

马红军, 华惠敏, 施明, 等. 滴灌条件下鲜食葡萄红地球的合理施肥量[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 222–225.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2016.10.059

滴灌条件下鲜食葡萄红地球的合理施肥量

马红军, 华惠敏¹, 施明², 王昊², 张海军³

(1. 银川能源学院生物工程系, 宁夏银川 750105; 2. 宁夏林业研究所股份有限公司, 宁夏银川 750004;
3. 宁夏建成农林开发有限公司, 宁夏银川 750010)

摘要:通过田间试验和室内分析, 探讨贺兰山东麓地区不同滴灌肥施用量对鲜食葡萄红地球生长发育及产量、品质的影响。结果表明, 红地球葡萄施用 NPK 滴灌肥 480 kg/hm² 能够提高果实的总糖含量, 降低果实的总酸含量, 但促产效应不明显; 施用 NPK 滴灌肥 960 kg/hm², 葡萄促进长势较明显, 能够提高果实的维生素 C 和可溶性糖含量, 但产量有所降低; 施用 NPK 滴灌肥 720 kg/hm², 红地球葡萄产量最高能达到 29.55 t/hm², 对施肥量与红地球葡萄产量进行模拟, 计算 4 年生红地球葡萄的最高产量施肥量为 756.6 kg/hm², 可作为贺兰山东麓风沙土红地球葡萄的一个合理施肥量。

关键词:鲜食葡萄; 红地球; 贺兰山东麓; 施肥量; 滴灌; 风沙土

中图分类号: S663.106; S663.107 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2016)09–0222–04

宁夏贺兰山东麓因得天独厚的自然条件和土壤资源, 被认为葡萄生长最佳的生态产区之一^[1]。经过近 30 年的发展, 2015 年底, 宁夏贺兰山东麓葡萄种植面积发展到 4 万 hm², 其中, 酿酒葡萄 3.5 万 hm², 鲜食葡萄 0.5 万 hm², 综合年产值 166 亿元。红地球葡萄由于具有果穗大、色泽鲜艳、果肉硬脆、耐储运等特点, 成为深受人们喜爱的水果之一, 也是贺兰山东麓鲜食葡萄主栽品种之一^[2]。

施肥是葡萄栽培管理的重要环节, 合理施肥是提高葡萄产量和品质的主要措施之一^[3]。然而, 贺兰山东麓产区土壤多为沙质土或风沙土, 土壤结构性弱, 漏水漏肥现象严重, 氮磷钾养分供应能力较差, 营养元素常处于亏缺状态^[4]。该地区土壤一般为强碱性, pH 值一般在 8.5 以上, 导致磷及金属微量元素强烈固定。此外, 该产区葡萄施肥过程中还存在很多问题, 农户盲目根据经验施肥的现象比较普遍, 粗放的水肥管理形成大面积低产葡萄园, 农户注重施氮肥, 不重视磷、钾肥的施用, 造成葡萄树体营养失衡, 对葡萄的产量、品质及颜色有很大的影响^[3]。目前, 对贺兰山东麓红地球葡萄栽培技术的报道较多^[5–8], 但对鲜食葡萄红地球的合理施肥量却鲜有报道。本研究针对贺兰山东麓红地球葡萄主栽区风沙土土壤瘠薄、漏水漏肥等劣势, 开展滴灌条件下鲜食红地球葡萄的合理施肥量研究, 为提高贺兰山东麓地区水肥利用效率、葡萄提质增效提供技术支撑。

1 材料与方法

收稿日期: 2016–03–31

基金项目: 银川能源学院教学质量工程项目[编号: 银能院发(2014) 155 号]。

作者简介: 马红军(1981—), 男, 宁夏平罗人, 硕士, 讲师, 主要从事植物学教学及植物栽培技术研究。E-mail: mahj1118@163.com。

通信作者: 施明, 硕士, 研究实习生, 主要从事半干旱区葡萄高效栽培技术研究。E-mail: sm8710@126.com。

1.1 试验区概括

试验于 2014 年 5—10 月在宁夏银川市金沙林场葡萄基地进行。该区年均气温 8.8 ℃, 大于 10 ℃ 的活动积温 3 300~3 680 ℃, 无霜期 156~165 d, 昼夜温差 10~19 ℃, 有利于葡萄糖积累。年均降水量 191.9 mm, 8、9 月降水量仅为 51.9、23.4 mm。光照资源丰富, 年均日照达 2 918.8 h。

1.2 供试材料

供试葡萄品种为当地主栽鲜食品种红地球, 别称红提, 4 年生。试验区土壤为初育土纲, 风沙土土类。土壤剖面 0~20、20~40、40~60、60~80 cm 各层土壤基本理化性质见表 1。

1.3 试验设计

试验采用单因素多水平随机区组设计, 统一水肥一体化管理, 小区面积 210 m², 重复 3 次, 设置处理 4 个: (1) 常规施肥(简称 T), 即农户一般在萌芽期追施尿素 300 kg/hm², 花期追施尿素与磷酸二铵混合肥料 450 kg/hm², 果实膨大期追施 15%–15%–15% 三元复合肥 750 kg/hm², 果实着色期进一步追施 15%–15%–15% 三元复合肥 750 kg/hm², 两侧开沟施入; 滴水 6 000 m³/hm², 滴水 14 次, 根据预先设计好的水肥分配表来进行滴水, 并根据生育期需水特征及气候状况决定滴灌水量分配, 水量由水表控制, 水源为水泵抽取地下水。(2) 施用 NPK 滴灌肥 480 kg/hm² (简称 T1), 根据生育期需肥特征确定施肥时期, 结合实际经验, 滴肥 8 次, 单次施肥 60 kg/hm², 前 3 次为 I 型滴灌肥, 4~6 次为 II 型滴灌肥, 7~8 次为 III 型滴灌肥; 滴水 6 000 m³/hm², 滴水 14 次, 滴水方法同上。(3) 施用 NPK 滴灌肥 720 kg/hm² (简称 T2), 滴肥 8 次, 单次施肥 90 kg/hm²; 滴水 6 000 m³/hm², 滴水 14 次, 滴水滴肥方法同上。(4) 施用 NPK 滴灌肥 960 kg/hm² (简称 T3), 滴肥 8 次, 单次施肥 120 kg/hm²; 滴水 6 000 m³/hm², 滴水 14 次, 滴水滴肥方法同上。

化肥种类及有效含量为: 氮肥为尿素[CO(NH₂)₂], 含 N 46%; 磷肥为磷酸氢二铵(NH₄H₂PO₄), 含 P₂O₅ 46%, 含 N 11%;

表 1 试验地土壤基本理化性质

土层深度 (cm)	有机质含量 (g/kg)	碱解氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	pH 值	全盐含量 (g/kg)	容重 (g/cm)	田间持水量 (%)
0~20	0.50	6.3	22.33	163.00	8.86	0.31	1.49	13.58
20~40	0.79	7.0	28.70	174.00	8.90	0.31	1.51	12.55
40~60	0.43	5.6	23.48	95.00	9.05	0.28	1.52	12.23
60~80	0.21	4.9	19.65	80.50	8.97	0.29	1.57	11.51

钾肥为硫酸钾 (K_2SO_4), 含 K_2O 50%; 本研究中含到的 NPK 滴灌肥是根据施肥配比自己用水溶性较好的 NPK 配合而成, 分为 I 型、II 型和 III 型, 其中 $N:P_2O_5:K_2O$ 质量比例分别为 3.8:1:1.25、1:1.25:1、1:1:3.2, 分别于营养生长期、花期前后和果实着色期施用。

1.4 研究方法

1.4.1 样品的采集及处理 于生育期第 1 次施肥前期和第 8 次施肥后 20 d 采集土壤样品, 为了使土样具有代表性, 分别在每个处理随机选 3 个点, 样点分别在距葡萄树主干 20、40 cm 处和 2 株葡萄中间, 用四分法取 0~20、20~40 cm 表层与次表层的土壤样品, 同时挖剖面采取环刀样和分析样。然后将样品装入塑料袋, 标记密封, 带回实验室自然风干、磨碎、过筛、装袋、贴标签备用。

1.4.2 样品的测定方法 (1) 土壤理化性状分析。土壤理化性质采用常规分析方法^[9-10], 其中, pH 值 (水土质量比为 5:1) 用 PHS-25 精密酸度计测定; 全盐含量用 DDS-11 电导率仪测定; 有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定; 全氮含量用硫酸消煮蒸馏法; 碱解氮含量用碱解扩散法测定; 速效磷含量用 0.5 mol/L $NaHCO_3$ 浸提-钼锑抗比色法; 速效钾含量用 1 mol/L 醋酸铵溶液浸提-火焰光度法; 容重和田间持水量用环刀法测定。(2) 生育期指标的测定。每个生育阶段测定新梢长和叶绿素含量, 新梢长为基部到顶端的垂直高度, 用卷尺测定; 立秋后测定秋梢的长度; 叶绿素含量用 SPAD-502 叶绿素计测定。(3) 果实品质的测定。葡萄收获后立即测定葡萄品质。每处理随机采集有代表性的果穗 10 个, 每个处理取 20 粒葡萄, 用手持糖度计测定果实可溶性固形物含量; 果实酸度采用 NaOH 滴定法测定, 可溶性糖含量采用苯酚比色法测定, 还原糖含量用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定, 维生素 C 含量用 2,4-二硝基苯肼比色法测定。

1.5 统计分析

数据采用 Excel 2007 整理, 方差分析 LSD 多重比较等都由 SAS 8.01 数据统计软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄生长发育的影响

2.1.1 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄叶片 SPAD 值的影响 由表 2 可知, 施肥促进 4 年生红地球葡萄叶片叶绿素含量积累, 随着红地球葡萄生育期的延长, 叶绿素含量增加。开花期, 施 NPK 滴灌肥 720 kg/hm² 的处理 (T2) 叶绿素最高, 达到了 48.93, 与施 NPK 滴灌肥 480 kg/hm² 的处理 (T1) 和常规施肥处理 (T) 有显著性差异。而果实膨大期经过 3 次滴肥后, 叶绿素含量较开花期都有所增加, 且随着滴灌肥用量的增加, 叶绿素含量也相应地增加。着色期各处理长势良好, 叶绿素含量均高于常规施肥处理, 以施 NPK 滴灌肥

表 2 不同 NPK 滴灌肥施用量处理下红地球葡萄不同生育期叶片 SPAD 值

处理	SPAD 值		
	开花期	果实膨大期	着色期
T	41.70 ± 1.21b	45.70 ± 0.64c	46.60 ± 0.61c
T1	43.57 ± 0.91b	48.33 ± 0.54b	49.60 ± 0.56b
T2	48.93 ± 0.86a	52.13 ± 0.86a	53.73 ± 0.33a
T3	48.80 ± 0.91a	52.83 ± 0.78a	52.40 ± 0.42ab

注: 同列数据后不同小写字母分别表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

720 kg/hm² 的处理 (T2) 最高。

2.1.2 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄新梢和秋梢的影响 由表 3 可知, 随着红地球葡萄生育期的延长, 不同 NPK 滴灌肥施用量下红地球葡萄新梢和秋梢长度也存在很大差异。施肥促进了新梢的生长, 随着 NPK 滴灌肥施用量的增加, 新梢长度较常规施肥处理 (T) 也显著增加。秋梢长度与 NPK 滴灌肥施用量的关系出现了变化, 主要是夏季修剪后树体差异加大, 施肥量与秋梢长度的关系不一致。施 NPK 滴灌肥 480 kg/hm² 的处理 (T1) 秋梢最短, 说明 480 kg/hm² 的 NPK 滴灌肥不能满足 4 年生红地球葡萄的正常生长。720 kg/hm² 的施肥量是最合适的施肥量。

表 3 不同 NPK 滴灌肥施用量处理红地球葡萄新梢和秋梢长度

处理	新梢长度 (cm)	秋梢长度 (cm)
T	161.33 ± 2.34b	61.25 ± 3.19c
T1	163.67 ± 2.96b	48.21 ± 2.69d
T2	175.33 ± 4.41ab	80.75 ± 7.09a
T3	176.21 ± 0.76a	69.51 ± 2.59b

2.2 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄果实品质的影响

由表 4 可见, 不同的 NPK 滴灌肥施用量处理下 4 年生红地球葡萄的品质有很大的差异。随着 NPK 滴灌肥施用量的增加, 维生素 C 含量也表现出了增加的趋势, 施用 NPK 滴灌肥 960 kg/hm² 的处理 (T3) 维生素 C 含量最高, 与其他各施肥处理有显著性差异。

果实的可溶性糖含量与维生素 C 含量有着同样的规律, 也是相同的处理下随着 NPK 滴灌肥施用量的增加果实的可溶性糖表现出了增加的趋势, 表明施肥能够增加果实的可溶性糖含量。各施肥处理间还原性糖含量无显著性差异, 以施 NPK 滴灌肥 720 kg/hm² 的处理最高; 相同处理下, 随着 NPK 滴灌肥施用量的增加, 果实的可溶性固形物含量表现出先增加后降低的趋势, 但施滴灌肥的处理果实的可溶性固形物含量高于常规施肥处理, 说明施用滴灌肥能够提高果实的可溶性固形物含量。但施肥量达 960 kg/hm² 时, 可溶性固形物含量略有降低, 可能是因为过多施肥量中氮引起的负效应。

表 4 不同 NPK 滴灌肥施用量处理下红地球葡萄果实品质差异

处理	维生素 C 含量 (mg/kg)	可溶性糖含量 (%)	还原性糖含量 (%)	可溶性固形物含量 (%)	总酸度 (%)	糖酸比
T	22.87 ± 0.82bc	11.74 ± 0.28c	10.19 ± 0.05a	14.91 ± 0.17b	0.83 ± 0.01a	17.96 ± 0.37b
T1	21.94 ± 1.31c	13.98 ± 0.13b	10.07 ± 1.54a	16.50 ± 0.29ab	0.78 ± 0.02ab	21.15 ± 0.86ab
T2	24.59 ± 0.69b	14.17 ± 0.28ab	10.85 ± 0.20a	17.87 ± 0.20a	0.79 ± 0.00ab	22.62 ± 0.23a
T3	26.94 ± 0.09a	14.84 ± 0.32a	10.10 ± 0.29a	17.10 ± 0.02a	0.79 ± 0.01ab	21.65 ± 0.27ab

各施肥量处理间果实的总酸含量无显著性差异,施 NPK 滴灌肥 720 kg/hm² 处理 (T2) 的糖酸比最大,达到了 22.62,与常规施肥量处理达显著差异,说明 NPK 滴灌肥不仅能够增加果实的含糖量,还能降低果实的总酸度,增大糖酸比,能够改善红地球葡萄果实的风味和口感。

2.3 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄产量的影响

常规施肥下,4 年生的红地球葡萄也获得了较高的产量,但改为施用滴灌肥后,产量得到进一步增加 (图 1),分别比常规施肥增产 29.43%、47.75% 和 38.05%;当 NPK 滴灌肥的施用量低于 720 kg/hm² 时,产量随着施用滴灌肥数量的增加而增加,说明 NPK 滴灌肥能够促进红地球葡萄光合产物的形成和运转,从而达到增产的效果,但进一步增加 NPK 滴灌肥的施用量就会导致红地球葡萄产量下降,表明 NPK 施肥过量,多数情况是因为氮过多引起的负效应,也同样说明滴灌肥施用量应适量。

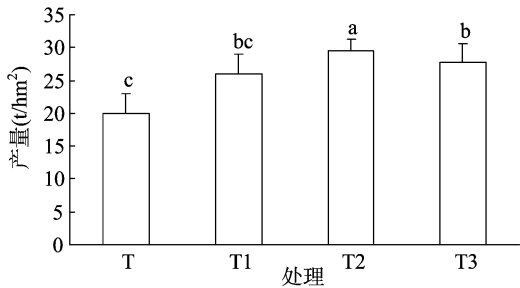


图 1 不同 NPK 滴灌肥施用量处理下红地球葡萄的产量

对 NPK 滴灌肥不同施用量与产量的关系进行模拟,得出二者的关系为:

$y = 50.927 + 76.58x - 0.75919x^2, r^2 = 0.9934。$

式中:NPK 滴灌肥的一次项系数为正,而二次项系数为负,表明典型的抛物线线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律。

根据边际分析原理,dy/dx=0 时,4 年生红地球葡萄产量最高,对上式进行求导数,由此而计算 4 年生红地球的最高产量 NPK 滴灌肥施用量 N_{max} = 756.6 kg/hm²。

而 dy/dx = Px/Py 时,经济利润最大,此时可计算最大利润施肥量。4 年生红地球葡萄售价为 12 000 元/t,当季 NPK 滴灌肥肥价格为 Px = 3 913 元/t,从而得到最佳经济效益 NPK 施肥量 N_{opt} = 742.35 kg/hm²。

理论计算结果与田间试验实际观测值比较接近,施肥量 720 kg/hm² 时产量最高,可视为较为理想的滴灌肥施肥量,并可保障风沙土葡萄园获得 30 t/hm² 的高产量。

2.4 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄收获期土壤理化性质的影响

由图 2 可知,不同的施肥量处理后,收获期土壤的各项养分含量较处理前都有变化。土壤有机质含量以施 NPK 滴灌

肥 720 kg/hm² 的处理最高,达到了 4.79 g/kg,其他各施肥量处理差别不大;各施肥量处理间土壤 pH 值无显著差异;施 NPK 滴灌肥 960 kg/hm² 的处理土壤碱解氮含量最高,可能是施肥量过大,过多的氮素没有被树体吸收残留在土壤里造成的;常规施肥量处理的全盐含量最高,达 0.45 g/kg,显著高于其他各施肥处理,说明滴灌施肥更有利于树体对养分的吸收,能够有效地预防或者降低土壤的盐渍化水平。

施 720 kg/hm² NPK 滴灌肥处理土壤中全氮含量最高,显著高于常规施肥处理,原因可能是农户习惯施肥施入大量氮素,由于大水沟灌的灌水方式,使得一部分氮素随着水分的渗漏损失了,造成收获期常规施肥处理土壤全氮含量降低。常规施肥处理的全磷含量最高,因为磷在碱性土壤中的移动性较差,农户施入的大量磷素留在了土壤中,也很难渗漏损失。

常规施肥处理的土壤有效磷和速效钾含量最高,可能的原因是常规施肥的施肥量较大,过多的养分没有被树体吸收而残留在了土壤中;相同处理下,随着 NPK 滴灌肥施用量的增加,土壤中的有效磷和速效钾含量有增大的趋势。

3 结论与讨论

3.1 讨论

氮磷钾是植物的三要素,是植物的重要组成部分^[11-12]。葡萄产量和品质受肥料施用方法和施用量的影响^[13-16]。葡萄不同的生育期对氮磷钾的需要量很有很大的变化。高志明等研究了氮磷钾配施对红地球葡萄产量和品质的影响,证明只有合理的施氮量才能提高葡萄的产量,并不是氮越多越好,施氮过量,葡萄产量下降^[17]。本试验结果显示,相同的条件下,随着 NPK 滴灌肥施用量的增加,4 年生红地球葡萄的产量先增加后降低,可能是因为氮过多引起的负效应。

王保良在我国肥力较低的土壤上试验,得出 6 年生玫瑰香葡萄施用 N:P₂O₅:K₂O 的最优配比为 2:1:3^[18]。杨治元通过对藤稔葡萄施肥试验发现 N:P₂O₅:K₂O 的最优配比为 1:0.8:0.8^[19]。刘德江等对新疆昌吉园艺场全球红葡萄进行施肥研究时发现,N:P₂O₅:K₂O 为 1:1:1 时,葡萄产量和品质较好^[20]。河北怀来褐土上的田间试验表明,每形成 1 000 kg 酿酒葡萄 (赤霞珠) 需 N 5.95 kg、P₂O₅ 3.95 kg 和 K₂O 7.68 kg^[21],N、P、K 的施用比例可调节到 10:7.0:13.0。本试验的结果表明,在一定的范围内施用 NPK 滴灌肥对 4 年生红地球葡萄的生长、产量及品质均有显著地影响,但在不同的生育期应采用不同的施肥配比,葡萄在不同的生育期对养分的需要不一样,前期主要是新梢的生长,施肥质量比为 N:P₂O₅:K₂O=3.8:1:1.25,以氮素为主;果实膨大期主要是碳水化合物累积,以磷素为主,施肥质量比为 N:P₂O₅:K₂O=1:1.25:1;着色期需要钾素来提升葡萄的品质,施肥质量比为 N:P₂O₅:K₂O=1:1:3.2,以钾素

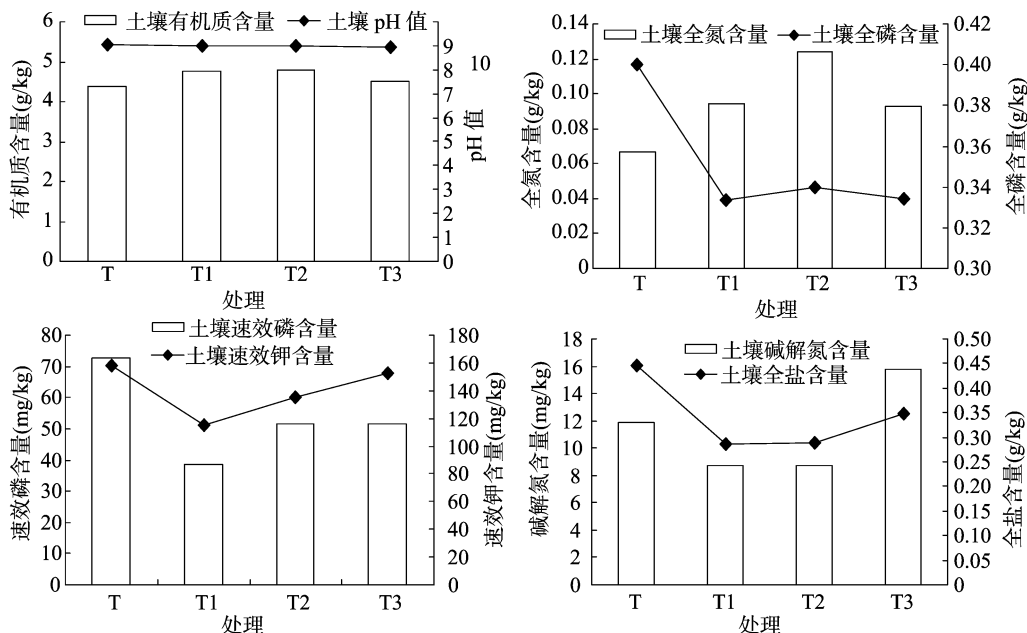


图2 不同 NPK 滴灌肥施用量对红地球葡萄收获期土壤理化性质的影响

为主。

3.2 结论

施用 NPK 滴灌肥能够促进 4 年生红地球葡萄叶片叶绿素含量及新梢的生长,提高红地球葡萄果实可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C 含量,增加果实糖酸比,降低果实总酸度。施用 NPK 滴灌肥可以全面改善土壤营养水平,从而改善红地球葡萄果实的品质。

本试验得出 4 年生红地球葡萄在 NPK 滴灌肥施用量为 756.6 kg/hm^2 的处理下可获得最高产量,最佳经济效益施肥量为 742.35 kg/hm^2 。理论计算结果与田间试验实际观测值接近,NPK 滴灌肥施用量为 720 kg/hm^2 时,4 年生红地球葡萄的产量最高,可视为较为理想的滴灌肥施肥量,并可保障风沙土葡萄园获得 30 t/hm^2 的高产量。

参考文献:

- [1] 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,2007,28(1):24-28.
- [2] 杜宇旭,施 明,纪立东,等. 滴灌条件下鲜食葡萄红地球合理灌水量研究[J]. 节水灌溉,2016(2):35-39.
- [3] 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.
- [4] 施 明,孙 权,王 锐,等. 贺兰山东麓酿酒葡萄园土壤微量营养元素及微肥施用进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2013(2):59-63.
- [5] 谭 瑶,张亚红. 宁夏半冷式温棚内红地球葡萄延后栽培的小气候特征[J]. 农业科学研究,2009,30(2):1-6.
- [6] 何怀华,王锦秀,韩江霞. 宁夏地区红地球葡萄不同种植模式下的膨大规律[J]. 宁夏农林科技,2010(2):14-15.
- [7] 靳 韦,王春良,许泽华,等. 不同果袋对‘红地球’葡萄品质和果

- 皮色素形成的影响[J]. 西北农业学报,2014,23(12):143-148.
- [8] 王文举,呼生春,冯小佳. 不同修剪方式对设施“红地球”葡萄花芽分化的影响[J]. 北方园艺,2015(21):60-63.
- [9] 孙 权. 农业资源与环境质量分析方法[M]. 银川:宁夏人民出版社,2004.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [11] 郭强,于玲玲,贺娇娇,等. 不同氮磷钾配比控释肥对糯玉米产量性状及经济效益的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):104-107.
- [12] 郑伟,张丽妍,边丽梅,等. 氮磷钾配施和密度对玉米产量的效应分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):67-69.
- [13] 夏联海,姬亚岚. 有机和常规生产方式下葡萄园环境效应比较分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):379-382.
- [14] 杨成恒. 葡萄营养特性及施肥技术研究[J]. 辽宁科学,1993(5):4-8.
- [15] Abha J, Singh R P, Vinod K. Effect of ammonium sulphate and potassium dihydrogen phosphate on yield and quality of grape[J]. Perlette Recent - Horticulture,1995,2(2):37-39.
- [16] Jones G V, White M A, Cooper O R, et al. Climate change and global wine quality[J]. Climatic Change,2005,73(3):319-343.
- [17] 高志明,闻 杰. 氮磷钾配施对红提葡萄产量和品质的影响[J]. 山西果树,2011,40(6):54-55.
- [18] 王保良,白文清. 葡萄配方施肥技术研究简报[J]. 河北果树,1996(2):24-25.
- [19] 杨治元,周金明. 藤稔葡萄施肥效应调查报告[J]. 山西果树,1994(4):12-13.
- [20] 刘德江,董自红,阿依提·古丽,等. 全球红葡萄配方施肥试验初探[J]. 新疆农业科学,2001,38(3):157.
- [21] 张志勇,马文奇. 酿酒葡萄‘赤霞珠’养分累积动态及养分需求量的研究[J]. 园艺学报,2006,33(3):466-470.