

文章编号: 1005-0906(2004)04-0073-04

种植密度对不同地点玉米杂交种 中单 9409 子粒品质的影响

常 强¹, 马兴林^{1,2}, 关义新², 林治安³

(1. 沈阳农业大学, 沈阳 110161; 2. 中国农业科学院作物育种栽培研究所; 3. 中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081)

摘 要: 在吉林梨树、山西寿阳和山东禹城, 研究了种植密度对中单 9409 子粒品质的影响。同一种植密度不同地点子粒营养成分差异显著。在 3 万株/hm² 下(接近单株水平), 子粒蛋白质含量为梨树点>寿阳点>禹城点, 子粒淀粉含量为寿阳点>禹城点>梨树点, 子粒油分含量为梨树点>禹城点>寿阳点。子粒蛋白质、淀粉和油分三者总含量(POSC)为寿阳点>梨树点>禹城点。在 3 万~12 万株/hm² 范围内, 梨树、寿阳和禹城 3 点随种植密度增加, 子粒蛋白质含量分别出现降-升-降、升-平-平和降-升的趋势, 淀粉含量分别出现升-降-升、升-降-升和升-升的趋势, 油分含量分别出现降-降-降、降-降-升和降-降的变化趋势。梨树点容重随密度增加稍有增加趋势, 寿阳点容重从 3 万~6 万株/hm², 稍有增加, 之后随密度增加而下降, 而在禹城点密度对子粒容重基本没有影响。这表明种植密度对玉米子粒品质的影响可因地理生态环境的改变而不同, 考察玉米子粒品质的种植密度效应时应注意分析其它生态因素的影响。

关键词: 玉米; 种植密度; 地理环境; 产量; 品质

中图分类号: S513.04

文献标识码: A

Effects of Plant Densities on the Grain Quality of Hybrid Zhongdan 9409 at Different Areas

CHANG Qiang¹, MA Xing-lin^{1,2}, GUANG Yi-xin², LIN Zhi-an³

(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 2. Institute of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Agricultural Sciences; 3. Institute of Soil and Fertilizer, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The effects of plant densities on the grain quality of hybrid Zhongdan9409 were studied in Lishu-Jilin province, Shouyang-Shanxi province and Yucheng-Shandong province. The results showed that the difference of grain quality existed significantly between different areas under same plant density. At 30 000 plants per ha, the order of the grain protein contents was Lishu>Shouyang>Yucheng, the order of grain starch was Shouyang>Yucheng>Lishu, the order of grain oil contents was Lishu>Yucheng>Shouyang, while the order of the total contents of protein, starch and oil was Shouyang>Lishu>Yucheng. From 30 000 plants/ha to 60 000 plants/ha, then to 90 000 plants/ha and then to 120 000 plans/ha, the grain protein contents showed a curve of down-up-down, up-steady-steady and down-up respectively, the grain starch contents showed a curve of up-down-up, and up-down-up, and up-up respectively, and the grain oil contents showed a curve of down-down-down, down-down-up and down-down respectively in Lishu, Shouyang and Yucheng. The test weight of grain increased slightly with the addition of the plant density in Lishu, while it increased slightly from 30 000 plants/ha to 60 000 plants/ha and then decreased with the addition of the plant density in Shouyang, and it had insignificant response to the effects of plant density in Yucheng. It is suggested that the effects of plant density on the grain quality of maize hybrid were affected by the geographical environment and the ecological factors should be considered when the effects of plant density were investigated.

Key words: Maize; Plant density; Geographical environment; Yield; Grain quality

收稿日期: 2003-12-03

基金项目: 本研究受国家科技“十五”攻关项目 2001BA508B03、2001BA507A、2001BA50CA 资助

作者简介: 常 强(1970-), 女, 硕士, 从事作物栽培学与耕作学研究。Tel: 010-68918053(H) 68918545

注: 玉米子粒品质测定得到北京市农林科学院玉米研究中心段民孝、赵久然先生的帮助, 特此致谢!

玉米的产量和品质受遗传因素和环境条件的双重影响,研究探明环境条件及栽培措施对玉米产量及品质的影响对于优质高效生产具有重要意义。合理密植是玉米优质高效生产的重要措施,关于种植密度对玉米子粒产量的影响及其机制均有大量研究^[1~10],但关于种植密度对玉米子粒品质影响的研究较少,研究结论尚不明确,还不能总结出一定的规律。迄今,就不同生态条件下玉米子粒品质的种植密度效应,研究报道不多。鉴此,本文以处于我国东北春玉米区的吉林梨树、黄淮夏玉米区的山东禹城、华北西北交错地带的山西寿阳为试验地点,研究了种植密度对玉米杂交种中单 9409 产量与品质的影响,以期形成总结性的结论提供依据。

1 材料与方法

1.1 田间试验设计与栽培管理措施

试验以优质蛋白玉米品种中单 9409 为试材,于 2002 年分别在吉林梨树、山东禹城和山西寿阳进行。

1.1.1 吉林梨树的田间试验 在中国农业科学院玉米高产攻关试验基地(43°32'N, 124°33'E, 海拔 180 m) 进行。4 个种植密度分别为 3 万、6 万、9 万和 12 万株/hm²。试验地土壤为黑土,土壤有机质含量 28.0 g/kg,全氮 1.6 g/kg,速效氮 110.0 mg/kg,有效磷 13.5 mg/kg,速效钾 105.0 mg/kg。氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)施用量分别为 360、195 和 195 kg/hm²。氮肥分基肥、小口肥和花粒肥 3 次施入,比例为 4:4:2。磷、钾肥一次性施入。其它管理同高产田。随机区组,重复 3 次,小区长 9 m,6 行,行宽 0.6 m。播种期为 4 月 30 日,收获期为 9 月 25 日。大口期出现轻度干旱。

1.1.2 山东禹城的田间试验 在中国农业科学院禹城试验站(36°57'N, 116°66'E, 海拔 20 m)进行。种植密度分别为 3 万、6 万和 9 万株/hm²。试验地土壤为潮土,土壤有机质含量 11.3g/kg,全氮 0.78g/kg,速效氮 72.0 mg/kg,有效磷 18.7 mg/kg。氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)施用量分别为 300、135 和 135 kg/hm²。施肥方式与栽培管理同上。随机区组,重复 3 次,小区长 8 m,6 行,行宽 0.6 m。播种期为 6 月 16 日,收获期为 9 月 28 日。生育期内供水充足。

1.1.3 山西寿阳的田间试验 在中国农业科学院寿阳试验站(纬度 36°95'N, 113°17'E, 海拔 1 031.5 m)进行,种植密度分别为 3 万、6 万、9 万和 12 万株/hm²。试验地土壤为褐土,有机质含量 23.8 g/kg,全氮 0.956 g/kg,速效氮 56.1 mg/kg,速效磷 1.8 mg/

kg。氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)用量分别为 225、135 和 135 kg/hm²。施肥方式与栽培管理同上。随机区组,重复 3 次,小区长 8 m,5 行,行宽 0.6 m。播种期为 4 月 24 日,收获期为 9 月 28 日。生育后期出现轻度干旱胁迫。

1.2 取样、测定项目与方法

玉米生长期间在每个试验小区,用红漆标记生长一致、代表处理水平植株的 4 展叶、8 展叶、12 展叶,4 展叶时标记 20 株,8 展叶时标记其中的 10 株,12 展叶时标记其中的 5 株。玉米成熟时,在每个小区收取 3 株标记植株的果穗,分别调查记载每穗的穗粒重、穗粒数和千粒重。将各穗子粒在 70℃ 下烘干至恒重,用于测定子粒淀粉、蛋白质和脂肪含量。

玉米子粒淀粉、蛋白质、脂肪含量用丹麦 FOSS 公司生产的 INFRATEC 1255 型谷物食品近红外透射光谱分析仪进行测定。使用的软件为 WinScan 2.71,标准模型曲线为 CN98011 (由 FOSS 公司提供)。所有结果以干基为基础。

子粒容重采用容量瓶自备方法对单穗子粒测定,每样品重复测定 5 次,以容重对测试结果进行校正。

试验数据应用统计软件 STATISTICA 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度对三地点中单 9409 子粒产量的影响

方差分析表明,种植地点的产量效应及种植密度的产量效应均显著($P_{\text{地点}}=0.000\ 000$, $P_{\text{密度}}=0.000\ 005$),而地点与种植密度的互作效应不显著。三地点之间的产量差异,不论是在低密度还是在高密度下,均呈现梨树点>禹城点>寿阳点的趋势;不同种植密度之间的产量差异表现为:从 3 万株/hm²至 6 万株/hm²,三地点产量均显著增加,6 万株/hm²至 12 万株/hm²(禹城点从 6 万株/hm²至 9 万株/hm²),产量则呈现下降趋势(图 1)。

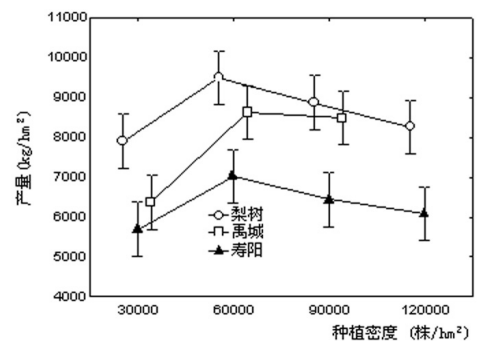


图 1 种植密度对三地点中单 9409 子粒产量的影响

2.2 种植密度对三地点中单 9409 子粒容重的影响

方差分析表明,三地点间玉米子粒容重差异极显著($F_{(1,392)}=286.23, P=0.000\ 0$),同时容重的密度效应($F_{(2,392)}=16.785, P=0.000\ 0$)及地点与密度互作效应($F_{(5,392)}=34.456, P=0.000\ 0$)也达极显著水平。进一步分析表明,梨树与禹城两点容重的密度效应不显著,而寿阳容重的密度效应差异达极显著水平。在本试验密度范围内,梨树点容重随密度增加稍有增加趋势,禹城点密度对容重基本没有影响,寿阳点容重从 3 万株/hm² 至 6 万株/hm²,稍有增加,之后随密度增加而下降,可能受后期较为严重的干旱影响所致。但在 3 万株/hm² 的较小密度下(接近单株生长条件),玉米受干旱与养分等胁迫的影响很小,可一定程度上反映出三地点生态条件对其容重的影响。结果表明,在低密度下,三地点子粒容重排序为:禹城点>梨树点>寿阳点(图 2)。

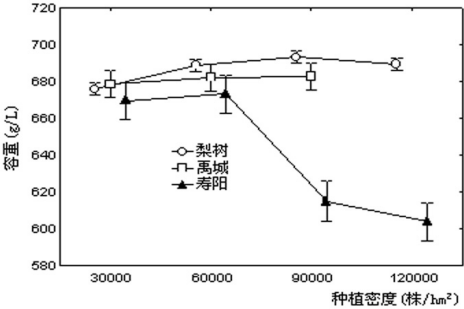


图 2 种植密度对三地点中单 9409 子粒容重的影响

2.3 种植密度对三地点中单 9409 子粒蛋白质含量的影响

方差分析表明,三地点间蛋白质含量差异极显著($P=0.000\ 185\ 3$),种植密度效应及地点与种植密度互作效应也达极显著水平($P<0.000\ 1$)。在 3 万株/hm² 种植密度下,子粒蛋白质含量为梨树点>寿阳点>禹城点。从 3 万~12 万株/hm²,梨树点子粒蛋白质含量出现降-升-降的变化趋势;从 3 万~6 万株/hm²,禹城点子粒蛋白质含量稍有下降,但从 6 万~9 万株/hm² 又稍有上升;从 3 万~6 万株/hm²,寿阳点蛋白质含量有所上升,之后随种植密度增加,基本没有变化(图 3)。

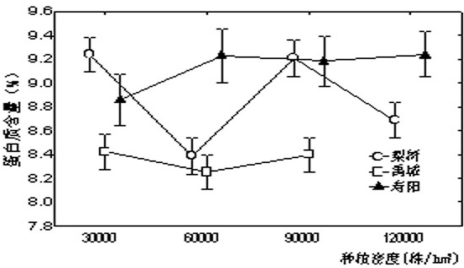


图 3 种植密度对三地点中单 9409 子粒蛋白质含量的影响

2.4 种植密度对三地点中单 9409 子粒淀粉含量的影响

结果表明,三地点间种植密度效应差异极显著($P<0.000\ 01$),同时种植密度效应及种植密度与地点互作效应也达到极显著水平($P<0.000\ 01$)。在 3 万株/hm² 和 6 万株/hm² 的低密度下,子粒的淀粉含量为寿阳点>禹城点>梨树点。各种种植密度下寿阳点子粒淀粉含量均显著高于梨树点。种植密度从 3 万~12 万株/hm²,寿阳点和梨树点子粒淀粉含量呈现升-降-升的变化趋势,其中梨树点的升降幅度较大,禹城点从 3 万~9 万株/hm²,子粒淀粉含量逐渐增加(图 4)。

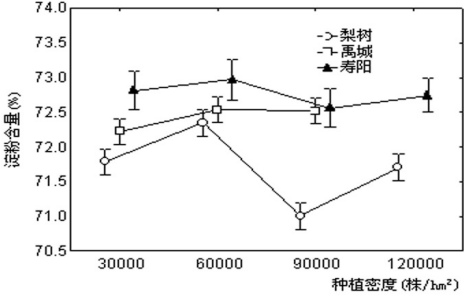


图 4 种植密度对三地点中单 9409 子粒淀粉含量的影响

2.5 种植密度对三地点中单 9409 子粒油分含量的影响

试验结果表明,三地点间子粒油分含量的地点效应、种植密度效应及地点与种植密度互作效应均达到极显著水平(P 值分别为 0.000 001、0.000 360、0.000 299)。各种种植密度下,特别是从 3 万~9 万株/hm² 范围内,子粒油分含量为梨树点>禹城点>寿阳点,其中寿阳点和梨树点最大差异可达 0.4 个百分点(图 5)。随种植密度提高,梨树点和禹城点子粒油分含量逐渐下降,寿阳下降至 9 万株/hm² 后,至 12 万株/hm² 子粒油分含量稍有上升,这可能与子粒灌浆后期的干旱胁迫有关。

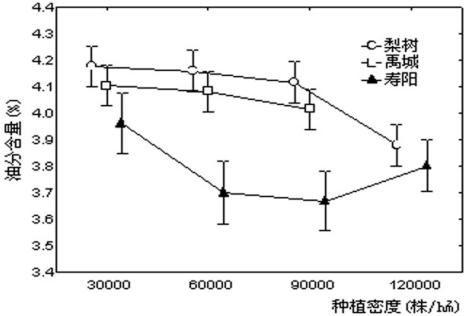


图 5 种植密度对三地点中单 9409 子粒油分含量的影响

2.6 种植密度对三地点中单 9409 子粒蛋白质、淀粉和油分总含量(POSC)的影响

子粒蛋白质、淀粉、油分总含量(POSC)基本上可

以反映玉米子粒有机内含物的多少, 是对玉米子粒营养品质的一个综合评价指标。结果表明, 在 3 万株/hm² 下, POSC 以寿阳点>梨树点>禹城点。各种种植密度下寿阳点均显著高于其它两点。随种植密度变化, 禹城点稍有增加, 梨树点逐渐下降, 而寿阳点则表现出升-降-升的波浪形变化特点(图 6)。

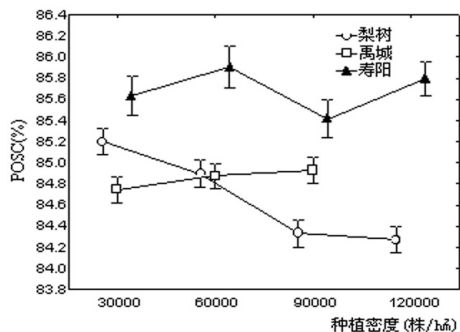


图 6 种植密度对三地点中单 9409 子粒蛋白质、淀粉、油分总含量(POSC)的影响

3 讨论

种植密度对中单 9409 品质的影响因种植地点的不同而有很大的差异。在低密度下(3 万株/hm²), 植株受水分、养分等胁迫的机会很小, 其品质的差别一定程度上可反映地理位置对玉米子粒的影响。在 3 万株/hm² 下, 吉林梨树点表现出较高的蛋白质含量和油分含量, 而其淀粉含量最低; 寿阳点淀粉含量和 POSC 最高, 油分含量和容重最低; 禹城点的容重最高, 蛋白质含量和 POSC 最低。在 3 万~12 万株/hm² 范围内, 种植密度对中单 9409 子粒蛋白质含量、淀粉含量、油分含量、子粒 POSC 以及容重的影响因地点不同而有很大的差异。这表明种植密度对玉米子粒品质的影响还因其它生态因素的作用而不同, 考察玉米子粒的种植密度效应时应注意分析其它生态因素的作用。

同一品种在不同地点种植可一定程度上反映生态环境或地理位置对产量和品质种植密度效应的影响。地理位置不同主要通过温度、光照时间、光照强度、水分等生态因素来影响玉米子粒品质, 其中有些生态因素的变化与纬度、经度和海拔有关, 有的还与特定的气候条件有关, 如水分供应状况、土壤肥力水平、光照时间和管理水平等。因此, 有关地理位置对作物品质的影响应该与其特定的生态条件相关联, 比较科学的方法是研究控制条件下各生态因素如光照时间、光照强度、温度、温差、水分供应等对子粒品质的单独效应和互作效应, 以便能较完整地理解生态环境或地理位置对玉米子粒品质的作用。

参考文献:

- [1] 王玉贞, 刘志全. 玉米高产与群体整齐度间关系的调查分析[J]. 玉米科学, 2000, 8(2): 43-45.
- [2] 王庆祥, 顾慰连, 戴俊英, 等. 玉米群体的自动调节与产量[J]. 作物学报, 1987, 13(4): 281-287.
- [3] 王鹏文, 戴俊英. 玉米群体光分布特征及其对产量和品质的影响[J]. 华北农学报, 1999, 14(3): 60-64.
- [4] 关义新, 林葆, 等. 高产春玉米群体库及源库流的综合调控[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(6): 537-540.
- [5] 刘开昌, 王庆成. 玉米叶片生理特性对密度的反应与耐密性[J]. 山东农业科学, 2000, (1): 9-11.
- [6] 刘淑云, 董树亭, 胡昌浩. 生态环境因素对玉米子粒品质影响的研究进展[J]. 玉米科学, 2002, 10(1): 41-45.
- [7] 杨世民, 廖尔华. 玉米密度与产量及产量构成因素关系的研究[J]. 四川农业大学学报, 2000, 18(4): 322-324.
- [8] 沈秀英, 戴俊英, 胡安畅, 等. 玉米群体冠层特征与光截获及产量关系的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(3): 246-252.
- [9] 薛吉全, 崔鸣, 等. 密度对不同类型玉米源库关系及产量的调控[J]. 西北植物学报, 2001, 21(6): 1162-1168.
- [10] Senait-Asefa, Dejene-Mekonen. Leaf removal and planting density effects on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Ethiopian Journal of Agricultura Science, 1992, 13(1-2): 1-8.