

有机培肥对贺兰山东麓酿酒葡萄及土壤化学性质的影响

许晓瑞¹, 王锐^{1,2}, 纪立东³, 孙权^{1,2}, 李磊¹, 蒋鹏¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 葡萄与葡萄酒教育部工程研究中心, 宁夏 银川 750021;

3. 宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002)

摘 要:针对宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄产区土壤瘠薄、肥料利用率低等问题,以4年生“蛇龙珠”为研究对象,分别设计了常规施肥、施羊粪有机肥、施酵素菌有机肥、施酵素菌有机—无机复混肥、施电解锰渣复混肥5个处理,探讨有机培肥对酿酒葡萄生长发育、产量、品质以及土壤化学性质的影响。结果表明:与常规施肥相比,羊粪有机肥显著降低了土壤pH和全盐,同时提高了土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾的含量,土壤培肥效果较好;酵素菌有机—无机复混肥比单施化肥或酵素菌肥更有利于提高酿酒葡萄的品质及产量;电解锰渣复混肥促进植株光合作用,增加干物质积累量。综合分析,酵素菌有机无机复混肥更适合贺兰山东麓酿酒葡萄的优质高效生产。

关键词:有机培肥;酿酒葡萄;土壤化学性质

中图分类号:S 663.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)12-0183-05

贺兰山东麓光热资源丰富,可用地面积广阔,土壤富含钙质^[1],是世界上公认的酿酒葡萄最佳栽植区域之一。该地土壤质地松软,透气性好,有利于调节土壤水分,但它热传导快、粘粒成分少、土壤温差大,易导致酿酒葡萄发生冻害^[2],同时漏水漏肥,微生物含量少,肥料不易分解等特性导致肥料利用率低^[3],而且pH一般大于8.5,各种营养元素亏缺严重,限制产量的提高^[4]。

随着贺兰山东麓葡萄酒产业的迅速发展,品质优良的酿酒葡萄的市场需求量大大增加。提高土壤有机质含量、供养充足是实现酿酒葡萄优质高产的重要保证。当前贺兰山东麓酿酒葡萄施肥普遍重视氮肥,忽视磷、钾、有机肥的投入,致使葡萄营养失衡,为解决这类问题,除增施传统农家肥外,一些新型肥料也被广泛使用^[5]。羊粪有机肥肥效长缓,可促进土壤有机质及各种养分含量提高,增加葡萄果实中的可溶性糖和维生素C

含量,增加产量^[6]。酵素菌肥含有植物生长发育所必需的大、中、微量元素及丰富的有机质^[7],能达到5.6%~26.4%的增产效果^[8]。李济宸等^[9]认为酵素菌肥价格昂贵,将酵素菌肥与化肥结合使用更适合我国国情,且增产效果更好。电解锰渣中有机碳、硫酸铵等各种营养元素含量丰富,用它制备的复混肥能够提高土壤中的有效养分含量^[10],增强作物抗逆性,促进植株生长发育^[11]。单施锰肥促进葡萄果实糖酸比提高,施用含有锰元素的葡萄滴灌肥增产达63.79%^[12]。

前人的相关研究主要集中在氮、磷、钾肥及农家肥的应用,对一些新型肥料的研究应用较少。现以4年生“蛇龙珠”为研究对象,通过设置不同施肥处理,探讨了有机培肥对贺兰山酿酒葡萄的影响,以期探寻出有利于贺兰山东麓酿酒葡萄高效生产的有机培肥方法。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2014年在宁夏银川市玉泉营南大滩酿酒葡萄基地(北纬38°14'21",东经106°01'38")进行。该地干旱少雨,年降雨量198 mm,昼夜温差达10~15℃,年均温8.8℃,全年日照时数2 851~3 032 h,无霜期160~170 d。试验田土壤基本理化性状见表1。

1.2 试验材料

供试葡萄品种为4年生“蛇龙珠”(‘Cabernet gemisch’)。

第一作者简介:许晓瑞(1991-),女,硕士研究生,研究方向为干旱区土肥水管理。E-mail:1164741654@qq.com.

责任作者:孙权(1965-),男,博士,教授,现主要从事干旱区土壤资源高效利用等研究工作。E-mail:sqnxu@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31160417,31460552);“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2013BAD09B02);现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(nycytx-30)。

收稿日期:2016-03-02

表 1

试验地土壤基本化学性质

Table 1

The basic soil chemical properties

层次 Layer/cm	pH	全盐 Total salt	有机质 Organic matter/(g · kg ⁻¹)	碱解氮 AN/(mg · kg ⁻¹)	有效磷 AP/(mg · kg ⁻¹)	速效钾 AK/(mg · kg ⁻¹)
0~20	8.41	0.19	3.19	14.61	2.44	79.33
20~40	8.56	0.24	2.54	23.08	7.79	57.83

1.3 试验方法

试验采用多因素随机区组设计,设置:T1 常规施肥(CK;底施尿素 75 kg · hm⁻²,花期追施磷酸二铵和尿素各 150 kg · hm⁻²,果实膨大期追施氮磷钾三元复混肥 300 kg · hm⁻²,果实着色期追施硫酸钾 300 kg · hm⁻²)、T2 施羊粪有机肥 7 500 kg · hm⁻²、T3 施酵素菌有机肥 7 500 kg · hm⁻²、T4:施酵素菌有机-无机复混肥(酵素菌有机肥 7 500 kg · hm⁻²+常规施肥)、T5 施电解锰渣复混肥(电解锰渣复混肥 7 500 kg · hm⁻²+常规施肥),重复 5 次,小区面积 100 m²,每小区沟灌灌水 13 500 m³ · hm⁻²,分 8 次灌完。其它肥料均在植株两侧开沟基施,施肥深度 40 cm,宽度 40 cm。

1.4 项目测定

1.4.1 生长指标及光合指标的测定 叶片发育成熟时用卷尺测量试验地酿酒葡萄的新梢长、副梢长、株高,用手持 502 型 SPAD 计测量叶绿素含量,用 CI-340 手持光合测量系统测定光合指标,并采集新鲜叶片带回实验室测其养分含量,其中全氮用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮蒸馏法测定、全磷用钒钼黄比色法测定、全钾用火焰光度计法测定^[13]。

1.4.2 果实形态指标及品质的测定 果实成熟时在每个处理随机选取具有代表性的果穗 10 个,果实 20 粒,记录单粒质量、粒径、果穗长,并用液氮冷冻贮藏,以备进行品质测定。其中可溶性固形物含量用手持糖量计测定、总酸含量用 NaOH 滴定法测定、可溶性糖含量用苯酚法测定、单宁含量用福林丹尼斯法测定、花色苷含量用 pH 示差法测定、总酚用 Folin 试剂还原比色法

测定^[14]。

1.4.3 土壤化学性质的测定 果实采摘后用 5 点取样法在各处理取 0~20 cm 和 20~40 cm 深度的土样测其化学性质。其中 pH 用 SH-3 精密碱度计测定、全盐用 DDS-11 电导率仪测定、有机质用重铬酸钾氧化-硫酸亚铁滴定法测定、全氮用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮蒸馏法测定、碱解氮用扩散法测定、有效磷用硫酸钼锑抗比色法测定、速效钾用火焰光度计法测定^[13]。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 整理并制作图表,用 SPSS 17.0 进行统计分析,用邓肯多重极差进行显著性检验,显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 土壤有机培肥对酿酒葡萄生长指标的影响

由表 2 可知,施用有机肥或复混肥促进新梢增长了 2.30%~17.51%,其中 T4 新梢最长达到 102.26 cm,显著高于其它处理;T2、T4 促进副梢生长,T3、T5 抑制副梢生长,其中 T2 副梢显著长于其它处理,达 33.21 cm;与常规施肥相比,T2、T3、T4 副梢数增加了 4.64%~21.47%,T5 则抑制副梢发生;施用有机肥或复混肥促进了株高的生长,较常规施肥而言,增长了 16.03%~30.45%,其中 T4 株高达 163.19 cm,显著高于其它处理;施用有机肥或复混肥使叶绿素含量达到了 37.52~38.74,比 T1 高出 10.42%~14.01%,具有显著性差异,其中 T2 叶绿素含量最高;植株的归一化指数表现为 T4>T5>T2=T3>T1,其中 T4、T5 显著高于 T1。

表 2

有机培肥对酿酒葡萄生长发育的影响

Table 2

Effect of organic fertilization on the growth of wine grapes

处理 Treatment	新梢长 Shoot/cm	副梢长 Deputy shoot/cm	副梢数 Deputy shoot number	株高 Height/cm	叶绿素含量 SPAD	归一化指数 NDVI
T1(CK)	87.02±0.61b	29.70±1.24ab	9.69±0.25b	125.10±6.87d	33.98±0.51c	0.80±0.001c
T2	89.02±1.88b	33.21±0.25a	11.77±0.82a	154.38±1.01b	38.74±0.65a	0.84±0.01bc
T3	89.30±2.28b	27.53±1.17b	10.38±0.32ab	145.51±3.75c	38.34±0.50a	0.84±0.01bc
T4	102.26±8.94a	30.34±2.06ab	10.14±0.63ab	163.19±8.78a	37.77±1.18a	0.90±0.03a
T5	97.83±4.90ab	25.48±2.37b	9.41±0.14b	145.15±2.86c	37.52±1.26a	0.85±0.01b

注:生长指标测定于打梢之前。

Note: Growth indexes measured before removed shoot.

由表 3 可知,T4、T5 促进的净光合速率达到了 10.61、10.92 μmol · m⁻² · s⁻¹,比 T1、T2、T3 增加了 86.80%~104.88%,T2、T3 可促进葡萄净光合速率的增加,但是效果不显著;T5 的气孔导度达到最大值

85.96 mmol · m⁻² · s⁻¹,比其它处理高出了 12.35%~165.31%,其中 T3 对气孔导度影响最小;T5 的蒸腾速率比 T1 提高了 96.67%,达到 4.13 mmol · m⁻² · s⁻¹,T2、T4 同样提高了叶片蒸腾速率,但均比 T5 小;施有机

肥或复混肥使酿酒葡萄胞间 CO_2 浓度降低了 0.27%~0.78%,其中 T4、T5 降低较多;由于 T5 气孔导度较大,

水分利用效率降低,只有 0.26%,T4 的水分利用效率达到最高 0.29%,T2、T3 对叶片水分利用效率影响较小。

表 3 土壤有机培肥对酿酒葡萄光合指标的影响

Table 3 Effect of organic fertilization on the net photosynthetic indexes of wine grapes

处理 Treatment	净光合速率 $\text{Pn}/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	气孔导度 $\text{C}/(\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	蒸腾速率 $\text{E}/(\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	胞间 CO_2 浓度 $\text{IntCO}_2/(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	水分利用效率 $\text{WUE}/\%$
T1(CK)	5.33	32.40	2.10	330.21	0.27
T2	5.68	66.46	3.56	329.32	0.27
T3	5.66	36.48	2.11	330.03	0.27
T4	10.61	76.51	3.72	327.71	0.29
T5	10.92	85.96	4.13	327.64	0.26

2.2 土壤有机培肥对酿酒葡萄形态指标及产量的影响

由表 4 可知,施用有机肥或复混肥能够减小果实粒径、增加的单粒质量、缩短果穗长,达到增产的效果。粒径大小表现为 $\text{T1} > \text{T3} > \text{T4} > \text{T5} > \text{T2}$,其中 T2 使果实粒径显著降低了 6.82%,只有 12.97 mm,其它处理之间无显著性差异;施用有机肥或复混肥促进酿酒葡萄果实

单粒重增长了 1.60%~18.09%,其中 T2、T4、T5 单粒质量均达到 2.13 g 以上,显著大于 T1 和 T3;果穗长表现为 $\text{T1} > \text{T2} > \text{T4} > \text{T3} > \text{T5}$,施用有机肥或复混肥使果穗长缩短了 14.27%~21.31%,且效果显著;施用不同肥料产量表现为 $\text{T4} > \text{T3} > \text{T5} > \text{T2} > \text{T1}$,T4 产量最高达到 $6.45 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,增产 4.32%~16.01%。

表 4 土壤有机培肥对酿酒葡萄形态指标及产量的影响

Table 4 Effect of organic fertilization on the morphological indexes and yield of wine grapes

处理 Treatment	粒径 Particle size/mm	单粒质量 Single grain weight/g	果穗长 Ear length/cm	产量 Yield/($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)
T1(CK)	$13.92 \pm 0.05\text{a}$	$1.88 \pm 0.04\text{b}$	$15.63 \pm 0.38\text{a}$	$5.56 \pm 0.05\text{c}$
T2	$12.97 \pm 0.29\text{b}$	$2.22 \pm 0.27\text{a}$	$13.40 \pm 0.40\text{b}$	$5.80 \pm 0.06\text{b}$
T3	$13.80 \pm 0.33\text{ab}$	$1.91 \pm 0.07\text{ab}$	$12.47 \pm 0.03\text{bc}$	$6.18 \pm 0.22\text{a}$
T4	$13.69 \pm 0.45\text{ab}$	$2.22 \pm 0.11\text{a}$	$12.87 \pm 0.43\text{bc}$	$6.45 \pm 0.08\text{a}$
T5	$13.24 \pm 0.25\text{ab}$	$2.13 \pm 0.12\text{a}$	$12.30 \pm 0.06\text{c}$	$6.14 \pm 0.02\text{a}$

2.3 土壤有机培肥对酿酒葡萄品质的影响

由表 5 可知,4 种肥料均能促进葡萄果实中可溶性固形物含量的增加,其中 T2 效果显著,可溶性固形物达到最大值 21.75%,但与 T4 之间无显著性差异;T4 促进可溶性糖含量显著增加,高出其它处理 28.71%~43.36%,其它处理之间无显著性差异;T2 促进果实可滴定酸含量显著增加到 0.76%,比 T1 增加了 0.04 个百分点,因此 T2 的糖酸比显著低于其它处理,T3、T4、T5 显著降低了果实可滴定酸含量,从而促进糖酸比增加,尤

其 T4 的糖酸比较高达到 34.21;T4、T5 显著提高葡萄果实中的总酚含量,分别比 T1 高出 58.71%、91.74%,而 T2 和 T3 对总酚含量无显著性影响;T3 使果实中花色苷含量显著降低了 7.78%,T2、T4 促进花色苷的积累,尤其 T4 花色苷含量最大为 $0.95 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,T5 降低了花色苷含量但与 T1 无显著性差异;T4 葡萄果实中的单宁含量显著高于其它处理,相比 T1 增加了 39.74%,T3 次之,T2、T5 降低了果实中单宁含量但影响不显著。

表 5 土壤有机培肥对酿酒葡萄品质的影响

Table 5 Effect of organic fertilization on the quality of wine grapes

处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solids/%	可溶性糖 Soluble sugar/%	可滴定酸 Titratable acidity/%	糖酸比 S/A	总酚 Total phenols/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	花色苷 Anthocyanins/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	单宁 Tannins/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
T1(CK)	$20.40 \pm 0.26\text{b}$	$14.76 \pm 0.77\text{b}$	$0.72 \pm 0.01\text{b}$	$31.13 \pm 0.42\text{b}$	$11.02 \pm 2.03\text{c}$	$0.90 \pm 0.06\text{b}$	$4.58 \pm 0.65\text{c}$
T2	$21.75 \pm 0.39\text{a}$	$15.81 \pm 0.25\text{b}$	$0.76 \pm 0.01\text{a}$	$28.63 \pm 0.47\text{c}$	$11.67 \pm 3.85\text{c}$	$0.92 \pm 0.00\text{a}$	$4.11 \pm 0.32\text{c}$
T3	$21.05 \pm 0.35\text{b}$	$16.44 \pm 0.76\text{b}$	$0.62 \pm 0.01\text{c}$	$33.98 \pm 0.77\text{a}$	$12.37 \pm 1.33\text{c}$	$0.83 \pm 0.13\text{c}$	$5.96 \pm 1.18\text{b}$
T4	$21.55 \pm 0.79\text{ab}$	$21.16 \pm 0.81\text{a}$	$0.63 \pm 0.01\text{c}$	$34.21 \pm 0.36\text{a}$	$17.49 \pm 6.70\text{b}$	$0.95 \pm 0.19\text{a}$	$6.40 \pm 0.18\text{a}$
T5	$21.25 \pm 0.09\text{b}$	$15.94 \pm 0.17\text{b}$	$0.64 \pm 0.01\text{c}$	$33.22 \pm 0.46\text{a}$	$21.13 \pm 3.85\text{a}$	$0.87 \pm 0.06\text{b}$	$4.31 \pm 0.68\text{c}$

2.4 土壤有机培肥对土壤化学性质的影响

由图 1 可知,与 T1 相比,施用有机肥或复混肥显著降低土壤 0~20 cm 的 pH,其中 $0 \sim 20 \text{ cm} < 20 \sim 40 \text{ cm}$,T2 表层土壤 pH 显著低于其它处理,比 T1 降低了 2.88%;盐分易随着水分蒸发迁移至土壤表层,所以各处理表层土壤全盐含量均高于下层土壤,0~20 cm 的 T5

促进全盐含量增加至最高 $0.28 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,其它处理则降低了土壤全盐含量,尤其 T2、T4 使全盐含量降低了 29.63%、37.03%,4 个处理的 20~40 cm 土壤全盐含量均有所降低,但各处理之间差异不显著。

T2、T3、T5 的土壤有机质含量 $0 \sim 20 \text{ cm} > 20 \sim 40 \text{ cm}$,施入有机肥或者复混肥促进 0~20 cm 土层内有

机质含量增加了 1.78%~53.33%,其中 T2 效果最佳,有机质含量达到 $3.45 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,T3、T4 促进 20~40 cm 土壤有机质含量增加,而 T2、T5 的 20~40 cm 土壤有机质含量则低于 T1;T2、T3 土壤碱解氮含量表现为表层高于下层,而 T4、T5 表现为下层高于上层,且 T4 与 T5 的 0~20 cm 土层的碱解氮含量显著小于 T2 和 T3,尤其 T4 比 T2 少 65.57%,且 T4 比 T1 降低了 28%。

T2、T3、T5 的有效磷含量 $0 \sim 20 \text{ cm} > 20 \sim 40 \text{ cm}$,且表层土壤有效磷含量比 T1 增加了 27.27%~116.77%,

以 T2 含量最高,达 $37.82 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,但是 T1、T4 的有效磷含量由于磷肥易被淋溶而表现为 $20 \sim 40 \text{ cm} > 0 \sim 20 \text{ cm}$,尤其 T4 有效磷含量比 T1 高出 90.91%;由于钾离子移动性差,大量的钾离子固定在土壤表层,所以 5 组处理的速效钾含量均表现为 $0 \sim 20 \text{ cm} > 20 \sim 40 \text{ cm}$,且施用有机肥或复混肥促进土壤速效钾含量增加,其中 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 内 T2 含量最高,达到了 $48.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,影响显著, $20 \sim 40 \text{ cm}$ 内 T4 含量为 $30.50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,显著高于 T1,但与其它 3 个处理之间无显著性差异。

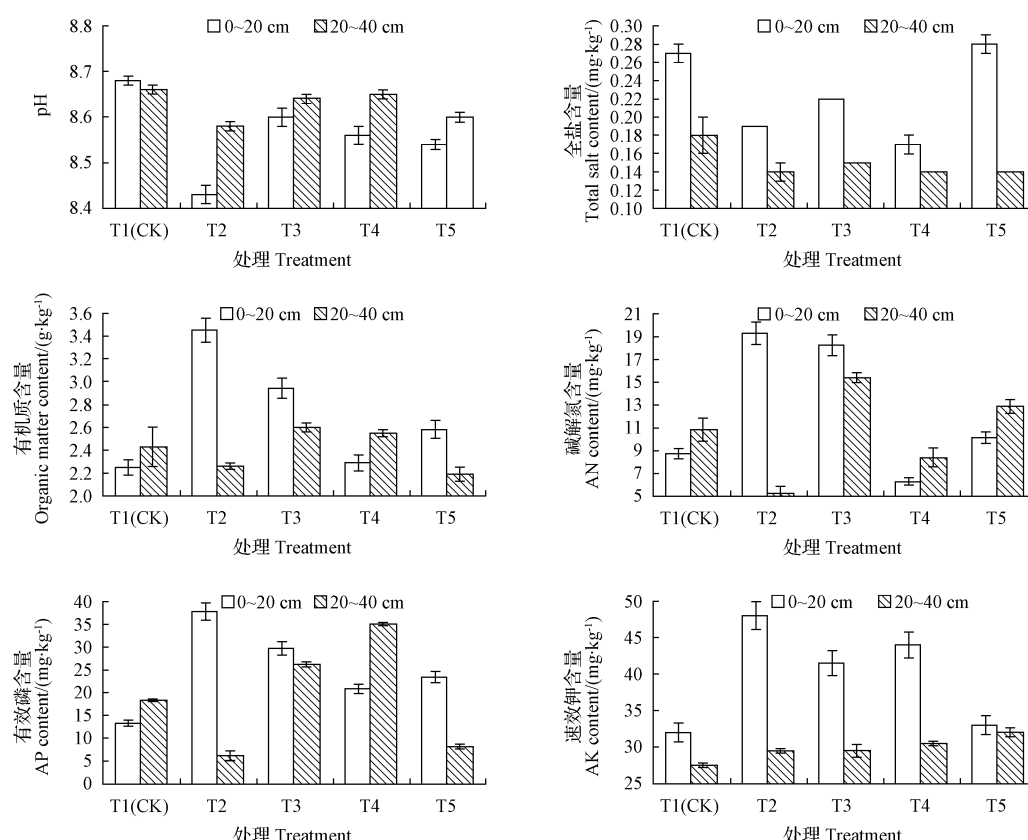


图 1 有机培肥对土壤化学性质的影响

Fig.1 Effect of organic fertilization on chemical properties of soil

3 讨论与结论

有机无机复混肥,综合了无机肥的速效与有机肥的长效,可促进土壤氮、磷利用率提高 19.2%~26.4%^[8],为植株的生长发育提供充足的养分,具有较好的增产及改善品质的作用。试验结果表明,施酵素菌有机-无机复混肥促进新梢增长了 17.51%,土壤碱解氮含量降低,有效磷含量显著增加。这主要是因为酵素菌能缓解因使用化肥造成的土壤养分流失,溶解土壤中被固化的磷钾等营养成分^[15],提高肥料利用率。刘丽生等^[16]研究发现酵素菌有机肥与化肥对半混施比单施化肥和酵素菌有机肥促进玉米增产了 83.3%和 14.3%,试验证明,施用有机肥或复混肥具有增产效果,尤其施酵素菌有机-无机复混肥相比单施化肥或酵素菌有机肥增产了

16.01%和 4.37%,增产效果较好。总酚含量是评价贺兰山东麓地区葡萄酒质量的一个重要指标^[17],总酚含量越高,葡萄酒品质越好,单宁含量丰富的葡萄酒质地厚实,长期储存仍能保持最佳状态。试验结果显示,施用酵素菌有机-无机复混肥显著提高了葡萄果实中总酚、花色苷和单宁的含量,从而改善了葡萄的品质。

锰在光合系统中水的光解和电子传递系统中的氧化还原过程起重要作用,有利于提高光合速率,增加干物质积累量^[12]。结果表明,施电解锰渣复混肥促进新梢增长了 12.24%,抑制了副梢的长度和数量,分别降低了 14.21%、2.89%。这主要是因为电解锰渣中的重金属元素对植株造成了毒害作用,从而抑制侧梢生长,促进养分集中应用于新梢的生长发育,这不仅减少了养分浪

费,还降低了管理成本。周兴^[18]研究表明,施用有机肥可提高葡萄的净光合速率,有利于碳水化合物的积累。试验得出4种肥料均提高了酿酒葡萄的净光合速率、气孔导度,降低了胞间CO₂浓度,尤其电解锰渣复混肥效果显著。证明施用电解锰渣复混肥有利于促进光合作用,使胞间CO₂及时合成有机物质为植株生长发育提供物质基础。

施用有机肥能显著增加土壤有机质、改善土壤养分状况、提高肥力。卫婷等^[19]研究得出施用有机肥显著提高了土壤中有效养分的含量,随着土层深度增加养分含量降低,且处理之间差异减小。该试验得出相似结果,其中羊粪有机肥不仅降低土壤pH、全盐含量,而且促进有机质显著增加了53.33%,土壤有效养分含量均显著高于常规施肥。相比较4种土壤培肥方式,施羊粪有机肥对土壤改良效果最好,是养地的最佳选择。

以有机肥或者复混肥为底肥能够改善酿酒葡萄的品质,提高产量,改良土壤化学性质。所研究的4种土壤有机培肥方法中,羊粪有机肥的培肥土壤效果最好,基施酵素菌有机-无机复混肥能够有效提高肥料利用率,达到贺兰山东麓酿酒葡萄优质高产的目的。

参考文献

- [1] 孙权,于大华,王国珍,等. 贺兰山东麓酿酒葡萄园土壤肥力特征与空间变异[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2012(2):25-27.
- [2] 陈卫平,王劲松,尚红莺,等. 贺兰山东麓酿酒葡萄园土壤资源特征及土壤管理对策[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2005(5):23-25.
- [3] 张新宁,伍光林,姜文胜,等. 宁夏沙地葡萄栽培配套技术应用研究[J]. 林业科学研究,2004(S1):39-46.
- [4] 沙海宁,孙权,周明,等. 宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄园土壤酶活性分析[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(3):13-17.
- [5] 王静芳,孙权,王振平. 宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄发展的肥力制约因素与改良措施[J]. 农业科学研究,2007(1):24-28.
- [6] 郭洁. 有机物料对酿酒葡萄园土壤改良培肥效应及合理施用技术研究[D]. 银川:宁夏大学,2013:5-8.
- [7] 何志强,吴玉霞,段应霞,等. 生物有机肥对非耕地设施葡萄品质的影响[J]. 河北林业科技,2014(Z1):15-18.
- [8] 罗兴录,岑忠用,谢和霞,等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报,2008(1):167-173.
- [9] 李济宸,王健,李群,等. 我国酵素菌引进、试验及应用概况[J]. 北京农业科学,2000(3):30-34.
- [10] XIN B P, CHEN B, DUAN N, et al. Extraction of manganese from electrolytic manganese residue by bioleaching[J]. Bioresource Technology, 2011(3):37-42.
- [11] 吴建锋,宋谋胜,徐晓虹,等. 电解锰渣的综合利用进展与研究展望[J]. 环境工程学报,2014(7):2645-2652.
- [12] 施明. 贺兰山东麓风沙土红地球葡萄水肥耦合效应与协同管理[D]. 银川:宁夏大学,2014:20-23.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:48-180.
- [14] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:32-89.
- [15] LACONI S, MOLLE G, CABIDDU A, et al. Bioremediation of olive oil mill wastewater and production of microbial biomass[J]. Biodegradation, 2007,18(5):559-566.
- [16] 刘丽生,李淑华,王刚. 酵素菌肥堆制与应用效果试验研究[J]. 农业环境保护,2001(5):363-365.
- [17] 周淑珍,张军翔,曹景丽. 不同氧化程度和年份葡萄酒总酚含量研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2006(1):49-51.
- [18] 周兴. 不同有机肥对酿酒葡萄生长及果实品质的影响[D]. 银川:宁夏大学,2013:16-19.
- [19] 卫婷,韩丽娜,韩清芳,等. 有机肥培对旱地土壤养分有效性和酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012(3):611-620.

Effect of Organic Amendment on Wine Grapes and Soil Chemical Property in the Eastern Foot of Helan Mountain

XU Xiaorui¹, WANG Rui^{1,2}, JI Lidong³, SUN Quan^{1,2}, LI Lei¹, JIANG Peng¹

(1. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Grape and Wine Engineering Center of Education Ministry, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

Abstract: To solve the problems of barren soil and low efficiency of fertilizer in wine grape cultivation region in the east of Helan Mountain. The paper discussed the impact of organic fertilization on the growth, yield, quality and soil chemical properties of wine grapes 'Cabernet gemisch' through field experiments: conventional fertilizing, sheep feces, enzyme microorganism organic fertilizer, electrolytic manganese residue compound fertilizer. Compared with conventional fertilization, the results showed that the treatment of sheep feces not only reduced soil pH and total salt significantly, but also increased soil organic matter, available nitrogen, available phosphorus, available potassium content and it had distinct impact on soil structure. Enzyme microorganism organic-inorganic compound fertilizer was more advantageous to enhance the wine grape quality and yield than chemical fertilizer applied only and fermented manure applied only. Electrolytic manganese residue compound fertilizer contained a variety of medium trace elements, which benefited plant photosynthesis and increased the amount of dry matter accumulation. Through comprehensive analysis, enzyme microorganism organic-inorganic compound fertilizer was more suitable for the high quality and efficient production of wine grapes in the east of Helan Mountain.

Keywords: organic amendment; wine grapes; soil chemical property