

河北夏播区玉米机械粒收质量及影响因素研究

李少昆¹, 王克如¹, 杨利华², 董志强², 杜树海³, 魏建伟⁴,
张万旭^{1,5}, 谢瑞芝¹, 侯 鹏¹, 明 博¹

(1. 中国农业科学院作物科学研究所/农业部作物生理生态重点实验室, 北京 100081; 2. 河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050035;
3. 中化现代农业有限公司, 北京 100031; 4. 河北省农林科学院旱作研究所, 河北 衡水 053000;
5. 石河子大学农学院/新疆生产建设兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832003)

摘 要: 2014 ~ 2017 年在河北省邯郸、衡水、石家庄、沧州和邢台市共开展 16 组机械粒收品种筛选与技术集成示范, 对 14 组试验采取机械粒收及收获质量评价。结果表明, 机械粒收子粒破碎率均值为 10.19%, 高于国标 $\leq 5\%$ 的要求; 杂质率均值为 1.99%, 低于 $\leq 3\%$ 国标标准; 产量损失率均值为 3.55%, 总体小于 $\leq 5\%$ 国标标准, 破碎率高是河北夏玉米区机械粒收存在的主要质量问题。子粒含水率总体呈正态分布, 均值为 28.69%, 收获时含水率低于 26.01% 的样本仅占 25%, 含水率与子粒破碎率($r=0.534^{**}$, $n=130$)、杂质率($r=0.437^{**}$, $n=130$)均呈极显著正相关关系, 含水率高是导致收获质量差的主要原因。

关键词: 玉米; 机械粒收; 含水率; 收获质量

中图分类号: S513.091

文献标识码: A

Study on the Influencing Factors of Quality of Kernels in Maize Mechanical Kernel Harvest as well as Cultivar Selection in Hebei Province

LI Shao-kun¹, WANG Ke-ru¹, YANG Li-hua², DONG Zhi-qiang², DU Su-hai³, WEI Jian-wei⁴,
ZHANG Wan-xu^{1,5}, XIE Rui-zhi¹, HOU Peng¹, MING Bo¹

(1. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences/

Key Laboratory of Crop Physiology and Ecology, Ministry of Agriculture, Beijing 100081;

2 Institute of Grain and oil Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050035;

3. Sinochem Agriculture Holdings Planting Technology, Beijing 100031;

4. Dry Farming Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Hengshui 53000;

5. Agronomy College, Shihezi University/Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Construction Group, Shihezi 832003, China)

Abstract: Sixteen groups of experiments about cultivar selection and technology integration of mechanical kernel harvest were carried out in Handan, Hengshui, Shijiazhuang, Cangzhou and Xingtai in Hebei province from 2014 to 2017. The results showed that, the mean of grain breaking rate was 10.19%, which was higher than the national standard of $< 5\%$, the mean of the impurity rate was 1.99% meeting the national standard of less than 3%, and the mean of the yield loss rate was 3.55% less than the standard of 5%. The high grain breaking rate was the main problem of maize kernel mechanical harvest in Hebei. The grain water content was generally normal distribution with the mean value of 28.69%, and the cultivar samples at harvest with the water content less than 26.01% accounted for 25%. Water content was significantly positively correlated with the grain breaking rate($r=0.534^{**}$, $n=130$) and the impurity rate($r=0.437^{**}$, $n=130$), and the high water content was the important cause of the poor harvest quality.

Key words: Maize; Mechanical kernel harvest; Grain water content; Harvest quality

录用日期: 2018-11-10

基金项目: 科技部“973”计划项目(2015CB150401)、国家玉米产业技术体系项目(CARS-02-25)、中国农业科学院农业科技创新工程

作者简介: 李少昆(1963-), 新疆石河子人, 研究员, 博士生导师, 主要从事玉米栽培与生理研究。

Tel: 13910325766 E-mail: lishaokun@caas.cn

机械粒收可简化生产环节、节本增效,有效避免传统收获存储过程中的子粒霉变,是转变当前玉米生产方式、解决生产成本低、竞争能力差的重要途径和玉米生产发展的必然之路^[1-3]。河北夏玉米区位于黄淮海玉米产区北部,一年两作,热量资源紧缺^[4],目前该区玉米收获主要以机械穗收为主,机械粒收还处于起步阶段。玉米子粒破碎率偏高、收获质量差是当前制约我国各地机械粒收技术推广的主要问题。破碎率高与收获时子粒含水率偏高有关,受基因型、环境因素、收获机械类型及作业、栽培措施等影响^[5-13]。2014年起中国农业科学院作物栽培与生理创新团队与河北省农林科学院、河北农业大学等单位联合在河北夏玉米区开展玉米机械粒收技术的试验与示范,明确影响河北夏玉米区机械粒收技术推广的主要因素,筛选适宜机械粒收的品种,加速技术推广。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2014~2017年在河北省邯郸、衡水、石家庄、沧州和邢台等5市共开展16组机械粒收品种筛选与技术集成示范,包括14组夏播、2组春播。其中,14组试验采取机械粒收并进行收获质量评价,2组采取人工收获。试验共征集目前国内生产中表现较好以及当地主栽玉米品种(组合)116个,大区种植,随机排列,每个品种种植面积不少于0.2 hm²,种植行数不少于12行,种植密度60 000~75 000株/hm²,田间管理按当地大田生产。4年合计开展16组、215个品次的品种筛选试验与技术集成示范,供试品种名称、播种日期、收获日期、收获方式和收获机械见表1。

表1 河北机械粒收试验基本情况
Table 1 Information of the experiments in Hebei

年 份 Year	试验地点 Site	品 种 Cultivar	品种样本 数量 Number of cultivar	播种时间 (M·D) Sowing date	收获时间 (M·D) Harvest date	收获方式 Harvest method	收获机械 Harvest machinery	备 注 Remark
2014	邯郸市磁 县讲武城 镇小寨村	宁玉 311, 中种 8 号, 联创 808, 京农科 728, 登海 618, 迪卡 517(1), 迪卡 517(2), 迪卡 517(3), MC812, 良玉 66, 宁玉 525, 宁玉 712, DL1101	13	6·10	10·11	机械粒收	东风 E518	夏播; (1) (2) (3) 分别为三种收获速度
	邯郸市磁 县讲武城 镇小寨村	登海 618(1), 登海 618(2)	2	5·08	8·24/ 9·10	机械粒收	东风 E518	春播; 分次收获
	邯郸市成 安县成安 镇工业区	迪卡 517, 联创 808, 良玉 66, 中种 8 号, MC812, 登海 618, 京农科 728, DL101, 碧海 12, 和玉 187, 郑单 958	11	6·13	10·20	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
	石家庄市 辛集市马 庄乡	华美 1 号	1	6·15	9·30	机械粒收	中农博远	夏播
2015	邯郸市磁 县磁州镇 三里屯村	东风 E518 4YZ-6 收获: 京农科 728, 裕丰 303, 中科玉 505, 迪卡 517, 联创 808, 先玉 335, 中种 8 号, 农华 816, 农华 101, 辽单 575, 真金 309, 真金 308, 登海 618, 华农 138, 敦煌 6000, 众信 366, 华农 887, 矮单 268, 沧玉 77, 宝玉 721(1) 谷王 TB60 收获: 宝玉 721(2)	21	6·13	10·09	机械粒收	东风 E518 型 4YZ-6 中收谷王 TB60 型	夏播; 不同机械收获试验

续表 1 Continued 1

年 份 Year	试验地点 Site	品 种 Cultivar	品种样本 数量 Number of cultivar	播种时间 (M·D) Sowing date	收获时间 (M·D) Harvest date	收获方式 Harvest method	收获机械 Harvest machinery	备 注 Remark
2016	邯郸市成 安县成安 镇北郎堡 村	兰德玉 6 号, 京农科 728, 金粒 168, 登海 605, 先玉 335, 锦华 207, 锦华 318, 农华 816, 科兴 216, 辽单 575, 陕单 616, 浚单 509, 金通 152, 丹 8201, 真金 323, 迪卡 517, 辽单 585, 丰垦 139	18	6·13	10·17	人工收获		夏播
	邯郸市成 安县成安 镇王彭留 村	兰德玉 6 号, 锦华 207, 登海 605, 科兴 216, 金粒 168, 辽单 575, 迪卡 517, 农华 816, 锦华 318, 先玉 335, 金通 152, 辽单 585, 陕单 616, 丹 8201, 京农科 728, 真金 323, 丰垦 139	17	6·15	10·09	机械粒收	沃德 4LY-5	夏播
	沧州市盐 山县盐山 镇	京农科 728	1	5·18	9·23	机械粒收	博远 4YL-5 型	春播
	邢台市宁 晋县换马 店乡北楼 下村	京农科 728, 丰垦 139, 新单 58, 新单 65, 陕单 636, 迪卡 517, 郑单 958	7	6·16	10·03	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
2017	邯郸市永 年区小龙 马乡何营 村	联创 808, 联创 825, 恒玉 898, 中科玉 505, 东单 913, 泽玉 501, 迪卡 517, 吉单 66, 宇玉 30, 美玉 5 号, 泽玉 8911, 中达 60893	12	6·13	10·12	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
	衡水市深 州市护驾 迟镇护驾 迟村	冀玉 71, 科润 982, 农单 116, NK815, 先达 601, 巡天 1002, 冀玉 734, 众信 516, 富中 12 号, 科试 616, 郑单 958, 沃玉 990, 金博士 785, 凯玉 13, 极峰 25, 邢玉 11, 冀玉 5817, 万盛 68, 邯玉 928, 沧玉 76, 早粒 1 号, 正弘 758, 秀青 829, 邯玉 398, 衡玉 1002, 合玉 6 号, 衡玉 6105, 万盛 106, 矮单 268, 唐玉 5505, 唐玉 4434	31	6·14	10·05	人工收获		夏播
	衡水市深 州市护驾 迟镇护驾 迟村	75000 株/hm ² : 登海 618, 登海 518, 先玉 047, 先玉 688, 农大 372, 联创 808, 裕丰 303, 滑玉 168, 迪卡 517, 京农科 728, 利单 618, 五谷 305, 郑单 958 90000 株/hm ² : 登海 618, 登海 518, 先玉 047, 先玉 688, 农大 372, 联创 808, 裕丰 303, 滑玉 168, 迪卡 517, 京农科 728, 利单 618, 五谷 305, 郑单 958	26	6·14	10·05	人工收获		夏播

续表1 Continued 1

年 份	试验地点	品 种	品种样本	播种时间	收获时间	收获方式	收获机械	备 注
Year	Site	Cultivar	数量 Number of cultivar	(M·D) Sowing date	(M·D) Harvest date	Harvest method	Harvest machinery	Remark
2017	衡水市深州市护驾迟镇护驾迟村	豫单 112, 宇 玉 30, 登 海 518, 京农科 728, 迪卡 517, 五谷 318	6	6·14	10·21	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
	石家庄市	京农科 728, 玉字 30, 登海 518, 郑单 958, 迪卡 517, 云台玉 39, 豫单 112	7	6·14	10·04	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
	邯郸市成安县成安镇王彭留村	永优 1517, 新单 65, 中科玉 505, 农 华 816, 登 海 605, 裕 丰 303, 户玉 3518, LS838, 蠡玉 88, 晟玉 88, 强 硕 168, 京 农 科 728, MC670, 迪卡 517, 先玉 335, 农华 5 号, 辽单 575, 兰德玉 6 号, 优迪 919, 中试 6323, 辽单 586, 陕单 650, 新单 58, 恒玉 898, 联创 825, 吉单 66, 新单 68, 翔玉 998, 泽玉 8911, 汨丰 1518	30	6·04	10·14	机械粒收	中收谷王 TB60 型	夏播
	邯郸市磁县讲武城镇小寨村	吉单 66, MC1418, 泽玉 8911, MC817, 泽玉 501, 翔玉 998, 京农科 728, 优迪 919, 兴玉 298, 来玉 317, TD617, 登海 618	12	6·10	10·15	粒收 5 个品种, 其余 7 个品种人工收获	中收谷王 TB60 型	夏播

1.2 测试项目与方法

1.2.1 机械粒收测产、收获质量评价与子粒水分含量测定方法

2014 年磁县春播与夏播、成安和石家庄辛集, 2015 年磁县, 2016 年磁县、成安、宁晋、沧州, 2017 年永年、衡水、石家庄、成安、磁县试点采取田间机械粒收和测产, 并进行收获质量调查, 每个品种每次收获面积不小于 666.7 m²。

子粒水分含量、破碎率和杂质率测试方法, 每个品种收获子粒随机取约 2 kg 样品, 用国家认定并经校正的种子水分测定仪(PM-8188)测定含水率, 5 次重复。人工分拣为子粒和非子粒两部分, 子粒部分称重记为 KW1, 非子粒部分称重记为 NKW; 再根据子粒的完整性, 将子粒分为完整子粒和破碎子粒并分别称重, 完整粒重量记为 KW2, 破碎粒重量记为 BKW。

杂质率=[NKW/(KW1+NKW)]×100%

子粒破碎率=[BKW/ KW1]×100%

田间机收损失率调查方法, 在各品种已收割地块随机选取 3 个样点, 每个样点按照割台幅宽(4~6 行)选取 2 m 行长作为样区, 收集样区内所有落穗和

落粒, 并分别称其子粒重, 按照样区面积计算单位面积的落穗重和落粒重, 计算总产量损失量和损失率。

产量损失率=(单位面积田间落粒重+单位面积田间落穗子粒重)/单位面积产量×100%

产量测定, 各品种将测产收获区内所收玉米子粒经计量器具(地磅)称重, 减去装载车(容器)自身重量后为玉米子粒鲜重(kg), 按子粒含水量 14.0% 计算出实际产量。

1.2.2 人工测产与子粒含水率测定方法

除机械粒收外, 其余 3 组试验采取人工收获方式测产。测定每个区中 10 行宽度计算平均行距, 在每个品种区随机选 3 个样点, 每个样点选择 2 行 10 m 长测定株数和穗数, 并计算该样点平均株距和单位面积收获穗数, 选择其中 1 行连续 10 株测定每个果穗的行数和行粒数, 并计算得到该样点平均穗粒数, 取其中 5 个果穗脱粒测定子粒含水率和千粒重, 3 个样点平均按国家标准含水率 14.0% 计算出理论产量。

实收产量=鲜穗重×出籽率×(1-含水率)÷(1-14%)。

1.3 品种分类与筛选方法

按单产水平和收获时子粒含水率2个指标,采用双向平均作图法将测试品种划归为4类,如图1所示,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。

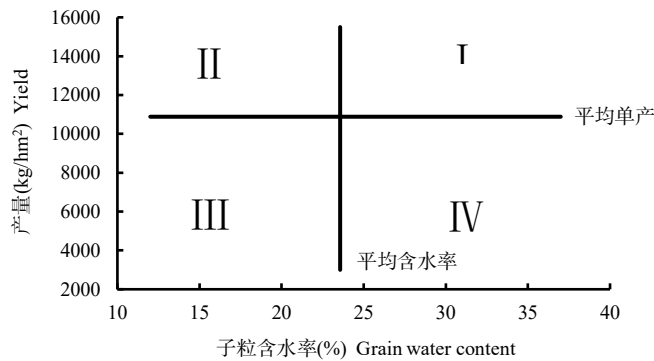


图 1 玉米产量和子粒含水率双向平均法分类示意图

Fig.1 The diagram of two-way average method with grain water content and yield

1.4 数据统计与分析

调查样本数据处理及统计分析采用Excel 2003和SPSS 19.0软件进行。

2 结果与分析

2.1 收获质量总体状况

表 2 玉米机械粒收收获质量
Table 2 Quality of mechanical kernel harvest in maize

地点和年份 Site, Year	品种样本数(个) Number of cultivar	项 目 Item	破碎率(%) Kernel broken rate	杂质率(%) Impurity rate	总损失量(kg/hm²) Total amount of loss	总损失率(%) Total loss rate
磁县讲武城镇小寨村, 2014	13	平均值	15.68	2.53	187.47	1.79
		极差	6.91 ~ 22.77	0.81 ~ 7.09	28.41 ~ 868.31	0.27 ~ 7.41
成安县成安镇工业区, 2014	11	平均值	5.55	1.38	32.69	0.30
		极差	3.32 ~ 9.38	0.58 ~ 2.45	11.10 ~ 74.40	0.12 ~ 0.66
辛集市马庄乡, 2014	1	平均值	17.32	0.56		1.47
		极差				
磁县磁州镇三里屯村, 2015	21	平均值	9.89	2.85	1 064.85	9.86
		极差	4.60 ~ 16.58	0.76 ~ 8.83	267.5 ~ 4 691.2	2.48 ~ 43.44
成安县成安镇王彭留村, 2016	17	平均值	9.24	1.50	32.35	0.29
		极差	3.21 ~ 15.9	0.17 ~ 5.66	13.20 ~ 131.72	0.12 ~ 1.05
宁晋县换马店乡北楼下村, 2016	7	平均值	14.26	1.40	381.25	4.07
		极差	8.94 ~ 22.75	0.57 ~ 2.44	161.48 ~ 537.8	1.69 ~ 6.77
永年区小龙马乡何营村, 2017	12	平均值	9.90	2.80	320.04	4.14
		极值	5.91 ~ 14.82	1.21 ~ 6.76	87.50 ~ 671.84	1.05 ~ 8.95
深州市护驾迟镇护驾迟村, 2017	6	平均值	8.60	0.83	113.02	1.02
		极差	5.35 ~ 13.77	0.30 ~ 1.66	76.30 ~ 143.82	0.64 ~ 1.24
石家庄市, 2017	7	平均值	20.40	1.07	405.25	5.30
		极差	13.38 ~ 36.51	0.73 ~ 1.51	162.37 ~ 707.54	2.19 ~ 9.41
成安县成安镇王彭留村, 2017	30	平均值	8.27	2.03	174.85	2.74
		极差	4.43 ~ 14.23	0.37 ~ 6.24	20.81 ~ 431.23	0.29 ~ 11.9
磁县讲武城镇小寨村, 2017	5	平均值	6.83	1.54		
		极差	5.52 ~ 9.34	0.80 ~ 3.08		
合 计	130	平均值	10.19	1.99	329.26	3.55
		极差	3.21 ~ 36.51	0.17 ~ 8.83	11.10 ~ 4 691.2	0.12 ~ 43.44

玉米机械收获质量指标主要包括破碎率、杂质率和田间损失率,在《玉米收获机械技术条件(GB/T 21962-2008)》中规定子粒破碎率应 $\leq 5\%$,杂质率 $\leq 3\%$,田间损失率 $\leq 5\%$ 。对11组机械粒收试验的测试结果表明(表2),子粒破碎率均值为10.19%,高于国标 $\leq 5\%$ 的要求,且所有组别测试的均值均大于5%,最高达20.40%(石家庄,2017);杂质率平均为1.99%,低于 $\leq 3\%$ 国标标准,且所有试组均值均低于3%;产量损失率平均为3.55%,总体小于 $\leq 5\%$ 国标标准,各试验组之间表现出较大的差异,其中,损失量最大的磁县(2015)试验点产量损失率高达9.86%,折合产量损失1 064.85 kg/hm²;其次,石家庄试点(2017)达到5.30%,折合产量损失405.25 kg/hm²。田间观察,产

量损失量大主要与植株倒伏落穗有关。目前河北夏玉米区玉米机械粒收存在的主要质量问题是子粒破碎率偏高,另外,个别试点的产量损失率偏高也需引起关注。

2.2 收获时玉米子粒含水率

对209个有效样本统计显示(图2),子粒含水率总体呈正态分布,均值为28.69%,最低含水率11.13%,最高40.25%,平均值标准误差为0.27,标准差3.95。样本百分位数分析,仅有25%的样本含水率处于26.01%以下;处于28.53%以下的样本占50%;31.59%以下的占75%。样本子粒含水率主要集中在26.01%~31.59%,占样本总量的50%。

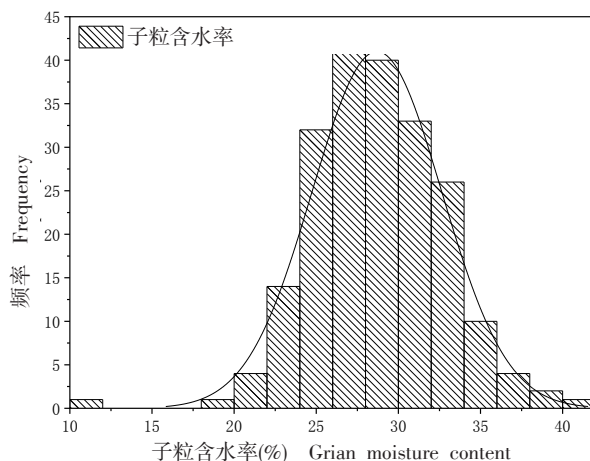


图2 河北夏播区玉米收获时子粒含水率分布

Fig.2 Distribution of grain water content of summer maize at harvest in Hebei

2.3 子粒含水率对收获质量的影响

利用11组机械粒收试验结果分析表明(表3),各组试验内子粒破碎率、杂质率与子粒含水率绝大部分呈正相关关系,其中,有6组破碎率与子粒含水率的关系达到显著或极显著水平,有4组杂质率与

粒含水率之间达到显著或极显著水平。从11组试验130个样本总体数据分析可见,当子粒含水率差异较大时,子粒含水率与破碎率、杂质率、总损失率之间均表现出极显著的正相关关系,与总损失量之间的相关达到显著水平。

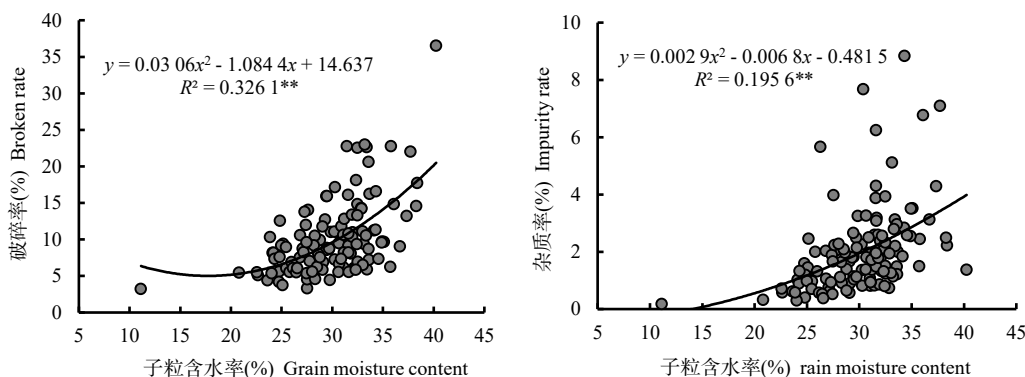


图3 子粒破碎率、杂质率与含水率的关系

Fig.3 Relationships between grain water content and impurity rates, grain broken rate

表3 子粒含水率与玉米机收质量指标之间的相关关系

Table 3 The relationship between grain water content and the quality of mechanical kernel harvest

试验地点,年份 Site, Year	样本量 Sample	破碎率 Broken rate	杂质率 Impurity rate	总损失量 Total amount of loss	总损失率 Total loss rate
磁县讲武城镇小寨村,2014	13	0.563	0.623	0.273	0.362
成安县成安镇工业区,2014	11	-0.248	0.797**	0.564	0.566
辛集市马庄乡,2014	1				
磁县磁州镇三里屯村,2015	21	0.539*	0.122	0.247	0.038
成安县成安镇王彭留村,2016	17	0.705**	0.415	0.263	0.239
宁晋县换马店乡北楼下村,2016	7	0.806*	0.786*	-0.253	-0.162
永年区小龙马乡何营村,2017	12	0.694*	0.482	-0.132	-0.135
深州市护驾迟镇护驾迟村,2017	6	0.23	0.824*	-0.519	-0.508
石家庄市,2017	7	0.882**	0.494	0.065	-0.01
成安县成安镇王彭留村,2017	30	0.505**	0.559**	-0.169	-.675**
磁县讲武城镇小寨村,2017	5	0.314	-0.789		
总体	130	0.534**	0.437**	0.190*	.234**

注: *表示在0.05水平上差异显著, **在0.01水平上差异显著。下图同。

Note: *, **Indicated that the difference between the 0.05 levels was significant, and the difference was significant at the 0.01 level. The bellow was the same.

由图3可见,子粒含水率与破碎率之间可用 $y = 0.0306x^2 - 1.0844x + 14.637$ 方程拟合, $R = 0.3261^{**}$, $n=130$;子粒含水率与杂质率可用 $y = 0.0029x^2 - 0.0068x - 0.4815$ 方程拟合, $R = 0.1956^{**}$, $n=130$ 。

2.4 子粒含水率与产量的关系

供试品种子粒含水率与单产水平相关分析显示

(图4),两者之间达到了极显著负相关,拟合方程 $y = -60.865x + 11110$ ($R^2 = 0.0151^{**}$, $n=154$),表明在河北南部夏播玉米区目前供试品种条件下,生育期偏长、收获时子粒含水率高的品种可能会因成熟度不好、产量受到影响。因此,生产上机械粒收可以选早熟、子粒含水率低而单产水平较高的玉米品种。

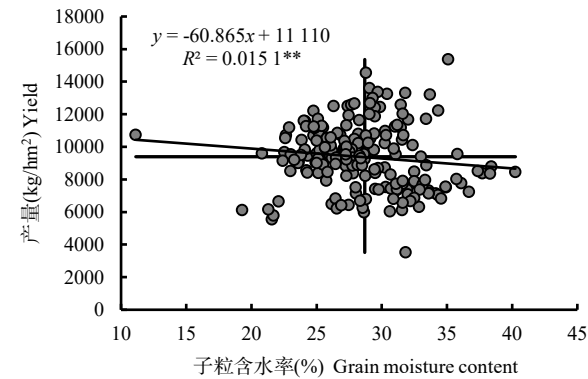


图4 玉米子粒含水率与单产的关系

Fig.4 The relationship between grain water content and yield

2.5 适合机械粒收品种的筛选

利用子粒含水率和单产两个指标按双向平均作图法,对各组测试品种分别进行分类后再统计的结果表明(表4),在2个以上点次稳定表现出产量高于平均值、含水率低于平均值的品种(处于第Ⅱ象限)是MC812,收获时子粒含水率平均为28.1%,单产平均为11689.9 kg/hm²,可作为玉米机械粒收种植的候选品种。子粒含水率低于平均值、产量高于或低

于平均值(处于Ⅱ或Ⅲ象限)的品种有9个,分别是京农科728、迪卡517、中种8号、泽玉8911、矮单268、金粒168、五谷305、先玉047和金通152,收获时子粒含水率平均为26.1%,单产平均为9652.5 kg/hm²,可作为较适宜机械粒收的候选品种。在2个以上点次表现出子粒含水率和单产水平均低于平均值的品种包括丰垦139、丹8201和登海518,收获时子粒平均含水率为25.5%,单产平均为8907.8 kg/hm²,子粒

含水率适合机械粒收,需要加强高产配套栽培技术研究与技术集成。仅开展了1个点次试验且表现较好(处于第Ⅱ象限)的品种包括有11个:凯玉13、极峰25、衡玉6105、冀玉71、邢玉11、新单68、玉宇30、华农887、真金309、敦煌6000和华农138,建议进一步进行试验观测。此外,在2个以上点次表现出产量高但含水率也高的品种包括锦华318、联创825、联创808和登海605,收获时子粒平均含水

率为30.2%,单产平均为9 939.4 kg/hm²,不适合机械粒收,可作为高产品种植。

郑单958和先玉335是河北省夏玉米区主栽玉米品种,统计表明,本研究中郑单958参加了6个点次的试验,子粒含水率均值为31.1%,单产平均为9 318.7 kg/hm²;先玉335参试了4个点次试验,子粒含水率均值为28.2%,单产平均为10 952.4 kg/hm²。

表4 适宜机械粒收玉米品种筛选结果
Table 4 The results of cultivar screening suitable for mechanical grain harvest

类 型 Type	品种(所处象限) Cultivar	子粒含水率(%) Grain water content	单产(kg/hm ²) Yield
子粒含水率低、产量高于平均值	MC812(Ⅱ,Ⅱ)	28.1±3.4	11 689.9±515.6
子粒含水率低、产量高于或低于平均值	京农科728(Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅰ)	26.8±2.1	9 916.1±1 537.1
	迪卡517(Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅰ)	27.9±3.8	9 537.4±1 753.8
	中种8号(Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ)	27.3±2.9	10 204.9±961.8
	泽玉8911(Ⅱ,Ⅲ)	30.1±2.1	7 396.8±259.8
	矮单268(Ⅱ,Ⅲ)	26.8±3.5	10 074.5±883.6
	金粒168(Ⅱ,Ⅲ)	17.7±6.5	10 993.4±264.2
	五谷305(Ⅱ,Ⅲ)	26.2±0.3	8 890.1±443.7
	先玉047(Ⅱ,Ⅲ)	26.8±0.3	9 645.7±708
	金通152(Ⅱ,Ⅲ)	25.0±0.1	10 213.8±942.5
	丰垦139(Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ)	23.1±2.3	8 998.6±589.9
子粒含水率低、产量高于或低于平均值	丹8201(Ⅲ,Ⅲ)	25.1±0.9	9 003.1±447.0
	登海518(Ⅲ,Ⅲ,Ⅲ,Ⅳ)	28.3±2.3	8 721.8±1 297.5
	锦华318(Ⅰ,Ⅰ)	28.5±0.2	10 648.1±988.2
子粒含水率高、产量高于平均值	联创825(Ⅰ,Ⅰ)	34.5±2.9	8 200.2±304.9
	联创808(Ⅱ,Ⅱ,Ⅰ,Ⅰ,Ⅰ,Ⅰ)	30.4±4.1	10 595.1±1 475.3
	登海605(Ⅱ,Ⅰ,Ⅰ)	27.5±3.6	10 314.0±1 978.1
	郑单958(Ⅰ,Ⅰ,Ⅰ,Ⅳ,Ⅳ,Ⅳ)	31.1±5.1	9 318.7±521
对照品种(CK)	先玉335(Ⅱ,Ⅱ,Ⅰ,Ⅳ)	28.2±1.8	10 952.4±1 951.8

3 结论与讨论

破碎率是玉米机械收获的主要质量指标,国标要求≤5%。本研究14组粒收试验示范测试的子粒破碎率均值达到10.19%,高于国标要求,成为河北夏玉米区机械粒收的主要问题。河北夏播区位于黄淮海夏玉米区的北部,玉米生长季节短、光热资源不足、子粒灌浆时间短,当前传统收获(人工收获和机械穗收)一般在9月下旬进行,本项目14组夏播试验收获时期为9月30日至10月21日,较传统收获时间推迟7~21 d,收获时子粒含水率均值仍高达28.69%,其中,50%的样本集中分布在26.01%~31.59%,按子粒含水率18%~23%时收获破碎率最低的标准,供试品种子粒含水率总体偏高,且子粒破碎率与含水率呈极显著正相关($r=0.534^{**}$, $n=130$),

因此,可以认为目前品种生育期偏晚、子粒含水率高是导致河北夏玉米区玉米粒收破碎率偏高的主要原因,培育中早熟、脱水快、适宜机械化粒收的品种以满足子粒收获的要求是今后努力的方向。此外,生产中还要为夏玉米生长发育争取更多的热量资源,在小麦收获后要及时抢播,争取“当天收麦当天播种”,河北中南部地区应在6月15日之前完成播种;夏玉米适期晚收、小麦抢墒播种,尽量减少农耗时间。同时研发28%以下高含水率条件下低破碎、低损耗的收获机械也是非常必要的。由于子粒含水14%以上不能直接入库,必须烘干,因此,玉米机械粒收技术的推广还需建立烘干和收储配套设施,并探索和采用成本低、环保的烘干方式。

郑单958和先玉335是河北省夏播区玉米主栽品种,本研究中郑单958参加了6个点次的试验,子

粒含水率均值为31.1%,单产平均为9 318.7 kg/hm²;先玉335参试了4个点次试验,子粒含水率均值为28.2%,单产平均为10 952.4 kg/hm²。采用子粒含水率和产量两个关键指标和双向平均法,初步筛选出产量高、含水率低的MC812和子粒含水率低于平均值、产量表现高于或低于平均值的品种京农科728、迪卡517、中种8号、泽玉8911、矮单268、金粒168、五谷305、先玉047和金通152,这些品种子粒含水率平均值低于郑单958和先玉335、单产平均值不低于郑单958,可作为较适宜机械粒收的候选品种。此外,筛选出在2个以上点次表现出子粒含水率和单产水平均低于平均值的品种包括丰垦139、丹8201和登海518,收获时子粒平均含水率为25.5%,子粒含水率适合机械粒收,单产平均为8 907.8 kg/hm²,低于对照郑单958和先玉335对照,需加强高产配套栽培技术研究和集成。此外,由于机械粒收对品种的抗/耐茎腐病、穗腐病和后期抗倒伏性提出更高的要求,因此上述品种还需进一步开展相关测试及机械粒收质量评价,从而筛选出可以在生产中大面积推广的粒收品种。

参考文献:

- [1] 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)
- [2] 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 Shihezi University, 2017, 35(3): 265-272. (in Chinese)
- [3] 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)
- [4] 李少昆,王崇桃.玉米高产潜力途径[M].北京:科学出版社,2010.
- [5] 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):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)
- [6] 王克如,李少昆.玉米子粒脱水速率影响因素分析[J].中国农业科学,2017,50(11):2027-2035.
Wang K R, Li S K. Analysis of influencing factors on kernel dehydration rate of maize hybrids[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(11): 2027-2035. (in Chinese)
- [7] Hall G E, Johnson W H. Corn kernel crackage induced by mechanical shelling[J]. Transactions of the ASABE, 1970, 13(1): 51-55.
- [8] Plett S. Corn kernel breakage as a function of grain moisture at harvest in a prairie environment[J]. Canada Journal Plant Science, 1994, 74(3): 543-544.
- [9] Chowdhry M H, Buchele W F. The nature of corn kernel damage inflicted in the shelling crescent of grain combines[J]. Transactions of the ASAE, 1978: 610-614.
- [10] Johnson W H, Jain M L, Hamdy M Y, et al. Characteristics and analysis of corn ear failure[J]. Transactions of the ASABE, 1969, 12(6): 845-848.
- [11] Sriastava A K, Herum F L, Stevens K K. Impact parameters related to physical damage to corn kernel[J]. Transactions of the ASABE, 1976, 19(6): 1147-1151.
- [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. (in Chinese)
- [13] 李璐璐,谢瑞芝,范盼盼,等.郑单958与先玉335子粒脱水特征研究[J].玉米科学,2016,24(2):57-61,71.
Li L L, Xie R Z, Fan P P, et al. Study on dehydration in kernel between Zhengdan958 and Xianyu335[J]. Journal of Maize Sciences, 2016, 24(2): 57-61, 71. (in Chinese)

(责任编辑:栾天宇)