

杨凌地区 3 个葡萄品种光合特性比较

房 林¹, 张振文^{1,2}, 贾媛媛³, 李 晨¹

(1. 西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100;
3. 西北农林科技大学生命学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 测定杨凌地区大田中六年生小白玫瑰, 法国蓝, 白玉霓 3 不同葡萄品种在浆果膨大、转色以及成熟期的净光合速率, 以比较其光合生理特性, 为其科学种植寻找理论依据。结果表明, ① 在浆果膨大期, 第 2 节位主叶的净光合速率 (P_n) 高于副梢叶片, 而在转色和成熟期主叶又小于副梢, 第 10 节位主叶在不同物候期一直高于副梢叶片; ② 不同时期上下冠层 P_n : 上冠层 > 下冠层; ③ 不同品种间 P_n : 法国蓝 > 白玉霓 > 小白玫瑰。

关键词: 葡萄; 叶位; 光合作用

中图分类号: Q945.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)05-0203-06

在自然生长条件下, 植物叶片的光合速率随着叶龄、叶位以及品种的变化而变化, 这在黄瓜、向日葵、草莓、樱桃、桃等果树上已有报道^[1~6], 目前, 国外有关酿酒葡萄光合作用的研究报道较多^[7~10], 国内的研究报道多集中于鲜食葡萄品种光合特性的研究^[11~15], 而对酿酒葡萄光合特性的研究报道较少^[16,17]。本研究以酿酒葡萄为对象, 采用 Li-6400 便携式光合测定系统在葡萄浆果生长膨大期、转色期以及成熟期, 对不同品种不同叶位成熟度一致的叶片净光合速率 (P_n) 以及光响应曲线 (P_n -PAR) 进行研究, 以期得出葡萄浆果生长膨大期、转色期和

成熟期的光合基本特性, 为葡萄产量和品质的提高奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试地点与材料

试验材料取自陕西省杨凌葡萄酒学院葡萄试验园。选用三个成熟期比较接近的品种 (表 1), 均于 2003 年定植, 南北行向, 株行距为 1.0 m × 1.5 m, 单干双臂整形, 叶腋间副梢留 2~3 片叶摘心, 其它栽培管理措施相同。

表 1 试验所用材料
Table 1 Experimental material

品种 Cultivar	成熟期 Maturity	品种介绍 Description
小白玫瑰 Muscat Blanc	8 月中旬 Mid August	酿制白甜葡萄酒, 抗病差, 易感白腐病, 树势中等, 高产。 For sweet white wine, poor disease-resistant, with mid vigor, high-yielding.
法国蓝 Blue French	8 月下旬 Late August	酿制红葡萄酒, 树势较旺, 抗寒及抗病性较强, 高产。 For red wine, with great vigor, cold- and disease-resistant, high-yielding.
白玉霓 Ugni Blanc	8 月下旬至 9 月上旬 Late Aug. to early Sept.	酿制白葡萄酒, 树势强, 抗寒及抗病性较强, 丰产。 For white wine, with great vigor, cold- and disease-resistant, high-yielding.

1.2 试验方法

根据葡萄浆果生长膨大 (7 月中旬至下旬)、转色 (8 月上旬) 和成熟 (8 月下旬) 的不同物候期, 选择晴好的天气于上午 8:00~11:00 利用 Li-6400 光合仪测定供试葡萄品种在外加红蓝光源 [叶室内有效光辐照强度 PAR 为 1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] 下的瞬时净光合速率 (P_n) 与 P_n -PAR 光响应曲线 (参比室 CO_2

浓度为 450 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol}$)。在试验园的 3 个不同品种中随机选择长势中庸的材料由下而上选取第 2 节位主叶 (2z) 及其副梢 (2f1、2f2) 作为下冠层, 第 10 节位主叶 (10z) 及其副梢 (10f1、10f2) 作为上冠层, 3 次重复, 以各冠层叶片瞬时 P_n 平均值代表该冠层光合能力, 主枝与副梢均已做摘心处理, 测量时已停止生长。利用 Microsoft Excel2003 及 DPS 数据分析软

收稿日期: 2009-04-12
作者简介: 房 林 (1984—), 男, 陕西西安人, 在读硕士, 主要从事葡萄与葡萄酒学研究。E-mail: fallany2001 @163.com。
通讯作者: 张振文 (1960—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事葡萄学方面的研究工作。

件进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 主梢叶片与副梢叶片的光合能力

通过对瞬时 P_n 的测量,发现在相同冠层中主叶与副梢叶片光合能力呈规律性变化。由图 1a 可知下冠层中小白玫瑰、法国蓝主叶显著高于副梢,白玉霓主叶与副梢差异不显著。上冠层中小白玫瑰主叶略小于副梢叶片,差异不显著,法国蓝主叶显著高于副梢叶片,白玉霓主叶极显著高于副梢叶片。图 1b 得出下冠层中小白玫瑰主叶极显著小于副梢叶片,法国蓝主叶显著低于副梢叶片,白玉霓主叶略高于副梢叶片,差异并不显著。上冠层中小白玫瑰,法国蓝主叶略高于副梢叶片而差异不显著,白玉霓主叶极显著高于副梢叶片。图 1c 可知下冠层中小白玫瑰、法国蓝主叶均显著小于其副梢叶片,白玉霓则差异不明显。上冠层中小白玫瑰主叶略小于副梢,而法国蓝和白玉霓主叶均显著高于副梢叶片。另外,由图 1a、b、c 发现上冠层主叶 P_n 显著高于下冠层中任何叶片。在同一次测量中,三个品种这一特性并不一致,导致出现这样的结果有以下几个原因,第一,每个品种成熟时间并不完全一致导致这种趋势性并不一定相同;第二,三个葡萄品种不同^[18],可能是不同的品种导致了这种差异;第三,随机采样,同一品种不同的个体差异也会导致结果出现差异。

不同葡萄品种在浆果膨大期及成熟期光合存在着明显差异,这与惠竹梅等在葡萄不同品种光合特性的研究^[18]中得出结论一致。张继澍在植物生理学^[19]一书中提出主叶先于副梢叶片生长,受光照强且充分,叶片趋于早生型喜光结构,而副梢叶片由于受到主叶的遮挡,光照不如主叶充分,叶片趋于阴生叶结构,而叶片成长过程中光合速率不断提高,成熟后光合速率达到高峰,之后随着叶片的衰老光合能力逐渐降低,正是这些特点造成了下冠层中主叶光合能力较副梢叶片呈现先高后低的现象。而上冠层由于受光照充分,故而叶片生长发育较好,主叶叶龄较副梢叶片大,成熟比较充分,由于不同的叶龄、受光照程度等条件差异导致主叶光照光合能力较强。

2.2 不同冠层叶片的光合能力

由表 2 可以看出 2008 年 7 月 27 日小白玫瑰和法国蓝的上冠层均大于下冠层,白玉霓上冠层比下冠层略小,随着葡萄浆果成熟度和叶龄的变化,供试 3 个品种的上冠层 P_n 均大于下冠层。由于受生长部位、叶龄、叶片成熟度等因素影响,同一品种不同

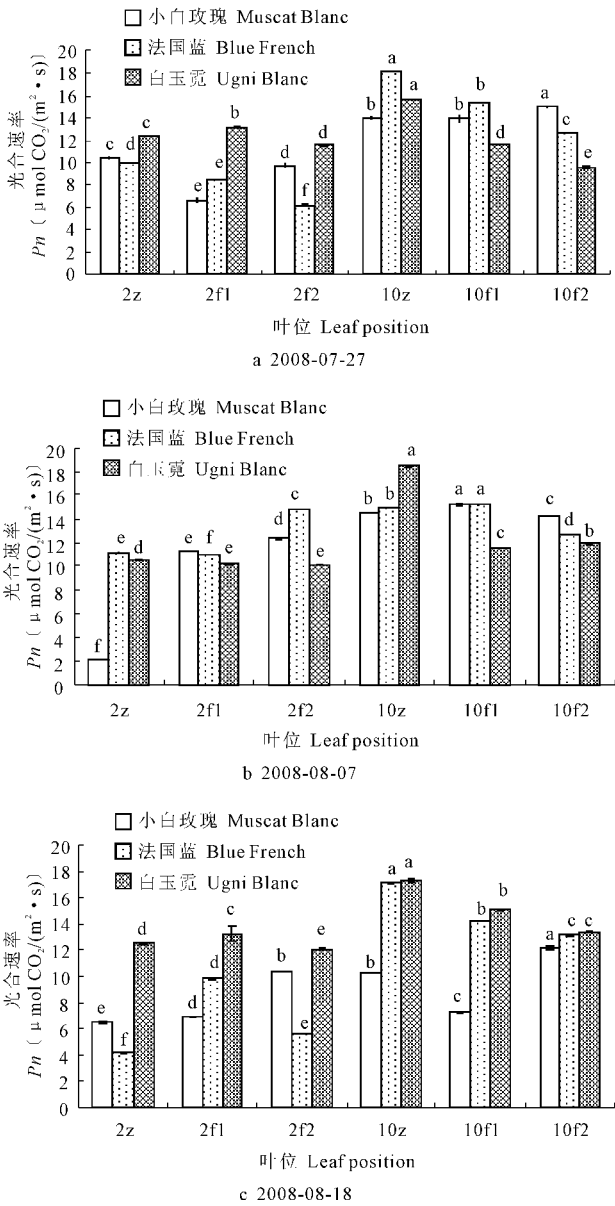


图 1 不同叶位叶片光合速率

Fig. 1 Photosynthetic rate in leaves of different position

表 2 不同品种上下冠层 P_n

Table 2 P_n of top and foot canopy in different grape cultivars				
品种 Cultivar	不同冠层 Canopy	2008-07-27	2008-08-07	2008-08-18
小白玫瑰 Muscat Blanc	下冠层 Foot canopy	8.999	8.558	7.929
	上冠层 Top canopy	14.311	14.655	9.931
法国蓝 Blue French	下冠层 Foot canopy	8.208	12.278	6.540
	上冠层 Top canopy	15.389	14.300	14.856
白玉霓 Ugni Blanc	下冠层 Foot canopy	12.351	10.367	12.622
	上冠层 Top canopy	12.284	13.944	15.256

冠层光合能力也不相同,从而导致不同冠层的光合值差异较大,杨江山等^[4]认为新梢基部的叶片 P_n 值偏低,与叶片形成发育阶段的不平衡有关,早春温度低,光质差,土壤中水分、养分不足及根系的吸收能力差等因素是基部叶片 P_n 低的主要原因,中上部的叶片发育成熟充分, P_n 较大。在进行测定时下层叶片已衰老,其光合能力已减弱,所以光合速率较低,而上层叶趋于成熟故而光合能力强于下层。

2.3 不同叶片光响应曲线

P_n -PAR 曲线反映出植物光合作用与有效光辐照度的关系,较高的光饱和点(LCP)说明植物可

有效利用的光能多,而最大净光合速率(P_{nmax})值则说明在有效的光照下合成的光合产物多。刘存宏提出作物产量的增加依赖于叶片光合效率的改善和光合速率的提高^[20],这说明,通过选育叶片光合速率高的品种有利于提高作物产量。

图 2~4 为利用 Li-6400 光合仪外加红蓝光源对不同时间不同叶片测定的 P_n -PAR 响应曲线,通过调节叶室内有效光强测定各个叶片的 P_n ,在光照强度达到光饱和点前,叶片的净光合速率随着光照强度的增加而增加,两者之间有着明显的正相关性;当光照强度超过光饱和点后,光合速率均趋于下降。

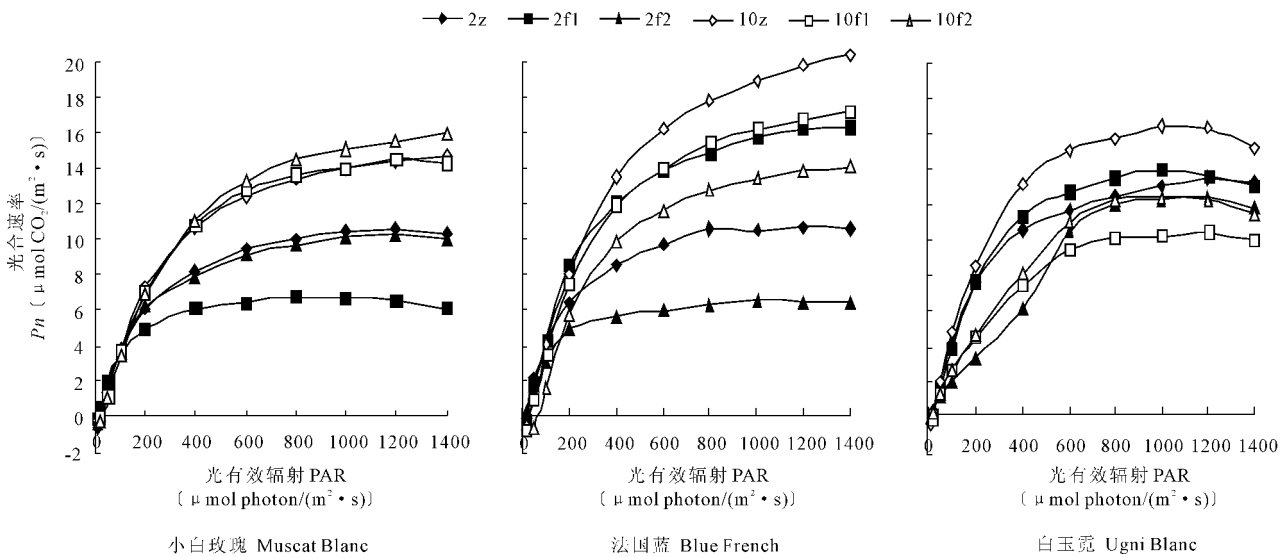


图 2 7 月 27 日葡萄不同叶位 P_n -PAR 响应曲线
Fig. 2 Response of photosynthesis to light in grape leaves of different position on July 27th

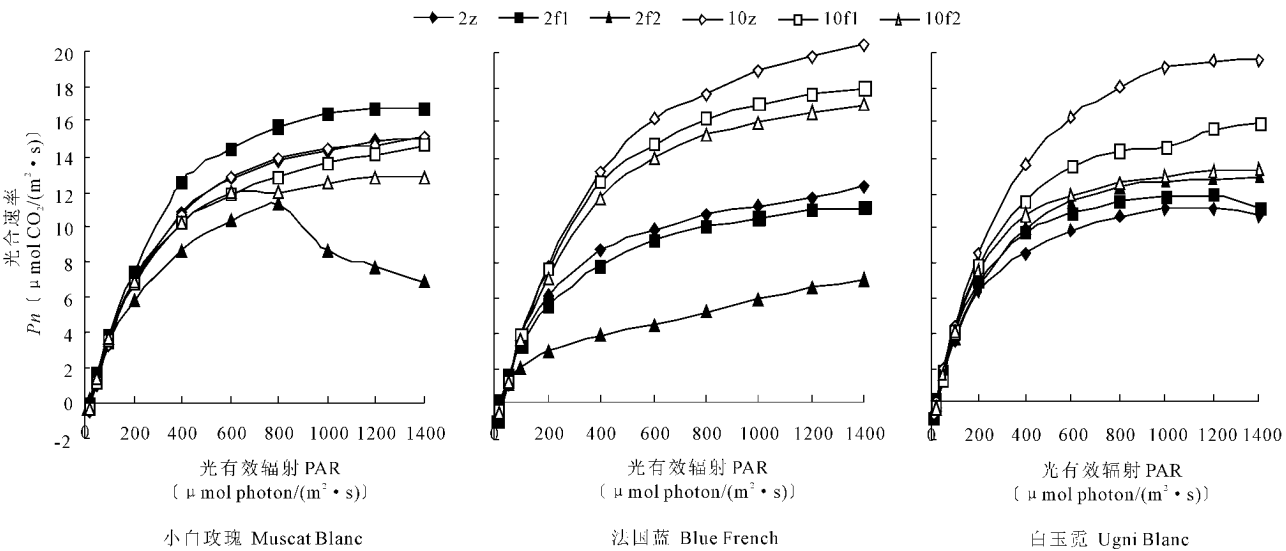


图 3 8 月 7 日葡萄不同叶位 P_n -PAR 响应曲线
Fig. 3 Response of photosynthesis to light in grape leaves of different position on Aug 7th

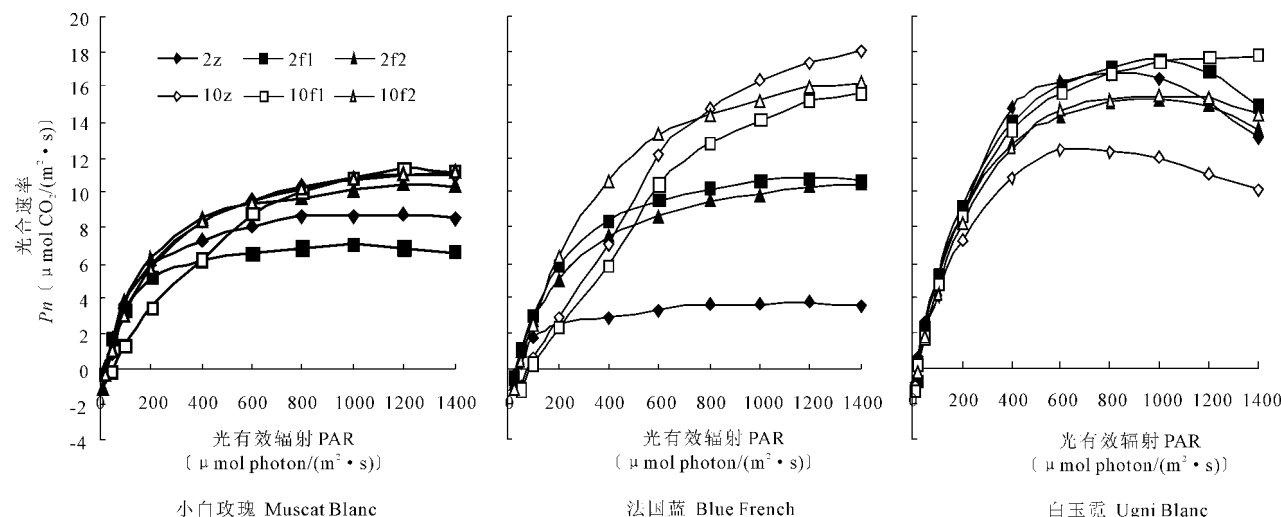


图 4 8 月 18 日葡萄不同叶位 P_n —PAR 响应曲线

Fig. 4 Response of photosynthesis to light in grape leaves of different position on Aug 18th

表观量子效率(AQY)可反映植物吸收与转化光能色素蛋白质复合体的多寡及利用弱光能力的强弱,间接反映了 Rubisco 羧化酶的活性^[21]。光饱和点较高,光补偿点较低, P_{nmax} 和 AQY 较大,表明其最有效地利用光能,表现为树体生长势及光合生产能力强。通过对表 3 中 LCP、 P_{nmax} 以及 AQY 的比较可以看出 7 月 27 日小白玫瑰、法国蓝上冠层叶片明显高于下冠层叶片,在同一冠层中主叶明显高于副梢叶片。三个品种间比较发现法国蓝最高,其次是白玉霓,小白玫瑰最低;8 月 7 日法国蓝与白玉霓上冠层叶片明显高于下冠层叶片,在同一冠层中主叶明显高于副梢叶片。小白玫瑰上下冠层差异并不明显,同一冠层中主叶仍然大于副梢叶片。三个品种整体光合能力:法国蓝>白玉霓>小白玫瑰。8 月 17 日数据显示出三个品种在这一时期副梢叶片光合能力已经明显高于主叶,上冠层依旧高于下冠层。在这一时期,白玉霓 P_{nmax} 和 AQY 较法国蓝高,但是 LCP 较低,说明对于光能的利用不如法国蓝充分。由于不同时期叶片叶龄发生变化,Gs 等一系列叶片生理指标均发生变化,而不同的个体间差异也同样会对测量有一定程度的影响,故同一品种同一节位叶片在不同时期测定的 LCP 及 P_{nmax} 也会有差异,但是同一品种不同冠层、主副梢叶片整体趋势基本相同。

由于品种不同,各个品种对于光的利用会有不同程度的差异,高光合品种对于光的利用程度要强于弱光合品种,在本次研究的三个品种中,法国蓝对于光的利用程度最大,其次为白玉霓,小白玫瑰相对最差。同种品种同节位的叶片光合能力在不同时期

也不尽相同,因为随着叶以及果实的生长发育,会造成叶片光合能力有不同程度差异。

3 结 论

光合作用是一个对外界环境变化十分敏感的生理过程,逆境或者不适宜作物生长的环境会使光合速率降低,说明叶片光合速率较高的品种对当地的气候和水土条件适应性较好。本研究采用 Li-6400 便携式光合测定系统对杨凌地区大田中相同栽培修剪手法下小白玫瑰、法国蓝以及白玉霓三个品种在浆果膨大、转色以及成熟期进行的光合生理特性测定。结果表明,三个品种在浆果膨大期第 2 节位主叶的 P_n 高于副梢叶片,在转色和成熟期主叶又小于副梢,而第 10 节位主叶在不同物候期一直高于副梢叶片;不同时期三个品种上冠层 P_n 能力大于下冠层;不同品种间光合能力的比较说明在杨凌地区相同栽培修剪方式下法国蓝的光合能力高于白玉霓和小白玫瑰,具有一定的适应性与高产潜力。

参 考 文 献:

[1] 张广华,葛会波,李青云,等.草莓不同叶位叶片光合特性研究[J].河北农业大学学报,2004,27(4):37—39.
[2] 艾希珍,张振贤,何启伟,等.日光温室黄瓜不同叶位叶片光合作用研究[J].中国农业科学,2002,35(12):1519—1524.
[3] 徐惠风,金研铭,徐克章.向日葵不同节位叶片光合特性及其与产量关系的研究[J].吉林农业大学学报,2001,23(1):6—9.
[4] 杨江山,常永义,种培芳.樱桃不同节位叶片光合特性与解剖特征比较研究[J].果树学报,2005,22(4):323—326.
[5] 陈晓强,姜卫兵,俞明亮,等.桃不同叶位光合特性研究[J].江苏农业科学,2007,(5):104—106.

表 3 不同品种葡萄叶片的光补偿点、光饱和点、最大净光合速率和表观量子效率
Table 3 LCP, LSP, Pn_{max} and AQY in leaves of different grape cultivars

测量日期 Date	品种 Cultivar	节位 Position	光补偿点 LSP [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光饱和点 LCP [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	最大净光合速率 Pn_{max} [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	表观量子效率 AQY
7 月 27 日 July 27th	小白玫瑰 Muscat Blanc	2z	22	1163	10.61	0.0353
		2f1	12	875	6.75	0.0264
		2f2	18	1157	10.21	0.0349
		10z	21	1400	14.7	0.0406
		10f1	22	1235	14.5	0.0394
		10f2	27	1400	16.3	0.0392
	法国蓝 Blue French	2z	20	1209	10.1	0.032
		2f1	27	1400	15.6	0.0465
		2f2	18	1026	6.14	0.0262
		10z	33	1400	19.5	0.0456
		10f1	38	1400	16.4	0.0436
		10f2	68	1400	13.4	0.0404
	白玉霓 Ugni Blanc	2z	25	1227	12.8	0.0403
		2f1	24	1010	13.2	0.0405
		2f2	24	1160	11.7	0.0162
		10z	20	1084	15.6	0.0452
		10f1	28	1189	9.89	0.0233
		10f2	22	1060	11.7	0.0233
	小白玫瑰 Muscat Blanc	2z	30	1400	15.0	0.0400
		2f1	23	1266	16.7	0.0408
		2f2	17	767	11.3	0.0322
		10z	30	1400	15.1	0.0412
		10f1	26	1400	14.7	0.0389
		10f2	26	1268	12.9	0.0392
8 月 7 日 Aug. 7th	法国蓝 Blue French	2z	27	1400	11.7	0.0333
		2f1	19	1400	10.5	0.0315
		2f2	29	1400	6.67	0.0157
		10z	32	1400	19.3	0.0445
		10f1	30	1400	17.0	0.0425
		10f2	31	1400	16.1	0.0405
	白玉霓 Ugni Blanc	2z	25	1155	10.5	0.0337
		2f1	19	1150	11.2	0.038
		2f2	21	1400	12.2	0.0347
		10z	20	1400	18.5	0.0457
		10f1	26	1400	15.1	0.0423
		10f2	25	1400	12.6	0.0405
8 月 18 日 Aug. 18th	小白玫瑰 Muscat Blanc	2z	27	1200	8.79	0.0335
		2f1	25	1000	7.09	0.0286
		2f2	19	1227	10.5	0.0371
		10z	30	1400	10.2	0.0347
		10f1	55	1226	11.5	0.0234
		10f2	28	1400	11.2	0.0334
	法国蓝 Blue French	2z	32	1187	3.71	0.0152
		2f1	29	1190	10.3	0.0352
		2f2	32	1400	10.0	0.0295
		10z	75	1400	17.8	0.0286
		10f1	86	1400	15.5	0.0219
		10f2	39	1400	15.5	0.0391
	白玉霓 Ugni Blanc	2z	15	857	15.9	0.0455
		2f1	28	1185	16.6	0.0505
		2f2	16	928	14.5	0.0478
		10z	17	663	11.8	0.0400
		10f1	20	1400	16.9	0.0487
		10f2	25	1084	14.6	0.0436

[6] 王继和,张昉明,吴春荣,等.金冠、毛里斯、新红星苹果光合特性的研究[J].西北植物学报,2000,20(5):802—811.

[7] Bertamini M, Nedunchezian N. Photoinhibition of photosynthesis in mature and young leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) [J]. Plant Science, 2003, 164, 635—644.

[8] Bertamini M, Muthuchelian K, Nedunchezian N. Iron deficiency induced changes on the donor side of PS II in field grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) leaves [J]. Plant Science, 2002, 162, 599—605.

[9] Patakas A, Kofidis G, Bosabalidis M A. The relationships between CO₂ transfer mesophyll resistance and photosynthetic efficiency in grapevine cultivars [J]. Scientia Horticulturae, 2003, 97, 255—263.

[10] Patakas A, Nikolaou N, Zioziou E, et al. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines [J]. Plant Science, 2002, 163, 361—367.

[11] 战吉成,王利军,黄卫东.弱光环境下葡萄叶片的生长及其在强光下的光合特性[J].中国农业大学学报,2002,7(3):75—78.

[12] 刘廷松,李桂芬.设施栽培条件下葡萄盛花期的光合特性[J].园艺学报,2003,30(5):568—570.

[13] 吴月燕.高湿和弱光对葡萄叶片某些光合特性的影响[J].园艺学报,2003,30(4):443—445.

[14] 张大鹏,黄丛林,王学臣,等.葡萄叶片光合速率与量子效率日变化的研究及利用[J].西北植物学报,1995,37(1):25—33.

[15] 吴月燕.两个不同葡萄品种对高湿弱光气候的表现[J].生态学报,2004,24(1):156—161.

[16] 惠竹梅,焦旭亮,张振文.渭北旱塬‘赤霞珠’葡萄浆果膨大期光合特性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(4):111—122.

[17] 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.

[18] 惠竹梅,李识博,朱强.葡萄品种光合特性的研究[J].中外葡萄与葡萄酒,2005,(6):13—15.

[19] 张继澍.植物生理学[M].西安:世界图书出版社,1999,140.

[20] 张弥,吴家兵,关德新,等.长白山阔叶红松林主要树种光合作用的光响应曲线[J].应用生态学报,2006,17(9):1575—1578.

[21] 刘存宏,徐玉芳,贾志军,等.18个葡萄品种的光合特性比较[J].中国农学通报,2006,22(7):404—406.

Comparative analysis of photosynthetic characteristics of three grapevine cultivars grown in Yangling

FANG Lin¹, ZHANG Zhen-wen^{1,2}, JIA Yuan-yuan³, LI Chen¹

(1. College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Research Center for Viti-Viniculture of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100, China;
3. College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Study on the photosynthetic characteristics of different grapevine cultivars at different period was conducted in Yangling by Li-6400 portable photo synthesis system to provide theoretical basis for their scientific planting. The results show as the following: ① The net photosynthetic rate (P_n) of the leaf in second position is higher than secondary shoot in the berry expanding stage, and is lower than secondary shoot in the turning—color period and maturity period while the leaf in tenth position is always higher than the secondary shoot in different period; ② The P_n of canopy at different periods; the top is higher than the root; ③ The P_n of different grapevine cultivars is in the order of: Blue French > Ugni Blanc > Muscat Blanc.

Keywords: grape; leaf position; photosynthesis