葡萄酒工艺学

李　华　王　华　袁春龙　王树生　著

科学出版社

北　京

内 容 简 介

葡萄酒工艺学是研究葡萄酒酿造、储藏以及利用化学方法(规律)研究葡萄酒成分的科学。现代葡萄酒工艺学的目的和任务是:在原料质量良好的情况下,尽可能地将存在于原料中的所有潜在质量在葡萄酒中经济、完美地表现出来;在原料质量较差的情况下,则应尽量掩盖和除去其缺陷,生产出质量相对良好的葡萄酒。本书通过原料的改良、酵母菌与酒精发酵及酿造的基本工艺等基础内容介绍了多种葡萄酒的酿造。

本书可作为葡萄酒化学、食品工程等相关专业的本科生、研究生教材,也可供与葡萄酒酿造相关的研究人员和技术工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

葡萄酒工艺学/李华等著.—北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-019862-4

Ⅰ.葡… Ⅱ.李… Ⅲ.葡萄酒-鉴别 Ⅳ.TS262.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 014953 号

责任编辑:杨 震 袁 琦 / 责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 8 月第一次印刷 印张:23 1/2

印数:1—3 000 字数:470 000

定价:45.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前　言

最近上网，看到很多网站都转载了“葡萄酒的生物化学”一文（发表于由我主编的《葡萄与葡萄酒研究进展——葡萄酒学院年报（2000）》）的部分或全部内容。仔细分析，认为该文基本上能概括葡萄酒工艺学的主要内容，故将其作为本书的前言。

在大家的心目中，化学是葡萄酒工艺师在葡萄酒的酿造及其质量控制中的主要工具。这是因为，化学分析使我们对葡萄酒成分的了解越来越深入。目前已鉴定出一千多种物质：通过气相色谱可以分析出多种芳香物质；通过^{14}C可以鉴定出葡萄酒的年份；通过核磁共振检验可以检验出是否加糖发酵等。但是，事实上，当我们谈到葡萄酒时，首先要谈到的是生物化学。这一点无论对于科学家、工程师还是对于普通消费者来说，都是非常重要的。

1　葡萄酒的特性

根据国际葡萄与葡萄酒组织的规定（OIV，2006），葡萄酒只能是破碎或未破碎的新鲜葡萄果实或葡萄汁经完全或部分酒精发酵后获得的饮料。生产葡萄酒，就是将葡萄这一生物产品转化为另一生物产品——葡萄酒。引起这一转化的主要媒介是一种叫酵母菌的微生物。酵母菌存在于成熟葡萄浆果的果皮上，它可以将葡萄浆果中的糖转化为酒精和其他构成葡萄酒的气味和味道的物质。

所以，葡萄酒的关键词就是葡萄和酵母菌。因而葡萄酒是一种生物产品，它是从葡萄的成熟，到酵母菌及细菌的转化和葡萄酒在瓶内成熟的一系列有序而复杂的生物化学转化的结果。葡萄酒的这一生物学特征使它具有突出特性：多样性、变化性、复杂性、不稳定性和自然特性。

1.1　多样性

葡萄酒与一些标准产品不同，每一个葡萄酒产区都有其风格独特的葡萄酒。葡萄酒的风格决定于葡萄品种、气候和土壤条件。由于众多的葡萄品种，各种气候、土壤等生态条件，各具特色的酿造方法和不同的陈酿方式，使所生产出的葡萄酒之间存在着很大的差异，产生了多种类型的葡萄酒。每一类葡萄酒都具有其特有的颜色、香气和口感。葡萄酒的多样性，对于消费者来说，是一种福气，我们应该尽量保持葡萄酒的这一特性。

1.2　变化性

对外界环境因素的敏感性是生物的一种特性。作为多年生植物，一旦在某一特定地点定植，葡萄就必然要受当地每年的外界条件的影响。这些外界因素包括

每年的气候条件(降水量、日照、葡萄生长季节的活动积温)和每年的栽培条件(修剪、施肥等)。这些外界因素决定了每年葡萄浆果的成分,从而决定了每年葡萄酒的质量。这就是葡萄酒的"年份"概念。葡萄酒工艺师可以对原料的自然和(或)人为缺陷进行改良,但各葡萄酒产区仍然存在着优质年份和一般年份。

1.3 复杂性

目前,在葡萄酒中已鉴定出 1000 多种物质,其中有 350 多种已被定量鉴定。葡萄酒成分的复杂性,给消费者带来了双重的利益:葡萄酒的成分之多,使制假者无法制造出真正的葡萄酒;同时,葡萄酒的复杂性还是其营养和保健价值的证据,它说明葡萄酒并不是一种简单的酒精水溶液。

1.4 不稳定性

在葡萄酒的 1000 多种成分中,包括氧化物、还原物、氧化-还原催化剂(金属或酶)、胶体、有机酸及其盐、酶及其活动底物、微生物的营养成分等。所有这些成分就成为葡萄酒的化学、物理化学和微生物学不稳定性的因素。所以,葡萄酒是一种随时间而不停变化的产品,这些变化包括葡萄酒的颜色、澄清度、香气、口感等。葡萄酒的这一不稳定性就构成了葡萄酒的"生命曲线"。不同的葡萄酒都有自己特有的生命曲线,有的葡萄酒可保持其优良的质量达数十年,也有些葡萄酒需在其酿造后的六个月内消费掉。葡萄酒工艺师的技艺就在于掌握并控制葡萄酒的这一变化,使其向好的方向发展,同时尽量将葡萄酒稳定在其质量曲线的高水平上。但是,在有的情况下,葡萄酒也会生病:它会浑浊、沉淀、失色、失光,甚至变成醋。如果将一瓶葡萄酒开启后,放置在室温下,让它与空气长期接触,它就会很自然地长出酒花或者变成醋,或者会再发酵(如果葡萄酒中含有糖)。此外,对于陈酿多年的葡萄酒,如果出现沉淀(包括色素、丹宁和酒石),也是很正常的。总之,必须让消费者知道,葡萄酒是很脆弱的,它最基本的储存条件是平放、避光、温度变化小(在 10～15℃之间)。

1.5 自然特性

只需将葡萄浆果压破,存在于果皮上的酵母菌就会迅速繁殖,从每毫升葡萄汁中的几千个细胞增加到几百万个,并同时将葡萄转化成葡萄酒。正是因为如此,葡萄酒才成为已知的最古老的发酵饮料。也正因为如此,在人类起源的远古时期就有了葡萄酒。在埃及的古墓中所发现的大量珍贵文物(特别是浮雕)清楚地描绘了当时古埃及人栽培、采收葡萄和酿造葡萄酒的情景。最著名的是 Phtah Hotep 墓址,据今已有 6000 年的历史。西方学者认为,这是葡萄业的开始。但是,在漫长的历史过程中,葡萄酒的发酵、澄清、稳定等过程多是自然进行的;葡萄酒只能算是"自然葡萄酒",它自己会浑浊、失色,甚至变成醋,当时的浪费是相当惊人的。所以,人们一直在寻求稳定葡萄酒的方法。但是,一直到 1866 年,巴斯德发现了酒精发酵的实质,发明了巴氏消毒法,并开始对葡萄向葡萄酒的转化过程进行控制,从

而才诞生了科学的葡萄酒工艺学。也正是由于巴斯德的工作，才诞生了现代微生物学。因此，葡萄酒虽然是自然赐予人类的礼物，但同时也是人类工作的结晶。

2　葡萄酒的质量

葡萄酒的质量很显然是我们追求的目标。但是，什么是葡萄酒的质量呢？一个优质的葡萄酒，一个好酒，应是喝起来让人舒适的葡萄酒。葡萄酒的质量，应是其令消费它的人满意的特性的总体。因此，葡萄酒的质量是一个很主观的概念，它决定于每一个消费者的感觉能力、心理因素、饮食习惯、文化修养和环境条件等。这说明葡萄酒的质量无论在时间上还是在空间上都是多维的和变化的。我们现在喝的葡萄酒不是我们前辈所喝的葡萄酒；北方人与南方人具有不同的口味。所以，葡萄酒的质量只有通过消费者才能表现出来，而且受消费者的口味和喜好的影响。

摆在葡萄酒工艺师面前的问题是，如何使自己的产品适应各种消费者的口味。这就需要确定葡萄酒质量的各种构成因素，并通过对原料和酿造工艺的选择来达到这一目标。

那么，葡萄酒质量的构成因素有哪些呢？无论其风格如何，所有喝起来舒适的葡萄酒都有一个共同的特征，即它们表现出平衡，一种在颜色、香气、口感之间的和谐。平衡，是葡萄酒质量的第一要素，所有消费者都不会喜欢某一种感觉（酸、苦、涩）过头，他们喜欢葡萄酒不涩口，丰满，后味良好。所以，平衡是消费者对所有葡萄酒的最低质量要求。葡萄酒质量的第二个要素是风格，即一种葡萄酒区别于其他葡萄酒所独有的个性。这一层次是那些追求个性的消费者所要求的，也是最佳的质量。因此，真正的优质名酒首先必须平衡，而且应具有其独特而优雅的风格。

实际上，葡萄酒的平衡决定于葡萄酒中多种能刺激我们的视觉、嗅觉和味觉的物质之间的平衡和某种比例关系。所有葡萄和葡萄酒的构成成分都直接或间接的影响葡萄酒的质量，但其重要性却各不相同。我们可以简单地将这些成分分为一般成分和特有成分两大类。

一般成分包括糖、含氮物质、盐（特别是钾盐）、发酵产物等，它们虽然影响葡萄酒的质量，但并不是葡萄的特有成分（酒石酸除外），它们存在于所有的发酵饮料产品中。这些成分，与酚类物质一起，构成了葡萄酒的最低质量，即平衡。很多作为发酵微生物的营养物质和生长素的物质、发酵底物、酶等也参与构成葡萄酒的味道和颜色。

葡萄特有的构成成分，由于它们的性质和相互之间的平衡，可使葡萄酒具有其风格和个性。这些物质主要是酚类物质（花色素和丹宁）及芳香物质（包括游离态和结合态）。这两类物质是葡萄酒个性的基本构成成分。

香气是给予消费者满足感不可缺少的因素。由于构成葡萄酒香气的物质种类极多，使香气在葡萄酒中具有特殊的重要性。

香气使葡萄酒具有个性，使每个葡萄酒都具有其区别于其他葡萄酒的独特的

风格。它取决于葡萄品种、产地,有时也取决于酿造技术(如二氧化碳浸渍发酵)。除风格以外,葡萄酒的香气构成还具有多变性、优雅性和来源的复杂性三个重要特性。

一种香气具有数个构成物,由它们形成一系列围绕一中心特征气味的多个谐波,这些谐波就决定了葡萄酒的多变性。香气多变性的概念具有重要的实践意义,它可指导葡萄酒工艺师在葡萄酒的酿造(特别是白葡萄酒和桃红葡萄酒)过程中,更好地开发潜在的品种香气和发酵香气,特别是保证这两者之间的良好平衡。

香气的优雅性当然也非常重要,一种香气不能是一种一般的、普通的气味,更不能是一种异味。气味可分为好闻的气味和难闻的气味。如果说消费者较难定义香气的质量,但他们对香气的缺陷却非常敏感。例如,由于对原料机械处理不当而带来的生青味,由氧化而形成的破败味甚至马德拉味,由还原而形成的硫味甚至臭鸡蛋味等还原味,由于卫生状况不良而形成的霉味,等等。

最后,香气的来源非常复杂:一部分香气以游离态或(和)结合态的形式存在于葡萄浆果中,但同时,在葡萄酒酿造的各个阶段,包括原料的采收、破碎、压榨(发酵前香气),发酵(发酵香气)和葡萄酒的陈酿和储藏(发酵后香气),还会产生一些新的香气。在这些过程中,任何一个错误,都会立即降低葡萄酒的质量。

多酚物质,包括丹宁和色素,是构成葡萄酒个性的另一类重要成分。它们主要参与形成葡萄酒的味道、骨架、结构和颜色。

虽然颜色不一定与葡萄酒的口感质量存在着相关性,但它对品尝员判断葡萄酒的质量有很大的影响:如果他喜欢某一葡萄酒的颜色,其对该葡萄酒的总体评价就好。红葡萄酒和桃红葡萄酒的颜色可从瓦红到宝石红到紫红,这决定于黄色素(黄酮)和红色素(花色素苷及其复合物)之间的平衡。而这一平衡又决定于葡萄品种、原料的成熟度、卫生状况以及葡萄酒的酿造技术和取汁工艺。

但是,多酚物质也会间接地影响葡萄酒的香气,它们可加强或掩盖某些香气。丹宁可降低葡萄酒的果香,所以红葡萄酒的多酚物质含量越低,口感越柔和,其果香就越浓郁、越舒适。根据酿造工艺不同,红葡萄酒可果香浓郁,也可丹宁感强。同样,白葡萄酒的多酚物质含量越低,其香气就越好。

构成葡萄酒干浸出物的非挥发性物质(香气的支撑体)与香气(挥发性物质)之间的互作也具有重要的实践意义:

对于品种香气浓郁、典型的葡萄品种,就需要利用能加强其支撑体以平衡其过浓的香气的酿造和储藏技术。例如,当用赤霞珠酿酒(Cabernet Sauvignon)时,就需通过加强浸渍和在橡木桶中储藏来加强其丹宁支撑,在橡木桶中的储藏还会形成香草醛气味和木桶味而使葡萄酒的香气更为馥郁。同样,对麝香味浓的玫瑰香(Muscats)系列品种,应通过提高葡萄酒的酒度和糖度来平衡其过浓的品种香气,所以应用之酿造含糖的葡萄酒或利口酒。

那么，如何利用好质量的构成因素，无论它是一般成分（糖、酒精、酸）还是特有成分（色素、丹宁、芳香物质）？如何掌握它们之间的平衡以获得葡萄酒质量所需要的外观-口感-香气之间的感官平衡？这就是葡萄酒工艺师在从葡萄原料到消费者的酒杯这一葡萄酒酿造生物技术链中的目标。

3　葡萄酒的生物技术链

葡萄酒所要走的路程相当漫长，而且到处是陷阱。它的起点是葡萄原料，即从优良品种的选择到良好的成熟度。

优良的品种是一切的基础，“葡萄酒的一切首先存在于葡萄品种当中”。

在法国的葡萄酒产区，就种植了 250 多个葡萄品种。这些品种在以下等方面都存在着差异：

形态：果穗的形状（果梗的比例），果粒（大小、含汁量、果皮厚度）；

果粒的生物化学特性：含糖量、含酸量、含氮量，酒石酸、苹果酸和氨基酸之间的比例；

特殊生物化学特性：花色素苷和多酚物质的含量，黄色素和红色素之间的比例，芳香物质的含量、种类及其相互之间的比例；

酶学特性：各种酶，特别是多酚氧化酶的含量。

葡萄品种的这些形态学及生物化学特性的差异，就决定了它们之间的工艺特性的差异，即葡萄品种具有工艺特异性。一些品种由于其含糖量高而适合酿造利口酒（甜型酒），如歌海娜（Grenache）、马卡波（Maccabeu）、马尔瓦日（Malvoisie）、玫瑰香（Muscats）、赛美容（Semillon）、长相思（Chenin）、琼瑶浆（Gewurtztraminer）等。另一些品种则由于含酸量高、含糖量低而适合酿造白兰地，如白玉霓（Ugni Blanc）、鸽笼白（Colombard）等。有些品种则由于含糖量适中、含酸量较高而适合酿造起泡葡萄酒，如霞多丽（Chardonnay）、比诺（Pinots）等。

由此可见，葡萄浆果中的糖-酸（或葡萄酒中酒-酸）平衡关系决定了葡萄品种适于酿造何种类型的葡萄酒。但是，随着我们对葡萄浆果的生物化学认识的不断深入，除了这一相对简单的指标外，还应加入多酚物质和芳香物质两个指标。正如我们前面论述过的一样，葡萄浆果的多酚物质和芳香物质决定了葡萄酒的陈酿特性及其香气特性。因此，除糖-酸平衡关系以外，我们还可将葡萄品种分为适于酿造结构感强、色深适于陈酿的葡萄酒的品种[如赤霞珠（Cabernet Sauvignon）、比诺（Pinot）、西哈（Syrah）、穆尔韦德（Mourvedre）等]，以及适于酿造果香味浓、口感柔和的新鲜型葡萄酒的品种[如佳美（Gamay）、神索（Cinsault）等]。

一般来说，葡萄酒工艺师可选择一系列相互补充的葡萄品种，以使他所要生产的葡萄酒在保证其风格的前提下达到平衡。例如在法国的罗纳河谷地区的葡萄酒中，佳丽酿（Carignan）带来葡萄酒的骨架、颜色和典型性，神索带来其果香和优雅度，歌海娜带来其醇厚，穆尔外德和和西哈则主要带来葡萄酒的醇香。这就是葡萄

的品种结构。因此,各葡萄酒产区在确定其葡萄品种结构时应根据当地的生态条件选择一系列能相互补充、取长补短的葡萄品种结构,以保证所要生产的葡萄酒的风格和典型性。

除葡萄品种这一遗传因素外,葡萄原料的质量还受土壤和气候的影响。产地的土壤和气候决定了葡萄酒的个性和年份。我们不可能将葡萄品种从其生态系统中孤立起来,"气候、土壤和葡萄苗圃是葡萄园的基础"。同样,我们也不能将葡萄品种从人为因素中孤立出来。葡萄果农通过其栽培技术,控制葡萄植株的生理,即营养,光合能力,光合产物在葡萄浆果和如主干、枝、叶及根系等其他器官之间的分配。所以,葡萄果农对葡萄原料的产量和质量都起着重要的作用,而葡萄酒工艺师则对此无能为力。但葡萄酒工艺师可对葡萄的成熟过程进行控制。

葡萄酒的质量首先决定于葡萄原料的质量,即葡萄的成熟度和卫生状况。在与所要酿造的葡萄酒种类相适应的葡萄成熟的最佳阶段进行采收,应是葡萄酒工艺师的第一位的任务。

葡萄浆果从坐果开始至完全成熟,需要经历不同的阶段。第一个阶段是幼果期,在这一时期,幼果迅速膨大,并保持绿色,质地坚硬。糖开始在幼果中出现,但其含量不超过 10～20 g/L。相反,在这一时期中,酸的含量迅速增加,并在接近转色期时达到最大值。然后是转色期,即是葡萄浆果着色的时期。在这一时期,浆果不再膨大。果皮叶绿素大量分解,白色品种果色变浅,丧失绿色,呈微透明状;有色品种果皮开始积累色素,由绿色逐渐转为红色、深蓝色等。浆果含糖量直线上升,由 20 g/L 上升到 100 g/L,含酸量则开始下降。第三阶段是成熟期,即从转色期结束到浆果成熟,大约需 35～50 天。在此期间,浆果再次膨大,逐渐达到品种固有大小和色泽,果汁含酸量迅速降低,含糖量增高,其增加速度可达每天 4～5 g/L。

浆果的成熟度可分为两种,即工业成熟度和技术成熟度。所谓工业成熟度,即单位面积浆果中糖的产量达到最大值的成熟度;而技术成熟度是根据葡萄酒种类,浆果必须采收时的成熟度,通常用葡萄汁中的糖(S)/酸(A)比(即成熟系数 M)表示。这两种成熟的时间有时并不一致,而且在这两个分别代表产量和质量的指标之间,通常存在着矛盾。

现在,通常在葡萄转色后定期采样进行分析,并绘制成熟曲线,根据最佳条件(即葡萄酒质量最好时),确定采收时的 M 值,从而确定采收期。对于同一地块的葡萄,在不同的年份,应使用相似的 M 值。

成熟度差的葡萄原料,缺乏果胶酶,因而果粒硬且汁少,不仅增加压榨的难度,而且葡萄汁中大颗粒物质含量高,影响葡萄酒的优雅度。此外,不成熟的葡萄原料中,富含氧化酶(影响葡萄酒的颜色和味道),脂氧化酶活性高(形成生青味);苦涩丹宁和有机酸含量高,缺乏干浸出物、色素和芳香物质。

在葡萄的成熟过程中,重要质量成分(糖、酚类物质、花色素苷、芳香物质)的变

化与糖的变化相似，即在成熟过程中，它们的含量也不断地上升。所以，糖是葡萄成熟的结果，随着它的含量的升高，所有其他的决定葡萄酒风格和个性的口感及香气物质都不停地上升，而实践证明，这些物质之间的平衡，即对应于最好的葡萄酒的原料中这些物质之间的平衡，只有在最优良的生态条件下、最良好的年份才能获得。

这些生物化学的研究结果，具有重要的实践意义。它们表明，用加糖发酵的方式来弥补由于不成熟原料含糖低的缺陷是不行的，因为成熟原料中除糖以外，还含有其他决定葡萄酒风格和个性的物质。即只有用成熟的原料才能酿造出优质的、独具风格的葡萄酒。

4　葡萄酒酿造

葡萄酒酿造就是将葡萄转化为葡萄酒。它包括两个阶段：第一阶段为物理化学或物理学阶段，即在酿造红葡萄酒时，葡萄浆果中的固体成分通过浸渍进入葡萄汁，在酿造白葡萄酒时，通过压榨获得葡萄汁；第二阶段为生物学阶段，即酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵阶段。

葡萄原料中，20％为固体成分，包括果梗、果皮和种子，80％为液体部分，即葡萄汁。果梗主要含有水、矿物质、酸和丹宁；种子富含脂肪和涩味丹宁；果汁中则含有糖、酸、氨基酸等，即葡萄酒的非特有成分。而葡萄酒的特有成分则主要存在于果皮和果肉细胞的碎片中。从数量上讲，果汁和果皮之间也存在着很大的差异。果汁富含糖和酸，芳香物质含量很少，几乎不含丹宁。而对于果皮，由于富含葡萄酒的特殊成分，则被认为是葡萄浆果的“高贵”部分。

葡萄酒酿造的目标就是，实现对葡萄酒感官平衡及其风格至关重要的这些口感物质和芳香物质之间的平衡，然后保证发酵的正常进行。

4.1　浸渍：红葡萄酒的酿造

在红葡萄酒的酿造过程中，应使葡萄固体中的成分在控制条件下进入液体部分，即通过促进固相和液相之间的物质交换，尽量好地利用葡萄原料的芳香潜力和多酚潜力。这就是红葡萄酒酿造特有的浸渍阶段。浸渍，可以在酒精发酵过程中，也可以在酒精发酵以前或极少数情况下在酒精发酵以后进行。

在传统工艺当中，浸渍和酒精发酵几乎是同时进行的。原料经破碎（将葡萄压破以便于出汁，有利于固-液相之间的物质交换）、除梗后，被泵送至浸渍发酵罐中，进行发酵。在发酵过程中，固体部分由于 CO_2 的带动而上浮，形成“帽”，不再与液体部分接触。为了促进固-液相之间的物质交换，一部分葡萄汁被从罐底放出，泵送至发酵罐的上部以淋洗皮渣帽的整个表面，这就是倒罐。

芳香物质比多酚物质更易被浸出。所以，决定浸渍何时结束的是多酚物质的浸出状况。在此阶段，最困难的是，选择浸出花色素和优质丹宁，而不浸出带有苦味和生青味的劣质丹宁。发酵形成的酒精和温度的升高，有利于固体物质的提取，

但应防止温度过高或过低:温度过低(低于 20～25℃),不利于有效成分的提取;温度过高(高于 30～35℃),则会浸出劣质丹宁并导致芳香物质的损失,同时又有酒精发酵中止的危险。

倒罐是选择浸出优质丹宁的最佳方式。但必须防止将果梗及果皮撕碎的强烈的机械处理(破碎、除梗、泵送),因为在这种情况下,几乎完全失去了选择性浸出的可能性。

在多酚物质当中,色素比丹宁更易被浸出。所以,根据浸渍时间的长短(从数小时到一周以上),我们可以获得各种不同类型的葡萄酒:桃红葡萄酒、果香味浓应尽快消费的新鲜红葡萄酒及醇厚丹宁感强的需陈酿的红葡萄酒等。浸渍时间的长短,还决定于葡萄品种、原料的成熟度及其卫生状况等因素。

浸渍结束后,即通过出罐将固体和液体分开。液体部分(自流酒)被送往另一发酵罐继续发酵,并在那里进行澄清过程中的物理化学反应。固体部分中还含有一部分酒,因而通过压榨而获得压榨酒。同样,压榨酒应单独送往另一发酵罐继续发酵。在有的情况下,在短期浸渍后,一部分葡萄汁从浸渍罐中分离出来,以酿造桃红葡萄酒。这样酿造的桃红葡萄酒,比将经破碎后的原料直接压榨后酿造的桃红葡萄酒香气更浓,颜色更为稳定。

对原料加热浸渍是另一种浸渍技术。它是将原料破碎、除梗后,加热至 70℃左右浸渍 20～30 min,然后压榨,葡萄汁在冷却后进行发酵。这就是热浸发酵。热浸发酵主要是利用提高温度来加强对固体部分的提取。同样,色素比丹宁更易浸出。我们可通过对温度的控制来达到选择利用原料的颜色和丹宁潜力的目的,从而可生产出一系列不同类型的葡萄酒。热浸还可控制氧化酶的活动,这对于受灰霉菌危害的葡萄原料极为有利,因为种类原料富含能分解色素和丹宁的漆酶。几分钟的热浸在颜色上可以获得经几天普通浸渍相同的效果。同时,由于浸渍和发酵是分别进行的,可以更好地对它们进行控制。

对原料的浸渍也可用完整的原料在二氧化碳气体中进行。这就是二氧化碳浸渍发酵。浸渍罐中为二氧化碳所饱和,并将葡萄原料完整地装入浸渍罐中。在这种情况下,一部分葡萄被压破,释放出葡萄汁;葡萄汁中的酒精发酵保证了密闭罐中二氧化碳的饱和。浸渍 8～15 d 后(温度越低,浸渍时间应越长),分离自流酒。将皮渣压榨。由于自流酒和压榨酒都还含有很多糖,所以将自流酒和压榨酒混合后或分别继续进行酒精发酵。在二氧化碳浸渍过程中,没有破损的葡萄浆果会进行一系列的厌氧代谢,包括细胞内发酵形成酒精和其他挥发性物质,苹果酸的分解,蛋白质、果胶质的水解,以及液泡物质的扩散,多酚物质的溶解等,并形成特殊的令人愉快的香气。由于果梗未被破损并且不被破损葡萄释放的葡萄汁所浸泡,所以只有对果皮的浸渍,因而二氧化碳浸渍可获得芳香物质和酚类物质之间的良好平衡。通过二氧化碳浸渍发酵后的葡萄酒口感柔和、香气浓郁,成熟较快。它是

目前已知的唯一能用中性葡萄品种获得芳香型葡萄酒的酿造方法。宝祖利发酵法则是二氧化碳浸渍发酵与传统酿造法的结合，故有人称之为半二氧化碳浸渍发酵法。

4.2　直接取汁：白葡萄酒的酿造

与红葡萄酒一样，白葡萄酒的质量也决定于主要口感物质和芳香物质之间的平衡。但白葡萄酒的平衡与红葡萄酒的平衡是不一样的，白葡萄酒的平衡一方面决定于品种香气与发酵香气之间的合理比例，另一方面决定于酒度、酸度和糖之间平衡。多酚物质则不能介入。对于红葡萄酒，我们要求与深紫红色相结合的结构、骨架、醇厚和醇香，而对于白葡萄酒，我们则要求与带绿色色调的黄色相结合的清爽、果香和优雅性，一般需避免氧化感和带琥珀色色调。

为了获得白葡萄酒的这些感官特征，应尽量减少葡萄原料固体部分的成分，特别是多酚物质的溶解。因为多酚物质是氧化的底物，而氧化可破坏白葡萄酒的颜色、口感、香气和果香。

此外，从原料采收到酒精发酵，葡萄原料会经历一系列的机械处理，这会带来两方面的问题：一方面，这会破坏葡萄浆果的细胞，使之释放出一系列的氧化酶及其氧化底物——多酚物质，作为氧化促进剂并能形成生青味的不饱和脂肪酸；另一方面，还可形成一些悬浮物，这些悬浮物在酒精发酵过程中，可促进影响葡萄酒质量的高级醇的形成，同时抑制构成葡萄酒质量的酯的形成。

因此，白葡萄酒的酿造工艺就十分清楚了。用于酒精发酵的葡萄汁应尽量是葡萄浆果的细胞汁，用于取汁的工艺必须尽量柔和，以尽量减小破碎、分离、压榨和氧化的负面影响。

实际上，白葡萄酒的酿造工艺包括：将原料完好无损地运入酒厂，防止在葡萄的采收和运输过程中的任何浸渍和氧化现象；破碎，分离，分次压榨，二氧化硫处理，澄清；用澄清汁在 18～20℃的温度条件下进行酒精发酵，以防止香气的损失。

此外，应严格防止外源铁的进入，以防止葡萄酒的氧化和浑浊（铁破败）。所以，所有的设备最好使用不锈钢材料。

在取汁时，最好使用直接压榨技术，也就是将葡萄原料完好无损地直接装入压榨机，分次压榨，这样就可避免葡萄汁对固体部分的浸渍，同时可更好的控制对葡萄汁的分级。利用直接压榨技术，还可用红色葡萄品种（如黑比诺）酿造白葡萄酒。

上述工艺的缺陷是，不能充分利用葡萄的品种香气，而品种香气对于平衡发酵香气是非常重要的。所以，在利用上述技术时，选择芳香型葡萄品种是第一位的。此外，为了充分利用葡萄的品种香气，也可采用冷浸工艺，即尽快将破碎后的原料的温度在 5℃左右浸渍 10～20 h，使果皮中的芳香物质进入葡萄汁，同时抑制酚类物质的溶解和防止氧化酶的活动。浸渍结束后，分离，压榨，澄清，在低温下发酵。

5 发酵

发酵是葡萄酒酿造的生物过程，也是将葡萄浆果转化为葡萄酒的主要步骤。它涉及酵母菌将糖转化为酒精和发酵副产物即乳酸菌将苹果酸分解为乳酸两个生物现象，即酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵。只有当葡萄酒中不再含有可发酵糖和苹果酸时，它才被认为获得了生物稳定性。

对于红葡萄酒，这两种发酵必须彻底。苹果酸-乳酸发酵是必须的：苹果酸-乳酸发酵可降低酸度(将二元酸转化为一元酸)，同时降低生酒的生青味和苦涩感，使之更为柔和、圆润、肥硕。

而对于白葡萄酒情况则较为复杂：对于含糖量高的葡萄原料，酒精发酵应在酒-糖达到其最佳平衡点时中止，同时避免苹果酸-乳酸发酵；对于干白葡萄酒，有的需要在酒精发酵结束后进行苹果酸-乳酸发酵，而对于那些需要果香味浓、清爽的干白葡萄酒则不能进行苹果酸-乳酸发酵。总之，对于那些需要进行酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵的葡萄酒，重要的是酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵不能交叉进行，因为乳酸菌除分解苹果酸以外，还可分解糖而形成乳酸、醋酸和甘露糖醇，这就是乳酸病。

很幸运的是，葡萄汁是一种更利于酵母菌生长的培养基，乳酸菌的生长受到它的酸度和酒精的抑制。因此，一般情况下，当乳酸菌开始活动时，所有的可发酵糖都被酵母菌消耗完了。但有时也会出现酒精发酵困难甚至中止的现象。

葡萄酒工艺师的任务就是，使酒精发酵迅速、彻底，并且在酒精发酵结束后，(在需要时)立即启动苹果酸-乳酸发酵。所以，需要促进酵母而暂时抑制乳酸细菌的活动。但是对细菌的抑制也不能太强烈，否则就会使苹果酸-乳酸发酵推迟，甚至完全抑制苹果酸-乳酸发酵。

乳酸细菌的抑制剂是二氧化硫。应尽早将其加入在破碎后的葡萄原料或葡萄汁中。这就是二氧化硫处理。二氧化硫的用量根据原料的卫生状况、含酸量、pH和酿造方式不同而有所差异，一般为 30～100 mg/L(葡萄汁)。由于二氧化硫还具有抗氧化、抗氧化酶和促进絮凝等作用，所以在白葡萄酒的酿造时，其用量较高，以防止氧化，并促进葡萄汁的澄清。

目前，二氧化硫几乎是葡萄酒工艺师所能使用的唯一的细菌抑制剂。但在使用时，必须考虑其对酒精发酵的作用。葡萄的酒精发酵可自然进行。这是因为在成熟葡萄浆果的表面存在着多种酵母菌。这些酵母菌在葡萄破碎以后会迅速繁殖。由于各种酵母菌抵抗二氧化硫的能力不同，所以二氧化硫对酵母菌有选择作用，也可抑制所有的酵母菌。因此，在多数情况下，可通过选择二氧化硫的使用浓度，来选择优质野生酵母(通常为酿酒酵母 *Saccharomyces cereviea*)，也可杀死所有的野生酵母，而选用特殊的人工选择酵母(如增香酵母、非色素固定酵母等)。

一旦葡萄原料通过二氧化硫处理和加入选择酵母后，葡萄酒工艺师就应促进

酵母菌的生长及其发酵活性。在这个过程中，葡萄酒工艺师应对两个因素进行控制。一个因素是温度。温度一方面影响酵母菌的繁殖速度极其活力，另一方面影响酒精发酵。温度高于 40℃，酵母菌就会死亡；温度高于 30℃，发酵中止的可能性就会加大。因而，符合酵母菌生物学要求和葡萄酒工艺学要求的温度范围为 18～30℃。另一个因素是氧。在添加酵母前的一系列处理过程中，葡萄汁所溶解的氧，很快就被基质中的氧化酶所消耗。留给酵母菌的氧则很少。因而酵母菌的繁殖条件至少部分地为厌氧条件。在厌氧条件下，酵母菌的生存和繁殖的主要因素为细胞中的固醇和非饱和性脂肪酸。但这两者的生物合成就必须有氧。因此，必须为酵母菌供氧。供氧的最佳时间为入罐后酒精发酵以前。在这个时候，如果我们希望酒精发酵迅速彻底，就必须进行一次开放式倒罐。

在酒精发酵结束以后，接着登场的就是乳酸细菌。由于葡萄酒的酸度高、pH 低、酒度高，不利于乳酸菌的活动，苹果酸-乳酸发酵的控制就比较困难。为了促进苹果酸-乳酸发酵的顺利进行，可在酒精发酵时，对几罐的原料不进行二氧化硫处理，并进行轻微的化学降酸，在酒精发酵结束后，用这几罐的葡萄酒与其他罐的葡萄酒混合，同时防止温度过低，应将温度控制在 18～20℃。在苹果酸-乳酸发酵结束后，应立即进行二氧化硫处理，防止乳酸菌分解戊糖和酒石酸。

很显然，酒精发酵并不仅仅是将糖转化为乙醇，它同时对香气起着非常重要的作用。正是在这一阶段，才使葡萄汁具有了葡萄酒的气味。一般认为，葡萄酒芳香物质的含量为其形成的酒精量的 1%左右。工艺师的作用就是促进这些芳香物质的形成，并且防止它们由于二氧化碳的释放而带来的损失。

在发酵结束后，葡萄酒的生物化学阶段也就结束了。酿造的第二阶段则是物理化学阶段。这一阶段的作用是将生葡萄酒转化为可供消费者享用的成熟葡萄酒。

6　葡萄酒的稳定和成熟

刚刚发酵结束后的葡萄酒，富含二氧化碳，而且浑浊，红葡萄酒的颜色为不太让人喜欢的紫红色，它具有果香，但口感平淡，酸涩味苦，并且不稳定。如果将一瓶生葡萄酒放入冰箱，几天后，就会出现酒石和色素沉淀。这是葡萄酒在酒灌或在酒桶中的成熟过程中缓慢出现的正常现象。这一成熟过程可持续几个月，或者几年。

分析结果表明，这些沉淀物主要是酒石酸、钾、色素、丹宁、蛋白质及微量铁和铜。实际上，葡萄酒既是化学溶液，又是胶体溶液。它含有以溶解状态存在的多种化学物质，其中一些接近饱和状态，它同时还含有多种大分子胶体，包括果胶、多糖等碳水化合物，蛋白质，丹宁、花色素苷等多酚。主宰葡萄酒稳定和成熟主要是离子平衡、氧化、还原、胶体反应等，极少数情况下还有酶反应和细菌活动。

在葡萄酒的成熟和稳定过程中，最快的反应是酒石酸的沉淀。在葡萄酒的 pH 条件下，酒石酸与钾离子结合，形成酒石酸氢钾，酒石酸氢钾难溶于酒精，其溶

解度在低温下降低。因此,在酒精发酵结束后,随着温度的降低,就会出现结晶沉淀而形成酒石。结在发酵罐内壁的酒石层,有时可达数厘米。苹果酸-乳酸发酵会加速酒石沉淀,因为这一发酵可提高葡萄酒的 pH。

第二个重要的现象涉及多酚物质。花色素以游离态和与丹宁的结合态的形式存在于葡萄酒中。丹宁本身也是由聚合度不同的黄烷聚合而成,它也以游离态和结合态的形式存在,其结合态主要是与多糖结合。在葡萄酒的储藏过程中,小分子丹宁的活性很强,它们或者分子间聚合,或者与花色素苷结合。这样,游离花色素苷就逐渐消失,因而,陈年葡萄酒的颜色与新酒的颜色就不一样了。随着黄色色调的加强,红葡萄酒的颜色由紫红色逐渐变为宝石红色,最后变为瓦红色。与黄烷的聚合度有关的涩味也逐渐降低,从而使葡萄酒更加柔和,并保留其骨架。聚合度最高的丹宁就变的不稳定而絮凝沉淀。葡萄酒多酚物质的这些转化,必须通过由在葡萄酒中正常存在的微量铁和铜催化的氧化反应。但是,这些氧化反应必须在控制范围内。所以,葡萄酒的成熟和稳定,必须要有氧的参与,但氧的量必须控制。在成熟和稳定过程中,氧的加入是通过葡萄酒的分离或者由桶壁渗透来实现的。因此,确定葡萄酒的分离时间或者在木桶中的陈酿时间,就成为葡萄酒陈酿艺术的关键。

通过上述反应,葡萄酒就逐渐地、缓慢地达到其离子、胶体和感官平衡状态。

通常需要通过人为的方式,加速葡萄酒陈酿过程中的这些沉淀和絮凝反应。第一种方式就是低温处理,即将葡萄酒的温度降低到接近其冰点,保持数天后,在低温下过滤。然后就是下胶,即在葡萄酒中加入促进胶体沉淀的物质,它们或者与葡萄酒中的胶体带有相反的电荷,或者可与葡萄酒中的胶体粒子相结合。如在白葡萄酒中用于去出蛋白质的澎润土,在红葡萄酒中用于去出过多丹宁的明胶和蛋白。它们在絮凝过程中,还会带走一部分悬浮物,从而使葡萄酒更为澄清。

下胶澄清的机理比过滤更为复杂。它会引起蛋白质、丹宁和多糖之间的絮凝,同时还能吸附一些非稳定因素。所以下胶不仅仅能够使葡萄酒澄清,同时也能使葡萄酒稳定。

在低温处理和下胶以后,葡萄酒就可被装瓶了。在装瓶前,需要对它进行一系列过滤,过滤的孔径应越来越小,最后一次过滤应为除菌过滤。在装瓶以后,葡萄酒就进入还原条件下的瓶内储藏阶段,这一阶段是将果香转化为醇香的必需阶段。但目前还没有完全搞清楚其原理。

李 华

2006 年 11 月 27 日

目　　录

前言

第 1 章　绪论 …… 1

1.1　葡萄酒的起源和历史 …… 1

1.2　葡萄酒在中国的发展 …… 2

1.3　世界葡萄酒概况 …… 4

1.4　葡萄酒与健康 …… 8

1.4.1　葡萄酒的成分 …… 8

1.4.2　葡萄酒在人体内的转化 …… 9

1.4.3　葡萄酒与营养 …… 9

1.4.4　葡萄酒与治疗作用 …… 11

1.4.5　怎样饮用葡萄酒 …… 15

1.5　葡萄酒分类 …… 15

1.5.1　关于酒精含量的几个定义 …… 15

1.5.2　葡萄酒的定义 …… 15

1.5.3　葡萄酒的分类 …… 16

1.6　葡萄酒工艺学的定义和任务 …… 18

主要参考文献 …… 18

第 2 章　葡萄的成熟与采收 …… 20

2.1　葡萄浆果的成分 …… 20

2.1.1　果梗 …… 21

2.1.2　果皮 …… 24

2.1.3　种子 …… 30

2.1.4　果肉 …… 30

2.2　葡萄浆果的成熟 …… 41

2.2.1　葡萄浆果成熟的不同阶段 …… 41

2.2.2　葡萄浆果中主要成分的变化 …… 42

2.2.3　成熟度控制 …… 43

2.3　采收期的确定 …… 44

2.3.1　影响采收期确定的因素 …… 44

2.3.2　采收期确定的方法 …… 45

2.4 采收 …… 47
2.5 影响葡萄浆果质量的因素 …… 48
2.5.1 品种对葡萄酒的影响 …… 48
2.5.2 品种的适应性 …… 49
2.5.3 品种的特异性 …… 51
2.5.4 栽培条件 …… 53
2.6 小结 …… 54
主要参考文献 …… 55
第 3 章 原料的改良 …… 57
3.1 浆果含糖量过低 …… 57
3.1.1 添加蔗糖 …… 57
3.1.2 添加浓缩葡萄汁 …… 58
3.1.3 反渗透法 …… 59
3.1.4 选择性冷冻提取法 …… 60
3.2 降低含酸量 …… 60
3.2.1 化学降酸 …… 60
3.2.2 生物降酸 …… 63
3.2.3 物理降酸 …… 64
3.3 浆果酸度过低 …… 64
3.3.1 化学增酸 …… 64
3.3.2 葡萄汁的混合 …… 65
3.4 变质原料 …… 65
3.4.1 受病危害的果实 …… 65
3.4.2 含泥沙的葡萄原料 …… 66
3.5 小结 …… 66
主要参考文献 …… 67
第 4 章 酵母菌与酒精发酵 …… 68
4.1 酵母菌的一般特性 …… 68
4.1.1 葡萄酒酵母菌的形态结构 …… 68
4.1.2 酵母菌的繁殖 …… 69
4.2 葡萄酒酿造中的主要酵母菌种 …… 71
4.2.1 与葡萄酒酿造相关的酵母种类 …… 71
4.2.2 葡萄酒酒精发酵及酿造过程中酵母菌种类的变化 …… 72
4.3 酵母菌的成分和营养 …… 73
4.3.1 酵母菌的成分 …… 73

4.3.2　酵母菌所需的营养物质 …… 73
4.3.3　酵母菌所含的酶 …… 74
4.4　酒精发酵 …… 75
4.4.1　酒精发酵的化学反应 …… 75
4.4.2　酒精发酵的主要副产物 …… 78
4.4.3　葡萄酒发酵的其他副产物 …… 79
4.5　酵母的生长周期 …… 80
4.6　生存素的概念及其作用 …… 82
4.6.1　生存素作用的证明 …… 82
4.6.2　影响生存素效果的条件 …… 83
4.7　葡萄酒酒精发酵过程中酵母的抑制机理 …… 83
4.8　影响酵母菌生长和酒精发酵的因素 …… 84
4.8.1　温度 …… 85
4.8.2　通风 …… 86
4.8.3　酸度 …… 86
4.8.4　酵母代谢产物的影响与酵母菌皮的利用 …… 86
4.9　酒精发酵过程中泡沫的预防 …… 87
4.10　酒精发酵的中止 …… 88
4.10.1　酒精发酵中止的原因 …… 88
4.10.2　预防措施 …… 89
4.10.3　发酵中止时的处理 …… 90
4.11　小结 …… 91
主要参考文献 …… 92
第 5 章　乳酸菌与苹果酸-乳酸发酵 …… 94
5.1　葡萄酒乳酸菌的种类 …… 94
5.2　苹果酸-乳酸发酵的机理 …… 97
5.2.1　苹果酸-乳酸发酵的生化机理 …… 97
5.2.2　苹果酸-乳酸发酵的生理学作用 …… 98
5.2.3　苹果酸-乳酸发酵的调节 …… 99
5.3　乳酸菌的己糖代谢 …… 100
5.3.1　葡萄糖与果糖的共代谢 …… 101
5.3.2　ATP 的利用与细菌生长 …… 101
5.4　乳酸菌对有机酸的代谢 …… 101
5.5　乳酸菌的氮代谢 …… 103
5.5.1　精氨酸的分解代谢 …… 103

5.5.2 生物胺的形成 …… 106
5.6 苹果酸-乳酸发酵对葡萄酒质量的影响 …… 107
5.6.1 降酸作用 …… 107
5.6.2 增加细菌学稳定性 …… 107
5.6.3 风味修饰 …… 108
5.6.4 乳酸细菌可能引起的病害 …… 108
5.7 葡萄酒酿造过程中乳酸菌的变化 …… 108
5.8 影响乳酸菌在葡萄酒中生存与生长的因素 …… 111
5.8.1 pH …… 111
5.8.2 SO_2 …… 112
5.8.3 酒精 …… 112
5.8.4 温度 …… 113
5.8.5 其他因素 …… 114
5.9 微生物间的相互作用 …… 114
5.9.1 酵母菌与乳酸菌的互作 …… 115
5.9.2 乳酸菌种间的互作 …… 115
5.9.3 噬菌体 …… 116
5.10 苹果酸-乳酸发酵的控制 …… 116
5.10.1 工艺条件的控制 …… 116
5.10.2 乳酸菌的接种 …… 117
5.10.3 乳酸菌代谢的控制 …… 119
5.10.4 苹果酸-乳酸发酵结束的控制 …… 119
5.10.5 苹果酸乳酸发酵的避免 …… 119
5.11 小结 …… 120
主要参考文献 …… 121
第 6 章 葡萄酒酿造的基本工艺 …… 123
6.1 原料的机械处理 …… 123
6.1.1 原料的接收 …… 123
6.1.2 原料的分选 …… 123
6.1.3 破碎 …… 124
6.1.4 除梗 …… 125
6.1.5 压榨 …… 125
6.2 酶处理 …… 126
6.2.1 提高出汁率 …… 127
6.2.2 葡萄汁澄清 …… 128

6.2.3 提取和稳定颜色 …… 129
6.2.4 芳香物质的提取 …… 129
6.3 二氧化硫处理 …… 131
6.3.1 二氧化硫的作用 …… 131
6.3.2 二氧化硫对葡萄酒成分和质量的影响 …… 133
6.3.3 发酵基质和葡萄酒中 SO_2 存在的形式 …… 133
6.3.4 二氧化硫的用量 …… 134
6.3.5 二氧化硫的来源 …… 135
6.3.6 二氧化硫处理的时间 …… 136
6.3.7 降低二氧化硫的含量 …… 137
6.4 酵母的添加 …… 140
6.4.1 添加酵母的目的 …… 140
6.4.2 酵母的选择 …… 141
6.4.3 酵母添加的时间 …… 141
6.4.4 添加酵母的方法 …… 142
6.5 酒精发酵的管理和控制 …… 144
6.5.1 发酵过程的物理现象 …… 144
6.5.2 温度和比重的测定 …… 146
6.5.3 发酵的控制 …… 148
主要参考文献 …… 149
第 7 章 红葡萄酒的酿造 …… 151
7.1 葡萄酒的酚类物质 …… 151
7.1.1 葡萄酒酚类物质的分类 …… 151
7.1.2 酚类物质对葡萄酒颜色和感官特征的影响 …… 154
7.2 红葡萄酒酿造中浸渍的管理 …… 155
7.2.1 浸渍时间 …… 156
7.2.2 SO_2 处理 …… 156
7.2.3 倒罐 …… 157
7.2.4 温度 …… 157
7.3 出罐和压榨 …… 158
7.3.1 自流酒的分离 …… 158
7.3.2 皮渣的压榨 …… 158
7.3.3 苹果酸-乳酸发酵 …… 159
7.4 热浸渍酿造法 …… 159
7.4.1 热浸渍方法 …… 160

7.4.2 热浸渍酿造法的特点 …… 160
7.5 闪蒸工艺 …… 162
7.6 小结 …… 163
主要参考文献 …… 164
第 8 章 白葡萄酒的酿造 …… 165
8.1 葡萄汁及葡萄酒的氧化现象 …… 165
8.1.1 多酚氧化酶 …… 165
8.1.2 葡萄汁的耗氧 …… 166
8.1.3 白葡萄酒酿造过程中的防止氧化 …… 167
8.2 酚类物质 …… 168
8.2.1 酚类物质的有关特性 …… 168
8.2.2 酵母的影响 …… 169
8.2.3 工艺的影响 …… 169
8.3 影响白葡萄酒二类香气的因素 …… 171
8.3.1 原料成熟度的影响 …… 171
8.3.2 葡萄汁澄清处理的影响 …… 171
8.3.3 酵母的影响 …… 172
8.3.4 发酵条件的影响 …… 172
8.4 白葡萄酒的酿造工艺 …… 173
8.4.1 原料 …… 173
8.4.2 葡萄汁的选择 …… 174
8.4.3 葡萄汁悬浮物 …… 174
8.4.4 酒精发酵 …… 176
8.5 单品种白葡萄酒的酿造 …… 176
8.5.1 冷浸工艺 …… 176
8.5.2 超提工艺 …… 177
8.6 白葡萄酒酿造的特殊工艺 …… 178
8.7 缺氮发酵法 …… 178
8.8 小结 …… 179
主要参考文献 …… 179
第 9 章 桃红葡萄酒的酿造 …… 181
9.1 桃红葡萄酒的特点 …… 181
9.2 桃红葡萄酒的香气特征及其影响因素 …… 181
9.3 桃红葡萄酒的原料品种 …… 184
9.4 桃红葡萄酒的酿造技术 …… 185

9.4.1 直接压榨 …… 185
9.4.2 短期浸渍分离 …… 185
9.4.3 低温短期浸渍 …… 186
9.5 桃红葡萄酒酿造新技术 …… 187
9.6 小结 …… 188
主要参考文献 …… 189
第 10 章 二氧化碳浸渍酿造法 …… 190
10.1 葡萄浆果的厌氧代谢 …… 190
10.1.1 葡萄浆果与外界的二氧化碳交换 …… 191
10.1.2 细胞内发酵 …… 191
10.1.3 苹果酸的分解 …… 193
10.1.4 氮化物的变化 …… 194
10.1.5 浸渍作用 …… 194
10.1.6 在液体中浆果的细胞内发酵 …… 195
10.2 二氧化碳浸渍中的微生物 …… 195
10.2.1 酵母菌 …… 196
10.2.2 乳酸菌 …… 196
10.3 二氧化碳浸渍酿造法的管理 …… 196
10.3.1 整粒葡萄的装罐 …… 196
10.3.2 二氧化碳浸渍过程中葡萄酒浆果的状态 …… 197
10.3.3 二氧化碳浸渍的管理 …… 197
10.3.4 自流汁和压榨汁 …… 199
10.3.5 第二阶段(酒精发酵阶段)的管理 …… 199
10.4 二氧化碳浸渍法酿造的葡萄酒的感官特点 …… 200
10.5 Beaujolais 酿造法 …… 200
10.5.1 装罐 …… 201
10.5.2 SO_2 处理 …… 201
10.5.3 酒精发酵的控制 …… 201
10.5.4 加热 …… 201
10.5.5 倒罐 …… 201
10.5.6 加糖 …… 202
10.5.7 温度调整 …… 202
10.5.8 出罐 …… 202
10.5.9 压榨 …… 202
10.5.10 混合 …… 202

10.5.11 后发酵 …… 203
10.5.12 葡萄酒的分析检验 …… 203
10.6 小结 …… 205
主要参考文献 …… 206
第 11 章 特种葡萄酒和蜜甜尔的酿造 …… 207
11.1 贵腐葡萄酒 …… 208
11.1.1 灰霉菌引起的贵腐对原料成分的改变 …… 209
11.1.2 酿造技术要点 …… 209
11.2 自然甜型葡萄酒 …… 211
11.2.1 无浸渍酿造 …… 212
11.2.2 浸渍酿造 …… 213
11.2.3 二氧化碳浸渍 …… 213
11.2.4 发酵 …… 213
11.2.5 用酒精中止发酵 …… 213
11.3 以干化葡萄为原料的葡萄酒 …… 214
11.4 蜜甜尔 …… 215
11.5 利口酒的热处理 …… 215
11.5.1 开放式热处理 …… 215
11.5.2 封闭式热处理 …… 215
11.6 小结 …… 216
主要参考文献 …… 216
第 12 章 起泡葡萄酒 …… 217
12.1 起泡葡萄酒的国际标准 …… 217
12.1.1 起泡葡萄酒的(法律)定义 …… 217
12.1.2 有关起泡葡萄酒生产的部分规定 …… 218
12.1.3 标签 …… 219
12.1.4 商标的使用 …… 220
12.2 起泡葡萄酒的原料及其生态条件 …… 220
12.2.1 起泡葡萄酒对葡萄原料的要求 …… 220
12.2.2 品种选择 …… 221
12.2.3 气候条件 …… 223
12.2.4 土壤条件 …… 223
12.2.5 葡萄栽培技术 …… 224
12.3 起泡葡萄酒原酒的酿造 …… 224
12.3.1 压榨 …… 224

12.3.2　对葡萄汁的处理 …… 225
12.3.3　酒精发酵 …… 226
12.3.4　苹果酸-乳酸发酵 …… 228
12.4　气泡的产生 …… 228
12.4.1　葡萄原酒的处理 …… 228
12.4.2　防止氧化 …… 229
12.4.3　勾兑及其标准 …… 229
12.4.4　第二次发酵 …… 229
12.5　葡萄汽酒与加气葡萄酒 …… 233
12.5.1　葡萄汽酒 …… 233
12.5.2　加气葡萄酒 …… 234
12.6　小结 …… 234
主要参考文献 …… 235
第 13 章　白兰地 …… 237
13.1　白兰地的定义 …… 237
13.1.1　科涅克白兰地(干邑,Cognac) …… 238
13.1.2　雅马邑白兰地(Armagnac) …… 238
13.1.3　其他白兰地 …… 239
13.1.4　我国的白兰地 …… 239
13.2　葡萄原酒的酿造 …… 240
13.2.1　葡萄原料 …… 240
13.2.2　取汁 …… 241
13.2.3　发酵与储藏 …… 241
13.3　白兰地的蒸馏 …… 242
13.3.1　夏朗德壶式蒸馏法(Methode Charentaise) …… 243
13.3.2　雅马邑白兰地的蒸馏 …… 249
13.3.3　传统皮渣白兰地 …… 251
13.4　白兰地的主要成分 …… 252
13.4.1　高级醇、乙酯、脂肪酸和乙醛 …… 252
13.4.2　糠醛 …… 253
13.4.3　β-苯乙醇、乳酸乙酯 …… 253
13.5　白兰地的陈酿 …… 256
13.5.1　白兰地在陈酿过程中的变化 …… 256
13.5.2　装瓶前的处理 …… 259
13.6　小结 …… 261

主要参考文献…… 262
第 14 章 葡萄酒的成熟 …… 263
14.1 葡萄酒的化学成分…… 263
14.1.1 主要成分…… 265
14.1.2 酒精与干浸出物之比 …… 270
14.1.3 总酒度与酸之和 …… 270
14.1.4 核磁共振检验 …… 271
14.2 葡萄酒的物理和物理化学特性…… 271
14.2.1 物理特性…… 271
14.2.2 物理化学特性 …… 272
14.3 葡萄酒成熟的化学反应…… 274
14.3.1 氧化 …… 274
14.3.2 酯化 …… 277
14.3.3 丹宁和色素的变化 …… 278
14.4 醇香…… 278
14.4.1 醇香的形成 …… 278
14.4.2 醇香在瓶内的发展 …… 279
14.5 氧在白葡萄酒成熟中的作用…… 279
14.6 橡木桶与葡萄酒…… 280
14.6.1 橡木桶对葡萄酒感官质量的影响 …… 280
14.6.2 橡木桶在干白葡萄酒酿造和陈酿过程中的应用 …… 282
14.6.3 橡木桶在红葡萄酒陈酿中的应用 …… 283
14.6.4 橡木桶的使用 …… 284
14.7 葡萄酒的微氧陈酿…… 287
14.8 小结…… 288
主要参考文献…… 289
第 15 章 葡萄酒的澄清 …… 291
15.1 转罐(换桶)…… 291
15.1.1 转罐的效应 …… 292
15.1.2 转罐的时间和次数 …… 292
15.1.3 转罐方法…… 293
15.2 添罐(添桶)…… 294
15.2.1 添罐的必要性 …… 295
15.2.2 添罐用酒…… 295
15.2.3 添罐期限…… 295

15.2.4 取代方法 …… 295
15.3 下胶 …… 296
15.3.1 原理 …… 297
15.3.2 浊度与堵塞 …… 297
15.3.3 下胶材料 …… 298
15.3.4 操作 …… 300
15.3.5 下胶过量 …… 302
15.4 过滤 …… 303
15.4.1 原理 …… 303
15.4.2 板框过滤机 …… 304
15.4.3 层积过滤机 …… 305
15.4.4 膜过滤 …… 305
15.4.5 错流过滤 …… 306
15.4.6 过滤操作 …… 308
15.5 离心 …… 308
15.5.1 传统离心机 …… 308
15.5.2 超速离心机 …… 309
15.6 小结 …… 309
主要参考文献 …… 309
第 16 章 葡萄酒的稳定 …… 310
16.1 葡萄酒稳定性处理的基础 …… 310
16.1.1 葡萄酒浑浊的原因 …… 310
16.1.2 葡萄酒浑浊原因的鉴别 …… 311
16.1.3 合理的葡萄酒稳定处理的基础 …… 312
16.2 葡萄酒的热处理 …… 314
16.2.1 热处理效应 …… 314
16.2.2 热处理方法 …… 315
16.3 葡萄酒的冷处理 …… 315
16.3.1 葡萄酒的稳定 …… 316
16.3.2 冷处理方法 …… 317
16.3.3 冷冻浓缩 …… 319
16.4 其他处理 …… 319
16.4.1 阿拉伯树胶 …… 319
16.4.2 偏酒石酸 …… 320
16.4.3 活性炭 …… 320

16.5 小结…… 321
主要参考文献…… 321
第 17 章 葡萄酒的病害 …… 322
17.1 微生物病害…… 322
17.1.1 好气性微生物病害 …… 322
17.1.2 厌气性微生物病害 …… 323
17.1.3 防止微生物病害的措施 …… 326
17.2 物理化学病害…… 327
17.2.1 氧化病害…… 327
17.2.2 还原病害…… 332
17.2.3 其他浑浊性病害 …… 334
17.3 不良风味…… 335
17.3.1 臭鸡蛋味…… 335
17.3.2 马德拉化…… 335
17.3.3 燥辣味…… 335
17.3.4 不良风味的其他处理方法…… 336
17.4 小结…… 336
主要参考文献…… 339
附表…… 340
附表 1A 葡萄汁的比重与糖度和酒精换算表 …… 340
附表 1B 葡萄汁的比重与糖度换算表 …… 341
附表 2 普通比重计以 20℃为准在不同温度下比重校正表…… 342
附表 3 国际标准(OIV)允许使用的葡萄酒工艺—Ⅰ葡萄汁(醪)处理 …… 343
附表 4 国际标准(OIV)允许使用的葡萄酒工艺—Ⅱ葡萄酒处理 …… 344
附表 5 国际标准(OIV)有关成分的最高限量 …… 346

第1章 绪 论

1.1 葡萄酒的起源和历史

据考古资料,野生葡萄起源于60万年以前。我们知道,从理论上讲,葡萄浆果落地裂开后,果皮上的酵母菌就开始活动,酿酒也就开始了,而根本不需要人为加工。正因如此,在人类起源的远古时期就有了葡萄酒(李华,2005),葡萄酒也成为已知的最古老的发酵饮料。最早栽培葡萄的地区是小亚细亚里海和黑海之间及其南岸地区。大约在7000年以前,南高加索、中亚细亚、叙利亚、伊拉克等地区就开始了葡萄的栽培。在这些地区,葡萄栽培经历了三个阶段:采集野生葡萄果实阶段、野生葡萄的驯化阶段和葡萄栽培随着移民传入其他地区(初传入埃及,后传至希腊)阶段(Jordan,2002)。

人类有意识地酿造葡萄酒是在新石器时期(公元前8500～4000)。在埃及的古墓中所发现的大量珍贵文物(特别是浮雕)清楚地描绘了当时古埃及人栽培、采收葡萄和酿造葡萄酒的情景。最著名的是Phtah Hotep墓址,据今已有6000年的历史。西方学者认为,这是葡萄业的开始(Vine,1981)。而中美科学家对距今约9000～7000年的河南舞阳县的贾湖遗址的研究结果,却使世界葡萄酒的人工酿造历史推前了3000年。他们用气相色谱、液相色谱、傅里叶变换红外光谱、稳定同位素等分析方法,对在该遗址中发掘的大量附有沉淀物的陶片进行了一系列的化学分析,结果显示:陶片沉淀物含有酒精挥发后的酒石酸,而酒石酸是葡萄和葡萄酒特有的酸;陶片上残留物的化学成分有的与现代葡萄丹宁酸相同(McGovern et al.,2004)。这不仅说明人类至少在9000年前就开始酿造葡萄酒了,而且也说明在世界上最早酿造葡萄酒的可能是中国人。

公元前2000年,古巴比伦的汉谟拉比法典中已有对葡萄酒买卖的规定,对那些将坏葡萄酒当作好葡萄酒卖的人进行严厉的惩罚。这说明当时的葡萄和葡萄酒生产已有相当的规模,而且也有一些劣质葡萄酒充斥市场。

欧洲最早开始种植葡萄并进行葡萄酒酿造的国家是希腊。一些航海家从尼罗河三角洲带回葡萄、葡萄种植和葡萄酒酿造技术,并逐渐传开。公元1000年前,希腊的葡萄种植已极为兴盛。希腊人不仅在本土上,而且在其当时的殖民地西西里岛和意大利南部也进行了葡萄栽培和葡萄酒酿造。公元前6世纪,希腊人把小亚细亚原产的葡萄酒,通过马赛港传入高卢(即现在的法国),并将葡萄栽培和葡萄酒酿造技术传给了高卢人。然而在当时,高卢的葡萄酒生产并不很重要。罗马人从

希腊人那里学会葡萄栽培和葡萄酒酿造技术后，很快在意大利半岛全面推广。随着罗马帝国的扩张，葡萄栽培和葡萄酒酿造技术迅速传遍法国、西班牙、北非以及德国莱茵河流域地区，并形成很大的规模。至 17 个世纪以后的今天，这些地区仍是重要的葡萄和葡萄酒产区。

15 至 16 世纪，葡萄栽培和葡萄酒酿造技术传入南非、澳大利亚、新西兰、日本、朝鲜和美洲等地。据“The Discovery of America in the Tenth Century”一书记载，公元 1000 年，Leif Ericson 从冰岛出发，穿过大西洋，来到美洲，发现了大量的野生葡萄。16 世纪中叶，法国胡格诺派教徒来到佛罗里达，开始用野生葡萄（*Vitis rotundifolia*）酿造葡萄酒。公元 16 世纪，西班牙殖民将欧洲种葡萄（*Vitis vinifera*）带入墨西哥、加利福尼亚和亚利桑那。公元 16 世纪，英国殖民将栽培葡萄带到美洲大西洋沿岸地区，但尽管作了多次努力，由于根瘤蚜、霜霉病和白粉病的侵袭，以及这一地区的气候条件，欧洲葡萄的栽培失败了。

公元 19 世纪 60 年代，是美国葡萄和葡萄酒生产的大发展时期。1861 年从欧洲引入葡萄苗木 20 万株，在加利福尼亚建立了葡萄园。但由于根瘤蚜的危害，几乎全部被摧毁。后来，用美洲原生葡萄作为砧木嫁接欧洲种葡萄，防治了根瘤蚜，葡萄酒生产才又逐渐发展起来。

现在南北美洲均有葡萄酒生产，阿根廷、美国的加利福尼亚以及墨西哥均为世界闻名的葡萄酒产区。

1.2 葡萄酒在中国的发展

有人说，葡萄酒是外来文化，因而它长期被列入“洋酒”之列。但实际上，最原始的“酒”，是野生浆果经过附着在其表皮上的野生酵母自然发酵而成的果酒，称为“猿酒”，意思是这样的酒是由我们的祖先发现并“造”出来的。而我国是世界人类和葡萄的起源中心之一，因此，葡萄酒应是“古而有之”了（李华等，2000）。McGovern 等（2004）的研究结果不仅证明了这一观点，而且还证明中国人可能在世界上最早酿造葡萄酒。

我国是葡萄属植物（*Vitis*）的起源中心之一。原产于我国的葡萄属植物约有 30 余种（包括变种）。我国最早对葡萄的文字记载见于《诗经》。《周礼·地官司徒》记载：“场人，掌国之场圃，而树之果蓏、珍异之物，以时敛藏之。”郑玄注：“果，枣李之属。蓏，瓜瓠之属。珍异，蒲桃、枇杷之属。”据考证，我国古代曾将葡萄叫做“蒲陶”、“蒲桃”、“葡桃”等，葡萄酒则相应被叫做“蒲萄酒”等。此外，在古汉语中，“葡萄”也可以指“葡萄酒”。关于葡萄两个字的来历，李时珍在《本草纲目》中写道：“葡萄，《汉书》作蒲桃，可造酒，人酺饮之，则酣然而醉，故有是名”。“酺”是聚饮的意思，“酣”是大醉的样子。按李时珍的说法，葡萄之所以称为葡萄，是因为这种水

果酿成的酒,能使人饮后酗然而醉,故借"酺"与"酗"两字,叫做葡萄。

我国引入欧亚种葡萄(*Vitis vinifera*)始于汉武帝建元年间。汉武帝遣张骞出使西域(公元前138～119),从大宛(中亚的塔什干地区)将葡萄引入。引进葡萄的同时还招来了酿酒艺人,从事葡萄酒的生产。

我国的栽培葡萄主要由西域引入,先至新疆,经甘肃河西走廊至陕西西安,其后传至华北、东北及其他地区。但直到唐朝盛期,我国的葡萄酒生产才有了很大的发展。唐朝著名诗人,如王绩、白居易、李白等,都有咏葡萄酒的著名诗句。

如果我们以欧亚种葡萄的引进,作为我国葡萄与葡萄酒产业的起始点的话,那么从汉武帝建元年间张骞从西域引进欧亚种葡萄,到清末民国初的两千多年,我国的葡萄酒业和葡萄酒文化的发展大致上经历了以下五个主要的阶段(李华等,2000):

(1) 汉武帝时期:葡萄酒业的开始和发展;

(2) 魏晋南北朝时期:葡萄酒业的恢复、发展与葡萄酒文化的兴起;

(3) 唐太宗和盛唐时期:灿烂的葡萄酒文化;

(4) 元世祖时期至元朝末期:葡萄酒业和葡萄酒文化的鼎盛时期;

(5) 清末民国初期:葡萄酒业的转折期。

我国葡萄酒虽然已有漫长历史,但葡萄和葡萄酒生产始终为农村副业,产量不大,未受到足够重视。直到1892年华侨张弼士在烟台栽培葡萄,建立了张裕葡萄酿酒公司,我国才出现了第一个近代新型葡萄酒厂。

新中国成立以后,特别是十一届三中全会以来,我国的葡萄和葡萄酒事业得到了迅速发展。在20世纪50年代末和60年代初,从保加利亚、匈牙利和原苏联引入了数百个鲜食和酿酒葡萄品种。20世纪80年代以来,又从西欧引进了一些世界著名酿酒品种。我国的葡萄选育种工作也取得了很大的成绩。经过广大葡萄和葡萄酒工作者的努力,我国已形成了甘新干旱地区、沿渤海湾地区、黄河故道及淮河流域地区、黄土高原干旱地区等葡萄和葡萄酒生产基地。

目前,我国葡萄酒工业已经有了一支强大的技术队伍。西北农林科技大学(原西北农业大学)在1985年成立了葡萄栽培与酿酒专业,并在此基础上于1994年4月成立了葡萄酒学院。经过多年的努力与探索,西北农林科技大学葡萄酒学院已成为我国目前唯一培养具有国际就业能力的,从事葡萄与葡萄酒生产、经营和管理的葡萄酒工程师的行业性学院。根据我国葡萄与葡萄酒产业发展的要求,结合有关国际通行的做法和西北农林科技大学葡萄酒学院多年的探索,教育部已于2003年特批,在西北农林科技大学葡萄酒学院设立葡萄与葡萄酒工程专业,培养具有复合型知识结构与综合技能的葡萄与葡萄酒工程技术人才,为葡萄与葡萄酒行业的发展,提供人才与技术保障。葡萄酒学院成立前后培养的学生,遍布我国葡萄酒企业,且多数已经成为葡萄酒企业的技术骨干,支撑着我国葡萄酒产业的技术基础,

使我国葡萄酒产业得到迅速发展,体现了教育为产业服务的发展思路。现在我国葡萄栽培面积和葡萄产量均已跃居世界第 5 位,葡萄酒产量居世界第 7 位,消费量居世界第 6 位(OIV,2005),有力地提升了我国葡萄酒的国际地位。

1.3 世界葡萄酒概况

国际葡萄与葡萄酒组织(OIV)2005 年的统计数据表明,全世界葡萄栽培面积经过多年的持续上升,至 20 世纪 70 年代末达最高峰,为 1070 万 ha,然后不断下降至 1998 年。从 1999 年开始,我们可区别两个时期(表 1-1):1999～2002 年为快速增长期,增长了 17.9 万 ha,特别是 1999～2000 年,增长了 12.5 万 ha;然后进入从 2002 年以来的基本稳定期,世界葡萄栽培面积基本稳定在略高于 790 万 ha 的水平上。2004 年约为 790.5 万 ha,其中欧洲(包括前苏联的国家)的葡萄栽培面积接近世界葡萄总面积的 60%;亚洲的葡萄面积接近世界总面积的 22%,但大部分不用于做酒;剩余(19%)部分为其他 3 个洲的葡萄栽培面积,其中接近 12%的面积分布在美洲。

表 1-1 世界葡萄栽培面积的变化(万 ha)*

时间 / 洲别	1971～1975	1976～1980	1981～1985	1986～1990	1991～1995	1996～2000	2002	2004
欧　洲	710.6	730.4	693.0	611.0	550.7	499.5	478.5	472.0
亚　洲	141.8	145.1	146.3	142.2	140.4	145.9	161.0	170.2
美　洲	87.8	94.4	94.6	87.6	80.8	86.9	95.0	94.0
非　洲	49.0	44.3	41.1	38.03	34.4	32.0	35.5	35.7
大洋洲	6.9	7.1	7.3	6.4	7.1	11.7	17.6	18.6
世　界	996.3	1021.3	982.3	885.2	813.4	776.0	787.6	790.5
中　国	2.9	3.4	3.4	14.8	15.3	21.8	39.0	45.0

* 据 OIV 的 1992、1999、2003、2005 年数据统计。

最近 5 年来,世界葡萄栽培面积的变化如下:葡萄栽培面积的增长是由于欧洲栽培面积下降减缓和其他各洲栽培面积增长的结果;亚洲(特别是中国)葡萄栽培面积的增长是世界葡萄栽培面积增长的主要动力,与 1998 年比较,中国的葡萄栽培面积已经翻了一番,明显高于美国的葡萄栽培面积。

长期以来,在全球葡萄总产量中,用于压榨(包括损耗,其中葡萄酒占主导地位)的葡萄约占 66%,鲜食葡萄占 26%,葡萄干占 8%。因此世界葡萄酒的产量显然从一个侧面反映了世界葡萄的产量状况。

与葡萄产量一样,世界葡萄酒的产量在 20 世纪 80 年代的初期达到其最高峰(333.6 亿 L),以后逐年下降,到 20 世纪 90 年代初,全球葡萄酒产量下降了 70 亿 L