

卢道文,张莹莹,李永江,等. 8 个玉米杂交种籽粒脱水特性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):122-125.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.026

8 个玉米杂交种籽粒脱水特性研究

卢道文, 张莹莹, 李永江, 宋俊乔, 牛永锋, 孙海潮, 芦连勇, 董文恒, 张晓辉, 崔俊明
(安阳市农业科学院,河南安阳 455000)

摘要:玉米收获时籽粒含水量是限制籽粒机收的关键因素。选用郑单 958、先玉 335、华美 1 号等 8 个玉米品种为试验材料,对籽粒、苞叶、穗轴的含水量及脱水速率进行分析。结果表明,不同品种间的籽粒含水量、籽粒脱水速率差异极显著;不同品种间的苞叶、穗轴含水量差异极显著。籽粒含水量与苞叶含水量呈极显著正相关;籽粒脱水速率与籽粒含水量、苞叶含水量呈极显著负相关;籽粒脱水速率与穗轴脱水速率呈极显著正相关。不同品种籽粒含水量在收获时差异明显,华美 1 号、先玉 335、迪卡 517、安玉 308 这 4 个玉米品种收获时产量高、籽粒含水量低,平均脱水速率较快,收获时含水量符合籽粒机收的要求;郑单 958、迪卡 516 生理成熟后籽粒脱水速率较快,适时晚收对这 2 个品种很重要;联创 808 生理成熟后籽粒脱水速度慢,收获时含水量高,不适宜机收。

关键词:玉米;籽粒含水量;脱水速率;籽粒机收

中图分类号: S513.037 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)12-0122-04

在工业化、城镇化和现代化快速推进过程中,农业逐步实现集约化生产,玉米全程机械化作业,特别是籽粒机收是未来玉米生产的发展趋势和方向^[1-2]。籽粒机收玉米目前只占全国玉米种植面积的 5%~6%^[3-6],且生产中适宜籽粒机收的品种比较少,大多数品种收获时籽粒含水量偏高,尤其是黄淮海一年两熟的种植模式,玉米的生育期较东北地区短,种植密度、生理成熟期、脱水速率等相关性状之间要充分协调才能实现籽粒机收^[7]。推广籽粒机收品种能极大地降低收获时籽粒破损率、杂质率及收获后籽粒的烘干成本,是玉米实现全程机械化的关键环节^[8-10]。收获时籽粒含水量高低是影响玉米收获品质的关键因素,收获时的籽粒含水量在 22%~25%较为合适^[11]。收获时籽粒含水量是由生理成熟时籽粒含水

量和生理成熟后的籽粒脱水速率共同决定的^[12],在推广籽粒机收的过程中,明确收获时籽粒含水量对筛选宜机收品种、确定收获时间非常重要。对此本试验研究了 8 个不同玉米品种的籽粒、苞叶、穗轴含水量、脱水速率及与相关性状的关系,对 8 个品种籽粒脱水快慢进行了综合比较,为玉米籽粒机收品种的筛选、最佳收获时期的确定提供了参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料及特性

供试品种:安玉 308、郑单 958、先玉 335、华美 1 号、迪卡 517、迪卡 516、联创 808、宇玉 30。品种特性为 2017 年田间调查数据,具体见表 1。

表 1 不同玉米品种特性及产量

品种	株高 (cm)	穗位 (cm)	穗长 (cm)	秃尖 (cm)	穗粗 (cm)	轴粗 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	穗型	粒型	轴色	百粒质量 (g)	产量 (kg/hm ²)
安玉 308	263	103	17.8	3.3	4.6	2.4	14.7	32.5	筒型	半马齿	红	32.0	11 446
郑单 958	241	112	17.3	1.2	5.0	2.7	15.0	32.7	筒型	半马齿	白	31.5	10 293
先玉 335	305	125	18.4	2.2	4.7	2.3	17.0	35.0	筒型	半硬	红	32.2	13 036
华美 1 号	224	83	18.3	1.9	4.7	2.4	17.0	35.7	筒型	马齿	红	26.9	10 775
迪卡 517	243	120	15.6	2.7	4.5	2.3	19.0	27.5	筒型	马齿	红	28.5	11 086
迪卡 516	252	107	17.5	1.6	4.4	2.2	15.0	35.5	筒型	硬	红	27.5	10 922
联创 808	276	110	19.5	2.1	4.9	2.3	15.3	34.2	筒型	半马齿	红	33.8	12 377
宇玉 30	266	112	18.0	1.6	4.6	2.4	16.8	30.2	筒型	硬	红	31.5	9 012

1.2 试验设计

试验在安阳市农业科学院柏庄试验基地进行。于 2017 年 6 月 11 日播种,10 月 2 日收获。采用随机区组设计,密度

75 000 株/hm²,8 行区,行长 5 m,3 次重复。人工套袋统一授粉,自授粉后 35 d 开始取样,每 7 d 取样 1 次,共 5 次。每个重复选取整齐一致的 2 穗,3 次重复。取样后把果穗分成籽粒、苞叶、穗轴 3 个部分,人工脱其玉米穗中部籽粒,分别称其鲜质量,之后放入烘箱 105 ℃杀青 30 min,80 ℃烘干至恒质量,称干质量。分别计算籽粒、苞叶、穗轴含水量。含水量=(鲜质量-烘干质量)/鲜质量×100%;脱水速率=(前 1 次含水量-后 1 次含水量)/2 次取样相隔天数。最后 1 次取样后对每个小区中间 2 行进行测产与考种。

收稿日期:2018-01-26

基金项目:河南省现代农业产业技术体系建设专项(编号:S2015-02-G03)。

作者简介:卢道文(1971—),男,河南清丰人,副研究员,主要从事玉米遗传育种与种质资源创新研究。E-mail:aynkyy@163.com。

1.3 数据处理与分析

利用 Excel 2010 计算籽粒、苞叶、穗轴含水量和脱水速率,利用 DPS 7.50 软件对试验数据进行方差分析、多重比较和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种、不同取样时间籽粒含水量方差分析与多重比较

由表 2 可知,8 个品种间籽粒含水量、不同取样时间的籽粒含水量、不同品种与取样时间互作差异均极显著。对不同玉米品种籽粒含水量均值进行比较,变化幅度比较大。其中,联创 808 的籽粒含水量最高,平均为 36.03%,与其他 7 个玉米品种差异极显著($P<0.01$)。宇玉 30 的籽粒含水量最低,平均为 29.20%,与迪卡 517、华美 1 号差异不显著。迪卡 517、华美 1 号、先玉 335 品种间籽粒含水量差异不显著。籽粒平均含水量由小到大依次是宇玉 30、迪卡 517、华美 1 号、先玉 335、安玉 308、迪卡 516、郑单 958、联创 808。

表 2 不同玉米品种各取样时间籽粒含水量方差分析与多重比较

籽粒含水量方差分析				不同品种多重比较	
变异来源	自由度	均方	<i>F</i> 值	品种名称	籽粒含水量均值(%)
品种	7	91.59	54.18 **	联创 808	36.03A
取样时间	4	1332.91	788.42 **	郑单 958	34.59B
品种×取样时间	28	10.39	6.15 **	迪卡 516	33.68BC
重复	2	1.68	1.00	安玉 308	32.67C
误差	78	1.69		先玉 335	31.02D
总变异	119			华美 1 号	30.21DE
				迪卡 517	29.83DE
				宇玉 30	29.20E

注:同列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。“*”“**”分别表示显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。下表同。

表 3 不同品种各取样时间籽粒含水量多重比较

取样时间	籽粒含水量(%)							
	安玉 308	郑单 958	先玉 335	华美 1 号	迪卡 517	迪卡 516	联创 808	宇玉 30
授粉后 35 d	43.70A	41.01A	41.44A	42.01A	40.13A	42.71A	43.14A	38.84A
授粉后 42 d	37.18B	37.37B	37.33B	36.02B	34.97B	38.04B	38.97B	34.55B
授粉后 49 d	33.11C	35.25C	31.48C	31.52B	28.64C	33.03C	34.95C	31.04C
生理成熟时	26.42D	32.97D	24.30D	22.49C	24.58CD	30.05C	32.42D	22.51D
收获时	22.96E	26.33E	20.55E	18.99C	20.84D	24.54D	30.69E	19.04E

2.2 不同玉米品种籽粒脱水速率方差分析与多重比较

不同品种籽粒脱水速率、不同阶段籽粒脱水速率、不同品种与阶段互作差异均极显著(表 4)。其中华美 1 号的籽粒脱水速率最快,平均为 0.82%/d,与郑单 958、联创 808 差异极显著,与其他 5 个品种差异不显著。联创 808 的籽粒脱水速率最慢,平均为 0.44%/d,与迪卡 516、郑单 958 差异不显著。籽粒平均脱水速率由快到慢依次是华美 1 号、先玉 335、安玉 308、宇玉 30、迪卡 517、迪卡 516、郑单 958、联创 808。

8 个品种授粉后 35~42 d 的平均籽粒脱水速率为 0.69%/d;授粉后 42~49 d 平均为 0.63%/d;授粉后 49 d 至生理成熟平均为 0.77%/d,这一阶段脱水速率最快;生理成熟至收获平均为 0.57%/d。整体上呈现出“快—慢—快—慢”的趋势。

郑单 958、先玉 335、联创 808 在不同取样阶段的籽粒脱

水速率差异极显著,其他 5 个参试品种差异不显著(表 5)。从品种角度看,安玉 308、先玉 335、华美 1 号、宇玉 30 在授粉后 49 d 至生理成熟时脱水最快,迪卡 516、联创 808 在这一阶段最慢。迪卡 517 前 2 个阶段脱水较快。安玉 308、先玉 335、宇玉 30 生理成熟前籽粒脱水速率分别为 0.58%/d、0.57%/d、0.54%/d,安玉 308、宇玉 30 各阶段籽粒脱水速率差异不显著,籽粒快速脱水持续时间长;先玉 335 籽粒脱水速率差异极显著,但是生理成熟前 3 个阶段籽粒平均脱水速率快,尤其是授粉后 49 d 至生理成熟达 1.03%/d。

2.3 各阶段品种间籽粒脱水速率方差分析与多重比较

授粉后 35~42 d 不同品种间籽粒平均脱水速率差异不显著;授粉后 42~49 d 籽粒平均脱水速率差异显著,迪卡 517、先玉 335 较快;授粉后 49 d 至生理成熟时籽粒平均脱水速率差异极显著,其中华美 1 号、宇玉 30、先玉 335、安玉 308

表 4 不同玉米品种籽粒脱水速率方差分析与多重比较

籽粒脱水速率方差分析				不同品种多重比较	
变异来源	自由度	均方	<i>F</i> 值	品种名称	籽粒脱水速率均值(%)
品种	7	0.19	4.22**	华美 1 号	0.82A
阶段	3	0.18	4.17**	先玉 335	0.75AB
品种×阶段	21	0.20	4.46**	安玉 308	0.74AB
重复	2	0.01	0.19	宇玉 30	0.71AB
误差	62	0.04		迪卡 517	0.69AB
总变异	95			迪卡 516	0.65ABC
				郑单 958	0.52BC
				联创 808	0.44C

表 5 不同品种各阶段籽粒脱水速率多重比较

取样时间	籽粒脱水速率(%/d)							
	安玉 308	郑单 958	先玉 335	华美 1 号	迪卡 517	迪卡 516	联创 808	宇玉 30
1	0.93A	0.52AB	0.59B	0.85A	0.74A	0.67A	0.60A	0.61A
2	0.58A	0.30B	0.84AB	0.64A	0.91A	0.72A	0.57A	0.50A
3	0.96A	0.33B	1.03A	1.29A	0.58A	0.43A	0.36AB	1.22A
4	0.50A	0.95A	0.54B	0.50A	0.53A	0.79A	0.25B	0.49A

注:阶段 1 表示授粉后 35~42 d;阶段 2 表示授粉后 42~49 d;阶段 3 表示授粉后 49 d 至生理成熟;阶段 4 表示生理成熟至收获。

籽粒脱水速率较快,郑单 958、联创 808、迪卡 516 较慢。生理成熟至收获重复间差异显著,品种间极显著,这一阶段郑单 958、迪卡 516 脱水较快(表 5、表 6)。对比 8 个品种生理成熟

期籽粒含水量、生理成熟前各阶段的籽粒平均脱水速率发现宇玉 30、华美 1 号、先玉 335、迪卡 517、安玉 308 这 5 个品种在生理成熟前较其他 3 个品种脱水快,籽粒快速脱水持续时间长。

表 6 各阶段品种间籽粒脱水速率方差分析

性状	变异来源	<i>df</i>	授粉后 35~42 d		授粉后 42~49 d		授粉后 49 d 至生理成熟		生理成熟至收获	
			均方	<i>F</i> 值	均方	<i>F</i> 值	均方	<i>F</i> 值	均方	<i>F</i> 值
籽粒脱水速率	品种	7	0.06	1.57	0.11	3.2*	0.47	7.16**	0.13	5.92**
	重复	2	0.01	0.28	0.01	0.25	0.13	2.01	0.09	4.04*
	误差	14	0.04		0.03		0.07		0.02	

2.4 8 个玉米品种苞叶、穗轴含水量方差分析

8 个不同玉米品种间、不同取样时间苞叶含水量差异均极显著(表 7)。联创 808 的苞叶平均含水量最高,为 58.09%,其次是郑单 958。华美 1 号的苞叶平均含水量最低,为 33.92%。8 个不同玉米品种间、不同取样时间的穗轴

含水量差异极显著(表 7)。其中,郑单 958 的平均含水量最高,为 65.43%,先玉 335 最低,为 52.63%。穗轴平均含水量由小到大依次是先玉 335、迪卡 517、华美 1 号、宇玉 30、联创 808、迪卡 516、安玉 308、郑单 958。

表 7 不同玉米品种苞叶、穗轴含水量方差分析与多重比较

变异来源	苞叶含水量			穗轴含水量		苞叶含水量		穗轴含水量	
	自由度	均方	<i>F</i> 值	均方	<i>F</i> 值	品种	均值	品种	均值
品种	7	911.15	216.35**	222.46	83.42**	联创 808	58.09A	郑单 958	65.43A
取样时间	4	9324.54	2214.08**	655.57	245.84**	郑单 958	51.17B	安玉 308	57.29B
品种×取样时间	28	93.62	22.23**	16.89	6.32**	迪卡 516	43.29C	迪卡 516	56.81B
重复	2	5.22	1.24	0.27	0.10	宇玉 30	41.78CD	联创 808	56.48BC
误差	78	4.21		2.67		先玉 335	40.21DE	宇玉 30	56.28BC
总变异	119					迪卡 517	39.41EF	华美 1 号	54.92CD
						安玉 308	37.85F	迪卡 517	54.01DE
						华美 1 号	33.92G	先玉 335	52.63E

2.5 籽粒含水量与其他主要性状的关系

籽粒含水量与苞叶含水量呈极显著正相关,与籽粒脱水速率、穗轴脱水速率呈极显著负相关;籽粒脱水速率与籽粒含水量、苞叶含水量呈极显著负相关,与穗轴脱水速率呈极显著正相关,相关系数为 0.83(表 8)。

3 结果与讨论

3.1 籽粒含水量与脱水速率

玉米生育期长短与脱水过程密切联系,延长籽粒的灌浆时间有利于高产。鲍继友等研究发现玉米灌浆速率与籽粒含

表 8 籽粒脱水不同性状的相关分析

性状	相关系数					
	籽粒含水量	苞叶含水量	穗轴含水量	籽粒脱水速率	苞叶脱水速率	穗轴脱水速率
籽粒含水量	1.00					
苞叶含水量	0.81 **	1.00				
穗轴含水量	0.55	0.49	1.00			
籽粒脱水速率	-0.82 **	-0.98 **	-0.55	1.00		
苞叶脱水速率	0.00	-0.03	0.27	0.10	1.00	
穗轴脱水速率	-0.96 **	-0.82 **	-0.47	0.83 **	0.08	1.00

水量呈负相关,相关系数为 -0.98,即籽粒含水量下降得越快,籽粒灌浆速率呈上升趋势^[13]。张俊鹏等研究发现成熟期籽粒脱水速率与灌浆速率呈正相关^[14]。本研究结果表明,玉米品种在生理成熟后籽粒脱水过程仍要持续较长时间。联创 808、郑单 958、迪卡 516 生理成熟时籽粒含水量明显高于其他 5 个玉米品种。试验数据分析表明,授粉后 49 d 至生理成熟时联创 808、郑单 958、迪卡 516 与其他 5 个品种籽粒含水量差异在灌浆前期就已出现。生理成熟前较高的脱水速率使宇玉 30、迪卡 517、华美 1 号、先玉 335、安玉 308 生理成熟时的籽粒含水量显著低于联创 808、郑单 958、迪卡 516,且生理成熟后籽粒脱水速率仍存在差别。

本研究中,不同品种籽粒含水量在收获时差异明显。华美 1 号、宇玉 30、先玉 335、迪卡 517、安玉 308 收获时籽粒含水量已分别降至 18.99%、19.04%、20.55%、20.84%、22.96%。除先玉 335 外,其他 4 个品种各个阶段的籽粒脱水速率差异不显著,始终保持较高的脱水速率,快速脱水持续时间长;先玉 335 在授粉后 42 d 至生理成熟时脱水速度很快,总体平均脱水速率较快,优势明显。这 5 个品种中华美 1 号、先玉 335、迪卡 517、安玉 308 产量高、收获时籽粒含水量较低,符合籽粒机收的含水量要求,可作为机收备选品种。郑单 958、迪卡 516 这 2 个品种生理成熟时籽粒含水量高,生理成熟前籽粒脱水速率慢,生理成熟后籽粒脱水速率较快,适时晚收对这 2 个品种很重要。联创 808 生理成熟后籽粒脱水速度慢,收获时含水量高,不适宜机收。

3.2 苞叶、穗轴含水量与籽粒脱水速率

籽粒脱水速率与穗部性状和籽粒类型密切相关^[15-16]。张林等研究发现玉米苞叶的层数、长短、松紧度及含水量影响籽粒的脱水速率^[17]。籽粒脱水速率与穗轴脱水速率呈极显著正相关,与苞叶含水量相关,去掉苞叶后籽粒脱水速率明显加快^[18-19]。本试验中,籽粒含水量与苞叶含水量呈极显著正相关,相关系数为 0.81;籽粒脱水速率与籽粒含水量、苞叶含水量呈极显著负相关;籽粒脱水速率与穗轴脱水速率呈极显著正相关,相关系数为 0.83。

玉米的籽粒脱水速率是一个比较复杂的农艺性状,受环境及气候影响比较大^[20-21]。本次试验是在单一密度条件下进行,种植密度的不同对产量影响较大,进而影响籽粒的脱水速率,下一步应该设置不同密度。黄淮海地区是重要的玉米产区,籽粒机收受生理成熟期和生理后脱水速率影响较大,本试验结果为选育熟期适中、籽粒脱水快的品种提供了参考。籽粒机收必须考虑到生理成熟时间、生理成熟时籽粒含水量、生理成熟后籽粒的脱水速率。黄淮海适宜机收的品种生育期要求为 100 d 左右,生理成熟时的籽粒含水量控制在 28% 以下,生理成熟至收获籽粒脱水速率 0.5%~1%/d,收获时籽

粒含水量低于 25%。

参考文献:

- [1] 张文杰,王永宏,王克如,等. 不同玉米品种籽粒脱水速率研究[J]. 作物杂志,2016(1):76-81.
- [2] 李璐璐,王克如,谢瑞芝,等. 玉米生理成熟后田间脱水期间的籽粒质量与含水率变化[J]. 中国农业科学,2017,50(11):2052-2060.
- [3] 柳枫贺,王克如,李健,等. 影响玉米机械收粒质量因素的分析[J]. 作物杂志,2013(4):116-119.
- [4] 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.
- [5] 王克如,李璐璐,郭银巧,等. 不同机械作业对玉米籽粒收获质量的影响[J]. 玉米科学,2016(1):114-116.
- [6] 李东兴. 农机农艺技术融合推动中国玉米机械化生产的发展[J]. 农业技术与装备,2011(9):22-25.
- [7] 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]. 农学报,2016,6(8):1-3.
- [8] 倪长安,李心平,刘师多,等. 机收玉米破损的危害及预防[J]. 农机化研究,2009,31(8):221-224.
- [9] 李川,乔江方,谷利敏,等. 影响玉米籽粒直接机械化收获质量的生物学性状分析[J]. 华北农学报,2015,30(6):164-169.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 雷仕平. 玉米灌浆期籽粒脱水速率的研究进展[J]. 玉米科学,1993,1(4):39-44.
- [13] 鲍继友,孙月轩,姜先梅,等. 夏玉米灌浆与温度、籽粒含水率的关系[J]. 耕作与栽培,1994(5):22-26.
- [14] 张俊鹏,孙景生,刘祖贵,等. 不同水分条件和覆盖处理对夏玉米巧粒灌浆将性和产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2010,5(18):3.
- [15] 刁西洲,王红武,胡小娇,等. 玉米穗部性状遗传和杂种优势分析[J]. 作物杂志,2015(4):36-40.
- [16] 秦营营,董树亭,魏珊珊,等. 去苞叶对夏玉米籽粒灌浆特性和产量的影响[J]. 中国农业科学,2015,48(11):2118-2126.
- [17] 张林,张宝石,王霞,等. 玉米收获期籽粒含水量与主要农艺性状相关分析[J]. 东北农业大学学报,2009,40(10):9-12.
- [18] 李凤海,郭佳丽,于涛,等. 不同熟期玉米杂交种及其亲本籽粒脱水速率的比较研究[J]. 玉米科学,2012,20(6):17-20.
- [19] 马智艳,董永彬,乔大河,等. 不同种质玉米杂交种苞叶性状特征分析[J]. 河南农业科学,2015,44(2):15-18.
- [20] 张立国,王振华,张林,等. 玉米生理成熟后籽粒脱水速率的配合力分析[J]. 作物杂志,2007(3):52-55.
- [21] 霍仕平. 玉米生理成熟后籽粒快速脱水的意义及其研究进展[J]. 四川农业大学学报,1993(11):626-629.