

植物内源激素对小麦叶片衰老的调控机理研究

赵春江, 康书江, 王纪华, 郭晓维, 李鸿祥

(北京市农林科学院作物研究所, 北京 100089)

摘要: 对小麦灌浆期不同叶位叶片的 5 大类激素含量测定结果表明, 正在衰老叶片的乙烯和脱落酸(ABA)含量明显增加, 前期和中期的功能期叶片细胞分裂素(玉米素和玉米素核苷, Z+ZR)和赤霉素(GA₃)含量较高, 生长素(IAA)在功能期和后期衰老的叶片中含量较高。因此可以将这 4 种激素分为 2 大类, 即乙烯和 ABA 诱发和促进叶片衰老, 另一类的 Z+ZR 和 GA₃ 则维持叶片功能, 抑制衰老。但 IAA 表现了具有前期保持叶片生长发育和后期促进衰老的双重作用。在不同叶片中, 春 6 叶(旗叶)则比较复杂。旗叶与其他叶片相比表现了特殊性, 这可能与其特殊的功能有关。

关键词: 小麦; 植物激素; 乙烯; IAA; ABA; Z+ZR; GA₃

中图分类号: S512.101 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2000)02-0053-04

叶片发育质量好坏直接影响小麦后期的子粒灌浆及最终产量, 在生产中常形成早衰和贪青两种不利现象。如何调控小麦叶片衰老进程, 及早作出预测和提出合理措施, 对于指导大田小麦生产具有重要实际意义。目前, 通过大量的栽培生理研究已经提出了一系列形态指标及叶片叶绿素含量、含氮量和可溶性糖含量等生理指标, 但这些指标的可预测性和准确性往往不能满足需要。随着植物生理和生物化学研究不断深入, 植物内源激素对小麦叶片衰老的调控越来越受到重视。植物内源激素是植物体内微量但具有重要调节作用的生理活性物质, 前人在这个领域进行较多尝试^[1~4], 但这些研究以小麦生长发育前期为研究对象比较多。本试验拟对小麦生育后期即灌浆期叶片中 5 大类植物内源激素的变化特征进行研究, 并探讨其对叶片衰老过程的调控机制。

1 材料和方法

1996~1997 年在北京市农林科学院作物所试验农场, 以品种京冬 8 号为供试材料, 密度为 450 株/m², 3 次重复, 田间按生产上常规管理。

取样方法: 灌浆初期、灌浆中期和灌浆后期分别取不同叶位的春生叶片测定 5 类植物内源激素含量, 重复 3 次。结果以每克鲜重样品中的含量表示。

乙烯的测定: 在董建国等方法^[5]基础上, 不同生育时期取得的试验材料记录不同叶位数

收稿日期: 1999-01-05

基金项目: 北京市科技新星(951870900); 国家自然科学基金资助项目(39770436)

作者简介: 赵春江(1964-), 男, 研究员, 博士, 主要从事作物生理学、农业信息技术研究工作。

量和质量,然后密闭于50 mL玻璃瓶中,9 h后用岛津GC-7AG气相色谱仪测定乙烯的释放量,3次重复。采用GDX-502、直径3 mm×2 m玻璃柱,FID检测器,柱温70℃,气化温度110℃,用标准乙烯气体样品作对照,外标法定量分析。

IAA, GA_3 , Z+ZR 和 ABA 的测定:不同叶位叶片经液氮速冻, -30℃下保存待提取。利用高效液相色谱(HPLC)外标法对试验材料的 IAA, GA_3 , Z+ZR 和 ABA 等4种植物内源激素的含量进行测定。植物内源激素的提取方法在丁静等^[6]的方法基础上加以改进。主要步骤是首先利用冰甲醇进行提取,过滤和过 C_{18} 预柱,经 0.45 μm 滤膜后上柱分析。色谱条件为 Novapac C_{18} 柱,流动相为 15% CH_3CN , 30% CH_3OH , 55% H_2O , pH 值 3, 流速 0.7 mL/min, 检测器 UV 254 nm。

2 结果与分析

2.1 乙烯的释放

图1表明了小麦不同叶位叶片在灌浆不同时期的乙烯释放规律。对于同一叶片而言,处于正在衰老过程的叶片乙烯释放量明显较高,如春3、4和5叶,而春2叶和春6叶未呈现上述规律,这可能与春2叶在灌浆前期已经完成了衰老过程,其生理功能已经很低,而春6叶(旗叶)在灌浆后期表现出差别可能与其仍维持较高的生理功能有关。另一方面,同一时期的不同叶位叶片来说,正处在衰老的叶片明显比其他位叶片释放量高,如灌浆前期和中期,春2叶和春3叶明显高于其他叶片,但春6叶一直保持较高的释放水平,这可能与其较长的叶片功能期和在灌浆中的重要作用有关,需进一步探讨。

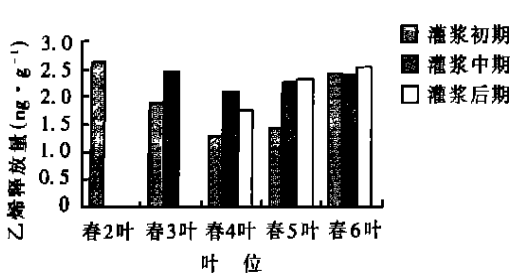


图1 乙烯的释放变化

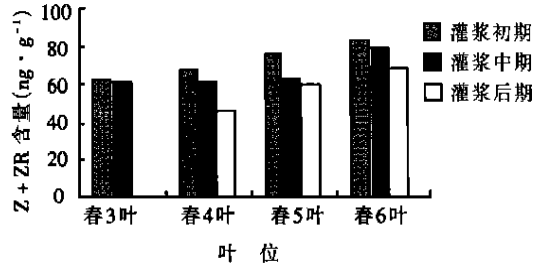


图2 Z+ZR 含量变化

2.2 细胞分裂素的变化

细胞分裂素是维持植物生长和分化的重要激素,已有许多研究结果证明其与衰老有密切的关系。图2表明在灌浆的不同时期 Z+ZR 含量的变化,同一叶片在灌浆初期高于中后期,对于同一时期的不同位叶片而言,发育晚的叶片高于发育早期的叶片,这一结果与细胞分裂素一般生理功能相一致。但旗叶维持时间较长,这与延长其功能期直接相联系,灌浆贡献更大。

2.3 赤霉素的变化

图3显示了 GA_3 在灌浆期内的变化。从不同叶位看,处在功能期的叶片 GA_3 含量明显高于衰老和功能前期。不同时期同位叶片,前期略高于后期,灌浆中期最高,后期相差不大,幼叶和功能叶高于衰老叶片。因此上述结果表明, GA_3 对于维持叶片功能,延缓衰老具有重要作用。

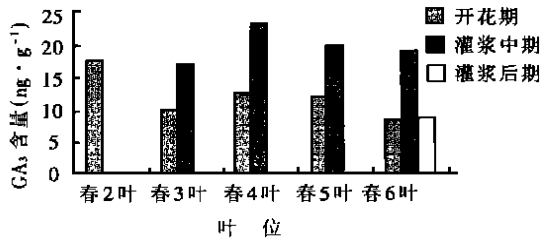


图3 GA₃ 含量变化

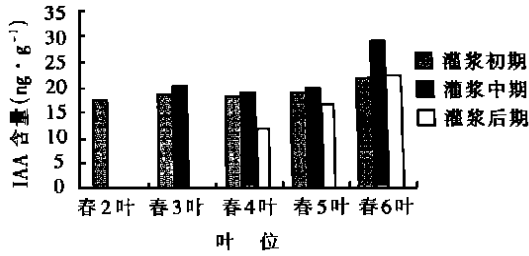


图4 IAA 含量变化

2.4 生长素的变化

图4表明,除春6叶(旗叶)外,同位叶片灌浆前期和中期 IAA 保持较高水平,叶片灌浆后期随着衰老而逐渐丧失功能后,IAA 明显下降。同一时期的不同位叶片则表现为前期和中期相差不大,而后期春4,5,6叶的 IAA 含量逐渐升高,这又似乎说明 IAA 与后期叶片的衰老有关。从上述结果分析,IAA 在前期维持叶片的生长发育,而后期可能促进衰老,具有双重作用。

2.5 脱落酸含量的变化

图5反映了 ABA 在灌浆不同时期的变化。同位叶片在灌浆的不同时期,ABA 含量一般随灌浆期的延长,叶片逐渐丧失功能,走向衰老而升高,但旗叶在灌浆后期略有不同,灌浆中期含量比较高。另一方面,同一时期的不同叶片之间表现为低位叶片 ABA 含量高于高位叶片,这与叶片的衰老顺序一致,但春6叶(旗叶)却表现不同,其在灌浆中期明显较高,其原因仍待进一步研究。

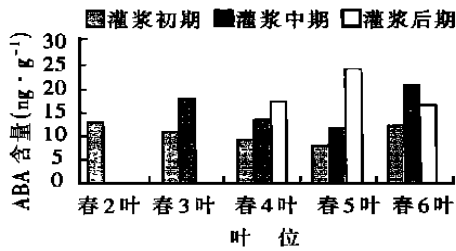


图5 ABA 含量的变化

3 讨论

植物内源激素调控叶片生长发育机理已有许多报道^[1,4],但这些工作在幼苗期开展比较多,而对全生育期,尤其是后期研究较少。本试验以小麦生长后期的灌浆阶段为核心,同时对5大类植物内源激素进行了系统研究,确定影响衰老的重要激素及其时期和特点。基本上可以分为2大类,即 Z+ ZR 和 GA₃ 是抑制衰老进程,其较高含量将有助于叶片功能的维持,另一类是 ABA 和乙烯,它们具有明显促衰老作用,这两种激素可能作为衰老的信号,启动和促进了衰老过程。IAA 在叶片中含量表明,其具有双重作用的特殊性,可能前期促进和保持生长及生理功能,而后期加速衰老。

在所有春生叶片中,春6叶(旗叶)与其他叶片表现不同,与其在灌浆中的特殊作用相联系,激素的调控时间和方式可能也有所不同,这方面仍需进一步研究。

参考文献:

- [1] 朱中华, 段留生, 冯雪梅, 等. 内源激素对小麦叶片衰老调控的系统分析[J]. 作物学报, 1998, 24(2): 126–187.
- [2] 赵微平. 小麦生理和分子生物学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993. 101–102.
- [3] 马兴林, 梁振兴. 冬小麦分蘖衰亡过程中内源激素作用的研究[J]. 作物学报, 1997, 23(2): 200–207.
- [4] Kraus T E, Murr D P, Hofstra G, *et al.* Modulation of ethylene synthesis in acotyledonous soybean and wheat seedlings [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 1992, (11): 47–53.
- [5] 董建国, 俞子文, 余叔文. 在渍水前后的不同时期增加体内乙烯产生对小麦抗渍性的影响[J]. 植物生理学报, 1983, 9(4): 383–389.
- [6] 丁 静, 沈镇德, 方亦雄, 等. 植物内源激素的提取方法[J]. 植物生理学通讯, 1979, (2): 27–39.

Research on Phyto-hormones Regulating Mechanism of the Senescence of Wheat Leaves

ZHAO Chun-jiang, KANG Shu-jiang,

WANG Ji-hua, GUO Xiao-wei, LI Hong-xiang

(Institute of Crop, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100089, China)

Abstract: Contents of five kinds of phytohormones in different leaves were tested during filling period. The results showed that the contents of ethylene and ABA in the senescing leaves increased obviously, the contents of Z+ ZR and GA₃ in the effective leaves also got higher during the initial and middle filling periods, but the flag leaf showed complex. Therefore, the phytohormones can be divided into two parts, one was ABA and ethylene that induced and prompted senesce, and the other parts was GA₃ and Z+ ZR that maintained the functional leaves and inhibited senesce. IAA showed double functions that maintained growth in the earlier filling period, and that promoted the senescing period in the later filling period. In addition, flag leaf was very special, perhaps due to its important function.

Key words: Wheat; Phytohormone; Ethylene; IAA; ABA; Z+ ZR; GA₃