

分类号：  
学 号：2015210715

密 级：  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育 及白藜芦醇含量的影响

学 位 申 请 人	翟 晨
指 导 教 师	郁松林 教授
	赵宝龙 副教授
	王富霞 农艺师
申 请 学 位 类 别	专 业 硕 士
专 业 名 称	农业推广硕士
研 究 方 向	园艺
所 在 学 院	农学院

中国·新疆·石河子

2017年6月

分类号：  
学 号：2015210715

密 级：  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕 士 学 位 论 文



### 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育 及白藜芦醇含量的影响

学 位 申 请 人	翟 晨
指 导 教 师	郁松林 教授
	赵宝龙 副教授
	王富霞 农艺师
申 请 学 位 类 别	专 业 硕 士
专 业 名 称	农业推广硕士
研 究 方 向	园艺
所 在 学 院	农学院

中国·新疆·石河子

2017年6月



# **Effects of different resistance rootstocks on growth and Resveratrol content of ‘Cabernet Sauvignon’**

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

**Master of Agricultural**

By

**Zhai Chen**

**(Horticulture)**

Dissertation Supervisor: Prof. Yu Songlin

: A.P.Zhao Baolong

: Assistant Agr. Wang Fuxia

June,2017



## 石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

### 学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其它个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：翟晨

时间：2017年6月5日

### 使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：翟晨

时间：2017年6月5日

导师签名：赵宝龙

时间：2017年6月5日



## 摘 要

### 【目的】

本试验以嫁接在不同砧木上的酿酒葡萄品种‘赤霞珠’为试材,研究抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育、叶片白藜芦醇含量及其前体物质的影响,为新疆地区科学选择‘赤霞珠’葡萄砧木提供参考,为进一步探讨砧穗间相互影响的作用机理提供理论依据。

### 【方法】

选择弗卡(Fercal)、5C、140R、3309M、3309C、SO4、抗砧3号(Kangzhen3)、5BB为砧木与‘赤霞珠’(CS)进行嫁接,以‘赤霞珠’自根苗为对照(CK),对2年生‘赤霞珠’葡萄的新梢长度、砧木和接穗粗度、叶面积、叶绿素含量、可溶性糖含量等生长指标以及光合指标进行测定。同时用高效液相色谱技术,测定成熟葡萄叶片反式白藜芦醇、反式白藜芦醇苷以及合成白藜芦醇前体物质苯丙氨酸、肉桂酸、香豆酸含量,并对合成白藜芦醇相关代谢酶PAL、C4H、4CL、POD、PPO、Malonyl-CoA、4CA的活性进行测定。

### 【结果】

(1)不同抗性砧木对接穗生长影响差异较大,对2年生‘赤霞珠’葡萄生长量有抑制作用;抗性砧木均能显著提高接穗‘赤霞珠’葡萄叶片的叶绿素含量;砧穗组合CS/3309C植株的新梢长度、砧木粗度、接穗粗度均明显高于其它组合;CS/Kangzhen3植株叶片叶面积和叶绿素含量明显高于其它砧穗组合。

(2)不同砧木对接穗的光合特性影响各异,CS/Fercal组合的净光合速率和水分利用率显著高于其它砧穗组合,与自根苗无显著性差异;CS/140R的蒸腾速率和气孔导度高于对照和其它砧穗组合;CS/SO4各项光合指标较低。

(3)8种抗性砧木均显著提高了‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量,其中以140R为砧木嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量最高;通过试验对葡萄叶片合成白藜芦醇前体物质的研究,140R嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸和香豆酸含量最高,肉桂酸含量最高的是3309M嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片;相关代谢酶试验结果得出C4H酶与葡萄叶片白藜芦醇的合成至关重要,而PPO对葡萄叶片白藜芦醇合成也密切相关。

### 【结论】

供试砧木对‘赤霞珠’葡萄生长的各项指标产生不同程度的影响,对‘赤霞珠’葡萄生长有抑制作用;抗性砧木均能显著提高接穗品种‘赤霞珠’葡萄叶片的叶绿素含量,对光合作用产生影响;抗性砧木能显著提高酿酒葡萄叶片白藜芦醇含量,CS/140R是8个砧穗组合中提高‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量最具优势的砧穗组合;CS/3309C、CS/Fercal、CS/Kangzhen3、CS/SO4、CS/140R在不同砧穗组合间长势较好,可进行扩大试验。

关键词: 赤霞珠; 砧木; 生长发育; 白藜芦醇



## Abstract

### 【Object】

In this experiment, the varieties of wine grape ‘Cabernet Sauvignon’ grafted on different rootstocks were used as experimental materials. The objective of this experiment was compare the concentration of Resveratrol and its precursors and the activity of important metabolic enzymes in ‘Cabernet Sauvignon’ grape with eight different rootstocks suitable for Xinjiang Province. The relationship was analyzed between the rootstocks and Resveratrol synthesis. The results provide a reference for selecting resistant grape rootstocks.

### 【Methods】

The eight rootstock cultivars (Fercal, 5C, 140R, 3309M, 3309C, SO4, Kangzhen3, 5BB) were grafted with scions of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes. Two-year-old, self-rooted ‘Cabernet Sauvignon’ plants were used as the control (CK). Mature leaves were collected from the scions and analyzed to determine shoot length, rootstock diameter, scion diameter, chlorophyll content and other growth indicators and photosynthetic characteristics(Pn、Tr、Ci、Gs). The content of trans-Resveratrol, trans-piceid and phenylalanine, cinnamic acid, and coumaric acid were determined by HPLC techniques. The activities of the following enzymes in the phenylalanine pathway of Resveratrol production were also determined: peroxidase(POD), polyphenol oxidase(PPO), phenylalanine ammonia lyase (PAL), cinnamic acid-4-hydroxylase(C4H), 4-coumarate coenzyme A ligase(4CL), Malonyl-coenzyme A (Malonyl-CoA) and 4-coumaric acyl coenzyme A(4CA).

### 【Results】

(1) ‘Cabernet Sauvignon’ grapes and rootstocks were planted in the open field. The results showed that the resistance rootstocks had inhibited on growth of biennial ‘Cabernet Sauvignon’ grape. The effect of different rootstocks on the growth was significantly different. Resistant rootstocks could significantly improve the chlorophyll content of the ‘Cabernet Sauvignon’ grape. Only CS/Kangzhen3 combination the emergence of 'little feet' phenomenon, and more serious. CK, CS/3309M and CS/3309C, the soluble sugar content of CS/3309C was better than that of other treatments. The rootstock thickness, scion thickness and chlorophyll content of CS/3309C were also larger than those of other panicle, but the leaf area was smaller. The content of chlorophyll CS/Kangzhen3, leaf area and scion roughness larger; CS/Fercal thickness rootstock and scion diameter were higher than other treatments; the resistant rootstock could significantly increase the chlorophyll content of scion varieties of grape leaves.

(2) The photosynthetic rate and water use efficiency of CS/Fercal combination were significantly higher than those of other rootstock combinations, and there was no

significant difference with the self-rooted scions. CS/140R transpiration rate and stomatal conductance were significantly higher than the control and other treatments; CS/Kangzhen3 transpiration rate and intercellular carbon dioxide concentration was significantly lower than the control and other treatment; CS/SO4 photosynthetic index were lower than other treatment.

(3) Leaf Resveratrol concentrations were greater in all the grafted scions than in the self-rooted one. Therefore, these resistant rootstocks can significantly increase the Resveratrol concentrations in the leaves of wine grapes. Among the resistant rootstocks in this study, leaf Resveratrol concentrations were highest in scions with 140R rootstock. Scions with 140R rootstock also had the highest phenylalanine and coumaric acid concentrations. Leaf cinnamic acid concentrations were greatest in scions grafted on 3309M rootstock. The enzyme C4H was the key to Resveratrol synthesis in grape leaves. In addition, PPO also had significant influence.

#### **【Conclusion】**

The tested rootstock had an inhibitory effect on various indicators of 'Cabernet Sauvignon' grape. The results showed that the resistance rootstocks had inhibited on growth of biennial 'Cabernet Sauvignon' grape. The effect of different rootstocks on photosynthetic characteristics was significantly different. Resistant rootstocks could significantly improve the chlorophyll content of the 'Cabernet Sauvignon' grape. CS/140R was the most advantageous combination for increasing Resveratrol in 'Cabernet Sauvignon' grape leaves. CS/3309C, CS/Fercal, CS/Kangzhen3 and CS/140R had a good effect on the growth of 'Cabernet Sauvignon' grape.

**Key words:** Cabernet Sauvignon; Rootstock; Growth; Resveratrol

# 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
主要符号及缩略表 (Acronyms and Symbols) .....	VI
引 言.....	1
第一章 文献综述.....	2
1.1 国内外葡萄砧木发展概况.....	2
1.1.1 国外研究历史与现状.....	2
1.1.2 国内研究现状及发展趋势.....	2
1.2 砧木对接穗的影响研究进展.....	3
1.2.1 嫁接亲和性的研究.....	3
1.2.2 砧木对接穗生长发育的影响.....	4
1.2.3 砧木对接穗光合作用的影响.....	4
1.2.4 砧木对接穗果实品质的影响.....	5
1.2.5 砧木对接穗枝条抗逆性的影响.....	5
1.3 白藜芦醇简介.....	5
1.3.1 白藜芦醇的理化特性.....	5
1.3.2 白藜芦醇的诱导以及生物合成.....	6
1.4 白藜芦醇的药理作用.....	7
1.5 白藜芦醇的检测分析.....	7
1.5.1 提取.....	7
1.5.2 分析测定.....	8
1.6 技术路线图.....	9
第二章 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育的影响.....	10
2.1 材料与方法.....	10
2.1.1 试验地的生态条件.....	10
2.1.2 试验材料.....	10
2.1.3 测定方法.....	10
2.1.4 统计分析.....	11
2.2 结果与分析.....	11
2.2.1 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株新梢长、砧木粗度和接穗粗度的影响.....	11
2.2.2 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶面积的影响.....	13
2.2.3 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片叶绿素及可溶性糖含量的影响.....	14
2.2.4 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片光合特性的影响.....	15
2.3 讨论.....	16

2.3.1 不同抗性砧木对赤霞珠植株生长指标的影响.....	16
2.3.2 不同抗性砧木对赤霞珠植株光合指标的影响.....	17
2.4 结论.....	17
第三章 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及其相关物质含量的影响....	19
3.1 材料与方法.....	19
3.1.1 试验材料.....	19
3.1.2 试验仪器及药品.....	19
3.1.3 测定项目及方法.....	19
3.1.4 统计分析.....	21
3.2 结果与分析.....	21
3.2.1 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及白藜芦醇苷含量的影响.....	21
3.2.2 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片合成白藜芦醇前体物质苯丙氨酸、肉桂酸以及香豆酸含量的影响.....	23
3.2.3 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 Malonyl-CoA 和 4CA 浓度的影响.....	24
3.2.4 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 PAL、C4H 和 4CL 酶活性影响.....	25
3.2.5 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 POD、PPO 活性的影响.....	26
3.2.6 白藜芦醇及合成其前提代谢物的相关性分析.....	27
3.3 讨论.....	28
3.3.1 不同抗性砧木品种对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及白藜芦醇苷含量的影响.....	28
3.3.2 白藜芦醇与前体代谢物相关性分析.....	28
3.3.3 白藜芦醇与其代谢酶分析研究.....	29
3.4 结论.....	29
第四章 全文结论与研究展望.....	31
4.1 全文结论.....	31
4.2 研究展望.....	31
参考文献.....	33
致 谢.....	40
作者简介.....	41

## 主要符号及缩略表 (Acronyms and Symbols)

缩写词	英文名	中文名
4CA	4-coumaric acyl coenzyme A	4-香豆酰辅酶 A
4CL	4 - coumarone - coa ligase	4-香豆-辅酶 A 连接酶
ABA	Absciscic acid	脱落酸
C4H	Cinnamic acid - 4 - hydroxylase	肉桂酸-4-羟化酶
CE	Capillary electrophoresis	毛细管电泳
CHI	Isomerase chalcone	查尔酮和异构酶
CHS	Synthase chalcone	查尔酮合酶
Ci	Intercellular CO <sub>2</sub> concentration	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度
FW	Fresh weight	鲜重
GC	Gas chromatography	气相色谱
Gs	Stomatal conductance	气孔导度
HPLC	High performance liquid chromatography	高效液相色谱
Malonyl-CoA	Malonyl-coenzyme A	丙二酰辅酶 A
OMT	Methyltransferase	甲基转移酶
PAL	Phenylalanine ammonia-lyase	苯丙氨酸解氨酶
PD	Piceid	白藜芦醇苷
Pn	Net photosynthetic rate	净光合速率
POD	Peroxidase	过氧化物酶
PPO	Polyphenol oxidase	多酚氧化酶
Res	Resveratrol	白藜芦醇
RS	Resveratrol synthetic enzyme	白藜芦醇合成酶
SPE	Solid phase extraction	固相萃取
STS	Stilbene synthase	芪合酶
Tr	Transpiration rate	蒸腾速率
UFGT	Flavonoids glycosyl transferase	类黄酮糖基转移酶
WUE	Water use efficiency	水分利用效率



## 引言

葡萄是葡萄科 (*Vitaceae*) 葡萄属 (*Vitis*) 植物, 是全球五大果树之一, 其含有丰富的维生素和矿物质, 除鲜食外还可酿酒, 对土壤条件适应性强, 更新容易。2015 年全世界葡萄种植面积已达到 100 千公顷<sup>[1-3]</sup>。

新疆是我国最早种植葡萄的省份, 并且是全国葡萄主要产区之一<sup>[4]</sup>, 也是酿酒葡萄的黄金产区, 张裕、中信国安等企业纷纷在此建厂, 目前已成为中国最大优质葡萄原酒的生产基地<sup>[5]</sup>。

在新疆酿酒葡萄产业处于大发展的同时, 我们也看到, 新疆地域广阔, 生态条件各异, 存在着一些不利的生态因素, 使葡萄常常遭受寒、旱、风、盐碱等危害, 对葡萄生产造成损失, 降低了葡萄种植户的收益<sup>[6]</sup>。葡萄抗性砧木因其能够抵御盐碱、干旱、严寒、病虫害等恶劣的自然环境以及改善果实品质等<sup>[7-9]</sup>而引起人们的重视。葡萄的嫁接栽培已成为葡萄高效健康发展的趋势, 抗性砧木的引入及应用已经成为新疆酿酒葡萄健康发展中的主要措施和必须关注的问题。抗性砧木的引入及利用缓解了恶劣生态环境对葡萄生长发育的影响, 并对酿酒葡萄的品质产生了影响, 从而影响了葡萄酒的品质。

白藜芦醇 (Resveratrol, 简称 Res) 是葡萄植株体内天然形成的多酚类物质, 他对人体具有医疗保健功能, 最先用作植物抗毒素和具有抵抗植物病原物侵染等功能而引起相关学者的高度重视<sup>[10-11]</sup>。白藜芦醇存在于虎杖、买麻藤、葡萄、花生、朝鲜槐等多种植物中, 其中葡萄及葡萄酒等相关产品是人类摄取白藜芦醇的最重要来源<sup>[12]</sup>, 富集于葡萄果实的白藜芦醇在葡萄酒发酵过程中, 葡萄种子和果皮内的白藜芦醇通过乙醇的浸渍作用渗入到葡萄酒中, 从而被人体吸收。白藜芦醇在葡萄中的含量因葡萄种类、生长环境及产地的不同而存在着很大的差异。生态环境因素恶化会刺激白藜芦醇的合成, 机械损伤、真菌侵染、紫外线照射等条件胁迫会刺激葡萄植株防御基因的表达, 此时白藜芦醇含量增加, 以积极抵抗不良环境, 最大限度地保护自己。近年来富含白藜芦醇的植物资源及其产品受到人们的普遍关注, 白藜芦醇含量高低也成为评价葡萄及葡萄酒质量的重要方向。

本项目选择 8 个抗性砧木品种嫁接酿酒葡萄‘赤霞珠’, 以‘赤霞珠’自根苗为对照进行研究, 探讨嫁接在不同砧木上的‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量的变化, 明确不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇合成代谢的相关内源物质及其相关代谢酶活性的变化, 同时研究了不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄生长发育, 光合特性的影响, 旨在为新疆地区‘赤霞珠’酿酒葡萄品种科学合理选择抗性砧木提供理论依据。

## 第一章 文献综述

### 1.1 国内外葡萄砧木发展概况

#### 1.1.1 国外研究历史与现状

国外葡萄嫁接栽培始于 19 世纪末。1854 年, 葡萄根瘤蚜首次出现在北美洲<sup>[13-14]</sup>, 随后由于引入美洲种葡萄使根瘤蚜在南欧葡萄栽培区快速传播, 给欧洲葡萄产业造成了巨大损失, 并且之后相继在法国、英国、美国加利福尼亚出现, 大面积的葡萄园遭受了根瘤蚜的侵害。为了探寻拯救葡萄根瘤蚜措施, 科学家们使用化学药剂和改变栽培条件都无法根治, 直到 1873 年, 法国科学工作者发现抗根瘤蚜的葡萄砧木品种美洲野生葡萄, 利用葡萄砧木嫁接技术成功地抵抗了根瘤蚜病害<sup>[15-16]</sup>。这种嫁接模式解决了世界上主要葡萄产区的生产, 同时也推进了葡萄不同抗性砧木特性和砧木育种的研究。

目前世界上葡萄生产大国对葡萄砧木抗逆性研究不仅在抗根瘤蚜, 还有抗旱、抗寒、抗线虫、抗缺素、抗盐碱等。此外, 砧木对地上接穗部分的影响表现在对接穗品种的果实的产量和品质、物候期、结果习性以及不同抗性的影响上, 这给葡萄种植者在接穗经济性状的改进、不同环境条件的适应、栽培方式等方面带来更多的选择。欧美地区受根瘤蚜的影响比较大, 因此葡萄生产的研究重点是选育具有抗根瘤蚜和抗线虫特性的葡萄砧木, 另外在耐盐碱、抗寒、抗旱等砧木的研究也取得了重大进展。使得矢富罗莎砧木嫁接区域化在法国、保加利亚、德国等国家试现<sup>[17]</sup>。现在葡萄嫁接栽培成效最好的是法国, 其栽培面积达到总面积的 95%。日本针对栽培品种特性和不同地区的环境条件进行砧穗组合选配, 更偏重砧木对接穗生长发育和果实品质影响等方面研究, 日本在葡萄栽培水平和果品质量方面不断提高。西班牙、阿尔及利亚、葡萄牙、土耳其、以色列等国均使用嫁接苗, 韩国则全面采用了嫁接栽培<sup>[18]</sup>。

在嫁接栽培推进的过程中, 嫁接苗生产也出现了转变, 由开始的人工嫁接, 到半自动嫁接, 再到现在的全自动嫁接, 数秒之内就能完成嫁接, 例如意大利、法国等苗木生产大国进行大规模硬枝嫁接时均采用欧米伽全自动葡萄嫁接机。在全自动化嫁接的进程中, 欧美还很重视砧木的无土化栽培, 生产中采用无毒砧木。欧美、日本等投入大量人力、物力从事砧木的选育, 非常重视砧木材料的收集开发和利用。目前, 已经选配出一系列适合不同生态条件及生产目的, 并且具有高抗特性以及复合抗性的多种用途或专一用途的砧木品种<sup>[19-20]</sup>。

#### 1.1.2 国内研究现状及发展趋势

嫁接在我国古代书中就有记载, 嫁接栽培历史悠久, 相对于千年前就开始尝试的蔬菜嫁接栽培, 对葡萄的嫁接栽培探索则较晚起步。葡萄的根瘤蚜在我国也有局部发生, 有记录 1892-1896 年, 先后在甘肃、陕西、山东、辽宁等地发现根瘤蚜, 因为当时葡萄产业发展较弱, 栽培面积较小, 并且容易毒杀, 所以较少传播, 随后逐渐被灭绝。自 2005 年 6 月, 葡萄根瘤蚜在上海嘉定马陆镇某葡萄园首次发现后, 然后相继

在我国多个地区大面积爆发<sup>[21]</sup>。危害品种涉及我国特有品种刺葡萄和欧美杂交种红富士、巨峰，自此推进中国进入了葡萄抗性砧木嫁接栽培时代<sup>[22]</sup>。

国内对葡萄砧木的探索与国外有所差异，因为不受线虫和根瘤蚜等病虫害危害，所以不以抗线虫和抗根瘤蚜为主要研究方向。我国葡萄的主要问题是冻害，研究重点主要为具有抗寒性砧木，其次是抗缺素、病虫害、多湿、干旱、高温和盐碱等<sup>[23]</sup>方面。1983年，傅望衡<sup>[24]</sup>研究了北醇、山葡萄、贝达的抗寒特性，结果表明贝达具有扦插易发根、抗病力强、嫁接成活率高等优点。山葡萄和贝达两种砧木的应用，保证了我国北方寒冷地区葡萄产业的健康发展。上海市农科院<sup>[25]</sup>将‘华东葡萄’与‘佳利酿’杂交选育出优良砧木品种‘华佳8号’，其生长势极强，根系发达，其作砧木总生长量是常规巨峰砧藤稔的3.7倍，他的应用推动了我国南方地区藤稔葡萄嫁接苗栽培的发展。

近年来，我国相继引进了国外三十多个无病毒的葡萄砧木品种，并从中筛选出了一些性状优良的砧木如420A、Dogridge、101-14、5BB、SO4等<sup>[26]</sup>，这些砧木具有抗旱、抗寒、抗根瘤蚜、耐石灰土壤等优点，在生产中也得到了一定利用。全面的认识了不同砧木种质资源的特点，及常见品种的抗性，探索不同品种的砧木在特定栽培条件下的适应性，保障优质生产，推进我国葡萄产业的长远和宏观发展，是我国葡萄嫁接栽培的主要研究方向。

## 1.2 砧木对接穗的影响研究进展

### 1.2.1 嫁接亲和性的研究

采用嫁接栽培，利用优良的葡萄砧木，嫁接苗能否成功地应用到生产，亲和力是其中最主要的问题。嫁接亲和性是考量砧木优劣的关键因素<sup>[27]</sup>，有些砧木品种虽然具有较强的抗性，却与主栽品种的亲和性较差，导致其无法被直接利用。近几年来，嫁接栽培在生理学、细胞学、生物化学和组织学等方面均取得了长足进步。

国内涉及此方面的研究多数是从嫁接苗枝条生长量、嫁接口内外形态解剖结构、嫁接愈合过程、嫁接部位状况、嫁接成活率等方面入手进行探究，得出不同嫁接组合亲和力强或弱的结论。石雪晖等人<sup>[28]</sup>研究发现葡萄叶片可溶性糖含量和叶片水势与亲和力有关，砧穗间差异度越小亲和力越强，反之则越弱，组织钾素含量、氮素含量、干物质含量与亲和力无关。王淑英等<sup>[29]</sup>通过研究枝条生长量、嫁接口内外形态解剖结构、嫁接成活率及新梢早期生长动态，发现红富士与掌裂草葡萄完全不亲和，与其它3种野生葡萄的嫁接亲和性由强到弱分别为华东葡萄>秋葡萄>毛葡萄。圆叶葡萄以及冬葡萄和沙地葡萄的杂交砧木与多数栽培品种亲和性较差，而沙地葡萄和河岸葡萄砧木嫁接亲和力较高<sup>[30-31]</sup>。程建徽<sup>[32]</sup>等人对不同砧木嫁接金手指葡萄研究发现洛特沙地、3309C、盐河等砧木嫁接亲和性较差，砧木‘Dogridge’很难生根，相反5C、SO4等嫁接金手指的成活率和亲和性较高。

国外的研究主要从细胞生物学、生理学、解剖学、生物化学及酶学等角度出发，研究嫁接的不亲和性，其结果在理论上对该问题进行更深一步的研究。Parkins等<sup>[33]</sup>

研究离体茎段嫁接发现在亲和性假酸浆和番茄的嫁接组合中,砧木可以将铁粒子随水分运输到接穗,而在不亲和的嫁接组合中,嫁接体之间无法形成木质部桥,导致在接穗中无法检测到铁粒子。Stiger<sup>[34]</sup>研究发现库源关系影响同化物在接穗和砧木间的输导。Kolmann 和 Rarchow Brandi<sup>[35]</sup>对番茄马铃薯嫁接过程中同化物的输导研究结果也证明了这一点。

嫁接亲和性的影响因素较多,遗传因素是相对较为重要因素之一。砧木与接穗的遗传关系越远亲和性越弱。嫁接亲和性受何种基因控制及其生物学过程,至今仍不清楚。一种观点认为嫁接的亲和与不亲和性取决于细胞识别系统;而另一种观点认为导致嫁接的不亲和是因为不亲和的因素强于亲和因素造成的。

### 1.2.2 砧木对接穗生长发育的影响

砧木对接穗生长发育影响是非常重要的课题。根据葡萄砧木对接穗的影响可分为矮化砧木和乔化砧木两类。但是,砧木对嫁接品种的影响又非常复杂,在生长环境较差的地区,长势弱的砧木很难抵御恶劣环境,因此需要生长势强的砧木确保植株正常生长。而在一些适宜葡萄生长的地区,可采用长势弱的砧木品种,以控制葡萄早成熟。

在相同的土壤、气候等条件下,不同砧木对同一接穗的生长发育、果实品质等也有不同程度的影响<sup>[36-38]</sup>。这主要取决于砧木本身的遗传特性<sup>[39]</sup>。砧木对接穗营养生长的研究,主要表现在叶面积、叶绿素含量、枝条生长量、可溶性糖含量等方面。嫁接在 3309C 上的高产耐涝白葡萄酒‘Horizon’品种其生长量增加<sup>[40]</sup>。Singh<sup>[41]</sup>研究表明嫁接在砧木 St George 和 C-1613 上的‘Perlette’品种其枝条节间较短,具有矮化作用。国内对该研究方向也已有大量报道,藤稔葡萄嫁接在砧木 5BB、华佳 8 号、SO4 上其树体长势显著高于扦插苗,而砧木品种 101-14、Glorie 等降低了树势<sup>[42]</sup>。梅军霞等<sup>[43]</sup>研究发现三种砧木 225Ru、沈 530、Gloire 可增强红马斯卡特葡萄的生长势。钟海霞等<sup>[44]</sup>对 3 年生克瑞森无核葡萄嫁接不同砧木为研究对象,发现砧木 110R 和 SO4 增加接穗枝条的生长量,砧木 101-14MG 和 SO4 使克瑞森无核葡萄提前成熟。以华佳 8 号为砧木的接穗红地球其枝条生长量上高于红地球/巨峰组合<sup>[45]</sup>。嫁接在 SO4 和贝达上的鄞红葡萄与自根苗相比生长势无明显变化<sup>[46]</sup>。

### 1.2.3 砧木对接穗光合作用的影响

光合作用是植物形成产量和品质的重要途径,目前对葡萄光合作用的研究较为详细,而对不同砧木嫁接对葡萄光合特性差异影响的报道较少。During<sup>[47]</sup>把雷司令嫁接在 K-5BB 上探究了砧木对接穗光合作用的影响,结果表明,砧木能够影响接穗葡萄品种叶片的气体交换,嫁接苗光合速率的最大值明显高于自根苗,所有砧穗组合的梭化速率(Pn/Ci)均较自根苗高。砧木还能够影响光合速率和气孔导度。李双岑等<sup>[48]</sup>探究发现,不同砧木嫁接的霞多丽叶片净光合速率与气孔导度呈正相关,并与叶绿素含量也成呈正相关,不同砧木对霞多丽葡萄光合特性有显著性影响。Bica 等<sup>[49]</sup>研究结果表明砧木能够明显的影响叶面积、叶绿素含量、气孔导度和量子产额。Keller 等<sup>[50]</sup>研究发现嫁接在 K-5BB 砧木上的葡萄比嫁接在 3309C 上有较高的叶绿素含量。肖慈木等<sup>[51]</sup>研究发现不同砧木对自由水和束缚水含量、光合强度和叶绿素、叶片营养物质

含量和矿质元素含量都有明显的影响。

#### 1.2.4 砧木对接穗果实品质的影响

葡萄砧木对结果方面的影响有果实的硬度和着色、结果期、果实品质和产量、果实的耐储存性和成熟度等方面。就砧木对接穗品种的单株产量而言。Whiting<sup>[52]</sup>研究表明,进行试验的8个砧木均可显著提高‘霞多丽’、‘西拉’、‘赤霞珠’的单株产量,Ramsey、102、5A、Harmony、K51-32、ARG No1、Schwarzmann、洛特等8个砧木嫁接的‘赤霞珠’比自根苗栽培增产27.0%~111.1%,单株平均果穗数也超过自根苗栽培。赵亚夫等<sup>[53]</sup>人在江苏丘陵地区对巨峰葡萄的4种砧木5BB、Hybrid Frame、贝达、101-14筛选,试验表明各个砧木嫁接的巨峰葡萄产量明显高于对照,且产量最高以砧木5BB最好。Reynolds等<sup>[54]</sup>以9种接穗包括霞多丽、琼瑶浆、奥尔特加、雷司令、DeChaunac、马雷夏尔福煦、欧垦那根雷司令、赛伯拉、潘德雷,4个砧木包括3309C、K-5BB、5C和SO4为嫁接组合,研究表明9种砧木对单粒重、单株穗重和单株产量无显著影响。吴江等<sup>[55]</sup>用SO4、5BB、贝达、巨峰作砧木,矢富罗莎葡萄为接穗,发现砧木SO4的接穗果实性状表现突出,平均穗重增加了26.46%和平均粒重增加了6.10%。在果实硬度方面,蒋爱丽等<sup>[56]</sup>研究结果发现,砧木嫁接的藤稔葡萄在结试性能上均较优良,其果实的可溶性固形物含量、生长势、果粒大小等方面均比对照表现要好,而Barbera栽培品种嫁接在5BB和125AA上,表现为前期生长较为迅速,较早进入结果期。Venegas等<sup>[57]</sup>研究了8种砧木对红宝石无核葡萄品质的影响,发现SO4优于其它砧木,嫁接后果穗大、果粒大、硬度高、抗压力强,其次是99R和5BB,而在110R上品质最差,表现为果粒软、果穗小。骆军等将‘藤稔’嫁接到不同砧木上研究其表现,结果显示,果实转色期花色素苷合成途径的UFGT、CHI、PAL 3个酶的活性受砧木影响,从而对花色素苷的合成产生影响<sup>[58-59]</sup>。而刺葡萄作为巨峰砧木有助于过果实提早着色<sup>[46]</sup>。贵人香、梅鹿辄和赤霞珠嫁接在520A上则使果穗重量下降,520A作赤霞珠砧木显著增加果实有机酸含量,而可溶性固形物含量和含糖量降低<sup>[60]</sup>。

#### 1.2.5 砧木对接穗枝条抗逆性的影响

相关研究发现,抗性砧木的应用对葡萄接穗品种低温伤害的降低和果实品质的改善有显著作用。赵宝龙<sup>[61]</sup>对新疆地区的酿酒葡萄品种‘赤霞珠’和鲜食葡萄品种‘弗蕾无核’嫁接于不同抗性砧木的研究发现101-14、1103可以增强‘赤霞珠’枝条的抗寒性,而Ru140对‘赤霞珠’葡萄的抗寒性提高不显著。对于‘弗蕾无核’葡萄,在1103、抗砧5号、抗砧1号3个砧木中,抗砧1号、抗砧5号可以提高接穗品种‘弗蕾无核’枝条的抗寒性。而1103明显提高‘弗蕾无核’枝条抗寒性。陈继峰等<sup>[62]</sup>对不同砧木品种的抗旱性研究中发现:抗旱性较强的品种为5BB、520A、225A等,而较弱的为Salt Greek、贝达、SO4、3309C。

### 1.3 白藜芦醇简介

#### 1.3.1 白藜芦醇的理化特性



最高峰值为 260-270nm<sup>[78]</sup>。有学者对花生 STS 基因表达量的研究发现，紫外处下的白藜芦醇合成是对照处理的 200 倍，而经过百草枯处理的白藜芦醇合成是对照处理的 20 倍；罗藜等<sup>[79]</sup>对不同光照条件和不同紫外剂量诱导白藜芦醇的合成进行了研究，结果发现紫外剂量增加时，白藜芦醇含量随之增加。Dercks<sup>[80]</sup>等研究发现接种后使用乙磷酸杀菌剂可以使白藜芦醇的含量扩大几倍。元桂梅等<sup>[81]</sup>研究发现乙磷铝诱导不能使离体叶片产生白藜芦醇，但可以诱导田间生长的黑比诺葡萄叶片产生白藜芦醇。育种学方面相关研究认为，使用不同病菌进行侵染植株，然后比较的白藜芦醇含量，可以选育具有抗病特性的品种，大大缩短育种年限<sup>[82]</sup>。

## 1.4 白藜芦醇的药理作用

白藜芦醇作为植物在逆境中产生的抗毒素，可抵御霉菌的感染。他是一种对人类健康有显著作用的天然活性物质，在国际上引起了广泛的关注。众多药理学试验表明，白藜芦醇对人体有医疗保健功能，他是治疗组织癌变和抑制肿瘤发生最有前途的药物之一，美国相关学者研究认为，白藜芦醇对癌症发生的起始、增进和扩展三个主要阶段的相关细胞活动有明显的抑制效果，因而白藜芦醇被作为防癌的天然物质之一<sup>[83]</sup>。

白藜芦醇不仅具有防癌活性，还能防治心血管疾病，研究认为红葡萄酒对心血管系统的保护可能是由于其中的白藜芦醇起作用。白藜芦醇对心血管系统的作用主要表现为对内皮素-1、血小板凝聚及脂类代谢的影响。上世纪 80 年代，相关学者对患有高血和脂脂肪肝的兔子眼睛使用白藜芦醇后，抑制了部分在肝脏内的积累总胆固醇和甘油三酯，小鼠静脉注射白藜芦醇，其肝脏中由 <sup>14</sup>C-软脂酸形成的脂肪大量减少<sup>[84]</sup>。Gehn 博士发现，白藜芦醇与一种雌性激素己烯雌酚的化学结构非常相似，葡萄酒中的白藜芦醇调节血液中胆固醇的水平就是通过与人体中雌性激素的结合，从而减少了人们患心血管病的危险<sup>[85]</sup>。

研究发现，脂质过氧化物会损害动物肝脏。白藜芦醇能减少肝脏以及过氧化物的脂质在体内的积累，减少肝脏收到损害<sup>[86]</sup>。

最近研究表明白藜芦醇还可以标识激酶和神经细胞，对老年人的退化疾病，如帕金森症、早老性痴呆症等都有较好的预防和治疗作用。1997 年法国波尔多大学中央医院报道，每天饮红酒 3-4 杯可延迟老年患痴呆症的发生<sup>[87]</sup>。

白藜芦醇结构式具有抗氧化等特性的是双键结构和酚羟基的存在，因此还常用作食品、化妆品等的抗氧化剂<sup>[88]</sup>。另外，他还具有抗炎、抗微生物细菌、防治神经性疾病、预防动脉硬化、防治冠心病等作用<sup>[89]</sup>。

## 1.5 白藜芦醇的检测分析

### 1.5.1 提取

目前，白藜芦醇提取工艺较为成熟，一般采用以下这些提取方法。首先是液-液提取即用溶剂萃取样品中的白藜芦醇和白藜芦醇苷，根据化合物的相似相溶原理，白藜芦醇提取的常用溶剂有乙酸乙酯、乙醇、甲醇和氯仿等。提取方式有浸渍提取、回

流提取、微波提取、超声提取、超临界萃取等。浸渍提取时间长,不利于白藜芦醇的保护。回流提取能将植物组织中的目标物质提取较完全,是目前较常用的提取方法。微波、超声提取常用作提取的辅助手段。超临界萃取是比较新的提取方法,优点是安全有效,但是提取成本高。固相萃取(SPE)是近年来发展起来的一种试样预处理技术,采用 C18 等为固相萃取柱材料,弥补了溶剂提取的缺陷。近年来,逐渐应用于白藜芦醇的提取中<sup>[90]</sup>,当含白藜芦醇的样品加入固相萃取柱后,白藜芦醇和白藜芦醇苷即被吸附在萃取柱上,用淋洗剂洗去其它杂质后,再用少量溶剂将待测组分洗脱出来,常用的洗脱溶剂为甲醇和乙酸乙酯。该萃取方法不但能除去大量杂质,而且大大简化了操作步骤,也可以提高白藜芦醇的检测限,对发布时白藜芦醇的回收率达到 100%。

### 1.5.2 分析测定

白藜芦醇的定性分析:根据白藜芦醇在不同的条件下呈现特征颜色的特性,可以利用薄层层析方法进行快速定性分析<sup>[91]</sup>(如表 1-2)。除此外还有气相色谱-质谱(GC/MS)和液相色谱-质谱(HPLC/MS)联机定性分析法、红外光谱分析、核磁共振等方法均准确地认定了白藜芦醇及其衍生物的结构。

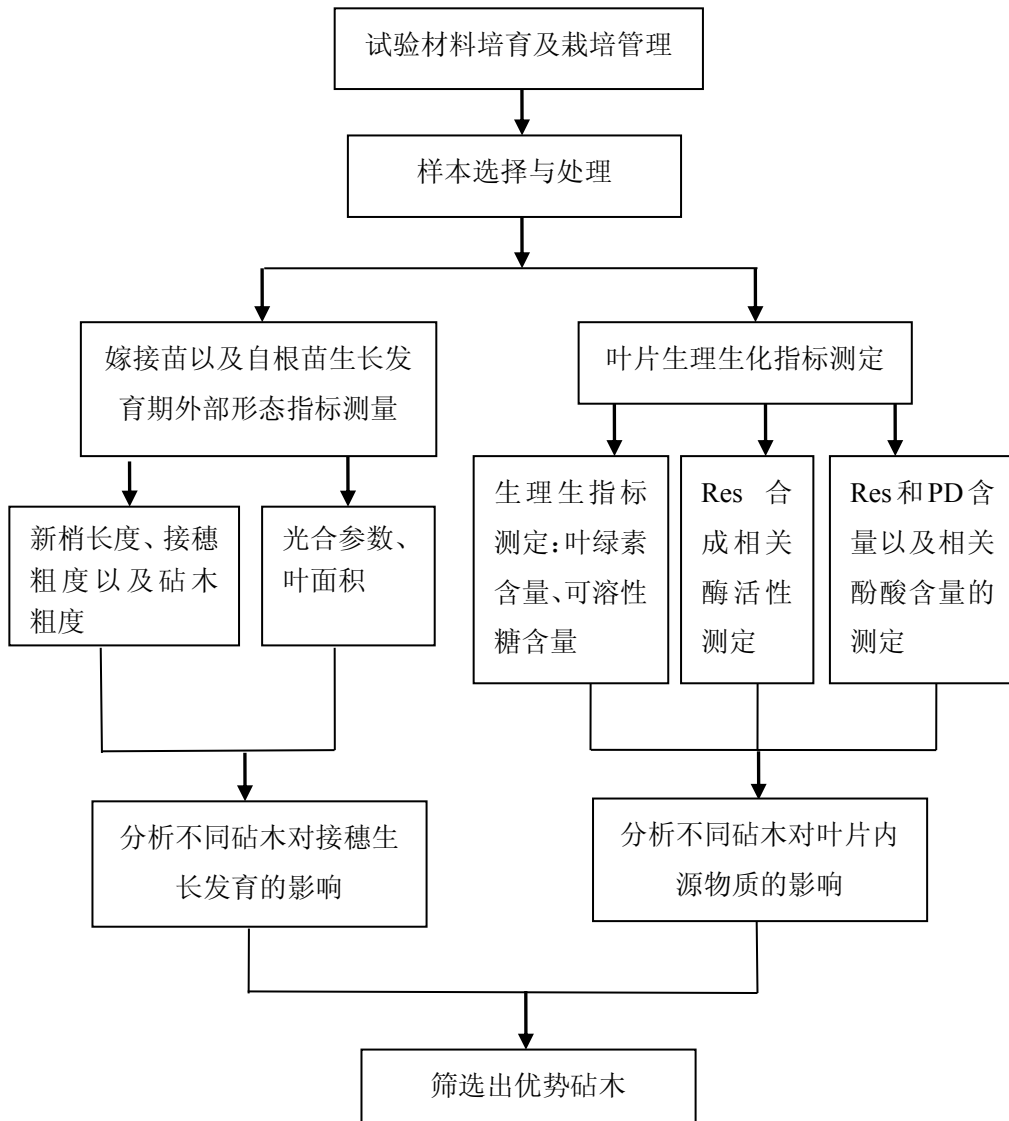
白藜芦醇的定量分析:在白藜芦醇定量分析中,高效液相色谱法(HPLC)是应用最为广泛和成熟的方法。白藜芦醇及其衍生物的检测波长为 288nm、306nm、308nm,色谱柱常用 Lichrospher C18, Zorbaxsb C18Hypersil C18, EclipseXDB C 18 等,流动相常用乙腈-水、乙腈-冰乙酸和乙腈-磷酸等,常用紫外检测器、二极管阵列检测器、电化学检测器和荧光扫描检测器等。高效液相色谱法关键在于找到适合的洗脱方法,洗脱方法可以分为等度洗脱和梯度洗脱,等度洗脱是在洗脱过程中不改变洗脱溶剂的配比,而梯度洗脱是在洗脱分离过程中,洗脱剂的配比随时间变化而改变。等度洗脱比梯度洗脱分离效果好,但时间较长,因此洗脱方法选择需根据样品特点。王琴飞等<sup>[92]</sup>建立了高效液相色谱分析法同时检测葡萄叶片中白藜芦醇、 $\epsilon$ -葡萄素、云杉苷、 $\delta$ -葡萄素、紫檀芪 5 种芪类化合物。

气相色谱(GC)方法可以定量分析白藜芦醇,但是该法使用受到限制,因为增加了处理环节,需要对样品进行处理。此外,也有文献报道,采用毛细管电泳(CE)和薄层荧光扫描法定量分析白藜芦醇,方法简便、可靠,具有良好的重现性。

表 1-2 不同条件下白藜芦醇的显色特性

作用条件	氨			
	可见光	紫外光	可见光	紫外光
特征颜色	淡黄色	紫色荧光	黄色	亮蓝色
作用条件	三氯化铁	铁氰化钾	磷钼酸	对硝基苯胺重氨盐
特征颜色	暗绿色	血红色	深蓝色	棕黄色

## 1.6 技术路线图



## 第二章 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育的影响

### 2.1 材料与amp;方法

#### 2.1.1 试验地的生态条件

试验地点位于新疆石河子农学院试验站（86°06'N，44°32'E），该地年平均气温6.5~7.2℃，1a中的最高气温出现在7月，平均气温为25.1~26.1℃；≥0℃的活动积温为4023~4118℃，≥10℃的活动积温为3570~3729℃；日照时数为2721~2818h；无霜期为168~171d；年降水量为125.0~207.7mm；年均蒸发量1514mm；地势平坦，土壤偏碱性；钙含量丰富。

#### 2.1.2 试验材料

抗性砧木均来自郑州果树研究所国家葡萄资源圃。包括：

弗卡（Fercal）：抗根瘤蚜、根结线虫能力较强，抗缺铁失绿能力非常强，抗旱，耐石灰质土壤。

5C：属多抗性砧木，抗根瘤蚜、根结线虫，抗旱，耐寒，耐湿，耐石灰质土壤能力强。嫁接的品种表现早熟、着色好、糖度高。

140R：属多抗性砧木，根系抗根瘤蚜，抗根线虫能力较强，耐石灰性土壤可达20%，生长势旺盛。

3309M：植株生长势强，产条量大，扦插生根率强，当年生长较快，嫁接成活率高，亲和性好，发苗快，耐湿性强，耐高温，耐潮湿性较强。

3309C：根系极抗根瘤蚜，有利于接穗品种早熟，与栽培品种嫁接后，小脚现象少，抗旱、抗寒能力强。

SO4：抗旱能力特强，耐湿，耐盐，耐酸，耐石灰质土壤，抗线虫和抗根癌病能力强，早熟，品质好。

抗砧3号（Kangzhen3）：其耐盐碱，高抗葡萄根瘤蚜和根结线虫，适应性广，产条量高，与生产上常用品种嫁接亲和性良好。

5BB：极抗根瘤蚜、根结线虫，耐石灰质土壤和耐湿性较好，能耐20%活性钙，在粘土中生长良好。

接穗品种：为赤霞珠（Cabernet Sauvignon，CS）优系169。

砧穗组合分别为CS/Fercal、CS/5C、CS/140R、CS/3309M、CS/3309C、CS/SO4、CS/Kangzhen3、CS/5BB，每个砧穗组合作为一个处理；以‘赤霞珠’自根苗为对照（CK）。2015年初，在温室内进行葡萄硬枝嫁接育苗，秋季选取长势一致的1年生硬枝嫁接苗各10株定植于实验地，东西走向，株距0.5m，栽培管理条件一致。每个处理选取5次重复。

#### 2.1.3 测定方法

2016年（6月4日起）对2年生不同抗性砧木的‘赤霞珠’葡萄植株生长及光合特性等各项生理指标的测定。

生长指标的测定：统计各处理组内新梢数量情况，抹去长势弱的新梢，每个处理组选取生长长势一致且发育良好的新梢，并进行标记，新梢不摘心。每间隔 15 天测量新梢长、砧木粗、接穗粗。新梢长用卷尺测量；砧木粗取离嫁接接口以下 2cm 处，用游标卡尺测量；接穗粗取离嫁接接口以上 2cm 处，用游标卡尺测量。

叶面积测定：用叶面积扫描仪(Li3100 台式叶面积扫描仪，美国)测定叶面积。取叶部位为新梢生长期，叶龄 20 天左右，第四节位功能叶片。

叶片各项光合生理指标的测定：采用 CIRAS-3 便携式光合仪测定。选择生长旺盛期内晴天无云天气，从上午 8:00-20:00 选取新鲜叶片(从顶端的第 4 至第 7 片叶之间)，测定光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)、胞间浓度 CO<sub>2</sub> 浓度(Ci)以及水分利用率(WUE)，每隔个 2 小时测定 1 次，测定时避开叶面主脉及伤害部位。

叶绿素含量测定：采用丙酮法<sup>[93]</sup>。将采集好的葡萄叶片，用去离子水冲洗干净擦干，避开叶脉，剪成细丝，准确称取叶片 0.3 克，分别放入研钵中，加入少量石英砂及 3ml 96%乙醇，研成匀浆，再加乙醇 10ml，静置 3-5min。过滤至 25ml 容量瓶中，用乙醇冲洗研钵，定容至 25ml，摇匀。用分光光度计测定 665nm、649nm 的吸光度，以 96%乙醇为对照。计算公式为：

$$\text{叶绿素 a 含量}(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(13.95\text{OD}_{665}-6.88\text{OD}_{649})\times V/(1000\times W)$$

$$\text{叶绿素 b 含量}(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(24.96\text{OD}_{649}-7.32\text{OD}_{665})\times V/(1000\times W)$$

$$\text{叶绿素总含量}(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(18.08\text{OD}_{645}+6.63\text{OD}_{663})\times V/(1000\times W)$$

式中：OD 为测定波长下的光密度；

V 为叶绿素提取液总体积；

W 为葡萄叶片鲜重。

可溶性糖含量测定：采用硫酸蒽酮法<sup>[94]</sup>。将采集好的葡萄叶片，用去离子水冲洗干净擦干，避开叶脉，剪碎放入试管中，加入 10ml 蒸馏水封口，蒸馏水煮沸 30min，过滤至 50ml 容量瓶中，反复冲洗残渣，定容至刻度。取 2ml 待测液，加入 4ml 蒽酮试剂，摇匀煮沸 15min，待冷却后测定 620nm 处吸光度值。计算公式为：

$$\text{可溶性糖含量}=(C_1\times V/v)/W$$

式中：C<sub>1</sub> 由标曲计算得出的可溶性糖含量(μg)；

V 为提取液总体积(ml)；

v 为测定时加样量(ml)；

W 为样品重(g)。

#### 2.1.4 统计分析

采用 Excel2003 和 SPSS 17.0 软件对数据进行统计分析。显著水平选定在 0.05，相关性分析显著水平选定在 0.05，极显著水平选定在 0.01。采用 OriginPro 7.5 制作图表。

## 2.2 结果与分析

### 2.2.1 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株新梢长、砧木粗度和接穗粗度的影响

在所调查的砧穗组合中，自根苗新梢生长均强于嫁接苗（图 2-1）。至秋季摘心之前（8 月 3 日），新梢生长量大小顺序依次为 CK > CS/3309C > CS/140R > CS/SO4 > CS/5C > CS/3309M > CS/Fercal > CS/Kangzhen3 > CS/5BB。CS/3309C 的新梢长度（160 cm）优于其它嫁接苗，为对照的 97.16%；CS/5BB 新梢生长较其它砧穗组合生长缓慢，为对照的 43.52%；其它处理间无明显差异。7 月 6 日前 30 d 中除 CS/3309C 外，其它砧穗组合新梢长度长势比较均匀，7 月 6 日之后 CS/5BB 新梢生长速度明显降低。

如图 2-2 所示，CS/Fercal 和 CS/3309C 砧木粗度显著高于其它砧穗组合，分别达到 14.07 mm 和 13.98 mm。除 CS/Fercal 和 CS/3309C 外，CS/3309M 砧木粗度在测量前 30 d 较其它砧木生长快，第 45 d 后生长缓慢，与其它组合砧木粗度无明显差异，砧木粗度最小的是 CS/5C 组合，粗度是 11.75 mm，为 CS/Fercal 的 83.51%；就生长量来说，砧木 Fercal、140R、3309C、3309M 以及 5BB 的粗度均增长了 2 cm 及以上。砧木生长量由高到低依次为 CS/140R > CS/5BB > CS/3309C > CS/3309M > CS/Fercal > CS/Kangzhen3 > CS/5C > CS/SO4。

如图 2-3 所示，在调查的第 30 d 前，即新梢萌芽后至果实发育初期，接穗的粗度基本上处于同一水平，均无明显差异。在调查的 30-60 d 即果实发育中后期，砧木 3309C 的接穗茎粗生长速度加快，与其它砧穗组合相比差异非常明显，接穗粗度为 13.18 mm，而接穗粗度最低组合是 CS/5C，仅为 CS/3309C 的 78.76%。接穗生长量由高到低依次为 CS/3309C > CS/Fercal > CS/Kangzhen3 > CS/SO4 > CS/5C > CS/5BB > CS/140R > CS/3309M。接穗茎粗增长量较砧木快，砧木 3309C 的接穗粗度增加量最多达到 5 cm，而砧木 3309M 上的增加量最少，仅有 2.5 cm，其生长最为缓慢，其它接穗生长量在 3.0~3.5 cm。

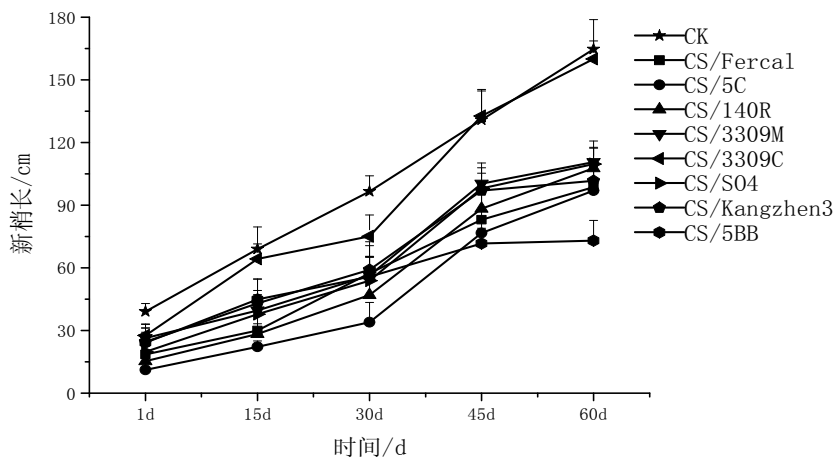


图 2-1 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株新梢长度的影响

Fig 2-1 Effect of different rootstocks on shoot length of ‘Cabernet Sauvignon’ grape

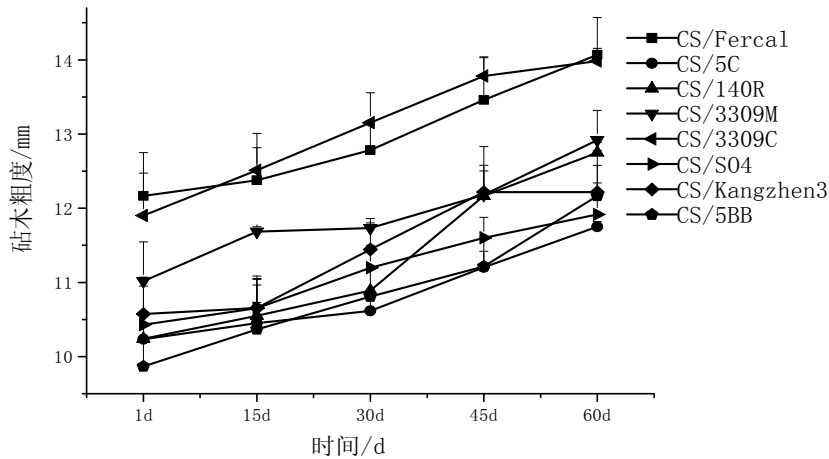


图 2-2 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株砧木粗度的影响

Fig 2-2 Effect of different rootstocks on rootstock diameter of‘Cabernet Sauvignon’grape

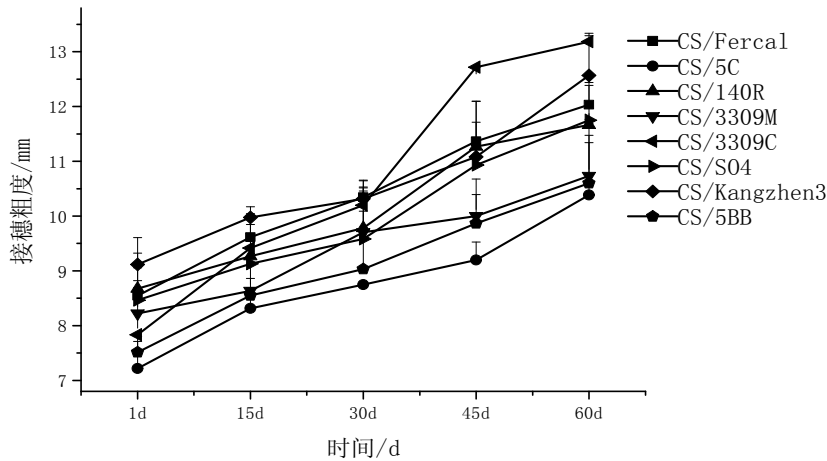


图 2-3 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株接穗粗度的影响

Fig 2-3 Effect of different rootstocks on scion diameter of‘Cabernet Sauvignon’grape

### 2.2.2 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶面积的影响

由图 2-4 可知，不同砧穗组合间叶面积大小存在差异，CS/3309M、CK、CS/Kangzhen3 植株叶面积无明显差异且高于其它砧穗组合，其中 CS/3309M 组合的‘赤霞珠’植株叶片面积最大为 206.49 cm<sup>2</sup>，其次是‘赤霞珠’自根苗（191.99 cm<sup>2</sup>）与 CS/Kangzhen3（188.83 cm<sup>2</sup>）组合，面积大小分别为 CS/3309M 的 93.0%和 91.4%；叶面积最小的组合是 CS/140R，为 154.35 cm<sup>2</sup>，仅为 CS/3309M 的 74.75%。CS/5C、CS/140R、CS/5BB 之间叶面积差异不显著。不同砧穗组合叶面积大小依次为 CS/3309M > CK > CS/Kangzhen3 > CS/SO4 > CS/Fercal > CS/3309C > CS/5BB > CS/5C > CS/140R。

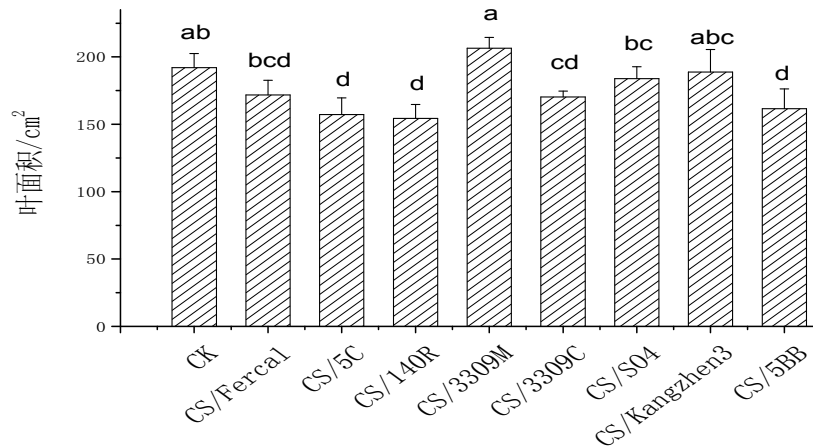


图 2-4 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄植株叶面积的影响

Fig 2-4 Effect of different rootstocks on leaf area of ‘Cabernet Sauvignon’ grape

### 2.2.3 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片叶绿素及可溶性糖含量的影响

由表 2-1 可知，不同抗性砧木均不同程度提高了植株叶片的叶绿素含量，并表现为显著性差异。嫁接苗与自根苗葡萄叶片叶绿素含量在 1.17~2.68 mg/g 之间。以 Kangzhen3 作砧木的‘赤霞珠’植株叶片叶绿素含量最高，高于其它砧穗组合及自根苗植株 1.52%~129.06%，不同砧穗组合 CS/Kangzhen3、CS/SO4、CS/3309C、CS/Fercal、CS/5BB 间植株叶片叶绿素含量无显著性差异且显著高于对照和 CS/5C；自根苗叶绿素含量最低，仅为 CS/Kangzhen3 叶绿素含量的 43.66%。不同砧穗组合叶绿素含量大小顺序依次为 CS/Kangzhen3 > CS/SO4 > CS/3309C > CS/Fercal > CS/5BB > CS/140R > CS/3309M > CS/5C > CK。

8 种抗性砧木均不同程度降低了植株叶片的可溶性糖含量，并显著低于对照；在这 8 个砧穗组合中 CS/3309M 植株叶片可溶性糖含量最高，CS/SO4 可溶性糖含量最低，并与 CS/Fercal、CS/5C 组合间无显著性差异。不同砧穗组合叶片可溶性糖含量大小顺序为 CK > CS/3309M > CS/3309C > CS/140R > CS/5BB > CS/Kangzhen3 > CS/Fercal > CS/5C > CS/SO4。

表 2-1 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片叶绿素含量及可溶性糖含量的影响

Table 2-1 Effects of different rootstocks on chlorophyll content and soluble sugar content of 'Cabernet Sauvignon' grape leaves

处理	叶绿素含量 mg/g	可溶性糖含量%
CK	1.17 e	17.64 a
CS/Fercal	2.41 abc	12.96 f
CS/5C	1.89 d	12.85 f
CS/140R	2.32 bc	14.30 cd
CS/3309M	2.29 c	16.28 b
CS/3309C	2.45 abc	15.21 bc
CS/SO4	2.64 ab	12.46 f
CS/Kangzhen3	2.68 a	13.69 de
CS/5BB	2.35 abc	14.29 cd

表 2-1 注：同一列数据中不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

Note2-1: The different letters in a column indicate significant difference at 0.05 level.

#### 2.2.4 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片光合特性的影响

表 2-2 中，不同砧木嫁接的‘赤霞珠’与自根苗葡萄叶片 Pn 在 1.67~5.83  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，其中砧木 Fercal 嫁接的‘赤霞珠’Pn 最高，达到 5.83  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ；CS/5C 与 CS/140R 组合间植株叶片 Pn 无显著差异且仅低于 CS/Fercal 组合和自根苗；SO4 嫁接的‘赤霞珠’Pn 最低为 1.67  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。Pn 最高组合（CS/Fercal）比最低组合（CS/SO4）高出 249.10%。不同砧穗组合叶片 Pn 由高到低依次为 CS/Fercal > CK > CS/140R > CS/5C > CS/5BB > CS/3309M > CS/3309C > CS/kangzhen3 > CS/SO4。

叶片 Tr 值最高的砧穗组合是 CS/140R [4.24  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ]；CS/Fercal、CS/5C、CS/3309M、CS/3309C 4 个砧穗组合植株叶片的 Tr 值与‘赤霞珠’自根苗无显著性差异，并高于 CS/SO4、CS/5BB、CS/Kangzhen3 3 个砧穗组合。不同组合 Tr 由高到低依次为 CS/140R > CS/5C > CK > CS/3309M > CS/3309C > CS/Fercal > CS/SO4 > CS/5BB > CS/Kangzhen3。

CS/SO4 砧穗组合叶片 Ci 最高，达到 397.76  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ；CS/5BB 叶片 Ci 最低，为 346.61  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。组合 CS/SO4、CS/5C、CK、CS/3309M、CS/140R、CS/Fercal、CS/3309C 之间无显著性差异，显著高于 CS/kangzhen3 和 CS/5BB。不同砧穗组合 Ci 从大到小依次为 CS/SO4 > CS/5C > CK > CS/3309M > CS/140R > CS/Fercal > CS/3309C > CS/kangzhen3 > CS/5BB。

砧木 140R 嫁接的‘赤霞珠’植株叶片 Gs 最高，达 222.29  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，是 Gs 最低的砧穗组合 CS/SO4 的 1.8 倍。砧穗组合 CS/Fercal、CS/5C、CS/3309M 植株叶片的 Gs 与‘赤霞珠’自根苗之间差异不显著，CS/5BB、CS/Kangzhen3、CS/SO4 砧穗组合之间的 Gs 无显著性差异。不同砧穗组合 Gs 从大到小依次为 CS/140R >

CS/Fercal > CK > CS/3309M > CS/5C > CS/3309C > CS/5BB > CS/Kangzhen3 > CS/SO4。不同处理间 Gs 与 Pn 呈显著正相关, 相关系数为 0.766, 与 Tr 呈极显著正相关, 相关系数为 0.890。

自根苗 WUE 最高, 为 1.69 g/kg, 以 SO4 为砧木的‘赤霞珠’植株 WUE 最低, 为 0.48 g/kg, 自根苗‘赤霞珠’WUE 是其 3.5 倍。砧穗组合 CS/Fercal 植株 WUE 与自根苗‘赤霞珠’无显著性差异, 并明显高于组合 CS/5C、CS/140R、CS/kangzhen3、CS/3309M、CS/3309C、CS/SO4, 这 6 个砧穗组合都不同程度降低了叶片的 WUE。不同砧穗组合间 WUE 由大到小顺序为 CK > CS/Fercal > CS/5BB > CS/5C > CS/140R > CS/kangzhen3 > CS/3309M > CS/3309C > CS/SO4。不同处理间 WUE 与 Ci 为负相关。

表 2-2 不同砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片光合特性的影响

Table 2-2 Effects of different rootstocks on photosynthetic characteristics of 'Cabernet Sauvignon' grape leaves

处理	净光合速率 μmol/(m <sup>2</sup> ·s)	蒸腾速率 mmol/(m <sup>2</sup> ·s)	胞间二氧化碳浓度 μmol/mol	气孔导度 mmol/(m <sup>2</sup> ·s)	水分利用率 g/Kg
CK	5.53 a	3.63 bc	388.85 ab	198.64 bc	1.69 a
CS/Fercal	5.83 a	3.51 c	383.75 b	204.48 ab	1.62 ab
CS/5C	4.90 b	3.74 b	389.04 ab	197.52 bc	1.39 cd
CS/140R	5.00 b	4.24 a	385.42 b	222.29 a	1.25 de
CS/3309M	3.67 d	3.54 bc	388.19 ab	197.90 bc	0.98 f
CS/3309C	2.79 e	3.58 bc	382.09 b	178.62 c	0.78 g
CS/SO4	1.67 f	3.00 d	397.76 a	122.66 d	0.48 h
CS/Kangzhen3	2.44 e	2.21 f	357.95 c	131.90 d	1.14 e
CS/5BB	4.14 c	2.77 e	346.61 d	134.81 d	1.48 bc

表 2-2 注: 同一列数据中不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

Note2-2: The different letters in a column indicate significant difference at 0.05 level.

## 2.3 讨论

### 2.3.1 不同抗性砧木对赤霞珠植株生长指标的影响

砧木对接穗生长发育的影响、砧穗之间相互作用机制以及砧穗组合的选配是一个相对复杂的过程, 相同的砧木和接穗在不同的地区、不同的环境中, 他们的表现也可能有很大的差别<sup>[95]</sup>。近几年来, 对砧穗之间的影响研究者也进行了许多调查, 但也不是很明确, 因此开展葡萄嫁接栽培和砧穗影响机制的研究对实现国内葡萄栽培区域化和产业化具有重要意义<sup>[96]</sup>。在相似的土壤和气候条件下, 不同砧木对树体生长势的影响不同, 这主要取决于砧木的遗传特性。嫁接后最主要的改变是根系的替换, 替换的根系直接影响到水分和矿物质的吸收, 因此砧木根系的特性很大程度上影响了葡萄树体的生长。李敏敏等<sup>[97]</sup>对河北昌黎产区‘赤霞珠’葡萄生长的研究表明, 以 5C 和 5BB

为砧木的‘赤霞珠’主干粗显著高于自根苗，而以 3309C、101-14M 以及 110R 为砧木的‘赤霞珠’主干粗度与自根苗差异不显著。李超等<sup>[98]</sup>研究结果表明，砧木 SO4、5BB、3309C、101-14M 均可增加接穗赤霞珠葡萄的生长势。而本研究中，所有抗性砧木均不同程度降低了接穗品种‘赤霞珠’葡萄的生长量，与袁园园<sup>[99]</sup>等的研究结果相似。这种研究结果差异的出现可能与嫁接方式有关。以河岸葡萄×沙地葡萄杂交组合的砧木品种 3309C 的‘赤霞珠’接穗粗度、砧木粗度、新梢长度、叶绿素含量以及可溶性糖含量明显高于其它的砧木，以抗砧 3 号为砧木的接穗‘赤霞珠’葡萄叶片的叶绿素含量、叶面积以及接穗粗度较大，CS/Fercal 的砧木粗度和接穗粗度较大，并且各抗性砧木均能显著提高接穗品种葡萄叶片的叶绿素含量这与李超<sup>[98]</sup>等人的研究结果相似。周永军等<sup>[100]</sup>发现由于砧木与接穗间亲和性，嫁接后会出现不同大小脚现象。本实验中，随着树体的生长不同砧穗组合砧木和接穗愈合程度也不相同，抗砧 3 号出现‘小脚’现象。组合 CS/5C 在新疆石河子地区生长势表现不好，与河北昌黎产区的研究结果<sup>[97]</sup>不同，可能是砧木品种的基因型的差异，也有可能是受不同试验地区气候、土壤等条件导致。

### 2.3.2 不同抗性砧木对赤霞珠植株光合指标的影响

植物光合作用对环境变化较为敏感，光合速率高的品种能更好地适应当地的自然条件，通过对不同葡萄砧穗组合的光合特性对比，不同组合的净光合速率、蒸腾速率、胞间二氧化碳浓度、气孔导度、水分利用率等指标差异较大。以 Fercal 和 140R 为砧木的接穗‘赤霞珠’植株以及自根苗具有较高的净光合速率、气孔导度、水分利用率。CS/140R 的蒸腾速率和气孔导度明显高于对照和其它砧穗组合；CS/Kangzhen3 的蒸腾速率和胞间二氧化碳浓度显著低于对照和其它砧穗组合；CS/SO4 各项光合指标较低。During<sup>[49]</sup>把葡萄品种‘雷司令’嫁接在‘K-5BB’上，研究了砧木对接穗光合作用的影响，结果表明，砧木能够影响接穗葡萄品种叶片的气体交换，嫁接苗光合速率的最大值明显高于自根苗，所有嫁接组合的羧化效率(Pn/Ci)明显较自根苗高。砧木还能够影响光合速率和气孔导度。李双岑<sup>[48]</sup>等研究发现，不同砧木对霞多丽葡萄光合特性均有显著影响，其中砧木 1103P-CFC57-34、1103P-CFC60-30 嫁接的霞多丽净光合速率、气孔导度、叶肉瞬时羧化效率(Pn/Ci)都较高，不同砧木嫁接的霞多丽叶片净光合速率与气孔导度呈正相关。本研究中光合速率与气孔导度呈显著正相关，同时气孔导度与蒸腾速率呈极显著正相关。这个结果可能与气孔有关，气孔导度表示气孔张开的程度，气孔是植物叶片与外界进行气体交换的主要通道，气孔开度大，增加了气体交换速率；反之，则慢。水分利用率指的是植物蒸散单位重量水所制造的干物质，反应了植物对水分的利用<sup>[101]</sup>。植物水分利用率是一个较为稳定衡量碳固定与水分消耗比例的良好指标<sup>[102]</sup>。本试验中水分利用率与胞间二氧化碳浓度呈负相关，可能表明 CO<sub>2</sub> 不能充分利用，影响植物生长。

## 2.4 结论

抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄生长的各项指标产生不同程度的影响，不同砧木均降

低了‘赤霞珠’的生长量；不同砧穗组合之中仅有 CS/Kangzhen3 组合出现‘小脚’现象。CS/3309C 植株的新梢长度、砧木粗度、接穗粗度均明显高于其它组合；CS/Kangzhen3 植株叶片叶面积和叶绿素含量明显高于其它砧穗组合。砧木 5C 嫁接的‘赤霞珠’生长指标在 8 个砧木品种中均较低。CS/Fercal 组合的净光合速率和水分利用率显著高于其它砧穗组合，与自根苗无显著性差异；CS/140R 的蒸腾速率和气孔导度高于对照和其它砧穗组合；CS/SO4 各项光合指标较低。在不同砧穗组合间表现较好的为 CS/3309C、CS/Fercal、CS/Kangzhen3、CS/140R，可进一步进行试验推广。

## 第三章 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及其相关物质含量的影响

### 3.1 材料与方方法

#### 3.1.1 试验材料

同第二章

#### 3.1.2 试验仪器及药品

岛津 LC-2010AHT 型高效液相色谱仪(日本岛津); 包括四元梯度泵、紫外检测器、HPLC 2D 工作站; KQ-100VDE 型超声波脱气(昆山超声仪器厂); RE-2000A 旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂); 冷冻离心机; 采用 SEG ProteCol-P C18 反向色谱柱。用于高效液相色谱的标准品为上海融禾医药科技发展有限公司生产; 乙腈、甲醇、磷酸(色谱级), 用水为超纯水。所有试剂使用前均通过 0.45 $\mu$ m 微孔滤膜过滤。

#### 3.1.3 测定项目及方法

标准溶液的配制:

①取反式白藜芦醇及苷, 肉桂酸、香豆酸标准样品 10mg 加色谱纯甲醇定容至 100mL 的容量瓶中; 取苯丙氨酸标准样品 10mg, 加超纯水定容至 100mL 的容量瓶中。配制成 100mg/L 的标准溶液作为储备液。分别取上储备液 1mL, 2mL, 4mL, 8mL, 16mL 于 100mL 的容量瓶中定容至刻度, 从而得到浓度分别为 1mg/L, 2mg/L, 4mg/L, 8mg/L, 16mg/L 的标准溶液绘制标准曲线。

②将 5 种不同浓度的标准样品溶液用 0.45 $\mu$ m 滤膜过滤, 每次进样 10 $\mu$ L, 以标准样品的浓度为横坐标, 对应的峰面积为纵坐标, 绘制标准曲线, 结果见表 3-1。标准溶液浓度和检测响应值呈现出良好的线性关系, 表明此方法灵敏度较高。

表 3-1 反式白藜芦醇、反式白藜芦醇苷及其前提物质苯丙氨酸、肉桂酸、香豆酸的保留时间和回归方程

Table 3-1 Retention time, regression equations of trans-Resveratrol, trans-piceid and Phenylalamine, cinnamic acid, coumalic acid

化合物	保留时间 (min)	标准曲线	相关系数
反式白藜芦醇	3.136	$y = 1000000x + 8171$	$R^2 = 1$
反式白藜芦醇苷	4.181	$y = 517986x + 969.97$	$R^2 = 0.9998$
苯丙氨酸	5.114	$y = 281103x + 755.6$	$R^2 = 0.9999$
肉桂酸	11.263	$y = 995669x + 6316.3$	$R^2 = 0.9998$
香豆酸	5.281	$y = 850251x - 166.01$	$R^2 = 0.9869$

白藜芦醇及白藜芦醇苷含量提取和测定条件:

①白藜芦醇及白藜芦醇苷样品的提取: 取 1 g 葡萄叶片于研钵中加入液氮研磨, 用甲醇定容至 10 mL, 涡旋, 超声浸提 20min, 3000rpm 离心 10min, 吸取上清液经 0.45 $\mu$ m 滤膜过滤, 置于 4 $^{\circ}$ C 冰箱中放置备用。

②白藜芦醇及白藜芦醇苷样品的检测:

色谱柱: SEG ProteCol-P C18 柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)。流动相: 乙腈/0.2%磷酸水=45/55; 检测波长分别为: 306 nm, 流速: 0.8mL/min; 柱温: 25℃; 进样量: 10μL。洗脱条件, 低度洗脱。

苯丙氨酸、肉桂酸和香豆酸含量提取和测定条件:

①苯丙氨酸、肉桂酸和香豆酸样品的提取: 参考 Hakkinen 等<sup>[103]</sup>的方法并稍加修改。取 1 g 葡萄叶片于研钵中加入液氮研磨, 加入 10ml 提取液(80mg 抗坏血酸+70%甲醇+1.2MHCL), 用超声波降解处理 2 min 后, 12000×g 4℃离心, 用石油醚萃取 3 次, 真空浓缩至干, 再溶于 3ml 50%甲醇(色谱纯), 分装置-4℃保存待液相分析用。液相测定前样品经 0.45μm 微孔滤膜过滤。

②苯丙氨酸、肉桂酸和香豆酸样品的检测:

色谱柱: SEG ProteCol-P C18 柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)。肉桂酸、香豆酸, 流动相: 乙腈/0.2%磷酸水=45/55; 检测波长分别为: 270nm, 308nm; 苯丙氨酸, 流动相: 乙腈/0.2%磷酸水=20/80; 检测波长: 210nm。流速: 0.8mL/min; 柱温: 25℃; 进样量: 10μL。洗脱条件, 低度洗脱。

苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性测定:

参照 Koukol 和 Conn 的方法<sup>[104]</sup>稍作修改。称取叶片 0.5g, 置于研钵中, 加入 5ml 提 0.1mol/L pH8.8 的硼酸缓冲液 (50mmol/L β-巯基乙醇,1mmol/L EDTA, 10%:w/v PVP)在冰浴下研磨成浆, 然后全部转入离心管, 4℃离心 30min, 转速 12000×g。取反应管加入 2.8ml 7mmol/L L-苯丙氨酸, 在 37℃预保温 10min, 再加入 0.1ml 酶液, 混合后, 迅速测定一次该混合液在波长 290nm 处的吸光度值作为反应的初始值(OD<sub>0</sub>)。置于 37℃条件下, 保温时间 60min。保温结束时再立即测定一次反应混合液在波长 290nm 处的吸光度值, 作为反应的终止值(OD<sub>1</sub>)。均以蒸馏水作参比空白进行调零。以吸光值每小时变化 0.01 为 1 个酶活力单位, 酶活性单位为 U/g FW。

肉桂酸-4-羟化酶(C4H)活性测定:

参照 Lamb 和 Rubery 的方法<sup>[105]</sup>并稍作修改。取 0.3g 样品, 加入 4 ml 提取液(50 mmol/L pH 8.9 Tris-HCl 缓冲液, 1 mmol/L LPMSF, 4 mmol/L MgCl<sub>2</sub>, 10μmol/L Leupeptin, 15 mmol/Lβ-巯基乙醇, 5 mmol/L Vc, 10%甘油, 0.15%PVP), 在冰浴下研磨后, 4℃离心 30min, 转速 12000×g。取上清提取液即为 C4H 粗酶液。反应体系:0.1mL 酶提取液, 加入 2.0ml 缓冲液(2μmol/L 反式肉桂酸, 50 mmol/L pH8.9 Tris-HCl 缓冲液, 5μmol/L G-6-pNa, 2μmol/L NADPN<sub>2</sub>)。立即在 340nm 处比色。参比为不加酶液的提取液(加入 0.8ml 蒸馏水)。以每小时变化 0.01 值为 1 个酶活性单位(U), 酶活性单位为 U/g FW。

4-香豆-辅酶 A 连接酶(4CL)活性测定:

参照 Knoblock 和 Hahlbrock 的方法<sup>[106]</sup>并稍作修改。称取 0.3g 样品, 加入 4ml 0.2mol/L pH8.0 Tris-HCl 缓冲液(含 25%甘油, 0.1mol/L DTT)及少量石英砂冰浴研磨成匀浆, 然后于 4℃, 15000×g 离心 20min, 上清液即为 4CL 粗酶提取液。反应体系:

0.5ml 酶提取液，加入到 15 $\mu$ mol/L 硫酸镁，5 $\mu$ mol/ml p-香豆酸，50 $\mu$ mol/ml ATP，1 $\mu$ mol/ml CoA 混合体积为 1ml 的反应液中。40 $^{\circ}$ C 水浴锅中反应 10min，在 333nm 处比色，对照液不加香豆酸。以每分钟吸光度值变化 0.01 为一个酶活单位，酶活性单位为 U/g FW。

过氧化物酶(POD)以及多酚氧化酶(PPO)活性测定：

①粗酶液的制备：将采集好的葡萄叶片，用去离子水冲洗干净擦干，避开叶脉，用打孔器取样，混合均匀，每份 0.3g，将试样放入研钵中，加入 4ml PH=7.0 的 50mmol/L 磷酸缓冲液(内含 4%：W/V PVP，1mmol/L 聚乙二醇，1mmol/LPMSF，1%：V/V TritonX-100)，冰浴条件下研磨匀浆，4 $^{\circ}$ C，12000 $\times$ g 离心 20min，取上清液为各自粗酶提取液。

②POD 活性测定：POD 反应体系为 0.3ml 0.25mol/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，2.5ml 0.025mol/L 愈创木酚和 0.2ml 粗酶液。以每分钟吸光值变化 0.01 为 1 个活性单位(U)。

③PPO 活性测定：采用比色法。反应体系包括：2ml 0.05mol/L pH7.0 磷酸缓冲液、0.5ml 0.05mol/L 邻苯二酚和 0.1ml 粗酶液。以每分钟吸光值变化 0.01 为 1 个活性单位(U)。

④公式：活性(U/g FW)=( $\Delta A_{290} \times V$ )/(V<sub>s</sub> $\times$ m)

式中： $\Delta A_{470}$  为吸光度变化值；

V 为样品液总体积(ml)；

V<sub>s</sub> 为测试时提取液用量(ml)；

m 为样品鲜重(g)。

丙二酰辅酶 A(Malonly-CoA)和 4-香豆酰辅酶 A(4CA)采用酶联免疫法送样测定。

### 3.1.4 统计分析

采用 Excel2003 和 SPSS 17.0 软件对数据进行统计分析。显著水平选定在 0.05，相关性分析显著水平选定在 0.05，极显著水平选定在 0.01。采用 OriginPro 7.5 制作图表。

## 3.2 结果与分析

### 3.2.1 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及白藜芦醇苷含量的影响

通过高效液相色谱法 HPLC 测定不同抗性砧木品种的‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及其苷提取液，得到色谱图，其中一个样品图(‘赤霞珠’自根苗)如图 3-1。发现在 3.101~3.150min 和 4.180~4.189min 各有 1 个出峰时间，这与反式白藜芦醇及其苷标准样品色谱图的出峰时间接近，可以说明此处的峰为反式白藜芦醇苷和反式白藜芦醇。葡萄不同品种白藜芦醇和白藜芦醇苷的峰面积不同，表明其白藜芦醇和白藜芦醇苷含量不同(图 3-2)。其中 CS/140R 叶片中的白藜芦醇含量最高，达到 18.24 $\mu$ g/g，是自根苗的 1.5 倍，白藜芦醇苷是自根苗的 1.4 倍，达到 26.49 $\mu$ g/g；不同砧木‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇和白藜芦醇苷含量都不同。通过不同嫁接品种间‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇和白藜芦醇苷含量的比较，其白藜芦醇含量高低是：CS/140R > CS/Fercal >

CS/Kangzhen3 > CS/5C > CS/5BB > CS/3309M > CS/3309C > CS/SO4 > CK, 白藜芦醇苷含量高低是: CS/140R > CS/5BB > CS/Kangzhen3 > CS/5C > CS/Fercal > CS/3309M > CS/SO4 > CS/3309C > CK. 砧木 140R 属多抗性砧木, 作为‘赤霞珠’葡萄的砧木能显著提高接穗品种‘赤霞珠’葡萄叶片中的白藜芦醇含量, 其白藜芦醇和白藜芦醇苷含量均最高, ‘赤霞珠’自根苗白藜芦醇和白藜芦醇苷含量则最低. 说明抗性砧木对葡萄叶片的白藜芦醇和白藜芦醇苷含量有影响, 影响程度不同, 并且不同抗性砧木品种均能提高接穗品种‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇和白藜芦醇苷的含量在 11%-46% 之间; 所有检测样品中反式白藜芦醇苷均高于反式白藜芦醇, 反式白藜芦醇含量变化与反式白藜芦醇苷含量变化有相似, 但不完全相同.

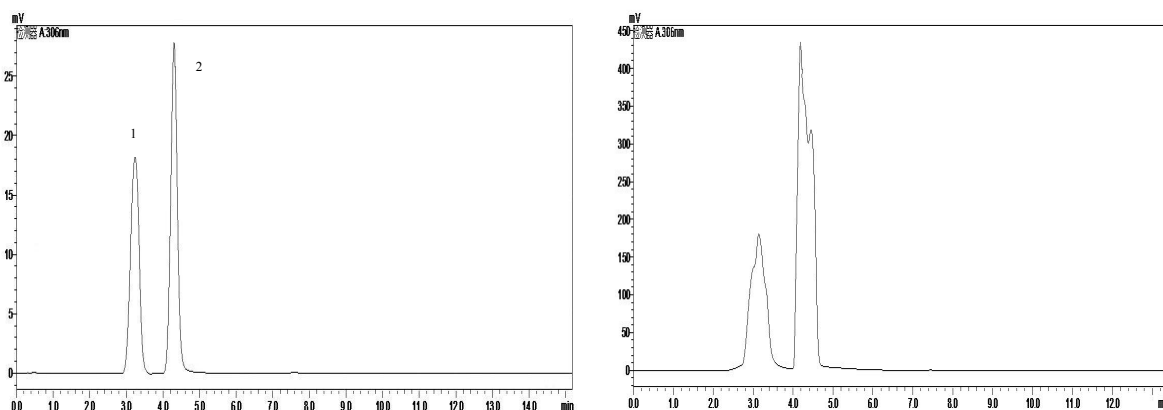


图 3-1 葡萄叶片样品标准品色谱图 (左) 和色谱图 (右): 1-反式白藜芦醇、2-反式白藜芦醇苷

Fig 3-1 Grape leaves sample standard chromatogram (left) and chromatogram (right):

1-rans-Resveratrol、2- trans-piceid

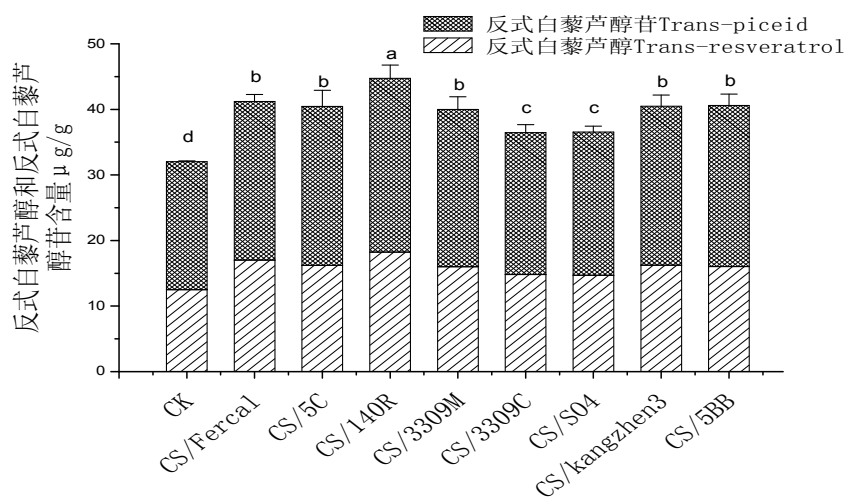


图 3-2 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片反式白藜芦醇和反式白藜芦醇苷含量

Fig.2 The trans-Resveratrol and trans-piceid content of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves

### 3.2.2 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片合成白藜芦醇前体物质苯丙氨酸、肉桂酸以及香豆酸含量的影响

通过高效液相色谱法对不同抗性砧木的‘赤霞珠’葡萄叶片的白藜芦醇的前体物质苯丙氨酸、肉桂酸以及香豆酸的含量进行测定分析，同样在三个标准品色谱图出峰时间 5.114min、11.263min、5.281min 附近找到了三个物质的出峰点，绘制成图。

从图 3-3 可知，不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸含量呈显著性差异。其中 CS/140R 叶片苯丙氨酸含量最高，达到 38.61  $\mu\text{g/g}$ ，其与 CS/5BB 叶片苯丙氨酸的含量无明显差异，CS/140R 比自根苗高 160%，CS/Fercal 组合叶片苯丙氨酸含量最低，CS/Fercal 与‘赤霞珠’自根苗无明显差异。不同品种间苯丙氨酸含量次序是：CS/140R > CS/5BB > CS/5C > CS/SO4 > CS/3309M > CS/Kangzhen3 > CS/3309C > CK > CS/Fercal。

从图 3-4 看出，嫁接在 3309M 砧木上的‘赤霞珠’叶片肉桂酸含量最高，达到 0.32  $\mu\text{g/g}$ ，是‘赤霞珠’自根苗的 2 倍，比肉桂酸含量最低的 CS/140R 高 132%，‘赤霞珠’自根苗与 CS/Fercal、CS/140R、CS/SO4 无显著性差异，以弗卡作砧木的‘赤霞珠’叶片比自根苗肉桂酸含量高，并且高于 CS/SO4 和 CS/140R。

在图 3-5 中 CS/140R 叶片香豆酸含量最高，达到 1.06  $\mu\text{g/g}$ ，显著高于 CK 和 CS/Fercal，CS/140R 叶片香豆酸含量是自根苗香豆酸含量 1.8 倍，比含量最低的 CS/Fercal 叶片香豆酸含量高 2.5 倍。研究发现不同砧木间合成白藜芦醇前体物质中，除了 SO4 作砧木的‘赤霞珠’叶片香豆酸含量小于以 Kangzhen3 为砧木叶片，其余砧木的‘赤霞珠’叶片香豆酸含量大小与苯丙氨酸顺序相似；不同抗性砧木的‘赤霞珠’葡萄叶片中肉桂酸、香豆酸和苯丙氨酸的含量不同，苯丙氨酸含量远高于肉桂酸和香豆酸。

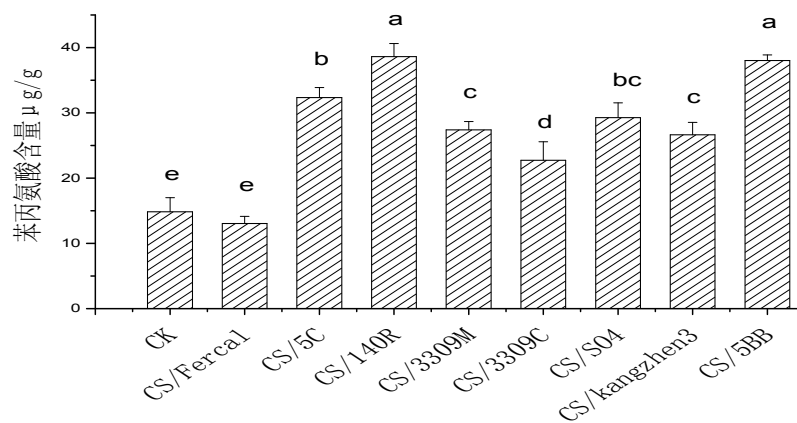


图 3-3 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸含量

Fig 3-3 The phenylalanine content of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the ‘Cabernet Sauvignon’ grape leaves

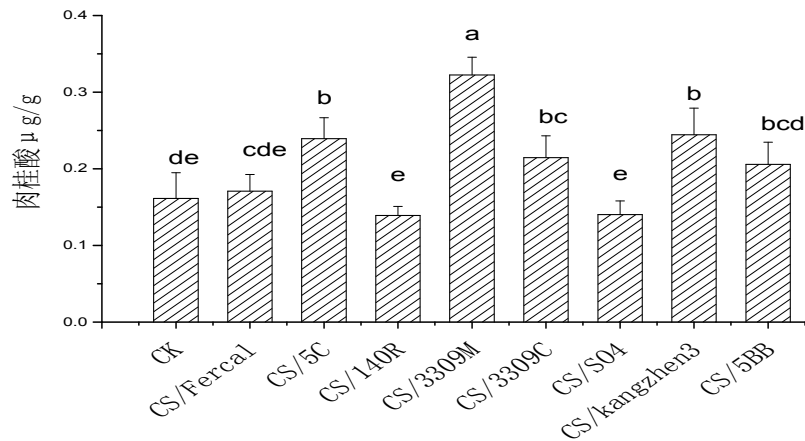


图 3-4 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片肉桂酸含量

Fig 3-4 The cinnamic acid content of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the ‘Cabernet Sauvignon’ grape leaves

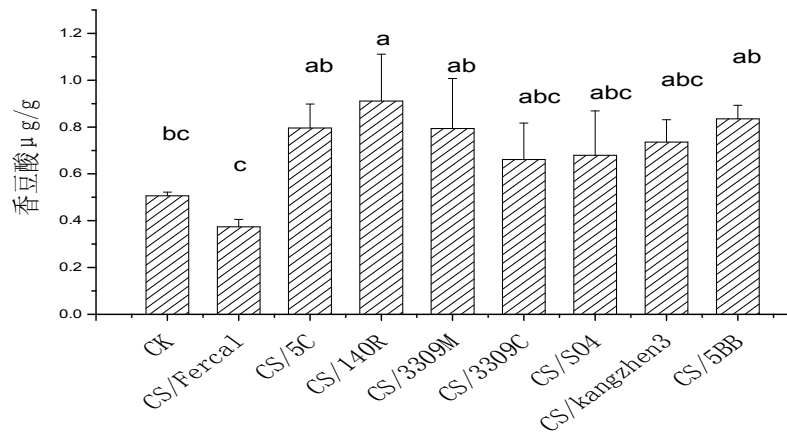


图 3-5 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片香豆酸含量

Fig 3-5 The coumalic acid content of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the ‘Cabernet Sauvignon’ grape leaves

### 3. 2. 3 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 Malonyl-COA 和 4CA 浓度的影响

如图 3-6、3-7，抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄合成白藜芦醇的前体物质 Malonyl-COA 和 4CA 的浓度有不同程度的影响。其中 CS/Kangzhen3 组合丙二酰辅酶 A 浓度最高 (246.63ng/mL)，与‘赤霞珠’自根苗和 CS/5BB 无显著差异，显著高于其它砧穗组合。CS/SO4 丙二酰辅酶 A 浓度最低，为 CS/Kangzhen3 组合的 52.79%，以 5C、140R、3309M 和 3309C 为砧木的‘赤霞珠’叶片 Malonyl-COA 浓度大小之间无明显差异。丙二酰辅酶 A 浓度较 4-香豆酰辅酶 A 浓度高。在 4-香豆酰辅酶 A 浓度大小比较中，砧穗组合 CS/140R 浓度最高为 57.63ng/mL，其与组合 CK、CS/Fercal、CS/140R、CS/3309M 之间无明显差异，砧穗组合 CS/5C、CS/SO4 和 CS/Kangzhen3 之间无差异，

但显著高于 4-香豆酰辅酶 A 浓度最低的组合 CS/5BB(39.57 ng/mL)。

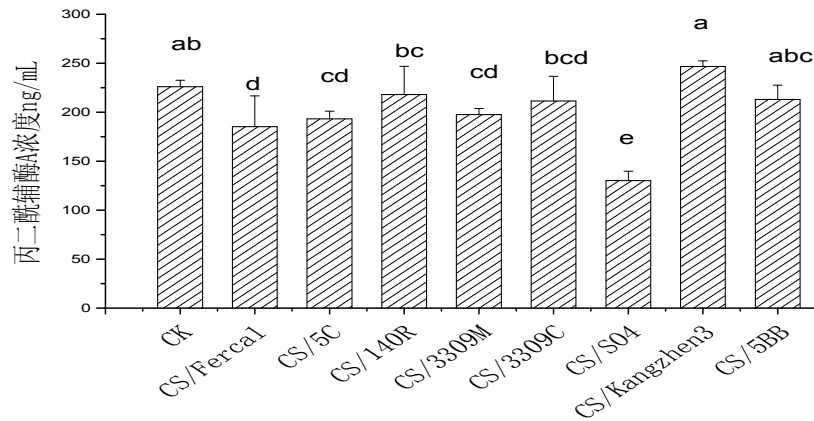


图 3-6 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片丙二酰辅酶 A 的浓度

Fig 3-5 The malonyl-CoA concentration of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves

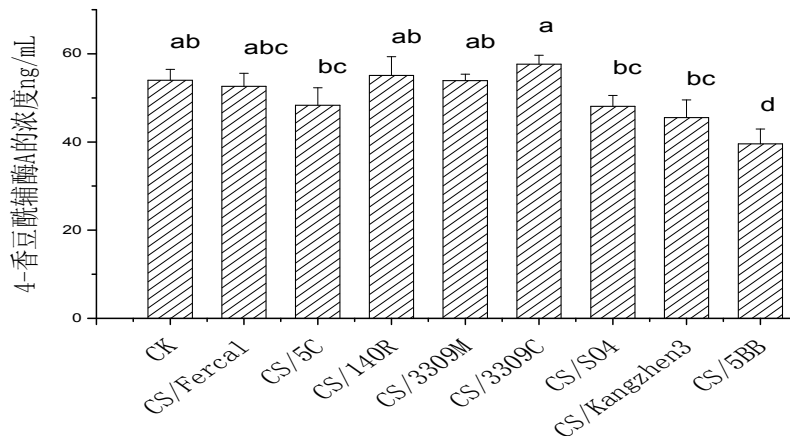


图 3-7 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片 4-香豆酰辅酶 A 的浓度

Fig 3-5 The 4-coumaric acyl coenzyme A concentration of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves

### 3. 2. 4 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 PAL、C4H 和 4CL 酶活性影响

白藜芦醇的代谢合成受到多个酶促反应的调节控制。其中 PAL、C4H 和 4CL 三个代谢酶至关重要。如表 3-2 所示，代谢酶 PAL、C4H、4CL 活性越来越大，三种酶差异在  $P < 0.05$  都达到了显著水平。Fercal、3309C、SO4 作砧木的‘赤霞珠’叶片 PAL 活性比自根苗高 43.6%、74.4%、60.4%，其它则低于自根苗，其中 CS/3309C 活性最高为 3.96 U/g FW。‘赤霞珠’自根苗 PAL 活性与 CS/Fercal、CS/5C、CS/140R、CS/3309M、CS/Kangzhen3、CS/5BB 无显著性差异，其中 CS/5BB 最低。

在 C4H 活性比较中所调查的嫁接苗均显著高于‘赤霞珠’自根苗酶活性，Fercal 作为‘赤霞珠’砧木的叶片 C4H 活性最高，比自根苗高 11U/g FW，与 CS/Kangzhen3 组合无显著差异；CS/5C 与 CS/SO4 组合间和 CS/3309M 和 CS/5BB 组合间 C4H 活性差异不显著。

在 4CL 活性测定中，也是‘赤霞珠’自根苗最低，其嫁接苗都比自根苗活性高，CS/3309M 叶片 4CL 活性最高，CS/Fercal 略低，CS/Fercal 与 CS/3309M 和自根苗间无显著性差异，但显著高于其它砧木。4CL 活性大小顺序依次是 CS/3309M、CS/140R、CS/5BB、CS/SO4、CS/Kangzhen3、CS/5C、CS/3309C、CS/Fercal、CK。

表 3-2: 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片关于白藜芦醇的三种代谢酶

Table 3-2 The activity of three metabolic enzymes of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves’Resveratrol

处理	代谢酶		
	苯丙氨酸解氨酶 U/g FW	肉桂酸-4-羟基化酶 U/g FW	4-香豆酰辅酶 A 连接酶 U/g FW
CK	2.27 bc	21.17 e	44.05 f
CS/Fercal	3.26 ab	32.17 a	56.18 e
CS/5C	1.46 c	27.46 bcd	63.45 c
CS/140R	2.24 bc	29.23 bc	68.99 ab
CS/3309M	1.77 c	24.86 d	69.89 a
CS/3309C	3.96 a	27.01 cd	60.03 d
CS/SO4	3.64 a	28.66 bc	65.49 c
CS/Kangzhen3	1.57 c	30.15 ab	63.93 c
CS/5BB	1.11c	24.69 d	66.31 bc

表 3-2 注：同一列数据中不同字母表示差异达 0.05 显著水平

Note3-2: The different letters in a column indicate significant difference at 0.05 level.

### 3.2.5 不同抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄叶片 POD、PPO 活性的影响

在 POD 和 PPO 活性测定中（图 3-8 和图 3-9），我们发现不同砧木品种的‘赤霞珠’嫁接苗间 POD 和 PPO 活性差别很大，并且弗卡、5C、3309M、SO4、5BB 作砧木的‘赤霞珠’嫁接苗以及自根苗 POD 的活性远高于 PPO 的活性，而 140R、3309C、抗砧 3 号作砧木的‘赤霞珠’嫁接苗中 POD 的活性大小与 PPO 的活性大小基本一样，说明 POD 和 PPO 的活性之间没有相关性，这可能是由于品种的不同导致出现这样的结果。在不同砧木嫁接苗之间，嫁接在 CS/Fercal 叶片中 POD 和 PPO 两个酶的活性最强；在 POD 活性比较中 CS/Fercal、CS/5C、CS/Kangzhen3、CS/5BB 均比自根苗高，CS/SO4、CS/3309M、CS/3309C、CS/140R 叶片中 POD 酶活性比自根苗低，其中 CS/140R 的 POD 活性最低；在 PPO 活性比较中 CS/Fercal、CS/5C、CS/140R、CS/3309M、CS/3309C、CS/Kangzhen3 叶片中 PPO 活性均比自根苗的活性高，CS/SO4 和 CS/5BB

比自根苗低，其中 CS/5BB 嫁接苗 PPO 活性最低。

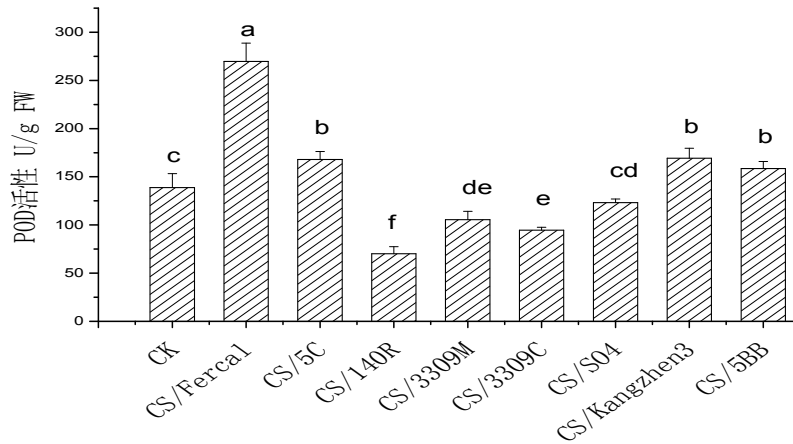


图 3-8 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片 POD 活性

Fig 3-8 The activity of POD of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves

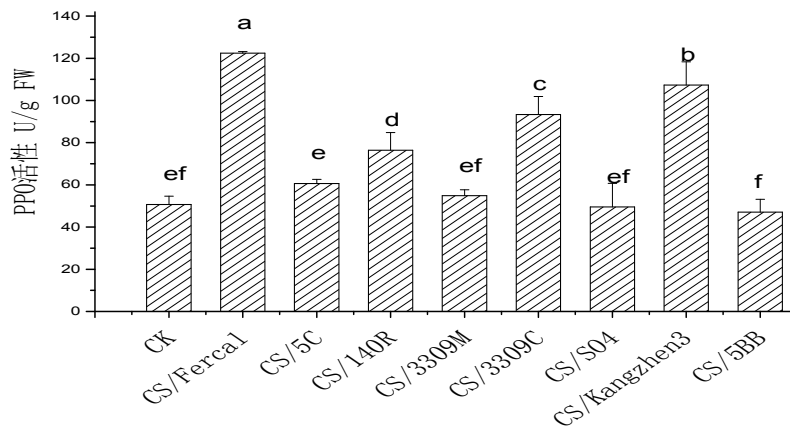


图 3-9 不同抗性砧木及自根苗的‘赤霞珠’葡萄叶片 PPO 活性

Fig 3-9 The activity of PPO of the different resistance rootstocks and self-rooted individual of the‘Cabernet Sauvignon’grape leaves

### 3.2.6 白藜芦醇及合成其前提代谢物的相关性分析

白藜芦醇与其代谢前体物质以及相关酶活性的相关性分析见下表 3-3，白藜芦醇与酶 C4H 极显著相关，与 PPO 显著相关，与 Malonyl-COA 和 4CA 负相关，与其它酶相关性较低。白藜芦醇与苯丙氨酸和香豆酸相关系数高于肉桂酸。苯丙氨酸与酶 4CL 极显著相关，与酶 PPO 极显著负相关，与香豆酸极显著相关。香豆酸与酶 4CL 显著相关，与酶 PPO 显著负相关。

表 3-3 白藜芦醇及合成其前体代谢物的相关性分析

Table3-3 Correlation analysis between Resveratrol and its precursors

相关系数	白藜芦醇	苯丙氨酸	肉桂酸	香豆酸	PAL	C4H	4CL	POD	PPO	Malonyl-COA	4CA
白藜芦醇	1	.574	.011	.506	.150	.519**	.240	.073	.412*	-.057	-.338
苯丙氨酸		1	.115	.944**	-.095	.062	.606**	-.268	-.487**	-.028	-.231
肉桂酸			1	.287	-.204	-.173	.347	-.007	-.014	.135	-.062
香豆酸				1	-.292	-.097	.385*	-.269	-.461*	.099	-.180

注：\*表示 0.05 显著水平，\*\*表示 0.01 显著水平。

Note:\*indicates the significant level of 0.05,\*\*indicates a significant level of 0.01.

### 3.3 讨论

#### 3.3.1 不同抗性砧木品种对‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇及白藜芦醇苷含量的影响

在不同生长发育时期，不同品种之间，葡萄叶片白藜芦醇含量存在差异。研究表明，在相同的自然条件下，不同品种的葡萄其合成白藜芦醇的能力差异较大。不同葡萄品种中白藜芦醇含量不同<sup>[76,107]</sup>。经过试验我们发现不同砧木相同品种间葡萄叶片白藜芦醇和白藜芦醇苷含量也不同，在本试验 8 个抗性砧木中，砧木 140R 的接穗‘赤霞珠’叶片中白藜芦醇含量最高，白藜芦醇作为植物的一种抗毒素，当在植物遇到病害时可以刺激白藜芦醇的合成，当砧木遇到不良环境时，砧木 140R 的接穗‘赤霞珠’叶片对应产生较多的白藜芦醇，合成能力较强。另一方面随着抗性砧木的研究，人们发现葡萄砧木对接穗不仅能提高植株的抗病虫害性、抗寒性、抗旱性、耐盐碱性、耐酸性和耐涝性，也能影响接穗品种的生长发育<sup>[108-109]</sup>，发现砧木对地上接穗部分影响是多方面的。对于葡萄等果树砧穗互作生理机制的研究有两个基本点，即两个或多个遗传体系在激素代谢和营养代谢上的互作<sup>[110]</sup>，果树砧木的嫁接实际上是对根系的替换，砧木一方面影响接穗的物候期、生长势与结果习性以及果实形态、内在品质等，另一方面影响植株体内的激素、黄酮类和酚类物质等分配与运输；同样接穗也影响着砧木的根系生长。Li 等<sup>[23]</sup>研究发现，根系和叶片中玉米素含量变化与接穗活力有相关性，嫁接于矮化砧上的接穗，叶片、树皮中 ABA 含量明显下降。而在本试验中不同砧木嫁接造成‘赤霞珠’叶片白藜芦醇含量高于自根苗，具体是砧木抗性品种的差异导致这样的试验结果还是嫁接过程对植株生长影响变化导致，还需要进一步的探讨研究。

#### 3.3.2 白藜芦醇与前体代谢物相关性分析

为了解葡萄在嫁接不同砧木之间叶片内含物的差别，本研究通过对‘赤霞珠’自根苗及嫁接在 8 个抗性砧木葡萄叶片的研究，发现嫁接在砧木 140R 上‘赤霞珠’白藜芦醇及白藜芦醇苷含量最高，在苯丙氨酸、肉桂酸以及香豆酸的含量测定结果中，140R 作砧木的‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸和香豆酸含量是最高的。不同砧木的‘赤

霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸、肉桂酸以及香豆酸含量也存在很大差异,对苯丙氨酸和香豆酸进行线性相关分析发现,两种物质相关系数为 0.944;在本试验中,对反式白藜芦醇及反式白藜芦醇苷含量与其前体代谢物(苯丙氨酸、肉桂酸、香豆酸)含量进行线性相关分析发现,反式白藜芦醇及反式白藜芦醇苷含量与其前体代谢物相关系数分别为: 0.5736、0.110、0.5057。在苯丙氨酸代谢中一切含苯丙烷骨架的物质都是由该代谢途径直接或间接生成,咖啡酸、香豆酸、阿魏酸、芥子酸等就是其中的酚酸类产物。在 PAL 和 C4H 的作用下,形成反式肉桂酸、香豆素等酚酸<sup>[111]</sup>。这些酚酸在 4CL、OMT 等酶的作用下,进一步转化终端产物类黄酮、木质素和植保素<sup>[112]</sup>。因此,在肉桂酸催化生成香豆酸过程中有酚类物质产生,可能导致相关性的偏低。

### 3.3.3 白藜芦醇与其代谢酶分析研究

苯丙烷类代谢途径与许多代谢物的合成有关<sup>[112]</sup>,现已证实 PAL、C4H、4CL 是苯丙烷类代谢途径的三个关键酶<sup>[113]</sup>。它处于苯丙烷类代谢向形成不同类型产物的转折点,这几个酶的活性在植物生长发育过程中不断地进行变化。同类型产物的转折点,这三个酶的活性在植物生长发育过程中不断地进行变化。已在水稻、小麦、大麦、玉米、荞麦等植物的种子萌发及幼苗生长过程中发现, PAL、C4H、4CL 的活性均发生变化,并且三个酶的活性变化存在着伴随性。一般酶活性最初较低或者没有,上升到一个高峰后随后下降<sup>[114]</sup>。在芹菜、大豆细胞悬浮培养物以及马铃薯、甘薯块茎切片中也得到了相似的结果。以果实为试材进行苯丙烷类代谢途径的研究报道甚少,且几乎只集中在 PAL 上。本研究发现不同砧穗组合间同一时期这五个酶活性大小均有很大差异。我们将反式白藜芦醇和反式白藜芦醇苷含量与 7 个酶(PAL、C4H、4CL、POD、PPO、Malonyl-CoA、4CA)活性进行相关性分析,相关系数分别为: 0.041、0.519、0.240、0.073、0.412、-0.057、-0.338,发现 C4H 和 PPO 活性变化与白藜芦醇合成显著相关。有研究表明<sup>[115]</sup>, PAL 是酚类物质代谢的限速酶;但也有研究表明<sup>[116]</sup>,烤烟中酚类物质合成并不完全受 PAL 的控制, C4H 酶参与的肉桂酸向对香豆酸代谢步骤是调控的关键点,本研究中 C4H 与白藜芦醇极显著相关,表明 C4H 对白藜芦醇合成有显著影响。PPO 是酚类代谢和氧化有关重要的酶, PPO 活性变化与葡萄叶片白藜芦醇合成相关,说明 PPO 在白藜芦醇的合成中也起了重要作用。在白藜芦醇合成过程中,白藜芦醇合成关键酶 STS 与花色素合成的关键酶 CHS 竞争同样的底物丙二酰辅酶 A 和 4-香豆酰辅酶 A,分别进入白藜芦醇和花色素两条不同的合成途径。苯丙氨酸通过 CHS 代谢途径产生花色素与其它酚类物质<sup>[71]</sup>,而逆境条件下会启动 STS 途径,导致植株内白藜芦醇大量合成并积累<sup>[72-73]</sup>,本研究中 Malonyl-CoA 和 4CA 与白藜芦醇含量呈负相关,说明在葡萄叶片苯丙氨酸代谢途径白藜芦醇和花青素的合成中,更偏向花青素的合成。

## 3.4 结论

综上所述,所有‘赤霞珠’嫁接苗叶片白藜芦醇含量均高于自根苗,抗性砧木能显著提高酿酒葡萄叶片白藜芦醇含量,在所有砧木中 140R 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶

片白藜芦醇含量最高；通过试验对葡萄叶片合成白藜芦醇前体物质的研究，140R 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸和香豆酸含量最高，肉桂酸含量最高的是 3309M 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片；相关代谢酶试验结果得出 C4H 酶与葡萄叶片白藜芦醇的合成至关重要，PPO 对葡萄叶片白藜芦醇合成也密切相关；CS/140R 是 8 个砧穗组合中提高‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量最具优势的砧穗组合。

## 第四章 全文结论与研究展望

### 4.1 全文结论

(1) ‘赤霞珠’葡萄与 8 种抗性砧木嫁接后栽植露地，第 2 年不同砧穗组合的生长发育状况差异较大，不同砧木均降低了‘赤霞珠’的生长量；不同砧穗组合之中仅有 CS/Kangzhen3 组合出现‘小脚’现象，并且较为严重。CS/3309C、CS/Fercal、CS/Kangzhen3、CS/SO4、CS/140R 在不同砧穗组合间长势较好，可进行扩大试验。

(2)CK、CS/3309M 与 CS/3309C 的新梢长度、可溶性糖含量优于其它砧穗组合；CS/3309C 的砧木粗度、接穗粗度以及叶绿素含量较大，但其叶面积较小。CS/Kangzhen3 的叶绿素含量、叶面积以及接穗粗度较大；CS/Fercal 的砧木粗度和接穗粗度高于其它砧穗组合；各抗性砧木均能显著提高接穗品种‘赤霞珠’葡萄叶片的叶绿素含量。砧木 5C 嫁接的‘赤霞珠’生长指标在 8 个砧木品种中均较低。

(3)不同砧木对接穗的光合特性影响各异，CS/Fercal 组合的光合速率和水分利用率显著高于其它砧穗组合，与‘赤霞珠’自根苗无显著性差异；CS/140R 的蒸腾速率和气孔导度显著高于对照和其它砧穗组合；CS/Kangzhen3 的蒸腾速率和胞间二氧化碳浓度显著低于对照和其它砧穗组合；CS/SO4 各项光合指标均低于其它砧穗组合。净光合速率在不同处理间与气孔导度呈显著正相关，相关系数 0.766，与蒸腾速率呈极显著正相关，相关系数为 0.890。不同处理间 WUE 与  $C_i$  为负相关。

(4)所有嫁接苗成熟叶片白藜芦醇含量均高于自根苗，抗性砧木能显著提高‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量 11%-46%，在所有砧木中 140R 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量最高为 18.24 $\mu\text{g/g}$ ；通过试验对葡萄叶片合成白藜芦醇前体物质的研究，140R 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片苯丙氨酸和香豆酸含量最高，肉桂酸含量最高的是 3309M 嫁接的‘赤霞珠’葡萄叶片；相关代谢酶试验结果得出 C4H 和 PPO 与葡萄叶片白藜芦醇呈显著正相关，C4H 和 PPO 对葡萄叶片白藜芦醇合成密切相关；Malonyl-CoA 和 4CA 与白藜芦醇呈负相关。CS/140R 是 8 个砧穗组合中提高‘赤霞珠’葡萄叶片白藜芦醇含量最具优势的砧穗组合。

### 4.2 研究展望

葡萄通过砧木嫁接可以改变植株的抗性，增加植物抵御寒冷、干旱、盐碱和病虫害等侵害，葡萄嫁接是今后葡萄栽培的主要方式，白藜芦醇是对人体具有医疗保健作用的物质，人类主要通过葡萄和葡萄制品来摄取该物质，研究抗性砧木对接穗葡萄生长发育以及抗性砧木对葡萄果实白藜芦醇的影响具有重要的意义。目前，不同抗性砧木对酿酒葡萄‘赤霞珠’接穗的生长、果实品质等已经有了大量报道，本试验对抗性砧木对酿酒葡萄‘赤霞珠’接穗叶片白藜芦醇含量进行了研究，并得出研究结果，不同抗性砧木抑制‘赤霞珠’的生长，但均能提高接穗‘赤霞珠’叶片白藜芦醇和叶绿素含量。但针对不同的地区，不同气候、土壤条件，砧木对嫁接品种的物候期、长势、形态特征、果品质量以及植物抗性等影响不同，在不同的生长时期白藜芦醇含量也不

同，这是一个长期又复杂的过程。在抗性砧木对‘赤霞珠’果实内白藜芦醇含量影响的方面还没有调查。并且从分子水平上研究不同组合葡萄植株在基因表达上的差异片段，深入探讨嫁接在抗性砧木上的酿酒葡萄果实中白藜芦醇的累积途径，挖掘调控葡萄果实内白藜芦醇合成的有效途径获得‘赤霞珠’葡萄最佳的抗性砧木，为新疆酿酒葡萄合理利用抗性砧木，提高酿酒葡萄品质提供理论依据是以后的工作目标和方向。

## 参考文献

- [1]贺普超.葡萄学[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [2]涂正顺,吴莹,王甲佳等.世界葡萄与葡萄酒概况(II)[J].中外葡萄与葡萄酒.2009(03):76-79.
- [3]王攀科.新疆生产建设兵团第七师葡萄产业化发展研究[D].石河子:石河子大学,2015.
- [4]蒲胜海,张计峰,丁峰等.新疆葡萄产业发展现状及研究动态[J].北方园艺.2013(13):200-203.
- [5]于江艳.新疆自治区发布推动葡萄酒产业发展方案[N].都市消费晨报,2015-8-11.
- [6]樊丁宇,卢春生,同鹏等.南疆冬季不同条件下果园微环境的温度差异[J].果树学报,2013,30(6):989-993.
- [7]徐德源,王健,任水莲等.新疆葡萄产品的优势及其生态气候条件评价[J].新疆气象,2004,27(1):16-19.
- [8]范培格,李连生,杨美容等.葡萄砧木对接穗生长发育影响的研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒,2007(1):48-51.
- [9]张彪.不同砧穗组合对戈壁区酿酒葡萄生长和品质的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [10]Krpes C S.Important constituents of grapevine and their effect on resistance to grey mould [J].Vinohrad Bratislava,1993,31(2):21-22.
- [11]都海燕,于震宇,陈杭君.白藜芦醇功能和作用机理研究进展[J].中国食品学报,2006,3(1):411-416
- [12]Careri M,Corradini C,Elviri L.Direct HPLC analysis of quercetin and trans-resveratrol in red wine,grape,and winemaking by products[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2003,51(18):5226-5231.
- [13]郭修武.国内外葡萄砧木研究利用状况及我国新引进的葡萄砧木简介[J].中外葡萄与葡萄酒,2002,1:28-30.
- [14]房玉林,孙伟,张振文等.葡萄砧木的研究和利用概况[J].中外葡萄与葡萄酒,2010,7:74-80.
- [15]刘崇怀.葡萄砧木的研究及利用概况[J].葡萄栽培与酿酒,1992(3):20-23.
- [16]Fourie P H,Halleen F.Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens[J].European Journal of Plant Pathology,2006,116(4):255-265.
- [17]李小红.不同砧木嫁接‘矢富罗莎’葡萄生长特性及对 Cd 胁迫响应的差异[D].南京:南京农业大学.2009.
- [18]王美军.砧木对葡萄生长结果及生理生化影响的研究[D].长沙:湖南农业大学.2007.
- [19]杨治元.葡萄嫁接栽培[M].北京:农业出版社,2006.

- [20]曹孜义,李长成.葡萄多种栽培技术[M].兰州:甘肃科学技术出版社,2000.
- [21]叶军,邓建中,唐国良.上海地区发现葡萄根瘤蚜[J].植物检疫,2006,20(2):98.
- [22]杜远鹏,翟衡,王忠跃等.葡萄根瘤蚜抗性砧木研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒,2007,3:25-29
- [23]张金林.葡萄砧木特性及微繁殖技术的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2003.
- [24]傅望衡,严大义.葡萄砧木抗寒于简化防寒试验[C].全国葡萄科学讨论会论文集,1988.12.
- [25]李世诚,金佩芳,蒋爱丽等.葡萄砧木新品种华佳 8 号的育成[J].中外葡萄与葡萄酒,1997,2:29-32.
- [26]徐海英.葡萄主要砧木品种的特性[J].中国果树,2001(04):45-46.
- [27]郑高飞,赵天才,马跃.我国西瓜嫁接栽培现状与发展前景[C].中国园艺学会第九届学术年会.2001.6.
- [28]石雪晖,王淑英,吴艳崇等.葡萄叶片中生理生化物质含量与嫁接亲和力关系的研究.果树学报,2001,18(1):24-27.
- [29]王淑英,石雪晖,谷继成.葡萄嫁接愈合过程[J].葡萄栽培与酿酒,1998,(4):12-14.
- [30]丁平海,都荣庭.核桃枝接愈合过程的解剖学观察[J].林业科学,1991,(04):457-460+489.
- [31]杜远鹏.葡萄根瘤蚜抗性研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒.2007(4):24-26
- [32]程建徽,吴江,朱屹峰.适宜浙北平原水网地区栽培的优良葡萄砧木引选与应用[J].浙江农业科学,2009(1):53-56.
- [33]Parkinson M,Jefferee E,Yeoman M M.Incompatibility in cultured explants-grafts between Members of the solanaleue[J].New Phytol,1987,107:489-498.
- [34]Tiedemann R. Graft union development symplastic phloem contact in the heterograftcu Cumis sativas on cucurhifa ficifoila[J].Plant Physiol,1989,134:427-440.
- [35]Rachow B G,Kollinan R.Studies on graft unions.IV. Assimilate transport and sieve element restitution in homo and heterografts[J].Plantphysiol,1992,139:579-583.
- [36]Kaserer H, Blahous D, Brandes W,et al.Optimizing wine grape quality by considering rootstock scion interaction [J].Acta Hort,1997,427:267-276.
- [37]Tworkski T, Miller S.Rootstocks effect on growth of apple scions with different grape habits[J].Scientia Hort,2007,111:335-343.
- [38]Wanderer W, Fardossi A, Schmuckenschlager J.Influence of three different rootstock varieties and two training systems on the efficiency of the grape cultivar Gruner Veltliner in Klosterneuburg[J].Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe and Wein, Obstbau and Fruchteverwertung,1999,49:57-64.
- [39]王美军,石雪晖,倪建军等.砧木对红地球葡萄生长与果实品质的影响[J].湖南农业大学学报,2011,35(2):145-147.
- [40]Reisch B,Robinson W B,Kimball K,et al.'Horizon' gape[J].Hort Science,1983,18(1):

108-109.

- [41] Singh M, Sharma J K, Kaur H. Vegetative growth of budded Perlette grape at nursery stage on different rootstocks[C]. International Workshop on Advances in Grapevine and Wine Research, 2005, 142.
- [42] 杨治元. 藤稔葡萄适用砧木研究初报[J]. 中国南方果树, 2002(6): 28-30.
- [43] 梅军霞, 郑婷, 程建徽等. 7种砧木对红玛斯卡特葡萄生长与果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(23): 9548-9550, 9559.
- [44] 钟海霞, 潘明启, 张付春等. 7种砧木对克瑞森无核葡萄生长及产量品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(10): 1786-1793.
- [45] 邓建军. 砧木和营养水平对葡萄生长和抗病性的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2003.
- [46] 魏灵珠, 程建徽, 李琳等. SO<sub>4</sub> 和贝达砧木对鄞红葡萄生长与果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2012(4): 23-25.
- [47] During H. Photosynthesis of ungrafted and grafted grapevines: effects of rootstock genotype and plant age[J]. Amer. J. Enol. Viticult, 1994, 45: 297-299.
- [48] 李双岑, 胡宏远, 王振平. 不同砧木对1年生霞多丽葡萄生长和光合特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 213-215.
- [49] Bica D, Gay A, Morando E, et al. Effects of rootstock and *Vitis vinifera* genotype on photosynthetic parameters[J]. Acta Hort, 2000, 526: 373-379.
- [50] Kelley M, Kummer M, Vasconcelos M C. Oil nitrogen utilisation for growth and gas exchange by grapevines in response to nitrogen supply and rootstock[J]. Austral. J. Grape and Wine Res, 2001, 7: 2-11.
- [51] 肖慈木, 王丹, 范昭鸣等. 砧木影响梁平袖树体生长的生理生化特性[J]. 中国南方果树, 1996, 25(2): 14-16.
- [52] Whiting J. Selection of grapevine rootstocks and clones for Greater Victoria[M]. Victoria: Department of Primary Industries, 2003.
- [53] 芮东明, 赵亚夫, 阎永齐. 适用于丘陵地的巨峰葡萄贴木筛选[J]. 落叶果树, 1999(4): 17-18.
- [54] Reynolds A G, Wardle D A. Rootstocks impact vine performance and fruit composition of grapes in British Columbia[J]. Hort Technology, 2001, 11(3): 419-427.
- [55] 吴江, 陈青英, 陈俊伟等. ‘矢富罗莎’葡萄早期优质丰产栽培技术研究[J]. 中国南方果树, 2005, 34(2): 55-56.
- [56] 蒋爱丽, 李世诚, 杨天义等. 不同砧木对藤稔葡萄生长与果实品质的影响[J]. 上海农业学报, 2005(3): 73-75.
- [57] Venegas M C, Martinez-Peniche R, Reyes M C, et al. Rootstock influences quality of Ruby Seedles stable grape in Central-Northern Mexico[J]. Acta Horticulturae, 2001, 565: 125-130.
- [58] Main G, Morris J, Striegler K. Rootstock effects on chardonnay productivity, fruit, and wine

- composition[J].*American Journal of Enology and Viticulture*, 2002,53(1):37-40.
- [59] 骆军,沈国军,王晓庆等.不同砧木藤稔嫁接苗着色差异及相关酶活性影响[J].*上海农业学报*, 2007,23(3):9-13.
- [60] 周万海,曹孜义,李胜等.三个酿酒葡萄品种嫁接在 520A 砧木上的栽培表现[J].*甘肃农业大学学报*,2005(3):330-333.
- [61] 赵宝龙等,不同砧木的赤霞珠和弗蕾无核葡萄枝条抗寒性差异研究[J].*中外葡萄与葡萄酒*,2014(4):6-11.
- [62] 陈继峰.葡萄抗逆性砧木品种与利用[J].*山西果树*,2002(1):33.
- [63] Takota M. Phenolic substances of white Hellebore *Veratum grandiflorum* Loes fil[J]. *Faculty Sci, Hokkaido Imp Univ Ser III*,1940,3:1-16.
- [64] Jang M, Cai L, Udeani G O, et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a nature product derived from grapes[J]. *Science*,1997,275(5297):218-220.
- [65] Kim T P N, Thin V, Van P T, et al. Phytochemical constituents and determination of resveratrol from the roots of *Arachis hypogea* L[J]. *American Journal of Plant Sciences*,2013,4(12):2351-2358.
- [66] 于永明,杨永平.喷淋防霜系统在葡萄园应用效果初报[J].*甘肃农业*,2010(9):92-94.
- [67] 阎静,王振月,刘丹宁.白藜芦醇及其苷的生物活性研究进展[J].*中医药学报*, 2000,2:39.
- [68] Silvia N, Maria RC, Adele M, et al. Biot ransformation of resveratrol: synthesis of trans-dehydrodimers catalyzed by laccases from *Myceli phtora thermophyla* and from *Trametes pubescens*[J]. *Tet Rahedron*,2004,60:595-600.
- [69] 黄卫文,李忠海,黎继烈等.白藜芦醇的合成研究进展[J].*中南林业科技大学学报*, 2010,(10):72-77.
- [70] Jeandet P, Douill E T, Breuil A C, et al. Phytoalexins from the vtaceae; biosynt lzesis, phytoalexin gene expression in transgenic plants, antifungal activity, and metabolism [J]. *Agric Food Chem*,2002,50:2731-2741.
- [71] 刘静,胡莺雷,高音等.苯丙氨酸代谢途径分子调控的某些方面走向,21 世纪的植物分子生物学[M].北京:科学出版社,2000.
- [72] Donnez D, Jeandet P, Clement C, et al. Bioproduction of resveratrol and stilbene derivatives by plant cells and microorganisms[J]. *Trends in Biotechnology*,2009,27(12):706-712.
- [73] Chong J L, Poutaraud A, Huguene P. Metabolism and roles of stilbenes in plants[J]. *Plant Science*.2009,177:143-155.
- [74] 李阿英,王西城,刘丹等.4 个鲜食葡萄品种生长发育过程中各器官白藜芦醇的含量变化[J].*果树学报*.2014,31(6):1079-1085.
- [75] 李婷,李胜,张青松等.葡萄不同组织部位白藜芦醇含量的比较[J].*甘肃农业大学学报*.2009, 44(2):64-67.

- [76]陈雷,韩雅珊,葡萄不同品种和组织中白藜芦醇含量的差异[J].园艺学报.1999, 26(2):118-119.
- [77]Jeandet P, Bessis R, Gautheron B.The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages[J].Am.J.Enol.Vitic,1991, 42(1):41-46.
- [78]Langcake P, Pryce R J.The production of resveratrol and the viniferins by grapevines in response to Itraviolet irradiation[J].Phytochemistry,1977,16:1193-1196.
- [79]罗藜,王琴飞,李景明等.葡萄叶片中白藜芦醇的紫外线诱导研究[J]中外葡萄与葡萄酒,2007,4:4-6.
- [80]Dercks W,Creasy L L.Influence of fesityl-A1 on phytoalexins accumulation in the Plasmopara viticola-grapevine interaction[J].Physiol&Mole PlantPatho,1989,34(3): 203-213.
- [81]元桂梅,GLEN L,Creasy.乙磷铝和紫外线照射对葡萄叶片中芪类化合物的诱导作用[J]中外葡萄与葡萄酒,2005,4:12-16.
- [82]Gindro K, Spring J L, Pezet R, et al.Histological and biochemical criteria for objective and early selection of grapevine cultivars resistant to Plasmopara viticola[J]. Vitis, 2006,45(4):191-196.
- [83]王娅宁,尉亚辉,郝浩永,等.白藜芦醇代谢物的研究进展[J].西北植物学报,2007, 27(4):852-857.
- [84]张宏芳,张秀琦,郑建斌等.葡萄酒中白藜芦醇的二次微分简易示波伏安法测定[J]. 分析测试学报,2001,20 (2): 21-23.
- [85]Mowafy A M,Abou-Zeid L A,Edafiogho I.Recognition of resveratrol by the human estrogen receptor-alpha:a molecular modeling approach to understand its biological actions[J].Medical Principles and Practice,2002,11(2):86-92.
- [86]欧阳昌汉,范巧,吴基良.白藜芦醇对雌性小鼠化学性肝损伤的保护作用[J].时珍国 医国药,2006,17(5):760-762.
- [87]Rozalyn M A, Kevin J B, David A S, et al.Nicotinamide and PNC1 govern lifespan extension by calorie restriction in Saccharomyces cerevisiae [J].Nature,2003,423(8): 181-85.
- [88]张蓉,黄宝康,郑汉臣等.天然植物中活性成分白藜芦醇的作用研究进展[J].现代中 药研究与试践.2015,19(2):62-64.
- [89]张兰胜,刘光明.白藜芦醇的研究概述[J].大理学院学报,2007,6(4):72-74.
- [90]戴蕴青,韩雅珊,惠柏棣等.红葡萄酒中白藜芦醇及其糖苷异构体的反相 HPLC 分析 [J].中国农业大学学报,2002,7 (1):14-18.
- [91]姚保书,齐藏.从葡萄皮渣中提取白藜芦醇的研究[J].天津轻工学院学报,1999 (4)8-15.
- [92]王琴飞,马丽艳,黄绵佳等.高效液相色谱法测定葡萄叶中 5 种芪类化合物[J].分析化

- 学,2008,10:1359-1363.
- [93]薛香,吴玉娥.小麦叶片叶绿素含量测定及其与 SPAD 值的关系[J].湖北农业科学,2010,11:2701-2702,2751.
- [94]丁雪梅,张晓君,赵云等.蒽酮比色法测定可溶性糖含量的试验方法改进[J].黑龙江畜牧兽医,2014,23:230-233.
- [95]王超霞,邓嘉进,张雅丽等.不同葡萄砧木对矢富罗莎果肉酚类化合物含量的影[J].中外葡萄与葡萄酒,2011(07):28-31.
- [96]马玉坤.葡萄砧木对接穗品种生理生化特性及果实品质影响的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2007.
- [97]李敏敏,袁军伟,刘长江,韩斌,黄家珍,郭紫娟,赵胜建.砧木对河北昌黎产区‘赤霞珠’葡萄生长和果实品质的影响[J].应用生态学报,2016,27(1):59-63.
- [98]李超,白世践,耿新丽等.不同砧木对‘赤霞珠’葡萄生长发育的影响[J].果树学报,2016,33(10):1242-1250.
- [99]袁园园,门洪文,马盼等.不同砧木嫁接对‘金手指’葡萄生长和一些生理特性的影响[J].西北农业学报,2015,24(8):110-115.
- [100]周军永,陆丽,孙其宝等.不同砧木对‘醉金香’葡萄生长及果实品质的影响[J].安徽农业大学学报,2015,42(1):130-133.
- [101]李操.新陆中 36 号、新陆中 49 号棉花高产光合特性研究[D].石河子:石河子大学,2013.
- [102]郑淑霞,上官周平.8 种阔叶树种叶片气体交换特征和叶绿素荧光特性比较[J].生态学报.2006,4(26):1080-1087.
- [103]Hakkinen S,Heinonen M,Karenlampi S,Mykkanen H,Ruuskanen J,Torronen R. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries[J].Food Research International.1999,32:345-353.
- [104]Koukol J,Conn E E.The metabolism of aromatic compounds in higher plants.IV.Purification and properties of the phenylalanine deaminase of *Herdeum vulgare*[J].Journal of Biology and Chemistry.1961,236:2692-2698.
- [105]Lamb C J, Rubery P H. A Spectrophotometric assay for traps-cinnamic acid 4-hydroxylase activity[J].Analytical Biochemistry.1975,68:554-561.
- [106]Knoblock K H,Hahlbrock K.Isoenzymes of p-coumarate:CoA ligase from cell suspension cultures of *Glycine max*[J].European Journal of Biochemistry.1975 52(2): 311-320.
- [107]邓建国,姜丰,杨国顺.13 个葡萄品种白藜芦醇含量的研究[J].中国果菜.2009(3): 45-46.
- [108]周万海.葡萄砧木耐盐性及砧-穗特性研究[D].兰州:甘肃农业大学.2005.
- [109]李超,白世践,赵荣华,陈光,蔡军社.葡萄砧木及其应用的研究进展[J].农学学报.2016,6(5):53-59.

- [110]H T.哈特曼(美).植物繁殖原理和技术[M].北京:中国林业出版社 1982:364-381.
- [111]Li H L,Zhang H,Yu C,et al.Possible roles of auxin and zeatin for initiating the dwarfing effect of M9 used as apple rootstock or interstock[J].Acta Physiologiae Plantarum, 2012, 34(1): 235-244.
- [112]Weisshaar B,Jenkins G I.Phenylpropanoid biosynthesis and its regulation[J].Current Opinion in Plant Biology.1998,1:251-257.
- [113]Brenda W S. Evidence for enzyme complexes in the phenyl propanoid and flavonoid pathways[J].Physiologia Plantarum.1999,107:142-49.
- [114]Achnine L,Blancaflor E B,Rasmussen S,et al.Colocalization of L-phenylalanine ammonia-lyase and cinnamate 4-hydroxylase for metabolic channeling in phenylpropanoid biosynthesis[J].Plant Cell, 2004,16:3098-3109.
- [115]Wahid A,Ghazanfar A.Possible Involvement of Some Secondary Metabolites in salt Tolerance of Sugarcane[J].Journal of Plant Physiology,2006,163:723-730.
- [116]陈爱国,彭东,陈向东等.烤烟苯丙烷代谢中相关酶活性和多酚产物的关系研究[C].山东植物生理学会第七次代表大会暨植物生物学与现代农业研讨会论文集.2012.

## 致 谢

时光飞逝，一转眼，两年的研究生学习生活即将结束，此时此刻，感受良多，这两年从无到有，从一个带有敬畏之心的试验小白，到现在具备一定的科研技能的研究者，自己在不断成长中，也收获了科研成果，这一切的进步都离不开各位老师和同学对我的帮助，还有父母对我的支持和鼓励，在这里，我要对这两年来给过我无私帮助的人说一声真挚的谢谢！

感谢我的导师赵宝龙老师，在论文的试验设计、试验开展、论文修改及诸多细节上给予无微不至的关心、支持与帮助，每个过程都倾注着老师的大量心血，在此向他表示最衷心的感谢！赵老师严谨的教学态度，海纳百川的胸襟以及孜孜不倦的敬业精神令我获益良多。刻苦钻研和实干精神，深深地感染和激励着我，是我学习的榜样。正是在赵老师严格的要求下，逐步培养了我的科研思路和独立解决问题的能力，这将使我终生受益。

感谢郁松林老师对我无形中的影响与帮助。

感谢孙军利老师和樊新民老师的悉心指导和无私帮助，教会我很多宝贵的知识与经验。

感谢石河子农业科学研究院葡萄研究所容新民所长和王富霞老师对我实习期的辅导和帮助。

感谢药学院董瑾蕾师姐对我试验热心的帮助。

感谢果树组的王蛟龙、张占畅、李汉钊、朱海峰、李芳芳、刘秋辰以及师弟章智钧、师妹张梦燕在我试验和生活上所给予的帮助和支持。

感谢张二震两年来对我的关心、支持鼓励和帮助。

感谢父母一直以来对我学习生活的关心、教育和全力支持，感谢他们的辛苦付出。

感谢所有给与我关心、帮助与鼓励的人，我将怀着感恩的心积极面对以后的工作与生活。谢谢你们的帮助和支持！祝愿你们事业顺利、前程似锦！

翟 晨

2017 年 6 月

## 作者简介

翟晨，女，生于 1991 年 9 月，籍贯山东省青岛市。2014 年毕业于塔里木大学植物科学学院，获得农学学士学位。2015 年考入石河子大学农学院园艺系研究生，进行为期两年的硕士学生生涯。

### 在学期间主要参与的研究项目

1. 参与了国家自然科学基金项目“抗性砧木对酿酒葡萄果实白藜芦醇的差异表达及其代谢机制研究”（31560542）的部分研究工作
2. 参与了冷棚葡萄栽培技术研究与示范课题的部分研究工作

### 在学期间参加的学术会议及获奖情况

1. 2016 年 12 月参加第十二届中国（辽宁·东港）草莓文化节
2. 2016 年 12 月去中国新疆乌鲁木齐参加新疆园艺学会青年学术交流会，所参与的论文在该会中被评为优秀论文。

### 在学期间发表的文章

1. 翟晨，赵宝龙，潘立忠，孙军利，张二震，章智钧. 不同抗性砧木对 2 年生赤霞珠葡萄生长发育的影响. 河南农业科学已录用。

## 石河子大学硕士研究生学位论文导师评阅表

研究生姓名	翟晨	学制	2 年制
专业	园艺	研究方向	果树栽培生理

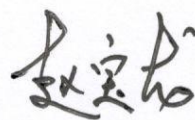
**学术评语:**

新疆天山北麓北纬 44° 所产的酿酒葡萄成为世界三大酿酒葡萄黄金产区, 张裕、中信国安等企业纷纷在此建厂, 目前新疆已成为中国最大优质葡萄原酒的生产基地。葡萄抗性砧木因其能够抵御盐碱、干旱、严寒、瘠薄土壤、潮湿、病虫害等恶劣自然环境对葡萄生产造成的损失和改善果实品质而引起人们的重视。葡萄的嫁接栽培已成为葡萄高效健康发展的趋势, 抗性砧木的引入及应用已经成为新疆酿酒葡萄健康发展中的主要措施和必须关注的问题。抗性砧木的利用改变了葡萄的生长环境, 缓解了恶劣生态环境对葡萄生长发育的影响, 抗性砧木对酿酒葡萄品质产生影响, 从而影响了葡萄酒的品质。白藜芦醇 (Resveratrol, 简称 Res) 是葡萄植株体内的一项重要营养物质, 具有抗菌、消炎、预防心脏病和防癌、软化血管、降血脂、抗氧化等方面的突出功效。近年来富含白藜芦醇的植物资源及其产品受到人们的普遍关注, 白藜芦醇含量的差异已成为葡萄发酵制品及其它相关产品质量评价的重要指标之一。因此, 白藜芦醇含量高低成为评价葡萄及葡萄酒品质的重要指标。但目前有关抗性砧木对葡萄植株中白藜芦醇含量及代谢机制方面研究报道较少。

本项目以嫁接在不同砧木上的‘赤霞珠’葡萄品种为试材, 研究抗性砧木对‘赤霞珠’葡萄植株生长发育及白藜芦醇含量的影响, 为新疆地区科学选择酿酒葡萄砧木提供理论依据。

论文立意指导思想明确, 实验设计合理可行, 论文研究方法比较科学, 结果明确。论文书写规范, 能较好对国内外文献资料进行分析和综述。图表清晰, 分析合理。符合专业学位硕士研究生培养目标对学位论文的要求。

指导教师签字:



2017 年 6 月 5 日