

活体黄瓜果实成熟衰老过程中的几种生理生化指标变化

李艳秋 王志坤 秦智伟* 周秀艳
东北农业大学园艺学院, 哈尔滨 150030

提要 黄瓜果实衰老期间, 叶绿素含量下降, 膜透性增大, 丙二醛(MDA)含量上升, 超氧化物歧化酶(SOD)活性下降, 过氧化物酶(POD)活性呈双峰曲线变化, 在衰老后期果实呼吸速率出现峰值。

关键词 活体黄瓜; 果实; 衰老; 生理生化指标

Changes in Several Physiological and Biochemical Indexes of Cucumber Fruit *in vivo* during Senescence

LI Yan-Qiu, WANG Zhi-Kun, QIN Zhi-Wei*, ZHOU Xiu-Yan

College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China

Abstract As cucumber fruit *in vivo* became senescent, the chlorophyll content decreased, membrane permeability and MDA content increased, the activity of SOD decreased, the activity of POD showed a double-peak curve, respiration rate had a peak in the anaphase of senescence.

Key words cucumber *in vivo*; fruit; senescence; physiological and biochemical indexes

果实的成熟衰老是一个非常复杂的过程, 有多种酶的参与(生吉萍等 2000), 在此期间, 果实中发生一系列生理生化变化, 决定着它的质量和商品价值。但到目前为止, 一般主要集中在果实采收后的衰老研究上, 而活体果实衰老的研究少见报道。本文对此做了一些检测, 现报道如下。

材料与amp;方法

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种‘D0313’(第一雌花节位 3~4 节, 叶片呈浅绿色, 植株抗病性差)和‘649’(第一雌花节位 4~5 节, 叶片呈深绿色, 植株抗病性强)种子由我校园艺学院黄瓜课题组提供。于 2005 年 3 月 25 日播种, 4 月 2 日分苗, 5 月 2 日黄瓜三叶一心期定植在塑料大棚里, 采用随机区组排列, 重复 3 次, 5 月 22 日黄瓜初花期开始授粉, 挂牌标记。直接从活体植株上选取长势一致、同天授粉的同节位上的黄瓜作为试材, 每隔 5 d 取样 1 次。摘取的每个瓜纵切成 1/2、1/4、1/8, 然后取其中一份长 1 cm 的头部、中部和尾部小块切碎, 混合均匀后, 用于各项指标的测定, 每个指标测定取 3 个瓜, 重复 3 次。2005 年 8 月试验于我校节能温室内作第 2 次重复。

果皮中叶绿素含量测定用 95%乙醇浸提法(王

晶英等 2002); 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性测定采用氮蓝四唑法(朱广廉和钟海文 1990); 过氧化物酶(peroxidase, POD)活性测定采用愈创木酚法(张宪政 1989); 丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)显色法(王晶英等 2002); 组织相对电导率测定采用电导法(王晶英等 2002); 呼吸速率参照宋钧等(1987)的方法, 用红外线 CO₂ 分析仪测定。

结果与amp;讨论

1 黄瓜果实的生长发育过程观察

黄瓜品种‘D0313’和‘649’的果实进入衰老(果皮颜色变黄)的时间分别为授粉后的 25 和 35 d 左右。‘D0313’果皮颜色的变化过程为: 嫩绿→深绿→黄绿→橙黄; ‘649’的为: 嫩绿→深绿→黄绿→浅黄色。整个发育过程中, ‘649’的果皮颜色明显绿于‘D0313’, ‘D0313’的变黄速度快于‘649’。两者果实中种子发育进程几乎是同步的,

收稿 2006-03-08 修定 2006-05-26

资助 国家“863”项目(2002AA07013)。

*通讯作者(E-mail: qinzw@neau.edu.cn, Tel: 0451-55190058)。

授粉后 30 d 左右, 种子开始成熟(种皮变硬, 种胚发育完全), 但‘D0313’种子的饱满程度较同期的‘649’差, 这可能是‘D0313’衰老早, 果实中积累的营养物质少, 不能充分满足种子发育需要所致。

2 黄瓜果实成熟衰老过程中果皮叶绿素含量变化

从图1可见, 整个发育期间, 黄瓜品种‘649’果皮中叶绿素含量显著高于‘D0313’。‘D0313’和‘649’果皮中叶绿素含量开始下降的时间分别为授粉后 20 和 30 d, 叶绿素含量下降的速度是‘D0313’显著快于‘649’。‘D0313’的叶绿素含量低, 下降速度快, 在外观上表现为果皮变黄较早, 这是其早衰的一个显著特征。果皮中叶绿素含量下降比果皮颜色变黄早 5 d, 表明果实内部生理指标变化与果实外部颜色变化是一致的。

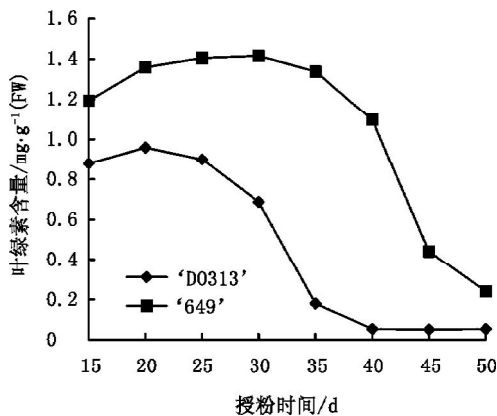


图1 黄瓜果实成熟衰老过程中果皮中叶绿素含量的变化
Fig.1 Change in chlorophyll content in cucumber peel during senescence

3 黄瓜果实成熟衰老过程中保护酶活性的变化

从图2、3可知: (1) 授粉后 15 d 时, ‘D0313’ SOD 活性低于‘649’; 从 20 d 开始, ‘D0313’的 SOD 活性快速上升, 可能是因为此时果实启动膜脂过氧化作用, 刺激保护酶 SOD 活性升高; 25 d 开始, ‘D0313’的 SOD 活性开始下降, 这时果皮颜色变黄, 果实表现出明显的衰老症状。‘649’果实的 SOD 活性从授粉后 25 d 开始快速上升, 35 d 开始下降, 表明‘649’果实的膜脂过氧化作用发生较晚。(2) 黄瓜果实的 POD 活性呈双峰曲线变化。‘D0313’的 POD 活性高峰出现时间早于

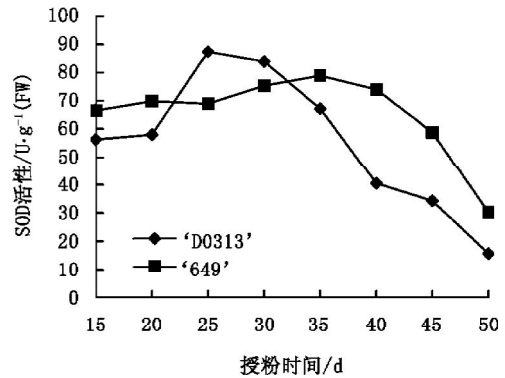


图2 黄瓜果实成熟衰老过程中SOD活性的变化
Fig.2 Change in SOD activity of cucumber fruit during senescence

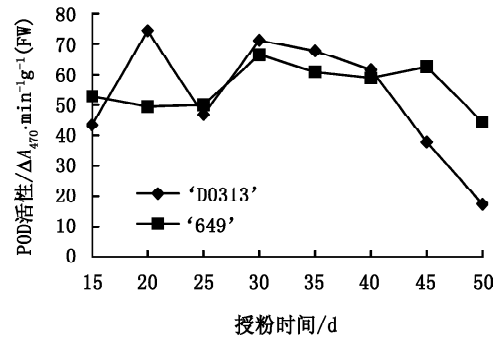


图3 黄瓜果实成熟衰老过程中POD活性的变化
Fig.3 Change in POD activity of cucumber fruit during senescence

‘649’, 二者的 POD 活性第 1 次高峰分别出现在授粉后 20 和 30 d, 此时果皮颜色没有变黄, 果实衰老症状不明显, POD 活性升高可能是阻止果实发生膜脂过氧化的一种表现, 因为此时 MDA 含量已经升高。第 2 次高峰分别出现在授粉后 30 和 45 d, 这时果皮变黄, 各种生理生化指标变化明显, 果实衰老症状严重, POD 活性升高, 可能是由于果实衰老对其活性起到诱导作用。‘D0313’的 POD 活性变化幅度比‘649’大, 表明其受到氧自由基伤害的程度较大。后期‘D0313’的 POD 活性下降较快。

相关性分析表明, ‘D0313’果实的 SOD 和 POD 活性与 MDA 间的相关系数分别为 -0.83 (极显著) 和 -0.67 (显著); ‘649’果实的 SOD 和 POD 活性与 MDA 间的相关系数分别为 -0.87 (极显著) 和 -0.26 (不显著)。

4 黄瓜果实成熟衰老过程中MDA、相对电导率和呼吸速率变化

图4~6显示:(1)在黄瓜果实成熟衰老期间,‘D0313’的MDA含量显著高于‘649’,二者变化趋势较一致:前期积累缓慢,后期积累迅速,但‘D0313’的上升速度显著快于‘649’。表明在果实衰老过程中,‘D0313’果实清除自由基的能力较差,造成自由基对细胞的伤害程度大,这可能是其早衰的一个原因。(2)黄瓜品种‘D0313’和‘649’的果实相对电导率变化趋势一致,均呈上升趋势,不同的是,‘D0313’的大于‘649’,且上升速度变化快,表明‘D0313’电解质渗透较严重。

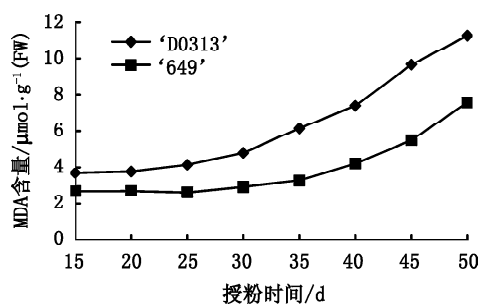


图4 黄瓜果实成熟衰老过程中MDA含量的变化
Fig. 4 Change in MDA content in cucumber fruit during senescence

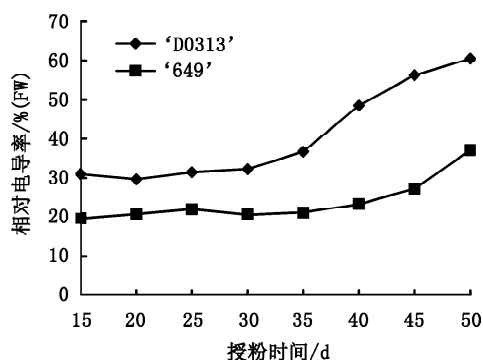


图5 黄瓜果实成熟衰老过程中相对电导率的变化
Fig. 5 Change in relative electric conductivity of cucumber fruit during senescence

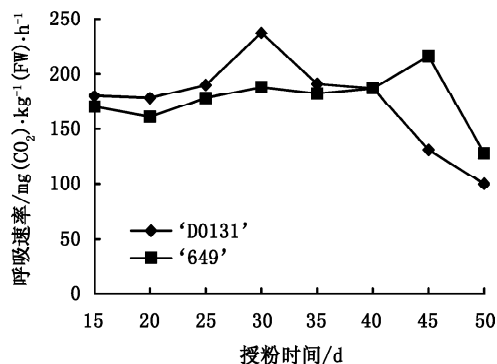


图6 黄瓜果实衰老过程中呼吸速率的变化
Fig. 6 Change in respiratory rate of cucumber fruit during senescence

(3)伴随着果实衰老进程,‘D0313’和‘649’果实的呼吸速率逐渐增大,分别在30和45 d呈现高峰,之后下降。但其呼吸高峰与“跃变型”果实的呼吸高峰不同,此时黄瓜果皮完全变黄,各种生理生化指标变化剧烈,显然是果实衰老的一种表现。

相关性分析表明,‘D0313’和‘649’的MDA含量与叶绿素的相关系数分别为-0.88和-0.96,均达到极显著水平,说明MDA的积累与叶绿素含量的下降关系密切。‘D0313’和‘649’的MDA含量与相对电导率的相关系数分别为-0.99和-0.97,均达到极显著水平。果实呼吸速率与其它生理生化指标间相关性不显著。

参考文献

- 生吉萍, 申琳, 罗云波(2000). 果实成熟衰老相关酶的研究进展. 食品与机械, 77: 3~5
- 宋钧(1987). 利用红外线CO₂分析仪测定果蔬贮藏中呼吸强度的技术. 植物生理学通讯, (6): 60~62
- 王晶英, 敖红, 张杰, 曲贵琴(2002). 植物生理生化实验技术与原理. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 52~53, 132~133, 135~136
- 张宪政(1989). 植物生理学实验技术. 沈阳: 辽宁科技出版社, 70~73
- 朱广廉, 钟海文(1990). 植物生理学实验. 北京: 北京大学出版社, 242~245