

高粱杂交种吉杂319及其亲本RuBPCase活性和根伤流特性的研究

周奕含¹, 王江红², 吕鹏飞², 周紫阳^{2*}

(1. 吉林工程职业学院, 吉林 四平 136001; 2. 吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:以高粱杂交种吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R为材料,在相同的环境条件下种植,于开花期取样测定叶片RuBP羧化酶(RuBPCase)活性、叶绿素相对含量(SPAD值)、根系伤流强度以及伤流液硝态氮(NO_3^- -N)强度、铵态氮(NH_4^+ -N)强度和可溶性蛋白强度,分析吉杂319与其亲本间叶绿素相对含量、RuBPCase活性以及根伤流特性的差异。结果表明:杂交种吉杂319叶片RuBPCase活性、根伤流强度、伤流液 NO_3^- -N强度、 NH_4^+ -N强度和可溶性蛋白强度显著高于其母本不育系515A和父本恢复系501R,分别是其高亲叶片RuBPCase活性、根伤流强度、伤流液 NO_3^- -N强度、 NH_4^+ -N强度和可溶性蛋白强度的1.34倍、1.24倍、1.17倍、1.16倍和4.04倍,差异显著($P<0.05$),具有显著的超高亲杂种优势;杂交种吉杂319叶片叶绿素含量具有超中亲杂种优势。说明高粱杂交种吉杂319叶片光合代谢和根系吸收代谢能力要显著高于其亲本,这为其获得高产奠定了生理基础。

关键词:高粱; RuBPCase活性; 伤流强度; 硝态氮强度; 铵态氮强度

中图分类号: S514

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)06-0024-04

Study on RuBPCase Activity and Root Bleeding Characteristics of the Sorghum Hybrids Jiza 319 and Its Parents

ZHOU Yihan¹, WANG Jianghong², LYU Pengfei², ZHOU Ziyang^{2*}

(1. Jilin Engineering Vocational College, Siping 136001; 2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: The sorghum hybrid Jiza 319 and its female sterile line 515A and its male restorer line 501R were used as test materials to plant under the same environmental conditions. At the flowering stage, the RuBPCase activity and relative chlorophyll content in leaf, root bleeding intensity, nitrate nitrogen intensity, ammonium nitrogen intensity, soluble protein intensity in root bleeding liquid were measured. The difference of these physiological indicators between Jiza 319 and its parents was analyzed. The results showed that RuBPCase activity in leaf, root bleeding intensity, nitrate nitrogen intensity and ammonium nitrogen intensity and soluble protein intensity in root bleeding liquid of hybrid Jiza 319 were significantly higher than those of its female sterile line 515A and its male restorer line 501R, and there were 1.34 times, 1.24 times, 1.17 times, 1.16 times and 4.04 times higher than that of its high parents ($P<0.05$). Leaf RuBPCase activity, root bleeding intensity, nitrate nitrogen intensity and ammonium nitrogen intensity and soluble protein intensity in root bleeding liquid of hybrid Jiza 319 had significant heterosis of super high parents. Relative chlorophyll content in leaves of hybrid Jiza 319 had significant heterosis of super middle parents. The results showed that the photosynthetic metabolism and root absorption metabolism ability of the sorghum hybrid Jiza 319 were significantly higher than that of its parents, which laid a physiological foundation for its high yield.

Key words: Sorghum; RuBPCase activity; Root bleeding intensity; Nitrate nitrogen intensity; Ammonium nitrogen intensity

收稿日期: 2019-09-24

基金项目: 吉林省农业科技创新工程(CXGC2017TD015)

作者简介: 周奕含(1987-),女,讲师,硕士,主要从事植物生理学教学和研究工作。

通讯作者: 周紫阳,男,博士,研究员, E-mail: ziyang_z@163.com

高粱 (*Sorghum bicolor*) 是世界上非常重要的禾谷类作物之一,也是我国重要的粮食型、酿造型、能源型、饲用型作物,其用途广泛,并具有耐旱、耐贫瘠、耐涝、耐盐碱等多重抗性^[1-4]。作物根系是活跃的吸收器官、合成器官和贮藏器官,与其地上部各器官之间的关系经常表现为相互协调和相互促进^[5-8]。作物根系活力的强与弱也直接影响着地上部的生长和营养状况以及产量形成^[9-11]。根系伤流量的多少能够反映植株根系吸收水分和矿质能力的强弱,同时也能反映作物根系生理活动的强弱^[12-13]。植物叶片中的核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶(RuBPCase)是光合固定CO₂的关键酶,在光合碳代谢中具有重要作用^[14]。高粱属于“三系”杂种优势非常显著的作物,但有关高粱杂交种及其亲本叶片RuBPCase活性和根系伤流特性的比较研究尚未见报道。本文比较分析了吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R叶片RuBPCase活性、叶绿素相对含量(SPAD值)、根系伤流强度以及伤流液硝态氮(NO₃⁻-N)、铵态氮(NH₄⁺-N)和可溶性蛋白强度等生理指标差异,期望为高粱品种选育和高产栽培提供一定理论参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试的高粱杂交种吉杂319及其母本不育系515A、父本恢复系501R由吉林省农业科学院作物资源研究所提供。

1.2 方 法

1.2.1 试 验 设 计

试验于2019年在吉林省农科院公主岭院区高粱试验基地进行,田间试验采用随机区组设计,6行区,行距0.65 m,行长5 m,重复3次,每小区的面积是19.5 m²。5月10日播种,于5叶期定苗,保苗密度是12万株/hm²,常规田间管理。

于开花期晴天,每小区选5株取上数第3片叶片用来测定叶片叶绿素相对含量和RuBPCase活性,然后将植株地上部从茎基部5 cm处切掉,进行根系伤流液收集,用于测定伤流强度,伤流液NO₃⁻-N、NH₄⁺-N和可溶性蛋白含量。

1.2.2 测 定 方 法

叶绿素相对含量利用SPAD叶绿素含量测定仪测定,以SPAD值表示。RuBPCase活性采用上海臻科生物科技有限公司提供的植物二磷酸核酮糖羧化酶(RuBPCase)ELISA检测试剂盒测定,用

IU/g表示酶活性。用参考文献[15]方法收集根系伤流液和计算伤流强度,伤流强度用g/(h·p)表示。用水杨酸比色法^[15]测伤流液中NO₃⁻-N含量,用靛酚蓝比色法^[16]测伤流液中NH₄⁺-N含量,用考马斯亮蓝G-250比色法测定伤流液中可溶性蛋白含量^[15],用伤流液NO₃⁻-N、NH₄⁺-N和可溶性蛋白含量分别乘以其伤流强度来计算伤流液NO₃⁻-N、NH₄⁺-N和可溶性蛋白强度,用μg/(h·p)表示。

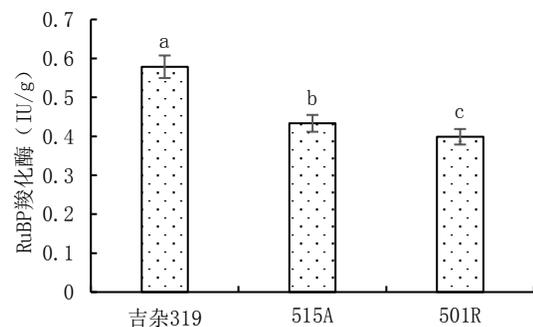
1.3 数 据 分 析

先用Excel 2010进行初步数据处理,再用DPS软件^[17]进行统计分析,采用LSR法进行显著性检验。

2 结 果 与 分 析

2.1 叶 片 RuBPCase 活 性 的 比 较

从图1可知,高粱杂交种吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R叶片RuBPCase活性有显著差异,表现为吉杂319>母本>父本,吉杂319叶片RuBPCase活性分别是其母本不育系515A和父本恢复系501R叶片RuBPCase活性的1.34倍和1.45倍,差异显著($P<0.05$);吉杂319叶片RuBPCase活性是其双亲叶片RuBPCase活性平均值的1.39倍,差异显著($P<0.05$)。吉杂319叶片RuBPCase活性表现出具有超高亲杂种优势,说明其叶片具有较高的光合物质合成能力,这为其产量的形成奠定了物质基础。



注:不同小写字母表示0.05水平差异显著,下同

图1 吉杂319及其亲本叶片RuBPCase活性的比较

2.2 叶 片 叶 绿 素 相 对 含 量 的 比 较

从图2可知,吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R叶片SPAD值有显著差异,表现为母本>吉杂319>父本,吉杂319叶片SPAD值是其母本不育系515A和父本恢复系501R叶片SPAD值的0.93倍和1.21倍,差异显著($P<0.05$);吉杂319叶片SPAD值是其双亲叶片SPAD值平均值的1.05倍,差异显著($P<0.05$)。吉杂319叶片

SPAD值表现出具有超中亲杂种优势。

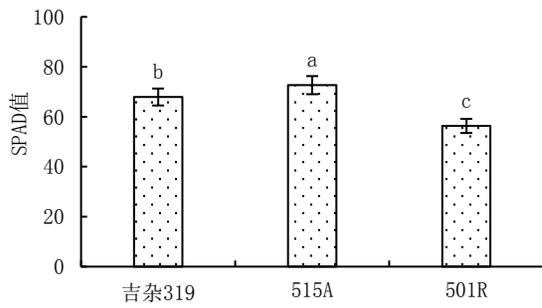


图2 吉杂319及其亲本叶片SPAD值的比较

2.3 根系伤流强度的比较

从图3可以看出,吉杂319与其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流强度有显著差异,表现为吉杂319>母本>父本,吉杂319根伤流强度分别是其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流强度的1.25和2.10倍,差异显著($P<0.05$);吉杂319根伤流强度是其双亲根伤流强度平均值的1.56倍,差异显著($P<0.05$);母本不育系515A根伤流强度是父本恢复系501R根伤流强度的1.69倍,差异显著($P<0.05$)。吉杂319根伤流强度也表现出超高亲的杂种优势。

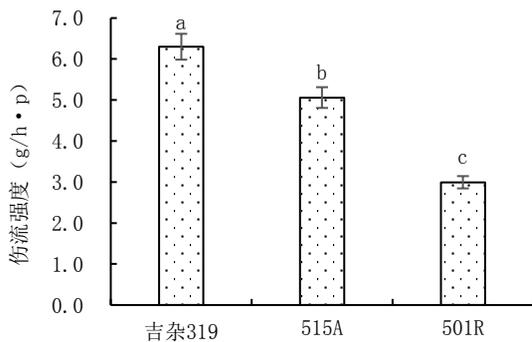


图3 吉杂319及其亲本根伤流强度的比较

2.4 根伤流液硝态氮强度的比较

图4表明,吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流 NO_3^- -N强度存在较大差异,表现为吉杂319>母本>父本,吉杂319根伤流

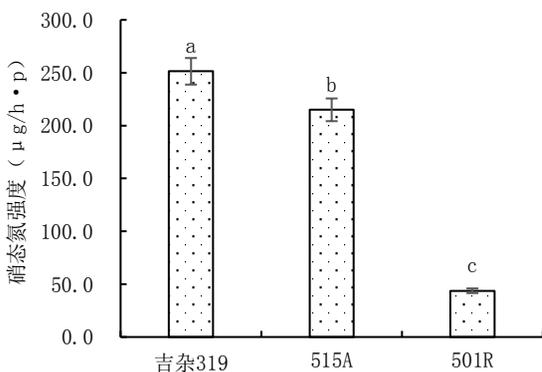


图4 吉杂319及其亲本根伤流液硝态氮强度的比较

NO_3^- -N强度分别是其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流 NO_3^- -N强度的1.17倍和5.75倍,差异显著($P<0.05$);吉杂319根伤流 NO_3^- -N强度是其双亲根伤流 NO_3^- -N强度平均值的1.94倍,差异显著($P<0.05$);母本不育系515A根伤流 NO_3^- -N强度是父本恢复系501R根伤流 NO_3^- -N强度的4.91倍,差异显著($P<0.05$)。吉杂319根伤流 NO_3^- -N强度表现出显著高于其亲本的超高亲杂种优势,这说明其较强的氮吸收运输能力。

2.5 根伤流液铵态氮强度的比较

图5表明,吉杂319及其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流 NH_4^+ -N强度存在较大差异,表现为吉杂319>母本>父本,杂种交吉杂319根伤流 NH_4^+ -N强度分别是其母本不育系515A和父本恢复系501R根伤流 NH_4^+ -N强度的1.17倍和6.99倍,差异显著($P<0.05$);吉杂319根伤流 NH_4^+ -N强度是其双亲根伤流 NH_4^+ -N强度平均值的2.00倍,差异显著($P<0.05$);母本不育系515A根伤流 NH_4^+ -N强度是父本恢复系501R根伤流 NH_4^+ -N强度的5.97倍,差异显著($P<0.05$)。吉杂319根伤流 NH_4^+ -N强度表现出显著高于其亲本的超高亲杂种优势。

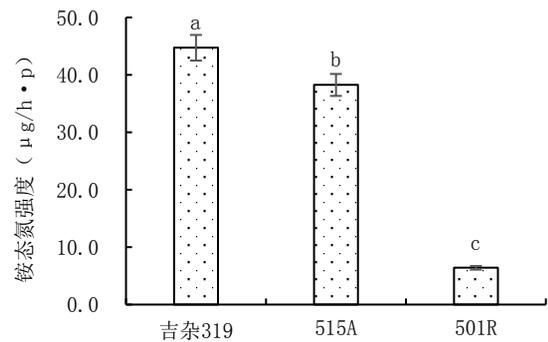


图5 吉杂319及其亲本根伤流液铵态氮强度的比较

2.6 根伤流液可溶性蛋白强度的比较

从图6可知,吉杂319及其母本不育系515A

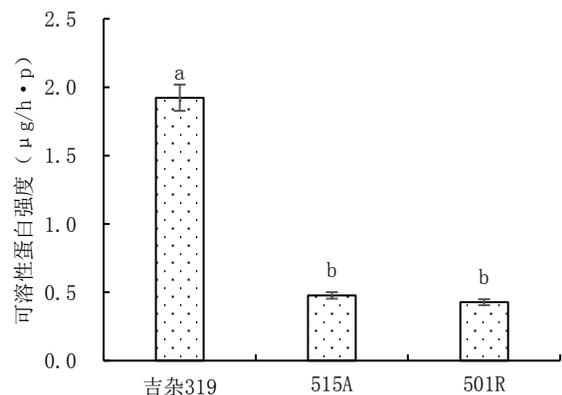


图6 吉杂319及其亲本根伤流液可溶性蛋白强度的比较

和父本恢复系501R根伤流液可溶性蛋白强度有显著差异,吉杂319根伤流液可溶性蛋白强度分别是其母本不育系515A和父本恢复系501R的4.04倍和4.50倍,差异显著($P < 0.05$);吉杂319根伤流液可溶性蛋白强度是其双亲根伤流液可溶性蛋白强度平均值的4.26倍,差异显著($P < 0.05$);父本恢复系501R与母本不育系515A根伤流液可溶性蛋白强度差异不显著($P > 0.05$)。吉杂319根伤流液可溶性蛋白强度表现出具有超高亲杂种优势,说明其根系具有较强的物质合成能力。

3 讨论与结论

伤流液是植物根系主动吸收矿质和水分的体现,在根压作用下木质部中的汁液从茎基部输导组织溢出,这与根系的生长状况和生命代谢强弱等内在因素密切相关,根伤流量和伤流成分也能够表征作物的长势和根系的生理活性强弱^[18-20]。根系伤流液中的氮素含量水平可以反映出根系对氮素的吸收和利用状况^[21-22]。在作物育种上,利用其杂种优势是提高其物质生产力的主要手段之一^[13,23]。曹树青等^[24]研究表明,粳型杂交水稻具有杂种优势;周小平等^[25]研究认为玉米根系活力也具有较强的杂种优势;赵全志等^[26]研究杂种小麦群体表明,其根伤流强度具有杂种优势特征。

本研究结果表明,杂交种吉杂319叶片RuBP羧化酶活性、根伤流强度、伤流液 NO_3^- -N强度、 NH_4^+ -N强度和可溶性蛋白强度显著高于其母本不育系515A和父本恢复系501R,具有显著的超高亲杂种优势;杂交种吉杂319叶片叶绿素含量具有超中亲杂种优势。说明高粱杂交种吉杂319叶片光合代谢和根系吸收代谢能力要显著高于其亲本,这为其获得高产奠定了生理基础。

参考文献:

[1] 张华文,王润丰,徐梦平,等.盐分差异性分布对高粱幼苗生长发育的影响[J].中国农业科学,2019,52(22):4110-4118.

[2] 高春华,朱金英,张华文,等.38个粒用高粱品种芽期耐盐性的综合鉴定及评价[J].核农学报,2019,33(9):1841-1855.

[3] 曲祥春,杨微,梁军,等.中国粒用高粱产业问题探讨[J].东北农业科学,2020,45(2):16-19.

[4] 刘方明,高玉山,孙云云,等.高粱抗旱性鉴定研究进展[J].东北农业科学,2016,41(3):5-7.

[5] 刘胜群,宋凤斌,王燕.玉米根系性状与地上部性状的相关性研究[J].吉林农业大学学报,2007,29(1):1-6.

[6] 管建慧.玉米根系生长发育特性及与地上部关系的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.

[7] 亓新华,董树亭.小麦伤流液及其与地上部关系[J].中国农业科学,1981(3):33-38.

[8] 孙彪.不同年代大豆品种伤流液重量的变化及其与地上部分生物量的关系[D].长春:吉林农业大学,2012.

[9] Liedgens M, Soldati A, Stamp P, et al. Root development of maize (*Zea mays* L.) as observed with minirhizotrons in lysimeters [J]. Crop Sci., 2000, 40(6): 1665-1672.

[10] 马兆慧,车仁君,王海英,等.种植密度和种植方式对超高产大豆根系形态和活力的影响[J].中国农业科学,2015,48(6):1084-1094.

[11] X Cui, Y Dong, P Gi, et al. Relationship between root vigour, photosynthesis and biomass in soybean cultivars during 87 years of genetic improvement in the northern China [J]. Photosynthetica, 2016, 54(1): 81-86.

[12] Guan D, Al-Kaisi M M, Zhang Y, et al. Tillage practices affect biomass and grain yield through regulating root growth, root-bleeding sap and nutrients uptake in summer maize [J]. Field Crops Res., 2014, 157(2): 89-97.

[13] 何章,夏冬冬,徐晨,等.玉米杂交种及其亲本根伤流强度与地上部生物量的关系[J].吉林农业大学学报,2018,40(1):7-16.

[14] 张治安,陈展宇.植物生理学[M].长春:吉林大学出版社,2009:158-160.

[15] 张治安,陈展宇.植物生理学实验技术[M].长春:吉林大学出版社,2009:44-45,58-59,109-110.

[16] 梁剑光,朱玲,徐正军.靛酚蓝-分光光度法测定发酵液中氨基氮含量研究[J].食品与发酵工业,2006,32(9):134-137.

[17] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:256-259.

[18] 沈波,王熹.粳粳亚种间杂交稻根系伤流强度的变化规律及其与叶片生理状况的相互关系[J].中国水稻科学,2000,14(2):122-124.

[19] 时向东,刘艳芳,文志强,等.植物根系伤流研究进展[J].安徽农业科学,2006,34(10):2043-2045.

[20] 陈展宇,付良帅,张玉姣,等.大豆生育后期根系伤流液中养分元素含量的研究[J].华南农业大学学报,2017,38(6):44-50.

[21] 徐钰,江丽华,郑福丽,等.调控措施对日光温室黄瓜伤流液及其养分含量的影响[J].中国蔬菜,2012(20):62-67.

[22] 张玉姣,徐克章,陈展宇,等.不同年代大豆品种根系伤流液含氮化合物的变化[J].中国油料作物学报,2014,36(4):469-475.

[23] 高鹏,程庆军,田承华,等.高粱籽粒品质性状杂种优势及相关分析[J].农学学报,2017,7(2):6-10.

[24] 曹树青,邓志瑞,翟虎渠,等.粳型杂交水稻根系活力及其衰退特性的配合力及杂种优势分析[J].中国水稻科学,2002,16(1):19-23.

[25] 周小平,张岁岐,杨晓青,等.玉米根系活力杂种优势及其与光合特性的关系[J].西北农业学报,2008,17(4):84-90.

[26] 赵全志,吕德彬,程西永,等.杂种小麦群体光合速率及伤流强度优势研究[J].中国农业科学,2002,35(8):925-928.

(责任编辑:刘洪霞)