

doi:10.11937/bfyy.20183712

干旱胁迫下不同砧木对酿酒葡萄‘Syrah’ 光合作用的影响

孙 聪, 李连国, 刘勇翔, 李晓艳, 任鹏达, 郭金丽

(内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要:为探讨干旱胁迫下不同砧木对酿酒葡萄‘Syrah’光合作用的影响,以‘Syrah’为试材,研究了干旱胁迫下嫁接苗(采用‘Beta’‘5BB’‘SO4’为砧木)和自根苗叶片叶绿素含量(叶绿素 a, Chl a; 叶绿素 b, Chl b; 叶绿素总量, Chl)、光合效率(净光合速率, Pn; 气孔导度, Gs; 蒸腾速率, Tr; 水分利用效率, WUE)和 PS II 光化学活性(PS II 最大光化学效率, Fv/Fm; 光化学猝灭系数, qP)各项指标的动态变化。结果表明:1)干旱胁迫下,嫁接苗和自根苗的各项指标除 WUE 呈现先上升后下降,整体上升的趋势外,其它均呈下降趋势。说明干旱胁迫下,嫁接苗和自根苗光合效率和光合能力都有所降低;2)但与自根苗相比,嫁接苗中除 Tr 外其它指标均高于自根苗,尤其在干旱胁迫严重时,嫁接苗的 Chl a、Chl b、Chl、Gs、Pn、WUE 均显著高于自根苗,说明干旱胁迫下嫁接苗具有较高的光合效率和光合能力;3)3 种嫁接苗中,又以‘Beta’为砧木的嫁接苗各项指标表现更为突出,优于‘5BB’和‘SO4’为砧木的嫁接苗,说明以‘Beta’为砧木的‘Syrah’嫁接苗在干旱胁迫下具有更高的光合效率和光合能力。因此,优先推荐‘Beta’作为抗旱节水酿酒葡萄‘Syrah’的理想砧木。

关键词:‘Syrah’; 干旱胁迫; 不同砧木嫁接; 光合作用

中图分类号:S 663.01 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)10-0044-07

中国西北地区光照充足、昼夜温差大,是中国优质酿酒葡萄的主要产区。但同时,西北地区大多处于干旱半干旱地带,存在水资源短缺、土壤干旱等问题,严重制约着我国西北葡萄产业的长远发展^[1]。因此,探索高效节水栽培技术是西北干旱地区葡萄产业持续高效发展亟待解决的问题^[2-3]。利用抗寒抗旱等抗逆性强的砧木对葡萄

进行嫁接,既可以扩大葡萄栽植区域,降低种植成本,又可以提高葡萄的产量和品质,对促进葡萄产业的发展具有重大的意义。利用砧木嫁接提高葡萄的抗旱性,是从根本上解决干旱逆境给葡萄产业带来不良影响的有效措施之一。葡萄抗旱砧木的研究、开发、筛选是实现葡萄节水栽培的一个重要环节。‘Syrah’为近年来在西北地区引种栽培的世界著名酿酒品种,在西北地区综合表现良好、栽培面积不断扩大^[4-5]。但生产中存在引用自根苗栽种,导致冬季根系受冻和生长季抗旱性差的突出问题。该研究根据中国西北地区气候寒冷、土壤干旱的特点及西北干旱地区葡萄产业势必进行节水高效栽培的需求,对国内外的葡萄砧木进行了综合比较^[6-8],最终选择在抗寒、抗旱等方面综合表现良好的‘Beta’‘5BB’‘SO4’作为‘Syrah’的砧木,以‘Syrah’自根苗为对照,研究干旱胁迫

第一作者简介:孙聪(1993-),女,博士研究生,研究方向为果树生理及栽培。E-mail:1025924102@qq.com.

责任作者:郭金丽(1972-),女,博士,教授,硕士生导师,现主要从事果树生理及栽培等研究工作。E-mail:guojin-li1111@163.com.

基金项目:内蒙古自然科学基金资助项目(2014MS0332); 呼市科技局农业重大科技专项资助项目(2015-农-重-7-4);国家自然科学基金资助项目(31501747)。

收稿日期:2018-12-13

条件下嫁接在不同砧木上的‘Syrah’的叶绿素含量、光合特性和 PSⅡ 光化学活性各指标参数的动态变化,分析嫁接苗和自根苗的光合效率和光合能力,为‘Syrah’生产中选择适宜的抗旱砧木提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为‘Syrah’(*Vitis vinifera* L. cv.)的嫁接苗和自根苗。嫁接苗的砧木分别为‘Beta’(*V. riparia* × *V. labrusca*)、‘5BB’(*V. riparia* × *V. berlandieri*)、‘SO4’(*V. riparia* × *V. berlandieri*)。3 种嫁接苗及其自根苗(对照,CK)作为试材,分别以‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’、‘Syrah’表示。试验选用葡萄植株均为无病虫害且长势一致的 2 年生苗木。

1.2 试验方法

试验于 2016 年 2 月—2017 年 6 月在内蒙古农业大学农学院温室中进行。试验前将 4 种葡萄苗栽于直径 31 cm、高 29 cm 的花盆中,基质为沙土与腐熟羊粪,按 3:1 体积比例混合均匀。每盆栽植 1 株葡萄,嫁接苗及其自根苗分别设 3 次重复,每次重复 20 株。3 个月后待所有葡萄植株恢复正常生长(具成熟叶片 12 片以上)后进行干旱胁迫试验。具体操作方法为:选择长势一致的盆栽苗充分灌水后进行分阶段的人工控水,控水期持续 25 d,控水期间每 5 d 进行 1 次各种指标的测定,共测 6 次。每次测定时,相同指标在同一时间段完成,如土壤相对含水量、叶绿素含量和光合生理指标均于 10:00 进行测定,叶绿素荧光参数指标于 09:00—11:00 进行测定。

1.3 项目测定

土壤含水量:采用 TRIME-IPH 土壤水分测量仪测定,测定土壤深度为 20~25 cm。

叶绿素含量:采集位置、方向一致的健康无病

虫害的叶片,放入冰盒中带回实验室,参照李合生^[9]的方法,分别测定叶绿素 a(Chl a)、叶绿素 b(Chl b)、叶绿素总量(Chl)。

光合生理指标:选取葡萄新梢从基部数第 3~5 节位成熟无病虫害的叶片,采用 CIRAS-3 便携式光合仪(美国 PP-Systems 公司),采用开放式气路测定净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)、水分利用效率(WUE=Pn/Tr),重复 3 次。首次测完叶片要对其进行编号,并挂牌标记以便下次测定。

PSⅡ 光化学活性:采用 PAM-MINI 超便携式叶绿素荧光仪(德国 Walz 公司)进行测定,选取葡萄新梢从基部数第 3~5 节位成熟无病虫害的叶片,首先用锡箔纸将待测叶片包裹,在完全遮光条件下暗适应 20 min 后,测量其暗适应下的各项参数,然后打开锡箔纸,待叶片在自然光下活化 5 min 后测量以下参数:最大荧光(Fm)、可变荧光(Fv)、最大光化学效率(Fv/Fm)、光化学猝灭系数(qP)。首次测完叶片要对其进行编号,并挂牌标记以便下次测定。

1.4 数据分析

采用 SAS 9.0 软件对试验数据进行统计分析,采用 Duncan 法进行差异显著性比较。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下土壤水分的变化

随着控水时间的延长,土壤含水量持续下降。控水 5 d 时土壤含水量为 41.84%,与控水前相比下降了 30.32%;控水 25 d 时土壤含水量为 16.91%,与控水前相比下降了 71.84%(表 1),此时的土壤水分条件已严重制约了葡萄的正常生长,葡萄叶片表现出萎蔫,叶片边缘呈现枯萎,叶片萎缩下垂。说明在试验控水期间,土壤含水量持续下降,葡萄长势随着干旱胁迫程度的加重逐渐减弱。

表 1 干旱胁迫下土壤含水量的变化

Table 1 Change of soil moisture content under drought stress

	干旱胁迫时间 Drought stress days/d					
	0	5	10	15	20	25
土壤含水量 Soil moisture content/%	60.05±3.04	41.84±2.31	31.82±2.49	23.82±2.39	19.05±1.36	16.91±1.91

2.2 干旱胁迫下不同砧木嫁接对葡萄光合作用的影响

2.2.1 对叶绿素含量的影响

由表 2 可知,随着干旱胁迫程度的加重,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’、自根苗(CK)叶片的 Chl a、Chl b 和 Chl 均持续下降;胁迫结束时,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’的 Chl a 较自根苗分别增加了 21.71%、18.60%、14.73%;Chl b 较自

根苗分别增加了 25.00%、13.64%、22.73%;Chl 较自根苗分别增加了 22.54%、17.92%、16.18%。干旱胁迫期间,3 种嫁接苗的 Chl a、Chl b 和 Chl 均明显高于自根苗;其中,‘Syrah’/‘Beta’的 Chl a、Chl b 和 Chl 均高于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’。以上说明干旱胁迫下采用‘Beta’‘5BB’‘SO4’的嫁接苗的叶绿素含量均高于自根苗,且以‘Syrah’/‘Beta’的叶绿素含量最高。

表 2 干旱胁迫下不同砧木嫁接对葡萄‘Syrah’叶片叶绿素含量的影响

Table 2 The effects of different rootstocks on chlorophyll contents of leaves under drought stress in ‘Syrah’

叶绿素 Chlorophyll/(mg·g ⁻¹)	砧木 Rootstock	干旱胁迫时间 Drought stress days/d					
		0	5	10	15	20	25
叶绿素 a (Chl a)	‘Beta’	2.18±0.07aA	2.05±0.05aA	1.91±0.08aA	1.71±0.10aA	1.61±0.06aA	1.57±0.15aA
	‘5BB’	2.09±0.09aAB	1.92±0.17bB	1.94±0.05aA	1.62±0.14aA	1.56±0.13bA	1.53±0.10aAB
	‘SO4’	1.96±0.03bB	1.90±0.09bB	1.68±0.18bB	1.66±0.14aA	1.46±0.08cB	1.48±0.13bB
	‘Syrah’	1.92±0.13bB	1.62±0.04cC	1.53±0.09cC	1.36±0.10bB	1.36±0.10dC	1.29±0.03cC
叶绿素 b (Chl b)	‘Beta’	0.77±0.07aA	0.77±0.05aA	0.75±0.08aA	0.64±0.10aA	0.58±0.06aA	0.55±0.15aA
	‘5BB’	0.75±0.09abAB	0.75±0.17abAB	0.72±0.05aA	0.64±0.14abA	0.58±0.13aA	0.50±0.10abA
	‘SO4’	0.67±0.03bcBC	0.75±0.09bcBC	0.71±0.18aA	0.58±0.14bA	0.55±0.08aA	0.54±0.13bA
	‘Syrah’	0.65±0.13cC	0.55±0.04cC	0.55±0.09bB	0.48±0.10cB	0.48±0.10bB	0.44±0.03cB
叶绿素总量 (Chl)	‘Beta’	2.95±0.07aA	2.82±0.05aA	2.66±0.08aA	2.36±0.10aA	2.19±0.06aA	2.12±0.15aA
	‘5BB’	2.83±0.09bA	2.67±0.17aA	2.66±0.05aA	2.26±0.14aA	2.13±0.13aA	2.04±0.10abA
	‘SO4’	2.65±0.03cB	2.65±0.09bB	2.39±0.18bB	2.24±0.14aA	2.01±0.08bB	2.01±0.13bA
	‘Syrah’	2.57±0.13cB	2.17±0.04bB	2.07±0.09cC	1.84±0.10bB	1.83±0.10cC	1.73±0.03cB

注:不同小写和大写字母分别代表同期砧木间在 0.05 和 0.01 水平存在显著性差异。下同。

Note: The different normal and capital letters within same stages indicate significant difference among root stocks at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same as below.

2.2.2 对光合特性的影响

随着干旱胁迫程度的加重,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’、自根苗的叶片 Pn 和 Gs 均整体呈下降趋势。在干旱胁迫的 0~5 d,3 种嫁接苗及自根苗的 Pn 和 Gs 均呈上升且分别达到最大值,之后下降;胁迫结束时,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’的 Gs 较自根苗分别增加了 120.20%、78.37%、21.41%;Pn 较自根苗分别高 281.48%、96.30%、37.04%。胁迫期间,3 种嫁接苗的 Gs 和 Pn 均明显高于自根苗;其中,‘Syrah’/‘Beta’的 Pn 和 Gs 高于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’,尤其在干旱胁迫中后期(胁迫 10 d 后),‘Syrah’/‘Beta’的 Pn 和 Gs 明显高于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’(表 3)。

随着干旱胁迫程度的加重,‘Syrah’/‘Beta’、

‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’、自根苗叶片的 Tr 持续下降,胁迫结束时,分别降低了 34.78%、17.39%、4.35%。胁迫期间,3 种嫁接苗的 Tr 均低于自根苗,其中,‘Syrah’/‘Beta’的 Tr 低于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’,尤其在干旱胁迫后期(胁迫 15 d 后),‘Syrah’/‘Beta’的 Tr 明显低于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’(表 3)。

随着干旱胁迫程度的加重,自根苗的 WUE 整体没有明显的变化,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’的 WUE 先上升后下降,在干旱胁迫的 0~20 d,3 种嫁接苗的 WUE 持续上升,之后快速下降;胁迫结束时,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’的 WUE 较自根苗分别增加了 273.75%、77.50%、20.63%。胁迫期间,3 种嫁接苗的 WUE 基本均明显高于自根苗;其中,‘Syrah’/‘Beta’的 WUE 高于

‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’,尤其在干旱胁迫中后期(胁迫 10 d 后),‘Syrah’/‘Beta’的 WUE 明显高于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’(表 3)。

综上,干旱胁迫下 3 种‘Syrah’嫁接苗的 Tr

低于自根苗,Gs、Pn、WUE 均明显高于自根苗,表明干旱胁迫下虽然‘Syrah’嫁接苗和自根苗的光合作用均下降,但嫁接苗通过维持较高水平的 Gs、Pn、WUE,从而具有较高的光合效率。

表 3 干旱胁迫下不同砧木嫁接对葡萄叶片光合特性的影响

Table 3 The effects of different rootstocks on photosynthetic characteristics of leaves under drought stress in ‘Syrah’

光合特性 Photosynthetic trait	砧木 Rootstock	干旱胁迫时间 Drought stress days/d					
		0	5	10	15	20	25
气孔导度 Gs /(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	‘Beta’	31.33±2.52aA	33.67±2.52aA	33.33±2.52aA	26.67±1.53aA	13.67±0.58aA	10.33±3.79aA
	‘5BB’	20.33±3.21bA	33.00±2.00aA	28.33±3.21abAB	23.67±1.53abAB	12.67±1.53abA	8.33±3.79aA
	‘SO4’	31.33±4.73aA	29.33±1.15bA	23.33±4.04bAB	21.67±3.79bAB	12.00±1.00abA	5.67±0.58aA
	‘Syrah’	22.33±4.73bA	30.67±2.52abA	21.67±2.08bB	17.33±1.5cB	10.67±0.58bA	4.67±0.58aA
	‘Beta’	3.37±0.15aA	3.17±0.30aA	3.40±0.10aA	2.33±0.15aA	2.10±0.10aA	1.03±0.15aA
净光合速率 Pn /(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	‘5BB’	3.07±0.15aAB	2.93±0.35aA	2.47±0.12bB	2.00±0.17aAB	1.60±0.20bB	0.53±0.06bB
	‘SO4’	2.73±0.15bB	2.83±0.35aA	2.10±0.17cC	2.03±0.06aAB	1.43±0.12bB	0.37±0.06bCB
	‘Syrah’	2.73±0.12bB	3.03±0.06aA	1.87±0.15dC	1.57±0.25bB	0.97±0.06cC	0.27±0.06cB
	‘Beta’	1.63±0.04aA	1.62±0.08aA	0.90±0.02bA	0.68±0.02bB	0.27±0.03cC	0.15±0.02bA
	‘5BB’	1.64±0.15aA	1.62±0.16aA	0.98±0.04abA	0.42±0.01cC	0.30±0.06cBC	0.19±0.03abA
蒸腾速率 Tr /(mmol·mol ⁻² ·s ⁻¹)	‘SO4’	1.58±0.03aA	1.59±0.02aA	1.06±0.09abA	0.43±0.05cC	0.35±0.04bAB	0.22±0.02aA
	‘Syrah’	1.52±0.04aA	1.59±0.03aA	1.09±0.10aA	0.83±0.05aA	0.40±0.02aA	0.23±0.03aA
	‘Beta’	2.07±0.13aA	1.96±0.11aA	3.79±0.15aA	3.42±0.25bB	7.95±1.04aA	5.98±0.97aA
	‘5BB’	1.88±0.15abAB	1.82±0.22aA	2.53±0.17bB	4.76±0.42aA	5.26±0.40bB	2.84±0.53bB
	‘SO4’	1.73±0.09bB	1.78±0.20aA	2.01±0.34cBC	4.73±0.57aA	4.14±0.17cB	1.93±0.08cB
水分利用效率 WUE /(μmol·mmol ⁻¹)	‘Syrah’	1.80±0.06bAB	1.91±0.02aA	1.73±0.19cC	1.89±0.39cC	2.42±0.25dC	1.60±0.28cB

2.2.3 对 PSⅡ 光化学活性的影响

随着干旱胁迫程度的加重,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’、自根苗叶片的 PSⅡ 最大光化学效率 Fv/Fm、光化学猝灭系数 qP 均整体下降,胁迫前 10 d,3 种嫁接苗及自根苗的 Fv/Fm、qP 均变化平缓,之后下降较快;胁迫结束时,‘Syrah’/‘Beta’、‘Syrah’/‘5BB’、

‘Syrah’/‘SO4’的 Fv/Fm 较自根苗分别增加了 14.75%、11.48%、1.64%;qP 较自根苗分别增加了 14.52%、12.90%、8.06%。胁迫期间,3 种嫁接苗的 Fv/Fm、qP 均高于自根苗,但差异不显著;其中,‘Syrah’/‘Beta’的 Fv/Fm、qP 均高于‘Syrah’/‘5BB’和‘Syrah’/‘SO4’,但差异不显著(表 4)。

表 4 干旱胁迫下不同砧木嫁接对葡萄‘Syrah’叶片 PSⅡ 光化学活性的影响

Table 4 The effects of different rootstocks on PSⅡ photochemical activity of leaves under drought stress in ‘Syrah’

PSⅡ 光化学活性 PSⅡ photochemical activity	砧木 Rootstock	干旱胁迫时间 Drought stress days/d					
		0	5	10	15	20	25
最大光化学效率 Fv/Fm	‘Beta’	0.84±0.07aA	0.85±0.08aA	0.84±0.08aA	0.83±0.06aA	0.76±0.06aA	0.70±0.08aA
	‘5BB’	0.84±0.10aA	0.84±0.05aA	0.83±0.09aA	0.81±0.08aA	0.77±0.10aA	0.68±0.07aA
	‘SO4’	0.82±0.06aA	0.82±0.09aA	0.81±0.05aA	0.77±0.06aA	0.71±0.09aA	0.62±0.07aA
	‘Syrah’	0.82±0.07aA	0.80±0.05aA	0.79±0.05aA	0.74±0.06aA	0.66±0.05aA	0.61±0.03aA
	‘Beta’	0.86±0.08aA	0.86±0.07aA	0.84±0.06aA	0.82±0.06aA	0.79±0.06aA	0.71±0.03aA
光化学猝灭系数 qP	‘5BB’	0.85±0.08aA	0.85±0.08aA	0.84±0.05aA	0.81±0.07aA	0.78±0.06aA	0.70±0.09aA
	‘SO4’	0.84±0.10aA	0.84±0.06aA	0.83±0.05aA	0.81±0.08aA	0.76±0.06aA	0.67±0.06aA
	‘Syrah’	0.84±0.03aA	0.82±0.06aA	0.79±0.07aA	0.77±0.05bA	0.72±0.07bB	0.62±0.06aA

3 讨论

3.1 干旱胁迫下不同砧木嫁接对‘Syrah’叶片叶绿素含量的影响

叶绿素作为主要的光合色素,参与光合作用中光能的吸收、传递和转化,其含量直接影响植物的光合能力。在干旱胁迫条件下,葡萄的 Chl、Chl a、Chl b 的含量随胁迫程度加重而降低^[10-11]。该试验在干旱胁迫下,‘Syrah’嫁接苗和自根苗的叶绿素含量均下降,采用‘Beta’‘5BB’‘SO4’为砧木嫁接苗的叶绿素含量均高于自根苗,且以‘Syrah’/‘Beta’的叶绿素含量最高。说明干旱条件下葡萄嫁接苗有利于保持更高的叶绿素含量,从而具有更强的光合能力,其中以‘Beta’为砧木的嫁接苗表现最好。

3.2 干旱胁迫下不同砧木嫁接对‘Syrah’叶片光合效率的影响

Gs、Pn、Tr 是反映植物光合能力的主要指标。Gs 是叶片与环境进行气体交换的关键限制因子,Pn 和 Tr 均受到气孔的调控,Gs 与 Pn 和 Tr 呈正相关^[12-13]。研究表明,葡萄在干旱胁迫下土壤含水量下降,首先引起植物部分气孔关闭,Gs 下降,从而引起 Pn 和 Tr 下降^[14-15]。WUE 以 Pn 和 Tr 的比值来表示,可以综合反映植物叶片光合作用过程中对水分的利用,是干旱地区评价和选择植物种类和栽培模式的一项重要指标^[16-17],一般 WUE 越大表明植物种类或栽培模式的水分利用效率越高,节水能力越强^[18-20]。该试验中,干旱胁迫期间,‘Syrah’3 种嫁接苗和自根苗的 Gs、Pn、Tr 均随着干旱胁迫加重而下降,但 3 种嫁接苗的 Tr 均低于自根苗;Gs、Pn 和 WUE 均高于自根苗,尤其在后期严重干旱胁迫时明显高于自根苗。且 3 种嫁接苗中,‘Syrah’/‘Beta’的 Gs、Pn 和 WUE 均高于‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’。可见,干旱胁迫下,虽然嫁接苗和自根苗的光合作用均下降,但嫁接苗有利于叶片保持较高的 Pn 和较低的 Tr,从而保持较高的 WUE,具有较高的水分利用效率和光合效率;干旱条件下,以‘Beta’为砧木的嫁接苗具有更高的光合效率。

3.3 干旱胁迫下不同砧木嫁接对‘Syrah’叶片 PS II 光化学活性的影响

PS II 是光合系统中最敏感的组分,在光合系统对环境胁迫的应激中起着重要的作用,Fv/Fm、qP 是反映植物 PS II 光化学活性的主要指标^[21]。Fv/Fm 反映了植物叶片的最大光化学效率,用来表示开放的 PS II 反应中心的光能捕获效率;qP 与 PS II 天线色素吸收的用于电子传递的光能比例呈正相关^[22-23]。众多研究表明,土壤干旱胁迫会导致植物叶片 Fv/Fm 和 qP 下降^[24-26]。该试验结果表明,‘Syrah’3 种嫁接苗和自根苗 Fv/Fm 和 qP 均随干旱胁迫的加重而降低,但嫁接苗均高于自根苗,且‘Syrah’/‘Beta’均高于‘Syrah’/‘5BB’、‘Syrah’/‘SO4’。可见,干旱胁迫损伤了 PS II 活性中心,从而降低了葡萄光合作用的原初反应,光合电子传递也受到抑制。嫁接苗能有效减缓 Fv/Fm、qP 的下降速度,从而保护 PS II 活性中心。

4 结论

综合干旱胁迫下不同砧木嫁接对‘Syrah’叶片叶绿素含量、光合效率、PS II 光化学活性的影响,可以明显看出,干旱条件下以‘Beta’‘5BB’‘SO4’为砧木的嫁接苗均能有效减缓光合作用的下降,维持较高的水分利用效率和光合能力,从而使‘Syrah’在干旱逆境中实现较高效的光合作用。在 3 种嫁接苗中,以‘Beta’为砧木的嫁接苗在干旱逆境下具有更高的光合效率和光合能力。因此,优先推荐‘Beta’作为抗旱节水酿酒葡萄‘Syrah’的理想砧木。

参考文献

- [1] 许迪,吴普特,梅旭荣.我国节水农业科技创新成效与进展[J].农业工程学报,2003,19(3):5-9.
- [2] 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].中国生态农业学报,2011,19(6):1324-1329.
- [3] 李昭楠,李唯,姜有虎,等.西北干旱区戈壁葡萄膜下滴灌需水量和灌溉制度[J].水土保持学报,2011,25(5):247-251.
- [4] 马小河,唐晓萍,董志刚,等.6个酿酒葡萄品种抗寒性比较[J].山西农业大学学报,2013,33(1):1-5.
- [5] 林玉友,蒋春光,庞占荣,等.葡萄酒品种西拉在辽宁朝阳引种初报[J].中国果树,2013(1):34-35.

- [6] 蔡伟, 谭浩, 翟衡. 干旱胁迫对不同葡萄砧木光合特性和荧光参数的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(5): 835-838.
- [7] 孙茜, 任磊, 马文婷, 等. 四种葡萄砧木抗旱性的鉴定[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(3): 623-626.
- [8] 陈继锋. 国外抗旱葡萄砧木品种简介[J]. 中国果树, 2001(6): 55.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [10] 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.
- [11] 王宁宇, 胡增辉, 沈应柏. 珙桐苗木叶片光合特性对土壤干旱胁迫的响应[J]. 西北植物学报, 2011, 31(1): 101-108.
- [12] 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.
- [13] 郭春芳, 孙云, 张木清. 土壤水分胁迫对茶树光合作用—光响应特性的影响[J]. 中国农业生态学报, 2008, 16(6): 1413-1418.
- [14] SANTESTEBAN L G, MIRANDA C, ROYO J B. Effect of water deficit and rewatering on leaf gas exchange and transpiration decline of excised leaves of four grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars[J]. Sci Horti, 2009, 121: 434-439.
- [15] 刘吉利, 赵长星, 吴娜, 等. 苗期干旱及复水对花生光合特性及水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(3): 469-476.
- [16] 王颖, 魏国印, 张志强, 等. 7种园林树种光合参数及水分利用效率的研究[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(6): 44-48.
- [17] 彭羽, 薛达元, 王艳杰, 等. 利用光合水分利用率进行引进葡萄品种选择[J]. 华北农学报, 2011, 26(增刊): 80-84.
- [18] AVOLA G, CAVALLARO G, PATAN C, et al. Gas exchange and photosynthetic water use efficiency in response to light, CO₂ concentration and temperature in *Vicia faba* [J]. Plant Physio, 2008, 165: 796-804.
- [19] KITAHASHI Y, ICHIE T, MARUYAMA Y, et al. Photosynthetic water use efficiency in tree crowns of *Shorea beccariana* and *Dryobalanops aromatica* in a tropical rain forest in Sarawak, East Malaysia[J]. Photosynthetica, 2008, 46: 151-155.
- [20] TANAKA-ODA A, KENZO T, KORETSUNE S, et al. Ontogenetic changes in water-use efficiency ($\delta^{13}\text{C}$) and leaf traits differ among tree species growing in a semiarid region of the Loess Plateau, China[J]. Forest Ecol Manag, 2010, 259: 953-957.
- [21] 李新国, 毕玉平, 赵世杰, 等. 短时低温胁迫对甜椒叶绿体超微结构和光系统的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(6): 1226-1231.
- [22] 张子山, 杨程, 高辉远, 等. 低温光抑制恢复过程中黄瓜叶片PSII活性及其电子传递对PSII的影响[J]. 应用生态学报, 2012, 23(4): 1049-1054.
- [23] 孙永江, 王金欢, 耿庆伟, 等. 不同浓度臭氧处理对“赤霞珠”葡萄叶片光系统II功能的影响[J]. 植物生理学报, 2015, 51(11): 1947-1954.
- [24] 裴斌, 张光灿, 张淑勇, 等. 土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合作用和抗氧化酶活性的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1386-1396.
- [25] 付士磊, 周永斌, 何兴元, 等. 干旱胁迫对杨树光合生理指标的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(11): 2016-2019.
- [26] 应叶青, 郭璟, 魏建芬, 等. 水分胁迫下毛竹幼苗光合及叶绿素荧光特性的响应[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(6): 128-133.

Effects of Different Rootstocks on Photosynthesis of Wine Grape ‘Syrah’ Under Drought Stress

SUN Cong, LI Lianguo, LIU Yongxiang, LI Xiaoyan, REN Pengda, GUO Jinli

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019)

Abstract: In order to study the effects of different rootstocks on photosynthesis of wine grape ‘Syrah’ under drought stress, the experiment was conducted with ‘Syrah’ grapevine grafted on different rootstocks (‘Beta’ ‘5BB’ and ‘SO4’) and its self-rooted seedling as the test material. The effect of self-rooted seedling and different rootstocks on the chlorophyll content (chlorophyll a, Chl a; chlorophyll b, Chl b; total chlorophyll, Chl), photosynthetic efficiency (net photosynthetic rate, Pn; stomatal conductance, Gs; transpiration rate, Tr; water utilization efficiency, WUE), photochemical activity of PSII (PSII maximal photochemical efficiency, Fv/Fm; photochemical quenching coefficient, qP) under drought stress were studied. The results showed that, 1) Under drought stress, the indexes of grafted seedlings and self-rooted seedlings showed a downward trend except WUE increased first and then decreased, it showed upward trend in overall, which indicated that photosynthetic efficiency and photosynthetic capacity of grafted and self-rooted seedlings Gs decreased under drought stress;

doi:10.11937/bfyy.20183158

广东主要食用菊品种营养品质分析

张留全^{1,2}, 王晗璇¹, 孙延军³, 叶自慧³, 刘纯², 周厚高¹

(1. 仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东 广州 510000; 2. 广东万山土壤修复技术有限公司, 广东 梅州 514000;
3. 深圳园林股份有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要:以广东地区8个主要食用菊品种为试材,采用主成分分析法,研究了各品种食用菊29项营养指标,以期生产优质食用菊花,促进高品质食用花卉产业的健康发展提供参考依据。结果表明:广东地区8个主要食用菊品种可溶性糖含量为19.98~33.35 g·kg⁻¹,有机酸含量为4.28~9.72 g·kg⁻¹,可溶性蛋白质含量为31.05~34.57 g·kg⁻¹,水分含量为826.5~981.7 g·kg⁻¹,铁含量为36.7~56.9 mg·kg⁻¹,锌含量为26.9~51.3 mg·kg⁻¹,钠含量为54.3~169.0 mg·kg⁻¹,钙含量为2 850~4 740 mg·kg⁻¹,镁含量为1 020~1 460 mg·kg⁻¹,钾含量为20 200~27 100 mg·kg⁻¹,19种氨基酸总含量为72.8~94.7 g·kg⁻¹。各品种间营养品质存在较大差异,“草庵金露”得分8.98,为8个品种最佳,“千丝万缕”得分—8.09,营养品质最差,8个品种营养品质从高到低依次为“草庵金露”“黄山贡菊”“精兴元君”“霜里婵娟”“飞珠散霞”“宝幸唐衣锦”“东海喜乐”“千丝万缕”。

关键词:食用菊;营养品质;主成分分析

中图分类号:S 682.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2019)10-0050-07

菊花(*Dendranthema morfolium* (Ramat.) Tzvel.)属菊科菊属多年生草本植物,其中一些花

第一作者简介:张留全(1991-),男,硕士研究生,研究方向为观赏园艺。E-mail:1428751475@qq.com.

责任作者:周厚高(1962-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为观赏园艺。E-mail:zhouhougao@163.com.

基金项目:广州市民生科技攻关计划资助项目(201903010053);广东省现代农业产业体系岗位专家专项资助项目(2018LM1132)。

收稿日期:2019-01-15

器无苦涩味、味甘芳香,是可食用的品种,被归为食用菊类。中国人自古以来就有将食用菊花作为保健养生的传统,现存最早的药学著作《神农本草经》中记载:“菊花,久服利血气,轻身,耐老延年”。当前中国对食用菊花的应用研究,主要集中在引种驯化、营养繁殖方法和高产栽培技术探讨等领域^[1-6],对食用菊营养品质研究较少。针对广东当地主要食用菊花品种,通过测定花瓣中可溶性糖、可溶性蛋白质、水分含量、有机酸、19种氨基酸及

2) But compared with self-root seedlings, all the indexes except Tr in grafted seedlings were higher than those in self-root seedlings. Especially when drought stress is severe, the various parameters of Chl a, Chl b, Chl, Gs, Pn and WUE of grafted seedlings Gs were significantly higher than those of self-rooted seedlings, indicating that grafted seedlings Gs had higher photosynthetic efficiency and photosynthetic capacity under drought stress; 3) Considering ‘Syrah’ grafted on ‘Beta’ had higher photosynthetic efficiency and photosynthetic capacity under drought stress, so ‘Beta’ were considered as optimum rootstocks for ‘Syrah’ grape, followed by ‘5BB’ and ‘SO4’. Therefore, priority was given to ‘Beta’ as an ideal rootstock of drought-resistant and water-saving wine grape ‘Syrah’.

Keywords: ‘Syrah’; drought stress; different rootstock; photosynthesis