

庄秋丽,黄玉波,徐博涵,等. 黄淮海宜机收籽粒玉米品种典型农艺性状筛选[J]. 江苏农业科学,2024,52(6):89–95.  
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2024.06.012

# 黄淮海宜机收籽粒玉米品种典型农艺性状筛选

庄秋丽<sup>1</sup>, 黄玉波<sup>1</sup>, 徐博涵<sup>1</sup>, 訾 勇<sup>1</sup>, 邓士政<sup>2</sup>, 姜秀芳<sup>1</sup>, 梁 路<sup>1</sup>, 张卫杰<sup>1</sup>

(1. 周口市农业科学院,河南周口 466001; 2. 河南省种子管理站,河南郑州 450046)

**摘要:**通过分析参加 2016—2017 年黄淮海小麦—玉米双机收籽粒试验的不同类型参试玉米品种农艺性状,筛选宜机收籽粒玉米品种的典型农艺性状。不同类型参试玉米品种的不同类型农艺性状的多重比较分析结果表明,国审宜机收籽粒型玉米品种具有以下明显特征:早吐丝、早成熟和生育期短,雄穗分枝数量中等,半松散、半紧凑株型,果穗茎秆角度为 30°~45°,株高 260~280 cm,花丝以青色为主,穗位高 110 cm 左右,最高不能超过 120 cm,穗长较短,13~15 cm,穗粗 5 cm 左右,穗粒重 130 g 左右,千粒重相对较小,产量较高;收获时籽粒含水量低、籽粒破损率低和籽粒损失量小的特点。相关性分析及通径分析结果表明,不同参试玉米品种的株高、穗位高、穗粗、穗行数相互之间呈极显著正相关,穗粒重与吐丝期、成熟期和生育期之间存在显著正相关性,吐丝期、成熟期与生育期之间呈显著或极显著正相关;出苗期、生育期和穗粒重对收获期籽粒含水量具有显著或极显著正效应,而穗行数具有显著负效应;吐丝期和生育期对籽粒损失量具有显著和极显著正效应,而株高、穗位高和穗行数对籽粒损失量具有极显著负效应,穗粗和产量具有显著负效应。综合以上结果,可将筛选黄淮海宜机收籽粒玉米品种的典型农艺性状归结为出苗期、吐丝期、生育期、雄穗分枝数、株高、穗位高、穗粗、穗行数、穗粒重和产量,可为黄淮海宜机收籽粒玉米品种培育提供参考资料。

**关键词:**黄淮海; 机收籽粒; 典型农艺性状; 相关分析; 通径分析

**中图分类号:**S513.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2024)06–0089–07

农业机械化是农业现代化的重要方面。黄淮海小麦—玉米一年两熟轮作区是我国小麦—玉米的优势产区<sup>[1]</sup>,该区域小麦生产基本实现全程机械化,而作为黄淮海生态区常年播种面积约占全国 1/3 的夏玉米<sup>[2]</sup>,由于其植株高大、收获生物量大、品种参差不齐等,导致其收获的机械化程度较低,一定程度上限制了玉米的种植面积。随着玉米育种目标的不断变化和育种手段的不断进步,使培育适宜机械化收获籽粒、早熟、脱水快的玉米新品种成为可能。近些年,适宜机收籽粒的玉米新品种不断涌现,而机收籽粒玉米的面积仅占我国玉米种植面积的 5%~6%<sup>[3]</sup>。实现玉米机收籽粒对玉米新品种的种植推广具有重大意义,同时也是保障国家粮食安全、提高农业效益的重要举措,为进一步夯实农业现代化快速发展之路奠定基础。

机收籽粒型玉米品种因其收获方式的特殊性,

对玉米品种的农艺性状提出了更高的要求。王利强等认为,早熟、脱水快且抗倒、高产才能适宜玉米机收籽粒<sup>[4]</sup>。张莹莹等研究认为,收获期籽粒含水量是机收籽粒型玉米品种的关键限制因子<sup>[3]</sup>。近年来,关于机收籽粒玉米的研究大多集中在玉米籽粒机收质量或性状<sup>[5–10]</sup>以及籽粒脱水速率<sup>[11–15]</sup>等方面。宜机收籽粒型玉米品种的机收性状固然重要,然而机收籽粒玉米品种的农艺性状研究也是必不可少的,农艺性状也许正是影响其机收性状的重要方面。因此,本研究通过对参加区域试验的机收籽粒型玉米品种的农艺性状进行差异性分析、相关性分析和通径分析,筛选出机收籽粒玉米品种的关键农艺性状指标,为黄淮海宜机收籽粒玉米品种培育提供参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

2016—2017 年连续 2 年在周口市农业科学院试验田(114°47'E,33°41'N)布置 21 个机收型玉米品种的区域试验。根据参试品种目前的审定情况,可将 21 个参试品种分为 3 类:国审品种 5 个(丰德存玉 10 号、丰德存玉 13 号、新单 68、新单 58、豫单

收稿日期:2023–06–09

基金项目:全国农技推广项目(编号:农技种函[2016]191号)。

作者简介:庄秋丽(1980—),女,河南扶沟人,硕士,副研究员,主要从事土壤生态及作物栽培研究。E-mail: zhuangql0502@126.com。

通信作者:黄玉波,硕士,副研究员,主要从事作物营养与施肥技术研究。E-mail: 286932434@qq.com。

9953)、省审品种 7 个(强硕 168、迪卡 517、东方红 119、晟玉 88、先玉 1758、京农科 728、创玉 107)和未通过审定的品种 9 个(怀玉 39、怀玉 679、先玉 1458、先玉 1651、东方红 919、百玉 5511、丰德存玉 629、新单 80、伟科 789)。随机、间比排列。按照“双早双晚”技术要求,玉米于每年 6 月 10 日前贴茬机械单粒精量播种,10 月 20 日前采用机械直接收获籽粒的方式收获。小区面积不小于 334 m<sup>2</sup>,种植密度 7.5 万株/hm<sup>2</sup>,16 行播种,行距为间隔 2 垄小麦,株距为 26.6 cm,2 次重复。小区两端设置 6 m 机收作业转弯区,试验地两侧设置 6 行玉米保护区,转弯区和保护区可种植其他品种,并提前收获。

1.2 田间管理及调查记载

除播种、收获时间按照试验要求完成外,其他管理项目同当地大田。前茬小麦秸秆直接覆盖还田,基施“周科”复混肥(氮、磷、钾分别为 30%、8%、8%)600 kg/hm<sup>2</sup>,用烟嘧莠去津化学除草 1 次,人工中耕除草 1 次。同一田间管理措施在 1 d 内完成。农艺性状调查依据《玉米种质资源描述规范》并稍作修改(表 1)执行。

表 1 玉米描述性性状的标准化赋值

植株性状	标准化赋值
芽鞘色	深紫色 = 1, 紫色 = 2, 浅紫色 = 3
雄穗分枝数	<5 个(少) = 1, 5 ~ 10 个(中等) = 2, >10 个(多) = 3
花药颜色	黄色 = 1, 浅黄色 = 2, 浅紫色 = 3, 紫色 = 4
株型	平展型 = 1, 松散 = 2, 半松散 = 3, 半紧凑 = 4, 紧凑 = 5, 特紧凑 = 6
果穗茎秆角度	>50° = 1, 40° ~ 50° = 2, <40° = 3
花丝颜色	青色 = 1, 浅紫色 = 2, 紫色 = 3, 深紫色 = 4
苞叶长短	成熟期记载苞叶长 = 1, 苞叶中等 = 2, 苞叶短 = 3
轴色	白色 = 1, 粉红色 = 2, 红色 = 3, 紫色 = 4
籽粒颜色	黄色 = 1, 黄白色 = 2, 橘黄色 = 3

1.3 数据处理与分析

用 Excel 2010 进行数据处理,利用 SPSS 19.0 对试验数据进行差异性分析、相关性分析以及通径分析,其中不同参试品种类型之间差异性检验采用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 不同类型参试玉米品种的机收性状分析

由表 2 可以看出,国审品种的收获籽粒含水量和籽粒损失量显著低于未通过审定品种,而籽粒破

损率显著低于省审品种。豫单 9953 收获时籽粒含水量最低,为 21.37%,迪卡 517 次之,为 21.85%,丰德存玉 13 号收获籽粒含水量为 23.19%,其余各品种收获籽粒含水量均 >26%。省审品种迪卡 517 的籽粒破损率最高,为 8.2%,国审品种的籽粒破损率差别不大,均在 4% 左右,而省审品种的籽粒破损率变异系数较大,变化范围为 4.1% ~ 8.2%。

各品种机收性状之间显著性差异分析结果显示,不同类型玉米品种籽粒含杂率和果穗脱落率差异不显著,说明这 2 个指标不是检验机收质量的关键指标,但是以豫单 9953 的含杂率最小,为 0.26%,可能是由于其收获时含水量低,更容易脱粒,杂质更容易被吹出,而丰德存玉 13 号、迪卡 517 和新单 58 差别不大,分别为 0.32%、0.33% 和 0.34%。国审玉米品种的籽粒损失量最小,为 27.38 kg/hm<sup>2</sup>,未通过审定品种的籽粒损失量最大,为 105.79 kg/hm<sup>2</sup>。以省审品种晟玉 88 的籽粒损失量最小,仅为 4.11 kg/hm<sup>2</sup>,国审品种丰德存玉 10 号次之,为 12.50 kg/hm<sup>2</sup>;籽粒损失量在同一品种类型不同品种间变异较大,国审玉米品种的机收性状总体上优于省审品种和未通过审定品种,因此,宜机收籽粒玉米品种需要重点考虑收获时籽粒含水量、籽粒破损率和籽粒损失量这 3 个指标。

2.2 不同类型参试玉米品种的农艺性状分析

2.2.1 不同类型参试玉米品种的物候期分析 从表 3 可以看出,参试品种国审品种的出苗期为 5 d 或 6 d,抽雄期为出苗后 40 ~ 43 d,吐丝期为出苗后 40 ~ 45 d,成熟期为出苗后 91 ~ 97 d,生育期为 96 ~ 101 d。省审品种和未通过审定品种的出苗期均为 6 d,省审品种的抽雄期为 41 ~ 46 d,吐丝期为 43 ~ 49 d,成熟期为 94 ~ 106 d,生育期为 99 ~ 108 d。未通过审定品种的抽雄期为 41 ~ 44 d,吐丝期为 44 d 或 47 d,成熟期为 97 ~ 103 d,生育期为 101 ~ 108 d。国审品种的吐丝期、成熟期和生育期显著早于其他类型品种( $P < 0.05$ ),而省审品种和未通过审定品种差异不显著。国审品种的成熟期和生育期与其他类型品种间存在极显著差异( $P < 0.01$ )。这说明机收型玉米品种必须具有早吐丝、早成熟和生育期明显缩短的显著特点。

2.2.2 不同类型参试玉米品种的植株性状分析 根据表 1,对不同品种类型玉米的植株性状进行差异性分析,结果(表 4)表明审定品种间各植株性状间无显著性差异,未通过审定品种的果穗茎秆角度

表 2 不同类型参试玉米品种的机收性状分析

品种类型	品种名称	收获籽粒含水量 (%)	籽粒破损率 (%)	籽粒含杂率 (%)	果穗脱落率 (%)	籽粒损失量 (kg/hm <sup>2</sup> )
国审品种	丰德存玉 10 号	26.17	4.3	0.41	0.00	12.50
	丰德存玉 13 号	23.19	3.7	0.32	0.20	28.50
	新单 68	26.77	3.9	0.36	0.50	30.50
	新单 58	26.10	3.7	0.34	0.20	22.50
	豫单 9953	21.37	3.7	0.26	0.30	42.89
	平均值	24.74a	3.9a	0.34a	0.24a	27.38a
	变异系数(%)	9.43	6.76	16.26	75.69	40.71
省审品种	强硕 168	31.75	7.6	0.81	0.30	18.17
	迪卡 517	21.85	8.2	0.33	0.00	40.56
	东方红 119	26.18	4.1	0.42	0.80	14.72
	晟玉 88	26.91	4.5	0.39	0.30	4.11
	先玉 1758	30.80	7.4	0.76	0.44	217.26
	京农科 728	26.80	4.2	0.36	1.12	120.26
	创玉 107	30.40	5.3	0.28	0.50	166.88
	平均值	27.83ab	5.9b	0.48a	0.49a	83.14ab
	变异系数(%)	12.36	30.00	44.80	74.64	102.23
未通过审定品种	先玉 1458	28.12	5.5	0.48	0.20	39.72
	怀玉 39	26.75	5.6	0.36	2.00	68.95
	怀玉 679	29.50	4.2	0.39	0.22	37.00
	先玉 1651	27.60	5.0	0.46	0.52	198.26
	东方红 919	31.40	4.1	0.61	0.22	112.63
	百玉 5511	27.20	3.4	0.59	0.56	165.76
	新单 80	30.70	4.2	0.63	0.84	108.51
	伟科 789	29.30	3.3	0.58	1.12	104.25
	丰德存玉 629	26.80	4.3	0.44	0.58	117.01
	平均值	28.60b	4.4a	0.50a	0.70a	105.79b
	变异系数(%)	5.96	18.46	19.90	83.84	50.45

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。表 4、表 5 同。

与省审品种间有显著差异( $P<0.05$ ),籽粒颜色和株高与国审品种间具有显著性差异( $P<0.05$ )。结合表 1,发现宜机收籽粒的玉米品种比较优良的植株性状组合为:雄穗分枝数量中等(5~9 个);花药颜色大多为黄色,豫单 9953 和迪卡 517 的花药颜色分别为浅紫色和紫色;株型以半松散、半紧凑为主;果穗茎秆角度为 30°~45°;株高 260~280 cm;花丝颜色以青色为主;穗位高以 110 cm 左右为宜,最高不超过 120 cm。

2.2.3 不同类型参试玉米品种的果穗性状和产量性状分析 由表 5 可以看出,不同参试类型玉米品种的穗长、行粒数、轴粗、出籽率、千粒重和产量之间无显著性差异。国审玉米品种的穗长和行粒数明显比其他类型玉米品种的穗长和行粒数小,穗长最小为 13.19 cm,平均 <15 cm,行粒数最小 24.6

粒,平均约 29 粒,省审品种的穗长和行粒数分别为 16.02 cm、29.4 粒,未通过审定品种的穗长和行粒数分别为 16.54 cm、31.7 粒。国审玉米品种的平均轴粗和产量大于其他品种类型,但差异不显著。

国审玉米品种的穗粗显著高于未通过审定品种( $P<0.05$ ),国审品种的穗行数显著高于省审品种和未通过审定品种( $P<0.05$ ),国审品种玉米的穗粗和穗行数分别为 4.89 cm 和 16.7 行,省审玉米的穗粗和穗行数分别为 4.74 cm 和 13.3 行,未通过审定品种玉米的穗粗和穗行数分别为 4.55 cm 和 11.3 行,穗粗的变异系数均 <6%,国审玉米品种穗行数的变异系数为 9.33%,省审和未通过审定品种穗行数的变异系数分别为 23.11% 和 18.21%,这说明国审玉米品种的穗行数更趋于一致性。不同参试类型玉米品种穗粒重的变异系数相差不大,但

表 3 不同类型参试玉米品种的物候期

品种类型	品种名称	出苗期 (d)	抽雄期 (d)	吐丝期 (d)	生育期 (d)	成熟期 (d)
国审品种	丰德存玉 10 号	6	40	40	95	100
	丰德存玉 13 号	6	42	44	91	96
	新单 68	5	43	45	97	101
	新单 58	6	41	41	93	98
	豫单 9953	5	41	43	93	97
	平均值	6aA	41aA	43aA	94aA	98aA
省审品种	强硕 168	6	43	46	98	103
	迪卡 517	6	42	44	102	107
	东方红 119	6	42	43	97	102
	晟玉 88	6	41	44	94	99
	先玉 1758	6	46	49	106	111
	京农科 728	6	41	44	99	104
	创玉 107	6	42	44	103	108
	平均值	6bA	42aA	45bA	100bB	105bB
未通过审定品种	怀玉 39	6	44	47	96	101
	怀玉 679	6	42	44	99	104
	先玉 1458	6	42	44	97	102
	先玉 1651	6	44	47	102	107
	东方红 919	6	41	44	102	107
	百玉 5511	6	42	44	99	104
	新单 80	6	41	44	103	108
	伟科 789	6	42	44	103	108
	丰德存玉 629	6	41	44	99	104
	平均值	6bA	42aA	44bA	100bB	105bB

注:同列数据后不同小写字母、大写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )、极显著( $P<0.01$ )。

是国审玉米品种的穗粒重显著低于未通过审定玉米品种( $P<0.05$ ),为 124.9 g,豫单 9953 的穗粒重最小,为 103.0 g;省审品种的穗粒重为 134.7 g,国审品种与省审品种之间差异不显著,因此,可以将穗粒重作为机收籽粒玉米品种选育过程中需要考虑的指标。国审玉米品种的千粒重相对较小,为 307.76 g,省审和未通过审定品种的千粒重分别为 333.50、324.77 g。通过以上分析,推测适合机收籽粒的玉米品种的果穗性状和产量性状表现为:穗长较短,为 13~15 cm,穗粗 5 cm 左右,穗粒重 130 g 左右,千粒重相对较小,产量较高。

2.3 不同类型参试玉米品种农艺性状的相关性分析和通径分析

根据不同参试玉米品种各农艺性状间的相关性分析结果,选取相互间相关性较高的农艺性状指标进行分析。由表 6 可以看出,收获籽粒含水量与穗粒重和穗长呈极显著和显著正相关关系( $r =$

0.622<sup>\*\*</sup>和 $r = 0.481^*$ ),而与穗行数呈显著负相关( $r = -0.444^*$ );籽粒损失量与株高、穗位高、穗行数和产量呈极显著负相关关系,相关系数变化范围为 $-0.775 \sim -0.530$ 。不同的机收性状与不同的物候期之间存在不同程度的相关性:收获籽粒含水量与出苗期、成熟期和生育期之间存在显著的正相关关系( $r = 0.471^*$ 、 $r = 0.435^*$ 和 $r = 0.466^*$ ),籽粒损失量与吐丝期呈显著正相关关系( $r = 0.461^*$ ),与成熟期和生育期之间呈极显著正相关关系( $r = 0.693^{**}$ 和 $r = 0.686^{**}$ )。

不同参试玉米品种的株高、穗位高、穗粗、穗行数相互之间极显著正相关,株高、穗位高分别与产量呈显著正相关关系( $r = 0.516^*$ 和 $r = 0.518^*$ ),穗行数与穗粗以及穗粒重与穗长、行粒数之间呈极显著正相关关系。株高、穗粗、穗行数与成熟期、生育期之间呈极显著负相关关系,穗粒重与吐丝期、成熟期和生育期之间存在显著相关性。

不同参试玉米品种的出苗期与其他物候期之间无显著相关性,抽雄期与吐丝期以及成熟期与生育期之间呈极显著正相关( $r = 0.881^{**}$ 和 $r = 0.996^{**}$ ),吐丝期与成熟期、生育期之间存在显著正相关关系( $r = 0.453^*$ 和 $r = 0.442^*$ ),这说明玉米抽雄期和吐丝期决定玉米的成熟期。

根据相关性分析结果,分别选取机收性状的收获籽粒含水量和籽粒损失量作为因变量,其余农艺性状作为自变量,进行逐步回归分析,删除直接通径系数绝对值 $<0.5$ 的性状。由表 7 可知,籽粒含杂率、行粒数、株高、穗粗和生育期对收获籽粒含水量的直接通径系数均为负值,雄穗分枝数、穗行数、穗粒重、产量、出苗期和吐丝期对收获籽粒含水量的直接通径系数为正值,因受其他农艺性状对这些农艺性状影响的间接作用,导致籽粒含杂率、行粒数、产量和吐丝期对收获籽粒含水量具有正效应,但不显著,穗粒重和出苗期对收获籽粒含水量的正效应分别降低到 0.622 和 0.471,生育期的正效应提高到 0.466,雄穗分枝数、株高、穗粗对收获籽粒含水量具有不显著负效应,穗行数的负效应为 0.444。收获籽粒含水量、籽粒含杂率、株高、穗粗、行粒数和生育期对籽粒损失量的直接通径系数均为正值,而雄穗分枝数、穗位高、穗行数、穗粒重、产量、出苗期和吐丝期对籽粒损失量的直接通径系数均为负值,同样因受其他农艺性状对这些农艺性状影响的间接作用,导致籽粒收获含水量、籽

表 4 不同类型参试玉米品种的植株性状分析

品种类型	品种名称	芽鞘色	雄穗 分枝数	花药 颜色	株型	果穗茎 秆角度	花丝 颜色	苞叶 长短	轴色	籽粒 颜色	株高 (cm)	穗位高 (cm)	空秆率 (%)
国审品种	丰德存玉 10 号	深紫色	2	黄	半松散	30°~45°	青	中	浅红	黄	263.5	103.6	1.7
	丰德存玉 13 号	深紫色	1	黄	半松散	30°	浅紫	短	红色	黄红	271.9	102.9	1.3
	新单 68	紫色	2	黄	松散	20°	浅紫	长	红色	黄红	325.3	150.3	2.3
	新单 58	浅紫色	2	黄	半紧凑	45°~60°	青	长	浅红色	黄	280.0	112.9	2.1
	豫单 9953	紫色	2	浅紫	半紧凑	20°	青	中	浅红色	黄红	273.8	100.4	3.0
	平均值	1.80a	2.00a	1.40a	3.20a	2.40ab	1.40a	1.8a	2.4a	2.2a	282.9a	114.0a	2.1a
省审品种	强硕 168	浅紫色	2	黄	半松散	<30°	青	长	深红色	浅黄色	311.8	129.2	6.2
	迪卡 517	浅紫色	2	紫	松散	20°	青	长	红色	黄色	266.3	118.9	0.8
	东方红 119	深紫色	2	黄	松散	30°	青	长	浅红色	黄色	279.5	108.0	1.6
	晟玉 88	紫色	2	黄	半紧凑	30°	浅紫	长	红色	浅黄色	294.5	118.5	1.0
	先玉 1758	紫色	2	黄	半平展	20°~30°	浅紫色	长	深红色	黄色	233.1	102.3	0.0
	京农科 728	紫色	2	黄	半紧凑	<30°	紫色	长	浅红色	黄色	215.6	97.6	0.2
	创玉 107	紫色	2	黄	紧凑	30°	淡紫色	长	红色	黄红色	196.2	78.9	0.0
	平均值	2.14a	2.00a	1.43a	3.00a	3.00a	1.86a	1.0a	3.0a	1.6ab	256.7ab	107.6a	1.4a
未通过审 定品种	怀玉 39	深紫色	1	黄	紧凑	30°~45°	浅紫	长	深红色	黄色	324.3	131.5	1.6
	怀玉 679	紫色	3	黄色	半平展	30°~45°	淡紫色	长	红色	黄色	199.7	89.0	0.3
	先玉 1458	紫色	2	淡黄	半紧凑	20°~30°	浅紫	中	红色	浅黄色	328.3	117.9	3.7
	先玉 1651	紫色	1	黄色	半紧凑	45°~60°	淡青色	长	浅红色	黄色	223.9	96.2	0.3
	东方红 919	浅紫色	2	黄色	紧凑	<30°	青色	长	浅红色	黄色	169.9	79.1	0.3
	百玉 5511	紫色	2	紫色	半平展	<30°	青色	长	白色	黄色	178.1	82.0	0.3
	新单 80	紫色	2	黄色	紧凑	30°	深紫色	长	白色	黄色	214.1	98.1	0.0
	伟科 789	深紫色	2	淡紫色	紧凑	30°~45°	淡紫色	短	红色	黄色	213.3	103.6	1.3
	丰德存玉 629	紫色	2	乳白色	特紧凑	>45°	淡紫色	短	浅红色	黄色	183.0	78.2	0.2
	平均值	1.89a	1.78a	1.67a	4.00a	2.22b	2.00a	1.6a	2.3a	1.1b	226.1b	97.3a	0.9a

注:表中描述性性状指标的平均值是标准化赋值的平均值。

粒含杂率、穗粒重和出苗期对籽粒损失量具有不显著正效应,吐丝期对籽粒损失量的正效应提高到 0.461,而生育期的正效应降低到 0.686,株高、穗位高和穗行数对籽粒损失量具有极显著负效应,穗粗和产量的显著负效应分别为 0.435 和 0.530。

3 讨论与结论

黄淮海小麦—玉米一年两作区是我国重要的粮—粮轮作模式区域,黄淮海平原将是我国农业现代化发展的先行区域。在此区域选择适宜的玉米品种和收获时期,实施夏玉米机械直接收获籽粒是可行的<sup>[16]</sup>。近些年,黄淮海区域机收籽粒型玉米品种田间鉴定试验,成为玉米品种选育过程中的一项重要内容。通过对本试验结果的综合分析,发现机收籽粒型玉米品种的优异农艺性状组合为:物候期表现为早吐丝、早成熟和生育时期明显缩短的显著特点;植株性状表现为雄穗分枝数量中等,株型以半松散、半紧凑为主,果穗茎秆角度为 30°~45°,株

高 260~280 cm,花丝以青色为主,穗位高 110 cm 左右,最高不能超过 120 cm;果穗和产量性状表现为穗长较短,13~15 cm,穗粗 5 cm 左右,穗粒重 130 g 左右,千粒重相对较小,产量较高;机收性状表现为收获时籽粒含水量低、籽粒破损率低和籽粒损失量小。本研究筛选出的宜机收籽粒玉米品种的典型农艺性状与前人的研究结果<sup>[3,9,17~20]</sup>基本一致,其中关于株型和果穗茎秆角度对机收性状影响的报道较为少见。张莹莹等研究认为,为获得收获期籽粒含水量低的品种,应重点选育穗粗较细的材料<sup>[3]</sup>。株高、穗位高可以作为玉米机械粒收质量的鉴定指标<sup>[9]</sup>。尚赏等建议在选育适宜机收的玉米品种时,可以着重于穗位较低、穗粗较细等生物学性状的选择<sup>[17]</sup>。籽粒含水量的动态变化与茎秆、穗轴直径、雄穗分枝数、果穗长、果穗粗和苞叶含水量均呈极显著正相关,与株高呈显著负相关<sup>[18]</sup>。有研究认为,在黄淮海籽粒玉米品种选育过程中应注意适当控制玉米的生育期和株高,在低密度条件下要

表 5 不同类型参试玉米品种的果穗性状和产量性状分析

品种类型	品种名称	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	轴粗 (cm)	穗粒重 (g)	出籽率 (%)	千粒重 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
国审品种	丰德存玉 10 号	13.19	4.95	15.6	24.6	2.69	108.2	87.05	331.40	9 557.3
	丰德存玉 13 号	18.05	4.84	15.6	34.3	2.61	141.6	88.52	319.40	9 851.1
	新单 68	14.01	5.03	15.7	28.5	2.66	140.9	88.40	319.20	9 515.7
	新单 58	15.72	4.96	18.0	30.6	2.78	131.0	88.10	291.30	8 929.5
	豫单 9953	13.43	4.68	18.8	26.8	2.66	103.0	87.21	277.50	8 616.2
	平均值	14.88 <sub>a</sub>	4.89 <sub>a</sub>	16.7 <sub>a</sub>	28.9 <sub>a</sub>	2.68 <sub>a</sub>	124.9 <sub>a</sub>	87.86 <sub>a</sub>	307.76 <sub>a</sub>	9 293.9 <sub>a</sub>
	变异系数(%)	13.64	2.79	9.33	12.85	2.36	14.60	0.78	7.29	5.44
省审品种	强硕 168	19.37	4.94	16.5	34.3	2.62	157.9	87.69	316.90	9 846.6
	迪卡 517	15.93	4.58	15.9	29.0	2.56	112.9	85.35	294.73	8 236.5
	东方红 119	15.85	4.72	13.8	27.3	2.59	113.5	82.71	354.50	9 981.2
	晟玉 88	14.19	4.99	16.3	27.1	2.76	111.4	84.33	299.40	8 409.3
	先玉 1758	16.35	4.68	10.5	32.3	2.68	154.5	87.62	354.73	7 591.8
	京农科 728	14.93	4.70	9.8	27.7	2.75	142.2	89.34	381.93	7 202.6
	创玉 107	15.51	4.60	10.1	28.4	2.58	150.1	87.01	332.33	6 905.6
	平均值	16.02 <sub>a</sub>	4.74 <sub>ab</sub>	13.3 <sub>b</sub>	29.4 <sub>a</sub>	2.65 <sub>a</sub>	134.7 <sub>ab</sub>	86.29 <sub>a</sub>	333.50 <sub>a</sub>	8 310.5 <sub>a</sub>
	变异系数(%)	10.25	3.37	23.11	9.43	3.12	15.73	2.63	9.62	14.64
未通过审定品种	怀玉 39	16.28	5.02	14.8	32.3	2.68	148.9	84.49	339.50	9 448.4
	怀玉 679	15.98	4.55	10.3	30.4	2.53	151.4	87.96	339.75	8 486.1
	先玉 1458	18.87	4.54	14.8	34.6	2.52	151.9	86.57	326.70	9 366.0
	先玉 1651	15.25	4.70	10.0	29.2	2.76	140.7	86.81	329.68	8 785.7
	东方红 919	17.55	4.18	10.9	31.1	2.51	144.0	86.13	322.85	8 125.7
	百玉 5511	13.05	4.30	8.7	22.4	2.58	104.9	88.04	312.93	7 139.7
	新单 80	16.98	4.63	10.8	35.3	2.64	174.3	86.21	324.45	9 876.6
	伟科 789	17.35	4.70	11.0	36.3	2.71	181.6	88.85	313.80	9 333.5
	丰德存玉 629	17.55	4.35	11.0	34.1	2.67	144.7	84.08	313.25	8 489.4
	平均值	16.54 <sub>a</sub>	4.55 <sub>b</sub>	11.3 <sub>b</sub>	31.7 <sub>a</sub>	2.62 <sub>a</sub>	149.2 <sub>b</sub>	86.57 <sub>a</sub>	324.77 <sub>a</sub>	8 783.4 <sub>a</sub>
	变异系数(%)	10.15	5.56	18.21	13.35	3.46	14.57	1.84	3.20	9.52

表 6 不同参试玉米品种农艺性状的相关性分析结果

性状	相关系数											
	株高	穗位高	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	穗粒重	产量	出苗期	吐丝期	成熟期	生育期
收获籽粒含水量	-0.233	-0.148	0.481 *	-0.191	-0.444 *	0.395	0.622 **	0.105	0.471 *	0.305	0.435 *	0.466 *
籽粒损失量	-0.666 **	-0.575 **	-0.109	-0.435 *	-0.775 **	-0.033	0.261	-0.530 **	0.143	0.461 *	0.693 **	0.686 **
株高		0.905 **	0.084	0.691 **	0.811 **	0.041	-0.179	0.516 *	-0.110	0.030	-0.532 **	-0.527 **
穗位高			0.027	0.652 **	0.655 **	0.060	-0.045	0.518 *	-0.146	0.149	-0.294	-0.299
穗长				-0.058	-0.004	0.867 **	0.678 **	0.247	0.337	0.301	0.132	0.158
穗粗					0.618 **	0.047	0.002	0.252	-0.160	0.028	-0.536 **	-0.536 **
穗行数						-0.044	-0.395	0.397	-0.201	-0.313	-0.710 **	-0.709 **
行粒数							0.845 **	0.341	0.072	0.335	0.161	0.163
穗粒重								0.129	0.102	0.429 *	0.440 *	0.437 *
抽雄期									0.106	0.881 **	0.358	0.358
吐丝期											0.453 *	0.442 *
成熟期												0.996 **

注：\*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著、极显著相关。表 7 同。

表 7 收获籽粒含水量和籽粒损失量与主要农艺性状的通径系数

收获籽粒含水量			籽粒损失量		
性状	直接通径系数	相关系数	性状	直接通径系数	相关系数
籽粒含杂率	-0.713	0.008	收获籽粒含水量	0.731	0.303
雄穗分枝数	1.226	-0.174	籽粒含杂率	0.615	0.033
株高	-0.967	-0.233	雄穗分枝数	-0.971	-0.174
穗粗	-1.042	-0.191	株高	0.917	-0.666 **
穗行数	1.958	-0.444 *	穗位高	-0.553	-0.575 **
行粒数	-3.020	0.395	穗粗	0.915	-0.435 *
穗粒重	3.465	0.622 **	穗行数	-1.704	-0.775 **
产量	1.078	0.105	行粒数	2.449	-0.033
出苗期	1.375	0.471 *	穗粒重	-2.901	0.261
吐丝期	1.213	0.305	产量	-0.867	-0.530 *
生育期	-1.182	0.466 *	出苗期	-1.110	0.143
			吐丝期	-0.879	0.461 *
			生育期	1.137	0.686 **

降低穗位高<sup>[19]</sup>。还有研究结果表明,在机收品种选育时要兼顾穗位和穗长<sup>[7]</sup>。

相关性分析结果表明,不同参试玉米品种的株高、穗位高、穗粗、穗行数相互之间呈极显著正相关,穗粒重与吐丝期、成熟期和生育期之间存在显著正相关性;出苗期与其他物候期之间无显著相关性,吐丝期、成熟期与生育期之间呈显著或极显著正相关;结合通径分析结果,出苗期、生育期和穗粒重对收获期籽粒含水量具有显著或极显著正效应,而穗行数具有显著负效应;吐丝期和生育期对籽粒损失量具有显著和极显著正效应,而株高、穗位高和穗行数对籽粒损失量具有极显著负效应,穗粗和产量具有显著负效应。张向前等研究认为,产量与总落粒率呈显著负相关关系<sup>[21]</sup>;生育期延长造成玉米收获时籽粒含水量较高的缺点,严重制约了玉米籽粒机收的发展<sup>[22]</sup>。冯勇等研究认为,相同熟期组内,生育期与收获期籽粒含水率皆呈正相关关系,特别是中晚熟和晚熟组达到显著正相关,生育期偏长是收获期籽粒含水率偏高的主要原因<sup>[5]</sup>。

综上所述,可将筛选黄淮海宜机收籽粒玉米品种的典型农艺性状归结为出苗期、吐丝期、生育期、株高、雄穗分枝数、穗位高、穗粗、穗行数、穗粒重和产量。因此在宜机收籽粒玉米品种选育过程中尤其要重视种质资源这些农艺性状的筛选。

致谢:特别感谢时任周口市农业科学院副院长殷贵鸿研究员对本项目的落地和实施提供的帮助

和建议!

参考文献:

[1]邱 军,邓士政,郑天存,等. 黄淮海区小麦玉米双机收籽粒模式探索与实践[J]. 中国农技推广,2017,33(11):5-7.

[2]郑天存,戴景瑞,马志强,等. 黄淮海区域小麦、玉米双机收籽粒:实施措施及建议[J]. 农学学报,2016,6(8):1-3,28.

[3]张莹莹,卢道文,孙海潮,等. 黄淮海区域玉米收获期籽粒含水量与主要农艺性状的相关分析和通径分析[J]. 江苏农业科学,2022,50(13):119-123.

[4]王利强,张任领,何东伟,等. 河南省不同类型玉米杂交种籽粒脱水性研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(16):93-97.

[5]冯 勇,宋国栋,侯旭光. 玉米品种试验中宜机收指标的探讨[J]. 北方农业学报,2018,46(1):21-24.

[6]肖 宇,刘青松,徐玉鹏,等. 华北地区玉米机收籽粒与机收果穗性能及效益初析[J]. 作物研究,2018,32(1):15-17.

[7]魏常敏,周文伟,许卫猛,等. 机收玉米籽粒破损率与农艺性状的关联分析[J]. 作物研究,2020,34(5):431-434.

[8]尚 赏,汤其宁,张 艳,等. 不同夏玉米品种影响籽粒机收质量的关键因素[J]. 山西农业科学,2020,48(11):1796-1800.

[9]张凯旋,俞新华,王雨晴,等. 不同春玉米品种穗部及籽粒性状对机收品质的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(8):79-83.

[10]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.

[11]王利强,张任领,何东伟,等. 河南省不同类型玉米杂交种籽粒脱水性研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(16):93-97.

[12]孙瑞东. 适宜机收玉米籽粒灌浆及脱水速率研究[D]. 长春:吉林农业大学,2020:22-23.

[13]杨瑞晗,许海涛. 夏玉米品种籽粒灌浆、脱水及机收特性研究[J]. 湖南农业科学,2020(5):13-16.

[14]徐田军,张 勇,赵久然,等. 宜机收籽粒玉米品种冠层结构、光合及灌浆脱水特性[J]. 作物学报,2022,48(6):1526-1536.

[15]张万旭,王克如,谢瑞芝,等. 玉米机械收获籽粒破碎率与含水率关系的品种间差异[J]. 玉米科学,2018,26(4):74-78.

[16]谢瑞芝,雷晓鹏,王克如,等. 黄淮海夏玉米籽粒机械收获研究初报[J]. 作物杂志,2014(2):76-79.

[17]尚 赏,郭书亚,张 艳,等. 豫东地区夏玉米籽粒直接机收研究初报[J]. 山东农业科学,2017,49(2):85-88.

[18]李树岩,任丽伟,刘天学,等. 品种主要农艺性状与夏玉米机收指标相关分析[J]. 气象与环境科学,2019,42(4):16-21.

[19]别 海,陈一岩,王保林,等. 不同密度条件下黄淮海夏玉米产量与相关性状的通径分析[J]. 作物研究,2022,36(3):203-206,214.

[20]张凯旋,俞新华,王雨晴,等. 不同春玉米品种穗部及籽粒性状对机收品质的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(8):79-83.

[21]张向前,鉴军帅,路致远,等. 玉米品种籽粒机收质量和指标相关性影响的研究[J]. 中国农机化学报,2018,39(2):1-6,41.

[22]王进军,桑立君. 玉米籽粒机收发展及其与品种的关系[J]. 东北农业科学,2020,45(3):22-24,40.