

不同施肥处理对‘阳光玫瑰’葡萄品质的影响

罗政成, 缙旭林, 李彩龙, 王延秀, 吴玉霞*

(甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为解决河西走廊设施葡萄生产中化肥过度施用的问题, 设置化肥、玉米秸秆、农家肥、帕尔奇公司生物有机肥、安琪酵母公司生物有机肥 5 种不同基肥施肥处理, 连续施用 3 年, 研究不同处理对葡萄果实品质的影响。结果表明: 与施用化肥处理相比, 施用有机肥均能不同程度地提高葡萄品质, 生物有机肥的效果优于秸秆和农家肥; 两种生物有机肥中, 帕尔奇公司生物有机肥的效果最佳, 果粒大小、果实功能性物质和可溶性糖含量均显著高于施用化肥处理, 其中, 葡萄单果质量、果实纵径、横径分别增加了 34.53%、24.89%、20.39%, 果实总糖含量提高了 37.29%, 有机酸含量降低了 52.99%。综上所述, 设施‘阳光玫瑰’葡萄生产中, 增施生物有机肥对改善果实品质有良好的效果, 在生物有机肥选择上宜选用含矿源黄腐酸钾的生物有机肥。

关键词: 葡萄; 有机肥; 果实品质; 主成分分析

葡萄 (*Vitis vinifera* L.) 是河西走廊地区主要的经济作物, 在农业经济发展中具有举足轻重的作用。但近年来河西走廊地区葡萄生产存在肥料种类多, 良莠不齐, 各类肥料盲目施用, 造成肥料浪费、土壤污染、养分过量或亏缺等诸多问题^[1], 影响产业的可持续发展。大量研究表明, 减施化肥, 增施有机肥能有效减少土壤中大量元素的积累^[2]、提高土壤的有机质含量、改善土壤理化性质、增强微生物活性等^[3-4], 为作物提供较好的生长发育环境, 达到增产和提质的目的^[5-6]。由此可见, 农业生产中改变施肥方式, 减少化肥施用量的同时寻求有机肥替代对维持产量和提高品质具有重要意义^[7]。

长期以来, 我国农业生产中使用的有机肥以农家肥为主, 施用未腐熟的农家肥会导致土壤酸化和土壤氮淋失, 威胁地下水安全, 使作物病虫害加重^[8]。秸秆是农业生产过程中产生的废弃物, 秸秆还田可以实现资源循环利用、补充土壤有机质^[9-12]。此外, 各类生物有机肥和生物菌肥也是补充土壤有机质的良好选择。朱梦瑶等^[13]研究表明, 生物有机肥的碳源利用率大于农家肥, 能有效缓解土壤酸

化、增强微生物活性; 郭志刚等^[14]研究发现, 施用微生物菌肥后土壤酶活性和土壤微生物数量显著增加, 使苹果长势和果实品质明显改善。目前开展的有关有机肥的试验研究大多是以当年施肥效果为主, 但有机肥对于改善土壤环境和树木生长的作用是长期的, 为明确不同有机肥的施用效果及后续影响, 本研究从苗木定植起连续 3 年施用不同有机肥作基肥, 待树木结果稳定后全面评价不同有机肥改善葡萄果实品质的作用, 为设施葡萄科学施肥提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验地位于甘肃省武威市凉州区古城镇, 地处河西走廊东端, 属温带干旱区。供试材料为日光温室促早栽培的 3 年生‘阳光玫瑰’葡萄, 单行垄栽, 小棚架, 架高 1.8 m, 株距 3.5 m, 灌溉方式为漫灌, 3 月初萌芽, 8 月底采收。

1.2 试验处理

如表 1 所示, 本试验共设 4 种施肥处理, 以施化肥为对照, 每个处理 5 株, 3 次重复, 共 15 株。试验各处理施肥量参照当地惯用施肥量和推荐施肥量设置, 9 月葡萄采收后, 在垄两侧距离葡萄树 40 ~ 60 cm 处 (每年向外扩), 开挖宽 35 cm, 深 50 cm 的沟, 将肥料均匀撒入。基肥以同样的配方和方法连续施用 3 年, 第 3 年时采集果样, 测定品质相关的指标。不同处理温室条件和管理方法一致。

收稿日期: 2022-07-06; 录用日期: 2022-11-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (52169007); 甘肃农业大学自列项目 (GSAU-ZL-2015-052)。

作者简介: 罗政成 (1998-), 硕士研究生, 研究方向为果树栽培生理。E-mail: 952171036@qq.com。

通讯作者: 吴玉霞, E-mail: wuyx@gsau.edu.cn。

表 1 不同施肥处理

处理	基肥种类	施肥量	配方说明
CK	化肥	15 kg/株	磷酸二铵、尿素、过磷酸钙等量混合
T1	玉米秸秆	0.5 m ³ /株	粉碎后添加世明生物反映专用菌种发酵
T2	农家肥	0.5 m ³ /株	腐熟的羊粪
T3	帕尔奇公司生物有机肥	15 kg/株	矿源黄腐酸钾 ≥ 50 %、氯化钾 ≥ 20 %、氨基酸 ≥ 10 %、有效活菌数 ≥ 10 亿个/g
T4	安琪酵母公司生物有机肥	15 kg/株	有机质含量 ≥ 45 %、氮磷钾含量 ≥ 12 %、有效活菌数 ≥ 0.20 亿个/g

1.3 测定项目及方法

1.3.1 果实外观及内在基本品质

果穗质量、单果质量用称重法；果实纵、横径用游标卡尺测量；硬度用 YH-4 型硬度计测定；可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝染色法测定；维生素 C 含量用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[15]测定；游离氨基酸总量用茚三酮显色法^[16]测定；总酚、类黄

酮、花青素含量参照曹健康等^[17]的方法测定。

1.3.2 果实糖酸品质

果实糖、酸组分用高效液相色谱仪（美国 Waters Acquity Arc）测定，样品提取方法和色谱条件参照李彦彪等^[18]的方法。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对果实外观品质的影响

由表 2 可知，T2 处理的果穗质量最大，比 CK 显著增大了 35.66%，T2、T3 和 T4 处理间无显著差异，T1 处理与 CK 间也无显著差异；单果质量、纵径、横径均为 T3 处理最大，比 CK 分别显著增大 34.53%、24.89%、20.39%，但单果质量 T3、T4 处理间无显著性差异，纵径、横径 T2、T3、T4 处理间无显著性差异。果实硬度 T3 处理最小，T1、T2、T3、T4 分别比 CK 显著降低 15.38%、30.77%、52.99%、24.78%，且 T4 和 T1、T2 处理间无显著差异。可见，与 CK 相比，T2、T3、T4 处理能有效改善葡萄的外观品质。

表 2 不同施肥处理对果实外观品质的影响

处理	果穗质量 (g)	单果质量 (g)	纵径 (mm)	横径 (mm)	硬度 (kg/cm ²)
CK	334.11 ± 12.45b	6.01 ± 0.19d	17.74 ± 0.49b	15.77 ± 0.51b	1.17 ± 0.04a
T1	356.47 ± 34.48b	6.56 ± 0.35cd	18.31 ± 0.41b	17.16 ± 0.22ab	0.99 ± 0.06b
T2	519.31 ± 43.00a	7.36 ± 0.36bc	21.28 ± 0.30a	19.39 ± 0.24a	0.81 ± 0.02c
T3	498.19 ± 32.46a	9.18 ± 0.29a	23.62 ± 0.88a	19.81 ± 0.99a	0.55 ± 0.02d
T4	429.52 ± 23.99ab	8.08 ± 0.34a	23.16 ± 1.72a	18.21 ± 2.36ab	0.88 ± 0.05bc

注：同列数值后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著，数值为“平均值 ± 标准误差”。下同。

2.2 对果实内在品质的影响

由表 3 可知，与 CK 相比，T1 ~ T4 处理的果实可溶性固形物都显著升高，其中，T3 处理含量最高；T3 处理果实可溶性蛋白质含量比 CK 高 72.58%，且差异显著，但 T3 与 T4 处理间无显著差异；T1、T3、T4 处理果实维生素 C 含量显著高于 CK，T3 处理增幅最大，为 52.32%，T2 处理与 CK 间无显著差异；T1 ~ T4 处理果实总酚含量较 CK 均有显著增加，分别为 25.49%、11.63%、30.91% 和 9.52%；与 CK 相比，T1、T2、T3 处理类黄酮含量显著增加，而 T4 处理黄酮含量显著降低；‘阳光玫瑰’果实花青素含量很低，但 T3、T4 处理仍显著高于 CK 和 T1 处理；T1 处理果实游离氨基酸含

量最高，比 CK 高 47.88%，差异显著，CK 与 T2、T4 处理无显著差异。综上所述，除类黄酮外，T3 处理果实中各物质含量较 CK 都有显著提高。

果实糖、酸含量是决定葡萄品质的主要因素，不同组分的糖和酸，风味口感不同。表 4 为不同施肥处理对果实可溶性糖含量的影响。与 CK 相比，各有机肥处理的果实葡萄糖、果糖和蔗糖含量均显著提高，其中，T3 处理糖含量最高，相比与 CK，葡萄糖含量升高 32.22%，果糖含量升高 39.23%，蔗糖含量升高 60.31%；此外，总糖含量依次为 T3>T4>T2>T1>CK，差异显著。因此，与纯施化肥相比，有机肥均能显著提高果实糖含量，其中施用生物有机肥的效果最佳。

表 3 不同施肥处理对果实内在品质的影响

处理	可溶性固形物 (%)	可溶性蛋白质 (mg/g)	维生素 C (mg/100 g)	总酚 (mg/g)	类黄酮 (mg/g)	花青素 (mg/g)	游离氨基酸 (mg/100 g)
CK	15.54 ± 0.21c	1.56 ± 0.10b	1.64 ± 0.05c	0.38 ± 0.00d	0.31 ± 0.01d	0.003 ± 0.001b	12.19 ± 0.40bc
T1	17.20 ± 0.81b	2.29 ± 0.37b	2.88 ± 0.26b	0.51 ± 0.00b	0.56 ± 0.00a	0.003 ± 0.002b	23.39 ± 1.66a
T2	19.56 ± 0.62a	1.85 ± 0.15b	2.08 ± 0.14c	0.43 ± 0.00c	0.44 ± 0.00b	0.008 ± 0.001ab	16.16 ± 1.52b
T3	20.49 ± 0.44a	5.69 ± 0.38a	3.44 ± 0.09a	0.55 ± 0.00a	0.34 ± 0.00c	0.012 ± 0.001a	21.13 ± 1.52a
T4	17.87 ± 0.62b	5.50 ± 0.53a	2.96 ± 0.20ab	0.42 ± 0.00c	0.29 ± 0.00e	0.010 ± 0.002a	10.72 ± 1.99c

表 4 不同施肥处理对果实可溶性糖含量的影响 (mg/g)

处理	葡萄糖	果糖	蔗糖	总糖
CK	16.49 ± 0.32e	15.07 ± 0.26e	1.29 ± 0.06d	32.85 ± 0.57e
T1	18.28 ± 0.34d	17.01 ± 0.26d	1.99 ± 0.08c	37.29 ± 0.10d
T2	20.19 ± 0.19c	19.06 ± 0.16c	2.18 ± 0.10c	41.44 ± 0.14c
T3	24.33 ± 0.10a	24.80 ± 0.45a	3.25 ± 0.03a	52.39 ± 0.39a
T4	21.75 ± 0.42b	21.94 ± 0.22b	2.70 ± 0.10b	46.40 ± 0.29b

表 5 为不同施肥处理对果实有机酸含量的影响, 果实中各有机酸组分含量均为 CK 最高, T3 最低。酒石酸在有机酸组分中含量最高、占比最大, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T4 处理的酒石酸含量分别显著降低 24.59%、32.41%、49.15%、39.08%, 含量依次

为 CK>T1>T2>T4>T3; 与 CK 相比, T3 处理的苹果酸含量降低 67.16%, 草酸含量降低 67.07%, 柠檬酸含量降低 66.67%, 富马酸含量降低 68.33%。此外, T1、T2、T3、T4 处理的总酸含量较 CK 分别降低 19.43%、35.89%、56.68%、45.74%。

表 5 不同施肥处理对果实有机酸含量的影响 (mg/g)

处理	酒石酸	苹果酸	草酸	柠檬酸	富马酸	总酸
CK	4.35 ± 0.08a	2.01 ± 0.06a	0.82 ± 0.05a	0.18 ± 0.00a	35.74 ± 1.14a	7.41 ± 0.16a
T1	3.28 ± 0.13b	1.79 ± 0.11a	0.73 ± 0.06a	0.12 ± 0.00b	31.45 ± 2.54a	5.97 ± 0.27b
T2	2.94 ± 0.04c	1.34 ± 0.13b	0.35 ± 0.01b	0.09 ± 0.00c	16.87 ± 1.25b	4.75 ± 0.12c
T3	2.21 ± 0.07e	0.66 ± 0.04c	0.26 ± 0.01b	0.06 ± 0.00d	11.32 ± 0.58b	3.21 ± 0.06e
T4	2.65 ± 0.04d	0.94 ± 0.04c	0.32 ± 0.01b	0.08 ± 0.00c	13.82 ± 2.25b	4.02 ± 0.09d

2.3 果实品质指标的相关性分析

各指标间的相关关系如表 6 所示, 不同施肥处理下葡萄果实的单果质量与花青素、葡萄糖、果糖、蔗糖和总糖含量呈极显著正相关 ($P<0.01$), 与纵径、可溶性蛋白质含量呈显著正相关 ($P<0.05$), 与苹果酸、总酸含量呈极显著负相关 ($P<0.01$), 与硬度和酒石酸、草酸、柠檬酸、富马酸含量呈显著负相关 ($P<0.05$)。花青素含量与葡萄糖、果糖、蔗糖和总糖含量呈极显著正相关 ($P<0.01$), 与苹果酸、富马酸和总酸含量呈极显著负相关 ($P<0.01$), 与酒石酸、草酸、柠檬酸含量呈显著负相关 ($P<0.05$)。总糖含量与总酸含量呈极显著负相关。由此可见,

这些品质指标的相关性较明显, 指标间存在大量信息重叠, 会导致评价结果出现较大误差, 需进一步进行品质指标的主成分分析。

2.4 主成分分析和不同处理果实品质综合评价

为综合评价不同施肥处理对葡萄品质的影响, 把 22 个指标进行主成分分析, 提取了特征值大于 1 的 3 个主成分, 特征值分别为 17.526、2.741 和 1.400, 方差贡献率分别为 79.665%、12.459% 和 6.363%, 3 个主成分累计方差贡献率达 98.487%, 能够反应 95% 以上的信息 (表 7、8)。将 22 个指标用提取出的 3 个主成分代替, 达到降维目的, 以简化评价指标。

表 6 不同施肥处理下葡萄品质各项指标的相关性分析

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	
X1	1																						
X2	0.761	1																					
X3	0.795	0.956*	1																				
X4	0.962**	0.862	0.849	1																			
X5	-0.855	-0.949*	-0.865	-0.946*	1																		
X6	0.940*	0.856	0.802	0.989**	-0.965**	1																	
X7	0.343	0.786	0.662	0.580	-0.735	0.595	1																
X8	0.407	0.885*	0.862	0.555	-0.707	0.530	0.834	1															
X9	0.316	0.593	0.363	0.538	-0.700	0.619	0.846	0.480	1														
X10	-0.101	-0.335	-0.432	-0.008	0.102	0.030	0.069	-0.476	0.397	1													
X11	0.770	0.975**	0.991**	0.857	-0.894*	0.820	0.754	0.892*	0.474	-0.349	1												
X12	0.200	0.272	0.055	0.395	-0.469	0.477	0.620	0.105	0.906*	0.744	0.172	1											
X13	0.775	0.998**	0.955*	0.881*	-0.957*	0.874	0.800	0.874	0.613	-0.284	0.978**	0.309	1										
X14	0.728	0.998**	0.959**	0.839	-0.930*	0.828	0.811	0.912*	0.589	-0.341	0.981**	0.263	0.996**	1									
X15	0.709	0.981**	0.926*	0.850	-0.936*	0.843	0.879*	0.894*	0.683	-0.191	0.966**	0.396	0.988**	0.986**	1								
X16	-0.782	-0.932*	-0.904*	-0.912*	0.930*	-0.891*	-0.841	-0.792	-0.669	0.026	-0.945*	-0.460	-0.952*	-0.936*	-0.972**	1							
X17	-0.770	-0.990**	-0.987**	-0.855	0.913*	-0.829	-0.751	-0.896*	-0.496	0.383	-0.996**	-0.175	-0.989**	-0.992**	-0.970**	0.932*	1						
X18	-0.903*	-0.914*	-0.974**	-0.928*	0.882*	-0.878	-0.579	-0.732	-0.343	0.303	-0.959*	-0.106	-0.923*	-0.908*	-0.885*	0.911*	0.948*	1					
X19	-0.828	-0.918*	-0.905*	-0.939*	0.930*	-0.914*	-0.791	-0.747	-0.629	0.011	-0.938*	-0.441	-0.940*	-0.918*	-0.952*	0.996**	0.923*	0.930*	1				
X20	-0.880*	-0.933*	-0.984**	-0.918*	0.889*	-0.870	-0.619	-0.772	-0.370	0.318	-0.974**	-0.117	-0.940*	-0.930*	-0.908*	0.924*	0.965**	0.998**	0.937*	1			
X21	0.746	0.998**	0.956*	0.858	-0.943*	0.849	0.815	0.897*	0.608	-0.304	0.981**	0.295	0.999*	0.999*	0.990**	-0.948*	-0.990**	-0.913*	-0.932*	-0.933*	1		
X22	-0.816	-0.969**	-0.964**	-0.916*	0.937*	-0.888*	-0.785	-0.834	-0.570	0.193	-0.985**	-0.315	-0.981**	-0.971**	-0.978**	0.984**	0.978**	0.959**	0.982**	0.971**	-0.977**	1	

注: * 表示相关性显著 ($P < 0.05$); ** 表示相关性极显著 ($P < 0.01$)。X1 ~ X22 依次为果穗重、单果重、纵径、横径、硬度, 以及可溶性固形物、维生素 C、可溶性蛋白质、总酚、类黄酮、花青素、氨基酸、葡萄糖、果糖、蔗糖、苹果酸、草酸、柠檬酸、富马酸、总糖、总酸含量。

表 7 葡萄品质主成分分析方差解释

	PC1	PC2	PC3
特征值	17.526	2.741	1.400
方差贡献率 (%)	79.665	12.459	6.363
累计方差贡献率 (%)	79.665	92.124	98.487

注: PC1、PC2、PC3 分别表示主成分 1、主成分 2、主成分 3。下同。

表 8 葡萄品质主成分分析相关矩阵的特征向量

指标	PC1		PC2		PC3	
	载荷	特征向量	载荷	特征向量	载荷	特征向量
X1	0.815	0.194	-0.068	-0.041	-0.571	-0.482
X2	0.985	0.235	-0.085	-0.051	0.099	0.083
X3	0.955	0.228	-0.287	-0.173	-0.006	-0.005
X4	0.918	0.219	0.098	0.059	-0.382	-0.322
X5	-0.962	-0.229	-0.136	-0.082	0.113	0.095
X6	0.904	0.215	0.180	0.108	-0.359	-0.303
X7	0.795	0.189	0.358	0.216	0.476	0.402
X8	0.837	0.199	-0.213	-0.128	0.500	0.422
X9	0.614	0.146	0.717	0.433	0.263	0.222
X10	-0.205	-0.048	0.903	0.545	-0.259	-0.218
X11	0.979	0.233	-0.174	-0.105	0.059	0.049
X12	0.345	0.0828	0.935	0.564	0.039	0.032
X13	0.993	0.237	-0.045	-0.027	0.075	0.063
X14	0.983	0.234	-0.092	-0.055	0.148	0.125
X15	0.986	0.235	0.053	0.032	0.158	0.133
X16	-0.978	-0.233	-0.143	-0.086	0.011	0.009
X17	-0.981	-0.234	0.178	0.107	-0.075	-0.063
X18	-0.944	-0.225	0.218	0.131	0.222	0.187
X19	-0.972	-0.232	-0.129	-0.077	0.100	0.084
X20	-0.957	-0.228	0.214	0.129	0.163	0.137
X21	0.989	0.236	-0.059	-0.035	0.120	0.101
X22	-0.995	-0.237	0.023	0.013	0.019	0.016

以特征向量为权重,与标准化的指标数据相乘,即可计算各主成分果实品质性状得分值。综合得分(F)为每个主成分得分和对应贡献率的乘积之和,即: $F = F1 \times 79.665\% + F2 \times 12.459\% + F3 \times 6.363\%$ 。结果如表 9 所示,葡萄在 CK、T1、T2、T3、T4 处理下的品质综合得分分别为 -4.6395、-1.5179、0.3325、4.2865、1.5384,综合得分排名依次为 T3>T4>T2>T1>CK。

表 9 葡萄在不同施肥处理下葡萄品质的综合得分及排名

处理	主成分得分			综合得分(F)	综合得分排名
	PC1 (F1)	PC2 (F2)	PC3 (F3)		
CK	-5.6504	-1.2651	0.3065	-4.6395	5
T1	-2.3434	2.5283	0.5331	-1.5179	4
T2	0.5916	-0.0431	-2.0965	0.3325	3
T3	5.2717	0.4455	0.4932	4.2865	1
T4	2.1306	-1.6657	0.7638	1.5384	2

3 讨论

科学施肥是提高作物品质与产量的有效途径,化肥的过量和连续施用已造成一系列农业和环境问题,减施化肥,增施有机肥是维持农业生态健康,提高果实品质的可靠方式^[19-20]。本试验在连续 3 年施用有机肥的基础上研究不同施肥处理对葡萄品质的影响。结果表明,与施用化肥相比,4 种不同有机肥处理均能不同程度增加穗重、单果重及果实纵、横径,具有改善果实外观的作用;内在品质方面,施用有机肥能显著提高果实可溶性固形物和可溶性糖含量,降低有机酸含量,提升葡萄的风味和口感。

不同种类的有机肥对葡萄品质的影响不同,大量研究表明,秸秆还田能增加土壤中微生物数量,改变土壤结构及持水能力^[21-23],改善作物营养品质^[24],进而影响果实品质发育。本研究中,施用玉米秸秆与其他有机肥相比,葡萄果穗质量、单果质量、纵径、横径、蛋白质含量均较低,且与施用化肥差异不显著。果穗质量、单果质量是影响葡萄产量的重要因素,充足的矿质元素含量是作物产量的基础^[25-26],秸秆还田效果欠佳,可能是因为前期速效养分含量供应不足,无法提供葡萄所需养分,树体生长不良,影响后期的果实发育^[27]。

有研究表明,施用农家肥能显著提高土壤中的胡敏酸和富里酸的含量,使土壤肥力更好的发挥^[28-29];农家肥配施化肥能提高氮肥利用率和偏生产力^[30]。本试验中,施用农家肥较施用化肥和施用玉米秸秆处理,葡萄果实外观和内在品质均显著提高,但效果不及生物有机肥。两种生物有机肥处理的葡萄果穗和果粒较大,与其他处理相比,外观方面的优势非常明显,果实功能性物质及糖、酸各组分含量显著提高,葡萄口感最佳。生物有机肥较农家肥具有发酵更完全、养分更全、质量更稳定

和无毒、无害的特点^[31]。

本试验采用主成分分析对不同施肥处理下葡萄品质进行综合评价,结果表明,葡萄品质得分由高到低依次为:帕尔奇公司生物有机肥>安琪酵母公司生物有机肥>农家肥>玉米秸秆>化肥。帕尔奇公司生物有机肥比安琪酵母公司生物有机肥对改善葡萄品质的效果更好,其配方中的矿源黄腐酸钾是动植物残体经过生物分级转化和自然化学过程形成的天然优质的有机质,能有效提高作物微量元素的利用率^[32],利于葡萄生长,肥效比一般有机质好。

4 结论

与纯施化肥相比,4种有机肥能不同程度提高‘阳光玫瑰’葡萄的果实品质;不同种类有机肥效果不同,生物有机肥较秸秆和农家肥效果好,其中帕尔奇公司生物有机肥能显著改善果实外观品质,增加果实内在功能性物质和可溶性糖含量,果实品质最优,效果最佳。综上所述,设施‘阳光玫瑰’葡萄生产中,增施有机肥对改善果实品质有良好的效果,在有机肥选择上宜选用含矿源黄腐酸钾的生物有机肥。

参考文献:

- [1] 王贺, 邓明江, 王旋, 等. 减施化肥对京津地区苹果生长发育的影响[J]. 果树学报, 2020, 37(2): 196-203.
- [2] 于菲, 赵硕, 赵影, 等. 长期施用有机肥对松嫩平原西部盐碱土肥力和玉米产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2022, 40(2): 172-180.
- [3] 孔晓君, 尚晓阳, 李玉胜, 等. 有机肥与控释复合肥配施对茶叶产量、品质和土壤化学性质的影响[J]. 土壤通报, 2021, 52(6): 1377-1383.
- [4] Zhang Y J, Gao W, Luan H A, et al. Effects of a decade of organic fertilizer substitution on vegetable yield and soil phosphorus pools, phosphatase activities, and the microbial community in a greenhouse vegetable production system [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2022, 21(7): 2119-2133.
- [5] 刘斌祥, 王兴龙, 周芳, 等. 减氮配施不同种类有机肥对玉米物质分配、转运与产量的影响[J]. 生态学杂志, 2020, 39(1): 130-138.
- [6] Pu R, Wang P, Guo L, et al. The remediation effects of microbial organic fertilizer on soil microorganisms after chloropicrin fumigation [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2022, 231: 113188.
- [7] 韦善清, 谢慧敏, 吴可, 等. 华南双季稻化肥减施增效综合技术模式及技术规程[J]. 中国农学通报, 2021, 37(36): 1-5.
- [8] 梁改梅, 李娜娜, 黄学芳, 等. 黄土旱塬区玉米产量最优的有机肥与化肥配施组合研究[J]. 中国土壤与肥料, 2022(3): 29-38.
- [9] 李廷亮, 王宇峰, 王嘉豪, 等. 我国主要粮食作物秸秆还田养分资源量及其对小麦化肥减施的启示[J]. 中国农业科学, 2020, 53(23): 4835-4854.
- [10] 李守华. 长期秸秆还田对提高小麦-玉米轮作耕层土壤养分及产量分析[J]. 中国农学通报, 2022, 38(14): 60-64.
- [11] Puppe D, Kaczorek D, Schaller J, et al. Crop straw recycling prevents anthropogenic desilication of agricultural soil-plant systems in the temperate zone-Results from a long-term field experiment in NE Germany [J]. *Geoderma*, 2021, 403: 115187.
- [12] Wu T, Li C, Xing X, et al. Straw return and organic fertilizers instead of chemical fertilizers on growth, yield and quality of rice [J]. *Earth Science Informatics*, 2022, 15(3): 1363-1369.
- [13] 朱梦遥, 徐大兵, 倡国涵, 等. 不同种类有机肥对植烟土壤微生物功能多样性的影响[J]. 中国烟草科学, 2022, 43(2): 12-18.
- [14] 郭志刚, 李文芳, 马宗桓, 等. 生物菌肥和钾肥配施对苹果钾素吸收及果实品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(3): 113-121.
- [15] 汤海青, 欧昌荣, 蔡敏俐, 等. 电位滴定法测定葡萄酒中的抗坏血酸[J]. 食品工业科技, 2017, 38(24): 264-267.
- [16] 樊进补, 张苏玲, 马敏, 等. 套袋对‘鸭梨’果实中游离氨基酸和水解氨基酸含量的影响[J]. 果树学报, 2020, 37(2): 204-214.
- [17] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2017.
- [18] 李彦彪, 马维峰, 贾进, 等. 河西走廊不同产地‘赤霞珠’酿酒葡萄果实品质评价[J]. 西北植物学报, 2021, 41(5): 817-827.
- [19] 于会丽, 谢宁, 徐国益, 等. 减量化肥配施海藻复合物对葡萄产量、品质和养分吸收的影响[J]. 果树学报, 2022, 39(4): 584-592.
- [20] 邱子健, 申卫收, 林先贵. 化肥减量增效技术及其农学、生态环境效应[J]. 中国土壤与肥料, 2022(4): 237-248.
- [21] 王国骄, 宋鹏, 杨振中, 等. 秸秆还田对水稻光合物质生产特征、稻米品质和土壤养分的影响[J]. 作物杂志, 2021(4): 67-72.
- [22] Zhang M, Chen S, Ding S, et al. Effects of 7 years of warming and straw application on soil bacterial, fungal, and archaeal community compositions and diversities in a crop field [J]. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2022, 22(2): 2266-2281.
- [23] Hou Y, Xu X, Kong L, et al. The combination of straw return and appropriate K fertilizer amounts enhances both soil health and rice yield in Northeast China [J]. *Agronomy Journal*, 2021, 113(6): 5424-5435.
- [24] 陈梦云, 李晓峰, 程金秋, 等. 秸秆全量还田与氮肥运筹对机插优质食味水稻产量及品质的影响[J]. 作物学报, 2017, 43(12): 1802-1816.



- [25] 司若彤, 刘维, 林电. 有机肥部分替代化肥对台农芒果产量和品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2020 (4): 107-114.
- [26] 周媛, 谭启玲, 胡承孝, 等. 有机无机专用复合肥对葡萄产量、品质和养分利用的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2015 (6): 82-86, 91.
- [27] 孙万春, 周家昊, 俞巧钢, 等. 豆渣、猪粪有机肥施用水平对梨产量品质及土壤肥力的影响 [J]. 果树学报, 2022, 39 (9): 1628-1638.
- [28] 范文思, 岳东林, 凌爱芬, 等. 腐熟农家肥用量对土壤养分和烤烟品质的影响 [J]. 中国烟草科学, 2018, 39 (5): 71-78.
- [29] Holik L, Hlisnikovsky L, Kunzova E. The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on winter wheat grain yield and grain quality [J]. Plant Soil and Environment, 2018, 64 (10): 491-497.
- [30] 高洪军, 朱平, 彭畅, 等. 等氮条件下长期有机无机配施对春玉米的氮素吸收利用和土壤无机氮的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21 (2): 318-325.
- [31] 胡英宏, 赵艳, 任泽广, 等. 生物有机肥对菠萝根际真菌群落及心腐病发生率的影响 [J]. 果树学报, 2022, 39 (9): 1678-1690.
- [32] 孙希武, 彭福田, 肖元松, 等. 硅钙钾镁肥配施黄腐酸钾对土壤酶活性及桃幼树生长的影响 [J]. 核农学报, 2020, 34 (4): 870-877.

Effects of different fertilization treatments on quality of 'Shine muscat' grape

LUO Zheng-cheng, XIAN Xu-lin, LI Cai-long, WANG Yan-xiu, WU Yu-xia* (College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070)

Abstract: In order to solve the problem of excessive application of chemical fertilizer in grape production in Hexi Corridor, five different base fertilization treatments were set up, including chemical fertilizer, corn straw, farm manure, biological organic fertilizer of Parch company and biological organic fertilizer of Angel yeast company. The effects of different treatments on grape fruit quality were studied after continuous application for three years. The results showed that compared with application of chemical fertilizer, the application of organic fertilizer improved the quality of grapes in varying degrees, and the effect of biological organic fertilizer was better than straw and farm manure; Among the two kinds of biological organic fertilizers, biological organic fertilizer of Parch company had the best effect. The fruit size, functional substance and soluble sugar content of biological organic fertilizer of Parch company were significantly higher than those of application of chemical fertilizer. Among them, the single fruit weight, vertical and horizontal diameter of the fruit increased by 34.53%, 24.89% and 20.39%, respectively, the total sugar content of the fruit increased by 37.29%, and the organic acid content decreased by 52.99%. To sum up, in the facility production of 'Sunshine Rose' grape, increasing the application of organic fertilizer has a good effect on improving the fruit quality, and the selection of organic fertilizer should be biological organic fertilizer containing mineral source potassium fulvic acid.

Key words: grapes; organic fertilizer; fruit quality; principal component analysis