

殷 飞,黄金林,胡宇祥. 葡萄大棚滴灌耗水规律研究[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):233-236.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.063

葡萄大棚滴灌耗水规律研究

殷 飞¹,黄金林^{1,2},胡宇祥¹

(1. 吉林农业科技学院,吉林吉林 132101; 2. 吉林工程职业学院,吉林四平 136001)

摘要:采用 U¹¹ (64) 均匀设计原理,对葡萄不同生育期分别设置灌水上限,分析不同灌水量处理对葡萄耗水规律、产量及水分利用效率的影响。试验结果表明,全生育期各处理耗水量均随灌水量的增加而增加,耗水强度与灌水定额呈正相关关系,其中新梢生长期和果实膨大期为需水关键期,耗水强度最大达 12.3 mm/d (408 mm) 和 8.3 mm/d (320 mm);当以上 2 个生育期水分控制上限分别为田间持水率 (FC) 的 60% 和 85% 时有利于葡萄植株生长和产量提高,其中全生育期灌溉 755 mm (处理 IV) 产量最大,达 5 366.7 kg/hm²,且水分利用效率最高,达 7.11 kg/(hm²·mm)。适宜大棚滴灌葡萄的灌溉制度参数:灌溉定额为 755 mm,灌水周期为 2 d,整个生育期灌水 60 次。

关键词:滴灌;耗水规律;灌溉制度;产量;水分利用效率

中图分类号: S663.107 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0233-03

发展设施果蔬已成为农民致富的一种有效途径,但因设施内环境条件与生长发育表现出不同于露地栽培^[1],加上大量施用化肥、大水漫灌引起的土壤退化、果实品质下降等问题,滴灌技术的应用在一定程度上缓解了设施果蔬存在的这些问题。设施葡萄作为一种高效栽培模式,许多学者对其栽培技术进行了研究^[2-5]。目前,滴灌在设施葡萄中的应用研究主要集中在生育期设置不同灌水定额对葡萄产量和生理指标的影响^[6-9],设置不同灌水下限对葡萄耗水规律及产量的影响^[10-11]等方面,而关于不同生育期控制灌溉上限对葡萄耗水规律、产量及水分利用效率的研究报道则并不多见。如何通过确定不同生育期的灌水上限制定合理的灌溉制度,提高水分利用效率和产量是生产需要解决的问题。因此,本试验以吉林碧香无核葡萄为材料,研究大棚滴灌条件下不同水分控制上限及灌水量对葡萄生育期的耗水规律、产量以及水分利用效率的影响效应,为设施葡萄进行合理滴灌从而实现高产高效提供依据。

1 材料与与方法

1.1 试验区概况

本试验在吉林省吉林农业科技学院左家校区 (125°59′ ~ 126°16′E,43°57′ ~ 44°08′N) 内完成。试验区地处温带季风气候区,四季分明,夏季温热多雨,冬季寒冷干燥。年平均气温 3.9℃,1 月气温在 -18 ~ -20℃;7 月气温在 21 ~ 23℃。全年降水量 650 ~ 750 mm,日照时数 2 300 ~ 2 500 h。土壤质地为轻壤土,耕作层平均密度为 1.22 g/cm³,田间持水率为 36% (体积),土壤有机质质量分数为 2.15%,全氮含量为

0.124%,全磷含量为 0.064%,全钾含量为 2.075%。

1.2 试验设计

供试葡萄品种为多年生碧香无核,试验共设置 2 栋独立大棚,大棚间距 5 m,每个大棚 400 m² (50 m × 8 m),共布置 27 垄,行距 1.5 m,株距 0.5 m。采用滴灌系统,有水源接入,每垄 1 条滴灌带,可以通过水分传感器单独进行水量控制,滴头间距 0.3 m,滴头流量 2.6 L/h,工作压力 0.2 MPa。具体布置如图 1 所示。

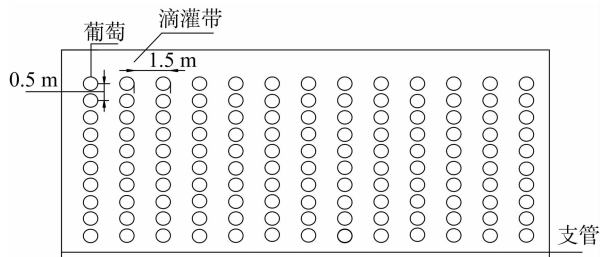


图1 葡萄滴灌带布置示意

因均匀试验设计能够大幅度地减少试验次数,缩短试验周期,从而大量节约人工和费用,因此滴灌试验采用 U¹¹ (64) 均匀设计,共设 7 个处理,同时设置对照 (CK)。2 个大棚中共设置 16 个小区,每个小区面积为 15 m²,小区号 9 ~ 16、1 ~ 8 分别与处理 I ~ CK 相对应,各处理重复 2 次,详见表 1。为了防止各小区之间水分相互影响,对其周围进行隔水处理。

表 1 不同试验处理水分控制上限

小区号	处理	田间持水率 (%)			
		萌芽展叶期	新梢生长期	果实膨大期	果实成熟期
1、9	I	60	65	70	90
2、10	II	65	75	90	85
3、11	III	70	90	65	75
4、12	IV	75	60	85	70
5、13	V	85	70	60	65
6、14	VI	90	85	75	60
7、15	VII	90	85	75	70
8、16	CK	100	100	100	100

收稿日期:2016-04-12

基金项目:吉林省科技发展规划(编号:20140101135JC)

作者简介:殷 飞(1982—),男,山西大同人,硕士,讲师,主要从事水利水电工程及节水灌溉的研究。E-mail: iamyinfei2005@163.com。

通信作者:黄金林,博士,教授,主要从事水利水电工程及节水灌溉研究。E-mail: hjlccit@126.com。

试验于 2015 年 4 月 15 日萌芽展叶期开始,8 月 13 日果实成熟期结束,依照《灌溉试验规范》并结合碧香无核葡萄的生育进程,将生育期划分为 5 个阶段,即萌芽展叶期(4 月 15 日至 4 月 26 日)、新梢生长期(4 月 27 日至 5 月 30 日)、开花期(5 月 31 日至 6 月 7 日)、果实膨大期(6 月 8 日至 7 月 15 日)、果实成熟期(7 月 16 日至 8 月 13 日),共计 120 d。生育前期处理 I ~ CK 的灌水定额分别为 16、20、24、28、36、40、

40、48 mm,其中花期田间相对含水率均控制在 60% ~ 70% FC(FC 为田间持水率)范围内,设置统一的灌水定额(36 mm)、灌水次数(4 次)和灌水周期(2 d),其他生育期各处理设定不同的水分控制上限,均不设控制下限,计划湿润层深度为 40 mm,当 CK 的土壤含水率降至 90% FC 时,不同处理分别灌溉到各自的水分控制上限,具体的灌水周期、灌水次数和灌水定额如表 2 所示。

表 2 不同处理的灌溉制度要素

处理	萌芽展叶期			新梢生长期			花期			果实膨大期			果实成熟期		
	灌水周期(d)	灌水次数	灌水定额(mm)	灌水周期(d)	灌水次数	灌水定额(mm)	灌水周期(d)	灌水次数	灌水定额(mm)	灌水周期(d)	灌水次数	灌水定额(mm)	灌水周期(d)	灌水次数	灌水定额(mm)
I	4	3	21	2	17	357	2	4	36	4	10	200	4	7	129
II	4	3	24	2	17	408	2	4	36	4	10	175	4	7	111
III	3	4	32	2	17	187	2	4	36	3	13	207	3	9	132
IV	2	5	40	2	17	119	2	4	36	2	20	320	2	14	212
V	2	5	45	2	17	164.9	2	4	36	3	13	170	4	7	115
VI	2	5	40	2	17	161.5	2	4	36	3	13	234	3	10	168
VIII	2	5	35	2	17	170	2	4	36	3	13	234	3	10	168
CK	2	5	35	2	17	204	2	4	36	2	20	312	2	14	207

1.3 耗水量

根据文献[12]规定,葡萄的实际耗水量公式为:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i (W_{i1} - W_{i2}) + M + P + K + C。 \quad (1)$$

式中:ET₁₋₂为葡萄生育期的耗水量,mm;γ_i为第 i 层土壤的干容重,g/cm³,用环刀法测定;H_i为第 i 层土壤的厚度,cm;W_{i1}和 W_{i2}为第 i 层土壤在生育期始末的含水率,用烘干法测定,其中 i=2,观测深度为 0~20、20~40 mm;M、P、K、C 分别为时段内的灌水量、降水量、地下水补给量和排水量,mm。本试验在大棚内种植,因而降水量 P=0;地下水平均深在 7 m 以下,可忽略地下水补给量,即 K=0;滴灌灌水避免了深层渗漏,不考虑地下水排水量,即 C=0,所以式(1)简化为:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i (W_{i1} - W_{i2}) + M。 \quad (2)$$

1.4 水分利用效率(WUE)

采用灌溉水利用效率即葡萄的产量与灌水量之比来表示水分利用效率^[13]。

2 结果与分析

2.1 葡萄不同水分处理下的耗水差异

根据公式(2),对葡萄各生育期不同水分处理的耗水量、耗水系数、耗水强度进行计算,结果见表 3。在葡萄全生育期,各处理耗水量随灌水量的增大而增大(图 2),与杨慧慧等的研究结果^[6]一致,具体表现为:处理 CK>II>I>IV>VI>VII>III>V。各处理均不同程度消耗了土壤储水量,且随着灌水量的增加消耗土壤储水量降低,分别为 48、42.4、34、25.6、18.2、12.38、4 mm。

耗水系数是葡萄各生育期耗水量占全生育期总耗水量的比值^[7],不同处理的耗水系数均表现为新梢生长期和果实膨大期>果实成熟期>萌芽展叶期>花期。耗水强度是指单位面积的植株群体在单位时间内的耗水量,别称为蒸散强度,常用单位为 mm/d,反映了生育阶段内灌水、气象等因素对作物生长发育的综合影响^[14]。不同处理葡萄的耗水强度见图 3,呈现出萌芽展叶期低,新梢生长上升,花期又下降,果实膨大

期再上升后又下降的趋势,说明灌水对大棚葡萄各生育期的耗水强度影响主要在新梢生长期和果实膨大期以及成熟期,以新梢生长期和果实膨大期差异最大。

通过对葡萄耗水强度(表 3)和各处理不同生育期的灌水定额(表 2)进行分析,发现生育期耗水强度与灌水定额呈正相关,灌溉定额(X)与耗水强度(Y)的拟合方程分别为:

$$Y_a = 0.049 \ 7 X_a + 2. \ 113 \ 7 (r^2 = 0.665 \ 6, P < 0.05);$$

$$Y_b = 0.028 \ 5 X_b + 0.546 \ 7 (r^2 = 0.989 \ 8, P < 0.01);$$

$$Y_c = 0.027 \ 3 X_c - 0.513 \ 4 (r^2 = 0.988 \ 1, P < 0.01);$$

$$Y_d = 0.028 \ 7 X_d + 0.748 \ 4 (r^2 = 0.937, P < 0.01)。$$

其中:Y_a、Y_b、Y_c、Y_d 分别代表葡萄萌芽展叶期、新梢生长期、果实膨大期和果实成熟期的拟合方程。所拟合方程的相关性均达到显著水平。

2.2 水份消耗与产量关系

新梢生长期和果实膨大期的耗水量(表 3)占葡萄整个生育期总耗水量的 57% 以上,其中处理 V 的 2 个生育期耗水(177.9、152.8 mm)最低,产量(表 4)最低(2 333.3 kg/hm²)。因此,在新梢生长期和果实膨大期这 2 个需水关键期合理灌溉,适当增加灌水定额,是实现滴灌葡萄高产的重要手段。

在萌芽展叶期,由于此时气温低,蒸发量小,同时叶面积小,耗水强度较低,为 3.3~4.5 mm/d;在新梢生长期,新梢生长迅速,是葡萄生长的第 1 个需水高峰期,此时葡萄的耗水强度增加,为 5.1~12.3 mm/d,其中处理 II 灌水量为 408 mm,耗水强度最大(12.3 mm/d),而处理 IV 灌水量为 119 mm,耗水强度最低(3.9 mm/d),但最终产量(5 366.7 kg/hm²)反而最高,说明此时进行适度调亏灌溉(控制上限 60% FC)可以获得超补偿生长效应^[10],有利于葡萄植株生长和产量提高;花期耗水量不大,耗水强度为 3.5~5.1 mm/d;果实膨大期为 4.5~8.3 mm/d,此时为葡萄生长的第 2 个需水高峰期,其中处理 IV 耗水强度达到最大值(8.3 mm/d),灌水量最多(320mm),产量也最高(5 366.7 kg/hm²),而处理 V 耗水强度最低(3.9 mm/d),灌水量最少(170 mm),产量也最低(2 333.3 kg/hm²),缺水会影响果实的膨大而造成减产,所

表 3 不同水分处理各生育阶段耗水情况

处理	耗水指标	萌芽展叶期	新梢生长期	花期	果实膨大期	果实成熟期	全生育期 (包括生育前期)
I	耗水量(mm)	39.0	371.0	38.4	189.6	127.0	781.0
	耗水系数(%)	3.7	48.8	4.9	24.3	16.3	100.0
	耗水强度(mm/d)	3.3	10.9	4.3	4.9	4.2	5.3
II	耗水量(mm)	40.0	430.0	35.8	175.2	111.0	812.0
	耗水系数(%)	4.9	53.0	4.4	21.6	13.7	100.0
	耗水强度(mm/d)	3.3	12.3	4.0	4.5	3.7	5.6
III	耗水量(mm)	40.0	221.0	38.0	206.2	131.2	660.4
	耗水系数(%)	6.1	33.5	5.8	31.2	19.9	100.0
	耗水强度(mm/d)	3.3	6.3	4.2	5.3	4.4	4.7
IV	耗水量(mm)	48.0	135.0	31.4	323.2	207.6	773.2
	耗水系数(%)	6.2	17.5	4.1	41.8	26.8	100.0
	耗水强度(mm/d)	4.0	3.9	3.5	8.3	6.9	5.3
V	耗水量(mm)	54.0	177.9	53.2	152.8	141.0	614.9
	耗水系数(%)	8.8	28.9	8.7	24.8	22.9	100.0
	耗水强度(mm/d)	4.5	5.1	5.9	3.9	4.7	4.8
VI	耗水量(mm)	48.0	190.5	33.4	234.6	167.0	713.5
	耗水系数(%)	6.7	26.7	4.7	32.9	23.4	100.0
	耗水强度(mm/d)	4.0	5.4	3.7	6.0	5.6	4.9
VII	耗水量(mm)	43.0	189.0	45.6	220.2	160.8	698.6
	耗水系数(%)	6.2	27.1	6.5	31.5	23.0	100.0
	耗水强度(mm/d)	3.6	5.4	5.1	5.6	5.4	5.0
CK	耗水量(mm)	43.0	204.0	38.0	310.0	203.0	846.0
	耗水系数(%)	5.1	24.1	4.5	36.6	24.0	100.0
	耗水强度(mm/d)	3.6	5.8	4.2	7.9	6.8	5.7

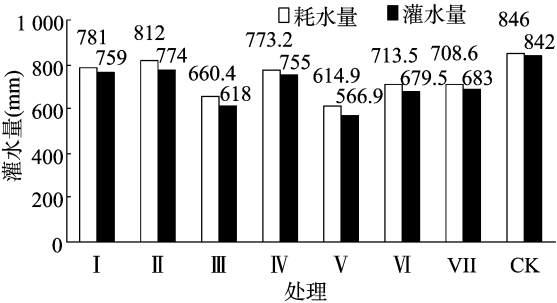


图2 不同处理灌水量和耗水量的关系

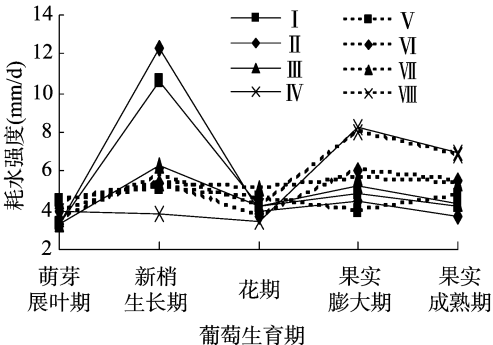


图3 葡萄生育期的耗水规律

以此生育期适宜葡萄生长的水分控制上限为 85% FC;随着葡萄进入果实成熟期,耗水强度随之降低为 3.7~6.9 mm/d。

2.3 不同水分处理对葡萄产量和水分利用效率的影响

随着灌水量的增加,水分利用效率(表 4)呈先增加后降低的趋势,I、IV、Ⅶ处理产量与其他处理差异显著(处理Ⅲ除外)。I~Ⅶ各处理的水分利用效率分别比对照(CK)提高了 91.0%、42.7%、72.8%、93.2%、9.8%、63.9%和

92.4%,说明控制灌水上限均能提高葡萄的水分利用效率,其中处理Ⅳ效果最好(93.2%),Ⅶ处理次之(92.4%)。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%)。综合产量和水分利用效率,处理Ⅳ为高产灌溉方案。

表 4 不同处理对葡萄产量和 WUE 的影响

处理	产量 (kg/hm)	灌水量 (mm)	WUE [kg/(hm·mm)]
I	5 333.3ab	759.0	7.03abc
II	4 066.7de	774.0	5.25ef
III	3 933.3de	618.0	6.36abcd
IV	5 366.7a	755.0	7.11a
V	2 333.3f	566.9	4.04fg
VI	4 100.0d	679.5	6.03de
Ⅶ	4 933.3abc	683.0	7.08ab
CK	3 100.0f	842.0	3.68g

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.4 滴灌葡萄的理想方案

通过对生育期耗水规律、产量和水分利用效率的分析,结合表 1、表 2 可以优选出吉林地区大棚滴灌葡萄的灌溉方案,即葡萄产量最高且水分利用效率最高的处理Ⅳ对应的灌水次数、灌水定额和灌溉定额。具体参数:整个生育期灌水 60 次,灌水周期为 2 d,灌溉定额为 755 mm,萌芽展叶期、新梢生长期、果实膨大期、果实成熟期的水分控制上限分别为 75% FC、60% FC、85% FC、70% FC。

3 结论与讨论

整个生育期内耗水强度呈现“低—高一低—高一低”的

余顺慧,方荣美,唐洁,等. 铬污染对延胡索生长和生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):236-239.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.064

铬污染对延胡索生长和生理特性的影响

余顺慧,方荣美,唐洁,谭俊,陆亚萍,罗杨,孙嘉

(重庆三峡学院/三峡库区水环境演变与污染防治重点实验室,重庆404100)

摘要:为了阐明 Cr^{6+} 污染对延胡索的毒害机理,探索重金属对延胡索生长发育的影响。采用土培试验,研究不同浓度的 Cr^{6+} (0、50、75、100、150、200、250、300 mg/kg) 对延胡索生长、抗氧化酶活性和 Cr^{6+} 积累等的影响。结果表明,延胡索在 Cr^{6+} 污染下生长受抑制,生物量下降; Cr^{6+} 污染能明显影响延胡索抗氧化酶活性,即超氧化物歧化酶(SOD)活性随 Cr^{6+} 浓度的升高而逐渐降低,过氧化物酶(POD)的活性随 Cr^{6+} 浓度的升高而逐渐增加,过氧化氢酶(CAT)活性均随 Cr^{6+} 浓度的升高而先增后减; Cr^{6+} 污染能明显影响延胡索叶绿素含量、可溶性糖含量、丙二醛(MDA)含量等。叶绿素含量与可溶性糖的含量随着 Cr^{6+} 浓度的升高而先增后减,而 MDA 含量逐渐增加。随着 Cr^{6+} 污染浓度的升高,延胡索对 Cr^{6+} 的积累在地下块茎逐渐增多,在 Cr^{6+} 浓度为 150 mg/kg 时 Cr^{6+} 含量增加速度最大,生产上应该注意土壤中的 Cr^{6+} 含量。延胡索栽培中应尽量选择 Cr^{6+} 污染较少的土地进行。

关键词:铬污染;延胡索;生长;生理特性;栽培模式

中图分类号: S567.21+9.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0236-04

延胡索别称元胡、玄胡索、玄胡,为罂粟科紫堇属一年生草本植物,以其地下块茎入药,为常用中药,具有行气、活血、止痛的作用。铬广泛存在于环境中,在自然状态下,铬离子有 Cr^{+3} 和 Cr^{6+} 2 种形态,其中 Cr^{6+} 则是一种毒性较大的致畸、致

突变离子^[1]。 Cr^{6+} 容易被植物吸收,能在植物体残留对植物产生毒害^[2-5]。而农作物受到铬毒害后,不但严重影响农产品的产量和质量,更为严重的是通过食物链影响人畜健康^[6]。随着现代工业的发展,铬在化工行业中的广泛应用,导致环境中的铬总量显著增加,致使土壤、水体和生物遭到不同程度的污染。目前对延胡索的研究主要集中在测定生物碱含量方面,但是有关重金属对延胡索的产量和品质的影响鲜有报道。笔者所在实验室用重金属铜、铅等胁迫狗牙根以研究其耐性机理,并取得了一定的成绩^[7-10]。本试验以延胡索

收稿日期:2015-08-12

基金项目:重庆市应用开发计划(编号:cstc2014yykfA110024)。

作者简介:余顺慧(1964—),女,重庆万州人,教授,主要从事植物生态学研究。Tel:(023)58105874;E-mail:ysh_dch@163.com。

变化趋势,耗水高峰在新梢生长期和果实膨大期。在新梢生长期进行适当的调亏灌溉(水分控制上限 60% FC)有利于葡萄植株的生长。果实膨大期充足的灌溉(水分控制上限为 85% FC)有利于果实灌浆。灌水量为 755 mm(处理Ⅳ)时,葡萄产量最高(5 366.7 kg/hm²),WUE 最大[7.11 kg/(hm²·mm)],因此滴灌葡萄适宜的灌溉制度参数:灌溉定额为 755 mm,灌水周期为 2 d,整个生育期期灌水 60 次。

葡萄耗水量受气象、土壤、水分、农业技术等多种因素影响,不同地域即使同一作物灌溉制度也不尽相同,为了制定大棚葡萄合理的灌溉制度,还须增加不同肥料水平来进行葡萄水分上、下限控制滴灌的试验研究。葡萄以鲜食为主,其果实的品质至关重要,因此在注重高产的同时,进一步研究品质和不同水分控制上限的关系,优选出高产、高效、优质的葡萄灌溉制度。

参考文献:

- [1]雷平.我国南方葡萄设施栽培营养障碍诊断及优质施肥技术研究[D].杭州:浙江大学,2010:32-35.
- [2]杨宝臣.红提葡萄日光温室栽培管理与病虫害防治技术[J].中国西部科技,2011,10(13):50,68.
- [3]严大义,赵常青,蔡之博,等.北方日光温室葡萄栽培技术探讨

- [J].中外葡萄与葡萄酒,2011(5):38-41.
- [4]程祖强,杨志华.伊犁河谷葡萄日光温室栽培技术[J].中国果菜,2009(4):20.
- [5]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,2004,17(增刊1):39-46.
- [6]杨慧慧,王振华,何新林,等.极端干旱区葡萄滴灌耗水规律试验研究[J].节水灌溉,2011(2):24-28,32.
- [7]邱德玉,罗永华.不同灌溉制度对设施葡萄水分利用效率及产量的影响[J].水资源与水工程学报,2015,26(4):232-235,240.
- [8]何建斌,王振华,何新林,等.极端干旱区不同灌水量对滴灌葡萄生长及产量的影响[J].农学学报,2013,3(2):65-69.
- [9]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):13-15,18.
- [10]刘洪光,何新林,王雅琴,等.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.
- [11]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.
- [12]中华人民共和国水利部.SL 13—2004 灌溉试验规范[S].
- [13]王会肖,刘昌明.作物水分利用效率内涵及研究进展[J].水科学进展,2000,11(1):99-104.
- [14]孙洪仁,刘国荣,张英俊,等.紫花苜蓿的需水量、耗水量、需水强度、耗水强度和水分利用效率研究[J].草业科学,2005,22(12):24-30.