

调亏灌溉下酿酒葡萄耗水特性及水分生产函数研究

孔维萍¹, 鱼生智¹, 王海峰¹, 黄涛¹, 侯云¹, 唐莉¹, 张琦¹, 刘彦¹, 成自勇²

(1. 甘肃省玉门市水务局, 甘肃 玉门 735200; 2. 甘肃农业大学 工学院, 兰州 730070)

摘要:为了确定酿酒葡萄的水分生产函数,以酿酒葡萄“梅鹿辄”为供试品种,采用滴灌的方式,以不同生育期土壤水分水平为试验因素,对酿酒葡萄不同生育期进行亏水处理,测定不同生育期土壤含水率、耗水量、产量及水分利用效率,研究了不同生育期、不同土壤水分状况对酿酒葡萄耗水量和产量的影响。结果表明,土壤水分对酿酒葡萄产量的影响规律为浆果膨大期最大,其次是开花期、着色成熟期、抽蔓期,萌芽期最小;通过对 Jensen 模型与 Blank 模型进行计算比较,发现在该试验中 Jensen 模型更为合理,且得出不同生育期水分生产函数的敏感指数为:浆果膨大期>开花期>着色成熟期>抽蔓期>萌芽期,与酿酒葡萄耗水规律一致;在萌芽期、抽蔓期及着色成熟期的土壤水分保持在田间持水率的60%~65%左右不会造成酿酒葡萄减产,而在浆果膨大期进行充分供水,既可获得高产,也使水分利用效率达到较高水平。

关键词: 调亏灌溉; 酿酒葡萄; 耗水特性; 水分生产函数

中图分类号: S663.1

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.02.015

孔维萍, 鱼生智, 王海峰, 等. 调亏灌溉下酿酒葡萄耗水特性及水分生产函数研究[J]. 灌溉排水学报, 2017, 36(2): 93-100.

0 引言

近年来,随着酿酒工业的大力改造,酿酒葡萄的重要性日益突出,其种植面积日益增加,甘肃西北干旱、半干旱地区因其独特的气候条件,已成为酿酒葡萄栽培的主要区域。但目前河西走廊酿酒葡萄种植的水分管理缺乏科学的量化指标,不能充分利用灌溉水资源,不仅浪费水资源,而且导致酿酒葡萄病虫害大量发生以及产量、质量降低等一系列问题。因此,如何因时制宜的选择最优灌溉模式,实现酿酒葡萄对光、热、水、土资源的综合高效利用,是河西走廊酿酒葡萄栽培及葡萄酒生产中迫切需要解决的科学问题。合理的调亏灌溉可以协调土壤中的水、肥、气、热,有利于酿酒葡萄的生长发育及产量的提高,有助于缓解河西走廊水资源短缺的现状。

作物水分生产函数是指作物生长发育过程中,作物产量与投入水量或者作物消耗水量之间的数量关系^[1]。因此,作物产量与作物耗水之间的关系可以通过水分生产函数确定,并根据作物不同生育期对水分的需求程度制定相应的灌溉措施,以期达到节水高产的目的。Kirda等^[2]对不同作物的灌溉制度及产量的影响进行了研究,并提出了科学的灌溉方案,以达到节水高产的目的。国内对不同作物的水分生产函数做了大量研究,包括棉花^[3]、水稻^[4]、玉米^[5]、黄瓜^[6]、甜瓜^[7]等,通过研究这些作物耗水规律及其影响因素,建立了相应的水分生产函数模型,明确了作物耗水规律,为适时适量灌溉提供了科学依据。然而对于酿酒葡萄,大多研究着重于如何提高品质和产量,忽略了作物耗水特性与产量和品质之间的相关性,将严重影响酿酒葡萄产业化生产的效率和可持续发展。据此,以酿酒葡萄的耗水规律和水分生产函数为基本论点,系统地分析酿酒葡萄不同生育期阶段内的需水特征,并对适合于该地区酿酒葡萄的水分生产函数模型进行综合分析、对比,寻找最优控水方案,为发展节水优质高效型酿酒葡萄产业生产提供理论依据。

收稿日期:2015-12-10

作者简介:孔维萍(1989-),女,甘肃酒泉人。硕士研究生,主要从事为高效节水灌溉理论与技术研究。E-mail: kongwp989228@163.com

通信作者:黄涛(1976-),男,甘肃玉门人。助理工程师,主要从事农村饮水安全项目建设管理和运营管理工作。E-mail: gcghtwan@163.com

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于2014年3—10月在河西走廊东中部武威市凉州区清源镇威龙葡萄园产区进行。该地区位于甘肃省石羊河流域中的黄羊河、杂木河和清源三大灌区相交汇的区域,地势平坦,属典型的大陆性干旱气候区,海拔2 104.6 m,阳光充足、干燥少雨、昼夜温差大,具有丰富的“冷资源”。年均气温7.7 ℃,多年平均降雨量为160 mm左右,年蒸发量2 020 mm,年日照时间达3 000 h以上。试验田土质为沙质壤土,pH值为7.9,体积质量为1.6 g/cm³,田间最大持水率(质量)为23.1%,耕层内(0~20 cm)有机物质量为1.428%,碱解氮量为59.2 mg/kg,速效磷量17.1 mg/kg,速效钾量197.4 mg/kg。同时,该地区正处于北纬30°~40°,是世界种植葡萄的“黄金地带”;地下水埋深为25~30 m。

1.2 试验设计

供试品种为梅鹿辄(Merlot),于2009年定植,南北行向,行距2.5 m,株距1.0 m,小区面积15.0 m×4.0 m。葡萄架式为单篱架,沿葡萄行每隔7.5 m竖立水泥支柱,其上拉3道镀锌铁丝,葡萄架高约为1.6 m。结合当地作物的生育进程,以全部葡萄植株的2/3出现各生育期的特征日期来划分生育期。试验划分5个生育期:萌芽期(5月8—18日)、抽蔓期(5月19日—6月11日)、开花期(6月12—20日)、浆果膨大期(6月21日—8月25日)、着色成熟期(8月26日—9月22日)。

采用单因素完全随机试验,灌水方式为调亏滴灌,每个生育期设3种水分梯度,常规灌溉(土壤水下限为田间持水率的70%~75%)、中度调亏灌溉(土壤水下限为田间持水率的60%~65%)、重度调亏灌溉(土壤水下限为田间持水率的50%~55%),灌水上限为田间持水率的80%~85%,为细化酿酒葡萄生育后期水分对果实生长发育的影响,在果实膨大期增设1个水分梯度(土壤水下限为田间持水率的80%~85%),共12个水分调控处理,每个处理设3次重复,共36个小区。灌水定额为270 m³/hm²,灌水次数不限,灌水时间根据土壤含水率确定。试验小区田间布置见表1所示。

表1 试验设计方案

处理	各阶段土壤含水率下限(占田间持水率的百分数)				
	萌芽期	抽蔓期	开花期	浆果膨大期	着色成熟期
MG	60%~65%	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%
MP	70%~75%	60%~65%	70%~75%	70%~75%	70%~75%
MF	70%~75%	70%~75%	60%~65%	70%~75%	70%~75%
ME	70%~75%	70%~75%	70%~75%	60%~65%	70%~75%
MC	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%	60%~65%
SG	50%~55%	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%
SP	70%~75%	50%~55%	70%~75%	70%~75%	70%~75%
SF	70%~75%	70%~75%	50%~55%	70%~75%	70%~75%
SE	70%~75%	70%~75%	70%~75%	50%~55%	70%~75%
SC	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%	50%~55%
AE	70%~75%	70%~75%	70%~75%	80%~85%	70%~75%
CK	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%	70%~75%

注 MG表示萌芽期中度亏水处理,MP表示抽蔓期中度亏水处理,MF表示开花期中度亏水处理,ME表示浆果膨大期中度亏水处理,MC表示着色成熟期中度亏水处理,SG表示萌芽期重度亏水处理,SP表示抽蔓期重度亏水处理,SF表示开花期重度亏水处理,SE表示浆果膨大期重度亏水处理,SC表示着色成熟期重度亏水处理,AE表示浆果膨大期丰水处理,CK表示各生育期正常供水处理。

试验采用井水灌溉,水表量水。采用滴灌灌水方式,灌水时间根据土壤含水率确定,灌水次数不限。根据作物的需水规律随时调整灌水定额。滴灌管采用分支控制法,即在每个小区都安装一个控制阀,随时控制该小区的灌水量,压力表和水表位于滴灌枢纽处,系统工作压力为0.1 MPa,滴灌管沿葡萄行铺设,在每株葡萄的东侧铺设滴灌管。

1.3 观测指标和测试方法

采用传统烘干称质量法测定土壤含水率。取样深度为100 cm,每20 cm为梯度进行采样测定。测定时间为每个生育期开始与结束时各测定1次,各次灌水前后以及降雨后加测。用土钻取样,铝盒封装,带回实

验室,105℃温度下烘干至恒质量(约8 h),然后测定土壤含水率。

采用水量平衡法计算葡萄耗水量,计算公式为:

$$ET_{I-II} = 10 \sum_{i=1}^n r_i H_i (W_{iI} - W_{iII}) + M + P + K - D, \quad (1)$$

式中: ET_{I-II} 为酿酒葡萄阶段耗水量(mm); i 为土层序号; n 为土层总数; r_i 为第 i 层土壤干体积质量(g/cm^3); H_i 为第 i 层土壤厚度(cm); W_{iI} 、 W_{iII} 分别为第 i 层土壤在该生育期阶段始末的质量含水率(%); M 、 P 分别为该生育期阶段内灌水量和降雨量(mm); K 为该生育期阶段内地下水补给量(mm); 试验区地下水埋深大于 10 m, 故 $K=0$; D 为阶段内排水量(mm), 试验区为干旱区, 故 $D=0$ 。

用微型蒸渗桶测定棵间蒸发量。将微型蒸渗桶随机埋于每个小区自然土中, 每天同一时间点称量蒸渗桶, 灌水前、灌水后加测, 蒸渗桶质量的变化即为每天的棵间蒸发量。

在酿酒葡萄成熟采收期, 对各处理随机选取并采摘 8 棵树的果穗, 用精度为 0.01 g 的电子秤进行称量, 取 3 个重复的平均值, 即为该处理的实际产量, 并换算为标准产量(kg/hm^2)。

1.4 数据分析统计

试验数据采用 SPSS 17.0 软件进行多重比较(LSD), Origin 8.0 制作图表。

2 结果与分析

2.1 全生育期内不同耕层土壤水分动态变化

从图 1~图 5 可以看出, 不同处理土壤含水率随时间变化趋势相一致。在萌芽期, MG 和 SG 处理 0~20 cm 土层含水率低于其他处理, 但随着土层深度的增加而逐渐增加, 60~80 cm 土层含水率趋于一致, 80~100 cm 土层水分略高于其他处理。MG 处理 0~60 cm 土层含水率介于 13.0%~14.4% 之间, 100 cm 土层含水率达到最大值, 为 33.51%; SG 处理土壤含水率随着土壤剖面的递增, 含水率也出现递增趋势, 但是仍以表层 0~20 cm 土壤剖面的土壤含水率最低, 仅为 11.52%, 至 100 cm 土壤剖面处, 含水率达到最大值, 为 32.15%; 在抽蔓期, MP、SP 处理 0~20 cm 土层含水率低于其他处理, 而所有处理 60~80 cm 土层含水率变化趋势和幅度几乎一致。MP 处理 0~60 cm 土层含水率介于 13.52%~15.60% 之间, 100 cm 土壤剖面处含水率达到最大值, 为 31.82%; SP 处理土壤含水率随着土壤剖面的递增, 含水率也出现递增趋势, 但是仍以 0~20 cm 土层含水率最低, 为 13.60%, 至 100 cm 土壤剖面处, 含水率达到最大值, 为 31.93%; 在开花期, MF 和 SF 处理的土壤含水率与其他处理变化趋势一致, 均随土层深度的增加而变大, 但处理 MF 和 SF 的变化幅度较小。该时期 MF 和 SP 处理 0~20 cm 土层含水率最低, 分别为 8.36% 和 7.53%, 至 100 cm 土壤剖面处, 含水率达到最大值, 分别为 32.18% 和 29.45%; 在浆果膨大期, ME 和 SE 处理也表现出类似的变化趋势, 而 AE 处理随着土层深度的增加, 土壤含水率也随着增加, 显著高于其他处理。ME 和 SE 处理 0~20 cm 土层含水率最低, 分别为 9.96% 和 9.14%, 至 100 cm 土壤剖面处, 含水率达到最大值, 分别为 28.03% 和 26.35%; 至着色成熟期, MC 和 SC 处理的土壤含水率低于其他处理, 但随着土层深度的增加, 其变幅越来越小, 最后趋于稳定。MC 处理 0~60 cm 土层含水率介于 11.40%~14.45% 之间, 在 100 cm 土层含水率达到最大值, 为 24.67%。SC 处理土壤含水率随着土壤剖面的递增, 含水率也出现递增趋势, 但是仍以 0~20 cm 土层含水率最低, 仅为 10.94%, 至 100 cm 土壤剖面处, 含水率达到最大值, 为 24.27%。

2.2 全生育期耗水规律变化

酿酒葡萄自萌芽期至着色成熟期全生育期耗水量总体呈“上升—下降—再上升—再下降”的变化趋势(图 6)。萌芽期气温低, 植株小, 持续时间短, 耗水量也低, 仅为 1.45~3.65 mm, 各处理间耗水量差异不大; 抽蔓期持续时间为 22 d, 该阶段新梢抽出, 气温逐渐升高, 耗水量也增高, 为 29.56~51.26 mm, MP、SP 处理的耗水量分别较 CK 低 19.7%、38.4%; 开花期持续时间最短, 仅为 9 d, 该时期酿酒葡萄进入生殖生长, 各处理耗水量较抽蔓期有所降低, 为 14.32~21.56 mm, MF、SF 处理的耗水量分别较 CK 低 21.4%、30.7%; 浆果膨大期植株生殖生长达到顶峰, 气温升至最高, 持续时间最长, 达 61 d, 耗水量陡增, 最高值达到 249.56 mm, ME、SE 处理的耗水量较 CK 差距开始增大, 分别比 CK 低 29.6%、42.1%, AE 处理的耗水量最高, 较 CK 高 17.8%; 着色成熟期酿酒葡萄营养生长基本停止, 生殖生长也变缓, 气温较浆果膨大期时有所降低, 各处理耗水量也降至 60.14~111.63 mm, MC、SC 处理的耗水量分别较 CK 低 25.8%、44.9%。

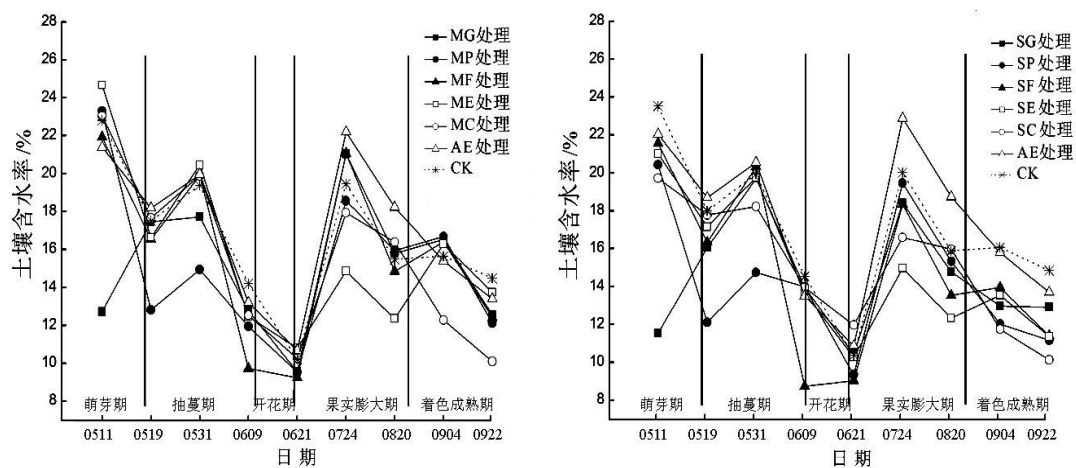


图1 全生育期内0~20 cm土层的土壤含水率变化

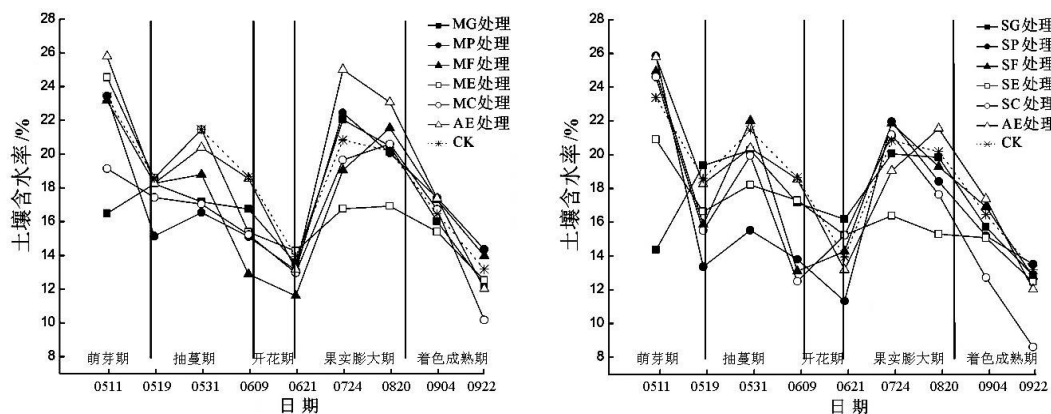


图2 全生育期内20~40 cm土层的土壤含水率变化

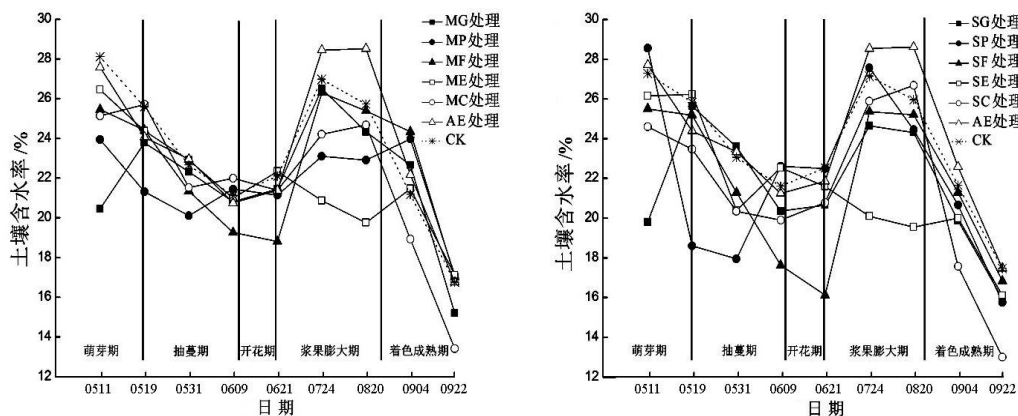


图3 全生育期内40~60 cm土层的土壤含水率变化

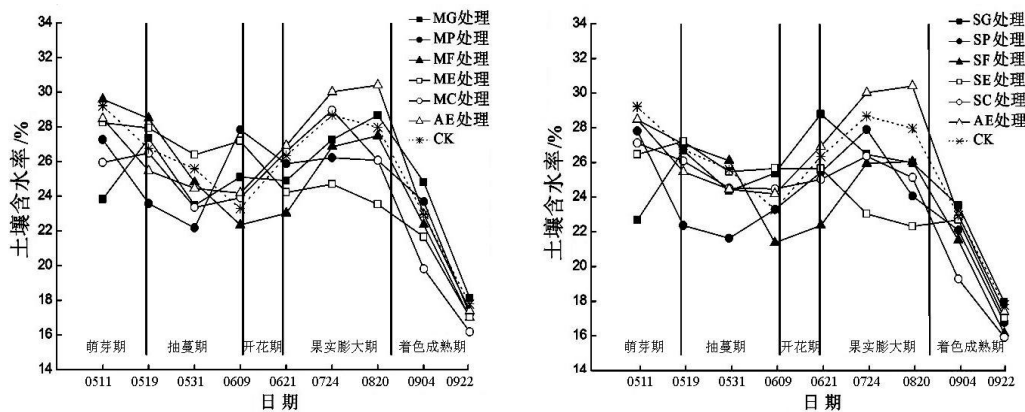


图4 全生育期内60~80 cm土层的土壤含水率变化

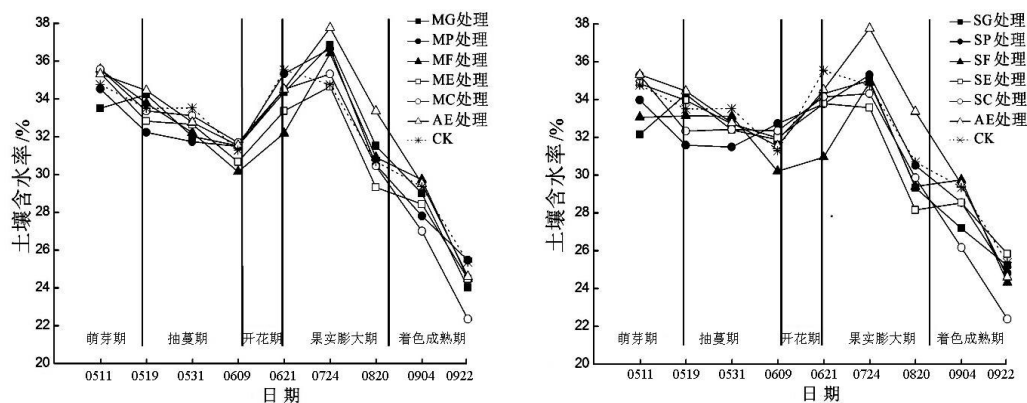
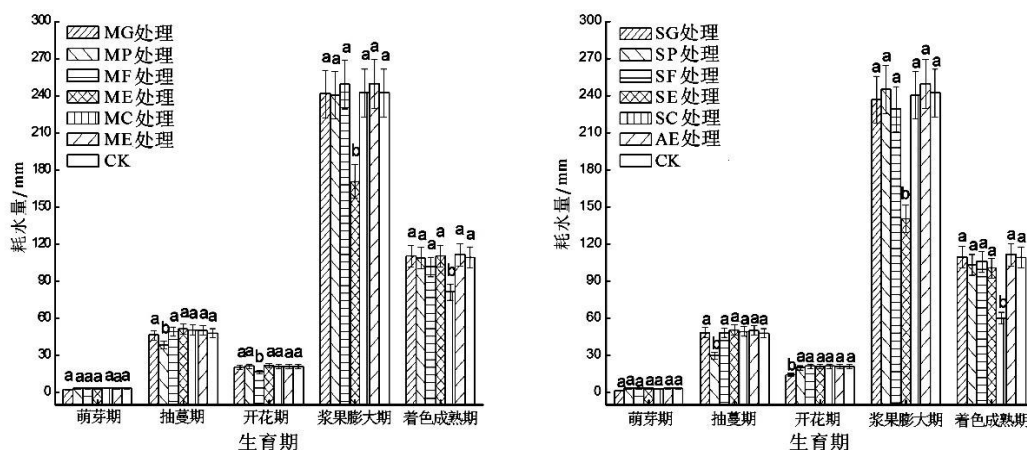


图5 全生育期内80~100 cm土层的土壤含水率变化



注 不同小写字母表示不同处理间达到0.05水平显著差异。

图6 酿酒葡萄各生育期耗水量动态变化

2.3 调亏灌溉对酿酒葡萄产量的影响

由表2可以看出,萌芽期中度亏水MG处理的产量最高,为15 228 kg/hm²,比CK高1.1%,但二者差异不显著,说明萌芽期中度亏水不会造成酿酒葡萄减产,还可以增加一定的节水效益;MP、MC、AE处理的产量与CK的产量无显著性差异,说明在抽蔓期和着色成熟期的中度调亏以及浆果膨大期的丰水处理对酿酒葡萄产量无显著性影响;MF、SG、SP、SF、SC处理的产量较CK分别显著降低了20.7%、22.6%、33.3%、35.7%、32.5%,这说明在开花期的中度亏水以及萌芽期、抽蔓期、开花期、着色成熟期的重度亏水会造成一定幅度的减产;ME与SE处理的产量最低,仅为8 586 kg/hm²和7 128 kg/hm²,较CK降低了43.1%和52.7%,ME与SE处理的产量与CK的差异显著,说明在浆果膨大期的中度、重度亏水会造成酿酒葡萄大幅减产。故酿酒葡萄在调亏灌溉时,浆果膨大期是最关键生育阶段,若该阶段土壤水分调控不适,则会造成产量降低。

表2 不同水分亏缺下酿酒葡萄产量指标和水分利用效率

处理	穗质量/g	穗数/(穗·株 ⁻¹)	单株产量/kg	产量/(kg·hm ⁻²)	水分利用效率/(kg·m ⁻³)
MG	182.24±17.86a	20.6±2.02a	3.76±0.45a	15 228±1 355.29a	3.62±0.35a
MP	178.36±15.52a	18.4±2.03ab	3.29±0.33a	13 324.5±1 399.07a	3.24±0.36ab
MF	165.26±17.85a	17.9±1.37ab	2.95±0.29a	11 947.5±1 027.49b	2.85±0.22ab
ME	140.21±14.30b	15.1±1.33b	2.12±0.23bc	8 586±661.12c	2.41±0.21b
MC	180.81±14.28a	18.7±1.85ab	3.38±0.26a	13 689±1 245.70a	3.44±0.34ab
SG	160.42±17.97a	18.0±1.38ab	2.88±0.25a	11 664±968.11b	2.84±0.22ab
SP	151.23±13.76ab	16.4±1.49ab	2.48±0.22b	10 044±1 205.28bc	2.50±0.23ab
SF	147.77±13.15ab	16.2±1.44ab	2.39±0.25b	9 679.5±967.95bc	2.38±0.21b
SE	121.31±12.74b	14.5±1.62b	1.76±0.15c	7 128±698.54c	2.26±0.25b
SC	170.21±14.64a	14.7±1.77b	2.51±0.19b	10 165.5±1 118.21bc	2.72±0.33ab
AE	180.75±19.34a	19.6±1.96ab	3.55±0.32a	14 377.5±1 107.07a	3.30±0.33ab
CK	190.25±16.65a	19.6±1.96a	3.72±0.31a	15 066±1 325.81a	3.56±0.32a

注 不同小写字母表示不同处理间达到0.05水平显著差异,下同。

2.4 调亏灌溉下酿酒葡萄产量与水分利用效率的关系

2.4.1 调亏灌溉对酿酒葡萄水分利用效率的影响

根据表2可得, MG处理的水分利用效率最高, 较CK高1.7%, MP、MF、MC、SG、SP、SC、AE处理的水分利用效率略低于CK, 但与CK差异不显著, 说明在萌芽期、抽蔓期、开花期的适当的亏水可提高水分利用效率。ME、SF、SE处理的水分利用效率较低, 分别比CK降低了32.3%、33.1%、36.5%, 与CK差异显著, 说明在浆果膨大期亏水不但降低了水分利用效率, 而且造成酿酒葡萄减产, 故酿酒葡萄栽培在浆果膨大期进行水分调亏不利于产量形成。

2.4.2 酿酒葡萄各阶段水分生产函数

在供水不足的情况下, 允许酿酒葡萄某一生育阶段遭受一定程度的水分亏缺, 把有限的灌溉水量灌到对酿酒葡萄产量贡献最大的生育时段, 以确保获得最佳的总产量和效益。要求不仅将有限的灌溉水量均匀地分配在整个生长期, 还应必须考虑供水量在各生育阶段的最佳分配^[8], 这就需要确定酿酒葡萄各生育期需水的关键性, 即找出酿酒葡萄对水分敏感性最高的生育期, 以确定酿酒葡萄控水调质灌溉制度。通过用国际上公认的比较完善的Jensen模型和Blank模型来分析酿酒葡萄的水分生产函数^[9], 确定酿酒葡萄的水分敏感指(系)数。

Jensen 模型:
$$\frac{Y}{Y_m} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{ET_i}{ET_{mi}} \right)^{\lambda_i}, \quad (2)$$

Blank 模型:
$$\frac{Y}{Y_m} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \frac{ET_i}{ET_{mi}}, \quad (3)$$

式中: Y 为各处理条件下实际产量(kg/hm^2); Y_m 为正常灌溉处理下产量(kg/hm^2); ET 为各处理条件下实际蒸发蒸腾量(mm); ET_m 为正常灌溉处理下蒸发蒸腾量(mm); i 为阶段编号; n 为建立模型的阶段总数, 试验中取11; λ 、 A 为酿酒葡萄产量对缺水的敏感指数、敏感系数。

由(2)式得:
$$\ln \frac{Y}{Y_m} = \sum_{i=1}^n \ln \frac{ET_i}{ET_{mi}} \cdot \lambda_i. \quad (4)$$

对于式(4), 令 $Z = \ln \frac{Y}{Y_m}$, $X_i = \ln \frac{ET_i}{ET_{mi}}$, $K_i = \lambda_i$; 对于(3)式, 令 $Z = \frac{Y}{Y_m}$, $X_i = \frac{ET_i}{ET_{mi}}$, $K_i = A_i$; 对于式(2)、式(3)均可统一划成线性公式:

$$Z = \sum_{i=1}^n K_i X_i. \quad (5)$$

只是对于2个模型来说, Z 、 K_i 及 X_i 所代表的内容不同。若用 m 个处理, 可得 j 组 $X_{ij} \cdot Z_j (j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n)$, 采用最小二乘法, 可求得满足下式的 K_i 值。

$$\min \theta = \sum_{j=1}^m (Z_j - \sum_{i=1}^n K_i X_{ij})^2. \quad (6)$$

令 $\frac{\partial \theta}{\partial K_i} = 0$, 即 $-2 \sum_{j=1}^m (Z_j - \sum_{i=1}^n K_i X_{ij}) \cdot X_{ij} = 0$; 可得一组线性联立方程组:

$$\begin{aligned} L_{11}K_1 + L_{12}K_2 + \dots + L_{1n}K_n &= L_{1z}, \\ L_{21}K_1 + L_{22}K_2 + \dots + L_{2n}K_n &= L_{2z}, \\ &\dots\dots\dots \\ L_{n1}K_1 + L_{n2}K_2 + \dots + L_{nn}K_n &= L_{nz}, \end{aligned} \quad (7)$$

式中: $L_{ik} = \sum_{j=1}^m X_{ij} \cdot X_{kj}$, ($k=1, 2, 3, \dots, n$); $L_{iz} = \sum_{j=1}^m X_{ij} \cdot Z_j$, ($k=1, 2, 3, \dots, n$)。

相关系数:
$$R = \left[\frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot L_{i, n+1}}{L_{i, n+1}} \right]^{1/2}. \quad (8)$$

解联立方程组(7), 求得 K_i , 根据式(8)得出 R , 并按照2个模型中原来令 Z 、 X_i 和 K_i 分别代表的内容, 可得出 l_i 和 A_i 值, 见表3。

表3 2种水分生产函数模型的指数或系数值

敏感值	萌芽期	抽蔓期	开花期	浆果膨大期	着色成熟期	R
λ	0.091	0.169	0.366	0.925	0.206	0.814
A	0.027	0.275	-0.298	1.570	0.377	0.786

由表3可知,酿酒葡萄的水分敏感指数最大出现在浆果膨大期,其次是开花期、着色成熟期、抽蔓期,其中萌芽期的敏感指数最小。这表明,在酿酒葡萄萌芽期进行一定程度的调亏灌溉,对最终的产量影响最小。在Blank模型中,出现了一个负值,这可能是由于该生育阶段的控水并未达到最佳状态,另外Blank加法模型认为各生育期亏水对产量的影响是相互独立的,即对于产量的总影响可分别由各生育期缺水的影响相加合成,若在某个生育期酿酒葡萄受旱而死亡绝产,该种情况下仍能算出产量,这与实际是不相符的。实际上酿酒葡萄在某个生育期缺水时,不仅对该段生育期的生长发育产生一定影响,而且会影响到以后各生育期的生长,最终表现为产量的降低。对于产量目标而言,Blank模型相对于乘法模型表现出迟钝反应状态。而Jensen模型克服了这种不合理的缺陷,同时Jensen模型在理论上的有效性在于各生育期缺水时乘函数假定的成立,即认为每个生育期缺水不仅对本生育期产生影响,而且经过连乘式的数学关系反应多个生育期缺水对产量的总影响,Jensen模型在于用相乘函数式考虑了多个生育期的相互影响,对总产量的反应灵敏度高。故在酿酒葡萄调亏灌溉中,Jensen模型较为合理。

3 结 论

1)各生育期的调亏处理土壤含水率明显低于CK,随着土层深度的增加,土壤含水率变化幅度变小,各生育期的调亏处理对土壤含水率的影响也减弱。

2)酿酒葡萄耗水量大小依次为:浆果膨大期>着色成熟期>抽蔓期>开花期>萌芽期;说明在浆果膨大期,酿酒葡萄耗水量最大,故浆果膨大期是控制土壤水分的关键生育期。

3)在萌芽期、抽蔓期及着色成熟期的中度、重度调亏处理不会造成酿酒葡萄减产,而浆果膨大期的中度、重度调亏处理会造成酿酒葡萄不同程度的减产。当供水量较低时,酿酒葡萄供水越多,产量越高,但当供水超过一定限度时,产量不再增加,有时甚至减产。通过研究酿酒葡萄水分生产函数发现,在该试验中,Jensen模型较Blank模型更为合理,且酿酒葡萄水分敏感系数按照浆果膨大期、着色成熟期、开花期、抽蔓期、萌芽期依次递减,其与耗水规律基本吻合。

然而,试验仅以5a龄期的酿酒葡萄树作为一种试验材料,对其他龄期或品种的酿酒葡萄树是否在耗水特征等指标上仍然表现出类似的结果,还有待拓展探究。并且当气候条件、土壤条件、种植结构发生变化时,酿酒葡萄的水分生产函数是否表现出同一规律,仍需在生产实践中进一步去验证。

参考文献:

- [1] 何进宇,田军仓,马波,等.膜下滴灌旱作水稻水分生产函数研究[J].西北农业学报,2015,24(11):41-49.
- [2] KIRDA C. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance[C]// Rome:FAO, Water Reports 22, 2002: 102-103.
- [3] 胡顺军,王仰仁,康绍忠,等.棉花水分生产函数Jensen模型敏感指数累积函数研究[J].沈阳农业大学学报,2004,35(Z1):423-425.
- [4] 程卫国,卢文喜,安永凯.吉林省水稻水分生产函数模型的适应性研究[J].灌溉排水学报,2014,34(2):61-66.
- [5] 郑文生,张桂珍,张忠学,等.黑龙江省西部半干旱区玉米水分生产函数建模与评价[J].东北农业大学学报,2011,42(1):61-65.
- [6] 翟胜,梁银丽,王巨媛,等.干旱半干旱地区日光温室黄瓜水分生产函数的研究[J].农业工程学报,2005,21(4):136-138.
- [7] 王加蓬,蔡焕杰,王健,等.温室膜下滴灌甜瓜需水量与水分生产函数研究[J].灌溉排水学报,2009,28(2):45-47.
- [8] 陈亚新,康绍忠.非充分灌溉原理[M].北京:水利电力出版社,1995.
- [9] 施炯林,郭忠,贾生海.节水灌溉技术[M].兰州:甘肃民族出版社,2003.

Effects of Regulated Deficit Irrigation on Wine Grape Water Consumption Characteristics and Water Production Function

KONG Weiping¹, YU Shengzhi¹, WANG Haifeng¹, HUANG Tao¹, HOU Yun¹,
TANG Li¹, ZHANG Qi¹, LIU Yan¹, CHENG Ziyong²

(1. Water Supplies Bureau, Yumen 735200, China;

2. School of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: To determine the wine grape water production function, the experiment was performed by using water deficit irrigation in different growth periods of wine grape to research the effects of soil water conditions on water consumption and yield at different growth period of wine grape, the field soil water content, water consumption, yield and water use efficiency with drip irrigation were studied, and Merlot was used as test material. The results showed that the effects of soil water deficit on yield were related with growth periods of wine grapes. The effect of water deficit at the berry enlargement period was the largest on yield, and then followed by florescence period, coloring maturity period and pumping vine period, and germination period. Comparing the Blank model with Jensen model, it was concluded that Jensen model was more reasonable. Then the water sensitivity index was calculated by the Jensen model. The order was berry enlargement period > florescence period > coloring maturity period > pumping vine period > germination period, which was similar to the water consumption. Maintaining soil moisture between 60%~65% of field water capacity would not reduce the yield at germination period, pumping vine period and coloring maturity period, and well watered at berry enlargement period would get high yield with good water use efficiency.

Key words: regulated deficit irrigation; wine grape; water consumption characteristics; water production function

责任编辑:陆红飞