

戈壁荒漠区膜下滴灌对酿酒葡萄生理特性的影响

李昭楠¹, 李 唯², 刘七军¹, 章海龙²

(1. 北方民族大学经济学院, 宁夏 银川 750021; 2. 甘肃农业大学生命科学技术学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 为了探讨西北戈壁荒漠区膜下滴灌对酿酒葡萄生理特性的影响, 在甘肃河西走廊戈壁荒漠区进行了田间试验, 研究膜下滴灌和常规滴灌处理模式下酿酒葡萄赤霞珠光合特性、叶绿素含量以及产量和灌溉用水效率的变化。结果表明, 不同滴灌处理条件下的净光合速率 (P_n) 和蒸腾速率 (E) 日变化随时间的推移呈下降趋势, 气孔导度 (G_s) 日变化呈“凹”型, 膜下滴灌处理的光合能力强于常规滴灌处理; 叶绿素含量月均值膜下滴灌高于常规滴灌处理, 且覆膜与常规滴灌处理间差异水平为显著; 经济产量各要素中覆膜的产量高于常规滴灌处理, 膜下滴灌 T_1 (240 mm) 的水分利用效率最高, 实现了产量和水分利用效率的同步提高。

关键词: 膜下滴灌; 酿酒葡萄; 生理特性
中图分类号: S275.6; S663.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)01-0177-06

The physiological characteristic impacts of drip irrigation under film mulch to wine grape in Gobi Desert Region

LI Zhao-nan¹, LI Wei², LIU Qi-jun¹, ZHANG Hai-long²

(1. School of Economics Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021, China;
2. School of Life Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: A field experiment was conducted in arid desert region of Hexi Corridor, Gansu Province, in order to explore the physiological characteristic impacts of drip irrigation under film mulch to wine grape in northwest Gobi Desert Region. The photosynthetic characteristics, chlorophyll content, yield as well as the water use efficiency of wine grape were studied under the treatment model of drip irrigation under film mulch and common drip irrigation. The results indicated that under the conditions of different drip irrigation treatments, the daily variation of net photosynthetic rate (P_n) and transpiration rate (P_n) with time has showed a downward trend; the diurnal variation of stomatal conductance (G_s) has shown a concavity; the photosynthetic capacity and the mean monthly chlorophyll content of drip irrigation under film mulch were both higher than the common drip irrigation, also the different level between film mulch and common drip irrigation was remarkable. Similarly for each factor of economic yield, also showed the same regular, the highest water use efficiency was the treatment of T_1 with 240 mm to realize the synchronous increase of yield and water use efficiency. ,

Keywords: drip irrigation under film mulch; wine grape; physiological characteristics

干旱缺水是引起植物生理巨大变化的关键性因子之一,也是国内外许多学者研究探讨的热点之一^[1-3]。土壤水分对植物生长和代谢的影响是多方面的,不适当的灌溉不仅会导致葡萄生长发育的生理障碍,降低其产量,而且会影响其浆果品质及葡萄酒品质^[4]。因此,提高植物的水分利用效率是干旱地区农业节水的核心问题,而有效的灌溉模式则是实现这一地区水资源高效利用的关键。在国内,滴灌作为一种有效的灌溉模式对葡萄生理特性影响的研究已有大量的文献报道^[5-6],但膜下滴灌对酿酒葡萄生理特性的影响,特别是对戈壁荒漠区酿酒葡萄生理特性的影响研究尚鲜有报道。

鉴于此,本文在典型荒漠干旱区选择研究区域,就戈壁干旱区膜下滴灌对酿酒葡萄叶片光合特性以及叶绿素含量进行了研究,旨在探明戈壁干旱荒漠区膜下滴灌酿酒葡萄生理变化机制及其节水效应。同时研究了膜下滴灌对酿酒葡萄产量的影响及灌溉水的水分利用效率,从而为膜下滴灌这一灌水方式

收稿日期: 2013-04-03
基金项目: 甘肃省科技厅葡萄专项 (1002NKDA031)
作者简介: 李昭楠 (1978—), 女, 甘肃靖远人, 博士, 主要从事作物生理生态研究。E-mail: lznsky@163.com。

在戈壁干旱荒漠区的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2011 年 4—10 月在河西走廊嘉峪关紫轩葡萄种植园进行。试验地位于北纬 39°48′, 东经 98°14′, 海拔 1 580 m, 处于世界酿酒葡萄种植的“黄金”地带(北纬 30°~50°)。年日照时间长达 3 200 h, ≥10℃年有效积温 3 000℃;年平均气温7.6℃, 平均日较差 14.9℃, 极端高温 38.7℃, 极端低温 - 31℃; 降水量 84 mm, 蒸发量 1 950 mm; 无霜期 153~160 d。根据笔者测定, 0~80 cm 土层土壤平均容重 1.64 g·cm⁻³, 田间持水量 20.55% (重量含水量), 葡萄根系主要集中在 20~40 cm 土层。

1.2 试验设计

表 1 灌水量及灌溉次数
Table 1 The irrigation amount and irrigation times

项目 Items	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	不覆膜(CK) Without film
灌水量 Irrigation water amount/mm·hm ⁻²	3600	4500	5400	6300	5400
灌水次数 Irrigation times	12	12	12	12	12

1.3 试验内容与方法

1.3.1 光合指标的测定 采用 CI-340 便携式光合测定仪, 测定叶片的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(E)、气孔导度(G_s)和细胞间隙 CO_2 浓度(C_i)。具体测定方法: 每个处理均选 3 株测定, 于每株葡萄外围光照充足部位选取生长正常的中间高度的新梢叶子 3~5 片做好标记, 选定晴朗无云的天气 9:00—10:00 测定不同处理叶片光合速率、蒸腾速率的定点变化。光合速率、蒸腾速率、气孔导度和细胞间隙 CO_2 浓度日变化测定从上午 7:00 开始到下午 19:00 结束, 每 2 h 测定一次, 各次测定在 1 小时内完成, 同时得到气温(T_a)、叶温(T_i)、大气 CO_2 浓度(Ca)、光合有效辐射(PAR)等参数。单叶水分利用效率(WUE)用叶片通过蒸腾消耗一定量的水(mm³)所同化的 CO_2 量(μ mol)来表示, 即 $WUE = P_n/E$ 。

1.3.2 叶绿素含量的测定 叶片叶绿素含量采用 722S 型分光光度计, 用丙酮比色提取法测定。所测指标均选取每个处理每一小区 3 株葡萄植株外围长势均匀的叶片 3~5 片为试验材料, 称取剪碎的新鲜葡萄叶片共 3 份, 每份 0.2 g 左右, 分别剪成宽度小于 1 mm 的细丝, 混匀, 放入盛有 10 mL 提取液的具塞试管中, 在室温条件下直接浸提, 直至肉眼观察叶片完全发白, 滤纸过滤, 定容至 20 mL, 摇匀, 待用。测定时至少重复 3 次, 取平均值, 以丙酮-无水乙醇

供试品种为欧亚种酿酒葡萄赤霞珠(Cabernet Sauvignon), 2011 年 5 月中下旬开始试验, 葡萄行南北走向, 单沟双排, 行距 0.8 m, 株距 0.5 m, 每个处理种植 3 个试验小区, 每小区面积为 169 m², 随机区组设计, 共 15 个试验小区。在每行选择 3~5 株长势均匀健壮的植株进行生理指标的测定。试材按照不同滴灌水量分为 5 组(表 1), 4 种覆膜处理及 1 种不覆膜为对照, 对照是当地滴灌条件下常用的灌水量, 葡萄生育期共灌水 12 次。采用以色列先进的压力补偿式滴灌技术进行灌溉, 滴头流量为 1.75 L·h⁻¹。在葡萄生育期内共施尿素 150 kg·hm⁻², 硝酸钾 375 kg·hm⁻², 采用随水滴肥方式分 4 次施入。试验期间除灌水外, 各处理锄草、施肥、修剪等田间管理均保持一致。气象资料采用嘉峪关市气象局的观测资料。

混合液(V/V=2:1)为空白, 在波长 665 nm、649 nm、640 nm 下测定吸光度。

1.3.3 产量和灌溉水利用效率测定 每个处理小区随机选择 5 株, 按上、中、下 3 个部位每株随机选择 3 个果穗, 每穗分上中下各取 1 粒测定, 分别用常规方法测定单株产量、平均单穗重、穗粒数、粒重、平均单果重, 并由此估算理论产量。灌溉水利用效率是产量与各处理灌水量之比。

1.3.4 统计分析方法 试验数据采用 DPS7.55 数据分析软件进行统计分析, 结果由平均值±标准差表示, 并用 Duncan 法进行多重比较差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同膜下滴灌处理对葡萄日净光合速率的影响

葡萄叶片的净光合速率日变化于 7 月下旬灌水后第三天进行测定, 由图 1 可知, 总体呈现净光合速率上午高于下午, 没有光合“午休”现象。早上 9:00 时最高, 分别是 T_1 为 $9.94 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 T_2 为 $10.15 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 T_3 为 $10.02 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 T_4 为 $10.34 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 CK 为 $9.59 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 此后呈现降低趋势, 在 11:00—13:00 之间降低幅度最大, 从 11:00 到 13:00 分别降低了 (T_1 -CK) 3.26、3.01、2.47、1.86 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 2.65 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 13:00 以后降低幅度减慢, 呈缓慢降低趋势, 到 19:00

时又有所回升。各个处理之间覆膜的处理净光合速率高于常规滴灌处理(CK),除 15:00 时 CK 高于 T₁ 外。覆膜处理之间净光合速率灌水量多的高于灌水量少的,且一天之中的总体趋势是 T₄ 最高,T₃ 次之,CK 最低。由此可知,膜下滴灌有利于提高葡萄叶片的净光合速率。

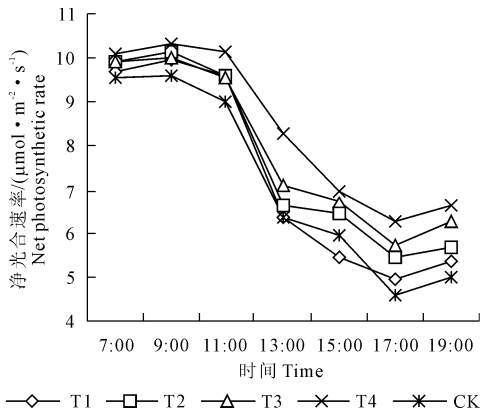


图 1 不同膜下滴灌处理葡萄植株的净光合速率

Fig.1 The net photosynthetic rate of drip irrigation under plastic film for grape

2.2 不同膜下滴灌处理对葡萄植株日蒸腾速率的影响

由图 2 可以看出,蒸腾速率的日变化呈现出单峰曲线,在上午 11:00 时的蒸腾速率最高,此时 T₁—CK 分别是 3.56、3.86、3.73、4.03 mmol·m⁻²·s⁻¹ 和 3.44 mmol·m⁻²·s⁻¹,此后随着时间的推移,11:00—17:00 一直呈降低趋势,且降低幅度较平缓,在 17:00—19:00 时又有缓慢上升,这可能是 17:00 以后太阳辐射降低,空气湿度增大,导致蒸腾速率有所提高。不同滴灌处理在不同时间段,葡萄植株未覆膜(CK)和覆膜条件下的 T₁ 处理蒸腾速率始终处于较低水平,在上午 8:00 和 12:00 时的蒸腾速率 CK 高于 T₁,其它时间段均低于 T₁。其它 3 个覆膜处理灌水量较多,其蒸腾速率处于较高水平,总体趋势是 T₄>T₃>T₂,但上午 11:00 时 T₂ 高于 T₃。T₁ 和 CK 的蒸腾速率较低,这是由于灌水量少的 T₁ 和未覆膜的常规滴灌(CK)处理植株受到了轻微的水分胁迫。

2.3 不同膜下滴灌处理对葡萄植株气孔导度日变化的影响

由图 3 可知,葡萄植株的气孔导度(G_s)日变化总体趋势是,在上午 7:00 时达到最大,此后呈降低趋势,在 19:00 时有所回升。未覆膜的 CK 气孔导度明显比覆膜条件下的植株低,且降低幅度较为剧烈,尤其在 11:00 以后下降幅度明显增强,但在 11:00 时气孔导度有所上升,CK 高于 T₁,表明未覆膜植株

的气孔开放程度对环境变化比较敏感。覆膜处理植株中灌水量较多的处理气孔导度较高,且各处理间变化幅度比较接近。

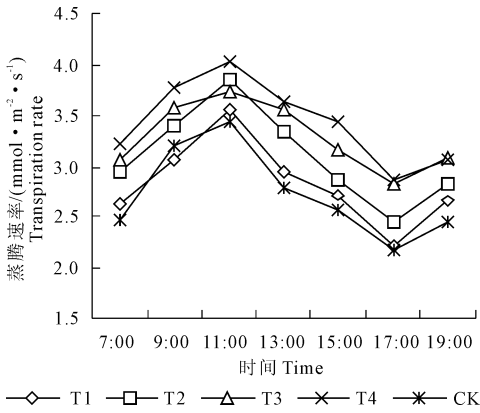


图 2 不同膜下滴灌处理葡萄植株的蒸腾速率

Fig.2 The transpiration rate of drip irrigation under plastic film for grape

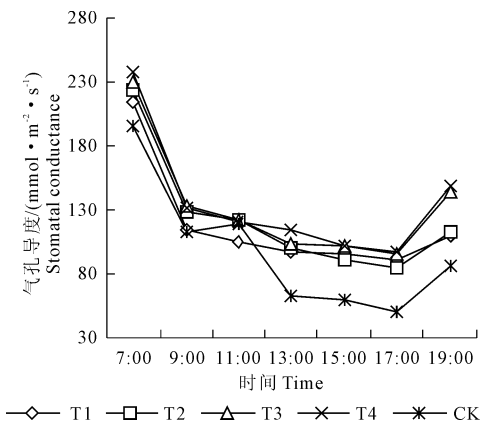


图 3 不同膜下滴灌处理葡萄植株的气孔导度

Fig.3 The stomatal conductance of drip irrigation under plastic film for grape

2.4 不同膜下滴灌处理对葡萄植株叶片水分利用效率的影响

通过对不同滴灌处理条件下的葡萄叶片水分利用效率日变化的测定结果表明(图 4),在一天的动态变化中,膜下滴灌灌水量较少的 T₁ 和 T₂ 处理水分利用效率总体都高于灌水量较多的覆膜处理 T₃、T₄ 和未覆膜的常规滴灌处理 CK,但在 14:00 时 T₁ 和 T₂ 叶片水分利用效率较低。从 7:00—13:00 各个处理的叶片水分利用效率呈下降趋势,降幅较大,但 13:00—15:00 叶片的水分利用效率有所回升,此后又呈下降趋势,下降幅度小。由此可知,灌水量少的覆膜处理 T₁ 和 T₂ 叶片水分利用效率较高,但 T₁ 比 T₂ 节水 60 mm·667m⁻²。通过表 2 分析可知,覆膜处理 T₁ 的水分利用效率均值最高,与其它覆膜处

理差异显著,与 CK 差异不显著。CK 与 T₂、T₃ 和 T₄ 覆膜处理水分利用效率差异也达显著水平,但浆果膨大期 CK 与 T₃ 没有差异。T₂、T₃ 和 T₄ 水分利用效率的日均值,在浆果膨大期 T₂ 与 T₃ 和 T₄ 存在差异,在浆果成熟期差异不显著。以上分析可知,T₁ 虽灌水量少,但其覆膜有效防止了水分的蒸发和渗漏,提高了葡萄叶片的水分利用效率,与其它处理相比,实现了节水的目的。

2.5 不同膜下滴灌处理对葡萄植株叶片叶绿素含量的影响

从由表 3 可以看出葡萄叶片叶绿素含量在各处理中大致呈高-低-高-低起伏波动变化趋势。不同滴灌条件下各个处理叶绿素含量在 6 月和 8 月较高,且最大值出现在 6 月份。T₃ 叶绿素含量 6—8 月一直高于其它处理,9 月份有所降低。未覆膜的 CK 叶绿素含量是最低的,T₁、T₂ 和 T₄ 介于中间,说明 CK 受到了一定的水分胁迫,而 T₄ 叶绿素含量相对较低,是由于处于水量过多的状态下,因此,适宜

的灌水量有利于植物生长发育。经 *f* 检验,叶绿素月均值覆膜与未覆膜处理 CK 差异达显著,表明覆膜有利于提高叶片叶绿素含量,覆膜处理间 T₃ 与其它处理差异显著,T₁、T₂ 和 T₄ 差异不显著。

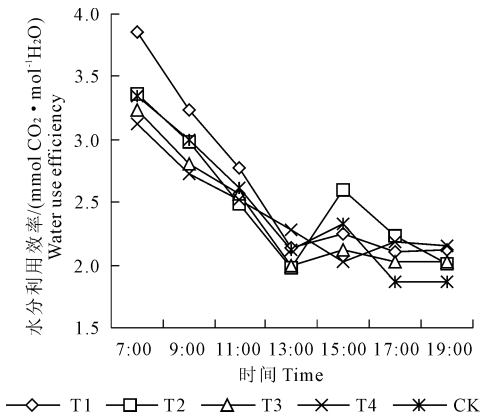


图 4 不同膜下滴灌处理葡萄植株叶片的水分利用效率
Fig.4 The leaf water use efficiency of drip irrigation under plastic film for grape

表 2 不同膜下滴灌处理葡萄植株的光合、蒸腾速率与水分利用效率									
Table 2 The photosynthetic rate, transpiration rate and water use efficiency by drip irrigation under film mulch									
项目 Items	处理 Treatments	测定时间 Determination of time(M - d)							平均 Average
		07 - 25	07 - 26	07 - 27	平均 Average	08 - 20	08 - 21	08 - 22	
P_n $/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	T ₁	9.60 ± 0.48	8.14 ± 0.73	8.11 ± 0.42	8.62c	10.39 ± 0.39	10.7 ± 0.37	10.04 ± 0.31	10.38b
	T ₂	9.62 ± 0.64	8.58 ± 0.48	8.22 ± 0.61	8.81c	10.51 ± 0.41	10.89 ± 0.23	10.15 ± 0.33	10.52b
	T ₃	9.57 ± 0.51	10 ± 0.71	9.45 ± 0.52	9.67b	10.69 ± 0.47	11.16 ± 0.23	10.8 ± 0.21	10.88ab
	T ₄	10.16 ± 0.43	10.44 ± 0.69	9.61 ± 0.53	10.07a	10.78 ± 0.21	11.22 ± 0.20	11.03 ± 0.24	11.01a
	CK	9.01 ± 0.50	8.59 ± 0.64	7.90 ± 0.67	8.5c	10.19 ± 0.38	10.56 ± 0.42	10.02 ± 0.45	10.26b
E $/(\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	T ₁	3.56 ± 0.11	2.45 ± 0.47	2.23 ± 0.12	2.75b	2.06 ± 0.25	2.24 ± 0.14	3.23 ± 0.10	2.51b
	T ₂	3.86 ± 0.19	3.14 ± 0.26	2.40 ± 0.09	3.13ab	2.16 ± 0.20	2.33 ± 0.10	4.49 ± 0.28	2.99ab
	T ₃	3.73 ± 0.19	3.53 ± 0.28	2.57 ± 0.16	3.28ab	2.57 ± 0.16	2.53 ± 0.14	3.69 ± 0.22	2.93ab
	T ₄	4.03 ± 0.20	3.99 ± 0.33	2.66 ± 0.11	3.56a	2.64 ± 0.08	2.66 ± 0.10	3.79 ± 0.21	3.03a
	CK	3.44 ± 0.16	2.65 ± 0.32	2.44 ± 0.13	2.84b	2.08 ± 0.11	2.13 ± 0.13	3.31 ± 0.37	2.51b
WUE $/(\text{mmol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O})$	T ₁	2.70 ± 0.11	3.32 ± 0.79	3.64 ± 0.13	3.22a	5.04 ± 0.51	4.78 ± 0.32	3.11 ± 0.15	4.31a
	T ₂	2.49 ± 0.16	2.73 ± 0.23	3.43 ± 0.14	2.88b	4.87 ± 0.27	4.67 ± 0.18	2.26 ± 0.17	3.93b
	T ₃	2.57 ± 0.15	2.83 ± 0.29	3.68 ± 0.24	3.03ab	4.16 ± 0.39	4.41 ± 0.28	2.93 ± 0.23	3.83b
	T ₄	2.52 ± 0.16	2.62 ± 0.18	3.61 ± 0.26	2.92b	4.08 ± 0.13	4.22 ± 0.23	2.91 ± 0.24	3.74b
	CK	2.62 ± 0.08	3.24 ± 0.25	3.24 ± 0.10	3.03ab	4.90 ± 0.13	4.96 ± 0.17	3.03 ± 0.31	4.29a

注:不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平下差异显著,下同。
Note: Different lowercase letters indicate singificant difference at 0.05 level, the same as below.

2.6 不同膜下滴灌处理对葡萄产量和灌溉水利用效率的影响

产量测定于 2011 年 9 月 15 日,由表 4 可以看出,浆果单粒质量均值是 T₄ 最高,其次是 T₂、T₁ 和 T₃ 较低,CK 单粒重最轻。单株果穗数、果穗重和单穗果粒数及单株产量都是覆膜处理产量高于未覆膜

常规处理 CK,且覆膜的 T₄ 单株产量最高,T₁、T₂ 和 T₃ 单株产量介于 T₄ 和 CK 之间。由表 5 可知,覆膜处理经济产量高于未覆膜常规滴灌处理,且灌水量少的 T₁ 经济产量高于灌水量多的 T₂ 和 T₃,T₄ 经济产量最高。水分利用效率覆膜高于未覆膜处理 CK,覆膜处理 T₁ 的水分利用效率最高,其次是 T₂、T₄ 和

T₃,未覆膜的常规滴灌 CK 水分利用效率最低。由此可知,覆膜大大提高了葡萄的产量和水分利用效率,尤其是 T₁ 能以较少的灌水量达到了产量和水分利用效率的提高,实现了经济效益的增长。

表 3 不同膜下滴灌条件下葡萄植株叶片叶绿素含量季节变化/(mg·g⁻¹)

Table 3 The seasonal variation of chlorophyll content by drip irrigation under of film mulch

处理 Treatments	叶绿素含量 Chlorophy				平均值 Mean value
	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	
T ₁	3.04 ± 0.1	2.56 ± 0.04	2.66 ± 0.11	2.18 ± 0.05	2.56 ± 0.06ab
T ₂	2.93 ± 0.07	2.55 ± 0.03	2.57 ± 0.11	2.37 ± 0.05	2.55 ± 0.04ab
T ₃	3.07 ± 0.08	2.63 ± 0.04	2.92 ± 0.09	2.11 ± 0.06	2.63 ± 0.05a
T ₄	2.83 ± 0.06	2.55 ± 0.02	2.73 ± 0.08	2.18 ± 0.05	2.55 ± 0.03ab
CK	2.67 ± 0.10	2.35 ± 0.06	2.35 ± 0.11	2.08 ± 0.05	2.35 ± 0.07b

注:表中数据为平均值 ± 标准误差,下同。
Note: The data in the table is the mean ± standard error, the same as below.

表 4 不同膜下滴灌处理葡萄的产量构成要素

Table 4 The yield components of grape with drip irrigation under film mulch

处理 Treatments	公顷均株数/株 HA number of plant	果穗数/个 Fruit ear number	果穗重/g Fruit ear weight	单穗果粒/粒 Number of fruit per ear	单粒重/g Fruit weight	单株产量/kg Yield of individual plant
T ₁	5370	18 ± 1.94	111.31 ± 7.58	110 ± 6.16	1.03 ± 0.05	2.00 ± 0.31
T ₂	5370	19 ± 1.03	99.72 ± 6.73	94 ± 5.27	1.05 ± 0.06	1.89 ± 0.23
T ₃	5370	18 ± 0.66	99.74 ± 13.35	98 ± 8.39	1.03 ± 0.04	1.80 ± 0.26
T ₄	5370	21 ± 1.34	119.89 ± 14.28	111 ± 10.52	1.09 ± 0.06	2.52 ± 0.40
CK	5370	17 ± 1.20	81.90 ± 6.87	89 ± 5.51	0.92 ± 0.03	1.39 ± 0.23

表 5 不同膜下滴灌处理葡萄植株的产量和灌溉水利用效率

Table 5 The yield and water use efficiency of grape
with drip irrigation under film mulch

处理 Treatments	经济产量 Economic production /kg·hm ⁻²	灌水量 Irrigation /mm	WUE /(kg·mm ⁻¹ ·hm ⁻²)
T ₁	10759.2	240	2.99
T ₂	10174.5	300	2.26
T ₃	9640.8	360	1.79
T ₄	13519.95	420	2.15
CK	7476.6	360	1.38

注:水分利用效率 $WUE = Y/I$, I 表示灌溉水量(mm), Y 为葡萄产量(kg·hm⁻²)。
Note: The water use efficiency (WUE) = Y/I , the letter I and Y respectively indicate irrigation(mm) and the yield of grape(kg·hm⁻²).

3 结论与讨论

植物生长发育受到多种环境因素的影响,如光照、温度、水分等。在戈壁干旱荒漠地区,水分因子是该地区植物生长的最大限制因素^[7-9]。在植物生长的生理特性中,光合作用应对水分影响的反应是通过气孔调节和非气孔调节的变化完成^[10-13]。一般气孔因素比非气孔因素对水分更敏感,土壤含水

量下降,首先引起气孔的关闭,随着土壤含水量进一步降低时,非气孔因素才开始起作用。本研究结果表明,T₁ 和 CK 光合和蒸腾速率明显低于灌水量较多的处理,因此,T₁ 和 CK 均受到了轻微的水分胁迫,引起了气孔因素的变化。随着时间的延长,覆膜灌水量较少的 T₁ 和未覆膜的 CK 植株的气孔导度都有明显的下降趋势,且随土壤含水量的降低,气孔导度也越低,这主要是非气孔因素作用;但覆膜处理条件下灌水量较多的 T₄ 植株的气孔导度值比较高,且降低的幅度小,对水分环境变化反应敏锐。本文研究葡萄光合特性的日变化从上午 8:00 时至下午 16:00 时葡萄净光合速率均呈“单坡线”下降的趋势,不同于生长环境良好植物“双波峰”的曲线,这与前人的研究结论不一致,将有待于下一步的深入研究。

在正常情况下叶绿体吸收的光能主要通过光合电子传递、叶绿素荧光和热耗散 3 种途径来消耗,可以通过对叶绿素含量的测定来研究光合作用的情况^[14]。通过研究分析,不同滴灌处理间覆膜处理叶绿素含量高的光合作用也强,常规滴灌处理叶绿素含量和光合作用最低。有研究表明^[15],水分胁迫可使植物叶绿素含量降低;或者在水分过饱和的条件下,即土壤渍水也会导致植株叶绿素含量降低。本

研究中,CK 叶绿素含量最低,覆膜条件下灌水量最多的 T₄ 叶绿素含量较低,这可能是 CK 受到了水分胁迫,而 T₄ 则处于水分饱和条件下。这与前人的研究结论基本一致。叶片叶绿素含量月均值覆膜与未覆膜处理间差异显著。

植物产量与水分利用效率的同步提高是节水农业所追求的一个重要目标。植物 WUE 通常采用叶片的 *Pn* 与 *E* 的比值来表示^[16-18],植物的水分利用效率高,表明固定单位产量 CO₂ 所需的水量小,植物的节水能力大,水分生产力高。研究结果表明,T₁ 和常规滴灌 CK 的葡萄叶片日平均水分利用效率高于其它灌水量多的覆膜处理,T₁ 比 CK 的水分利用效率高 7.8%,且 CK 比 T₁ 多消耗 33% 的水量。葡萄膜下滴灌试验进一步表明,T₁ 使单叶水平的水分利用效率和产量水平的水分利用效率均明显增加,总体上提高了酿酒葡萄的产量,达到了节水的目的。

参 考 文 献:

[1] 管雪强,赵世杰,李德全,等. 干旱胁迫下抑制光呼吸对赤霞珠葡萄光抑制的影响[J]. 园艺学报,2004,31(4):433-436.

[2] 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):169-172.

[3] Jaime F, Murray B, Wah S C, et al. Analysis of the relative increase in photosynthetic O₂ up take when photosynthesis in grapevine leaves is inhibited following low night temperatures or water stress[J]. Plant Physiology, 1999,121(2):675-686.

[4] 陈尚谟,黄寿波,温福光. 果树气象学[M]. 北京:气象出版社,1988.

[5] 林 华,李 疆. 干旱荒漠地区葡萄滴灌研究[J]. 新疆农业大

学学报,2003,26(4):62-64.

[6] 苏培玺,施来成. 塑料薄膜滴灌带在沙地葡萄节水中的应用研究[J]. 干旱地区农业研究,2000,18(4):94-98.

[7] 张宪法,余贤昌,张振贤. 土壤水分对温室黄瓜结果期生长与生理特性的影响[J]. 园艺学报,2002,29(4):343-347.

[8] 高秀萍,闫继耀,刘恩科,等. 水分胁迫下梨、枣和葡萄叶片中甜菜碱含量的变化[J]. 园艺学报,2002,29(3):268-270.

[9] Chaves M M, Pereira J S, Maroco j, et al. How plants Cope with stress in the Field[J]. Photosynthesis and Growth Annals of Botany, 2002,89(7):907-917.

[10] 周燕萍,单广福. 水分胁迫下苹果光合作用的气孔与非气孔限制[J]. 苏州丝绸工学院学报,1998,18(5):65-67.

[11] 曹 慧,许雪峰,韩振海,等. 水分胁迫下抗旱性不同的两种苹果属植物光合特性的变化[J]. 园艺学报,2004,31(3):285-290.

[12] Schultz H R, Matthews M A. Growth, osmotic adjustment and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits[J]. Grop Science, 1993:287-294.

[13] 房玉林,惠竹梅,陈 洁,等. 水分胁迫对葡萄光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):135-138.

[14] Petreson R B, Aivak M N, Walker D A. Relationship between steady-state fluorescence yield and photosyn the tic efficiency in spinach leaf issue[J]. Plant Physiology, 1998,(88):158-163.

[15] Xiao Y A. The physiology responses and adjective adaptability of water stress on *Cleme spinosa* L. seedlings[J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2001,19(6):524-528.

[16] 李昭楠,李 唯,刘继亮,等. 不同滴灌水量对干旱荒漠区酿酒葡萄光合及产量的影响[J]. 中国农业生态学报,2011,19(6):960-969.

[17] 郑淑霞,上官周平. 8 种阔叶树种叶片气体交换特征和叶绿素荧光特性比较[J]. 生态学报,2006,26(4):1080-1087.

[18] 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.

(上接第 170 页)

[22] Smeekens S, Rook F. Suger sensing and sugar mediated signal transduct ion in plants[J]. Plant Physiol, 1997,115:7-13.

[23] Roitsch T, Tanner W. Cell wall invertase; bridging the gap[J]. Bot Acta, 1996,109:93-96.

[24] Sturm A, Tang G Q. The sucrose cleaving enzymes of plant s arecrucial for development, growth and carbon partitioning[J]. Trends in Plant Sci (Review s),1999,4:401-407.

[25] Bachelier C, Granam J, Manoir J du, et al. Integration of an invertase gene to control sucrose metabolism in strawberry cultivars[J]. Ata Horticul, 1997,439:161-163.

[26] Xu DP, Sung SJ, Black CC. Sucrose metabolism in lima bean seeds [J]. Plant Physiol, 1989,89:1106-1116.

[27] Krishnan HB, Pueppke SG. Cherry fruit invertase: partial purification, characterization and acvitivity during fruit development[J]. J Plant Physiol, 1990,135:662-666.

[28] Schmalstig JG, Hitz WZ. Contributions of sucrose aynthase and inver-

tase to the met abolism of sucrose in developing leaves[J]. Plant Physiol, 1987,85:407-412.

[29] Neerja Sharma, Narinder Kaur, Anil K. Gupta. Effect of chlorocholine chloride sprays on the carbohydrate composition and activities of sucrose metabolising enzymes in potato(*Solanum tuberosum* L.) [J]. Plant Growth Regulation, 1998,(26):97-103.

[30] 张春娟,冯乃杰,郑殿峰. 叶面喷施植物生长调节剂对马铃薯产量及品质的影响[J]. 中国蔬菜,2009,(14):43-48.

[31] 冯亚楠,李 璨,冯乃杰,等. 不同植物生长调节剂浸种对大豆子叶碳代谢影响[J]. 大豆科学,2009,28(6):1016-1020.

[32] 郑殿峰,赵玖香,赵黎明. 植物生长调节剂对大豆光合作用和同化物分配的影响[J]. 西南农业学报,2008,21(5):1265-1269.

[33] 项洪涛,冯乃杰,杜吉到,等. 植物生长调节剂对马铃薯根系理化特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(6):1481-1485.

[34] 宫占元,项洪涛,李 梅,等. 植物生长调节剂对马铃薯还原糖及淀粉含量的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(1):107-110.