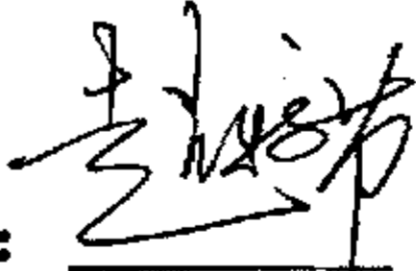


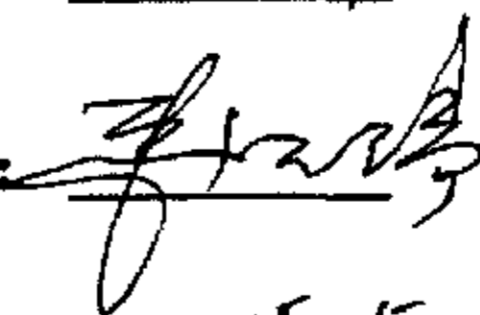
关于学位论文原创性和使用授权的声明

本人所呈交的学位论文，是在导师指导下，独立进行科学研究所取得的成果。对在论文研究期间给予指导、帮助和做出重要贡献的个人或集体，均在文中明确说明。本声明的法律责任由本人承担。

本人完全了解山东农业大学有关保留和使用学位论文的规定，同意学校保留和按要求向国家有关部门或机构送交论文纸质本和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权山东农业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

保密论文在解密后应遵守此规定。

论文作者签名：

导师签名：

日期：2005.5.19

符号说明

- FVT: Free Volatile terpene, 游离态挥发性萜类物质
- PVT: Potentially Volatile terpene, 结合态挥发性萜类物质
- SPME: Solid phase microextraction, 固相微萃取
- Cat: Catechin, 儿茶素
- Epicat: Epicatechin, 表儿茶素
- Egc: Epigallocatechin, 表没食子茶素 (表棓儿茶素)
- Epg: Epicatechingallate, 表儿茶素没食子酸酯
- LDL: Low-density Lipoprotein, 低密度脂肪蛋白
- IBMP: 3-Isobutyl-2-methoxypgrazime, 3-异丁基-2-甲氧基吡嗪
- SPMP: 3-sec-butyl-2-methoxypgrazime, 3-仲丁基-2-甲氧基吡嗪
- IPMP: 3-isopropyl-2-methoxypgrazime, 3-异丙基-2-甲氧基吡嗪
- EMP: 3-ethyl-2-methoxypgrazime, 3-乙基-2-甲氧基吡嗪
- IPP: Isopentenyl diphosphate, 异戊烯二磷酸
- GPP: Geranyl diphosphate, 牻牛儿磷酸
- FPP: Farnesyl diphosphate, 法呢二磷酸
- PEP: Phosphoenolpyruvate, 磷酸烯醇式丙酮酸
- DAHP: 3-deoxy-D-arabinoheptulosonate-7-phosphate, 3-脱氧-D-阿拉伯庚酮糖酸-7-磷酸
- PAL: Phenylalanine ammonialyase, 苯丙氨酸解氨酶
- C4H: Cinnamate 4-hydroxylase, 肉桂酸-4-羟化酶
- CL: Hydroxycinnamate C_{OA} ligase, 4-香豆酸-C_{OA} 连接酶
- CHS: Chalcone synthase, 查耳酮合酶
- PPO: Polyphenol oxidases, 多酚氧化酶
- POD: Peroxidases, 过氧化酶

中文摘要

栽培架式及树体负荷量对酿酒葡萄及其葡萄酒的化学成分,特别是香气有一定的影响,但国内缺乏系统的研究。本研究以玫瑰香(*Vitis vinifera* L. cv. Muscat Hamburg)为试材,采用GC/MS分析法,分析了棚架和篱架栽培条件下,不同采摘时间葡萄果实中的挥发性香气物质,并对成熟后期所酿葡萄酒的香气物质进行了SPME-GC/MS分析;以赤霞珠(*Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon)为试材,试验了在一定栽培条件下不同负荷的树体生长、果实品质状况,采用数学回归分析和多目标规划确定了最佳负荷栽培指标,并研究了在适宜负荷条件下疏穗对葡萄及葡萄酒的影响,为酿酒葡萄生产提供理论依据,主要结果如下:

1. 在栽培管理水平一致、产量相同的条件下,玫瑰香葡萄的含糖量与架式没有明显的相关性,但棚架葡萄的含酸量明显高于篱架。

2. 萜类、醛酮类和酯类是玫瑰香葡萄主要的挥发性香气物质。其中,在棚架栽培的葡萄中检测到84种,包括萜类49种,醛酮类25种,酯类10种;而在篱架栽培的葡萄中检测到65种,包括萜类38种,醛酮类17种,酯类10种。

3. 玫瑰香葡萄挥发性香气物质的相对含量随着采摘时间的延迟而发生变化,萜类化合物和醛酮类化合物呈下降趋势,酯类化合物呈上升趋势。在成熟前期(9月16日),棚架葡萄中总的及主要的萜类化合物相对含量低于篱架,而在成熟后期(10月8日)却高于篱架;棚架葡萄中醛酮化合物总相对含量及主要成分2-己烯醛和己醛在成熟前期与篱架葡萄差异不大,但在后期却高于篱架葡萄;棚架葡萄中酯类化合物总相对含量及主要酯类化合物邻苯二甲酸二丁酯和1,2-苯二甲酸双(2-乙基己基)酯在前期高于篱架,而在成熟后期低于篱架。即棚架与篱架相比,减小了挥发性物质在成熟期变化的幅度。以玫瑰香葡萄生产果香型葡萄酒宜在充分成熟初期采收,特征香气物质的变化可作为合理采收期的生化指标。

4. 玫瑰香葡萄酒中的香气物质主要是萜类、酯类和醇类,对嗅觉有影响的是萜类和部分酯类。棚架葡萄酒中酯类化合物的种类多于篱架。乳酸乙酯和乙酸乙酯的含量低于篱架葡萄酒,其余酯类高于或等于篱架葡萄酒。在萜类化合物中,只有里那醇在棚架葡萄酒中的含量低于篱架葡萄酒, β -香茅醇、萜品烯、苧烯、月桂烯、萹烯、对伞花烃、水芹烯、 α -萜品油烯等的含量均高于篱架葡萄酒。棚架葡萄酒中的糠醛和苯乙醛的含量也高于篱架葡萄酒。

5. 单位新梢密度影响篱架赤霞珠葡萄的可溶性固形物和酒的色泽,在12~16.5梢/

米范围内，可溶性固形物含量较高且稳定，酒色度值稳定，新梢中庸；大于 19 梢/米时，新梢长势变弱，果实可溶性固形物和酒色度下降；新梢密度小于 7 梢/米，新梢偏旺，果实可溶性固形物偏低。经数学回归分析和多目标规划，推荐新梢密度为 16 梢/米左右。

6. 在每米架面 15 个新梢的负荷条件下，花期疏穗对新梢生长的促进作用大于在转色期疏穗，而转色期疏穗对叶片净光合速率的抑制作用大于花期疏穗，但疏上穗与疏下穗之间的差异不明显。在不同的成熟时期，疏穗对赤霞珠葡萄果实成分含量有不同的影响作用。在始熟期（7 月 9 日），花期疏穗处理葡萄的含糖量低于转色期疏穗和不疏穗，含酸量略高于转色期疏穗和不疏穗，转色期疏穗和不疏穗之间无差异，疏上穗和疏下穗之间也无差异；在充分成熟期（7 月 28 日），疏穗对含糖量的影响不明显，疏穗时期对含酸影响不大，但疏上穗处理的含酸量均低于疏下穗。

在始熟期，儿茶素含量最高的是花期疏上穗，依次是转色期疏下穗、花期疏下穗、转色期疏上穗，都高于不疏穗；表儿茶素含量最高的也是花期疏上穗，依次是花期疏下穗、转色期疏下穗、不疏穗及转色期疏上穗；表倍儿茶素含量最高的也是花期疏上穗，依次是不疏穗、转色期疏下穗、花期疏下穗及转色期疏上穗。

在充分成熟期，儿茶素含量最高的是转色期疏下穗，依次是花期疏上穗、花期疏下穗、不疏穗及转色期疏上穗；表儿茶素含量最高的也是转色期疏下穗，依次是花期疏上穗、花期疏下穗、不疏穗及转色期疏上穗；表倍儿茶素含量最高的是花期疏上穗，依次是转色期疏下穗、花期疏下穗、不疏穗及转色期疏上穗。

从始熟期到充分成熟期，三种儿茶素的含量都明显下降是果实发育的生理变化。疏穗处理加大了儿茶素类化合物的下降幅度，促进了果实的发育，且花期疏上穗的作用最明显。

7. 在葡萄充分成熟期，对不同疏穗处理的赤霞珠葡萄进行酿酒，于第二年对酒样进行分析，各疏穗处理葡萄酒中的儿茶素含量均高于不疏穗，表儿茶素的含量均低于不疏穗，三种儿茶素类化合物（儿茶素、表儿茶素和表倍儿茶素）之和也均低于不疏穗。花期疏上穗和转色期疏上穗具有较高的色度值，经品评也具较好的品质。早期疏上果穗有利于葡萄酒品质的提高。

关键词：栽培架式，负荷，葡萄，风味物质，气质联用

Effects of trellis system and crop load on flavour compounds in winegrapes and wines

Abstract

Trellis system and crop load have great effect on the chemical constituents, especially the aroma of grape and wine. But little research has been engaged in this field in China. The changes of volatile compounds in Muscat Hamburg (*Vitis vinifera L.*) for pergola and vertical trellis systems were examined during maturation by GC/MS, and the aroma compounds were determined in wines at late ripening by SPME-GC/MS in this research. Furthermore, the effect of crop load under cultivated conditions on vine growth and quality of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) berries and wines was examined. The indexes of optimal crop load were determined by statistical analysis. The effect of cluster thinning on berries and wine constituents was also studied. The main results are as follows:

1. No obvious correlativity was found between the contents of sugar and trellis systems at the same culture management and load. However the contents of total titratable acids (TA) in pergola system was much higher than that in vertical trellis system.

2. The main volatile aroma constituents of Muscat Hamburg were composed by terpenes, esters, aldehydes, and ketones. There were 84 kinds of volatile aromas detected in pergola system, including 49 terpenes, 10 esters, and 25 aldehydes and ketones; while only 65 kinds of them detected in vertical trellis system, including 38 terpenes, 10 esters, and 17 aldehydes and ketones.

3. The volatile compound contents of Muscat Hamburg varied with harvesting time, the content of terpenes, aldehydes and ketones decreased, respectively, and that of the esters increased. The relative content of total and main terpenes in pergola system, which was higher at later maturation (10/8), was much lower than that of in vertical trellis system at earlier maturation (9/16). The relative contents of total aldehydes and ketones and two main components, 2-hexenal and hexanal, were not found different significantly between the two trellis systems at earlier maturation, and higher levels of these components in pergola system were detected at later maturation. When it came to total esters and main esters, dibutyl

phthalate and 1,2-benzenedicarboxylic acid bis(2-methylpropyl)ester, the contents of which were higher in pergola system than that in vertical trellis system at earlier maturation, and lower at later maturation, i.e., changes of volatile compounds in pergola system were less obvious than that in vertical trellis system. In order to produce fruitful wine, the berries of Muscat Hamburg should be harvested at the beginning of full maturation, with the changes of characteristic aroma identified as biochemical index.

4. Main aroma components of wine made from Muacat Hamburg seemed to be terpenes, esters and alcohols, while terpenes and several esters are sensible. The wine made from pergola system grapes had more kinds of esters than that from vertical trellis system grapes. The contents of ethyl lactate and ethyl acetate in wine made from pergola system grapes were much lower than that from vertical system grapes, while other esters in the former were equal to or much higher than that in the latter. Linalool content of wine from pergola system was obviously lower than that from vertical trellis system, while the contents of β -citronellol, terpinene, limonene, myrcene, camphene, p -cymene, phellandrene, and α -terpinolene in the former were higher than that in the latter. The contents of furfural and phenylacetaldehyde in wine from pergola system were higher than that from vertical trellis system, too.

5. Shoots per meter had great impact on soluble solid (SS) of berries and color density of wine in Cabernet Sauvignon with vertical trellis system. The SS was higher and more stable when shoot density was between 12 and 16.5 shoots/m, with stable color density and moderate shoot vigor. The SS and wine color density began to decrease, TA increased and shoot growth decreased when the shoot density exceeded 19 shoots/m. The berries had lower soluble solid (SS), higher wine color density and more vigor shoot growth in shoot density of below 7 shoots/m. The shoot density of 16 shoots/m was recommended for moderately vigorous Cabernet Sauvignon vine to achieve economically acceptable yields and higher wine quality, according to regression analysis and multiple objective programming.

6. Under the condition of 15 shoots per meter, cluster thinning at anthesis induced higher growth vigor than that at veraison, while the latter suppressed the net assimilation rate at a higher degree than the former. At the same time, no difference was found between the distal cluster thinning and the basal cluster thinning. Cluster thinning at different stage of maturation had different effect on berry constituents in Cabernet Sauvignon. At the beginning

of maturation (7/9), for the cluster thinning at anthesis, the sugar content in berries was lower than that of each treatment at veraison, while TA content was a little higher. No difference was found between the cluster thinning and the control, so as to the distal cluster thinning and the basal cluster thinning at veraison. At full maturation (7/28), whether cluster thinning or cluster thinning at different stage did not affect the sugar and TA contents in the berries, whereas the distal cluster thinning led to a lower level for TA content compared with the basal cluster thinning.

At the beginning stage of maturation, the catechin content reached its highest level with the distal cluster thinning at anthesis, followed by that of the basal cluster thinning at veraison, the basal cluster thinning at anthesis, the distal cluster thinning at veraison, and the control in sequence. The highest content of epicatechin was also achieved with the distal cluster thinning at anthesis, and then the basal cluster thinning at anthesis, the basal cluster thinning at veraison, the control, and the distal cluster thinning at veraison in sequence. The highest content level of epigallocatechin was also appeared in the distal cluster thinning at anthesis, followed by the control, the basal cluster thinning at veraison, the basal cluster thinning at anthesis, and the distal cluster thinning at veraison in sequence.

As to full maturation stage, the catechin content reached the highest level in basal cluster thinning at veraison, followed by the distal cluster thinning at anthesis, the basal cluster thinning at anthesis, the control, and the distal cluster thinning at veraison in sequence. The highest content level of epicatechin appeared in the basal cluster thinning at veraison, followed by the distal cluster thinning at anthesis, the basal cluster thinning at anthesis, the control, and the distal cluster thinning at veraison in sequence. The content of epigallocatechin reached its highest level in the distal cluster thinning at anthesis, followed by the basal cluster thinning at veraison, the basal cluster thinning at anthesis, the control, and the distal cluster thinning at veraison in sequence.

The obvious decrease of all the three catechins contents was a typical physiological change in berry development from the beginning to full stage of maturation. The cluster thinning increased the decrease extent of catechins contents and accelerated the berry development, especially in the distal cluster thinning treatment at anthesis.

7. The full-matured berries of Cabernet Sauvignon in all treatments were made into wines,

and the wines were examined the next year. The catechins contents of wine in every cluster thinning treatment were higher compared with the control, whereas the epicatechin content of which was lower than that of the control. The content of these three catechins in wine with cluster thinning was also lower than that of the control. The wines made from the distal cluster thinning at anthesis and veraison reached a higher color density and better quality compared with other treatments. The wine quality was benefited by the distal cluster thinning at early stage.

Key words: trellis system; crop load; grape; flavour compounds; GC/MS

1 引言

葡萄在世界果树生产中一直占据着重要位置,其栽培面积和产量居世界水果第二位,仅次于柑橘(孔庆山,2004)。在我国,葡萄也是重要的果树树种,在一些地区已经成为支柱产业。2003年全国葡萄种植面积42.67万公顷,其中酿酒葡萄为6.47万公顷,占15%,葡萄酒产量达34.3万吨,而且仍呈发展趋势(耿兆林,2004)。但在酿酒葡萄生产中,长期存在着追求产量,轻视品质的问题,严重制约着葡萄酒品质的提高。随着酒厂对葡萄原料品质的重视,逐步实行了以质论价,而品质的指标主要是含糖量。

在加工工艺和设备条件能够满足的条件下,葡萄酒的品质主要取决于葡萄原料的品质,而葡萄的品质除了其含糖量外,还与很多的果实风味成分物质有关。每种果实风味物质以及各成分之间的平衡性都是衡量其果实品质的指标。果实的风味物质构成,除了品种差异外,主要是受自然条件和栽培技术的影响。研究栽培技术对葡萄果实风味成分的影响,对实现规范化、科学化种植、提高葡萄原料品质具有重要的理论与生产意义。

1.1 酿酒葡萄中风味物质的种类及风味特征

酿酒葡萄中的风味物质是葡萄酒风味成分的主要来源,直接影响着葡萄酒的品质。葡萄浆果中的化学组成非常复杂,但主要风味物质可概括为糖类、酸类、挥发性香气物质、酚类物质及其他成分。

1.1.1 糖类

葡萄中的糖类是葡萄酿酒的基本底物,浆果中含糖量的高低标志着葡萄酒潜在的酒精产量和可能的残糖保留量。葡萄中的可发酵糖主要是葡萄糖和果糖,这两种糖约占果汁中碳水化合物含量有99%或更多(贺普超,1999)。在浆果的发育过程中,两种糖的比例有很大的变化,在浆果开始成熟时,浆果中葡萄糖的含量高于果糖含量,在成熟时,两种糖的含量接近,在过熟期,果糖的含量又往往高于葡萄糖(李华,2000;贺普超,1999)。除了果糖和葡萄糖之外,浆果中还存有少量的其他糖类,如蔗糖、水苏糖、棉子糖、蜜二糖、麦芽糖、半乳糖、甘露糖、鼠李糖、木糖等,在成熟的欧洲葡萄(*Vitis, Vinifera. L*)中,较多的蔗糖和棉子糖的含量仅分别为0.19~1.80g/L和0.15~0.34g/L。这些少量的糖类仅有少部分可以在发酵中被酵母代谢利用,多数不能被酵母利用而残留在葡萄酒中(赵光鳌等,2001),与残留的葡萄糖和果糖一起,赋予葡萄酒甜味和圆润感。浆果中的葡萄糖和果糖经发酵生成乙醇。纯净的乙醇不仅具有甜味,而且还是葡萄酒中芳香的载体(王

恭堂, 2000)。

1.1.2 酸类

葡萄中的酸可分为无机酸和有机酸。无机酸含量很少, 其总量一般少于 1g/L, 主要是根系从土壤中吸收而来。有机酸是葡萄浆果中的主要酸, 主要包括酒石酸、苹果酸和柠檬酸。另外还会有少量的异柠檬酸、戊二酸、富马酸、吡咯烷酮羧酸、2-酮戊二酸和莽草酸(赵光鳌等, 2001)。酒石酸和苹果酸可占浆果总酸的 90%以上, 柠檬酸虽居第三位, 但在成熟的葡萄中, 其含量很低。在葡萄的成熟过程中, 其总酸的含量呈下降趋势, 下降程度与果实的呼吸速率有关, 而果实的呼吸又受环境温度的影响。苹果酸是受呼吸影响的主要酸, 在凉爽的气候条件下下降缓慢, 在温暖的气候条件下下降较快(Jackson et al., 1993)。在葡萄酒的发酵过程中, 浆果中的有机酸转移到葡萄酒中并没有发生形式的变化, 同时, 还会有其他一些少量的有机酸也会在发酵中产生, 例如琥珀酸、乳酸、醋酸及高级脂肪酸。适宜的含酸量给予葡萄酒结构感, 对葡萄酒的口味有决定性的作用。当葡萄酒中的总酸含量高于 8 g/L 时, 会产生过酸的感觉, 低于 5 g/L 时, 会使葡萄酒显得平淡(王恭堂等, 2000)。

1.1.3 挥发性香气物质

葡萄浆果中挥发性物质的种类很多, 已经检出的成分有 100 多种, 主要包括萜类、酯类、醛酮类及醇类等。不同葡萄品种和葡萄浆果发育的不同时期, 其挥发性物质的种类和含量都有很大的不同(Girard et al, 2002; Gómez et al, 1995; Gunata et al, 1985)。而且受葡萄酒发酵工艺条件(发酵温度、酶处理等)的影响(Rosario et al, 2003)。萜类化合物是葡萄和葡萄酒中很重要的一类香气成分, 尤其是对于富香品种(例如玫瑰香 Muscat Hamburg, 琼瑶浆 Gewürztraminer, 白雷司令 White Riesling 等), 它们赋予品种特有的风味和香气特征。萜类化合物主要来源于葡萄的果皮(Bayonove et al, 2003), 在浆果中有两种存在形式, 即游离态和结合态, 其结合态和游离态的比值一般在 1 和 4 之间, 且在较热的气候条件下, 此比值有偏高的倾向(Bravdo and Shoseyov, 2000)。只有游离态的萜类化合物才能赋予可感知的香味。葡萄中的游离萜类化合物多为浆果或葡萄酒带来花香和果香, 例如香茅醇具柠檬气味, 橙花醇和牻牛儿醇具玫瑰气味, 里那醇具玫瑰木的气味(李华, 2001)。葡萄及葡萄酒中结合态的萜类化合物是潜在的香气物质, 主要以糖苷键(O-glycosides)的形式与糖结合。这些糖苷键的结构主要是 6-O- α -阿糖呋喃- β -D-吡喃葡萄糖苷(6-O- α -arabinofuranosyl- β -D-glucopyranosides)、6-O- α -L-鼠李吡喃- β -D-吡喃葡萄糖苷(6-O- α -L-rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranosides)、6-O- β -apio-呋喃- β -D-吡喃葡萄糖苷(6-O- β

-apio-furanosyl- β -D-glucopyranosides) 以及少量的 β -D- 呋喃葡萄糖苷 (β -D-glucopyranosides) (Voirin et al, 1990; Williams ,1982; Williams ,1983)。这种结合态的香气物质在一定的条件下也可以水解而赋予葡萄酒香气 (Gunata et al,1985; Noble et al, 1987; Sefton, 1993; Strauss, 1986)。酯类是葡萄酒中重要的一类香气成分, 其水果香常常来源于酯类化合物。葡萄中的一些酯也赋予特殊的品种特征香气, 例如美洲种葡萄中的邻氨基苯甲酸甲酯赋予美洲种葡萄及葡萄酒的特征香气 (狐臭味) (Chisholm, 1995)。葡萄的脂肪酯中, 只有单羧酸酯具有香气的重要性, 低分子量的酯通常具有水果香气, 例如乙酸异戊酯 (乙酸-3-甲基丁酯) 具香蕉味, 乙酸苜酯具苹果味, 因此, 这类酯又有“水果”酯之称 (翟衡等, 2001)。葡萄中的醛酮类化合物中, 有些是葡萄酒特殊品种香的组分, 例如大马士革酮有类似玫瑰的香气, 是霞多丽 (Chardanny), 雷司令 (Riesling) 品种香的组分, 紫罗酮具复盆子香气, 也是一些品种香的组分, 在美乐品种中分析到了 β -大马烯酮 (β -damascenone), β -紫罗酮 (β -ionone) 和 α -紫罗酮 (α -ionone)。 β -紫罗酮赋予紫罗兰香气, 在水中的味觉阈值为 7ng/L, 白葡萄酒中的味觉阈值为 4 μ g/L, β -大马烯酮在水中的味觉阈值为 2ng/L, 在酒中的味觉阈值为 4ng/L (Kotseridis.et al,1998;Acree, 1981)。但有些醛酮类化合物会带来不愉快的香气, 例如己醛和己烯醛会给葡萄酒带来生青味和草药味, 庚醛具有不愉快的苦味 (翟衡等, 2001)。葡萄中的挥发性醇类化合物含量较少, 但多数可转移到葡萄酒中, 并对香气起作用, 例如己醇含量较高时会给葡萄酒带来青草味。Girard 等(2002)在琼瑶浆葡萄中分析到的醇类主要有 1-己醇、2-己烯-1-醇、1-辛烯-3-醇、1-戊醇、1-辛醇、1-壬醇等。

1.1.4 酚类物质

酚类物质是一类大而复杂的化合物, 是葡萄中重要的次生代谢产物, 不仅与葡萄的抗性、保鲜特性和果实品质等有密切的关系, 而且对所酿葡萄酒的特征和品质非常重要, 直接影响着葡萄酒的外观、风味、风格及其稳定性。葡萄中的酚类物质可分为类黄酮和非类黄酮两大类 (丁燕等, 2003; Schneider, 1998)。类黄酮主要分布于果皮、种子和果梗中, 而非类黄酮主要集中于果肉细胞的液泡中。非类黄酮主要是酚酸类化合物, 葡萄浆果中含有两类酚酸, 即苯酸和苯内烯酸 (肉桂酸)。苯酸包括五倍子酸 (没食子酸)、原儿茶酸、香子兰酸和水杨酸等, 苯内烯酸包括香豆酸、咖啡酸和阿魏酸等。浆果中 20~25% 的酚酸是以游离态的形式存在, 在葡萄酒中可与花色素和酒石酸结合。葡萄中最重要的酚酸是羟基肉桂酸, 是葡萄酒酿造中不可缺少的酚类, 也是多酚氧化酶的最好底物, 能够赋予白葡萄酒所希望的金黄色 (赵光鳌等, 2001)。

类黄酮是酿酒葡萄中占有很大比例的酚类物质, 可占 85%, 对葡萄酒, 尤其是红葡萄酒的品质起着重大的作用。类黄酮可分为三个亚群, 即黄酮醇 (Flavonols), 黄酮 (Flavones), 和黄烷醇 (Flavanols) (Hollman and Arts, 2000)。葡萄中的黄酮醇含量不高, 在紫黑色葡萄中, 槲皮酮 (Quercetin) 的含量可达 15~37mg/Kg, 在白葡萄酒中, 可达 2~12mg/Kg, 而杨梅黄酮 (Myricetin) 在紫黑葡萄和白葡萄中的含量差异不大, 约 4.5mg/Kg, 而茨非醇 (Kaempferol) 含量甚微。在葡萄酒中检测到的主要种类有槲皮酮, 茨非醇和杨梅黄酮, 红葡萄酒中黄酮醇总含量一般为 4~31mg/L, 在白葡萄酒中很少检出 (Vuorinen et al, 2000)。

植物中的黄酮主要是 3', 4', 5, 7-四羟基黄酮 (藤黄菌素) 和 5, 7, 4'-三羟基黄酮 (芹菜苷配基), 在芹菜和甜椒中有较高的含量, 在芹菜的叶中可分别达 200mg/Kg 和 750mg/Kg (Crozier et al, 1997)。尚未见在葡萄中含量的报道。

黄烷醇是葡萄中主要的一类类黄酮化合物。葡萄中的黄烷醇主要有两大类, 一类是黄烷-3-醇 (Flavan-3-ols), 一类是黄烷-3, 4-二醇 (Flavan-3,4-diols), 黄烷-3-醇主要包括儿茶素 (catechin, Cat)、表儿茶素 (Epicatechin, Epicat)、表没食子儿茶素 (Epigallocatechin, Egc)、表儿茶素没食子酸酯 (Epicatechingallate, Epg) (Souquet et al, 1996)。这些儿茶素类化合物在葡萄酒的品质中起着非常重要的作用, 因为它们是葡萄酒中单宁和花色苷的前体物质。黄烷-3, 4-二醇是色素的基本物质。因为花色素是黄烷-3, 4-二醇取代衍生物。原花色素又是花色素的前体, 可分为两类, 一类是黄烷-3, 4-二醇的单体衍生物, 称为白花色素 (Leucoanthocyanidin), 在有氧和酸性条件下能转化成相应的花色素, 另一类是由 2 个或 2 个以上黄烷-3-醇缩合而成的前花色素 (丁燕等, 2003)。

单宁 (tannin) 是一类特殊的酚类物质, 即酚类化合物的多聚体。依据化学结构和性质, 植物中的单宁可分为 3 大类, 水解单宁 (hydrolysable tannin)、缩合单宁 (condensed tannin) 和新型单宁 (new type tannin) (谭仁祥等, 2002)。水解单宁是由酚酸和多元醇通过苷键或酯键形成的, 可被酸、碱或酶催化水解而失去单宁的性质。缩合单宁是由亲核的黄烷-3-醇和亲电的黄烷-3, 4-二醇单体通过共价键连接而成的缩合物。单体黄烷-3-醇通过与黄烷-3, 4-二醇反应形成二聚体启动缩合反应, 缩合过程被认为是黄烷-3, 4-二醇继续添加的过程 (Abrahams et al, 2003; Souquet et al, 1996)。黄烷-3-醇是缩合单宁最重要的单元。新型单宁是除了典型的水解单宁和缩合单宁以外, 新发现的一类兼有两者结构和性质的一类单宁。

缩合单宁多聚体中单体的组成、大小、连接键和局部结构在不同品种、不同组织及不

同发育阶段是不同的 (Tanner et al, 2003)。缩合单宁缩合的起始单元 (initiating unit) 或底端单元 (terminal unit) 是儿茶素或表儿茶素 (Tanner et al, 1993; Xie DY et al, 2003), 而延伸单元 (extension unit) 是黄烷-3, 4-二醇。在葡萄浆果中只有缩合单宁, 即儿茶单宁, 是由儿茶素 (catechins) 和原花色素 (procyanidins) 缩合而成 (Jackson, 2000)。并且果实中不同部位的缩合单宁含量不同, 果皮中含量为 0.5%~4.0%, 种子中含量为 2.2%~8.0%, 果梗中含量为 1.0%~5.4%, 而果肉中几乎不含有缩合单宁 (桂祖发, 2000; 孙沛杰和孙丽颖, 1993)。不同部位的缩合单宁的结构和聚合度也不相同, 果皮中缩合单宁含有表没食子儿茶素, 而种子单宁中则含有更多的表儿茶素没食子酸酯 (epicatechin gallate), 且作为起始单元 (Prieur et al, 1994; Souquet et al, 1996)。葡萄皮中缩合单宁的聚合度一般为 3.4~83.3, 而种子中的聚合度一般为 2.3~16.7 (Sum et al, 1998)。关于缩合单宁含量在葡萄果实中的变化特征报道并不完全一致, 有人认为在成熟过程中, 其含量呈持续下降的趋势 (Amerine and Ough, 1980), 也有人认为, 在葡萄成熟的过程中, 其单宁的含量先升高, 然后再逐渐下降 (Abrahams et al, 2003), 还有研究发现, 在成熟过程中种子中的单宁和皮中的单宁含量和变化都不一样, 以赤霞珠和西拉品种的试验显示, 种子中的单宁含量在转色期前有个高峰, 然后下降直至采收, 而果皮中的单宁含量除有小的波动外, 基本保持稳定。同时还有品种、年份的差异 (Harbertson et al, 2002)。葡萄酒中的缩合单宁主要来源于葡萄果实, 其分子量一般在 500~3000 μ 之间, 新鲜葡萄酒中所含单宁的分子量较小, 分子量一般在 500~700 μ , 陈酿葡萄酒中所含单宁的分子量较大, 陈酿 5 年的葡萄酒, 单宁分子量可达 2000 μ , 最高可达 3000~4000 μ (Amerine and Ough, 1980; Plaza et al, 2001)。

在酚类物质中, 儿茶素类及其缩合单宁对红葡萄酒风味的作用最大, 是红葡萄酒涩味与苦味的主要来源。小分子的儿茶素及缩合单宁苦涩感重, 而分子过大的单宁对口味又没有太大的影响 (杜金华等, 2001)。因此, 只有适度聚合的单宁, 才能赋予葡萄酒良好的口感。花色素对葡萄酒的滋味没有太大影响, 但同单宁的聚合有助于单宁在葡萄酒中的稳定。

缩合单宁对滋味和口感有明显的作用, 也是红葡萄酒中的主要酚类物质。相反, 非类黄酮是白葡萄酒中的主要酚类成分。儿茶素、原花色素及缩合单宁是红葡萄酒中的主要风味物质。因为这些物质的含量大大超出了其味觉阈值, 是涩味和苦味的源泉。较小分子的儿茶素和原花色素的苦味相对比涩味重, 小的缩合单宁既苦又涩, 大分子的缩合单宁对味觉影响很小。

尽管水解单宁比缩合单宁有更强的涩感,但由于其有限的含量和早期的降解,水解单宁几乎不对葡萄酒产生明显的涩感和苦味(Pocock et al, 1994)。但是,当对羟基苯基乙醇(tyrosol)的含量达到大约 25mg/L 时,能使白葡萄酒产生苦味,这一点在起泡葡萄酒(sparkling wine)中较为重要,因为在起泡葡萄酒的二次发酵过程中其浓度会增加。在一些葡萄品种中,有些酚类物质能带来胡椒味(peppery sensation),2-苯基乙醇(2-phenylethanol)和甲基邻氨基苯甲酸酯(methyl anthranilate)的存在就会有这种影响(Jackson, 2000)。

单宁的来源不同,结构不同,决定着其风味特征。种子单宁赋予葡萄酒酒体和骨架感,果皮单宁可使葡萄酒圆润、丰满,果梗中的单宁可使葡萄酒有过重的苦涩味。种子单宁浸出过多,则葡萄酒涩味过重,果皮单宁浸出过多,尤其果实未达到充分成熟时,会给葡萄酒带来明显的苦味和青草味。葡萄酒的苦涩味主要是由儿茶素、表儿茶素和原花色素形成的低聚单宁产生,苦涩味的强弱与聚合度有关。一般来讲,儿茶素比较苦,基本上没有涩味,小分子的寡聚单宁表现苦味,有可觉察的收敛性,四聚(中聚)单宁具有较强的收敛性,苦味很弱,多聚单宁收敛性最弱。在红葡萄酒中多聚单宁、寡聚单宁和中度聚合单宁的感官阈值分别是 200mg/L、120mg/L 和 12mg/L (曹鹏,段长青,2004)。单宁的收敛性与其结合蛋白质的能力有关,单宁的分子量小于 500 μ 时,结合蛋白质的能力很低,分子量大于 3000 μ 时,基本上没有结合蛋白质的能力,只有分子量在 500~3000 μ 之间时,才随着酚羟基数目的增多,结合蛋白质的能力逐渐增强(李华,1992)。

单宁不仅对葡萄酒的滋味与口感有重要的作用,还对其他方面的葡萄酒品质有重要影响,例如,单宁会与蛋白质、多糖等聚合形成沉淀,利于酒的澄清;单宁的抗氧化性,利于葡萄酒在陈化过程中保质;单宁与花色苷的聚合作用利于葡萄酒色泽的稳定(Clifford,2000; Yokotssuka and Singleton,2001; Sims and Morris,1985; Stephen et al,2003);单宁对酵母的生长及其酶具有抑制作用等。儿茶素和白色素(leucocyanidins)(flavan-3,4-diols)的聚合作用产生原花色素(procyanidins)。原花色素在葡萄浆果中主要以单体存在,但在葡萄酒中倾向于缩合成单宁。原花色素聚合体含有 2~8 个黄烷-3-醇单位,分子量在 1000 至 4000 之间。葡萄浆果中基本上不含有水解单宁。经过橡木桶贮藏的葡萄酒,往往含有来自橡木的鞣花单宁(ellagitannins),它是鞣花酸(ellagic acid),或没食子酸(gallic acid)及鞣花酸糖苷聚合体。在葡萄酒中,水解单宁比缩合单宁有更强的涩感。因此,不同类型的葡萄酒选择适宜的橡木种类以相应的焙烤程度,对葡萄酒风味的提高和完善非常重要。

酚类物质不仅赋予葡萄风味、外观(色泽),而且是葡萄酒保健作用的主要功能成分。在这些成分当中,儿茶素和表儿茶素尤为引起人们的关注,它们最显著的作用之一是阻碍低密度脂肪蛋白(low-density lipoprotein LDL)的氧化,这种抗氧化能力比VE(α -tocopherol)强几倍。因为氧化了的低密度脂肪蛋白会是动脉粥样硬化(atherosclerosis)的诱因(Frankel et al, 1993; Frankel et al, 1995; Kanner et al, 1994)。儿茶素和表儿茶素抗动脉粥样硬化的作用还包括:阻碍平滑肌细胞的增殖(Yokozawa et al, 1995);降低胆固醇的溶解度,减少从肠中对胆固醇的吸收(Ikeda et al, 1992);预防自由基对磷脂脂质体(phospholipid liposomes)、DNA和血红蛋白细胞色素C(hemoprotein cytochrome C)的伤害等(Salah et al, 1995; Scott et al, 1993; Terao et al, 1994)。

色素是类黄酮物质的又一种表现方式。以花色素(anthocyanidin)与葡萄糖结合为花色素苷(anthocyanin)的形式呈现色泽。葡萄中常见的有五种基本花色素:花青素(矢车菊素)(cyanidin)、花翠素(delphinidin)、芍药素(peonidin)、矮牵牛色素(petundin)和锦葵素(malvidin)。各种花色素及其糖苷都是通过黄烷酮在一系列酶的作用下而产生(许智宏等, 1999)。每种花色素与葡萄糖结合后形成相应的花色素苷。根据花色素上连接的糖分子数目可分为单糖花色素苷和双糖花色素苷。欧洲葡萄(Vitis Vinifera L)品种中,主要是单葡萄糖花色素苷,且锦葵素-3-葡萄糖苷占有较高的比例,而其它种如美洲葡萄(V. labrusca L)、河岸葡萄(V. riparia M)、沙地葡萄(V. rupestris Scheele)既含有单糖花色素苷又含有双糖花色素苷,且双糖花色素苷还占有较高的比例(刘树文等, 1999; 贺普超, 1999)。花色素苷可以通过自我缔合作用(self-association)和辅助色素作用(copigmentation)两种方式进行花色素苷间的凝聚或与其他化合物的结合(Somers et al, 1988)。花色素苷在红葡萄酒中尽管有较大的含量,但对酒的滋味没有太大的影响,但与单宁的聚合对单宁在葡萄酒中的稳定性是非常重要的(Singleton et al, 1972)。

同时研究证明,葡萄中具有较高的花色素含量和较高的花色素/单宁比值,所产生的葡萄酒浓厚而平衡(Brossaud et al, 1999)。花色素在葡萄中的积累受许多因素的影响,包括温度(Hale and Buttrick, 1974; Kliewer and Torres, 1972)、光照(Dokoozlian and Kliewer, 1996; Keller and Hrazdina, 1998)、供水状况(Bravdo and Hepner, 1987; Ginestar et al, 1998; Matthews and Anderson, 1988)土壤(Yokotsuka et al, 1999)和栽培技术(Kliewer and Weaver, 1971; Kliewer and Scuhltz, 1973; Yokotsuka et al, 1999; Hunter et al, 1991; Carbonneau and Casteran, 1987; Reynolds and Wardle, 1989)。花色素在葡萄酒的贮存过程中也是发生变化的,这与葡萄酒的色泽变化密切相关。葡萄酒的色泽从年轻酒的紫红、红直

至老熟酒橙黄的变化，主要是由花色苷的氧化所致（Auw et al, 1996; Sarni-Manchado et al, 1995; Sims and Morris, 1984）。同时还存在着单体花色苷和其他酚类化合物之间的反应，主要是与具有黄酮类结构的酚发生反应，以产生更复杂的化合物，这些化合物可以使颜色更加稳定（Boulton, 2001），具有非黄酮类结构的酚类化合物（来源于果肉）不能够与花色苷形成稳定的花色苷——酚类化合物复杂分子（Cheynier, 2001）。葡萄酒中单体花色苷含量高时，会导致葡萄酒色泽的不稳定（Ribereau-Gayon et al, 2000）。

葡萄酒的颜色最初来源于发酵过程中对葡萄皮中花色苷的浸渍，因此，葡萄浆果中花色苷的含量和种类决定着葡萄酒色泽的深浅和色调。发酵过程中的温度、浸渍时间、果皮/果汁比例等条件都影响着花色苷以及其他酚类物质在葡萄酒中的含量（Ribereau-Gayon, 1982; Bissell et al, 1989; Sims and Bates, 1994; Auw et al, 1996; Scudamore-Smith et al, 1990; Singleton, 1972）。在发酵、陈酿、贮存等过程中，葡萄酒的色泽和成分均发生着变化，新酒中的颜色主要由单体花色苷组成，受花色苷浓度、pH 值、二氧化硫浓度和辅色素等的影响，经过陈酿，葡萄酒的颜色则主要由寡聚体和多聚体的色素决定，受聚合度的影响（Somers, 1971; Yokotsuka, 1995）。颜色的稳定性与花色苷的种类也有关系，花色苷的衍生物可以提高花色苷的稳定性，乙烯苯基花色素-3-糖苷复合物的颜色稳定性比花色素-3-糖苷的稳定性好，并且 pH 值对花色苷衍生物的影响要比对单体花色苷的影响小（Sarni-Manchado et al, 1996）。

另外，酚类物质在植物生长发育调节、信号转导、生物固氮等方面也起着重要作用（陈伟等, 1997）。

1.1.5 其他

在葡萄中还有一些对葡萄酒风味有作用的成份，例如盐分、含氮化合物等。葡萄酒中的盐分主要是无机盐和少量的有机盐，其含量一般为 2~4g/L，是葡萄酒的咸味物质，赋予葡萄酒新鲜感（王恭堂等, 2000）。葡萄中的含氮化合物主要是氨基酸、肽和蛋白质，三者的平均含量分别约占 63%、20%和 17%（Yokotsuka et al, 2002）。氨基酸是葡萄酒发酵中酵母代谢的氮源，且对葡萄酒的风味有一定的影响。大分子的肽和蛋白质不能作为氮源结合到酵母细胞中，因为葡萄酒酵母没有能力对蛋白质进行隔膜转移，也不能在它们的细胞外将其降解为氨基酸（Boulton et al, 1996）。蛋白质和肽主要含于皮和种子中，而大多数游离氨基酸是在汁中测到的。多肽在食品风味中也有作用，但在葡萄酒中尚未引起足够的重视。由于其分离的困难也很少研究，关于葡萄酒中多肽的研究多数是局限于其氨基酸组分的测定（Acedo et al 1994; Kozub et al, 1980; Moreno-Arribas et al, 1998; Yokotsuka

et al, 1975), 个别研究涉及到了白葡萄酒中少数多肽序列的测定(Yokotsuka et al, 1975)。

最值得一提的是 3-烷基-2-甲氧基吡嗪 (3-alkyl-2-methoxypyrazine)。这类化合物主要包括 3-异丁基-2-甲氧基吡嗪 (3-isobutyl-2-methoxypyrazine, IBMP)、3-仲丁基-2-甲氧基吡嗪 (3-sec-butyl-2-methoxypyrazine, SBMP)、3-异丙基-2-甲氧基吡嗪 (3-isopropyl-2-methoxypyrazine, IPMP) 和 3-乙基-2-甲氧基吡嗪 (3-ethyl-2-methoxypyrazine, EMP) (Hartmann et al, 2002)。

在一些欧亚品种中的青草味 (Vegetative odor)、青椒味 (green bell pepper odor) 主要由这类化合物产生, 例如赤霞珠 (Cabernet Sauvignon)、美乐 (Merlot)、索味浓 (Sauvignon Blanc)。这种化合物存在于葡萄中, 在发酵过程中不会被改变。IBMP 主要存在于果梗中, 其次为皮和种子, 果肉中含量很少。在葡萄的成熟过程中, IBMP 在果梗和种子中的比例下降, 在皮的比例增加 (Dominique et al, 2002)。这类化合物的味觉阈值很低, 在水中为 1~10ng/L, (Hartmann et al, 2002)。在葡萄酒中, 其浓度达到 15ng/L 以上才有明显的味道 (Roujou et al, 2000)。另外, 果胶、维生素等也会对葡萄酒的风味产生一定的影响。

1.2 风味物质的代谢

1.2.1 初生代谢和次生代谢

碳水化合物、脂肪、蛋白质和核酸是生命物质的基本建材分子 (fundamental building blocks), 因此, 称其为初生代谢产物 (primary metabolites)。植物在生长发育和繁殖过程中合成、降解和利用这些初生代谢产物的生物化学途径称为初生代谢 (primary metabolisms)。除了初生代谢产物, 植物体内还有许多由碳水化合物、脂肪、氨基酸等有机物代谢衍生出来的产物, 其称为次生代谢产物 (secondary metabolites), 植物合成和利用这些次生代谢产物的生物化学途径称为次生代谢 (secondary metabolisms)。

1.2.2 糖酸的代谢

葡萄浆果中的糖分主要是叶片光合作用的产物, 叶片运向果实的主要是蔗糖, 而蔗糖在果实内很快被转化酶 (invertase) 水解成葡萄糖和果糖。在葡萄的成熟过程中, 浆果中的糖分是不断积累的, 在成熟前期含糖量增加缓慢, 随后出现一个快速的生长期, 再往后含糖量则日趋稳定。浆果中的含酸量从坐果至果实始熟前一直呈逐渐增长, 而在成熟期不断下降。苹果酸和酒石酸均由糖转化而来, 苹果酸是由丙酮酸或磷酸烯醇式丙酮酸经羧化后形成的, 另外, 抗坏血酸也可以直接转化为酒石酸。酒石酸的合成一般发生在有光条件下, 而苹果酸在光、暗条件下都能合成。在浆果的成熟过程中, 酸的浓度降低主要是由于酸被呼吸利用。随着果实成熟, 细胞膜透性增加, 使原来贮存于液泡中的酸更容易被呼吸

利用。苹果酸下降快是因为苹果酸更易被呼吸利用。之外，果实中酸的下降还归因于运输到果实中的钾与苹果酸和酒石酸结合成钾盐、浆果的有机酸合成能力降低以及一些有机酸被转化为糖（贺普超，1999）。

1.2.3 萜类的代谢

萜类（terpenes）是不同数目异戊二烯（isoprene）的聚合体及其衍生物。依据异戊二烯的数目，将萜类分为单萜（monoterpene）、倍半萜（sesquiterpene）、双萜（diterpene）、三萜（triterpene）、四萜（tetraterpene）和多萜（polyterpene）。在植物中，低分子量的萜具挥发性，分子量增大就成为树脂、胡萝卜素及橡胶等复杂的大分子化合物。萜类化合物都是由异戊烯二磷酸（isopentenyl diphosphate, IPP）生物合成的。异戊烯二磷酸（IPP）的形成有两条途径，一是乙酸酯/甲羟戊酸途径（acetate/mevalonate pathway），IPP的生物合成是以三个乙酰 CoA 分子为原料，经过甲羟戊酸逐步缩合而成（Gershenzon et al, 1993）。另一条是丙酮酸/3-磷酸甘油醛途径（pyruvate/glyceraldehydes 3-phosphat/pathway），此途径不需甲羟戊酸，尚有不清楚的环节（Lichtenthaler, 1998）。IPP 与其异构体-二甲丙烯二磷酸（dimethylallyl diphosphate）结合成为牻牛儿二磷酸（geranyl diphosphate, GPP），是单萜的前体。以同样的方式，再给 GPP 增加一个 IPP，就会产生倍半萜的前体物质法呢二磷酸（farnesyl diphosphate, FPP），FPP 以尾尾方式相接即成三萜。FPP 再加一个 IPP，即形成牻牛儿牻牛儿二磷酸（geranylgeranyl diphosphate, GGPP），成为双萜和四萜的前体，GGPP 再进一步连接 IPP，就会形成多萜。这些缩合反应是由异戊烯（基）转移酶（prenyltransferases）催化的，依据其对应的最终产物，可分别称为 GPP 合成酶（GPP synthase）、FPP 合成酶（FPP synthase）和 GGPP 合成酶（GGPP synthase）（Gershenzon et al, 1993）。

1.2.4 酚类物质的代谢

植物中酚类代谢是一个复杂的过程，至少是 5 种途径相互作用的结果。这些途径包括糖酵解途径，该途径产生磷酸烯醇式丙酮酸（phosphoenolpyruvate, PEP）；戊糖磷酸途径，该途径产生赤藓糖-4-磷酸（E-4-P）；莽草酸途径（shikimate pathway），该途径产生苯丙氨酸；苯丙烷类代谢的一般途径（general phenylpropanoid metabolism），该途径产生具有活性的肉桂酸衍生物，以及不同的类黄酮途径（specific flavonoid pathway）（Hrazdina, 1994）。高等植物中，多数是通过莽草酸途径合成酚类，而真菌和细菌则是通过丙二酸途径（malonic acid pathway）合成酚类物质。

从糖酵解来的磷酸烯醇式丙酮酸和从磷酸戊糖途径来的 D-赤藓糖-4-磷酸在 3-脱氧-D-

阿拉伯庚酮糖酸-7-磷酸合成酶 (3-deoxy-D-arabinoheptulosonate-7-phosphate synthase, DAHP synthase) 的作用下形成 3-脱氧-D-阿拉伯庚酮糖酸-7-磷酸 (DAHP), 经环化产生莽草酸, 这是进入莽草酸途径的第一步重要反应。莽草酸再与 PEP 作用, 形成 3-烯醇丙酮酸莽草酸-5-磷酸 (3-enolpyruvyl shikimic acid-5-phosphate), 脱 Pi 后形成分支酸 (chorismic acid), 它是莽草酸途径中的重要枢纽物质。分支酸有两个发展途径, 一个途径形成色氨酸, 另一个途径是经过转氨作用然后再分枝, 分别形成苯丙氨酸 (phenylalanine) 和酪氨酸 (tyrosine)。苯丙氨酸在苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia-lyase, PAL) 的作用下形成肉桂酸 (cinnamic acid), 进入苯丙烷类代谢途径。肉桂酸具有很强的生物活性, 是苯丙烷类代谢中的一个重要中间产物, 可以形成蛋白质、生物碱, 在肉桂酸-4-羟化酶 (cinnamate 4-hydroxylase, C4H) 的作用下形成 β -香豆酸, 然后进一步产生咖啡酸、阿魏酸、芥子酸等简单苯丙酸及香豆素。肉桂酸、 β -香豆酸、咖啡酸、阿魏酸、芥子酸等中间产物都可在羟基肉桂酸-CoA 联接酶 (hydroxycinnamate CoA ligase, CL) 的作用下形成 CoA 酯, CoA 酯可进一步形成类黄酮、木质素等酚类物质。

类黄酮的生物合成是由 1 分子 4-香豆酰-CoA 和 3 分子丙二酰-CoA 在查尔酮合酶 (CHS) 催化下产生查尔酮 (苯基苯乙烯酮) 开始的。查尔酮由查尔酮异构酶催化形成一个中间产物黄烷酮, 由黄烷酮再合成不同类型的类黄酮 (许智宏等, 1999)。

1.2.5 酚类代谢的关键酶

由于酚类代谢是多种代谢途径相互作用的结果, 因此也涉及到很多酶。在酚类代谢的酶系中, 最关键的酶主要有苯丙氨酸解氨酶 (PAL)、肉桂酸-4-羟化酶 (C4H)、4-香豆酸-CoA 连接酶 (CL) 及查尔酮合酶 (CHS) 等。

苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia-lyase, PAL) 催化 L-苯丙氨酸直接脱氨产生反式肉桂酸, 是苯丙烷类代谢途径的关键酶和限速酶, 是研究最多的酶之一。不同种植物中 PAL 活性不同, 在同一植株中, 不同组织部位的 PAL 活性不同, 不同植物中 PAL 的氨基酸组成也不同。而且可以受多种因素的诱导, 多数逆境因子 (例如低温、损伤、紫外光、病虫侵染等) 都可诱导 PAL 基因的表达 (江昌俊等, 2001; 欧阳光察等, 1985), 因此, PAL 是一种诱导酶。

肉桂酸-4-羟化酶 (cinnamate 4-hydroxylase, C4H) 催化肉桂酸的羟化作用, 产生 4 个香豆酸盐。此酶对底物有高度的专一性, 能被顺式肉桂酸和反式-4-香豆酸所抑制。

4-香豆酸-CoA 连接酶 (hydroxycinnamate CoA ligase, CL), 也称羟基肉桂酸-CoA 连接酶, 催化 CoA 酯的合成。各种来源 CL 的基本性质具有一致性 (欧阳光察等, 1988)。该

酶在苯丙烷类代谢中处在向形成不同类型产物的转折点，因此具有不同特性的同工酶。

查尔酮合酶（chalcone synthase, CHS）是花色素合成途径中的关键酶，催化 1 分子香豆酸 CoA 和 3 分子丙二酸单酰 CoA 缩合产生四羟基查尔酮的生化过程（邵莉等，1995）。查尔酮合酶广泛存在于多种植物中，不仅是花色素合成的关键酶，而且在植物的抗菌机制、抗胁迫、细胞的发育和分化等方面起着重要的作用（廖靖军等，2000）。

另外，还有与酚类物质有关且会影响葡萄及葡萄酒品质的一些酶，其中最主要的是多酚氧化酶（polyphenol oxidases, PPO）和过氧化酶（peroxidases, POD）。这两种酶可氧化酚类化合物，产生褐色聚变的产物，直接影响着葡萄及葡萄酒的品质。

1.3 影响风味物质的因素

很多因素影响着酿酒葡萄风味物质的组成和含量，进而与葡萄酒的加工因素一同影响着葡萄酒的品质。这些因素相互作用，又相互影响，主要因素之间的关系可以用图示意（图 1-1）。这些错综复杂的因素大体上可以归纳为三大类，即内部因素、环境因素和人为因素。

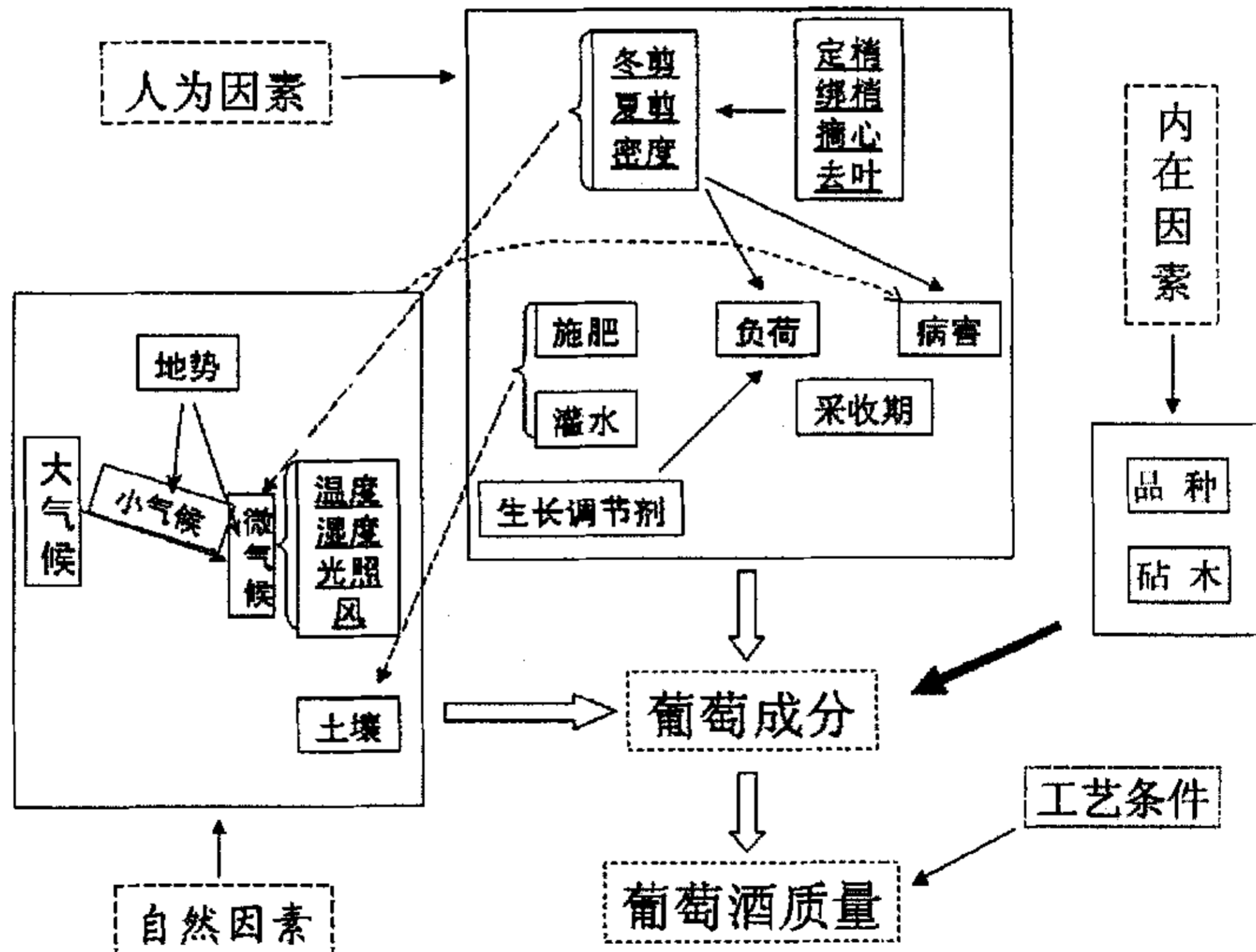


图 1-1 影响酿酒葡萄及葡萄酒品质的因素

Fig.1-1 The factors of affecting winegrape and wine quality

1.3.1 内部因素

内部因素主要是指品种的基因差别和砧木的影响。不同品种间有明显的基因差别，有明显的成分差别，可以酿造不同类型、不同风格的酒，例如，象玫瑰香（Muscat）、雷司

令 (Riesling)、琼瑶浆 (Gewurztraminer) 等富香品种所酿的酒均具有各自特有的品种香气, 这类特征香气主要是由品种含有的萜类化合物赋予 (Gunata et al, 1985; Strauss et al, 1986)。赤霞珠 (Cabernet Sauvignon)、长相思 (Sauvignon blanc) 等品种特有的青椒味则是由葡萄品种固有的甲氧吡嗪类化合物赋予 (Allen, 1994; Allen, 1996; Augustyn, 1982; Lacey, 1991)。而且同一品种不同的营养系 (clones) 也在其生长、结果习性和果实成分上有相当的不同 (Bernard, 1985; Schaeffer, 1985), 最终酿造出不同酒质的酒则在很大程度上是由于其风味物质的差别。砧木对葡萄成分乃至葡萄酒品质的影响在很大程度上是取决于砧木的生长势。一般情况下, 能减弱葡萄生长势的砧木, 有利于提高所产葡萄酿酒的品质 (McCarthy, 1990)。通过砧木改变生长势, 影响产量, 进而影响果实成分 (例如钾) 和 pH 值 (Ruhl, 1989; Ruhl, 2000)。砧木对接穗的影响也因砧木品种和种植地区的土壤、气候条件的不同而有较大的差异 (Main et al, 2002)。

1.3.2 环境因素

环境因素最为复杂, 首先纬度、海拔、地形等因素决定着温度、光照、湿度、风等气候因子, 这些气候因子又受人为因素的影响, 例如叶幕影响果实周围的微气候。土壤是环境因素的又一重要方面, 通过养分的供给、土壤根际环境等影响着果实品质。

光照 关于光照对果实品质影响的研究比较多, 过去的大量研究认为曝光的果穗与不曝光或叶幕遮荫的果穗相比, 通常有较高的可溶性固形物、花色苷和酚类化合物, 较低的滴定酸、苹果酸、果汁 pH 和果粒重 (Crippen and Morrison, 1986; Dokoozlian and Kliever, 1996; Kliever and Linder, 1968; Mabrouk and Sinoquet, 1998; Reynolds et al, 1986; Smart et al, 1985; Francesco et al, 1994; Smart et al, 1988)。这些研究得出的结论是增加果实曝光通常利于促进葡萄及葡萄酒的成份, 对全世界酿酒葡萄的架式和叶幕管理产生了深远的影响 (Smart, 1985)。但是, 对果穗的适宜照光量仍不清楚。因为多数研究都是去比较要么果穗充分曝光, 要么果穗叶幕遮荫, 或者改变叶幕的影响。近年来, 有人研究了自然种植园中, 由于果穗所处的相对位置不同而产生曝光程度不同带来的影响。Juliet Bergqvist 等 (2001) 利用东西行向的葡萄园进行了试验, 起初, 随着光照增强, 可溶性固形物含量增加, 但当北面的有效光合辐射 (Photosynthetically active radiation, PAR) 达到 $31 \sim 50 \mu \text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$, 南面达到 $51 \sim 100 \mu \text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 时, 可溶性固形物含量则下降。酸度一般随光照加强而下降, 叶幕北面果穗与南面同等光照水平的果穗相比有较高的酸度。叶幕北面果汁 pH 随光照增加而下降, 而南面的果穗很小有影响。叶幕北面果穗中花色苷含量随光照增加呈直线上升, 而南面果穗中的花色苷含量在 PAR 超过 $100 \mu \text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 时下降, 总

酚也有这种变化趋势。当然，果实生长与生理对光的反应也因果实发育阶段不同而不同 (Dokoozlian and Kiewer,1996)。光照的影响也主要是通过影响光合作用而起作用的。在一定的范围内，光照的增加，将会增加光合产物。光对果实品质影响的研究，大都集中在树冠内部的光。光照的另一作用是改变果面和叶片的温度，进而影响到光合作用和代谢活力。直接曝光的果粒表面温度可比周边及遮荫的果粒高出 13°C (Spayd et al,2002)。东西行向的葡萄园，叶幕南面的果穗温度通常比叶幕北面的果穗高出 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ (Juliet Bergqvist et al,2001) 光质对果实风味成分也有很大的影响，尤其是紫外线可以诱发 PAL、CHS 等酶的活性，增强次生代谢，促进酚类物质的积累。但紫外线并不影响单体花色苷的浓度 (Spayd et al,2002)。Spayd 等将光和温度的影响进行分离，降温的曝光果穗增加了单体花色苷浓度，加温的遮荫果穗降低了单体花色苷浓度。南北行向葡萄园中，叶幕西面的果穗温度高于东面，而东面果穗比西面果穗有较高的花色苷浓度，这是温度的原因，而不是紫外光的原因，紫外光照射果穗不影响果穗的温度和花色苷浓度。太阳辐射增加槲皮酮 (Quercetin)、茨非醇 (Kaempferol) 和杨梅黄酮 (Myricetin) 的葡萄糖-3-苷含量。

温度 温度对葡萄果实成分的影响曾有广泛的研究，大多利用生长箱、温室和人工气候室进行研究 (Buttrose et al,1971; Kiewer,1970; Kiewer et al,1972; Matsui et al,1991)。温度对糖分积累的影响，体现在对光合速率和呼吸消耗的影响上，尤其是在成熟期。 $18^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$ 光合效率是 $90\sim 100\%$ 。超出这个范围均会明显下降 (Kiewer, 1973)。高温胁迫明显地降低气孔导度和浆果的含糖量 (Sepulveda et al, 1986)。实际上，叶片会随着季节的变化而调节其适应性的，在夏天，其光合的适宜温度是 $25^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，但到秋天，其适宜的温度会下降至 $22^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ (Jackson, 2000)。在一定范围内，较高的温度一般利于糖的增加，但降低酸度。基于适于酿酒的糖和酸，成熟时期的适宜温度应为 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。对于色素的合成，较低的温度更适宜。一个用人工气候室的研究结果认为，在葡萄的成熟过程中较低的日温 (15°C) 促进色泽发育，而高的日温 (35°C) 明显地降低或完全阻止花色苷的形成 (Kiewer et al,1972)。一个低的夜温 (10°C 或 15°C) 不能改变白天高温对果实色泽的影响。在温暖白天 (25°C) 和凉爽夜间 (15°C) 发育的果实，其色泽的发育不如白天夜间均凉爽 (均 15°C) 的果实，较低温度下有较高的花色苷含量与果汁的可溶性固形物含量没有关系，而可溶性固形物则是在较高的日温下有较高的含量。Buttrose 等 (1971) 用赤霞珠的试验结果是，在夜温 15°C 的条件下， 20°C 的日温比 30°C 的日温色泽发育好，而可溶性固形物没有差别。也有研究认为，在转色期初，花色苷在浆果中开始积累，而且与糖的积累有关 (Pirie and Mullins,1976; 1977)。在较高的日温下，果实具有较

高的脯氨酸和苹果酸含量。在实际生产中，温度的高低往往是与光照强弱有密切的关系，Spayd 等（2002）通过将光和温度进行分离研究也证明了一定范围的低温利于花色苷的形成。

对于香气物质的影响，在澳大利亚的试验证明（Ewart,1987），凉爽气候条件下葡萄挥发性萜类物质增长较慢，但最终的浓度较高。温暖地区葡萄中的酚类物质含量高于凉爽地区的葡萄（Herrick et al, 1985），这就是为什么凉爽产区多生产干白葡萄酒，而温暖地区多生产红葡萄酒的缘故。

湿度 湿度对葡萄的影响包括两个方面，一是空气湿度和影响，另一是土壤湿度的影响。空气湿度大，主要是会导致病害，尤其在葡萄成熟期，同时会影响果实周围的微气候，进而会影响一些生理代谢。空气湿度过小，又不利于缓冲温度的变化。土壤湿度过大过小，都会对葡萄产生不利影响。湿度对品质的影响，在生产中多体现在降水和灌溉上。总体上讲，多雨，尤其是在浆果发育期和成熟期，会对葡萄品质产生负面影响，适当的水分胁迫，能够增加浆果酚类，包括花色素苷的含量，减少苹果酸增加脯氨酸（Matthews et al, 1988）。过量降水或灌水，会延缓成熟，提高果汁 pH 值和酸含量，由于过量新梢生长造成的遮光而降低花色素苷的含量（Smart et al, 1985）。一般情况下，过多的降水和灌水会降低浆果糖分，但在干旱的年份，适量灌水会增加含糖量（Morris et al, 1982）。缺水和供水过量都会产生不利影响，同时还有个供水时间问题。转色期以前土壤潮湿而转色期以后土壤干旱要比转色期以前干旱而转色期以后潮湿生产的酒质量要好（Jackson et al, 1993）。另外，土壤湿度较低的比高的含有较高的挥发性萜类物质（McCarthy et al, 1984）。

土壤 土壤对葡萄成分和葡萄酒品质的影响更复杂。土壤的影响可以通过几个方面体现：首先，通过土壤自身的持水能力影响对植株的水分供应性；第二，通过土壤自身的持肥性和含肥状况而影响肥效；第三，通过土壤自身热容量的不同和对光的反射能力而影响微气候；第四，通过其通透性而影响根系生长。因此，土壤的影响也是多方面因素相互作用的结果。

土壤对葡萄及葡萄酒品质的影响与气候相比似乎不是最重要的因素（Rankine et al,1971；Wahl,1988）。土壤的影响作用是间接的通过土壤的热容量、持水性和营养水平等特性而表现的，例如土壤颜色和组织结构影响土壤对热量的吸收，以及果实的成熟和防冻。土壤的物理化学性状主要包括团粒结构、供肥能力性、有机质含量、有效深度、pH、供水及排水性。土壤条件的整体协调性要比任何单一性状重要。土壤条件的不稳定性是浆果发育不整齐和葡萄酒品质下降的主要根源。

土壤质地可以明显的影响葡萄树体的生长和果实的成熟 (Nagaraiah,1987), 同时, 由于质地不同, 土壤的热容量不同, 因此, 也会显著地影响田间的霜害程度。土壤的团粒结构状况主要通过透气性、供肥供水性等影响根系的分布与生长, 而团粒结构状况又可通过农耕等田间操作而改变 (Pagliai et al,1984)。土壤深度除了对肥水吸收有影响外, 其重要的作用就是稳定根系环境。土壤 pH 值主要是影响植物对一些矿质元素的吸收。在生产实践中, 酸性、中性、碱性土壤中都有优质葡萄酒的生产, 尚没有研究证实生产优质葡萄酒的最佳 pH 值 (Jackson,2000)。土壤的颜色也能够直接地影响葡萄生长、产量、含糖量、花色苷、多酚以及游离氨基酸的含量 (Robin et al,1996)。

土壤水分供应性除了土壤自身理化特征外, 主要受降水和灌水的影响。适量的土壤水分含量既有利于产量的稳定, 又有利于品质的提高。土壤的供水状况可以影响果实的生长 (Hardie and Considine, 1976; Matthews et al, 1987)、果实成分 (Sipiora and Granda, 1998) 及葡萄酒的感官特征 (Matthews et al, 1990)。一般认为适度水分胁迫利于葡萄及葡萄酒品质的提高 (Bravdo et al, 1985; Freeman and Kiewer,1983; Ginestar et al,1998; McCarthy, 1997), 但给予水分胁迫的时间和程度会产生不同的影响 (Ojeda et al, 2002; Kennedy et al, 2002)。在葡萄园是否需要灌水的问题上, Anconelli 等 (2000) 通过测叶面温度和计算作物水分胁迫指数 (Crop water stress index, CWSI) 作为一个地区是否需要供水的一个指标。认为葡萄树在产量和品质没有受到损失的情况下, 可以承受 CWSI 不超过 0.4 的水分胁迫。

土壤营养对葡萄及葡萄酒品质影响的研究较多。锌和硼影响坐果, 钾和镁影响果穗果梗上的枯斑, 进而影响每棵树上的果穗数和每果穗上的果粒数。钾同时影响 pH 值, 磷影响葡萄及葡萄酒中的游离态和结合态单萜类物质的含量 (Bravdo, 2000)。Bravdo 的试验 (2000) 还证明含盐量较高的土壤或用含盐水灌溉葡萄能够明显地影响赤霞珠葡萄酒中 16 种挥发性物质的含量。关于葡萄树的氮素营养已经有了广泛的研究, 由于品种、气候和土壤的不同, 对氮肥的反应也有差异。很多对氮肥营养的研究也主要是集中于树体生长、葡萄果实及葡萄酒品质的某些方面 (Ewart and Kiewer, 1977; Kiewer, 1971; Kiewer and Cook, 1974; Conradie and Saayman, 1989; Bell et al, 1979; Bravdo and Hepner, 1987; Spayd et al, 1993、1994、1995; Webster et al, 1993; Wample et al, 1993)。氮肥对葡萄及葡萄酒品质的影响主要体现在两个方面, 一方面是氮肥偏高的影响。氮肥偏高, 可使产量略有增加, 成熟推迟, 往往导致病害 (灰霉病) 较重 (Gay Eynard, 2000)。产生经济产量需要施用一定的氮肥 (Spayd et al, 1993), 但是, 氮肥过多会影响葡萄酒的香气和色泽及其综合感官品质 (Treeby et al, 2000)。高氮会因加剧营养生长和果实发育的库源竞争, 这种竞争会干

扰糖的积累、果实着色和风味物质合成的代谢 (Bravdo and Hepner, 1987)。Spayd 等 (2000) 用雷司令 (Riesling) 试验, 葡萄酒中总酚随施氮量的增加, 而显著下降, 但 Ough 等 (1968) 试验认为, 在施氮水平为 $0\sim 448\text{kgN/ha}$ 的范围内, 葡萄和葡萄酒中的单宁含量没有差别。施氮偏多对葡萄及葡萄酒的影响多是由于氮促进植株旺长而产生的间接影响, 旺长会带来果穗遮荫, 遮荫果穗及所酿酒中的总酚含量低于曝光果穗 (Morrison and Noble, 1990; Spayd et al, 1993)。随着施氮量的增加, 对葡萄酒中萜类、醇类、酯类及氨基酸组分等都有一定的影响, 而且有年份的差异 (Spayd et al, 2000)。葡萄中含氮过多, 尤其是精氨酸含量偏高, 在温度较高 (大于 30°C) 的情况下会使葡萄酒中生成较多的氨基甲酸乙酯 (ethyl Carbamate) (Whiton and Zoecklein, 2002; Ough et al, 1990)。另一方面是氮肥不足的影响。近年来葡萄种植及酿酒业对葡萄中含氮量更加重视, 尤其是氨基酸的含量。葡萄中可被酵母同化的氮含量对发酵过程中风味物质的形成非常重要, 尤其是发酵香气 (二类香气) 物质 (Secondary aromatic compounds) 的生成与浆果中可同化的氮有密切的关系 (Vos, 1981)。一般认为可进行完全发酵的最低含氮量是 120mgN/L 的氨基酸态氮或 150mg/L 的可同化氮 (Spayd et al, 1995)。在一些冷凉的葡萄种植区, 葡萄中的氨基酸浓度会有明显下降, 这往往给葡萄酒的风味带来负面影响, 产生一些不良气味 (Henschke and Jiranek, 1991; Löhnerta, 1996)。当然, 氮的不足, 首先会影响到酵母的发酵 (Bisson, 1991)。原有的氨基酸含量低会抑制或延滞发酵并产生 H_2S (Agenbach, 1977; Ingledew and Kunkee, 1985; Henschke and Jiranek, 1993)。氮对葡萄酒品质的促进作用主要体现在足够 (而不是过多) 的氮能够使葡萄酒产生较多的酯和高级醇 (Spayd et al, 2000; Spayd et al, 1994; Vos et al, 1979)。对氮的最适施用量受葡萄品种、土壤肥沃状况、气候条件等因素的影响。Gay Eynard 等 (2000) 在意大利对白玫瑰 (White Muscat) 的试验认为 40KgN/ha^{-1} 的施用量为宜, Spayd 等 (2000) 通过对美国华盛顿州雷司令 (Riesling) 品种的试验, 建议氮的施用量为 $56\text{KgN/ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ 。

1.3.3 人为因素

人为因素主要是指栽培技术, 包括施肥灌水、整形修剪、病虫害防治及生长调节剂的应用等。在大量的人为栽培措施中, 其基本功能就是调节作用, 通过土壤及肥水管理调节土壤的供肥、供水及通透性, 通过地上部整形修剪、生长调节剂应用, 主要是调节负荷和叶幕以及伴随的微气候环境。

负荷: 负荷的概念包括两个方面, 即产量和叶果比例。一般认为, 高产的葡萄园难以生产优质葡萄酒。高产导致可溶性固形物含量和 pH 值降低, 酸度偏高 (Looney, 1981; Morris

and Cawthon,1981;Reynolds,1989), 花色苷、香气及其他风味成分含量减少 (Balasubrahmanyam et al,1979)。果实负载量过高还会影响到根系活性和副梢的生长 (Morinaga et al,2000)。但产量过低又会影响整体经济效益, 而且还会使营养生长过旺产生负作用。对于品质而言, 如果说有一个最佳产量存在的话, 那么, 这个最佳产量数值也会因所栽品种、环境条件 (气候、土壤等)、种植密度、叶幕类型及管理等不同而有所变化。产量调节的措施主要是修剪和疏果 (穗) (Zabadal et al,2002; Palliotti and Cartechini, 2000)。人工修可以有选择地保留可以结果的芽眼数, 夏季修剪可以通过疏去新梢来保持适当的新梢量 (Reynolds,1989)。疏穗不仅可以控制产量, 改变叶果比, 而且疏穗量和疏穗时间的不同也会影响果实品质和风味成分 (Fisher, 1973; Wood and Looney, 1977; Guidoni et al,2002; Palliotti and Cartechini, 2000; Dokoozlian and Hirschfeldt, 1995;Hunter et al,1991)。Palliotti 等 (2000) 以美乐和赤霞珠为材料的试验结果为只有在疏去 40% 的果穗时才明显地降低产量, 而且疏穗可以使成熟期提前 (约一周), 增加了可溶性固形物、多酚、花色苷和总氮的含量, 提高了 pH 值, 降低了滴定酸。Guidoni 等 (2002) 又进一步研究认为, 疏穗主要增加了花青素-3-葡萄糖苷 (Cyanidin-3-glucoside)、甲基花青素-3-葡萄糖苷 (Peonidin-3-glucoside) 和 3'-甲花翠素-3-葡萄糖苷 (Petunidin-3-glucoside) 的含量, 二甲花翠素-3-葡萄糖苷 (malvidin-3-glucoside) 和酰化花色苷 (acylated anthocyanins) 不受疏穗的影响。在上述的所有疏穗试验中, 都是疏去上部果穗而保留基部果穗。但系统地保留基部果穗与保留上部果穗的对比试验尚未见报道。产量有两种途径改变浆果的成分组成。一是通过产量的不同直接引起的内部变化, 例如低产园会有较高乙酸根酯类和结合态挥发性萜类 (Sinton et al, 1978; McCarthy et al, 1987)。二是高产会推迟成熟, 因为成熟时期不同, 成熟过程中的气候条件就不一样, 不同气候条件下成熟的葡萄, 其浆果成分就会有差别。判断葡萄负载量通常用叶果比 (Leaf area/fruit weight ratio) 为衡量指标。因为糖的最终来源是叶片的光合作用, 所以认为叶果比是决定浆果含糖量的关键因素, 7~10cm²/g 的叶果比值往往是影响含糖量的临界值 (Kaps and Cahoon, 1992; Smart. et al,1985)。在这个数值以下, 含糖量开始下降。而在这个数值以上, 再增加叶果比对含糖量极少有影响。对赤霞珠而言, 一旦叶果比达到 10cm²/g 以上, 负荷对可溶性固形物的影响很小, 而酸却继续下降, pH 值增高 (Jackson, 1986)。对西万尼 (Seyval blanc) 品种在 10cm²/g 以上再增加叶果比, 同样很小影响其可溶性固形物含量, 当叶果比增至 15cm²/g 时, 其营养生长加强。但叶果比的改变没有影响其 pH 值和滴定酸 (Kaps and cahoon,1992)。

在衡量负载量指标上, Bravdo 等 (1984, 1985) 应用了植株负荷 (crop load) 概念,

即产量与冬剪量之比 (yield/dormant pruning weight ratio)。他用佳丽酿 (carignane) 试验, 当植株负荷从 19.6 降至 12.0 时提高了葡萄酒质量, 当降至 4.6 时不再产生影响。认为当植株负荷大于 12 时会降低葡萄酒质量。

叶幕 在以前的栽培技术研究中, 不同栽培技术对葡萄及葡萄酒香气物质及对应风味关系的研究。对葡萄酒 (Riesling) 香气特征和单萜化合物有显著影响的栽培因素曾一度归结于降低产量水平 (Reynolds, 1989; Reynolds et al, 1994)、合理的新梢密度 (Reynolds et al, 1994a.b)、整形系统的修整及加大株行距及基部摘心 (Reynolds et al, 1996) 以及减少氮肥施用量 (Webster et al, 1994)。很多栽培措施最终都会影响到叶幕, 主要的还是通过整形和修剪 (包括架式) 来制造各种类型的叶幕。修剪方式不仅能影响葡萄的生长势, 而且还影响产量和葡萄及葡萄酒的品质。由于劳动力成本的增加, 国际上推行了机械修剪 (Pool et al, 1993; Fisher et al, 1996) 和简化修剪 (minimal pruning MP) (Clingeffer, 1984)。Clingeffer 的试验 (1988, 1992, 1993) 及 McCarthy 等 (1990) 的试验认为, 简化修剪与传统人工修剪相比, 新梢较短, 产量提高, 对果实成分和葡萄酒品质有促进作用。但后来的试验结果是虽然产量提高, 但与人工修剪相比降低了可溶性固形物和花色苷的浓度, 降低了总酸和 pH 值 (Reynolds and Wardle, 2001)。机械修剪也能带来高产。Keller 等 (2004) 对机械修剪的康克葡萄 (Concord) 进行留果量调节, 试验认为机械修剪后调节果穗负载量减少了产量, 但并没有明显地促进果实成分和新梢的木质化, 所以, 只有生产量特别高的年份才有调节负荷的必要, 并认为, 修剪方法对产量、果实成分、新梢木质化的影响与年份的影响相比是不重要的。另外, 夏季修剪也能明显地影响葡萄产量及其果实成分 (Peterson and Smart, 1975; Kliewer and Bledsoe, 1987; Reynolds and Wardle, 1989; Cartechini et al, 2000)。在夏季修剪中, 摘心是一项可以减缓树势、改善果际环境微气候、利于防病与采收的栽培技术, 实际上, 摘心也直接地修饰了叶幕结构。当然, 摘心过重, 每梢少于 6 个叶片, 会降低果实的品质。同时, 摘心时间对果实成分也有很大的影响, 而且因葡萄品种而异。Cartechini 等 (2000) 试验, 早摘心 (花后一周), 各个供试品种 (Cabernet Sauvignon, Sangiovese, Verdello, Drupeggio 和 Sauvignon blanc) 的可溶性固形物含量、总酚、总氮、花色苷都有增加, 除桑娇维赛 (Sangiovese) 的产量没受影响外, 其他品种的产量都有所增加。晚摘心 (花后五周) 与不摘心相比, 只对桑娇维赛降低了产量, 但使所有品种的可溶性固形物、花色苷和总酚含量降低, pH 值下降, 而滴定酸和总氮未受影响。早摘心不仅改善了果穗的光照, 增加了副梢叶片, 而这些副梢叶片在转色至采收期间有较高的光合活性, 可有效地为附近果穗积累光合产物 (Candolfi-Vasconcelos and Koblet, 1990), 而且

由于增强了透光性而增加了叶幕内部叶片的光合活性,促进了空气流通,降低了叶幕内相对空气湿度,改善了果穗周边的环境(Gubler et al,1987),利于向叶幕内喷药,减少了病菌的侵染机会,由于增加了透光性和红/远红光比率(660/730nm),增强了调控葡萄成熟的关键酶的活性,这些酶主要包括转化酶(invertase)、PEP羧化酶(PEP-carboxylase)、苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonia ciasi)、苹果酸酶(malic enzyme)、苹果酸脱氢酶(malic dehydrogenases)、硝酸盐还原酶(nitrate reductases)(Smart,1987)。葡萄的整形方式比较多,近年的试验证明,不同的整形方式可以影响叶幕结构、产量,但对果实及葡萄酒的主要成分(含糖量、滴定酸和pH值)没有明显的影响(Peterlunger et al,2002; Reynolds et al,2004_{a,b}),有些树形可影响到一些特殊风味,并认为在不是产量太高的情况下,开张的整形方式可生产高质量的葡萄酒(Reynolds et al,2004_{a,b})。

整形修剪对葡萄品质或葡萄果实成分产生的影响是由于整形修剪改变叶幕结构,使叶幕微气候变化所致(Howell et al,1987; Smart,1987)。因此,叶幕结构的影响显得更为直接。叶幕微气候取决于叶面积的量 and 分布,进而取决于修剪和整形系统。所以,整形修剪不当,将会干扰正常的叶幕管理,例如会造成新梢生长过旺、过密等。许多国家和地区的研究都强调过加大株行距和开张叶幕的益处(Smart et al,1985_{a,b}; Smart and Smith,1988; Morris et al,1984; Reynolds and Wardle,1994; Reynolds et al,1995,1996; Kliewer et al,1988; Shaulis,1982; Smart et al,1982_{a,b}),但栽培实践中,尤其是中国仍普遍存在栽培过密的现象。叶幕开张,尤其对于生长旺盛的葡萄园,利于限制单个新梢的旺长、便于利用定梢等技术对叶幕结构修饰,有利于促进叶和果穗的光照微气候,增加结果性能和香气物质合成。叶幕的不同,主要影响到透光、通风及微气候。总体上,开张型叶幕,增强光照,提高酚类物质的含量和利于着色,但对于一些品种,用不开张叶幕的葡萄酿酒会产更多典型的水果风味和香气(例如黑品诺),对有些品种(例如赤霞珠)过份暴光,也会产生不愉快的香气(Carbonneau et al, 1985; Jackson et al, 1993)。

总之,影响浆果成分和品质的因素很多,除了上述主要的因素之外,还有很多例如风、病虫害、生长调节剂应用、果园覆盖、生草等等。

1.4 本研究的目的是和意义

在影响酿酒葡萄及葡萄酒品质的各种因素中,只有人为因素才能在生产实际中得到实现。而在众多的葡萄栽培技术中,尤其是地上部的管理,最终都会影响到葡萄的负荷量。大量的研究和实践都证明,高产不利于果实品质的提高,但产量过低又会降低经济效益。因此,合理负载量成了追求的目标。而一个合理的负载量,又会因品种、土壤营养、气候

条件、密度及栽培模式等多种因素的不同而变化。在我国尚没有针对一个品种，在一定条件下最佳负载量的研究报道。

在众多的栽培模式（架式、叶幕类型）中，棚架和篱架是我国最常见的两种栽培模式。架式对葡萄品质的影响已有较多的研究，但多集中在可溶性固形物、花色苷、总酚等不可挥发性物质的含量，也有叶幕对某种香气物质影响的报道。但尚未见架式对所有香气物质成分影响的报道。在我国多数酿酒葡萄是以篱架栽培的，尤其是近年来新发展的国际上常见的酿酒品种。但有一些传统的品种（玫瑰香、龙眼）有棚架栽培，具在一些老产区（山东平度、河北沙城和昌黎等）有较大的棚架栽培面积。在我国特色葡萄酒的生产中占有重要的位置。玫瑰香是我国传统的酿酒、鲜食优良富香品种，在山东、河北、天津等地有较大的栽培面积，适于酿制干白、干红葡萄酒，但国内尚未见玫瑰香葡萄香气物质变化规律及架式对其影响的研究报道。同时，在我国酿酒葡萄中，赤霞珠占 40%以上，是我国红葡萄酒生产的主要原料品种之一，且普遍存在产量高、品质次的问题。国内尚未见对其合理负载的研究。

本项研究针对我国酿酒葡萄生产中存在的产量偏高，品质次、缺乏合理负载量的理论参数，传统玫瑰香品种香气成分变化规律以及棚架和篱架栽培对其影响缺乏研究，生产中难以确定最佳栽培方式等实际问题，开展了以赤霞珠品种为试材的产量与留枝量、品质等关系的研究，为确立合理留梢量提供了理论参数，研究了适宜留梢量条件下控产技术——疏穗对生长及其有关成分的影响，以玫瑰香品种为试材，研究了其香气物质在成熟期的变化趋向及棚架和篱架对其的影响，为葡萄酒的科学酿制和葡萄原料的规范化生产提供理论参考。

2 材料与方法

2.1 试验材料

2.1.1 葡萄品种

玫瑰香 (*Vitis vinifera* L. cv. Muscat Hamburg): 平度大泽山葡萄园, 七年生, 自根繁殖。

赤霞珠 (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon): 云南东风农场葡萄园, 五年生, 自根繁殖 (疏穗试验); 蓬莱瑞士临葡萄酒公司基地, 四年生, 自根繁殖 (负荷试验)。

2.1.2 试剂:

主要试剂:

名称	生产单位	纯级
香兰素	上海双香助剂厂	分析纯
浓硫酸	济南化学试剂厂	分析纯
磷酸	天津市广成化学试剂有限公司	分析纯
浓盐酸	山东莱阳经济技术开发区精细化工厂	分析纯
氢氧化钠	天津市化学试剂二厂	分析纯
二氯甲烷	天津市广成化学试剂有限公司	分析纯
无水乙醇	济南巨业化工有限公司	分析纯
无水甲醇	天津市广成化学试剂有限公司	分析纯
石油醚	天津市博迪化工有限公司	分析纯
乙酸乙酯	天津市博迪化工有限公司	分析纯
偏重亚硫酸钠	上海试剂四厂	分析纯
硫酸铵	山东莱阳经济技术开发区精细化工厂	分析纯
无水硫酸钠	天津市天大化工实验厂	分析纯
偏磷酸	上海试剂二厂	化学纯
甲醇	山东禹王实业有限公司禹城化工厂	色谱纯
甲酸	上海联试化工试剂有限公司	分析纯
没食子酸	Sigma 公司	HPLC 纯
儿茶素	Sigma 公司	HPLC 纯
表没食子儿茶素	Sigma 公司	HPLC 纯
表儿茶素	Sigma 公司	HPLC 纯
色醇	Sigma 公司	HPLC 纯
里那醇	Sigma 公司	
钨酸钠	中国医药集团上海化学试剂公司	分析纯
磷钼酸	北京化工厂	分析纯
无水碳酸钠	天津市博迪化工有限公司	分析纯
钼酸钠	合肥工业大学化学试剂厂	分析纯
硫酸锂	上海试剂二厂	分析纯

2.1.3 主要仪器:

KDM 型调温电热套	山东省鄄城光明仪器有限公司
Delta320pH 计	梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司
WD700 微波炉	LG 电子（天津）电器有限公司
2004 型数显恒温水浴锅	常州国华电器有限公司
京立 LGR10-4.2 台式高速冷冻离心机	北京医用离心机厂
EYELA N-100 旋转蒸发仪	日本
BÜCHI R-114 旋转蒸发仪	瑞士
SHB-III 循环水式多用真空泵	郑州长城科工贸有限公司
GB3002 电子天平	瑞士 Matala 公司
AE240 分析天平	瑞士 Matala 公司
KT-250W 超声波清洗机	济南科特电子超声有限责任公司
722 光栅分光光度计	上海第三分析仪器厂
手持折光仪	日本
Waters 高效液相色谱分析仪	美国 Waters 公司
GC-MS 联用仪	美国 Agilent 公司
0.45 μm 微孔滤膜	日本岛津公司
固相微萃取装置	美国 Finnigan Trace MS 公司

2.2 试验设计

2.2.1 架式对玫瑰香葡萄及葡萄酒香气的影响

在山东平度大泽山三山东头村的玫瑰香葡萄园内,选用同一地块、树龄相等(七年生)、产量一致的棚架和篱架栽培架式做对比试验。试验地土壤为沙壤土。

棚架:架高 1.8m,株行距 1×4m,水平式整形,长中短梢结合修剪。

篱架:架高 1.7m,株行距 1×1.5m,扇形整枝,长中短梢结合修剪。

于 2003 年 9 月 1 日开始,每隔两天用手持式糖量计测定糖度。9 月 10 日~16 日折光糖度稳定在 17%~19%之间,种子呈深褐色,即果实进入充分成熟期。于 9 月 5 日、9 月 16 日、9 月 27 日和 10 月 8 日随机采摘葡萄果穗 5Kg,运至山东省科学院分析测试中心进行果实中糖酸和挥发性香气成分的测定。

10 月 8 日对采摘于两种架式的葡萄,用相同的工艺同时进行酿酒,酿酒条件为:手工破碎、带皮发酵,发酵温度控制在 28~33℃,主发酵 7 天后分离皮渣,室温下陈放至 2004 年 6 月,装瓶待测。

2.2.2 赤霞珠留枝量对产量与品质的影响及合理留枝量的确立

试验在山东蓬莱瑞事临葡萄酒公司基地进行。葡萄单篱架栽培,4 年生,株行距 0.5×2 米,试验地的营养条件如表 2-1。

表 2-1 留枝量试验地的营养水平

Table 2-1 Nutrient level of soil in crop load treatments

项 目 Analysis	有机质 Organic matter(%)	有效氮 Effective N (%)	有效磷 Effective p (mg/kg)	速效钾 Available k(mg/kg)	交换性钙 Exchangeable Ca (mmo/lkg)	交换性镁 Exchangeable Mg (mmo/lkg)	有效铁 Effective Fe(mg/kg)	有效锌 Effective Zn (mg/kg)	有效硼 Effective B(mg/kg)
含 量 Conteat	0.64	0.046	20.5	49.6	40.6	10.3	92.4	3.39	0.52

2003 年冬季修剪时设留母枝量约 2 枝/m、4 枝/m、6 枝/m、8 枝/m、12 枝/m、16 枝/m 和 18 枝/m。于 2004 年春季再依据冬剪状况, 进一步设不同留梢量, 共设处理 10 个, 平均每米留新梢量分别为: 4, 7.38, 7.86, 12, 14.34, 16.32, 16.5, 19.4, 22, 26.1。于葡萄成熟期测定各处理的每株果穗数、新梢节间长度、单产、可溶性固形物、所酿酒的色度及感官品质, 使用 Microsoft Office Excel 2003 进行回归分析, 使用 MATLAB6.1 进行多目标规划, 以确定适宜的负荷。

2.2.3 疏穗对赤霞珠葡萄生长及单体酚含量的影响

试验在云南省弥勒县东风农场(高原葡萄产业开发公司基地)进行。试材为 5 年生赤霞珠, 单干双臂“U”形整枝, 干高 70cm, 株行距为 1×2m, 南北行向, 每米新梢数 15~16 个。试验设 5 个处理:

处理 1 (T1): 花期(4 月 9 日)疏去上部果穗, 保留下部果穗, 每梢留一个果穗;

处理 2 (T2): 花期(4 月 9 日)疏去下部果穗, 保留上部果穗, 每梢留一个果穗;

处理 3 (T3): 转色期(6 月 23 日)疏去上部果穗, 保留下部果穗, 每梢留一个果穗;

处理 4 (T4): 转色期(6 月 23 日)疏去下部果穗, 保留上部果穗, 每梢留一个果穗;

处理 5 (CK): 不疏去果穗, 保留全部果穗, 一般每梢留两个果穗;

于成熟初期(7 月 9 日)和充分成熟期(7 月 28 日)测定各处理的新梢生长量(长度与粗度)、光合速率、果实含糖量、含酸量、总酚、单体酚(儿茶素、表儿茶素、表倍儿茶素、没食子酸、色醇)以及所酿酒的理化、品质指标。

2.3 试验方法

2.3.1 糖酸的测定

可溶性固形物含量以手持式糖量计测定的折光糖度计;

含糖量用斐林法测定, 滴定酸用酸碱中和法测定(国家标准: 葡萄酒、果酒通用试验方法)。

2.3.2 挥发性香气物质的测定

2.3.2.1 葡萄果实中游离态及结合态挥发性香气物质的测定

游离态挥发性萜类物质 (Free Volatile Terpenes, FVT) 和结合态的挥发性萜类物质 (Potentially Volatile Terpenes, PVT) 的提取: 依据 Dimitriadis 和 Williams (1984) 的方法, 均匀取葡萄样品 1kg, 韦林氏搅拌器均化 25 秒, 取 100g 放入 250mL 烧杯中, 加入 100mL 去离子水, 用 20%NaOH 调 pH6.6~6.7, 倒入 2L 蒸馏瓶中, 并加入 700mL 去离子水, 连接到水蒸气发生装置, 用变阻器控制加热, 在 12~15min 内收集 25ml 冷凝液, 为 FVT 提取液, 然后用 50%H₃PO₄ 调 pH 至 2.0, 在 15~20min 内收集 50ml 冷凝液, 为 PVT 提取液。

每个样品各收集 FVT 提取液 200mL, PVT 提取液 400mL, 分别用 70mL 和 120mL 二氯甲烷分三次萃取, 合并二氯甲烷萃取液, 用无水硫酸钠干燥脱水, KD 浓缩器浓缩萃取液, 回收二氯甲烷后得 1mL 淡黄色浓缩液, 密封置于冰箱中待测。

仪器: 美国 Agilent 公司 GC-MS 联用仪。

气相色谱条件: HP-SMS 柱 (30m×0.25mm×0.25μm), 程序升温: 初温 40℃, 保持 2min, 后以 3℃/min 升到 150℃, 保持 1min, 再以 5℃/min 升至 250℃, 保持 10min。载气为 He, 流速 1ml/min, 气化室温度 300℃, 进样量 1μl, 分流比 100:1。

质谱条件: EI 源, 电离电压 70ev, 离子源温度 230℃, 扫描范围 29~400amu。

各色谱峰对应的质谱图经联用仪的计算机谱库 Nist98.L 和 Willey275.L 检索并与标准谱图对照进行定性, 各组分的相对含量采用面积归一化法确定。

2.3.2.2 葡萄酒中挥发性香气物质的测定。

香气成分的分析依据 Francioli 等 (2003) 方法, 略有改动。取 10ml 样品溶液置于 15ml 顶空瓶中, 将老化后的 100μmPDMS 萃取头插入样品瓶的顶空部分, 于 40℃ 吸附 40min, 吸附后的萃取头插入气相色谱进样口, 于 250℃ 解吸 3min, 同时启动仪器采集数据。

GC/MS 分析仪器为美国 Finnigan Trace MS 公司 GC-MS 联用仪。气相色谱条件: PEG-20M 柱 (30m×0.25mm×0.25μm), 程序升温: 初温 35℃, 保持 3min, 后以 4℃/min 升到 120℃, 保持 2min, 再以 10℃/min 升至 230℃, 保持 8min。载气为 He, 流速为 0.8ml/min, 气化室温度为 250℃。

质谱条件: EI 源, 电离电压 70ev; 离子源温度 200℃; 检测器电压 350V。

各色谱峰对应的质谱图经联用仪的计算机谱库 Nist98.L 和 Willey.L 检索并与标准谱

图对照进行定性，根据相应标样进行定量，萜烯类依据橙花醇定量计算。

2.3.3 酚类物质的测定

2.3.3.1 单体酚的测定

根据 Amiot 等 (1997) 和 Mayen 等 (1992) 的方法，略有调整。

葡萄 20 克→加 200mL65%冷乙醇（含 0.5%偏重亚硫酸钠）→冰浴研磨提取 30 分钟以上→6℃，5000rpm，15 分钟冷冻离心（2 次）→取上清液于 40℃，60 转/分旋转蒸发仪上蒸发浓缩→剩余液用石油醚（比例 1：1）连续 2 次除色素弃上层下层加 20%硫酸铵和 2%偏磷酸溶解→乙酸乙酯等体积萃取下层溶液 3 次，收集上层有机相→35℃，60 转/分旋转蒸发仪上蒸发干燥→5 mL 无水甲醇定容结晶体→0.45 μm 微孔滤膜过滤溶液→HPLC 分析

葡萄酒 40 mL 加入 40 mL 蒸馏水→40℃，60 转/分旋转蒸发仪上蒸发浓缩→剩余液用石油醚（比例 1：1）连续 2 次除色素弃上层→下层加 20%硫酸铵和 2%偏磷酸溶解→乙酸乙酯等体积萃取下层溶液 3 次，收集上层有机相→35℃，60 转/分旋转蒸发仪上蒸发干燥→5 mL 无水甲醇定容结晶体 0.45 μm 微孔滤膜过滤溶液→HPLC 分析。

HPLC 条件：美国 Waters 公司高效液相色谱分析仪，PAD 检测器，岛津公司 VP-ODSC₁₈ 色谱柱 250mm×4.6mm，Φ5 μm。流速 1ml/min；进样量：10 μl；波长：280nm。线性梯度洗脱：A 甲醇（含 0.1%甲酸），B 水（含 0.1%甲酸）。

2.3.3.2 总酚及单宁的测定

果实总酚和葡萄酒单宁的测定用福林丹尼法（王华，1999）

2.3.4 葡萄酒色度的测定

依据朱宝镛（1995）提供的方法，葡萄酒经 0.45 μm 孔径的滤纸过滤，测定其 pH 值，用相同 pH 的磷酸氢二钠-柠檬酸缓冲液（A 液-B 液按一定比例混匀即得）以 1：10 冲淡葡萄酒。取稀释后的葡萄酒放于 1 cm 比色杯中，在分光光度计波长 420nm 和 520nm 下分别测定其吸收值，并将两者吸收值相加即为该酒色度的表示数值。

2.3.5 光合速率的测定

用 Ciras-1 便携式光合仪测定新梢基部第 4~7 片叶的净光合速度，每处理重复测定 3 次，取平均值。

3 结果与分析

3.1 架式对玫瑰香葡萄糖酸和挥发性香气物质的影响

3.1.1 架式对糖酸的影响

棚架和篱架栽培条件下的玫瑰香葡萄在各时期的含糖量和含酸量如表 3-1 所示。

两种架式玫瑰香葡萄含糖量均在 9 月 16 日达到最高，以后含量相对稳定，为充分成熟期。10 月 8 日含糖量略有下降，是由于采摘前 1 天降雨所致。两种架式葡萄含酸量在 9 月 5 日最高，随后均有下降趋势。同期相比，除 9 月 5 日棚架葡萄的含糖量低于篱架外，其他各采样期两种架式葡萄的含糖量没有明显差异，但棚架葡萄的含酸量却明显高于篱架。这可能是由于棚架栽培对果实有遮荫作用，使果穗温度比篱架低，降低了其呼吸对苹果酸的消耗。

表 3-1 不同架式玫瑰香葡萄各时期含糖量、含酸量 (g/L)

Table 3-1 Total sugar and tartaric acid of Muscat Hamburg with various trellis systems in different periods(g/L)

架式 System	9/5		9/16		9/27		10/8	
	糖 Sugar	酸 Acid	糖 Sugar	酸 Acid	糖 Sugar	酸 Acid	糖 Sugar	酸 Acid
棚架 Pergola system	126.07	5.04	185.00	4.86	183.33	4.86	163.33	3.78
篱架 Vertical trellis system	140.00	4.32	180.00	3.87	180.00	3.24	160.00	3.06

3.1.2 架式对挥发性香气物质的影响

3.1.2.1 玫瑰香葡萄果实中挥发性香气物质的种类

根据不同时期采收的棚架及篱架玫瑰香葡萄挥发成分 GC/MS 总离子图，各组分质谱经计算机谱库 (NBS/WILEY) 检索及资料分析，在 FVT 和 PVT 提取液中检出的挥发性物质成分共 209 种，萜类、醛酮类和酯类是其主要的挥发性物质成分，各个样品的合计占总峰面积均占 79% 以上。其中在棚架葡萄中检测到 84 种，包括萜类 49 种，醛酮类 25 种，酯类 10 种；在篱架葡萄中检测到 65 种，包括萜类 38 种，醛酮类 17 种，酯类 10 种。列于表 3-2。各期样品的挥发性物质成分总离子流图见附录。

表 3-2 玫瑰香葡萄中挥发性物质成分

Table 3-2 The volatile components in Muscat Hamburg grape berries

萜类物质

英文名	中文名	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	篱架 Vertical trellis system	棚架 Pergola system
Sanene	檀烯	C ₉ H ₁₄	122	√	
Cyclopropane,1,1-dimethyl-(3-methyl-1,3-butadienyl)	1,1-二甲基-2-(3-甲基-1,3-丁二烯基)环丙烷	C ₁₀ H ₁₆	136		√
1R-.alpha.-Pinene	1R-α-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	
1,3-Cyclohexadiene,1-methyl-4-(1-methylethylethyl)-	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,3-环己二烯	C ₁₀ H ₁₆	136		√
1,3,6-Octatriene,3,7-dimethyl-	3,7-二甲基-1,3,6-辛三烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	√
1,3,7-Octatriene,3,7-dimethyl-	3,7-二甲基-1,3,7-辛三烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	√
D-Limonene	D-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	√
Beta-Ocital	β-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	√
Beta-Myrcene	β-月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	136	√	√
Trans-.beta.-ocimene	反-β-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	136		√
Santolina triene		C ₁₀ H ₁₆	136		√
1,6-Octadiene,2,6-dimethyl-(2)-	(2)-2,6-二甲基-1,6-辛二烯	C ₁₀ H ₁₈	138	√	
Trans,trans-2,8-decadiene	反,反-2,8-癸二烯	C ₁₀ H ₂₂	142		√
2,6-Octadienal,3,7-dimethyl-, (E)-	(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152	√	√
Furan,tetrahydro-2,2-dimethyl-S-(1-methyl-1-propenyl)-	2,2-二甲基-5-(1-甲基-1-丙烯基)-四氢呋喃	C ₁₀ H ₁₆ O	152	√	√
2H-Pyran,3,6-dihydro-4-methyl-2-(2-methyl-1-propenyl)-	3,6-二氢-4-甲基-2-(2-甲基-1-丙烯基)-二氢-吡喃	C ₁₀ H ₁₆ O	152	√	
1,5,7-Octatrien-3-ol,3,7-dimethyl-	3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇	C ₁₀ H ₁₆ O	152	√	√
Genranial	香叶醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152	√	
E-citral	E-柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152		√
(+)-alpha-Terpineol	(+)-α-萜品醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	√	√
2,6-Octadien-1-ol,3,7-dimethyl-, (E)-	(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154		√
3-Cyclohexen-1-ol,4-methyl-1-(1-methylethylethyl-),(R)-	(R)-4-甲基-1-(1-甲基乙基)-3-环己烯-1-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	√	√
Cyclohexanol,1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	1-甲基-4-(1-甲基乙烯基)-环己醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154		√
2H-Pyran,2-ethenyltetrahydro,2,6,6-trimethyl-	2,6,6-三甲基-2-乙烯基四氢-2H-吡喃	C ₁₀ H ₁₈ O	154	√	√
5,7-Octadien-2-ol,2,6-dimethyl-	2,6-二甲基-5,7-辛二烯-2-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	√	√
7-Octen-2-ol,2-methyl-6-methylene-	2-甲基-6-亚甲基-7-辛烯-2-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	√	√
2H-Pyran,2-ethenyltetrahydro-2,6,6-trimethyl-	2-乙烯基-2,6,6-三甲基-四氢呋喃	C ₁₀ H ₁₈ O	154		√

3,7-Dimethyl Octa-1,4,6-trien-2-ol	3,7-二甲基-1,4,6-辛三烯-3-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimethyl-	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
Z-Cirtal	Z-柠檬醛	C ₁₀ H ₁₈ O	154		✓
β-Terpinol	β-萜品醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
eucalyptol	桉树脑	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	
Eucalyptol	桉叶油素	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
Linaloyl oxide	里那基氧化物	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
citronella	香茅醛	C ₁₀ H ₁₈ O	154		✓
Isocineole	异桉树脑	C ₁₀ H ₁₈ O	154	✓	✓
Ethanone,1-(1,4-dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)-	1-(1,4-二甲基-3-环己烯-1-基)-丙酮	C ₁₀ H ₁₆ O	168		✓
2-Buten-1-one,1-(2,6,6-trimethyl-1,3-cyclohexadien-1-yl)	1-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯-1-基)-2-丁烯-1-酮	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168	✓	✓
Nerol oxide	橙花醇氧化物	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	168	✓	✓
Geranic acid	香叶酸	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168	✓	✓
Alpha-Methyl-alpha-(4-methyl-3-pentenyl)oriranemethanol		C ₁₀ H ₁₈ O ₂	168		✓
3-Buten-2-one,4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-(E)-	(E)-4-(2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-基)-3-丁烯-2-酮	C ₁₃ H ₂₂ O	194		✓
Alpha-Cadinol	α-杜松醇	C ₁₅ H ₂₄ O	220	✓	✓
Butylated Hydroxytoluene	丁基化羟基甲苯	C ₁₅ H ₂₄ O	220	✓	✓
1,6,10-Dodecatrien-3-ol,3,7,11-trimethyl-,[S-(Z)]-	[S-(Z)]-3,7,11-三甲基-1,6,10-十二三烯-3-醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222		✓
2,11-Dioxabicyclo[4.4.1]undeca-3,5-dien-10-one,1,3,7,7-tetramethyl-	1,3,7,7-四甲基-2,11-二恶二环[4.4.1]十一烷-3,5-二烯-10-酮	C ₁₃ H ₁₈ O ₃	222	✓	✓
4-(3-hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)pent-3-en-2-one	4-(3-羟基-2,6,6-三甲基环己-1-烯)-3-戊烯-2-酮	C ₁₄ H ₂₂ O ₂	222		✓
5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-octahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2-en-1-ol	5-(7a-异丙烯-4,5-二甲基-八氢茛-4-基)-3-甲基-戊-2-烯-1-醇	C ₂₀ H ₃₄ O	290	✓	
2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene,2,6,10,15,19,23-hexamethyl-,(all-E)-	2,6,10,15,19,23-六甲基-2,6,10,14,18,22-二十四六烯	C ₃₀ H ₅₀	381		✓
Squalene	角鲨烯	C ₃₀ H ₅₀	410	✓	✓
5-isoprenyl-2-methyl-2-vinyltetrahydrofuran	5-异戊二烯-2-甲基-2-乙烯基四氢呋喃			✓	✓
Beta-Pinene	β-蒎烯			✓	✓
Beta-iso-methyl ionone	β-异甲基罗酮	C ₁₀ H ₁₈ O		✓	✓
Neral	橙花醛			✓	✓
Vitispirane		C ₁ H ₁ O ₁		✓	✓
Herboxide second isomer		C ₁ H ₁ O ₁			✓

栽培架式及负荷对酿酒葡萄和葡萄酒风味物质的影响

醛酮类物质

英文名	中文名	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	篱架 Vertical trellis system	棚架 Pergola system
2-Butenal,2-methyl,(E)-	(E)-2-甲基-2-丁烯醛	C ₅ H ₈ O	84		√
Pentenal	2-戊烯醛	C ₅ H ₈ O	84	√	√
Butanal,3-methyl-	3-甲基丁醛	C ₅ H ₁₀ O	86		√
2(5H)-Furanone,5-methyl-(CAS)	5-甲基-2(5 氢)呋喃酮	C ₅ H ₆ O ₂	94		√
2,4-Hexadienal,(E,E)-	(E,E)-2,4-己二烯醛	C ₆ H ₈ O	96	√	√
Furfural	糠醛	C ₅ H ₄ O ₂	96	√	√
2-Hexenal,(E)-	(E)-2-己烯醛	C ₆ H ₁₀ O	98		√
2-Hexenal	2-己烯醛	C ₆ H ₁₀ O	98	√	√
2-Hexanone	2-己酮	C ₆ H ₁₂ O	100		√
Hexanal	己醛	C ₆ H ₁₂ O	100	√	√
Benzaldehyde	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	106	√	√
2,4-Heptadienal,(E,E)-	(E,E)-2,4-庚二烯醛	C ₇ H ₁₀ O	110		√
2-Heptenal, (E)-	2-庚烯醛	C ₇ H ₁₂ O	112	√	√
4-Heptenal	4-庚烯醛	C ₇ H ₁₂ O	112		√
Benzeneacetaldehyde	苯乙醛	C ₈ H ₈ O	120	√	√
Acetophenone	苯乙酮	C ₈ H ₈ O	120	√	√
5-Hepten-2-one,6-methyl-	6-甲基-5-庚烯-2 酮	C ₉ H ₁₄ O	126	√	√
Octanal	辛醛	C ₈ H ₁₄ O	126		√
3-penten-1-ol,2,2,4-trimethyl-	2, 2, 4-三甲基-3-戊烯-1-醇	C ₈ H ₁₆ O	128		√
2,6-Dimethylbenzaldehyde	2,6-二甲基苯甲酸	C ₉ H ₁₀ O	134	√	
Benzaldehyde,3,4-dimethyl-	3,4-二甲基-苯甲醛	C ₉ H ₁₀ O	134	√	
Benzaldehyde,3,5-dimethyl-	3,5-二甲基-苯甲醛	C ₉ H ₁₀ O	134	√	√
Nonanal	壬醛	C ₉ H ₁₈ O	142	√	
2,4-Decadienal	2,4-癸二烯醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152		√
Decanal(CAS)	癸醛	C ₁₀ H ₂₀ O	156		√
3-Buten-2-one,1-(2,3,6-trimethylph enyl)-)	1-(2,3,6-三甲基苯基)-3-丁烯-2- 酮	C ₁₃ H ₁₅ O	187	√	√
2-Buten-1-one,1-(2,6,6-trimethyl-1 ,3-cyclohexadien-1-yl)-	1-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯 -1-)-2-丁烯-1-酮	C ₁₃ H ₁₇ O	189	√	√
7,9Di-tert-butyl-1-Oxaspiro(4,5)dec a-	7,9-二叔丁基-1-恶螺(4,5)	C ₁₇ H ₂₄ O ₃	276	√	√

酯类物质

英文名	中文名	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	篱架 Vertical trellis system	棚架 Pergola system
Acetic acid, butyl ester	乙酸丁酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	116	√	
Carbonic acid, bis(2-methyl propyl) ester	碳酸双(2-甲基丙基)酯	C ₉ H ₁₈ O ₃	174	√	

Benzyl Benzoate	苯甲酸苄酯	$C_{14}H_{12}O_2$	212	√	√
2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl, -acetate,(E,E)	(E,E)- 乙酸-3,7,11-三甲基-2,6,10-十二三烯-1-醇-酯	$C_{14}H_{28}O_2$	228		
Pentanedioic acid, dibutyl ester	戊二酸二丁酯	$C_{13}H_{24}O_4$	228	√	√
Butanedioic acid, bis(2-methylpropyl) ester	丁二酸双(2-甲基丙基)酯	$C_{12}H_{22}O_4$	230		
Hexanedioic acid, bis(2-methylpropyl) ester	己二酸双(2-甲基丙基)酯	$C_{14}H_{26}O_4$	258	√	√
1,2-Benzenedicarboxylic butyl-2-methylpropyl ester	1,2-苯二甲酸丁基-2-甲基丙基酯	$C_{16}H_{22}O_4$	278		√
	1,2-苯二甲酸双(2-甲基丙基)酯	$C_{16}H_{22}O_4$	278	√	√
Dibutyl phthalate	邻苯二甲酸二丁酯	$C_{16}H_{22}O_4$	278	√	√
Octadecanoic acid, methyl ester	十八酸甲酯	$C_{19}H_{38}O_2$	298	√	
1,2-Benzenedicarboxylic butyl-2-ethylhexyl ester	1,2-苯二甲酸丁基-2-乙基己基酯	$C_{20}H_{30}O_4$	334		√
2,6,10,14-Hexadecatetraenoic acid, 3,7,11,15-tetramethyl-, ethyl ester, all E-	3,7,11,15-四甲基-2,6,10,14-十六碳四烯酸乙酯	$C_{22}H_{36}O_2$	376		√
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	邻苯二甲酸双(2-乙基己基)酯	$C_{24}H_{38}O_4$	390	√	√

其它类物质

英文名	中文名	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	篱架 Vertical trellis system	棚架 Pergola system
2-hexyn-1-ol	2-乙炔-1-醇	C_4H_6O	70		√
1-Butanol,3-methyl-(impure) (CAS)	3-甲基-1-丁醇	$C_5H_{12}O$	88	√	
Toluene	甲苯	C_7H_8	92	√	√
Pyrimidine, 4-methyl-	4-甲基嘧啶	$C_5H_7N_2$	95	√	
1-methyl-3-(hydroxyethyl)propadiene	1-甲基-3-(羟基乙基)丙二烯	$C_6H_{10}O$	98		√
7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane	7-氧二环[4.1.0]庚烷	$C_6H_{10}O$	98	√	√
2-Hexen-1-ol, (E)-	(E)-2-己烯-1-醇	$C_6H_{14}O$	102	√	
Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene	二环[4.2.0]辛-1,3,5-三烯	C_8H_8	104		√
Styrene	乙烯基苯	C_8H_8	104	√	√
Benzene,1,2-dimethyl-	1,2-二甲基-苯	C_8H_{10}	106	√	
Benzene,1,3-dimethyl-	1,3-二甲基苯	C_8H_{10}	106	√	√
Ethylbenzene	乙基苯	C_8H_{10}	106	√	√
p-Xylene	对二甲苯	C_8H_{10}	106	√	√
3-Methylene-1,6-hexadiene	3-亚甲基-1,6-庚二烯	C_8H_{12}	108		√

栽培架式及负荷对酿酒葡萄和葡萄酒风味物质的影响

Cyclohexane,1,4-dimethyl-	1, 4-二甲基-环己烷	C ₈ H ₁₆	112		✓
Hexane,3,3-dimethyl-	3,3-二甲基乙烷	C ₈ H ₁₈	114	✓	
Acetophenone	乙酰苯	C ₈ H ₈ O	120		✓
1H-Indene,1-methylene-	亚甲基茛	C ₁₀ H ₈	128	✓	
Naphthalene	萘	C ₁₀ H ₈	128	✓	✓
1H-Inden-1-ol,2,3-dihydro-	2, 3-二氢-1-氢-茛-1-醇	C ₉ H ₁₀ O	134	✓	
1,2-Benzisothiazole	1, 2-苯并噻唑	C ₇ H ₅ NS	135		✓
Benzothiazole	苯并噻唑	C ₇ H ₅ NS	135	✓	✓
Naphthalene,1-methyl-	1-甲基萘	C ₁₁ H ₁₀	142	✓	
Phthalic anhydride	邻苯二甲酸酐	C ₈ H ₄ O ₃	148	✓	
2(1H)-Naphthalenoen,octahydro-,trans-	反-八氢-2(1氢)-萘酮	C ₁₀ H ₁₄ O	150		✓
Naphthalene,1,5-dimethyl-	1, 5-二甲基萘	C ₁₂ H ₆	150	✓	✓
Naphthalene,1,6-dimethyl-	1, 6-二甲基-萘	C ₁₂ H ₆	153	✓	✓
1,4-Methanonaphthalene,1,4-dihydro-	1,4-二氢-1,4-亚甲基萘	C ₁₂ H ₁₀	154		✓
2-furanmethanol,5-ethenyltetrahydro- o-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-,cis-	顺-2, 2, 5-三甲基-5-乙烯基 四氢-2-呋喃甲醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154		✓
7-oxabicyclo[2.2.1]heptane,1-methyl- 4-(1-methylethyl)-	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-7-环 氧庚烷	C ₁₀ H ₁₈ O	154		✓
1-Octanol,2,2-dimethyl-	2, 2-二甲基-1-辛醇	C ₁₀ H ₂₀ O	156		✓
Octane,2,3,3-trimethyl-	2,3,3-三甲基-辛烷	C ₁₁ H ₂₄	156		✓
Octane,2,4,6-trimethyl-	2, 4, 6-三甲基-庚烷	C ₁₁ H ₂₄	156		✓
undecane	十一烷	C ₁₁ H ₂₄	156		✓
7-Oxabicyclo[2.2.1]heptane,1-methyl- 4-(1-methylethyl)-	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-7-环 氧二戊烷	C ₁₁ H ₁₈ O	166	✓	✓
7-oxabicyclo[2.2.1]heptane,1-methyl- 4-(1-methylethyl)-	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-7-环 氧二戊烷	C ₁₁ H ₁₈ O	166		✓
Fluorene	芴	C ₁₃ H ₁₀	166		✓
2-Furanmethanol,5-ethenyltetrahydro- ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-,cis-	顺-5-乙基- α , α , 5-三甲基 -2-四氢呋喃甲醇	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	168		✓
2-furanmethanol,5-ethenyltetrahydro- o-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, cis-	2,2,5-三甲基-5-乙烯基四氢- α -呋喃甲醇	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	170		✓
Cyclohexane, 1-methyl-2-pentyl- dodecane	1-甲基-2-戊烷基-环己烷 十二烷	C ₁₂ H ₂₆ C ₁₂ H ₂₆	170 170	✓ ✓	
Naphthalene,1,4,5-trimethyl-	1, 4, 5-三甲基萘	C ₁₃ H ₁₄	170	✓	
Undecane,2-methyl-	2-甲基-十一烷	C ₁₂ H ₂₆	170	✓	
9H-Fluorene,9-methylene-	9-亚甲基-九氢-芴	C ₁₄ H ₁₀	178		✓
Anthracene	蒽	C ₁₄ H ₁₀	178	✓	✓
Phenanthrene	菲	C ₁₄ H ₁₂	180	✓	✓
Cyclohexane,2-butyl-1,1,3-trimethyl- cyclohexane	2-丁烷基-1, 1, 3-三甲基- 环己烷	C ₁₃ H ₂₆	182		✓
Benzene,1,1'-[oxybis(methylene)]bis- (CIS)	1, 1'-[氧化双(亚甲基)] 双-苯	C ₁₄ H ₁₄ O	184		✓

Decane,2,3,6-trimethyl-	2, 3, 6-三甲基-癸烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	✓
Decane,2,6,7-trimethyl-	2, 6, 7-三甲基-十烷	C ₁₃ H ₂₈	184		✓
Decane,3-ethyl-3-methyl-	3-乙基-3-甲基-癸烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	
tridecane	十三烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	✓
Undecane,2,4-dimethyl-	2, 4-二甲基-十一烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	
Undecane,2,9-dimethyl-	2, 9-二甲基-十一烷	C ₁₃ H ₂₈	184		✓
Undecane,4,6-dimethyl-	4, 6-二甲基-十一烷	C ₁₀ H ₁₆ O	184		✓
Undecane,4,7-dimethyl-	4, 7-二甲基-十一烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	✓
Undecane,4-ethyl-	4-乙基十一烷	C ₁₃ H ₂₈	184		✓
Undecane,5,7-dimethyl-	5, 7-二甲基-十一烷	C ₁₃ H ₂₈	184	✓	
2-furanmethanol,5-ethenyltetrahydr	反- α , α -5-三甲基-5-乙	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	186		
o-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-,trans-	基四氢-2-呋喃甲醇				✓
dl-2-Ethylhexyl chloroformate		C ₉ H ₁ O ₂ Cl	193		✓
5,8-Dimethyldodecane	5, 8-二甲基-十二烷	C ₁₄ H ₃₀	198		✓
Dodecane,4,6-dimethyl-	4, 6-二甲基-十二烷	C ₁₄ H ₃₀	198	✓	
Tetradecane	十四烷	C ₁₄ H ₃₀	198	✓	✓
1,6,10-Dodecatrien-3-ol,3,7,11-trim	3, 7, 11-三甲基-1, 6, 10-	C ₁₅ H ₂₆ O	206		
ethyl-	十二三烯-3-醇				✓
Phenol ,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	2, 4-二(1, 1-二甲基乙基)	C ₁₄ H ₂₂ O	206		
	-苯酚			✓	✓
Dodecane,2,6,10-trimethyl-	2, 6, 10-三甲基-十二烷	C ₁₅ H ₃₂	212	✓	✓
Dodecane,2,6,11-trimethyl-	2, 6, 11-三甲基-十二烷	C ₁₅ H ₃₂	212		✓
Pentadecane	十五烷	C ₁₅ H ₃₂	212	✓	✓
Tetradecane, 3-methyl-	3-甲基-十四烷	C ₁₅ H ₃₂	212	✓	
1-Naphthalenamine,N-phenyl-	N-苯基-1-萘胺	C ₁₆ H ₁₃ N	219	✓	✓
2-naphthalenamine,N-phenyl-	N-苯基 2-萘胺	C ₁₆ H ₁₃ N	219	✓	
Decane,3-bromo-(CAS)	3-溴-癸烷	C ₁₀ H ₂₁ Br	221		✓
Cyclohexane,decyl-	癸烷基环乙烷	C ₁₆ H ₃₂	224	✓	
Dodecane,2-methyl-6-propyl-	2-甲基-6-丙基-十二烷	C ₁₆ H ₃₄	226		✓
Hexadecane	十六烷	C ₁₆ H ₃₄	226		✓
Heptadecane	十七烷	C ₁₇ H ₃₆	240		✓
2,4 ¹ -Dichlorobenzophenone	2, 4 ¹ -二氯二苯酮	C ₁₃ H ₈ OCl ₂	251		✓
Heptadecane,3-methyl-	3-甲基-十七烷	C ₁₈ H ₃₈	254		✓
Octadecane	十八烷	C ₁₈ H ₃₈	254		✓
Pentadecane,2,6,10-trimethyl-	2,6,10-三甲基-十五烷	C ₁₈ H ₃₈	254		✓
n-Hexadecanoic acid	n-十六酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256		✓
Nonadecane	十九烷	C ₁₉ H ₄₀	268		✓
Pentadecane,2,6,10,14-tetramethyl-	2, 6, 10, 14-四甲基十五烷	C ₁₉ H ₄₀	268		✓
9-Octadecenamide,(Z)-	(Z)-9-十八烯酰胺	C ₁₈ H ₃₃ NO	279		✓
Eicosane	二十烷	C ₂₀ H ₄₂	282		✓
Hexadecane,2,6,10,14-tetramethyl-	2, 6, 10, 14-四甲基-十六烷	C ₂₀ H ₄₂	282		✓
Hexadecane,2,6,11,15-tetramethyl-	2, 6, 11, 15-四甲基-十六烷	C ₂₀ H ₄₂	282		✓

1H-Naphtho[2,1-b]pyran,3-ethenyl dodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamet hyl-[3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.beta. ,10a.alpha.,10b.beta.)]-		C ₂₀ H ₃₄ O	290	
Heneicosane	二十一烷	C ₂₁ H ₄₄	296	✓
n-Pentadecylcyclohexane	n-十五烷基环乙烷	C ₂₁ H ₄₄	296	✓
Isopropyl Palmitate	异丙基十六酸	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	✓
Azulene,1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4-	1,2,3,4,5,6,7,8-八氢-1,4-二	C ₁₅ H ₂₄	304	
dimethyl-7-(1-methylethylidene)-	甲基-7-(1-甲基亚乙基)-			✓
Germacrene D		C ₁₅ H ₂₄	304	✓
Docosane	二十二烷	C ₂₂ H ₄₆	310	✓
n-heptadecylcyclohexane	n-十七烷基环己烷	C ₂₃ H ₄₈	322	✓
Tricosane	二十三烷	C ₂₃ H ₄₈	324	✓
Tetracosane	二十四烷	C ₂₄ H ₅₀	338	✓
Pentacosane	二十五烷	C ₂₅ H ₅₂	352	✓
Hexacosane	二十六烷	C ₂₆ H ₅₄	366	✓
Cholestane	胆甾烷	C ₂₇ H ₅₆	371	✓
Heptacosane	二十七烷	C ₂₇ H ₅₆	380	✓
Octacosane	二十八烷	C ₂₈ H ₅₈	394	✓
1-(Azidomethyl)cyclopentane	1-(叠氮基甲基)环戊烷			✓
4,4'-Dichlorobenzophenone	4,4'-二氯二苯酮	C ₇ H ₆ OCl ₂		✓
6-acetyl-5,8-dimethoxy-2,2-dimeth yl-2h-chromene				✓
9,10-epoxy-7,8,9,10-tetrahydro-6-h ydroxy-4-methoxy-5,12-naphthacen edione	9,10-环氧-7,8,9-四氢化 -6-羟基-4-甲氧基-5,12-并 苯二酮			✓
Decahydro-4,4,8,9,10-pentamethyln aphthalene	4,4,8,9,10-五甲基十氢 化萘			✓
Herboxide second isomer				✓
Methyl6-methoxybenzo[h]quinolin e-4-carboxylate				✓
Neric acid				✓
Sylvenone				✓

注：标注“✓”表示检测到

除萜类、醛酮类及酯类化合物以外，多数是含量很低的烷类、醇类及其他挥发性物质，对葡萄的香气基本没有影响。

3.1.2.2 玫瑰香葡萄中主要挥发性香气物质在成熟期的变化趋向

根据各个时期从两种架式玫瑰香葡萄中检测到的挥发性物质成分的相对含量和香气值（相对含量/香气阈值），主要的挥发性香气物质列于表 3-3 和表 3-4。

表 3-3 不同架式玫瑰香葡萄成熟期挥发性萜类物质变化

Table 3-3 Changes of volatile terpenes in Muscat Hambourg with various systems during Maturing period

化合物名称 Component name	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	相对含量 Relative content(%)												
			棚架 Pergola system						篱架 Vertical trellis system						
			游离态 Free		结合态 Potentially		游离态 Free		结合态 Potentially		游离态 Free		结合态 Potentially		
9/16	9/27	10/8	9/16	9/27	10/8	9/16	9/27	10/8	9/16	9/27	10/8	9/16	9/27	10/8	
香叶酸 Geranic acid	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168			0.56			6.18					3.89	1.63	5.95
橙花醇氧化物 Nerol oxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	168				2.14		0.37					2.48	2.73	
1-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯-1-基)-2-丁烯-1-醇	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168				0.60		0.54					0.82	0.58	
2-Buten-1-one,1-(2,6,6-trimethyl-1,3-cyclohexadien-1-yl)-															
里那基氧化物 Linalyl oxide	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.20	0.09	0.04			1.80			0.07		7.15		
3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇 1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimethyl-	C ₁₀ H ₁₈ O	154	14.28	7.25	8.71	10.54	5.38	3.70	22.04	17.77	7.12	5.86	2.87	0.40	
(+)-α-萜品醇 (+)-alpha-Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	154			0.24	20.24	13.47	10.05		0.06		19.94	8.55	4.70	
桉叶油素 Eucalyptol	C ₁₀ H ₁₈ O	154			0.41	0.41	0.22	0.15					0.19		
2-甲基-6-亚甲基-7-辛烯-2-醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154			1.99	1.99	1.51	1.05				2.55	0.78	0.69	
7-Octen-2-ol,2-methyl-6-methylene-															
2,6-二甲基-5,7-辛二烯-2-醇 5,7-Octadien-2-ol,2,6-dimethyl-	C ₁₀ H ₁₈ O	154				3.13	3.70	3.02				3.65	2.49	1.30	
(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛 2,6-Octadienal,3,7-dimethyl-, (E)-	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.70	0.34	0.25					0.05					
2,2-二甲基-5-(1-甲基-1-丙烯基)-四氢呋喃	C ₁₀ H ₁₆ O	152				2.56	1.31	0.93				2.35	0.97		
Furan,tetrahydro-2,2-dimethyl-S-(1-methyl-1-propenyl)-															
β-月桂烯 Beta-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.56	0.33	0.07						0.11				
D-柠檬烯 D-Limonene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.15	0.05	0.01	0.34	0.07	0.81	0.06	0.06	0.12	0.24			
3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇 1,5,7-Octatrien-3-ol,3,7-dimethyl-	C ₁₀ H ₁₆	136					1.43	1.83					1.84	0.32	
角鲨烯 Squalene	C ₁₀ H ₁₆	136			0.81	0.54	1.07			0.72	4.39		0.59	2.31	
其它萜类化合物 Miscellaneous			0.15	0.88	10.33	6.99	9.98	7.46	0.07	0.87	4.43	11.00	5.45	2.98	
萜类化合物总量 Total of Terpenes			16.41	9.08	20.20	48.95	41.80	29.07	23.30	18.90	11.85	59.92	26.22	16.02	

表 3-4 不同架式玫瑰香葡萄成熟期在 FVT 和 PVT 提取液中酯类和酮类物质变化
 Table 3-4 Changes of Ketones and Aldehydes and Esters in FVT and PVT distillates from Muscat Hambourg with various systems during Maturing period

化合物名称 Component name	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	相对含量 Relative content(%)											
			棚架 Pergola system					篱架 Vertical trellis system						
			游离态 Free		结合态 Potentially			游离态 Free		结合态 Potentially				
7,9-二叔丁基-1-恶唑(4,5)癸-6,9-二烯-2,8-二酮 7,9-Di-tert-butyl-1-Oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione	$C_{17}H_{24}O_3$	276	0.40	2.57	0.90	0.74	0.75	0.36	1.72	1.36	0.57	1.49	2.63	
苯乙醛 Benzeneacetaldehyde	C_8H_8O	120	0.16	0.20	0.33	0.17	0.17	0.15	0.23		0.24	0.13		
苯甲醛 Benzaldehyde	C_7H_6O	106	0.21		0.22		0.12	0.06	0.25					
己醛 Hexanal	$C_6H_{12}O$	100	7.18	1.83	4.80	0.33	0.17	0.19	5.94	4.69	2.63	0.36	0.16	
2-己烯醛 2-Hexenal	$C_6H_{10}O$	98	46.60	32.21	26.93	2.78	2.01	1.62	45.69	34.93	20.93	2.70	1.29	
糠醛 Furfural	$C_5H_4O_2$	96			0.03	3.49	1.48	1.29	0.02		2.63	1.43		
其它酮醛类化合物 Miscellaneous			0.20	0.23	0.64		0.86	0.11	0.75		0.76	0.69	1.86	
酮、醛类化合物总量 Total of Ketones and Aldehydes			54.75	37.04	33.84	6.77	5.55	4.18	51.99	42.59	25.68	6.51	5.18	4.48
邻苯二甲酸双(2-乙基己基)酯 Bis(2-ethylhexyl) phthalate	$C_{24}H_{38}O_4$	390		0.34	0.28		0.29	0.40		0.73	0.30		0.69	
1,2-苯二甲酸双(2-甲基丙基)酯	$C_{16}H_{22}O_4$	278	3.10	2.70	12.34	4.15	2.11	19.23	2.13	0.89	15.85	2.95	11.14	26.72
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester														
邻苯二甲酸二丁酯 Dibutyl phthalate	$C_{16}H_{22}O_4$	278	14.02	29.79	17.39	23.05	35.91	20.54	11.20	28.66	30.74	15.12	39.64	29.04
丁二酸双(2-甲基丙基)酯	$C_{12}H_{20}O_4$	230			0.98			1.13			0.55			1.15
Butanedioic acid, bis(2-methylpropyl) ester														
戊二酸二丁酯 Pentanedioic acid, dibutyl ester	$C_{19}H_{34}O_4$	228			3.73			4.81			2.74		2.24	5.10
苯甲酸苄酯 Benzyl Benzoate	$C_{14}H_{12}O_2$	212	0.43	0.42	0.28	0.48	0.35	0.30	0.21	0.31	0.34	0.30	0.32	
其他酯类化合物 Miscellaneous			1.23		3.97	1.63	2.88		0.03	2.55		2.54	4.53	
酯类化合物总量 Total of Esters			18.77	33.25	38.96	29.30	41.54	46.41	13.33	29.78	53.47	18.70	55.87	67.56
萜类、酮醛类及酯类合计占总峰面积数 Total			89.93	79.83	93.01	85.02	88.90	79.32	88.62	91.28	91.00	85.13	87.13	88.06

萜类化合物在成熟期的变化。从表 3-3 和表 3-4 中可以看出在成熟期内随着采摘葡萄时间的延迟,不同类型化合物具有不同的变化趋向。游离态萜类化合物总的相对含量在两种架式中的变化趋势略有差异,在棚架中,中期(9月27日)与前期(9月16日)相比有明显的下降,但后期(10月8日)又升高(这是由其他萜类化合物在此期有较高的含量所致)。在篱架中,从前期到后期呈直线下降趋势。结合态萜类化合物总的相对含量在两种架式中都随采摘时间延迟而明显下降。主要的萜类化合物成分相对含量多数是随着采摘延迟而下降,里那醇(沉香醇)(3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇)的游离态和结合态、 α -萜品醇的结合态、2-甲基-6-亚甲基-7-辛烯-2-醇的结合态、(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛的游离态、 β -月桂烯等都是这种变化规律。但篱架葡萄的角鲨烯却表现出相反的变化趋势,尤其是在后期有明显高的相对含量。另外,2,6-二甲基-5,7-辛二烯-2-醇的结合态在篱架栽培下,随着采摘推迟而下降,而在棚架栽培下,其相对含量基本稳定。

酯类化合物在成熟期的变化。酯类化合物总的相对含量,无论是 FVT 还是 PVT 提取液中,都是随着采摘时间推迟而升高。几种主要的酯类化合物也基本上呈现这种变化趋势。1,2-苯二甲酸双(2-甲基丙基)酯在棚架葡萄 FVT、PVT 提取液中及篱架葡萄 FVT 提取液中,在中期的相对含量略低于前期,但后期明显增高;在篱架葡萄 PVT 提取液中则是从前期至后期直线升高。邻苯二甲酸二丁酯在棚架 FVT 和 PVT 提取液中的相对含量是在中期较高,前期和后期差别不大;在篱架葡萄 PVT 提取液中的相对含量也是中期最高,其次是后期和前期,而在 FVT 提取液中是随采摘延迟而升高的。但苯甲酸苄酯在棚架葡萄中的相对含量随采摘延迟而降低;在篱架葡萄 FVT 中略有升高趋势,在 PVT 中比较稳定。

酮醛类化合物在成熟期的变化。酮醛类化合物在两种架式葡萄 FVT 和 PVT 提取液中总的相对含量都是随着采摘时间推迟而下降。其中,主要的酮醛化合物种类,尤其己醛和 2-己烯醛也是同样的变化规律。而 7,9-二叔丁基-1-恶螺(4,5)癸-6,9-二烯-2,8-二酮在篱架葡萄 PVT 提取液中的相对含量呈随采收延迟而升高的趋势,在棚架葡萄 PVT 提取液中却相对含量较低,且稳定;在两种架式葡萄 FVT 提取液中于中期的相对含量较高。

总体上,在成熟期随着采摘时间的延迟,萜类化合物和酮醛类化合物的相对含量下降,酯类化合物的相对含量增高。在主要的挥发性物质中,里那醇(3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇)及其同分异构体 2,6-二甲基-5,7-辛二烯-2-醇、 α -萜品烯、D-苧烯、 β -月桂烯、2-己烯醛、己醛等既是果实中特征香气物质,又具有较规律的变化特征。其含量的

变化可作为确定采收期的辅助指标。

3.1.2.3 架式对玫瑰香葡萄果实中香气物质的影响

架式对萜类化合物的影响。从表 3-3 和表 3-4 中可以看出,在成熟的不同时期,架式对玫瑰香葡萄果实中挥发性香气的影响是不同的。在前期(9月16日),无论是游离态还是结合态,棚架葡萄总的萜类化合物相对含量低于篱架,而在后期又均高于篱架。其中,主要的萜类化合物里那醇(沉香醇)(3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇)的游离态及结合态的 2-甲基-6-亚甲基-7-辛烯-2-醇也呈现出同样的趋势,而其结合态的里那醇(沉香醇)在各期的相对含量均是棚架高于篱架。棚架中的结合态 α -萜品醇在三个测定期也均高于篱架。(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛只有游离态形式,且各期均是棚架高于篱架。在前期(9月16日)和中期(9月27日), β -月桂烯在棚架中的相对含量达到 0.56% 和 0.33%,而同时期在篱架中未测到,但到后期(10月8日),篱架中的含量又高于棚架。游离态的 D-苧烯在棚架葡萄的相对含量却低于篱架,而结合态的相对含量又高于篱架。无论是游离态还是结合态,前期(9月16日),在两种架式中均未测到角鲨烯,在中期(9月27日),棚架中的相对含量略高于篱架,但到后期(10月8日)却远远低于篱架。另外,棚架葡萄中按叶油素的相对含量也高于篱架。

架式对酯类化合物的影响。在成熟前期(9月16日)和中期(9月27日),无论是 FVT 提取液,还是 PVT 提取液,其中的棚架葡萄酯类化合物总的相对含量均高于篱架葡萄,而在后期(10月8日)却又显著地低于篱架,其中的每一种酯类化合物也都表现出在前期(9月16日)棚架葡萄中的相对含量高于篱架葡萄,而在后期(10月8日)低于篱架葡萄。也就是说,随着采收的延迟,篱架葡萄中酯类化合物的相对含量增加的幅度显著地大于棚架。但这种转变因化合物不同而略有差异。在前期和中期,棚架葡萄中苯甲酯苜酯的相对含量均高于篱架,在后期才低于篱架;棚架葡萄 FVT 提取液中的 1,2-苯二甲酸双(2-甲基丙基)酯和邻苯二甲酸二丁酯也是在前期和中期高于篱架后期低于篱架,而在 PVT 提取液中,这两种化合物在前期高于篱架,在中期时就表现出低于篱架。

架式对酮醛类化合物的影响。棚架葡萄 FVT 提取液中酮醛类化合物总的相对含量与篱架相比在前期略高、中期略低,后期则高于篱架。在 PVT 提取液中,两种架式的酮醛化合物相对含量差异不明显。在 FVT 提取液中,棚架葡萄己醛的相对含量在前期后期均高于篱架,而在中期略低于篱架,在 PVT 提取液中,两种架式之间没有明显差异。棚架中的 2-己烯醛在前期和中期与篱架差异不大,但在后期高于篱架。棚架葡萄

FVT 提取液中 7,9-二叔二丁基-1-恶螺(4,5)癸-6,9-二烯-2,8-二酮的相对含量于前期和中期高于篱架, 后期低于篱架, 而在 PVT 提取液中, 各期均低于篱架。总体上看, 架式对酮醛类化合物的影响不如对酯类化合物的影响大, 尤其是在 PVT 提取液中, 两种架式葡萄中各期的酮醛类化合物总量基本一致。

3.1.2.4 架式对玫瑰香葡萄酒中挥发性香气物质的影响

两种架式玫瑰香葡萄于 10 月 8 日采收所酿酒经 SPME 获取的香气组成 TIC 谱图见图 3-1 和 3-2, 经 GC/MS 分析, 检出的香气物质如表 3-5 所示。

棚架玫瑰香

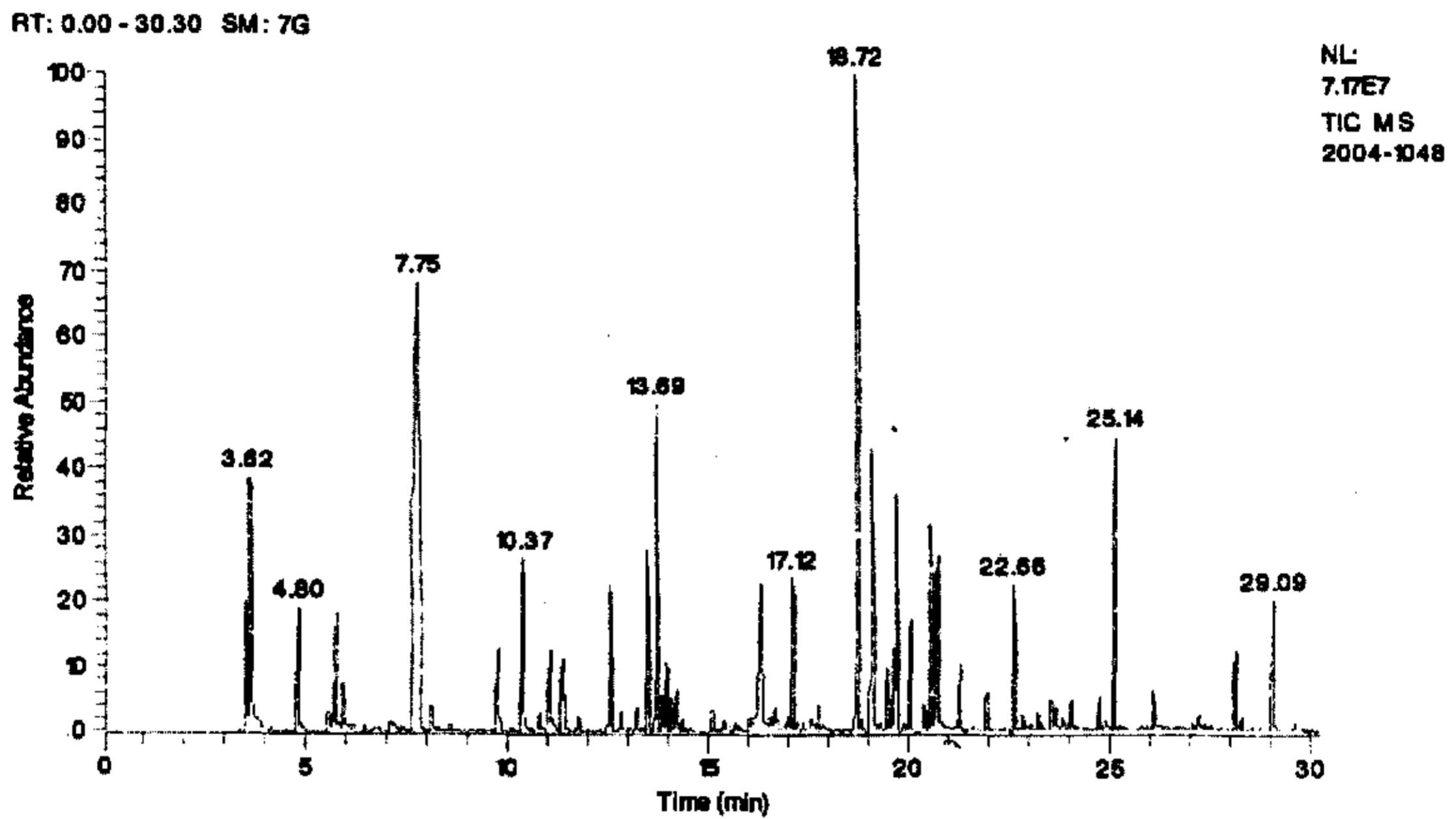


图 3-1 棚架玫瑰香葡萄酒挥发性香气物质气相色谱图

Fig3-1 Total ion chromatogram of volatile components in wine of Muscat Humburg cultivated with pergola system

篱架玫瑰香

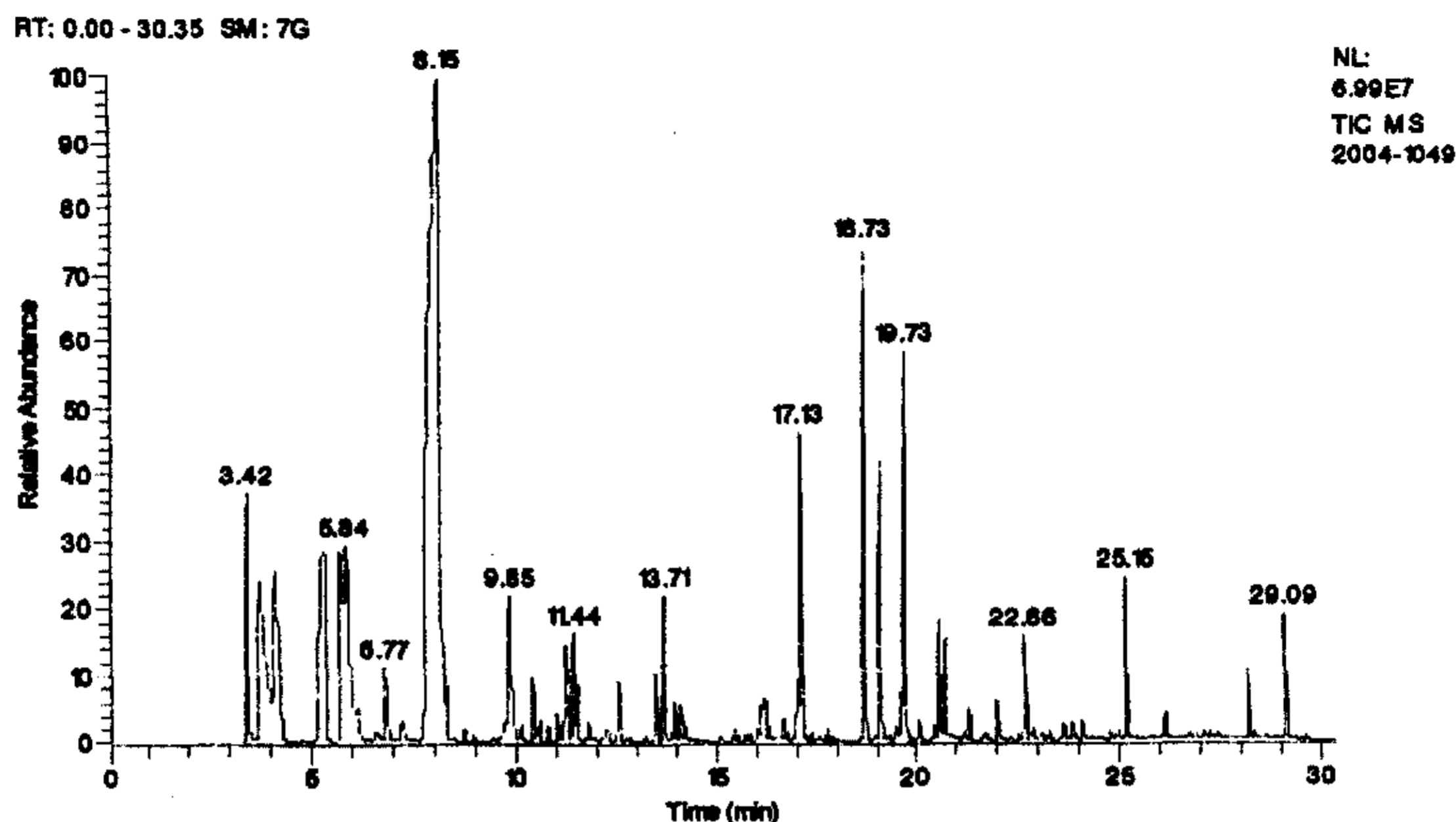


图 3-2 篱架玫瑰香葡萄酒挥发性香气物质气相色谱图

Fig3-2 Total ion chromatogram of volatile components in wine of Muscat Hamburg cultivated with vertical trellis system

表 3-5 棚架和篱架栽培面玫瑰香葡萄酒的香气物质含量

Table3-5 Contents of aroma components in wine of Muscat Hamburg cultivated with pergola and vertical trellis systems

化合物名称 Component name	含量 Content (mg/L)		感官特征 Odour characteristics	嗅觉阈值 threshold values (ppm)
	棚架	篱架		
丙醇 Propanol	7.96	37.2	醇香香气, 有成熟水果风味	50 ^c
异丁醇 Isobutanol	5.05	28.4	酒精味, 青草味 ^c	100 ^c
正丁醇 Butanol	-	2.24	辣味 ^c	50 ^c
异戊醇 Isoamyl alcohol	18.5	53	尖刺气息 ^a	50 ^c
2-乙基丁醇 2-Ethyl butanol	0.037	0.32		
3-甲基戊醇 3-Methyl pentanol	-	0.23		
4-甲基戊醇 4-Methyl pentanol	-	0.21		
3-乙氧基丙醇 3-Isoethoxy propanol	0.26	0.34		
丁二醇 Butanediol	5.92	6.91		
正己醇 Hexanol	0.9	1.47	具水果香气及青草味 ^a	4 ^c
庚醇 Heptanol	0.37	0.45	脂肪香气, 具辛辣味道 ^a	1 ^c
3-甲硫基丙醇 3-Mercaptopropanol	0.24	0.26		
辛醇 Octanol	0.25	0.19	新鲜的柑桔、玫瑰气味 ^a	0.9 ^c
苯甲醇 Benzenemethanol	0.58	0.34	苦杏仁味 ^c	80 ^c
3-己烯-1-醇 3-Hexen-1-ol	-	0.01	清香气味, 草香和叶子气味 ^c	13 ^c
苯乙醇 Benzeneethanol	15.2	14.4	玫瑰样的香气, 桃子样的味道 ^a	40 ^c

酯类 Esters	乙酸乙酯 Ethyl acetate	20.8	30.24	似菠萝的果香, 具酒的辣味 ^a	35 ^c
	己酸乙酯 Ethyl hexanoate	0.681	0.33	强烈的菠萝、香蕉型的水果香气 ^a	0.2 ^c
	丙酸乙酯 Ethyl propionate	1.64	-	似朗姆酒和菠萝的香味 ^a	3-10 ^c
	辛酸乙酯 Ethyl octanoate	1.57	1.07	令人愉快的花果香气(酒、杏香型) ^a	1.2 ^c
	丁二酸二乙酯 Diethyl butan dioate	2.69	4.94	令人愉快的微弱香气 ^a	
	异丁酸乙酯 Ethyl isobutyrate	0.034	-		
	癸酸乙酯 Ethyl decanoate	0.22	0.15	似葡萄的水果香气 ^a	1.1 ^c
	丁酸乙酯 Ethyl isovalerate	0.4	-	带有菠萝底香的水果香气 ^a	0.2 ^c
	异戊酸乙酯 Ethyl isovalerate	0.0054	-	苹果样的水果香气 ^a	0.1 ^c
	乳酸乙酯 Ethyl lactate	1018.8	2807.2	具优雅香气 ^a	50 ^c
	乙酸-3-甲基丁酯 3-Methyl-butyl acetate	0.7	0.22		
	乙酸-2-甲基丁酯 2-Methyl-butyl acetate	0.071	0.075		
	乙酸苯乙酯 Phenethyl acetate	2.35	1.09	似玫瑰的、带蜜底香的花香 ^a	
	苯乙酸乙酯 Ethyl phenylacetate	0.08	-	具有蜂蜜的甜香香气 ^a	3.8 ^d
	丁二酸单乙酯 Ethyl butandioate	0.42	0.4		
	乙酸丙酯 Propyl acetate	0.11	-	梨及草莓的水果香气 ^a	25 ^c
萜类 Terpenes	月桂烯 Myrcene	0.82	0.33	令人愉快的松香香气 ^b	0.013-0.015 ^d
	蒎烯 Terpinene	1.16	0.48	特有的柠檬香气 ^a	
	萜烯 Camphene	0.35	0.102	具樟脑样的气味 ^a	
	对伞花烃 p-Cymene	0.4	0.21	胡萝卜样的气味 ^a	
	α -蒎品油烯 α -Terpinolene	0.11	0.023	松香香味 ^b	
	水芹烯 Phellandrene	0.12	0.037	具新鲜的柑桔、胡椒香气 ^a	
	苧烯 Limonene	0.97	0.37	柠檬样的香气 ^a	0.01 ^d
	里那醇 Linalool	0.76	2.08	具典型的花香香气 ^a	0.006 ^d
β -香茅醇 β -Citronellol	1.21	0.71	玫瑰香气 ^a	0.04 ^d	
其他 Miscellaneous	乙缩醛 Acetal	0.83	23		
	苯乙醛 Phenylacetaldehyde	0.38	0.28	似风信子香气、甜的水果香气 ^a	
	糠醛 Furfural	0.81	0.67	特殊的尖刺气息	
	橙花醇氧化物 Nerol oxide	0.14	0.05	橙花醇具有新鲜、甜香的玫瑰香气	
	cis 玫瑰氧化物 cis-Rose oxide	0.12	0.27		

注: a.济南市轻工研究所译, 1985; b.薛洁, 2003; c.李华, 1992; d.林翔云, 2001。

棚架葡萄所酿葡萄酒中的醇类化合物除辛醇、苯甲醇和苯乙醇外均低于篱架葡萄所酿葡萄酒。而且, 在篱架葡萄酒含有的正丁醇、3-甲基戊醇、4-甲基戊醇和3-己烯-1-醇, 在棚架葡萄酒中未检测到。这些醇类化合物中, 除篱架葡萄酒中异戊醇的含量略高于嗅觉阈值外, 其余均低于阈值, 因此, 对酒的香气影响不大。

棚架葡萄酒中酯类化合物中, 乳酸乙酯、乙酸乙酯、丁二酸二乙酯的含量低于篱架葡萄酒, 其他的酯类化合物多高于篱架葡萄酒或基本一致。棚架葡萄酒含有在篱架葡萄

酒中没有检测到的丙酸乙酯、丁酸乙酯、异丁酸乙酯、异戊酸乙酯、苯乙酸乙酯及乙酸丙酯。这可能与棚架葡萄含酸较高，有利于酒中酯类物质形成有关。两种架式葡萄酒中酯类化合物含量有差异且超过阈值的是乳酸乙酯、丁酸乙酯、己酸乙酯和辛酸乙酯，且只有乳酸乙酯是棚架葡萄的含量低于篱架。这几类高于嗅觉阈值的酯类化合物都能赋予葡萄酒优良的花果等优雅香气。由此可以看出，棚架葡萄酒中含有较多的酯类从而使香气更复杂。但篱架葡萄酒中因含有极高的乳酸乙酯会使香气更浓郁。

棚架葡萄酒中除里那醇的含量显著低于篱架葡萄酒外，其余萜类化合物的含量均显著高于篱架葡萄酒。这一点与原料葡萄中萜类化合物的相对含量基本一致，而且萜类化合物的嗅觉阈值都非常低，这些酒中的萜类化合物的含量都在阈值以上。因此，其含量的高低会影响到葡萄酒的品种香气。

另外，棚架葡萄酒中的糠醛和苯乙醛含量高于篱架葡萄酒，乙缩醛大大低于篱架葡萄酒。

总体上，棚架葡萄酒中多数杂醇的含量低于篱架葡萄酒，且种类少；两种架式葡萄酒中酯类化合物的差异因化合物种类而异；棚架葡萄酒中的萜类化合物含量除里那醇外多是高于篱架葡萄酒。

3.2 赤霞珠葡萄合理负荷的数学分析与指标确定

3.2.1 基本分析

x_1 = “留梢量” (单位: 个/米), x_2 = “果穗量” (个/株), x_3 = “节间长” (单位: cm),
 y_1 = “可溶性固形物” (%), y_2 = “葡萄酒色度”, y_3 = “产量” (单位: t/hm²)。观测数据见表 3-6。各栽培指标 x_i 与各品质指标 y_j ($i, j=1, 2, 3$) 间的折线图见图 3-3-图 3-11。

表 3-6 观测数据

Table 3-6 Observation values

序号	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3
1	4.00	3.25	7.83	17.8	4.4	7.4156
2	7.38	4.84	6.60	19.0	5.2	8.0586
3	7.86	6.47	7.16	18.8	3.9	14.7627
4	12.00	9.00	6.92	18.9	3.4	15.9581
5	14.34	10.50	6.20	18.8	3.5	17.0105
6	16.32	12.16	5.74	18.7	3.4	20.6823
7	16.50	9.92	5.60	18.9	3.0	17.9631
8	19.40	11.77	6.22	17.1	2.4	19.4115
9	22.00	13.19	5.92	17.0	2.0	24.6729
10	26.10	15.90	5.56	16.7	1.5	25.1812

从图 3-3-图 3-5 看出, 留梢量 x_1 、果穗量 x_2 和节间长 x_3 对可溶性固形物 y_1 的影响表现为:

(1) 留梢量 x_1 与可溶性固形物 y_1 之间呈负相关关系。进一步分析表明, 留梢量 $x_1 < 7.38$ 时, 可溶性固形物 y_1 随 x_1 的增加而增加; 当 $7.38 \leq x_1 \leq 16.5$ 时, y_1 基本上稳定在其均值

$$\frac{1}{6} \times (19.0 + 18.8 + 18.9 + 18.8 + 18.7 + 18.9) = 18.85$$

附近; 当 $x_1 > 16.5$ 时, y_1 迅速下降, 并稳定在 17.0 左右。

(2) 果穗量 x_2 对可溶性固形物 y_1 的影响, 与 x_1 基本类似。当 $4.84 \leq x_2 \leq 10.50$ 时, y_1 稳定在其均值

$$\frac{1}{5} \times (19.0 + 18.8 + 18.9 + 18.9 + 18.8) = 18.88$$

附近; 当 $x_2 > 10.50$ 时, y_1 呈下降趋势, 但有较大的波动, 说明其他因素对其有重要影响, 在 x_2 的一定范围内, 仍可通过调控其他因素获得较大的 y_1 。

(3) 节间长 x_3 对可溶性固形物 y_1 的影响, 总体来讲呈正相关关系, 但波动比较大; 在 $x_3 = 6.92$ 附近 y_1 比较稳定, 大致稳定在其均值

$$\frac{1}{3} \times (19.0 + 18.9 + 18.8) = 18.9$$

附近。但在 $x_3 > 6.6$ 时, y_1 呈下降趋势。

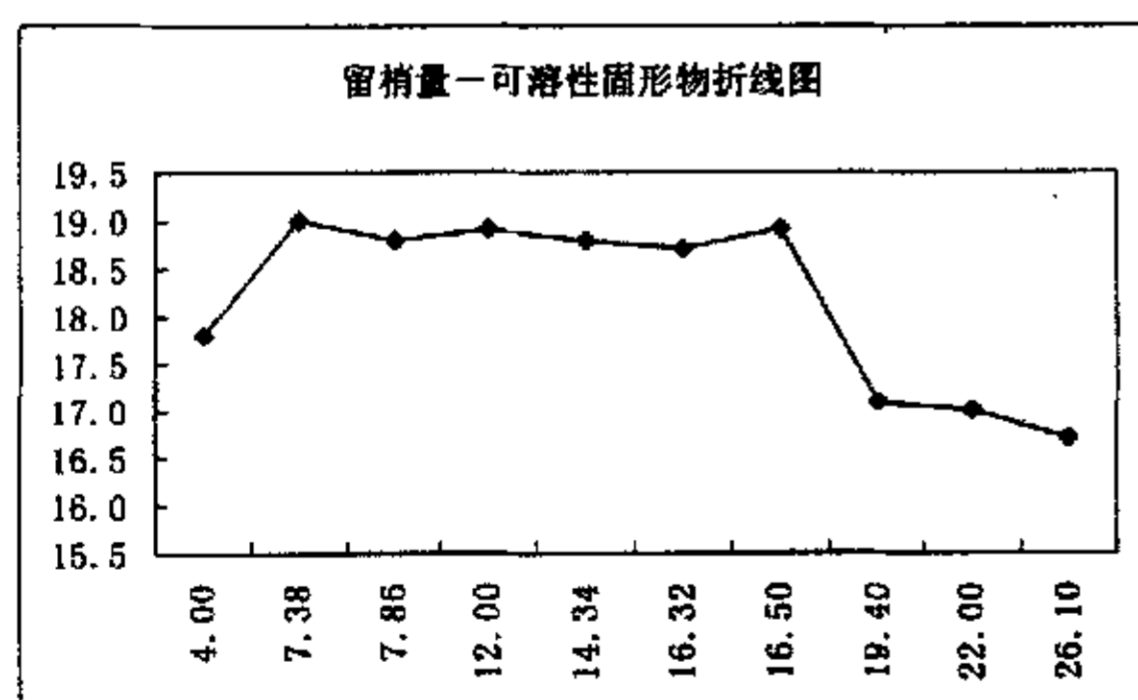


图 3-3 留梢量—可溶性固形物折线图

Fig. 3-3 Polygram of the shoot number and SS

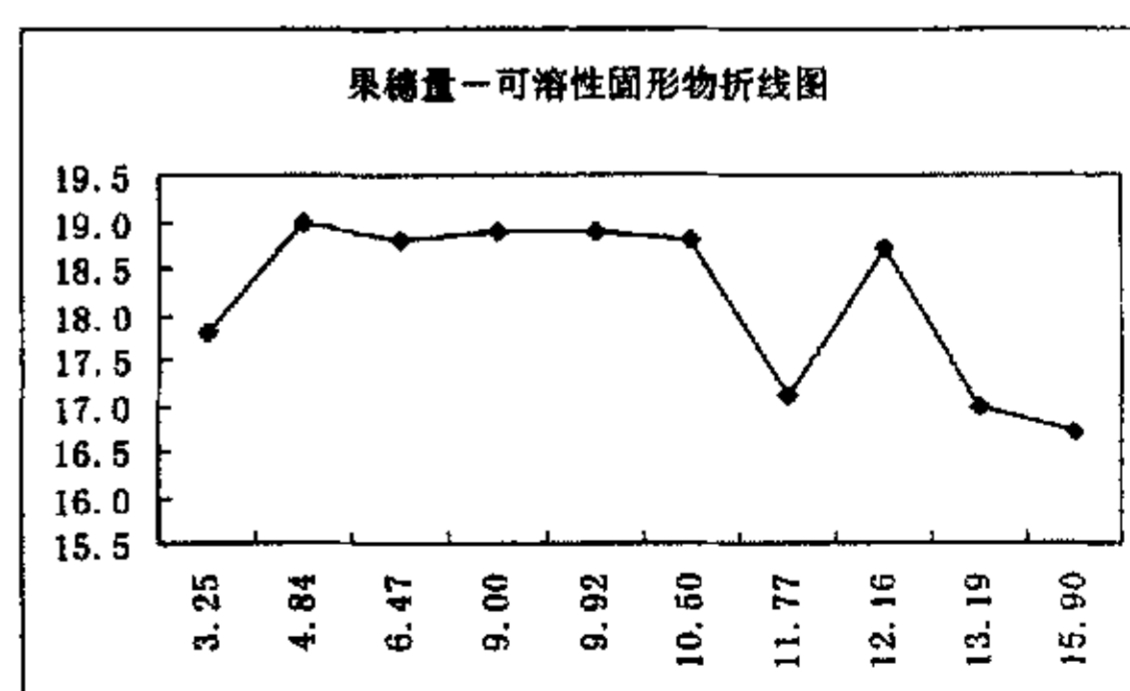


图 3-4 果穗量—可溶性固形物折线图

Fig. 3-4 Polygram of the cluster number and SS

从图 3-6-图 3-8 看出, 留梢量 x_1 、果穗量 x_2 和节间长 x_3 对色度 y_2 的影响表现为: 色度 y_2 与留梢量 x_1 和果穗量 x_2 呈显著的负相关关系, 但与节间长 x_3 呈正相关关系。

从图 3-9-图 3-11 看出, 留梢量 x_1 、果穗量 x_2 和节间长 x_3 对产量 y_3 的影响表现为: 产量 y_3 与留梢量 x_1 和果穗量 x_2 呈显著的正相关关系; y_3 与节间长 x_3 呈负相关关系, 但波动较大。

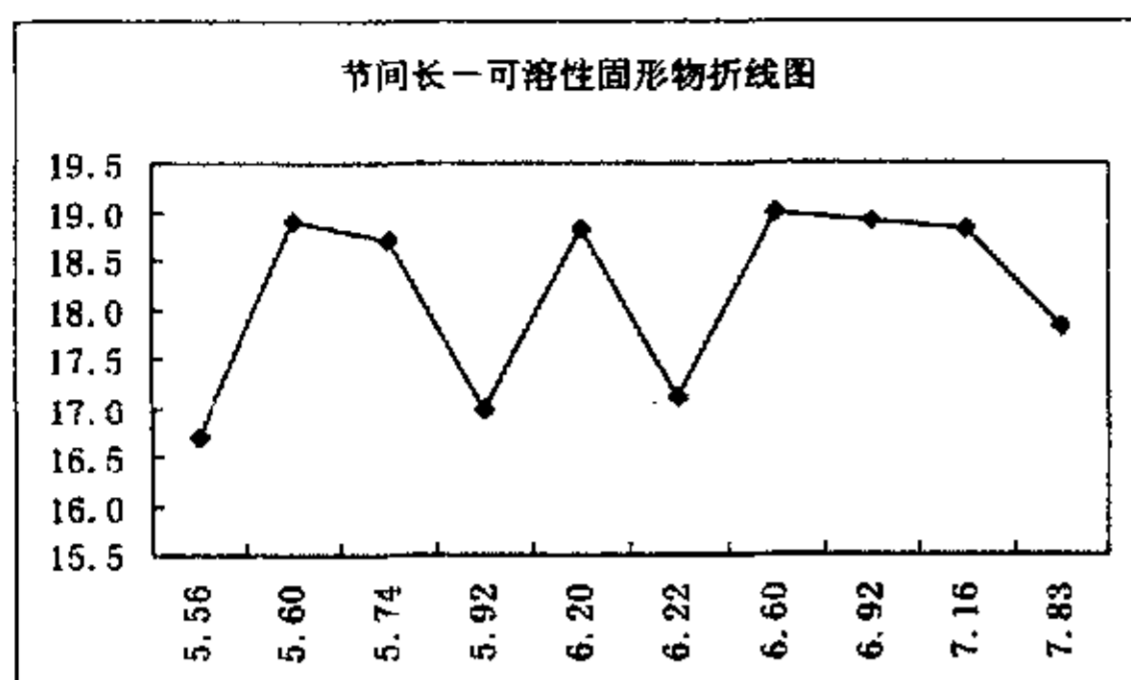


图 3-5 节间长—可溶性固形物折线图
Fig. 3-5 Polygram of the internode and SS

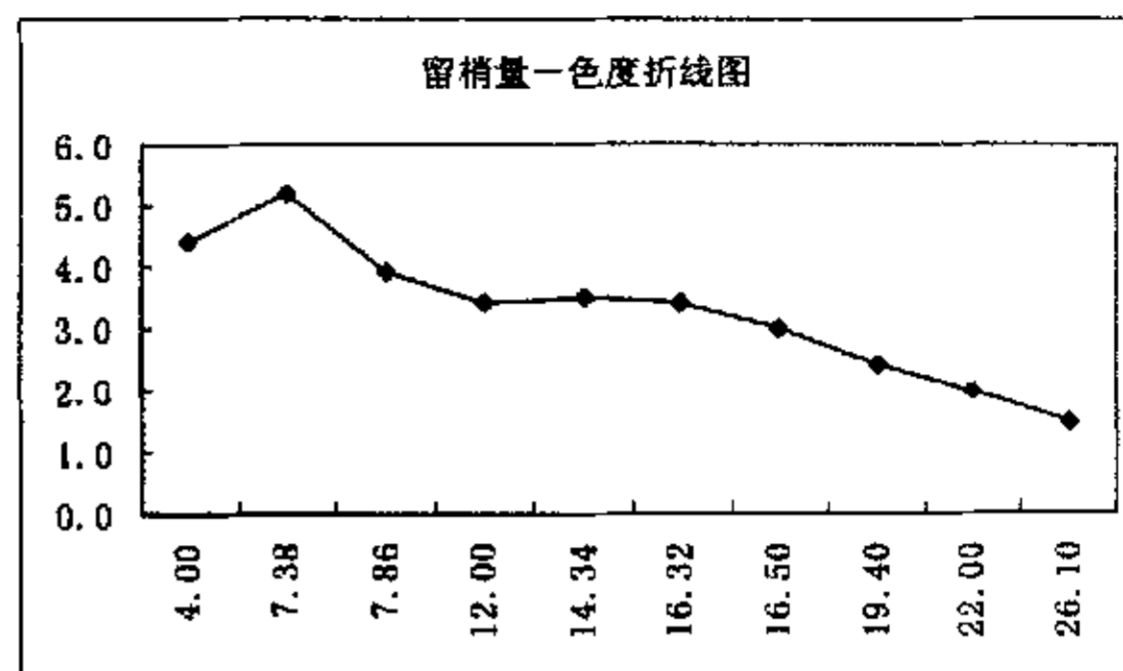


图 3-6 留梢量—色度折线图
Fig. 3-6 Polygram of the shoot No. and the density

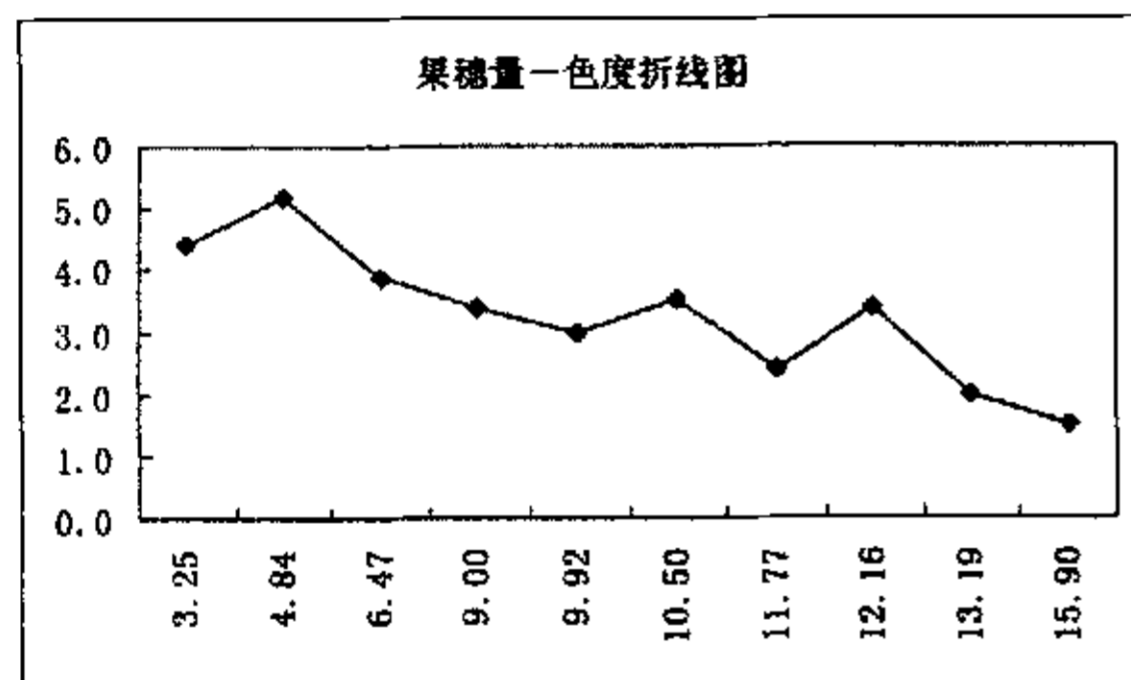


图 3-7 果穗量—色度折线图
Fig. 3-7 Polygram of the cluster number and color density

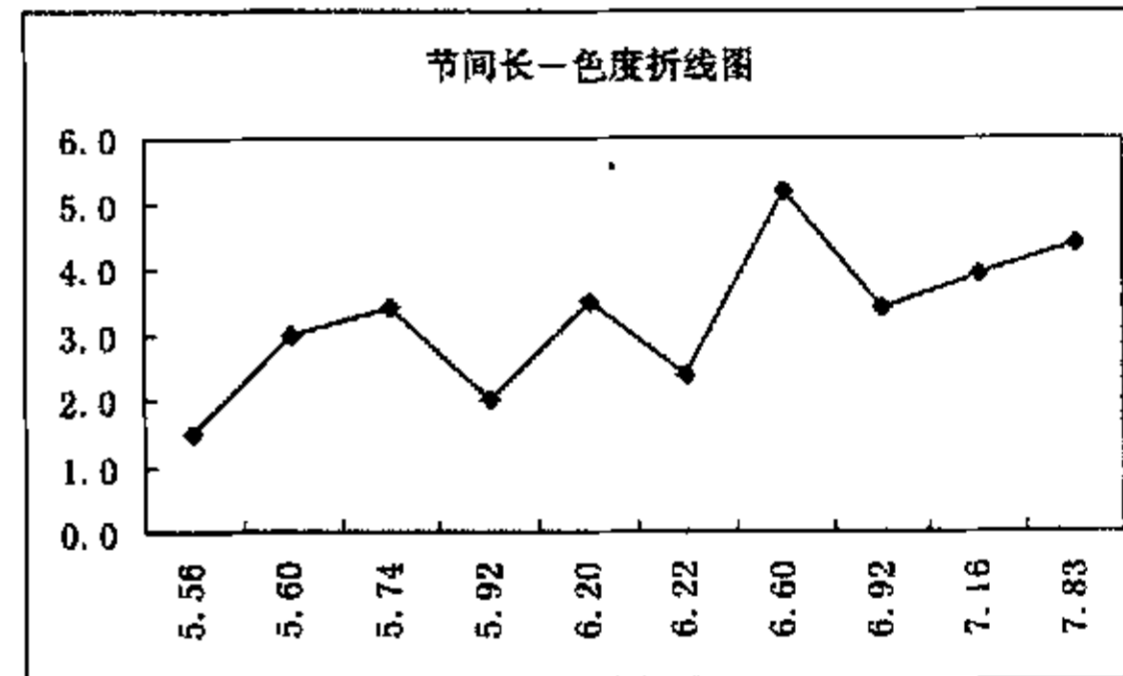


图 3-8 节间长—色度折线图
Fig. 3-8 Polygram of the internode and color density

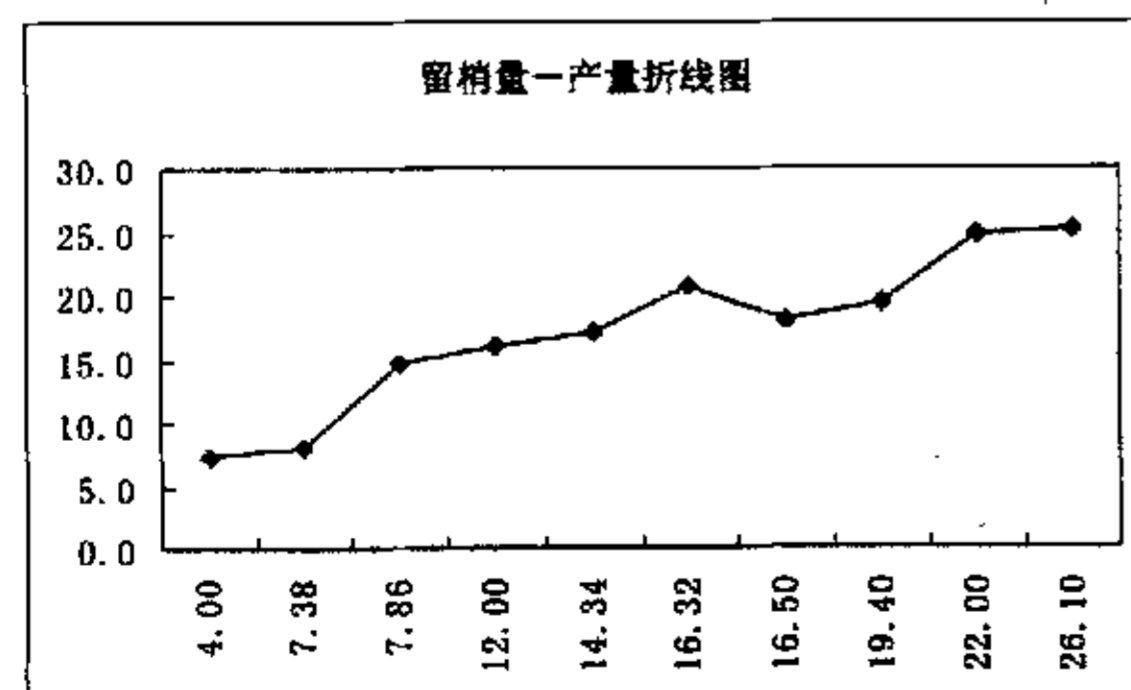


图 3-9 留梢量—产量折线图
Fig. 3-9 Polygram of the shoot number and yield

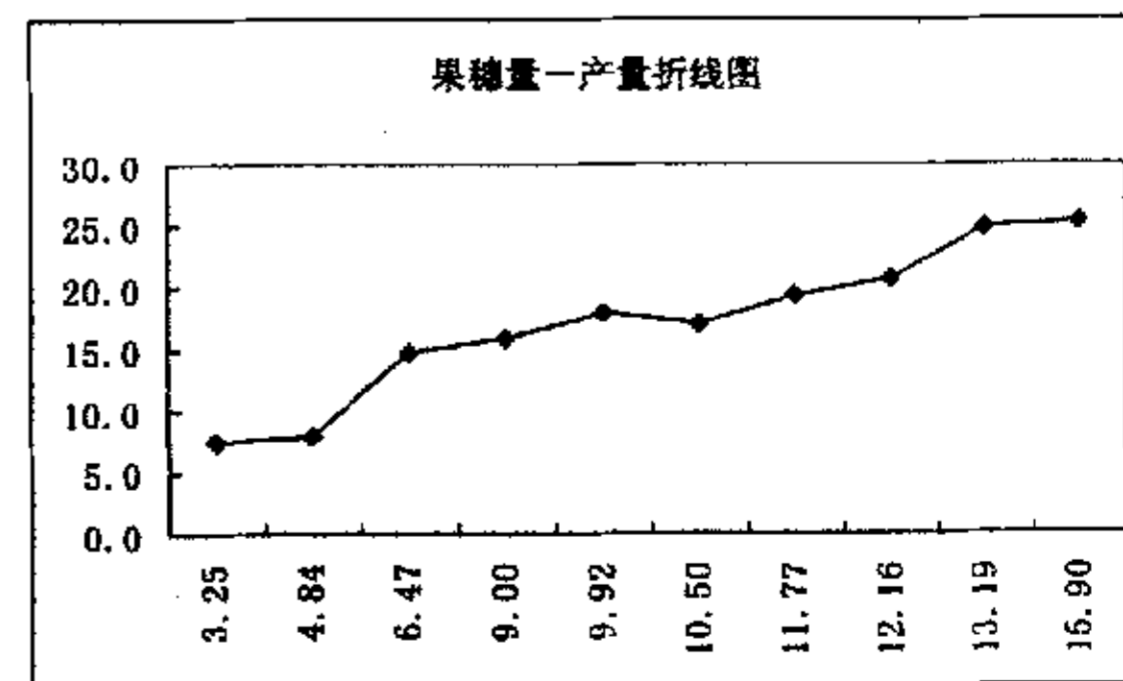


图 3-10 果穗量—产量折线图
Figure 3-10 Polygram of the cluster number and yield

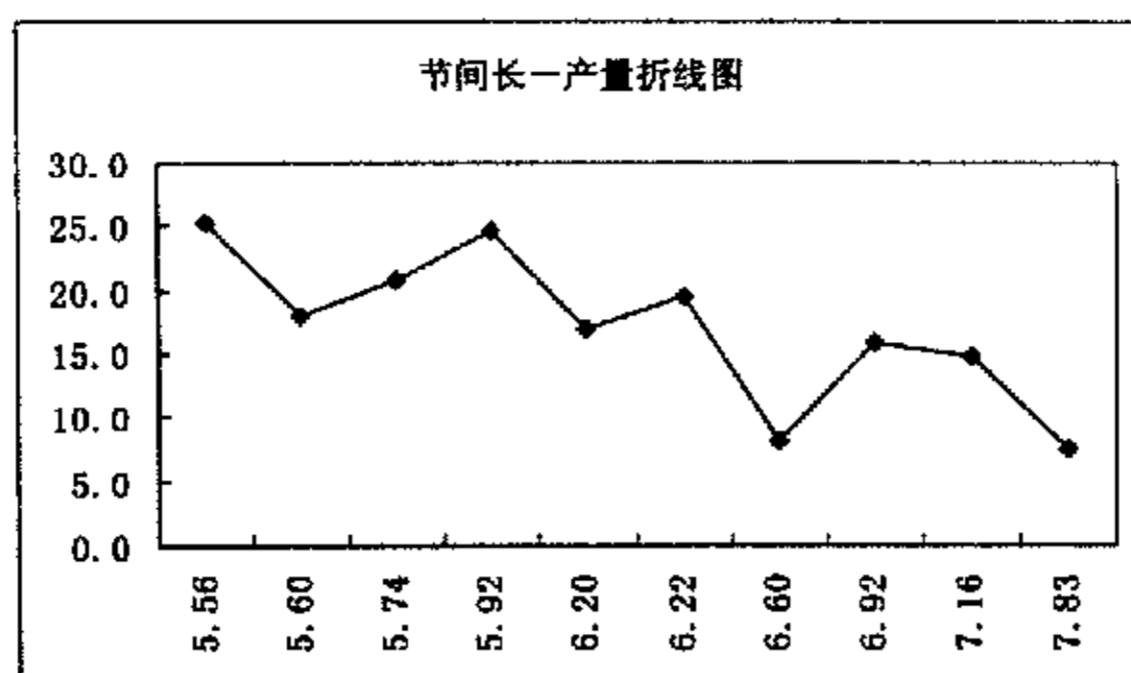


图 3-11 节间长—产量折线图

Fig.3-11 Polygram of the internode and yield

3.2.2 回归分析

回归分析的目的是寻求栽培指标 x_1, x_2, x_3 与各品质指标 y_1, y_2, y_3 之间的相关关系, 并为进一步优化栽培指标提供理论依据。使用工具为 Microsoft Office Excel 2003 的数据分析。

对可溶性固形物进行回归分析, 得到回归方程

$$y_1 = 29.2433 - 0.3909x_1 + 0.3314x_2 - 1.3467x_3 \quad (1)$$

方程的 F 检验值为 $F=12.8476$, 复相关系数为 $R=0.9302$ 。变量 x_1, x_2, x_3 的 t 检验值分别为

$$t_1 = -4.1376, t_2 = 2.0222, t_3 = -3.7707.$$

y_1 的各观测值、估计值及残差见表 3-7

表 3-7 y_1 的拟合值及残差

Table 3-7 The fitting values and the residual errors of y_2

序号 No.	观测值 y_{i1} Observation values	估计值 \hat{y}_{i1} Estimated value	残差 Residual errors
1	17.80	18.2121	-0.4121
2	19.00	19.0744	-0.0744
3	18.80	18.6728	0.1272
4	18.90	18.2164	0.6836
5	18.80	18.7685	0.0315
6	18.70	19.1643	-0.4643
7	18.90	18.5401	0.3599
8	17.10	17.1848	-0.0848
9	17.00	17.0432	-0.0432
10	16.70	16.8236	-0.1236

显著性检验表明, 回归方程及变量 x_1 、 x_3 均极显著; 但 x_2 仅当显著性水平 $\alpha \geq 0.09$ 时显著。因此, 可以使用该方程进行预测预报和进一步的分析。

为进一步弄清各自变量 x_i ($1 \leq i \leq 3$) 对可溶性固形物 y_1 的影响关系, 分别对各自变量 x_i 与 y_3 的相关性进行一元线性回归分析, 结果见表 3-8。

表 3-8 回归分析结果
Table 3-8 results of regresson analysis

回归方程 Regresson equation	F 统计量 F statistics	相关系数 Relative coefficients	显著性 Significance
$y_1 = 19.4082 - 0.0849 x_1$	5.5251	0.6391	**
$y_1 = 19.4116 - 0.1280 x_2$	3.3547	0.5436	*
$y_1 = 16.3576 + 0.2843 x_3$	0.4477	0.2302	

由表 3-8 看出, 就单因素相关性而言, y_1 与 x_2 的相关性显著, 与 x_1 的相关性极显著, 但与 x_3 的相关性不显著。因此, 可以使用表 3-8 中的前 2 个方程进行预测预报和进一步的分析。

对葡萄酒色度进行回归分析, 得到回归方程

$$y_2 = 11.5278 - 0.2068 x_1 - 0.0262 x_2 - 0.7822 x_3. \quad (2)$$

方程的 F 检验值为 $F=37.8814$, 复相关系数为 $R=0.9746$, 变量 x_1 , x_2 , x_3 的 t 检验值分别为

$$t_1 = -2.9825, \quad t_2 = -0.2174, \quad t_3 = -2.9832.$$

回归方程及变量 x_1 、 x_3 均极显著; 但 x_2 不显著。

剔除 x_2 后再进行回归分析, 得到回归方程

$$y_2 = 11.4333 - 0.2206 x_1 - 0.7756 x_3. \quad (3)$$

方程的 F 检验值为 $F=65.74694$, 复相关系数为 $R=0.9744$, 变量 x_1 , x_3 的 t 检验值分别为

$$t_1 = -8.4765, \quad t_3 = -3.2041.$$

y_2 的各观测值、估计值及残差见表 3-9。

表 3-9 y_2 的拟合值及残差
Table 3-9 The fitting values and the residual errors of y_2

序号 No.	观测值 y_{i1} Observation values	估计值 \hat{y}_{i1} Estimated value	残差 Residual errors
1	4.4	4.4780	-0.0780
2	5.2	4.6862	0.5138
3	3.9	4.1460	-0.2460
4	3.4	3.4187	-0.0187
5	3.5	3.4609	0.0391
6	3.4	3.3808	0.0192
7	3.0	3.4497	-0.4497
8	2.4	2.3290	0.0710
9	2.0	1.9881	0.0119
10	1.5	1.3627	0.1373

显著性检验表明，回归方程及变量 x_1 、 x_3 均极显著。因此，可以使用该方程进行预测预报和进一步的分析。

对产量进行回归分析，得到回归方程

$$y_3 = -4.0310 + 0.0354x_1 + 1.5644x_2 + 0.8551x_3 \quad (4)$$

方程的 F 检验值为 $F=34.2038$ ，复相关系数为 $R=0.9720$ ，变量 x_1 ， x_2 ， x_3 的 t 检验值分别为

$$t_1=0.0900, \quad t_2=2.2894, \quad t_3=0.5742.$$

回归方程及变量 x_2 均显著；但 x_1 、 x_3 不显著。 y_3 的各观测值、估计值及残差见表 3-10。

表 3-10 y_3 的拟合值及残差
Table 3-10 The fitting values and the residual errors of y_3

序号 No.	观测值 y_{i3} Observation value	估计值 \hat{y}_{i3} Estimated value	残差 Residual errors
1	7.4156	7.8902	-0.4746
2	8.0586	9.4456	-1.3870
3	14.7627	12.4914	2.2713
4	15.9581	16.3908	-0.4327
5	17.0105	18.2047	-1.1942
6	20.6823	20.4784	0.2039
7	17.9631	16.8608	1.1023
8	19.4115	20.3879	-0.9764
9	24.6729	22.4449	2.2280
10	25.1812	26.5219	-1.3407

由表 3-10 看出, 拟合效果较好, 可以将回归方程 (4) 用于预测预报和进一步的分析。若用任意两个自变量 x_i, x_j ($1 \leq i < j \leq 3$) 与因变量 y_3 进行回归分析, 都出现仅有 1 个自变量显著的结果。因此, 我们对 3 个自变量与 y_3 的相关性分别进行一元线性回归分析, 结果见表 3-11。

表 3-11 回归分析结果
Table 3-11 Results of regression analysis

回归方程 Regresson equation	F 统计量 F statistics	相关系数 Relative coefficients	显著性 Significance
$y_3 = 5.1750 + 0.8181x_1$	68.6325	0.9464	**
$y_3 = 2.6801 + 1.4878x_2$	129.2235	0.9704	**
$y_3 = 57.6982 - 6.3665x_3$	13.4511	0.7919	**

由表 3-10 看出, 3 个自变量对产量 y_3 均有显著影响。 y_3 与 x_1, x_2 呈正相关关系, 与 x_3 呈负相关关系。

3.2.3. 多目标规划

多目标规划的目的是寻求各自变量在其阈值范围变化时, 使规划目标达到最优值的优化技术组装, 为葡萄持续优质丰产提供理论依据。

根据前面回归分析结果, 建立如下多目标规划模型:

$$\begin{aligned} \max f_1 &= 29.2433 - 0.3909x_1 + 0.3314x_2 - 1.3467x_3 \\ \max f_2 &= 11.5278 - 0.2068x_1 - 0.0262x_2 - 0.7822x_3 \\ \max f_3 &= -4.0310 + 0.0354x_1 + 1.5644x_2 + 0.8551x_3 \end{aligned} \quad (5)$$

$$s.t. \begin{cases} 19.4082 - 0.0849x_1 \geq 18 \\ 19.4116 - 0.1280x_2 \geq 18 \\ 16.3576 + 0.2843x_3 \geq 18 \\ 11.4333 - 0.2206x_1 - 0.7756x_3 \geq 3.4 \\ 5.1750 + 0.8181x_1 \geq 15 \\ 2.6801 + 1.4878x_2 \geq 15 \\ 57.6982 - 6.3665x_3 \geq 15 \\ x_i \geq 0 (i=1,2,3) \end{cases} \quad (6)$$

之所以建立上述多目标规划模型(5)、(6), 其主要目的是要使可溶性固形物、色度、产量等 3 个指标同步达到较适宜程度。

在 MATLAB6.1 环境下, 利用 MATLAB 的 minimax 函数进行多目标规划, 给定初始值

$$x_0 = [x_{10}, x_{20}, x_{30}] = [0, 0, 0]$$

求得最优解为

$$x = [x_1, x_2, x_3] = [16.1045, 8.2806, 5.7770]$$

即按照上述数学规划方案，当平均留梢量 $x_1 = 16.1045$ ，平均果穗量 $x_2 = 8.2806$ ，平均节间长 $x_3 = 5.7770$ 时，优化目标可溶性固形物 y_1 、色度 y_2 、产量 y_3 均可达到较适宜的程度，其规划值分别为

$$\begin{cases} y_1 = 17.9124 \\ y_2 = 3.4617 \\ y_3 = 14.4332 \end{cases}$$

也就是说，本试验条件下，在通过肥水管理等栽培措施控制新梢节间长度平均在 5.8cm 左右的基础上，每米架面留 16 个新梢，每株果穗数控制在 8 个左右的情况下，可以同时实现赤霞珠葡萄可溶性固形物在 18%左右、葡萄酒的色度值在 3.5 左右、产量在 15t/hm² 左右的生产目标。这样的生产目标基本符合既具有经济产量，又具有良好果实品质的要求。

3.3 赤霞珠葡萄疏穗效应试验

3.3.1 疏穗对赤霞珠葡萄生长及光合速率的影响

不同疏穗处理赤霞珠葡萄的新梢生长量及净光合速率如表 3-12 所示。

从表 3-12 中可以看出，与不疏穗相比，疏穗明显促进了新梢的生长，其中花期疏穗效果最明显，疏上穗与疏下穗新梢的长度分别增加了 29.8%和 30.49%，粗度分别增加了 3.37%和 5.42%。但无论何时疏穗，留上穗和留下穗之间没有明显的差异。

表 3-12 不同疏穗处理对赤霞珠葡萄新梢生长和光合速率的影响

Table 3-12 Effect of cluster thinnings on grapevine growth and photosynthesis rate of Cabernet Sauvignon

处理 Treatments	新梢长度 Shoot L (cm)	新梢直径 Shoot D (cm)	净光合速率 Photosynthesis rate ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{s}$)	每株产量 Yield / vine (kg)
T ₁	187.57aA*	7.06abA	13.62bA	2.60bcB
T ₂	188.47aA	7.20abA	14.53aA	2.50cB
T ₃	167.20abA	7.46aA	11.89cB	2.77bB
T ₄	162.20abA	7.16abA	12.38cB	2.52cB
T ₅ (CK)	144.43bA	6.83bA	14.68aA	4.03aA

*LSD, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels respectively named by the small and capital letters.

疏穗降低了叶片的光合速率，特别是转色期疏穗，疏上穗与疏下穗净光合速率分别降

低了 19.01% 和 15.67%，可能是由于疏穗减少了光合产物的“库”，相对抑制了光合效能所致。各疏穗处理的平均株产均显著低于对照。在转色期疏穗，留下部果穗的株产高于留上部果穗。在花期疏穗，留上部与留下部果穗的株产差异不大。

3.3.2 疏穗对赤霞珠葡萄果实成分及其变化的影响

不同疏穗处理赤霞珠葡萄在两个测定期间的成分含量如表 3-13 所示。

单体酚化合物测定的液相色谱图见图 3-12~3-21

标样色谱图见附录

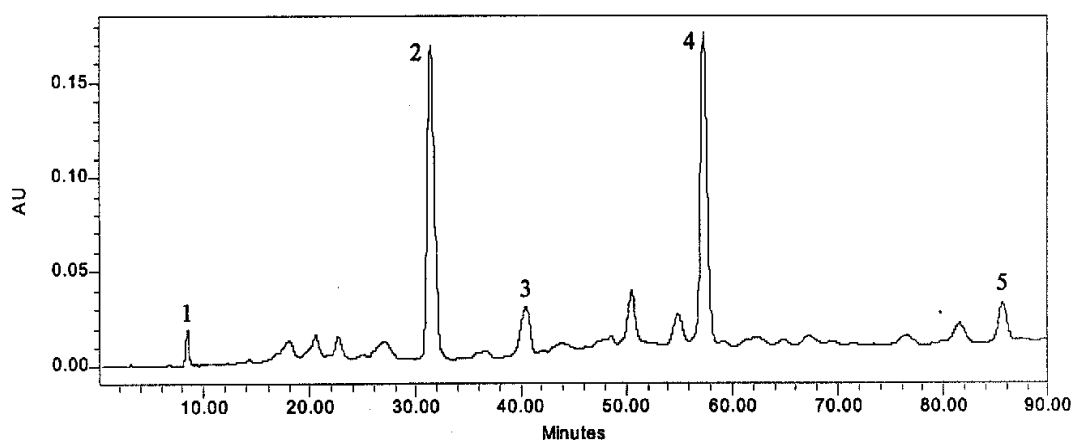


图 3-12 花期疏上穗葡萄果实单体酚液相色谱图（7月9日）

注：1. 没食子酸，2. 儿茶素，3. 表没食子儿茶素，4. 表儿茶素，5. 色醇

Fig3-12 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing distal cluster at anthesis(July,9)

Note: 1. Gallic acid, 2. Catechin, 3. Epigallocatechin, 4. Epicatechin, 5. 3-(2-Hydroxyethyl) indole

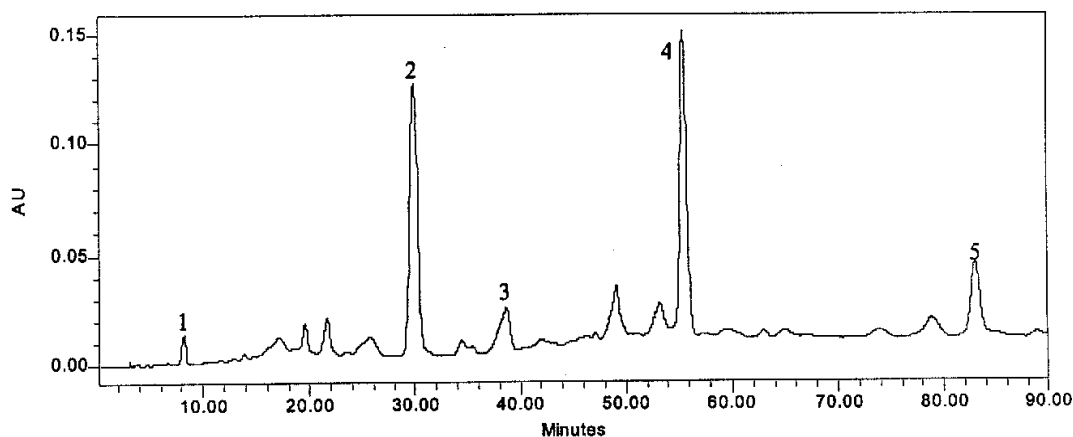


图 3-13 花期疏下穗葡萄果实单体酚液相色谱图（7月9日）

Fig3-13 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing basal cluster at anthesis(July,9)

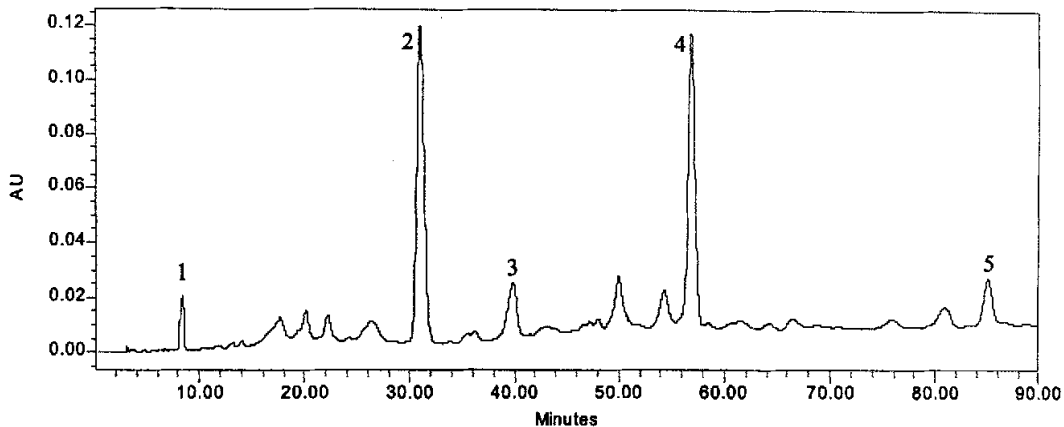


图 3-14 转色期疏上穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月9日)

Fig3-14 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing distal cluster at veraison(July,9)

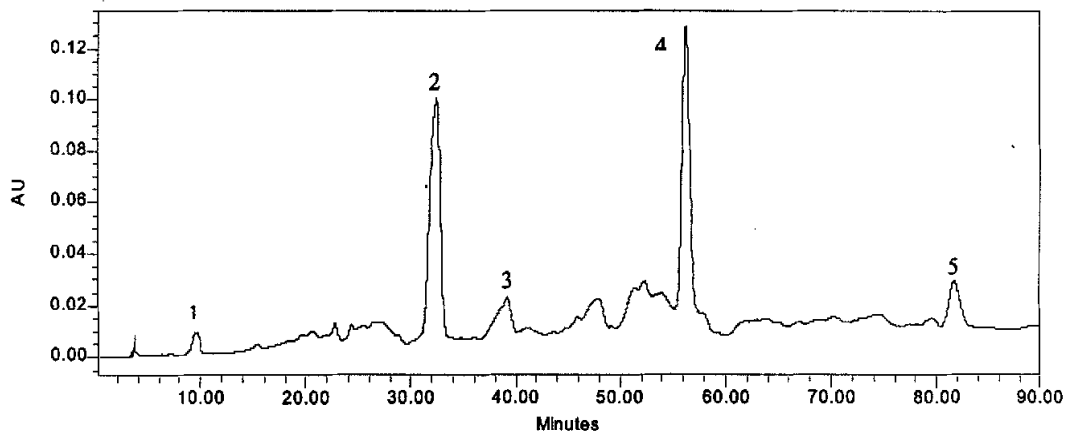


图 3-15 转色期疏下穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月9日)

Fig3-15 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing basal cluster at veraison(July,9)

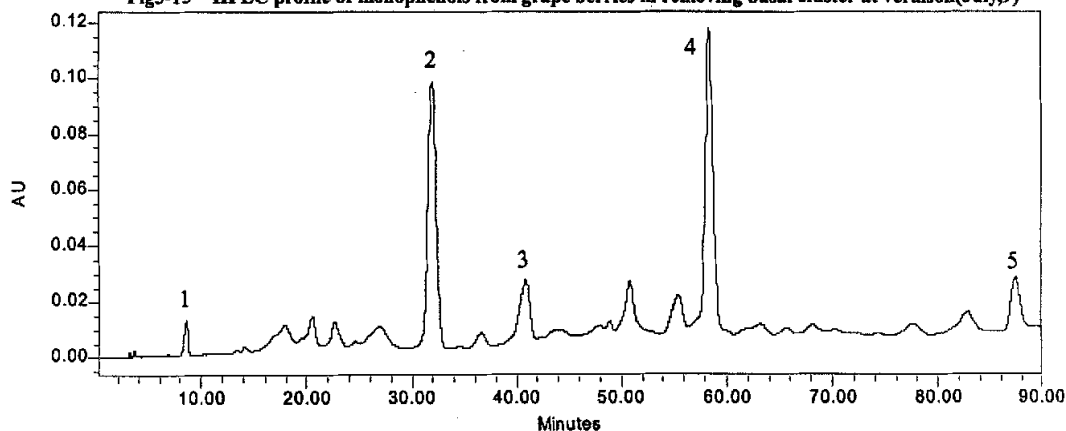


图 3-16 不疏穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月9日)

Fig3-16 HPLC profile of monophenols from grape berries with no removing cluster(July,9)

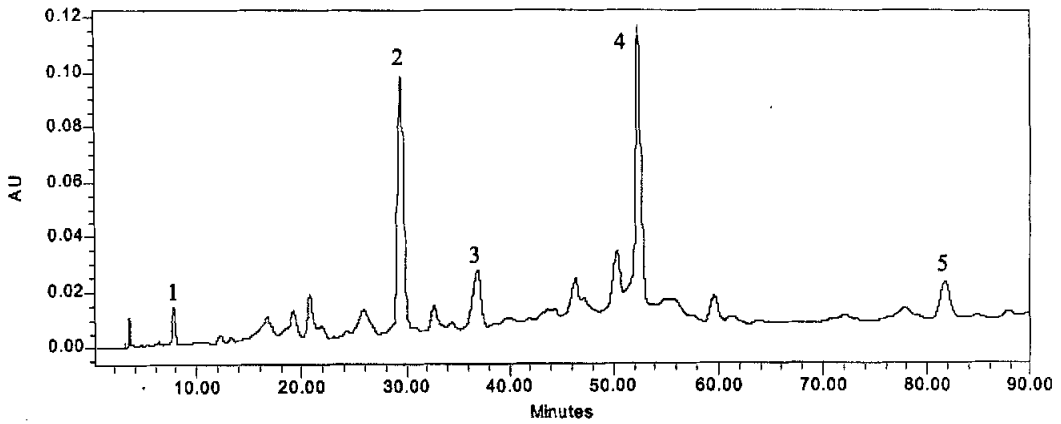


图 3-17 花期疏上穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月28日)

Fig3-17 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing distal cluster at anthesis(July,28)

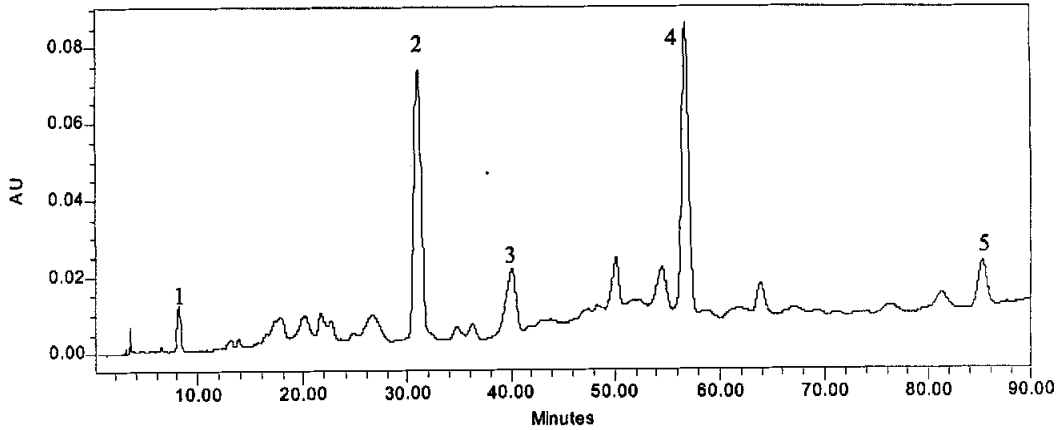


图 3-18 花期疏下穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月28日)

Fig3-18 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing basal cluster at anthesis(July,28)

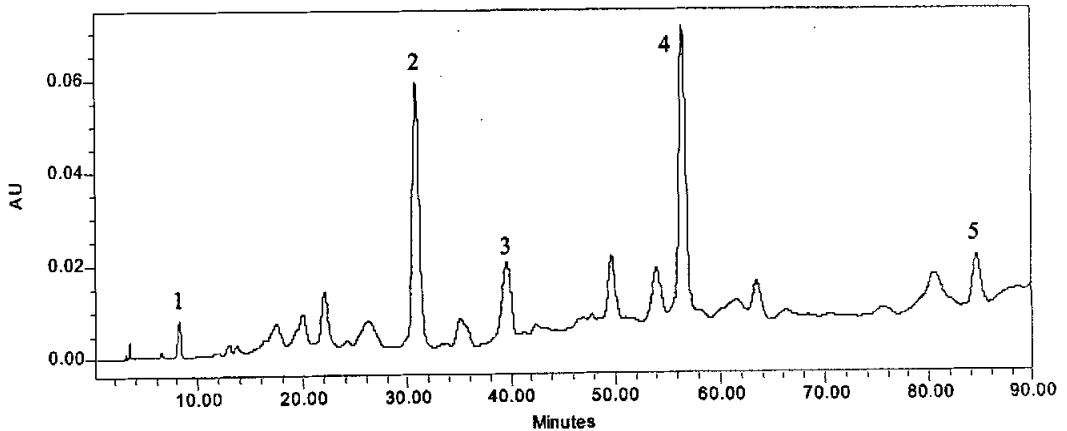


图 3-19 转色期疏上穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7月28日)

Fig3-19 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing distal cluster at veraison(July,28)

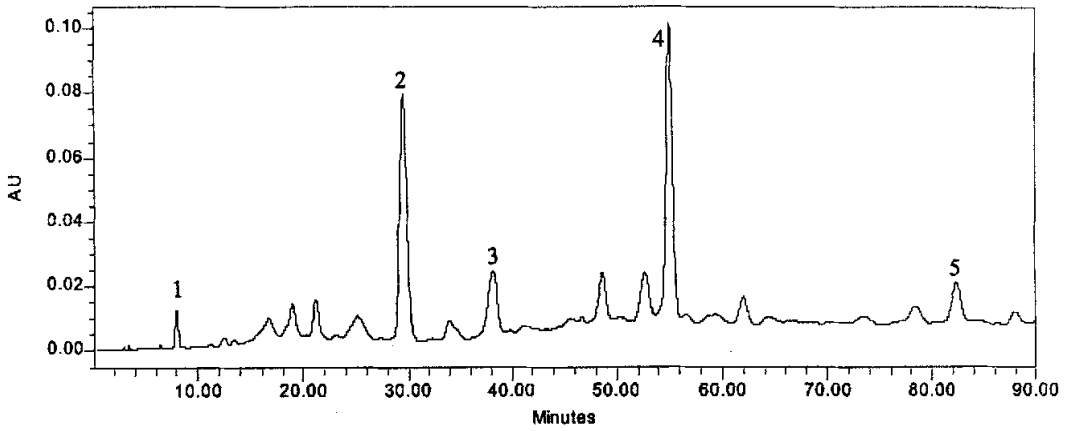


图 3-20 转色期下穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7 月 28 日)

Fig3-20 HPLC profile of monophenols from grape berries in removing basal cluster at veraison(July 28)

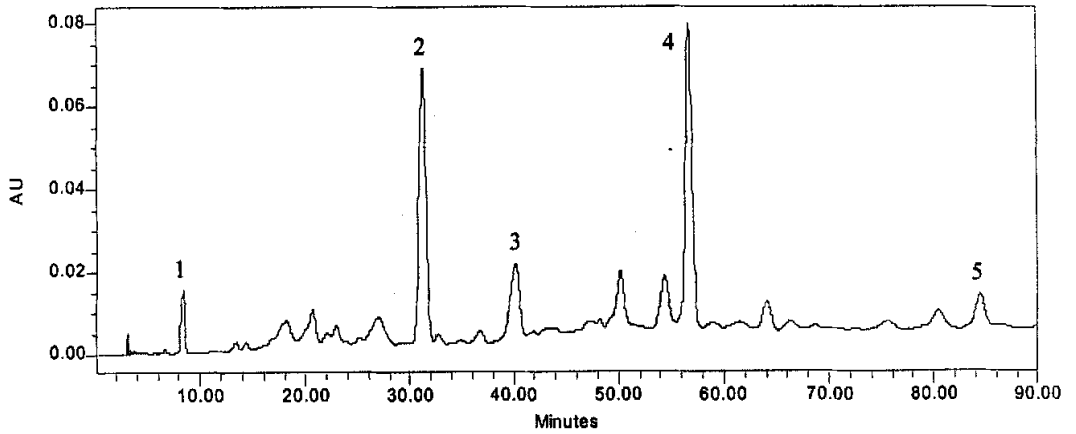


图 3-21 不疏穗葡萄果实单体酚液相色谱图 (7 月 28 日)

Fig3-21 HPLC profile of monophenols from grape berries with no removing cluster(July 28)

表 3-13 不同疏穗处理赤霞珠葡萄果实成分

Table 3-13 Berry components of Cabernet Sauvignon in various removing cluster treatments

处理 Treatments	含糖量 Sugar (g/L)	含酸量 Acid (g/L)	总酚 Totalphenol ($\mu\text{g/g}$)	儿茶素 Catechin ($\mu\text{g/g}$)	表儿茶素 Epicatechin ($\mu\text{g/g}$)	表槲儿茶素 Epigallocatechin ($\mu\text{g/g}$)	没食子酸 Gallic acid ($\mu\text{g/g}$)	色醇 Indole ($\mu\text{g/g}$)								
	7/9	7/28	7/9	7/28	7/9	7/28	7/9	7/28								
T ₁	146.66	160.67	13.32	5.76	733	794	239.67	108.27	203.08	96.24	234.96	186.03	3.64	2.45	11.76	9.08
T ₂	143.33	163.33	12.51	6.39	880	685	196.52	107.17	164.110	95.89	203.68	181.27	2.81	2.53	21.25	8.03
T ₃	156.66	161.83	11.61	5.85	801	810	176.39	84.02	133.63	75.88	195.13	139.73	3.88	1.58	9.78	7.00
T ₄	156.66	160.42	12.06	6.03	737	858	199.25	114.03	155.97	107.13	218.34	184.96	3.42	2.28	15.08	7.14
T ₅	155	165.41	11.52	5.13	765	670	161.11	100.38	151.58	94.10	221.02	175.04	2.90	2.75	13.09	5.35

3.3.2.1 疏穗对葡萄果实糖酸的影响

花期疏穗处理的赤霞珠葡萄在7月9日(始熟期)的含糖量低于转色期疏穗和不疏穗处理,但疏上穗和疏下穗之间没有明显差异。在7月28日(充分成熟期)各处理的含糖量都比7月9日有所提高,但增加的幅度不一样,在此期相比,各处理之间的含糖量都没有显著差异。

花期疏穗处理葡萄在7月9日的含酸量比转色期疏穗和不疏穗处理的偏高,同期疏上穗和疏下穗之间差异不大。而到7月28日,即葡萄充分成熟时,无论花期疏穗,还是转色期疏穗,疏上穗处理葡萄的含酸量均低于疏下穗;花期疏上穗和转色期疏上穗没有差异,但略高于未疏穗(对照),花期疏下穗和转色期疏下穗之间也没有明显差异,但均明显高于对照。从7月9日至7月28日,每一处理的含酸量都呈现出显著的下降。

3.3.2.2 疏穗对葡萄果实酚类化合物的影响

于始熟期,花期疏上果穗处理果实的总酚含量略低于疏下果穗,而转色期疏上果穗又略高于疏下果穗。但至成熟期,出现了相反的结果,花期疏上穗处理果实的总酚含量高于疏下果穗,转色期疏上果穗又低于疏下果穗,但均高于对照。(而此期的总酚的含量与含糖量似乎有负相关的关系)。从始熟期至成熟期,每一处理总酚含量的变化规律不一致,花期疏上穗的略有增加,疏下穗的减少,转色期疏上穗或疏下穗均略有增加,不疏穗的减少。

始熟期,花期疏上穗处理的儿茶素含量最高,达到 $239.67\mu\text{g/g}$,其次是花期疏下穗和转色期疏下穗,然后是转色期疏上穗,但都比对照(未疏穗)的含量高。到成熟期,除转色期疏上穗的含量较低,转色期疏下穗略高外,其余各处理间差异不大。也就是说,转色期疏上穗和疏下穗之间差异较大,花期疏上穗和疏下穗之间几乎无差异。

各处理的表儿茶素含量在始熟期也是花期疏上穗的最高,达到 $203.08\mu\text{g/g}$,转色期疏上穗的最低,只有 $133.63\mu\text{g/g}$,其余三个处理的差异不大。到成熟期和儿茶素含量的表现一致,也是转色期疏下穗的最高,转色期疏上穗的最低,其余三个处理没有明显差异,同样是转色期疏上穗和疏下穗之间差异较大,花期疏上穗和疏下穗之间几乎无差异。

在始熟期,表儿茶素的含量也是花期疏上穗处理的最高,依次是未疏穗、转色期疏下穗、花期疏下穗,转色期疏上穗的最低,但各处理间的差异不象儿茶素和表儿茶素那样大。在成熟期,花期疏上穗、疏下穗和转色期疏下穗之间的表儿茶素含量差异不大,均在 $180\mu\text{g/g}$ 和 $190\mu\text{g/g}$ 之间,其次是未疏穗的对照,最低的是转色期疏上穗。同样表现出花期疏上穗和疏下穗之间无明显差异,而转色期疏上穗和疏下穗之间有明显差异。

没食子酸在葡萄浆果中的含量较低。在始熟期，转色期疏上穗含量较高，依次是花期疏上穗、转色期疏下穗，不疏穗和花期疏下穗，但各处理间差异并不大。在成熟期，除转色期疏上穗含量最低外，其余各处理间也无明显差异，也同样是花期疏上穗和疏下穗之间无差异，而转色期疏上穗和疏下穗之间有差异。

色醇在葡萄中的含量也不高。在始熟期，花期疏下穗的含量最高，依次为转色期疏下穗、未疏穗、花期疏上穗和转色期疏上穗。无论是花期疏穗还是转色期疏穗，均是疏上穗的色醇含量低于疏下穗。同是疏上穗或疏下穗，花期疏穗的高于转色期疏穗的。而在成熟期，花期疏上穗略高于疏下穗，又都略高于转色期疏穗，转色期疏上穗和疏下穗之间无明显差异。但各疏穗处理均比未疏穗的高。

不论哪一种单体酚类化合物，从始熟期（7月9日）到成熟期（7月28日），每一种疏穗处理的单体酚化合物含量都表现出显著的下降（图3-22~3-27）。但不同的疏穗处理，每种化合物的下降幅度不一样。在花期疏上穗的处理中，儿茶素和表儿茶素含量的下降幅度最大，对照中的儿茶素含量下降幅度最小，其他三个处理的儿茶素下降幅度差异不大。花期疏上穗表儿茶素的下降幅度最大外，其次是花期疏下穗，转色期疏上穗与对照一致，转色期疏下穗的降幅最小。表儿茶素的降幅最大的是转色期疏上穗，其次是花期疏上穗，花期疏下穗的降幅最小。从始熟期到成熟期，三种儿茶素下降的总和是花期疏上穗的最大，其次是转色期疏上穗，花期疏下穗的略高于转色期疏下穗和未疏穗处理，如图3-25所示。

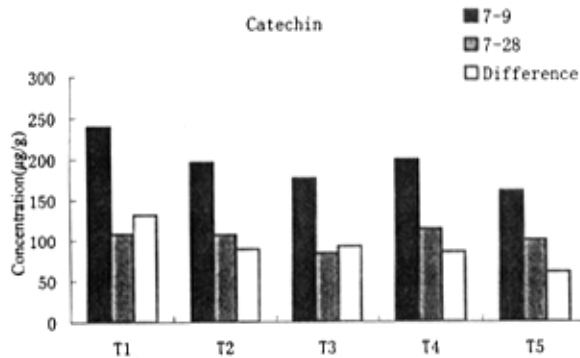


图 3-22 不同疏穗处理果实中儿茶素含量从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-22 Decrease extents of Catechin concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

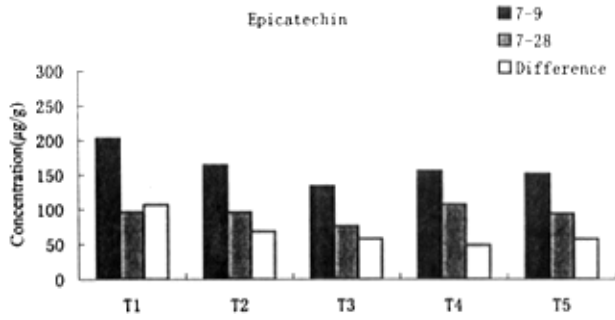


图 3-23 不同疏穗处理果实中表儿茶素含量从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-23 Decrease extents of Epicatechin concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

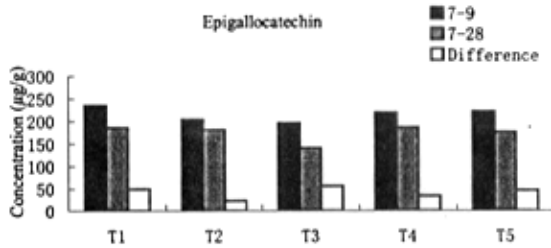


图 3-24 不同疏穗处理果实中表儿茶素含量从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-24 Decrease extents of Epigallocatechin concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

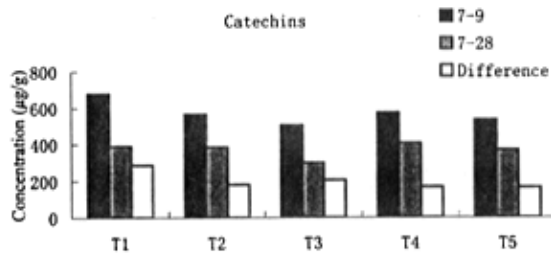


图 3-25 不同疏穗处理中三种儿茶素之和从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-25 Decrease extents of Catechins concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

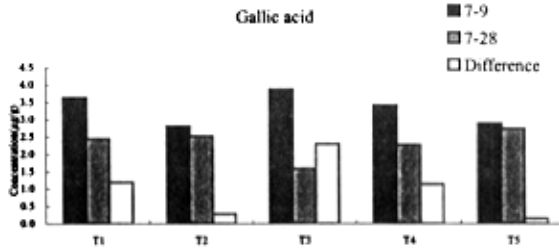


图 3-26 不同疏穗处理中没食子酸含量从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-26 Decrease extents of Gallic acid concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

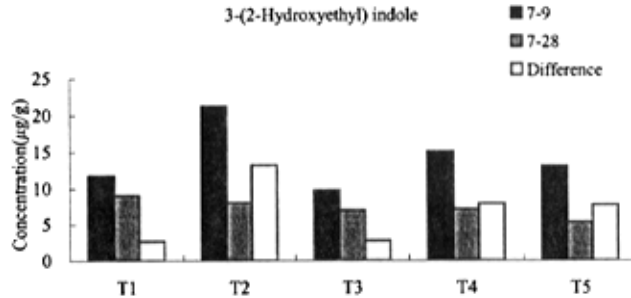


图 3-27 不同疏穗处理中色醇从 7 月 9 日至 7 月 28 日的下降幅度

Fig3-27 Decrease extents of 3-(2-Hydroxyethyl)indole concentration of grape berries in various removing cluster treatments from July 9 to July 28

没食子酸含量下降幅度最大的处理是转色期疏上穗，依次是花期疏上穗、转色期疏下穗、花期疏下穗和不疏穗。色醇下降幅度最大的是花期疏下穗，且显著地大于疏上穗。转色期疏下穗的降幅和未疏穗处理相一致，但也明显大于转色期疏上穗。花期疏下穗的降幅大于转色期疏下穗，而花期疏上穗的降幅和转色期疏上穗没有差异。

3.3.3 疏穗对赤霞珠葡萄酒成分的影响

不同疏穗处理赤霞珠在 7 月 28 日取样进行果实成分测定后酿酒，第二年（2004 年）对酒样测定，不同处理酒样的主要成分如表 3-14 所示，酒样单体酚的液相色谱图如图 3-28~图 3-32 所示。

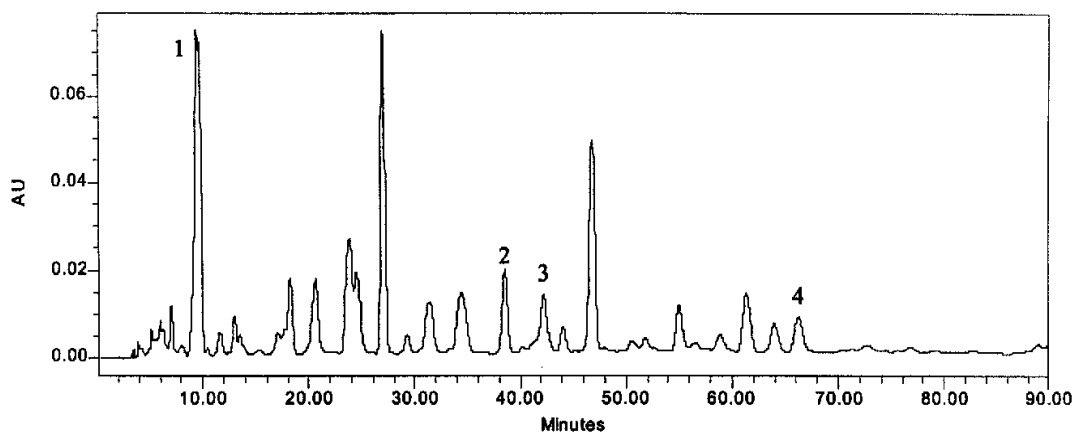


图 3-28 花期疏上穗葡萄酒单体酚液相色谱图

Fig3-28 HPLC profile of monophenols from wine in removing distal cluster at anthesis

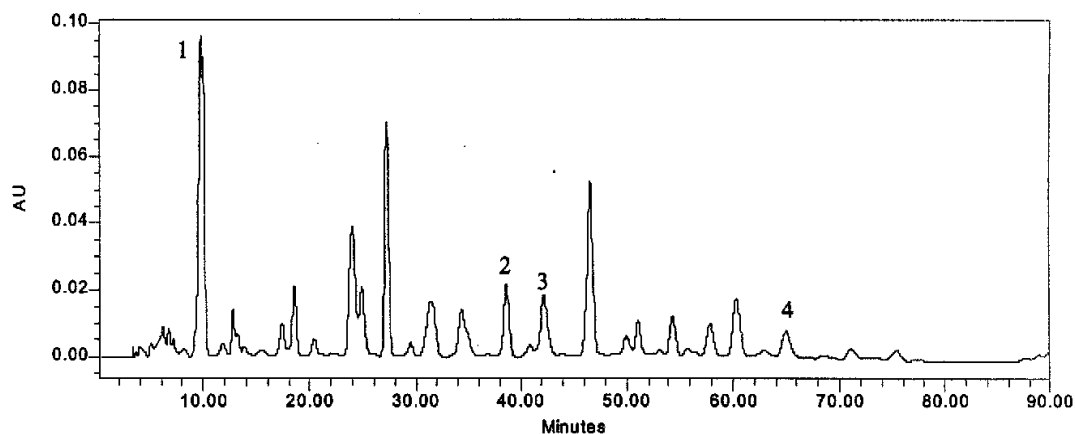


图 3-29 花期疏下穗葡萄酒单体酚液相色谱图

Fig3-29 HPLC profile of monophenols from wine in removing basal cluster at anthesis

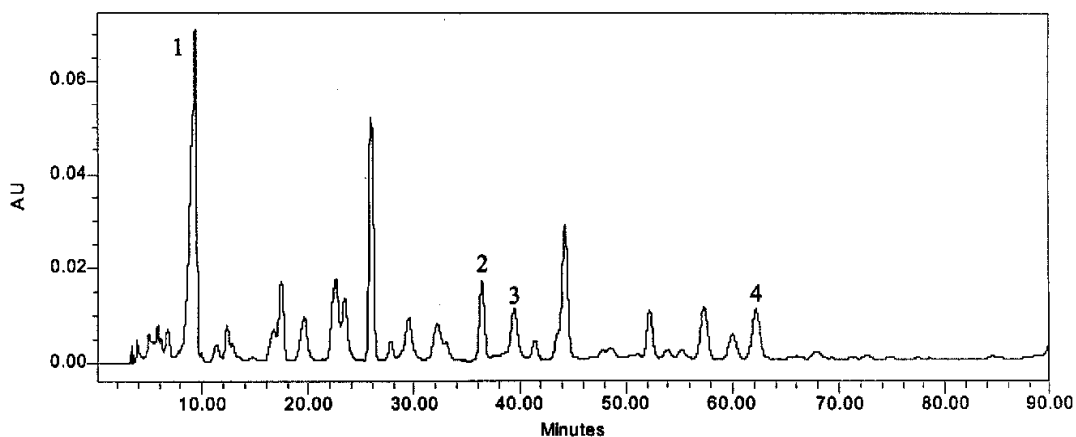


图 3-30 转色期疏上穗葡萄酒单体酚液相色谱图

Fig3-30 HPLC profile of monophenols from wine in removing distal cluster at veraison

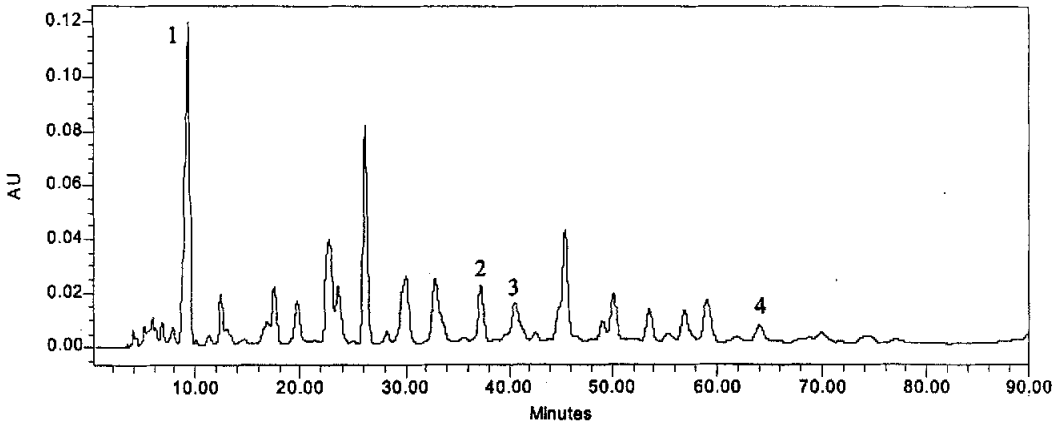


图 3-31 转色期疏下穗葡萄酒单体酚液相色谱图

Fig3-31 HPLC profile of monophenols from wine in removing basal cluster at veraison

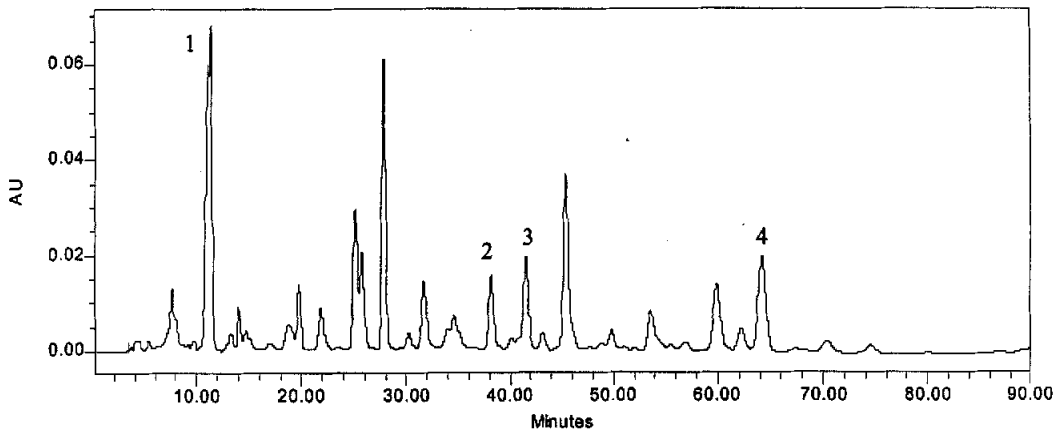


图 3-32 不疏穗葡萄酒单体酚液相色谱图

Fig3-32 HPLC profile of monophenols from wine with no removing cluster

表 3-14 不同疏穗处理赤霞珠葡萄酒成分

Table3-14 Components of Cabernet Sauvignon wine in various removing cluster treatments

处 理 Treatment	单宁 Tannin (g/L)	干浸出物 Dryextract (g/L)	没食子酸 Gallic acid(μg/ml)	儿茶素 Catechin (μg/ml)	表儿茶素 Epicatechi n (μg/ml)	表儿茶素 Epigallocate lim (μg/ml)	三种儿茶素 和 Catechins (μg/ml)	Cat/Ecat	色度 Color value
T ₁	0.78	26.4	13.28	9.87	5.71	31.84	47.42	1.73	8.46
T ₂	0.86	26.6	15.35	10.67	4.70	41.18	56.55	2.27	6.05
T ₃	0.76	25.2	10.67	8.80	6.79	22.69	38.28	1.30	7.91
T ₄	0.91	28.6	16.38	9.89	3.88	23.27	37.04	2.55	3.77
T ₅	0.71	25.9	10.13	6.91	12.19	37.46	56.56	0.57	7.48

注：Cat/Ecat 表示儿茶素/表儿茶素。

花期疏上穗和转色期疏上穗之间的单宁含量没有区别,花期疏下穗和转色期疏下穗之间的差异也不大,但无论花期疏穗还是转色期疏穗,疏下穗的单宁含量都高于疏上穗,而不疏处理的单宁含量低于所有疏穗处理。至于酒中干浸出物的含量,花期疏上穗与疏下穗之间没有差别,转色期疏上穗低于转色期疏下穗的含量,即除转色期疏下穗略高外,其余各处理之间差异不大。

酒中的没食子酸含量都明显高于葡萄果实中的含量。花期疏上穗的没食子酸含量高于转色期疏上穗,花期疏下穗与转色期疏下穗差异不大。无论花期还是转色期,疏上穗的均低于疏下穗的,且转色期疏上穗与疏下穗之间的差异大于花期疏上穗与疏下穗之间的差异。不疏穗的没食子酸含量最小。

酒中的儿茶素、表儿茶素和表棓儿茶素的含量均明显低于葡萄中的含量。各种疏穗处理的儿茶素含量均高于未疏穗处理。无论花期还是转色期,疏上穗处理的儿茶素含量均略低于疏下穗,而且花期疏上穗略高于转色期疏上穗,花期疏下穗也略高于转色期疏下穗。表儿茶素的含量是花期疏上穗略高于疏下穗,转色期疏上穗高于疏下穗,花期疏上穗略低于转色期的疏上穗,而花期疏下穗又略高于转色期疏下穗,即转色期疏上穗和疏下穗之间的差异大于花期疏上穗和疏下穗之间的差异。各疏穗处理的表儿茶素含量均低于不疏穗处理的含量。表棓儿茶素的含量是花期疏上穗低于疏下穗,而转色期疏上穗与疏下穗之间无明显差异。花期疏穗又都高于转色期疏穗,与不疏穗的差异也不大。从三种儿茶素的总和看,花期疏上穗低于疏下穗,转色期疏上穗和疏下穗之间无差异,但花期疏穗又都相应地高于转色期疏穗,而不疏穗处理与花期疏下穗相一致。

花期疏上穗和转色期疏上穗酒样中儿茶素/表儿茶素比值差异不明显,花期疏下穗和转色期疏下穗酒样中儿茶素/表儿茶素比值差异也不明显,但花期疏上穗和转色期疏上穗酒样中儿茶素/表儿茶素比值却明显低于花期疏下穗和转色期疏下穗。花期疏上穗酒的色度值最高,依次是转色期疏上穗、不疏穗、花期疏下穗、转色期疏下穗。

4 讨 论

4.1 棚架和篱架对葡萄果实糖酸含量的影响

在始熟期(9月5日),棚架葡萄的含糖量低于篱架,但在10天以后,两种架式下的葡萄含糖量达到一致,(甚至棚架略高于篱架)。也就是说,含糖量升高的过程中,篱架葡萄比棚架葡萄升高的速度快。

棚架葡萄与篱架葡萄的差别主要是体现在果穗曝光程度不同和新梢生长势的差别。棚架葡萄果穗与篱架果穗相比,遮荫较重,进而影响到果穗的果面温度等微环境的不同。棚架上新梢呈水平生长的较多,而篱架葡萄新梢多为直立生长,这导致棚架葡萄新梢生长势总体上比篱架弱。果穗遮荫往往会导致含糖量的下降(Crippen and Morrison, 1986; Dokoozlian and Kiewer, 1996)。这种遮荫既影响到光照,又影响到温度,曝光的果穗比遮荫的果穗温度有明显增高(Spayd et al, 2002),会影响到果实的代谢活力,在一定的范围内,利于糖的增高和酸的降低(Jackson, 2000)。在始熟期(9月5日)棚架和篱架的糖酸含量差异与前人的研究结论相一致。但达到成熟后,其含糖量差异不大,这可能是除了光照、温度影响外,又受到新梢生长势的影响,棚架葡萄较为中庸的新梢生长势,更利于其浆果的糖分积累(Bravdo and Hepner, 1987)。即棚架中庸新梢利于糖分积累补偿了篱架曝光的糖分积累优势。而棚架葡萄较高的含酸量主要是其较低的果面温度降低了呼吸对苹果酸的消耗,这与Smart(1987)的结论是一致的。

根据上述的分析,可根据葡萄品种的特性及种植区域的自然条件,为了达到特定的含糖含酸的要求设计架式和叶幕结构,在光照条件不好的地区,可以设计既利于果穗曝光,又在一定程度上限制新梢旺长的栽培模式,无疑会利于糖分的积累,而对于昼夜温差大、光照充沛的地区(有些品种表现含酸过低),可提倡使用适当遮荫的树形如棚架,以利酸度的提高。

4.2 玫瑰香葡萄挥发性物质在成熟期的变化

在9月16日,无论是棚架,还是篱架,葡萄的含糖量和含酸量都进入了相对稳定时期,可以认为已经进入成熟期。在这个时期内,糖酸含量相对稳定,但其挥发性物质的含量却在变化,从总体趋势上看,酯类物质随采收时间推迟而增加,而萜类物质和醛酮类物质下降。过去对葡萄中香气物质的研究主要集中在萜类物质的分析,也主要用玫瑰香型品种做试验材料(Jackson, 2000),且认为,在葡萄的成熟过程中,萜类物质在葡萄中是积

累的,除了游离形式外,还在形成的过程中转化为不可挥发的结合态。在转色期以后,里那醇的游离态和结合态都增加,但达到成熟后又都下降。Girard 等(2002)以琼瑶浆(Gewürztraminer)为试材的研究中,萜类也是在后期下降。本次试验是从葡萄达到成熟时开始测定,也都呈下降趋势,与前人的研究相一致。其他几种萜类物质也呈相似的变化规律,只有角鲨烯在后期升高,关于这些物质在成熟期的变化尚未见相关的报道,需要做进一步的研究。

在葡萄中的醛酮类物质中,会对葡萄酒风味产生影响的主要是己醛和己烯醛(翟衡等,2001),且在未成熟葡萄中有较高的含量(Clarke and Bakker, 2004)。在发酵过程中,这些醛会转化为相应的醇,给葡萄酒带来青草味(grassy flavour)。也就是说,随着葡萄的成熟,这些醛的含量应当下降。本试验中,玫瑰香葡萄中也主要含有己烯醛和己醛,尤其是己烯醛有较高的相对含量,在成熟期呈现出明显的下降趋势,与在其他品种(歌海娜 Grenache、品丽珠 Cabernet blanc)中的研究结果(Ribéreau-Gayon et al., 2000)基本一致。在葡萄酒中的挥发性物质中,酯类的种类和含量都比较高,但源自葡萄的极少(Clarke and Bakker, 2004),即葡萄中酯类物质对葡萄酒的风味没有什么影响。本试验中测到的玫瑰香葡萄中的几种酯,未见到有关报道,估计主要是来源于种子,在葡萄的发酵过程中难以转移到葡萄酒中,对此尚需进一步研究。

随着葡萄的成熟,其化学成分发生着相应的变化,因此,确定葡萄的采收期早已成为葡萄种植者和葡萄酒酿造者的研究对象。葡萄采收期的确定除了葡萄用途、酿酒类型外,主要是要依据其成分的变化规律,而这种变化规律又受葡萄立地条件、品种、栽培模式等因素的影响。对于玫瑰香这一特定的富香品种,除了含糖量、含酸量外,其挥发性香气物质的变化规律无疑应当成为确定其适宜采收期的重要指标。萜类物质,尤其是里那醇是玫瑰香葡萄品种香气的主要呈香物质,建议若酿制典型玫瑰香型的新鲜果香型葡萄酒,宜在成熟期糖度相对稳定的10天内采收。除此之外,己烯醛等一些特征成分可作为成熟状态的理化指标。如象推测的,几种主要酯类成分是源自种子,可以选择某种与成熟程度密切相关的酯类化合物作为葡萄生理成熟的指标。

4.3 架式对玫瑰香葡萄挥发性物质的影响

棚架和篱架玫瑰香葡萄中挥发性物质的差别主要体现在化合物的种数、数量以及在成熟期的变化。总体上讲,在棚架葡萄中测到的挥发性物质多于篱架葡萄,主要挥发性物质在成熟期的变化多数表现出篱架栽培条件下变化幅度大于棚架。如前所述,两种架式的差别主要体现于果穗光照和生长势。棚架葡萄新梢的中庸生长势,减弱了营养生长的竞争,

为次生代谢的多途径发展创造了条件,便于更多的物质种类形成;同时,棚架下果穗的温度低,通风较差,不利于挥发性物质的扩散。因此,能够检测到更多的物质种类,而且,后者也可能是篱架葡萄挥发性物质变化幅度大于棚架的主要原因。

Ewart (1987) 曾进行过冷凉和温暖地区葡萄香气差别的研究,凉爽地区葡萄中总的挥发性萜类物质在成熟过程中增长较慢,但最终有较高的浓度。在本试验中,9月16日,棚架葡萄中总的萜类化合物相对含量低于篱架,而至10月8日,又高于篱架。这和 Ewart 的不同温度区域的差异性相一致。也说明,不同地区的温度差异与不同架式下果穗的温度差异有相似的作用。里那醇的游离态也表现出明显的在棚架下的降幅小于篱架。同时,棚架葡萄中结合态里那醇在各测定期均明显高于篱架。McCarthy (1992) 的研究认为,整形修剪似乎不影响萜类化合物的游离态,但显著地影响其糖苷键结合态。因为整形修剪会影响到新梢的生长势,进而影响光合产物的分配,棚架葡萄中较多的水平新梢,为糖苷键结合态萜类化合物的形成提供了更多的物质基础。

果穗遮荫会增加葡萄酒中的草味 (grassiness) 比重 (Jackson and Lombard, 1993), 且认为是由于果穗遮荫降低了萜类化合物含量和增加了甲氧吡嗪的含量所致。根据本试验棚架葡萄在后期有较高的己醛和己烯醛相对含量,推测这些醛也可能是遮荫果穗所酿葡萄酒中草味加重的原因之一,因为在发酵过程中这些醛可以转化为相应的醇,在较低的浓度下能够赋予同样的草味 (Clarke and Bakker, 2004)。

4.4 架式对玫瑰香葡萄酒挥发性香气物质的影响

两种架式栽培条件下玫瑰香葡萄酒中挥发性香气物质含量的差异因化合物的种类而异。在醇类化合物中,篱架葡萄酒中拥有更多的杂醇种类,但多数杂醇化合物的含量均在嗅觉阈值以下,因此对酒的香气没有什么影响。发酵产生的酯类化合物往往是桃红葡萄酒果香的呈香物质 (Rosario et al, 2003)。本试验的酯类化合物中,其含量超过阈值的乳酸乙酯、辛酸乙酯、丁酸乙酯和己酸乙酯,只有乳酸乙酯是篱架葡萄酒中含量高,其余是棚架葡萄酒中含量高,虽能给棚架葡萄酒的香气带来复杂性,但会因篱架葡萄酒中极高的乳酸乙酯,而显得香气更浓。同样,棚架葡萄酒中的多数萜类化合物含量高于篱架葡萄酒,也会因篱架葡萄酒中明显高的里那醇含量而具有更浓的品种香气。这也许能解释遮荫会影响葡萄酒的香气 (Jackson and Lombard, 1993)。

葡萄酒最终的香气是多种类型香气物质共同作用的结果,葡萄酒中已有 800 多种挥发性物质被鉴定,葡萄酒的香气取决于几类挥发性物质的平衡 (Cabaroğlu et al, 2002), 只有各类香气相互平衡、协调,才能使葡萄酒具有优雅的典型风格。各种香气的形成与积累

除了受葡萄品种、发酵工艺等条件的影响外，也受栽培环境和栽培技术的影响。架式既可以修饰果实发育微气候，又可调节营养生长与果实发育的平衡关系，在进一步研究果实香气及风味与葡萄酒香气及风味关系、香气及风味物质代谢规律的基础上，针对不同种植地区自然条件、葡萄品种、酒种风格要求，可以更科学地设计葡萄架式和农艺技术。因此，在架式对葡萄香气及至其他风味物质影响方面仍需更深入、广泛的研究。

4.5 新梢密度与赤霞珠葡萄生长及品质的关系

新梢密度，即单位架面新梢的保留量，在某种程度上取决于树体的生长势、架面空间和整形方式。在前人的研究中 (Reynolds et al, 1994; Smart, 1988)，在 15 和 25 个新梢/m 的范围内 (因品种而异) 与大于 25 梢/m 相比，利于促进叶幕微气候，有较高的结果率、较好的抗性，较高的可溶性固形物、较低的滴定酸、突出品种特性、促进着色。本试验中赤霞珠品种的新梢密度大于 19 梢/m 时，便出现了可溶性固形物开始下降，酸度增高，葡萄酒色度下降的现象，与前人的研究结果基本吻合。Reynolds 等 (1986) 以 Seyval blanc 葡萄品种的试验结果，认为在当地的条件下合理的留梢量为 13~14 梢/m。因此，留梢量的适宜量是有一定的品种和立地条件的。李华 (2000) 认为，葡萄品质与产量之间存在密切的相关性，在一定的范围内，葡萄的质量随着产量的增加而提高，但当产量超过一定的量以后，葡萄的质量则随着产量的增加而下降。在本试验中，留梢量在 7.86 梢/m 以下时，葡萄的可溶性固形物并不高，新梢量达到 12 梢/m 以后，有所增加，但超过 19 梢/m 又下降，从这一点又验证了这一理论。但本试验中，在低的新梢密度 (4~7.38 梢/m) 下，酒的色度值较高，这可能是由于低密度的新梢量改善了光照条件，促进了果实的着色 (Reynolds et al, 1994)。

新梢密度过小，尤其通过修剪过多枝条和大量抹芽而达到的较小新梢留量，则会导致营养生长过旺，影响光合产物向果实的积累。本试验中在 4 梢/m 和 7 梢/m 的范围内，新梢的节间长度显然大于其它留梢量。这与本试验的小留梢量是于前年冬天大修剪量、当年春天大抹芽量而取得有关，在一年内大比例地改变了地上、地下部的平衡，使得新梢过旺。对产量偏高而需要通过修剪控产的葡萄园，应避免局部修剪过大，宜逐年改造、调整。

适宜的新梢密度，利于获得合理的产量、优良的品质。而适宜新梢密度的标准又因品种、树龄、土壤营养条件、气候条件、栽培模式等的不同而异。本试验以果实可溶性固形物含量、葡萄酒色度、产量为生产目的的指标，用数学方法优化了本试验葡萄园条件下的栽培技术指标。新梢密度可作为栽培技术的主要操作指标，每株留果量和新梢节间长度可作为调节产量和生产的辅助指标。对于特定的葡萄园，应有初步的新梢留量试验才能确立

新梢密度范围，而进一步确立技术规范。

4.6 赤霞珠葡萄疏穗的生理效应

在我国葡萄生产中普遍存在新梢过密，果穗留量过多，导致新梢细弱，树体生长不良的现象。减负疏穗促进了营养生长，证明在树体负荷过重的条件下适量疏穗可有效地调节果实发育与营养生长的关系。本试验在树体负荷基本合理的范围内，疏穗虽对果实发育有一定的促进作用，但并没有促进果实糖分的积累。同时，疏穗是对葡萄营养资源的一种浪费，疏穗时间越晚，这种浪费越多，并增加人工成本。因此，通过合理的架式和修剪控制留枝量仍是调节负荷的主要有效手段。

疏穗作为调节葡萄产量的一个手段在鲜食葡萄中被广泛应用，疏去位置不当、发育不良的果穗以及通过疏粒而对果穗整形可有效地改善外观和食用品质。在酿酒葡萄中为了控制产量、提高品质也开始应用疏穗技术。疏穗生理作用主要是改变了树体的“库源”比例关系，加大了叶果比。因此，合理的疏穗可有利于调节营养生长与果实发育的平衡关系（Pallioti and Cartechini, 2000）。Morinaga 等（2000）在盆栽条件下研究了不同疏穗程度对葡萄新梢营养生长和根系活性的影响，多留果穗降低了副梢的生长和新根的生长量，根系活性和营养生长明显地受到了负载量（Fruit Load）的影响。本试验在新梢留量基本合理的条件下，分析了疏穗时间、疏穗部位对新梢生长量及光合速率的影响。在花期疏穗，无论疏去上部果穗还是下部果穗，与不疏穗有差异，即新梢长度明显大于对照。在转色期疏穗与对照无明显差别。但疏上穗和疏下穗之间无差异。同时，疏穗也在一定程度上加粗了新梢粗度。可见疏穗在一定程度促进了新梢生长，如果树势较旺、疏穗过早过重可能导致新梢旺长，造成叶幕郁闭，在光照不良地区会影响果穗光照。但是，如果树势中庸、土壤不够肥沃，且光照充沛，疏果后加强新梢管理，不会引起郁闭。因此，疏果技术的应用要因地制宜，要掌握不打破整个树体的平衡为原则。各种栽培技术的应用都应维持可持续结果性和生长与结果关系的平衡性（Howell, 2001）。

疏穗不仅会影响树体营养生长，还影响到叶片光合作用与果实积累的“库”“源”关系。在本试验中，除了花期疏下穗处理与对照的光合速率差异不大外，其他疏穗处理都因减少了“库”而降低了“源”的生产能力。但晚疏穗（转色期）要比早疏穗（花期）的影响大。这可能与早期果实尚没有开始糖分的积累，而转色期果实积累加强，需求营养量大有关。因此，疏穗对光合速率的影响有时间因素，即在“库”“源”供应关系强烈时疏穗，对“源”的合成作用影响较大。

4.7 疏穗与果实的发育

葡萄坐果后即开始了果实的发育进程,一般分为三个阶段,转色期(Veraison)可认为是第二和第三个阶段的分界线,在第三阶段即为葡萄浆果的成熟过程,是葡萄品质发育的关键时期,在此期果肉组织变软,酸度降低、糖分积累,有色品种色素合成,香气形成,此期可持续5-8周(Jackson, 2000)。在果实的发育过程中,除了糖、酸、色素、香气等品质因素的变化外,其中的酚类物质,尤其是无色单宁的变化也与品质有直接的关系。葡萄浆果中的单宁主要是以儿茶素、表儿茶素和表棓儿茶素为主的黄烷-3-醇类化合物聚合而成(Prieur et al, 1994; Souquet et al, 1996)。在浆果发育前期儿茶素类呈上升趋势,在转色期有个高峰,随后呈下降直至相对稳定(Jordao et al, 2001; Romeyer et al, 1986),是果实发育过程中的一个生物化学变化。在本试验中,从转色后16天到33天,所测的三种儿茶素都呈明显的下降,与前人的研究结论相符。从三种儿茶素总和的下降幅度看,每种疏穗处理都大于对照,也可以说疏穗处理促进了浆果中儿茶素的聚合,即促进了浆果的发育进程。但不同的疏穗处理的促进作用有差异,花期疏上穗的作用最明显,其次是转色期疏上穗,这也可能与上下部果穗固有的发育状况差异有关。这也解释一些试验的疏穗处理主要是疏上果穗的原因(Palliotti and Cartechini, 2000)。

前人的疏穗试验都不同程度地增加了含糖量,降低了含酸量,而且Palliotti和Cartechini认为疏穗能使葡萄提早成熟,疏穗的效果还因年份不同而有差异。本试验中疏穗没能使含糖量增加,这除了与试验材料的基础(立地条件、生长状况)有关外,也与本试验中所有处理的新梢都是自由生长而无采取摘心等控制新梢生长措施有关,即疏穗带来的新梢生长稍强相对制约了果实糖分的积累。同时,疏上穗与疏下穗之间有含酸量的差异,即疏上穗有较低的含酸量。在前人的疏穗试验中,只疏上穗也许是酸度降低的原因之一。

疏穗作为一项农业技术,具有控制产量、调节营养生长与果实发育、调节叶果比及“库源”关系、影响果实发育中生物化学变化等多种、且又相互影响的作用,而这些作用又受葡萄品种的特性、自然环境条件(土壤、气候、年分等)、农艺技术(新梢管理等)等的影响和修饰。因此,疏穗的应用应根据具体情况和酿酒的目标要求而定,例如疏下穗能够增加含酸量这一特点,可以应用于延采葡萄酿制甜酒中酸度不足的情况。

4.8 疏穗对赤霞珠葡萄酒成分及品质的影响

红葡萄酒中儿茶素类化合物的种类及其含量因葡萄品种、种植地区、加工工艺等条件的不同而异(Goldberg et al, 1998)。Goldberg等(1998)通过研究不同地区、不同品种葡萄酒中的儿茶素和表儿茶素含量认为,儿茶素含量由低到高依次为西拉、赤霞珠、美乐和黑品诺,同时,儿茶素与表儿茶素的比值(C/E)似乎也是这一规律。从这四个品种酒

的口感特征看，似乎酒的硬度（或厚度）与 C/E 值成反比。由此可以认为 C/E 值是某一酒种口感厚度的参考指标。在本试验中，不同时期疏去相同部位果穗之间的 C/E 值差异不大，但相同时期疏去不同部位之间的 C/E 值有明显的差异。由此可见疏去上部果穗或下部果穗对葡萄酒影响更大些。儿茶素、表儿茶素以及其比例的差别，实际是由于其合成的单宁单元差别所致，意味着葡萄酒中缩合单宁的质量差异（Harbertson et al, 2002）。

葡萄酒的品质指标较多，但最终的综合品质还是要靠传统的品尝来决定。Brossaud 等（1999）认为红葡萄酒传统意义上的品质在很大程度上取决于葡萄酒中花色苷与单宁的比值。花色苷及其衍生物决定着酒的色度，单宁与葡萄酒的厚度、浓度和平衡感有关，认为具有较高的花色苷和单宁比值的葡萄酒浓厚而平衡。在本试验中只测定了不同疏穗处理葡萄酒的色度，其色度的大小可以反映其花色苷的含量。各期疏上穗的葡萄酒色度都高于疏下穗，且单宁略低，因此可以推测疏上穗比疏下穗葡萄酒拥有较高的花色苷/单宁比值。同样，也可看出花期疏穗葡萄酒也比转色期拥有较高的花色苷/单宁比值，花期疏上穗处理葡萄酒的花色苷/单宁比值高于对照。从这个方面评价与用儿茶素与表儿茶素比值评价有相似的结论。

5 结论

5.1 棚架和篱架对玫瑰香葡萄糖酸含量的影响

在成熟过程中,棚架葡萄的含糖量低于篱架,但达到成熟以后,两种架式葡萄的含糖量没有明显差异。棚架葡萄的含酸量明显高于篱架。

5.2 玫瑰香葡萄中的挥发性物质

在葡萄成熟期,两种架式(棚架和篱架)的葡萄浆果中共检测到挥发性物质成分 209 种。萜类、醛酮类和酯类是其主要的挥发性物质,其中在棚架栽培的葡萄中检测到 84 种,包括萜类 49 种,醛酮类 25 种,酯类 10 种;在篱架栽培的葡萄中检测到 65 种,包括萜类 38 种,醛酮类 17 种,酯类 10 种。

5.3 玫瑰香葡萄中主要挥发性香气物质在成熟期的变化

在成熟期含糖量和含酸量相对稳定的情况下,随着采摘时间的延迟,萜类化合物和醛酮类化合物的相对含量呈下降趋势,酯类化合物的相对含量增高。

5.4 架式对玫瑰香葡萄果实中香气物质的影响

在成熟期内,随着采摘时期的不同,棚架和篱架对玫瑰香葡萄果实中可挥发性香气物质相对含量的影响也不同。在成熟前期,棚架葡萄总的及主要的萜类化合物相对含量低于篱架,而在成熟后期又高于篱架,即棚架葡萄中萜类化合物随采摘时间推迟而下降的幅度小于篱架葡萄。

在成熟前期,棚架葡萄中酯类化合物的相对含量高于篱架葡萄,而在后期低于篱架葡萄。即棚架葡萄中酯类化合物相对含量随着采摘时间延迟增加的幅度小于篱架葡萄。

己烯醛和己醛是玫瑰香葡萄中主要的醛类化合物。随着采摘时间推迟,棚架葡萄中醛酮类化合物相对含量下降幅度略小于篱架。

5.5 架式对玫瑰香葡萄酒中挥发性香气物质的影响

棚架葡萄酒中里那醇的含量低于篱架葡萄酒,其余萜类化合物(β -香茅醇、萜品烯、苧烯、月桂烯、萹烯、对伞花烃、水芹烯、 α -萜品油烯)的含量均高于篱架葡萄酒。

棚架葡萄酒中的酯类化合物种类多于篱架葡萄酒,且只有乳酸乙酯、乙酸乙酸的含量低于篱架葡萄酒外,其余均高于或等于篱架葡萄酒。乳酸乙酯是玫瑰香葡萄酒中主要的酯类化合物。

棚架葡萄酒中杂醇的种类少于篱架葡萄酒,且除辛醇、苯甲醇和苯乙醇外,其余含量

均低于篱架葡萄酒，但多数杂醇的含量都低于嗅觉阈值。

棚架葡萄酒中糠醛和苯乙醛的含量高于篱架葡萄酒。

5.6 赤霞珠葡萄适宜的新梢密度

新梢密度因立地条件而异。在蓬莱中等营养土壤条件下，篱架栽培赤霞珠葡萄适宜的留梢量为 16 梢/米左右。低于 7 梢/米，新梢旺长，产量过低，高于 19 梢/米，品质下降。

5.7 疏穗对赤霞珠葡萄新梢生长和叶片光合作用的影响

花期疏穗对树体新梢生长的促进作用大于转色期疏穗。疏穗在使新梢加长的同时，也使新梢增粗。转色期疏穗对叶片净光合速率的抑制作用大于花期疏穗。

5.8 疏穗对赤霞珠葡萄糖酸含量的影响

在始熟期，花期疏穗处理葡萄的含糖量低于转色期疏穗和不疏穗；在充分成熟期疏穗对含糖量的影响不明显。

在始熟期，花期疏穗处理葡萄的含酸量略高于转色期疏穗和不疏穗；在充分成熟期，疏穗时期对含酸量影响不大，但疏上穗处理的含酸量均低于疏下穗。

5.9 疏穗对赤霞珠葡萄中儿茶素类化合物的影响

从始熟期到充分成熟期，儿茶素、表儿茶素及表倍儿茶素的含量都明显的下降。总体上，疏穗加大了儿茶素类化合物下降的幅度，且花期疏上穗的作用最明显。

5.10 疏穗对赤霞珠葡萄酒成分及品质的影响

不同疏穗处理间葡萄酒中的单宁、干浸出物含量不同，但都高于不疏穗处理（除转色期疏上穗的干浸出物略低外）。各疏穗处理葡萄酒中的儿茶素含量都高于不疏穗，表儿茶素含量都低于不疏穗，三种儿茶素类化合物之和均低于不疏穗。

花期疏上穗和转色期疏上穗处理葡萄酒具有较高的色度值，品质较好。

参考文献

- Sum B. S., Ricardo da Silva J. M., Spranger M.I. Grape and wine proanthocyanidins and their importance in enology[A]. 国际葡萄与葡萄酒学术研讨会论文集[C]. 陕西人民出版社, 1998, 西安: 138-144
- 曹鹏, 段长青. 葡萄果实和葡萄酒中缩合单宁的研究进展, 农业工程学报(增刊), 2004, 20: 5-12
- 陈伟, 叶志明, 周洁. 植物酚类物质研究进展, 福建农业大学学报, 1997, 26(4): 50-58
- 丁燕, 赵新节. 酚类物质的结构与性质及其与葡萄及葡萄酒的关系, 中外葡萄与葡萄酒, 2003, 1: 13-17
- 杜金华, 夏秀梅. 酚类物质在红葡萄酒中的作用, 中外葡萄与葡萄酒, 2001, 2: 48-50
- 耿兆林. 为我国葡萄酒行业的持续健康发展而努力, 中外葡萄与葡萄酒, 2004(4): 4-7
- 桂祖发. 葡萄酒品质与单宁, 酿酒工业, 2000, 4: 15-16
- 贺普超. 葡萄学, 中国农业出版社, 1999, 北京, 95-103
- 孔庆山. 中国葡萄志, 中国农业科学技术出版社, 2004, 北京, 1-2
- 济南市轻工研究所编译. 合成食用香料手册, 轻工业出版社, 1985, 北京, 1-423
- 江昌俊, 余有本. 苯丙氨酸解氨酶的研究进展(综述), 安徽农业大学学报, 2001, 28(4): 425-430
- 李华. 葡萄集约化栽培手册, 西安地图出版社, 2001, 西安, 74-75
- 李华. 现代葡萄酒工艺学, 陕西人民出版社, 2000, 西安, 12-30
- 李华. 葡萄酒品尝学, 中国青年出版社, 1992, 北京, 31-48
- 林祥云. 调香术, 化学工业出版社, 2001, 北京, 302-379
- 廖靖军, 安成才, 吴思, 陈章良. 查尔酮合酶基因在植物防御反应中的调控作用, 北京大学学报, 2000, 36(4): 566-574
- 刘树文, 何玲, 任玉华. 葡萄果实中花色素合成及其影响因素, 中外葡萄与葡萄酒, 1999, 2: 79-81
- 欧阳光察, 薛应龙. 植物苯丙烷类代谢的生理意义及其调控, 植物生理学通讯, 1988, 3: 9-16
- 欧阳光察, 应初衍等. 植物苯丙氨酸解氨酶的研究, 植物生理学报, 1985, 11(2): 204-214
- 葡萄酒、果酒通用试验方法 见: 中华人民共和国国家标准 GB/T15037-15038-94 1994.14;17
- 邵莉, 李毅, 梁晓文, 陈章良. 查尔酮合酶基因转化矮牵牛, 生物学通报, 1995, 30, (6): 11-12
- 孙沛杰, 孙丽颖. 葡萄中单宁对生产葡萄酒的影响, 酿酒, 1993, 3: 60-61

- 谭仁祥等. 植物成分分析, 科学出版社, 2002,北京, 514-522
- 王华. 葡萄与葡萄酒实验技术操作规范, 西安地图出版社, 1999, 西安, 149-153
- 王恭堂, 孙雪梅, 王葆春. 葡萄酒的酿造与欣赏, 中国轻工业出版社, 2000, 北京: 60-66
- 薛洁. 葡萄品种的香气, 中外葡萄与葡萄酒, 2003, 6: 55-59
- 许智宏, 刘春明. 植物发育的分子机理, 科学出版社, 1999, 北京, 108-110
- 翟衡, 杜金华, 管雪强等. 酿酒葡萄栽培及加工技术, 中国农业出版社, 2001, 北京, 314-350
- 赵光鳌, 尹卓容等译. 葡萄酒酿造学—原理及应用, 中国轻工业出版社, 2001, 北京: 37-48
- 朱宝镛. 葡萄酒工业手册, 中国轻工业出版社, 1995, 北京, 598-603
- Abrahams S, Lee E, Walker AR et al. The *Arabidopsis* TDS4 gene encodes leucoanthocyanidin dioxygenase(LDOX) and is essential for proanthocyanidin synthesis and vacuole development. *Plant J.* 2003, 35:624-636
- Acedo, M I, Pueyo E, and Polo MC. Preliminary studies on peptides in wine by HPLC. *Am.J. Enol. Vitic.* 1994, 45:167-172
- Acree TE, Braell P, Butts RM. The presence of damascenone in cultivars *Vitis vinifera* (Linnaeus), *rotundifolia* (Michaux) and *labruscana* (Bailly). *J. Agric. Food Chem.* 1981, 29:688-690
- Agenbach, WA. A study of must nitrogen content in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity. *Proceedings of the South African society for Enology and Viticulture: 66-88, Stellenbopsch, South African Society of Enology and Viticulture.* 1977
- Allen MS, Lacey MJ, Boyd SJ. Determination of methoxypyrazines in red wines by stable isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 1994, 42:1734-1738
- Allen MS, Lacey MJ, Boyd SJ. Methoxypyrazines of grapes and wines: Differences of origins and behavior. *In Proceedings of the Ninth Australian Wine Industry Technical Conference. Adelaide, SA, July 1995.* CS Stockley et al. (Eds), pp83-89. Winetitles, Adelaide, 1996
- Amerine MA and Ough CS. *Methods for analysis of musts and wines.* Awiley-Interscience Publication. John Wiley and Sons, 1980, 175-197
- Amiot MJ, Tacchini M, Aubert S et al. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. *J. Food Sci.* 1992, 57: 958-962
- Anconelli S and Battilani A. Use of leaf temperature to evaluate grapevine (*Vitis vinifera*) yield and quality response to irrigation. *Acta Hort.* 2000, 537:407-413
- Augustyn OPH, Rapp A, Van Wyk CJ. Some volatile aroma component of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1982, 3:53-60
- Auw JM, Blanco V, Okeefe SF et al. Effect of processing on the phenolics and color of

- Cabernet Sauvignon, Chambourcin and Noble wines and juices. *Am. J. Enol. Vitic*, 1996, 47(3):279-286
- Balasubrahmanyam VR, Eifert J, Diofasi L. Vine behaviour and wine composition in Italian Riesling grapes as influenced by differential cropping levels. *Vitis*, 1979, 18:122-126
- Bayonove, C, Baumes R, Crouzet J et al. Aromas. *In Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. 2d ed. C. Flanzy (Ed.), Ediciones Mundi-Prensa. 2003, Madrid, Spain, pp.137-145
- Bell, A A, Ough, C S, and Kliewer W M. Effects on must and wine composition, rates of fermentation, and wine quality of nitrogen fertilization on *Vitis vinifera* var. Thompson Seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic*. 1979, 30:124-129
- Berbard R and Leguay M. Clonal variability of Pinot noir in Burgundy and its potential adaptation under other cooler climates. *In: Proceedings international symposium on cool climate viticulture and enology*. D.A. Heatherbell, P.B. Lombard, F.W. Bodyfelt and S.F. Price (Eds) pp63-79. Eugene, OR. Oregon State University Experiment Station Technical Publication No.7628, 1985
- Bissell P, Stearns G, Ewart A. A study of color development in Pinot noir wines. *Austral. NG wine Ind. J*, 1989, 58-61
- Bisson, L F. Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes. *Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine*. Am. Soc. Enol. Vitic. June 1991, Seattle, Washington, USA, pp: 78-89
- Boulton RB, Singleton VL, Bisson LF et al. Principles and practices of winemaking, pp153-167. Chapman and Hall, New York, 1996
- Boulton, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *Am. J. Enol. Vitic*. 2001, 52:67-87
- Bravda, BA., and Hepner. Y. Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance. *In: Grapevine Canopy & Vigor Management*. W. M. Kliewer (Ed.). *Acta Hort*. 1987, 206: pp. 49-67
- Bravdo B and Hepner Y. Water management and effect on fruit quality in grapevines *In Proceedings of Sixth Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, SA, July 1986*. T. Lee (Ed.) pp150-158. Australian Industrial Publishers, Adelaide, 1987
- Bravdo B and Shoseyov O. Aroma studies of fruits and wine in Israel. *Acta Hort*, 2000, 526:399-406
- Bravdo B, Hepner Y, Loinger C et al. Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition and quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic*, 1985, 36:125-131
- Bravdo B, Hepner Y, Loinger C et al. Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a yielding Carignane vineyard. *Am. J. Enol. Vitic*, 1984, 35:247-252
- Bravdo B, Hepner Y, Loinger C et al. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine

- quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic*, 1985, 36:132-139
- Bravdo BA. Effect of mineral nutrition and salinity on grape production and wine quality. *Acta Hort*, 2000, 512:23-30
- Brossaud F, Cheynier V, Asselin C et al. Flavonoid compositional differences of grapes among site test plantings of Cabernet franc. *Am. J. Enol. Vitic*, 1999, 50(3):277-284
- Buttrose, MS, Hale CR, and Kleiwer WM. Effect of temperature on composition of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic*. 1971, 22:71-75
- Cabroglu T, Canbas A, Lepoutre JP et al. Free and bound volatile composition of red wines of *Vitis vinifera* L.cv.Okuzgozu and Bogazkere grown in Turkey. *Am.J.Enol.Vitic*, 2002, 53(1):64-68
- Candolfi-Vasconcelos, MC, Koblet, W. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera*. Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis*, 1990, 29:199-221
- Candolfi-Vasconcelos, MC, Koblet W, et al. Influence of defoliation, rootstock, training system and leaf position on gas exchange of Pinot noir grapevines. *Am. J. Enol. Vitic*. 1994, 45:173-180
- Carbonneau A and Casteran P. Interactions "training system \times soil \times rootstock" with regard to vine ecophysiology, yield and red wine quality in the Bordeaux area. *Acta Hort*, 1987, 206:119-140
- Carbonneau A. Trellising and canopy management for cool-climate viticulture. *In: Proceedings of the International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology*. D. A. Heatherbell, P.B.Lombard, F.W.Bodyfelt and S.F.Price(Eds)pp158-174. Eugene,OR.Oregon State University Experiment Station Technical Publication No.7628,1985
- Cartechini A, Palliotti A and Lungarotti C. Influence of timing of summer hedging on yield and grape quality in some red and white grapevine cultivars. *Acta. Hort*. 2000, 512:101-110
- Cheynier V. Grape polyphenols and their reactions in wine. *Polyphénols actualités*. 2001, 21:3-10
- Chisholm MG. Aroma characteristic of aged Vidal blanc wine. *Am. J. Enol. Vitic*, 1995, 46(1):56-62
- Clarke RJ and Bakker J. *Wine flavour chemistry*. Blackwell publishing, UK, 2004, 121-188
- Clifford MN. Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric*, 2000, 80:1063-1072
- Clingeffer PR and Krake LR. Responses of Cabernet franc grapevines to minimal pruning and virus infection. *Am. J. Enol. Vitic*. 1992, 43:31-37
- Clingeffer PR. Development of management systems for low cost, high quality wine production and vigour control in cool climate Australian vineyards. *In Proceedings of the International Symposium for Cool Climate Viticulture and Enology*. K. Schaller (Ed.) *Vitic. Enol. Sci. Special Issue*. 1992,3-6, pp:130-134

- Clingeffer PR. Production and growth of minimally pruned Sultana vine. *Vitis*. 1984, 23:42-54
- Clingeffer PR. Response of Riesling clones to hedging and minimal pruning of cordon trained vines (MPCT). *Vitis*. 1988, 27:87-93
- Clingeffer PR. Vine response to modified pruning practices. *In Proceedings of the second N. J. Shaulis Symposium: Pruning Mechanization and Crop Control*. R. M. Pool (Ed.). N. Y. State Agricultural Experiment Station. 1993, pp:20-30
- Conradie WJ, and Saayman D. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. I. Nutrient demand and vine performance. *Am. J. Enol. Vitic.* 1989a, 40:85-90
- Conradie WJ, and Saayman D. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf analyses and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 1989b, 40:91-98
- Crippen DD, and Morrison JC. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 1986, 37:235-242
- Crippen DD, and Morrison JC. The effects of sun exposure on the phenolic content of Cabernet Sauvignon berries during development. *Am. J. Enol. Vitic.* 1986, 3:243-247
- Crozier A, Lean MEJ, McDonald MS et al. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. *J. Agric. Food Chem*, 1997, 45:590-595
- Dimitriadis E and Williams PJ. The development and use of a rapid analytical technique for estimation of free and potentially volatile monoterpene flavorants of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 1984, 35(2):66-71
- Dokoozlian NK and Kliewer WM. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1996, 121:869-874
- Dokoozlian NK, and Hirschfeldt DJ. The influence of cluster thinning at various stages of fruit development on Flame seedless table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995, 46:429-436
- Dokoozlian NK, and Kliewer WM. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1996, 121:869-874
- Dominique RB, Cumsille, Monique P et al. Location of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine in Cabernet Sauvignon grape bunches and its extractability during vinification. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53(1):1-5
- Downton WJS, and Grant WJR. Photosynthetic physiology of spru pruned and minimal pruned grapevines. *Aust. J. Plant Physiol.* 1992, 19:309-316
- Ewart AJW. Influence of vineyard site and grape maturity on juice and wine quality of *Vitis vinifera*, cv. Riesling. *Proceedings of Sixth Australian Wine Industry Conference, Adelaide*. T.H. Lee (Ed) pp71-74, 1987
- Ewart A, and Kliewer WM. Effects of controlled day and night temperatures and nitrogen on

- fruit-set, ovule fertility, and fruit composition of several wine grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 1977, 28:88-95
- Fisher KH. The physiological aspects of thinning French hybrid grapes in Ontario. M. Sc, Thesis, University of Guelph, Ont.1973. Guelph
- Fisher KH, Piott B, and Barkovic J. Adaptability of Labrusca and French Hybrid grape varieties to mechanical pruning and mechanical thinning. *In Proceedings of the International Symposium of Cool Climate Viticulture and Enology.* T. Henick-Kling, et al. (Eds.).1996, IV, pp:33-39
- Francesco I, Massino B, Fulvio M et al. Differential effects of canopy manipulation of grape berries. *Vitic. Enol. Sci.* 1994, 49:220-225
- Francioli S, Jordi Torrens, Montserrat Riu-Aumatell et al. Volatile compounds by SPME-GC as age markers of sparkling wines. *Am.J.Enol.Vitic*,2003, 54(3):158-162
- Frankel EN, Tanner J, German JB et al. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 1993, 341:454-457
- Frankel EN, Waterhouse AL, Teissedre PL. Principal phenolic phyto-chemicals in selected California wine and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chem*, 1995, 43:890-894
- Freeman BM and Kiewer WM. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II. Grape and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic*, 1983, 34:197-207
- Gay Eynard G, Morando A, Lovisolo C et al. Nitrogen effects on yield and canopy of 'White Muscat' grapevine. *Acta Hort*, 2000, 512:47-54
- Gershenzon J and Croteau R. Terpenoid biosynthesis: The basic pathway and formation of monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes. *Lipid metabolism in plants.* Moore TSJ (Ed),pp340-388. CRC Press, Boca Raton FL, 1993
- Ginestar C, Eastham J, Gray S et al. Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. II. Effects of post-veraison water deficits on composition of Shiraz grapes. *Am. J. Enol. Vitic*, 1998, 49:421-428
- Girard B, Fukumoto L, Mazza G et al. Volatile terpene constituents in maturing Gewurztraminer grapes from British Columbia. *Am. J. Enol. Vitic*,2002,53(2):99-108
- Goldberg DM, Karumanchiri A, Tsang E et al. Catechin and epicatechin concentrations of red wines: regional and cultivar-related differences. *Am. J. Enol. Vitic*, 1998, 49(1):23-34
- Gomez E and Martinez A. Changes in volatile compounds during maturation of some grape varieties. *J.Sci.Food Agric*,1995,67:229-233
- Gubler WD, Marois J J, Bledsoe AM et al. Control of Botrytis bunch rot for grapes with canopy management. *Plant Disease*. 1987,71:599-601
- Guidoni S, Allara P, and Schubert A. Effect of Cluster Thinning on Berry Skin Anthocyanin Composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53(3):224-226

- Gunata YZ, Bayonove CL, Baumes RL et al. The aroma of grapes 1. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *Journal of Chromatography*, 1985, 331:83-90
- Hale CR and Buttrose MS. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *J. Am. Soc. Hortic. Sci*, 1974, 99:390-394
- Harbertson JF, Kennedy JA, Adams DO. Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah and Pinot noir berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53(1):54-59
- Hardie WJ and Considine JA. Responses of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Vitic*, 1976, 27:55-61
- Hartmann PJ, McNair HM and Zoecklein BW. Measurement of 3-alkyl-2-methoxypyrazine by headspace solid-phase microextraction in spiked model wines. *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53(4):285-288
- Helena Baigorri, Carmen antolin, Iñaki De Luis et al. Influence of Training System on the Reproductive Development and Hormonal Levels of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo. *Am. J. Enol. Vitic*. 2001, 52(4):357-363
- Henschke PA and Jiranek V. Hydrogen sulfide formation during fermentation: Effects of nitrogen composition in model grape musts. *Proc. of Intern. Symp. Nitrogen in Grapes and Wine*. Am. Soc. Enol. Vitic. 1991, pp: 172-184
- Henschke PA and Jiranek V. Yeast-metabolism of nitrogen compounds. *Wine Microbiology and Biotechnology*. Fleet, G. H. (Ed.). Harwood academic Press. 1993, Chui, Switzerland, pp. 77-164
- Herrick IW and Nagel CW. The caffeoyl tartrate content of white Riesling wines from California, Washington and Alsace. *Am. J. Enol. Vitic*, 1985, 36:140-147
- Hollman PCH and Arts LCW. Flavonols, flavones and flavanols-nature, occurrence and dietary burden-review. *J. Sci. Food Agric*, 2000, 80:1081-1093
- Howell GS. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review. *Am. J. Enol. Vitic*, 2001, 53(3):165-174
- Howell GS, Manfield TK and Wolpert JA. Influence of training system, pruning severity, and thinning on yield, vine size, and fruit quality of Vidal blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitis*. 1987, 38:105-112
- Hrazdina G. Compartmentation in phenolic metabolism. *Acta Hort*, 1994, 381:86-96
- Hunter JJ, De Villiers OT, Watts JE. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. II. Skin color, skin sugar and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic*, 1991, 42:13-18
- Ikeda IT, Imasato, Sasaki E, Nakayama M et al. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. *Biochem. Biophys. Acta*, 1992, 1129:141-146
- Ingledeu WM, Kunkel RE. Factors influencing sluggish fermentations of grape juice. *Am. J.*

Enol. Vitic. 1985, 36:65-76

Jackson DI and Lombard PB. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality -a review. Am. J. Enol. Vitic.,1993,44(4):409-430

Jackson DI. Factors affecting soluble solids, acid, pH, and color in grapes. Am. J. Enol. Vitic, 1986, 37:179-183

Jackson RS. Wine Science. Academic Press, London, 2000, 216-217

Jordao AM, Ricardo-da-silva J, Laureano. Evolution of catechins and oligomeric procyanidins during grape maturation of Castelao Frances and Touriga Francesa. Am. J. Enol. Vitic, 2001, 52(3):230-234

Juliet Bergqvist, Nick Dokoozlian, and Nona Ebisuda. Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. Am. J. Enol. Vitic. 2001, 52:1-7

Kanner J, Frankel E, Granit R et al. Natural antioxidants in grapes and wines. J. Agric. Food Chem, 1994, 42:64-69

Kaps ML and Cahoon GA. Growth and fruiting of container-grown Seyval blanc grapevines modified by changes in crop level, leaf number and position, and light exposure. Am. J. Enol. Vitic, 1992, 43:191-199

Keller M and Hrazdina G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. Am. J. Enol. Vitic, 1998, 49:341-349

Keller M, Mills LJ, Wample RL et al. Crop load management in Concord grapes using different pruning techniques. Am. J. Enol. Vitic, 2004, 55(1):35-50

Kennedy JA, Matthews MA, Waterhouse AL. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. Am. J. Enol. Vitic, 2002, 53(4):268-274

Kliewer WM and Schultz HB. Effect of sprinkler cooling of grapevines on fruit growth and composition. Am. J. Enol. Vitic, 1973, 24:17-26

Kliewer WM and Torres RE. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. Am. J. Enol. Vitic, 1972, 23:71-77

Kliewer WM and Weaver RJ. Effect of crop level and leaf-area on growth, composition and coloration of 'Tokay' grapes. Am. J. Enol. Vitic, 1971, 22:172-177

Kliewer WM. Berry composition of *Vitis vinifera* cultivars as influenced by photo- and nycto-temperatures during maturation. J. Am. Soc. Hortic. Sci, 1973, 98:153-159

Kliewer MW, Marois JJ, Bledsoe AM et al. Relative effectiveness of leaf removal, shoot positioning, and trellising for improving winegrape composition. In Proceedings of the Second Annual Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology. R. E. Smart et al. (Eds.). New Zealand society for Viticulture and Oenology, 1988, Auckland. pp:123-126

- Kliewer WM. and Cook JA. Arginine levels in grape canes and fruits as indicators of nitrogen status in vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 1974, 25:11-118
- Kliewer WM and Lider KA. Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless fruit. *Am. J. Enol. Vitic.* 1968, 19:175-284
- Kliewer WM and Torres RE. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. *Am. J. Enol. Vitic.* 1972, 23:71-77
- Kliewer WM. Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1970, 95:693-697
- Kliewer WM. Effect of nitrogen on growth and composition of fruits from Thompson Seedless grapevines. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1971, 96:816-819
- Kliewer WM, Bledsoe, A. Influence of hedging and leaf removal on canopy microclimate, grape composition, and wine quality under California conditions. *Acta. Hort.* 1987, 206:157-168
- Kotseridis Y, Anocibar Beloqui A, Bertrand A et al. An analytical method for studying the volatile compounds of Merlot noir clone wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 1998, 49(1):44-48
- Kozub GI, Furtune LA and Koreisha MA. Study of the amino acid composition of wine peptides. *Sadovod. Vinograd. Vinodel. Mold.* 1980, 35:41-43
- Lacey MJ, Allen MS, Harris RLN et al. Methoxypyrazines in Sauvignon blanc grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 1991, 42:103-108
- Lichtenthaler HK. The plants' 1-deoxyl-D-xylulose-5-phosphate pathway for biosynthesis of isoprenoids. *Fett. Lipid.* 1998, 100:128-138
- Löhnerta O, Prior B. Relationship between soil nitrogen supply and the formation of N-containing components in berries. "Oenologie" (Proceedings of the 5th "Symp. Intern. d'Oenologie", Bordeaux-Lac, 1995), 1996, 95:77-80
- Löhnerta O, Prior B, Bleser M et al. Influence of N-supply and soil management on the nitrogen composition of grapes. *Acta Hort.* 2000, 512:55-64
- Looney NE. Some growth regulator and cluster thinning effects on berry set and size, berry quality, and annual productivity of de Chaunac grapes. *Vitis*, 1981, 20:22-35
- Mabrouk H and Sinoquet H. Indices of light microclimate and canopy structure of grapevines determined by 3D digitising and image analysis, and their relationship to grape quality. *Austral. J. Grape Wine Res.* 1998, 4: 2-13
- Main G, Morris J, Striegler K. Rootstock effects on Chardonnay productivity, fruit and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53(1):37-40
- Matsui S, Ryugo K and Kliewer WM. Lowered berry quality due to heat stress at the early ripening stage of berry growth in a seeded grapevine, *Vitis vinifera* L. *Res. Bull. Gac. Agric. Gifu Univ.* 1991, 56:139-145

- Matthews MA and Anderson MW. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic*, 1988, 39:313-320
- Matthews MA, Anderson MM, Schultz HR. Phenologic and growth responses to early and late season water deficit in Cabernet France. *Vitis*, 1987, 26:147-160
- Matthews MA, Lishii R, Anderson MM et al. Dependence of wine sensory attributes on vine water status. *J. Sci. Food Agric*, 1990, 51:321-335
- Mayen M, Baron R, Merida J et al. Changes in phenolic compounds during accelerated browning in white wine from cv. *Pedro ximenez* and cv. *Baladi* grapes. *Food Chem.*, 1997, 58:89-95
- McCarthy MG. Clonal and pruning effects on Muscat a petite grains blanc yield and terpene concentration. *Am. J. Enol. Vitic*, 1992, 43(2):149-152
- McCarthy MG and Cirami RM. The effect of rootstocks on the performance of Chardonnay from a nematode-infested Barossa Valley vineyard. *Am. J. Enol. Vitic*, 1990, 41:126-130
- McCarthy MG and Coombe BG. Water status and winegrape quality. *Acta Horticulture*, 1985, 171:447-456
- McCarthy MG, Cirami RM, Furkaliev DG. The effect of crop load and vegetative growth control on wine quality. *In: Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide. T.H. Lee (Ed) pp75-77, 1987*
- McCarthy MG. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Aust. J. Grape Wine Res*, 1997, 3:102-108
- McCarthy MG and Cirami RM. Minimal pruning effects on the performance of selections of four *Vitis vinifera* cultivars. *Vitis* 1990, 29:85-96
- Moreno-Arribas V, Batolomé B, Pueyo E et al. Isolation and characterization of individual peptides from wine. *J. Agric. Food Chem.* 1998, 46:3422-3425
- Moreno-Arribas V, Pueyo E, Polo MC et al. Changes in the amino acid composition of the different nitrogenous fractions during the aging of wine with yeasts. *J. Agric. Food Chem.* 1998, 46:4042-4051
- Morinaga K, Yakushiji H, Koshita Y. Effect of fruit load levels on root activity, vegetative growth and sugar accumulation in berries of grapevine. *Acta Hort*, 2000, 512:121-128
- Morris JR and Cawthon DL. The effect of irrigation, fruit load, and potassium fertilization on yield, quality, and petiole analysis of Concord (*Vitis labrusca* L.) grapes. *Am. J. Enol. Vitic*, 1982, 33:145-148
- Morris JR and Cawthon DL. Yield and quality response of Concord grapes (*Vitis labrusca* L.) to mechanized vine pruning. *Am. J. Enol. Vitic*, 1981, 32:280-282
- Morris JR, Sims CA, Bourque JE et al. Influence of training system, pruning severity, and spur length on yield and quality of six French-American hybrid cultivars. *Am. J. Enol. Vitic*. 1984, 35:23-27

- Morrison JC and Noble AC. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *Am. J. Enol. Vitic.* 1990, 41:193-200
- Nagarajah S. Effects of soil texture on the rooting patterns of Thompson seedless vine on own roots and on Ramsey rootstock in irrigated vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 1987, 38:54-58
- Noble AC, Strauss CR, Williams PJ et al. Sensory evaluation of non-volatile flavor precursors in wine. In: Flavor science and technology, Martens M et al.(Eds),pp383-390. Wiley& Sons, New York, 1987
- Ojeda H, Andary C, Kraeva E et al. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53(4):261-267
- Ough CS and Lee TH. Effects of vineyard nitrogen fertilization level on the formation of some fermentation esters. *Am. J. Enol. Vitic.* 1981, 32:125-127
- Ough CS, Crowell EA and Mooney LA. Formation of ethyl carbamate precursors during grape juice (Chardonnay) fermentation. I. Addition of amino acids, urea, and ammonia: Effects of fortification on intracellular and extracellular precursors. *Am. J. Enol. Vitic.* 1990, 39:243-249
- Ough CS, Lider LA and Cook JA. Rootstock-scion interactions concerning winemaking. I. Juice composition changes and effects on fermentation rate with St. George and 99R rootstocks at two nitrogen fertilizer levels. *Am. J. Enol. Vitic.* 1968 a, 19:213-227
- Pagliai M, La Marca M, Lucamante G et al. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in a clay loam soil under viticulture. *Soil Tillage Res.* 1984, 4:433-444
- Palliotti A and Cartechini A. Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. *Acta Hort.* 2000, 512:111-119
- Peterlunger E, Celotti E, Da Dalt G et al. Effect of training system on Pinot noir grape and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53(1):14-18
- Peterson JR and Smart RE. Foliage removal effects on Shiraz grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 1975, 26:119-123
- Pirie A and Mullins MG. Changes in anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf fruit tissues treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. *Plant Physiol.* 1976, 58:468-472
- Pirie A and Mullins MG. Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 1977, 28:204-209
- Plaza EG, Munoz RG, Roca JM et al. Phenolic compounds and color stability of red wines: effect of skin maceration time. *Am. J. Enol. Vitic.* 2001, 52:266-270
- Pocock KF, Sefton MA, Williams PJ. Taste thresholds of phenolic extracts of French and American oakwood: The influence of oak phenols on wine flavor. *Am. J. Enol. Vitic.* 1994, 45:429-434

- Pool RM, Dunst RE, Crowe DC et al. Predicting and controlling crop on machine or minimal pruned grapevines. *In* Proceedings of the N. J. Shaulis Symposium: Pruning Mechanization and Crop Control. R. M. Pool (Ed.). N. Y. State agricultural Experiment Station. 1993, pp:31-45
- Prieur C, Rigaud J, Cheynier V et al. Oligomeric and polymeric procyanidians from grape seeds. *Phytochemistry* 1994, 36:781-784
- Rankine BC, Fornachon JCM, Boehm EN et al. The influence of grape variety, climate and soil on grape composition and quality of table wines. *Vitis*, 1971, 10:33-50
- Reynolds AG and Wardle DA. Evaluation of Minimal Pruning upon Vine Performance and Berry Composition of Chancellor. *Am. J. Enol. Vitic.* 2001, 52(1):45-48
- Reynolds AG and Wardle DA. Effects of timing and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition and canopy characteristics on de Chaunac. II. Yield and composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 1989, 40:299-308
- Reynolds AG, Wardle DA, Margaret A. Cliff, et al. Impact of training System and Vine Spacing on Vine Performance, Berry Composition, and Wine sensory Attributes of Riesling. *Am. J. Enol. Vitic.* 2004_a, 55(1):96-103
- Reynolds AG, Wardle DA, Cliff MA et al. Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition and wine sensory attributes of Seyval and Chancellor. *Am. J. Enol. Vitic.* 2004_b, 55(1):84-95
- Reynolds AG, Pool RM, Mattick LR. Effect of shoot density and crop control on growth, yield, fruit composition and wine quality of 'Seyval blanc' grapes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1986, 111:55-63
- Reynolds AG. Impact of pruning strategy, cluster thinning and shoot removal on growth, yield and fruit composition of low-vigor de Chaunac vines. *Can. J. Plant Sci.* 1989, 69:269-275
- Reynolds AG. Riesling grapes respond to cluster thinning and shoot density manipulation. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1989, 114:364-368
- Reynolds AG. Riesling vines respond to cluster thinning and shoot density manipulation. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1989, 114:264-268
- Reynolds AG, Edwards CG, Wardle DA et al. Shoot density affects 'Riesling' grapevines. I. Vine performance. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1994 a., 119:874-880
- Reynolds AG, Edwards CG, Wardle DA et al. Shoot density affects 'Riesling' grapevines. II. Wine composition and sensory response. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1994 b., 119:880-892
- Reynolds AG, Wardle DA and Naylor AP. Impact of training system and vine spacing on vine performance and berry composition of Chancellor. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995, 46:88-97
- Reynolds AG, Wardle DA and Naylor AP. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling vine performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements. *Am. J. Enol. Vitic.* 1996, 47:63-76
- Reynolds AG, Wardle DA and Dever M. Shoot density effects on Riesling grapevines:

- Interaction with cordon age. *Am. J. Enol. Vitic.* 1994 c.,45:435-443
- Reynolds AG, Pool RM and Mattick L. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis.* 1986, 25:85-95
- Reynolds AG, Pool RM and Mattick LR. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis.* 1986, 25:85-95
- Reynolds AG and Wardle DA. Effects of timing and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition, and canopy characteristics of de Chaunac. II. Yield and fruit composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 1989, 36:230-239
- Ribereau-Gayon P. The anthocyanins of grapes and wines. In: Anthocyanins as food colors. Markakis P (Ed.). New York, Academic Press, 1982, pp209-244
- Ribéreau-Gayon P, Dubourdieu D, Doneche B et al. Other winemaking methods. *In Handbook of Enology. Vol. I. The Microbiology of Wine and Vinifications*, Wiley & Sons, 2000, New York, pp. 407-410
- Robin JR, Sauvage FX, Boulet JC et al. Reinforcement of the radiative and thermic stresses of the grapevine in field conditions using a reflective soil cover. Repercussions on the must composition and on the wine quality. *In: Proceedings of the 4th international symposium on cool climate enology and viticulture.* Henick-Kling T et al (Eds), pp99-104. New York State Agricultural Experimental Station, Geneva, NY, 1996
- Romeyer FM, Macheix JJ, Sapis JC. Changes and importance of oligomeric procyanidins during maturation of grape seeds. *Phytochem.*, 1986, 25:219-221
- Rosario SM, Garijo J, Francisco P et al. Color, polyphenol and aroma compounds in Rose wines after prefermentative maceration and enzymatic treatments. *Am. J. Enol. Vitic.* 2003, 54(3):195-202
- Roujou BD, Leeuwen CV, Dubourdieu D. Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grape during ripening. *J Agric. Food Chem.* 2000, 48:4830-4834
- Ruhl EH. Effect of rootstocks and K⁺ supply on pH and acidity of grape juice. *Acta Hort.* 2000,512:31-37
- Ruhl EH. Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Aust. J. Exp. Agric.* 1989, 29:707-712
- Salah N, Miller NJ, Paganga G et al. Polyphenolic flavonols as scavengers of aqueous phase radical and as chain breaking antioxidants. *Arch. Biochem. Biophys.* 1995, 322:339-346
- Sarni P, Fulcrand H, Souillo V et al. Mechanisms of anthocyanin degradation in grape must-like model solutions. *J. Sci. Food Agric.* 1995, 69:385-391
- Sarni-Manchado P, Fulcrand H, Souquet JM et al. Stability and color of unreported wine anthocyanin-derived pigments. *J. Food Sci.* 1996, 61(5):938-941

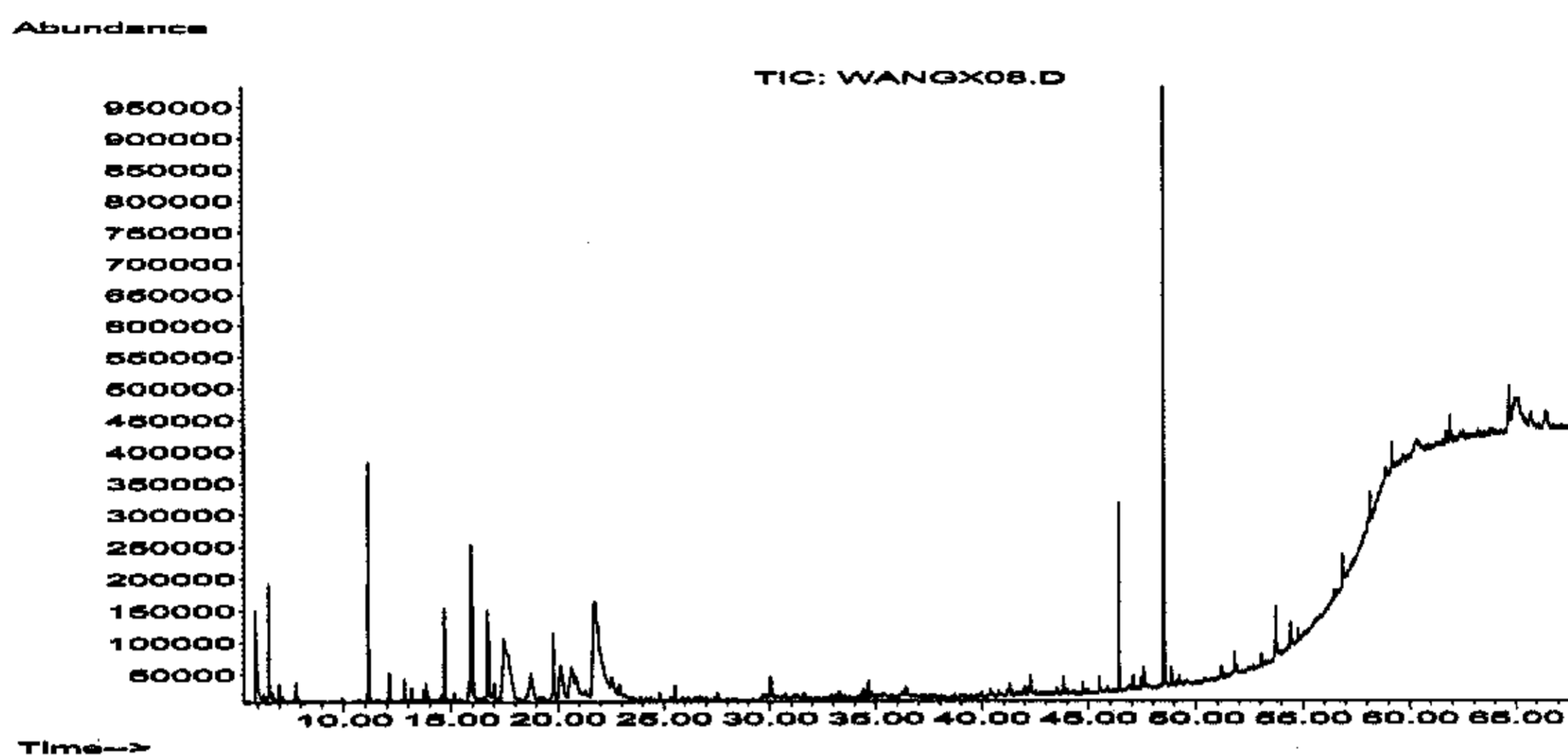
- Schaeffer A. Wine quality as influenced by grape maturity, clonal selection and processing techniques: Experience with Alsace grapes. *In: Proceedings of the International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology*. D.A. Heatherbell, P.B. Lombard, F.W. Bodyfelt and S.F. Price (Eds) Eugene, Oregon. Oregon State University Experiment Station Technical Publication No. 7628 pp 274-291, 1985
- Schneider V. Must hyperoxidation: a review. *Am. J. Enol. Vitic*, 1998, 49(1):65-73
- Scott BC, Butler J, Halliwell B et al. Evaluation of the antioxidant action of ferulic acid and catechins. *Free Radic. Res. Commun*, 1993, 19:241-253
- Scudamore-Smith PD, Hooper RL, McLaren ED. Color and phenolic changes of Cabernet Sauvignon wine made by simultaneous yeast/bacteria fermentation and extended pomace contact. *Am. J. Enol. Vitic*, 1990, 41(1):57-67
- Sefton MA, Francis IL, Williams PJ. The volatile composition of Chardonnay juices: A study by flavor precursor analysis. *Am. J. Enol. Vitic*, 1993, 44:359-370
- Sepulveda G and Kliever WM. Stomatal response of three grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L) to high temperature. *Am. J. Enol. Vitic*, 1986, 37:44-52
- Shaulis NJ. Responses of grapevines and grapes to spacing of and within canopies. *In Proceedings of the University of California, Davis, Grape and Wine Centennial Symposium*. A. D. Webb (Ed.). University of California Davis. 1982, 353-361
- Sims CA and Bates RP. Effects of skin fermentation time on the phenols, anthocyanins, ellagic acid sediment and sensory characteristics of a red *Vitis rotundifolia* wine. *Am. J. Enol. Vitic*, 1994, 45(1):56-62
- Sims CA and Morris JR. A comparison of the color components and color stability of red wine from Noble and Cabernet Sauvignon at various pH levels. *Am. J. Enol. Vitic*, 1985, 36:181-184
- Sims C, and Morris JR. Effects of pH, sulfur dioxide, storage time and temperature on the color and stability of red Muscadine grape wine. *Am. J. Enol. Vitic*. 1984, 35:35-39
- Singleton VL. Effects on red wine quality of removing juice before fermentation to simulate variation in berry size. *Am. J. Enol. Vitic*, 1972, 23:106-113
- Sinton TH, Ough CS, Kissler JJ et al. Grape juice indicators for prediction of potential wine quality. 1. Relationships between crop level, juice and wine composition and wine sensory rating and scores. *Am. J. Enol. Vitic*, 1978, 29:267-271
- Sipiora MJ and Gutierrez Granda MJ. Effects of pre-veraison irrigation cut off and skin contact time on the composition, color and phenolic content of young Cabernet Sauvignon wines in Spain. *Am. J. Enol. Vitic*, 1998, 49:152-162
- Slinkard P and Singleton VL. Colorimetry of total phenolics with phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic*. 1977, 28:49-55
- Smart RE. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic*, 1985, 36:230-239

- Smart RE. Principles of grapevine canopy management microclimate manipulation with implications for yield and quality: A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 1985_b, 36:230-239
- Smart RE. Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta. Hort.* 1987, 206:37-43
- Smart RE, Robinson JB, Due G et al. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis.* 1985, 24:17-24
- Smart RE, Robinson JB, Due G et al. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition. *Vitis* 1985, 24:119-128
- Smart RE, Shaulis NJ and Lemon ER. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. I. The effects of pruning, training, and shoot positioning on radiation microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* 1982 a., 33:99-108
- Smart RE, Shaulis NJ and Lemon ER. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. II. The interrelations between microclimate and yield expression. *Am. J. Enol. Vitic.* 1982 b., 33:109-116
- Smart RE, Smith SM and Winchester RV. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 1988, 39:250-258
- Smart RE, Smith SM. Canopy management: Identifying the problems and practical solutions. *In Proceedings of Second International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology.* R. E. Smart et al. (Eds.) New Zealand Society for Viticulture and Oenology, 1988, Auckland. pp:109-115
- Somers TC and Verette E. Phenolic composition of natural wine types In: *Wine analysis*, Linskens HF and Jackson JF (Eds), pp219-257. Springer-Verlag, Berlin, 1988
- Somers TC. The polymeric nature of wine pigments. *Phytochemistry*, 1971, 10:2175-2186
- Souquet JM, Cheynier V, Brossaud F et al. Polymeric proanthocyanidins from grape skins. *Phytochemistry*, 1996, 43(2):509-512
- Spayd SE, Tarara JM, Mee DL et al. Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 2002, 53 (3):171-182
- Spayd SE, Nagel CW and Edwards CG. Yeast growth in Riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995, 46:49-55
- Spayd SE, Stevens RG, Wample RL et al. Impact of nitrogen fertilization on vine performance and juice and wine composition of "Riesling" grapes (*Vitis Vinifera* L.) in Washington state. *Acta Hort*, 2000, 512:65-75
- Spayd SE, Wample RL, Evans RG et al. Nitrogen fertilization of White Riesling grapes in Washington. Must and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 1994, 45:34-42
- Spayd SE, Wample RL, Stevens RG et al. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington. Effect on petiole nutrient concentration, yield, yield components, and vegetative growth. *Am. J. Enol. Vitic.* 1993, 44:378-386

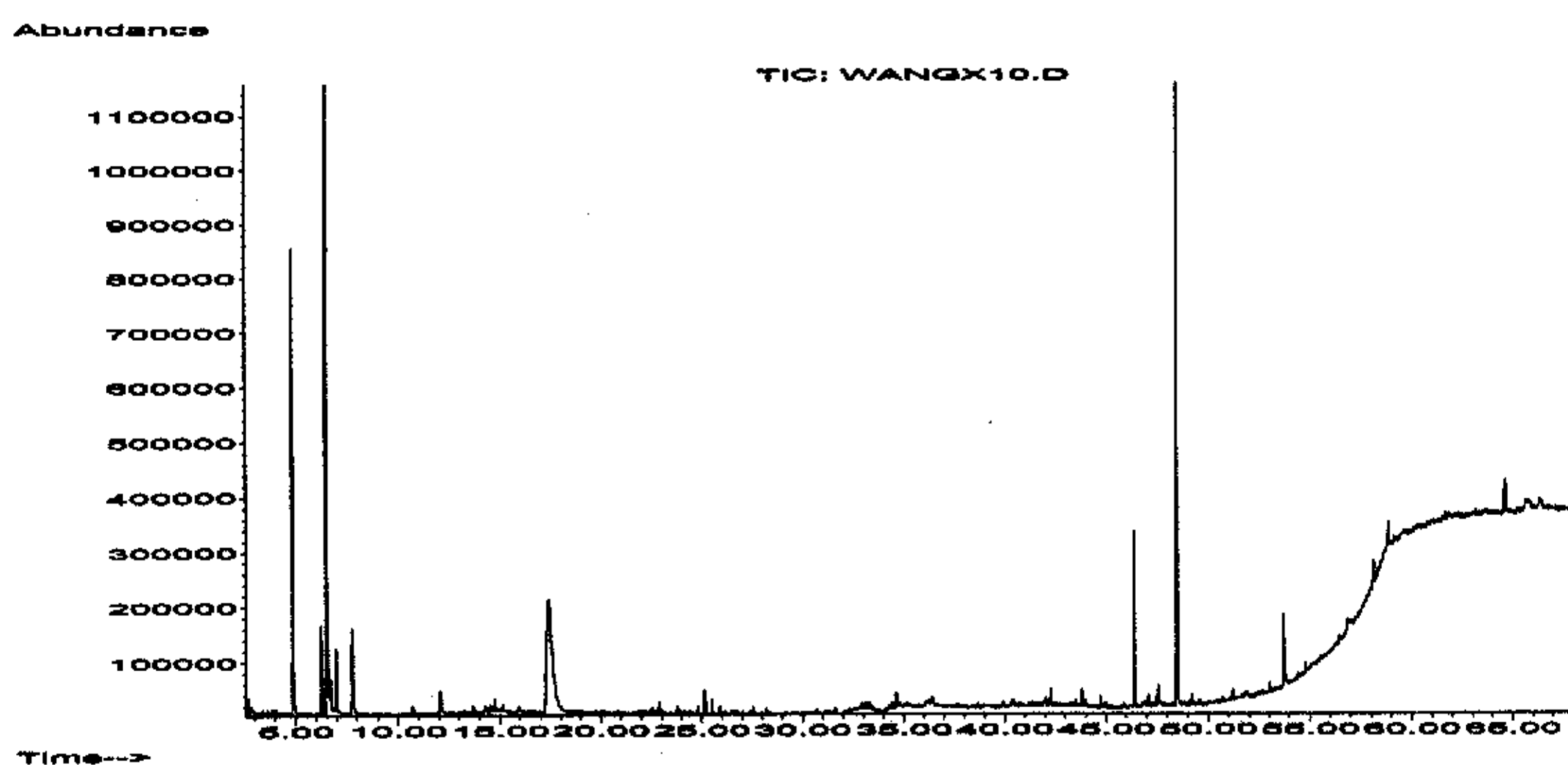
- Stephen TT, Carmen HB, Danielle MP et al. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed Muscadine grape juice. *J. Agric. Food Chem*, 2003, 51:957-963
- Strauss CR, Wilson B, Gooley PR et al. Role of monoterpenes in grape and wine flavor. In: *Biogenesis of aromas*. Croteau TH (Ed), pp222-242. American Chemical Society, Washington DC, 1986
- Tanner GJ, Francki KT, Abrahms S et al. Proanthocyanidin biosynthesis in plants: Purification of legume leucoanthocyanidin reductase and molecular cloning of its Cdna. *J. Biol. Chem.*, 2003, 278(34):31647-31656
- Tanner GJ and Kristiansen KN. Synthesis of 3,4-cis-(3)-leucocyanianin and enzymatic reduction to catechin. *Anal Biochem*, 1993, 209:274-277
- Terao J, Piskula M, Yao Q. Protective effect of epicatechin, epicatechin gallate and quercetin on lipid peroxidation in phospholipid bilayers. *Arch. Biochem. Biophys*, 1994, 308:278-284
- Treeby MT, Holzappel BP, Pickering GJ et al. Vineyard nitrogen supply and Shiraz grape and wine quality. *Acta Hort*. 2000, 512:77-92
- Voirin S, Baumes R et al. Novel monoterpene disacchride glycosides of *Vitis vinifera* grapes. *J. Agric. Food Chem*, 1990, 38:1373-1378
- Vos, P. Assimilable nitrogen-A factor influencing the quality of wines. Proceedings of the 6th International Oenol. Symposium, Mainz, Eigenverlag der Internationalen Interessengemeinschaft für moderne Kellertechnik und Betriebsführung, breisach (eds.: Lemperle, E. and Frank, J.) 1981, 163-180
- Vos PJA, Zeeman W, Heymann H. The effect on wine quality of di-ammonium phosphate additions to musts. Proceedings of the South African Society of Enology and Viticulture. South African Society for Enology and Viticulture. 1979, Stellenbosch, pp. 87-104
- Vuorinen H, Maatta K, Torronen R. Content of the flavonols myricetin, quercetin and kaemperol in Finnish berry wine. *J. Agric. Food Chem*, 2000, 48:2675-2680
- Wahl K. Climate and soil effects on grapevine and wine, the situation on the northern borders of viticulture-the example Franconia. In: Proceedings of the 2 nd international symposium for cool climate viticulture and enology. Smart RE et al. (Eds), pp1-5. New Zealand Society for Viticulture and Enology, Auckland, New Zealand, 1988
- Wample RL, Spayd SE, Evans RG et al. Nitrogen fertilization of White Riesling grapes in Washington: Nitrogen seasonal effects on bud cold hardiness and carbohydrate reserves. *Am. J. Enol. Vitic*. 1993, 44:159-167
- Webster DG, Edwards CG, Spayd, et al. Influence of nitrogen fertilization on the concentrations of monoterpenes, higher alcohols, and esters in aged Riesling wines. *Am. J. Enol. Vitic*. 1993, 44:275-284
- Whiton RS and Zoecklein BW. Determination of ethyl carbamate in wine by solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry. *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53(1):60-63

- Williams PJ, Strauss CR et al. Glycosides of 2-phenylethanol and benzyl alcohol in *Vitis vinifera* grapes. *Phytochemistry*, 1983, 22:2039-2041
- Williams PJ, Strauss CR et al. Novel monoterpene disacchride glycosides of *Vitis vinifera* grapes and wines. *Phytochemistry*, 1982, 21:2013-2020
- Wood DF and Looney NE. Some cluster thinning and gibberellic acid effects on juice and wine quality of de Chaunac grapes. *Can. J. Plant Sci.* 1977,57:643-646
- Xie DY, Sharma SB, Paiva NL et al. Role of anthocyanin reductase, encoded by BANYULS in plant flavonoid biosynthesis. *Science*, 2003, 229(5605):396-399
- Yokotsuka K and Masakazu F. Changes in nitrogen compounds in berries of six grape cultivars during ripening over two years. *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53(1):69-77
- Yokotsuka K and Singleton VL. Effect of seed tannins on enzymatic decolorization of wine pigments in the presence of oxidizable phenols. *Am. J. Enol. Vitic*, 2001, 52(2):93-100
- Yokotsuka K. Changes in color during aging of Cabernet Sauvignon and Muscat Bailey red wines: I . Spectral analysis of pigment parameters. *J. Brew. Soc. Jpn*, 1995, 90:222-229
- Yokotsuka K, Aihara T, Umehara Y et al. Free amino acids and peptides in musts and wines from Japanese grapes. *J. Ferment. Technol.*1975, 53:631-635
- Yokotsuka K, Umehara Y, Aihara T et al. Isolation and structural analysis of peptides in Kosu white wine. *J. Ferment. Technol.* 1975, 53:620-625
- Yokozawa T, Oura H, Nakagawa H et al. Effects of a component of green tea on the proliferation of vascular smooth muscle cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 1995, 59:2134-2136
- Yokutsuka K, Nagao A, Nakazawa K et al. Changes in anthocyanins in berry skins of Merlot and Cabernet Sauvignon grapes grown in two soils modified with limestone or oyster shell versus a native soil over two years. *Am. J. Enol. Vitic*, 1999, 50(1):1-12
- Zabadal TJ, Vanee GR, Dittmer TW et al. Evaluation of strategies for pruning and crop control of Concord grapevines in southwest Michigan. *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53(3):204-209

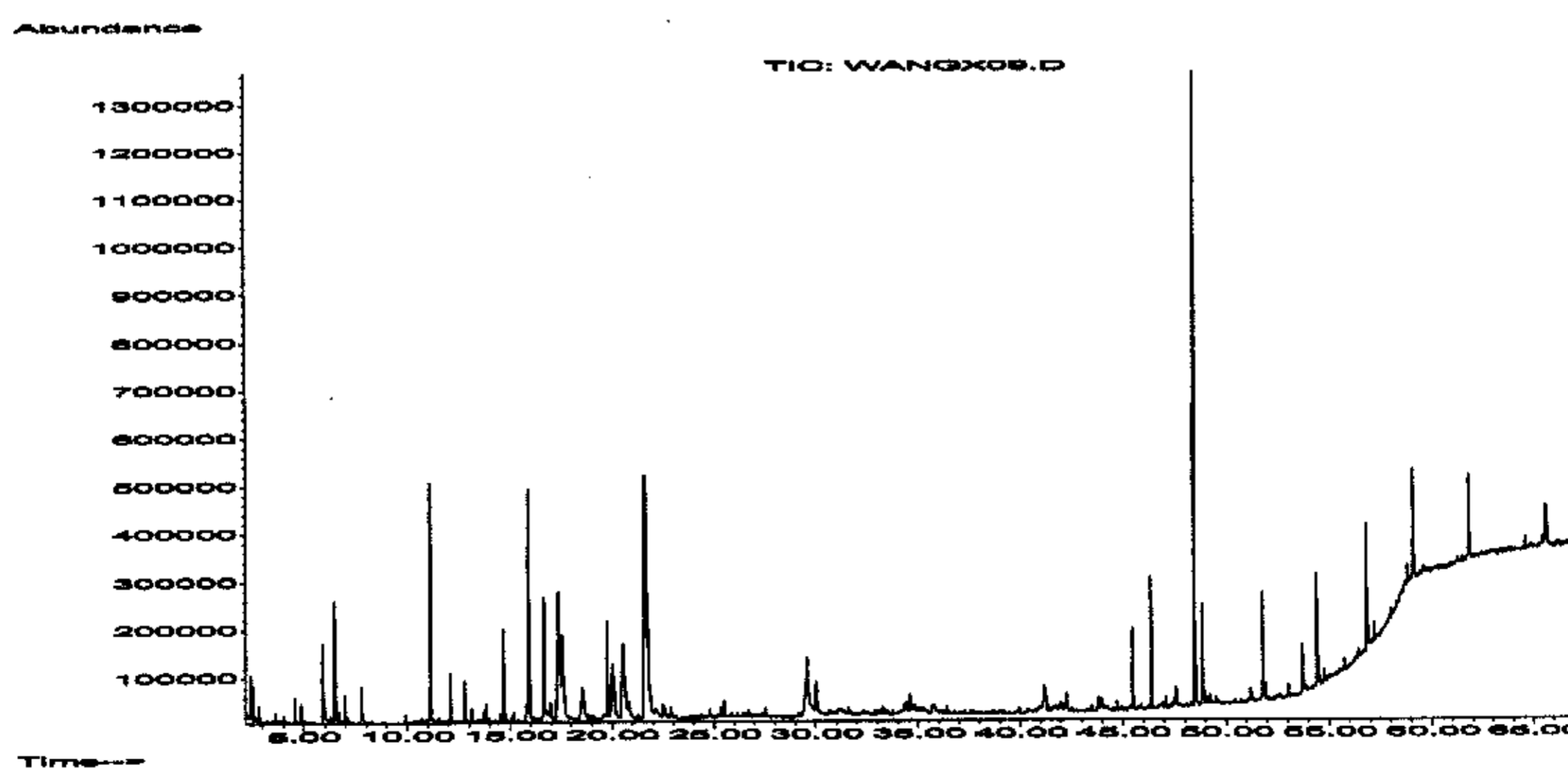
附件一：9月16日棚架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



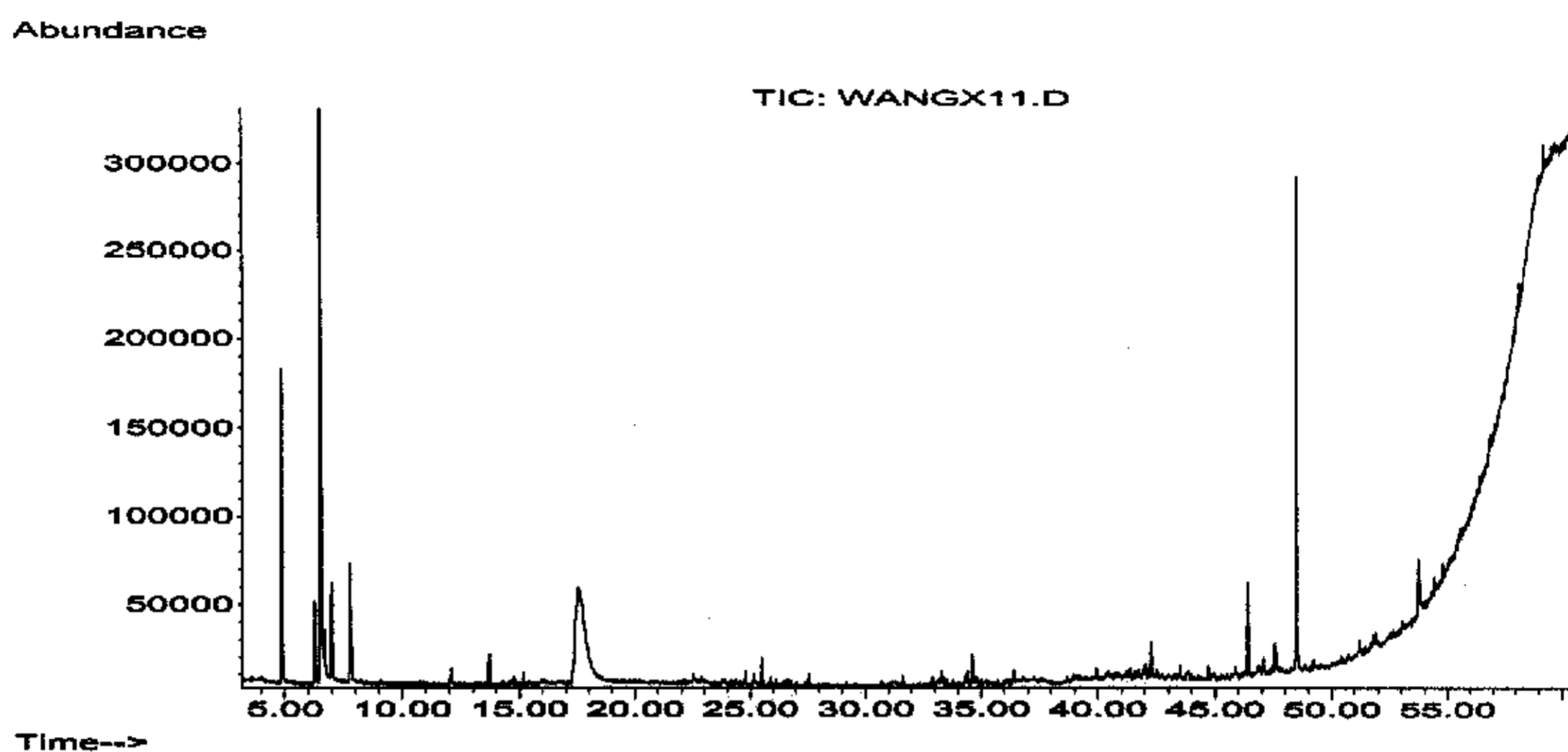
附件二：9月16日棚架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



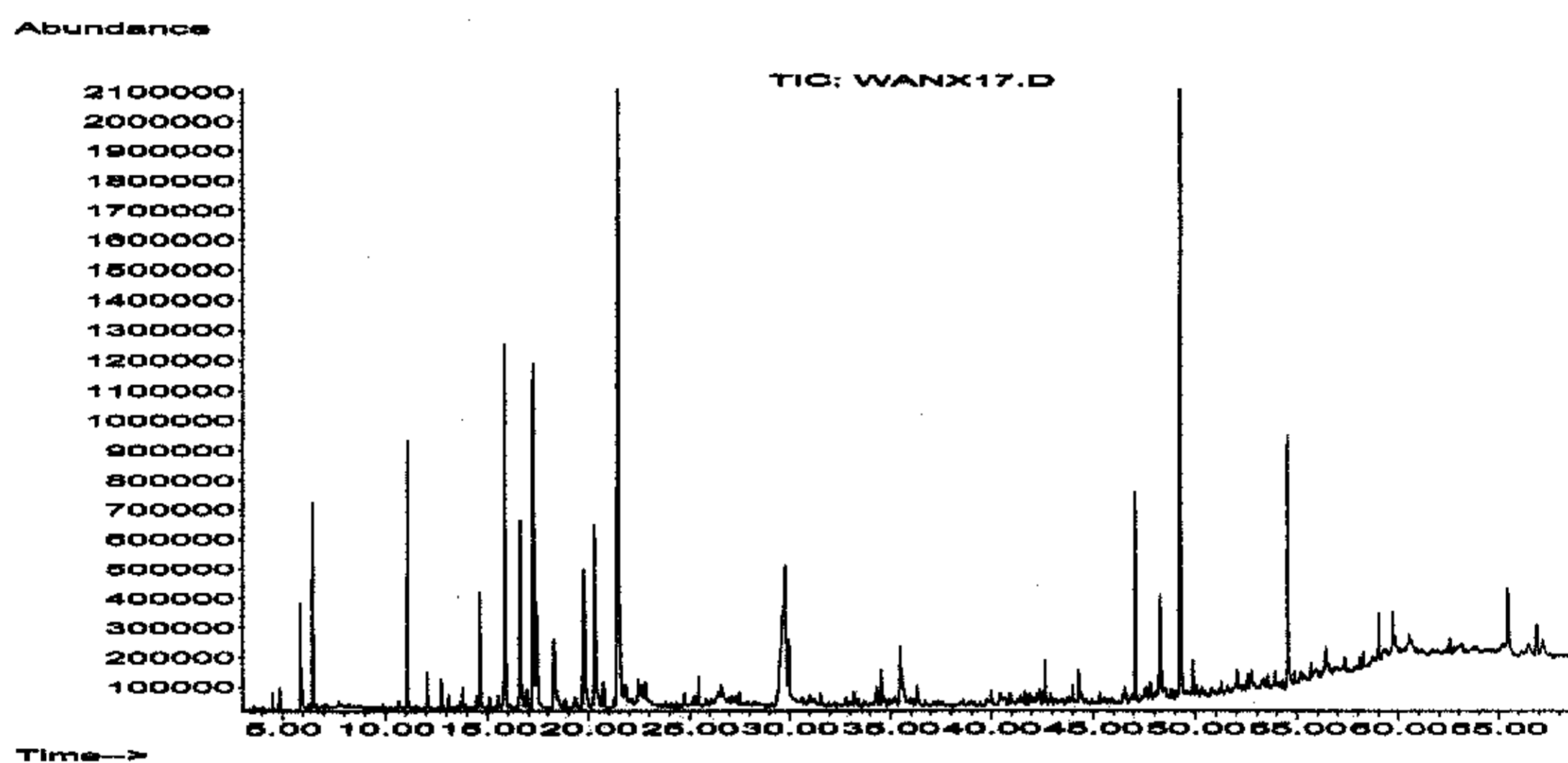
附件三：9月16日篱架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



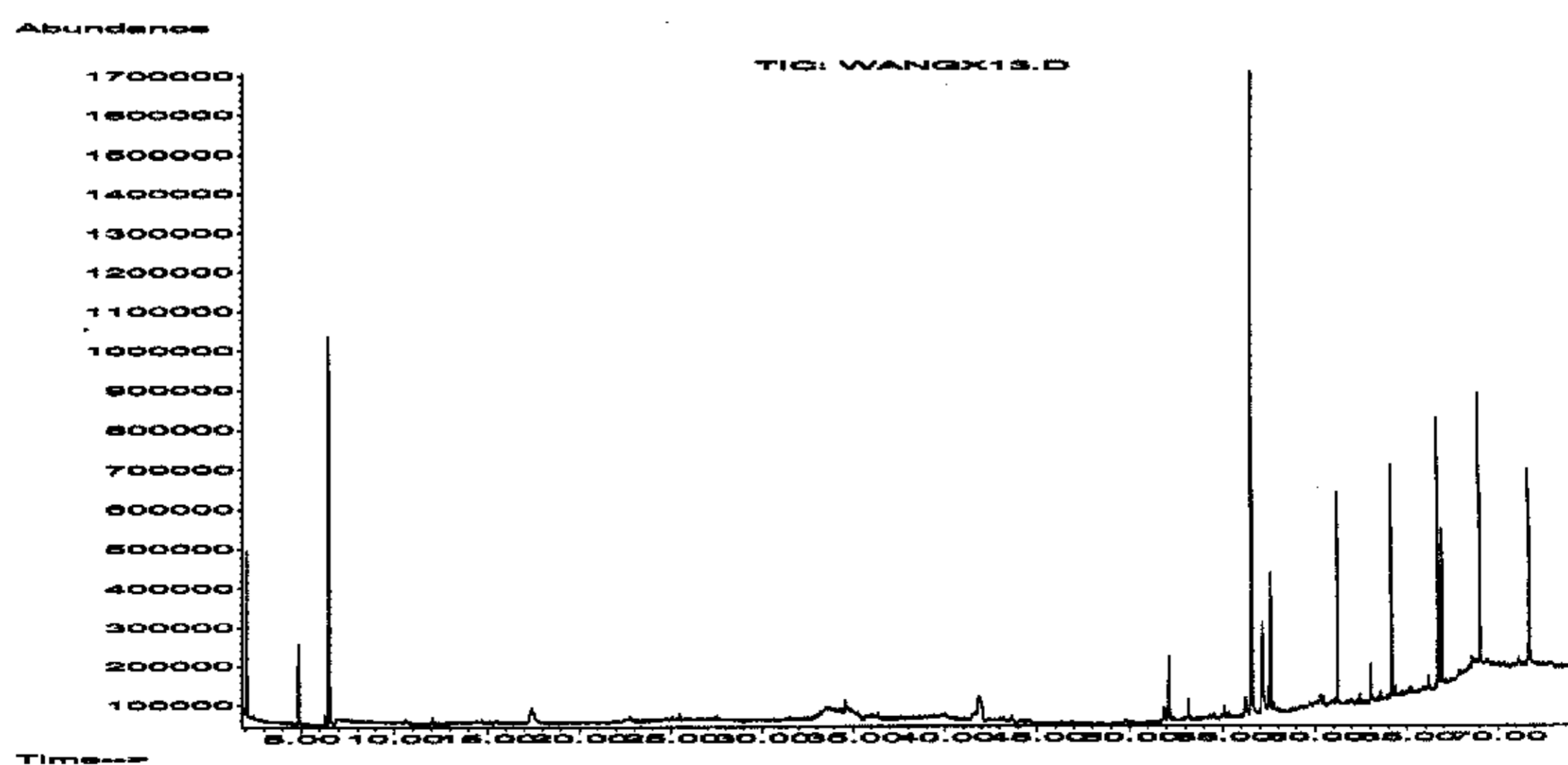
附件四：9月16日篱架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



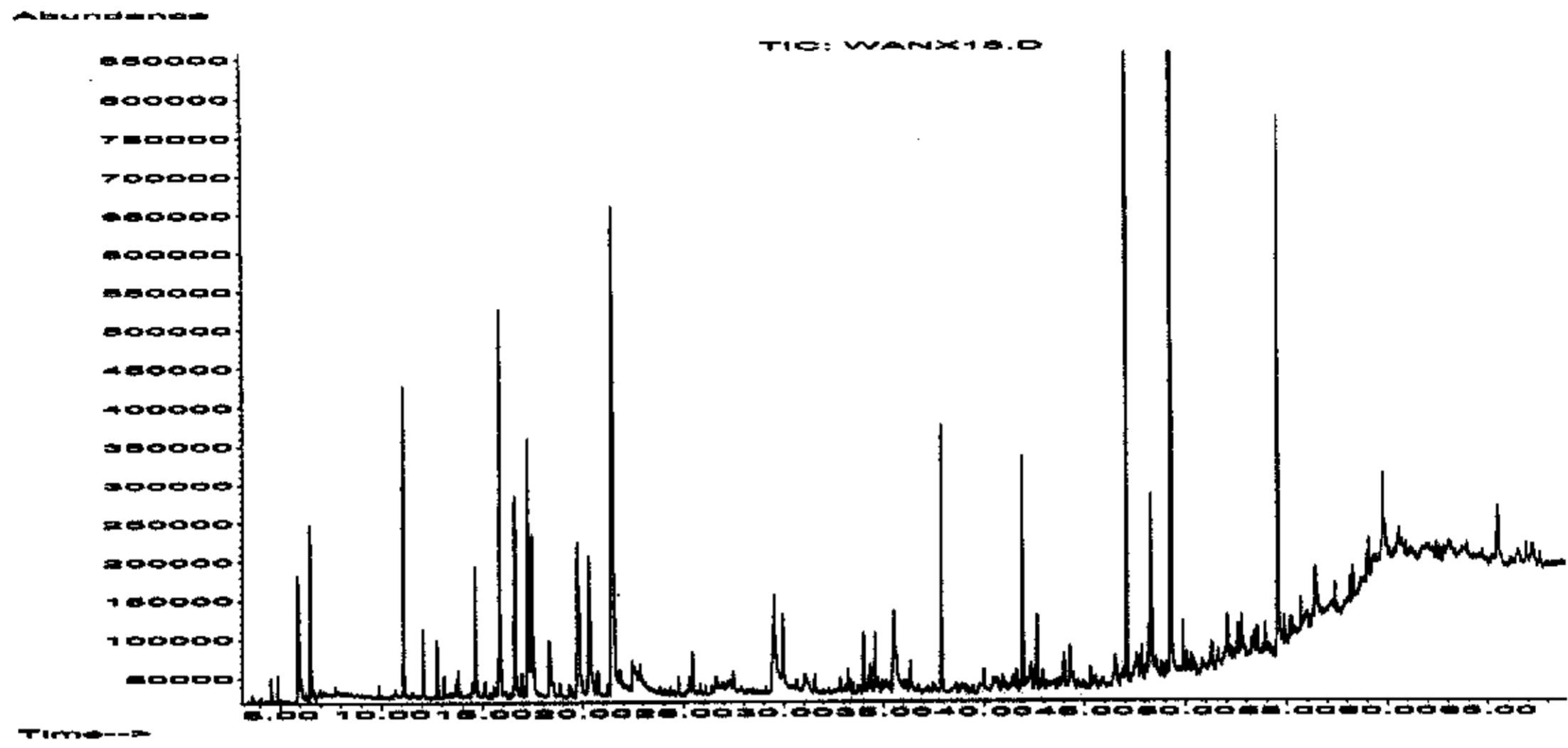
附件五：9月27日棚架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



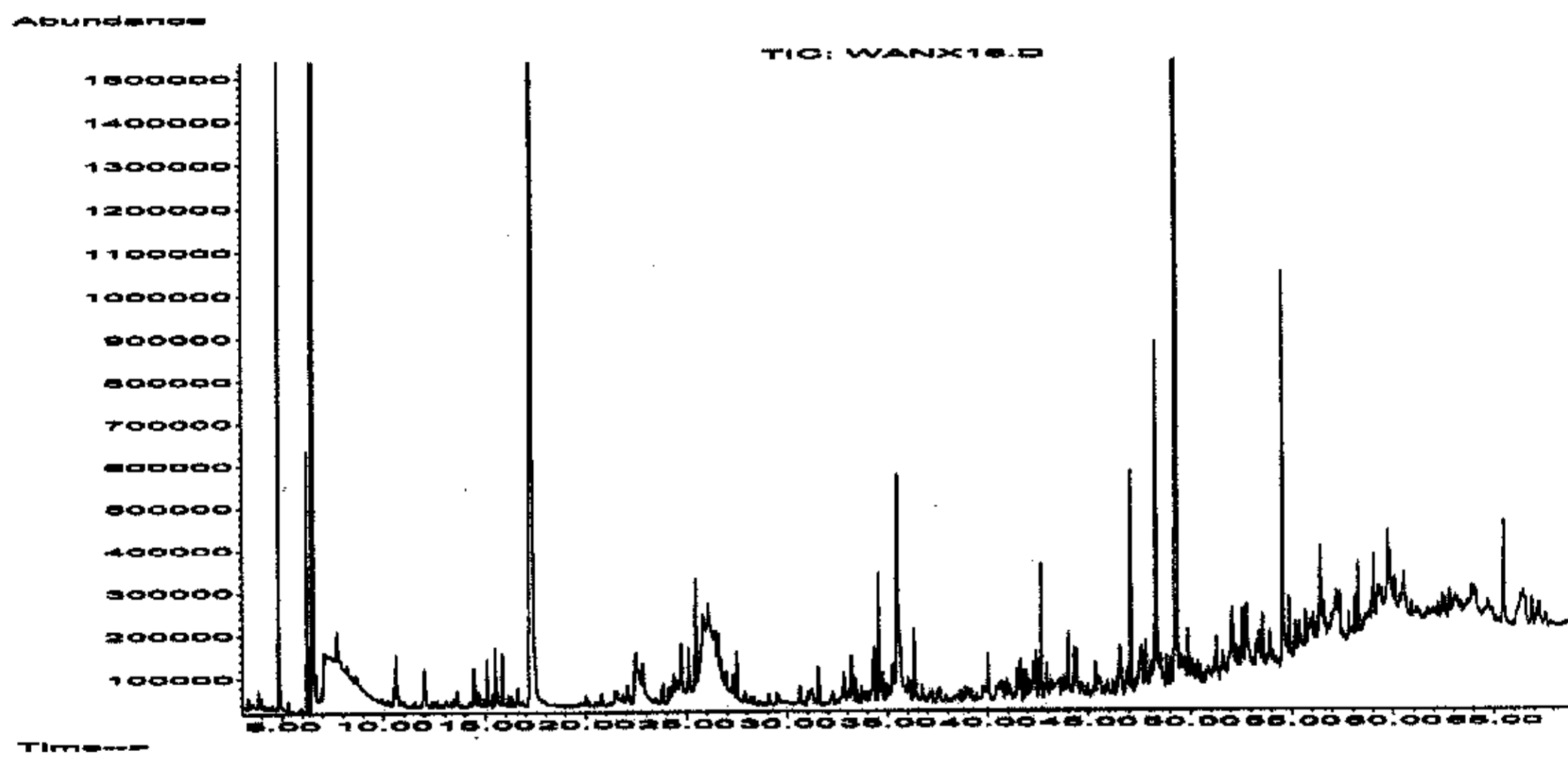
附件六：9月27日棚架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



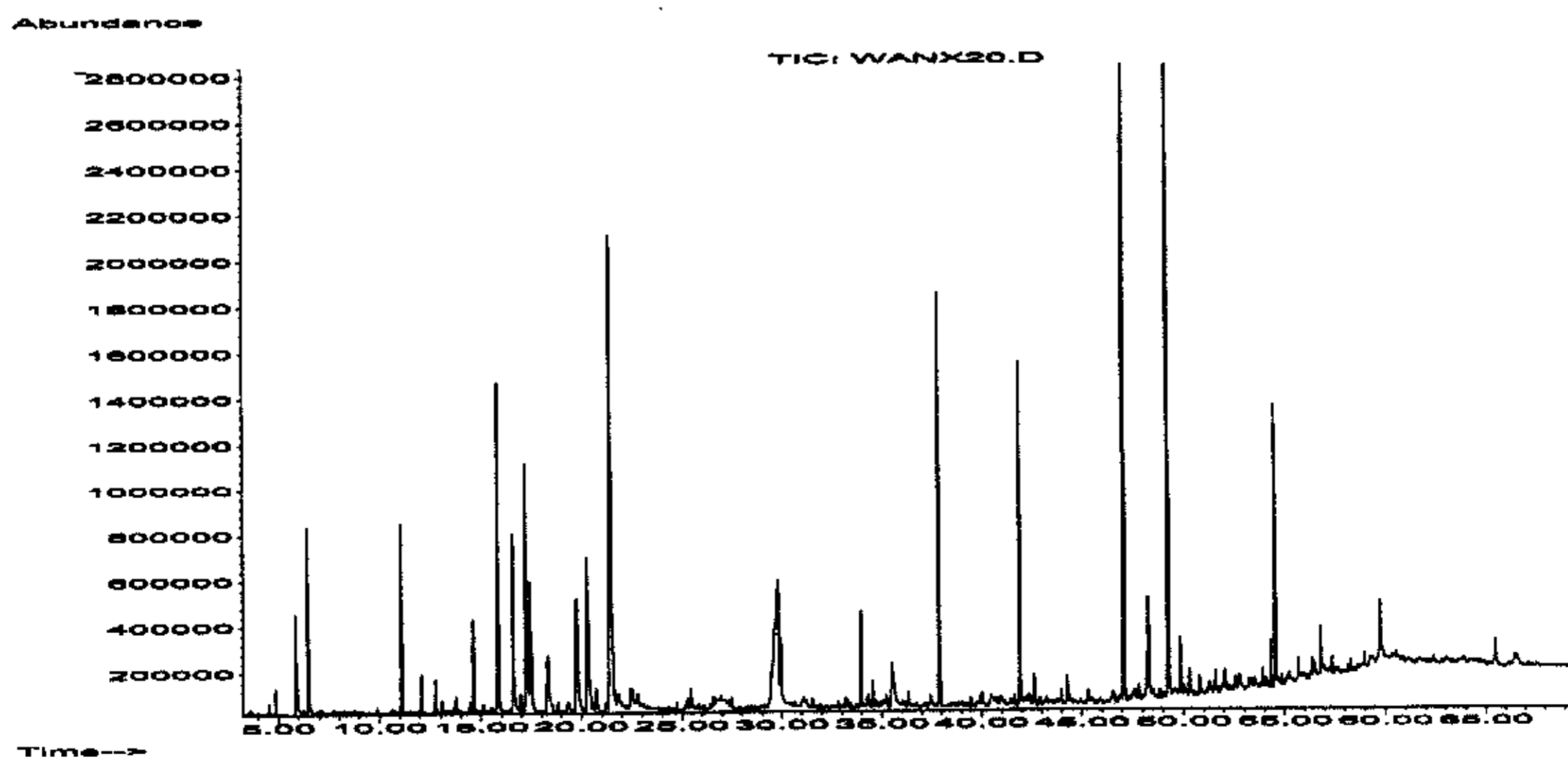
附件七：9月27日篱架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



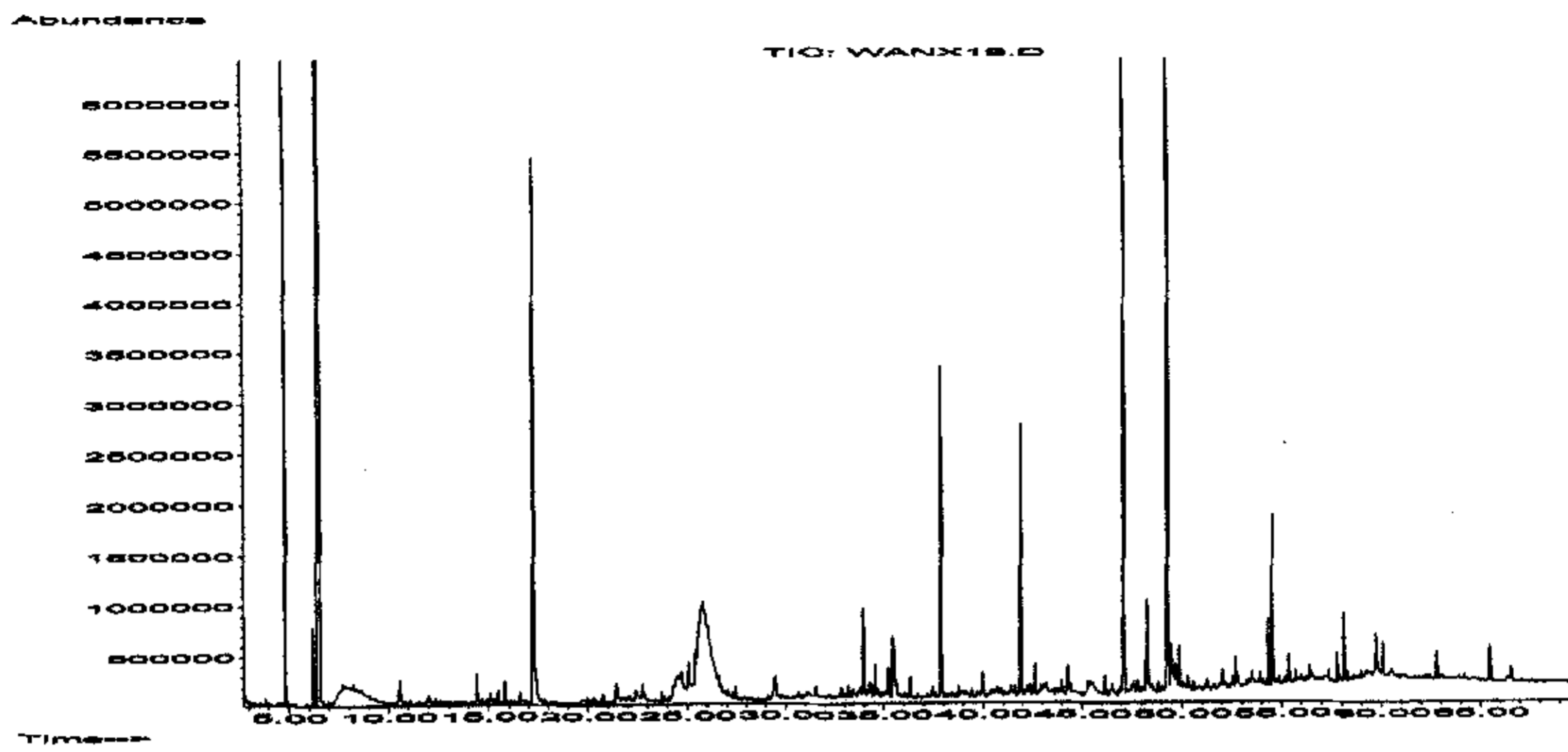
附件八：9月27日篱架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



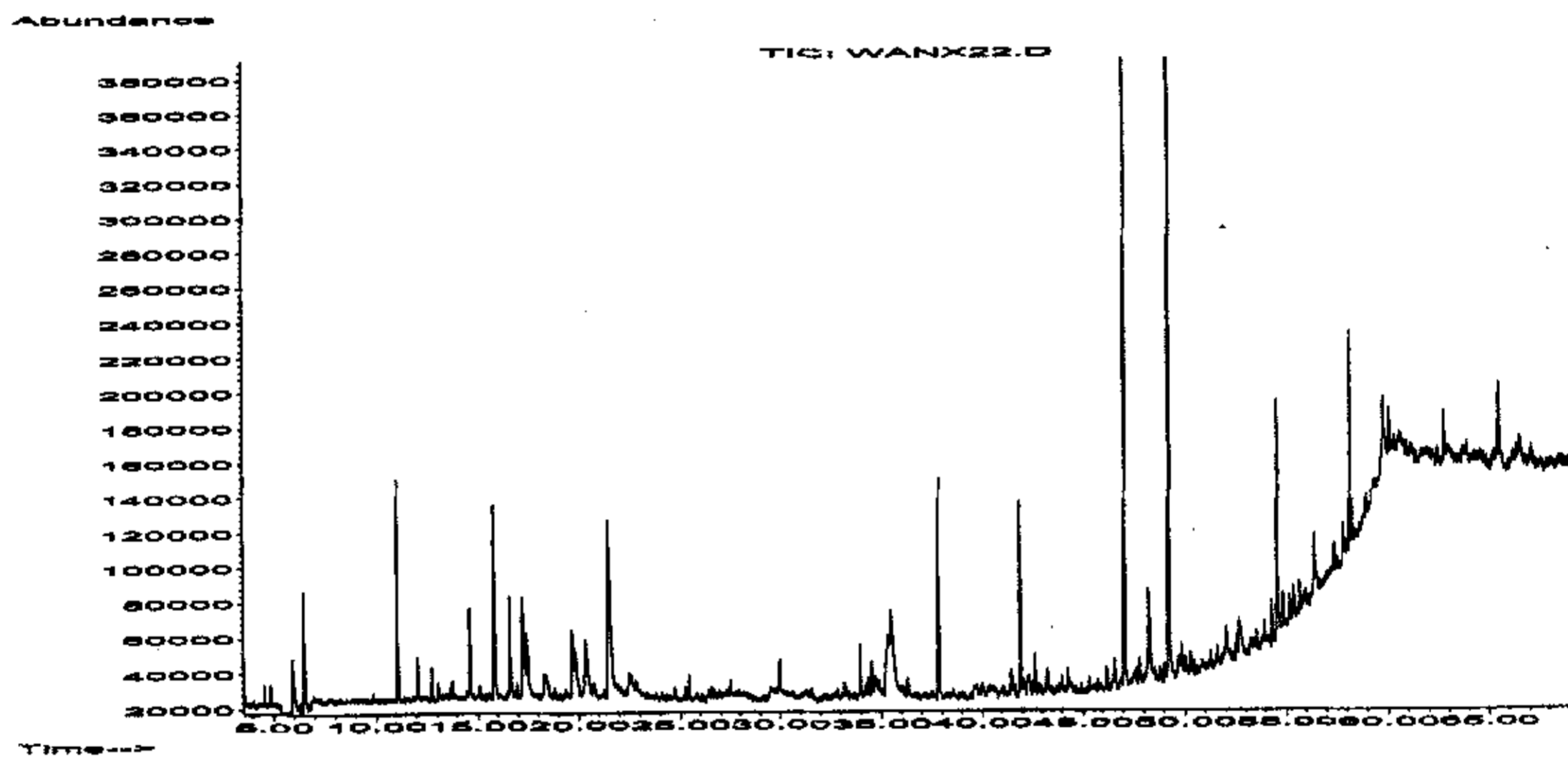
附件九：10月8日棚架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



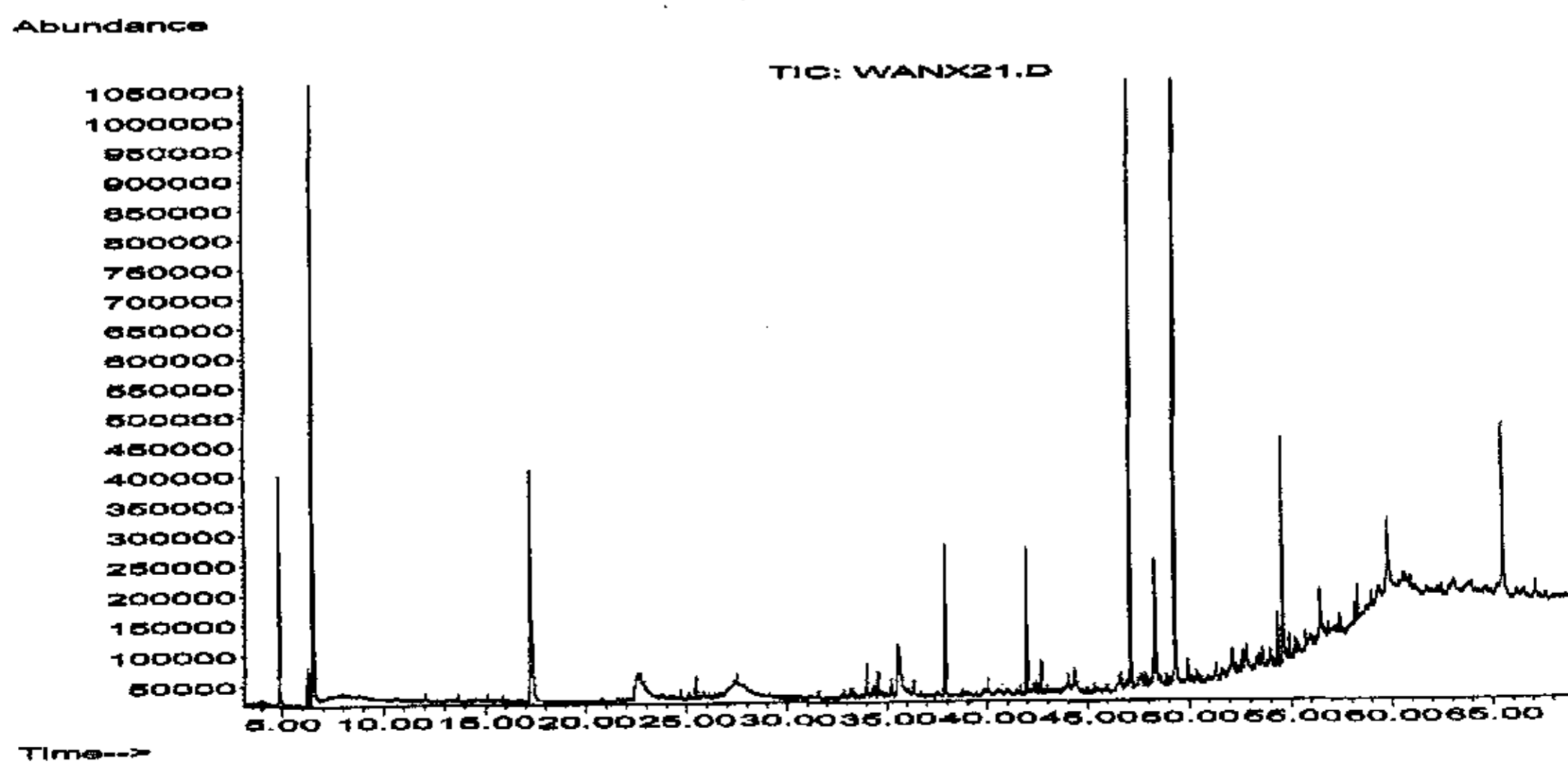
附件十：10月8日棚架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



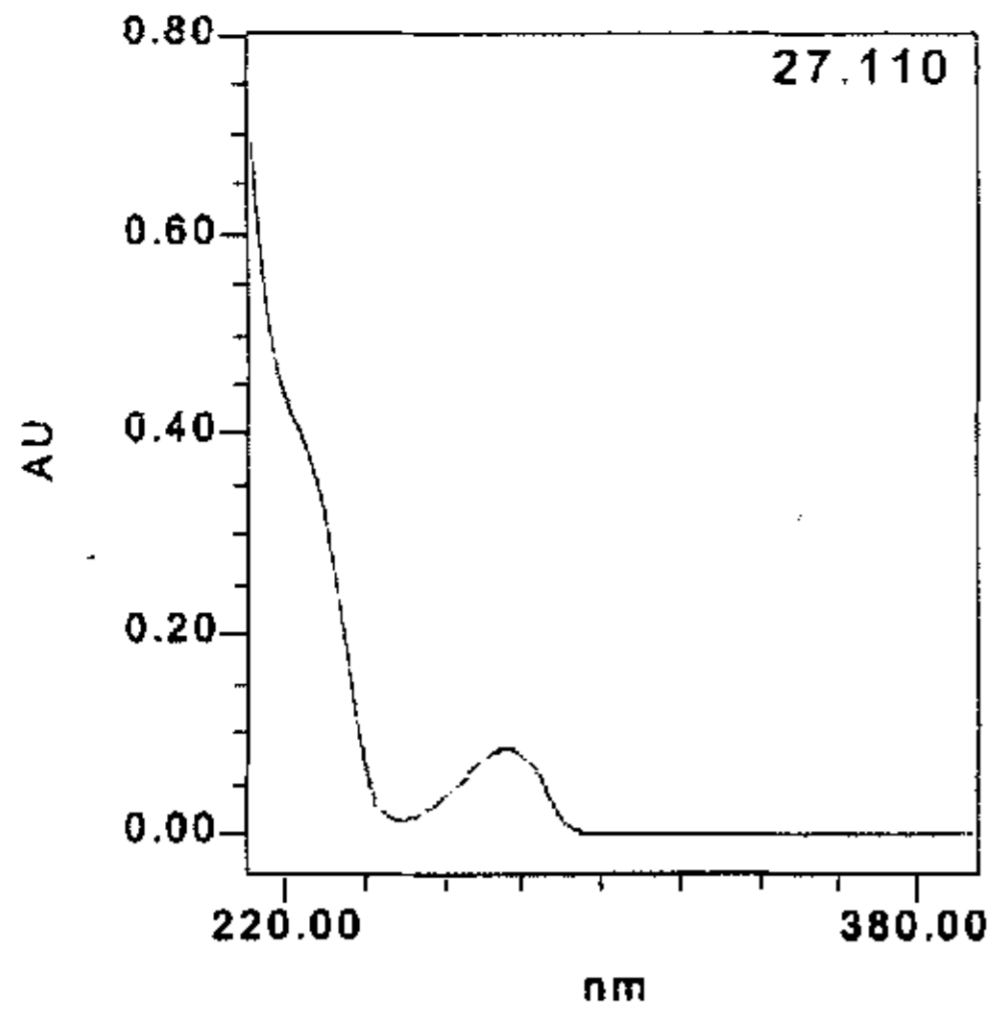
附件十一：10月8日篱架玫瑰香葡萄 PVT 总离子流图



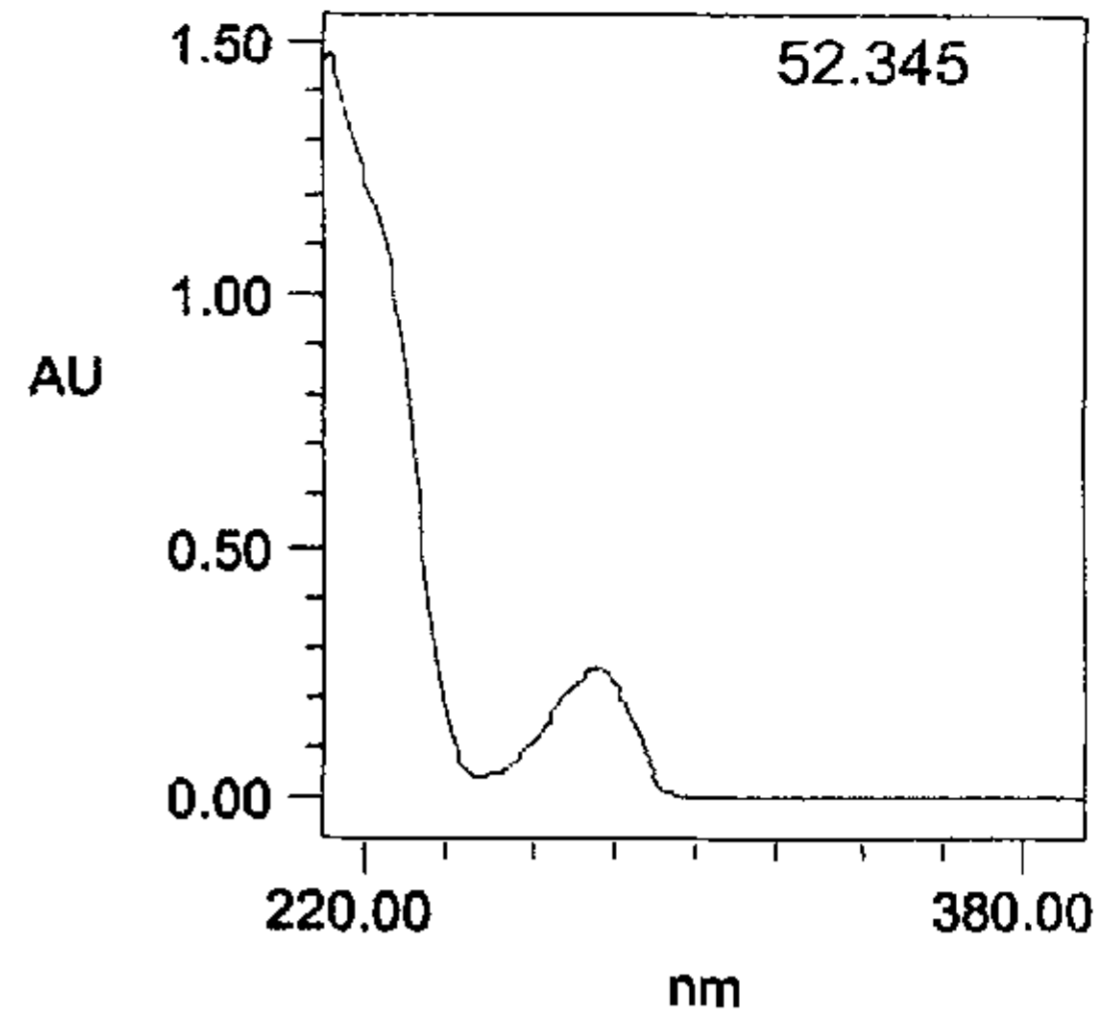
附件十二：10月8日篱架玫瑰香葡萄 FVT 总离子流图



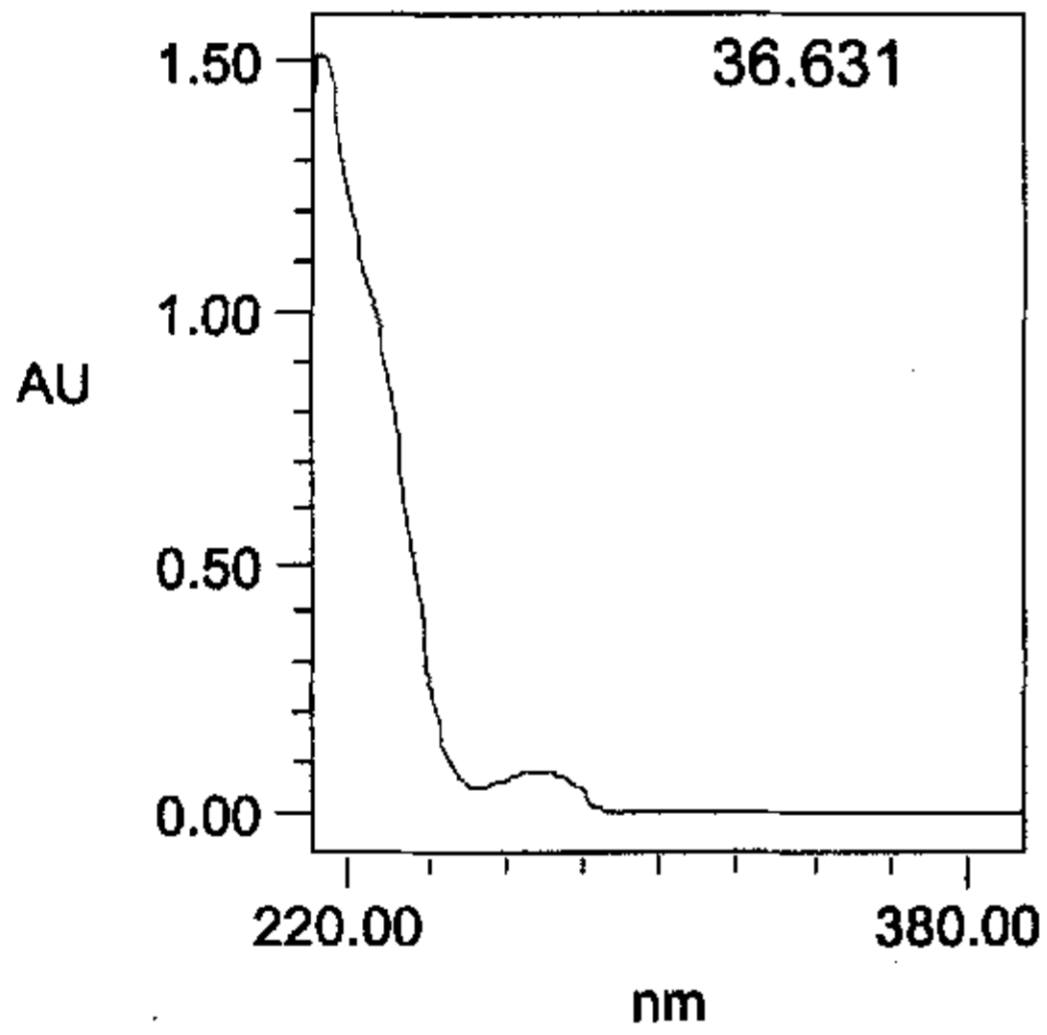
附件十三：儿茶素标样光谱图



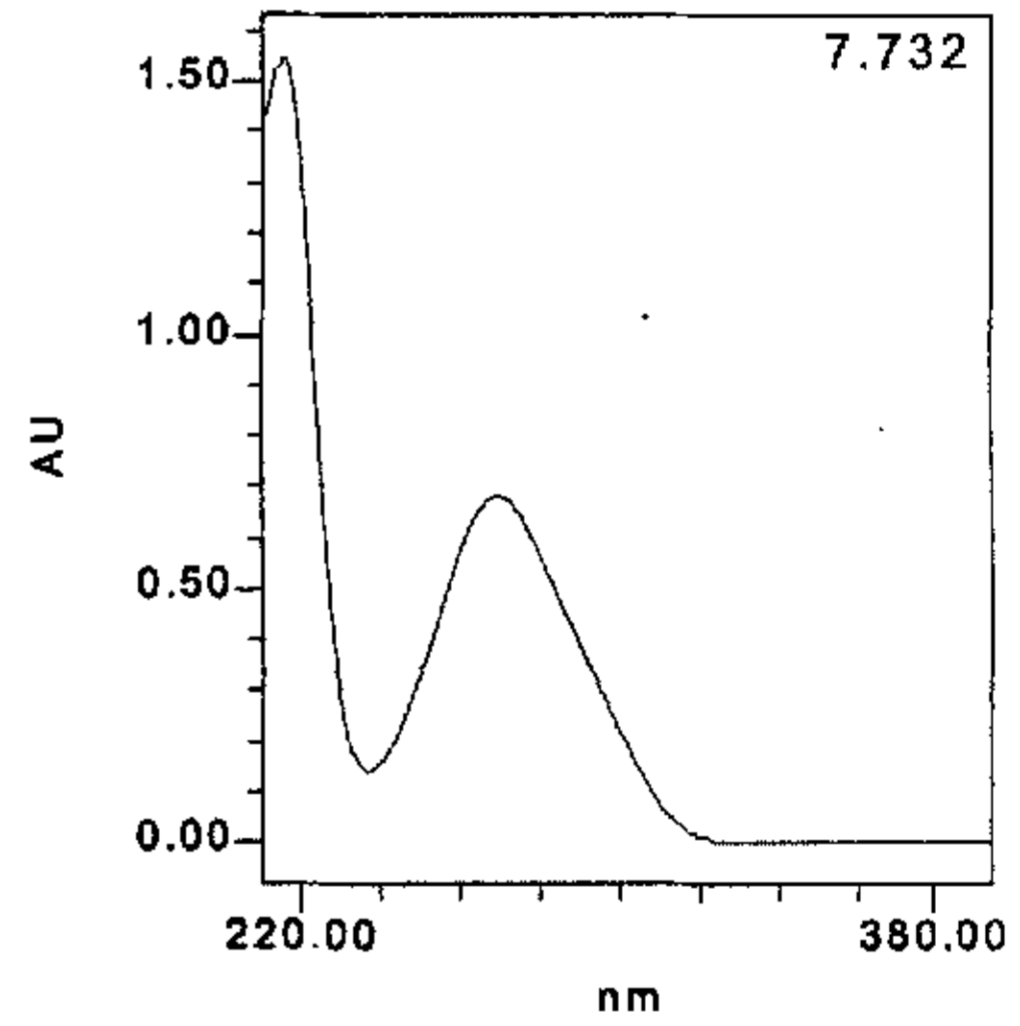
附件十四：表儿茶素标样光谱图



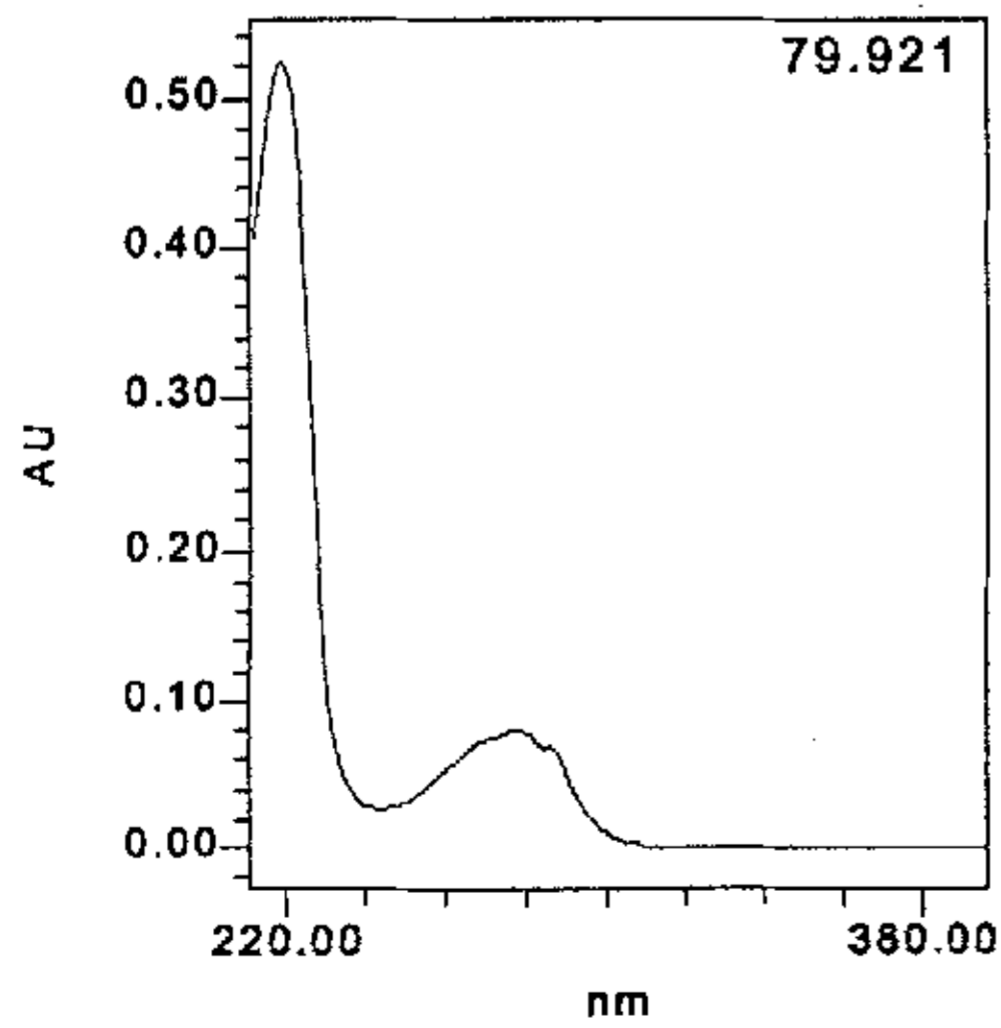
附件十五：表儿茶素标样光谱图



附件十六：没食子酸标样光谱图



附件十七：色醇标样光谱图



致 谢

本文是在束怀瑞教授和翟衡教授的悉心指导和关怀下完成的。在论文的选题、实验设计与实施以及论文撰写的过程中，都倾注了导师大量的心血。同时得到了杜金华教授、程述汉教授等老师的关心和帮助，老师们表现出的严谨治学态度、敬业精神为我树立了学习的楷模。

在三年的学习试验当中，同时得到了陈学森教授、李德全教授、孟庆伟教授、赵世杰老师、王宪泽老师、石运章教授、毛志泉老师等多位老师的指导和帮助，值此论文完成之际，谨向导师和帮助过我的各位老师致以最深挚的感谢！

感谢山东省科学院分析测试中心程传格主任、王晓博士在研究技术和仪器使用过程中给予的大力支持和帮助！

感谢江南大学生物工程学院赵光整教授、帅桂兰教授，分析中心袁身素老师、王利平老师的帮助。

感谢山东农业大学研究生处领导和全体老师、山东农业大学园艺科学与工程学院的领导 and 全体老师在我求学期间给予的热情关心、帮助和支持。

感谢我的工作单位山东省酿酒葡萄科学研究所的领导 and 全体同志给予我的关心、支持和帮助！特别感谢葡萄酒研究中心、科研中心、杂志社给予的无私支持和帮助。

感谢山东省轻工业办公室的领导们给予我的关怀和支持。

感谢云南省弥勒高原葡萄产业公司刘加强、汪勇、李瑞芬、段克义，山东蓬莱瑞事临葡萄酒公司黄海，山东平度大泽山三山东头村高中杰、刘元九为试验无私地提供场地、试材及对试验的支持与帮助。

感谢国家质检局（烟台）葡萄酒检测技术中心马佩选、朱济义等在试剂应用上的帮助。

感谢刘波、孙玉霞、菅雪强、闫田力、李佳、王咏梅、陈谦、丁燕、于清琴、吴新颖、于向荣、余梅、杨立英、张历俊、徐平、明旭、于敦海、王显苏等对本试验的大力支持、帮助及付出的辛勤劳动。

最后，特别感谢我的家人对我求学期间的关怀理解和大力支持。

衷心地感谢所有关心、支持和帮助过我的人。

赵新节

2005年4月23日于泰山

攻读学位期间发表的主要论文

1. 赵新节, 孙玉霞, 刘波, 王晓, 束怀瑞. 不同架式栽培的玫瑰香葡萄成熟期挥发性物质的变化. 园艺学报, 2005, 32 (1): 87-90
2. Zhao Xinjie, Wang Xiao, Liu Bo, Sun Yuxia, and Shu Huairui. Effect of Cluster Thinning on Berry Catechins of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon. *Vitis* (已接收)
3. 赵新节, 孙玉霞, 王咏梅, 刘杨名, 束怀瑞. 栽培架式对玫瑰香葡萄酒香气物质的影响. 中国农业科学, 收稿
4. 赵新节. 葡萄果实物质代谢与品质调控. 中外葡萄与葡萄酒, 2002, 6, 21-22
5. 赵新节, 王咏梅, 孙玉霞, 丁殿东, 杨德勋. 酚类物质与果品及加工品质的关系. 中国果菜, 2004, 1, 29
6. 管雪强, 赵世杰, 李德全, 赵新节. C₃植物呼吸及其生理功能. 西北植物学报, 2003, 23 (10): 1849-1854
7. 丁燕, 赵新节. 酚类物质的结构与性质及其与葡萄及葡萄酒的关系. 中外葡萄与葡萄酒, 2003, 1: 13-17
8. 李佳, 闫田力, 赵善仓, 赵新节. 葡萄新梢内源激素含量与幼树丰产性能的相关性. 山东农业科学, 2004, 6: 26-28
9. 李佳, 闫田力, 赵新节. 三种无核葡萄根系分布特点及与早期丰产性能关系的研究. 中外葡萄与葡萄酒, 2004, 6: 15-17
10. 刘波, 孙玉霞, 赵新节, 王晓, 杜金华. GC-MS 法研究玫瑰香葡萄果实中的香气成分. 中外葡萄与葡萄酒, 2005, 2: 4-10