

水稻、玉米和狼尾草花粉低温贮藏期间激素和维生素含量及呼吸速率变化

王金祥¹, 陈良碧², 潘瑞炽¹

(1. 华南师范大学生物系, 广东 广州 510631; 2. 湖南师范大学生命科学学院, 湖南 长沙 410081)

摘要: 测定了水稻、玉米和狼尾草花粉在低温($4 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$)贮藏时内源激素(IAA、 GA_3 、ZT和ABA)、维生素 B_2 、维生素C、维生素E、类胡萝卜素含量和呼吸速率的变化。结果表明: IAA、 GA_3 、ZT、维生素 B_2 、维生素C、维生素E、类胡萝卜素的含量和呼吸速率在贮藏期间下降, 而脱落酸的含量不断上升。与短寿命的水稻和玉米花粉相比, 长寿的狼尾草花粉的IAA和 GA_3 含量及呼吸速率低, 下降速度慢, 而ABA始终保持较高水平。

关键词: 水稻; 玉米; 狼尾草; 花粉; 激素; 维生素; 呼吸速率

中图分类号: Q945.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)03-0245-05

CHANGES IN PHYTOHORMONE AND VITAMIN CONTENTS AND RESPIRATORY RATE IN POLLENS OF RICE, MAIZE AND CHINESE PENNISETUM STORED AT LOW TEMPERATURE

WANG Jin-xiang¹, CHEN Liang-bi², PAN Rui-chi¹

(1. Department of Biology, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. School of Life Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: The contents of IAA, GA_3 , ZT, and vitamins B_2 , C, E and carotenoid in pollens of rice, maize and Chinese pennisetum stored at $4 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ decreased with duration, on the contrary, ABA content increased. IAA and GA_3 contents and the respiratory rate in long-lived pollens of Chinese pennisetum were lowered as compared to those in short-lived pollens of rice and maize, but ABA level in Chinese pennisetum pollens was consistently raised.

Key words: Rice; Maize; *Pennisetum alopecuroides*; Pollen; Vitamins; Phytohormones; Respiratory rate

有关水稻、玉米和狼尾草花粉贮藏研究较多^[1-3]。李要民和陈良碧^[1]报道高温低湿条件有利于水稻、玉米和狼尾草花粉的贮藏, 耐贮藏的狼尾草花粉的蛋白质含量较高, 淀粉含量较低。已有研究表明: 花粉在贮藏过程中寿命长短与花粉化学成分的变化有关^[3]。花粉中维生素种类多, 含量丰富; 也含有较多种类的植物激素, 包括甾体激素^[4,5]。众所周知, 低温是花粉贮藏的

收稿日期: 2000-01-03

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(No. 3258)

良好条件^[6]。水稻和玉米花粉的寿命短, 分别只有 10 min 和 24 h, 而狼尾草花粉则长达数十天^[3,6]。本文测定这三种花粉在低温贮藏条件下, 内源激素、维生素含量和呼吸速率的变化, 希望对花粉代谢特点和寿命长短的原因有所了解。

1 材料和方法

材料 水稻 (*Oryza sativa* L.) 品种 5-34, 玉米 (*Zea mays*) 品种 川农大 9429, 狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng.) 品种 香蒲状狼尾草。

内源激素含量的测定 内源激素 (IAA、GA₃、ZT 和 ABA) 的提取及纯化见文献 [7]、[8] 和 [10], 采用 HPLC 法测定含量^[7-10]。IAA、GA₃、ZT 和 ABA 测定的色谱条件为: 流动相为含 0.1% 三氟乙酸的纯水 (A 液) 和含 0.1% 三氟乙酸的乙腈 (B 液), 流速为 0.8 ml min⁻¹ 梯度洗脱。Waters 高效液相色谱仪测定, C₁₈ 反相柱, 柱温为 40 ℃, 泵为 Waters 510 型。检测器为 Waters 996 型, 检测波长为 UV 254 nm, 灵敏度为 0.05 AuFs, 外标法定量, 标样为 Sigma 公司产品, 四种激素标样浓度分别为 50、50、40、40 mg L⁻¹, 测三个样取平均值。

维生素和类胡萝卜素含量的测定 维生素 B₂、维生素 C 的提取见蔡继炯的方法^[11], 测定的液相色谱条件为: Waters 公司高效液相色谱仪测定, 检测波长为 UV 254 nm, C₁₈ 柱, 柱温 40 ℃, 梯度洗脱 (100% 水到 100% 甲醇, 以每分钟 3% 梯度变化)。外标法定量, 标样为 Sigma 公司产品, 标样浓度皆为 40 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹。维生素 E 的提取见饶泽清等的方法^[12], 液相色谱分析条件除了在 292 nm 检测外, 其它条件与维生素 B₂、维生素 C 的测定条件相同。类胡萝卜素的分析测定采用宋艳茹、陈慧颖等的方法^[13]。

花粉呼吸速率的测定 采用氧电极法测定^[14,15]。称取 50 mg 待测花粉, 放入反应杯中, 用 1.6 ml 磷酸缓冲液 (pH7.5) 为反应介质, 25 ℃ 恒温水浴, 用 CY-2 型测氧仪测氧气消耗量, 呼吸速率以 $\mu\text{mol O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ FW h}^{-1}$ 表示, 重复三次。

花粉贮藏条件 在一干燥器中放入一个烧杯, 加入 50 ml 蒸馏水 (以维持一定的相对湿度), 将采收待贮藏花粉置于称量瓶, 放入干燥器中, 抽真空后, 将干燥器放入冰箱 (4±1 ℃)。

2 结果

2.1 内源激素含量的变化

从图 1a、b 和 c 可知, 水稻、玉米、狼尾草花粉中的 IAA、GA₃ 和 ZT 的含量在贮藏过程中不断下降。采收当天水稻和玉米花粉的 IAA 含量高于狼尾草花粉, 到第 7 天, 水稻、玉米和狼尾草花粉 IAA 含量分别下降为采收时的 23.8%、30.3% 和 33.2%, 可见, 贮藏期间水稻花粉 IAA 含量下降速度最快 (图 1a)。图 1b 表明: 新鲜水稻花粉 GA₃ 含量高于玉米和狼尾草花粉; 到第 7 天水稻、玉米、狼尾草花粉 GA₃ 含量分别下降为新鲜的 16.0%、22.1% 和 33.5%, 水稻和玉米花粉 GA₃ 含量下降速度快于狼尾草的。至于玉米素 (ZT) 的含量, 三种新鲜花粉以玉米的最高, 贮藏到第 3 天, 其含量降至水稻和狼尾草花粉的水平; 水稻和狼尾草花粉 ZT 含量下降幅度小 (图 1c)。图 1d 表明: 水稻、玉米和狼尾草花粉贮藏期间 ABA 含量不断上升, 在第 0 天, 耐贮藏的狼尾草新鲜花粉 ABA 含量已明显高于水稻和玉米, 贮藏到第 7 天, 狼尾草花粉的含量仍高于水稻和玉米花粉。

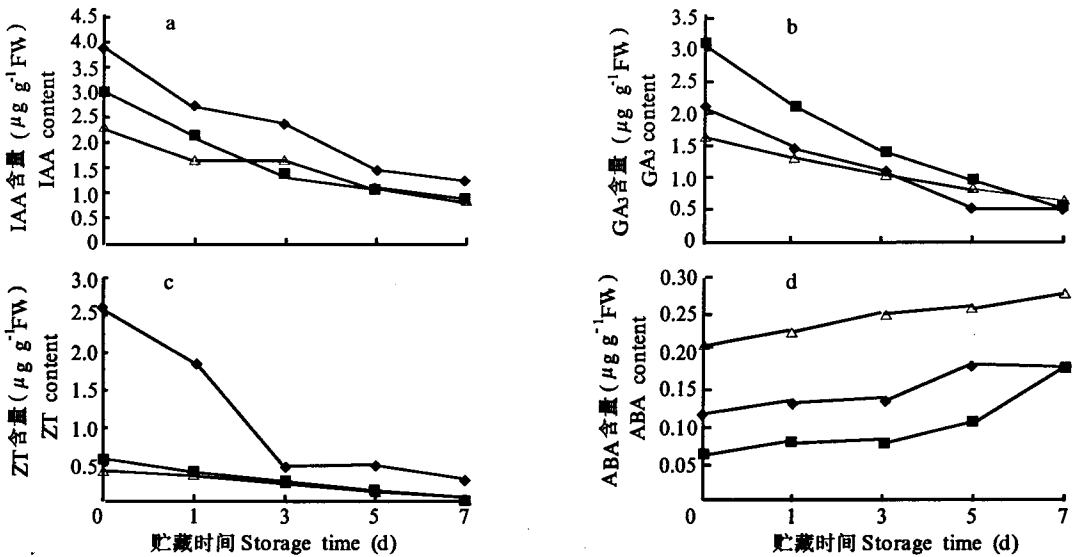


图1 三种花粉贮藏期间 IAA (a)、GA₃ (b)、ZT (c) 和 ABA (d) 含量的变化

Fig. 1 Changes in IAA (a), GA₃ (b), ZT (c) and ABA (d) contents in three kinds of pollen during storage

◆ 玉米花粉 Maize; ■ 水稻花粉 Rice; △ 狼尾草花粉 Chinese pennisetum

2.2 维生素和类胡萝卜素含量的变化

三种花粉维生素 C、维生素 B₂ 和维生素 E 含量在贮藏期间的变化趋势相同。新鲜花粉以玉米最高，水稻次之，狼尾草最低。随着贮藏时间延长，它们都下降，其中以玉米花粉下降最快，狼尾草下降最慢(图 2 a、b、c)。至于类胡萝卜素含量，新鲜的玉米、水稻和狼尾草花粉为 49.0、37.0 和 28.0 µg g⁻¹FW，贮藏到第 7 天，分别下降为 14.0、8.0 和 8.0 µg g⁻¹FW (图 2d)，长寿命的狼尾草花粉下降曲线比较平缓。

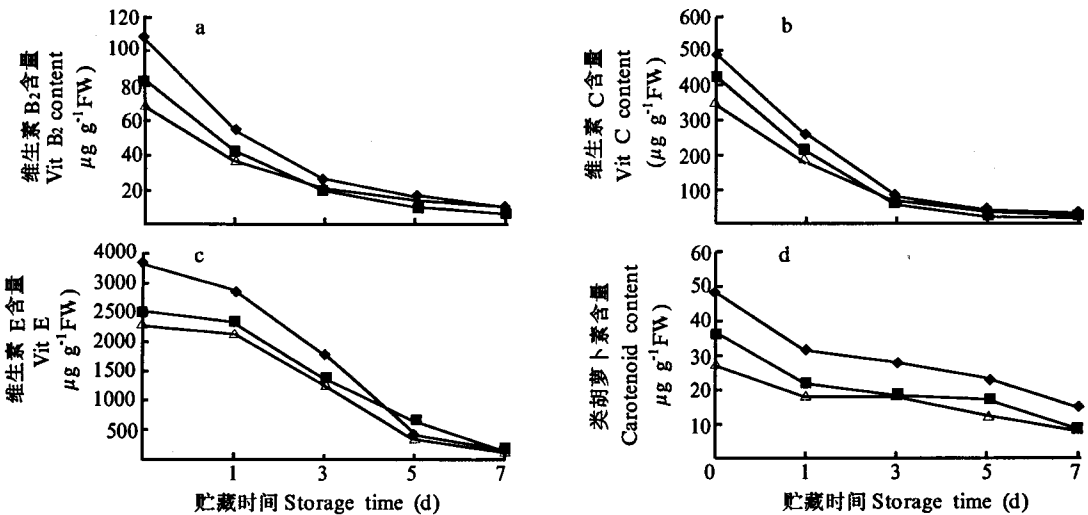


图2 三种花粉贮藏期间维生素B₂ (a)、维生素 C(b)、维生素 E (c) 和类胡萝卜素 (d) 含量的变化

Fig. 2 Changes in Vit B₂ (a), Vit C (b), Vit E (c) and carotenoid (d) contents in three kinds of pollens during storage

◆ 玉米花粉 Maize; ■ 水稻花粉 Rice; △ 狼尾草花粉 Chinese pennisetum

2.3 呼吸速率的变化

从表1可见,新鲜水稻和玉米花粉的呼吸速率较高,分别为 $85.4 \mu\text{mol O}_2 \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$ 和 $77.2 \mu\text{mol O}_2 \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$;新鲜狼尾草花粉的较低,为 $52.8 \mu\text{mol O}_2 \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$ 。这表明新鲜水稻和玉米花粉的代谢速率比新鲜狼尾草花粉的高。水稻和玉米花粉在贮藏期间呼吸速率下降较快,第七天呼吸速率分别为新鲜花粉的52.8%和57.4%,狼尾草花粉的呼吸速率下降较慢,第七天时呼吸速率为新鲜花粉的73.9%。

表1 三种花粉贮藏期间呼吸速率($\mu\text{mol O}_2 \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$)的变化
Table 1 Respiratory rate of three kinds of pollens during storage

| 贮藏时间(d) Storage time | 水稻 Rice | 玉米 Maize | 狼尾草 Chinese pennisetum |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 0 | 85.4 (100.0%) | 77.2 (100.0%) | 52.8 (100.0%) |
| 1 | 56.8 (66.5%) | 52.3 (67.5%) | 48.9 (92.6%) |
| 3 | 51.3 (60.0%) | 48.4 (62.7%) | 46.9 (88.6%) |
| 5 | 46.8 (54.8%) | 45.9 (59.5%) | 43.6 (82.6%) |
| 7 | 45.1 (52.8%) | 44.3 (57.4%) | 39.0 (73.9%) |

3 讨论

水稻、玉米和狼尾草同属禾本科植物,在自然条件下其花粉寿命相差很远,耐贮藏性差别很大^[1,6]。原因是什么?有关的工作表明,水稻和玉米花粉的外壁较薄,结构疏松,有内外壁之分,对不良环境的抵抗力较弱,而狼尾草花粉的外壁致密,内外层不明显^[3];水稻花粉和玉米花粉的水解酶活性和呼吸速率比狼尾草花粉的高,代谢强;在不同温湿条件下贮藏,水稻和玉米花粉的蛋白质、淀粉和可溶性糖等内含物下降速度比狼尾草花粉的快^[3]。

本文工作表明,寿命短的水稻和玉米花粉中的促进生长的生长素、赤霉素和玉米素含量均比长寿命的狼尾草花粉的高,而在狼尾草花粉中,抑制生长的脱落酸的含量高于水稻和玉米花粉。 GA_3 和IAA是强烈促进花粉萌发的激素^[6],三种花粉贮藏过程中 GA_3 和IAA含量下降,导致花粉内促进自身萌发的物质减少,萌发潜能下降。维生素 B_2 作为辅酶,在植物体代谢中起重要作用;维生素C有抗氧化的作用,维生素E在植物体是一种抗氧化剂,可保护线粒体膜上的磷脂,免遭自由基的氧化。花粉贮藏期间,这些物质含量的减少可能与花粉活力下降有关。

IAA、 GA_3 和ZT是促进型激素,在贮藏期间含量下降,下降速度均以狼尾草的最小,水稻的最快,三种花粉的呼吸速率和活力也下降;而ABA是抑制型激素,是一种胁迫激素,在贮藏期间含量上升(其中狼尾草花粉的上升速度较快,水稻较慢),这可能是花粉对低温胁迫的生理反应,增加了花粉对低温逆境的适应能力。水稻和玉米花粉呼吸速率高,下降快,对逆境(低温)适应力低;而狼尾草花粉呼吸速率低,下降慢和平缓,对逆境抗性强,这可能是水稻花粉寿命短,不耐贮藏;狼尾草花粉寿命长,耐贮藏的内在原因之一。另一种气体激素-乙烯在三种新鲜花粉中的含量和贮藏期间含量的变化,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 李要民,陈良碧.不同温湿条件下贮藏的三种禾本科植物花粉活力的变化[J].植物生理学通讯,1998,34(1):35-37.

- [2] 胡晋, 郭长根. 超低温(-196℃)保存杂交水稻恢复系花粉的研究 [J]. 作物学报, 1996, 22(1):72-76.
- [3] 李要民. 几种禾本科植物花粉生理比较研究 [J]. 湖南师范大学硕士论文, 1997, 15-29.
- [4] 张立庆, 杨胜英. 花粉的营养成分及其应用 [J]. 华中师范大学学报(自然版), 1991, 25(1):85-88.
- [5] 张正仁, 宋长铨. 花粉研究的植物学意义 [J]. 南京大学学报(自然版), 1989, 25(4):645-649.
- [6] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学 [M]. 第三版, 北京: 高等教育出版社, 1995, 290.
- [7] 丁静, 沈镇德, 方亦雄, 等. 植物内源激素的提取分离和生物鉴定 [J]. 植物生理学通讯, 1979, (2):27-29.
- [8] 谈锋. 高效液相色谱在细胞分裂素测定中的应用 [J]. 植物生理学通讯, 1988, 6(1):27-30.
- [9] 谢君. 高效液相色谱测定多种内源激素的方法研究 [J]. 四川农业大学学报, 1997, 15(3):297-299.
- [10] 王金祥, 陈良碧, 傅建华. 三种禾本科植物花粉中激素、维生素含量比较研究 [J]. 湖南师范大学学报(自然版), 1999, 22(2):81-84.
- [11] 蔡继炯, 王子卿. 马尾松花粉的形态结构和成分之初探 [J]. 植物学通报, 1988, 5(8):167-169.
- [12] 饶泽青, 门智明. 高效液相色谱法同时测定强化食品中的维生素 A、D、E [J]. 营养学报, 1994, 16(1):83-87.
- [13] 宋艳茹, 陈慧颖. 细胞分裂素和钾离子对离体黄瓜子叶扩张和代谢变化的比较研究 [J]. 植物生理学学报, 1981, 7(1):67.
- [14] 上海植物生理学会编. 植物生理学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985, 100.
- [15] 李德耀. 氧电极法操作中的一些技术问题 [J]. 植物生理学通讯, 1986, 5(8):56-58.
- [16] 李训贞. 植物花粉萌发与激素关系的研究 [J]. 湖南师范大学学报(自然版), 1990, 13(3):246-251.