

# 新中国果树科学研究70年——葡萄

段长青<sup>1</sup>, 刘崇怀<sup>2</sup>, 刘凤之<sup>3</sup>, 王忠跃<sup>4</sup>, 刘延琳<sup>5</sup>, 徐丽明<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国农业大学, 北京 100193; <sup>2</sup>中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009; <sup>3</sup>中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125100; <sup>4</sup>中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; <sup>5</sup>西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

**摘要:**葡萄(*Vitis* spp.)是起源最古老的植物之一,我国葡萄栽培历史悠久,葡萄酒文化源远流长,尤其是新中国成立70年来,科学研究的进步为我国葡萄产业的发展壮大提供了强有力的科技支撑。笔者综述了新中国成立70年来我国葡萄资源评价利用与育种、葡萄栽培与土肥管理、葡萄病虫害防控、鲜食葡萄贮运保鲜、葡萄酒酿造以及葡萄园机械化管理等方面的科技研发历程与进展,以期对未来葡萄科学研究与生产应用提供指导。

**关键词:**葡萄; 新中国; 70年; 科学研究; 回顾; 展望

中图分类号: S663.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2019)10-1292-10

## Fruit scientific research in New China in the past 70 years: Grape

DUAN Changqing<sup>1</sup>, LIU Chonghuai<sup>2</sup>, LIU Fengzhi<sup>3</sup>, WANG Zhongyue<sup>4</sup>, LIU Yanlin<sup>5</sup>, XU Liming<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>China Agricultural University, Beijing 100193, China; <sup>2</sup>Zhengzhou Fruit Research Institute, CAAS, Zhengzhou 450009, Henan, China; <sup>3</sup>Institute of Pomology of CAAS, Xingcheng 125100, Liaoning, China; <sup>4</sup>Institute of Protection, CAAS, Beijing 100193, China; <sup>5</sup>North-west A & F University, Yangling 712100, Shaanxi, China)

**Abstract:** Grapes (*Vitis* spp.) are one of the oldest cultivated plants. China has an ancient history of viticulture and enology. Since the founding of the People's Republic of China 70 years ago, the grape industry in China has made rapid progress, supported strongly by the achievements in scientific research. This paper reviews the scientific research and development process in various fields of grape industry in the past 70 years, including the grape resource evaluation and utilization, viticulture and vineyard soil fertility, grape pest and disease management, table grape storage and preservation, enology and vineyard mechanization, which could provide practical guidance for future grape scientific research and production applications.

**Key words:** Grape; New China; 70 years; Scientific research; Review; Prospect

## 1 我国葡萄种质资源的评价与育种

### 1.1 资源调查发掘了优异种质

新中国成立后,我国政府高度重视果树事业,从而有力地推动了果树品种资源研究工作的发展。1956年在我国第一个发展科学技术规划中,提出在全国范围内开展果树品种资源调查、收集、整理利用研究<sup>[1]</sup>。全国各省(区)开始收集、保存优良或稀有品种(类型),发掘出了两性花的山葡萄优良品种<sup>[2]</sup>,直到今天,这些品种仍然在葡萄生产和育种中发挥着重要作用。1962年,国务院新的十年规划中,继续把果树资源的调查、收集、整理利用的研究列为全国重点研究课题。调查发现,新疆长期栽培‘无核

白’‘和田红’等50多个品种,山西清徐葡萄古老品种有‘龙眼’和‘黑鸡心’等18个,河北宣化是我国古老的葡萄产区,有‘牛奶’‘老虎眼’等6个品种,宁夏栽培有‘长葡萄’‘圆葡萄’等4个品种。

在野生葡萄种质资源调查基础上,发掘新的有应用价值的优良变异类型。如长白系列<sup>[3]</sup>、通化系列、左山系列<sup>[4]</sup>以及雌能花牡山、两性花双庆和双优等<sup>[5-7]</sup>,并在生产中推广利用,也为以后的杂交育种工作奠定了基础<sup>[8]</sup>。广西山区毛葡萄分布广,先后筛选出多株雌能花和两性花毛葡萄优良单株<sup>[9]</sup>;刺葡萄果粒大,可用于鲜食和酿酒,长江流域以及华南各省均有栽培,先后发现了两性花‘塘尾刺葡萄’<sup>[10]</sup>、庭院内栽培100余年的‘雪峰刺葡萄’、以及生产价值

收稿日期:2019-09-21 接受日期:2019-10-05

作者简介:段长青,男,教授,主要从事酿酒葡萄风味代谢与调控研究。Tel: 010-62737136, E-mail: duanchq@vip.sina.com

较高的‘紫秋刺葡萄’<sup>[11]</sup>。

通过查阅植物标本和文献以及实地调查,对我国野生葡萄的分布状况和保护空缺区域进行了分析<sup>[12]</sup>。结果表明,毛葡萄、葛藟葡萄、山葡萄和蓊蓊分布广泛;有24个野生葡萄种、变种或亚种分布较广;28个野生葡萄种或变种分布狭窄需要加强保护。江西、湖南和浙江3省野生葡萄资源最为丰富,并呈现出以此为中心向四周辐射的特点;浙江等多数省份存在不同程度的野生葡萄保护空缺。

## 1.2 国外引种丰富了品种资源

1949年以后,共从国外引种葡萄160多批次,累计引进品种2100余份。其中,1951—1966年,我国从东欧各国和前苏联引种约33批次,品种1200份;1968—1978年,引种地区逐渐由前苏联转向东欧、西欧、日本和美国。先后引种34批次,品种160份;1979—2000年,我国葡萄引种指导思想趋于成熟,注重良种引进,先后引种约100多批次,品种约800份。鲜食品种主要引自日本和美国,酿酒葡萄主要引自法国和意大利;2000年以来,已引进300多个葡萄品种品系,引种的区域主要是美国、日本和欧洲,引进品种以鲜食品种为主,兼顾了酿酒葡萄的优良品种品系。

## 1.3 葡萄种质资源圃建设

1978年召开的全国科学技术规划会议所制定的“1979—1985年全国科学技术发展规划纲要(草案)”中强调了资源的研究,把选育优良品种,加强品种资源收集、鉴定、保存和利用的研究作为农业科学中的重点研究项目<sup>[13]</sup>。1980年以后,农业部对规划中的15个国家果树种质资源圃采用中央与地方联合投资的办法,加强了资金与物资的投资。1987年农业部制定了“关于国家果树种质资源圃建设管理意见”,正式宣布15个国家果树种质资源圃的名称,并颁发了业务印章。1989年6月,“国家果树种质郑州葡萄圃”和“国家果树种质太谷葡萄圃”通过了农业部科技司组织的专家验收。中国农业科学院特产研究所也于1998年开始建设国家山葡萄圃。截止目前,葡萄圃共保存各类葡萄种质资源3000多份。

## 1.4 种质资源鉴定评价与研究

北京农业大学等单位于1963年制定了“葡萄品种观察记载项目、标准和方法(草案)”,对当时的葡萄品种研究起到了重要的指导意义。1987年,郑州

果树所制定了“葡萄种质资源描述符”。随后又制定了《农作物种质资源鉴定技术规程 葡萄》(NY/T1322—2007)、《优异葡萄种质资源评价鉴定技术规程》(NY/T2023—2011)、《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 葡萄》(NY/T2563—2014)、《植物种质资源描述符》(NY/T2932—2016)、《葡萄品种鉴定 SSR分子标记法》(报批稿)等农业行业标准。出版了《葡萄种质资源描述规范和数据标准》。在葡萄品种研究基础上,先后出版了《葡萄品种》《葡萄品种及其研究》《中国植物志(葡萄科)》《葡萄学》《中国葡萄志》《中国葡萄品种》等书籍。

## 1.5 酿酒葡萄品种选育

我国从20世纪50年代开始有目的地进行葡萄育种,根据统计的40余个酿酒葡萄品种,培育时间可划分为6个主要时期,虽然其中有9个品种培育时间不详,但也可大致看出我国在酿酒葡萄育种方向上发生了一定变化<sup>[14]</sup>。1950—1959年,育种目标以培育抗逆性强的酿酒葡萄品种为主,将欧亚种与我国野生山葡萄、蓊蓊葡萄选作亲本进行杂交育种,培育出了‘北醇’等品种;1960—1969年,早熟优质品种是育种的主要目标,培育出了‘着色香’和‘烟73’;1970—1979年,酿酒葡萄育种以利用我国选育出的优质野生山葡萄资源为主,培育出了抗寒抗病的‘双红’等系列品种<sup>[15]</sup>;1980—1989年,酿酒葡萄多以多亲本杂交,选育出了‘媚丽’等品种<sup>[16]</sup>;1990—1999年,酿酒葡萄选育仍以抗病抗寒为主,选育出‘北冰红’等系列品种<sup>[17]</sup>;2000年以后,葡萄育种目标变得多样化,除以我国优质野生葡萄资源、山葡萄、毛葡萄、刺葡萄等作为亲本进行育种外,也在利用优质酿酒品种间杂交选育综合品质性状更优的新品种<sup>[18-19]</sup>。我国葡萄育成品种的亲本材料主要包括国外引进品种、我国自主选育品种、我国野生葡萄资源和我国古老的栽培品种。

## 1.6 鲜食葡萄品种选育

20世纪50年代开始,多个科研院所开始鲜食葡萄育种,主要培育早熟、无核、大粒、玫瑰香型品种。中国农业科学院果树研究所从‘玫瑰香’自然实生苗中筛选出‘早甜玫瑰香’;山东省平度洪山园艺场杂交培育出了‘泽香’‘泽玉’;中国农科院郑州果树所先后育成了早熟品种‘郑州早玉’‘郑州早红’‘夏至红’‘郑艳无核’等品种(系),中国科学院植物研究所培育了‘京早晶’等无核品种和‘京秀’等系列早熟

品种;辽宁省盐碱地利用研究所培育出了‘着色香’等;山东酿酒葡萄研究所培育出了‘山东早红’等早熟品种;山西农业科学院果树研究培育了‘瑰宝’‘翠宝’‘早黑宝’等品种;西北农林科技大学先后培育了‘早玫瑰’‘秦秀’等品种;北京市农业科学院林业果树研究所培育了‘爱神玫瑰’‘瑞都科美’等品种<sup>[20]</sup>;大连市农业科学研究所育成了‘凤凰51号’‘巨玫瑰’等品种;河北省农业科学院昌黎果树研究所培育了‘春光’‘月光无核’等品种;上海市农科院园艺研究所培育出‘申秀’‘申爱’等品种;辽宁农科院园艺研究所培育了‘醉金香’等品种;新疆葡萄瓜果开发研究中心培育了‘新郁’‘火州紫玉’等品种;沈阳农业大学培育了‘沈农金皇后’‘沈香无核’等品种;广西农科院葡萄与葡萄酒研究所培育了‘桂葡5号’等品种<sup>[21]</sup>;浙江省农业科学院培育了‘玉手指’‘天工墨玉’等品种;西安葡萄研究所培育了‘户太8号’等品种。

我国的葡萄育种者经过长期不懈的努力,在鲜食葡萄新品种的培育上取得了卓越成绩,在我国葡萄产业发展中起到了推动作用。有的新品种在生产中推广应用,有的作为育种材料用于新品种的培育。与此同时,我们也可以看到,很多表现优良的葡萄品种虽经过了严格的鉴定、审定程序,达到了推广的条件,却得不到充分的推广利用,被从国外引进的新品种所取代,渐渐沦为地方品种甚至被淘汰。造成这种问题的关键在于我国培育品种的综合性状还难以与国外优秀的葡萄品种相媲美。因此培育拥有我国自主知识产权的葡萄品种还有很长的路要走。同时,加大对我国自主选育品种的保护意识,加强对自主选育品种的宣传力度,也是目前我们需要做的工作<sup>[22]</sup>。

### 1.7 砧木葡萄品种的选育

我国葡萄砧木育种工作起步较晚。1984年,上海市农业科学园艺研究所选育出葡萄砧木品种‘华佳8号’,中国农业科学院郑州果树研究所从20世纪90年代开始葡萄砧木育种工作,培养出具有抗葡萄根瘤蚜、根结线虫、耐盐碱等多抗葡萄砧木品种‘抗砧3号’‘抗砧5号’等,并在全国推广应用。西北农林科技大学培育了‘凌砧1号’等。

## 2 葡萄栽培与土肥管理

新中国成立70年来,我国葡萄栽培与土肥管理

科研工作目标经历了以实现早果、早丰和高产到追求优质、绿色、高效和调控鲜果成熟期等的转变,在建园栽培模式、整形修剪技术、肥水管理技术、花果管理技术和设施栽培技术等方面开展了系统栽培生理与关键技术研究,取得重要进展和一批先进实用技术成果,有力地支撑了我国葡萄产业的高质量发展。

### 2.1 建园栽培模式研发

建园栽培模式与葡萄产区的生态、气候条件密切相关,必须因地制宜。经过70a(年)来葡萄生产和科研的发展,建园栽培模式获得长足进步,尤其是国家葡萄产业技术体系启动以来,研发出适合我国葡萄南方产区的起垄限根避雨栽培和北方产区的宽行深沟栽培建园模式。

### 2.2 整形与修剪技术

20世纪50年代,葡萄生产以单篱架和双篱架树形为主;改革开放以来,研究规范了小棚架和网式水平棚架树形;进入21世纪,特别是国家葡萄产业技术体系启动以来,针对葡萄机械化生产要求,创新性研发并推广了光能利用率高、光合作用佳、新梢生长均衡、果实品质优、管理省工、便于机械化和标准化生产的高光效省力化树形和叶幕形及其配套简化修剪技术。研究推广了下架越冬防寒区采用倾斜主杆水平龙干(又称厂形)配合水平叶幕、篱架叶幕或V形叶幕的栽培方式;非下架越冬防寒区采用直立主杆干水平龙干(又称倒L形,T形或一字形)配合水平、篱架叶幕或V形叶幕的栽培方式。研究提出定梢后及时绑蔓新梢,使枝梢在架面分布均匀,便于通风透光良好的新梢省力管理技术;对于坐果率低的品种,采取两次成梢技术;对于坐果率高的品种,采取一次成梢技术,以及副梢模式化修剪技术。

### 2.3 肥水管理技术

70年来,广大葡萄科技工作者开展了许多研究,使葡萄园土壤和施肥管理应用基础研究与技术都取得重要进展,葡萄园施肥由经验施肥转变到科学施肥。随着对葡萄营养与施肥研究的深入,葡萄施肥已进入根据葡萄对矿质元素的需求、土壤肥力状况、肥料利用率、植株营养和土壤营养诊断结果,科学合理确定施肥期、肥料种类和施肥量,葡萄水肥一体化技术广泛受到重视并应用。近年来,随着有机和绿色食品生产的发展,控制使用化学肥料、实现化肥减施增效,研制应用生物有机肥和果园绿肥。



随着葡萄矿质元素需求规律研究的深入,发现氮、磷、钾、钙、镁的需求比例为1:0.23~0.43:1.0~1.6:1.0~1.4:0.2~0.26。葡萄同步全营养配方肥研发工作获得重要进展。研究明确了葡萄水分的需求规律并提出了葡萄适宜的灌溉时期和灌溉量。葡萄的适宜灌水量应在一次灌水中使葡萄根系集中分布范围内的土壤湿度达到最有利于生长发育的程度,灌水过多或过频不仅会浪费水资源,降低肥料利用率,而且影响地温回升,初步提出葡萄不同物候期灌溉指标。

#### 2.4 花果管理技术

基于葡萄果实品质形成机制和关键技术研究的成果,我国葡萄的花果管理技术发生了重大变革,花果管理越来越精细,标准化程度越来越高,研究提出不同栽培区的花果管理关键技术。研究提出干旱半干旱地区,种子发育期前后为适宜的套袋时期,适当晚套,利于减轻果实大小粒和日烧,利于钙元素吸收;湿润地区,为减轻病害,套袋时间需适当提前。并明确了红色纸袋具有促进果粒增大的作用,蓝紫色纸袋具有促进钙吸收、果实成熟的作用,绿色和黑色纸袋具有推迟果实成熟和提高果面光洁度的效果。研究明确了赤霉素(GA<sub>3</sub>)、氯吡脲(CPPU)等对拉长葡萄穗轴、诱导无核、提高坐果和促进果实膨大的效果及安全使用技术,提出不同产区 and 不同品种植物生长调节剂安全使用技术。

#### 2.5 设施栽培技术

我国设施葡萄生产始于20世纪50年代初期,90年代后随着人民生活水平的提高与市场的需求,葡萄设施栽培已成为葡萄栽培主要形式,栽培类型涉及促早栽培、延迟栽培和避雨栽培等多种形式。研究建立了葡萄设施栽培设施的建造规范,明确了设施促早栽培适宜品种与砧穗组合的评价体系与标准,不同树形和叶幕形的光能利用特性,休眠机制、需冷量和需热量适宜估算模型,果实品质发育规律,花芽分化规律和叶片衰老机制等基本原理;研究形成了设施环境调控技术,品种与砧木选择技术,V形叶幕或水平叶幕等高光效省力简化修剪技术,按需施肥和灌溉的肥水高效利用技术,以及花穗整形、合理负载、生长调节剂科学使用和叶面肥喷施等关键技术,集成建立了设施葡萄优质高效生产技术体系,形成农业行业标准《设施葡萄栽培技术规程》。

#### 2.6 南方葡萄栽培关键技术研究

我国自古就有葡萄“南不过长江”的共识,上世

纪80年代初,南方各地开始大面积引种葡萄,长三角地区‘巨峰’葡萄引种成功,极大地促进了南方葡萄产业的发展,南方15个省区葡萄栽培面积现已达26.67余万hm<sup>2</sup>,颠覆了葡萄种植南不过长江的传统观念。主要科技进步体现在下列方面:

2.6.1 ‘巨峰’葡萄的引种及丰产栽培技术 经过10余年的研究,解决了‘巨峰’落花落果和产量不稳定的问题,形成了密植、行间深沟排水或行内高垄降低水位等控制和稳定树势的栽培技术。

2.6.2 避雨栽培与园内深沟排水技术 南方葡萄种植区均多雨和高地下水位,露地栽培导致葡萄病虫害为害严重,产品品质差。上海农学院于1985年开展了毛竹片叶幕简易避雨棚栽培试验成果,至今仍在南方地区大面积应用。随后系统研究了避雨下叶幕内的微气候特征,建立了“先促成后避雨”“三膜覆盖促成”及“小拱棚连栋促成避雨”等栽培模式,使欧亚种葡萄也“越过”长江在多雨南方“落户”。这些技术,近年来也在成熟期降水较多的北方传统产区开始应用推广。

2.6.3 根域限制栽培技术 针对南方地下水位高、土壤黏重的缺陷,开发出根域限制栽培技术,颠覆了“根深叶茂”的传统理论,解决了根域形式、根域容积和肥水供给的阈值参数及根域累积的盐类等有害物质洗脱等难题,建立了葡萄数量化、精确可控栽培技术。

2.6.4 一年两熟产期调控技术 创新了葡萄一年两熟多种模式,破眠技术解决了我国亚热带地区葡萄冬芽休眠低温积累不足难题,建立了生长期的“两代不同堂”和“两代同堂”的一年二熟栽培技术模式,实现了葡萄鲜果的产期高效调控。这项研究成果的推广,改变了亚热带地区没有葡萄大面积栽培的历史,形成了我国葡萄产业新格局。

### 3 病虫害防控

我国葡萄产业的真正形成起步于近代、成型于新中国成立后,壮大于改革开放的潮流中。期间病虫害问题一直是制约我国葡萄产业发展的关键因子。

#### 3.1 葡萄病虫害种类的变化

我国大部分葡萄产区都处在东亚季风区,夏季炎热多雨,病虫害较多,危害严重。自20世纪50年代开始至今,逐步发现危害我国葡萄的病害已知的

有40多种,其中危害严重或局部地区较严重的有10种左右,例如葡萄白腐病、炭疽病、黑痘病、霜霉病<sup>[23]</sup>、白粉病、溃疡病<sup>[24]</sup>、灰霉病等。虫害有130多种,分布普遍、危害较重的有7~8种,主要有葡萄根瘤蚜、葡萄小叶蝉、葡萄透翅蛾<sup>[25]</sup>、金龟子、葡萄虎天牛、葡萄十星叶甲、斑衣蜡蝉、葡萄星毛虫等。但在不同的发展时期,主要病虫害种类明显不同。

21世纪后,随着病害诊断技术的发展,鉴定出了大量新的病虫害种类,尤其是针对近年来葡萄主产区发生的不明原因的葡萄枝干溃疡、烂果及大量落粒现象,明确了主要是由6种葡萄座腔菌科真菌引起,包括 *Botryosphaeria dothidea*、*Lasiodiplodia theobromae*、*Neofusicoccum parvum*、*Diplodia seriata*、*Lasiodiplodia pseudotheobromae* 和 *Neofusicoccum mangiferae*,其中前两种为主要种群,种的分布与地理气候区密切相关,被命名为葡萄溃疡病,终止了国内学术界对上述现象是生理问题还是侵染性病害所致的多年争论<sup>[26]</sup>;酸腐病从不知名的病害成为重要病害;鉴定出多种病毒病种类;另外,随着栽培模式变化、栽培区域的扩大,一些次要病害上升为主要病害,例如灰霉病和白粉病为害加重,葡萄果实成熟期由白腐病、炭疽病、曲霉等危害造成的果实腐烂严重;虫害方面,2010年发现在云南等地黑腿厚缘叶甲危害葡萄、2011和2015年分别首次发现了钻蛀性害虫——洁长棒长蠹和多毛小长蠹;一些区域性害虫,比如白星花金龟、钻蛀害虫、介壳虫类等发生范围扩大,危害加重。

### 3.2 葡萄病虫害防控技术的发展

70 a以来,随着科技进步、社会发展、葡萄产业壮大,葡萄病虫害的防控策略、防控技术等也随之发展、变化,形成了四个明显的发展阶段。

3.2.1 以农业防治和物理防治为主的病虫害防治阶段 从新中国成立初期到二十世纪70年代,由于农药工业和农业生产方式的落后,病虫害的防治以农业防治为主,辅助物理防治、矿物农药防治措施,进行葡萄病虫害的防控。通过小规模种植(避免形成大面积脆弱生态体系)、清园措施、人工摘除病叶病果、人工捉虫驱虫、使用石灰和石硫合剂等进行葡萄病虫害防治,是这一时期最主要和常见的防控技术。

3.2.2 以使用农药为主的病虫害防治阶段 上世纪七八十年代,农药工业得到长足发展,国外新型农药也进入中国市场,农药的高效得到充分体现,甚至出

现了“农药万能”的假象。虽然我国植保方针“预防为主 综合防治”在70年代初期就已经提出,农药使用的高效、快速、简单的魅力没有办法阻挡;以农药为主防治病虫害的时期,延续了十几年的时间。这一时期的另一个特点,是生产上放松和忽视了其他防治措施的作用,使用化学农药防治成为葡萄病虫害的主要防治手段。

3.2.3 针对单一对象的综合防控技术阶段 20世纪90年代,使用农药的副作用,在世界发达国家开始显现,也引起科技界的重视。我国植保领域的科学家开始研发各种病虫害的综合防治措施,并把世界上的成熟技术吸收利用,形成重要病虫害的综合防治措施。这个时期葡萄病虫害基础生物学的研究、发生规律的调查、发生时期的预测预报技术、发生危害程度的预警技术、经济阈值和防治适期的研究、生物防治技术、有效(或高效)农药的筛选等科研成果显著,基于这些研究成果的综合防治技术,得到长足发展。

3.2.4 以葡萄园生态体系为对象的葡萄病虫害综合防控阶段 葡萄重要病虫害的单一病害、单一虫害的综合防治技术,在田间得到落实和执行时遇到难题和障碍,从而使依靠化学药剂为主的防治技术逐渐向综合防控技术体系转变,从单一病虫害的综合防控向葡萄园生态系统病虫害综合防控技术体系转变。尤其是2001年,中国农业科学院植物保护研究所提出了葡萄病虫害规范化防控的概念,使葡萄病虫害的防治更加科学和系统。葡萄病虫害规范化防控是“预防为主,综合防治”在葡萄病虫害防治上的具体体现,是一个连续、规范并且根据气象条件调整的综合防治病虫害的过程<sup>[27]</sup>。国家葡萄产业技术体系病虫害防控研究室联合26个综合试验站通力合作,梳理、优化、集成了45套不同生态区、不同栽培模式、不同品种的葡萄病虫害规范化防控技术,基本形成了我国葡萄病虫害规范化防控技术体系。

3.2.5 基于绿色防控技术的葡萄园病虫害综合防控体系研发阶段 由于农药使用不够科学,带来生产成本增加、病虫害抗药性产生频率加快、农药残留风险增加、作物药害和环境污染风险加大等问题,制约了葡萄产业的健康发展。为推进农业发展方式转变,开展葡萄病虫害的绿色防控技术研究和应用成为产业的重要技术需求。以物理防治、生物防治、农业防治、生态调控、农药的科学使用等为主的绿色防



控技术研究,在近十年来进展迅速,形成了如下成熟成果:(1)生物防治技术。如假单胞杆菌类的生物农药、蛋白寡糖生物制剂、苦参碱等植物源农药、武夷菌素等微生物源农药、白星花金龟和黑腹果蝇的诱杀技术、花翅小卷蛾和斜纹夜蛾的性诱剂及种群干扰技术、白僵菌和植绥螨防治蓟马技术、胡峰诱杀技术;(2)物理防治技术。如温浴消毒技术、黄板和兰板诱杀技术(蓟马、叶蝉、盲蝽、果蝇等)、红色诱集技术(白星花金龟)、灯光诱杀技术(绿盲蝽、棉铃虫等);(3)生态调控技术。如复合种植技术、覆草栽培、局部土壤改良等;(4)农药精准和高效利用技术。如复合增效技术(保倍福美双等)、雾滴检测技术(雾滴检测卡)、喷雾器喷雾质量改良技术、抗药性检测及农药种类精准选择技术等。这些创新的绿色防控研究成果,融入规范化综合防控技术体系,是目前葡萄病虫害综合防控的鲜明特点。

## 4 葡萄酒酿造

我国葡萄酿造历史悠久,新中国成立七十年来,中国葡萄酒产品类型经历了从勾兑到半汁再到与国际接轨的真正意义上的全汁葡萄酒,从甜型到干型、从干白到干红、再到起泡酒、冰酒、迟采甜酒,从混合型酒到单品种酒,年份葡萄酒、新鲜葡萄酒、酒庄酒等产品的出现,产品从低档到走出国门被世界认可,从只讲葡萄酒工艺等人为因素到重视品种、产区等自然因素,最终走上了快速发展的轨道,葡萄种植面积、葡萄酒产量、葡萄酒消费量均有显著提高,在我国现代葡萄酒产业和技术进步的过程中,科学技术的不断进步,发挥了关键的支撑作用。

### 4.1 中国葡萄酒技术的起步阶段

上世纪六七十年代,原轻工业部组织领导全国葡萄酒研究部门及企业进行多项科学研究工作,取得丰硕的成果。主要开展的研究项目有:干白葡萄酒新工艺的研究,红葡萄酒工艺的研究,葡萄酒稳定性的研究,葡萄酒人工老熟研究,优质白兰地与威士忌的研究。这些成果直接促使我国第一个葡萄酒标准,即 QB921—1984《葡萄酒及其试验方法》的制定。该标准的实施,在控制和提高产品质量方面起到了很大作用。1987年,由中国长城葡萄酒有限公司主持的轻工业部重点科研项目“干白葡萄酒新工艺的研究”,荣获1987年国家科技进步二等奖。该项目从原料到设备进行了深入研究,提出了“适用酿

制干白葡萄酒优良品种选育、果汁分离方法、果汁澄清的研究”等16项专题技术报告<sup>[28]</sup>。

### 4.2 中国葡萄酒技术快速发展阶段

由于QB921—1984标准要求低,标准的约束力差,给一些唯利是图的经营者以可乘之机。1994年,在原轻工业部QB921—1984标准的基础上又同时颁布了3个葡萄酒产品标准,即国家标准《葡萄酒》(GB/T15037—1994)、行业标准《半汁葡萄酒》(QB/T1980—1994),和标准《山葡萄酒》(QB/T1982—1994),同时废除了标准《葡萄酒及其试验方法》(QB921—1984)。随后的十年间,我国葡萄酒酿造技术飞速发展。2001年,王朝公司的《王朝高档干红葡萄酒酿造技术与原料设备保障体系的研制与开发》项目荣获国家科技进步二等奖,该项目主要通过酿酒葡萄品种的筛选、相应栽培技术配套、原酒酿造、陈酿木桶的选型、陈酿工艺的研究、酿造设备的配套创新等方面的系统结合,完成了高档干红葡萄酒的研制和生产。2005年,“长城庄园模式的创建及庄园葡萄酒关键技术的研究与应用”科研课题获得国家科技进步二等奖,该课题探索研究出了高档葡萄酒科学完整的工艺技术路线,研制开发出了长城庄园系列高档葡萄酒,在国内掀起了“庄园葡萄酒”运动,多项技术填补了国内空白,开创了高知识产权的“长城庄园”品牌,奠定了中国酒庄模式的理论基础和体系<sup>[29-30]</sup>。

2004年7月1日,半汁葡萄酒停止生产和销售。国家有关部门加强了相关标准和规章的修订与制定,到2006年颁布了标准《葡萄酒》(GB15037—2006),该标准是目前中国关于葡萄酒质量的最高标准(2017年标准更改为GB/T15037—2006),同时颁布了《葡萄酒、果酒通用试验方法》(GB/T15038—2006)标准。新标准的贯彻实施,规范了我国葡萄酒行业的生产和经营,并引领我国葡萄酒行业向正确的方向发展。

创立基于我国原料特性的葡萄酒酿造工艺体系。与世界其他产区比较,我国酿酒葡萄成熟时组分平衡性存在缺陷,单一酿造工艺无法满足我国葡萄酒酿造的实际需求。据此,我国科技工作者,围绕优质葡萄酒酿造、葡萄酒安全控制和质量可追溯技术等关键问题,进行了持续深入的研究,并取得了丰富的成果。(1)构建了以原料成熟度为基础、浸渍技术为核心、产品定位为目标各类葡萄酒发酵复合

工艺体系;(2)揭示了我国葡萄酒成熟过程中多种物质转化的实质是多酚和芳香物质的非酶氧化还原反应,建立了以“氧化还原控制”为核心的陈酿工艺体系<sup>[31-33]</sup>。(3)针对我国本土葡萄酒微生物产品缺乏的产业状况,于2004年首先开启了中国葡萄酒本土微生物风土研究,研发的本土葡萄酒酵母已进行产业化推广<sup>[34]</sup>。(4)系统研究了原料农残种类和含量对葡萄酒酿造的影响,发现了葡萄酒酿造过程中氨基甲酸乙酯、生物胺、甲醇等的生成和转化规律,构建了对上述物质的安全控制技术体系,保障了葡萄酒的安全,为我国葡萄酒质量安全技术标准体系的建设提供了技术依据<sup>[35]</sup>。(5)构建我国葡萄酒安全控制技术体系和葡萄酒地理标志及其保护体系。研究确定了我国主要葡萄酒产区以香气和酚类物质为主的关键风味成分,建立了我国地理标志葡萄酒的风味指纹图谱<sup>[36]</sup>,提出并构建了以产地、品种、原料质量、酿造工艺等为核心的中国葡萄酒地理标志及其保护体系。该成果被国家质检总局采纳,并扩展应用于其他地理标志产品保护领域。经过70a的发展,中国葡萄酒产业已形成了从土地到餐桌的完整的产业链条,相关技术成果“中国葡萄酒产业链关键技术创新与应用”荣获2016年度国家科学技术进步二等奖。

## 5 鲜食葡萄贮运保鲜

基于葡萄生产季节性、地域性强/消费市场分布广阔的显著特点,我国鲜食葡萄贮藏保鲜技术开发和应用一直伴随着鲜食葡萄的生产和销售过程,纵观整个产业发展进程,基本上可分为5个阶段。

### 5.1 传统技术为主的贮运保鲜

我国鲜食葡萄贮藏历史悠久,早在南北朝时期,贾思勰所著《齐民要术》一书中就有葡萄贮藏记载,其中介绍了葡萄贮藏要求的成熟度以及适宜的贮藏温度和湿度等。虽然在以后发展阶段中,葡萄贮藏技术有所改进提高,但均未脱离传统技术方法,这一阶段一直持续到了上世纪70年代末期。该阶段主要利用了土窖结构和自然冷源等来调控温湿度,具体技术形式为挂藏、筐藏,缸藏、窖洞贮藏、沙藏和沟藏等。因而,贮藏规模小且贮后品质较差,具有鲜明的自然经济特点。

### 5.2 化学技术——熏硫法的研发应用

我国真正规模化的鲜食葡萄贮藏业始于上世纪80年代初期熏硫法的研发使用。其方法主要是采

用窖内挂藏或设架摊放,自然通风调温,地面洒水调节湿度,并结合硫磺多次熏蒸来实现抑菌。由于贮藏设施得到改进,增加了窖内空气流通,控制了窖内温度和湿度,且配合了熏硫法,有效抑制了葡萄果实腐烂变质,显著提高了产品质量。该技术应用实现了产业化规模性贮藏,但只能在以‘龙眼’葡萄品种为主的贮藏上应用,贮藏品种单一。

### 5.3 机械微型节能冷库兴建与保鲜材料开发应用

上世纪80年代末,开始以村镇集体形式在贮藏设施方面修建了一些中大型冷库并用于鲜食葡萄贮藏保鲜,随后到上世纪90年代中期,适合我国农村联产承包责任制的家庭微型节能冷库在葡萄产区得到推广应用,这是鲜食葡萄贮藏保鲜产业上的一场重要变革。科研单位为此配套研发出了微型节能冷库+气调保鲜膜+保鲜剂的新模式,使得‘巨峰’葡萄贮藏保鲜时间显著延长和贮藏量大大提高。目前,约占全国总贮藏量的65%,在鲜食葡萄贮运保鲜方面正发挥着重要作用。

### 5.4 微、中、大型冷藏设施同步发展与冷链物流融合使用

到本世纪初,随着我国国民经济和葡萄产业的大发展,贮运保鲜技术快速提升,出现了微、中、大型冷藏设施同步发展的新局面,并开始兴起冷藏集装箱运输和冷链流通。在此发展阶段中,国家葡萄产业技术体系提供了:品种耐贮运特性研究及耐贮运品种筛选;品质稳定性保持影响因子及预警技术研究;与贮运保鲜期长短确定和确保;冷链物流智能化精准控制关键技术研发与冷链物流装备优化应用;微环境可控保鲜包装研发;在鲜食葡萄物流保鲜中的应用和气固双效保鲜处理装置研制及应用等技术领域的支撑。从而可使10多个品种的鲜食葡萄实现长期贮藏及国内外流通。

与此同时,亚常温-冷凉-快速预冷-冷藏体系正在得到研发建立,亚常温库、冷凉包装车间、预冷库和冷藏库正在被不断优化建设;第三方冷藏运输方式正在发展壮大,使冷藏运输更加便利,温度控制更加精准;微环境可控包装容器与减震缓冲填充材料正在得到组合应用,正为电商物流销售提供冷链物流解决方案。

## 6 机械化管理

新中国的农业机械化事业从兴办国营机械化农

场和拖拉机站开始,不断探索,不断发展,走出了一条具有中国特色的农业机械化道路。主要粮食作物耕种收综合机械化率均超过80%,农业机械化正向经济作物、果园、蔬菜、中药材等领域拓展。葡萄是我国主要水果之一,各省市均有种植,是劳动密集型产业,其生产过程作业多为人工作业,需投入大量的人工,且劳动强度极大,其作业机械起步晚,近年来葡萄生产作业机械发展迅速,主要体现在如下生产环节。

### 6.1 北方露地葡萄埋土和清土机械化技术

研究北方葡萄冬季埋土机械化作业,明确了沙性土壤区域,多采用双铲式、旋抛刀式埋土机;粘性土壤区域,多采用多旋刀式埋土机;为了春季快速清土,对于新疆、辽宁等地冬季试用“覆盖物”(防寒布、工业棉、塑料、草垫等)埋土的方式,石河子大学设计了覆膜埋藤机<sup>[37-39]</sup>。

基于北方葡萄冬季埋土后,春季需要清土上架,我国相关领域专家与学者对葡萄藤清土机进行了研究并取得了相应的一些研究成果,研发了刮板式清土机、旋转搅龙式清土机、叶轮旋转式清土机、刮板式清土机、摆动刷子式清土机以及刮板刷子清土一体机<sup>[40-42]</sup>。

### 6.2 葡萄喷药机械化技术

葡萄生产中病虫害害压力大,尤其是在雨后极易发生,若不及时防治,传染快,危害性极大,极易造成减产或绝产。因此,葡萄喷药机研发对于快速高效防控作用明显。研发的牵引式风送喷药机、环抱式喷药机、自走式风送喷药机、悬挂式风送喷药机、小型电动喷药机或乘坐式弥雾机、自走式弥雾机或推车式机动喷药机、对靶变量喷药机、远程遥控式喷药机器人、林果喷药机械,基本实现了机械化<sup>[43]</sup>。

### 6.3 割草机械化技术

葡萄行间的杂草或生草,有利于改善葡萄园的小气候,但需要不定期的进行割除。悬挂式除草机、手扶式除草机、遥控割草机、自动避障除草机<sup>[44]</sup>的研发应用使生产效率显著提升。

### 6.4 夏季叶幕修剪机械化技术

针对葡萄篱架叶幕栽培模式,设计研发的自动避让葡萄藤支架立柱的动刀和定刀切割的龙门式单行及多行葡萄剪枝机,通过机体连接架总成固定在拖拉机前端,动力输出轴为液压工作站提供动力;根据葡萄架的高度和宽度通过液压缸调整左修剪、右

修剪和上修建机构的位置;通过液压马达驱动3个修剪机构上的修剪刀高速旋转,完成对葡萄篱架两侧及顶上的枝叶修剪<sup>[45-46]</sup>。

### 6.5 有机肥开沟深施机械化技术

葡萄秋季或春季的有机肥深施,有利于提升果实品质。科技工作者设计了果园有机肥开沟施肥覆土机,特别是有机肥旋切变深施肥机和有机肥开沟深施一体机,采用离散元仿真软件EDEM对有机肥进行了标定,单边开沟作业,可以调整施肥位置与葡萄植株之间的距离;采用双侧开沟盘开深沟,采用螺旋搅龙式排肥机构进行排肥<sup>[47-49]</sup>。

### 6.6 残枝粉碎机机械化技术

研发生产的修剪粉碎一体机,自带动力,带有2把气动剪刀,可以在田地中,边修剪,边粉碎。也有单独的粉碎装置,有柴油机或手扶拖拉机驱动;新研制的残枝粉碎还田机,直接将修剪的残枝,就地粉碎还田,减少人工拉扯残枝的工序,枝条直接还田,可以疏松土壤<sup>[50]</sup>。

我国葡萄机械化的发展,刚刚开始起步,但要求葡萄种植趋于标准化和规范化。且随着相关学科和技术的发展,尤其是自动化技术、传感器技术、自主导航技术的快速发展,葡萄生产机械将朝着机械化、精细化、自动化的方向发展,如精准喷药技术、精准施肥技术和精准管理技术。

### 参考文献 References:

- [1] 贺普超. 葡萄学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.  
HE Puchao. Grape[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2001.
- [2] 林兴桂. 我国两性花山葡萄资源的发现和利用[J]. 作物品种资源, 1982(2): 36-37.  
LIN Xinggu. Discovery and utilization of hermaphrodite *Vitis amurensis* Rupr. in China[J]. Crop Variety Resources, 1982(2): 36-37.
- [3] 郝瑞. 长白山的野生果树种质资源[J]. 园艺学报, 1982, 9(3): 9-16.  
HAO Rui. Germplasm resources of wild fruit tree in Changbai Mountain[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1982, 9(3): 9-16.
- [4] 林兴桂, 孙克娟, 沈育杰. 山葡萄新品种‘左山二’[J]. 园艺学报, 1991, 18(3): 281-283.  
LIN Xinggu, SUN Kejuan, SHEN Yujie. A new cultivar of *Vitis amurensis* Rupr. ‘Zuo Shan 1’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1991, 18(3): 281-283.
- [5] 皇甫淳, 修荆昌, 国贤贵. ‘双优’两性花山葡萄研究初报[J]. 吉林农业大学报, 1988(4): 31-33.  
HUANG Fuchun, XIU Jingchang, GUO Xiangu. Report on hermaphrodite cultivar of *Vitis amurensis* Rupr. ‘Shuangyou’ [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1988(4): 31-33.



- [6] 宋润刚, 路文鹏, 王军. 山葡萄品种选育回顾与展望[J]. 北方园艺, 1999(6): 36-38.  
SONG Rungang, LU Wenpeng, WANG Jun. Achievements and prospect on *Vitis amurensis* Rupr. breeding[J]. Northern Horticulture, 1999(6): 36-38.
- [7] 王军, 宗润刚, 尹立荣. 两性花山葡萄新品种——双丰[J]. 园艺学报, 1996, 23(2): 207.  
WANG Jun, ZONG Rungang, YIN Lirong. Shuang Feng-a new hermaphrodite cultivar of *Vitis amurensis* Rupr. [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1996, 23(2): 207.
- [8] 刘崇怀, 姜建福, 樊秀彩. 中国野生葡萄资源在生产和育种中利用的概况[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(4): 720-727.  
LIU Chonghuai, JIANG Jianfu, FAN Xiucui. The utilization of Chinese wild grape species in production and breeding[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(4): 720-727.
- [9] 朱建华, 彭宏祥, 张瑛. 广西毛葡萄生产存在的问题及对策探讨[J]. 广西农业科学, 2006, 37(1): 78-80.  
ZHU Jianhua, PENG Hongxiang, ZHANG Ying. Existing problems and strategy of *Vitis quinquangulari* Rehd. production in Guangxi[J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2006, 37(1): 78-80.
- [10] 张浦亭, 范邦文, 余烈. 刺葡萄品种‘塘尾葡萄’[J]. 中国果树, 1985(1): 32-34.  
ZHANG Puting, FAN Bangwen, YU Lie. A new cultivar of *Vitis davidii* Foex ‘Tangwei’ [J]. China Fruits, 1985(1): 32-34.
- [11] 熊兴耀, 王仁才, 孙武积. 葡萄新品种‘紫秋’[J]. 园艺学报, 2006, 33(5): 1165.  
XIONG Xingyao, WANG Rencai, SUN Wuzhi. A new cultivar of *Vitis davidii* ‘Ziqiu’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2006, 33(5): 1165.
- [12] 姜建福, 魏伟, 樊秀彩. 中国野生葡萄分布状况与保护空缺分析[J]. 果树学报, 2011, 28(3): 413-417.  
JIANG Jianfu, WEI Wei, FAN Xiucui. Distribution and GAP analysis of Chinese wild grape species[J]. Journal of Fruit Science, 2011, 28(3): 413-417.
- [13] 孔庆山. 中国葡萄志[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2004.  
KONG Qingshan. Chinese grape[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2004.
- [14] 林兴桂. 我国酿酒葡萄抗寒育种的回顾与展望[J]. 果树学报, 2007, 24(1): 89-93.  
LIN Xingguai. Achievements and prospect on wine grape breeding for cold resistance in China[J]. Journal of Fruit Science, 2007, 24(1): 89-93.
- [15] 林兴桂, 尹立荣, 沈育杰. 山葡萄种内杂交后代的性状遗传[J]. 园艺学报, 1993, 10(3): 231-236.  
LIN Xingguai, YIN Lirong, SHEN Yujie. Character inheritance in progenies from intraspecific hybridization of *Vitis amurensis* Rupr.[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1993, 10(3): 231-236.
- [16] 张振文, 王华, 房玉林. 优质抗病酿酒葡萄新品种‘媚丽’[J]. 园艺学报, 2013, 40(8): 1611-1612.  
ZHANG Zhenwen, WANG Hua, FANG Yulin. A new high quantity wine-grape cultivar ‘Meili’ with disease resistance[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2013, 40(8): 1611-1612.
- [17] 宋润刚, 路文鹏, 沈育杰. 酿酒葡萄新品种‘北冰红’[J]. 园艺学报, 2008, 35(7): 1085.  
SONG Rungang, LU Wenpeng, SHEN Yujie. A new ice-red brewing grape cultivar ‘Beibinghong’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2008, 35(7): 1085.
- [18] 何宁, 赵保障, 方玉凤. 葡萄种间杂交抗寒育种的性状遗传[J]. 园艺学报, 1981, 8(1): 1-8.  
HE Ning, ZHAO Baozhang, FANG Yufeng. Character inheritance of interspecific hybridization breeding for cold resistance of grape[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1981, 8(1): 1-8.
- [19] 宋润刚, 路文鹏, 张庆田. 酿酒葡萄新品种‘雪兰红’[J]. 园艺学报, 2012, 39(11): 2312-2314.  
SONG Rungang, LU Wenpeng, ZHANG Qingtian. A new cultivar of *Vitis amurensis* ‘Xuelanhong’ for dry-red brewing[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2012, 39(11): 2312-2314.
- [20] 孙磊, 闫爱玲, 张国军. 玫瑰香味葡萄新品种‘瑞都科美’的选育[J]. 果树学报, 2017, 34(12): 1624-1627.  
SUN Lei, YAN Ailing, ZHANG Guojun. A new muscat flavor table grape variety ‘Ruidukemei’ [J]. Journal of Fruit Science, 2017, 34(12): 1624-1627.
- [21] 时晓芳, 林玲, 张瑛. 葡萄新品种‘桂葡5号’[J]. 园艺学报, 2015, 42(12): 2535-2536.  
SHI Xiaofang, LIN Ling, ZHANG Ying. A new grape cultivar ‘Guipu 5’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2015, 42(12): 2535-2536.
- [22] 陶然, 王晨, 房经贵. 我国葡萄育种研究概况[J]. 江西农业学报, 2012, 24(6): 24-30.  
TAO Ran, WANG Chen, FANG Jingui. General situation of grape breeding research in China[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2012, 24(6): 24-30.
- [23] ZHANG H, KONG F F, WANG X N. Tetra-primer ARMS PCR for rapid detection and characterisation of *Plasmopara viticola* phenotypes resistant to carboxylic acid amide fungicides[J]. Pest Management of Science, 2017, 73(1): 1655-1660.
- [24] JAYAWARDENA R S, ZHANG W, LIU M. Identification and characterization of *Pestalotiopsis*-like fungi related to grapevine diseases in China[J]. Fungal Biology, 2015, 119(5): 348-361.
- [25] IORIATTI C, ANFORA G, TASIN M. Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2011, 104(4): 1125-1137.
- [26] DISSANAYAKE A J, LIU M, ZHANG W. Morphological and molecular characterisation of *Diaporthe* species associated with grapevine trunk disease in China[J]. Fungal Biology, 2015, 119(5): 283-294.
- [27] 王忠跃. 葡萄健康栽培与病虫害防控[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2017.  
WANG Zhongyue. Good agricultural practices and integrated pest management for grapevine health[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2017.
- [28] 中国葡萄酒工业五十年成就卓著[J]. 中国食品工业, 1999(10): 24-25.  
Outstanding achievements of Chinese vine industry in the past 50 years[J]. China Food, 1999(10): 24-25.
- [29] 李华, 王华, 张建新. 改革开放 40 年中国葡萄酒质量发展报告[C]. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2019: 1-12.  
LI Hua, WANG Hua, ZHANG Jiansheng. Report of wine quantity

- development in recent 40 years of China's reforming and opening-up[C]. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University Press, 2019: 1-12.
- [30] 李华,李甲贵,杨和财. 改革开放30年中国葡萄与葡萄酒产业发展回顾[J]. 现代食品科技, 2009, 25(4): 341-347.  
LI Hua, LI Jiagui, YANG Hecai. Review of grape and wine industry development in recent 30 years of China's reforming and opening-up[J]. Modern Food Science & Technology, 2009, 25(4): 341-347.
- [31] WANG C X, LIU Y L. Dynamic study of yeast species and *Saccharomyces cerevisiae* strains during the spontaneous fermentations of Muscat blanc in Jingyang, China[J]. Food Microbiology, 2013, 33(2): 172-177.
- [32] LI S Y, DUAN C Q. Astringency, bitterness and color changes in dry red wines before and during oak barrel aging: an updated phenolic perspective review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2018, 1: 1-28.
- [33] YE D Q, ZHENG X T, XU X Q. Evolutions of volatile sulfur compounds of Cabernet Sauvignon wines during aging in different oak barrels[J]. Food Chemistry, 2016, 202: 236-246.
- [34] LIU N, QIN Y, SONG Y Y. Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains in Shanshan county (Xinjiang, China) for winemaking and their aroma-producing characteristics [J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2015, 31(11): 1781-1792.
- [35] CAI J, ZHU B Q, WANG Y H. Influence of pre-fermentation cold maceration treatment on aroma compounds of Cabernet Sauvignon wines fermented in different industrial scale fermenters[J]. Food Chemistry, 2014, 154: 217-229.
- [36] ZHENG L, PAN Q H, JIN Z M. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China[J]. Food Chemistry, 2011, 125(1): 77-83.
- [37] 朱新月,王丽红,徐亭,彭慧杰,党永强,高明勇. 酿酒葡萄覆膜埋藤机的设计与分析[J]. 农机化研究, 2019, 41(3): 82-88.  
ZHU Xinyue, WANG Lihong, XU Ting, PENG huijie, DANG Yongqiang, GAO Mingyong. Design and analysis of the film mulching and vine burying machine for wine grape[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2019, 41(3): 76-82.
- [38] 郭辉,孙滨洪,毕志波. 悬挂式葡萄埋藤机的设计与试验[J]. 农机化研究, 2018, 40(12): 86-90.  
GUO Hui, SUN Binhong, BI Zhibo. Design and experiment of the suspended grape vine burying machine[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2018, 40(12): 86-90.
- [39] 马帅,徐丽明,邢洁洁. 叶轮旋转式葡萄藤埋土单边清除机研制[J]. 农业工程学报, 2018, 34(23): 1-10.  
MA Shuai, XU Liming, XING Jiejie. Development of unilateral cleaning machine for grapevine buried by soil with rotary impeller[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(23): 1-10.
- [40] 曾保宁,田志道,赵润良. 葡萄起藤机的设计与研制[J]. 中国农机化学报, 2013, 34(6): 230-232.  
ZENG Baoning, TIAN Zhidao, ZHAO Runliang. Design and development of grape vine machine[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2013, 34(6): 230-232.
- [41] 刘松. 圆锥螺旋式入春葡萄挖藤机设计与试验研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014.  
LIU Song. Design and experimental study of conical spiral manner of grape vines in the spring digging machine[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2014.
- [42] 王志强,王海波,刘凤之. 前置式防寒土清除机的研制与试验[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(6): 88-91.  
WANG Zhiqiang, WANG Haibo, LIU Fengzhi. Development and experiment of front located winter protection[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2015, 36(6): 88-91.
- [43] 邹伟,王秀,高斌. 果园对靶喷药控制系统的设计及试验[J]. 农机化研究, 2019, 41(2): 177-182.  
ZOU Wei, WANG Xiu, GAO Bin. Design and test of control system for automatic variable target sprayer used in orchard[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2019, 41(2): 177-182.
- [44] 刘文. 篱架式葡萄株间自动避障除草机研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.  
LIU Wen. Research on automatic obstacle avoidance weeding machine between grapevines[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [45] 张成保,钟波,刘学峰. PJ-1型龙门式葡萄剪枝机液压与电控系统设计研究[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(10): 32-37.  
ZHANG chengbao, ZHONG Bo, LIU Xuefeng. Design research of model PJ-1 gantry grape pruning machine hydraulic and electric control system[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2018, 39(10): 32-37.
- [46] 董祥,张铁,严荷荣. PJZ-1型酿酒葡萄剪枝机设计与试验[J]. 农业工程, 2018, 8(5): 95-100.  
DONG Xiang, ZHANG Tie, YAN Herong. Development and experiment of PJZ-1 type wine grape vine pruning machine[J]. Agricultural Engineering, 2018, 8(5): 95-100.
- [47] 王向阳,毕新胜,王剑. 果园有机肥开沟施肥覆土机的设计与试验[J]. 新疆农机化, 2018(4): 5-7.  
WANG Xiangyang, BI Xinsheng, WANG Jian. Design and experiment of orchard organic manure ditching and fertilizing machine[J]. Xinjiang Agricultural Mechanization, 2018(4): 5-7.
- [48] 史丽娜. 葡萄园有机肥深施肥优化设计[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.  
SHI Lina. Optimization design of deep application machine for vineyard organic fertilizer[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [49] 孙兴祥,刘潇,王忠军. 新疆果园有机肥条施肥设计与试验[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(6): 48-51.  
SUN Xingzuo, LIU Xiao, WANG Zhongjun. Design and experiment of organic fertilizer banding machine in Xinjiang's orchard [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2018, 39(6): 48-51.
- [50] 张福印. 葡萄残枝粉碎还田机的设计与试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2019.  
ZAHNG Fuyin. Design and experimental study on the residue of grape residues[D]. Beijing: China Agricultural University, 2019.