

密度对玉米生理成熟后籽粒含水率及脱水速率的影响

王兵¹, 刘冬玲¹, 薛林², 张振良^{2*}

(1. 连云港市农作物技术指导站, 江苏连云港 222003; 2. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏南通 226541)

摘要 [目的]为研究种植密度对玉米生理成熟后籽粒含水率及脱水速率的影响, 探寻适合玉米籽粒机收的合理密植栽培模式。[方法]以苏玉30、苏玉29、苏玉20和农大108为试验材料, 采取裂区设计, 分析密度对生理成熟后籽粒含水率与脱水速率的影响。[结果]随着密度的增加, 玉米生理成熟期和收获期籽粒含水率增加, 而脱水速率降低。与苏玉20和农大108相比, 苏玉30和苏玉29生理成熟期的籽粒含水率相对较低, 随密度的增加其脱水速率的下降幅度也较小。就脱水性状而言, 苏玉30和苏玉20具有耐密植的特点。[结论]该研究为适合玉米籽粒机收条件下的密植栽培模式提供参考依据。

关键词 玉米密度; 生理成熟期; 收获期; 籽粒含水率; 脱水速率

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)20-0038-03

Effects of Planting Density on Kernel Moisture Content and Dehydration Rate after Corn Physiological Maturity

WANG Bing¹, LIU Dong-ling¹, XUE Lin² et al (1. Lianyungang Crop Technical Guidance Station, Lianyungang, Jiangsu 222003; 2. Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences, Nantong, Jiangsu 226541)

Abstract [Objective] To research the effects of planting density on kernel moisture content and dehydration rate after corn physiological maturity, and to establish close planting mode of maize. [Method] With four maize varieties Suyu 30, Suyu 29, Suyu 20 and Nongda 108 as the test materials, split-plot design with four levels were designed. Effects of density on kernel moisture content and dehydration rate after corn physiological maturity in different planting densities were analyzed. [Result] With plant density enhanced, the maize kernel moisture content increased, but dehydration rate decreased at physiological maturity stage and harvest stage. Compared with Suyu 20 and Nongda 108, kernel moisture contents of Suyu 30 and Suyu 29 at physiological maturity stage were relatively lower, and the decline of dehydration rate after corn physiological maturity for Suyu 30 and Suyu 29 was also lower. Suyu 30 and Suyu 29 had the characteristics of close planting density in terms of dehydration character. [Conclusion] This research provided references for close planting mode of maize which was suitable for kernel mechanical harvest.

Key words Maize planting density; Physiological maturity stage; Harvest stage; Kernel moisture content; Dehydration rate

籽粒机收是玉米今后发展的方向。为降低籽粒机收的破损率和收获后籽粒的烘干成本, 需要使收获时的含水率降至28%或25%以下^[1-2]。前人的研究多以生理成熟期为最佳收获期, 玉米籽粒乳线消失、胚部黑层出现是玉米生理成熟的标志, 此时玉米籽粒干重达最大值^[3], 通常含水率为20%~40%^[3-5]。玉米收获期籽粒含水率是由干物质积累速率、生理成熟期含水率和脱水速率3个因素所决定的。生理成熟后籽粒脱水速率主要受基因加性效应控制, 选择生理成熟期籽粒含水率低且脱水速率快的基因型不会影响玉米的熟期和产量^[6]。因此, 研究影响玉米籽粒脱水速率的因素及选育高产、优质、脱水速率快的玉米新品种对尽早实现玉米籽粒机收具有十分重要的意义。

种植密度对玉米籽粒灌浆过程影响显著^[7-8]。随着种植密度的增加, 粒重、最大生长速率等下降, 而平均灌浆速率等上升, 但不同自交系对种植密度的敏感性不同。生理成熟前密度对籽粒含水率及脱水速率的影响不显著, 生理成熟后密度对籽粒含水率及脱水速率的影响显著。鉴于此, 笔者以江苏春玉米品种苏玉30、苏玉29、苏玉20、农大108为试验材料, 研究不同密植条件下生理成熟后玉米籽粒含水率与脱水速率的变化, 为研究适合玉米籽粒机收条件下的密植栽培模式提供参考依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验于2016年3月28和4月1日分别在江苏沿江地区农业科学研究所如皋试验基地和启东试验基地进行播种。土壤类型均为砂壤土, 如皋试验基地土壤含有机质26.4 g/kg、速效氮88.7 mg/kg、速效磷22.9 mg/kg、速效钾125.0 mg/kg; 启东试验基地土壤含有机质21.6 g/kg、速效氮89.5 mg/kg、速效磷21.7 mg/kg、速效钾114.0 mg/kg。根据南通气象部门资料, 2016年3—7月南通平均气温为22.2℃, 总降雨量为632 mm, 总日照时数为650 h。

1.2 试验材料 采用江苏省春玉米品种苏玉30、苏玉29、苏玉20和农大108为试验材料。

1.3 试验方法

设置3个密度(6.0万、7.5万、9.0万株/hm²), 采用裂区设计, 其中种植密度为主区, 品种为副区。每个试验小区8行, 3次重复, 等行距种植, 行距0.6 m。播种前施用尿素、过磷酸钙和氯化钾, 折合成纯氮40 kg/hm²、P₂O₅ 67 kg/hm²和K₂O 91 kg/hm²。在大喇叭口期和吐丝期分别追施尿素, 分别折合纯氮37.72 kg/hm²。其他管理同当地大田生产。

1.4 测定指标与方法 记录各小区的出苗和吐丝日期, 每个小区吐丝之前标记60株长势一致的代表性植株并对雌穗进行套袋。吐丝后统一授粉, 确保授粉日期一致, 并记录授粉日期。自授粉后第35 d开始取样, 每5 d取样1次。取样时间统一在9:00—11:00, 选取标记植株的果穗2个, 取果穗中部籽粒100粒, 用天平称取籽粒鲜重, 记录乳线下移时期, 装入牛皮纸袋, 在烘箱中105℃烘30 min, 然后80℃烘干至恒重, 称干重。计算籽粒含水率和脱水速率: 含水率(%)=(鲜

基金项目 江苏省农业三新工程项目(SXCC[2013]143); 江苏省产学研项目(BY2016055-01); 连云港市农业科技成果示范计划项目(SF1306)。

作者简介 王兵(1965—), 男, 江苏启东人, 高级农艺师, 从事作物栽培研究。*通讯作者, 助理研究员, 从事玉米遗传育种研究。

收稿日期 2018-04-11

重-干重)/鲜重 $\times 100$, 脱水速率(%/d)=[生理成熟期含水率(%)-收获期含水率(%)]/间隔天数。以乳线消失、黑层完全形成成为生理成熟的判定依据,记录每个品种有标记植株的生理成熟期,以生理成熟后 15 d 为收获期。

1.5 数据处理 用 Excel 2007 和 Sigmaplot 11 进行数据整理

和作图,用 SPSS 16.0 进行数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 玉米表型变异分析 由表 1 可知,在各试验点同一密度不同品种之间的籽粒含水率、百粒干重、脱水速率达极显著差异;同一品种不同密度之间各性状存在极显著差异。

表 1 玉米籽粒含水率、百粒干重、脱水速率比较

Table 1 Comparison of kernel moisture content, 100-kernel weight and dehydration rate of maize

项目 Item	如皋 Rugao					启东 Qidong				
	生理成熟期含水率 Moisture rate at mature stage//%	生理成熟期百粒重 100-kernel weight at mature stage//g	收获期含水率 Moisture rate at harvest stage//%	收获期百粒重 100-kernel weight at harvest stage/g	脱水速率 Dehydration rate//%/d	生理成熟期含水率 Moisture rate at mature stage//%	生理成熟期百粒重 100-kernel weight at mature stage//g	收获期含水率 Moisture rate at harvest stage//%	收获期百粒重 100-kernel weight at harvest stage/g	脱水速率 Dehydration rate//%/d
平均值 Mean	41	32.6	34.1	32.6	0.5	40.4	32.6	33.8	32.7	0.4
标准差 Standard deviation	1.1	1.7	1.4	1.6	0.1	2.1	1.6	2.2	1.8	0.08
变异范围 Range of variation	37.7~44.2	29.8~35.1	30.1~38.8	29.7~35.2	0.35~0.51	37.2~43.2	29.4~35.2	29.7~37.6	29.3~35.3	0.37~0.51

2.2 密度对不同玉米品种生理成熟期和收获期籽粒含水率的影响 不同密度条件下,各品种籽粒含水率及百粒干重见表 1。生理成熟期的籽粒含水率和收获期的籽粒含水率在不同密度不同品种中均达到极显著差异,而不同密度不同品种的百粒干重在生理成熟期和收获期没有显著差异。在如皋试验点 6.0 万株/hm² 密度条件下,生理成熟期和收获期的籽粒含水率平均值分别为 39.3%、31.9%,变异范围分别为 37.7%~41.1%和 30.1%~33.4%;7.5 万株/hm² 密度条件下,

生理成熟期和收获期的籽粒含水率平均值分别为 40.2%、33.1%,变异范围分别为 38.1%~42.2%和 30.8%~35.1%;9.0 万株/hm² 密度条件下,生理成熟期和收获期的籽粒含水率平均值分别为 43.5%、37.2%,变异范围分别为 42.4%~44.2%和 35.7%~38.8%。由此可见,生理成熟期和收获期的籽粒含水率随密度的增加而增加。与苏玉 20 和农大 108 相比,苏玉 30 和苏玉 29 生理成熟期和收获期的籽粒含水率相对较低。在启东试验点也得到相似的结果。

表 2 不同密度下玉米生理成熟期和收获期籽粒含水率与百粒干重比较

Table 2 Comparison of kernel moisture content and 100-kernel weight at physiological maturity and harvest stage under different densities

试验点 Test site	密度 Density 万株/hm ²	品种名 Variety name	生理成熟期 Physiological maturity		收获期 Harvest stage		显著性 Significant	
			含水率 Moisture content//%	百粒重 100-kernel weight//g	含水率 Moisture content//%	百粒重 100-kernel weight//g	含水率 Moisture content//%	百粒重 100-kernel weight//g
如皋 Rugao	6.0	苏玉 30	38.4 C	34.2 AB	31.2 B	34.3 A	**	NS
		苏玉 29	37.7 C	35.1 A	30.1 B	35.2 A	**	NS
		苏玉 20	40.1 B	33.2 B	32.9 A	33.1 B	**	NS
		农大 108	41.1 A	32.3 B	33.4 A	32.4 B	**	NS
	7.5	苏玉 30	39.3 B	33.4 A	32.1 B	33.3 A	**	NS
		苏玉 29	38.1 B	34.6 A	30.8 C	34.7 A	**	NS
		苏玉 20	41.3 A	31.2 B	34.3 A	31.1 B	**	NS
		农大 108	42.2 A	31.3 B	35.1 A	31.4 B	**	NS
	9.0	苏玉 30	42.4 C	31.8 B	35.7 B	31.7 B	**	NS
		苏玉 29	43.2 B	33.8 A	36.2 B	33.9 A	**	NS
		苏玉 20	44.1 A	30.2 C	38.2 A	30.1 C	**	NS
		农大 108	44.2 A	29.8 C	38.8 A	29.7 C	**	NS
启东 Qidong	6.0	苏玉 30	37.2 B	35.2 A	29.7 B	35.3 A	**	NS
		苏玉 29	37.7 B	34.5 A	30.3 B	34.6 A	**	NS
		苏玉 20	39.7 A	32.8 B	32.1 A	32.7 B	**	NS
		农大 108	40.9 A	31.8 B	33.3 A	31.7 B	**	NS
	7.5	苏玉 30	38.8 C	34.1 A	32.1 B	34.2 A	**	NS
		苏玉 29	38.9 C	34.4 A	32.1 B	34.5 A	**	NS
		苏玉 20	40.8 B	32.1 B	34.9 A	32.2 B	**	NS
		农大 108	42.3 A	30.9 C	35.9 A	30.8 C	**	NS
	9.0	苏玉 30	42.1 B	32.5 B	35.9 B	32.6 A	**	NS
		苏玉 29	41.1 C	33.5 A	34.7 B	33.7 A	**	NS
		苏玉 20	43.2 A	30.1 C	37.6 A	30.2 B	**	NS
		农大 108	42.6 B	29.4 C	37.1 A	29.3 B	**	NS

注: ** 表示在 $P < 0.01$ 水平差异极显著, NS 表示差异不显著; 同列同品种不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: ** stands for extremely significant differences; NS indicated no significant differences; different capital letters in the same column of the same variety indicated extremely significant differences at 0.01 level.

2.3 密度对不同玉米品种授粉后籽粒含水率及脱水速率的影响 由图1可知,各品种玉米的籽粒脱水速率随密度的增加而降低,不同品种降低的幅度有较大差异。在如皋试验点与6.0万株/hm²密度处理相比,7.5万株/hm²密度条件下苏玉30、苏玉29、苏玉20、农大108的籽粒脱水速率分别下降了0.3.9%、2.8%、7.8%;而9.0万株/hm²密度条件下分别下降了6.9%、7.9%、18.1%和32.5%;在启东试验点与

6.0万株/hm²密度处理相比,在7.5万株/hm²密度条件下苏玉30、苏玉29、苏玉20、农大108的籽粒脱水速率分别下降了10.7%、8.1%、22.4%、15.8%;在9.0万株/hm²密度条件下分别下降了17.3%、13.5%、26.3%和27.6%。与苏玉20和农大108相比,随着密度的增加,苏玉30和苏玉29籽粒脱水速率下降幅度较小。

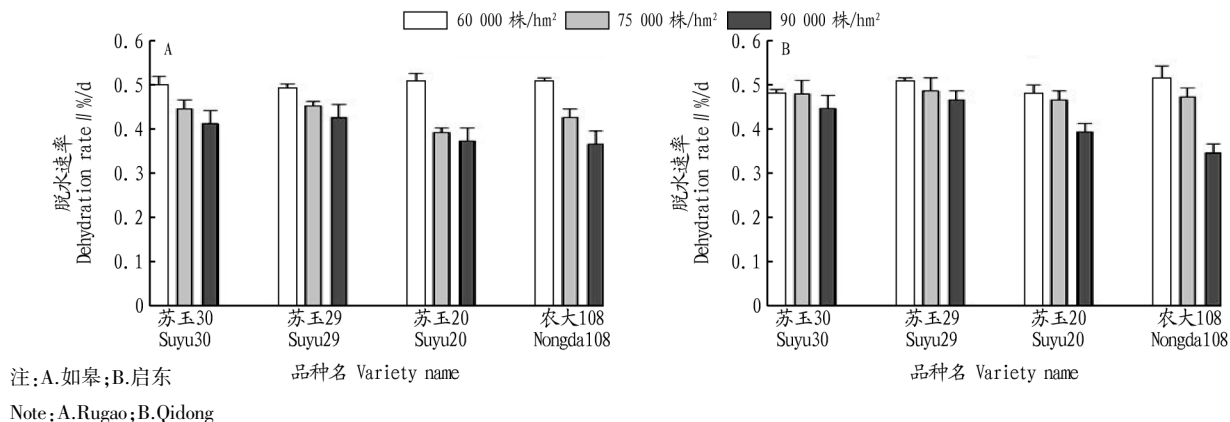


图1 不同密度对籽粒脱水速率的影响

Fig.1 Effects of different densities on seed dehydration rate

3 结论与讨论

品种的机收特性是影响玉米机械直收籽粒进程的关键因素。美国等发达国家的通过选取熟期早、果穗脱水快、抗倒的品种,并通过结合后期站秆晾晒有效地实现了玉米籽粒机械机收。当前,玉米收获仍是我国春玉米生产机械作业最薄弱的环节,制约玉米生产技术的整体提升^[9]。籽粒生理成熟后脱水性状决定玉米杂交种收获时的含水率,选择生理成熟后籽粒脱水快的品种对早日实现籽粒机收起关键作用^[9-10]。该研究表明,玉米生理成熟期和收获期的籽粒含水率随密度的增加而增加,而脱水速率随密度的增加而降低,且不同品种之间的变异幅度较大。当前,提高种植密度是挖掘玉米产量潜力的关键技术之一,玉米籽粒机收将是我国玉米生产发展的重要研究方向。因此,选择密植条件下适合玉米籽粒机收的玉米品种至关重要。该研究中,与苏玉20和农大108相比,苏玉30和苏玉29生理成熟期和收获期的籽粒含水率相对较低,另外随着密度的增加其脱水速率下降幅

度较小,说明这2个品种就脱水性状而言具有耐密植的特点。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] HUNTER J L,TEKRONY D M,MILES D F, et al.Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon-14 assimilate[J].Crop science,1991,31(5):1309-1313.
- [4] 杨国航,张春原,孙世贤,等.夏玉米籽粒收获期判定方法研究[J].作物杂志,2006(5):11-13.
- [5] 孟庆平,张玉权,常淑娟,等.玉米最佳收获期的主要相关性状研究初探[J].玉米科学,2007,15(S1):117-118,122.
- [6] 冯汉字,孙健,周顺利,等.2种熟型玉米籽粒灌浆特性及其与产量关系的比较研究[J].华北农学报,2007,22(Z1):135-139.
- [7] 陈传永,侯玉虹,孙锐,等.密植对不同玉米品种产量性能的影响及其耐密性分析[J].作物学报,2010,36(7):1153-1160.
- [8] 叶雨盛,王晓琳,李刚,等.玉米籽粒生理成熟后脱水速率的研究及应用[J].辽宁农业科学,2015(3):46-48.
- [9] 霍仕平.玉米灌浆期籽粒脱水速率的研究进展(综述)[J].玉米科学,1993,1(4):39-44.

名词解释

扩展被引半衰期:指该期刊在统计当年被引用的全部次数中,较新一半是在多长一段时间内发表的。被引半衰期是测度期刊老化速度的一种指标,通常不是针对个别文献或某一组文献,而是对某一学科或专业领域的文献的总和而言的。

扩展H指数:指该期刊在统计当年被引的论文中,至少有h篇论文的被引频次不低于h次。

来源文献量:指来源期刊在统计当年发表的全部论文数,它们是统计期刊引用数据的来源。

文献选出率:按统计源的选取原则选出的文献数与期刊的发表文献数之比。

参考文献量:指来源期刊论文所引用的全部参考文献数,是衡量该期刊科学交流程度和吸收外部信息能力的一个指标。

平均引文数:指来源期刊每一篇论文平均引用的参考文献数。

平均作者数:指来源期刊每一篇论文平均拥有的作者数,是衡量该期刊科学生产能力的一个指标。

地区分布数:指来源期刊登载论文所涉及的地区数,按全国31个省市计(不包括港澳台)。这是衡量期刊论文覆盖面和全国影响力大小的一个指标。