

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.23643

# 不同有机叶面肥对葡萄光合作用及产量、品质的影响

迟雅超, 杨 鹏, 陈 虹, 张风华\*

(石河子大学 / 新疆绿洲生态农业兵团重点实验室, 新疆 石河子 832003)

**摘要:** 以5年生‘弗雷无核’葡萄为试材, 以清水(CK)和常规氨基酸叶面肥(FS)为对照, 设置5个有机叶面肥喷施处理: FY(有机酸)、FB(有机酸+B)、FZ(有机酸+Zn)、FW(有机酸+B+Zn)、FA(有机酸+B+Zn+5-氨基乙酰胺), 研究不同有机叶面肥对葡萄光合作用、果实产量及品质的影响。结果表明, FZ处理叶片的叶绿素含量较CK和FS显著增加了14.63%和4.93%。FZ和FA净光合速率显著高于CK和FS, 气孔导度和蒸腾速率显著高于CK。FA、FW和FZ单果重显著高于CK和FS, FZ产量最高, 较CK提高了12.76%。通过对葡萄果实色泽参数分析, FZ对葡萄果皮的着色效果最好, 其果实可溶性糖较CK增加了14.42%。FA和FW的维生素C含量、可溶性固形物以及花色苷均显著高于CK, FW处理可溶性固形物以及花色苷也显著高于CK。综上所述, 喷施添加Zn的有机叶面肥FZ、FA和FW对葡萄的光合作用、产量和品质的效果最好, 说明叶面肥中添加Zn可有效增强叶片光合作用, 促进葡萄增产, 改善果实色泽和品质。

**关键词:** 葡萄; 有机叶面肥; 产量; 品质

叶面施肥是农作物生育过程中一种常用的既经济又有效的施肥方法<sup>[1]</sup>, 常应用于多种作物、果树、蔬菜, 以达到提高作物产量和果实品质的目的<sup>[2]</sup>。此外, 喷施叶面肥也可以很好地解决植株的缺素问题<sup>[3]</sup>。葡萄(*Vitis vinifera* L.)具有丰富的种质资源, 已成为我国分布最为广泛的果树树种之一, 是我国重要的经济果品之一<sup>[4]</sup>, 其果实营养价值极高, 富含糖类、甘露醇以及多种维生素、矿物质和氨基酸<sup>[5]</sup>, 在世界果品贸易中占有重要位置。近年来, 果实色泽逐渐成为衡量果蔬品质与成熟度的重要指标<sup>[6-7]</sup>。因此, 市场对葡萄果实的产量及品质都有了更高的要求, 如何在栽培过程中不断提升果实产量及品质是提升其市场竞争能力的关键所在<sup>[8]</sup>。

合理施用叶面肥有助于提高果蔬的产量和品质, 大量研究表明, 喷施叶面肥可以有效提高柑橘<sup>[9]</sup>、草莓<sup>[10]</sup>、冬瓜<sup>[11]</sup>等作物的产量和品质。复合型叶面肥中包含氮、磷、钾、硼、锌等十几种矿质营养元素, 以及腐植酸、柠檬酸、氨基酸、维生素、多糖等多种植物源有机营养成分<sup>[12]</sup>, 既可

提供养分, 又可刺激调节生长发育<sup>[13]</sup>。韩晋等<sup>[14]</sup>研究表明, 喷施黄棕腐植酸钾能够促使葡萄增产15.25%, 提高葡萄品质、色泽口感等指标, 含糖量增加了10.66%。然而, 目前应用于葡萄栽培中的大多为单一类型的叶面肥, 对于将复合型有机叶面肥应用于葡萄栽培方面的研究较为鲜见。

本研究以‘弗雷无核’葡萄为试验材料, 通过随机区组试验设计, 研究不同有机叶面肥对葡萄光合作用、果实产量及品质的影响, 筛选适宜葡萄栽培的有机叶面肥, 以实现增产提质的目标, 为有机叶面肥在葡萄栽培方面的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与试验设计

试验于2020年在新疆生产建设兵团第八师146团进行, 供试葡萄品种为5年生‘弗雷无核’, 每公顷施入生物有机肥15000 kg, 尿素375 kg、氮、磷、钾复合肥(14-14-30)600 kg、硫酸钾375 kg、硫酸镁540 kg, 采用常规田间管理。

试验采用随机区组设计, 以清水(CK)及当地市售常规氨基酸叶面肥(FS)作为对照, 其余叶面肥均为实验室自主研发, 共设置5个处理(表1), 研究不同复合叶面肥对葡萄产量和品质的影响。3株为一个小区, 每个处理设置3个重复, 株行距为0.8 m × 2.5 m, 每株保留15穗果穗。

收稿日期: 2023-10-23; 录用日期: 2023-12-12

基金项目: 国家重点研发计划课题(2021YFD1900802)。

作者简介: 迟雅超(2000-), 硕士研究生, 从事农业资源与环境研究。E-mail: 3531167862@qq.com。

通讯作者: 张风华, E-mail: Zfh2000@126.com。

表1 有机叶面肥主要成分

叶面肥	主要成分					执行标准
	有机质 (g/L)	总养分 (g/L)	锌 (g/L)	硼 (g/L)	ALA (mg/L)	
FA	120 ~ 160	80 ~ 100	10	10	300	GB/T 17419—2018
FW	120 ~ 160	80 ~ 100	10	10	0	GB/T 17419—2018
FB	120 ~ 160	80 ~ 100	0	20	0	GB/T 17419—2018
FZ	120 ~ 160	80 ~ 100	20	0	0	GB/T 17419—2018
FY	120 ~ 160	80 ~ 100	0	0	0	—

注：表中总养分分为各叶面肥中全氮、全磷、全钾总含量，ALA 为 5-氨基乙酰丙酸。

于果实膨大期（6月6日）开始叶面喷施有机叶面肥，稀释500倍，每次喷施量为15 L/hm<sup>2</sup>，每7 d 喷施一次，共喷施6次。于7月1日（着色期）开始采集样品，每5 d 采集一次，共采集5次样品，每个处理随机摘取2穗果穗，每穗上随机取30粒，果皮剥离后剪碎混匀，经液氮速冻后置于-80℃超低温冰箱中贮存，用于测定花色苷含量，剩余各果穗鲜样用于测定葡萄果实的着色指标及各项生化指标。

## 1.2 测定指标与方法

### 1.2.1 葡萄光合作用测定

2020年7月11日16:00—18:00进行光合指标测定，随机选择各处理3株葡萄植株中部结果枝基部第3到第5个节位的成熟叶片，用便携式光合系统LI-6400 (LICOR, Lincoln, NE, USA) 测定葡萄叶片净光合速率、气孔导度、胞间CO<sub>2</sub>浓度和蒸腾速率，SPAD值采用SPAD-502型叶绿素计测定。

### 1.2.2 葡萄产量测定

采用电子天平测定百粒重后计算单粒重；游标卡尺测定果粒纵横径；每个小区葡萄果实产量(kg/hm<sup>2</sup>) = 单穗重 × 每株穗数 × 每公顷株数 × 相关系数 / 1000。

### 1.2.3 葡萄品质及着色效果测定

可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定，可滴定酸含量采用氢氧化钠滴定法测定<sup>[15]</sup>，维生素C含量采用2,4-二硝基苯肼比色法测定<sup>[15]</sup>，果皮花色苷含量采用pH示差法测定，果实可溶性固形物含量采用TD-45型数字折光仪测定。采用CR-400手持色差计(Konica Minolta, Japan)测定每个果实赤道部位的色泽明亮度(L\*)、红色度(a\*)、黄色度(b\*)，计算色泽饱和度(C\*)、色度角(h°)及颜色指数(CIRG)，公式如下：

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$h^\circ = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}, \quad a^* > 0, \quad b^* > 0 \quad (2)$$

$$CIRG = \frac{180 - h^\circ}{L^* + C^*} \quad (3)$$

## 1.3 数据处理

利用Excel 2019、SPSS 26.0对试验数据进行处理以及差异显著性分析(P<0.05)并作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 有机叶面肥对葡萄光合特性的影响

#### 2.1.1 不同有机叶面肥对葡萄叶片 SPAD 值的影响

图1为不同有机叶面肥处理对葡萄叶片SPAD值的影响，从图1可知，SPAD值从大到小排列为FZ>FA>FS>FW>FB>FY>CK，FZ处理的SPAD值最高，为49.46，显著高于CK和FS(P<0.05)，FA处理的SPAD值较CK和FS分别增加了14.63%和4.93%。处理FW和FB的SPAD值虽然显著高于CK，但与FS相比分别降低了1.84%、2.44%。

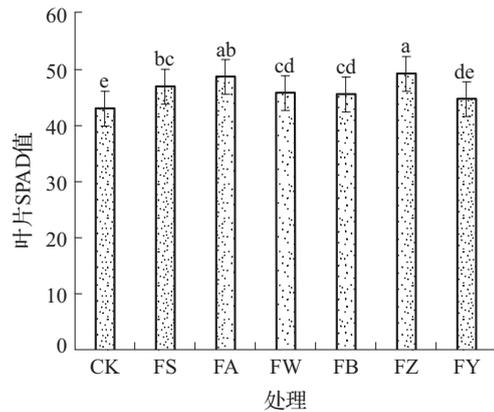


图1 不同处理下葡萄叶片 SPAD 值

注：不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)。下同。

#### 2.1.2 有机叶面肥对叶片光合指标的影响

图2为不同有机叶面肥处理对葡萄叶片光合指标的影响，从图2A可知，各有机叶面肥处理的净光合速率均显著高于CK，其中FA、FZ显著高于其他各处理(P<0.05)，较CK和FS分别增加了92.82%、94.10%和14.76%、15.52%。处理FB、FY的净光合速率显著低于FS。

由图2B可知，处理FA、FZ、FW和FS气孔导度显著高于CK(P<0.05)，其中FA与FZ处理气孔导度最高，分别较CK和FS增加了127.07%、109.68%和21.16%、11.88%，FW、FB和FY处理气孔导度显著低于FS(P<0.05)。

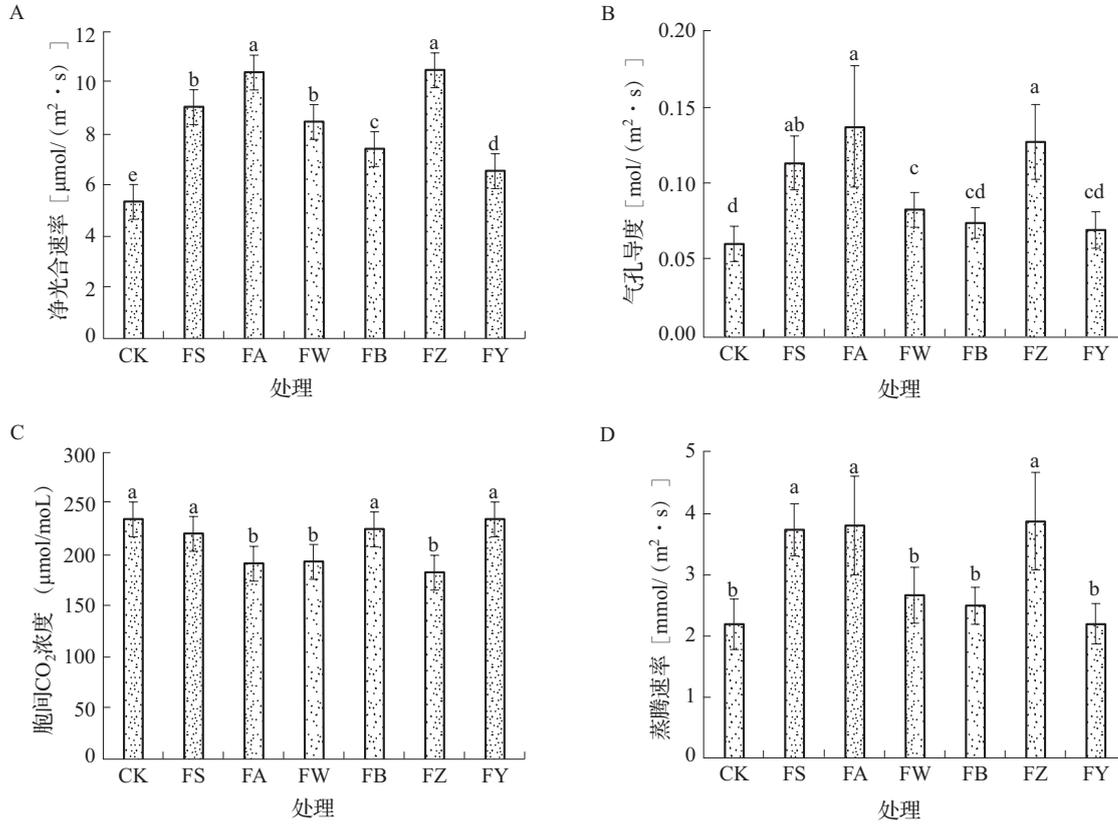


图 2 不同处理下葡萄叶片光合指标

由图 2C 可知, 各有机叶面肥处理的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度均不同程度低于 CK, FA、FW 与 FZ 的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度显著低于 CK 和 FS ( $P < 0.05$ ), 与 CK 和 FS 相比分别降低 19.35%、17.95%、23.44%、和 13.98%、12.49%、18.34%。

由图 2D 可知, FA 和 FZ 处理的蒸腾速率显著高于 CK ( $P < 0.05$ ), 但与 FS 差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 与 CK 相比增加了 73.83% 和 78.48%。FW、FB 和 FY 处理的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度显著低于 FS ( $P < 0.05$ ), 分别降低了 28.70%、33.32%、41.18%。

## 2.2 有机叶面肥对葡萄生物学性状和产量的影响

由表 2 可知, 叶面喷施不同有机叶面肥后, 果实横径、纵径均比 CK 有不同程度增加, 但各处理间差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。FA、FW 和 FZ 处理的单果重显著高于 CK 和 FS ( $P < 0.05$ ), FZ 的单果重量最高, 为 2.70 g。各处理中 FZ 的穗重最高, 显著高于 CK 和 FY。各处理产量从大到小依次为 FZ>FA>FW>FB>FS>FY>CK, 其中 FZ 产量最高, 较 CK 和 FS 分别增加了 12.76% 和 5.80%, 综合各项来看, FZ 处理对葡萄增产效果较好。

表 2 不同处理下葡萄生物学性状及产量构成因素

处理	横径 (cm)	纵径 (cm)	单果重 (g)	穗重 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
CK	1.58 ± 0.09a	1.54 ± 0.11a	2.22 ± 0.06d	346.40 ± 27.27b	25720.20 ± 135.00b
FS	1.60 ± 0.10a	1.56 ± 0.10a	2.42 ± 0.06b	369.20 ± 47.14ab	27412.10 ± 233.33ab
FA	1.68 ± 0.12a	1.64 ± 0.12a	2.68 ± 0.04a	379.40 ± 45.38ab	28170.45 ± 224.63ab
FW	1.69 ± 0.12a	1.65 ± 0.15a	2.65 ± 0.04a	373.10 ± 29.51ab	27702.68 ± 146.07ab
FB	1.62 ± 0.13a	1.59 ± 0.16a	2.38 ± 0.01bc	370.00 ± 36.94ab	27472.50 ± 182.85ab
FZ	1.72 ± 0.19a	1.69 ± 0.17a	2.70 ± 0.03a	390.60 ± 47.99a	29002.05 ± 237.53a
FY	1.59 ± 0.16a	1.63 ± 0.21a	2.34 ± 0.01c	351.50 ± 27.20b	26098.88 ± 134.64b

注: 表中数据为平均数 ± 标准差; 同列数据后不同小写字母表示经 Duncan 法检验在  $P < 0.05$  水平差异显著。下同。

### 2.3 有机叶面肥对葡萄果实品质的影响

#### 2.3.1 有机叶面肥处理对葡萄果实色泽参数的影响

由表3可知,各处理色泽明亮度(L\*)较CK均有不同程度降低,尤其是FA和FZ处理。FA、FW和FB处理的果实红色度(a\*)显著高于CK、FS和FZ(P<0.05)。喷施叶面肥显著降低了果实黄色度(b\*)(P<0.05),尤其是FS处理。果粒的色泽饱和度、色度角、颜色指数是根据L\*、a\*、b\*值计算而得,用来综合评价果实的外观色泽,色泽

饱和度越大,表明果皮着色饱和度越大,颜色越纯,FA、FW和FB色泽饱和度显著高于FZ和FS(P<0.05),但与CK相比差异不显著(P>0.05)。各喷施叶面肥处理的色度角均显著低于CK(P<0.05),FA、FW、FB、FZ、FY的色度角显著高于FS(P<0.05)。根据颜色指数可知,喷施叶面肥显著提高了果实的颜色指数(P<0.05),尤其是FZ和FS处理,FZ较CK颜色指数增加了27.71%,但FZ与FS处理之间差异不显著(P>0.05)。

表3 不同处理下成熟期葡萄果实色泽参数

处理	色泽明亮度	红色度	黄色度	色泽饱和度	色度角(°)	颜色指数
CK	28.50 ± 1.96a	5.40 ± 1.44b	4.61 ± 1.18a	7.25 ± 0.98a	40.86 ± 12.16a	3.91 ± 0.47c
FS	27.31 ± 1.71ab	5.45 ± 0.68b	1.12 ± 0.47d	5.57 ± 0.74c	11.42 ± 3.81c	5.14 ± 0.29a
FA	26.71 ± 1.21b	7.01 ± 0.39a	2.74 ± 0.63b	7.54 ± 0.56a	21.18 ± 3.80b	4.64 ± 0.15b
FW	27.51 ± 0.45ab	7.17 ± 0.75a	2.80 ± 0.77b	7.71 ± 0.95a	20.95 ± 3.89b	4.52 ± 0.24b
FB	27.50 ± 0.94ab	7.21 ± 0.93a	3.16 ± 0.50b	7.88 ± 0.98a	23.65 ± 2.99b	4.42 ± 0.10b
FZ	26.58 ± 0.54b	5.63 ± 1.29b	1.88 ± 0.75cd	5.95 ± 1.43bc	18.00 ± 4.21b	4.99 ± 0.26a
FY	28.45 ± 1.35a	6.22 ± 0.94ab	2.57 ± 0.17bc	6.74 ± 0.90ab	22.69 ± 2.61b	4.48 ± 0.19b

#### 2.3.2 不同有机叶面肥对葡萄果实口感指标的影响

由表4可知,各处理葡萄果实可溶性糖含量较CK均有不同程度增加,尤其是FZ处理,较CK显著增加了14.42%(P<0.05)。FA、FW、FB可溶性糖含量显著高于CK(P<0.05),但与FS和FY相比差异不显著(P>0.05)。喷施叶面肥可显著降低果实可滴定酸含量(P<0.05),FA、FW、FB、FZ可滴定酸含量与FS相比差异不显著(P>0.05)。FA和FW维生素C含

量显著高于CK(P>0.05),但与FS相比差异不显著(P>0.05),FA维生素C含量最高,为19.51 mg/kg,较CK增加了17.9%。FA、FW、FB、FZ可溶性固形物含量较CK和FY差异显著(P<0.05),尤其是FA,但与FS相比差异不显著(P>0.05)。各有机叶面肥处理花色苷含量均显著高于CK(P<0.05),除了FA和FZ处理,其他处理间均差异显著(P<0.05),FA与FZ之间差异不显著(P>0.05)。

表4 不同处理下葡萄果实可溶性糖、可滴定酸、维生素C、可溶性固形物、花色苷含量

处理	可溶性糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	维生素C含量 (mg/kg)	可溶性固形物含量 (%)	花色苷含量 (mg/g)
CK	16.14 ± 0.33c	0.81 ± 0.03a	16.62 ± 0.83d	16.16 ± 1.47b	4.15 ± 0.08e
FS	17.91 ± 0.02ab	0.63 ± 0.03c	18.97 ± 0.54ab	18.33 ± 0.58a	4.82 ± 0.09c
FA	18.36 ± 0.56ab	0.62 ± 0.04c	19.51 ± 0.54a	18.71 ± 0.60a	5.36 ± 0.05a
FW	18.26 ± 0.49ab	0.67 ± 0.02c	18.61 ± 0.63abc	18.68 ± 0.44a	5.08 ± 0.04b
FB	17.48 ± 1.33ab	0.64 ± 0.01c	16.80 ± 0.94cd	17.94 ± 1.38a	4.55 ± 0.04d
FZ	18.47 ± 0.74a	0.61 ± 0.03c	17.34 ± 1.88bcd	18.55 ± 0.80a	5.27 ± 0.12a
FY	17.13 ± 0.32bc	0.73 ± 0.05b	16.98 ± 0.83cd	16.21 ± 0.56b	4.54 ± 0.11d

## 3 讨论

### 3.1 不同有机叶面肥对葡萄光合作用的影响

叶绿素不仅是植物进行光合作用的一种重要的

光合色素,同时也是进行光合作用生产有机物的主要场所,喷施叶面肥对葡萄光合作用有一定的影响<sup>[16]</sup>。本研究结果表明,FZ处理的葡萄叶片叶绿素含量较CK和FS增加了14.63%和4.93%,喷施

添加含 Zn 的有机叶面肥 FA、FW、FZ 对葡萄光合作用的促进效果均优于其他处理,说明 Zn 对光合作用促进效果较好,这与黄伟东等<sup>[17]</sup>通过研究含 Zn 叶面肥对玉米光合特性的研究结果相似。这可能是由于 Zn 参与合成叶绿素前体锌卟啉<sup>[18]</sup>,含 Zn 的有机叶面肥有利于叶绿素合成,增加叶片的叶绿素含量。此外,叶绿体碳酸酐酶可以催化 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 合成 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,在光呼吸过程中,通过捕捉植物释放的 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 释放 CO<sub>2</sub>,为光合作用提供固定 CO<sub>2</sub> 的底物<sup>[18]</sup>,Zn 不仅是该酶的专性活化离子,还是光合作用另一关键酶醛缩酶的激活剂<sup>[19]</sup>。因此,喷施含 Zn 的有机叶面肥可能是通过为光合作用提供固定 CO<sub>2</sub> 的底物,或者激活醛缩酶来促进植物的光合作用。本试验表明,喷施含 Zn 的叶面肥提高了葡萄叶绿素含量,增强叶片的光合速率,进而提高叶片光合强度。

### 3.2 不同有机叶面肥对葡萄产量的影响

喷施叶面肥可以有效提高作物产量<sup>[20]</sup>,果实单果重、纵横径、穗重等是产量提高的间接表现,决定了果类作物的产量<sup>[21]</sup>。本研究表明,喷施不同叶面肥后葡萄果实纵横径、单果重、穗重较清水处理均有不同程度增加,各处理间纵横径无显著差异,FA、FW 和 FZ 单果重均优于其他处理,仅添加 Zn 的处理 FZ 穗重显著高于 CK,较 CK 和 FS 分别增产 12.76% 和 5.80%。本研究中喷施含 Zn 的有机叶面肥显著提高了葡萄单果重,有研究表明,喷施适宜浓度的 Zn 可有效提高马铃薯产量<sup>[22]</sup>,马振勇等<sup>[23]</sup>的研究发现,Zn 可以提高马铃薯的干物质积累量从而提高产量。可能是因为 Zn 是多种酶的组成成分,在生长素、叶绿素的合成以及碳水化合物的转化中起到了重要作用,能够有效促进植物的光合作用,提高光合速率,从而对产量产生重要影响<sup>[24-25]</sup>。

### 3.3 不同有机叶面肥对葡萄品质的影响

葡萄果实成熟伴随色泽明亮度和黄色度的下降以及红色度和颜色指数的上升。黄色度数值越大表示黄色越深,不利于着色,红色度数值越大表示果实红色度越大。CIRG 值可以间接反映出葡萄花青素的含量及着色情况<sup>[26]</sup>。可溶性糖和可溶性固形物的含量是影响葡萄果实口感品质的重要因素<sup>[27]</sup>。本研究表明,喷施有机叶面肥能够使成熟期葡萄果皮色泽明亮度下降,颜色变深变暗,显著促进果皮着色,同时添加 Zn 元素的有机叶面肥 FA、FW 和

FZ 的果实可溶性糖含量高于未添加 Zn 元素的有机叶面肥,说明 Zn 元素可以有效促进糖分积累,其原因可能是外源喷施 Zn 元素促进了葡萄叶片进行光合作用,从而促进了果实糖分的积累<sup>[28]</sup>,具体机制有待进一步研究。添加仅含 Zn 的有机叶面肥 FZ 处理和添加含 ALA 的有机叶面肥 FA 处理对花色苷含量的影响显著高于其他处理,这是由于 Zn 和 ALA 均会参与花色苷的合成,此外,其他相关研究表明,喷施 ALA 也会影响花色苷相关合成基因的表达<sup>[29]</sup>。

## 4 结论

在葡萄果实膨大期叶面喷施有机叶面肥对果实光合作用、产量和品质具有一定影响。本试验表明,喷施含 Zn 的有机叶面肥可通过提高葡萄叶片叶绿素含量,促进光合作用,从而有效提高葡萄产量,促进果实着色,提高果实品质。

## 参考文献:

- [1] 杨江山. 氨基酸叶面肥对设施延后‘红地球’葡萄光合特性和品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(6): 81-86.
- [2] 宋海洁, 彭益书. 喷施叶面肥对茶叶品质和产量影响的研究进展[J]. 中国茶叶, 2022, 44(8): 16-20.
- [3] Marschner P. Marschner's mineral nutrition of higher plants [M]. Third Edition. New York: Academic Press, 2012.
- [4] 刘凤之. 中国葡萄栽培现状与发展趋势[J]. 落叶果树, 2017, 49(1): 1-4.
- [5] 张海声. 叶面喷施磷酸二氢钾对葡萄产量和品质的影响[J]. 果树资源学报, 2021, 2(6): 22-26.
- [6] 袁春龙, 李华, 任亚梅. 杨梅成熟度指标的研究[J]. 西北农业学报, 2003(1): 76-80.
- [7] 梁森苗, 朱婷婷, 张淑文, 等. 杨梅果实发育成熟度与颜色变化规律探究[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(6): 879-882.
- [8] 陈珍, 曹帮华, 耿颖, 等. 中微量元素钙、镁、硼叶面肥对皱皮木瓜果实产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2023, 40(4): 724-734.
- [9] 吴文明, 黄贝, 吴韶辉, 等. 有机叶面肥对柑橘生长和果实品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(1): 65-66, 172.
- [10] 祝宁, 王志平, 齐长红, 等. 2种叶面肥对草莓生长、产量和品质的影响[J]. 蔬菜, 2019(4): 27-29.
- [11] 黄继川, 彭智平, 徐培智, 等. 叶面喷施有机液肥对冬瓜产量和品质的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(1): 19-20.
- [12] 李永旗, 李鹏程, 刘爱忠, 等. 棉花叶面施肥研究进展[J]. 中国农学通报, 2014, 30(3): 15-19.

- [13] 田苗, 李鹏, 赵坤, 等. 叶面肥及其在水稻上的应用 [J]. 北方水稻, 2021, 51 (4): 52-54.
- [14] 韩晋, 杜海平, 李斌, 等. 黄棕腐植酸钾有机肥在葡萄上的施用效果 [J]. 山西农业科学, 2020, 48 (7): 1106-1109.
- [15] 杨夫臣, 吴江, 程建徽, 等. 葡萄果皮花色素的提取及其理化性质 [J]. 果树学报, 2007 (3): 287-292.
- [16] 杨树红. 叶面肥对红地球葡萄叶片光合特性的影响 [J]. 农业科技与信息, 2022 (12): 68-71.
- [17] 黄伟东, 杨克军. 锌对玉米光合特性及抗氧化体系的影响 [J]. 中国糖料, 2020, 42 (1): 27-32.
- [18] 任先顺, 王建康, 谷峰, 等. 不同微量元素锌·硼浓度对玉米生长的影响 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47 (12): 174-177.
- [19] 王迪轩, 何永梅, 李建国. 新编肥料使用技术手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [20] 王蕾, 张明月, 董然, 等. 不同叶面肥对合苞橐吾生长发育、产量及品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2021, 50 (10): 99-108.
- [21] 吴长春, 雷伟伟, 范珊珊, 等. 叶面喷施氧化型谷胱甘肽对设施草莓光合作用、产量和品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2019 (5): 163-169.
- [22] 索海翠, 王丽, 李成晨, 等. 叶面施锌对马铃薯叶片光合特性、超微结构及产量的影响 [J]. 热带作物学报, 2021, 42 (7): 1963-1970.
- [23] 马振勇, 杜虎林, 刘荣国, 等. 施锌肥对旱作马铃薯植株锌含量及块茎品质的影响 [J]. 华北农学报, 2017, 32 (1): 201-207.
- [24] 韩金玲, 李雁鸣, 马春英. 锌对作物生长发育及产量的影响 [J]. 河北科技师范学院学报, 2004 (4): 72-75.
- [25] Torun B, Bozbay G, Gultekin I, et al. Differences in shoot growth and zinc concentration of 164 bread wheat genotypes in a zinc-deficient calcareous soil [M]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23 (9): 1251-1265.
- [26] Carreño J, Martínez A, Almela L, et al. Measuring the color of table grapes [M]. Color Research & Application, 1996, 21(1): 50-54.
- [27] 郑丽静, 聂继云, 闫震. 糖酸组分及其对水果风味的影响研究进展 [J]. 果树学报, 2015, 32 (2): 304-312.
- [28] 张媛, 冯天宇, 蒋皓, 等. 锌肥施用方式对苹果光合特性、品质及经济效益的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2024, 52 (2): 97-103.
- [29] 白鸽, 郭玉蓉, 陈磊. ALA 和 GNT 对苹果果皮中多酚、酶活及相关基因的影响 [J]. 食品工业科技, 2015, 36 (13): 194-198.

### Effects of different organic foliar fertilizers on photosynthesis, yield and quality of grapes

CHI Ya-chao, YANG Peng, CHEN Hong, ZHNAG Feng-hua\* (Key Laboratory of Oasis Ecological Agriculture of Xinjiang Production and Construction Corps, Shihezi University, Shihezi Xinjiang 832003)

**Abstract:** Using 5-year-old 'Frei seedless' grapes as the test material, five organic foliar fertilizer spraying treatments were set up, namely FY (organic acid), FB (organic acid+B), FZ (organic acid+Zn), FW (organic acid+B+Zn) and FA (organic acid+B+Zn+5-aminolevulinic acid), with clean water (CK) and conventional amino acid foliar fertilizer (FS) being the control, and the effects of different organic foliar fertilizers on grape photosynthesis, fruit yield and quality were studied. The results showed that the chlorophyll content of FZ treated leaves increased significantly by 14.63% and 4.93%, respectively, compared with CK and FS. The net photosynthetic rates of FZ and FA were significantly higher than those of CK and FS, and the stomatal conductance and transpiration rate were significantly higher than those of CK. The single fruit weight of FA, FW and FZ was significantly higher than that of CK and FS, and the yield of FZ was the highest, which was 12.76% higher than that of CK. Through the analysis of grape fruit color parameters, FZ had the best coloring effect on grape peel, and the soluble sugar of the fruit increased by 14.42%, compared with CK. The vitamin C content, soluble solids and anthocyanins of FA and FW were significantly higher than those of CK, and the soluble solids and anthocyanins treated by FW were also significantly higher than those of CK. In summary, spraying organic foliar fertilizers FZ, FA and FW with Zn added had the best effect on the photosynthesis, yield and quality of grapes, indicating that the addition of Zn to foliar fertilizer could effectively enhance leaf photosynthesis, promote grape yield, and improve fruit color and quality.

**Key words:** grape; organic foliar fertilizer; yield; quality