

小麦突变体返白系返白特性机理的研究*

IV. 返白阶段蒸腾、光合及呼吸作用的变化

苏小静² 汪沛洪¹ 王永吉³ 李丕皋⁴ 封如敏⁴

(1 2 3 西北农业大学植物生化研究室, 陕西杨陵 712100) (4 西安市农业科学研究所, 西安710004)

摘 要 研究了小麦突变体返白系返白现象发生的生理基础及抑制春生分蘖的机制。结果表明,与对照相比,返白系小麦在返白过程中,气孔阻力增大,蒸腾、净光合及呼吸速率下降;叶片可溶性糖及 ATP 含量降低、淀粉含量略有上升;复绿过程中上述变化均可逐渐恢复到对照的水平。分析认为,返白现象发生时,植株的生理活动减弱,有效地限制了春季无效分蘖的发生;复绿过程其生理活动又迅速增强。

关键词 小麦突变体,蒸腾作用,光合作用,呼吸作用,返白阶段

中图分类号 S512.101, Q945.1

小麦返白系发现后,由于其胞质遗传的特性、特殊的代谢特点及潜在的应用价值,引起了国内外不少学者的关注^[1]。特别是返白特性抑制春季无效分蘖产生已在育种实践中得到初步应用^[2]。本文对返白系在返白阶段(包括返白过程—产生春季无效分蘖的时期和复绿过程)蒸腾、光合及呼吸作用的变化规律进行了初步研究,目的在于了解返白现象发生的生理基础以及抑制春生分蘖的机制。

1 材料和方法

以冬小麦(*Triticum aestivum*)返白系和矮变1号(野生株,作为对照)为材料^[1]。生理指标测定在晴天上午11:00~12:00时进行。气孔阻力(R_s)、蒸腾速率(T)、净光合速率(P_n)及呼吸速率(R)的测定均同前文^[2],气孔导度(C_s)以 $1/R_s$ 表示, P_n 或 R 的相对值表示为(返白系绝对值/对照绝对值) $\times 100\%$;可溶性糖和淀粉含量用蒽酮法测定^[3];ATP 含量测定用发光法^[4],以发光强度(I)表示 ATP 的相对含量,萤光素酶购自中科院上海植物生理所。

2 实验结果

2.1 气孔阻力(R_s)和蒸腾速率(T)的变化

返白阶段返白系的 R_s 和 T 变化规律相反。图1显示,返白过程中 R_s 上升得快,且幅度大,全白时期(3月26日)达到高峰;复绿过程中又迅速下降。 T 在返白过程中下降,复绿过程中上升;而对照 T 在返白阶段则呈上升趋势。4月7日为拔节期, T 的高峰可能是生育期的影响。

收稿日期:1995-04-05

*国家自然科学基金资助项目。

2,3现分别在山西省生物研究所(太原市030006)和中国科学院微生物研究所(北京市100080)工作。

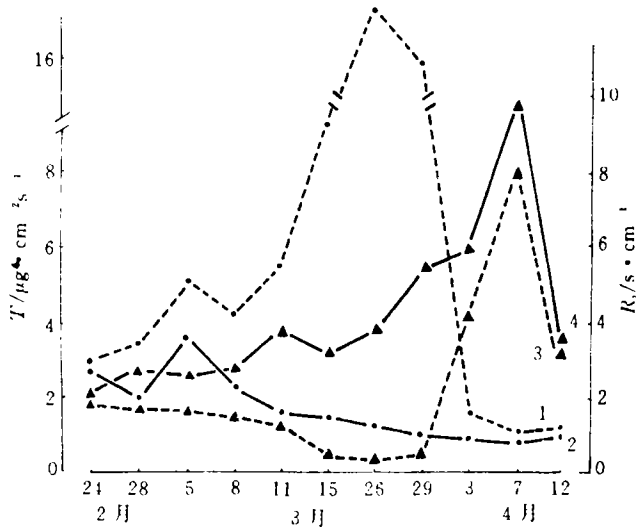


图1 气孔阻力和蒸腾速率的变化

1. 矮变1号蒸腾速率;2. 返白系蒸腾速率;3. 矮变1号气孔阻力;4. 返白系气孔阻力

2.2 气孔导度(C_i)和净光合速率(P_n)的变化

由图2可见, C_i 和 P_n 的变化规律相似,返白阶段二者均低于对照,返白过程中下降, P_n 先于 C_i ,复绿过程中上升, C_i 先于 P_n ,和对照接近,整个过程中 P_n 上升都较慢,至全绿时(4月22日)仍然低于对照。

2.3 叶片呼吸作用的变化

由图3可见,返白初期(2月24日~3月8日)返白系相对呼吸速率高于对照,且呈上升趋势;此后随叶色白化的加剧而迅速下降,低于对照,全白叶(3月20日)仅为对照的50%;复绿时,相对呼吸速率在4月3~8日又迅速上升,高出对照约40%,之后略下降。

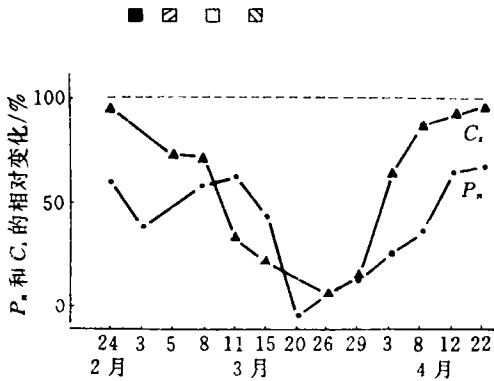


图2 气孔导度和净光合速率的相对变化

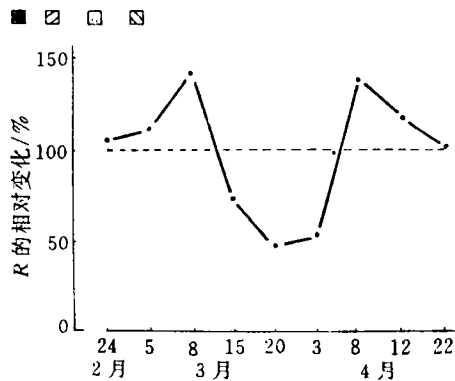


图3 叶片(暗)呼吸速率的相对变化

2.4 叶片内碳水化合物及 ATP 含量的变化

由图4可知,在返白阶段,返白系可溶性糖含量下降,复绿过程中又上升;返白系淀粉含量与对照的变化基本相似,返白过程中略上升,复绿过程中略下降。返白系和对照可溶性糖在测定后期较前期降低,可能与产物运输加快等因素有关。

叶片内 ATP 含量的变化与可溶性糖含量的变化相似(见图5)。返白阶段,对照 ATP 含量相对较高,且变化不大;返白系 ATP 含量则在返白过程中下降,复绿过程中上升。返白系 ATP 含量可能与叶片光合、呼吸速率的下降或上升有关,从而影响到光合磷酸化与氧化磷酸化的过程。

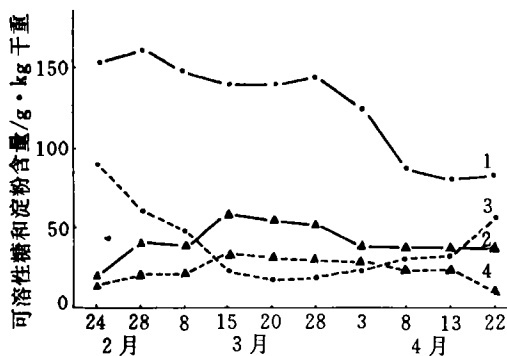


图4 叶片内可溶性糖和淀粉含量的变化

1. 矮变1号可溶性糖;2. 矮变1号淀粉;
3. 返白系可溶性糖;4. 返白系淀粉

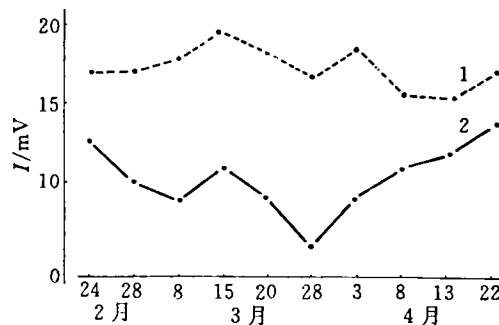


图5 叶片内 ATP 含量的变化

1. 矮变1号;2. 返白系

3 讨论

气孔是水分蒸腾和 CO_2 同化的门户。 R_i 可间接地反映气孔的运动情况。返白阶段 R_i 的变化会影响到蒸腾和光合这两个重要的生理过程。从时程上分析, T 和 R_i 的变化相吻合;而 P_n 在返白过程先于 C_i 下降,复绿过程又滞后于 C_i 上升,这可能说明气孔因素并不是限制 P_n 的主要因素。前文报道返白阶段叶绿体结构的退化和恢复^[1]、叶绿素合成的抑制和解抑制^[5]及 Rubisco 量的减少^[6],这些恰是构成非气孔因素的重要方面^[7]。 P_n 的变化导致了叶片内可溶性糖含量的减增,也可能通过底物供给影响呼吸作用。 P_n 和呼吸速率(R)的弱与强造成了叶片内 ATP 含量的低与高。ATP 的供给又会影响到气孔的运动^[7],气孔运动状况造成了蒸腾作用的变化。因此,返白系返白阶段蒸腾、光合和呼吸作用变化的中心可能是光合作用的变化。同时,由于光合速率在返白过程中的降低,不仅减少了碳素养分的输出,而且会影响氮素营养的同化^[8],从而减少了生长部位的养分供给。月见草 (*Oenolhera biennis*) 质体突变体会因碳素同化及光合磷酸化受阻(不能自然恢复)而危及生命^[9]。返白过程正值植株产生春季分蘖的时期,返白系同化力的减弱,虽然限制了植株苗期的生长,但更有效地抑制了春生无效分蘖的产生,为植株构建合理的群体结构提供了条件,使植株养分消耗减少,从而保证了后期生长和籽粒结实的需要。

参 考 文 献

- 1 苏小静,汪沛洪.小麦突变体返白系返白机理的研究 I. 返白阶段叶绿体结构的观察. 西北农业大学学报,1990,18(2):73~77
- 2 王永吉,苏小静,汪沛洪等.小麦返白系返白后期某些生理变化. 植物生理学报,1994,20(1):39~45
- 3 汪沛洪主编.基础生物化学实验指导. 西安:陕西科学技术出版社,1986:16~20
- 4 上海植物生理学会.植物生理学实验手册. 上海:上海科学技术出版社,1985:155~157
- 5 苏小静,汪沛洪,陈毓荃.小麦突变体返白系返白机理的研究 II. 返白阶段叶绿素代谢变化的研究. 西北农业大学学报,1990,18(3):80~84
- 6 苏小静,汪沛洪,王永吉.小麦突变体返白系返白机理的研究 III. 返白阶段叶片蛋白质、游离氨基酸变化规律研究. 西北农业大学学报,1990,18(4):16~22
- 7 Zeiger E. The biology of stomatal cells. *Ann Rev Plant Physiol*, 1983,34:441~466
- 8 Stoilov M, Mladenava I, Vinanova K. Physiological, biochemical and ultrastructural characterization of induced chlorophyll mutants of corn(*Zea mays*). *Genet Sel*,1985,118(3):189
- 9 Hallier U I V. The use of C and P in locating genetically caused defects in photosynthesis of some plastid mutants. In: *Isotop Plant Nutr Physiol, Proc Symp Vienna*,1966,235

Studies on the Mechanism of Albino Characteristic
of Winter Wheat Mutant “the Albinism Line”
IV. Primary Studies on the Changes of Transpiration,
Photosynthesis and Respiration at Albino Stage

Su Xiaojing Wang Peihong Wang Yongji

(Plant Biochem Lab, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Li Peigao Feng Ruming

(Xian Institute of Agriculture, Xian, 710051)

Abstract It is reported that there are changes of transpiration, photosynthesis and dark respiration of winter wheat “the albinism line” at albino stage, compared with its wild variety “Aibian No. 1”. The results show that, in the albino process, the stomatal resistance of the mutant increases, the transpiration, net photosynthesis, dark respiration rate, content of chlorophylls, leaf soluble sugar and ATP decrease, whereas the content of leaf starch has a little increase. In the regreening process, all the above changes of the mutant reverse up to the level of the wild. It is considered that the reason why the non-efficient spring tillers of the mutant are inhibited is the decrease of the physiological activity of the mutant plants in the albino process.

Key Words wheat mutant, transpiration, photosynthesis, respiration, albino stage