

气调和乙烯对梅果叶绿素和内源激素含量的影响^①

1 陆胜民 1 马子骏 2 王阳光^② 2 席珣芳

¹(浙江万里学院宁波市农产品加工技术重点实验室 宁波 315100)

²(浙江大学食品与营养系 杭州 310029)

摘要 本文研究了在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下,气调包装和乙烯吸收剂处理对采后青梅果实叶绿素含量、内源激素 IAA, GA_3 , ABA 含量和乙烯释放量的影响及它们之间的关系。结果表明:气调包装果实叶绿素含量最高,其次是乙烯吸收剂处理的,各处理中气调包装果实的乙烯释放量始终很低, GA_3 含量较高,IAA 和 ABA 含量则较低,对照果实的则相反,乙烯释放量很高,IAA 和 ABA 含量较高,而 GA_3 含量较低。乙烯吸收剂处理的处于二者之间。气调包装可以维持果实较高的 GA_3 水平,降低 ABA 含量,保持较高的 GA_3 /ABA 值,抑制 IAA 和乙烯的生成,延缓梅果叶绿素的降解。

关键词 青梅果实,气调包装,乙烯吸收剂,叶绿素,内源激素

Effects of Modified Atmosphere Packaging and Ethylene Absorbent Treatments on Contents of Chlorophyll and Endogenous Hormones in Green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Fruits

¹LU Sheng-Min, ¹Ma Zi-Jun, ²WANG Yang-Guang^②, ²XI Yu-Fang

¹(Ningbo Key Laboratory of Agricultural Product Processing Technology, Wanli College, Ningbo 315100)

²(Department of Food and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

Abstract Effects of modified atmosphere packaging (MAP) and ethylene absorbent on chlorophyll content, ethylene evolution and endogenous hormone changes in post-harvest Green Mume fruits were investigated at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$. The results indicated that chlorophyll content in the MAP fruits was higher than that in the ethylene absorbent treated fruits while the lowest level was in the control. During storage, the MAP fruits had a steadily low ethylene evolution, higher GA_3 level and lower content of IAA and ABA than those of the control. The above items in ethylene absorbent treated fruits changed between the MAP and the control. MAP might delay the senescence and degradation of chlorophyll in Green Mume fruits by means of maintaining high level of GA_3 , decreasing ABA content, keeping high ratio of GA_3 to ABA, inhibiting the production of IAA and ethylene.

Key words Green Mume, Modified atmosphere packaging, Ethylene absorbent, Chlorophyll, Plant Hormone

① 浙江省自然科学基金资助项目(399490),宁波市博士基金资助项目(0011017)。

② 通讯作者。Author for correspondence.

作者简介 陆胜民,男,1969 年出生,浙江兰溪市人,博士,副研究员。2000 年毕业于浙江大学食品系,获食品科学博士学位。主要从事农产品加工、贮运保鲜及食品科学的研究工作。主要研究方向:果蔬采后生理、加工及综合利用。主要科研成果:青梅果实采后黄化机理及其保绿技术研究。至今已公开发表各类研究论文约 20 篇。

收稿日期 2002-01-12

接受日期 2002-06-10

责任编辑 刘 晖,崔郁英

植物内源激素与植物的衰老有密切的关系,前人在这个领域已进行了较多研究(汤日圣等,1997;赵春江等,2000),但采后青梅果实的内源激素与叶绿素含量的关系报道甚少。气调包装和乙烯吸收剂对贮藏运输中的果蔬有保鲜保绿的效果,这在苹果(苑克俊等,1994)、青菜(沈莲清等,1999)和大白菜(余挺和席珏芳,1998)中已多有报道。通常,供加工用青梅果实的采收成熟度大多在绿熟期,采后果实常温下存放 5 d 左右就迅速褪绿转黄而失去原有的新鲜度,是研究果实叶绿素降解代谢过程的理想材料。因此本文检测了气调包装和乙烯吸收剂处理的青梅果实中叶绿素含量的变化,并探讨其与内源激素的关系,以期能为青梅果实采后贮运保鲜、保绿提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料及处理

实验材料品种为青佳(*Prunus mume* Sieb. et Zucc. cv. Qingjia),果实采自浙江奉化市莼湖镇果园。选取七成熟、中等大小、形状正常、无病虫害和机械损伤的果实,于 4℃ 中预冷 12 h,用 0.1% 多菌灵浸果 3 min,晾干后,分 3 组进行处理。第 1 组将果实装入 0.06 mm 厚的聚乙烯薄膜袋内,挽口,即为对照;第 2 组为气调包装,将果实装入 0.06 mm 厚的聚乙烯薄膜袋内,采用排气法,充入 4% CO₂ 和 6% O₂ 的混合气体约 800 mL,密封;第 3 组将果实装入 0.06 mm 厚的聚乙烯薄膜袋内,并在每袋中放置 6 g 乙烯吸收剂(硅藻土 :CaCl₂ :KMnO₄ 为 1 :1 :1),挽口,即为乙烯吸收剂处理。该 3 组处理均置于 (25 ± 1)℃、相对湿度 85% ± 1% 的培养箱中贮藏。每袋果重 2 kg。试验重复 3 次。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 叶绿素含量测定与计算参照潘增光等(1996)的方法。

1.2.2 乙烯释放量测定参照陆胜民等(2000)的方法,采用 SP-2000 型气相色谱仪。

1.2.3 IAA、GA₃ 和 ABA 的测定参照陈昆松等(1999)的方法。准确称取 8 g 果肉,用 80% 冷甲醇研磨,放置于冰箱过夜浸提,抽滤,先后用石油醚和乙酸乙酯萃取,减压浓缩,过 ODS C₁₈ 小柱,收集滤液,过 0.45 μm 滤膜后上机分析。采用 Beckman 公司的高效液相色谱仪系统设备。工作条件为 ODS C₁₈ 柱(5 μm, 4.6 mm × 25 cm),流动相为甲醇-乙腈-醋酸缓冲系统(15 :15 :70, V/V, pH 3.5),流速为 1.2 mL/min,检测波长 UV_{GA₃}, IAA = 210 nm, UV_{ABA} = 261 nm,外标法峰面积定量。激素标样均购自 Sigma 公司。

2 结果与分析

2.1 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实叶绿素含量的影响

气调包装与乙烯吸收剂处理对青梅采后果实叶绿素含量的变化结果如图 1。各处理的果实采后贮藏过程中的叶绿素含量变化呈现不同程度的下降趋势,其中对照的下降幅度最大,其次为乙烯吸收剂处理的。对照果在采后第 2 至第 6 d 叶绿素含量急剧减少;乙烯吸收处理剂的呈类似趋势,但减少幅度较小,并且始终高于对照。气调包装的在采后贮藏过程中叶绿素含量变化最小,采后第 4 d,其含量明显高于其他两个处理的,至采后第 10 d,其含量分别是对照和乙烯吸收剂处理果实的 14.2 和 2.54 倍。采后第 10 d 经目测,气调包装的果实色泽呈淡暗绿色,乙烯吸收剂处理的为黄绿色,而对照的则为黄色。

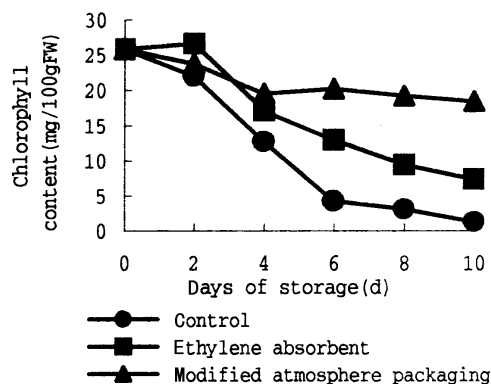


图1 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实的叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effects of modified atmosphere packaging and ethylene absorbent treatment on chlorophyll content in Green Mume fruits

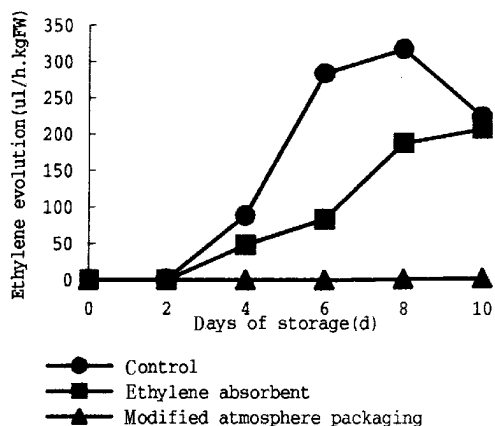


图2 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实乙烯释放量的影响

Fig. 2 Effects of modified atmosphere packaging and ethylene absorbent treatments on ethylene evolution in Green Mume fruits

2.2 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实乙烯释放量的影响

从图2可以看出,对照果实乙烯释放量从采后第2 d开始微量检出,之后急剧上升,采后第8天达乙烯高峰之后下降,其中第8 d乙烯释放量是第4 d的3.6倍;乙烯吸收剂处理的变化与对照的相类似,但峰值要小,而气调包装的在整个贮藏过程中乙烯释放量始终很低,6 d后也才有微量被检测到,并远远低于其他二者处理($p < 0.01$)。

2.3 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实 IAA、GA₃ 和 ABA 的影响

各处理青梅果实的内源激素(GA₃, IAA 和 ABA)变化规律如图3。在整个采后过程中,气调包装果实的GA₃含量虽然起伏变化较大,但始终远远高于乙烯吸收剂处理和对照的($p < 0.01$),而后二者无明显差异。气调包装和乙烯吸收剂处理果实的IAA含量维持在较低水平上下波动,对照的在采后2 d内先下降,之后迅速上升,并在第8 d达到峰值,随后又下降到最低点。采后第2 d,气调包装果实的ABA含量出现一个小高峰,随后降到很低水平,极显著低于另二者处理($p < 0.01$),而另二者处理在第2 d虽有点下降,但之后又快速上升,对照果实的到第6 d达最高,随后又下降,而乙烯吸收剂处理果实的上升到第4 d后保持在较平稳水平上。植物激素对果实后熟进程的调控是一比较复杂的过程,该过程不仅仅取决于某一种激素的消长和其绝对浓度的变化,内源激素间的相互协同作用显得更为重要,尤其是GA₃/ABA的值。贮藏第2 d后,气调包装果实的GA₃/ABA的值极显著高于其它二者处理($p < 0.01$)。

3 讨论

一般认为,不管是内源乙烯或外源乙烯,均可促进果蔬成熟和黄化即叶绿素含量下降。本试验显示,气调包装果实内源乙烯生成量极低,而其叶绿素含量相对地高;对照果实内源乙烯从第2 d开始急剧上升,并在第8 d达到高峰,结果其叶绿素含量也急剧下降;

乙烯吸收剂处理的也类似。可见乙烯在青梅果实叶绿素降解过程中起到重要作用或主导作用。

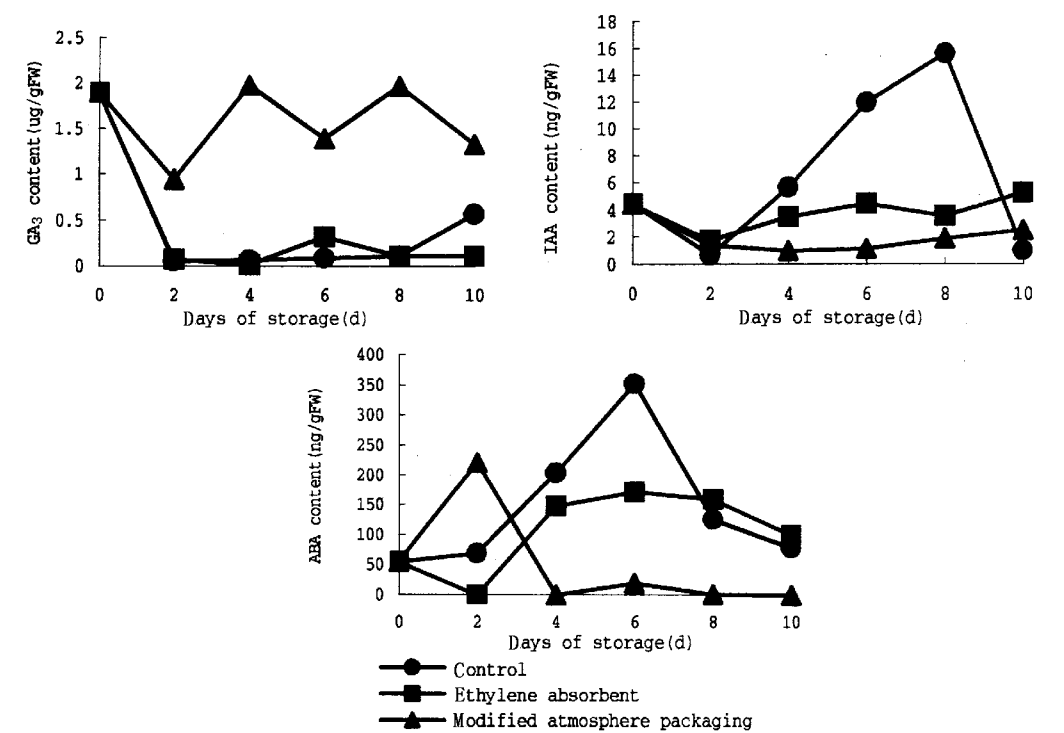


图3 气调包装和乙烯吸收剂处理对青梅果实 GA₃、IAA、ABA 的影响
Fig.3 Effects of modified atmosphere packaging and ethylene absorbent treatment on GA₃, IAA and ABA level in Green Mume fruits

近来人们强调另一种成熟衰老激素 ABA 在果实成熟过程中的调控作用可能更为重要。不论在跃变型果实,还是非跃变型果实的成熟进程中,ABA 均起着重要作用(陈昆松等,1996)。有研究表明,苹果乙烯的产生依赖于果实内的 ABA,即 ABA 是乙烯生成的诱导因子(Bae and Lee, 1995)。外源 ABA 处理的研究同样证明 ABA 可促进果实乙烯的生物合成(吴有梅等,1992)。本研究结果也似乎表明这一点。随着对照果实的 ABA 含量上升,乙烯释放量也上升,并且 ABA 含量高峰出现的时间早于乙烯峰,气调包装果实的 ABA 含量除了第 2 d 外,均处于较低水平,相应地乙烯释放量也极其低。

一般认为低浓度的 IAA 抑制呼吸跃变,对果实成熟有抑制作用,高浓度的 IAA 可促进乙烯产生,使用外源 IAA 浓度越高,乙烯形成越快,高浓度的 IAA 主要是诱导 ACC 合成酶的形成(Yang and Hoffman, 1984)。本试验结果表明,对照果实的 IAA 含量在采后第 2~8 d 迅速积累,同时乙烯释放量也迅速增加,气调包装果实的 IAA 含量维持在较低水平上下波动,结果乙烯释放量也极低。这可能暗示了在青梅果实中也存在低浓度 IAA 可抑制乙烯生成,延缓叶绿素降解,高浓度 IAA 反而促进乙烯生成,加速叶绿素降解这一规律(阮晓等,2000)。

植物激素对果实后熟进程的调控是一比较复杂的过程,该过程不仅仅取决于某一种

激素的消长和其绝对浓度的变化,内源激素间的相互协同作用显得更为重要。 GA_3 可抑制果蔬乙烯生成,延缓叶绿素降解。但 GA_3 作用大小还要受 ABA 含量的影响即 GA_3/ABA 比例大小决定 IAA 的产生和乙烯释放量。 GA_3/ABA 比例高则抑制 IAA 的产生和乙烯生成量,反之则相反(阮晓等,2000)。本实验结果也支持这一观点。各处理 GA_3/ABA 值从大到小依次为气调包装、乙烯吸收剂处理和对照,而该三处理的乙烯释放量则由少到多。

何萍和金继运(1999)认为玉米叶片衰老的可能过程首先是内源激素含量变化,继而影响到 Ca^{2+} 跨膜运输,进而导致膜脂过氧化,由此引起叶绿素和蛋白质降解。综上所述,气调包装之所以能延缓叶绿素降解,可能是使 GA_3 维持在较高水平,降低 ABA 含量,抑制 IAA 和乙烯的生成。乙烯吸收处理也具有同样作用,但效果相对差一些。

参 考 文 献

- 汤日圣,梅传生,陈以峰,吴光南,1997. 4PU-30 对水稻叶片衰老与内源激素的调控. 植物生理学报, 23(2): 169 ~ 174
- 阮晓,王强,周疆明,郑春霞,2000. 香梨果实成熟衰老过程中 4 种内源激素的变化. 植物生理学报, 26(5): 402 ~ 406
- 何萍,金继运,1999. 春玉米叶片衰老中激素变化、 Ca^{2+} 跨膜运输和膜脂过氧化三者之间的关系. 植物学报, 41(11): 1221 ~ 1225
- 余挺,席珣芳,1998. 不结球白菜采后衰老生理的研究. 园艺学报, 25(4): 402 ~ 404
- 吴有梅,顾采琴,邵根福,刘愚,1992. ABA 和乙烯在草莓采后成熟衰老中的作用. 植物生理学报, 18(2): 167 ~ 172
- 沈莲清,王向阳,黄光荣,1999. 气调包装和烫漂处理对青菜货架期的影响. 浙江农业学报, 11(5): 249 ~ 252
- 陆胜民,席珣芳,金勇丰,张耀洲,2000. 采后处理对青梅果实的生理和品质的影响. 园艺学报, 27(5): 326 ~ 330
- 陈昆松,李方,张上隆, Gavin SR, 1999. ABA 和 IAA 对猕猴桃果实成熟进程的调控. 园艺学报, 26(2): 81 ~ 86
- 陈昆松,徐昌杰,张上隆,1996. 猕猴桃果实后熟软化及其调控. 园艺学年评, 2: 91 ~ 105
- 苑克俊,李震三,王淑贞,张道辉,1994. 新红星苹果在 5 ~ 10℃ 下气调贮藏的效果. 园艺学报, 22(1): 7 ~ 10
- 赵春江,康书江,王纪华,郭晓维,李鸿祥,2000. 植物内源激素对小麦叶片衰老的调控机理研究. 华北农学报, 15(2): 53 ~ 56
- 潘增光,王国宾,李奎明,束怀瑞,1996. 新红星苹果果实着色期几种色素含量变化及其相关性. 植物生理学通讯, 32(5): 347 ~ 349
- Bae R N, Lee S K, 1995. Influence of chlorophyll, internal ethylene and PAL on anthocyanin synthesis in "Fuji" apple. *J Korean Society Hort Sci*, 36(3): 361 ~ 370
- Yang S F, Hoffman N E, 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annu Rev Plant Physiol*, 35: 155 ~ 157