

转色期乙醇处理对葡萄成熟特性与着色进程的影响

石美¹, 贾旭¹, 张航航¹, 刘文杰^{1,2}, 于建娜¹

(1. 塔里木大学 生命科学学院, 新疆 阿拉尔 843300;

2. 新疆生产建设兵团 塔里木盆地生物资源保护与利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:为研究葡萄转色期乙醇处理对葡萄果实成熟进程影响,以“红地球”葡萄为试材,在转色期进行1%氯化钙(CaCl_2)、15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)、15%乙醇(EtOH)果穗喷施处理,以清水喷施为对照,定期采样测定果实成熟期间单果质量、可溶性固形物(TSS)含量、可滴定酸含量、果实不同部位总酚含量等品质指标的变化以及果实色度角、果皮亮度、叶绿素含量、花青素含量等生理指标的变化。结果表明:15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)能显著抑制可溶性固形物含量以及葡萄果皮总酚含量的累积,同时延缓了花青素含量的积累以及叶绿素的降解,保持了较高的果皮亮度。15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理能够显著延缓葡萄果实的成熟和着色进程。

关键词:乙醇;“红地球”葡萄;成熟;着色

中图分类号:TS 255.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)09-0111-08

葡萄果实的成熟经历了一系列复杂的新陈代谢与生理变化,包括糖分积累(主要是葡萄糖和果糖)、酸度下降、形成独特的风味以及色泽的改变。果实着色程度是果实成熟的一个重要指标,花色苷含量的积累会使果实上色加快。同时果实的硬度也下降了,果实软化也代表果实进入了成熟阶段,这时果实细胞壁开始降解,伴随着香味物质的出现^[1]。果实的生长发育过程都包括了许多代谢和各种生理协同作用,但目前,参与葡萄果实发育以及成熟过程中分子机制与生理还尚未清楚。

乙醇是植物天然产生的次生代谢物质,在有

氧情况下,果蔬体内乙醇浓度低,但在缺氧条件下乙醇能被大量合成^[2]。在植物中发现,低浓度的乙醇对水果和蔬菜损害很小^[3]。在果蔬上适量地使用乙醇对人体无毒无害,还可减少化学防腐剂在果蔬上的使用,进而减少化学污染。相关研究表明,乙醇处理能够影响葡萄果实的成熟与花青素的积累^[4],并且抑制或促进果实的成熟。已有众多研究表明,乙醇可以影响植物的生理代谢及成熟进程,例如在葡萄(诱导成熟)^[5]、蔓越莓(促进着色)^[6]、番茄(延迟成熟)^[7]、苹果(控制褐变)^[8]、草莓(提高抗氧化能力)^[9]等方面。在番茄的研究中发现,乙醇处理可以抑制不同成熟度番茄果实的成熟,且不影响果实成熟时的品质感官^[10]。此外,乙醇虽不影响樱桃果实的成熟,但它能抑制果实中花色素苷的形成,延缓果实着色^[11]。用2.5%、5.0%和10.0%乙醇处理会减少“赤霞珠”葡萄果实花青素的含量^[12]。有研究表明,用较高含量的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 在番茄幼苗时期处理,在收获时与对照相比明显抑制了呼

第一作者简介:石美(1989-),女,硕士研究生,研究方向为农产品品质生理与贮藏保鲜。E-mail:18997678899m@sina.cn.

责任作者:于建娜(1973-),女,博士,副教授,研究方向为农产品品质生理与贮藏保鲜。E-mail:yujianna@gmail.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31660553)。

收稿日期:2018-12-03

吸作用,降低乙烯的合成,保持了果实的硬度并延缓了果实成熟^[13]。延迟葡萄果实成熟的同时,进一步提高了果实的货架期,同时提高葡萄的市场价值。乙醇对植物的代谢作用成为当今研究的焦点,不仅仅是因为乙醇是植物内源代谢产物,而且这种厌氧代谢产物的应用可能有利于采后果实质量。

该研究以“红地球”葡萄为试验材料,在转色期使用乙醇进行果穗喷施处理。分析葡萄处理后至果实成熟期间果实纵横径、果实中总酚含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、果实硬度等生理指标及叶绿素、花青素、果实色度角、果皮亮度等着色相关指标的变化,明确采前乙醇处理对葡萄生长发育至成熟期间品质特性与着色进程的影响,以期为进一步研究葡萄果实的成熟及调控机制奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

在考察了新疆阿拉尔市周边地区葡萄种植现状的基础上,根据葡萄田间实际生长与管理情况结合试验对材料的要求,试验在新疆生产建设兵团第一师十二团四连一个普通葡萄园内于葡萄转色期(2017年8月7日)开始进行。葡萄园地处塔里木盆地北部,地理坐标为东经 $79^{\circ}37'$,北纬 $40^{\circ}30'$ 。年平均降水量 $40.1\sim 82.5$ mm,昼夜温差大,光照充足,属温带大陆性干旱气候。

1.2 试验材料

选取生长一致、树势健壮、无病虫害、树形规范的5年生“红地球”葡萄为试材。“红地球”葡萄栽培株行距为 $0.5\text{ m}\times 5.0\text{ m}$,篱架栽培,每株留果穗数为30~40串,整形修剪与肥水管理等其它栽培同常规管理。

1.3 试验方法

试验共设3个处理,分别为TR1:1%氯化钙(CaCl_2),TR2:15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2),TR3:15%乙醇(EtOH),以喷清水作为对照(RCK)。

在“红地球”葡萄果实转色期(2017年8月7日)进行药剂喷施处理。每个处理5株葡萄,重复3次。每一次都是在果实生长区采用手持喷雾器

进行喷施。处理后从2017年8月8日开始定期取样,直至葡萄成熟结束(9月26日),每7 d采样一次,共采样8次。采样时从各处理株的上、中、下3个部位的5~6个的果穗上采摘大小均匀的60粒果实,立即带回实验室进行相关指标测定,其余果粒于保鲜袋中放置在一 80°C 冰箱冷冻储藏。

1.4 项目测定

1.4.1 果实质量、果实形状、可溶性固形物含量(TSS)、可滴定酸含量的测定

定期取样后,立即将60粒果实样品带回实验室进行果实质量、果实形状、可溶性固形物含量(TSS)、可滴定酸含量测定。每个处理随机选取30粒果实测定平均单粒质量,同时测定各处理果实平均纵横径。用手动榨汁机挤出汁液后用Pocket Brix-Acidity Meter (PAL-BX/ACID2, Chengdu Optical Apparatus Co, China)测定可溶性固形物含量和可滴定酸含量。

1.4.2 果实不同部位总酚含量的测定

参照张娟等^[14]的方法,将7.0 g葡萄皮、2.5 g葡萄籽分别浸入到20 mL甲醇中,在室温条件下提取24 h,将溶液轻轻移入干净容器。残渣用20 mL的甲醇溶液提取(methanol/water 80/20, v/v)4 h,将溶液轻轻移入干净容器,残渣继续用20 mL的甲醇溶液提取(methanol/water 50/50, v/v)4 h,将溶液再次轻轻移入其它容器。最后将所有提取液混合。

待测葡萄皮、籽样品分别取100 μL 加入10 mL的试管中,再加7 mL水,摇匀,再加0.5 mL福林试剂,充分摇匀,1 min后,加入20%碳酸钠溶液1.5 mL,混匀,最后加入0.9 mL水。避光反应60 min后,于765 nm波长下比色,测定吸光度,每处理重复3次,结果以没食子酸等价值表示。没食子酸标准溶液浓度为0、50、100、150、250、500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

1.4.3 果实硬度的测定

果实硬度使用质构仪(TMS PRO, Food Technology Corporation, 美国)测定,采用最大量程为25 N的圆柱形探头进行TPA测试,测试参数:形变百分数为30%,2次压缩停顿时间为5 s,起始力为0.05 N,检测速度为 $60\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

1.4.4 果皮色泽、叶绿素含量及花青素含量的测定

果实表面色泽度(色相角)使用色差仪(UltraScan PRO, HunterLab)测定,色泽度值表示为 CIE $L^*a^*b^*$ 系统, L^* 值表示颜色的亮度。 a^* 正值表示红色程度, a^* 负值表示绿色程度; b^* 正值表示黄色程度, b^* 负值表示蓝色程度,并通过公式 $h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 换算为 H° , 每 7 d 测定 1 次。每处理用果 10 个,每果在赤道部位相对应的 2 个面测定 2 次。

花色苷含量参照李灿婴等^[15]的方法测定。称取果皮 1.0 g,立即以 1% 的 HCl-甲醇溶液定容于 15 mL 容量瓶中,在黑暗条件下提取 24 h (以果皮变白为准),然后用 UV-1800 型紫外分光光度计,分别于 600、530 nm 测定吸收变化,以 $U_1 = (OD_{530} - OD_{600})/g \text{ FW} = 0.1$ 作为一个花青苷单位。

叶绿素含量测定参考文献^[15],取 1.0 g 果皮加入 10 mL 80% 丙酮在黑暗条件下提取 24 h (以果皮变白为准),然后用 UV-1800 型紫外分光光度计分别于 645、663 nm 下测吸光度,根据吸光度值计算出叶绿素的含量,单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

1.5 数据分析

利用 Excel 2016 软件对数据进行整理并绘图;运用 SPSS 21.0 软件处理数据,采用 Duncan 新复极差法进行显著性分析,5% 为显著水平。

2 结果与分析

2.1 转色期乙醇处理对葡萄果实成熟期间品质相关指标的影响

2.1.1 单果质量、果实形状、可溶性固形物含量(TSS)、可滴定酸含量

单果质量是决定葡萄产量的主要因素。由图 1 可知,在整个成熟阶段,随着盛花后时间的延长,单果质量呈缓慢上升趋势。各处理与对照比均无显著差异($P > 0.05$),各处理对单果质量影响不大。

处理后的果粒纵、横径趋势有一定变化,采收时达到最大。如图 2 所示,盛花后 108~129 d TR3 处理纵、横径最低,各处理与对照相比纵、横径无显著性差异($P > 0.05$)。采收时,对照果形

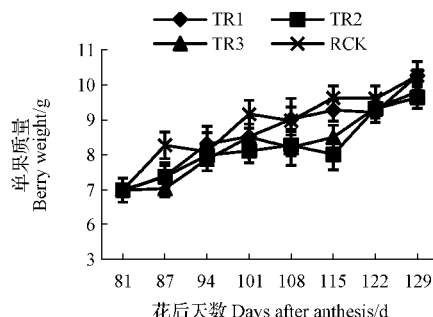


图1 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄果实成熟期间单果质量的影响

Fig. 1 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on berry weight of grapes during development

指数为 1.144(纵径/横径), TR1、TR2、TR3 处理果形指数分别为 1.168、1.130、1.150,果形指数基本不变,呈近圆形。可知各处理对“红地球”果实的外观无显著影响。

可溶性固形物(TSS)含量和可滴定酸含量构成了果实独特风味,其含量变化反映了果实的成熟度。从图 3 可以看出,果实处于转色期时,糖含量较低,在果实成熟过程中可溶性固形物含量不断增加。各处理从 81~87 d TSS 含量急剧上升,成熟时趋于稳定。转色期时葡萄 TSS 含量为 13.5%,花后 87~129 d, TR2 处理的 TSS 含量急剧下降到 11.5%,随后缓慢上升到最大值 16.1%,且一直低于对照组,与对照组差异显著($P < 0.05$)。TR1、TR3 处理在 87~129 d 的 TSS 含量缓慢上升达到最大值,分别为 18.4%、19.1%,高于 RCK 和 TR2 处理,与对照和 TR2 处理比差异显著($P < 0.05$)。

1%氯化钙(CaCl_2)及 15%乙醇(EtOH)处理促进了“红地球”葡萄果实在生长发育期间的可溶性固形物含量的积累。15%乙醇(EtOH)中溶入 1%氯化钙(CaCl_2)处理的“红地球”葡萄果实在生长发育期间延缓了可溶性固形物含量的积累,这可能与延缓了葡萄成熟有关。

由图 4 可以看出,随着成熟期的延长,果实含酸量逐渐下降。采收时各处理可滴定酸含量处于较低水平,均在对照处理以下,以 TR1 处理结果最低。各处理对“红地球”葡萄生长发育期间可滴定酸含量无明显影响($P > 0.05$)。

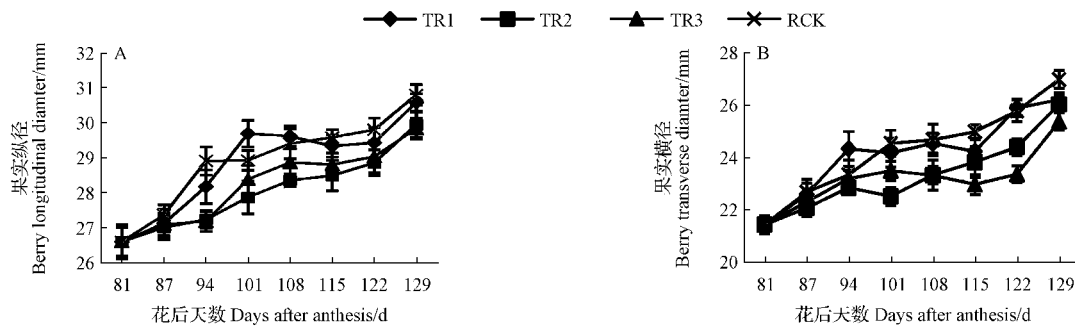


图2 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄果实成熟期间果实纵径(A)、横径(B)的影响

Fig. 2 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on grape berry longitudinal (A) and berry transverse diameter (B) of grapes during development

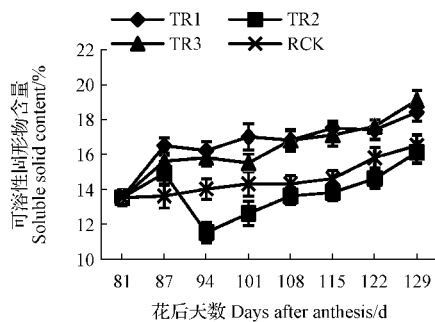


图3 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on soluble solid content of grapes during development

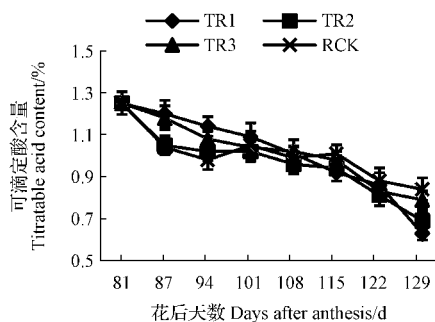


图4 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中可滴定酸含量的影响

Fig. 4 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on titratable acid content of grapes during development

2.1.2 葡萄果实不同部位总酚含量

酚类是葡萄富含的次生代谢产物,具有较强的抗氧化活性,而葡萄中的酚类物质决定了酿造葡萄酒口感最重要的成分之一^[16]。如图5A所示,葡萄果皮总酚含量除TR3处理以外,总体呈下降趋势,成熟期间有小幅提升。采收时TR3处理较对照总酚含量提高了34.39%,显著($P < 0.05$)促进了果皮总酚的积累。在整个果实成熟进程中,TR2处理的果皮总酚始终低于对照,盛花后115~129 d,TR2处理果皮总酚保持不变,采收时比对照低了42.78%,且与对照差异显著($P < 0.05$)。可知15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理显著降低了果皮总酚含量的积累。

由图5B可知,葡萄籽总酚含量在整个成熟过程总体呈缓慢下降趋势,在成熟期间有小幅提升,葡萄籽中总酚含量较葡萄皮含量高。采收时,TR2处理总酚含量最低,TR2、TR3处理与对照无显著差异($P > 0.05$)。TR1处理总酚含量最高,且与对照差异显著($P < 0.05$),促进了葡萄籽总酚的积累。15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理对葡萄籽总酚含量影响不大。

2.1.3 果实硬度

果实硬度直接反映了果实成熟软化程度,随着成熟期的延长,果实硬度逐渐下降。各处理与对照比均无显著差异($P > 0.05$),表明各处理对果实硬度影响不大。

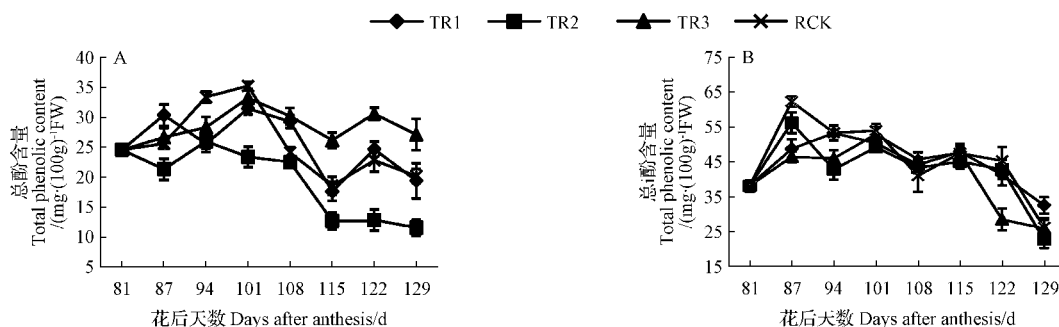


图5 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中总酚(果皮 A、种子 B)含量的影响

Fig. 5 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on total phenol(peel A and seed B) content of grapes during development

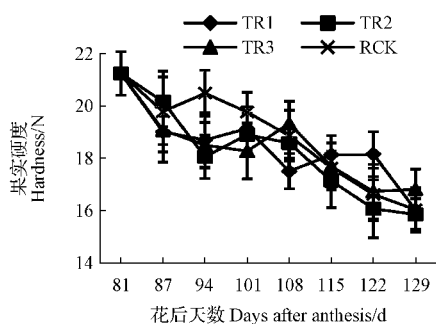


图6 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中果实硬度的影响

Fig. 6 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on berry hardness of grapes during development

2.2 转色期乙醇处理对葡萄果实成熟期间着色相关特性的影响

2.2.1 果实色泽

在色差表示中, L^* 值表示亮度, 反映了果实衰老变化程度, 果皮亮度越高表明果面的光洁度越高。Hue Angle(H°)值常用来表示果实的颜色, 是果实成熟最直观的特征。Hue Angle 值为 90 时表示黄色, 180 时为绿色, 值越大表示果实的颜色越绿, 0 为红色。

“红地球”葡萄果实在转色期时果皮 L^* 和 H° 分别为 54.36 ± 1.13 和 57.29 ± 1.34 , 采收时 L^* 值有所降低, 以 TR2 处理最高(图 7A)。果皮 H° 值则随着果实成熟期的延长不断下降(图 7B)。采收时, 对照 H° 值为 5.02 ± 0.33 , TR2 处理 H° 值与对照比提高了 67.91%。15% 乙醇(EtOH)中溶入 1% 氯化钙(CaCl_2)处理使得“红地球”葡萄果实在成熟过程中保持着较高的 L^* 、 H° 值, 整

体延迟了果实的转红(图 7)。

2.2.2 叶绿素含量及花青素含量

从图 8A 可以看出, 花青素含量在成熟期间含量不断上升, 果皮着色不断增加, 在成熟期时达到最大。整个成熟期间 TR2 处理均显著低于对照和其它处理, 在花后 129 d 时各处理均低于对照, 且差异显著($P < 0.05$)。TR2 处理显著延缓了果皮花青素的积累, 延缓了果实着色。

由图 8B 可知, 葡萄果皮叶绿素含量从转色期开始到采收, 整个成熟期呈显著的下降趋势, 各处理与对照变化趋势一致。花后 115~129 d 期间 TR2 处理的叶绿素含量基本持平不变, 且显著高于对照及其它处理, 各处理之间差异显著($P < 0.05$)。采收时, TR1、TR2、TR3 处理与对照比分别提高了 17.0%、26.0%、4.88%, 各处理不同程度抑制了叶绿素的降解, 以 TR2 处理结果最为显著。结果表明, 15% 乙醇(EtOH)中溶入 1% 氯

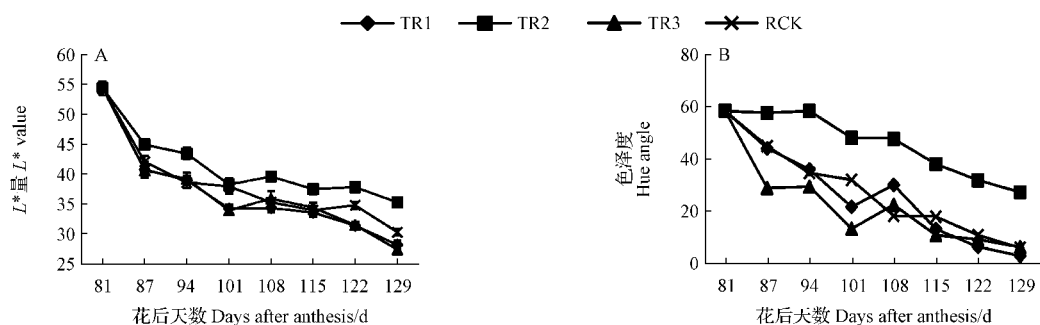


图7 采前使用乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中果实色泽(L^* 值(A)、 H° 值(B))的影响

Fig. 7 Effect of preharvest ethanol and CaCl_2 treatment on grape skin color (L^* (A), H° (B)) of grapes during development

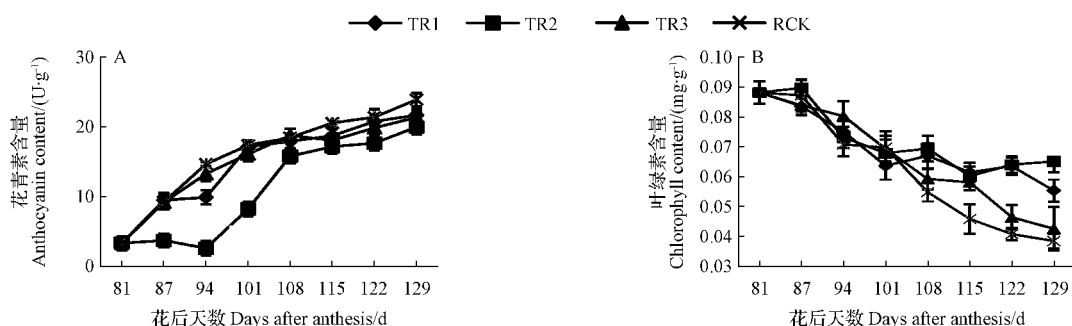


图8 采前乙醇和氯化钙处理对葡萄发育过程中果实花青素含量(A)和叶绿素含量(B)的影响

Fig. 8 Effect of preharvest EtOH and CaCl_2 treatment on anthocyanin content (A) and chlorophyll content (B) of grapes during development

化钙(CaCl_2)处理显著延缓了“红地球”葡萄成熟过程中花青素的积累和叶绿素的降解。

3 结论与讨论

有研究者发现,乙醇对果实成熟的抑制或促进作用是具有浓度依赖性的,随初始果实成熟度的变化而变化^[17]。葡萄果实的色泽取决于果皮花青素的含量^[18],葡萄果实在成熟生长期花青素不断积累,在果实成熟时达到最大值,并且叶绿素含量不断下降。相关研究发现,采用10%的乙醇处理可以提高“红地球”葡萄的产量和品质^[5]。KEREAMY等^[19]发现,采前进行低剂量5%乙醇喷施处理促进了“赤霞珠”葡萄的成熟,提高了花青素的积累。该研究结果表明15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)延缓了花青素的积累,且处理与对照比果皮色泽保持较高的亮度,显著延缓了果皮的着色进程,与CHERVIN等^[12]的研究结果一致,但与KEREAMY等^[19]的研究结果

不一致,可能与乙醇不同处理浓度有关。由于添加高浓度乙醇会破坏细胞膜结构,从而降低果实的耐贮性^[20-21]。在储藏期间,乙醇通过抑制甜瓜果实内部乙烯的浓度从而延缓了甜瓜果实的成熟衰老^[22-23]。葡萄果实在生长发育期间可溶性固形物和可滴定酸含量的变化是果实成熟的重要特征之一。该研究结果表明15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理显著($P<0.05$)延缓了可溶性固形物的积累,可滴定酸含量无明显差异,这可能与乙醇抑制了果实内源IAA的含量,延迟了成熟期有关^[16]。

钙对植物生长发育起了关键性作用。有研究发现,4%或8% CaCl_2 可延长芒果成熟时间^[24],采前对樱桃叶片喷施钙处理后观察到细胞壁紧密度增加,呼吸速率降低,延长了保质期^[13]。有研究认为,钙可以通过与细胞壁内的果胶聚合物交联^[25]和保护细胞膜完整性^[26]。该试验硬度不受处理影响,这可能与低浓度的1%氯化钙添加量

有关。15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理显著延缓了果皮总酚含量的积累,且葡萄籽中的总酚含量显著高于葡萄果皮总酚含量,这与ANASTASIADI等^[27]的研究结果一致。硬度是采后品质重要的指标之一,该研究结果表明果实硬度及果形不受各处理影响,也证明了乙醇处理对果实品质无不良影响。已有研究证实,果实的生长发育及成熟受果实内源激素的调控^[28],KOU等^[29]研究发现西兰花采前喷施 $10\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$,显著影响了衰老基因*BoS-AG12*、*BoGPX6*、*BoCAT3*和*BoSAG12*的表达,从而提高了采后品质及货架期。该研究中,乙醇和氯化钙混合处理显著延缓了葡萄果实的成熟与着色进程,这可能也与影响葡萄果实相关内源激素的含量有关,是否影响相关衰老基因的表达,都需要进一步试验研究。

该研究结果表明,转色期使用15%乙醇(EtOH)中溶入1%氯化钙(CaCl_2)处理延缓了葡萄可溶性固形物和总酚的积累,同时延缓了花青素的积累以及叶绿素的降解,保持较高的果皮亮度,延缓了“红地球”果实的成熟与着色进程。

参考文献

- [1] JIA H, WANG Y, SUN M, et al. Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening[J]. *New Phytologist*, 2013, 198(2): 453-465.
- [2] KELLY M O, SALTVEIT M E. Effect of endogenously synthesized and exogenously applied ethanol on tomato fruit ripening[J]. *Plant Physiology*, 1988, 88(1): 143-147.
- [3] HU W, JIANG A, TIAN M, et al. Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant[J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2010, 90(8): 1323-1326.
- [4] PESIS E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2005, 37(1): 1-19.
- [5] OMRAN Y A M M. Enhanced yield and fruit quality of redglobe grapevines by abscisic acid (ABA) and ethanol applications[J]. *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin*, 2011, 45(1): 13-18.
- [6] FARAG K M, PALTA J P, STANG E J. Ethanol enhances the effectiveness of ethephon on anthocyanin production in cranberry fruits in the field[J]. *Hortscience*, 1992, 27(5): 411-412.
- [7] JR S M E, SHARAF A R. Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality[J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science American Society for Horticultural Science*, 1992, 117(5): 793-798.
- [8] SON J, HYUN J E, LEE J W, et al. Combined application of antibrowning, heat treatment and modified-atmosphere packaging to extend the shelf life of fresh-cut lotus root[J]. *Journal of Food Science*, 2015, 80(6): 1178-1187.
- [9] AYALAZAVALA J F, WANG S Y, WANG C Y, et al. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and postharvest life of strawberry fruit[J]. *European Food Research & Technology*, 2005, 221(6): 731-738.
- [10] RITENOUR M A, MANGRICH M E, BEAULIEU J C, et al. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 1997, 12(1): 35-42.
- [11] VIDRIH R, ZAVRTANIK M, HRIBAR J. Effect of low O_2 , high CO_2 or added acetaldehyde and ethanol on postharvest physiology of cherries[J]. *Acta Horticulturae*, 1998, 468: 695-703.
- [12] CHERVIN C, LAVIGNE D, WESTERCAMP P. Reduction of gray mold development in table grapes by preharvest sprays with ethanol and calcium chloride[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2009, 54(2): 115-117.
- [13] ISLAM M Z, MELE M A, BAEK J P, et al. Cherry tomato qualities affected by foliar spraying with boron and calcium[J]. *Horticulture Environment & Biotechnology*, 2016, 57(1): 46-52.
- [14] 张娟, 王晓宇, 田呈瑞, 等. 基于酚类物质的酿酒红葡萄品种特性分析[J]. *中国农业科学*, 2015, 48(7): 1370-1382.
- [15] 李灿婴, 常永义, 商佳胤, 等. 套袋对红地球葡萄果皮色素和果实品质的影响[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2006(2): 9-12.
- [16] 高江曼, 孟莹, 刘庆, 等. 赤霞珠葡萄生长发育过程中内源激素的变化及其与果实成熟的关系[J]. *食品科学*, 2017, 38(7): 167-175.
- [17] BEAULIEU J C, SALTVEIT M E. Inhibition or promotion of tomato fruit ripening by acetaldehyde and ethanol is concentration dependent and varies with initial fruit maturity[J]. *American Society for Horticultural Science*, 1997, 122(3): 392-398.
- [18] CHAMPA W A H, GILL M I S, MAHAJAN B V C, et al. Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless[J]. *J Food Sci Technol*, 2015, 52(6): 3607-3616.
- [19] KEREAMY A E, CHERVIN C, SOUQUET J M, et al. Ethanol triggers grape gene expression leading to anthocyanin accumulation during berry ripening[J]. *Plant Science*, 2002, 163(3): 449-454.
- [20] FUKASAWA A, SUZUKI Y, TERAH H, et al. Effects of postharvest ethanol vapor treatment on activities and gene expression of chlorophyll catabolic enzymes in broccoli florets[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2010, 55(2): 97-102.

- [21] 姜璐璐,朱虹,焦凤,等.乙醇处理对葡萄果实常温保鲜的效果[J].食品科学,2013,34(18):285-289.
- [22] 白晓航,齐红岩,吕德卿.EFF和乙醇对采后薄皮甜瓜果实贮藏品质及相关生理指标的影响[J].食品科学,2014,35(14):262-267.
- [23] WEN W L, HONG Y Q, BING H X, et al. Ethanol treatment inhibits internal ethylene concentrations and enhances ethyl ester production during storage of oriental sweet melons (*Cucumis melo* var. makuwa Makino)[J]. Postharvest Biology & Technology, 2012, 67(7):75-83.
- [24] MOOTOO A. Effect of post-harvest calcium chloride dips on ripening changes in 'Julie' mangoes[J]. Tropical Science, 1991, 31:243-248.
- [25] LIU H, CHEN F S, YANG H S, et al. Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physico-chemical and textural properties of apricot fruits[J]. Food Research International, 2009, 42(8):1131-1140.
- [26] GUIMAR ES F V A, LACERDA C F D, MARQUES E C, et al. Calcium can moderate changes on membrane structure and lipid composition in cowpea plants under salt stress[J]. Plant Growth Regulation, 2011, 65(1):55-63.
- [27] ANASTASIADI M, PRATSINIS H, KLETSAS D, et al. Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts[J]. Food Research International, 2010, 43(3):805-813.
- [28] 沈元月.葡萄果实成熟过程中ABA信号传导研究进展[J].果树学报, 2010, 27(5):778-783.
- [29] KOU L, YANG T, LUO Y, et al. Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli micro-greens[J]. Postharvest Biology & Technology, 2014, 87(1):70-78.

Effect of Preharvest EtOH Treatment on Ripening Properties and Coloration Process of Grape

SHI Mei¹, JIA Xu¹, ZHANG Hanghang¹, LIU Wenjie^{1,2}, YU Jianna¹

(1. College of Life Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843000; 2. Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Xinjiang Production and Construction Groups, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract: To investigate the effects of ethanol treatment during grape veraison on the coloration and characteristics of maturation during fruit ripening. 'Red Globe' grape were used as the test materials, 1% calcium chloride (CaCl_2), 15% ethanol (EtOH) dissolved in 1% calcium chloride (CaCl_2), 15% ethanol (EtOH) were used during the veraison and spray with fresh water as a control. The changes of quality indexes such as fruit weight, soluble solids (TSS) content, titratable acid content, total phenolic content in different parts, and the change of physiological indexes fruit color angle, peel brightness, chlorophyll content, anthocyanin content were measured. The results showed that 15% ethanol (EtOH) dissolved in 1% calcium chloride (CaCl_2) significantly inhibited the accumulation of soluble solids and delayed the accumulation of total phenols in the grape skin, and delayed the chlorophyll content decline. The accumulation of anthocyanin and the degradation of chlorophyll were delayed, a higher brightness of the peel was obtained, which overall slowed the ripening and coloring of the fruit.

Keywords: ethanol; 'Red Globe' grape; ripening; coloration