文章编号:1000-7601(2019)05-0144-05 **doi**:10.7606/j.issn.1000-7601.2019.05.21

河西灌区玉米密植高产机械粒收品种筛选

丁德芳[1],柴宗文[2,4],徐喜俊[1],庄志扬[1],袁政祥[1],孔　融[3],
孙多鑫[2],王克如[4],李少昆[4],赵贵宾[2]

(1.甘肃省武威市凉州区农业技术推广中心,甘肃 武威 733000;2.甘肃省农业技术推广总站,甘肃 兰州 730020;
3.甘肃省酒泉市肃州区农业技术推广中心,甘肃 肃州 735000;4.中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘　要:为筛选适合河西灌区的机械粒收玉米品种,于 2014、2015 和 2017 年在凉州区和肃州区开展了 6 组适合机械粒收品种的筛选试验,共获得了 72 个品种 122 个品次的调查数据,分析结果表明:不同品种适宜机械粒收的特性存在较大差异:以籽粒含水率与单产 2 个因素按双向平均作图法进行分析,获得籽粒含水率低于平均值、单产高于平均值的品种(次)33 个,占比 27.0%;其中在 2 个点次以上表现出稳定性较好的品种有 7 个,包括迪卡 517、登海 618、先玉 335、迪卡 519、农华 101、农华 106 和联创 808;进一步以籽粒含水率与破碎率 2 个因素按双向平均作图法分析,筛选出破碎率低于平均值且籽粒含水率低于平均值的品种(次)有 11 个,包括破碎率低于 5%的德单 1002、中种 8 号、迪卡 519 和迪卡 517(肃州区);破碎率在 5%~8%之间的迪卡 517(凉州区)、登海 618、真金 318、真金 308、丹 8201、M753 和正德 305。综合评价,推荐籽粒含水率低、耐破碎性能好和单产水平高的迪卡 517、迪卡 519 和登海 618 为河西灌区适宜机械粒收品种。

关键词:机械粒收;玉米品种;籽粒含水率;破碎率;河西灌区

中图分类号:S513　　**文献标志码**:A

The selection of high yield maize cultivars suitable for dense planting and machine harvest in Hexi Irrigation District

DING De-fang[1], CHAI Zong-wen[2,4], XU Xi-jun[1], ZHUANG Zhi-yang[1], YUAN Zheng-xiang[1], KONG Rong[3], SUN Duo-xin[2], WANG Ke-ru[4], LI Shao-kun[4], ZHAO Gui-bin[2]

(1. *Liangzhou District Agricultural Technology Extension Center*, *Wuwei*, *Gansu* 733000, *China*;
2. *Gansu Agricultural Technology Extension Station*, *Lanzhou*, *Gansu* 730020, *China*;
3. *Suzhou District Agricultural Technology Extension Center*, *Suzhou*, *Gansu* 735000, *China*;
4. *Institute of Crop Science*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Key Laboratory of Crop Physiology and Ecology*, *Ministry of Agriculture*, *Beijing* 100081, *China*)

Abstract: In order to screen maize cultivars suitable for machine grain harvest in Hexi irrigation district, in the years of 2014, 2015 and 2017, six sets of maize cultivar selection tests suitable for machine grain harvest were carried out with total 122 cultivars (combination 122 items) in Liangzhou district and Suzhou district in Gansu province. The results showed that by using the two-way average graphic method to make figure according to average yield and grain moisture content, grain moisture content and yields of 33 cultivars accounting for 27.0% were lower and higher, respectively, than the averages. Seven cultivars including Dika 517, Denghai 618, Xianyu 335, Dika

收稿日期:2018-08-08　　**修回日期**:2019-08-18

基金项目:甘肃省农业科技创新与推广项目(GNCX-2016-14,GNKJ-2018-16);国家重点研发计划(2016YFD0300101);中国农业科学院农业科技创新工程、国家玉米产业技术体系项目(CARS-02-25)

作者简介:丁德芳(1984-),男,甘肃武威人,硕士,农艺师,主要从事玉米栽培技术研究与农业技术推广工作。E-mail:dingdefang123@163.com

柴宗文(1976-),男,甘肃民勤人,高级农艺师,主要从事玉米高产高效栽培技术研究与农业技术推广工作。E-mail:563213516@qq.com

通信作者:赵贵宾(1963-),男,甘肃皋兰,推广研究员,主要从事作物高产高效栽培技术研究与农业技术推广工作。E-mail: 530241799@qq.com

519, Nonghua 101, Nonghua 106 and Lianchuang 808 performed better stability at 2 sites. The two-way average method was also used to make figure for further analysis according to grain-broken rate and grain moisture content, 11 cultivars were selected with lower grain broken rate and grain moisture content than the averages, including Dedan 1002, Zhongzhong 8, Dika 519 and Dika 517 (Suzhou district) with grain-broken rate of less than 5%, Dika 517 (Liangzhou district), Denghai 618, Zhenjin 318, Zhenjin 308, Dan 8201, M753 and zhengde 305 with grain-broken rate between 5% and 8%. Comprehensive evaluation showed that it was recommended that Dika 517, Dika 519 and Denghai 618 with low grain moisture content, high grain-broken resistance, and high yield level were suitable for machine grain harvest in Hexi irrigation district.

Keywords: machine grain harvest; maize varieties; grain moisture content; grain-broken rate; Hexi irrigation district

玉米是河西灌区主要种植的农作物,当前玉米收获方式以机械穗收为主,收穗后还要进行果穗剥皮、晾晒、脱粒和籽粒再晾晒等环节,费时费力、耗能、成本高,如若不能及时晾晒,还易发生霉变,降低玉米品质[1-2]。近年来,玉米机械粒收技术在国内外发展迅速,实现了玉米籽粒田间直接收获,节省了收获果穗后再脱粒过程,节本增效,是我国玉米收获方式的发展趋势[2-4]。玉米机械粒收对品种提出了相应的要求,河西灌区目前种植的高秆、大穗、稀植型品种存在生育期长、抗倒伏能力弱、籽粒脱水速度慢和收获时籽粒含水率过高等问题,不适合机械粒收。美国目前广泛推广种植的机械粒收玉米品种大多具有植株紧凑、耐密植、抗倒伏、生育期短、籽粒脱水快和收获时含水率低等特点,收获时籽粒含水率一般可下降至 15%~20%[5-7]。因此,早熟、耐密、抗倒伏、籽粒脱水快的品种是机械粒收技术推广的关键环节。

本研究主要针对河西灌区开展适宜机械收粒玉米品种的筛选,通过测试不同玉米品种产量水平、收获期籽粒含水率等指标,并结合收获时机械粒收作业质量评价,筛选出适宜河西灌区机械粒收的玉米品种,为区域玉米机械粒收技术的推广提供支撑。

1　材料与方法

1.1　试验设计

本研究于 2014 年、2015 年和 2017 年在位于河西灌区的武威市凉州区和酒泉市肃州区进行,遴选国内表现较好及当地主栽的 72 个品种为供试材料,采用大区种植,每个品种种植面积 0.1 hm^2。凉州区试验地采用全膜双垄沟灌技术,按 40 cm+70 cm 宽窄行种植,每垄 2 行,株距 16 cm,行距 55 cm,保苗 11.25×10^4 株 · hm^{-2}。肃州区试验地采用半膜平作技术,按 40 cm+70 cm 宽窄行种植,每垄 2 行,株距 15 cm,行距 55 cm,保苗 12.13×10^4 株 · hm^{-2}。各试验点供试品种、播种与收获日期、收获机械等基本情况如表 1 所示。收获机型号:凉州区为“约翰迪尔 C110”,配置 8 行无人割台,割幅 6 行,收割速度 0.6 m · s^{-1};肃州区由“花田玉溪”谷物联合收获机改装安装割台,割幅 4 行,收割速度 0.8 m · s^{-1};“中农博远”4YL-5(籽粒型)自走式玉米联合收获机,割幅 4~5 行,收割速度 0.7 m · s^{-1}。

1.2　试验地概况

武威市凉州区试验地海拔 1 535 m,属井水灌区,沙壤土,前茬玉米。土壤含有机质 21.1 g · kg^{-1},全 N 1.05 mg · kg^{-1},碱解氮 120 mg · kg^{-1},有效磷 18.5 mg · kg^{-1},速效钾 102 mg · kg^{-1},pH 值 8.5。

酒泉市肃州区试验地海拔 1 420 m,属井河混灌区,灌漠土,前茬玉米。土壤含有机质 14.26 g · kg^{-1},碱解氮 67.5 mg · kg^{-1},有效磷 17.9 mg · kg^{-1},速效钾 166 mg · kg^{-1},pH 值 8.6。

1.3　田间调查与测产

选择长势均匀的采样区域,收获前调查 10 m 行长的株数,计算收获密度;连续选取 20 株,测量株高、穗位高,并取下全部果穗,调查行粒数、穗行数,称量果穗籽粒重,用 PM8188 谷物水分测定仪测定籽粒含水率,3 次重复,取其平均值。

1.4　收获质量评价

对每个供试品种分别进行机械粒收并测定籽粒含水率、破碎率等指标。参考柴宗文等[8]方法,在测试地块,随机取每品种收割地块机仓内收获的籽粒样品约 2kg,首先用 PM8188 水分测定仪测定含水率,重复 5 次,然后称重量,手工分拣完整粒、破粒,分别称量,计算籽粒破碎率,3 次重复。

籽粒破碎率(%) = 样品中破碎籽粒的质量(kg)/样品籽粒总质量(kg)×100。

表 1 试验设计及栽培管理

Table 1 Experiment design and cultivation management

地点 Site	年份 Year	品种数 Number of cultivars	试验品种 Cultivars	播种日期 Sowing date (m-d)	收获日期 Harvesting date/(m-d)	收获机械 harvesting machine
凉州区 Liangzhou district	2014	20	登海 618 Denghai 618、登海 605 Denghai 605、丹 8201 Dan 8201、中单 909 Zhongdan 909、利民 33 Limin 33、真金 8 号 Zhenjin NO. 8、中种 8 号 Zhongzhong NO. 8、M751、M753、迪卡 516 Dika 516、迪卡 517 Dika 517、迪卡 159 Dika 159、迪卡 519 Dika 519、DL1101、良玉 66 Liangyu 66、联创 808 Liangchuang 808、宁玉 524 Ningyu 524、宁玉 525 Ningyu 525、宁玉 721 Ningyu 721、先玉 335 Xianyu 335	04-10	09-28	约翰迪尔 C110 John Deal C110
	2015	24	辽单 588 Liaodan 588、德单 1002 Dedan 1002、先玉 335 Xianyu 335、联创 808 Liangchuang808、裕丰 303 Yufeng 303、郑单 958 Zhengdan 958、中单 909 Zhongdan 909、京科 968 Jingke 968、迪卡 517 Dika 517 、M753、迪卡 519 Dika 519、锦华 150 Jinhua 150、农华 32 Nonghua 32、农华 101 Nonghua 101、农华 106 Nonghua 106、京农科 728 Jingnongke 728、MC278、登海 618 Denghai 618、登海 178 Denghai178、登海 177 Denghai177、登海 179 Denghai179、正德 305 Zhengde 305、真金 318 Zhenjin 318、真金 308 Zhenjin 308	04-16	10-08	约翰迪尔 C110 John Deal C110
	2017	33	利单 295 Lidan 295、登海 618 Denghai618、农华 101 Nonghua 101、农华 106 Nonghua 106、农华 213 Nonghua 213、增玉 1572 Zengyu 1572、增玉 1317 Zengyu 1317、先玉 335 Xianyu 335、郑单 958 Zhengdan 958、裕丰 303 Yufeng 303、联创 808 Liangchuang 808、中科玉 505 Zhongkeyu 505、联创 825 Liangchuang 825、郑单 528 Zhengdan 528、登海 1739 Denghai1739、登海 1769 Denghai 1769、登海 1786 Denghai 1786、辽单 575 Liaodan 575、辽单 585 Liaodan 585、辽单 586 Liaodan 586、豫单 132 Yudan 132、大成 168 Dacheng 168、郑单 1102 Zhengdan 1102、豫单 9953 Yudan 9953、LA505、泽玉 501 Zeyu 501、泽玉 8911 Zeyu 8911、陕单 628 Shandan 628、陕单 650 Shandan 650、吉单 66 Jidan 66、吉单 558 Jidan 558、优迪 919 Youdi 919、翔玉 998 Xiangyu 998	04-25	09-29	约翰迪尔 C110 John Deal C110
肃州区 Suzhou district	2014	17	郑单 958 Zhengdan 958、联创 808 Liangchuang 808、迪卡 519 Dika 519、M753、五谷 704 Wugu 704、迪卡 517 Dika 517、丹 8201 Dan 8201、中种 8 号 Zhongzhong 8 号、登海 618 Denghai 618、农华 101 Nonghua 101、泰玉 1208 Taiyu 1208、M751、真金 8 号 Zhenjin NO.8、利民 33 Limin 33、迪卡 516 Dika 516、先玉 335 Xianyu 335、DL1101	04-26	10-30	花田玉溪 Huatian yuxi
	2015	19	农华 101 Nonghua 101、农华 32 Nonghua 32、农华 816 Nonghua 816、农华 106 Nonghua 106、登海 618 Denghai 618、登海 178 Denghai 178、陕单 618 Shandan 618、联创 808 Liangchuang 808、京科 968 Jingke 968、中单 909 Zhongdan 909、宁玉 721 Ningyu 721、宁玉 525 Ningyu 525、宁玉 218 Ningyu 218、宁玉 524 Ningyu 524、辽单 588 Liaodan 588、真金 318 Zhenjin 318、真金 308 Zhenjin 308、榆玉 801 Yuyu 801 、先玉 335 Xianyu 335	04-27	10-15	花田玉溪 Huatian yuxi
	2017	9	联创 825Liangchuang 825、陕单 620 Shandan 620、陕单 628 Shandan 628、先玉 1225 Xianyu 1225、吉单 558 Jidan 558、吉单 66 Jidan 66、泽玉 501 Zeyu 501、辽单 586 Liaodan 586、联创 808 Liangchuang 808	04-25	09-29	中农博远 4YL-5 Zhongnong boyuan 4YL-5

1.5 调查数据的统计分析方法

用 Excel 2016 进行数据计算和作图,用 SPSS 23 进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 基于产量和籽粒含水率的玉米品种筛选

各试点玉米供试品种产量与籽粒含水率结果如表 2 所示,在同一年份各参试品种之间产量、籽粒含水率变幅较大,各品种之间产量最大相差 9 862 kg · hm^{-2},籽粒含水率最大相差 13.8%。不同玉米品种收获时籽粒含水率不同,尤其在生长后期籽粒脱水速度也不同。根据研究,玉米籽粒脱水慢、收获时籽粒含水率过高的品种都不适合机械粒收[8]。因此,筛选单产水平高、产量稳定性好、脱水快、籽

粒含水率低的品种是机械粒收技术推广的关键。

根据产量水平和收获时籽粒含水率 2 个指标,采用双向平均作图法[9]将测试品种划归为 4 类,其中,位于第Ⅰ象限的品种表现为籽粒含水率和单产水平均高于平均值;位于第Ⅱ象限的品种为籽粒含水率低于平均值、单产高于平均值;位于第Ⅲ象限的品种为籽粒含水率和单产均低于平均值;位于第Ⅳ象限的品种为籽粒含水率高于平均值、单产低于平均值。适合机械粒收的品种是单产水平高、脱水快的品种,即位于第Ⅱ象限的品种。

将位于第Ⅱ象限的品种汇总于表 3,可以看出在 122 个参试品种(次)中,籽粒含水率低于平均值、单产高于平均值的品种合计 33 个,占比 27.0%。由表 3 结果统计在 2 个点次以上都能位于第Ⅱ象限、年度间表现出稳定性较好的品种包括迪卡 517、登海 618、先玉 335、迪卡 519、农华 101、农华 106 和联创 808 等 7 个品种,这些品种表现出收获时单产水平高、籽粒含水率低的特点,可以作为机械粒收的初步推荐品种。

表 2　供试玉米产量和籽粒含水率

Table 2　The yield and grain moisture content of corn cultivars

地点 Site	年份 Year	品种数 Number of cultivar	产量 Yield/(kg·hm^{-2})		籽粒含水率 Grain moisturecontent/%	
			均值 Average value	变幅 Amplitude	均值 Average value	变幅 Amplitude
凉州区 Liangzhou district	2014	20	16 395	12 267~19 276	31.0	24.5~34.6
	2015	24	16 966	14 844~20 081	25.4	20.3~30.1
	2017	33	15 760	12 293~18 697	28.3	20.2~32.4
肃州区 Suzhou district	2014	17	16 553	13 980~19 402	27.1	22.9~31.8
	2015	19	15 268	10 047~19 909	27.4	21.6~35.4
	2017	9	13 875	11 169~15 823	26.9	21.5~30.3

表 3　参试玉米籽粒含水率低、产量高的品种(位于第Ⅱ象限)

Table 3　Corn cultivars with high yield cultivars and low grain moisture content (located in Ⅱ quadrant)

地点 Site	年份 Year	品种名称 Cultivars	品种数 Number of cultivars	占比/% Percentage
凉州区 Liangzhou district	2014	迪卡 519 Dika 519、良玉 66 Liangyu 66、迪卡 517 Dika 517、宁玉 524 Ningyu 524、登海 618 Denghai 618	5	25.0
	2015	先玉 335 Xianyu 335、正德 305 Zhengde 305、真金 308 Zhenjin 308、真金 318 Zhenjin 318、登海 618 Denghai 618、迪卡 517 Dika 517 、德单 1002 Dedan 1002	7	29.2
	2017	农华 101 Nonghua 101、农华 106 Nonghua 106、先玉 335 Xianyu 335、翔玉 998 Xiangyu 998、吉单 558 Jidan 558、豫单 9953 Yudan 9953、LA505、增玉 1317 Zengyu 1317	8	24.2
肃州区 Suzhou district	2014	中种 8 号 Zhongzhong 8 号、迪卡 519 Dika 519、迪卡 517 Dika 517、丹 8201 Dan 8201、M753	5	29.4
	2015	农华 101 Nonghua 101、农华 106 Nonghua 106、登海 618 Denghai618、联创 808 Liangchuang 808、榆玉 801 Yuyu 801 、先玉 335 Xianyu 335	6	31.6
	2017	泽玉 501 Zeyu 501、联创 808 Liangchuang 808	2	22.2

2.2　基于籽粒含水率与破碎率的玉米品种分类

对各试点选出的籽粒含水率低于平均值、单产水平高于平均值的品种进行机械粒收质量评价,结果表明(图 1),供试品种破碎率均值为 8.9%,籽粒含水率均值为 26.5%,籽粒含水率与破碎率之间呈现出极显著的正相关关系($p<0.01$),两者拟合方程为 $y=0.0941x^2-4.1105x+51.1$,$R^2=0.4323^{**}$,说明含水率高是导致破碎率高的重要因素。进一步利用籽粒含水率和破碎率按双向平均值分析法(图 1)分析,籽粒含水率低于平均值、且破碎率低于平均值的品种(次)有 11 个,包括破碎率低于 5%的品种(次):德单 1002、中种 8 号、迪卡 519 和迪卡 517(肃州区);破碎率在 5%~8%之间的品种(次)6 个:迪卡 517(凉州区)、登海 618、真金 318、真金 308、丹 8201 和 M753 及破碎率位于 8%~8.9% 的正德 305。这些品种表现出较好的耐破碎性能。

2.3　不同收获期玉米破碎率与籽粒含水率的关系

利用 2015 年、2017 年凉州区重复试验品种农华 101、农华 106、先玉 335 和登海 618 两次测试数据(重复试验品种指:这 4 个品种在 2015 年和 2017 年都进行了试验测试,2 次测试数据指:每个品种在 2015 年和 2017 年的测试数据)(图 2)分析可见,相同品种机收时间越迟,籽粒含水率越低,破碎率也越低。因此,对于籽粒含水率偏高的品种适当延迟

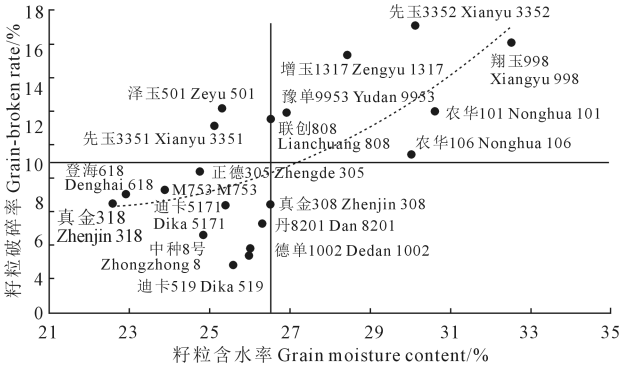
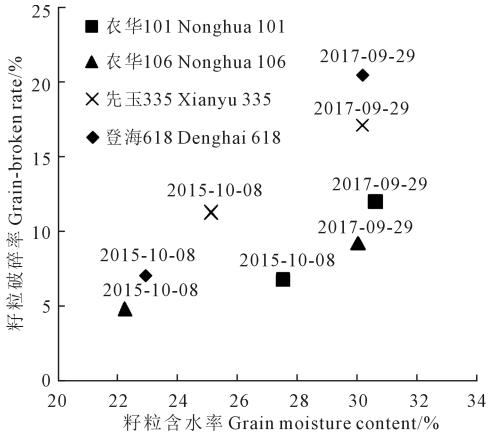


图 1 不同玉米品种籽粒含水率与破碎率的关系

Fig.1 The relationship between grain-broken rate and grain moisture content of different cultivars



注:图中日期表示每个品种在 2015 年和 2017 年不同的收获时间 10 月 8 号和 9 月 29 号。

Note: Date in the chart indicate different harvest times for each variety in 2015-10-08 and 2017-09-29.

图 2 玉米不同收获时期籽粒含水率与破碎率的关系

Fig.2 The relationship between grain moisture content and grain-broken rate of maize at different harvests

收获,可以有效降低破碎率、从而获得更好收获质量。影响玉米收获期籽粒含水量的因素很多,应当着重筛选早熟、脱水快、籽粒短、体积小、穗位适中、抗倒的玉米新品种,才能达到增产增质的效果。

3 讨 论

适宜粒收玉米品种的筛选是机械粒收技术推广的重要环节[2]。收获时子粒含水率偏高导致较高的破碎率是当前影响我国玉米机械粒收技术推广的重要制约因素[2,10];而单产水平又是品种产量潜力及其抗病性、抗逆能力的综合表现,对此,本文采用子粒含水率和单产水平 2 个关键指标,采用双向平均作图法对 72 个供试品种进行了分析,初步筛选出产量水平高、子粒脱水快的迪卡 517、登海 618、先玉 335、迪卡 519、农华 101、农华 106 和联创 808 等 7 个品种。进一步考虑到品种间耐破碎性存在显著的差异,采用籽粒含水率与破碎率 2 个因素按双向平均作图法,筛选出籽粒含水率和破碎率均低于平均值的德单 1002、中种 8 号、迪卡 519、迪卡 517、登海 618、真金 318、真金 308、丹 8201 和 M753 等品种。经过综合评价,推荐籽粒含水率低、耐破碎性好和单产水平高的迪卡 517、迪卡 519 和登海 618 作为河西灌区适宜机械粒收品种。推荐品种近年在河西灌区生产示范中表现出较好的适宜机械粒收性能,表明本文品种筛选方法具有一定的实用性。

籽粒含水率高不仅造成破碎,而且增大烘干成本、增加安全贮藏的难度,已经成为一个重要的经济性状。国内外研究表明,玉米籽粒破碎率最低时的籽粒含水率一般处于 18%~23%之间[11-16],在河西灌区,后期空气干燥,有利于籽粒脱水,通过延迟收获,可以使籽粒含水率下降至适合机械粒收的水平,从而有效降低破碎率,因此,需要进一步根据当地热量资源条件,确定适宜的收获时期,充分挖掘当地热量资源,实现玉米产量和收获质量的协调。此外,与传统生产人工和机械穗收相比,机械粒收玉米后期站秆脱水期间对品种的抗倒性能、落穗性提出了更高的要求,因此,还需要对品种后期的抗倒性、落穗性等进一步鉴定。

4 结 论

本文在河西灌区开展了两地(凉州区、肃州区)3 个年份(2014、2015 和 2017 年)适宜机械粒收品种的筛选,共测试了 72 个品种 122 个品次,得到如下结论:

1)采用籽粒含水率与单产水平 2 个因素按双向平均作图法分析,筛选出籽粒含水率低于平均值、单产高于平均值的品种(次)33 个,占比 27.0%。其中在 2 个点次以上表现出稳定性较好的品种 7 个,包括迪卡 517、登海 618、先玉 335、迪卡 519、农华 101、农华 106 和联创 808。

2)采用籽粒含水率与破碎率 2 个因素按双向平均作图法分析,筛选出破碎率低于平均值、且籽粒含水率低于平均值的品种(次)有 11 个,包括德单 1002、中种 8 号、迪卡 519、迪卡 517(凉州区和肃州区)、登海 618、真金 318、真金 308、丹 8201、M753 和正德 305。

3)综合评价,推荐籽粒含水率低、耐破碎和单产水平高的迪卡 517、迪卡 519 和登海 618 为河西灌区适宜机械粒收玉米品种。

4)在河西灌区适当延迟收获,可以降低籽粒含水率和破碎率,有利于获得更好的收获质量。

(下转第 181 页)