

陆地棉品种间杂交种杂29 高产抗逆的生理生化机理研究*

郭海军 董志强

(河北省农林科学院棉花研究所, 石家庄050051)

黄国存 崔四平

潘学标

(河北省农林科学院理化所, 石家庄050051) (中国农业科学院棉花研究所, 安阳455112)

摘 要 对杂交棉杂29一代、杂29二代及其亲本86-56系(♀)、711-22(♂)的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、超氧化物歧化酶活性、过氧化物酶活性和丙二醛含量进行了研究。结果表明, 杂29一代、二代的净光合速率和蒸腾速率具有超亲优势, 气孔导度在杂29一代为超亲优势, 在杂29二代为中亲正优势。在杂29一代, 超氧化物歧化酶活性为超亲优势, 过氧化物酶活性为中亲正优势, 丙二醛含量为中亲负优势。

关键词 陆地棉 品种间杂交种 抗逆性 净光合速率 超氧化物歧化酶 过氧化物酶

植物的杂种优势表现在产量、品质、抗逆性等多方面。关于杂种优势的生理生化基础已有不少报道^[1]。杂交棉杂29一代、杂29二代为河北省农科院棉花所育成的高产、优质、抗病、抗逆性强、适应性广的优良品种, 已在河北、山西、山东等十一省市推广种植, 对杂交棉杂29一代、杂29二代的丰产性、抗病性已有报道^[2]。但对其高产、抗逆优势的生理生化机制研究则无报道。为此, 本文以杂交棉杂29一代、杂29二代及其亲本86-56系(♀)、711-22(♂)为材料, 对其亲本及杂交后代的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率, 以及与抗逆性密切相关的超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、丙二醛(MDA)含量等进行了初步研究, 旨在阐明杂交棉的高产、抗逆机理, 同时为高产抗逆育种和杂种优势生理生化机制的研究提供参考。

1 材料和方法

本研究以棉花杂29一代、杂29二代及其亲本86-56系(♀)、711-22(♂)为供试材料。试验于1993年在河北省南宫市农业综合试区试验田进行, 各处理分别于4月25日播种; 每小区6行, 行距0.6m, 行长15m, 等行距种植, 随机排列, 不设重复。密度60000株/hm²。管理按常规棉田统一进行。

净光合速率、气孔导度、蒸腾速率测定: 在棉花花铃期选择无云天气, 利用 Li-6000 便携

式光合作用测定系统, 对各处理倒2、4、6、8主茎叶的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率进行测定, 每处理各测定3株。本文仅采用各处理不同测定株和不同叶位的平均值用于结果分析。

SOD、POD、MDA 测定: 在花铃期对各处理倒1、3、5主茎叶进行取样, 每处理各取4株。将各处理棉叶分别剪碎、混匀, 然后各称取1g 混匀叶片, 分别加入5ml 0.05mol、pH7.0磷酸缓冲液(含1%PVP)中, 加少量石英砂后冰浴中研磨。匀浆在 $15000\times g$ 下离心20min, 提取上清液按 Ginanopolitics 和 Rice 方法测定 SOD 酶活性^[8]; POD 酶活性测定采用愈创木酚法^[3]; 可溶性蛋白质含量采用考马氏兰法^[3]; 丙二醛(MDA)含量按 Heath 方法^[9]测定。上述各项指标本文仅采用不同测定株不同叶位测定结果平均值用于结果分析。

杂种优势率(RH%) 本文由两亲本平均值(\bar{P})来计算:

$$RH(\%) = ((F_1 - \bar{P}) / \bar{P}) \times 100^{[1]} \quad \text{或} \quad RH(\%) = ((F_2 - \bar{P}) / \bar{P}) \times 100$$

F_2 自交衰退率(RD) 由下列分式计算:

$$RD(\%) = ((F_1 - F_2) / F_1) \times 100^{[1]}.$$

2 结果与分析

2.1 杂交棉一代、二代在净光合速率、蒸腾速率、气孔导度的优势

表1结果表明, 杂29一代在净光合速率、气孔导度、蒸腾速率上明显高于双亲, F_1 净光合速率、气孔导度、蒸腾速率的平均优势率分别为24.92%、40.66%和26.86%。杂交二代的净光合速率、蒸腾速率分别高于双亲, 其平均优势率分别为12.0%、24.13%, 表明杂交二代在净光合速率、蒸腾速率上仍具超亲优势; 而杂交二代的气孔导度介于双亲之间, 其平均优势率为21.15% (表2)。

表1 杂29- F_1 净同化率、气孔导度和蒸腾速率的杂种优势率

项 目	净光合速率 ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	气孔导度 ($\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	蒸腾速率 ($\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)
711-22	16.16	0.278	5.163
86-56系	20.51	0.450	6.103
杂29一代	22.90	0.512	7.146
杂种优势率	24.92	40.66	26.86

2.2 杂交二代的自交衰退率

从自交衰退率来看, 以气孔导度最大, 净光合速率次之, 蒸腾速率最小, 自交衰退率分别为13.87%、10.25%和2.16% (表2)。这说明在杂交二代净光合速率, 气孔导度已明显开始衰退。但2.1结果表明 F_2 在净光合速率、蒸腾速率上仍表现为超亲优势, 气孔导度则介于双亲之间。表明杂29 F_2 在产量的生理学基础上仍具有较强的优势。

2.3 杂交棉在 SOD、POD、MDA 的优势表现

表3结果表明, F_1 中 SOD 酶活性具有超亲优势, 其平均优势率为5.4%; POD 酶活性、MDA 含量介于双亲之间, 其平均优势率分别为7.18%和-0.44%。由平均优势率来看, SOD、POD 为正优势, 而 MDA 含量却为负优势。

表2 杂29F₂净同化率、气孔导度和蒸腾速率的杂种优势率自交衰退率

项 目	净光合速率 ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	气孔导度 ($\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	蒸腾速率 ($\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)
711-22	16.16	0.278	5.163
86-56系	20.51	0.450	6.103
杂29二代	20.55	0.441	6.992
杂种优势率	12.09	21.15	24.13
自交衰退率	10.25	13.87	2.16

表3 杂29一代超氧化物歧化酶活性过氧化物酶活性、和丙二醛含量的杂种优势率

项 目	超氧化物歧化酶 (Units/mg pro. min)	过氧化物酶 (Units/mg pro. min)	丙二醛 ($\mu\text{mol}/\text{gFW}$)
711-22	41.20	286.22	7.54
86-56系	45.65	364.37	8.53
杂29一代	45.77	348.66	8.00
杂种优势率	5.40	7.18	-0.44

3 讨论

3.1 关于杂交棉的高产生理基础

杂种一代较其亲本产量的提高,从生理学角度讲,主要是光合叶面积、光合时间和光合强度增高的结果^[1]。Khanna, Sinha (1975) 和 Nagy (1972) 分别在高粱和玉米幼苗期观察到光合强度的杂种优势, Nosberger (1970) 发现杂种的净同化率超过双亲中值, 趋于优良亲本^[1]。有人在棉花种间杂种中观察到光合强度的杂种优势, 而在品种间杂种则未见光合强度的杂种优势, 杂种光合强度仅居于双亲之间^[1]。本文对杂交棉杂29 F₁、F₂的测定结果表明, 杂29一代、二代在净光合速率均具有超亲优势。本文结果之所以与文献[1]结果有些不同, 本文作者认为, 这可能与杂交亲本的不同而杂交后代的光合优势不同之故, 同时认为杂29F₁、F₂代在净光合速率上的优势是其产量优势的主要原因之一。

3.2 关于杂交棉的抗逆机理

研究结果表明, SOD、POD 是细胞抵御活性氧伤害的酶保护系统, 在清除超氧自由基、H₂O₂和过氧化物、阻止或减少羟基自由基形成方面起重要作用^[4]。SOD、POD 与植物的抗盐、抗低温、抗旱、抗病密切相关^[4~6]。而 MDA 是膜脂氧化的最终产物, 它与蛋白质结合引起蛋白质分子内与分子间交联, 生物膜中结构蛋白和酶的聚合和交联, 使它们的结构和催化功能发生变化, 从而损伤生物膜^[7]。本文以 SOD、POD、MDA 作为棉花抗逆的生化指标, 探讨了杂交棉一代与其亲本间的关系, 结果表明, SOD、POD 杂29一代具有平均正优势, 而 MDA 含量则是负优势, 且作为膜保护酶之一的 SOD 还具超亲优势。这是陆地棉品种间杂交种杂29有较强抗逆性和适应性的重要生化基础。

参 考 文 献

- 1 蔡旭主编. 植物遗传育种学. 北京: 科学出版社, 1988
- 2 张香云等. 棉花杂交种冀棉18号的选育及应用研究. 北京农业大学学报, 1993, 19 (增刊): 100~103
- 3 张龙翔等. 生化实验方法和技术. 北京: 人民教育出版社, 1983
- 4 张敬贤等. 玉米细胞保护酶活性对苗期干旱的反应. 华北农学报, 1990, 5 (增刊): 19~23
- 5 王建华等. SOD 在植物逆境和衰老生理中的作用. 植物生理学通讯, 1989, 1: 1~7
- 6 李妙等. 不同抗枯萎类型棉花品种超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性研究. 华北农学报, 1993, 8 (增刊): 119~122
- 7 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害. 植物生理学通讯, 1991, 27 (2): 84~90
- 8 Ginanopolitics CN and Rice SK. Superoxide dismutase. Purification and quantitative relationship with water-soluble protein in seedling. Plant P. thysiol, 1977 (59): 315~318
- 9 Heath RL and Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch Biochem Biophys, 1968 (125): 189~198

Studies on Physiology and Biochemistry Mechanism of High-yield and Stress-resistance of Upland Cotton Intervarietal Hybrid Za 29

Guo Haijun Dong Zhiqiang

(Cotton Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051)

Huang Guocun Cui Siping

(Agri-Physics, Plant Physiology and Biochemistry Institute,

Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang)

Pan Xuebiao

(Cotton Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang)

Abstract The net photosynthetic rate (NPR), stomatal conductance (SC), transpiration rate (TR), SOD activity, POD activity and MDA content were studied for cotton hybrid Za29 F_1 and F_2 . The results showed that there were positive super-parent heterosis for NPR and TR of F_1 and F_2 , and for SC and SOD activity of F_1 , and positive mid-parent heterosis for SC of F_2 and POD activity of F_1 , but negative mid-parent heterosis for MDA content of F_1 .

Key words: Upland Cotton; Intervarietal hybrid; Net photosynthetic rate; SOD; POD; Stress-resistance