.48%，平均籽粒破籽率为 7.18%，高于国标(GB/T 21961-2008)规定的 ≤5% 的要求。机收杂质率为 0.13% ~ 2.13%，平均杂质率为 0.58%，低于国标(GB/T 21961-2008) ≤3% 的要求。总机收损失率为 0.92% ~ 8.54%，平均总机收损失率为 4.00%，其中落穗损失率为 0.73% ~ 7.98%，平均落穗损失率为 3.04%；落粒损失率为 0.19% ~ 2.00%，平均落粒损失率为 0.96%。

### 2.2 破籽率与籽粒含水量的相关性

从图 1 可以看出，机械粒收玉米破籽率(y)与籽粒含水量(x)之间存在极显著回归关系，其回归方程式为： $y = -0.0268x^2 + 1.815x - 21.85$  ( $R^2 = 0.4398$ )。表明机械粒收玉米破籽率主要是由籽粒含水量决定，这与前人的结论一致<sup>[3-4]</sup>。27 个玉米品种中，机械破籽率低于 ≤8% 的粮食烘干收储三级粮标准(饲用玉米 GB/T 17890-1999)要求的品种有 19 个，占 70.4%，在陇东旱塬区主要用于饲料，符合实现机械粒收的基本要求。低于 GB/T 21961-2008 规定 ≤5% 要求

表1 参试玉米品种的机械粒收质量指标

品种	籽粒水分 /%	14%含水量 籽粒产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	破籽率 /%	杂质率 /%	落穗损失		落粒损失		机收 损失率 <sup>①</sup> /%
					落穗粒重 /(kg/hm <sup>2</sup> )	落穗损失率 /%	落粒重 /(kg/hm <sup>2</sup> )	落粒损失率 /%	
先玉335	21.7	12 873.0	5.18	0.15	93.0	0.73	24.0	0.19	0.92
吉祥1号	24.4	13 762.5	4.39	0.52	300.0	2.18	34.5	0.25	2.43
西蒙6号	22.8	11 599.5	7.26	0.22	84.0	0.73	198.0	1.71	2.44
大丰30	22.7	10 653.0	6.04	0.55	232.5	2.18	112.5	1.05	3.23
迪卡519	22.3	12 745.5	6.33	0.43	462.0	3.63	114.0	0.90	4.53
新引M753	22.6	12 679.5	4.16	0.65	276.0	2.18	96.0	0.76	2.94
瑞普908	24.6	13 311.0	6.30	0.35	96.0	0.73	181.5	1.37	2.10
新玉41	25.5	11 521.5	7.50	1.11	585.0	5.08	31.5	0.27	5.35
豫玉22	30.9	15 430.5	8.68	2.13	336.0	2.18	111.0	0.71	2.89
五谷704	27.6	11 886.0	7.28	1.26	777.0	6.53	174.0	1.46	7.99
郑单958	27.8	12 889.5	9.45	0.24	1029.0	7.98	72.0	0.56	8.54
陕单636	26.3	13 281.0	6.62	1.70	481.5	3.63	135.0	1.02	4.65
陇单9号	27.3	13 950.0	7.40	0.48	100.5	0.73	105.0	0.75	1.48
KWS2564	25.8	13 677.0	6.37	0.22	694.5	5.08	87.0	0.64	5.72
敦玉15	28.4	14 220.0	10.48	0.35	723.0	5.08	81.0	0.56	5.64
京科968	28.6	10 716.0	7.39	0.67	234.0	2.18	214.5	2.00	4.18
九玉Y02	31.7	14 026.5	8.65	0.86	916.5	6.53	73.5	0.53	7.06
新玉47	26.1	13 111.5	8.43	0.26	666.0	5.08	87.0	0.66	5.74
九玉J03	27.5	13 249.5	9.10	0.24	96.0	0.73	108.0	0.82	1.55
郁青358	25.8	12 364.5	6.25	0.47	448.5	3.63	109.5	0.88	4.51
九玉M03	24.1	11 554.5	5.44	0.42	84.0	0.73	147.0	1.27	2.00
新科891	22.6	13 332.0	4.76	0.21	97.5	0.73	132.0	0.99	1.72
敦玉328	25.8	10 957.5	10.02	0.43	715.5	6.53	108.0	0.99	7.52
敦玉13	27.8	10 938.0	5.03	0.68	397.5	3.63	105.0	0.97	4.60
陕单650	30.2	11 214.0	8.20	0.33	244.5	2.18	216.0	1.92	4.10
九洋528	29.6	9 922.5	9.49	0.13	72.0	0.73	162.0	1.63	2.35
JH089	29.8	12 627.0	7.56	0.58	91.5	0.73	126.0	0.99	1.72
平均	26.3	12 537.0	7.18	0.58	382.5	3.04	117.0	0.96	4.00

①玉米籽粒机收损失率 = 落穗损失率 + 落粒损失率。

的品种仅 3 个，分别是吉祥 1 号 (4.39%)、新引 M753(4.16%)和新科 891(4.76%)。

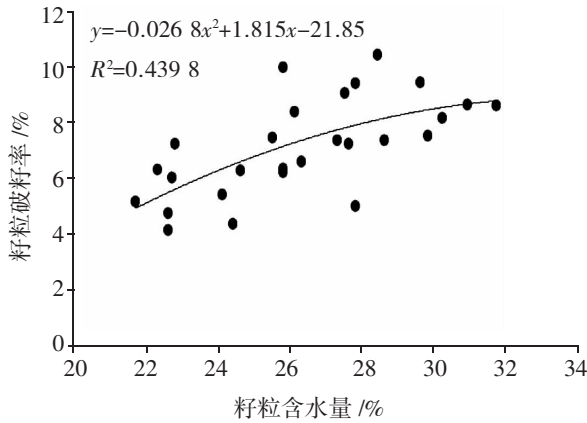


图 1 玉米机收破籽率与籽粒水分的相关性

### 2.3 杂质率与籽粒含水量的相关性

杂质是影响玉米机械粒收质量和产品收购的一个重要指标。从表 1 可以看出，参试品种中机械粒收杂质率最高的是豫玉 22 (2.13%)，最低的是九洋 528(0.13%)。27 个玉米品种机械粒收杂质率均低于国标(GB/T 21961-2008) ≤ 3% 的要求，机械粒收效果单纯从杂质率来看符合玉米商品粮要求。从图 2 可以看出，籽粒含水量对机械粒收杂质率影响不显著 ( $R^2 = 0.118$ )，这与前人玉米机械粒收杂质率与籽粒含水量之间存在显著正相关关系的结论不符，可能是由于收获期遇降水，玉米穗苞叶潮湿，籽粒直收时增加了杂质数量，影响了机械粒收。

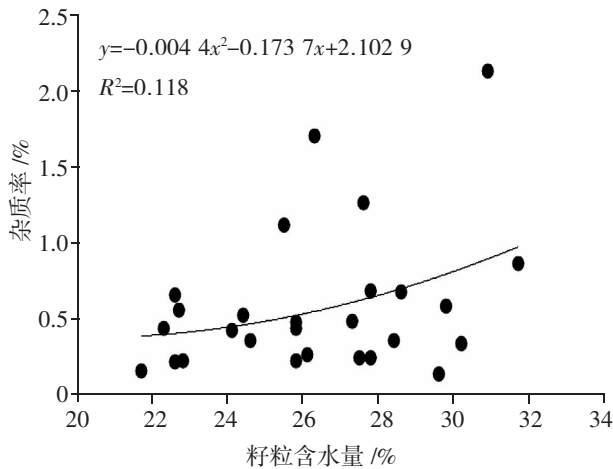


图 2 玉米机收杂质率与籽粒水分的关系

### 2.4 机收损失率与籽粒含水量的相关性

从表 1 可以看出，27 个玉米品种平均落穗损失产量为 382.5 kg/hm<sup>2</sup>，落穗损失率为 3.04%，落粒损失产量为 117.0 kg/hm<sup>2</sup>，落粒损失率为 0.96%，落穗损失和落粒损失分别占到机收损失率的 76% 和 24%，表明落穗损失率是机收损失率的主要影响因素。从图 3、图 4 可以看出，籽粒含水量对玉米穗损失率、籽粒损失率影响不显著 ( $R^2 = 0.1273$ 、 $R^2 = 0.03$ )。从图 5 可以看出，水份含量对玉米籽粒机收损失率 (穗损失率 + 籽粒损失率) 影响也不显著 ( $R^2 = 0.1641$ )，表明籽粒含水量不是玉米机收损失率的关键因素，这与前人籽粒含水量与机收损失率存在显著关系的研究结果不同 [6-7]，可能与样本少，粒收机械等因素有关，有待进一步探讨。总的来说，27 个参试玉米品种机收损

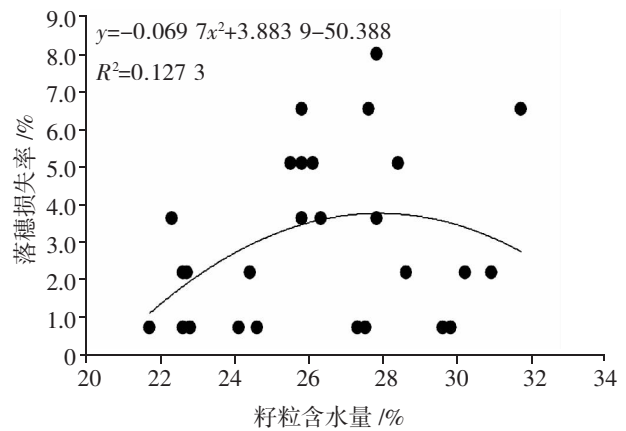


图 3 玉米落穗损失率与籽粒含水量的关系

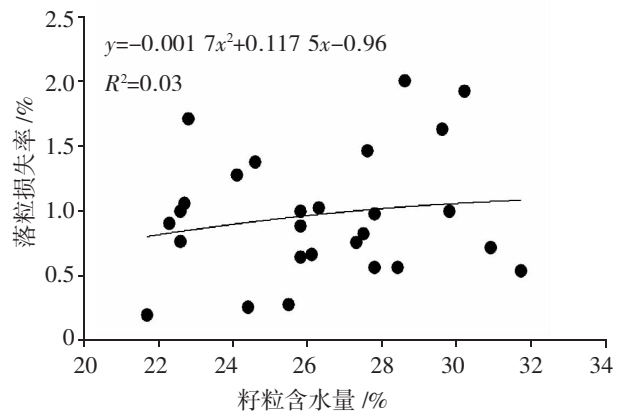


图 4 玉米落粒损失率与籽粒含水量的关系

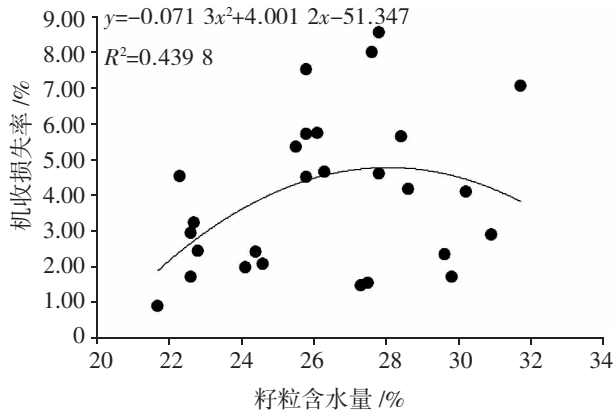


图5 玉米籽粒机收损失率与籽粒含水量的关系

失率平均为 4.00%，低于 GB/T 21961-2008 规定的  $\leq 5\%$ 。低于该标准的玉米品种有 19 个，占参试品种数的 70.4%，表明在陇东旱塬区大多数适宜本地区的玉米在机械粒收损失率方面表现良好，符合玉米机械粒收要求。

### 3 小结与讨论

从 27 个玉米品种机械粒收质量指标看出，破籽率高仍然是影响目前玉米机械粒收质量的主要问题。机械粒收的破籽率平均为 7.18%，供试 27 个玉米品种中机械破籽率低于  $\leq 8\%$  的粮食烘干收储三级粮标准(饲用玉米 GB/T 17890-1999)要求的品种有 19 个，占参试玉米品种数量的 70.4%，在陇东旱塬区大多数玉米主要用于饲料，符合实现机械粒收的基本要求。低于“玉米收获机械技术条件 (GB/T 21961-2008)”国家标准规定  $\leq 5\%$  要求的品种仅 3 个，分别是吉祥 1 号(4.39%)、新引 M753(4.16%)和新科 891(4.76%)。平均杂质率 0.58%，均低于国标 (GB/T 21961-2008)  $\leq 3\%$  的要求。参试品种杂质率达标率为 100%，机械粒收效果单纯从杂质率来看均符合玉米商品粮要求。机收损失率平均为 4.00%，低于 GB/T 21961-2008 规定的  $\leq 5\%$ 。低于该标准的玉米品种有 19 个，占参试玉米品种的 70.4%，表明在陇东旱塬区大多数适宜本地区的玉米品种在机械粒收损失率方面表现良好，符合玉米机械粒收要求。

相关性分析表明，破籽率与籽粒含水量之间存在极显著回归关系，其余的均不显著。与前人玉米机械粒收质量指标(籽粒破籽率、杂质率、机械损失率)均与籽粒含水量之间呈极显著正相关的结论不符<sup>[5-7]</sup>，这可能与样本少，收获期遇到降雨等有关<sup>[8-10]</sup>。总体来看，陇东旱塬区玉米机械粒收最关键的是要解决破籽率高的问题。

### 参考文献：

- [1] 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.
- [2] 李少昆, 王克如, 谢瑞芝, 等. 玉米籽粒机械收获破碎率研究[J]. 作物杂志, 2017(2): 76-80.
- [3] 裴建杰, 范国昌. 对玉米收获中籽粒破碎和损失的影响因素试验研究[J]. 河北农业大学学报, 2012, 35(1): 101-105.
- [4] 王克如, 李璐璐, 郭银巧, 等. 不同机械作业对玉米子粒收获质量的影响[J]. 玉米科学, 2016, 24(1): 114-116.
- [5] 范国昌, 王惠新, 籍俊杰, 等. 影响玉米摘穗过程中籽粒破碎和籽粒损失率的因素分析[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 72-74.
- [6] 谢瑞芝, 雷晓鹏, 王克如, 等. 黄淮海夏玉米子粒机械收获研究初报[J]. 作物杂志, 2014(2): 76-79.
- [7] 柴宗文, 王克如, 郭银巧, 等. 玉米机械粒收质量现状及其含水量的关系[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2036-2043.
- [8] 宋俊乔, 卢道文, 张莹莹, 等. 玉米机械脱粒含水量与破籽率的相关研究[J]. 河北农业科学, 2018, 22(2): 27-31.
- [9] 樊廷录, 王淑英, 续创业, 等. 黄土高原玉米籽粒水分与机械粒收质量关系[J]. 作物学报, 2018, 44(9): 1411-1429.
- [10] 赵仰徽, 郑琪. 低温冻害对不同含水量玉米种子生长发育的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(9): 16-21.

(本文责编: 杨杰)