

## 摘 要

以目前国内生产冰葡萄酒的主要品种威代尔(Vidal)葡萄为试材,于2008-2009年在辽宁桓仁,通过研究:葡萄成熟后期及结冰过程中主要成分的变化,冰酒原料的冷冻方式、不同来源的酵母菌株等关键工艺对冰酒质量的影响,以确定冰葡萄植株的最适埋土期、果实的最佳采收期,论证自然条件下离体冷冻的合理性,筛选适宜于冰葡萄品种及产地特色的冰酒酵母。文章还针对冰酒发酵过程中产生高挥发酸的工艺原因进行了探讨,寻找降低冰酒挥发酸的工艺条件。

通过对辽宁桓仁产区的威代尔葡萄成熟过程中糖、酸、重量等指标变化进行跟踪测定,发现,威代尔葡萄(2009年)在11月9日不再生长,葡萄果穗可以进行修剪挂枝操作,葡萄植株可以进行埋土操作。根据试验研究和07~09年的气候资料,提出冰葡萄的埋土操作应以时间和温度作为指标。11月上旬,可以作为冰葡萄藤埋土的时间标准,0℃~10℃作为冰葡萄藤埋土的温度标准。

对不同时间(温度)采收获得的冰葡萄原料及所酿冰酒的品质进行系统分析,结果显示:于2008年12月26日、2009年1月3日采收的冰葡萄原料及所酿冰酒均达到加拿大酒商质量联盟(VQA)的要求。根据试验结果和辽宁桓仁近三年(07-09年)的气候资料,提出辽宁桓仁的冰葡萄采收期的确定应以温度和时间作为指标。自12月上旬开始,应关注气温的变化,并根据温度变化确定采收时间,温度范围在-18℃~-6℃之间,采摘的冰葡萄的质量满足VQA标准,且能发酵获得优质冰酒。

通过对连体冷冻、自然条件下的离体冷冻和人工冷冻的葡萄、葡萄冷冻汁及其所酿冰酒的主要质量指标和感官质量的比较发现:连体冷冻和离体冷冻的葡萄、葡萄冷冻汁的主要质量指标之间并无显著差异,均达到VQA冰酒原料标准,二者所酿冰酒的理化指标差异也不显著,符合冰酒的VQA标准。离体冷冻可以作为冰酒原料的冷冻方式,其对于拓展冰酒产区具有重要的指导意义。而人工冷冻的冰葡萄和类冰酒的(残)糖达不到冰酒的VQA标准,酚类物质含量显著高于连体冷冻,冰酒感官上表现为颜色发褐,香气淡,口味欠协调,典型性不强。人工冷冻冰葡萄只能酿造普通型甜酒,而不能酿造高质量的冰酒。

通过对不同来源的9种葡萄酒酵母的发酵性能及所酿冰酒的品质进行比较,选择

出最适于酿造冰酒的酵母 WY3, 其次是WY4,WY1。WY1,WY3,WY4 等酵母发酵性能可以满足冰酒生产的需要, 且发酵的冰酒的理化指标均达到或高于国际标准。3种酵母发酵的冰酒各具特色: WY1 发酵的冰酒总酯含量最高, 酯香浓郁持久, 是该冰酒的特色; WY3 发酵的冰酒乙酸苯乙酯含量最高, 具冰酒的典型风格; WY4 发酵的冰酒高级醇的含量高, 醇香较浓。

采用正交试验以研究发酵温度、原料糖度、酵母种类和酵母加量等4个因素对冰酒挥发酸含量的影响, 优化冰酒生产工艺。结果显示影响冰酒挥发酸含量的最主要因素是酵母菌种, 其次是原料糖度。

结合冰酒的感官质量和相关质量指标, 提出桓仁产区优化的冰酒酿造关键工艺: 采用挂枝离体冷冻方式, 11月上旬、气温介于0℃~10℃之间进行葡萄带枝修剪, 平均气温达到-18℃~-6℃进行采收, 冰酒原料糖度分布在32° Brix~50°Brix 之间, 发酵时采用WY3 酵母和 WY4 酵母进行发酵, 酵母用量为0.3g/L, 发酵温度为15℃~20℃。

**【关键词】**: 威代尔; 冰葡萄酒; 采收期; 原料冷冻方式; 酵母筛选; 工艺优化

## Abstract

Vidal is the primary one of grape varieties to produce icewine in China at present, and it was used as experimental material in this study. The effects of key process such as compounds change in Vidal grape at stages of ripping and freezing, icewine material freezing ways and yeasts were studied during the year of 2008~2009 in Huanren, Liaoning province. The results were helpful to determine grape vine bury time and harvesting time, to find out reasonable freezing ways in Northeastern China and to screen regional and variety characteristic yeasts for icewine making. The paper also investigated the technical cause of high volatile acid level from icewine fermentation to find out technical conditions to reduce volatile acid level.

Tracing weight, sugar and acid content during ripening of Vidal grape, it showed that Vidal grape didn't grow any more since November 9th, 2009. Then grape clusters can be pruned and grape vine can be buried. Based on experimental research and the climate data (2007-2009), time and temperature were proposed as indicator to determine when Vidal vine can be buried. First ten days of November and 0°C~10°C can be used to determine when Vidal vine can be buried.

By systematical analyzing the quality of raw material and icewine produced from different harvest time (temperature), the data showed that the quality of raw material and icewine produced from December 26th to January 10th both met Vintners Quality Alliance (VQA) standard. Based on experimental research and the climate data (2007-2009), time and temperature were proposed as indicator to determine the harvest time of Vidal grape. The change of temperatures should be concerned since the first ten days of December. Grape harvest time can be determined based on the change of temperature. The quality of icewine grape harvested during -18°C~-6°C met VQA standard, and these grapes could be fermented to produce high quality icewine.

Physicochemical index and sensory quality of icewine raw material, icewine and fake icewine, treated by three kinds of freezing ways, were compared. It showed that there was no difference in physicochemical index of juices, compressed from the grape freezing on the vine or on the wire in natural environment, and there was no difference in

physicochemical index and sensory quality of icewines fermented from these two grape juices, too. Physicochemical indexes of these two raw materials and icewines both reached VQA standard. The way grape freezing on the wire in natural environment could be used to acquire icewine raw materials. And it could enlarge icewine production areas. The sugar contents of artificially-frozen-juice and fake icewine both couldn't meet VQA standard. Tannins, total phenols contents of artificially-frozen-juice and fake icewine, were clearly higher than the former two treatments. "Fake icewine" was brown, less odorous, and imbalance. And this wine lacked the typicality of icewine.

Nine commercially available wine yeast strains during icewine-making were compared. The performances of yeasts during icewine-making, physicochemical index, flavor compounds and sensory quality of 9 icewines were evaluated by means of meta-analysis. At last, WY1, WY3, WY4 were selected as candidates for icewine-making. And WY3 was the best for icewine-making. The fermentation performances of WY1, WY3 and WY4 met requirement of icewine making. And physicochemical indexes of three icewines fermented from WY1, WY3 and WY4 reached international standard. Each icewine had respective characteristic. Ice wine fermented from WY1 had strong but persisting ester odor character for its highest ester content. Icewine fermented from WY3 contained highest Phenylethyl acetate content, and showed typical icewine style. Icewine fermented from WY4 had high ethanol content, and emit dense ethanol aroma.

Using the orthogonal design to study fermentation temperature, the sugar content, yeast and the dosage of yeast on influence of volatile acid level, it showed that the most influential factors on volatile acid level was yeast, the sugar content in the second place. In Huanren icewine region, the optimized major wine-making technology of icewine were as follows: grape freezing on the wire in natural environment; time and temperature of pruning of grape clusters (first ten days of November and 0°C~10°C); grape harvested time (-18°C~-6°C); the sugar content was 32°Brix~50°Brix; The yeast strains was WY3 and WY4; dosage of yeast was 0.3g/L; fermentation temperature was 15°C~20°C; according to sensory quality and related indexes of icewines.

**[Key words]:** Vidal grape; Icwine; Harvest time; Freezing way of icewine material; Yeast screening; Process optimization

# 烟台大学学位论文原创性声明和使用授权说明

## 原创性声明

本人郑重声明： 所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名： 日期： 年 月 日

## 学位论文使用授权说明

本人完全了解烟台大学关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：  
按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本；  
学校有权保留学位论文的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务；  
学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；  
在非保密的论文范围内，学校可以公布论文的部分或全部内容。

(保密论文在解密后遵守此规定)

论文作者签名： 导师签名：

日期： 年 月 日

## 版权声明

任何收存和保管本论文各种版本的单位和个人，未经本论文作者同意，不得将本论文转借他人，亦不得随意复制、抄录、拍照或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权之问题，将可能承担法律责任。

## 1 文献综述

然遭到一场罕见的早霜，没有收冰酒(英语 Icewine,德语 Eiswein)，即冰葡萄酒，是将葡萄留在树上，当环境温度下降到-8℃，并持续一定时间使葡萄在树体上结冰，将葡萄采摘，此时葡萄中的水分一部分蒸发，一部分结冰，采用适当的压力压榨，获得冰葡萄汁，此时，冰葡萄汁的糖、酸得到浓缩，香气变浓。采用冰葡萄汁经低温保糖发酵而成的葡萄酒就是冰葡萄酒。

冰酒的产生过程可以说是一个美丽的错误。1794年的冬季，德国弗兰克地区突获的葡萄在树上结冰，用来酿酒的葡萄看来要毁于一旦，酒农们硬着头皮把半结冰的葡萄榨汁酿酒，居然酿出了一种异于其它葡萄酒的独特风味。目前，在世界上仅有加拿大、德国、奥地利和中国等国家的少部分地区能够酿造冰酒[23]。

目前，冰酒正以其独特的风味品质受到越来越多的消费者青睐。冰酒的独特风味在很大程度上取决于其原料的冷冻处理，发酵所采用的酵母菌种，发酵过程中对高挥发酸的控制等关键工艺。本论文欲通过对冰酒原料的不同冷冻方式、发酵所采用的酵母菌种及影响冰酒挥发酸含量的工艺条件等关键工艺对冰酒品质影响的研究，提出生产优质冰酒的优化技术方案，为冰酒工艺的改进与实施提供理论与实践支持。

### 1.1 冰酒行业现状及发展趋势

#### 1.1.1 冰酒行业现状

在中国，人们听到冰酒的名字时间并不长，但是葡萄酒市场的升温加速了冰酒进入中国市场的步伐。国内有不少企业纷纷涉足冰酒产业。目前，张裕、王朝、通化、莫高、通天等上市公司均开始酿造冰酒。其中，张裕于2006年建成了世界最大的单体冰酒庄。

目前，国内冰酒市场非常混乱，市场上冰酒主要可分为4种类型。一是原装进口的冰酒，主要来自加拿大、德国等冰酒主产国，代表品牌有浪力、圣劳伦斯、咖博士等；二是非原装进口冰酒或从加拿大等冰酒生产国进口原料在国内稀释后灌装

的冰酒产品；三是国内品牌冰酒，主要由张裕、长白山、莫高、祁连等少数拥有冰酒生产所需条件和技术设备的厂家生产；四是类、仿冰酒，即打着冰酒的旗号，用糖、葡萄汁、酒精等调配出来的或是采用人工冷冻葡萄等不合标准的方法生产的葡萄酒。针对上述情况，建立冰酒国家标准对于规范冰酒生产，打击假冒伪劣产品，促进冰酒产业的健康成长具有重要意义。

### 1.1.2 冰酒产业的市场前景

目前，饮用冰葡萄酒在福建、广东、台湾、香港等沿海发达地区已经成为一种时尚，在其他地区也吸引了越来越多的消费者，成为人们的消费新宠。因此，冰酒行业存在巨大的市场潜力，其蕴含巨大的经济效益为业界所瞩目。

中国葡萄酒市场近几年一直以年均15%的速度增长，高、中、低档产品的市场份额呈现出5:4:1的格局，中低端市场的利润率在11%左右，高端市场利润率为30%~50%，而冰酒恰是葡萄酒中的高端产品，因此其市场潜力与诱人的行业前景将对国内外冰酒生产企业产生强大的吸引力。

从消费层面上讲，我国中等收入阶层比例已经达到人口的20%，且仍呈加速增长的态势，到2020年，将有望达到40%。该阶层拥有较多的社会财富，有能力消费高端产品。随着人们消费水平的不断提高，追求品位成了消费者的主要精神需求，而处于高端市场的冰酒产品恰恰能够满足这种心理需求，从这一点来看，冰酒的发展前景亦是相当广阔的。

## 1.2 冰葡萄酒品质影响因素

### 1.2.1 冰葡萄品种

选择适当的葡萄品种对于葡萄酒酿造的成功极为关键。冰葡萄酒属于特色葡萄酒，冰葡萄酒生产需要的特定严寒条件对葡萄品种提出了严格的要求。在冰葡萄酒的生产中，需要选育适合的葡萄品种来进行酿造。

选择冰酒葡萄品种要综合考虑葡萄的品种典型性、独特风味和经济性能，还要考虑其能否抵抗刺骨的寒风和冰冻的温度<sup>[5]</sup>。目前，在国内外酿造冰酒的葡萄品种主要有雷司令(Riesling)、威代尔(Vidal)、霞多丽(Chardonnay)、贵人香(talian Riesling)、



米勒(Muller Thurgau)、琼瑶浆(Gewurztra miner)、白品乐(PinotBlance)、灰品乐(Pinot Gris)、美乐(Merlor)、长相思(SauvignonBlance)等间。其中在加拿大主要采用威代尔来酿造冰葡萄酒,在德国则以雷司令作为冰葡萄的主栽品种。目前我国唯一的冰酒地理标志保护产区——辽宁桓仁的主栽品种是威代尔。威代尔(Vidal)是欧美杂交种,属于白色葡萄类品种,是白玉霓(ugni blanc)和白赛必尔(sebel blanc)的杂交后代,是加拿大酿造冰葡萄酒的品种之一。为发展冰酒产业,我国自2000年从加拿大引进威代尔葡萄。目前,关于冰酒研究的文献主要集中在威代尔冰葡萄在我国试栽的表现上。经过几年的试栽研究,发现威代尔在桓仁的栽培表现良好,其树势中庸,萌芽率较高,结果早,较丰产,较抗霜霉病,易感白腐病,有少量褐斑病<sup>[189]</sup>。在桓仁的浑江流域,威代尔冰葡萄的引种栽培试验取得了成功。目前,威代尔已经在桓仁县进行了大面积的栽培。

选择冰葡萄酒品种除了关注一些经济性状和栽培性状外,还应该考虑到其酿酒特性。Margaret Cliff等以化学方法评价了一系列不同品种、年份的具典型性的51种冰酒,并对其中的20种冰酒进行了理化指标分析和风味评价,发现雷司令冰酒与威代尔冰酒相比,有更高的可滴定酸和葡萄糖,更低的pH值和 $A_{420}$ 下的吸光值<sup>[10]</sup>。其研究结果为建立了威代尔和雷司令冰酒的质量特性提供了可借鉴的依据。

邵卫平采用雷司令、霞多丽和贵人香进行酿造冰酒试验,并对所酿冰酒进行理化指标测定和感官评价,结果显示:雷司令最适合酿酒冰酒,贵人香次之,霞多丽第三<sup>[1]</sup>。张裕冰酒酒庄则采用辽宁桓仁的主栽品种——威代尔进行酿酒试验。酿造的张裕冰酒色泽金黄,具有花果、蜂蜜、及热带水果的香气,口味甜润,酸度平衡、爽口,余香持久,在市场上深受欢迎。

### 1.2.2 冰酒原料的冷冻方式

冰酒的国际标准和加拿大酒商质量联盟(VQA)对冰酒原料的要求为:冰葡萄需在树体上保持自然冷冻状态(简称连体冷冻),直至达到零下8℃以下进行采摘压榨<sup>[11]</sup>。加拿大的一些知名冰酒酒庄均采用连体冷冻来获取冰酒原料。威代尔葡萄在零下20℃,其枝条和芽均会发生冻害。图1-1所示,在加拿大安大略省12月和翌年1月份的平均气温分别为-4℃和-7℃,在加拿大奥柯根那谷地Oliver,出现-18℃极低温仅为1988年1月12日的短暂几个小时,冰葡萄并不会发生严重冻害<sup>[12][13]</sup>。因此,加拿大

安大略省的小气候决定了其可以采用连体冷冻方式来获取冰酒原料。但是，由于我国辽宁桓仁冬季气温较低，在冰酒之乡北甸子12月和1月的平均气温分别为-14℃和-18℃，在个别年份甚至达到-35.7℃的低温，而威代尔冰葡萄枝条在-25℃冷冻处理72 h，枝条冻害率达到100%。

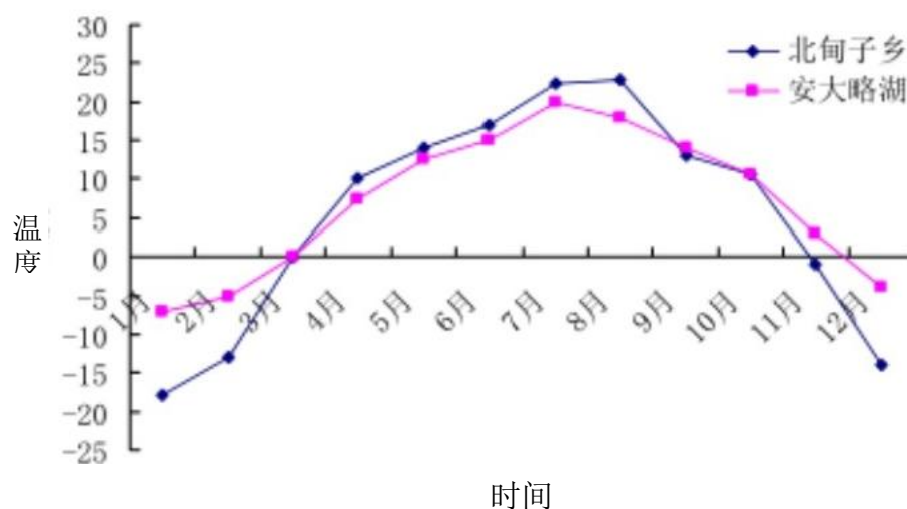


图1-1 安大略湖与北甸子乡月平均温度比较图

Fig.1-1 The average temperature of months in Ontario Lake and Beidianzi region

所以，在辽宁桓仁，严格按照 VQA 要求的连体冷冻方式来处理葡萄，葡萄植株的死亡率将达100%。因此，葡萄酒专家结合我国冰葡萄酒地理标志产区——辽宁桓仁的气候特点，为解决葡萄树埋土防寒与葡萄在树体上结冰的矛盾，创造性的提出了中国冰酒的独特冷冻方式——自然条件下的离体冷冻即：葡萄树埋土前，将葡萄连同枝条一起剪下来绑缚铁丝上，让葡萄在铁丝上自然结冰(简称离体冷冻)。关于冰葡萄离体冷冻方式及其相应的埋土防寒试验正在逐步展开。荣志祥等的研究表明威代尔葡萄在11月中下旬土壤封冻之前进行提早采收，自然离体冷冻并不影响其作为酿造冰酒原料的质量。在自然条件下冰葡萄的离体冷冻作为冰酒原料的冷冻生产方式是可行的。但是，由于试验只简单比较了两种冷冻生产方式对葡萄的果粒重、葡萄在自然条件下的落粒情况、冷冻葡萄浆果出汁率等经济指标和冷冻葡萄汁的糖含量等简单理化指标的影响，没有涉及到葡萄的糖组分、有机酸的组分及酚类物质的组成和含量等主要质量指标，更重要的是没有进行酿酒试验，削弱了试验结果的可信度。冰酒原料的离体冷冻生产方式还是遭到了一些质疑。解决争议的办法主要是：对自然条件下离体冷冻和连体冷冻葡萄的果实品质及酿酒品质，尤其是特征质量指

标, 进行系统测定分析, 深入比较这两种方式的差异。对冰酒原料冷冻方式的研究是个系统工程, 除了关注葡萄质量外, 与冷冻方式相配套的防寒措施的研究也正在逐步展开。辽宁果树研究所的研究结果表明培土20cm 厚葡萄即可安全过冬12. M。

采用人工冷冻葡萄来酿造冰酒, 在冰酒的国际标准[14]中是明确禁止的, 我国的葡萄酒技术规范也不允许人工冷冻酿造冰酒。人工冷冻方式生产的酒只能称为类冰酒 (Icewine type)。人工冷冻葡萄作为冰酒原料的现象, 在东北较少见, 常见于气温达不到零下8℃的地区。尽管有不少文献[15. 10]指出人工冷冻是达不到冰酒原料的质量要求, 用之发酵的类冰酒与真正的冰酒之间有着较大差异, 但是缺乏实验验证。

冰酒原料冷冻方式的研究应深入地、系统性地展开, 这不仅对于冰酒国家标准的起草和制定意义重大, 而且有利于扩大冰葡萄在我国北方的种植规模。

### 1. 2. 3 冰葡萄采收期(温度)

酿造冰酒的葡萄在达到生理成熟后, 仍要在树上保留很长一段时间, 直至温度达到了一定值, 使葡萄在树上结冰, 才能进行采收。

冰葡萄的采摘受气候的影响很大, 恰当的采摘温度(时间)对冰酒品质至关重要。冰葡萄汁中的糖分随冰冻温度下降而升高。但是, 过低的温度会大大降低冰葡萄的压榨出汁率, 同时破坏葡萄中的营养成分和风味物质。最理想的采摘温度为-8℃到-10℃, 冰葡萄在此温度下可获得最理想的糖度和风味]。高于-8℃采摘的葡萄按照 VQA 标准是不能作为冰酒原料的。我国葡萄酒技术规范援引国际标准结合我国气候特点, 将冰酒原料的采摘温度定在-7℃以下。

冰葡萄的采收期, 不仅关系到冰酒的质量, 也是区分冰酒和迟采酒的一个重要指标。目前在我国, 关于冰葡萄采收期的研究还没有系统展开。近年来, 一直沿用着在每年的12月中旬至1月中旬之间进行冰葡萄采收的经验, 在这一时期采收的葡萄能否完全达到冰酒原料的生产要求, 目前还没有进行过实验验证。关于冰葡萄采收期的确定应与温度对应起来。

### 1. 2. 4 冰葡萄酒酵母

酵母是发酵工业最重要的微生物, 在葡萄酒酿造中的作用主要是将葡萄汁中的糖分转化为酒精, 酵母对葡萄酒风味形成有重要作用。知名产区的葡萄酒绝大多数

是当地特有的葡萄原料、工艺技术和生态菌群共同作用的产物。葡萄带给葡萄酒多种挥发性的微量组分，赋予葡萄酒品种特征和果香类型。微生物参与酒精发酵过程，从葡萄中提取化合物并加以修饰，产生许多挥发和不挥发的代谢终产物，增加了葡萄酒的化学构成和风味的复杂性。多种酵母菌种共同参与发酵过程，使酒中生化成分和风味品质更加复杂，酒体骨架更为丰厚。在酒陈酿与储存期间，葡萄及微生物分泌的酶类残存活性还会引发一系列化学变化，形成陈酿香，对葡萄酒的感官质量产生直接作用[17]。

#### 1.2.4.1 冰酒酵母筛选的参考标准

通常葡萄果醪有下列特性：(1)存在较多的野生微生物(野生酵母，乳酸菌、醋酸菌等的细菌类及霉菌类)；(2)pH值较低，为3.0~3.4；(3)为防止果浆褐变和野生酵母、细菌类的繁殖，一般添加50mg/L~80 mg/L的亚硫酸杀菌；

选择优良的葡萄酒酵母采用如下指标[18.19.20]：

(1)快速启动发酵：优质葡萄酒酵母应具有快速启动酒精发酵的能力。酒精发酵启动前，野生酵母、细菌、霉菌的生长和代谢旺盛，通常会造成葡萄酒的风味缺陷甚至发酵迟滞。如果接种优选酵母，就能够在短时间内启动酒精发酵，从而避免这些问题。

(2)酵母生长速度快，有较高的发酵能力，能将糖分发酵完全；

(3)耐酒精能力：在大多数情况下，酿酒工艺要求葡萄汁中的糖分能够被完全发酵。如果酵母菌的酒精耐受性不高，就有可能造成酒精发酵中途停止，选择酒精耐受性高的菌种有助于解决这一问题。

(4)耐二氧化硫性能：在酒精发酵启动前，需要加入60mg/L左右的二氧化硫以抑制杂菌生长。酿酒酵母耐二氧化硫性能决定其能否快速启动发酵。

(5)高级醇类的生成：葡萄酒中的高级醇是酒精发酵的副产物，其含量过高，饮用容易“上头”，含量过低，则醇香味不足。适量的高级醇含量是优选酵母的一个重要指标。

冰酒酵母的筛选除了应综合考虑上述各因素外，还应重点关注冰酒原料及酿造工艺条件的独特性。冰酒原料的高糖酸、以及加工工艺要求的低温发酵，对酵母提出了更苛刻的要求。因此，筛选冰酒还应重点关注：(1)酵母的耐渗透压：用精选的干葡萄制成的葡萄汁，或者用于酿造冰葡萄酒或者干草葡萄酒的葡萄汁，具有很高

的糖浓度。只有耐渗透压的酵母才能在含糖量高于30%以上的葡萄汁中较快的开始发酵，并产生10%~13%(v/v)的酒度；(2)低温的耐受性能：葡萄酒的风味化合物在室温条件下比较容易挥发。在这些化合物中，许多为酯类、萜烯类或醛类物质等，它们赋予了葡萄酒花香和水果香味。在正常的发酵温度范围内，发酵温度越低，风味物质的损失越少。对于优质白葡萄酒的酿造而言，低温发酵尤为重要。(3)挥发酸生成：挥发酸是酒精发酵过程中的不良代谢副产物，挥发酸含量过高会影响葡萄酒的口感。冰酒在发酵过程中产生的挥发酸常会超过国际标准，选择低产挥发酸能力的酵母则显得至关重要。

#### 1.2.4.2 酵母筛选的研究进展

国内外关于葡萄酒酵母菌种的选育研究一直是个热点，酵母育种方法从野生菌株中筛选或者从现有的商品菌株中筛选、原生质体融合、有性杂交到分子生物学技术等[21-24]。美国重视葡萄酒酵母的发酵性能，利用原生质体融合、有性杂交和转基因技术选育发酵能力强、生产效率高、产品风味好的葡萄酒酵母。欧洲国家比较重视对本地野生葡萄酒酵母资源的利用，采用自然发酵工艺。法国一些地区甚至反对引入人工培养的酵母菌种，把引入人工酵母看作“异端”，主要目的就是保持产品的地域特色，创造世界上独一无二的葡萄酒产品品牌。葡萄酒酵母菌种不仅应当具有优良的生产性能，而且还要有显著的地域特色，两者兼顾，才能使葡萄酒企业打造出特色品牌[25,20]，

目前，国内对于酵母选育的研究主要集中在耐性酵母和特色果酒酵母的筛选上。俞然，张春娅等采用紫外诱变技术对白葡萄酒酵母R2进行定向选育和驯化，筛选出耐低温酵母，并将该酵母与耐酒精酵母进行有性杂交，筛选出保持原有发酵性能的低温酵母[27]。易戈等从酒精厂废液、糖厂废糖蜜、土壤及淤泥等7种不同样品中，经富集、分离、纯化，筛选得到2株酒精耐受性较好的酵母菌株在9%(v/v)的酒精浓度下，仍然能够保持一定的生长趋势网]。刘海臣、谭强则分别筛选出了耐高温高产酒精菌株1290。这些研究结果有助于解决酵母在不利条件下的发酵问题，提高酒精浓度，提高设备利用率。特色果酒酵母的筛选近年来研究较多。周一琴等通过微生物检测、理化测定、感官评定和 SPME-GC/MS 法对12株优良果酒酵母的单位酵母发酵力、发酵速度、所酿猕猴桃酒的理化、感官品质、主要香气物质种类及其含量进行比较研究，筛选出1株优良猕猴桃酒酵母[31]。王琳以桑椹为原料，比较4种活

性干酵母的发酵性能, 筛选出1株优良桑葚酒酵母, 所得酒风味佳, 色泽好[32]。刘冬梅筛选出了适合龙眼果酒发酵的酵母菌株[33]。

关于冰酒专用酵母的筛选研究方面, 加拿大科学家作出了很大的贡献。Daniel J. Erasmus 等比较了7种商业酵母的发酵性能并对发酵的冰酒品质进行了比较, 发现ST酵母在冰酒发酵过程中产生的挥发酸含量是最少的, 而N96和EC1118酵母则发酵周期短, 发酵的冰酒硫化味少, 品质高。这3种酵母具有发酵优质冰酒的潜力。

## 1.3 冰葡萄酒发酵过程

### 1.3.1 影响冰酒发酵的因素

外界条件的影响能使酵母变性, 酵母的形态变化虽不明显, 但生理变化较大。适宜的环境能促使酵母生长, 在发酵过程中也就能很好地发挥作用。

#### 1.3.1.1 糖对酒精发酵的影响

酵母最喜欢在单糖基质中生活, 葡萄酒酵母在葡萄糖中发酵比在果糖中快。酵母在糖浓度低的葡萄汁中发酵比较容易, 在糖浓度高的葡萄汁中则发酵困难。增加葡萄汁的含糖量, 将缩小酵母体积, 使酵母细胞部分失水, 抑制酵母代谢活动。糖浓度超过25%, 发酵逐渐受到抑制, 含糖达到70%~75%, 生成的酒精很少[39]。冰酒原料的含糖量一般都在35° Brix 以上, 这样高含糖量的葡萄发酵时间会很长, 需要选用专门培养的酵母来进行发酵操作。

#### 1.3.1.2 酒精对酒精发酵的影响

酵母耐酒精度的高低因菌种而异。葡萄酒酵母一般能耐13%(v/v)的酒精含量, 超过13%(v/v)发酵就减缓。酵母在酒精度超过16%(v/v)时几乎停止生长, 这主要是因为酒精抑制了酶的活性而阻碍发酵的进行。冰酒的适宜酒精含量一般为11±1%(v/v), 一般的葡萄酒酵母都能忍耐这一酒精含量。

### 1.3.2 冰葡萄酒发酵过程中的挥发酸

挥发酸是葡萄酒中以游离状态或以盐的形式存在的所有乙酸等脂肪酸的总和, 但不包括乳酸、琥珀酸以及碳酸和亚硫酸, 其中醋酸是主要的挥发酸。

### 1.3.2.1 挥发酸对葡萄酒品质的影响

挥发酸是葡萄酒发酵过程中产生的副产物，少量时会增加葡萄酒的复杂性，起到改善葡萄酒品质的作用。但是，挥发酸含量过高时，使葡萄酒闻起来有醋酸味，有时还会有鼠尿味，大大影响了葡萄酒的口感，因此，OIV 标准对冰酒的挥发酸规定了严格的上限：2.1 g/L。

### 1.3.2.2 葡萄酒中醋酸的来源

醋酸似乎是在发酵的早期生成的，主要来源于醋酸菌或乳酸菌的污染<sup>[1]</sup>。但是，酵母属的酵母和其他酵母也能产生醋酸。酵母属酵母产生醋酸的水平在 100mg/L~200 mg/L 范围内，具体水平受到酵母菌株、发酵温度和葡萄汁组成的影响<sup>[3]</sup>。醋酸在发酵中作为痕量生成的副产物，在葡萄酒工艺研究中所受关注较少。

### 1.3.2.3 醋酸生成的生化机制

对于醋酸的过量产生，其解释较多：从葡萄汁中营养缺乏或营养不平衡，到共存的酵母和细菌在同时进行的苹果酸-乳酸发酵中的竞争导致的类似效应。不过，像食醋发酵中那样由醋酸菌使乙醇向醋酸的好氧转化是不存在的。因为一旦发酵启动之后，氧气就处于缺乏状态了。

文献中有许多观点：酵母中有许多可能的酶反应能够导致醋酸的产生<sup>[38]</sup>。这些观点包括：(1)由乙酰辅酶A和乙酰腺苷酸通过乙酰辅酶A合成酶的可逆合成；(2)由柠檬酸裂解酶分解柠檬酸而生成；(3)由丙酮酸脱氢酶分解丙酮酸产生；(4)由乙酰激酶水解乙酰磷酸可逆地生成；(5)乙醛脱氢酶氧化乙醛生成。但是，至今似乎还没有在葡萄酒酵母发酵葡萄汁的情况下，对醋酸的生产途径进行标记研究。

对于葡萄酒酵母较早的研究是：当培养基中泛酸缺乏时，醋酸的生成量倍增；醋酸的生成受生物素、硫氨酸或肌酸的抑制<sup>39</sup>。

调查醋酸的生成机制是很麻烦的，因为其他微生物(例如醋酸菌或乳酸菌)可能存在于发酵液中，这些微生物在适当的条件下能够产生高浓度的醋酸。

酵母产生醋酸的量与葡萄汁的含糖量有关。在发酵含糖量多的葡萄汁时，生成的醋酸量也较一般葡萄汁发酵时为多。

### 1.3.2.4 挥发酸的预防措施

醋酸菌是产生醋酸最主要的细菌，要控制挥发酸的产生，就应该抑制醋酸菌的

生长。醋酸菌是一种好氧型微生物，在通入氧气的情况下，将乙醇转化成乙酸。在发酵结束期，应严格控制氧气的通入，在贮酒阶段要及时添桶，保证满罐。这不仅能防止葡萄酒醋化，也能降低其氧化。

但是，冰酒高挥发酸的主要原因并不是醋酸菌引起的。加拿大科研人员研究发现，冰酒之所以有高含量的挥发酸是由于酵母在冰葡萄汁的高糖环境下，为了抵消一部分来自外界的高渗透压而产生的。关于高渗透压引起酵母发酵过程产生高含量挥发酸的机理已大体清楚。国外，从工艺水平上来研究降低冰酒挥发酸含量的研究已经开始。Barbe 等从贵腐葡萄汁中筛选出了产低挥发酸的酵母 *Zymaflore* ST<sup>4041</sup>。Daniel J 等发现 *Zymaflore* ST 在冰酒的发酵中产生的挥发酸也是最少的<sup>3</sup>。Marina Bely 等研究发现 *T.delbrueckii* 和酿酒酵母以20:1 的比例进行发酵，产生的乙酸和乙醛比酿酒酵母纯种发酵少53%和66%<sup>42</sup>]。Hein 等研究发现冰酒中乙酸的浓度随着起始发酵汁中 SO<sub>2</sub> 浓度的增加而呈线性减少<sup>(43)</sup>。国内则鲜有关于冰酒挥发酸的研究。

## 1.4 冰葡萄及冰酒质量的评价指标

### 1.4.1 冰葡萄果实及冰酒中的糖组分

糖是冰葡萄最重要的品质因子，主要由蔗糖、果糖、葡萄糖、半乳糖等组成，其中葡萄糖和果糖是葡萄果实中最主要的糖组分，占到葡萄总糖量的90%以上。糖类不仅具有重要的生理作用，且对冰葡萄的品质、口感以及深加工有很大影响，糖还是色素及风味物质的基质，含糖量高的果实酿出的酒醇厚丰满。此外，芳香物质的形成也与含糖量有关系。另外，糖也是组成冰酒风味的重要物质之一<sup>[4]</sup>。付方宝通过测定不同糖浓度的旋光度，研究了冰酒糖分的特殊构成，建立冰酒中以总糖度和旋光度构成的保糖发酵区间，为识别冰酒提供了一种简单可行的办法<sup>49</sup>。

### 1.4.2 冰葡萄果实及冰酒中有机酸组分

葡萄中的有机酸主要包括苹果酸、酒石酸、柠檬酸等，其中酒石酸是葡萄中的特征有机酸，是葡萄果实中酸性最强、最容易离解、最能增加 H<sup>+</sup> 浓度的有机酸。随着葡萄成熟度的增加，酒石酸的含量是逐渐减少的。苹果酸是一种带有生青味的有



机酸，有助于判断葡萄果实成熟度。在夏季凉爽的桓仁产区，葡萄的苹果酸含量一

般都较高。柠檬酸是一种令人舒适的有机酸，在葡萄果实中含量较少。

葡萄酒中的主要有机酸则包括苹果酸、柠檬酸、酒石酸、琥珀酸、乳酸、乙酸等。葡萄酒中的酒石酸含量为5g/L~10g/L，葡萄酒的 pH 大部分取决于酒石酸的含量。葡萄酒中的苹果酸则可以帮助判定成品酒质的优劣， Shimazu 等研究了106种葡萄酒样品的有机酸组分得出：苹果酸与乳酸，乙酸和琥珀酸呈负相关，而与酒石酸、总酸呈正相关，说明苹果酸在葡萄酒有机酸组成中起着重要的作用[46]。

柠檬酸是葡萄酒中含量较少的一种酸，易被乳酸菌分解，造成挥发酸含量增加。琥珀酸主要来自糖的发酵，极少量来自葡萄汁中谷氨酸的代谢。琥珀酸的味感复杂，既酸又苦，是葡萄酒有机酸中最富于味觉反应的一种酸。

乙酸是挥发酸中最主要的酸。葡萄酒乙酸含量过高，常被认为是葡萄酒腐败的标志。冰酒中有高含量的乙酸。冰酒中的乙酸主要不是来自于醋酸菌的代谢而是由于酵母在冰葡萄汁的高糖环境下，为了抵消一部分来自外界的高渗透压而产生的。乳酸是苹果酸-乳酸发酵产生的，其在葡萄酒中的含量为0g/L~2.5g/L。乳酸比苹果酸稳定且酸味低，一些优质的葡萄酒常要进行苹果酸-乳酸发酵[47]。

段云涛研究了国内外的几种冰酒，发现国外的几种优质冰酒的有机酸总量均在10 g/L左右[48]，

### 1.4.3 冰葡萄及冰酒的酚类物质

酚类物质包括单宁、酚酸、花色苷及黄酮类物质，是葡萄果实的重要品质之一，决定着葡萄及其加工产品的颜色、涩感、苦味、氧化性能等。葡萄果实中的单体酚主要包括没食子酸、安息香酸、儿茶素、丁香酸、芦丁、阿魏酸等。

Paul 等定量了安大略冰酒、迟采酒的酚类组成和分布范围，指出冰冻浓缩、采收时间和生长季节都对冰酒酚类组分和含量影响很大[49]。

中国农业大学葡萄酒科技发展中心在研的课题“威代尔(Vidal)冰葡萄酒生产技术及其酚类物质研究”，针对威代尔冰酒香气和酚类物质进行了深入分析和研究。香气研究发现，威代尔冰葡萄酒香气中主要包括酯类、醇类、酸类和呋喃类芳香成分，而冰葡萄酒中酚酸、黄烷-3-醇和黄酮醇等多种酚类物质的 HPLC 检测结果发现，高含量的龙胆酸、芥子酸以及高含量的槲皮甙和表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)是威代尔冰葡萄酒的固有特征。并据此提出上述特征可作为辽宁桓仁县出产的威代尔

冰葡萄酒的重要的识别特征，从而初步确定了辽宁桓仁县北甸子乡生产的威代尔冰酒的多酚类物质识别特征因子回。上述研究项目通过了教育部科技发展中心组织的鉴定。

#### 1.4.4 冰葡萄及冰酒的风味成分

风味成分是构成葡萄酒质量的主要因素。近年来，国内外关于葡萄酒质量的分析主要集中在葡萄酒风味成分上。

GM. Pigeau' 501分析了25种加拿大冰酒和德国冰酒的主要风味成分，发现英属哥伦比亚冰酒和安大略冰酒中有8种可挥发性物质显著不同；使用GC-ODP 察觉到34种气味活跃的挥发性物质的香味，这些研究结果为建立不同产地之间冰酒质量指纹图谱识别库提供了可能性和科学依据。李艳霞等采用HS-SPME 法提取冰葡萄酒中的香气，并进行GC-MS 定性分析，在威代尔冰葡萄酒香气中分离到101种挥发性成分，定性出59种，其中主要包括酯类、醇类、酸类和呋喃类芳香成分[51]。徐晴芳以三个品种(贵人香、赛美容和美乐)葡萄果实，以及贵人香、美乐冰酒，结合不同产区、不同年份的13个散点酒样为研究对象，结果显示苯甲醛和 $\beta$ -大马士酮是贵人香冰白葡萄酒的特征香气物质，而苯甲醛、庚醇、D-柠檬烯和2,6-二甲基-2,6-辛二烯是美乐冰红葡萄酒的特征香气物质[52]。

### 1.5 研究的意义

#### 1.5.1 冰酒研究现状及存在的问题

冰酒的研究，在我国还属于比较新的领域，目前关于这方面的研究非常少。但是冰酒在我国的蓬勃发展，迫切需要理论指导。

为发展冰酒产业，我国自2000年从加拿大引进威代尔葡萄。目前，关于冰酒研究的文献主要集中在威代尔冰葡萄在我国试栽的表现上。经过几年的试栽研究，发现威代尔在辽宁桓仁的栽培表现良好，其树势中庸，萌芽率较高，结果早，较丰产，较抗霜霉病，易感白腐病，有少量褐斑病[89]。在桓仁的浑江流域，威代尔冰葡萄的引种栽培试验取得了成功。目前，威代尔已经在桓仁县进行了大面积的栽培。在葡萄成熟过程中，浆果中的各种成分发生着复杂的变化，糖、酸和多酚类等物质的种

类和含量与葡萄酒质量有着密切的关系。但是关于桓仁产区的威代尔冰葡萄成熟过程及冷冻过程中糖、酸、酚类物质种类及含量的变化还没有系统展开。

在辽宁桓仁，葡萄酒专家结合当地的气候特点，为解决葡萄树埋土防寒与葡萄在树体上结冰的矛盾，创造性的提出了中国冰酒的独特冷冻方式——自然条件下的离体冷冻即：11月中下旬葡萄树埋土前，将葡萄果穗连同枝条一起剪下来绑缚铁丝上，让葡萄在铁丝上自然结冰(简称离体冷冻)。关于冰葡萄离体冷冻方式及其相应的埋土防寒试验正在逐步展开。荣志祥[12]等的研究表明威代尔葡萄在11月中下旬土壤封冻之前进行提早采收，自然离体冷冻并不影响其作为酿造冰酒原料的质量。但是，由于试验只简单比较了自然条件下的离体冷冻和连体冷冻两种方式的葡萄的果粒重、冷冻过程中葡萄果粒的落粒情况、葡萄浆果出汁率等经济指标和葡萄结冰压榨汁的总糖含量，没有对影响葡萄酿酒质量的糖、酸和酚类物质的组成和分布进行系统研究，更重要的是没有进行酿酒试验，削弱了试验结果的可信度。冰酒原料的离体冷冻生产方式还是遭到了一些质疑。

邵卫平川研究了冰酒的生产工艺及其品质影响因素，主要研究了采摘时间(温度)对冰葡萄品质的影响，但没有对不同时间(温度)采收的冰葡萄进行酿酒试验，使得结论可信性较差；研究了葡萄品种、发酵温度对冰酒品质的影响，试验没有涉及冰酒酵母筛选、发酵过程中挥发酸含量的研究。国外有不少研究基于冰酒中高挥发酸的基础研究[40-41]，研究方向主要集中在酶水平和分子水平，还没有研究人员系统地从业水平上探讨冰酒高挥发酸的原因。

关于冰酒的主要成分：糖、有机酸、酚类物质、风味成分的研究也正在展开，但是由于样品数目较少及分析结果不系统，削弱试验结果的可信度。

### 1.5.2 本论文研究的主要内容及研究意义

基于上述冰酒研究中存在的问题，本论文从以下几个方面来展开研究：

- 1 冰葡萄成熟过程及冷冻过程：糖、酸、单宁、总酚、pH 等主要质量指标的研究。冰葡萄成熟过程的主要质量指标的研究有助于确定冰葡萄带枝修剪的时间。而对冰葡萄冷冻过程的研究有助于确定冰葡萄采收期。
- 2 本论文针对我国主要存在的冰葡萄的三种冷冻方式：葡萄挂枝离体冷冻、连体冷冻和人工冷冻等方式获得的冰酒原料及发酵的冰酒的糖、酸组分，酚类物质，风味

成分等主要质量指标进行研究，以探讨辽宁桓仁现存的冰葡萄的挂枝离体冷冻方式的合理性和改进的可能性；探寻冰酒和人工冷冻的类冰酒的质量指标和感官质量的差异，为冰酒市场打假工作的实施提供理论依据。

3 本项目采用不同来源的酵母进行发酵冰酒的试验，以筛选出适合我国桓仁产区特色冰酒酵母。

4 冰酒发酵过程中常产生高含量的挥发酸，而高含量挥发酸的存在常带来不良的风味。本项目从影响冰酒发酵过程中挥发酸含量的工艺原因上进行探讨。其研究结果可用于冰酒工艺的改进，以降低冰酒中的高含量的挥发酸。

## 2 冰葡萄树埋土时间和冰葡萄采收期的研究

### 2.1 前言

在我国辽宁桓仁，冬季气温常低于 $-20^{\circ}\text{C}$ ，而威代尔葡萄的枝和芽低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 就会发生冻害。因此葡萄藤需要埋土过冬。冰葡萄藤埋土过早，葡萄浆果没有达到生理成熟，仍与树体进行物质交换，这将会影响冰酒原料质量。若埋土过晚，土壤冻结使埋土操作变得困难，加大了人工劳动强度。目前尚未见到关于冰葡萄埋土期的研究。多年来，一直延续在10月下旬进行葡萄带枝修剪、葡萄藤埋土的传统。这一时期进行埋土操作是否合理，尚缺乏理论依据。本研究以冰酒地理标志产区——辽宁桓仁的威代尔葡萄作为研究对象，在9月末至11月中旬期间，每隔5d取样一次，研究威代尔冰葡萄在这一阶段主要质量指标的变化规律，为确立冰葡萄合理的带枝修剪时间、葡萄藤的埋土期提供理论依据。

冰葡萄的采收期，不仅关系到冰酒的质量，也是区分冰酒和迟采酒的一个重要指标。目前我国，关于冰葡萄采收期的研究还没有系统展开。近年来，一直延续着在每年的12月中旬至1月中旬之间进行冰葡萄采收的传统，在这一时期采收的葡萄能否完全达到冰酒原料的生产要求，采收期与气候条件的关系怎样等等，尚没有科学的研究和实验验证。本章通过对这一时期采收的冰葡萄原料及所酿造冰酒的质量指标和感官品质进行系统研究，目的是确定冰葡萄合适的采收期。

### 2.2 材料和方法

#### 2.2.1 试验材料

试验葡萄：均采用辽宁张裕冰酒酒庄有限公司提供的威代尔(Vidal)冰葡萄。试验选取桓仁县北甸子乡友谊村栽植5年的冰葡萄苗，冰葡萄采用小棚架栽培，株行距 $1\text{m}\times 3\text{m}$ ，每 $666.7\text{m}^2$ 栽植222株，每株留2个蔓。平均 $666.7\text{m}^2$ 产量限定在500-600 kg。

## 2.2.2 试验方法

### 2.2.2.1 试验设置

埋土期的试验设置及测定指标：采样从9月下旬葡萄达到成熟期开始直至11月中旬，根据采样的天气情况，采样时间间隔5-7d。采样原则：采样时，兼顾阴阳面，叶幕层内外和上中下果穗，以及每穗肩、中、底部，随机取葡萄果粒300颗，重复采样3次。采样后立即放入冰箱-20℃保存，带回测定。需要跟踪测定葡萄的百粒重、百粒体积、总糖和总酸等理化指标。试验于2009年9月下旬至11月中旬进行。

采收期的试验设置及测定指标：以采收并立即带冰压榨的葡萄汁为试验材料，采样时间范围从12月18日至1月19日，采样时间间隔为5-7d不等。不同采收时间的冰葡萄汁样品除了留一部分进行测定外，还需要酿酒并比较酒样的品质。葡萄汁需要测定：总糖、总酸、pH值、总酚、单宁、糖组分、有机酸组分。除前述指标外，酿造的冰酒还需要测定干浸出物、酒精度、挥发酸和甘油。试验于2008年12月18日至1月20日进行。

### 2.2.2.2 冰葡萄汁的发酵工艺

酵母活化：称取适量酵母，按质量比1:10加入去离子水，在35℃~40℃下活化30 min<sup>[5]</sup>。

发酵工艺流程<sup>[11]</sup>：

冰葡萄汁→澄清→加入活化酵母→控温发酵(10-15℃)→中止发酵→澄清→冰酒

中止发酵后，将酒液用皂土澄清、过滤除菌后，装瓶冷藏。分析酒的理化指标、进行酒的感官品尝。

发酵过程每天测糖度、温度，并根据二者的变化控制发酵进程。

### 2.2.2.3 分析方法：

百粒重：电子天平称重法。

百粒体积：向500mL量筒里放入100粒葡萄，再用注入一定量的水x使水淹没葡萄，记下总的体积数y。则百粒体积=y-x。

糖：菲林试剂测定法<sup>4)</sup>，单位：g/L(以葡萄糖计)

酸：NaOH滴定法<sup>14)</sup>，单位：g/L(以酒石酸计)

酒精度：比重瓶法154)， 单位：% $(v/v)$

干浸出物：比重瓶称量法5， 单位：g/L

挥发酸：双沸式蒸馏法154， 单位：g/L(以乙酸计)

pH值：pH-3C pH计

单宁：采用福林-丹尼斯 (Folir-denis) 法， 单位：mg/L

总酚：采用 Folin\_cicalteu 法 ， 单位：mg/L

有机酸、糖组分、甘油：均使用HPLC测定13550

#### 2.2.2.4 酒样的感官评尝

组织10名国家级、省级葡萄酒评委对酿造的冰酒进行感官品尝。感官品尝按照GB/T15038-2006\* 进行。感官得分以平均值计。

## 2.3 结果和分析

### 2.3.1 葡萄树埋土时间的研究

#### 2.3.1.1 威代尔葡萄成熟过程中葡萄果实物理指标的变化

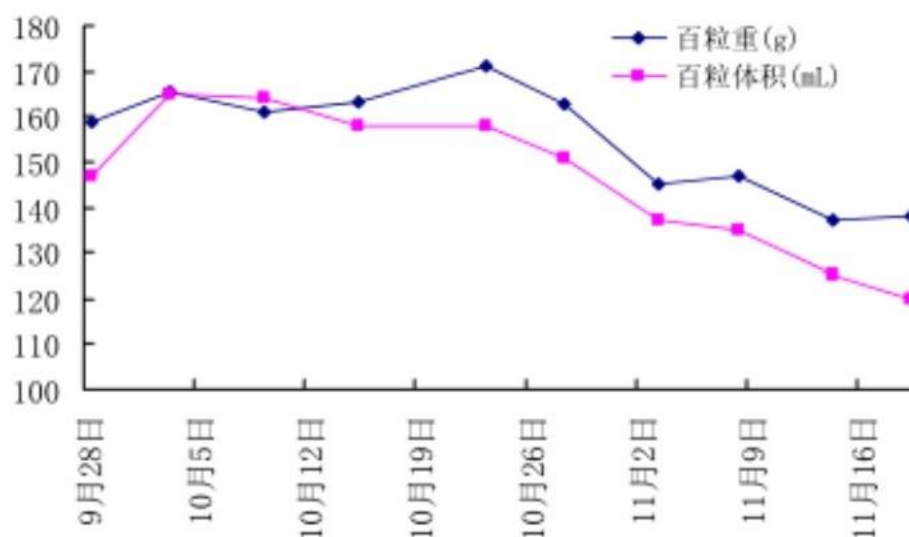


图2-109年威代尔冰葡萄成熟过程葡萄果实百粒重、百粒体积的变化

Fig.2-1 The grape weights and volumes during Vidal grape ripening,2009

本试验以葡萄果实的百粒重、百粒体积的变化来反映葡萄果实的物理变化。图2-1给出，在9月28日至10月3日，葡萄的百粒重和百粒体积都在增长，说明在这



期间，葡萄重量仍在增加、体积仍在膨大。从10月3日至10月23日，葡萄的百粒重仍在小幅增长，而葡萄的百粒体积不再增长，说明在这期间，葡萄重量的增长不是靠体积膨大，而是靠密度增大，主要是糖度的增加。葡萄百粒重和百粒体积的变化在10月23日至10月28日出现拐点，10月28日以后，葡萄开始缩水，同时葡萄籽变褐，说明威代尔葡萄在10月底达到生理成熟期。

### 2.3.1.2 葡萄成熟过程中果实糖、酸含量的变化

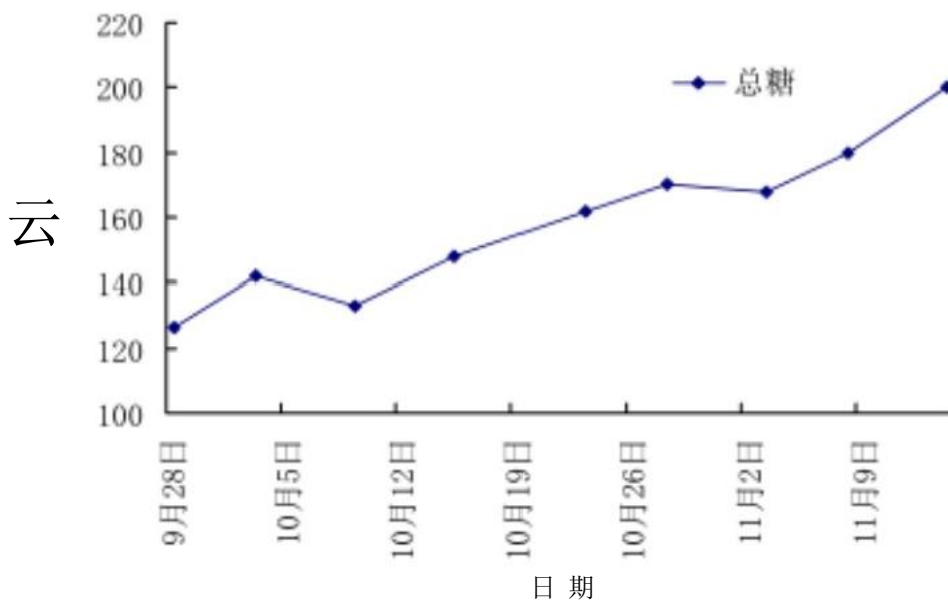


图2-209年威代尔葡萄成熟过程中糖度的变化  
Fig.2-2 The total sugar content of grapes during Vidal ripening,2009

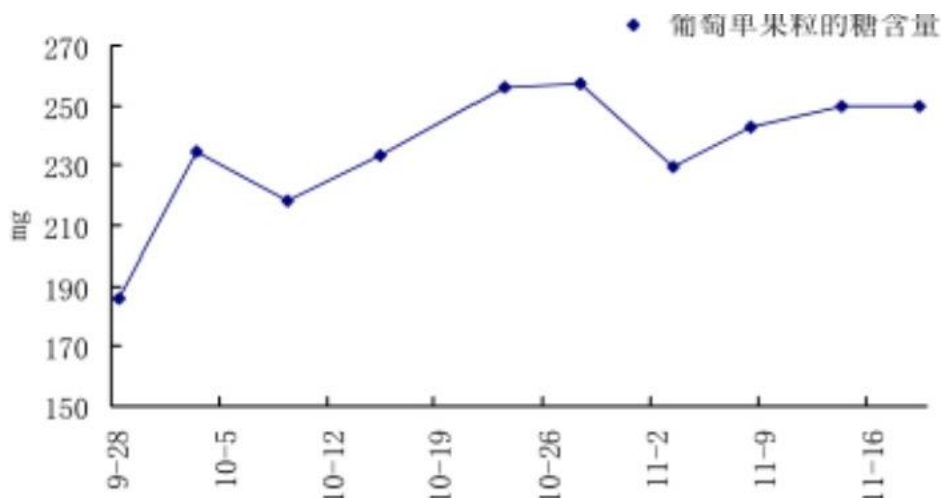


图2-3 09年威代尔葡萄单果粒的糖含量

Fig.2-3 The total sugar content per grape during Vidal ripening,2009

注：葡萄单果粒的糖含量(mg)-葡萄汁的糖浓度(gL)× 对应的果粒的体积(mL), 其反映的是葡萄果实中糖含量的绝对值。

葡萄在成熟和后熟过程中，糖度是逐渐增加的(见图2-2)。图2-3给出了葡萄单果粒中糖的含量，其反映的是葡萄果粒中糖的净积累情况，以排除葡萄果粒因失水而使糖度相对增加的情况。10月28日之前，冰葡萄浆果中糖的净积累达到最大值，10月28日后，葡萄果实糖浓度仍在增加，增加的原因不是由于糖总量的增加，而是因为葡萄失水浓缩，使得糖含量相对增加。

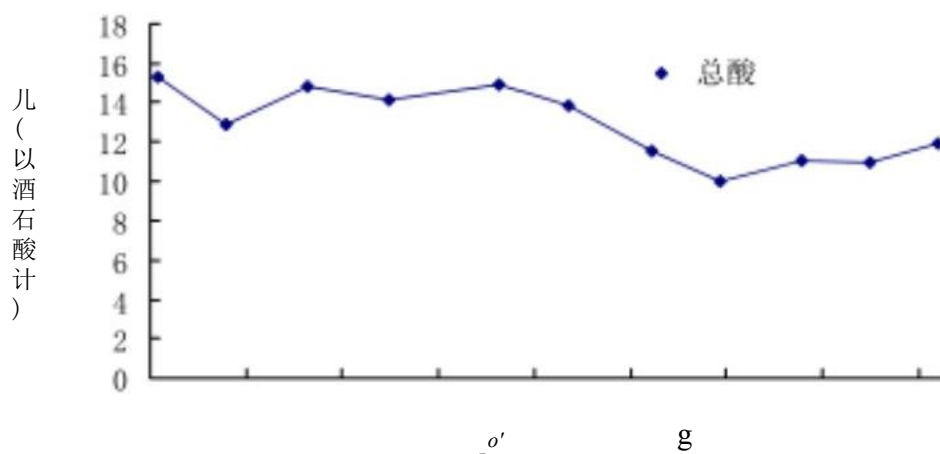


图2-4 09年威代尔葡萄成熟过程中总酸变化

Fig.2-4 The titratable acidity content of grapes during Vidal ripening,2009

葡萄的总酸含量在10月9日至10月23日之间, 达到稳定状态, 维持在14g/L~15g/L 之间, 而在10月23日之后开始大幅降低, 其原因可能是温度的变化引起的。在10月23至11月8日之间的3个采样时间段内, 相应于10月25日、10月29日和11月7日的日平均气温大于10℃, 温度的升高使得葡萄浆果的呼吸作用加强, 致使呼吸代谢对酸的消耗增多(见图2-4)。

### 2.3.1.3 辽宁桓仁冰葡萄成熟及后熟季节气温变化

当日平均气温稳定上升到10℃以上时, 大多数农作物才能活跃生长。图2-5显示, 10月1日至10月30日, 辽宁桓仁的日均气温均在威代尔葡萄的活动温度10℃上下浮动, 葡萄浆果的糖、酸均小幅增加(图2-2, 2-4), 说明葡萄仍与树体进行糖、酸等物质交换。10月31日至11月3日, 日平均气温下降到0℃左右, 葡萄的糖、酸含量不再明显变化。11月6日至8日日均气温又骤升到10℃以上, 气温的升高使得葡萄浆果的呼吸作用加强, 致使呼吸代谢对酸的消耗增多。11月9日~12日, 日平均气温在-3℃~0.5℃之间, 土壤夜间会暂时结冰, 但白天气温回升后仍可解冻, 既能保证葡萄果实与树体之间的物质交换尽可能少又不致使土壤结冰, 此时可作为2009年辽宁桓仁威代尔葡萄藤的埋土期。

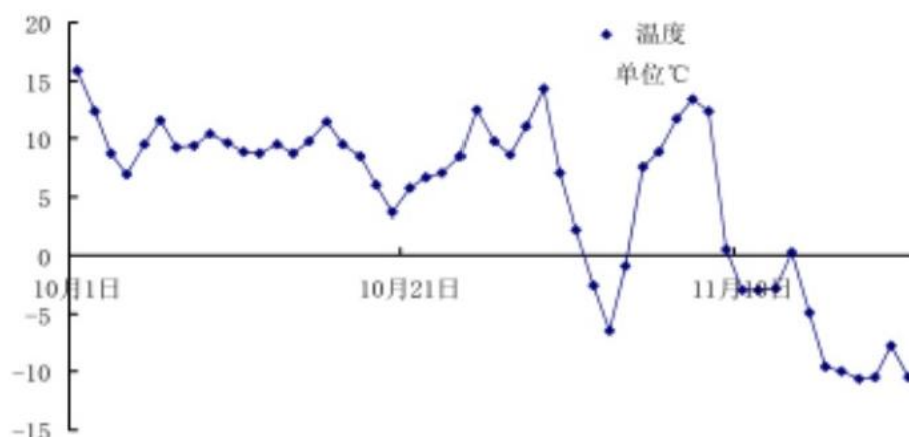


图2-509年辽宁桓仁冰葡萄后熟时期日均气温变化图

Fig.2-5 The daily mean temperature during after-ripening stage of Vidal grape in Huanren,Liaoning,2009

表2-1 辽宁桓仁07~09年威代尔葡萄成熟季节旬平均气温变化图(°C)  
Tab.2-1 The ten days mean temperature during ripening stage of Widal

grape in Huanren, Liaoning, 2007~2009(°C)			
	2007年	2008年	2009年
9月上旬	18	18.5	17
9月中旬	18	18.3	15.7
9月下旬	14.8	13.2	15.3
10月上旬	11.8	11.9	10.35
10月中旬	6.8	13.2	8.5
10月下旬	6.2	6.1	8.5
11月上旬	4.55	3.4	4.1
11月中旬	-2.5	-2.4	-6.9
11月下旬	-3.2	-2.7	-3.03

0°C~10°C的低温，葡萄几乎不能生长，浆果与树体之间很难有物质交换，可以进行葡萄果穗带枝修剪；其次，0°C~10°C的低温也不会造成芽眼霉烂，且土壤没有封冻，易于进行埋土操作。0°C~10°C的平均气温可以作为冰葡萄藤埋土的温度指标。结合近三年(07年至09年)间9月至11月旬平均气温，发现11月上旬的平均气温均处在0°C~10°C之间(见表2-1)，11月上旬可以作为辽宁桓仁冰葡萄藤埋土的时间指标。但由图2-5可知，09年11月上旬中11月4日至8日的平均气温均超过10°C，不宜埋土。因此，葡萄藤埋土期的确定应将时间和温度结合起来，以温度为主。具体来说，辽宁桓仁的冰葡萄的埋土操作应该在11月上旬进行，具体时间则应以温度(0°C~10°C)来确定。

## 2.32 冰葡萄采收期的研究

### 2.3.2.1 常规理化指标的比较

表2-208-09年不同采收期冰葡萄汁及所酿冰酒的理化指标

Tab.2-2 The main physics-chemistry indexes of grape juice and icewine in different

vintage, 2008~2009										
采收时间	冰葡萄汁			冰葡萄酒						
	总糖 (g/L)	总酸 (g/L)	pH	总糖 (g/L)	总酸 (g/L)	pH	干浸出物 (g/L)	酒度 (% (v/v))	挥发酸 (g/L)	甘油 (g/L)
08-12-18	305.5	11.68	3.21	110	12.56	3.23	39.5	11	0.93	8.1
08-12-26	380.5	14.01	3.26	155.3	15.38	3.25	48.8	12.3	1.67	10.4
09-1-3	361.3	17.463	3.09	152			41.1	12	1.41	9.4
09-1-10	390	15	3.22	156	16.1	3.2	49	9.2	1.3	11.7

09-1-15	500	16.93	3.26	273.6	17.81	3.37	77.9	6.8	1.52	9.8
09-1-20	520	16.54	3.2	336.5	17.6	3.35	78	11.8	1.31	10.6
09-1-25	315	13	3.2	115	12.7	3.22	40	11	0.9	10
max	520	17.46	3.26	336.5	18.19	3.37	78	12.3	1.67	11.7
min	305.5	11.68	3.09	129	12.56	3.09	39.5	6.8	0.9	8.1
mean	396.04	14.95	3.21	190.2	15.76	3.24	53.47	10.48571	1.29	10
Cv%	21.23	14.49	1.78	42.76	14.96	2.91	32.12	18.61041	22.22	11.12

表2-2给出了08-09年不同采收时间冰葡萄汁及所酿冰酒的主要理化指标测定值。结果显示，冰葡萄汁的总糖、总酸随着采收时间的不同而不同，不同采收期冰葡萄汁的总糖、总酸含量的变异系数均大于10%。在08年12月18日至09年1月20日期间，冰葡萄汁的总糖含量随着采收期的推迟而增加，在09年1月25日，冰葡萄汁的含糖量明显降低，这与气温回升有很大关系。12月18日和1月25日采收的葡萄，葡萄汁的含糖量分别为305.5g/L、315g/L,均达不到冰酒原料要求的32 ° Brix的要求。其余时间采收的葡萄均符合酿造冰酒的要求。09年1月3日采收温度不是最低，但葡萄压榨汁的总酸含量却最高，说明葡萄压榨汁的总酸含量还可能与其他因素有关，比如葡萄成熟度，成熟度差的葡萄，总酸含量都较高。不同采收期冰葡萄汁的 pH 变化不明显(cv=1.75%)。

不同采收期的冰葡萄酒的主要理化指标中除了pH 差异较小外，其余指标的测定值差异均较大(cv>10%)。08年12月26日，09年1月3日和09年1月10日酿造的冰酒的残糖含量基本符合优质冰酒的要求。其余时间段采收的葡萄酿造的冰酒残糖含量或偏低或过高，不符合优质冰酒的要求。另外，09年1月15日、20日采收的葡萄因糖度过高，均不能发酵达到冰酒合适的酒度(11%(v/v))。

### 2.3.2.2 糖、有机酸比较

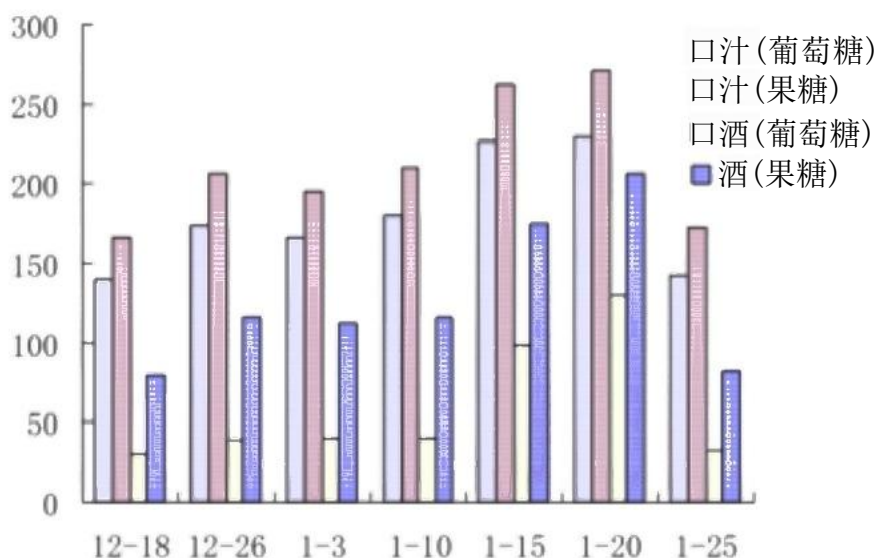


图2-608-09年不同采收期冰葡萄汁及所酿冰酒的糖组分含量

Fig.2-6 The sugar ingredients and contents of grape juice and icewine in different vintage, 2008~2009

冰葡萄汁发酵成酒后，葡萄糖和果糖的平均浓度分别降低121 g/L 和85g/L(见图2-6)，有机酸总量降低了0.76g/L，其中酒石酸，苹果酸，柠檬酸分别降低了0.1 g/L，1.26g/L，0.03g/L，琥珀酸却增加了0.62 g/L(见表2-3)。不同采收期冰葡萄汁及所发酵冰酒的糖组分和有机酸组分含量差异明显。1月15日和20日采摘的冰葡萄，其汁及所发酵的冰酒中各单糖组分含量，有机酸组分含量均是最高的。12月18日和1月25日的冰葡萄原料及相应冰酒的葡萄糖和果糖含量，有机酸组分含量均偏低，使得冰酒滋味偏淡。

### 2.3.2.3 总酚、单宁比较

表2-308-09年不同采收期冰葡萄汁及所酿冰酒的有机酸组成(单位： g/L)

Tab.2-3 The organic acid ingredients and contents of grape juice and icewine in different vintage, 2008-2009

	采收时间	酒石酸	苹果酸	柠檬酸	琥珀酸	乳酸	总量
冰葡萄汁	08-12-18	2.4	8.4	0.9	0	0	11.7
	08-12-26	2.3	10.6	1.2	0	0	14.1
	09-01-03	2.4	12.3	1	0	0	15.7

	09-01-10	2.3	10.5	1.3	0	0	14.1
	09-01-15	2.5	13	1.3	0	0	16.8
	09-01-20	2.7	12.6	1.3	0	0	16.6
	09-01-25	2	8.6	1	0	0	11.6
	08-12-18	2	7.8	0.7	0.5	0	11
	08-12-26	2.1	9.3	1	0.8	0	13.2
	09-01-03	2.3	10.7	1.1	0.5	0	14.6
冰酒	09-01-10	2.5	9.9	1.3	0.7	0	14.4
	09-01-15	2.5	10.7	1.4	0.7	0	15.3
	09-01-20	2.5	10.2	1.3	0.7	0	14.7
	09-01-25	2	8.6	1	0.5	0	12.1

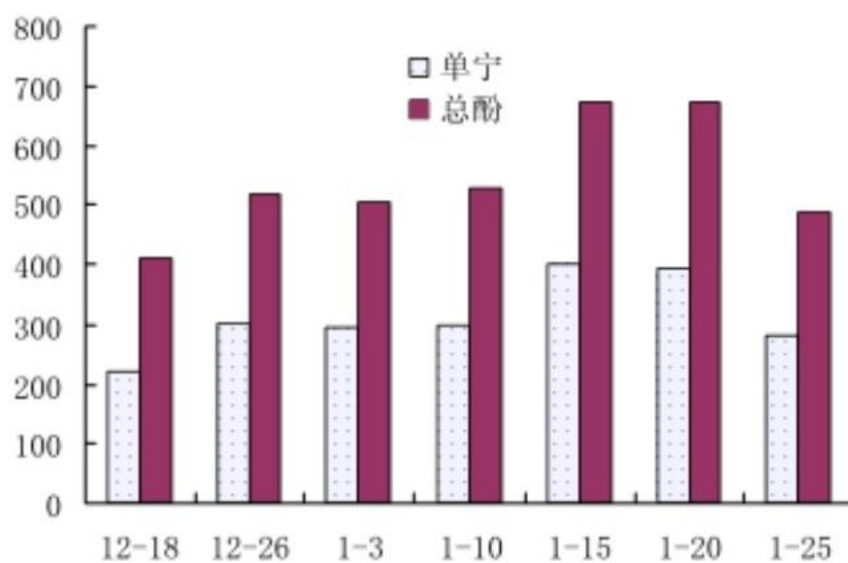


图2-708-09年不同采收期冰葡萄汁单宁、总酚含量的变化(mg/L)

Fig.2-7 The tannin and total phenols contents of grape juice in different vintage, 2008-2009

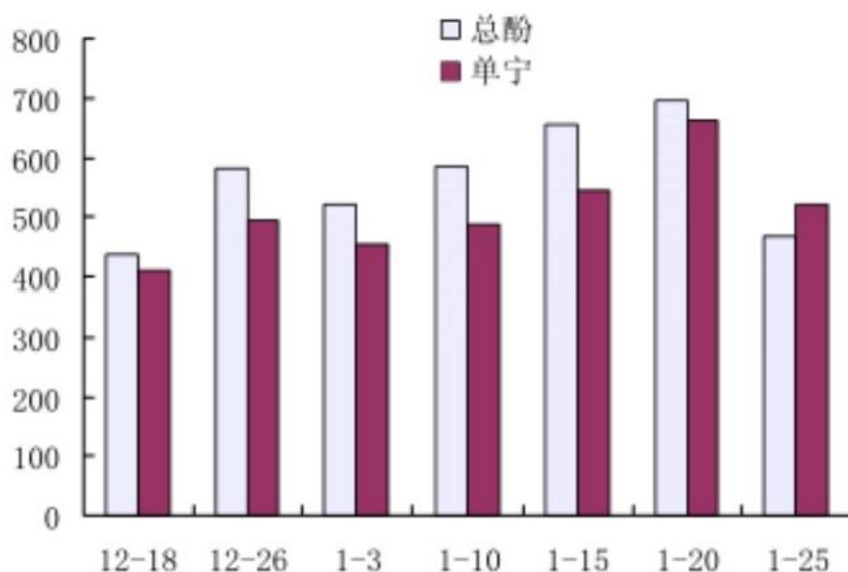


图2-808-09年不同采收期冰酒的单宁、总酚含量变化(mg/L)

Fig.2-8 The tannin and total phenols contents of icewine in different vintage, 2008-2009

不同采收期冰葡萄原料的单宁、总酚的变化趋势基本相同。单宁、总酚能丰富葡萄酒的口感，赋予葡萄酒一定的颜色。从12月18日至1月25日期间，葡萄原料的单宁、总酚含量出现先增加后降低的情况(图2-7)。对应于采收温度发现，采收温度与葡萄原料的单宁、总酚含量均呈极显著负相关( $n=7, r=-0.97^{**}, p<0.01$ )。采收温度越低，冰葡萄压榨汁的单宁、总酚的浓缩程度越高，相应含量就高。

不同冰酒的总酚、单宁含量因原料中含量的不同而异(见图2-8)。1月15日和1月20日酿造的冰酒的单宁、总酚含量较高，使得其颜色偏金黄。其他采收期的冰酒单宁、总酚含量较合适，冰酒颜色呈典型的禾杆黄。

### 2.3.2.4冰酒的感官质量

表2-408-09年不同采收期的冰酒的感官评分

Tab.2-4 The sensory quality of icewine in different vintage

不同采收期	色泽	香气	滋味	典型风格	总分
08-12-18	9	25	34	16	84a
08-12-26	10	27	37	17	91b
09-01-03	10	29	34	19	92b



09-01-10	10	27	35	19	91b
09-01-15	9	28	36	18	91b
09-01-20	9	29	35	17	90b
09-01-25	10	25	35	16	86a

不同采收期原料酿造的冰酒感官差异明显。其中，12月18日和1月25日采收的原料，因采收温度较高，葡萄中冰晶部分开化，使得原料糖度、酸度偏低，风味成分简单，所酿造的冰酒感官质量得分显著低于其余冰酒。1月15日和20日，采收温度偏低，葡萄出汁率低，原料的糖、酸偏高，不能发酵达到理想的酒度，但是其香气浓郁，滋味醇厚、典型性强，可以作为冰酒原酒来勾兑优质冰酒。

### 2.3.2.5采收期的温度

由图2-9可以看出，随着外界气温的降低，冰葡萄汁的糖度逐渐增加。日均气温高于-6℃采摘的冰葡萄，糖度达不到冰酒原料的要求，日均气温低于-18℃采摘的冰葡萄，其冷冻压榨汁的糖度超过50° Brix，不能发酵到理想的酒度11%(v/v)。日均气温在-6℃~ -18℃进行采摘，冰葡萄的糖度为32° Brix~50Brix，符合VQA标准对冰酒原料的要求。

结合表2-5发现，近三年(07年至09年)11月中下旬的平均气温均在-6℃以上(白天气温更高)，高于-6℃采摘的冰葡萄，糖度不能达到冰酒原料的要求，此阶段不能进行冰葡萄采收。从12月上旬开始，旬平均气温降到-6℃以下，此时应该密切关注每天的温度变化，当平均温度在-6℃持续12小时以上时，即可对葡萄进行采收。

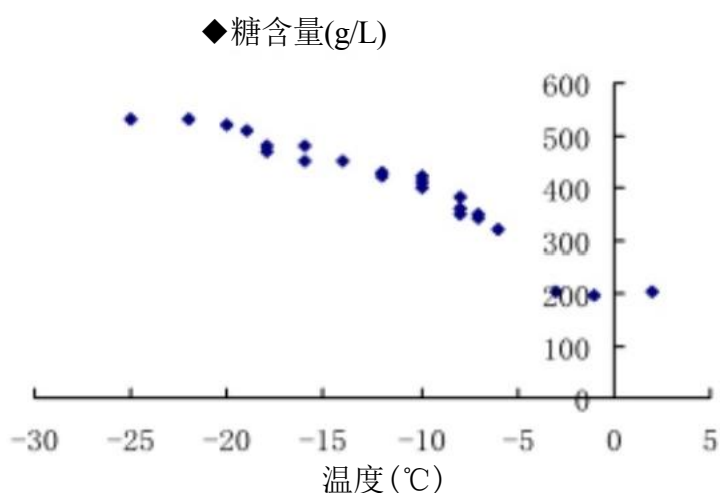


图2-9 冰葡萄汁糖度与日均气温的关系

Fig.2-9 The relationship between sugar contents of grape juice and daily mean temperatures

表2-5 辽宁桓仁07年~09年威代尔葡萄采收季节旬平均气温变化图(°C)

Tab.2-5 The ten days mean temperature in different vintage of Vidal grape  
in Huanren, Liaoning, 2007~2009(°C)

	2007年	2008年	2009年	平均气温
11月中旬	-2.5	-2.4	-6.9	-3.9
11月下旬	-3.2	-2.7	-3.03	-3
12月上旬	-9.6	-7.4	-8.9	-8.6
12月中旬	-10.2	9.8	-14.7	-11.6
12月下旬	-9.8	-14	-15.6	-13.1
翌年1月上旬	-12.8	-14.7	-18.6	-15.4
翌年1月中旬	-17	-14	-14.7	-15.2
翌年1月下旬	-14.7	-12	-13.8	-13.5

## 2.4 本章小结

通过对2009~2010年威代尔葡萄浆果成熟和后熟过程中主要质量指标的跟踪发现：威代尔葡萄在10月23日之前，浆果百粒重达到最大值175g，平均果重达到最大值，浆果在重量上不再增加，达到最佳的产量指标；相对于葡萄体积来说，葡萄浆果的糖含量在10月28日达到最大值170g/L；葡萄浆果的总酸则在11月9日达到稳定值10g/L，与孙万河等四关于威代尔葡萄成熟指标的研究相符。荣志祥[12]等研究表明冰葡萄树埋土前进行带果穗修剪是可行的，不会影响冰葡萄酒原料质量，但没有进一步研究葡萄带果穗修剪的时间和埋土时间的问题。2009年11月9日葡萄浆果的糖酸等物质不再与树体进行交换，此时葡萄可以进行带果穗修剪，将带枝果穗绑缚铁丝上继续冷冻。为了防止冬季低温对葡萄根系的冻害，防止冬春季低温干燥产生的枝蔓抽干现象，冬季较冷地区的葡萄树均要进行埋土防寒。埋土的时间不宜过早或过晚，过早，因地温高会造成芽眼霉烂；过迟，土壤结冻不仅取土困难，而且土块较大起不到应有的防寒效果。就2009年来说，葡萄藤的埋土期以11月9日至11月13日为宜，该阶段日平均气温处在-3°C~0.5°C之间，此时葡萄浆果难与树体之间进行糖、酸等物质交换，可以带枝修剪，虽然日平均气温下降到0°C以下，发生冻结现象，但白天气温回升后土壤仍可解冻，适合葡萄藤埋土。为节约时间，可以边进行葡萄果穗修剪、边进行葡萄藤埋土操作。根据试验研究和07~09年的气候资料，提出冰葡萄的埋土操作应以时间和温度作为指标。11月上旬，可以作为冰葡萄藤埋土的时间标准，0°C~10°C作为冰葡萄藤埋土的温度标准。时间应和温度结合起来，

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/237145031023006110>