

# 叶幕 PAR 光能截留和分配对葡萄群体 光合同化物源库关系的调控\*

张大鹏 姜红英 陈星黎 娄成后

(北京农业大学, 100094)

**摘要** 田间自然条件下在葡萄园群体水平上多年的研究证明:叶幕 PAR 光能截留率与葡萄群体净光合速率、叶幕和单叶 PAR 光能截留率与果实干物质总量占地上部生物量干重的百分比、与果实总糖产量占果实本身干物质总量的百分比、以及与果皮色素产量占果实本身干物质总量的千分比之间呈现显著或极显著的线性正相关关系。说明利用叶幕结构变异调节叶幕 PAR 光能截留和分配,可以对光合同化物源库关系和果实中物质代谢方向进行有效的调控。PAR 光能截留率较高和分配合理的叶幕,不但通过较高的群体光合速率为产量和品质形成提供了丰富的同化物“源”,而且通过调节器官间“库”关系使同化物以较高的比例流向果实,同时使果实中物质代谢过程有利于合成构成品质的要素。

**关键词** 葡萄;叶幕 PAR 截留和分配;群体光合作用;同化物分配;果实品质

光合产物在作物各器官中的分配以及在体内的代谢,是涉及作物产量和品质的核心问题之一,在这方面已经积累了大量研究资料(Jaleh, 1985; Flore and Laks, 1989)。果树作物的产品是果实。为了提高果实产量和改良其品质,一方面要求叶幕取得最大的光合生产效率,另一方面要求光合同化物以可能的最大比例分配到果实中去;在果实中,则尽可能使其最大限度地分配到果实可食部分或形成组成品质的要素(如糖、Vc、多酚类物质等)。影响果树光合作用效率及其同化物运转分配的生态因子研究,虽然已有不少报道(Daei, 1984; Jaleh, 1985; Jones *et al.*, 1985; Carbonneau, 1987; Flore and Laks, 1989; 张大鹏等, 1991; 1994; 1995b),但是大多停留在植物器官或个体水平上,生长季叶幕光能截留和分配对群体光合生产的影响则研究不多(Carbonneau *et al.*, 1978; Carbonneau, 1987; Flore and Laks, 1989; 张大鹏等, 1994);至于光对光合同化物在各器官间分配的影响,则涉及更少(Flore and Laks, 1989)。我国绝大部分葡萄产区果实发育期尤其是成熟阶段光温气候资源不足,严重地影响葡萄品质形成。利用栽培方式调整叶幕结构(张大鹏, 1993),从而在提高叶幕光能截留的同时改善光能在叶幕中的分配,进行叶幕微气候的调控(张大鹏等, 1989a; 1993; 1990; 1994; 1995a),对于改良葡萄品质、提高葡萄园生产潜力具有重要意义。我们多年的工作已经证明,叶幕光能截留和分配作为叶幕微气候的一个最重要因素,对葡萄整体生理、产量和品质的形成产生深刻影响(张大

本文于1994年1月收到,1994年9月收到修改稿。

\* 国家自然科学基金资助项目。陈星黎现为北京市团河农场高级农艺师。参加此项工作的还有黄丛林、许雪峰等同志。

鹏等, 1990; 1994; 1995a)。在探讨叶幕微气候要素对葡萄产量和品质形成影响机理的时候, 我们发现叶幕光能截留和分配不但决定葡萄群体光合速率大小, 而且对光合同化物分配的调控也是十分有效的。本文报告的就是这方面的研究结果。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料和叶幕结构模型

试验于 1988—1992 年(5 年)在北京市大兴县团河农场进行。葡萄园试验地块平坦, 土质均一, 土壤为中性壤土, 肥水充足, 管理良好。所用植物材料为葡萄早熟品种“早玛瑙”(欧亚品种)和中晚熟品种“巨峰”(欧美杂交品种), 1990 年开始观察记录时, 均为 4 年(巨峰)或 5 年(早玛瑙)生盛果期植株。采用和设计了 5 种差异较大的栽培方式或叶幕结构模型, 从而造成了差异很大的叶幕微气候梯度(表 2)。五种叶幕结构是: U 型(双壁分离, 倾斜开张)、V 型(双壁下方结合, 上部分离开张)、 $\Delta$  型(双壁下垂、上部封闭)、T 型(近似于水平棚架的宽顶型, 顶沿稍下垂)和生产上广泛采用的单壁篱式 H 型(hedge shape), 其详细图解和描述见前文(张大鹏等, 1994; 1995a)。株行距为 1.0m  $\times$  3.5m。早玛瑙每处理供试植株各 40 株, 巨峰各 20 株, 两个品种共 300 株。试验地占地 3 亩(包括保护行 1 亩)。

### 1.2 测定技术和方法

叶面积系数的测定基本参照姜红英与张大鹏(1993)的方法。

叶幕光合有效辐射 (PAR, 以下同) 光能截留和分配的测定技术基本参照张大鹏(1992)的方法。所用仪器为 PAR 光量子仪(美国 Licor 公司生产), 单位是  $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在 6 月中旬—8 月中下旬(叶幕建成后, 果实发育期), 隔 1—2 周选无云的晴天测量, 每年测定不少于 5 次。每次 1 天中观察的时间是真太阳时 8:00—17:00, 用分层法(张大鹏, 1992)大量取样, 连续观测, 对 5 个处理的测定同时进行, 每组测定数据在 30 分钟内完成, 每天测定数据 6—10 组。为了便于数据的纵横比较, 反映光能在叶幕中各部位分配状况的“单叶对 PAR 的截留率(PFRI, 以下同)”参数用实测值占环境最大值的百分比来表示(即 PAR 截留率), 此值为叶幕中各部位叶片光能截留实测值的平均值, 在比较研究上, 其值高低可以分别表示叶幕中光能分配的相对优劣 (Carbonneau *et al.*, 1978; 张大鹏, 1992); “整个叶幕的光能截留率 (PFRL, 以下同)”用 PFRI 值与叶面积系数 (LAI) 的乘积来表示 (Carbonneau, 1987; 张大鹏等, 1990; 1992)。

光合作用测定选用 Licor-6200 光合作用测定仪, 与光能截留同时测定, 取样方法基本一致。整个叶幕光合作用速率的测算方法见前文(张大鹏等, 1994)。

“冬剪枝条干重”: 按株记录冬剪时去除的 1 年生枝条干重, 用做估计营养生长的参数(张大鹏, 1989b)。“果实干物质重量”: 按株取样, 用烘干法测定。“地上部生物量干重估计”: 用冬剪枝条干重与果实干物质重量之和来估算。“果实总糖产量”: 按株取样, 用手持糖量计测定果汁糖度, 按“果汁产量  $\times$  果汁糖度”测算。“果皮花色苷产量”: 按小区取样, 用比色法测定。

## 2 结果与讨论

表 1 列出了 5 种叶幕结构的产量和品质参数, 对此已有前文详细论述 (张大鹏等,

表 1 巨峰与早玛瑙葡萄 5 种叶幕结构的产量和品质特征值(1990—1992 年的平均值)

Table 1 Fruit composition and yield of the five types of canopy structure  
(Averages of cv. 'Kyoho' and 'Early Agate', 1990—1992)

叶幕结构 Types of canopy structure	U	V	H	T	A
产量 Yield (15kg·hm <sup>-1</sup> )	950	900	830	850	770
果汁可溶性固形物 Total soluble solids (° Brix)	15.5	15.0	14.0	13.1	13.7
可滴定酸 Titratable acidity (g/100g)	0.64	0.67	0.74	0.80	0.80
花色苷(mg/g 果皮鲜重) Anthocyanin (mg/g fresh Wt.sink)	3.8	3.4	2.0	2.0	2.1

表 2 巨峰(K)与早玛瑙(E)葡萄不同叶幕结构叶幕光能截留与同化物分配的有关参数(1990—1992 年的平均值)

Table 2 The parameters of canopy light interception and photoassimilate partitioning according to the five different types of canopy structure  
(Averages of cv. 'Kyoho' (K) and 'Early Agate' (E), 1990—1992)

叶幕结构 Types of canopy structure	U	V	H	T	A
叶面积系数 (LAI) Leaf area index	K 2.2 E 2.1	2.0 1.7	1.6 1.5	1.8 1.6	1.9 1.4
单叶对 PAR 日均截留率(PFRI) (占环境%) PAR interception by single leaf (% PFR ambient max.)	K 39.8a E 46.2a	39.2a 44.5a	39.1a 41.3ab	27.6b 35.8b	23.8b 34.5b
叶幕对 PAR 日均截留率 (PFRI×LAI)(%) PAR interception by whole canopy	K 87.6a E 97.0a	78.4a 75.7b	62.6b 62.0bc	49.7c 57.3c	45.2c 48.3c
冬剪枝条总重量 Winter pruning Wt.(×15kg dry Wt·hm <sup>-1</sup> )	K 175.3 E 72.7	172.2 67.2	163.6 64.6	167.1 64.6	172.0 65.3
果实干物质总产量(kg/亩) Fruit dry Wt.(×15kg·dry·hm <sup>-1</sup> )	K 280.0 E 173.8	239.1 132.9	187.0 120.9	185.0 111.3	170.7 82.0
地上部生物量干重估计值 Aerial biomass (×15kg dry Wt·hm <sup>-1</sup> )	K 455.3a E 246.5a	411.3b 200.1b	350.6c 185.5c	352.1c 175.9c	342.7c 147.3d
果实总糖产量 Fruit sugar production(×15kg·hm <sup>-1</sup> )	K 140.0a E 94.2a	109.5b 66.6b	75.7c 57.1b	70.7c 50.2b	62.6c 31.2c
果皮花色苷总产量 Skin anthocyanin Wt.(×15g·hm <sup>-1</sup> )	K 190.4a E 139.0a	155.4b 105.8b	80.8c 74.2c	69.4d 63.5c	64.3d 45.0d
单位叶面积果穗数(Cl) (个/m <sup>2</sup> ) Number of clusters per m <sup>2</sup> leaf area	K 2.54a E 2.02a	2.64a 2.41a	2.78a 2.45a	2.64a 2.39a	2.56a 1.80b
单位叶面积果实重量(Fr)(kg/m <sup>2</sup> ) Fruit Wt. per m <sup>2</sup> leaf area	K 0.50a E 0.76a	0.53a 0.82a	0.61a 0.80a	0.58a 0.77a	0.44a 0.70a

数据后的不同字母表示差异显著(邓肯氏新复极差法, 5%水平) The values marked with different letters showed significant differences at 5% level (Duncan's test)

1995a)。表 2 列出了叶幕光能截留、分配和同化物分配的有关参数。

### 2.1 叶幕光能截留对群体光合速率的影响

用两个品种五种叶幕结构两年(1991, 1992)的测定资料, 对叶幕光合有效辐射光能截留率(PFRL)与叶幕群体净光合速率进行回归分析, 证明 PFRL 与叶幕光合速率(Pn)之间存在极显著的线性正相关关系(图 1)。这说明在北京地区及其类似气候区葡萄园, 尽可能地提高叶幕光能截留和改善光能在叶幕中的分配对于提高群体光合生产量的重要作用, 应该据此原则去设计葡萄园叶幕结构。值得指出的是, 本文所用的“叶幕光能截留(PFRL)” (张大鹏等, 1992; 1994)的概念与一般意义上的仅与叶幕覆盖度有关的“光能截留”的概念是不同的, PFRL 参数不但包含了叶面积系数(LAI 与叶幕覆盖度有关), 而且包含了单叶光能截留水平或光能在叶幕中分配的优劣(PFRI), 为 LAI 与 PFRI 之乘积(表 2), 所以在很大程度上可以反映叶幕的生产潜力(张大鹏等, 1995a)。

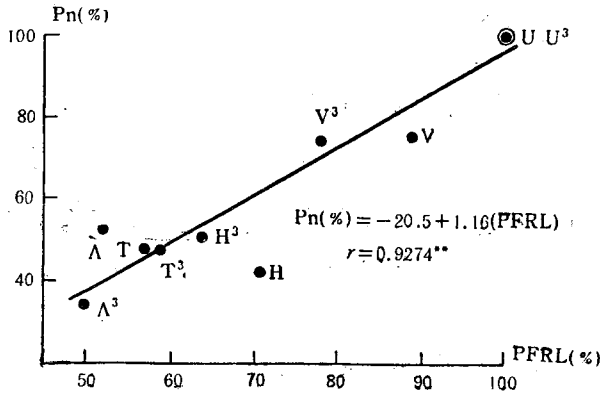


图 1 生长季中叶幕群体光合速率(Pn%)随不同叶幕结构的叶幕光能截留率(PFRL%)的变化

Fig.1 Changes in canopy photosynthetic rate(Pn%) according to varied canopy PAR interceptions (PFRL%) of the different canopy structures in growing season

Pn%、PFRL%: 品种内以取得最大光合速率或最大光能截留率的叶幕 Pn 或 PFRL 值为 100%, 其余叶幕为与此比较的相对值。点外套圈(◎)表示两点重叠。图中带“,”的字母表示早玛瑙品种叶幕, 其余为巨峰品种的叶幕

The values in the graph are percentages related to maximum (100%) of photosynthetic rates or PAR interception rates, obtained separately for cv. 'Kyoho' and for cv. 'Early Agate'. The signs “,” are marked on the letters representing canopy structure of 'Early Agate'. “◎” represents 2 points superposed

### 2.2 叶幕光能截留和分配对地上部营养器官和果实之间同化物分配的调节

用两个品种五种叶幕结构 3 年(1990—1992)的测定资料(表 2), 计算了果实干物质含量占地上部生物量干重(表 2)的百分比(FP, 以下同)。简单回归分析结果表明: FP 与 PFRL 和 PFRI 之间有显著或极显著的线性正相关关系(图 2)。但多元回归分析结果(表 3)表明: 与 PFRI 相比, PFRL 的标准偏回归系数( $b_2$ )很小; 同时 FP 与 PFRL 之间的偏相关也不显著。这说明, FP 与 PFRL 之间显著的简单相关主要是因为 PFRL 中包含了 PFRI 之故, 说明 FP 主要受到 PFRI 的影响, 而 LAI 在其中起了干扰作用。但从葡萄生理生态和栽培学的观点出发, 在本实验合理调控叶幕结构的情况下, LAI 的作用并未显著

影响到 PFRL 与 FP 之间的简单正相关关系; 而从 PFRL 反映葡萄园生产潜力的角度来看, PFRL 与 FP 之间的正相关性具有更重要的理论意义与实践价值。总而言之, PFRI 和 PFRL 的共同增大在使地上部总生物量增加和不削弱营养生长(表 2)的同时, 使同化物以更大的比例流向果实。做为两个极端类型, PFRI 和 PFRL 最大的 U 型开张式叶幕与郁

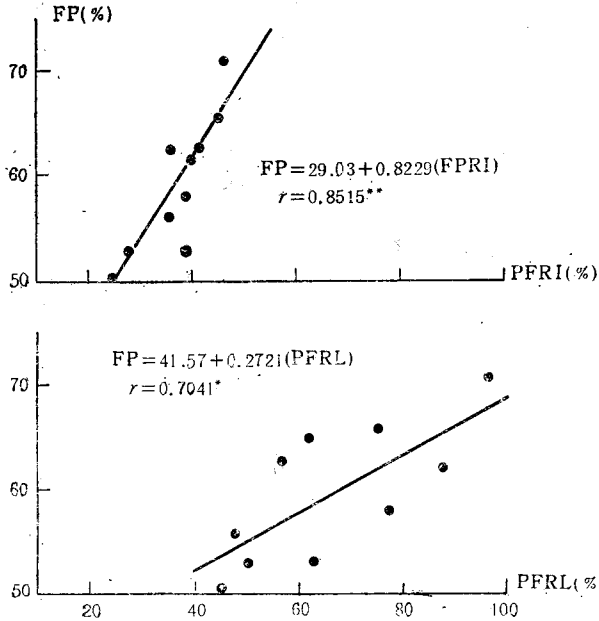


图 2 果实干物质总量占地上部生物量干重之百分比 (FP) 随生长季中不同叶幕结构的叶幕 (PFRL) 和单叶 (PFRI) 光能截留的变化

Fig.2 Changes in the percentages (FP) of total fruit dry weight in aerial biomass with the varied canopy (PFRL) and single leaf (PFRI) PAR interceptions of the different canopy structures in growing season

表 3 FP(Y<sub>1</sub>)、SP(Y<sub>2</sub>)、AM(Y<sub>3</sub>) 在 PFRI(X<sub>1</sub>) 和 PFRL(X<sub>2</sub>) 上的多元回归及其相关分析

Table 3 Analysis of multiple regression between FP(Y<sub>1</sub>), SP(Y<sub>2</sub>), AM(Y<sub>3</sub>) PFRI(X<sub>1</sub>) and PFRL(X<sub>2</sub>)

回归方程 <sup>(1)</sup> Regression equations	标准偏回归系数 Standard partial regression coefficient	偏相关系数 <sup>(2)</sup> Partial correlation coefficient between Y <sub>i</sub> and X <sub>j</sub>
$Y_1 = 29.22 + 0.7892X_1 + 0.0166X_2$	$b_1 = 0.8171$ $b_2 = 0.0427$	0.0478 NS
$Y_2 = 19.0 + 0.3159X_1 + 0.2083X_2$	$b_1 = 0.2168$ $b_2 = 0.6118$	0.7172**
$Y_3 = 0.025 + 2.0 \times 10^{-3}X_1 + 7.3 \times 10^{-3}X_2$	$b_1 = 0.1485$ $b_2 = 0.7620$	0.3013**

(1) 3 个回归方程 F 检验结果均极显著 F test showed a signification at 1% level for all of three regression equations

(2) "NS" 示 t 测验不显著, "\*" 示极显著 "NS" means not significant; "\*" represents significant at 1% level (t test)

闭式  $\Delta$  型叶幕之间的 FP 差值可以达到  $\Delta$  型叶幕 FP 值的 24% (巨峰) 或 27% (早玛瑙), 说明这种调控是相当有效的。

与果实生产有关的果树同化物的“库效应”有两个方面的含义, 一是指果实的存在对叶片光合作用的促进 (Jaleh, 1985; Flore *et al.*, 1989), 二是指大量果实的存在可以诱导同化物优先分配到果实中去, 而一般以削弱营养生长为代价 (Jaleh, 1985; Zhang, 1987)。在本实验中也分析了这两种现象, 一是分析了单位叶面积上的果穗数 (Cl, 表 2) 和单位叶面积上果实重量 (Fr, 表 2) 与单叶和整个叶幕光合速率的关系, 结果证明均无显著相关性。二是分析了 Cl、Fr 与 FP 的关系, 其回归方程是:  $FP(\%) = 71.0 + 0.2347(Cl)$ ,  $r = 0.2778$ ;  $FP(\%) = 50.3 + 0.4681(Fr)$ ,  $r = 0.5757$ ; 相关性均不显著。最后分析了单位面积产量 (Y) 与 FP 的关系, 回归方程是:  $FP(\%) = 48.9 + 0.511Y$ ,  $r = 0.8728^{**}$ , 关系极显著。但是我们注意到, 一方面 PFRI 和 PFRL 的增大, 通过对花芽分化或芽眼结实性 (每萌芽的果穗数) 的促进作用 (Buttrose, 1970; 张大鹏等, 1995a), 促进了产量形成, 所以产量因子中有相当部分是 PFRI 和 PFRL 的作用; 另一方面, 单位叶面积上果实负载量 (Cl、Fr 两参数) 较大而 PFRI 和 PFRL 较小的叶幕 (如 T, H 型, 表 2), 不但没有较高的叶幕光合速率, 而且使同化产物较多地分配到枝条生长中去; 而 Cl 和 Fr 值较小, PFRI 和 PFRL 最大的 U 型叶幕则显示了相反的结果。从这两方面来看, 对于叶幕微气候相差较大的叶幕结构来说, 在合理的产量范围内, 叶幕光能截留对同化物向果实中运转的调节作用要大于果实负载量的“库效应”。

### 2.3 叶幕光能截留和分配对果实内同化物代谢方向的影响

从果品学的角度来说, 葡萄浆果是由果皮、果肉和种子 3 部分组成。其中果肉中糖分含量和果皮中花色苷含量 (有色品种) 是两个最重要的品质指标, 所以, 这两种物质的尽可能大量的积累, 同化物在果皮其它组分和种子中较少的分配, 是品质形成的较理想的代谢状况。本实验用两个品种五种叶幕结构 3 年的测定资料 (表 2), 计算了果实总糖产量占其干物质总量的百分比 (SP, 以下同), 以及果皮花色苷含量占果实干物质总量的千分比 (AM, 以下同), 并统计分析 SP 和 AM 与 PFRI 和 PFRL 的回归关系。结果表明, SP、AM 与 PFRI 和 PFRL 之间均有极显著的线性正相关关系 (图 3, 图 4)。多元回归分析结果 (表 3) 不仅表明 PFRL 有较大的标准偏回归系数, 而且与 SP 和 AM 的偏相关也是极显著的。这充分说明叶幕的光能截留和分配状况可以调节分配果实中的光合同化物的代谢方向。PFRI 和 PFRL 较大的叶幕不但使光合同化物以较大的比例流向果实, 同时使分配到果实中的同化物的代谢变化有利于品质形成的要求。PFRI 和 PFRL 最大的开张式 U 型叶幕与郁闭式  $\Delta$  型叶幕之间的 SP 差值可以达到  $\Delta$  型叶幕 SP 值的 39% (巨峰) 或 43% (早玛瑙), 两种叶幕之间的 AM 差值可以达到  $\Delta$  型叶幕 AM 值的 45% (早玛瑙) 或 79% (巨峰), 说明这种调控也是十分有效的。

亚热带地中海式气候条件下的研究证明, 叶幕光能截留 (PFRL) 与葡萄群体光合速率呈一抛物线关系, 即光能截留达到一定水平后, 群体光合作用和营养生长由于水热胁迫效应而下降 (Carbonneau *et al.*, 1978; Carbonneau, 1987)。然而叶幕光能截留越高, 越有利于品质形成的物质代谢 (Carbonneau, 1987)。所以产量与品质形成一般以一定程度的营养生长减缓为代价。本实验说明在我国这种非地中海式气候条件下, 叶幕光能截

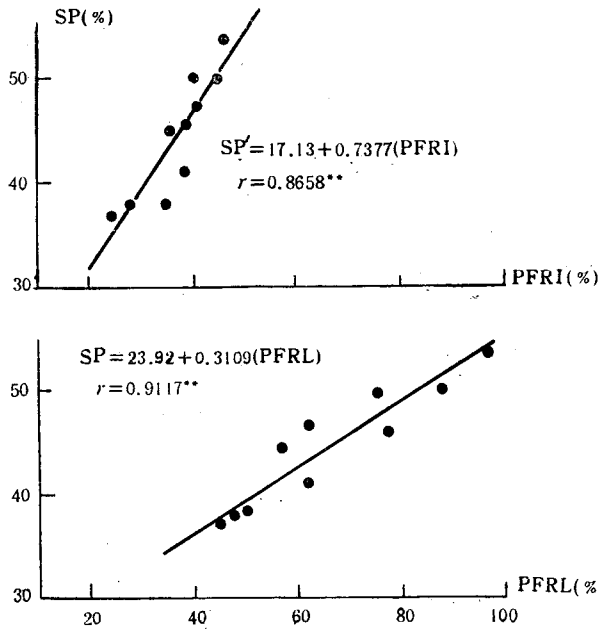


图 3 果实总糖含量(SP)随生长季中不同叶幕结构的叶幕(PFRL)和单叶(PFRI)光能截留的变化

Fig.3 Changes in Content (SP) of total berry sugar in fruit with the varied canopy (PFRL) and single leaf (PFRI) PAR interception of the different canopy structures in growing season.

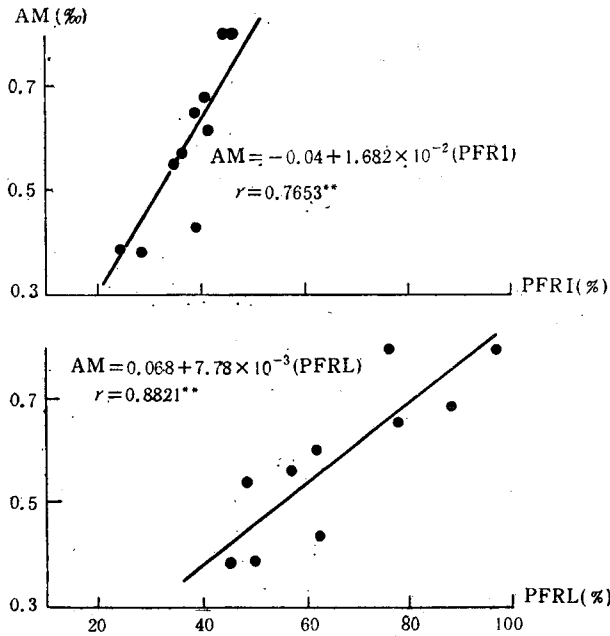


图 4 果皮花色苷产量占果实干物质总量的千分比(AM)随生长季中不同叶幕结构的叶幕(PFRL)和单叶(PFRI)光能截留的变化

Fig.4 Changes in the millesimal values (AM) of total anthocyanin production in the skin to total fruit dry weight according to varied canopy (PFRL) and single leaf (PFRI) PAR interceptions of the different canopy structures in growing season.

留和分配与葡萄整体生理的关系规律是不同的。这种差异的机理需要进一步研究,但似乎主要是由于两种气候条件下土壤和大气水分状况的差异所造成的。地中海式生态条件下以生长季气候干热、阳光充足为特点,西欧葡萄园限制灌水的措施更加剧了这些地区的水热胁迫效应。而我国北方季风气候下,大部分葡萄产区生长季特别是果实发育期(7—8月)雨量丰沛,再加上适时的灌水,使葡萄植物基本上处于最大蒸腾条件下(无干旱胁迫)。这种较适宜的水分状态提高了高光能截留下葡萄群体的光能利用率,在增加地上部生物量生产的同时,改善了光合同化物的分配关系,增大了产量潜力,并使果实物质代谢平衡有利于改良品质。叶幕的低光能截留和不合理的分配不利于产量和品质形成。所以,与地中海式气候条件下葡萄产区相比,在我国北方大部分葡萄产区生长季尤其是成熟期由于光温不足、雨量偏多、易造成产量不稳、品质欠佳而叶幕光能截留和分配的调控对于调节生长发育和植物生理状态尤显得更加重要。

虽然在葡萄上研究很少,但在其它作物上,光与同化物运输的关系已有大量研究(殷宏章等,1979;许德威等,1981;Jaleh,1985;Flore *et al.*,1989);而光对同化物分配影响的研究较少(Jaleh,1985);对果实中物质代谢方向的影响以前似乎并未见有直接的研究报道。那么在本实验中所涉及的后两个问题的生理生态和生化机制是什么?光对同化物分配和代谢方向的调控是直接作用(如影响光敏色素、激素平衡等。Daie,1984;Jaleh,1985)呢,还是通过影响其它微气候因素(如温度、水分代谢等。Jaleh,1985;Jones *et al.*,1985;Carbonneau,1987;Flore *et al.*,1989;张大鹏等,1993)的间接作用?似乎有必要从个体、器官和细胞生理生化方面进行深入探讨,以解释群体生理生态的研究结果,从而为果树叶幕微气候调控(张大鹏,1993)和改良葡萄栽培方式提供进一步的参考资料。

## 参 考 文 献

- 许德威、周庆祺、郑泽荣,1981: 光线对棉叶<sup>14</sup>C同化产物运输的影响,植物生理学报,7(1)27—32。
- 张大鹏,1989: 叶幕微气候调控在葡萄生产中的地位,葡萄栽培与酿酒,2: 5—9。
- 张大鹏,1989: 葡萄栽培研究中冬剪最留芽量的确定方法,葡萄栽培与酿酒,1: 36—38。
- 张大鹏、姜成后,1990: 北京地区葡萄三种主要栽培方式的叶幕微气候和植物水分关系的研究,中国农业科学,23(2)73—82。
- 张大鹏、王学臣、姜成后,1991: 不同日照日变化系统对葡萄净光合和气孔导性的影响,中国农业科学,24(3)1—7。
- 张大鹏,1992: 葡萄叶幕微气候的研究方法与技术,葡萄栽培与酿酒,3: 1—5。
- 张大鹏,1993: 叶幕微气候及其调控生物学研究中的基本概念与内涵,葡萄栽培与酿酒,2: 1—4。
- 张大鹏、罗国光,1993: 葡萄成熟期果实水分出入运动的研究,植物学报,35(1)1—11。
- 张大鹏、姜红英、陈星黎、黄丛林、许雪峰,1994: 葡萄不同栽培方式的叶幕微气候、光合作用和水分生理效应,园艺学报,21(2)105—110。
- 张大鹏、姜红英、陈星黎、姜成后,1995a: 叶幕微气候与葡萄生长、果实产量和品质之间基本关系的研究,园艺学报,22(1)。
- 张大鹏、黄丛林、王学臣、姜成后,1995b: 葡萄光合作用速率和效率日变化的研究和利用,植物学报,37(2)。
- 姜红英、张大鹏,1993: 早玛瑙葡萄叶面积估算方法的研究,葡萄栽培与酿酒,2: 8—11。
- 殷宏章、沈允钢、王天铎、施教耐,1979: 探讨运转着的光合机构,植物生理学报,5(3)295—317。
- Buttrose M S., 1970: Fruitfulness in grape vines: the response of different cultivars to light, temperature and daylength, *Vitis*, 9: 121—125。
- Carbonneau A., 1987: Stress modérés sur feuillage induits par le système de conduite et régulation photosynthétique chez la Vigne, C. R. de 3e Symp. Internat. Physiol Vigne, 24—26 Juin, 1986, Bordeaux. OIV, Paris. 378—385。



- Carboneau A., P. Casteran. et Ph. Leclair., 1978: Essais de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la Vigne et la composition du raisin. *Ann. Amélior. Plantes*, 28(2)195—221.
- Daie J., 1984: Are phytohormones involved in carbon partitioning in leaves? In: Proc. Plant Growth Regulator Soc. Amer; 32—36.
- Flore J. A. and A. N. Laks, 1989: Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. In: *Hort. Rev.*, Vol. 11 (Ed. J. Janik), Timbar Press, Portland, Oregon; 111—157.
- Jaleh D., 1985: Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. In: *Hort. Rev.*, Vol. 7 (Ed. J. Janik), Avi Publishing Comp. INC. Westport, Connecticut; 69—108.
- Jones H. G., A. N. Laks and J. P. Syvertsen., 1985: Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. *Hort. Rev.*, 7: 301—344.
- Zhang D. P., 1987: Conséquences Physiologiques de la Taille de La Vigne, Dr. Thèse, University Bordeaux II, n°32.

## REGULATING EFFECTS OF CANOPY LIGHT (PAR) INTERCEPTION AND DISTRIBUTION ON PHOTOSYNTHATE “SINK-SOURCE” RELATION IN GRAPEVINE POPULATION WITH DIFFERENT CANOPY STRUCTURES

Zhang Da-peng      Jiang Hong-ying

Chen Xing-li      Lou Cheng-hou

(*Hort. Dept., Beijing Agricultural University, 100094*)

### Abstract

The experiment was carried out with two grape varieties, ‘Kyoho’ (*Vitis vinifera* × *V. labrusca*) and ‘Early Agatc’ (*V. vinifera*), and with five different canopy structures through which a series of different canopy PAR interception and distribution types were established, in vineyards of Beijing area (North China) during 1988—1992. The results showed that there existed significant or very significant positive linear correlations between canopy PAR interception and net photosynthetic rate, between canopy PAR interception rate (PFRL) [and single leaf (PFRI)] and the percentages of total fruit dry weight in aerial biomass dry weight, between PFRL (and PFRI) and the contents of total berry sugar in fruit, and between PFRL (and PFRI) and the millesimal values of total anthocyanin production in the sink to total fruit dry weight. It suggested that varying canopy PAR interception and distribution through management of canopy structure of vineyards could regulate efficiently photosynthate “sink-source” relation of vines and metabolic direction in grape berry. The canopy having a high PAR interception and a good PAR distribution in the canopy could not only supply grapevine with a full photoassimilate “source” to satisfy the needs for grape yield and quality, but also permit a higher partitioning coefficient of photoassimilate to fruits by regulating the “sink” relations between organs, and be favourable for the biochemical composition of berry quality in metabolism of fruit.

**Key words** Grapevine, Canopy PAR interception and distribution, Canopy photosynthesis, Photosynthate partitioning, Fruit quality