

红地球葡萄设施栽培后期叶片生理变化特征研究

解艳玲, 李丽萍, 白青, 张亚红

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘要: 对设施葡萄衰老时叶片中叶绿素含量、可溶性蛋白质、膜的透性、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)进行了测定和理论分析,以研究不同上市时期的设施红地球栽培后期叶片衰老时的生理变化特征。结果表明:促早和延后栽培条件下葡萄衰老时叶片的叶绿素含量都在缓慢减少,延后栽培叶绿素含量显著高于其它处理;可溶性蛋白质含量呈现先升后降的趋势,其中露地环境下叶片内蛋白质含量的最大值比其他处理的最大值高但后期下降较快,延后栽培的叶片可溶性蛋白含量较低但后期下降较缓慢;葡萄叶片细胞膜的相对透性在生育后期都呈上升趋势,露地(CK) > 促早2 > 延后 ~ 促早1;促早和延迟栽培条件下葡萄衰老时叶片MDA呈普遍上升趋势,在葡萄生育后期(9月16日以后)MDA含量表现为露地 > 促早1 > 促早2 > 延后;促早和延后栽培条件下葡萄后期叶片SOD酶的活性呈双峰曲线,都表现为延迟 > 露地 > 促早,而POD活性的变化都呈现先升高再下降的趋势,延后栽培的POD活性显著高于促早和露地葡萄;葡萄叶片衰老过程中叶绿素、蛋白质、SOD和POD活性在9月25日以后都表现出相同的缓慢下降趋势,而膜透性和MDA含量明显上升,说明从这个时候起植物正式进入衰老期。

关键词: 葡萄叶片;衰老;生理变化

中图分类号: S 663.128 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)08-0040-05

红地球(Red Global)是人们喜食的鲜食葡萄之一,在宁夏,为防早霜冻,露地红地球采摘期一般集中在9月下旬,这一时期大量葡萄成熟,造成产销矛盾,对生产者和消费者都形成不利影响,降低了葡萄的效益。近几年兴起的促早和延后栽培技术能有效解决这一问题。

促早和延后栽培技术是指在秋、冬利用大棚或日光温室进行的一种保护栽培形式,旨在延长鲜果的供应期,避开成熟高峰,提高果品质量。我国设施果树栽培的生产模式以促成栽培为主,延后栽培为辅^[1]。只有促成栽培和延后栽培同时发展,最终首尾相接,才有可能实现鲜果周年供应^[2]。

目前,我国的果树设施栽培技术,多是沿用、借鉴露地栽培技术,尚未形成完整的设施栽培技术体系^[3]。因此,观测设施条件下果树生长发育规律,加强果树周年生长分析和生理方面的研究,探明各环境因子与果树生长发育、果品产量和质量之间的相关性及其最佳生长模式,确立优质高效的设施栽培管理模式亟待解决。该试

验以促早、延迟等不同升温条件下设施葡萄为研究对象,研究葡萄生育后期叶片生理生化变化,旨在为设施葡萄促早和延迟栽培的深入研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2008年在宁夏小任果业基地进行,基地位于银川市永宁县胜利乡,属于中温带半干旱大陆气候。年均气温8.9℃,极端最低气温-25.9℃,无霜期170d,全年太阳辐射总量598.7124 kJ/cm²,全年日照达3000h左右,植物活跃生长初期为4月11日,终日10月21日,持续175d,≥10℃积温3245.6℃。气候特点是干旱少雨,蒸发强烈,冬冷夏热,昼夜温差大,光照充足,热资源丰富,无霜期短且气候多变。土壤为粘质土壤,蓄水保肥能力较好。

1.2 试验设计

供试葡萄为红地球2a树龄,除露地葡萄栽培为东西行向外,促早1和促早2及延后处理的大棚均为南北行向,暖棚株行距(日光温室)0.5m×1.3m,冷棚株行距(改造后的塑料大棚,寒冷时期薄膜外覆盖保温被)0.25m×2.2m,露地株行距0.5m×2.2m。暖棚在东南、北面、西面共有三面墙体,向阳面盖棚膜,所以白天的温度晚上也能保持,棚温高,葡萄生长发育快,可以在12月升温(白天揭保温被),成熟期提前至6月中旬,上市早,为促早栽培;冷棚只有南北两面墙体,其它空间都

第一作者简介:解艳玲(1979-),女,在读硕士,研究方向为草地生态和资源与环境学。E-mail: kelly.xie@tom.com.

通讯作者:张亚红(1965-),女,博士,教授,研究方向为设施园艺环境。E-mail: zhyhcau@sina.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2007BAD57B05)。

收稿日期:2009-03-25

覆膜,因此白天温度不高,晚上棚温较低,最早2月升温,8月成熟,也可比露地提早成熟;冷棚也可4月升温,生长发育较慢,成熟延迟,为延后栽培,11~12月成熟采摘。此3个棚升温时间不同,相应果实采摘时间也不同,具体情况列表1所示。

表1 促早和延后栽培的升温时间和采摘时间

Table 1 The warming time and picking time of early and postponed cultivation grape

栽培方式 Cultivation methods	棚的类型 Type	棚的方向 Direction	植株行向 Row direction	升温时间 Time of warming	采摘时间 Time of picking
促早1	暖棚	座北朝南	南北	12月升温	6月中旬
促早2	冷棚	东西	南北	2月升温	8月初
延后	冷棚	东西	南北	4月升温	11~12月
露地	露地		东西	4月20日出土	9月25日左右

1.3 测定项目与方法

每棚里选10株树,每株树上在一定高度阳面和阴面各采5片叶子做供试材料,取叶部位是去年生新枝条从下往上数第8~9叶,从促早栽培葡萄采摘开始采样,每隔15d采样1次,至露地葡萄采摘结束为止,共采样5次,叶片采摘后用保鲜袋排除空气,捏紧,装在保温筒里带回实验室,然后放在-40℃冰箱中保存,测定以下指标:叶绿素采用95%乙醇法提取,分光光度法测定^[4];可溶性蛋白质采用紫外吸收法测定^[4];超氧化物歧化酶(SOD)活性用氮兰四唑法^[4];过氧化物酶(POD)活性测定用愈创木酚法^[4];丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法^[4];膜的透性采用电导率仪法测定,以相对电导率表示^[5]。

2 结果与分析

2.1 设施葡萄叶片中叶绿素和可溶性蛋白质的变化

从图1可以看出,9月2日之前叶绿素含量延后处理最高,为2.16 mg/g;促早1次之,为1.77 mg/g;促早2和对照的最低,接近1.6 mg/g左右。延后的叶绿素含量显著高于其它处理($\alpha=0.05$)。此后延迟栽培处理的叶绿素含量升高后于9月下旬开始下降,而露地栽培则持续下降,可能是因其受环境条件影响较大;促早1葡萄在9月25日之前持续下降,而之后又有了些升高。

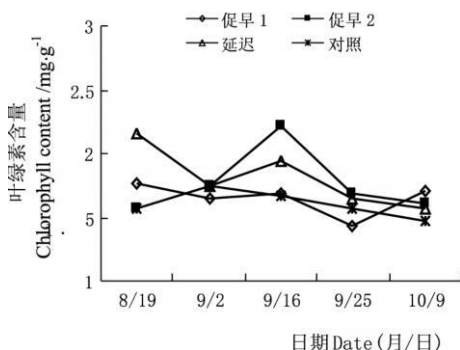


图1 设施葡萄叶片叶绿素含量的变化

Fig.1 Chlorophyll content changes of the grape leaves

从图2可以看出,叶片衰老过程中可溶性蛋白质的含量呈现先升后降的趋势,露地(对照)葡萄在9月16日达到最大值,可溶性蛋白含量为16.88 mg/g;促早1葡萄在9月2日左右达到了最大值,为13.23 mg/g;促早2在9月2日和9月25日左右均达到了最大值,为12 mg/g以上;延后葡萄在9月25日左右达到了最大值,接近12 mg/g;其中露地环境下叶片内蛋白质含量的最大值比其他处理的最大值高但后期下降较快,延后栽培的叶片可溶性蛋白含量较低但后期下降较缓慢;至10月9日,促早和露地栽培的葡萄叶片可溶性蛋白含量低于延迟栽培,升温时间迟及延后的可溶性蛋白最高。可能是温度对蛋白质含量的调控作用是通过影响光合产物积累运转、代谢酶活性及细胞分裂等实现的^[6],在该研究中,不同升温条件下,随着衰老的进程蛋白质的含量不断下降,可能是在温度的作用下,叶片内蛋白质的合成小于分解,所以出现了蛋白质减少的现象,延后栽培的温棚温度较低且变化不大,蛋白质降解较慢;而露地夏季温度高秋季降温迅速,蛋白质降解快。

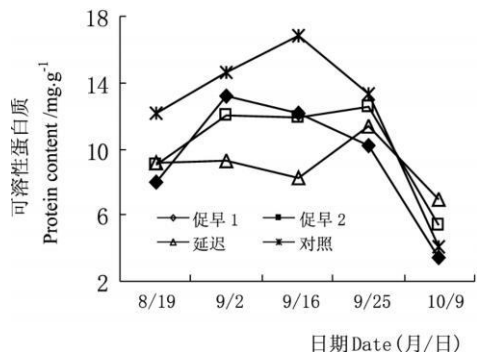


图2 设施葡萄叶片蛋白质的变化

Fig.2 Protein content changes of the grape leaves

2.2 设施葡萄叶片膜的透性和MDA含量的变化

植物细胞本身就是一个膜体系,许多生命活动和生理功能都是在膜上进行的。细胞膜的稳定性和流动性是整个细胞生命活动赖以生存的基础。植物组织外渗液的相对电导率可以表示植物细胞膜的相对透性,常常作为植物抗性研究的一个主要生理指标。当植物处在逆境时,植物的细胞膜透性会变大,膜透性变化的大小也反映了作物在受害时的抗逆性大小。膜透性越大,则越易受害,膜透性越小,其抗逆性越强。从图3可以看出,葡萄叶片细胞膜的相对透性在生育后期都呈上升趋势,9月25日后显著上升,表现为露地>促早2>延后≈促早1。表明叶片衰老期间原生质膜的透性改变,组成细胞膜系统的膜质等组分发生败坏性变化,因而膜的透性增大。

植物器官衰老时,或在逆境条件下,往往发生膜脂

过氧化作用, 丙二醛 MDA 是其产物之一, 通常利用它作为脂质过氧化的指标, 表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应的强弱。从图 4 可以看出, 促早和延迟栽培条件下葡萄衰老时叶片 MDA 呈普遍上升趋势, 而且上升幅度很大, 只是促早 1 葡萄在 9 月 2 日以后出现

回落。9 月 25 日以后, 延后葡萄 MDA 继续上升, 而促早 1 和对照葡萄 MDA 则略微有些下降, 但是幅度不大。在葡萄生育后期(9 月 16 日以后)MDA 含量表现为露地 > 促早 2 > 促早 1 > 延后, 基本与细胞膜的相对透性的变化相一致。

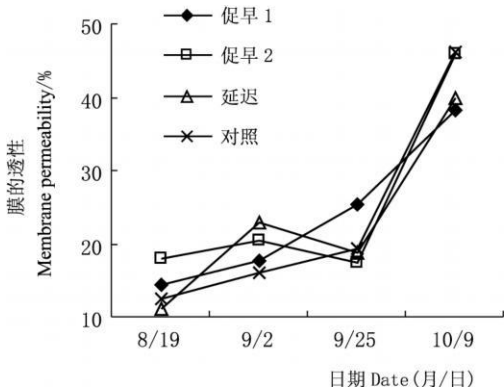


图 3 设施葡萄叶片膜的透性的变化

Fig. 3 Membrane permeability changes of the grape leaves

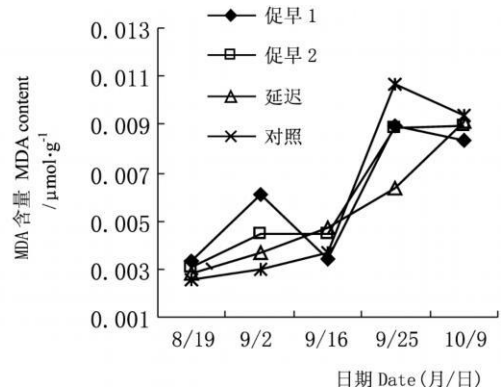


图 4 设施葡萄叶片 MDA 含量的变化

Fig. 4 MDA content changes of the grape leaves

2.3 设施葡萄叶片超氧化物歧化酶和过氧化物酶的变化

植株生育后期体内许多需氧代谢过程产生的活性氧增加, 活性氧清除剂减少, 使活性氧不能被及时清除, 造成对细胞及组织的损害, 这是导致叶片衰老加速的重要原因^[7,8]。有关试验证明, 叶片衰老与活性氧代谢呈正相关^[9]。SOD、POD 都是保护性酶, 它们的活性可能需要相互协调, 才能使自由基维持在一个低水平^[10], 使细胞免于自由基的伤害。如果自由基与保护酶系统之间

的平衡打破之后, 细胞膜就被破坏, 细胞死亡, 位于膜上的抗氧化酶活性就急剧下降。超氧化物歧化酶 SOD 是植物体内清除活性氧的关键酶, 它的主要功能是催化氧自由基发生歧化反应生成 H₂O₂ 和 O₂, 从而防止超氧阴离子对细胞的损害。在正常情况下, SOD、POD 活性稳定, 植物产生和消除超氧阴离子的能力处于动态平衡。但当植物遇到逆境或衰老时, 体内超氧阴离子水平提高, SOD、POD 的活性也增加, 从而对植物进行保护。

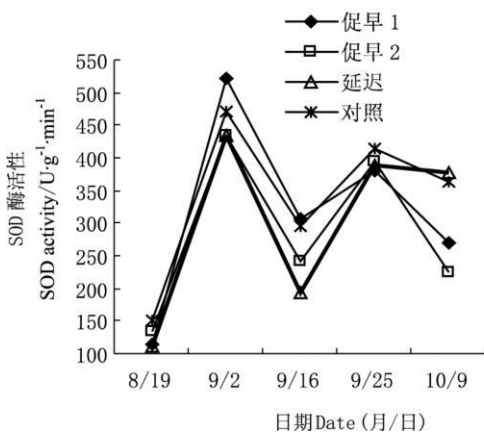


图 5 设施葡萄叶片 SOD 酶活性的变化

Fig. 5 SOD activity changes of the grape leaves

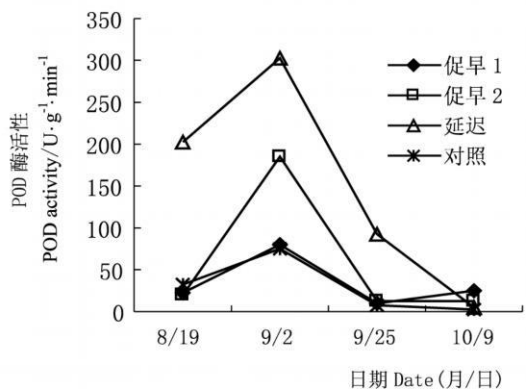


图 6 设施葡萄叶片 POD 酶活性的变化

Fig. 6 POD activity changes of the grape leaves

从图 5 可以看到, 促早和延后栽培条件下葡萄后期叶片 SOD 酶的活性呈双峰曲线, 在 9 月 2 日和 9 月 25 日左右都出现峰值, 且 9 月 25 日出现的峰值不如 9 月 2 日的高。4 种栽培方式的葡萄基本表现为促早 1 和露地 (CK) 葡萄的 SOD 酶活性显著高于延后栽培 (9 月 2 日 $\alpha=0.05$; 9 月 16 日 $\alpha=0.05$), 但 9 月 25 日 4 种栽培方式

的葡萄表现出差异不显著 ($\alpha=0.05$), 之后出现紊乱, 表现为延后 > 露地 > 促早。

从图 6 可以看出, 促早和延后栽培条件下葡萄后期叶片内 POD 酶活性的变化基本一致, 都呈现先升高再下降的趋势, 在 9 月 2 日左右的时候均达到最大, 其中延后葡萄叶片 POD 酶活性最高, 为 303.0957 U · g⁻¹ · min⁻¹。

min^{-1} , 促早 2 为 $185.0529 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 而促早 1 和对照的都在 $75 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 左右。延后和其它三者之间有显著差异, 促早 1 和露地无显著差异 ($\alpha=0.05$)。此后 POD 活性下降, 9 月 16 日的 POD 活性延后最高, 其它处理无显著差异 ($\alpha=0.05$); 之后各处理之间 POD 活性变化差异不大, 都维持在一个较低水平, 延后栽培的 POD 活性高于露地栽培的对照葡萄。

3 结论与讨论

果树设施栽培是指利用日光温室、塑料大棚等设施人为的为果树创造特殊可控的小区环境, 以达到果品生产目标的人工控制。设施果树栽培与传统的果树栽培相比, 是一种高投入、高技术、高产出的现代高效农业形式。在设施栽培条件下, 不仅可以延长果品供应期, 生产出反季节的新鲜果品, 而且可以减少不利的环境影响, 对生产无公害果品、提高果品质量和产量具有重要意义。许多学者研究了设施条件下设施果树花芽分化规律和营养特性及花果发育特性, 研究了果树设施栽培环境单因子和复合因子的变化规律, 结合不同设施果树的生物学特点, 提出了各种设施果树在保护栽培条件下不同发育阶段的环境因子阈值标准和调控技术, 如桃、杏、李、中国樱桃、毛叶枣等。而设施葡萄的促早和延后栽培人们研究较少。

该试验研究表明, 促早和延后栽培条件下葡萄衰老时叶片的叶绿素都表现出在缓慢减少, 延后的叶绿素含量显著高于其它处理 ($\alpha=0.05$), 9 月中旬以后延迟栽培处理的叶绿素含量开始下降, 而促早和露地栽培则持续下降。可溶性蛋白质含量呈现先升后降的趋势, 2 种促早葡萄基本在 9 月 2 日左右达到了最大值, 露地 (CK) 葡萄在 9 月 16 日达到最大值, 延后葡萄在 9 月 25 日左右达到了最大值, 其中露地环境下叶片内蛋白质含量的最大值比其他处理的最大值高但后期下降较快, 延后栽培的叶片可溶性蛋白含量较低但后期下降较缓慢。这与刘晓萍在长筒石蒜叶片衰老的初步研究中结论相同^[1]。葡萄叶片细胞膜的相对透性在生育后期都呈上升趋势, 露地 > 促早 2 > 延后 ~ 促早 1。而促早和延迟栽培条件下葡萄衰老时叶片 MDA 呈普遍上升趋势, 在葡萄生育后期 (9 月 16 日以后) MDA 含量表现为露地 > 促早 1 > 促早 2 > 延后, 基本与细胞膜的相对透性的变化相一致。促早 1 和对照葡萄的 MDA 含量曲线变化幅度较大, 而延后葡萄的 MDA 含量曲线变化幅度较小, 这与姚兆华在沙芥和斧翅沙芥光合特性与离体叶片衰老生理研究中的结论相同^[2], 冷棚的膜脂过氧化作用发生的较晚, 衰老缓慢。促早和延后栽培条件下葡萄后期叶片 SOD 酶的活性呈双峰曲线都表现为延迟 > 露地 > 促早, 而 POD 活性的变化都呈现先升高再下降的趋势, 延后栽培

的 POD 活性高于露地栽培和对照葡萄。该研究结果表明, 葡萄叶片衰老过程中叶绿素、蛋白质、SOD 和 POD 活性在 9 月 25 日以后都表现出相同的缓慢下降趋势, 而膜透性和 MDA 含量则明显上升, 说明从这个时候起植物正式进入衰老期。另外, 延后栽培葡萄的 POD 峰值特别高, 而且变化幅度大; 促早 1 和对照的峰值却很低, 变化幅度小, 这与姚兆华在沙芥和斧翅沙芥光合特性与离体叶片衰老生理研究中的结论略微不同^[2], 单从变幅来说, 和李国在鲜食葡萄枝条中氧化酶活性变化规律及抗寒性比较中相同^[3]。这也表明促早和露地 (CK) 葡萄比延后葡萄在生理上衰老的要早。POD 从 9 月 2 日开始降幅较大, 可能是由于氧自由基产生量超过抗氧化保护系统对它的清除能力后, 产生氧化胁迫, 膜脂过氧化加剧, 使细胞膜破坏, 衰老细胞趋于死亡^[4], 导致 POD 酶的活性下降, 这与膜的透性及 MDA 是一致的。因此, 延后栽培与露地 (CK) 栽培相比衰老时间推迟, 且衰老缓慢, 有利于葡萄推迟上市。对于促早和延后栽培的整个生活期的生理生化变化及其与果品产量、质量的关系有待进一步研究。

参考文献

- [1] 申海林, 温景辉. 我国果树设施栽培研究进展 [J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 50-54.
- [2] 陶磅, 贾克功. 果树保护地延迟栽培技术研究现状与展望 [J]. 中国农业科技导报, 2000(5): 49-52.
- [3] 申海林, 温景辉. 我国果树设施栽培研究进展 [J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 50-54.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134-260.
- [5] 邹琦. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 160-161.
- [6] 黄发松, 孙宗修, 胡培松, 等. 食用稻米品质形成研究的现状与展望 [J]. 中国水稻科学, 1998, 12(3): 172-176.
- [7] 林植芳, 李双顺, 林桂珠, 等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系 [J]. 植物学报, 1984, 26(6): 605-615.
- [8] 曹显祖, 朱床森, 顾自奋. 关于杂交水稻结实率的研究 [J]. 江苏农业科学, 1981(1): 1-7.
- [9] 宋松泉, 傅家瑞. 杂交水稻叶片衰老与膜脂过氧化作用的关系 [J]. 中山大学学报论丛, 1995(1): 15-19.
- [10] 谢海平. 竹类植物叶片衰老的机理 [D]. 南京: 南京林业大学硕士学位论文, 2004.
- [11] 刘晓萍. 长筒石蒜叶片衰老的初步研究 [D]. 南京: 南京林业大学硕士学位论文, 2007.
- [12] 姚兆华. 沙芥和斧翅沙芥光合特性与离体叶片衰老生理研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士学位论文, 2007.
- [13] 李国. 鲜食葡萄枝条中氧化酶活性变化规律及抗寒性比较 [J]. 北方园艺, 2006(3): 21-22.
- [14] 李伶俐, 杨清华, 李文. 棉花幼铃脱落过程中 IAA、ABA、MDA 含量及 SOD、POD 活性的变化 [J]. 植物生理学通讯, 2001, 27(3): 215-220.

不同西瓜类型果实茄红素含量的比较研究

刘清华¹, 王惠林^{1,2}, 周志成²

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 国家瓜类工程技术研究中心 新疆 昌吉 831100)

摘要: 采用分光光度法对 33 个西瓜材料进行茄红素含量的测定, 材料涉及不同的瓢色和倍性。结果表明: 在白瓢、橙黄瓢、金黄瓢、粉红瓢、红瓢和深红瓢的西瓜材料之间, 白瓢西瓜茄红素含量最低, 深红瓢西瓜含量最高, 茄红素的含量与瓢色大致成正相关。其中深红瓢二倍体西瓜材料中 S292、VS8-44 的茄红素含量比较高, 分别为 6.372 mg/100g 鲜重和 6.350 mg/100g 鲜重, 三倍体材料中最高的是 VS6-19, 茄红素含量为 6.684 mg/100g 鲜重。同瓢色的不同材料之间茄红素的含量与倍性无关, 与材料的基因型相关。

关键词: 西瓜; 不同瓢色; 茄红素含量

中图分类号: S 651; Q 946.83⁺9 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)08-0044-03

茄红素(Lycopene)是一种脂溶性不饱和碳氢化合物, 是胡萝卜素的一种, 分子式为 C₄₀H₅₆, 分子量为 536.85。茄红素作为一些水果与蔬菜的红色素, 不仅提供了鲜艳的红色, 而且具有重要的生理功能, 如抗癌抗癌作用^[1], 防治心血管疾病的作用^[2]和较强的抗氧化作

用^[3]。许多研究还表明, 茄红素与其他类胡萝卜素一样, 也具有提高免疫能力, 防治白内障等功能。茄红素在自然界中广泛存在, 在成熟果实中含量较多, 如番茄、西瓜、柿子、南瓜、红色葡萄柚等^[4]。Perkins-Veazie P 的研究表明: 西瓜中不仅含有大量茄红素, 其平均含量甚至超过许多鲜食番茄品种, 而且西瓜鲜食其茄红素就可以产生生理效应^[5]。西瓜作为一种富含茄红素并且美味的水果, 是茄红素产业化生产的理想材料。

茄红素作为很有开发前途的功能性天然色素, 许多研究者致力于通过育种以及栽培技术提高其在作物中的含量, 同时我国又是西瓜人均消费大国, 从某种意义上讲, 西瓜果实中的茄红素对我国人民的身体健康起着

第一作者简介: 刘清华(1981-), 女, 河南人, 在读硕士, 现从事西瓜甜瓜遗传育种方向研究。E-mail: lqh1982129@163.com.

通讯作者: 王惠林(1968-)男, 副教授, 现主要从事西瓜甜瓜栽培及育种教学和科研工作。E-mail: wanghuiLin@126.com.

基金项目: 国家瓜类工程技术中心资助项目。

收稿日期: 2009-03-20

A Study of Physiological Changes of the Leaves of Red Global Grape under Late Growth Period in Protected Horticulture

XIE Yan-ling, LI Li-ping, BAI Qing, ZHANG Ya-hong

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: In order to study the physiological changes of Red Global grape leaves in their early or postponed cultivation, chlorophyll, protein, POD, SOD, MDA and membrane permeability were tested. The result showed: All chlorophyll content went down gently, but chl. of the postponed cultivation was above others obviously; The protein of all went up first, then went down, the CK's curve was above others, but went down quickly in the end; the postponed cultivation curve was the lowest, but goes down gently in the end; All membrane permeability went up totally, CK > early cultivation > postponed cultivation ≈ early cultivation 1; All MDA went up totally, after Sept. 16, CK > early cultivation > early cultivation > postponed cultivation; The SOD of all showed two peaks curve, postponed cultivation > CK > early cultivation; the curve of POD first went up then goes down, and the POD of postponed cultivation was above others remarkably; After Sept. 25, chl, protein, SOD activity and POD activity all went down gently, while membrane permeability and MDA went up remarkably, so we could say the plant begin to senesce from this time.

Key words: Grape leaves; Senescence; Physiological changes