

姚会东, 闫威姣, 李宏业, 等. 不同外源调节物质对克瑞森无核葡萄果实着色及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(23): 140–146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.23.021

不同外源调节物质对克瑞森无核葡萄果实着色及品质的影响

姚会东¹, 闫威姣², 李宏业³, 李 辉¹, 郭西智², 孙军利¹, 陈锦永², 赵宝龙¹

(1. 特色果蔬栽培生理与种质资源利用兵团重点实验室/石河子大学农学院, 新疆石河子 832003;

2. 中国农业科学院郑州果树研究所, 河南郑州 450009; 3. 石河子工程技术学院, 新疆石河子 832011)

摘要:为探究 5-氨基乙酰丙酸(ALA)、芸薹素内酯(BR)和脱落酸(ABA)3 种外源物质对克瑞森无核葡萄果实着色及品质的影响, 以 8 年生克瑞森无核葡萄为试材, 在转色初期, 整株分别喷施 ALA(50、75、100、125、150 mg/L)、BR(0.10、0.25、0.50、0.75、1.00 mg/L)和 ABA(10、20、30、40、50 mg/L), 直至有水滴滴下, 分析不同处理对葡萄色泽指数及花色苷、叶绿素、类胡萝卜素、可溶性糖、可滴定酸含量和果穗质量、单粒质量等指标的影响, 并进行主成分分析和综合评价。结果表明, 经过 ALA、BR 和 ABA 处理后的果实颜色指数(CIRG)及果皮花色苷、可溶性固形物、可溶性糖含量及糖酸比相比对照显著提高且随着各处理浓度的增加, 呈现先增加后减小的趋势, 基本在 ALA 100 mg/L、BR 0.75 mg/L 和 ABA 40 mg/L 处达到峰值, 而果皮叶绿素、类胡萝卜素含量和果实内可滴定酸含量相比对照显著降低, 且随着处理浓度的增加呈现先减小后增大的趋势, 各处理对果实品质有一定的提升效果。综合评价结果表明, B4 > A3 > C4 > C3 > A4 > B3 > B5 > C5 > A2 > C2 > B2 > A5 > A1 > C1 > B1 > CK, 在果实转色初期使用 0.75 mg/L 的 BR 处理最适于改善果实着色和提高果实品质。

关键词:“克瑞森无核”葡萄; 果实着色; 品质; ALA; ABA; BR

中图分类号:S663.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)23-0140-06

克瑞森无核葡萄, 属晚熟欧亚品种, 1983 年培育而成, 在 1999 年引入我国^[1]。其果实呈椭圆形, 颜色艳丽、果肉多汁、酸甜可口, 具有抗病性强、产量高等特点, 深受消费者和农户的喜爱。果实色泽是判断果实品质优良的重要指标之一, 但在实际生产中由于外部环境、栽培技术等各种内部和外部因素导致克瑞森无核葡萄颜色不均, 严重影响果实品质和商品价值。在生产中, 除了加强栽培技术、肥料和水管理, 使用套袋和反光膜等技术手段外^[2], 在生产上使用植物生长调节物质是改善葡萄着色常用的方式之一。研究发现, 5-氨基乙酰丙酸(5-aminolevulinic acid, 简称 ALA)、芸薹素内酯(brassinolide, 简称 BR)和脱落酸(abscisic acid, 简称 ABA)在促进巨峰、玫瑰香、夏黑等葡萄品种果实着

色及改善品质方面效果显著。陈锦永等研究表明, 经过外源 ABA 处理后的巨峰葡萄其着色指数、可溶性固形物含量和总糖含量明显增加, 可滴定酸含量显著降低, 有效提升了葡萄风味, 加速葡萄成熟与转色, 且能防止果穗掉粒和果肉软化^[3-5]。Sandhu 等研究表明, 外源 ABA 提高了葡萄的抗氧化能力、花青素和酚含量, 促进了葡萄着色^[6]。马焕普等研究表明, 外源 BR 能提高葡萄果实中花色苷和可溶性固形物的含量, 提升果实着色, 使果实成熟期提前^[7-8]。目前, 关于 ALA、BR 和 ABA 的克瑞森无核葡萄果实着色的报道很少, 本研究以克瑞森无核葡萄为试材, 研究不同浓度 ABA、BR 和 ALA 对葡萄着色及果实品质提升的效果, 旨在为生产中合理选择外源物质, 促进葡萄着色和改善果实品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2021 年在新疆维吾尔巴音郭楞蒙古自治州和静县兵团 223 团园六连进行, 气候类型属于中温带大陆性气候, 光热条件充足, 无霜期长, 土壤

收稿日期: 2022-01-25

基金项目: 新疆生产建设兵团重大科技项目(编号: 2019AA004)。

作者简介: 姚会东(1993—), 男, 河南商丘人, 硕士研究生, 研究方向为果树栽培生理。E-mail: 1606933152@qq.com。

通信作者: 赵宝龙, 硕士, 研究员, 主要从事园艺植物栽培与生理研究, E-mail: zblgrape@126.com; 陈锦永, 硕士, 研究员, 主要从事果树栽培生理研究, E-mail: chenjinyong@caas.cn。

类型主要为草甸土、灌淤土等。

1.2 试验材料

供试材料为克瑞森无核葡萄,于 2014 年定植,“厂”字形,东西行向,株行距 1.0 m×4.0 m,常规管理。

试验试剂:5-氨基乙酰丙酸购自美国 Sigma 公司;芸薹素内酯购自浙江天丰化学有限公司;脱落酸购自上海字涵生物科技有限公司。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计,共 16 个处理(表 1),2 株葡萄为 1 个小区,重复 3 次。在转色初期(7 月 15 日)整株喷施,直至有水滴落下。

表 1 试验设计

试剂名称	处理	浓度 (mg/L)
清水	CK	
ALA	A1	50
	A2	75
	A3	100
	A4	125
	A5	150
BR	B1	0.10
	B2	0.25
	B3	0.50
	B4	0.75
	B5	1.00
ABA	C1	10
	C2	20
	C3	30
	C4	40
	C5	50

1.4 测定项目及方法

1.4.1 葡萄外在品质 在果实成熟期,各处理选择 12 穗,分别用电子天平和直尺测量果穗质量、果穗长度和果穗宽度。测定葡萄果穗紧密度和果粒整齐度,参照《葡萄种质资源描述规范和数据标准》^[7]。从每穗葡萄的上、中、下 3 个部位,随机选择果粒 60 粒,用电子天平和游标卡尺分别测定果粒质量和果粒纵横径。

1.4.2 果实内在品质 每处理随机选取 30 粒果实,采用手持糖量测定仪测定葡萄混样后果汁的可溶性固形物含量;采用 NaOH 溶液滴定法测定可滴定酸含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[8];采用 2,6-二氯酚靛滴定法测定抗坏血酸含量^[9];

采用 CR-400 手持色差计(日本柯尼卡美能达)测定果实色泽指标,以 L^* 、 a^* 、 b^* 表示,并计算色调角(hueangle, $h, ^\circ$)和色泽饱和度(Chroma, C^*)、果实颜色指数(CIRG) = $(180 - h) / (L^* + C^*)$ ^[10]。

1.4.3 果皮叶绿素、类胡萝卜素和花色苷含量的测定 果皮叶绿素和类胡萝卜素含量的测定采用王学奎等的测定方法^[11]。花色苷含量的测定采用 pH 示差法^[12]。

1.5 数据分析

数据处理、分析及作图用 Excel 2012、SPSS 26.0 和 Origin 2019 软件。

2 结果与分析

2.1 不同外源物质对克瑞森无核葡萄外观品质的影响

由表 2 可知,经过 ALA、BR 和 ABA 处理后,克瑞森无核葡萄的果穗质量、果粒质量均有不同程度的差异。在穗质量上,处理 A1、A3、B2、B4、C3 和 C4 显著增加,与 CK 相比,分别提高了 5.7%、8.0%、6.9%、5.2%、4.8% 和 7.1%。所有处理均显著增加了果粒质量,以 A3 最大,增加了 8.0%。在果粒纵径上,除 C3 和 C4 处理显著增加了 1.05、1.17 mm,其他处理与 CK 相比无显著性差异;在果粒横径上,处理 A3、B4 和 C4 与 CK 相比显著增加,以 C4 最显著,增加了 6.3%。在果穗紧密度上,处理 CK、B1、B4、C1、C2、C3、C4、C5 为紧,其他处理为中。所有处理的果粒整齐度均表现为整齐。

2.2 不同外源物质对克瑞森无核葡萄果实内在品质的影响

由图 1 可知,ALA、BR 和 ABA 处理均显著提高了可溶性固形物含量,可溶性固形物含量在 19.3% 至 22.3% 之间达到了果实成熟期的品质要求,其中以 B4 处理最高,相比于对照提高了 15.06%。与 CK 相比,所有处理的可溶性糖含量均存在显著差异。随着各处理浓度的增加,可溶性糖含量先升高后降低,其中可溶性糖含量最高的 3 个处理含量分别为 15.28% (A3)、15.26% (C3)、15.03% (B4)。各处理可滴定酸含量与 CK 比均显著降低,其中处理 B4、C4、A3 的可滴定酸含量最低,分别为 0.52%、0.53%、0.52%。随着处理浓度的增加可滴定酸含量先下降后上升。糖酸比会影响果实的味道,所有处理都会显著改善水果的糖酸比,其中糖酸比最大的 3 个处理 A3、B4 和 C4 分别为 29.2、

表 2 不同处理对葡萄外观品质的影响

处理	果穗质量 (g)	单粒质量 (g)	纵径 (mm)	横径 (mm)	果形指数	果穗 紧密度	果粒 整齐度
CK	396.60 ± 1.85d	4.02 ± 0.01f	23.15 ± 0.40c	16.23 ± 0.53c	1.43 ± 0.03a	紧	整齐
A1	419.39 ± 1.08ab	4.20 ± 0.01cd	23.57 ± 0.63abc	16.67 ± 0.50abc	1.42 ± 0.06a	中	整齐
A2	404.22 ± 2.38cd	4.19 ± 0.03d	23.93 ± 0.69abc	16.38 ± 0.20bc	1.46 ± 0.05a	中	整齐
A3	428.45 ± 3.77a	4.34 ± 0.01a	23.92 ± 0.42abc	17.12 ± 0.08a	1.40 ± 0.02a	中	整齐
A4	409.42 ± 3.64bcd	4.23 ± 0.05bc	23.72 ± 0.12abc	16.87 ± 0.34abc	1.41 ± 0.02a	中	整齐
A5	402.76 ± 12.63cd	4.26 ± 0.01b	23.57 ± 0.23abc	16.87 ± 0.40abc	1.40 ± 0.04a	中	整齐
B1	404.59 ± 12.10bcd	4.12 ± 0.01e	23.23 ± 0.03c	16.33 ± 0.18c	1.42 ± 0.01a	紧	整齐
B2	424.05 ± 16.05a	4.18 ± 0.02d	23.63 ± 0.24abc	16.33 ± 0.58c	1.45 ± 0.04a	中	整齐
B3	402.68 ± 4.12cd	4.24 ± 0.03b	23.65 ± 0.15abc	16.67 ± 0.15abc	1.42 ± 0.01a	中	整齐
B4	417.28 ± 5.77abc	4.31 ± 0.02a	24.01 ± 0.46abc	17.07 ± 0.30ab	1.41 ± 0.03a	紧	整齐
B5	404.01 ± 12.11cd	4.23 ± 0.03bc	23.28 ± 0.47c	16.53 ± 0.40abc	1.41 ± 0.03a	中	整齐
C1	398.83 ± 3.86d	4.14 ± 0.01e	23.27 ± 0.55c	16.27 ± 0.48c	1.43 ± 0.02a	紧	整齐
C2	397.01 ± 12.87d	4.22 ± 0.03bcd	23.83 ± 0.45abc	16.78 ± 0.43abc	1.42 ± 0.01a	紧	整齐
C3	415.76 ± 1.15abc	4.26 ± 0.01b	24.22 ± 0.03ab	16.58 ± 0.30abc	1.46 ± 0.03a	紧	整齐
C4	424.69 ± 3.41a	4.33 ± 0.02a	24.32 ± 0.88a	17.25 ± 0.25a	1.41 ± 0.04a	紧	整齐
C5	408.64 ± 3.65bcd	4.10 ± 0.03e	23.40 ± 0.05bc	16.63 ± 0.34abc	1.41 ± 0.03a	紧	整齐

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

28.9 和 27.2,分别是 CK 处理的 1.5 倍、1.48 倍和 1.39 倍。除 B1 处理外,其他处理抗坏血酸含量均显著高于 CK 处理,随着各处理浓度的增加,抗坏血酸含量整体呈现先增加后减小的趋势,处理 B4、C4 和 A3 的抗坏血酸含量最大,分别是 3.20、3.28 和 2.91 mg/100 g,分别是 CK 的 2.82、2.8 和 2.49 倍。

由图 1 可知,ALA、BR 和 ABA 处理均能不同程度地降低果皮叶绿素含量。叶绿素含量随着各处理浓度的增加呈现先减小后增大的趋势,且相比于 CK,处理 A1 和 C1 的叶绿素含量无显著差异,其他处理的叶绿素含量显著低于 CK 处理,其中处理 B4、A3 和 C4 的叶绿素含量最低,分别是 CK 的 63.24%、67.51% 和 70.31%。与 CK 相比,每种处理中类胡萝卜素的含量显著降低,排序为 CK > B1 > B2 > C5 > B5 > C1 > A2 > C2 > A5 > C3 > A3 > A1 > A4 > B3 > C4 > B4。各处理的花色苷含量均显著高于 CK 处理,A3、B4 和 C4 处理之间无显著差异,花色苷含量分别是 CK 的 2.20 倍、2.17 倍和 2.12 倍。

2.3 不同外源物质对克瑞森无核葡萄成熟期果实色泽指标的影响

如图 2 所示,ALA、BR 和 ABA 处理均能显著降低果实色泽明亮度 L^* ,从小到大排序为 A2 < C3 < B4 < B3 < A4 < C4 < B5 < C5 < A3 < C2 < B2 < B1 < C1 < A5 < A1 < CK。 a^* 代表红绿色差,各处理间 a^*

值均为正数, a^* 值越大,红色越深,各处理的 a^* 值较 CK 显著增加, a^* 值位于前 3 位的是处理 A2、B2 和 C3。 b^* 值表示黄蓝色差, b^* 值都为正数, b^* 值越大黄色越深,所有处理 b^* 值均显著低于 CK,最低的 3 个处理是 B4、C4 和 A3。 C^* 值为色差饱和度,CK 与 A2、B1 和 B2 之间无显著差异,其他处理与 CK 相比显著降低。 h 为色调角,CK 的 h 值显著高于其他处理,其中 A3、B4 和 C4 处理的 h 值最低。CIRG 值表示果实颜色指数,各处理的 CIRG 值在 2~4 之间,果实颜色为粉红色。不同药剂处理的 CIRG 值随着浓度的升高呈现先增加后降低的趋势,分别以 A3、B4 和 C4 的值最大。

2.4 不同外源物质对克瑞森无核葡萄果实品质的综合评价

基于对克瑞森无核葡萄 16 个指标的主成分分析,特征值大于 1 的主成分只有 2 个,累计贡献率为 82.15%,具有代表性。由表 3 可知,主成分 1 的贡献率为 70.88%,包含穗质量、果粒质量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、抗坏血酸含量、可滴定酸含量、花色苷含量、叶绿素含量、类胡萝卜素含量和糖酸比、 L^* 、 b^* 、 C^* 、 h 的信息,主成分 2 的贡献率为 11.28%,累计贡献率为 82.15%,包含的是 a^* 值这一个性状的原始信息。如表 4 所示,各处理综合得分排序为 B4 > A3 > C4 > C3 > A4 > B3 > B5 > C5 >

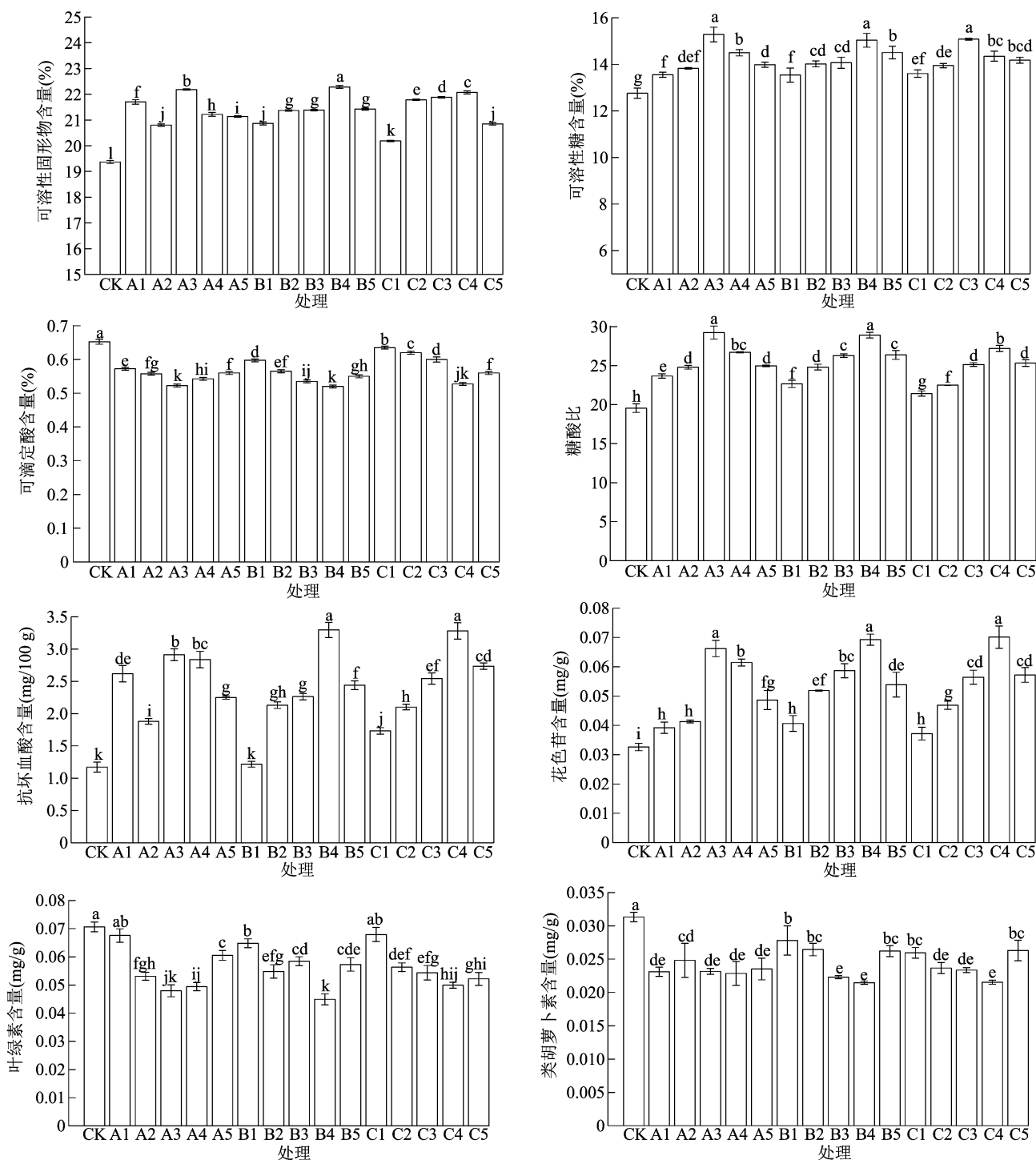


图1 不同处理对克瑞森无核葡萄内在品质的影响

A2 > C2 > B2 > A5 > A1 > C1 > B1 > CK。与对照相比,其他3种不同外源物质处理的综合得分排序为A > B > C > CK。结果表明,A处理对克瑞森无核葡萄的果实着色及品质提升效果最好。

3 讨论与结论

ALA、BR 和 ABA 是促进果实着色、提高果实品

质的外源调节物质,本研究通过合理使用这3种外源物质,克瑞森无核葡萄的外在品质、内在品质以及着色指数均显著提高,这与刘晶晶等的研究结果^[13-15]一致。

葡萄果实中的可溶性糖、可滴定酸和可溶性固形物含量是评判葡萄内在品质的主要指标,也是判断果实成熟度的关键指标,糖酸比则直接影响果实

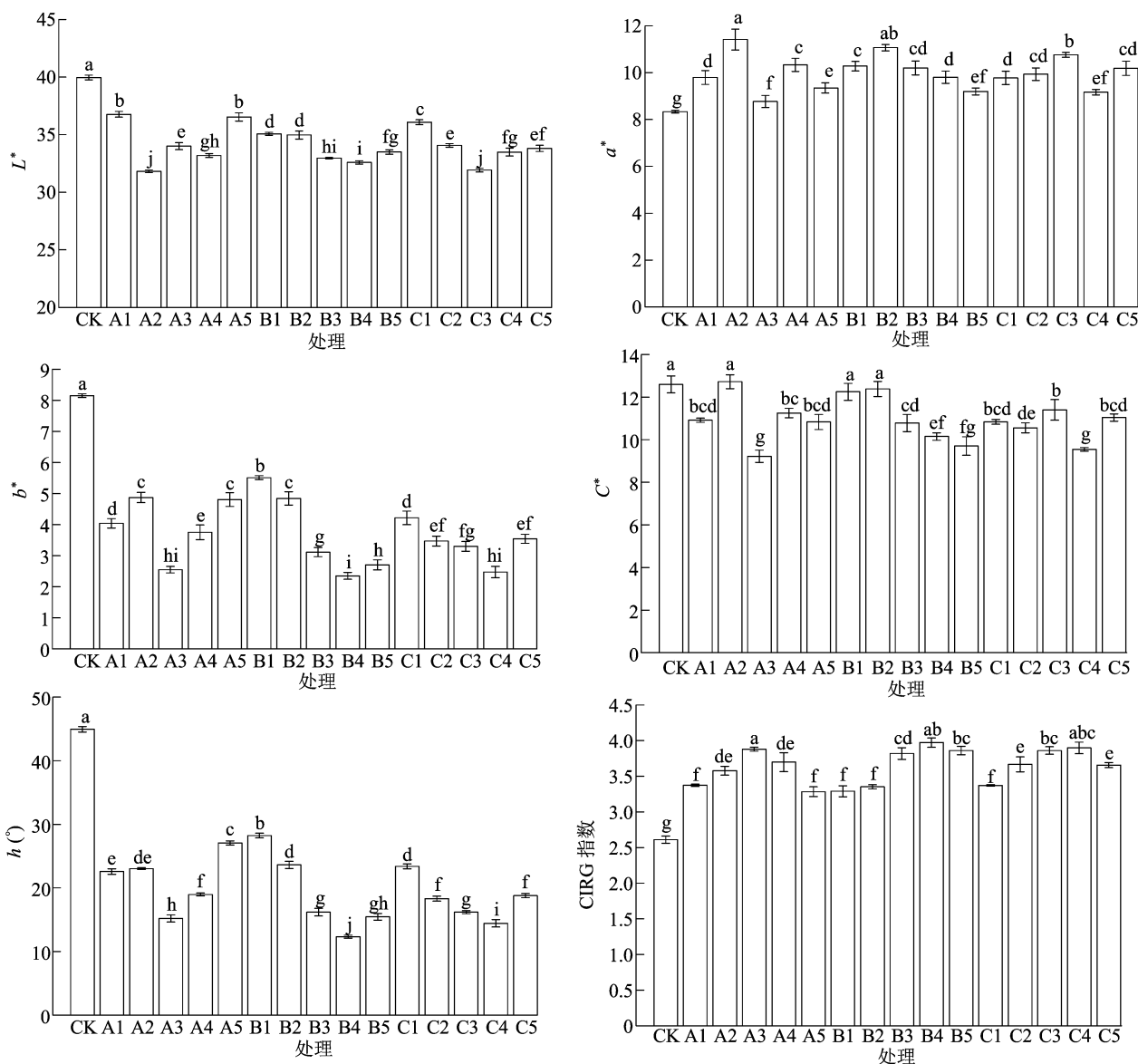


图2 不同处理对克瑞森无核葡萄色泽参数的影响

风味^[15-16]。高晶晶研究指出,经 ALA 处理后的苹果中,其可溶性糖含量、可溶性固形物含量以及抗坏血酸含量均明显提高,明显提升了苹果果实的内在质量^[17]。同样,BR 和 ABA 在果实着色方面也有相同的结论^[18]。本研究结果表明,通过向外源喷施 ALA、BR 和 ABA 可以有效减少可滴定酸含量,从而增加了葡萄果实中可溶性固形物、可溶性糖和抗坏血酸含量,果实的糖酸比增加,风味明显提升,这与前人的研究结果一致。

色泽参数也可判断葡萄的着色情况,随着葡萄的成熟,葡萄果皮色泽也相应加深,红绿色差值 a^* 、CIRG 值随之增加,色泽明亮度 L^* 、黄蓝差值 b^* 随之减小。本研究的各项处理方法均提高了 a^* 值和 CIRG 值,明显降低了 L^* 值和 b^* 值。研究结果表

明,5-氨基乙酰丙酸、芸薹素内酯和脱落酸都可改善果实的着色程度,这与谢荔等的研究结果^[19-20]一致。

葡萄果实色泽是最重要的商品价值评价指标之一。研究表明,葡萄果实色泽主要是由葡萄果实中多种色素(花色苷、叶绿素、类胡萝卜素等)的相对含量决定的,花色苷可使葡萄果实呈红色或紫色,且花色苷的含量与果实的着色呈正相关;类胡萝卜素则使果实呈黄色或橘红色,且作为葡萄果皮底色,浓度越低,越有利于花色苷颜色的呈现;而叶绿素则对红色有一些抑制或屏蔽作用;在葡萄果实逐渐成熟的过程中,果实中花色苷含量不断提高,而叶绿素含量和类胡萝卜素含量逐步减少^[21-23]。本研究结果表明,ALA、BR 和 ABA 都能增加花色苷

表3 克瑞森无核葡萄果实品质评价因子主成分分析

指标或参数	主成分	
	PC1	PC2
特征值	11.34	1.80
贡献率	70.88	11.28
累计贡献率	70.88	82.15
穗质量	0.643 *	-0.145
果粒质量	0.901 *	-0.181
可溶性固形物含量	0.897 *	-0.040
可溶性糖含量	0.911 *	0.023
可滴定酸含量	-0.841 *	0.018
糖酸比	0.943 *	-0.048
抗坏血酸含量	0.891 *	-0.186
<i>L</i> *	-0.775 *	-0.567
<i>a</i> *	0.108	0.961 *
<i>b</i> *	-0.929 *	0.032
<i>C</i> *	-0.707 *	0.602
<i>h</i>	-0.931 *	-0.140
CIRG	0.940 *	0.170
叶绿素含量	-0.864 *	-0.215
类胡萝卜素含量	-0.873 *	-0.024
花色苷含量	0.926 *	-0.095

注：* 表示某指标在各因子中的较大绝对值。

表4 综合主成分分值

处理	Z 值	排序
CK	-6.29	16
A1	-0.82	13
A2	-0.19	9
A3	3.02	2
A4	1.26	5
A5	-0.81	12
B1	-2.48	15
B2	-0.42	11
B3	1.04	6
B4	3.34	1
B5	0.82	7
C1	-2.44	14
C2	-0.30	10
C3	1.47	4
C4	2.58	3
C5	0.22	8
不同处理	A	2.46
类型均值	B	2.30
	C	1.53

含量,同时减少叶绿素含量,进而调整了果实的颜色构成,这与 Koyama 等的研究结果^[24-25]一致。通过主成分分析发现,ALA、BR 和 ABA 处理后的葡萄果实品质综合效果均优于对照,以浓度为 0.75 mg/L 的 BR 综合效果最好。

参考文献:

[1]朱万龙. 克瑞森无核葡萄在古浪的引种表现及延后栽培技术[J]. 农业科技通讯,2015(11):215-217.

[2]辛守鹏,李 明,耿 凤,等. 悬挂反光膜对妮娜女皇葡萄果实着色及品质的影响[J]. 落叶果树,2021,53(5):19-20.

[3]陈锦永,顾 红,赵长竹,等. ABA 促进巨峰葡萄着色和成熟试验简报[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(1):43-44.

[4]曹慕明,白先进,李杨瑞,等. 脱落酸对巨峰葡萄着色和果实品质的影响[J]. 广东农业科学,2010,37(2):111-113.

[5]张大鹏,许雪峰,张子连,等. 葡萄果实始熟机理的研究:缓慢生长期外施激素和环剥的效应[J]. 园艺学报,1997,24(1):1-7.

[6]Sandhu A K,Gray D J,Lu J,et al. Effects of exogenous abscisic acid on antioxidant capacities, anthocyanins, and flavonol contents of muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) skins[J]. Food Chemistry, 2011,126(3):982-988.

[7]马焕普,陈 静,刘志民. 天然芸薹素和 PDJ 对葡萄果实品质及成熟期影响[J]. 北方园艺,2004(6):59-60.

[8]刘 静,容新民. 芸薹素内酯对促成栽培夏黑葡萄果实品质的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(33):58-59.

[9]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.

[10]孟祥云,王枝翠,王雨歌,等. 地面遮阴对新疆‘红地球’葡萄果实着色影响[J]. 果树学报,2014,31(1):60-65.

[11]王学奎,黄见良. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,2015.

[12]王 鑫,韩茜宇,薛宏坤. 山葡萄皮花色苷提取工艺优化及其组分分析[J]. 食品工业,2020,41(6):55-59.

[13]刘晶晶,孙军利,赵宝龙,等. 外源 ALA 对克瑞森无核葡萄果实品质的影响[J]. 新疆农业科学,2019,56(5):817-825.

[14]程 云,吴欣欣,李百健,等. 外源脱落酸对魏可葡萄果实着色及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):163-166.

[15]李芳菲,王 莎,谷世超,等. 叶面喷施 ABA 和 PDJ 对‘巨峰’葡萄果实着色及品质的影响[J]. 果树学报,2020,37(3):362-370.

[16]Petkovsek M M,Stampar F,Veberic R. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) [J]. Scientia Horticulturae, 2007, 114 (1) : 37-44.

[17]高晶晶. 5-氨基乙酰丙酸对苹果叶片光合与果实品质的效应[D]. 南京:南京农业大学,2013.

[18]马文婷. 脱落酸、乙烯利和芸薹素内酯对蛇龙珠葡萄果实品质及果皮花色苷的影响[D]. 银川:宁夏大学,2015.

[19]谢 荔,成学慧,陈禹平,等. 采前喷施低浓度 5-氨基乙酰丙酸促进苹果着色与改善品质的效应[J]. 江苏农业科学,2015,

汪晓宇,郭宁,刘长梅,等. CO₂ 加富与 LED 补光对樱桃番茄产量、品质及挥发性物质含量的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(23):146–152.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2022.23.022

CO₂ 加富与 LED 补光对樱桃番茄产量、品质及挥发性物质含量的影响

汪晓宇¹, 郭宁¹, 刘长梅¹, 张达林², 安磊³, 张海军⁴, 王翰霖⁵, 叶林¹

(1. 宁夏大学农学院,宁夏银川 750021; 2. 宁夏农垦集团有限公司,宁夏银川 750021; 3. 宁夏职业技术学院,宁夏银川 750021;
4. 宁夏建成农林开发有限公司,宁夏银川 750021; 5. 宁夏银川市农业技术推广服务中心,宁夏银川 750021)

摘要:为探究冬季北方日光温室中进行 CO₂ 加富与 LED 补光对樱桃番茄品质及挥发性物质的影响,以香妃 3 号为试验材料,共设常规条件(CK)和 CO₂ 加富 800 μL/L + 光照度 100 μmol/(m² · s) (LC) 2 个处理,分析 CO₂ 加富和 LED 补光处理对不同时期樱桃番茄外形品质、营养品质及成熟期挥发性物质含量的影响。结果表明,CO₂ 加富和 LED 补光不仅会显著促进不同时期樱桃番茄果实的纵、横径和单果质量的生长,还会显著提高果实内可溶性固形物、维生素 C 含量、可溶性糖含量。采用顶空固相微萃取 – 气相色谱 – 质谱联用技术对樱桃番茄果实挥发性物质进行分析,发现 CO₂ 加富和 LED 补光会显著增加果实挥发性物质的种类和含量,丰富樱桃番茄果实的风味;同时,与对照相比,CO₂ 加富和 LED 补光处理产量提高了 18.18%。可见,冬季日光温室樱桃番茄栽培生产中适时补光补气,可提高番茄产量,改善番茄品质,增加果实挥发性物质的种类及其含量。

关键词:增施 CO₂; LED 补光; 樱桃番茄; 品质; 挥发性物质

中图分类号:S641.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2022)23–0146–07

樱桃番茄 (*Solanum lycopersicum* Mill.) 风味独特,富含维生素、番茄红素和矿物质等多种营养物质,较番茄营养物质含量更高,被联合国粮农组织列入“四大果蔬”^[1]。光是植物进行光合作用和形

态建成的重要调控因素之一,不同光周期对植株造成的影响也均不相同^[2–3]。植物生长除了受光照限制以外,CO₂ 浓度也是主要的影响因素之一,作为植物光合作用的原料,直接影响植物光合产物的合成^[4–5]。北方日光温室樱桃番茄秋冬茬或越冬茬生产时常为多云气候,光照强度低且光照时数短,加上设施老化,日光温室的覆盖材料差,透光、抗化、防尘等性能较弱,从而导致植物对光能的吸收不足,利用率低;同时由于日光温室密闭性强,空气流通差,导致室内 CO₂ 浓度低下,进而严重降低樱桃番茄的果实品质^[6]。针对如何改善北方冬季日光温室中弱光寡照与低浓度 CO₂ 环境,从而促进设施作物品质提高,前人进行了大量的研究。Fu 等认为,LED 补光可以在增加叶类蔬菜维生素 C 含量的

收稿日期:2022–01–27

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划(编号:2019BFF02005);宁夏自然科学基金(编号:NZ17012);宁夏回族自治区重点研发计划项目(引才专项)(编号:2021BEB04064);宁夏高等学校一流学科建设项目(编号:NYXLXK2017B03);宁夏银川市西夏区科技计划;宁夏自治区级大学生创新创业训练计划(编号:S202110749007);宁夏大学大学生创新创业训练计划(编号:2021107490635)。

作者简介:汪晓宇(1997—),男,宁夏吴忠人,硕士研究生,从事设施园艺与蔬菜逆境生理生态研究。E-mail:wangxy9887@163.com。
通信作者:叶林,博士,副教授,硕士生导师,从事设施园艺与蔬菜逆境生理生态研究。E-mail:yelin.3993@163.com。

43(1):162–165.

- [20] 姚晨涛,孙晓,张风文,等. S-诱抗素处理对‘巨峰’葡萄果实花青素含量及品质的影响[J]. 中国果树,2019(5):41–45.
[21] 李芳菲,马文瑶,程大伟,等. 植物生长调节物质对葡萄着色影响的研究进展[J]. 果树学报,2019,36(7):928–938.
[22] 王鹏洋,曲姗姗. ABA 对果实品质的影响研究进展[J]. 现代农业科技,2019(7):198.
[23] 孙晓文. 茉莉酸酯类对葡萄果实着色及品质的影响[D]. 北京:

中国农业科学院,2016.

- [24] Koyama R, Roberto S R, de Souza R T, et al. Exogenous abscisic acid promotes anthocyanin biosynthesis and increased expression of flavonoid synthesis genes in *Vitis vinifera* × *Vitis labrusca* table grapes in a subtropical region[J]. Frontiers in Plant Science, 2018, 9:323.
[25] 冯晓雪. 油菜素内酯对红地球葡萄生理生化特性和品质的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2014.