

半干旱地区不同玉米品种的籽粒灌浆 及脱水特性研究

高盼,刘玉涛,王宇先,王俊河,徐莹莹,杨慧莹,徐婷

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为研究不同玉米品种在半干旱春玉米区种植的可行性,通过对比分析,探讨了6个玉米品种在该地区种植的灌浆和脱水特性。结果表明:供试品种具有不同的灌浆特性,嫩单16和鹏程6号灌浆时间较长,百粒重、最大灌浆速率和平均灌浆速率高于其它品种。各品种灌浆期脱水速率也不同,在授粉后75 d时,鹏程7号籽粒含水量最高,为31.39%,而龙单76的籽粒含水量最低,为24.13%。不同玉米品种脱水速率差异达到显著水平。龙单76前期生理脱水速率和后期自然脱水速率均较快,而鹏程6号后期自然脱水速率较快。

关键词:半干旱地区;玉米;籽粒灌浆;脱水特性

中图分类号:S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)12-0005-03 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2017.12.0005

齐齐哈尔地区是典型的无霜期短、热量资源不足的西部半干旱春玉米种植区,而且其春玉米种植面积和产量均居全国前列,但收获时籽粒含水量偏高、脱水率慢、收获时损失率大是玉米机械化的瓶颈之一^[1]。因此要筛选适合齐齐哈尔地区气候条件且籽粒含水率较低,脱水较快的玉米品种。本试验选用西部半干旱春玉米区常用的6个玉米品种为材料,经2016年试验,对授粉15 d到75 d后的灌浆特性参数、籽粒含水量、脱水速率等指标进行比较研究,为筛选出含水率低、脱水较快能够获得较高产量且适合机械收获的优质玉米品种提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2016年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地进行,试验田0~20 cm耕作层有机质含量26.5 g·kg⁻¹,碱解氮100 mg·kg⁻¹,有效磷16.9 mg·kg⁻¹,速效钾134 mg·kg⁻¹,pH 7.82。田间持水率27.5%。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验区面积6个小区(5 m×5 m),3次重复,垄宽65 cm,株距23 cm,品种为当地主栽品种金产5号、鹏程6号、鹏程7号、龙单76、嫩单16、博澳109,5月5日播种,9月25日成熟收获。施用肥料为长效缓释肥,尿素、磷酸二铵、硫酸钾、硫包衣的配比为14:22:14:50。

1.2.2 测定项目与方法 于玉米抽丝期在各小区中选择玉米长势均匀一致且散粉日期相同的5株玉米穗进行挂牌标记,从授粉开始到成熟收获,期间每10 d取样1次,每次取玉米穗中部籽粒100粒,带回实验室称取籽粒鲜重和干重^[2]。

灌浆相关参数测定:参照朱庆森等^[3]和顾世梁等^[4]的方法,以散粉后天数(t)为自变量,以开花后每隔10 d测得的百粒干重为因变量(W),用Curve Expert 1.4软件拟合籽粒干重变化的Logistic方程。Logistic方程的表达式为 $W = W_0 / (1 + Ae^{-Bt})$, t 代表花后天数(开花日计 $t = 0$); W 表示花后籽粒干重; W_0 为理论籽粒最大干重; A 、 B 为参数。由方程的一阶导数和二阶导数推导出灌浆参数。

灌浆高峰开始日期 $t_1 = [\ln A - \ln(2 + 31/2)]/B$,对应于此时的籽粒干重为 $W_{t1} = W_0 / (1 + Ae^{-Bt_1})$ 。灌浆高峰结束日期 $t_2 = [\ln A + \ln(2 + 31/2)]/B$,对应于此时的籽粒干重为 $W_{t2} = W_0 / (1 + Ae^{-Bt_2})$ 。花后籽粒干重 W 达99%时(W_0)为灌浆终期, $t_3 = (\ln A + 4.59512)/B$,对应于此时的籽粒干重为 W_{t3} 。最大灌浆速率出现日 $T_m = (\ln A)/B$;灌浆速率最大时的生长量

收稿日期:2017-10-31

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(201503116-02);黑龙江省农业科学院院级科研项目(2017SJ034);齐齐哈尔市科技局农业公关项目资助(NYGG-201405、NYGG-201625)

第一作者简介:高盼(1990-),女,黑龙江省双鸭山市人,硕士,研究实习员,从事作物栽培研究。E-mail: panneygao@126.com。

通讯作者:王俊河(1963-),男,黑龙江省绥化市人,学士,研究员,从事耕作与栽培研究。E-mail: wangjunhe63@163.com。

$W_m=1/2W_0$;最大灌浆速率 $V_m=(B\times W_m)\times[1-(W_m/W_0)]$;灌浆渐增期持续时间(天数) T_1 ,平均灌浆速率 $v_1=W_1/t_1$,累积籽粒重 W_1 ;灌浆速增期持续时间(天数) $T_2=t_2-t_1$,平均灌浆速率 $v_2=(W_2-W_1)/(t_2-t_1)$,累积籽粒重 $W_2=W_{t_2}-W_{t_1}$;灌浆缓增期持续时间(天数) $T_3=t_3-t_2$,平均灌浆速率 $v_3=(W_3-W_2)/(t_3-t_2)$,累积籽粒重 $W_3=W_{t_3}-W_{t_2}$ 。灌浆总天数 T ;平均灌浆速率 $V_a=W_0/t_3^{[2]}$ 。另籽粒灌浆速率为每百粒玉米种子每天增加干物质的量(g)。籽粒灌浆速率=[后一次取样百粒干重(g)-前一次取样百粒干重(g)]/[2次取样间隔天数(d)]^[3-5]。

籽粒脱水速率测定:籽粒含水量=[百粒鲜重(g)-百粒烘干重(g)] \times 100/百粒鲜重(g)。

籽粒脱水速率=[前一次取样含水量(%)-后一次取样含水量(%)]/[2次取样间隔天数(d)]。

表 1 不同玉米品种灌浆次级参数

Table 1 Secondary parameters of grain filling in different maize varieties

品种 Varieties	百粒重(W)/g 10-grain weight	最大灌浆速率(V)/ (g·d ⁻¹) Maximum filling velocity	最大灌浆速率 出现日数(T)/d Days of maximum filling velocity	灌浆高峰开始 日数(t ₁)/d Days of filling peak	灌浆高峰结束 日期(t ₂)/d End days of filling peak	平均灌浆速率/ (g·d ⁻¹) Average filling velocity
金产 5 号	31.08	0.87	30.21	19.23	41.28	0.56
鹏程 6 号	32.97	0.92	31.62	18.57	41.37	0.61
鹏程 7 号	23.86	0.64	34.58	22.31	39.56	0.39
龙单 76	28.49	0.81	33.25	20.15	40.21	0.41
嫩单 16	33.56	0.95	29.78	19.65	41.59	0.67
博澳 109	30.07	0.83	30.57	19.38	40.65	0.54

2.2 不同玉米品种籽粒含水量的研究

从图 1 中可看出,不同玉米品种籽粒含水量随着籽粒灌浆过程而成逐渐下降的趋势,灌浆前期含水量下降较快,而后期较慢。在授粉后 75 d 时,鹏程 7 号籽粒含水量最高,为 31.39%,而龙单 76 的籽粒含水量最低,为 24.13%。

2.3 不同玉米品种脱水速率的研究

由图 2 可知,不同玉米品种脱水速率差异达到显著水平。灌浆后期龙单 76 在 45~55 d 时脱水较快,脱水速率从 1.1%·d⁻¹降到 0.47%·d⁻¹,而其它玉米品种仍保持较高的脱水速率。65~75 d 时,鹏程 6 号的脱水速率从 0.96%·d⁻¹降到 0.65%·d⁻¹,龙单 76 的脱水速率从 1.03%·d⁻¹降到 0.58%·d⁻¹。而且授粉后 60 d 取样时发现玉

籽粒自然脱水速率=[生理成熟时籽粒含水量(%) - 收获时籽粒含水量(%)]/[天数(d)]^[2]。

1.2.3 数据分析 试验数据 Microsoft Excel 2010 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种灌浆特性参数的研究

用 Logistic 方程对花后天数及干物质重量进行拟合,得出 6 个品种的灌浆参数(见表 1)。从中可看出,百粒重都随灌浆时间延长呈增加趋势。百粒重和最大灌浆速率及平均灌浆速率在一定范围内成正相关关系^[4]。玉米品种的灌浆高峰开始日期有所差异,但都大约出现在授粉后 20 d 左右。与其余 5 个品种相比,鹏程 7 号的灌浆高峰结束期较早,最大灌浆速率出现日较晚,大概出现在 8 月 27-29 日。从灌浆时间及速率可知,嫩单 16 和鹏程 6 号灌浆时间较长,百粒重、最大灌浆速率和平均灌浆速率均高于其它品种。

米籽粒产生黑胚层,显示灌浆终止。因此可看出龙单 76 前期生理脱水速率和后期自然脱水速率均较快,而鹏程 6 号后期自然脱水速率较快^[6-7]。

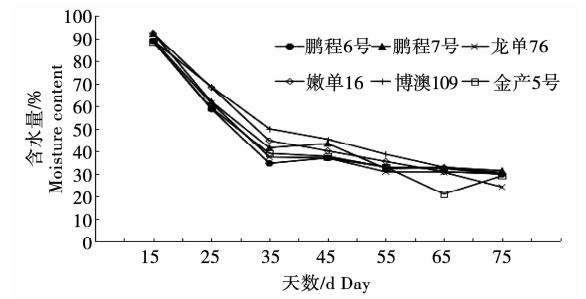


图 1 授粉后不同品种籽粒含水量
Fig. 1 Grain moisture content of different varieties after pollination

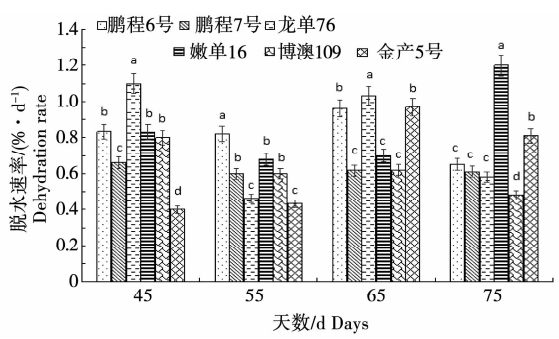


图 2 授粉后不同品种脱水速率

Fig. 2 Dehydration rate of different varieties after pollination

3 结论与讨论

作物籽粒灌浆的过程就是产量形成的过程,而籽粒灌浆持续的时间和速率决定了籽粒的干物质积累量,进而决定作物产量^[8]。本试验中,玉米品种的灌浆开始日期不尽相同,但都大约出现在授粉后 20 d。灌浆开始时不同玉米品种差别不大,但嫩单 16 和鹏程 6 号的灌浆高峰开始时间较早,灌浆高峰结束时间较晚,籽粒灌浆持续的时间高于其它品种。前人研究表明^[10-12],作物籽粒平均灌浆速率和最大灌浆速率是影响产量的主要因素,嫩单 16 和鹏程 6 号的平均灌浆速率和最大灌浆速率均高于其它品种,因此可作为齐齐哈尔地区种植备选品种。

作物籽粒含水量与脱水率成负相关关系,籽粒灌浆后期脱水快的玉米品种的含水量也相对较低^[13-14]。本研究结果表明,不同玉米品种籽粒含水量随着籽粒灌浆过程的推进而逐渐下降,表现为前期下降较快,后期含水量下降较慢。而在授粉后 75 d 收获时可看出鹏程 6 号的籽粒含水量较低、籽粒脱水率快,更有利于机械收获^[15],因此鹏

程 6 号可作为半干旱区机械收获备选品种。

参考文献:

[1] 李德新,宫秀杰,钱春荣.玉米籽粒灌浆及脱水速率品种差异与相关分析[J].中国农学通报,2011,27(27):92-97.

[2] 戴凌燕,刘玉涛,王宇先,等.黑龙江春玉米种植区高产品种籽粒灌浆、脱水特性及产量分析[J].中国农学通报,2015,31(6):75-79.

[3] 朱庆森,曹显祖,骆亦其.水稻籽粒灌浆的生长分析[J].作物学报,1988,14(3):182-193.

[4] 顾世梁,朱庆森,杨建昌,等.不同水稻材料籽粒灌浆特性的分析[J].作物学报,2001,27(1):7-14.

[5] 孟战赢,王育红,王向阳,等.密度对夏玉米灌浆特性及产量的影响[J].河南农业科学,2011,40(12):48-51.

[6] 王振华.玉米自交系生理成熟后籽粒自然脱水速率差异研究[C]//中国作物学会.作物科学研究理论与实践——2000 年作物科学学术研讨会文集.北京:中国作物学会,2001:3.

[7] 乔江方,李川,刘京宝,等.不同自然脱水类型玉米品种籽粒含水率变化与灌浆动态的关系[J].玉米科学,2015,23(5):96-101.

[8] Borr S L, Westgate M E. Predicting maize kernel sink capacity early in development[J]. Field Crops Research, 2006, 95:223-233.

[9] 吴秋平,郭新平,韩成卫,等.玉米高产品种籽粒灌浆特性研究[J].山东农业科学,2015,47(4):30-33.

[10] 张守林,晋佳路,徐国举,等.玉米籽粒灌浆特性品种间差异分析[J].玉米科学,2012,20(4):105-109.

[11] 黄智鸿,王思远,申林,等.超高产玉米籽粒的灌浆特性[J].西北农业学报,2007,16(4):14-18.

[12] Borr S L, Zinselmeier C, Senior M L, et al. Characterization of grain-filling patterns in diverse maize germplasm[J]. Crop Science, 2009, 49(3):999-1009.

[13] 于君玲.影响玉米机械收粒质量的主要因素分析[J].南方农机,2016,47(9):28.

[14] 柯福来,马兴林,黄瑞冬,等.种植密度对先玉 335 群体籽粒灌浆特征的影响[J].玉米科学,2011,19(2):58-62.

[15] 张娟,王立功,刘爱民,等.种植密度对不同玉米品种产量和灌浆进程的影响[J].作物杂志,2009(3):40-43.

Analysis of Grain Filling, Dehydration Characteristics of Different Maize Varieties in Semi-arid Area

GAO Pan, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, WANG Jun-he, XU Ying-ying, YANG Hui-ying, XU Ting (Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: In order to study the feasibility of planting different maize varieties in semi-arid early spring maize area, the filling rate and dewatering characteristics of 6 maize varieties in semi-arid area were discussed through comparative analysis. The results showed that the varieties with different filling characteristics, Nendan 16 and Pengcheng 6 had long filling time, 100 grain weight, the maximum filling rate and mean grain filling rate were higher than other varieties. The dehydration rates of grain filling period were also different. At 75 days after pollination, grain water content of Pengcheng 7 was the highest for 31.39%, and the grain mater content of Longdan 76 was the lowest for 24.13%. The difference of dehydration rate of different maize varieties reached a significant level. The rate of physiological dehydration in early stage and the rate of natural dehydration in the later stage of Longda 76 were the fast of, while the natural dehydration rate in the later stage of pengcheng 6 was faster.

Keywords: semi-arid area; maize; grain filling characteristics; dehydration characteristics