

文章编号: 1005-0906(2004)04-0057-03

低钾条件下玉米自交系光合特性和根部性状的差异

李娜, 曹敏建

(沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161)

摘要: 以耐低钾与不耐低钾的玉米自交系为试验材料, 研究了它们在光合特性和根部性状上的差异。试验结果表明, 在低钾条件下, 耐低钾玉米自交系叶绿素含量、光合速率、根系总吸收面积、活跃吸收面积都明显高于不耐低钾的自交系。

关键词: 玉米; 自交系; 耐低钾; 光合特性; 根部性状

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

The Difference of the Photosynthesis Characteristic and the Root Properties of Maize Inbred Lines in Low-potassium

LI Na, CAO Min-jian

(Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The difference of the photosynthesis characteristic and the root properties were studied with L.K tolerance and little tolerance maize inbred lines. The result showed the chlorophyll content, the photosynthesis rate, the total absorbing area and active area of root of L.K tolerance maize inbred lines were higher than those of little tolerance maize inbred lines in low-potassium.

Key words: Maize; Inbred; K tolerance; Photosynthesis characteristic; Root properties

钾是作物生活的必需元素, 它是细胞重要渗透调节物质, 生物体中有 60 多种酶需要钾离子作为活化剂。钾在光合作用过程中起着重要作用, 它能保持叶绿体内类囊体膜的正常结构, 促进类囊体膜上质子梯度的形成和光合磷酸化作用。土壤缺钾影响作物生长发育, 造成减产, 严重时绝收。我国缺钾土壤面积在不断增加, 且钾矿资源短缺, 研究、利用耐低钾的作物遗传资源, 开发耐低钾的作物品种, 是解决这种矛盾的可行途径。

本文对耐低钾与不耐低钾的玉米自交系光合特性和根系性状进行测量, 比较它们在低钾条件下的差异。

1 材料与方法

收稿日期: 2004-01-03; 修回日期: 2004-04-14

基金项目: 本研究得到国家 973 项目(G1999011700)资助

作者简介: 李娜(1978-), 女, 辽宁省沈阳市人, 硕士研究生, 从事玉米钾营养研究。

Tel: 13591424928 E-mail: lina81377@sina.com

1.1 试验材料

耐低钾玉米自交系 9801 和不耐低钾玉米自交系 9802。

1.2 盆栽试验

盆栽缺钾土壤取自辽宁省辽中县大黑乡, 速效钾含量 49.3 mg/kg。设 5 个 K^+ 梯度, 即 50、65、80、95 和 110 mg/kg。每盆用土 15 kg, 施磷酸二氢铵 5 g, 每个处理设 3 次重复, 培养 4 周后活体测定光合速率。

1.3 液培试验

1/2 Hoagland 营养液, 钾素以氯化钾形式供给, 设 4 个 K^+ 梯度, 即 0、0.625、1.25 和 2.5 mmol/L。用 4 L 塑料桶培养, 每 4 天换一次营养液, 培养 4 周后测定根系性状。

1.4 测定方法

光合速率、气孔导度使用 LI-6400 光合仪进行测量。测定时期在出苗后第 4 周, 测定第 5 叶, 每片叶测上、中、下 3 个点, 取其平均值。

叶绿素值用 SPAD-502 型便携式叶绿素测定仪进行测量。测定时间、位置、次数同光合速率。

根系吸收面积用甲烯兰法测量。在 1、2、3 号烧杯中加入 50 mL 0.000 2 mol/L 的甲烯兰溶液，将根系从溶液中取出，吸干水分。依次放在三个烧杯中停留 1.5 min，然后从烧杯中取出溶液在 660 nm 下比色，根据每个烧杯中甲烯兰变化量计算根系吸收面积。

2 结果与分析

2.1 光合特性的差异

2.1.1 叶绿素含量的差异

植物体缺钾影响叶绿素的生成，造成叶绿素含量下降，叶片失绿(表 1)。随着钾浓度的降低，两个自交系叶绿素含量均表现出下降趋势。9801 在钾离子 65 mg/kg 和 50 mg/kg 浓度下，与对照(110 mg/kg)相比叶绿素含量分别下降了 17.6%和 21.2%；9802 与对照相比则分别下降了 39.2%和 44.8%，耐低钾自交系明显小于敏感自交系的下降幅度。

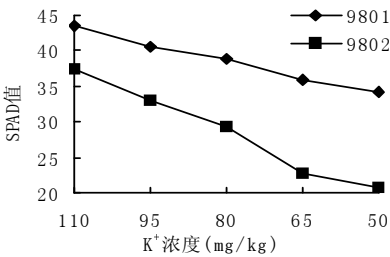


图 1 不同玉米自交系的叶绿素含量

2.1.2 光合速率的差异

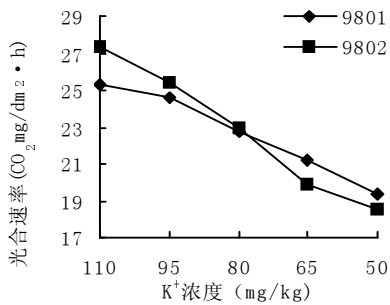


图 2 不同玉米自交系的光合速率

光合速率的减慢是造成产量下降的主要原因。土壤中钾离子浓度对玉米叶片光合速率影响很大，在 K⁺50 mg/kg 处理下，9801 的光合速率是对照的

75.3%，9802 的光合速率只相当于对照的 67.5%。在 95 mg/kg 处理下，两个自交系光合速率下降均不到 10%。在 K⁺80 mg/kg 处理下，两个自交系的表现有明显差异，9801 下降了 10.3%，9802 下降了 16.3%。

2.1.3 气孔导度的差异

液泡中的 K⁺是主要的渗透剂，调节细胞水势和膨压，从而调节气孔开闭。气孔导度影响胞间 CO₂ 浓度，进一步影响光合速率。从图 3 看出，气孔导度随着钾浓度的降低而减小。9802 表现得更为敏感，在 95、80、65 和 50 mg/kg 处理下，气孔导度分别是对照的 86.8%、80.5%、66.5%和 59.8%，耐低钾的 9801 分别为对照的 98%、89.7%、82.1%和 69%。

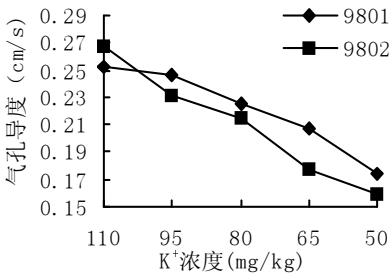


图 3 不同玉米自交系的气孔导度

2.2 根系性状的差异

植物所需的钾除由种子供给外，绝大部分来自土壤，而根系是植物从土壤中获取钾的主要途径。因此，根系的发育状况及其获取钾的能力在一定程度上影响着植物的钾营养状况。根系发达、表面积大的植株有可能获得更多的养分。

2.2.1 根系的形态学特征差异

根系的发育情况与其耐低钾能力有关。钾高效和低效玉米自交系的根系形态存在一定的差异，这种差异影响钾的吸收效率。从表 1 可以看出，钾对玉米根系生长有明显的影响。水培条件下的玉米主根长度随钾离子浓度的减少而增长；干重、主根数、根体积、须根密度随钾离子浓度的降低而降低。钾敏感性自交系 9802 根系长度大于耐低钾的 9801。正常供钾条件下两个自交系干重、主根数、平均主根长差异并不明显。须根密度 9801 明显高于 9802，9802 的根系低钾条件影响大。

表 1 不同钾浓度下玉米自交系根重、根长、根体积和须根数

项 目	K ⁺ 浓度(mmol/L)							
	2.5		1.25		0.625		0	
	9801	9802	9801	9802	9801	9802	9801	9802
干重(g)	1.74	1.87	1.66	1.71	1.29	1.94	0.82	0.55
主根数(条/株)	18.00	15.00	16.00	12.00	13.00	9.00	11.00	7.00
平均主根长(cm)	10.70	11.10	11.90	12.30	15.40	17.60	18.60	19.60
根体积(mL)	6.57	5.86	5.92	5.04	4.55	3.52	3.16	2.53
须根密度(条/cm)	7.40	3.90	6.60	3.40	4.20	2.00	3.70	1.20

2.2.2 根系的生理学特征差异

根系的生理学特征与植物的吸钾能力关系更密切(表 2)。在低钾条件下,玉米自交系根系的吸收面积及活跃吸收面积降低,而比表面积增加。在钾成为生长限制因子时,作物通过根系形态上及生理上的

变化适应低钾环境,如根系的伸长和比表面积的增加都是用来摄取更多的钾素。9801 与 9802 相比,总吸收面积、活跃吸收面积有明显优势,活跃吸收面积占总吸收面积比例高也是钾高效玉米自交系的特点。

表 2 不同钾浓度下玉米自交系的吸收面积

项 目	K ⁺ 浓度(mmol/L)							
	2.5		1.25		0.625		0	
	9801	9802	9801	9802	9801	9802	9801	9802
总吸收面积(m ²)	1.084	0.847	1.020	0.815	0.943	0.636	0.810	0.559
活跃吸收面积(m ²)	0.483	0.347	0.450	0.311	0.395	0.228	0.304	0.190
比表面积(m ² /cm ³)	0.165	0.144	0.173	0.167	0.207	0.181	0.256	0.220
活跃吸收面积/总吸收面积	0.446	0.409	0.440	0.381	0.419	0.358	0.375	0.340

3 讨 论

(1)随着钾浓度的下降两个自交系的叶绿素含量呈下降趋势,耐低钾的自交系下降幅度明显小于不耐低钾的自交系。

(2)气孔导度影响 CO₂ 进入植物体内的速度,进而影响光合速率。低钾条件下不耐低钾的自交系气孔导度大幅降低,而耐低钾玉米自交系气孔仍保持一定开度。

(3)随着土壤供钾量的降低,不耐低钾的自交系光合速率大幅度降低,耐低钾的自交系降低幅度小。

(4)在钾高浓度条件下,不耐低钾的玉米自交系根重大于耐低钾自交系,但其须根数量少,吸收面积、活跃吸收面积却明显小于耐低钾的玉米自交系。

因此,耐低钾玉米自交系在钾素的吸收功能上具有优越性。

(5)在低钾条件下两个玉米自交系均表现出平均根系长度增长,比表面积增加,这是玉米适应低钾条件的生理机制,以此从环境中获取更多的钾素。

参考文献:

[1] 李延强,汪昌全.植物钾素营养研究进展[J].四川农业大学学报,2001,(3):281-285.
[2] 浙江大学.植物营养与肥料[M].北京:农业出版社,1998.
[3] 刘国栋,刘更另.论缓解我国钾源短缺问题的新对策[J].中国农业科学,1995,28(1):25-32.
[4] 张宪政.作物生理研究法[M].北京:农业出版社,1992.
[5] 郭 强,赵久然,等.不同玉米基因型对钾素吸收利用的研究[J].玉米科学,2000,8(1):74-76.
[6] 闫洪奎,曹敏建,等.钾高效玉米遗传规律研究[J].玉米科学,2003,11(2):83-85.