

水分胁迫对葡萄光合特性的影响^{*}

房玉林, 惠竹梅, 陈洁, 何建林, 张振文^{*}

(西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以2年生盆栽葡萄品种品丽珠为试材,分别在50%、40%和30%的土壤最大田间持水量下进行水分胁迫后,测定其光合指标和光合色素含量的变化。研究表明,随胁迫时间的延长,净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、胞间CO₂浓度(C_i)均呈下降趋势;葡萄光合能力随胁迫程度的加重而下降。叶绿素含量随胁迫时间延长和程度加深而降低,叶绿素a/b的值较稳定,类胡萝卜素的变化幅度相对较小。

关键词:葡萄;水分胁迫;光合作用;光合色素

中图分类号:S663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2006)02-0135-04

水分胁迫常常对植物的生长发育、生理过程和产量造成极大的影响。与草本植物相比,葡萄根系深而发达,根冠比大是葡萄适应干旱的特性之一,因此葡萄维持适宜水势及蒸腾能力较持久^[1]。同许多大田作物一样,大多数北方果树产区均会遭受干旱的威胁。水分胁迫使葡萄生长发育产生生理障碍,降低葡萄产量,影响葡萄浆果品质及葡萄酒品质,是制约葡萄与葡萄酒产业发展的重要环境因子^[2~6]。有关水分胁迫对果树^[2,3,7~12]光合作用的影响均有很多报道,但水分胁迫对葡萄光合作用的影响却报道较少。本文以盆栽2a的品丽珠葡萄为对象,研究不同程度水分胁迫对光合作用及叶绿素含量的影响,以探索土壤干旱对葡萄生长的影响及葡萄对水分胁迫适应的生物学机理,为葡萄园水分管理、葡萄抗旱栽培和耐旱新品种的培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试材

本试验于2005年5月15日至6月8日在葡萄酒学院四楼阳台及综合实验室中进行。以2a生品丽珠葡萄扦插苗为试材,2004年3月扦插于田间苗圃,8月移入盆中栽植。花盆直径30 cm,高20 cm,每盆装土12 kg,盆土为壤土,取自葡萄酒学院张家岗葡萄试验园。每盆种植1株,葡萄栽植后采用常规管理。

1.2 处理

2005年5月15日起进行水分控制。水分胁迫处理分3个梯度(A、B、C),其土壤含水量分别占最大

田间持水量的50%、40%、30%,对照为正常管理,土壤含水量占最大田间持水量的75%。每盆为1个处理,每个梯度设5次重复。随机排列,用称重法控制土壤含水量。

称重法的具体操作过程为:先用烘干称重法测定每盆土壤的质量含水量,同时称量盆重,可计算出每盆干土质量,再将3个胁迫处理的相对含水量换算为质量含水量(本研究用土的最大田间持水量为30%),进而计算出相应的盆重,即为土壤含水量分别占最大田间持水量50%、40%、30%时的盆重。以后只需称量盆重,质量不足时补充水分即可。

1.3 方法

1.3.1 光合指标的测定 用Li-6400便携式光合作用测定仪测定叶片的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、细胞间隙CO₂浓度(C_i),采用开放式气路,设定光强为1 300 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,以从基部向上的第5叶为光合测定研究对象。对不同日期的同项指标测定采用定时测定,每3天测1次,均在上午9点进行^[2,8,9]。

1.3.2 叶绿素含量的测定 使用丙酮提取比色法^[13]测定叶绿素a、b和类胡萝卜素的含量。每2天测定1次,上午9点取样,采植株中下部成熟叶片。色素提取液中叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素和总叶绿素浓度分别为 C_a 、 C_b 、 $C_x \cdot c$ 、 C_t 。 $C_a = 12.21D_{663} - 2.81D_{645}$; $C_b = 20.13D_{645} - 5.03D_{663}$; $C_x \cdot c = 1.000D_{470} - 3.27C_a - 104C_b/229$; $C_a + C_b = D_{652} \times 1.000/34.5$; $C_t = C_a + C_b + C_x \cdot c$ 。色素在叶片中的

^{*} 收稿日期:2005-09-19
基金项目:西北农林科技大学科研专项基金(080807)
作者简介:房玉林(1960—),男,陕西耀县人,教授,主要从事葡萄学研究。
通讯作者:张振文,教授,长期从事葡萄栽培育种的教学研究工作。E-mail:zhangzhw60@163.com
(C)1994-2025 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

含量 (mg/g) = 色素浓度 (mg/L) × 提取液总体积 (ml) × 稀释倍数/样品质量 (g)。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对葡萄净光合速率的影响

由图 1 可以看出,不同水分处理下,正常管理的植株净光合速率值明显高于胁迫处理下的植株。在 3 个胁迫处理中,处理效果随土壤水分的降低而加强。这说明土壤水分含量对植株的净光合速率起决定作用。随着胁迫处理时间的延长,3 个处理植株的净光合速率都有明显的下降趋势,而对照则在后期趋于稳定。方差分析表明,不同水分处理间差异达极显著水平;而处理时间对净光合速率的影响未达到显著水平。

从图 1 看到第 16 天的净光合速率数值普遍较低,与整体变化趋势不符。蒸腾速率、气孔导度及胞间 CO₂ 浓度(见图 2~4) 均有同样的现象。可能是由于当天的天气原因造成的影响。

2.2 对蒸腾速率的影响

由图 2 可以看出,对照植株的蒸腾速率处于较高水平。随着胁迫时间的延续,3 个胁迫处理植株的蒸腾速率都有明显的下降趋势,且胁迫程度越大,蒸腾速率降低的幅度也越大。方差分析表明,不同水分胁迫对蒸腾速率影响极显著,而胁迫时间的影响未达显著水平。蒸腾速率与净光合速率关系密切,水分亏缺,蒸腾降低。净光合速率下降,植株积累的光合产物就少,直接影响葡萄的营养生长和产量。

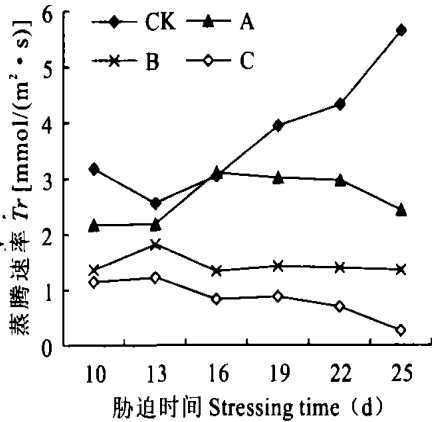
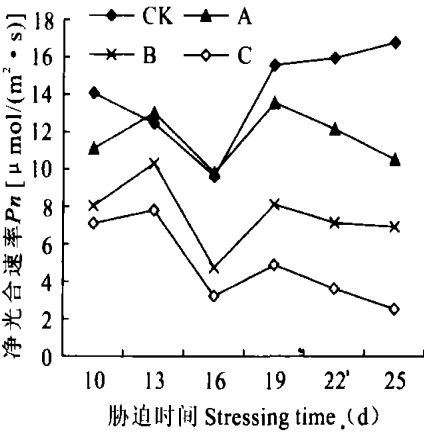


图 1 水分胁迫对净光合速率的影响
Fig.1 Effects of water stress on net photosynthetic rate (Pn)

图 2 水分胁迫对蒸腾速率的影响
Fig.2 Effects of water stress on transpiration rate (Tr)

2.3 对气孔导度的影响

由图 3 可以看出,对照的气孔导度明显比胁迫下的植株高,且变化较为剧烈,表明正常管理植株的气孔开放程度对环境变化比较敏感。随着胁迫时间的延长,3 个胁迫处理植株的气孔导度都有明显的下降趋势,且胁迫程度越大,气孔导度也越低。方差分析表明,胁迫梯度对植株气孔导度影响极显著,而胁迫时间的影响未达到显著水平。

2.4 对胞间 CO₂ 浓度的影响

由图 4 可知,对照 Ci 较为稳定,且明显高于干旱处理,各胁迫处理的 Ci 随胁迫程度加大依次降低,且随胁迫时间的延长呈明显的下降趋势。这种趋势与气孔导度的变化趋势有很大关系,CO₂ 是通过气孔进入植物体,气孔开度与进入植物体的 CO₂ 直接相关。3 个胁迫处理植株的气孔导度依次降低,胞间

CO₂ 浓度也随之降低。光合作用是以叶片从外界吸收的 CO₂ 为原料合成有机物,反应物 CO₂ 量减少,必然影响光合速率和有机物合成量。经方差分析,土壤水分含量和处理时间对 Ci 的影响均未达到显著水平。

2.5 对细胞叶绿素、类胡萝卜素含量的影响

如图 5、6 所示,不同处理的叶绿素 a、b、类胡萝卜素和总叶绿素含量均随胁迫程度的加深呈下降趋势。叶绿素 a 在总叶绿素含量中所占的比例最大,且随土壤含水量降低呈规则的下降趋势;叶绿素 b、类胡萝卜素含量较少,也基本呈下降趋势;所有处理叶绿素 a/b 比值基本稳定在 2.9~3.1 之间。叶绿素总含量随土壤含水量降低呈规则的下降趋势,但经邓肯氏新复极差分析,在水分胁迫期间,不同处理的叶绿素总量变化差异不显著。

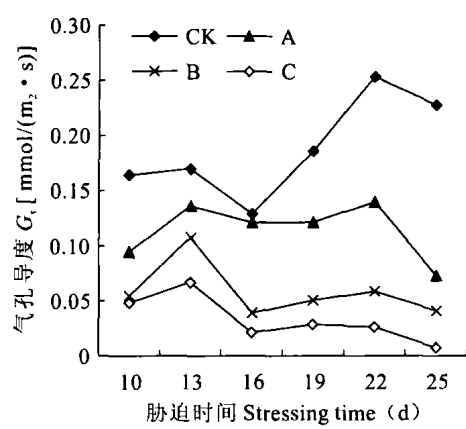


图3 水分胁迫对气孔导度的影响
Fig. 3 Effects of water stress on stomatal conductance (G_s)

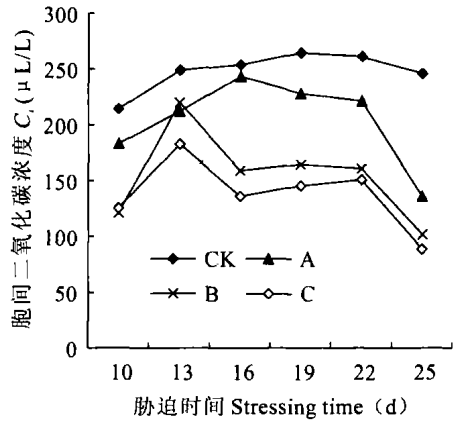


图4 水分胁迫对胞间CO₂浓度的影响
Fig. 4 Effects of water stress on intercellular CO₂ concentration (C_i)

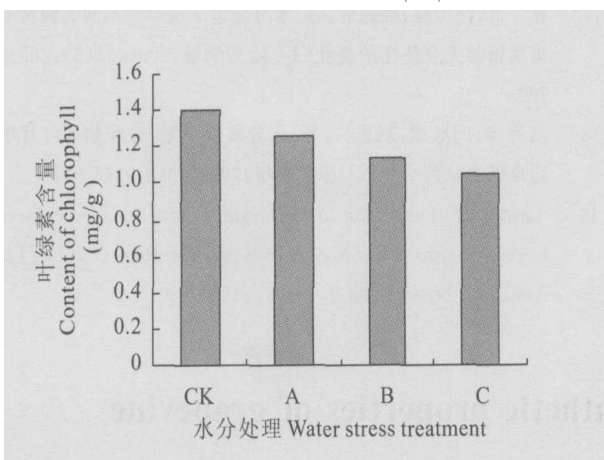


图5 不同程度胁迫处理下叶绿素总含量的变化
Fig. 5 Effects of water stress on content of chlorophyll

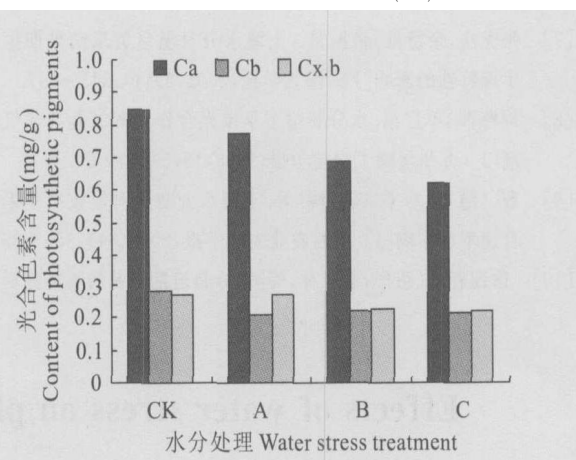


图6 不同程度胁迫处理下叶绿素含量变化
Fig. 6 Effects of water stress on content of varying

3 结论与讨论

水分胁迫对光合作用影响途径主要有:(1)直接影响光合机构的结构和活性。(2)影响植物体中的其它生理生化过程从而间接影响光合作用^[4~17]。本研究表明,葡萄在遭受水分胁迫后净光合速率和蒸腾速率均明显下降。

植物应对水分胁迫的反应是通过气孔调节和非气孔调节的变化完成^[8]。水分胁迫对葡萄光合作用的影响既存在气孔因素,也存在非气孔因素^[5,6,17~19]。通常气孔因素比非气孔因素对胁迫更敏感,土壤含水量下降,首先引起气孔的关闭,胁迫程度进一步加重时,非气孔因素才开始起作用。

本研究表明,随着胁迫时间的延长,3个胁迫处理植株的气孔导度都有明显的下降趋势,且胁迫程度越深,气孔导度也越低。正常管理植株的气孔导度值比较高,对环境变化反应敏锐。胞间CO₂浓度

是受气孔导度影响的。研究结果证明,随着土壤含水量的降低,胞间CO₂浓度也随之降低。

植株不同部位叶片中的叶绿素含量不同,自上部叶位到下部叶位逐渐增加^[7]。因此,测定叶绿素含量时一定要保证采样的一致性。本研究表明,随着土壤含水量的降低,叶绿素含量降低,其中叶绿素a和总叶绿素的变化最明显,类胡萝卜素的含量相对稳定,叶绿素a/b的值也相对稳定。

在本试验后期,可以明显地观察到植株形态上发生的变化。正常管理的葡萄长势最好,植株最高,叶片大而伸展,卷须向上;A处理稍差,叶片比CK少,颜色不如CK绿;B处理的长势更差,新叶少,叶片有萎蔫表现,颜色暗,卷须少而下垂;C处理长势最差,植株矮小,叶片萎蔫,梢尖枯死,看不到卷须。因此,从研究结果可以推测,在葡萄园发生水分欠缺的前期,水分胁迫的伤害在形态上还未表现出来,但实际上已经影响了植株的正常生长和发育。

参 考 文 献:

[1] 李 华.葡萄集约化栽培手册[M]. 西安:西安地图出版社, 2001.

[2] 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.

[3] 韩忻彦,李占成,高秀萍,等. 晚红葡萄在反复干旱胁迫下的水分生理反应[J]. 山西农业科学,2003.31(4) :54-57.

[4] Nagarjah S. Physiological responses of grapevine to water stress[J]. Acta Hort 1989, 240 : 249~256.

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

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

[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] 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.

[9] 曹 慧,兰彦平,高 峰,等. 土壤水分胁迫对短枝型苹果树光合速率的影响[J]. 山西农业大学学报,2000(04) :356-359.

[10] 徐迎春,朱绍华,柴成林,等. 水分胁迫期间及胁迫解除后苹果树源叶碳同化物代谢规律的研究[J]. 果树学报,2001,18(1) : 1-6.

[11] 李 岩,李德全,潘海春,等. 土壤干旱胁迫下苹果叶片膨压维持对光合速率及生长的影响[J]. 果树科学,1998,15(4) : 289-292.

[12] 邓文生,张大鹏. 葡萄浆果不同生长期对干旱胁迫敏感性变化的水分生理机制[J]. 园艺学报,1998,25(2) :123-128.

[13] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司, 2000.

[14] Janoudi A K , Widders I E, Flore J A . Water deficits and environmental factors affect photosynthesis in leaves of cucumber[J]. J Amer Soc Hort Sci , 1993 , 118(3) : 366~370..

[15] Kumer R J, Gupta P K . Influence of different leaf water potentials on photosynthetic carbon metabolism in sorghum. Photosynthetic[J] , 1991 , 20 : 391~396.

[16] 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.

[17] 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.

[18] 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.

[19] Lawlor D. Limitation to photosynthesis in water - stressed Leaves: Stomata vs. Metabolism and the Role of ATP[J]. Annals of Botany. 2002, 189(7) :871~880.

Effects of water stress on photosynthetic properties of grapevine

FANG Yu-lin, HUI Zhu-mei, CHEN Jie, HE Jian-lin, ZHANG Zhen-wen
(College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The photosynthetic properties of grapevine cultivar Cabernet Franc that were planted in the plastic pots on August, 2004 were studied at certain stages under water stress with different soil relative water concentrations(50%, 40% and 30%) . The photosynthetic indexes and the content of photosynthetic pigments were detected. The results indicated that with the prolonging of water stress, the net photosynthetic rate(*P_n*), transpiration rate (*Tr*), stomatal conductance (*G_s*) and intercellular CO₂ concentration (*C_i*) declined without exception, and the photosynthetic efficiency of grapevine declined with the aggravating of stress degree. The content of photosynthetic pigments was also reduced with the prolonging of stress time and the aggravating of stress degree. The ratio of Chl. a/Chl. b was comparatively stable, and the changing range of carotenoid was limited.

Key words: grapevine; water stress; photosynthesis properties; photosynthetic pigment