

灌水控制上限对酿造葡萄地积温 和生长特性的影响

何钊全¹, 成自勇¹, 张 芮¹, 唐好剑^{2,3}

(1. 甘肃农业大学工学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 武威市皇台葡萄种植基地, 甘肃 武威 733000;
3. 北京鼎泰亨通有限公司凉州葡萄庄园, 北京 100101)

摘 要: 为了探究小管出流灌水上限水分调控对酿造葡萄地积温、果实生长指标等的影响, 采用大田栽培试验方法, 开展了酿造葡萄小管出流灌溉试验。结果表明: 地积温随着土层深度的增加而降低, 地积温与果实增长呈正相关关系, 小管出流比沟灌更有利于地积温的升高和果实的生长; 90% 田间持水率的灌水上限时葡萄的果粒横径、单穗重均大于其它处理, 产量最高, 同比对照处理增加了 44.95%, 差异极显著 ($P < 0.01$); 灌水上限为 80% 田间持水率时葡萄果实含酸量最小, 含糖量最大, 高达 $236.17 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。表明 90% 田间持水率为最佳增产灌水上限, 80% 田间持水率的灌水上限最有利于提高葡萄品质。

关键词: 酿造葡萄; 灌水上限; 田间持水率; 地积温; 生长特性

中图分类号: S275.3; S663.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)06-0032-06

Effects of irrigation upper control limit to the accumulated soil temperature and growth characteristics of wine grape

HE Zhao-quan¹, CHENG Zi-yong¹, ZHANG Rui¹, TANG Hao-jian^{2,3}

(1. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;
2. Wuwei HuangTai Grape Planting Base, Wuwei 734000, China;
3. Beijing Dingtai Prosper Co., Ltd., Liangzhou Grape Manor, Beijing 100101, China)

Abstract: In order to explore the influence of irrigation upper control limit by small tube flow to the accumulated soil temperature, fruit growth index etc. of wine grape, adopting the field cultivation experimental method, carried out the irrigation test with small tube flow on wine grape. The results showed that: The accumulated soil temperature was decreased with increasing soil depth, the accumulated soil temperature with fruit growth was presented a positive correlation relationship. The small tube flow was more useful to increase the accumulated soil temperature and fruit growth compared with the furrow irrigation. When the irrigation upper limit was 90% of field capacity, the grape fruit diameter, single fruit ear weight total were higher than other treatments with highest yield, compared with control treatment the yield was increased 44.95%, the difference was significant ($P < 0.01$). When the irrigation upper limit was 80% of field capacity, the grape fruit acid was minimum, the sugar content was maximum up to $236.17 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. It was indicated that 90% of field capacity was the irrigation upper limit for optimal adding production, the irrigation upper limit of 80% field capacity was the best useful to improve grape quality.

Keywords: wine grape; irrigation upper control limit; accumulated soil temperature; growth characteristics; field capacity

据统计, 2012 年全国葡萄酒的产量达 13.8 亿 kg, 同比增长 16.9%, 近几年年产销量增长率均超过 10%; 2013 年我国人均葡萄酒消费量 0.0007 m^3 , 为全球前 20 强, 且仍然保持快速增长的趋势。在此需

收稿日期: 2014-03-20
基金项目: 国家自然科学基金资助项目“河西地区酿造葡萄水分调控品质机理与控水调质制度研究”(51369002); 甘肃省科技支撑计划“河西灌区酿造葡萄需水规律及微灌调质型灌溉制度研究”(1204NKCA086)
作者简介: 何钊全(1990—), 男, 甘肃庆阳人, 硕士生, 主要从事节水灌溉研究。E-mail: hzqyjllb@163.com。
通信作者: 成自勇(1956—), 男, 甘肃秦安人, 教授, 博导, 主要从事生态水利、水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: chengzy@gsau.edu.cn。

求下,全国酿酒葡萄种植面积 2011 年达 7.33 万 hm^2 ,比 2009 年增长了 27.3%。甘肃省 2009 年种植面积达 0.93 万 hm^2 ,占全国总面积的 17.5%;产量达 1.2 亿 kg 左右,占全国总产量的 18% 以上,主要集中在河西走廊,其中,武威种植面积 0.82 万 hm^2 ,占全国种植面积的 10% 以上,占全省的 88.36%。河西走廊位于世界最佳葡萄生态带即北纬 38° ,降雨少,光照充分,昼夜温差大,葡萄成熟充分,口感甜润,是我国最佳的优质酿酒葡萄优势产区和生态区之一。

在植物品质、产量诸多影响因素中,水分是限制植物生长的关键因子^[1]。国内外提出的诸多节水灌溉(WSI)概念与方法^[2-6]的研究主要集中在探究水分胁迫对葡萄生长的影响^[7-13],但对于灌水控制上限对酿造葡萄生长影响的研究相对较少。灌水控制上限是控制灌水最重要的指标之一,是指某一深度层次土壤灌水后水分含量所要达到的目标值,一般取饱和田间持水量为灌水上限^[14],但现有对农作物灌溉上限指标研究结果认为上限 100% 饱和灌溉并不是最理想的节水丰产灌溉指标。灌水量影响地温变化,地温影响根系生长,根系生长和地上部分营养生长呈线性关系,根系生长受阻,营养生长将受到抑制,影响植株生长发育^[15-17]。本试验旨在探究不同灌水上限对酿造葡萄地积温及生长特性的影响规律以期寻求最适于酿造葡萄生长的水-温耦合模式。

表 1 试验设计方案
Table 1 Experimental design scheme

处理编号 Treatment numbers	各生育期土壤含水率上限(占田间持水率的百分数)/% Upper limit of soil water content in different growth period(percentage of field water holding rate)				
	萌芽期 Germination (04-23~05-12)	抽蔓期 Vining (05-13~06-04)	开花期 Flowering (06-05~06-15)	果实膨大期 Fruit enlargement (06-16~08-12)	着色成熟期 Coloring maturity (08-13~09-20)
T ₁	100	100	100	100	100
T ₂	90	90	90	90	90
T ₃	80	80	80	80	80
T ₄	90	90	100	100	90
T ₅	80	80	90	100	80
T ₆	80	90	90	100	90
CK (沟灌 Furrow irrigation)	100	100	100	100	100

1.4 指标测定及方法

1.4.1 土壤含水率观测 以字母 θ 表示土壤含水率, $\theta_{\text{田}}$ 表示田间持水率(下文同)。测定方法用烘干称重法,每个小区取 2 个点。用土钻取样烘干法测定,测定深度为 100 cm,分 5 层,即 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm、80~100 cm。每隔 7 d

1 材料与方法

1.1 试验区概况

该试验于 2013 年 5—10 月在武威市莫高葡萄种植基地进行。该地处于北纬 $37^\circ53'$,东经 $102^\circ55'$,海拔 1 500 m,属于典型的大陆性干旱气候,荒漠、半荒漠区;年平均降水量 200 mm 以下,年蒸发量 2 620 mm,年平均气温 $5.2^\circ\text{C}\sim8.3^\circ\text{C}$,昼夜温差大;产区总面积 758.38 hm^2 ,种植总面积 516.4 hm^2 ;土壤为盐化灌淤土,土质以沙质壤土为主。土层厚深,质地疏松,通透性好;pH 值 8.2。田间持水量为 27%,土壤质量容重为 $1.37\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

1.2 材料

试验作物为 5 a 生酿酒葡萄,供试品种选用梅鹿辄;栽培方式:篱架。采用室外田间小区试验方式。

1.3 试验设计

试验设 7 个处理,3 次重复,总计 21 个试验小区,行距为 250 cm,株距 100 cm,小区面积 $15\text{ m}\times2.5\text{ m}$ 。采用小管出流灌溉方式,一管一行灌溉控制模式。试验设计方案如表 1。各试验处理土壤含水率下限为田间持水率的 70%,当试验小区土壤含水率小于设计土壤含水率下限时,即进行灌水,灌水至表 1 中各土壤含水率上限时停止,各试验处理采取相同的田间管理措施。

测定 1 次,另外,各次灌水前和灌水后以及降雨后,需测定 1 次。

1.4.2 地温观测 各处理分别将 5 支金属曲管温度计插于土层下,深度依次为:5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、25 cm。葡萄全生育期内,每天 8:00、14:00、20:00 分别读取地温;特殊情况需要加测,如灌水后

或降雨后,次日早 8:00 至晚 20:00 全天每隔 2 h 读取一次地温。

1.4.3 生长指标观测 各处理每小区选择固定 3 株长势均匀的葡萄,用标签进行标定,浆果膨大期在每株上随机选定 5 颗果粒,定期用游标卡尺测定其横茎,用卷尺测定每株葡萄的果穗长度,最后分别求平均值。

1.4.4 品质和产量测定 品质主要有外观和营养品质两种。外观品质主要测定单穗重、单粒重两个指标,用电子秤测定;营养品质主要测定总糖和可滴定酸两个指标,总糖含量用手持测糖仪测定,可滴定酸用指示剂滴定法测定。在葡萄充分成熟后,用电子秤称取各小区葡萄重量,各小区产量总和便是总产量。

1.4.5 数据统计 使用 Excel 2003 软件对数据分析处理和绘图,用 SPSS 19.0 统计分析软件对数据进行相关分析、方差分析。

2 结果与分析

2.1 全生育期各处理土壤含水率变化特征

不同灌水上限会影响土壤对太阳辐射能量的吸收、植株的蒸腾作用及株间蒸发作用,进而影响土壤含水率。全生育期各处理土壤含水率如图 1 所示。由图 1 可知,各处理在萌芽期到新梢生长期各阶段的变化趋势基本一致,均呈下降趋势。随着生育期的增长,各处理 θ 呈显著变化趋势,说明灌水对土壤含水量的影响程度随着生育期的推进而增大。萌芽期的 θ 最大,为 25.57%,这是因为葡萄在采收后埋土防寒时灌冬水,来年出土后灌芽水,且葡萄在此时期需水量最小,所以土壤含水量较大;而浆果膨大期 θ 最小,比萌芽期降低了 16.19%,达到显著性差异水平($P < 0.05$),因为葡萄在此时期生长最旺盛,需水量最大。全生育期 CK 的 θ 最大,比其它处理 θ 最大值增长了 4.17%,可知葡萄在沟灌下土壤含水率大于小管出流。全生育期 T_3 比 T_1 降低了 4.50%, T_2 比 T_1 降低了 6.42%,表明 T_2 处理的土壤含水率最小。开花期上调灌水上限使得 T_4 在此阶段 θ 略有上升,且大于 T_2 ;膨大期由于葡萄需水量最大,故 θ 有所降低, T_4 、 T_5 在成熟期 θ 小于其它处理,由此可得:开花期、浆果膨大期适度上调灌水上限能影响葡萄着色成熟期的土壤含水率。开花期 T_6 的 θ 最小,表明萌芽期下调灌水上限能降低葡萄土壤含水率,开花期最为明显。各生育期各处理 θ 最小值为 19%,大于土壤含水率下限 18.9%。由分

析可知,各处理土壤含水率变化趋势满足试验调控精度要求和灌水下限调控要求。

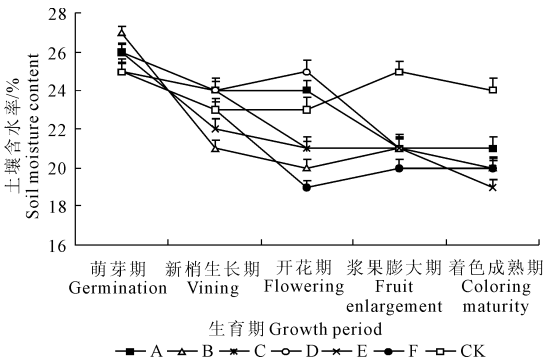


图 1 全生育期各处理土壤含水率变化特征

Fig.1 Soil water content change characteristics for each treatment in whole growth period

2.2 各处理全生育期地积温变化规律

地温是表征土壤热量状况的指标之一,它随地形、土壤水分、天气等影响而变化,一定温度范围内,地温与葡萄生长发育呈正相关。而地积温是指一段时间内某一深度土层日平均温度总和,灌水控制上限对地积温的变化有很大的影响,不同深度地积温变化特征也不相同^[29]。全生育期各处理在各土层地积温变化规律如图 2 所示。由图 2 可知,各处理生育期在土层剖面上的地积温大小变化趋势基本一致,均为接近地表 5 cm 处地积温最大,随着土层深度的增加而降低,在 25 cm 土层处达到最小值。这表明近地表处受太阳辐射强度的影响最大,土层越深,影响越小;但各生育期地积温的变化速率不相同,前三生育期较高,最大的为萌芽期,降低率高达 43.89%,最小为着色成熟期,降低率为 15.82%,膨大期为 17.34%。这说明萌芽期葡萄地积温降低的幅度最大,着色成熟期葡萄的需水量很大,抑制了地温降低速率,膨大期灌水上限的上调增大了地积温的降低速率。各处理在浆果膨大期的地积温明显大于其它生育期,开花期地积温最小,这主要是由于葡萄膨大期历时最长(56 d),开花期历时最短(10 d)。全生育期处理 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、CK 地积温分别为 3 478.64℃、3 388.34℃、3 436.37℃、3 348.54℃、3 408.95℃、3 448.91℃、3 234.99℃,可以看出,CK 最小,这说明小管出流比沟灌更有利于地积温升高。

萌芽期,CK 地积温呈直线下降,且各土层地积温均明显大于其它处理。 T_1 在 0~20 cm 间呈直线趋势下降,20~25 cm 间下降趋势明显平缓。 T_2 在土层 5~10 cm、15~20 cm 间平缓下降,10~15 cm、20~25 cm 间下降幅度较大,曲线坡度大,各土层 T_2

的地积温均最小,这主要是因为该时期 T_2 的 θ 最大,一定程度上限制了地温的升高。 T_3 呈直线趋势下降,各土层地积温大于 T_2 ,但小于 T_1 。 T_6 处理 5 ~ 10 cm 土层相对于其它处理急剧下降,曲线陡峭,变化幅度较大,10 ~ 15 cm 下降缓慢,幅度变小,在 5 ~ 20 cm 间各土层地积温均大于 T_2 ,20 ~ 25 cm 间又急剧下降,且在 25 cm 处小于 T_2 ,这充分说明萌芽期调

控灌水上限会明显影响各土层地积温的变化趋势。
新梢生长期,CK 的 5 ~ 10 cm 土层地积温稍大于 T_1 ,下降幅度随着土层深度的增加而变大。 T_1 在 5 ~ 15 cm 间呈直线下降,变化幅度较大,土层越深,下降越平缓。 T_2 变化幅度和萌芽期基本一致, T_3 下降趋势接近直线,地积温小于 T_3 ,且 T_3 小于 T_1 。

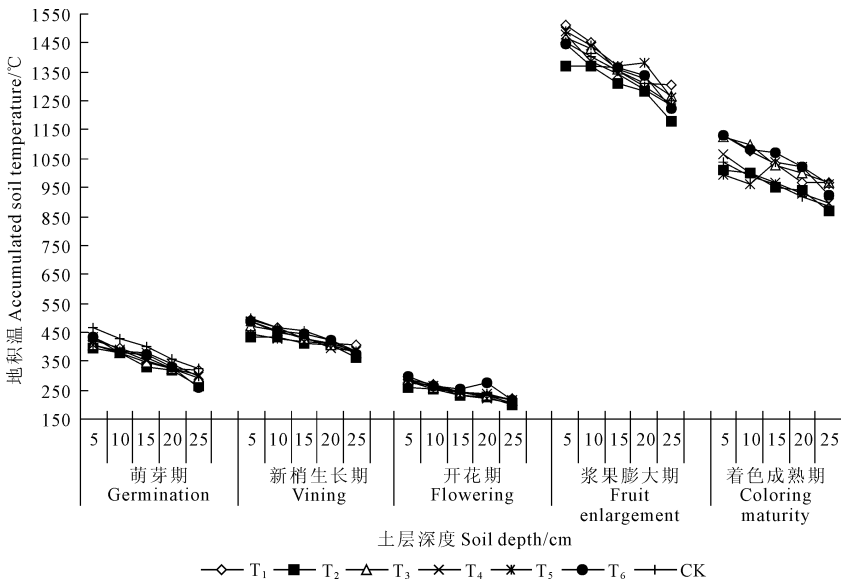


图 2 不同处理各土层积温随生育期变化特征

Fig.2 Change characteristics of accumulated temperature in each soil layer with different growth period and different treatment

开花期,CK 总体下降程度增加。 T_1 在 5 ~ 20 cm 间下降幅度较大,20 ~ 25 cm 间下降趋势变得平缓, T_2 、 T_3 变化趋势和前两生育期基本相同,地积温 T_2 小于 T_3 ,且 T_3 小于 T_1 。 T_6 在 15 ~ 20 cm 间变化幅度平缓,却呈上升趋势,与其它处理均相反,这是因为 T_6 在该时期的 θ 最小,促进了地温的升高,而 20 ~ 25 cm 土层地积温急剧下降,变化幅度最大。由此可知,萌芽期调控灌水上限对开花期地积温变化影响显著。 T_4 在 5 ~ 10 cm、20 ~ 25 cm 间变化幅度小于 T_5 ,中间土层 10 ~ 20 cm 变化幅度大于 T_5 ,差异均不显著,各土层地积温表现均为: $T_6 > T_5 > T_4$,这是由于 T_4 的灌水上限大于 T_5 , T_6 在萌芽期下调灌水上限,所以土壤含水率为 T_4 大于 T_5 , T_5 大于 T_6 。
浆果膨大期,CK 呈直线下降,且下降程度进一步加大。各土层中 T_2 地积温仍为最小, T_1 、 T_3 变化趋势基本和开花期一致,且 T_1 大于 T_3 。 T_5 在 10 ~ 15 cm、20 ~ 25 cm 间变化幅度大于 T_4 , T_4 在 5 ~ 10 cm 间下降坡度较大,10 ~ 25 cm 间变化幅度几乎一致,且各土层地积温均小于 T_5 。 T_5 在 15 ~ 20 cm 间平缓上升,与其它处理变化趋势完全相反,总体变化幅度

大于开花期,由此可知,开花期和浆果膨大期调控灌水上限对地积温变化趋势有很大影响。此时期 T_6 上调灌水上限, θ 最小,使得其变化幅度明显小于开花期,各土层地积温也有所降低。
着色成熟期, T_2 地积温依然最小,CK 在各土层间变化幅度几乎一致,下降强度明显大于其它处理,这是受此时期它的 θ 最大的影响。 T_1 、 T_3 变化趋势仍同前几个生育期。 T_6 的变化幅度随土层深度的增加而变大。 T_4 在各土层的下降坡度基本一致,变化趋势和浆果膨大期基本相同。 T_5 在 5 ~ 10 cm 间地积温和变化幅度均小于 T_4 ,15 ~ 25 cm 间明显大于 T_4 ,但在 10 ~ 15 cm 土层间虽然变化幅度较小,却呈上升趋势,与其它处理完全相反,总体变化幅度明显大于浆果膨大期,这更加证实了调控灌水上限可以对地积温变化幅度产生显著影响,尤其是调控 80% $\theta_{田}$ 的灌水上限,且影响程度随生育期的推进而变大。
2.3 不同灌水上限对葡萄生长特性的影响
水分是影响植株生长最重要的因素,植株生长特性的差异是水分对葡萄生长总体影响的直观反

映,浆果膨大期葡萄主要生长指标如图 3、4 所示。各处理在初期的增长速度均比较快,属于快速增长期,后期逐渐开始稳定,属于生长缓慢期。6 月 16 日至 7 月初,葡萄刚开始坐果,各处理差异不显著 ($P > 0.05$)。7 月 5 日至 7 月 25 日为快速增长期,果粒横径和果穗长度均明显大于坐果期。7 月底至 8 月中旬为生长缓慢期,各处理浆果生长趋于稳定。各处理果粒横径和果穗长度最大值均为 T_2 处理,最小值均为对照组 CK(见表 2)。处理 T_1 、 T_2 、 T_3 果粒横径分别为 0.89 cm、0.92 cm、0.90 cm,分别比 CK (0.82 cm)增大了 7.87%、10.87%、8.89%; T_1 、 T_2 、 T_3 果穗长度分别为 13.2 cm、20.8 cm、16.3 cm,分别比 CK(12.2 cm)增大了 7.58%、41.3%、25.2%;可以看出,果粒横径和果穗长度各处理大小次序均为: $T_2 > T_3 > T_1 > CK$,且 T_2 、 T_3 与 CK 之间差异极显著 ($P < 0.01$)。这说明小管出流比沟灌更有利于果实的生长,其中 90% $\theta_{田}$ 的灌水上限最有利于果粒的增长,其次为 80% $\theta_{田}$,100% $\theta_{田}$ 。开花期、浆果膨大期上调灌水上限时,相比对照处理虽然能增大果粒横径和果穗长度,但增大率均小于上调前的 80% $\theta_{田}$,90% $\theta_{田}$ ($T_2 > T_4$, $T_3 > T_5$),这说明开花期应该适度减少灌水量,更有利于果实生长;萌芽期下调灌水上限、浆果膨大期上调灌水上限也有利于果实增长,果穗长度比 CK 增加了 57.25%,存在显著性差异 ($P < 0.01$)。

由表 2 可知,各处理土壤含水率与地积温均呈现负线性相关,这说明土壤含水率的降低会使地积温有一定程度的增加,处理 T_1 的相关系数 $|r| = 0.881 > 0.8$,相关程度最大,这说明对处理 T_1 影响

显著,对其它处理影响不显著;各处理土壤含水率与果粒横径呈线性负相关,这说明土壤含水率的增加会使果粒横径一定程度减小,其中 T_2 处理 $|r| = 0.970$,对 T_2 的影响最显著,对其它处理影响不显著,对照组最小,这也证实了由于土壤含水率 CK 最大,为 0.24%, T_2 最小,为 0.21%,故果粒横径大小 T_2 最大,CK 最小;各处理地积温与果粒横径均呈线性正相关,这说明地积温的升高有利于果粒横径的增大,但影响不显著。

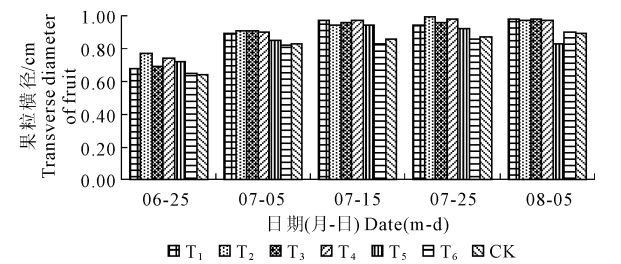


图 3 浆果膨大期各处理果粒横径变化特征

Fig.3 Change characteristics of transverse diameter for each treatment in fruit enlargement period

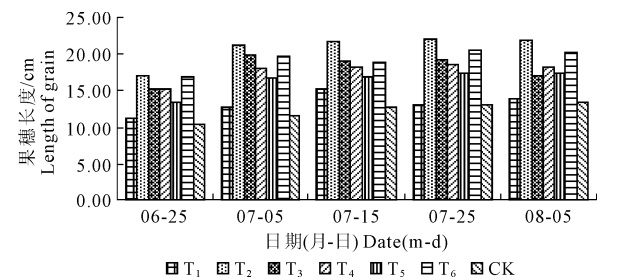


图 4 浆果膨大期各处理果穗长度变化特征

Fig.4 Change characteristics of fruit ear length for each treatment in fruit enlargement period

表 2 各指标差异水平和相关系数

Table 2 The difference level and correlation coefficient for each index

项目 Item	对比 Contrast	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	CK
差异水平 Difference level	果粒横径/cm Transverse diameter	0.89a, A	0.92a, A	0.90a, A	0.91a, A	0.85a, A	0.82a, A	0.81a, A
	果穗长度/cm Fruit ear length	13.20d, C	20.75a, A	18.03bc, AB	17.60bc, B	16.30c, B	19.20ab, AB	12.21d, C
相关系数 Correlation coefficient	土壤含水率与地积温 Soil water content and the accumulated soil temperature	-0.881 *	-0.383	-0.585	-0.798	-0.497	-0.296	-0.572
	土壤含水率与果粒横径 Soil water content and transverse diameter	-0.776	-0.970 *	-0.787	-0.539	-0.514	-0.773	-0.442
	地积温与果粒横径 The accumulated soil temperature and transverse diameter	0.407	0.636	0.471	0.496	0.268	0.584	0.448

注:表中同一行中不同大写字母表示在 0.01 水平上的差异显著,同一行中不同小写字母表示在 0.05 水平上的差异显著;* 表示在 0.05 水平上的相关显著。

Note: Different capital letters in the same row means significant difference at 0.01 level; Different lowercase letters in the same row means significant difference at 0.05 level; * means significant correlation at 0.01 level.

2.4 不同灌水上限对葡萄品质和产量的影响

各处理外观指标和产量中,CK 均为最小,说明和沟灌相比,小管出流对葡萄的丰产优质更为有效(表 3)。单穗重范围为 105.71 ~ 153.23 g, T_2 比 CK 增加了 44.95%,且差异极显著($P < 0.01$); T_3 、 T_1 单粒重范围为 0.98 ~ 1.31 g, 分别比 CK 增加了 41.53%、16.20%; T_2 比 CK 增加了 33.67%, 达到差异极显著水平($P < 0.01$), 比 T_1 增加了 21.30%, T_3 比 T_1 增加了 13.89%, 各处理单穗重和单粒重均有“ $T_2 > T_3 > T_1$ ”的大小趋势, 其它处理单穗重和单粒重较 CK 也有所提高; T_3 处理的含糖量最大, 比 CK 增加了 24.81%, 差异极显著($P < 0.01$), 比 T_1 增加

了 17.28%, 其次为处理 T_2 , 最小为处理 T_6 , 比 CK、 T_1 分别降低了 6.25%、11.91%, 差异显著($P < 0.05$), 说明萌芽期下调灌水上限不利于葡萄果实总糖的积累。含酸量为 $T_3 < T_2 < T_1 < CK$, 其中 T_3 比 CK 降低了 17.81%, 达到差异显著水平($P < 0.05$), 其它处理较 CK 也有所下降, 说明小管出流灌溉下葡萄的口感好于沟灌, 且 80% $\theta_{田}$ 的灌水上限条件下葡萄的营养品质最好; 处理 T_2 的产量最高, 分别比 CK、 T_1 提高了 66.71%、46.58%, 差异极显著($P < 0.01$), 其次为 T_3 , CK 产量最小, 其它处理也有所提高, 说明 90% $\theta_{田}$ 灌水上限最有利于葡萄增产。

表 3 各处理酿造葡萄品质及产量性状
Table 3 The quality of brewing grape and yield characteristics in each treatment

处理 Treatment	单穗重 Single ear weight /g	单粒重 Single grain weight /g	总产量 Total yield /(kg·hm ⁻²)	含糖量 Sugar content /(g·L ⁻¹)	含酸量 Acid content /(g·L ⁻¹)
T_1	122.84bc, AB	1.08ab, AB	3961.90cd, CD	201.38bcd, ABC	9.03a, A
T_2	153.23a, A	1.31a, A	5807.43a, A	224.08ab, AB	8.74b, A
T_3	149.61ab, A	1.23a, AB	5576.01a, A	236.17a, A	8.26b, A
T_4	121.11bc, AB	1.20ab, AB	4939.20b, AB	209.15bc, ABC	9.20a, A
T_5	126.07abc, AB	1.17ab, AB	4461.45bc, BC	217.43ab, AB	9.16a, A
T_6	129.65abc, AB	1.19ab, AB	4329.57bc, BCD	177.40d, C	9.80a, A
CK	105.71c, B	0.98b, B	3483.55d, D	189.22cd, BC	10.05a, A

3 讨论与结论

地温的变化特征是植物生长过程中至关重要的因素,掌握地温的变化规律对于了解葡萄需水规律,创造适宜生长条件非常有必要。通过小管出流灌水控制上限试验研究可得出如下结论:小管出流比沟灌更有利于地积温的升高和果实的增长,葡萄在小管出流灌溉下的土壤含水率小于沟灌;葡萄在 90% $\theta_{田}$ 灌水上限时土层间地积温变化幅度较大,全生育期地积温值小于 80% $\theta_{田}$; 100% $\theta_{田}$ 的最大,地积温在 80% $\theta_{田}$, 100% $\theta_{田}$ 两灌水上限的变化趋势接近直线,变化幅度较小。葡萄在 90% θ 灌水上限时土壤含水率最小,且最有利于果实增长及葡萄增产,充分满足葡萄对水分的需求,其次为 80% $\theta_{田}$ 和 100% $\theta_{田}$ 。由此可知,仅考虑产量效益时,90% $\theta_{田}$ 的灌水上限最为理想;当灌水上限为 80% $\theta_{田}$ 时,果实的含糖量最大,比对照组增加了 24.81%,且含酸量比对照组降低了 17.81%,葡萄的营养品质最好。萌芽期下调灌水上限对土壤含水率和地积温变化有很大的影响,开花期影响最为明显;开花期、膨大期上调灌水上限,尤其是上调 80% $\theta_{田}$ 的灌水上限,对地积

温变化幅度有显著影响,影响程度随生育期的推进而增大,能明显影响葡萄成熟期的土壤含水率,且开花期应减少灌水量,防止葡萄落花落果。地积温的大小与土层深度呈反比,地表 5 cm 处地积温最大,随着土层深度的增加而降低,萌芽期地积温降低幅度最大,膨大期和成熟期降低幅度较小;土壤含水率的增加会一定程度降低地积温,减小果粒横径。地积温的升高能增大果粒横径。

适当调控灌水上限有利于葡萄生长,不同生育期的不同灌水上限对葡萄影响程度不同。掌握酿造葡萄不同灌水控制上限对实现节水、调质、增效的灌溉制度有重要作用。

参 考 文 献:

[1] Clarke J M. Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2000, (3):695-702.
[2] 杜太生,康绍忠,夏桂敏,等.滴灌条件下不同根区交替湿润对葡萄生长和水分利用的影响[J].农业工程学报,2005,21(11):43-48.
[3] 田 义,张玉龙,虞 娜,等.温室地下滴灌灌水控制下限对番茄生长发育、果实品质和产量的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(5):88-92.

- [12] Johnson D W, Cheng W, Ball J I. Effects of CO₂ and N fertilization on decomposition and immobilization in ponderosa pine litter[J]. Plant and Soil, 2000, 224: 115-122.
- [13] Joel G, Chanpin III S, Chinariello N R, et al. Species-specific responses of plant communities to altered carbon and nutrient availability [J]. Global Change Biol, 2001, (7): 435-450.
- [14] Larigauderie A, Hilbert D W, Oechel W C. Effect of CO₂ enrichment and nitrogen availability on resource acquisition and resource allocation in a grass, *Bromus mollis* [J]. Oecologia, 1988, 77: 554-560.
- [15] 周 毅, 郭世伟, 宋 娜, 等. 水分胁迫和供氮形态耦合作用下分蘖期水稻的光合、水分与氮素利用 [J]. 中国水稻科学, 2006, 20(3): 313-318.
- [16] Stitt M, Krapp A. The interaction between elevated carbon dioxide and nitrogen nutrition: the physiological and molecular background [J]. Plant Cell and Environment, 1999, 22(6): 553-621.
- [17] 郭世伟, 冉 炜, 周 毅, 等. 试论大气 CO₂ 浓度升高条件下水稻碳氮代谢变化及其调控途径 [J]. 中国水稻科学, 2006, 20(5): 560-566.
- [18] 尹飞虎, 高志建, 谢宗铭, 等. 不同碳氮施肥组合对新疆滴灌棉田冠层 CO₂ 浓度、光合作用和产量的影响 [J]. 干旱区研究, 2011, 28(4): 724-728.
- [19] 尹飞虎, 刘洪亮, 谢宗铭, 等. 棉花滴灌专用肥氮磷钾元素在土壤中的运移及其利用率 [J]. 地理研究, 2010, 29(2): 235-243.
- [20] 张富仓, 康绍忠, 马清林, 等. 大气 CO₂ 浓度升高对棉花生理特性和生长的影响 [J]. 应用基础与工程科学学报, 1999, 7(3): 268-272.
- [21] 王小治, 张海进, 孙 伟, 等. 大气 CO₂ 浓度升高对稻田土壤氮素的影响 [J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2161-2165.
- [22] 胡明芳, 田长彦, 吕昭智, 等. 氮肥施用量对新疆棉花产量及植株和土壤中硝态氮含量的影响 [J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(4): 63-67.
- [23] 马红亮, 吴艳红, 朱建国, 等. 大气 CO₂ 浓度升高对作物根际土壤氮的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(4): 849-854.
- [24] 马红亮, 朱建国, 谢祖彬, 等. 植物地上部分对大气 CO₂ 浓度升高的响应 [J]. 生态环境, 2004, 13(3): 390-393.
- [25] Roser Matamala, Bert G Drake. The influence of atmospheric CO₂ enrichment on plant - soil nitrogen interactions in a wetland plant community on the Chesapeake Bay [J]. Plant and Soil, 1999, 210: 93-101.
- [26] Mauney J R, Kimball B A, Pinter P J, et al. Growth and yield of cotton in response to a free-air carbon dioxide enrichment [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1994, 70: 49-67.
- [27] 韩文军, 廖飞勇, 何 平. 大气 CO₂ 浓度倍增对闽楠光合性状的影响 [J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 62-65.
- [28] Gen Yunchen, Zhen Huayong, Yi Liao, et al. Photosynthetic acclimation in rice leaves to free-air CO₂ enrichment related to both Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylation limitation and Ribulose-1, 5-bisphosphate regeneration limitation [J]. Plant and Cell Physiology, 2005, 47(7): 1036-1044.
- [29] 林先贵, 胡君利, 褚海燕, 等. 土壤氨氧化细菌对大气 CO₂ 浓度增高的响应 [J]. 农村生态环境, 2005, 21(1): 44-46.
- [30] 刘晓星. 干旱区土壤氮转化过程及其影响因素研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2012.
- [31] 陈利军, 武志杰, 黄国宏, 等. 大气 CO₂ 增加对土壤脲酶、磷酸酶活性的影响 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(10): 1356-1357.

(上接第 37 页)

- [4] 钱卫鹏,邹志荣,孟长军. 大棚内膜下根系分区交替滴灌不同灌溉下限对甜瓜生长及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 138-141.
- [5] 齐广平,张恩和. 膜下滴灌条件下不同灌溉量对番茄根系分布和产量的影响[J]. 中国沙漠, 2009, 29(3): 463-467.
- [6] 王 宣. 小管出流条件下树莓适宜灌溉制度研究[J]. 农业科技与装备, 2012, 211(1): 46-48.
- [7] 杨再强,谢以萍,张旭东,等. 水分胁迫对枇杷果实发育阶段的光合特性和果实品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(6): 89-92.
- [8] 惠竹梅,房玉林,郭玉枝,等. 水分胁迫对葡萄幼苗4种主要生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 146-149.
- [9] Zegbe J A, Behboudian M H, Clothier B E. Response of tomato to partial rootzone drying and deficit irrigation [J]. Revista Fitotecnia Mexicana, 2007, 30(2): 125-131.
- [10] 刘世秋,张振文,惠竹梅,等. 干旱胁迫对酿酒葡萄赤霞珠光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(5): 170-172.
- [11] 张 芮,成自勇,李有先. 水分亏缺对膜下滴灌制种玉米生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(2): 125-128.
- [12] 韩占江,于振文,王 东,等. 调亏灌溉对冬小麦耗水特性和水分利用效率的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(11): 2671-2677.
- [13] 张 芮,成自勇,李 毅,等. 小管出流亏缺灌溉对设施延后栽培葡萄产量与品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(20): 108-113.
- [14] 崔 宁,张玉龙,刘 洋,等. 节点渗灌灌水控制上限对番茄生长及产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2010, (7): 7-8.
- [15] 冯玉龙,刘恩举,孙国斌. 根系温度对植物的影响(I). 根温对植物生长及光合作用的影响[J]. 东北林业大学学报, 1995, 23(3): 63-69.
- [16] 任志雨,王秀峰,魏 珉. 不同根区温度对黄瓜幼苗矿质元素含量及根系吸收功能的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2003, 34(3): 351-355.
- [17] 裴红宾,张永清,上官铁梁. 根区温度胁迫对小麦抗氧化酶活性及根苗生长的影响[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2006, 20(6): 78-81.