

DOI:10.11937/bfyy.201620011

灌水上限对大棚滴灌葡萄土壤水分和产量品质的影响

崔德芹¹, 黄金林^{1,2}, 李恩彪¹

(1. 吉林农业科技学院 水利与土木工程学院, 吉林 吉林 132101; 2. 吉林工程职业学院 建筑工程分院, 吉林 四平 136001)

摘要:以“碧香无核”葡萄为试材,采用 $U_{14}(7^4)$ 均匀设计方法,研究了生育期不同灌水上限和灌水量对葡萄田间土壤水分动态、产量和品质的影响,以期探索吉林地区设施滴灌条件下适宜葡萄各生育期生长的灌水上限。结果表明:土壤含水率在葡萄新梢生长期、果实膨大期、果实成熟期变化趋势基本一致,各处理根层(0~20 cm)土壤含水量变化较大,随着生育进程的推进逐渐趋于稳定但差别仍较大;处理V(灌水量为 462.9 mm)产量最低($2\,333.3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$),其余各处理较对照(CK)增产显著,处理IV(灌水量为 755.0 mm)增产效果最好,其次为处理I(759.0 mm),产量分别比 CK 提高了 73.1%和 72.0%;不同处理间的可溶性糖和可溶性蛋白质含量差异不显著,可溶性糖含量处理V最高,处理IV次之;维生素C含量处理I最高,处理IV次之,CK(100%FC)最低。综合分析,处理IV即萌芽展叶期 75%FC、新梢生长期 60%FC、果实膨大期 85%FC、果实成熟期 70%FC 时有利于葡萄产量的增加和品质的提高。

关键词:滴灌;葡萄;土壤水分;产量;品质**中图分类号:**S 663.126.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0040-04

目前,设施葡萄由于大多采用大水漫灌、沟灌等传统的灌水方式进行灌溉,同时加上化肥的大量施用,引

起了土壤退化、果实品质下降、病虫害多发等许多问题,而滴灌技术的应用在一定程度上缓解了设施果蔬存在的上述问题。土壤水分状况是影响葡萄生长的重要因子之一。因此,可以通过适度调节葡萄生长的水分状况,达到调节果实代谢,从而达到改善葡萄品质的目的^[1-2]。房玉林等^[3]对调亏灌溉条件下的葡萄生长和品质进行了研究,结果表明调亏灌溉能有效的提高葡萄品质;刘洪光等^[4]研究得出葡萄不同生育期调亏后可以获得补

第一作者简介:崔德芹(1970-),女,硕士,副教授,研究方向为水利水电工程及节水灌溉。E-mail:274773191@qq.com.

责任作者:黄金林(1963-),男,博士,教授,硕士生导师,研究方向为水利水电工程及节水灌溉。E-mail:hjlcit@126.com.

基金项目:吉林省科技发展计划资助项目(20140101135JC)。

收稿日期:2016-07-18

Effect of Forchlorfenuron and Chlorobenzene Oxygen Ethanoic Acid Sodium on Growth of Cucumber Fruit

ZHANG Zuobiao, XU Chunmei, LIU Jinglan

(Department of Horticulture, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

Abstract: 10 mg · L⁻¹ forchlorfenuron and 100 mg · L⁻¹ chlorobenzene oxygen ethanoic acid sodium were used by dipping flower with three types of cucumber. The effect of forchlorfenuron and chlorobenzene oxygen ethanoic acid sodium on fruit growth of cucumber was contrastively analyzed. The results showed that there were no significant difference under forchlorfenuron and chlorobenzene oxygen ethanoic acid treatments on length, diameter, and growth quality. Ratios of the roughness and the fruit growth of 'Longzao No. 1' cucumber under treatments were as follows, one day before flowering > flowering day > one day after flowering. The content of soluble solids, vitamin C, dry matter contents were more than CK, and forchlorfenuron treatment had significant difference compared with CK.

Keywords: cucumber; hormone; dipping flower; growth; quality

偿生长效应从而增加产量;王永杰等^[5]在极端干旱区粘壤土条件下研究表明葡萄适时控制灌溉的理想深度为 20 cm,从而达到节水的效应;而对于不同水分上限条件下葡萄土壤水分及产量和品质的影响研究较少。现以“碧香无核”葡萄为试材,研究设施滴灌条件下不同土壤水分上限处理下的灌溉量对葡萄产量和品质的影响,探求适合吉林地区大棚滴灌葡萄栽培的土壤水分上限,以期对葡萄进行合理的节水灌溉、高产优质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于吉林农业科技学院左家校区(东经 125°59′~126°16′,北纬 43°57′~44°08′),属于温带季风气候区,四季分明,夏季温热多雨,冬季寒冷干燥,全年平均降水量 650~750 mm。在试验区共设置 7、8 号 2 栋独立大棚,每个大棚面积为 400 m²,大棚间距 5 m;各大棚分别布置 27 垄,每垄 1 条滴灌带,行间距 1.5 m,株间距 0.5 m;除此之外,还布设有水分、土壤温度、二氧化碳等传感器。土壤为轻壤土,耕作层土壤平均容重 1.22 g·cm⁻³,田间持水率 36%(体积含水率),有机质含量 2.15%,全氮量 0.124%,全磷量 0.064 3%,全钾量 2.075%。

1.2 试验材料

供试葡萄品种为“碧香无核”。

1.3 试验方法

滴灌试验采用 U₁₄(7⁴)均匀设计,共设 7 个处理,同时设置对照(CK),各处理重复 2 次,共设置 16 个小区,小区面积为 15 m²;其中 7 号大棚的 1~8 小区和 8 号大棚的 9~16 小区分别对应处理 I~CK(表 1),为了防止各小区之间水分相互影响,对各小区周围进行隔水处理。试验于 2015 年 4 月 15 日开始,8 月 13 日结束,整个生育周期共 120 d。其中花期不宜灌水,否则会加剧生理落果,故各处理花期田间相对含水率均控制在 60%FC~70%FC 范围内;而在其余生育期分别设置不同的水分控制上限。当 CK 的含水率降至 90%FC 时,其余各处理进行灌溉,分别灌溉到各处理的水分控制上限(表 1)。

表 1 7、8 号大棚不同试验处理水分控制上限

Table 1 Water control limit of different treatments on No. 7,8 greenhouses %FC

小区号 Plot ID	处理 Treatment	萌芽展叶期 Sprout leaves period	新梢生长期 New shoot period	果实膨大期 Developing fruit period	果实成熟期 Fruit ripe period
9/1	I	60	65	70	90
10/2	II	65	75	90	85
11/3	III	70	90	65	75
12/4	IV	75	60	85	70
13/5	V	85	70	60	65
14/6	VI	90	85	75	60
15/7	VII	90	85	75	70
16/8	CK	100	100	100	100

1.4 项目测定

土壤含水率采用土壤水分传感器测定,观测深度为 0~40 cm,一般每 3~6 d 测定 1 次,灌水前后以及各生育期始末加测 1 次;田间持水率采用威尔科克斯(WILCOX)法测定;当果实成熟后,各小区随机选取 3 株葡萄测定其单粒质量并折算成总产量;维生素 C 含量采用二甲苯萃取比色法测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[6-7]。

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 处理试验数据作图并进行相关数据统计,采用最小显著差法对产量和品质数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理葡萄田间土壤水分动态变化

张新宁等^[8]研究结果表明,在 0~40 cm 葡萄根系占全部吸收根量的 80.42%,该试验于 2014 年冬天定植,根系分布较浅,因而只研究根层 0~20 cm 土层内的含水率;同时由于萌芽展叶期和花期时间较短,控水对土壤含水率影响不显著^[9],因此只研究葡萄其它 3 个生育期的田间土壤水分动态变化。

滴灌条件下,0~20 cm 土壤含水率起伏较大,新梢生长期主要根系活动层深度为 20~30 cm。从图 1 可以看出,新梢生长期 20 d 后,各处理土壤含水量大致呈先下降后上升再趋于基本稳定的变化趋势,但各处理土壤含水率的变化趋势显著。这是由于新梢生长期葡萄枝叶处于生长初期,植株蒸腾作用较弱,同时气温较低引起土壤表面蒸发量少,植株对水分需求量较低,因此,各处理土壤含水率相对较高;处理 I 灌溉定额 357 mm 较大,土壤含水率高于其它处理。随着生育期的推进,植株消耗了部分的田间储水量,因而土壤含水率随之降低,这一时期应适当加大灌水量;灌水后各处理土壤含水量随之增加,但处理 II、III 土壤含水量保持最低,分析原因可能是新梢生长后期葡萄正处于枝条生长旺盛期,对水分需求量大,同时萌芽展叶期灌溉量较其它处理低,分别为 24 mm 和 32 mm,因此应适当增加灌水定额;此后

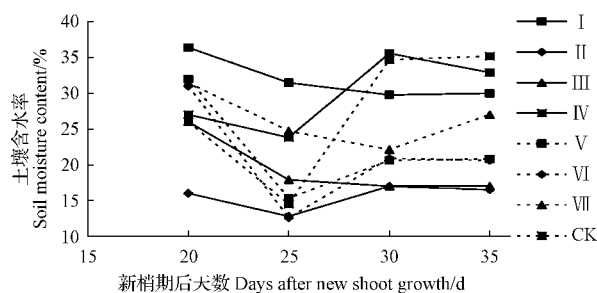


图 1 葡萄新梢生长期的田间土壤水分动态

Fig. 1 Soil moisture dynamic of grape new shoot period

各处理土壤含水量基本保持稳定但各处理差异较大,对照处理 CK 由于灌溉定额 204 mm 较大,因而后期土壤含水量较其它处理相对较高。

从图 2 可以看出,葡萄果实膨大期开始,各处理 0~20 cm 土壤含水量变化仍然较大,10 d 后,各处理(Ⅱ、Ⅲ处理除外)的土壤含水量差别变小,说明此时的灌水量已经基本上满足了田间耗水;后期差别又有增大趋势。处理Ⅵ虽然灌水定额与处理Ⅶ相同,但是由于新梢生长期灌水定额较处理Ⅶ少 10%,因而土壤含水率降低;对照处理 CK 由于采取 100%FC 灌溉,因而始终保持较高的土壤含水率。处理Ⅱ、Ⅲ土壤含水率仅为 15%左右,与其灌水定额为 175 mm 和 207 mm 较少有关,因此应适当增加灌水定额。

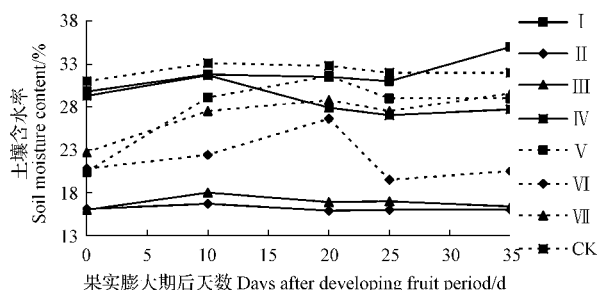


图 2 葡萄果实膨大期的田间土壤水分动态

Fig. 2 Soil moisture dynamic of grape developing fruit period

由图 3 可知,葡萄进入果实成熟期后,各处理 0~20 cm 土壤含水量随时间变化基本保持稳定,说明这一时期的灌水量已基本能满足田间耗水量,此时葡萄的根系停止发育,需水量减少^[8],但各处理间的土壤含水量差别仍较大。和处理Ⅵ相比,处理Ⅰ土壤含水量明显偏大,这是由于处理Ⅰ前期的灌水定额是处理Ⅵ的 2.2 倍;处理Ⅱ、Ⅲ土壤含水量最小,因为该时期葡萄叶片开始脱

落,植株间遮蔽作用减弱,导致土壤蒸发量增大,同时灌溉定额相对较小,分别为 111 mm 和 132 mm,而膨大期分别为 175 mm 和 207 mm,也是各处理中灌溉量较小的,说明果实膨大期植株对水分需求较为敏感,生育期前期土壤水分的亏缺对后期土壤含水率的影响较大。

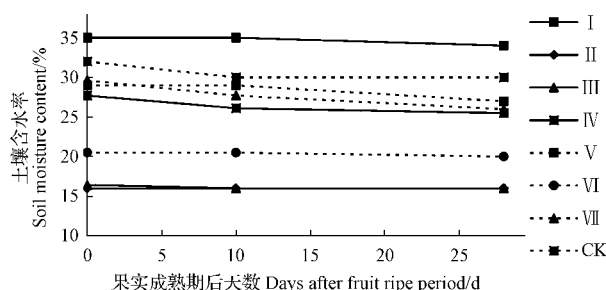


图 3 葡萄果实成熟期的田间土壤水分动态

Fig. 3 Soil moisture dynamic of grape fruit ripe period

2.2 不同水分处理对葡萄产量和果实品质的影响

由表 2 可知,不同处理间的可溶性糖和可溶性蛋白质含量不存在显著差异;而Ⅰ处理维生素 C 含量和Ⅴ处理、Ⅶ处理、CK 差异显著,在成熟期,随着土壤水分控制上限的降低,可溶性糖和可溶性蛋白质含量基本呈“降低-升高-降低-升高-降低”的趋势,最大值分别出现在Ⅴ和Ⅶ处理,结果表明适当减少灌溉水量(Ⅴ处理和Ⅶ处理成熟期土壤水分控制上限在 65%FC 和 70%FC),可以提高葡萄的可溶性糖和可溶性蛋白质含量;维生素 C 含量则正好相反,基本呈“升高-降低-升高-降低-升高”的趋势,最大值出现在处理Ⅰ,最小值出现在 CK,即全生育期均采取 100%FC 充分灌溉,结果反而导致葡萄维生素 C 含量最低。

表 2

不同处理的葡萄产量和品质

Table 2

Yield and quality of grape in different processing

处理 Treatment	单粒质量 Single fruit weight /g	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)	灌水 Irrigation water quantity /mm	可溶性糖含量 Soluble sugar content /(×10 ⁻² mg·g ⁻¹)	维生素 C 含量 Vitamin C content /(×10 ⁻² mg·g ⁻¹)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(×10 ⁻² mg·g ⁻¹)
I	2.960a	5 333.3ab	759.0	1.54a	75.36a	3 619.06a
II	2.766a	4 066.7de	774.0	1.79a	49.42abcde	3 930.49a
III	2.893a	3 933.3de	618.0	1.50a	58.93abcd	3 260.54a
IV	2.641a	5 366.7a	755.0	1.88a	61.75ab	3 700.44a
V	2.224a	2 333.3f	462.9	1.91a	45.20bcdefg	4 110.09a
VI	2.950a	4 100.0d	679.5	1.69a	60.13abc	4 013.49a
VII	2.486a	4 933.3abc	683.0	1.68a	48.08bcdef	4 335.88a
CK	2.606a	3 100.0f	842.0	1.79a	41.35bcdefgh	4 051.80a

随着灌溉水量的增加,Ⅰ、Ⅳ、Ⅶ处理产量与其它处理差异显著,当灌溉量为 755.0 mm 时,Ⅳ处理产量达到最大(5 366.7 kg·hm⁻²);各处理的产量分别比对照(CK)提高 72.0%、31.2%、26.9%、73.1%、-24.7%、

32.3%和 59.1%,其中处理Ⅳ增产幅度最大(73.1%),Ⅰ处理次之(72.0%),由此可见,灌水量过低或过高均不利于葡萄植株对水分的吸收和利用,从而造成减产。通过表 2 分析,建立了葡萄产量(Y)与灌水量(X)的拟合方程

为 $Y = -0.0495X^2 + 68.477X - 18961$, $R^2 = 0.686$ ($P < 0.05$), 可知产量和灌水量呈近似抛物线关系, 适当提高灌水量可以提高葡萄产量, 但是当灌水量增加到一定量时, 产量却随灌水量的增加而减少, 这与已有研究结果^[4-5,10]一致。

3 结论与讨论

果实膨大期植株对水分需求较为敏感, 新梢生长期土壤水分的亏缺对后期土壤含水率的影响较大, 随着生育期的推进各处理土壤含水率逐渐趋于稳定; 随灌水量的增加, 产量表现出先增加后降低的趋势, 其中处理Ⅳ(灌水量 755.0 mm)较为理想, 增产幅度最高达 73.1%, 处理Ⅰ次之; 当新梢生长期 70%FC、果实膨大期 60%FC、成熟期 65%FC 时(处理Ⅴ)可以提高葡萄的可溶性糖和可溶性蛋白质质量分数, 但产量最低($2\,333.3\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); 维生素 C 含量 CK 最低($41.35 \times 10^{-2}\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), 处理Ⅴ次之; 适宜的水分亏缺可以改善葡萄的品质, 处理Ⅴ因全生育期灌溉量最少(462.9 mm)造成了葡萄的严重减产; 因处理Ⅳ(755.0 mm)产量最高($5\,366.7\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), 可溶性糖和维生素 C 含量较高, 综合考虑高产优质, 处理Ⅳ较为理想; 因葡萄第一年种植根系较浅, 田间土壤水分的变化受土壤水分传感器试验数据的影响较大, 动态规律还不太明确, 同时葡萄以鲜食为主, 因此在注重产

量最高的同时, 进一步研究不同灌溉上、下限对葡萄生长、品质方面的影响。

参考文献

- [1] PETERLUNGER E, SIVILOTTI P, BONETTO C, et al. Water stress induces changes in polyphenol concentration in Merlot grape and wines[J]. Rivistadi Viticolturaedi Enologia, 2002(1): 51-66.
- [2] OJEDA H, ANDARY C, KRAEVA E, et al. Influence of pre-and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2002, 53: 261-267.
- [3] 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.
- [4] 刘洪光, 何新林, 王雅琴. 调亏灌溉对滴灌葡萄耗水规律及产量的影响研究[J]. 灌溉排水学报, 2010, 29(6): 109-111.
- [5] 王永杰, 张江辉, 王全九, 等. 极端干旱区滴灌葡萄适时控制灌溉试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2013, 32(3): 101-104.
- [6] 李畅, 苏家乐, 刘晓青, 等. 不同敏感型一品红品种对⁶⁰Coγ线辐照诱变的生理响应[J]. 扬州大学学报, 2009, 31(4): 95-98.
- [7] 隋岩, 冯志文, 王翠玲, 等. 水肥耦合对设施草莓生长、产量品质及水分利用效率的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2011, 42(3): 369-375.
- [8] 张新宁, 杨东芳, 赵健. 滴灌条件下葡萄根系分布的研究初报[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(6): 16-18.
- [9] 罗永华. 滴灌条件下设施葡萄生长特性及灌溉制度研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.
- [10] 王振华, 权利双, 何建斌. 极端干旱区水肥耦合对滴灌葡萄耗水及产量的影响[J]. 节水灌溉, 2014(6): 13-16.

Influences of Different Water Control Limit on Soil Moisture, Yield and Quality of Grape in Greenhouse

CUI Deqin¹, HUANG Jinlin^{1,2}, LI Enbiao¹

(1. Water Conservancy and Civil Engineering Institute, Jilin Agriculture Sciences and Technology College, Jilin, Jilin 132101; 2. Architectural Engineering Institute, Jilin Engineering Vocational College, Siping, Jilin 136001)

Abstract: Taking 'Bixiang Seedless' grape as test material, the U_{14} (7^4) principle of uniform design was used to set up the experimental programs to study the effects of irrigation upper limit and irrigation water amount on soil water dynamics and yield and quality in order to explore the best irrigation upper limit for the growth of grape in plastic greenhouse in Jilin. The results showed that the soil moisture content in the grape growing of new shoot period, developing fruit period, fruit ripe period had almost the same change trend, root layer (0—20 cm) soil moisture content change was bigger, then tended to be stable gradually but the difference was larger with the advancement of growth period; treatment Ⅴ irrigation amount 462.9 mm yield was the lowest ($2\,333.3\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), the rest of the various treatments increased significantly than CK, the highest yield appeared in Ⅳ treatment (irrigation water 755.0 mm) and followed by treatment Ⅰ (irrigation amount 759.0 mm), by 73.1% and 72.0% higher than that of CK respectively; the content of soluble sugar and soluble protein between different treatments had not significant difference, the soluble sugar content was the highest in treatment Ⅴ and followed by treatment Ⅳ; the vitamin C content was the highest in treatment Ⅰ and followed by treatment Ⅳ, CK was the lowest. To sum up, the treatment Ⅳ of sprout leaves period 75%FC, new shoot period 60%FC, developing fruit period 85%FC, fruit ripe period 70%FC was beneficial to the improvement of the yield and quality.

Keywords: drip irrigation; grape; soil moisture; yield; quality