

叶面补施糖醇钙对酿酒葡萄品质及产量提升的影响

张 丽¹, 蒋 鹏¹, 王 晶¹, 古超峰¹, 王 锐^{1, 2*}

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 中国葡萄酒产业技术研究院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 针对宁夏贺兰山东麓葡萄酒地理标志产区风土特征中存在的矿质营养元素有效性低导致的产区葡萄酒特色不鲜明、风味与香气不足等问题。以 6 年生“赤霞珠”为研究对象, 设置 5 个不同糖醇钙喷施水平: $1.2 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ (T1)、 $2.4 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ (T2)、 $3.6 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ (T3)、 $4.8 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ (T4) 和 $6.0 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ (T5), 以喷清水为对照 (CK), 研究叶面补施糖醇钙对酿酒葡萄品质及产量的影响。结果表明, 叶面喷施糖醇钙处理的穗长、百粒重、产量、单宁、总酚、产投比均较 CK 显著增加且以 T2 处理最高, T2 处理的穗长、百粒重、产量、单宁、总酚、产投比分别较其他喷施糖醇钙处理增加 3.96% ~ 17.49%、9.54% ~ 16.62%、5.48% ~ 23.59%、8.96% ~ 21.12%、4.51% ~ 13.54%、6.98% ~ 20.00%; 横径、纵径、果型指数以 T3 处理最高, 分别较其他喷施糖醇钙处理增加 1.71% ~ 10.50%、5.33% ~ 23.64%、3.92% ~ 7.07%; 果实可溶性固形物、花色苷以 T4 处理最高, 分别较 CK 提高 5.86% 和 43.24%, 分别较其他喷施糖醇钙处理增加 2.07% ~ 5.58%、15.22% ~ 29.27%; 可滴定酸以 T2 处理最低, 叶面补施糖醇钙处理较 CK 降幅为 6.49% ~ 28.33%。总之, 在贺兰山东麓葡萄酒产区通过叶面补钙肥能有效促进酿酒葡萄浆果品质的提升, 叶面喷施糖醇钙量控制在 $2.4 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右时对酿酒葡萄的产量和品质提升效果最优。

关键词: 酿酒葡萄; 钙素; 产量; 品质

贺兰山东麓酿酒葡萄产区地处宁夏黄河冲积平原和贺兰山冲积扇之间, 地势平坦、光照充足, 土壤含有砾石, 地理位置优越, 为生产优质酿酒葡萄创造了有利的气候和土壤条件^[1]。传统观点认为, 碱性石灰性土壤中碳酸钙含量丰富, 植物缺钙的几率较低, 因此通常忽略钙素对果树品质形成的重要性^[2], 但是贺兰山东麓碱性土壤环境下矿质营养有效性低, 尤其灰钙土区域, 水溶性钙含量较低, 使得钙元素很难满足酿酒葡萄的正常营养需求, 严重制约着贺兰山东麓酿酒葡萄产业的发展。

葡萄是喜钙植物, 钙素对葡萄的作用仅次于磷和钾, 对葡萄的生理及品质有很大的影响, 是葡萄生长和发育过程中所必需的营养元素^[3-4]。钙在葡萄多年生组织中含量较多, 但是钙在组织中具有不易转移、难再利用的特点^[5], 因此一般在幼嫩组织中易发生缺钙的情况。葡萄缺钙时, 不同部位会

显现出相应的症状, 比如其叶片表现为叶缘出现针尖大小的坏死斑、变褐枯死或枝蔓顶端发生枯萎等现象^[6]。有研究表明喷施外源钙不仅可提高葡萄产量、提升品质及着色, 还对葡萄生理性病害的防治具有明显的作用^[7-9]。徐兴林等^[10]研究表明, 对葡萄果实进行补钙后, 不仅使葡萄增产 8% ~ 12%, 葡萄含糖量提高 1 ~ 2 度, 且色泽也会变好。徐建国^[11]研究表明, 喷施调环酸钙可以提高酿酒葡萄品种“赤霞珠”、“品诺”的花青素以及总酚含量。由此可以看出, 钙调控对作物及果树的生长及品质的显著影响已经得到认可, 为深入开展钙肥对果树产量与品质的影响奠定了基础, 目前钙元素对于宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄产区葡萄影响的研究主要以微量元素为主, 而对于钙元素的研究相对较少。

酿酒葡萄的生理及品质是决定葡萄酒“风味”的重要基础^[12-14], 尽管气候及土壤条件是酿酒葡萄品质特征的基础^[15-17], 但在气候及土壤条件一定的情况下, 施肥、灌溉、栽培技术等人为管理措施是改善区域酿酒葡萄品质的重要途径^[18-20], 其中肥料的施用是改善酿酒葡萄产量与品质既直接又快速的措施。目前, 钙肥对果树影响的研究中多以锦橙^[7]、鲜食葡萄^[8]、苹果^[9]、梨^[21]等果树为

收稿日期: 2020-08-17; 录用日期: 2020-09-11

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFD1002500); 国家科技改革与发展专项 (106001000000150012)。

作者简介: 张丽 (1994-), 女, 甘肃定西人, 硕士研究生, 主要从事植物营养学研究。E-mail: 1440731084@qq.com。

通讯作者: 王锐, E-mail: amwangrui@126.com。

主要研究对象,对酿酒葡萄的研究较少。并且前人选择的钙肥一般都是醋酸钙、氯化钙、硝酸钙等,本研究选择的是新型的糖醇钙,具有水溶性好、易吸收、可提高果树抗逆性、起效快、效果持续时间长等优点,避免传统钙肥对果树的伤害。在原有施肥的基础上,采用薄肥多施的方式补施糖醇钙,探究糖醇钙的不同施肥方式对宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄的生理改善及产量和品质的提升效果。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究区位于宁夏永宁县闽宁镇立兰酒庄葡萄基地(38°16'38" N, 105°58'20" E),该区域光照充足,年日照率65%以上,太阳总辐射量6100 MJ·m⁻²,年平均气温8.9℃,积温3289℃,年均降水量200 mm,年均蒸发量1580 mm,全年日照时数为2851~3106 h,平均日照时长为7.8~8.3 h,无霜期176 d,充足的日照及昼夜温差有利于酿酒葡萄糖分的累积,为酿酒葡萄生长提供了足够的热量。试验区地形平缓,地面坡度约为1%,平均海拔高度为1129 m,土壤类型为砾质灰钙土。基本化学性质见表1。

表1 土壤基本化学性质

土层深度 (cm)	pH	有机质 (g·kg ⁻¹)	全氮 (g·kg ⁻¹)	全磷 (g·kg ⁻¹)	碱解氮 (mg·kg ⁻¹)	有效磷 (mg·kg ⁻¹)	速效钾 (mg·kg ⁻¹)	水溶性钙 (mg·kg ⁻¹)
0~20	8.55	8.28	0.50	0.24	39.59	39.67	110.29	220.78
20~40	8.49	5.00	0.25	0.19	21.34	25.17	81.70	82.79
40~60	8.59	3.48	0.30	0.19	23.79	17.26	49.26	81.77

1.2 供试材料

供试品种为6年生赤霞珠(*Vitisvinifera* L. 'Cabernet Sauvignon'),南北行向定植,整形方式为长梢修剪倾斜上架,株行距分别为0.6和3.5 m,种植密度4760株·hm⁻²。灌溉方式为滴灌,统一灌水3000 m³·hm⁻²。常规氮磷钾施肥方式为沟施,常规施肥为葡萄出土后4月中旬施尿素125 kg·hm⁻²、5月下旬追施尿素和磷酸二铵225 kg·hm⁻²、6月下旬追施氮磷钾三元复合肥375 kg·hm⁻²、硫酸钾450 kg·hm⁻²。钙肥采用新型液体钙肥—糖醇钙,钙含量为18%,具有水溶性好、易吸收、可提高果树抗逆性、起效快、效果持续时间长等优点。

1.3 试验设计

本试验采用单因素随机区组设计,共设6个处理:喷施清水为对照处理(CK)以及5个不同糖醇钙肥喷施处理:1.2 L·hm⁻²(T1)、2.4 L·hm⁻²(T2)、3.6 L·hm⁻²(T3)、4.8 L·hm⁻²(T4)、6.0 L·hm⁻²(T5),叶面喷施时须兑水稀释2000倍。每个处理设3个重复,共18个小区,小区面积为30 m×3.5 m=105 m²,每小区有酿酒葡萄树50棵。各处理于葡萄果实膨大和转色期,即2019年6月30日、7月15日、8月5日、8月25日分别对葡萄叶片均匀喷施4次,以喷施叶片正、背面80%以上为宜。

1.4 样品采集

于2019年9月22日葡萄样品采集当天,各处理随机采摘25个具有代表性的果穗置于自封袋中,从每个果穗的上、中、下3个部位随机采集大小20粒葡萄,以测定葡萄穗长、百粒重、横径、纵径、可溶性固形物、可滴定酸和总酚等品质指标。酿酒葡萄产量为每小区单独测产后折算成公顷产量。

1.5 测定项目与方法

于葡萄成熟期(2019年9月22日)将每个小区标记树的葡萄全部采摘单独测产,得到每处理葡萄单株产量,再根据小区面积换算每公顷的株数,产量(kg·hm⁻²)=单株产量(kg·株⁻¹)×株数(株·hm⁻²)。将测产后的葡萄带回实验室,以备测定葡萄形态指标和内在品质指标。

百粒重:随机选取酿酒葡萄100粒,用电子天平称量,重复3次;粒径:随机选取酿酒葡萄5粒,用游标卡尺测定其横径和纵径,求其平均值;穗长:随机选有代表性的5串酿酒葡萄,用卷尺测定其果穗长,电子天平称量测定其单穗重;果形指数是指果实纵径与横径的比值。

随机采集10串有代表性果穗,在每个果穗的上、中、下3个部位随机采集大小相近的30粒葡萄,榨汁用于测定葡萄可溶性固形物、可滴定酸、单宁、pH、总酚和花色苷。可溶性固形物采用手持

糖量计法测定,可滴定酸采用 NaOH 滴定法测定, pH 采用 pH 计测定,单宁采用福林-丹宁法测定,总酚采用福林-肖卡法测定,花色苷采用 pH 示差法测定^[22]。

1.6 数据分析方法

试验数据采用 Excel 2010 进行整理和作图,用 SPSS 21.0 进行统计分析,并对各处理下酿酒葡萄的各指标进行显著性检验,显著性水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄形态指标构成的影响

由表 2 可知,叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄形态指标影响不太明显。T2、T3 处理的横径均显著高于 CK 处理,分别增加 12.01%、10.49%。纵径以 T3 处理最高,且较 CK 处理差异显著,提高了 23.64%,其次是 T2、T4 处理,较 CK 处理显著提高 17.38%、16.82%。T1、T5 处理较 CK 处理差异不显著;穗长以 T2 处理最长,为 17.33 cm,较 CK 处理提高 17.49%,较 T1、T3、T4、T5 分别提高 10.59%、8.31%、3.95%、6.12%;不同处理果形指数变幅为 $(0.99 \pm 0.01) \sim (1.06 \pm 0.03)$,其中 T3 处理最高,较 CK、T1、T2、T4、T5 处理分别显著增加 7.07%、3.92%、3.92%、4.95%、3.92%,除 T3 处理外,其他处理间无显著差异。

表 2 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄形态指标的影响

处理	横径 (mm)	纵径 (mm)	穗长 (cm)	果形指数
CK	$11.24 \pm 0.14b$	$10.70 \pm 0.38d$	$14.75 \pm 0.25b$	$0.99 \pm 0.01b$
T1	$11.84 \pm 0.23b$	$11.56 \pm 0.60cd$	$15.67 \pm 0.33b$	$1.02 \pm 0.01b$
T2	$12.59 \pm 0.24a$	$12.56 \pm 0.14abc$	$17.33 \pm 0.33a$	$1.02 \pm 0.01b$
T3	$12.42 \pm 0.30a$	$13.23 \pm 0.17a$	$16.00 \pm 0.58ab$	$1.06 \pm 0.03a$
T4	$11.90 \pm 0.27b$	$12.50 \pm 0.37bc$	$16.67 \pm 0.67ab$	$1.01 \pm 0.02b$
T5	$12.21 \pm 0.26ab$	$11.91 \pm 0.21cd$	$16.33 \pm 0.33ab$	$1.02 \pm 0.01b$

注:同列数据后不同字母表示差异达显著水平 ($P<0.05$)。下同。

2.2 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄产量构成的影响

由表 3 可知,叶面喷施糖醇钙能够提升酿酒葡萄产量。叶面喷施糖醇钙处理的葡萄百粒重均高于 CK 处理,T2 处理葡萄百粒重最高,且较 CK 处理差异显著,提高 16.62%;较 T1、T3、T4、T5 分别提高 14.45%、9.53%、13.06%、14.80%;单株产量和每公顷产量叶面喷施糖醇钙处理均显著高于 CK 处理,T2 处理单株产量和产量最高,分别为 1.86 kg 和 $8855.46 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,单株产量较 CK 处理提高 23.18%;其次为 T3 处理,单株产量较 CK 处理提高 16.56%。

表 3 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄产量的影响

处理	百粒重 (g)	单株产量 (kg)	产量 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
CK	$110.77 \pm 3.52b$	$1.51 \pm 0.01b$	$7165.31 \pm 23.81b$
T1	$112.87 \pm 2.51b$	$1.70 \pm 0.04ab$	$8109.57 \pm 98.85ab$
T2	$129.18 \pm 10.13a$	$1.86 \pm 0.03a$	$8855.46 \pm 25.96a$
T3	$117.93 \pm 1.64ab$	$1.76 \pm 0.11ab$	$8395.23 \pm 55.45ab$
T4	$114.25 \pm 5.53ab$	$1.71 \pm 0.78ab$	$8157.18 \pm 73.19ab$
T5	$112.52 \pm 1.29b$	$1.66 \pm 0.18ab$	$7919.13 \pm 66.77ab$

2.3 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄品质的影响

由表 4 可得出,与 CK 相比,喷施糖醇钙提高

了酿酒葡萄果实可溶性固形物、花色苷含量、单宁含量和总酚含量。其中果实可溶性固形物和花色苷含量以 T4 处理最高,而分别与 T1 和 T5 处理达到显著差异;果实单宁含量和总酚含量以 T2 处理最高。叶面喷施糖醇钙可以显著降低可滴定酸含量,其中可滴定酸以 T2 处理最低。喷施糖醇钙较 CK 提高了果实总酚含量,而不同喷施处理间差异不显著。

2.4 不同处理投入产出分析

所有处理施尿素 $350 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷酸二铵 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、氮磷钾三元复合肥 $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、硫酸钾 $450 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,CK 处理不施糖醇钙,T1、T2、T3、T4、T5 处理分别施糖醇钙 1.2、2.4、3.6、4.8、6.0 $\text{L} \cdot \text{hm}^{-2}$,其他成本包括除草、灌水、修剪、出土、埋土、农药、机械、用工等。所有处理中,随着施入钙肥的增加,投入的成本逐渐增加,T2 处理的产值及经济效益均为最高(表 5),与 CK 处理相比,T2 处理经济效益提高了 $1.33 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2}$,增幅达 31.74%。从产投比看,T2 处理产投比最高,较 CK 处理增加 0.83,说明 T2 处理所获得的产值最高,经济效益最好。

表 4 叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄糖、酸以及酚的影响

处理	可溶性固形物 (%)	可滴定酸 (%)	糖酸比	单宁 (mg · g ⁻¹)	花色苷 (mg · g ⁻¹)	总酚 (mg · g ⁻¹)
CK	26.10 ± 0.10b	0.77 ± 0.05a	34.17 ± 1.34b	14.25 ± 0.15b	1.85 ± 0.08b	14.70 ± 0.05b
T1	26.17 ± 0.35b	0.63 ± 0.03b	40.39 ± 1.14ab	15.63 ± 0.30ab	2.23 ± 0.11ab	15.60 ± 0.23ab
T2	27.07 ± 0.14ab	0.60 ± 0.02b	43.50 ± 1.25a	17.26 ± 0.75a	2.30 ± 0.21ab	16.69 ± 0.87a
T3	26.90 ± 0.69ab	0.72 ± 0.04ab	40.61 ± 1.38ab	15.84 ± 0.64ab	2.24 ± 0.17ab	15.58 ± 0.19ab
T4	27.63 ± 0.25a	0.72 ± 0.06ab	40.61 ± 4.70ab	15.71 ± 0.60ab	2.65 ± 0.24a	15.85 ± 0.59ab
T5	26.60 ± 0.24ab	0.66 ± 0.02ab	37.02 ± 2.01ab	15.30 ± 0.54b	2.05 ± 0.08b	15.97 ± 0.47ab

表 5 不同处理投入产出分析

处理	肥料成本 (万元 · hm ⁻²)	其他成本 (万元 · hm ⁻²)	总成本 (万元 · hm ⁻²)	理论产量 (kg · hm ⁻²)	产值 (万元 · hm ⁻²)	经济效益 (万元 · hm ⁻²)	产投比
CK	0.42	1.13	1.55	7165.31	5.73	4.19	3.71
T1	0.43	1.13	1.55	8109.57	6.49	4.93	4.18
T2	0.43	1.13	1.56	8855.46	7.08	5.52	4.54
T3	0.44	1.13	1.57	8395.23	6.72	5.15	4.29
T4	0.44	1.13	1.57	7919.13	6.33	4.76	4.02
T5	0.45	1.13	1.58	8157.18	6.53	4.95	4.13

注：尿素 2 元 · kg⁻¹，磷酸二铵 3.75 元 · kg⁻¹，硫酸钾 3.2 元 · kg⁻¹，三元复合肥 3.3 元 · kg⁻¹，糖醇钙 56 元 · L⁻¹，酿酒葡萄市场价 8 元 · kg⁻¹。

2.5 酿酒葡萄产量品质指标主成分分析

本试验选取百粒重、横径、纵径、穗长、产量、品质指标及产投比等 14 项数据为评价指标，进行主成分分析。第一主成分、第二主成分、第三主成分对总方差的贡献率分别为 70.12%、14.79%、8.60%，3 个主成分累计贡献率为 93.51%，大于

85%，说明 3 个主成分基本涵盖了 14 个指标的全部信息。由表 6 可知，T1、T2、T3、T4 和 T5 处理的综合得分均高于 CK 处理，综合得分排名依次为 T2>T4>T3>T1>T5>CK，故 T2 处理效果最佳，即叶面喷施糖醇钙量为 2.4 L · hm⁻² 时最佳。

表 6 叶面补施不同量糖醇钙与酿酒葡萄品质指标主成分分析

处理	第一主成分 得分 (F1)	第一主成分 贡献率 (%)	第二主成分 得分 (F2)	第二主成分 贡献率 (%)	第三主成分 得分 (F3)	第三主成分 贡献率 (%)	综合得分 (F)	排名
CK	-1.70		-0.64		0.72		-122.31	6
T1	-0.06		-0.14		-0.65		-12.01	4
T2	1.37	70.12	-1.34	14.79	0.63	8.60	81.59	1
T3	0.23		0.64		-1.25		15.00	3
T4	0.37		1.54		1.27		59.45	2
T5	-0.21		-0.06		-0.70		-21.68	5

3 讨论

本试验探讨了叶面喷施糖醇钙对酿酒葡萄品质及产量的影响。钙是葡萄生长发育过程中所必需的元素，被认为在韧皮部几乎不能传输^[2]，加

之贺兰山东麓钙素难利用的特点，缺钙问题已经是制约贺兰山东麓酿酒葡萄发展的重要因素。葡萄对各种肥料元素的需求量不同，其中以氮最多，钾、磷次之，再次为钙、镁等中量元素，因此，钙元素对于酿酒葡萄产量及品质的形成具有

重要意义,补钙已成为多种水果产业发展研究的热点^[23]。由于土施钙肥的效果受果园土壤、根系等各种因素的影响较大,生产上多采取幼果期喷钙和采前喷钙相结合的措施,针对性地将钙施至果实表面和叶面^[21],本试验采取膨大期和转色期对酿酒葡萄品种“赤霞珠”进行叶面喷施糖醇钙,以期解决土施钙肥受果园土壤、根系等各种因素的影响,以及钙在组织中不易转移、难再利用等问题。关军锋^[24]研究表明,喷施钙肥后葡萄果实的单粒重和横纵径显著增大,从而达到提升葡萄产量和质量的作用,本试验研究表明:叶面补施糖醇钙后,酿酒葡萄横径、纵径、百粒重及产量显著增加,横纵径、百粒重及产量的增幅分别达5.34%~12.01%、8.04%~23.64%、1.58%~16.62%、10.52%~23.59%,这与关军锋^[24]研究结果相符,说明补施钙肥可以有效地提升酿酒葡萄的品质及产量,T2处理最为显著。但本研究中,T3、T4、T5处理的产量较T2处理降低,可能是由于高浓度的糖醇钙反而抑制酿酒葡萄的生长,从而降低产量。黄艳等^[25]研究表明,外源喷施0.1%氨基酸钙溶液处理的可溶性糖含量相比对照分别增加38.66%,可滴定酸含量较对照下降30.17%;外源喷施0.5%硝酸钙溶液处理可溶性固形物含量较对照显著增加了7.99%,可滴定酸含量相比对照下降28.89%。本研究表明喷施糖醇钙可提高酿酒葡萄可溶性固形物含量,其中,T4处理最高,较CK处理增加5.86%,喷施糖醇钙可降低酿酒葡萄可滴定酸含量,其中T2处理达到最低,较CK处理降低28.33%,分析其原因,可能与喷施不同量的糖醇钙有关,喷施量为 $4.8\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,对酿酒葡萄可溶性固形物的提升最为明显,但喷施量为 $2.4\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,对酿酒葡萄可滴定酸的降低较为明显。糖、酸、单宁和总酚含量的高低是评价酿酒葡萄果实品质的重要指标,徐兴林等^[10]研究表明,对葡萄果实进行补钙后,不仅能使葡萄的单产量最高增加12%,而且葡萄浆果中的含糖量也提高了1%~2%。施明等^[26]研究结果表明,施用钙肥除了能增加酿酒葡萄的产量,还能显著地增加浆果中可溶性固形物、单宁、花色苷及总酚的含量,并且降低总酸的含量,从而提高糖酸比。本试验研究结果表明,施用糖醇钙能提高“赤霞珠”浆果中可溶性固形物、单宁、花色苷以及总酚的含量,可溶性固形物、单宁、花色苷以及总酚的含量较CK处

理增幅分别为0.2%~5.86%、7.37%~21.12%、10.81%~43.24%、5.98%~13.54%,可滴定酸含量较CK处理降幅为6.49%~28.33%,这与徐兴林等^[10]、施明等^[26]研究结果相符。本试验中,喷施糖醇钙量在 $2.4\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时变化尤为明显,分析其原因为喷施一定量的糖醇钙可以有效提高酿酒葡萄品质,但是过量的糖醇钙反而会降低酿酒葡萄品质。适量喷施糖醇钙不仅能有效提高酿酒葡萄产量,而且有利于糖类物质及酚类物质的合成和运转,降低果实酸度,对改善酿酒葡萄品质有显著性效果。在本研究中,T2处理下酿酒葡萄产量提升的同时,糖酸比、单宁、花色苷等各项生理指标都有一个平衡关系,具有酿造优质酒的潜力。

4 结论

人工补施糖醇钙能够为酿酒葡萄补充钙素,增加酿酒葡萄浆果中可溶性固形物和单宁的含量,降低可滴定酸含量,还能提高花色苷和其他酚类物质的积累,实现了提高葡萄产量的同时又有效地提升了葡萄浆果的品质。综合评价本研究糖醇钙的施用对酿酒葡萄产量及浆果品质的影响发现,糖醇钙的叶面喷施最佳用量为 $2.4\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

参考文献:

- [1] 马力文,李剑萍,韩颖娟,等.贺兰山东麓‘赤霞珠’品质形成气象条件与评级方法研究[J].中国生态农业学报,2018,26(3):453-466.
- [2] 蒯传化,刘三军.葡萄缺钙原因及补钙技术[J].中国果树,2008(2):74-75.
- [3] 龚明,李英,曹宗巽.植物体内的钙信使系统[J].植物学通报,1990(3):19-29.
- [4] 高陆旭,王锐,李磊,等.增施中微量元素对酿酒葡萄和葡萄酒品质的改善效应[J].江苏农业科学,2018,46(13):131-134.
- [5] 薛毅民.葡萄缺钙症的发生与防治[J].柑桔与亚热带果树信息,2001(1):45-46.
- [6] 张承林.果实品质与钙素营养[J].果树科学,1996(2):119-123.
- [7] 温明霞,石孝均.锦橙裂果的钙素营养生理及施钙效果研究[J].中国农业科学,2012,45(6):1127-1134.
- [8] 刘松忠,姜远茂,周晓燕,等.红地球葡萄果实中的钙素积累动态及补钙效果[J].落叶果树,2003(6):1-3.
- [9] 边少敏,孙建设,张建光,等.柠檬酸钙对红富士苹果果实中钙含量及品质影响的研究[J].河北农业大学学报,2002(3):37-40.
- [10] 徐兴林,王志杰,郭延虎.高效钙在葡萄上的应用初报[J].

- 中外葡萄与葡萄酒, 2002 (4): 40–41.
- [11] 徐建国. 果蔬钙肥在葡萄上的应用初探 [J]. 新疆农垦科技, 2011, 34 (6): 34–35.
- [12] Wang R, Sun Q, Chang Q R. Soil types effect on grape and wine composition in Helan mountain area of Ningxia [J]. Plos One, 2015, 10 (2): e0116690.
- [13] Prado R A, Yuste-Rojas M, Sort X, et al. Effect of soil type on wines produced from *Vitis vinifera* L. cv. Grenache in commercial vineyards [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55 (3): 779–786.
- [14] 李文超, 孙盼, 王振平. 不同土壤条件对酿酒葡萄生理及果实品质的影响 [J]. 果树学报, 2012, 29 (5): 837–842.
- [15] Webb L, Whetton P, Barlow E. Climate change and winegrape quality in Australia [J]. Climate Research, 2008, 36 (2): 99–111.
- [16] 王秀芹, 陈小波, 战吉成, 等. 生态因素对酿酒葡萄和葡萄酒品质的影响 [J]. 食品科学, 2006 (12): 791–797.
- [17] Xi Z M, Tao Y S, Zhang L, et al. Impact of cover crops in vineyard on the aroma compounds of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon wine [J]. Food Chemistry, 2011, 127 (2): 516–522.
- [18] Cugnetto A, Santagostini L, Rolle L, et al. Tracing the “terroirs” via the elemental composition of leaves, grapes and derived wines in cv Nebbiolo (*Vitis vinifera* L.) [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 172: 101–108.
- [19] 房玉林, 孙伟, 万力, 等. 调亏灌溉对酿酒葡萄生长及果实品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2013, 46 (13): 2730–2738.
- [20] 段雪荣, 陶永胜, 杨雪峰, 等. 不同成熟度赤霞珠葡萄所酿酒香气质量分析 [J]. 中国食品学报, 2012, 12 (11): 189–197.
- [21] 张峰, 李养义, 张晓东, 等. 硅钙肥对库尔勒香梨果实品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2020, 36 (4): 56–60.
- [22] 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.
- [23] 陈秀文, 陈吉宝, 蔡德宝, 等. 钙肥不同用量对巨峰葡萄产量及品质的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2019, 21 (8): 140–146.
- [24] 关军锋. 果树钙素营养研究进展 [J]. 山东农业大学学报, 1989 (3): 90–94.
- [25] 黄艳, 文露, 庞亚卓, 等. 喷施钙肥对‘夏黑’葡萄果实糖酸积累的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2020 (2): 166–172.
- [26] 施明, 司海丽, 朱英, 等. 钙镁硫肥对贺兰山东麓酿酒葡萄的影响 [J]. 湖北农业科学, 2013, 52 (20): 4878–4881, 4897.

Effects of foliar application of sugar alcohol calcium on quality and yield of wine grapes

ZHANG Li¹, JIANG Peng¹, WANG Jing¹, GU Chao-feng¹, WANG Rui^{1, 2*} (1. School of Agricultural Ningxia University, Yinchuan Ningxia 750021; 2. China Wine Industry Technology Research Institute, Yinchuan Ningxia 750021)

Abstract: Aiming at the problems in the terroir characteristics of Ningxia Helan Mountain wine producing area, such as the lack of distinct characteristics, flavor and aroma due to the poor availability of mineral nutrients, etc., taking 6-year-old “Cabernet Sauvignon” as the object of study, 5 different levels of calcium gluconate spraying were set up: 1.2 L · hm⁻² (T1), 2.4 L · hm⁻² (T2), 3.6 L · hm⁻² (T3), 4.8 L · hm⁻² (T4) and 6.0 L · hm⁻² (T5), and water spraying was used as the control group (CK) to study the effects of foliar calcium gluconate spraying on the quality and yield of wine grapes. Results showed that comparing with CK, the spike length, hundred grain weight, yield, tannin, total phenol and input-output ratio of foliar calcium gluconate spraying treatment increased significantly and T2 treatment was the highest, the ear length, hundred grain weight, yield, tannin and total phenol, input-output ratio of T2 treatment, compared with other spraying calcium gluconate treatment, increased by 3.96% ~ 17.49%, 9.54% ~ 16.62%, 5.48% ~ 23.59%, 8.96% ~ 21.12%, 4.51% ~ 13.54% and 6.98% ~ 20.00%, respectively. The indexes of transverse diameter, longitudinal diameter and fruit type were the highest in T3 treatment, which increased by 1.71% ~ 10.50%, 5.33% ~ 23.64% and 3.92% ~ 7.07%, respectively, compared with other treatments. The soluble solids and anthocyanins were the highest in T4 treatment, with an increase of 5.86% and 43.24%, respectively, compared with CK treatment, and an increase of 2.07% ~ 5.58% and 15.22% ~ 29.27%, respectively, compared with other treatments. The titrable acid was the lowest in T2 treatment, and the decrease range of leaves sprayed with calcium gluconate was 6.49% ~ 28.33% compared with CK treatment. In short, in the wine producing areas at the eastern foot of Helan Mountain, the leaves were sprayed with calcium gluconate could effectively promote the improvement of grape berry quality, and the optimal effect was achieved when the amount of calcium gluconate sprayed on the foliar was controlled at about 2.4 L · hm⁻².

Key words: wine grape; calcium; yield; quality