

文章编号: 1000 - 5463(2003)01 - 0119 - 04

## 6 - BA 和 GA 对水稻后期衰老的影响

吴冬云, 朱碧岩, 丁四兵, 张 磊  
(华南师范大学生命科学学院, 广东广州 510631)

关键词: 6 - BA; GA; 衰老; 水稻

中图分类号: S511; Q944 文献标识码: A

### THE EFFECT OF 6 - BA AND GA ON SENESCENCE IN THE LATER STAGE OF RICE

WU Dong - yun, ZHU Bi - yan, ZHANG Lei, DING Si - bing  
(College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** The effect of plant growth regulator 6 - BA and GA, which were sprayed during the filling stage of rice on senescence in the later stage was studied. The results showed that 6 - BA and GA can slow down the falling of the chlorophyll and protein in the flag leaves, restrain the decrease of the POD activity and the accumulation of MDA. To a certain extent, 6 - BA and GA can retard the senescence of functional leaves, which benefit the filling of rice, and improve the yield and quality.

**Key words:** Key words: 6 - BA; GA; senescence

杂交水稻比常规水稻早衰,不仅影响生产上增产优势的发挥,而且破坏合理灌浆动态的形成,降低水稻品质. 由于水稻籽粒的发育与营养器官的衰老是同步的,因此,如何延长水稻叶片的功能期,延缓功能叶片的衰老,促进光合作用已成为生产上急需解决的问题. 近年来,利用植物生长物质来延缓或加速植物的衰老已渐成为这方面研究的热点. 李伯林等用燕麦叶片为材料,发现 6 - 苄基腺嘌呤(6 - BA)在植物体内可作为直接的自由基清除剂而延缓植物的衰老<sup>[1]</sup>. 潘瑞炽等认为,赤霉素(GA)对叶片衰老也有一定抑制作用<sup>[2]</sup>. 而关于这两种植物生长调节剂对水稻后期叶片生长的影响还未见报道. 本试验通过灌浆结实期喷施 6 - BA、GA 后,水稻旗叶中叶绿素、可溶性蛋白质、过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量的检测,来探讨两种植物生长调节剂对水稻后期叶片衰老的影响,以期为水稻增产创优提供依据.

## 1 材料与方方法

### 1.1 实验设计

供试水稻为毅丰 47(毅夫 × 丰澳粘, 优质)品系. 实验于 2000 ~ 2001 年在本校试验田进

收稿日期: 2002 - 05 - 14

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(980040)

作者简介: 吴冬云(1977 - ),女,湖北松滋人,华南师范大学 2000 级硕士研究生;朱碧岩(1957 - ),男,广东河源人,华南师范大学副教授,博士.

行。育秧移栽至大田后,常规管理。田间小区随机排列,小区面积 5 m ×7 m。齐穗期当天选取生长基本一致的水稻植株进行挂牌标记。从挂牌之日起,以后每隔 4 d 于傍晚用 6-BA,GA (加入 0.1 %吐温 20 展开剂)对水稻进行叶面喷施,以叶面湿润为度。每次喷药后 2 d,取挂牌标记的植株旗叶进行生理生化测定,重复 3 次。以喷清水为对照。

6-BA、GA 均为上海源聚生物科技有限公司产品,分别用少量 0.1 mol 的 HCl 和体积分数为 95 %乙醇溶解后,配制成 20 mg/L 的溶液。

### 1.2 测定方法

叶绿素含量,可溶性蛋白质含量,过氧化物酶(POD)活性,丙二醛(MDA)含量均按张志良方法测定<sup>[3]</sup>。其中过氧化物酶(POD)活性以每 mg 鲜重的叶片与 3 mL 反应混合液混合后每 min OD470 的变化值为 1 个活性单位(U)。

## 2 结果与分析

### 2.1 6-BA、GA 对水稻植株旗叶叶绿素和可溶性蛋白质含量的影响

叶绿素逐渐丧失是叶片衰老最明显的外观标志。因此,叶绿素含量是衡量叶片衰老的灵敏指标<sup>[4]</sup>。由图 1 可知,水稻植株旗叶在衰老过程中,叶绿素含量呈下降趋势。经 6-BA、GA 处理的植株旗叶叶绿素的丧失速率始终慢于同期对照,特别是在灌浆后第 20、25 d,6-BA 处理的叶绿素含量下降了 12.82 %和 22.61 %,GA 处理的叶绿素含量下降了 15.88 %和 27.27 %,而对照的下降量分别为 22.12 %和 36.39 %。

蛋白质含量的降低也是叶片衰老的基本特征,是所有生理衰老的基础<sup>[5]</sup>。处理与未处理的水稻植株旗叶蛋白质含量变化如图 2 所示。蛋白质含量在叶片衰老期逐渐减少,但被 6-BA 和 GA 处理的水稻旗叶蛋白质含量却一直高于同期对照。6-BA 处理后第 5、10、15、20 d 时,其蛋白质含量分别比对照高 37.84 %、40.6 %、25.7 %和 26.13 %。而 GA 处理也能使蛋白质含量在 15 和 25 d 时比对照高出 23.94 %和 23.23 %,效果稍弱于 6-BA。

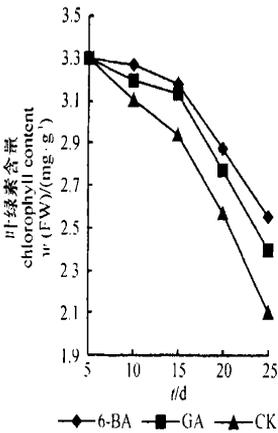


图 1 6-BA、GA 对水稻植株旗叶叶绿素含量的影响

Fig 1 Effect of 6-BA and GA on the chlorophyll Content in flag leaves of rice

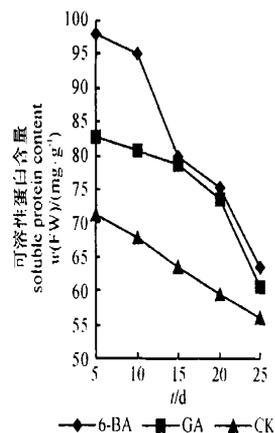


图 2 6-BA、GA 对水稻植株旗叶可溶性蛋白质含量的影响

Fig 2 Effect of 6-BA and GA on the soluble protein in flag leaves of rice

对 6-BA 和 GA 处理过的水稻植株的叶绿素和蛋白质分别与对照进行成对数据 *t* 测验,所得的概率值如表 1 所示. 其中,叶绿素含量的 *t* 测验概率值均小于 0.05,说明两种处理后叶绿素含量与对照比达到显著水平;蛋白质含量的 *t* 测验概率值均小于 0.01,说明两种处理后蛋白质含量与对照比达到极显著水平.

表 1 叶绿素、可溶性蛋白质含量与对照的 *t* 测验

Tab 1 *t*-test of chlorophyll, soluble protein content and CK

	叶绿素含量	蛋白质含量
6-BA	0.036 0 *	0.007 68 **
GA	0.035 0 *	0.003 01 **

注: \*表示 5%显著水平; \*\*表示 1%极显著水平

## 2.2 6-BA、GA 对水稻植株旗叶过氧化物酶(POD)活性的影响

过氧化物具有很强的氧化能力,对许多生物功能分子有破坏作用. POD 是植物体内清除过氧化物,降低活性氧伤害的一种关键酶<sup>[6]</sup>. POD 活性高,清除过氧化物能力就越强,对植物的保护作用就越大. 由表 2 可见,在水稻后期衰老过程中,POD 活性呈下降趋势. 但喷施 6-BA、GA 能提高旗叶 POD 活性. 这种效果在灌浆初期虽不明显,但在喷施后 15 d 和 20 d,表现特别明显,如 6-BA 处理后 POD 活性分别是对照的 1.89 倍和 1.50 倍,而 GA 处理后也能达到对照的 1.24 倍和 1.07 倍.

## 2.3 6-BA、GA 对水稻植株旗叶丙二醛(MDA)含量的影响

MDA 是脂质过氧化产物,它对植物的细胞膜和酶有严重损伤作用,常导致膜结构以及生理完整性的破坏<sup>[7]</sup>. 因此,MDA 的大量积累,将加速植物细胞和组织的衰老<sup>[8]</sup>. 6-BA、GA 处理能抑制水稻旗叶丙二醛的积累. 表 3 显示,6-BA、GA 处理后水稻旗叶 MDA 含量与对照一样,呈上升趋势,但始终低于同期对照. 在灌浆第 25 d 时,两种处理的植株 MDA 含量分别只是对照的 76.16%和 76.39%. 而这种抑制效果在 POD 活性显著升高的 15~20 d 表现并不明显. 同样,对 6-BA 和 GA 处理过的水稻植株的丙二醛含量与对照进行成对数据 *t* 测验,发现 6-BA 和 GA 处理对抑制水稻植株丙二醛含量的增加分别具有显著性和极显著性(其 *t* 测验的概率值分别为 0.024 和 0.0091).

表 2 6-BA、GA 对水稻植株旗叶过氧化物酶(POD)活性的影响(单位:U)

Tab 2 Effect of 6-BA and GA on the activity of POD in flag leaves of rice (Unit: U)

处理	5 d		10 d		15 d		20 d		25 d	
	实际值	相对值	实际值	相对值	实际值	相对值	实际值	相对值	实际值	相对值
CK	0.560	100	0.515	100	0.378	100	0.425	100	0.245	100
6-BA	0.605	108	0.575	112	0.715	189	0.638	150	0.275	100
GA	0.583	104	0.525	102	0.468	124	0.455	107	0.242 5	100

注:5~25 d 表示灌浆天数

表 3 6-BA、GA 对水稻植株旗叶丙二醛(MDA)含量的影响(b(FW)/(nmol g<sup>-1</sup>))

Tab 3 Effect of 6-BA and GA on the content of MDA in flag leaves of rice(b(FW)/(nmol g<sup>-1</sup>))

处理	5 d		10 d		15 d		20 d		25 d	
	实际值	相对值								
CK	30.00	100	31.31	100	32.89	100	35.20	100	33.76	100
6-BA	25.00	83.33	26.11	82.60	31.37	95.38	32.45	92.19	24.36	76.16
GA	24.50	81.67	25.54	80.80	30.89	93.92	31.89	90.60	25.79	76.39

注:5~25 d 表示灌浆天数

## 3 讨论

叶片衰老延迟,不仅可以延长水稻光合作用的时间,起到“增源”效果,还可以延长灌浆时

间,使胚乳细胞充实良好,降低垩白的发生,提高水稻的外观品质.试验表明,6-BA、GA均能减缓水稻生育后期旗叶叶绿素和蛋白质的丧失,抑制过氧化物酶活性的下降和丙二醛的积累,在一定程度上能延缓功能叶的衰老,有利于籽粒灌浆,提高产量和品质.这两种植物生长物质相比较,6-BA的效果要强于GA.

膜脂过氧化产物MDA极其类似物能直接引起叶片细胞的毒害<sup>[9]</sup>,还能直接引起叶绿素的降解和破坏<sup>[10]</sup>,降低光合作用的发生.也有研究表明,植物生长调节剂对叶片衰老的调控,与加速或减缓蛋白质水解酶活性有关<sup>[11]</sup>.本实验中,6-BA、GA延缓灌浆期水稻旗叶叶绿素和可溶性蛋白质含量的丧失可能是其抑制丙二醛积累和蛋白质水解酶活性上升的结果.

POD不但能清除过氧化物,还能使脂质过氧化物MDA转变为正常的脂肪酸<sup>[10]</sup>.6-BA、GA减缓POD活性的下降,也会造成对MDA积累的抑制.本实验中,6-BA、GA明显提高POD活性主要发生在灌浆15~20d,两者抑制MDA的积累主要发生在灌浆20~25d,前者稍早于后者,这也进一步说明了POD对MDA的清除作用.而6-BA、GA在灌浆后期0~10d对MDA的抑制作用很可能与两者在这段时间也提高了其他保护酶如SOD的活性有关.6-BA、GA抑制POD活性的下降和MDA的积累,说明6-BA、GA延缓水稻后期叶片衰老与调节活性氧代谢有关.

总的说来,在叶片衰老过程中,POD活性的下降,往往引起活性氧积累而引发脂质过氧化,其产物MDA可引起生物大分子的变性或降解,并损伤叶绿体和线粒体结构<sup>[12]</sup>.所以认为:本实验中,叶绿体和可溶性蛋白质丧失的减慢可能是MDA积累受抑制的结果,而POD活性下降又对MDA积累的抑制起到一定作用.

#### 参考文献:

- [1] 李伯林,梅慧生.燕麦叶片衰老和活性氧代谢关系[J].植物生理学报,1989(15):6-9.
- [2] 潘瑞炽,董愚得.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,1995.188.
- [3] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1990.
- [4] 汤日圣,梅传生,吴光南.4PU-30延缓杂交水稻叶片衰老的生理基础[J].中国水稻科学,1996,10(1):23-28.
- [5] 刘道宏.植物叶片衰老[J].植物生理学通讯,1983(2):14-19.
- [6] 李向东,王晓云,张高英,等.生长调节物质对花生叶片衰老调控的初步探究[J].中国油料作物学报,1998,20(4):52-55.
- [7] HALLINELL B. Chloroplast metabolism, the structure and function of chloroplasts in green leaf cells[M]. Oxford: Charendom Press, 1981. 186.
- [8] 张国平,STANLEY M.几种化学物质对小麦叶片衰老的延缓作用[J].浙江农业学报,1994,6(2):94-97.
- [9] 王建华,刘鸿先,徐国.植物胁迫生理和衰老生理中SOD的作用[J].植物生理学通讯,1989,25(1):1-7.
- [10] 王爱国,罗广华,邵从本.植物氧代谢和活性氧引起的细胞伤害[J].中国科学院华南植物研究所集刊,1989(5):11-23.
- [11] NOODEN L D. Absciscic acid, auxin and other regulator of senescence[A]. In: Nooden L D and Leopold A C. Senescence and aging in plant[C]. San Diego:Academic Press,1988. 329-369.
- [12] 陈信波,廖爱君,罗泽民.大穗型水稻生育后期叶片和根系生理的特性[J].生命科学研究,1999,3(3):250-255.

【责任编辑 黄玉萍】