

全国优秀农业期刊
福建省优秀科技期刊

ISSN 2095-5774
CN 35-1317/S

《东南园艺》学术支持单位 (排名不分先后)

福建省园艺学会

福建省食用菌学会

广西农业科学院园艺研究所

江苏省农业科学院果树研究所

上海市农业科学院林果研究所

浙江省农业科学院园艺研究所

湖南省农业科学院园艺研究所

广东省农业科学院果树研究所

四川省农业科学院园艺研究所

贵州省农业科学院园艺研究所

江西省农业科学院园艺研究所

云南省农业科学院园艺作物研究所

海南省农业科学院热带果树研究所

东南园艺

第十卷

第一期

二〇二二年二月

东南园艺

DONGNAN YUANYI

第10卷 第1期 2022年2月

SOUTHEAST HORTICULTURE

Vol.10 No.1 Feb.2022

2022



福建省农业科学院果树研究所 主办
Sponsored by Fruit Research Institution, Fujian Academy of Agricultural Science



《东南园艺》微信公众号操作说明

01 扫码关注《东南园艺》微信公众号



文章二维码使用说明

02 如何使用二维码下载文章



1、使用手机扫题目旁的二维码，进行下载分享等操作



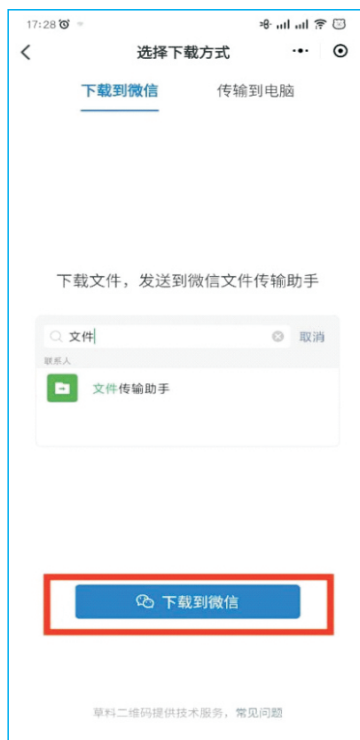
2、点击查看即可在线浏览文章

(下转封三)

(上接封二)



3、点击下载即可下载本文



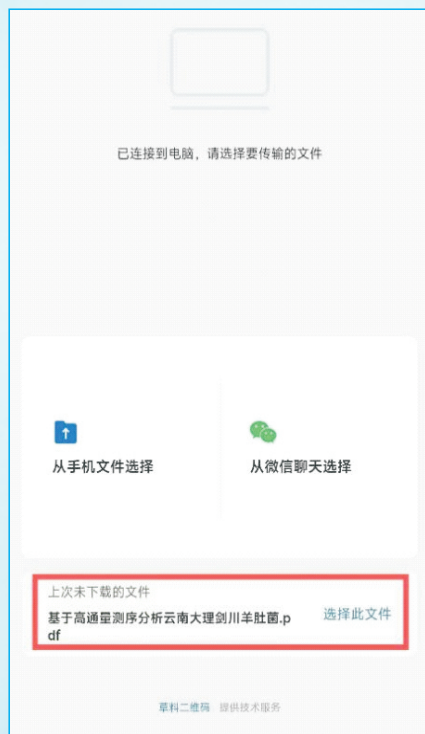
4、文章被下载到手机，可直接查看也可分享给他人



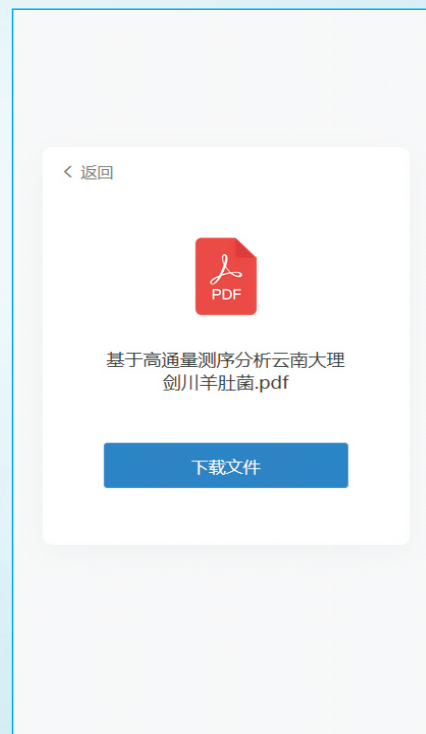
5、输入特定网址“2w.ma”后可将下载到手机的文章传输至电脑



5.1、扫网页上出现的二维码进行文件传输



5.2、选择下载好的文章，即可传输



5.3、点击下载文件就可将文章下载至电脑

东南园艺

DONGNAN YUANYI

双月刊

2022 年 第 10 卷 第 1 期

编辑委员会

主任委员：刘 波

副主任委员：翁启勇 余文权

姚文辉 许家辉

委员：（按姓氏笔划为序）

丰 锋 邓秀新 王俊宁 叶正文 叶新福
江国良 刘荣章 刘海桑 孙威江 许家辉
陈义挺 陈立松 陈昆松 陈厚彬 陈清西
李建国 李维新 吴如健 何志刚 邱发春
范国成 金 光 林文忠 林河通 易干军
郑少泉 郑宝东 罗应贵 罗瑞鸿 施 清
赵长林 俞明亮 高 山 徐建国 袁 韬
黄志龙 黄雄峰 曾 辉 温庆放 蒋际谋
雷 龔 赖钟雄 蔡建兴 潘 辉

编辑出版：《东南园艺》编辑部

地 址：福州市新店埔党福建省农科院果树
所（350013）

电 话：0591-87905700

E-mail: dnyy0591@163.com

主 编：许家辉

副 主 编：黄雄峰（常务）

编辑部主任：黄雄峰

责任编辑：黄雄峰 许 玲 冯 新 陈扬祥
赖瑞联 李 婷 张艳芳（英文）

校 对：陈 婷

印 刷：福州雄胜彩印有限公司

发 行：自办发行

出版日期：2022 年 2 月 15 日

定 价：30.00 元

广告许可证：3500004000040

主管：福建省农业科学院

主办：福建省农业科学院果树研究所

学术支持单位：

福建省园艺学会

福建省食用菌学会

广西农业科学院园艺研究所

江苏省农业科学院果树研究所

上海市农业科学院林果研究所

浙江省农业科学院园艺研究所

湖南省农业科学院园艺研究所

广东省农业科学院果树研究所

四川省农业科学院园艺研究所

贵州省农业科学院园艺研究所

江西省农业科学院园艺研究所

云南省农业科学院园艺作物研究所

海南省农业科学院热带果树研究所

声 明

凡向本刊投稿者，如无特殊声明，稿件一经采用，其专有出版权和网络传播权即授予本刊，并许可在本刊授权的网站上传播。同时要求稿件没有侵犯他人著作权或其他权利的内容，并且文责自负。

凡在本刊刊登广告，需提供准确详实信息，若因刊登广告引起的纠纷和一切后果，其责任概由广告申请者承担，与期刊无关。



征稿简约

《东南园艺》是福建省农业科学院果树研究所主办的园艺专业期刊，着重报道园艺科研成果、学术活动、技术经验、生产动态以及国内外园艺科技新信息等。开设果树、蔬菜、食用菌、花卉、茶叶、休闲园艺、园林景观等多领域栏目。

来稿要求：

1. 论点明确、论据可靠、逻辑严谨、文字通顺。
2. 来稿请按标题、作者姓名、作者单位、摘要、关键词（以上几项均要求有英文文稿），正文、致谢（可无）、参考文献的顺序撰稿。中英文摘要应详细概括目的、方法、主要结果和结论。正文中各级标题以 1、2、3，1.1、1.2、1.3，1.1.1、1.1.2、1.1.3……依此排序（一般不超过 3 级）。
3. 来稿首页脚注应注明第一作者简介（姓名、性别、出生年份、最后学历 / 学位、职称、从事研究方向）。若是基金项目，请注明基金资助的项目全称和编号。
4. 正确使用标点符号，表格设计要合理，要求使用三线表；图片要清晰，注明图号。外文字母大小写必须分清，数字或符号的斜体、上下标必须标明。量和单位按我国法定计量单位以及国际标准规定书写。
5. 文稿中摘编或引用他人作品，请在参考文献中列出其作者和文献来源。本刊采用顺序编码制，按文章正文部分引用的文献出现的先后顺序连续编码，请勿引用未经公开发表的资料。
6. 来稿文责自负；切勿一稿多投，严禁抄袭剽窃。本刊有权对拟用文稿进行技术性和文字性的编辑加工，凡不同意者，请在来稿中申明。
7. 来稿刊用与否恕不退稿。请写明你的详细通讯地址（包括地址、邮政编码、电话和电子邮箱等），以便及时联系。发出稿件三个月内未接到采稿通知，可自行处理，期间作者如另投他刊，请预先通知本刊。**本刊网上投稿，唯一邮箱：dnyy0591@163.com。**
8. 本刊目前已被“CNKI 中国知网”、“中国核心期刊（遴选）数据库（万方）”、“中文科技期刊数据库（维普）”、“CNKI 中国学术期刊综合评价数据库（CAJCED）”、“中国核心期刊遴选数据库”、“中国期刊全文数据库（CJFD）”、“台湾华艺中文电子期刊（CEPS）”、国家图书馆馆藏、上海图书馆馆藏等收录，是北京大学《中文核心期刊要目总览》（1992 年第一版、1996 年第二版）来源期刊，曾获得第四届农业期刊技术类三等奖、第五届农业期刊金犁奖技术类三等奖、第二届福建省优秀期刊三等奖等荣誉称号。

目 次

青年学者论坛

- 基于高通量测序分析云南大理剑川羊肚菌土壤真菌群落结构变化····· 邓莹莲, 赵长林 (1)
- 猕猴桃铁超氧化物歧化酶基因克隆与表达特性····· 冯 新, 高敏霞, 赖瑞联, 陈义挺 (12)

试验研究

- PE 袋包装对火龙果采后呼吸和活性氧代谢的影响 ····· 袁升浩, 周广进, 李真琴, 洪克前, 宋康华, 梁永康, 王俊宁 (18)
- 基于灰色关联度分析法的春鹃品种综合评价····· 杨 铭, 张 群, 马晓迪, 叶 菁, 邓传远 (26)
- 冬春菠菜分期播种品比试验····· 杜文丽, 陈中钊, 许端祥, 高 山 (34)

研究简报

- 不同施肥处理对‘状元蜜橘’产量和品质的影响····· 卢新坤, 林燕金, 卢艳清 (40)
- ‘贝盈’番茄嫁接砧木的筛选····· 华炜辉 (44)

乡村振兴实用技术

- 早春大棚苦瓜 – 夏秋水稻水旱轮作高效栽培模式 ····· 陈中钊, 许端祥, 杜文丽, 高 山 (49)
- ‘深紫 168’茄子引种表现及配套高产栽培技术 ····· 李红梅 (53)
- ‘翠玉’梨堋畦密植丰产栽培技术····· 王晓红 (57)
- 成年余甘子树的移栽及栽后管理····· 沈朝贵, 王建超, 郭林榕 (60)

文献综述

- 浅析气候因子对园林植物与植物景观的影响····· 刘子琳, 张 群, 邓传远 (63)
- 果树废弃物资源化利用研究进展····· 刘春荣, 刘丽丽, 孙建城, 王登亮, 郑雪良, 吴雪珍, 陈 骏, 程慧林 (70)
- 新疆昌吉市葡萄产业形势分析····· 马巨明, 马 兰, 张 洁, 许 玲 (78)

SOUTHEAST HORTICULTURE

Vol. 10

No. 1

February 2022

Analysis of Soil Fungal Community Structure Changes of <i>Morchella sextelata</i> in Jianchuan, Dali, Yunnan based on High-throughput Sequencing	DENG Ying-lian, ZHAO Chang-lin (1)
Cloning of the Iron Superoxide Dismutase Gene from <i>Actinidia Chinensis</i> and Its Expression Analysis	FENG Xin, GAO Min-xia, LAI Rui-lian, CHEN Yi-ting (12)
Effects of Polythene Film Bag Packaging on Postharvest Respiration and Active Oxygen Metabolism in Dragon Fruit	YUAN Sheng-hao, ZHOU Guang-jin, LI Zhen-qin, HONG Ke-qian, SONG Kang-hua, LIANG Yong-kang, WANG Jun-ning (18)
Comprehensive Evaluation of <i>Rhododendron simsii</i> Varieties Based on Grey-relational Grade Method	YANG Ming, ZHANG Qun, MA Xiao-di, YE Jing, DENG Chuan-yuan (26)
Comparison of Winter and Spring Spinach Cultivars by Different Sowing Stages	DU Wen-li, CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, GAO Shan (34)
Effects of Different Fertilization Treatments on Yield and Quality of ‘Zhuangyuan’ Mandarin	LU Xin-kun, LIN Yan-jin, LU Yan-qing (40)
Selection of Tomato ‘Beiying’ Rootstock for Grafting	Hua Wei-hui (44)
High Efficiency Cultivation Model of Paddy-upland Rotation between Early Spring Bitter Gourd in Greenhouse and Summer-autumn Rice	CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, DU Wen-li, GAO Shan (49)
Introduction Performance and Corresponding High Yield Cultivation Techniques of Eggplant ‘Shenzi168’	LI Hong-mei (53)
High Yield Cultivation Techniques of Pear ‘Cuiyu’ in Raised-bed Close Planting Mode	WANG Xiao-hong (57)
Transplanting and Management After Transplanting of Adult <i>Phyllanthus emblica</i> Tree	SHEN Chao-gui, WANG Jian-chao, GUO Lin-rong (60)
Analysis of Impact on Climate Factors on Landscape Plants and Plant Landscape	LIU Zi-lin, ZHANG Qun, DENG Chuan-yuan (63)
Research Advances on the Resource Utilization of Orchard Waste	LIU Chun-rong, LIU Li-li, SUN Jian-cheng, WANG Deng-liang, ZHENG Xue-liang, WU Xue-zhen, CHEN Jun, CHENG Hui-lin (70)
Analysis of Grape Industry Situation in Changji City, Xinjiang	MA Ju-ming, MA Lan, ZHANG Jie, XU Ling (78)

邓莹莲, 赵长林. 基于高通量测序分析云南大理剑川羊肚菌土壤真菌群落结构变化[J]. 东南园艺, 2022, 10(1): 1–11.
DENG Ying-lian, ZHAO Chang-lin. Analysis of Soil Fungal Community Structure Changes of *Morchella sextelata* in Jianchuan, Dali, Yunnan based on High-throughput Sequencing [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10(1): 1–11.

基于高通量测序分析云南大理剑川羊肚菌 土壤真菌群落结构变化



邓莹莲, 赵长林*

(西南林业大学生物多样性保护学院, 云南 昆明 650233)

摘要: 连作易导致羊肚菌病害泛滥, 造成严重减产或绝产, 连作障碍已成为人工栽培羊肚菌的卡脖子问题, 连作障碍的成因已成为羊肚菌基础科学研究的首要任务。本研究以我国云南省大理州剑川县人工栽培的六妹羊肚菌土壤为研究对象, 通过 Illumina NovaSeq6000 高通量测序, 初步明晰六妹羊肚菌栽培前后土壤真菌群落结构的动态变化, 为揭示羊肚菌连作障碍机理提供基础信息支撑。研究结果表明: 大理剑川六妹羊肚菌栽培 1 年后, 原壤和 1 年壤真菌群落结构变化具有显著差异, 基于不同分类等级水平的分析结果表明: Chytridiomycota (门)、Chytridiomycetes (纲)、Spizellomycetales (目)、Spizellomycetaceae (科)、Cladosporium (属) 的真菌类群丰度增加, Mucoromycota (门)、Thecofilosea (纲)、Pezizaceae (科)、Mortierella 和 Peziza (属) 的真菌类群丰度减少, 真菌优势种为 *Tausonia pullulans*, 且减幅最大, 增幅最大的真菌为 *Tetracladium marchalianum*。本研究结果表明 *Tausonia pullulans* 和 *Tetracladium marchalianum* 真菌与六妹羊肚菌有着密切的联系。

关键词: 六妹羊肚菌; 真菌; ITS; 18 S; 土壤微生物; 连作障碍

中图分类号: S646.9

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0001-11

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.001

Analysis of Soil Fungal Community Structure Changes of *Morchella sextelata* in Jianchuan, Dali, Yunnan based on High-throughput Sequencing

DENG Ying-lian, ZHAO Chang-lin*

(College of Biodiversity Conservation, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650233, China)

Abstract: The continuous cropping obstacle has become the neck-jamming problem of artificial cultivation of *Morchella*, which has caused the spread of morel diseases and severely yield reduction and loss. To uncover the causes of continuous cropping obstacles has become the primary task of the basic scientific research of morels. This study took the soil of artificial cultivated *Morchella sextelata* in Jianchuan County, Dali City, Yunnan Province, as the research objective. The dynamic changes of soil fungal community structure before and after cultivation were preliminarily clarified

收稿日期: 2022-01-15

基金项目: 云南省科技厅基础研究重点项目 (202001AS070043)

作者简介: * 为通讯作者, 赵长林 (1985-), 男, 教授, 博士, 主要从事羊肚菌连作障碍研究, E-mail: fungichanglinz@163.com。

邓莹莲 (1999-), 女, 硕士研究生, 主要从事羊肚菌连作障碍研究, E-mail: fungyingliand@163.com

by Illumina NovaSeq6000 high-throughput sequencing method, which provided a basic information support for revealing the mechanism of continuous cropping obstacles of morel. The results showed that after one year of cultivation of *Morchella sextelata* in Jianchuan, there were significant differences in the changes of the fungal community structure in the original soil and the one-year soil. Based on grade level of different taxonomies, the results showed that abundance of fungal taxa of Chytridiomycota (phylum), Chytridiomycetes (class), Spizellomycetales (order), Spizellomycetaceae (family), *Cladosporium* (genus) were increased while abundance of fungal taxa of Mucoromycota (phylum), Thecofilosea (class), Pezizaceae (family), *Mortierella* and *Peziza* (genus) were decreased. The dominant fungal species was *Tausonia pullulans*, with the greatest decrease, and the fungus with the greatest increase was *Tetracladium marchalianum*. The results revealed that *Tausonia pullulans* and *Tetracladium marchalianum* had close relationship with *M. sextelata*.

Key words: *Morchella sextelata*; Fungal; ITS; 18 S; Soil microorganisms; Continuous cropping obstacle

羊肚菌属 (*Morchella* Dill. ex Pers.) 隶属真菌界 (Fungi)、子囊菌门 (Ascomycota)、盘菌纲 (Pezizomycetes)、盘菌目 (Pezizales)、羊肚菌科 (Morchellaceae) [1]。该属真菌产生的子实体为蜂窝状, 呈棕色、黄色或暗黑色, 形似羊肚 [2], 因而得名“羊肚菌”, 别称狼肚菜、草笠竹、蜂窝蘑、阳雀菌、包谷菌、羊肚菜和羊肚蘑等 [3]。羊肚菌与松露 (*Truffe* spp.)、松茸 (*Tricholoma matsutake* (S. Ito & S. Imai) Singer)、牛肝菌 (*Boletus* spp.) 被誉为世界四大野生食用菌 [4]。羊肚菌富含人体必需的 8 种氨基酸、多种微量元素、脂肪酸、蛋白质、矿质元素和多糖以及维生素 [5-7], 其药用价值颇高 [8], 具有抗氧化、抗炎症和增强免疫力、抗肿瘤和保护器官等功能 [9-13]。羊肚菌作为一种珍贵的食药兼用真菌, 具有较大的开发潜力和应用前景。

野生羊肚菌广泛分布于世界各地, 尤其是欧洲和亚洲 [14]。由于自然条件下生长的羊肚菌数量少、品质低, 因此科研人员将重心瞄准羊肚菌的培养和驯化, Ower [15] 首次成功实现羊肚菌的室内栽培, 随后科研人员相继发布了详尽的羊肚菌室外栽培技术, 并得到很好的推广 [16]。目前已成功驯化可栽培品种包括超群羊肚菌 (*M. eximia* Boud)、梯棱羊肚菌 (*M. importuna* M. Kuo, O'Donnell & T.J. Volk)、变红羊肚菌 (*M. rufobrunnea* Guzmán & F. Tapia)、六妹羊肚菌 (*M. sextelata* M. Kuo)、七妹羊肚菌 (*M. septimelata* M. Kuo, J.D.

Moore & Zordani)、尖顶羊肚菌 (*M. conica* Pers.) 和羊肚菌 (*M. esculenta* (L.) Pers.) 等品种 [17-18]。但羊肚菌在人工栽培的初期存在营养不足问题, 这阻碍了人工羊肚菌栽培的快速发展。基于科研人员大量实验支持, 我国羊肚菌栽培技术在外源营养袋成功应用和易出菇品种的成功选育后得以快速发展; 增加外源营养袋可有效解决菌丝生长和子实体发育过程中营养不足的问题。目前除热带地区外, 羊肚菌的栽培区域遍布全国各地 [19-20]。

近年来, 农作物连作障碍成为科研人员关注的热点问题之一 [21-24]。引起作物连作障碍因素较多, 主要包括: 一是病原菌积累, 土传病害加重; 二是某些微量元素缺乏, 使作物抗病能力变差; 三是自毒物质增多, 导致作物染病 [25]。植物根际土壤以及根际微生物是重要的环境和生物因子 [26]。张月珠等 [27] 研究表明竹荪生长过程中, 竹荪菌及其代谢物、土壤微生物及其代谢物共存于种植土壤这个复杂的物质组成体系, 随着连作年限的增加, 土壤微生物群落结构发生变化, 影响竹荪菌的生长。羊肚菌随着栽培年限的增加, 其连作障碍问题逐渐突出。同一块地的羊肚菌连续栽培 2 年以上会出现菌丝长势差、原基不分化、子囊果变小、病虫害严重、品质变劣等现象, 严重影响羊肚菌产量, 甚至绝收。然而, 羊肚菌的连作障碍成因尚不清楚, 尤其是相关的土壤微生物群落结构变化鲜见报道。

土壤微生物群落结构研究方法有生物标志物

法 (Biomarker)、Biolog 微平板法、变性梯度凝胶电泳法 (DGGE)、Illumina NovaSeq6000 高通量测序等^[28-31], 其中 Illumina NovaSeq6000 高通量测序的效率更高, 成本更低, 可直接从土壤 DNA 样本中测得各种微生物基因序列, 能较为全面和准确地反映土壤微生物群落结构^[32]。为揭示褐环乳牛肝菌 (*Suillus luteus* (L.) Roussel) 对樟子松 (*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.) 和油松 (*Pinus tabulaeformis* Carri è re.) 根际土壤真菌群落结构的影响, 李慧等^[33]采用 Illumina MiSeq 高通量测序技术, 明确了接种褐环乳牛肝菌 (*S. luteus*) 可提高樟子松和油松根际土壤担子菌和壶菌的相对丰度, 抑制子囊菌门真菌。邓文祥等^[34]通过高通量测序技术, 分析了白及根部内生真菌物种组成差异, 并筛选出有益菌株。袁源等^[35]通过 Illumina MiSeq 平台分析灵芝连作覆土中真菌群落的变化, 发现随着连作年限的增加, 灵芝覆土中真菌的多样性水平逐渐降低, 担子菌门真菌的相对丰度随着连作年限的增加显著增加, 而子囊菌门真菌的相对丰度显著减少, 研究结果揭示青霉属真菌可能是引发灵芝连作障碍的重要真菌菌群。

本研究以云南省大理州剑川县人工栽培六妹羊肚菌为对象, 采用 Illumina NovaSeq6000 高通量测序方法研究羊肚菌栽培前后的土壤真菌群落结构变化, 为后期研究羊肚菌连作障碍成因提供基础数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

供试土样为羊肚菌 1 年生土 (1 年壤) 和羊肚菌原始土 (原壤), 样品采集于云南省大理州剑川县弥沙乡, 该地处于云贵高原与横断山脉的交汇区, 海拔 2 656.3 m, 99°63'61.57"E, 26°34'37.20"N, 年平均降水量约 1 000 mm, 年均气温约 15℃, 地貌复杂多样, 高寒山区, 砂质土壤^[36], 适合人工栽培羊肚菌。

本次土样设置 3 个重复, 羊肚菌原壤编号为

Y0 (Y0.1、Y0.2、Y0.3), 1 年壤编号为 Y1 (Y1.1、Y1.2、Y1.3)。除去地表的杂物后, 从 10~20 cm 深处土层取土样, 装入灭过菌的 50 ml 试管和内置储藏液的一次性采样器 (川蓉械备 20200208 号, 成都罗宁生物科技有限公司), 并置于自封袋, 用泡沫箱 (内置冰袋) 装好带回实验室, 置于 -80℃ 冰箱内保存, 后送公司分析。

1.2 试验方法步骤

1.2.1 基因组 DNA 提取

采用 CTAB 方法提取样本的基因组 DNA; 利用琼脂糖凝胶电泳检测 DNA 的纯度和浓度, 取适量的样本 DNA 于离心管中, 使用无菌水稀释样本至 $1 \text{ ng} \cdot \mu\text{l}^{-1}$ 。

1.2.2 PCR 扩增

以稀释后的基因组 DNA 为模板, 根据测序区域的选择, 使用带 Barcode 的特异引物, New England Biolabs 公司的 Phusion® High-Fidelity PCR Master Mix with GC Buffer, 和高效高保真酶进行 PCR 扩增。扩增采用通用引物 ITS5-1737F 和 ITS2-2043R (ITS5-1737F: 5' -GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3', ITS2-2043R: 5' -GCTGCGTTCTTCATCGATGC-3')。PCR 反应体系为 30 μl , 包含: ddH₂O 11 μl 、ITS5-1737F 1 μl 、ITS2-2043R 1 μl 、2×Phanta Master Mix 15 μl 、模板 DNA 2 μl 。PCR 扩增条件为 95℃ 5 min, 95℃ 30 s, 55℃ 30 s, 72℃ 45 s, 29 个循环; 72℃ 10 min, 4℃ 保存。

使用 2% 琼脂糖凝胶对 PCR 产物进行电泳检测; 用磁珠对检测合格的 PCR 产物进行纯化, 采用酶标定量, 根据 PCR 产物浓度进行等量混样, 充分混匀后, 进行电泳检测 PCR 产物, 对目的条带使用 Qiagen 公司提供的胶回收试剂盒 (Qiagen, Germany) 回收产物。

1.2.3 文库构建和上机测序

使用 TruSeq® DNA PCR-Free Sample Preparation Kit (Illumina, USA) 建库试剂盒进行文库构建, 构建好的文库经过 Qubit 和 Q-PCR 定量, 合格的文库使用 NovaSeq6000 进行上机测序。

1.2.4 数据预处理

对 Illumina NovaSeq6000 测序得到的下机数据 (Raw PE) 进行去除 barcode 和 primer, 得到序列 PE reads, 然后使用 FLASH (V1.2.7, <http://ccb.jhu.edu/software/FLASH/>)^[37] 对每个样本的 reads 进行拼接, 得到原始 Tags 数据的拼接序列; 再经过严格的过滤处理^[38], 得到高质量的 Tags 数据 (Clean Tags)。参照 Qiime (V1.9.1, http://qiime.org/scripts/split_libraries_fastq.html)^[39] 的 Tags 质量控制流程, 进行 Tags 截取和 Tags 长度过滤, Tags 序列通过 (<https://github.com/torognes/vsearch/>)^[40] 与物种注释数据库进行比对, 检测嵌合体序列, 并去除嵌合体序列^[41], 得到有效数据 (Effective Tags)。

1.2.5 OTU 聚类 and 物种注释

利用 Uparse 算法 (Uparse v7.0.1001, <http://www.drive5.com/uparse/>)^[42] 对所有样本的全部 Effective Tags 聚类为 OTUs (Operational Taxonomic Units), 默认一致性 (Identity) 为 97%, 同时选取 OTUs 的代表性序列, 依据 Uparse 算法原则, 筛选出 OTUs 中出现频数最高的序列作为 OTUs 的代表序列。

对 OTUs 序列进行物种注释, 物种注释分析 (设定阈值为 0.6~1.0 用 RDP Classifier (Version 2.2, <http://sourceforge.net/projects/rdp-classifier/>)^[43] 方法与 Silva138 数据库 (<http://www.arb-silva.de/>)^[44], 并分别在 kingdom (界), phylum (门), class (纲), order (目), family (科), genus (属), species (种) 分类水平统计各样本群落组成。

1.2.6 组间群落结构差异分析

根据所有样本的物种注释结果和 OTUs 的丰度信息, 对不同样本间的差异程度, 做 PCA (Principal Component Analysis)^[45] 主成分分析、无度量多维尺度分析 NMDS (Non-Metric Multi-Dimensional Scaling)^[46]。利用 MRPP 分析^[47] 检验组间微生物群落结构的差异是否显著, A 值大于 0 说明组间差异大于组内差异, Significance 值小于 0.05 说明差异显著。采用 T-test 检验做差异物种分析,

来反映样本的组间和组内物种差异情况。默认设置 LDA Score 的筛选值为 4, 通过 LEfSe (LDA Effect Size)^[48] 分析找出 2 组间具有统计学差异的 Biomarker。

2 结果与分析

2.1 OTU 分析

本次样品经 Illumina NovaSeq6000 高通量测序 (PE150) 平台测序, 通过对 Reads 拼接, 获得了 476 923 条 reads, 平均每样品测得 79 487 条 tags。经质控, 平均得到 79 024 条有效数据, 质控有效数据量达 62 644, 质控有效率达 79.38%。将 raw data 过滤低质量数据处理后, 共获得 471 788 条 clean reads, 各样品 Effective Tags 的平均长度在 307~309 之间, 6 个样品的 Q20 百分比都在 98% 以上, Q30 百分比在 96.74%~97.07% 之间, GC 含量所占比例在 46% 以上。

利用 Venn 图分析各样本间真菌群落 OTUs 间的差异, 结果如图 1, 羊肚菌土壤 Y1 和 Y0 共有的真菌 OTU 有 636 个, 而 Y1 和 Y0 特有的真菌 OTU 分别有 303 和 247 个。上述结果说明羊肚菌土样 1 年壤和原壤的共有真菌 OTU 数量高于特有的 OTU 数量。

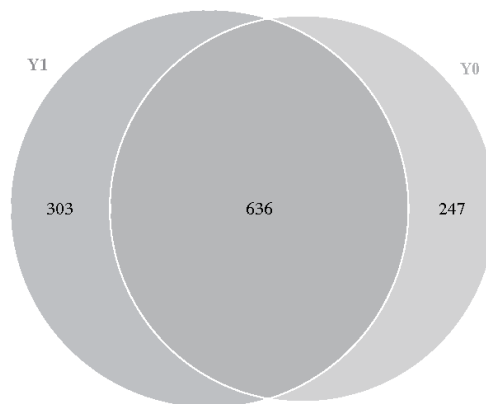


图 1 Venn 图

2.2 物种分布情况

本次土壤样品 OTU 聚类和物种注释共统计到 34 个门、106 个纲、194 个目、232 个科、310 个属、

333 个种的微生物, 不同分类层级共有 1 187 个 OTUs, 其中, 能够注释到数据库的 OTUs 数目为 1 111, 注释到界水平的比例为 93.60%, 门水平的比例为 85.26%, 纲水平的比例为 81.55%, 目水平的比例为 72.87%, 科水平的比例为 63.35%, 属水平的比例为 57.37%, 种水平的比例为 31.76%。

2.2.1 门水平上土壤真菌群落结构组成分析

根据物种注释结果, 每个土壤样本分组在门 (Phylum) 水平上生成的物种相对丰度柱形图如图 2, 羊肚菌原壤中占比高的真菌类群及相对丰度分别为 Ascomycota (45.08%)、Basidiomycota (34.39%)、Mucoromycota (5.10%) 和 unidentified Fungi (3.39%)。羊肚菌 1 年壤中占比高的真菌类群及相对丰度分别为 Ascomycota (43.75%)、Basidiomycota (27.66%)、unidentified Fungi (10.57%) 和 Mucoromycota (2.43%)。基于羊肚菌 1 年壤和原壤中真菌相对丰度对比分析表明, Ascomycota、Basidiomycota 和 Mucoromycota 真菌的相对丰度降低, 其中 Basidiomycota 真菌减少幅度明显; 2 种土壤样品的优势真菌均隶属于 Ascomycota, 其次是担子菌门 Basidiomycota。选取各个水平丰度含量前 5 (top 5) 的物种采用桑基图加以分析门水平上单个物种在不同样本中的分布趋势如图 3 所示, 栽培羊肚菌 1 年后, 土壤中 Ascomycota 真菌含量变化不明显, 但 Basidiomycota 明显减少, 而 unidentified Fungi 明显增加。

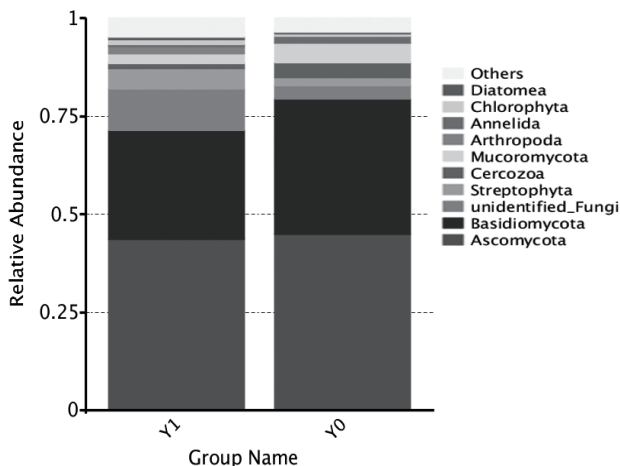


图 2 门水平上组间的物种相对丰度柱形图

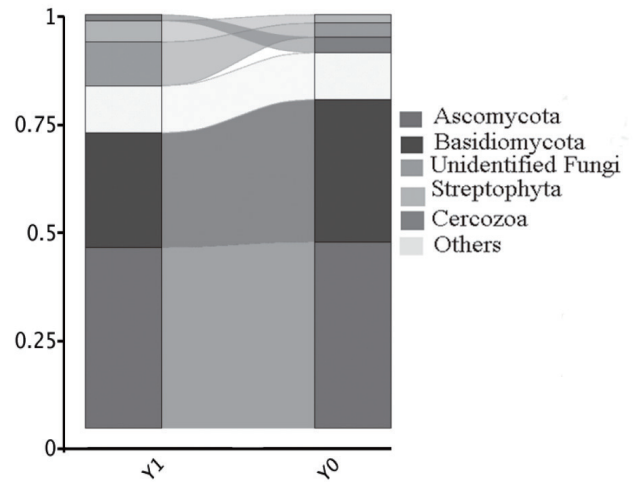


图 3 门水平上物种桑基图

2.2.2 纲、目和科水平上土壤真菌群落结构组成分析

基于 Y1 和 Y0 数据对比分析羊肚菌 1 年壤较原壤中真菌类群及相对丰度变化, 结果表明, 在纲分类水平 (图 4), Tremellomycetes、Leotiomyces 和 Eurotiomyces 减少, 其中 Tremellomycetes 减少幅度最大; 而 Sordariomycetes 和 Dothideomycetes 增加。在目分类水平 (图 5), Cystofilobasidiales、Pleosporales、Hypocreales、Mortierellales 和 Chaetothyriales 减少, 其中 Cystofilobasidiales 减少幅度最大; 而 Sordariales 和 Capnodiales 增加, 其中 Sordariales 增加幅度最大, 这些结果表明羊肚菌原壤和 1 年壤中真菌优势群体均为 Cystofilobasidiales。在科分类水平 (图 6), 土壤经过栽培羊肚菌 1 年后, Mrakiaceae、Nectriaceae、Didymellaceae、Mortierellaceae、unidentified Phytomyxa 和 Amorosiaceae 类群减少, 其中 Mrakiaceae 类群减少幅度最大; 而 Chaetomiaceae、Cladosporiaceae 类群增加, 其中 Chaetomiaceae 类群增加幅度最大。

羊肚菌 1 年壤和原壤中真菌群落在纲、目、科各水平上的优势群体分析结果表明, 在纲水平上 1 年壤和原壤的真菌优势群落均为 Tremellomycetes, 其次是 Sordariomycetes; 在目水平上, 真菌优势群落均为 Cystofilobasidiales; 在科水平上, 真菌优势群落均为 Mrakiaceae, 其次是 Nectriaceae。

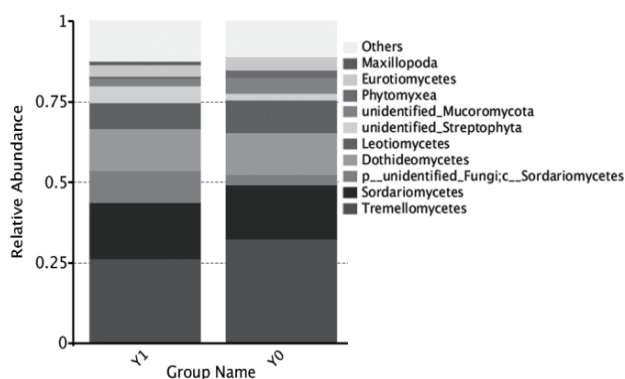


图 4 纲水平上组间的物种相对丰度柱形图

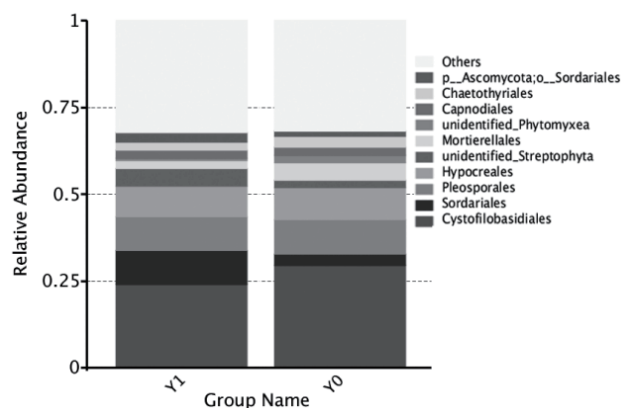


图 5 目水平上组间的物种相对丰度柱形图

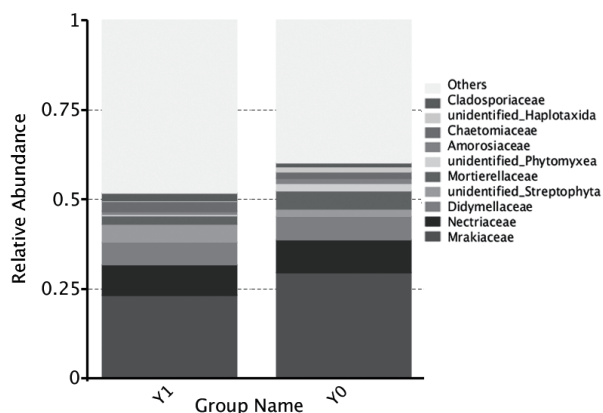


图 6 科水平上组间的物种相对丰度柱形图

2.2.3 属水平上土壤真菌群落结构组成分析

在属水平上组间真菌的相对丰度分析结果如图 7 所示, 羊肚菌原壤中占比较高的真菌类群分别为 *Tausonia* (29.56%)、*Fusarium* (9.03%)、*Boeremia* (6.64%)、*Mortierella* (5.05%)、*Polymyxa* (2.23%)、*Cladosporium* (1.00%) 和 *Phialophora* (2.07%)。羊

肚菌 1 年壤中占比较高的真菌类群分别为 *Tausonia* (23.25%)、*Fusarium* (8.44%)、*Boeremia* (6.19%)、*Mortierella* (2.24%)、*Polymyxa* (0.60%)、*Cladosporium* (1.95%)、*Phialophora* (1.53%) 和 *Cystofilobasidium* (0.89%)。1 年壤较原壤中 *Tausonia*、*Fusarium*、*Boeremia*、*Mortierella*、*Polymyxa* 和 *Phialophora* 类群减少, 其中 *Tausonia* 类群减少的幅度最大; 而 *Cladosporium* 和 *Cystofilobasidium* 类群增加。在属水平上, 1 年壤和原壤的真菌优势群落均为 *Tausonia*, 其次是 *Fusarium*。

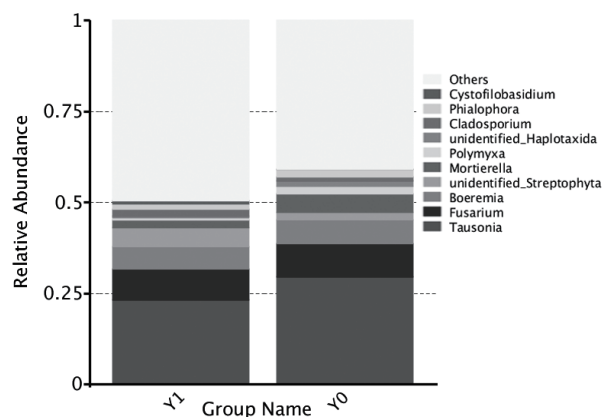


图 7 属水平上组间部分真菌的相对丰度柱形图

2.2.4 种水平上土壤真菌群落结构组成分析

在种水平上组间真菌的相对丰度分析结果如图 8 所示, 羊肚菌原壤中真菌占比较高的物种分别为 *Tausonia pullulans* (29.56%)、*Phialophora verrucosa* (2.07%)、*Solicoccozyma terreus* (1.74%)、*Tetracladium marchalianum* (0.81%)、*Kohlmeyeriosis medullaris* (0.25%) 和 *Sarocladium kiliense* (0.77%)。1 年壤中占比较高的物种分别为 *Tausonia pullulans* (23.25%)、*Phialophora verrucosa* (1.53%)、*Solicoccozyma terreus* (1.23%)、*Tetracladium marchalianum* (1.35%)、*Kohlmeyeriosis medullaris* (0.59%) 和 *Sarocladium kiliense* (0.32%)。1 年壤较原壤中 *Tausonia pullulans*、*Phialophora verrucosa*、*Solicoccozyma terreus* 和 *Sarocladium kiliense* 类群减少, 其中 *Tausonia pullulans* 类群减少幅度最大; 而 *Tetracladium marchalianum* 和 *Kohlmeyeriosis*

medullaris 类群增加, 其中 *Tetracladium marchalianum* 类群增加幅度最大。在种水平上, 1 年壤和原壤的真菌优势群落均为 *Tausonia pullulans*。

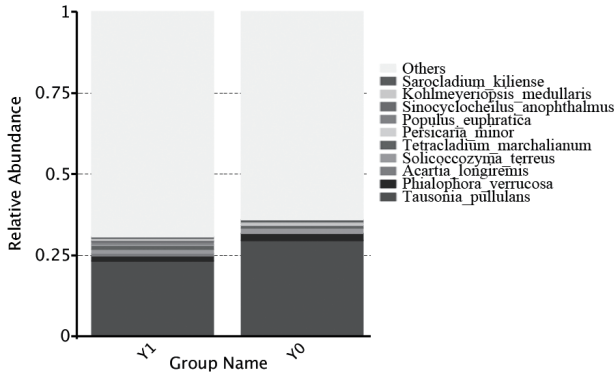


图 8 种水平上组间部分真菌的相对丰度表

2.3 样本间真菌差异分析

基于 T-test 检验的组间物种差异分析结果如图 9 所示, 羊肚菌 1 年壤 (Y1) 和原壤 (Y0) 中在门水平有显著差异的物种为 Mucoromycota 和 Chytridiomycota 2 个类群的真菌, P 值分别为 0.013 和 0.004, 均小于 0.05。但是 Mucoromycota 真菌在 Y0 组的均值高于 Y1 组, 而 Chytridiomycota 在 Y1 组中的物种丰度均值比在 Y0 组中高。

在纲水平有显著差异的物种是 unidentified Mucoromycota、Thecofilosea 和 Chytridiomycetes 真菌, P 值分别为 0.013、0.038 和 0.004, 均小于 0.05。Unidentified Mucoromycota 真菌在 Y0 组的均值高于 Y1 组, 而 Chytridiomycetes 真菌在 Y1 组中的物种丰度均值比在 Y0 组中高。

在目水平有显著差异的物种是 Mortierellales 和 Spizellomycetales 2 个类群的真菌, P 值分别为 0.011 和 0.002, 均小于 0.05。Mortierellales 在 Y0 组的物种丰度均值高于 Y1 组, 而 Spizellomycetales 在 Y1 组中的物种丰度均值比在 Y0 组中高。

在科水平有显著差异的物种是 Mortierellaceae、Pezizaceae 和 Spizellomycetaceae 3 个的真菌, P 值分别为 0.011、0.044 和 0.024, 均小于 0.05。Mortierellaceae 和 Pezizaceae 在 Y0 组的物种丰度均值均高于 Y1 组, 而 Spizellomycetaceae 在 Y1 组中的物种丰度均值比在 Y0 组中高。

在属水平有显著差异的物种是 *Mortierella* 和 *Peziza*, P 值分别为 0.011 和 0.020, 均小于 0.05, 且在 Y0 组的物种丰度均值均高于 Y1 组。

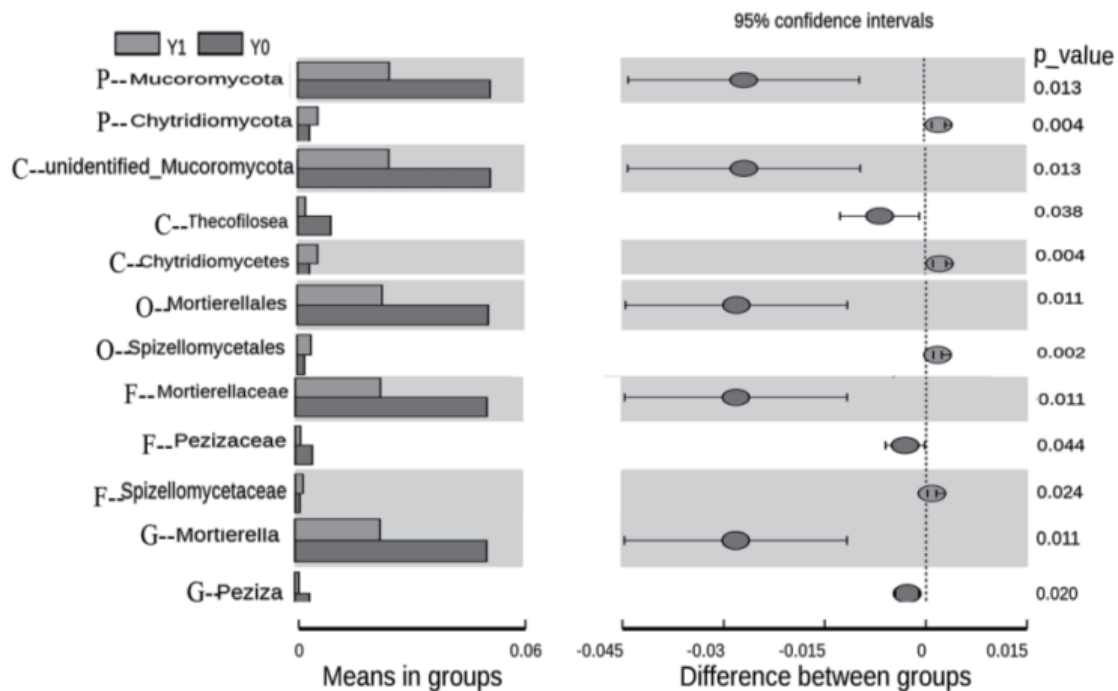


图 9 基于 T-test 检验的组间物种差异

2.4 组间 LDA 差异贡献分析

为进一步验证羊肚菌 1 年壤和原壤土壤真菌组成的相似性和差异性, 采用 LEfSe 进行差异统计分析^[48], 找到组间具有统计学差异的生物标记物 (Biomarker)。结果如图 10 和 11 所示, 羊肚菌 1 年壤和原壤共 15 个生物标志物, 包括 *Mortierella*、*Mucoromycota*、*Sordariomycetes*、*unidentified Fungi* 和 *Mortierellaceae* 等, 其中羊肚菌 1 年壤有 9 个生物标志物, 羊肚菌原壤有 6 个生物标志物, *unidentified Fungi* 是羊肚菌 1 年壤中影响最大的生物标志物, *Mortierellales* 则是羊肚菌原壤中影响最大的真菌标志物。线性判断分析 (LDA) 结果表明, 羊肚菌 1 年壤和原壤共有 2 个具有显著性差异的真菌菌落, 且影响均较大, 其中 Y1 组真菌隶属于粪壳菌纲 (*Sordariomycetes*)、粪壳菌目 (*Sordariales*), Y0 组真菌隶属于被孢霉科 (*Mortierellaceae*) 的被孢霉属 (*Mortierella*)。

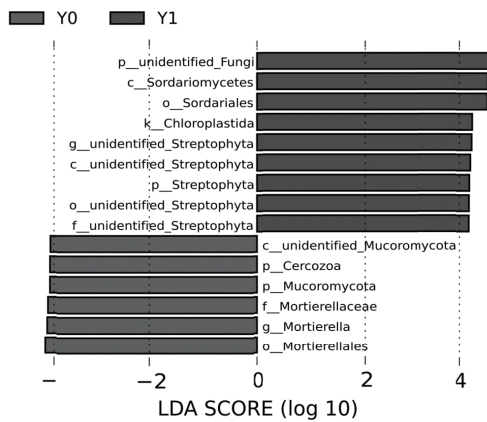


图 10 LDA 值分布柱状图

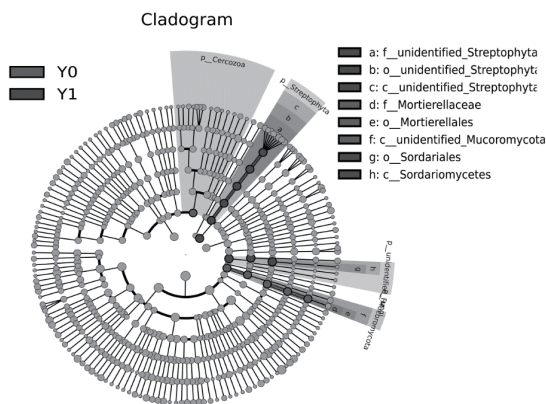


图 11 进化分支图

3 讨论

本研究结果表明, 羊肚菌栽培 1 年后与栽培前的土壤 (1 年壤和原壤) 中真菌优势群落相近, 真菌群落物种种类差异较小, 但所含真菌丰度存在差异; 优势菌门是 Ascomycota 真菌, 这与毋校辉等^[32]研究结果一致; 其次是 Basidiomycota 真菌, 该类真菌在 1 年壤中的含量明显减少。在纲水平上以 Tremellomycetes 和 Sordariomycetes 为主, 其中 Tremellomycetes (纲) 的 Cystofilobasidiales (目) 真菌减少幅度最大。1982 年, Ower R^[15] 在羊肚菌的生长环境中发现 1 种霉菌, 具有类似银耳伴生菌促进出菇的作用, 推测 Tremellomycetes 和 Sordariomycetes 2 类群真菌可能与羊肚菌生长有直接或间接联系, 其中 Sordariomycetes 真菌在姚丽和陈明杰关于云南羊肚菌生长土壤真菌群落结构研究中有所体现^[50]。在科水平上的优势群落是 Mrakiaceae, 且该真菌减少幅度最大; 其次是 Nectriaceae 真菌, 推测大理剑川六妹羊肚菌的生长受到限制, 主要受 Mrakiaceae 真菌影响。优势菌属为 *Tausonia* 真菌, 其次是 *Fusarium* 真菌。真菌优势种为 *Tausonia pullulans*, 且该种真菌减少幅度最大。毋校辉等^[32]发现 *Fusarium* 真菌常常是羊肚菌栽培出现的致病真菌, 所以在羊肚菌栽培过程中, 要注意预防 *Tausonia* 和 *Fusarium* 真菌引起的病害。有研究表明羊肚菌菌丝对 Ca、Fe、K、Mg、Mo、Zn 有一定的富集作用^[32], 刘世鹏等^[51]研究表明 *Tausonia* 与 A-P、NH₃-N、S 呈负相关, 与 Fe³⁺、Zn²⁺ 呈正相关, 说明 *Tausonia* 真菌的变化与羊肚菌富集微量元素有关。而隶属于 Sordariomycetes 的 Sordariales 类群的真菌在 1 年壤中的增加幅度最大, 推测羊肚菌生长的代谢过程与 Sordariales 类真菌存在密切关系, 暗示在羊肚菌生长过程中受到真菌不同程度的影响, 这在姚丽等^[50]分析云南羊肚菌生长土壤真菌群落结构研究中有体现。

羊肚菌 1 年壤中真菌物种组成结构相似度高, 而真菌群落结构差异性比原壤小, 羊肚

菌土壤样品组间差异大于组内差异。本研究基于 Ttest 分析组间物种差异结果表明, 在门、纲、目、科、属和种水平的羊肚菌 1 年壤 (Y1) 和原壤 (Y0) 的显著差异物种一样, 但是物种差异丰度不同。在原壤组中相对丰度高的有 *Mucoromycota* (门)、unidentified *Mucoromycota* 和 *Thecofilosea* (纲)、*Mortierellales* (目)、*Mortierellaceae* 和 *Pezizaceae* (科)、*Mortierella* 和 *Peziza* (属) 的真菌; 1 年壤组中相对丰度高的有 *Chytridiomycota* (门)、*Chytridiomycetes* (纲)、*Spizellomycetales* (目) 和 *Spizellomycetaceae* (科) 的真菌。其中 *Peziza* 真菌有可能与羊肚菌生长状态和菌丝量存在密切关系, *Mortierella* 真菌类群可能与羊肚菌的出菇有一定的关联, 这与姚丽等^[50]、张婷等^[52]对羊肚菌菌-基土壤微生物群落结构和多样性的研究结果类似。沈洪等^[53]通过分析云南羊肚菌分类及其生长土壤微生物群落结构表明, *Peziza* 真菌可能存在于羊肚菌生长土壤中, 可能会刺激羊肚菌完成整个生活史某一关键步骤。

4 小结

连作障碍与作物连作后根际土壤微生物群落结构的变化、有害微生物丰度增加、有益微生物丰度减少等有着密切的联系, 大量研究表明“真菌型”土壤是地力衰竭的标志, “细菌型”土壤则是高土壤肥力的生物指标, 连作会降低土壤微生物活性, 改变土壤微生物多样性, 导致植物根际微生物群落结构失衡, 土壤肥力下降, 致使土壤有害微生物和病原菌增加, 导致土壤微生物结构由“细菌型”向“真菌型”转化, 进而导致农作物产量和品质下降^[54-59]。基于 Illumina NovaSeq6000 高通量测序技术研究土壤中微生物菌群演变规律, 探讨植物与微生物的互作关系, 明确引入一些特殊功能菌群, 从而降低有害菌群在土壤中的相对含量, 提高有益微生物菌群含量, 缓解连作障碍。

本研究通过高通量测序技术揭示羊肚菌栽培前后的土壤真菌在种群组成、数量和分布存在差异性, 并明晰了栽培前后真菌物种丰度及群落结

构的变化。揭示栽培羊肚菌 1 年后, 羊肚菌 1 年壤和原壤中真菌优势群落相近, 真菌群落物种种类差异不大, 但所含真菌丰度存在差异。随着栽培年限的增加, 羊肚菌连作障碍逐渐明显, 基于本研究分析推测 *Mortierella* sp.、*Peziza* sp. 和 *Tausonia pullulans* 真菌是羊肚菌栽培土壤中重要有益真菌; 而 *Chytridiomycota* (门)、*Chytridiomycetes* (纲)、*Spizellomycetales* (目)、*Spizellomycetaceae* (科)、*Cladosporium* (属) 和 *Tetracladium marchalianum* (种) 是羊肚菌栽培土壤中有害真菌, 推测羊肚菌连作障碍成因与有益真菌的减少、有害真菌的增加有紧密的关联。吕杨兰等^[60]研究揭示竹荪连作后不同时期土壤微生物数量发生变化, 在竹荪处于出菇高峰期时真菌数量出现 1 个最高峰。本研究基于羊肚菌种植后的土壤真菌变化, 要确定羊肚菌连作障碍与 *Mortierella*、*Peziza*、*Tausonia pullulans* 和 *Tetracladium marchalianum* 的密切关系, 需进一步开展羊肚菌生长过程中不同时期土壤真菌群落结构及丰度变化的研究, 探究其与羊肚菌生长不同时期的关系。

参考文献:

- [1] Hibbett D, Binder M, Bischoff J F, et al. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi [J]. *Mycological Research*, 2007, 111 (5): 509-547.
- [2] 王昊明, 范立刚, 董永谔, 等. 六妹羊肚菌 PacBio 基因组测序和 DNA 6mA 甲基化分析 [J]. *Mycosystema*, 2021, 40 (9): 2299-2316.
- [3] 任怡莲, 冯锐, 朱金霞, 等. 羊肚菌国内外研究现状及产业发展建议 [J]. *宁夏农林科技*, 2020, 61 (8): 50-53.
- [4] 徐继伟, 周玖璇, 何俊, 等. 羊肚菌栽培的经济效益及对土壤的影响 [J]. *中国食用菌*, 2021, 40 (5): 23-35.
- [5] 朱斗锡. 羊肚菌人工栽培成功 [J]. *中国食用菌*, 1993, 12 (4): 46.
- [6] 张志昌, 杨慧, 顾昌华, 等. 贵州省羊肚菌产业发展现状及展望 [J]. *农业与技术*, 2021, 41 (3): 153-155.

- [7] 沈洪, 潘迎捷, 陈明杰. 云南羊肚菌分类及其生长土壤微生物群落结构分析 [D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [8] Ali H, Sannai J, Sher H, et al. Ethnobotanical profile of some plant resources in Malam Jabba valley of Swat, Pakistan [J]. Journal of Medicinal Plant Research, 2011 (5): 4171-4180.
- [9] 张强, 吴彩娥. 羊肚菌菌丝体蛋白的理化特性及抗氧化活性 [J]. 浙江农业学报, 2016, 28 (8): 1408-1415.
- [10] 郑少杰, 廖霞, 卢可可. 基于体外模拟消化的黑脉羊肚菌多酚细胞抗氧化及抗增殖活性 [J]. 食品科学, 2016, 37 (21): 234-240.
- [11] 张靖. 牛肝菌和羊肚菌复合水提取物对酒精性肝损伤保护作用的研究及口服液的制备 [D]. 长春: 吉林大学, 2019.
- [12] 董雨茵. 羊肚菌酶提子实体多糖的抗氧化、降血脂和器官保护作用 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [13] Wen Y, Bi S X, Hu X J, et al. Structural characterization and immunomodulatory mechanisms of two novel glucans from *Morchella importuna* fruiting bodies International [J]. Journal of Biological Macromolecules, 2021 (183): 145-157.
- [14] Du X H, Zhao Q, Yang Z L. A review on research advances, issues, and perspectives of morels [J]. Mycology, 2015 (6): 78-85.
- [15] Ower R. Notes on the development of the morel ascocarp: *Morchella esculenta* [J]. Mycologia, 1982 (74): 142-144.
- [16] 刘伟, 张亚, 何培新. 羊肚菌生物学与栽培技术 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2017.
- [17] 王震, 王春弘, 蔡英丽. 羊肚菌人工栽培技术 [J]. 中国食用菌, 2016, 35 (4): 87-91.
- [18] 贺国强, 魏金康, 吴尚军. 一种野生羊肚菌的驯化栽培研究 [J]. 中国食用菌, 2020, 39 (7): 10-19.
- [19] 刘伟, 张亚, 蔡英丽. 我国羊肚菌产业发展的现状及趋势 [J]. 食药菌, 2017 (25): 77-83.
- [20] 赵永昌, 柴红梅, 陈卫民. 理性认识羊肚菌产业发展诸多问题 [J]. 食药菌, 2018, 26 (3): 121-127.
- [21] 檀国印, 杨志玲, 袁志林, 等. 药用植物连作障碍及其防治途径研究进展 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2012, 40 (4): 197-204.
- [22] 何志贵. 半夏连作障碍发生机制与轮作修复研究 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2019.
- [23] 范国红. 克服甘蓝连作障碍栽培技术研究 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2014.
- [24] 吕丰娟, 肖运萍, 魏林根, 等. 根系分泌物的生态效应与作物连作障碍关系研究进展 [J]. 江西农业学报, 2016, 28 (10): 8-14.
- [25] 耿贵, 杨瑞瑞, 於丽华, 等. 作物连作障碍研究进展 [J]. 中国农学通报, 2019, 35 (10): 36-42.
- [26] 全妙华, 余朝文, 陈东明. 基于高通量测序的两种典型忽地笑栽培土壤根际真菌群落多样性 [J]. 微生物学通报, 2018, 45 (10): 41-47.
- [27] 张月珠, 蒋文静, 常颖萃, 等. 竹荪连作土壤拮抗细菌的分离鉴定及抑菌活性热 [J]. 热带农业科学, 2018, 38 (1): 90-94.
- [28] 张瑞福, 崔中利, 李顺鹏. 土壤微生物群落结构研究方法进展 [J]. 土壤, 2004, 36 (5): 476-480.
- [29] 席劲瑛, 胡洪营, 钱易. Biolog 方法在环境微生物群落研究中的用 [J]. 微生物学报, 2003, 43 (1): 138-141.
- [30] 马悦欣, Webb J, Kjelleberg S. 变性梯度凝胶电泳 (DGGE) 在微生物生态学中的应用 [J]. 生态学报, 2002, 23 (8): 1561-1569.
- [31] 夏围围, 贾仲君. 高通量测序和 DGGE 分析土壤微生物群落的技术评价 [J]. 微生物学报, 2014, 54 (12): 1489-1499.
- [32] 毋校辉, 田鸿, 彭卫红. 四川羊肚菌栽培土壤理化特性及微生物群落研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2019.
- [33] 李慧, 姚庆智, 张星, 等. 褐环乳牛肝菌对樟子松和油松根际土壤真菌多样性的影响 [J]. 菌物学报, 2019, 38 (7): 1071-1081.
- [34] 邓文祥, 赵漫丽, 王自林. 基于高通量测序白及根部内生真菌的物种组成分析 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2021, 41 (2): 76-84.
- [35] 袁源, 黄海辰, 叶丽云, 等. 灵芝连作土壤真菌群落分析 [J]. 菌物学报, 2019, 38 (12): 2112-2121.

- [36] 陈凤娇, 薛东剑. 大理白族自治州核桃种植气候适宜性区划[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2019, 40(4): 407-412.
- [37] Magoč T, Salzberg S L. FLASH: fast length adjustment of short reads to improve genome assemblies[J]. Bioinformatics, 2011, 27(21): 2957-2963.
- [38] Bokulich N A, Subramanian S, Faith J J, et al. Quality-filtering vastly improves diversity estimates from Illumina amplicon sequencing[J]. Nature Methods, 2013, 10(1): 57-59.
- [39] Caporaso J G, Kuczynski J, Stombaugh J, et al. HIME allows analysis of high-throughput community sequencing data[J]. Nature Methods 2010, 7(5): 335-336.
- [40] Rognes T, Flouri T, Nichols B, et al. VSEARCH: a versatile open source tool for metagenomics[J]. PeerJ, 2016, (4): e2584.
- [41] Haas B J, Gevers D, Earl A M, et al. Chimeric 16S rRNA sequence formation and detection in Sanger and 454-pyrosequenced PCR amplicons[J]. Genome Research, 2011, 21(3): 494-504.
- [42] Edgar, Robert C. UPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads[J]. Nature methods, 2013, 10(10): 996-998.
- [43] Wang Q, Garrity G M, Tiedje J M, et al. Naive Bayesian classifier for rapid assignment of rRNA sequences into the new bacterial taxonomy[J]. Applied and environmental microbiology, 2007, 73(16): 5261-5267.
- [44] Quast C, Pruesse E, Yilmaz P, et al. The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools[J]. Nucleic Acids Research, 2013, 41(4): 590-596.
- [45] Ekaterina A, Trine F, Knut R. De novo Semi-alignment of 16S rRNA Gene Sequences for Deep Phylogenetic Characterization of Next Generation Sequencing Data[J]. Microbes and Environments, 2013, 28(2): 211-216.
- [46] Magali N R, Oliver T B, Petra W, et al. A microbiota signature associated with experimental food allergy promotes allergic sensitization and anaphylaxis[J]. The Journal of Allergy and Clinical Immunology, 2013, 131(1): 201-212.
- [47] O'Reilly F J, Mielkejr P W. Asymptotic normality of MRPP statistics from invariance principles of u-statistics[J]. Communications in Statistics-Theory and Methods, 1980, 9(6): 629-637.
- [48] Segata N, Izard J, Waldron L, et al. Metagenomic biomarker discovery and explanation[J]. Genome Biology 2011, 12(6): R60.
- [49] 陈一铭, 顾泽茂, 李莉娟, 等. 白斑综合征病毒感染对克氏原螯虾肠道菌群的影响[J]. 华中农业大学学报, 2020, 39(2): 40-46.
- [50] 姚丽, 陈明杰. 云南羊肚菌生长土壤真菌群落结构分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [51] 刘世鹏, 江林春, 韦洁敏, 等. 金银花根际土壤真菌群落多样性及其土壤影响因子研究[J]. 陕西林业科技, 2021, 49(1): 18.
- [52] 张婷, 黄香媛, 徐岩岩, 等. 羊肚菌菌基土壤微生物群落结构和多样性研究[J]. 河北农业大学学报, 2018, 41(6): 38-57.
- [53] 沈洪, 潘迎捷, 陈明杰. 云南羊肚菌分类及其生长土壤微生物群落结构分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [54] 单鸿宾, 梁智, 王纯利. 棉田连作对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(1): 113-117.
- [55] 乔蓬蕾, 吴凤芝, 周新刚. 连作对作物根际土壤微生物菌群及酶活性影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2013, 44(5): 524-530.
- [56] 王飞, 李世贵, 徐凤花. 连作障碍发生机制研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013(5): 6-13.
- [57] 郑亚萍, 王才斌, 黄顺之. 花生连作障碍及其缓解措施研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(3): 384-388.
- [58] 邹莉, 袁晓颖, 李玲. 连作对大豆根部土壤微生物的影响研究[J]. 微生物学杂志, 2005, 25(2): 27-30.
- [59] 赵官成, 梁健, 淡静雅. 土壤微生物与植物关系研究进展[J]. 西南林业大学学报, 2011, 31(1): 83-87.
- [60] 吕杨兰. 竹荪连作障碍成因分析[D]. 福州: 福建农林大学, 2012.

冯新, 高敏霞, 赖瑞联, 陈义挺. 猕猴桃铁超氧化物歧化酶基因克隆与表达特性 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 12-17.

FENG Xin, GAO Min-xia, LAI Rui-lian, CHEN Yi-ting. Cloning of the Iron Superoxide Dismutase Gene from *Actinidia Chinensis* and Its Expression Analysis [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 12-17.

猕猴桃铁超氧化物歧化酶基因克隆与表达特性



冯 新^{1, 2}, 高敏霞^{1, 2}, 赖瑞联¹, 陈义挺^{1, 2*}

(¹ 福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013;

² 福建省落叶果树工程技术研究中心, 福建 福州 350013)

摘 要: 为了解猕猴桃铁超氧化物歧化酶基因的序列特征及其在果实采后的表达特性, 采用 RT-PCR 进行基因克隆并利用 qRT-PCR 分析其在不同贮藏温度和激素处理后的表达特征。结果显示, *AdFSD1* 的开放阅读框为 915 bp, 编码 304 个氨基酸, GenBank 登录号为 KY471360, 其基因组包含 9 个外显子和 8 个内含子, 在进化树中与茶树 *Fe-SOD* 的亲缘关系最近。定量结果表明, *AdFSD1* 在根部组织的表达量最大。果实中 *AdFSD1* 基因在低温贮藏后下调表达。采后脱落酸处理诱导 *AdFSD1* 的表达, 但赤霉素处理抑制 *AdFSD1* 的表达。研究结果为后续探究超氧化物歧化酶与猕猴桃果实采后品质的关系奠定基础。

关键词: 猕猴桃; 铁超氧化物歧化酶; 基因克隆; 表达分析

中图分类号: S663.4

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0012-06

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.002

Cloning of the Iron Superoxide Dismutase Gene from *Actinidia Chinensis* and Its Expression Analysis

FENG Xin^{1, 2}, GAO Min-xia^{1, 2}, LAI Rui-lian¹, CHEN Yi-ting^{1, 2*}

(¹ Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China,

² Research Centre for Engineering Technology of Fujian Deciduous Fruits, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: To investigate the sequence characteristics of the iron superoxide dismutase from *Actinidia chinensis* and its postharvest expression patterns, RT-PCR was used for gene cloning and qRT-PCR was used to analyze its expression patterns after storage at different temperatures and treatments with hormones. The results showed that the open reading frame of *AdFSD1* was 915 bp, encoding 304 amino acids, and the GenBank accession number was KY471360. Its genome contained 9 exons and 8 introns. *AdFSD1* had the closest relationship with *Fe-SOD* of *Camellia sinensis* in the phylogenetic tree. Quantitative results showed that *AdFSD1* had the largest expression

收稿日期: 2021-10-11

基金项目: 福建省自然科学基金 (2018J05051); 福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2018R1013-2); 福建省农业科学院科技创新团队建设 (CXTD2021009-2); “十四五”福建省种业创新与产业化工程 (zyxny2021010); 福建省人民政府与中国农业科学院农业高质量发展超越“5511”协同创新工程 (XTCXGC2021006)

作者简介: * 为通讯作者, 陈义挺 (1972-), 男, 副研究员, 博士, 主要从事果树种质资源与品质调控研究, E-mail: chyiting@163.com。冯新 (1986-), 女, 助理研究员, 博士, 主要从事果树分子生物学与品质调控研究, E-mail: fengxin1506@163.com

level in root tissues. The expression of *AdFSD1* gene in fruits was down-regulated after storage at low temperature. Postharvest treatment with abscisic acid induced the expression of *AdFSD1*, but treatment with gibberellin inhibited the expression of *AdFSD1*. These results laid the foundation for the subsequent exploration of the relationship between superoxide dismutase and the postharvest quality of kiwifruit.

Key words: *Actinidia chinensis*; Iron-superoxide dismutase; Gene cloning; Expression analysis

植物在正常生长发育的代谢过程中, 如呼吸作用和光合作用, 通常伴随活性氧的产生^[1]。在生理浓度内, 活性氧作为信号分子参与调控细胞的生长和程序性死亡等过程; 当浓度过高或过低时, 往往造成细胞的氧化伤害^[2]。超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 是植物活性氧清除酶系统的第 1 道防线, 主要负责清除超氧阴离子自由基, 保护细胞免受氧化损伤^[1]。植物 SOD 根据其活性中心金属辅基的差异, 分为铁超氧化物歧化酶 (Fe-SOD)、锰超氧化物歧化酶 (Mn-SOD) 和铜锌超氧化物歧化酶 (Cu/Zn-SOD)。Fe-SOD 作为 SOD 家族的重要一员, 其基因序列已陆续从拟南芥、小麦和香蕉等多种植物中分离^[3-5]。研究表明, 拟南芥中 *AtFSD2* 或 *AtFSD3* 表达的缺失会损害生长并导致叶片白化^[3]。小麦幼苗叶片中 *Fe-SOD* 基因的表达量在盐胁迫 1~6 h 后显著上调^[4]。福州野生蕉的 *MuFSD1A* 基因受低温诱导表达, 且表达量随着温度的降低而显著地增加, 而 *MuFSD1B* 基因则受低温抑制表达^[5]。说明 *Fe-SOD* 在植物的生长发育与衰老及抗逆过程中发挥重要作用。

猕猴桃因具有独特的风味和高含量的维生素 C 而受到消费者的广泛关注, 已成为重要的经济水果。猕猴桃果实通常在生理成熟时采收, 采后需后熟方可食用, 但采后不耐贮的特点, 成为制约猕猴桃产业发展的重要因素^[6]。已有研究表明, 果实采后的衰老与细胞内活性氧积累密切相关^[7], 且猕猴桃果实在采后的 SOD 酶活性变化显著^[8], 但相关 *Fe-SOD* 基因及其在猕猴桃采后的表达特性未见报道。鉴于此, 本研究以 ‘米良 1 号’ 猕猴桃为试材, 克隆 *Fe-SOD* 基因 (*AdFSD1*), 并分析其在采后不同贮藏温度和激素处理后的表达特

性, 为研究 SOD 与猕猴桃采后品质的关系奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试 ‘米良 1 号’ 猕猴桃 (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* ‘Miliang-1’) 种植于福建省农业科学院果树研究所建宁基地, 2019 年采集根部、茎、叶片、花瓣、幼果 (花后 16 d) 和成熟果 (花后 160 d), 经液氮速冻后, 于 -80℃ 条件下保存, 重复 3 次。

参照项目组前期的方法^[9], 以大小均匀的成熟果为材料, 分别进行 25℃ 和 4℃ 贮藏处理, 并在处理后 1、3、5、7、9 和 11 d 取果肉冻存。成熟果实经 50 mg · L⁻¹ 脱落酸 (ABA) 浸泡 2 min 后贮藏于 25℃, 并在贮藏的 1、3、5、7 和 9 d 取果肉冻存; 成熟果实经 50 mg · L⁻¹ 赤霉素 (GA₃) 浸泡 2 min 后贮藏于 25℃, 并在贮藏的 1、3、5、7、9 和 11 d 取果肉冻存。每个处理重复 3 次。

1.2 方法

1.2.1 cDNA 合成与基因克隆

根据 RNAprep Pure Plant kit 说明书提取猕猴桃各组织的总 RNA。质量合格的 RNA 经 SMARTTM RACE cDNA Amplification kit 反转录为 cDNA, 用于基因克隆; 经 *TransScript*[®] one-stepg DNA Removal and cDNA Synthesis SuperMix 反转录为 cDNA, 用于基因表达分析。

根据 ‘红阳’ 猕猴桃基因组数据库^[10] 中注释为铁超氧化物歧化酶的序列 (基因号为 Achn319351) 设计基因克隆引物 FSD-F 和 FSD-R (FSD-F: 5′ - CCCACATCCAGAATTTTCAGAT-3′, FSD-R: 5′ - ATAGGAACAAAAATGAAGATGGC-3′)。基因克隆

程序为: 94℃预变性 3 min; 之后在 94℃变性 30 s、51.5℃退火 30 s 和 72℃延伸 1 min 后循环 34 次; 最后 72℃继续延伸 7 min。

1.2.2 基因序列特征分析

在 NCBI 数据库进行基因序列的同源性、保守结构域分析。通过在线数据库和软件 ExPASy、ProtComp v9.0、ChloroP 1.1、NetPhos 3.1、SOPMA 分析基因编码蛋白的理化特性、在亚细胞中的定位、叶绿体转运肽、磷酸化情况和二级结构。通过 MEGA 软件绘制猕猴桃与其他植物铁超氧化物歧化酶的分子进化树。利用 GSDS 2.0 绘制猕猴桃铁超氧化物歧化酶的基因结构图。

1.2.3 实时荧光定量 PCR

根据克隆得到的猕猴桃 *AdFSD1* 序列设计实时荧光定量 PCR 引物 FSD-qF 和 FSD-qR (FSD-qF: 5' -TATCCTCTGAATGCTTTGGAACC-3', FSD-qR: 5' -AGCAACGATTATGTCTTCTAAGGC-3')。根据 TransStart® Top Green qPCR SuperMix 说明书配置 SYBR 反应液, 荧光定量扩增反应程序为: 94℃预变性 30 s; 94℃变性 5 s, 55℃退火 10 s, 72℃延伸 20 s, 40 个循环; 最后经 94℃ 15 s、60℃ 15 s、94℃ 15 s 反应后分析溶解曲线。以 *Actin* 作为参照基因^[11], 采用 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 公式计算 *AdFSD1* 的表达量。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃 *AdFSD1* 基因的获得

以 FSD-F 和 FSD-R 为引物、‘米良 1 号’果肉 cDNA 为模板, 经 RT-PCR 扩增到 1 条长度为 994 bp 的特异条带 (图 1), 测序结果在 NCBI 数据进行同源性检索, 结果显示它与茶树 (*Camellia sinensis*, KP981412.1)、油柿 (*Diospyros oleifera*, JQ797750.1)、桃 (*Prunus persica*, JQ794791.1)、文冠果 (*Xanthoceras sorbifolium*, MG322610.1) 和白桦 (*Betula platyphylla*, KJ452331.1) 的 *Fe-SOD* 基因的同源性分别为 88.89%、87.43%、82.14%、81.23% 和 80.27%, 说明获得的序列为猕猴桃铁

超氧化物歧化酶基因, 命名为 *AdFSD1*。编码框分析显示, *AdFSD1* 的开放阅读框为 915 bp, 编码 304 个氨基酸, 提交 GenBank, 获得登录号为 KY471360。

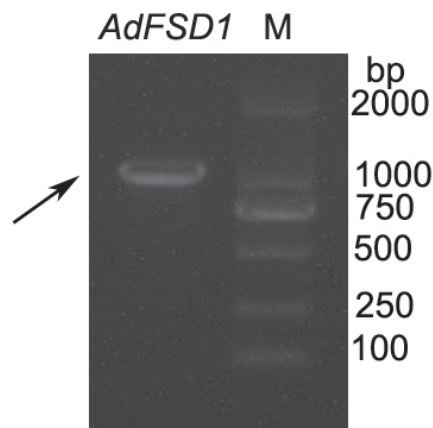


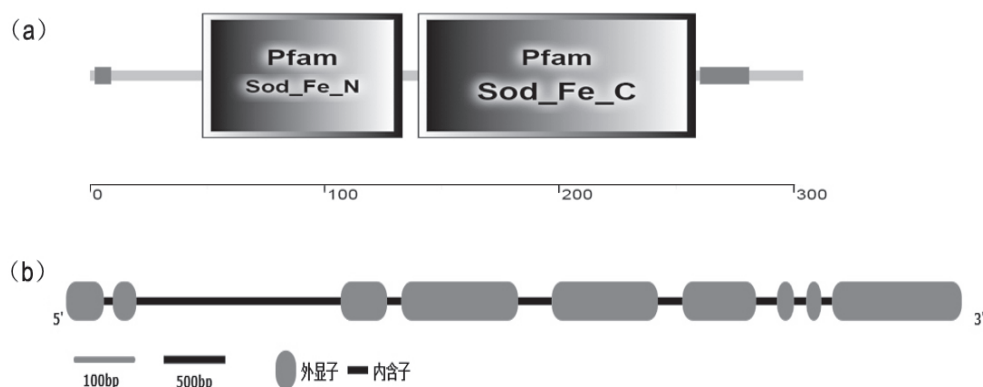
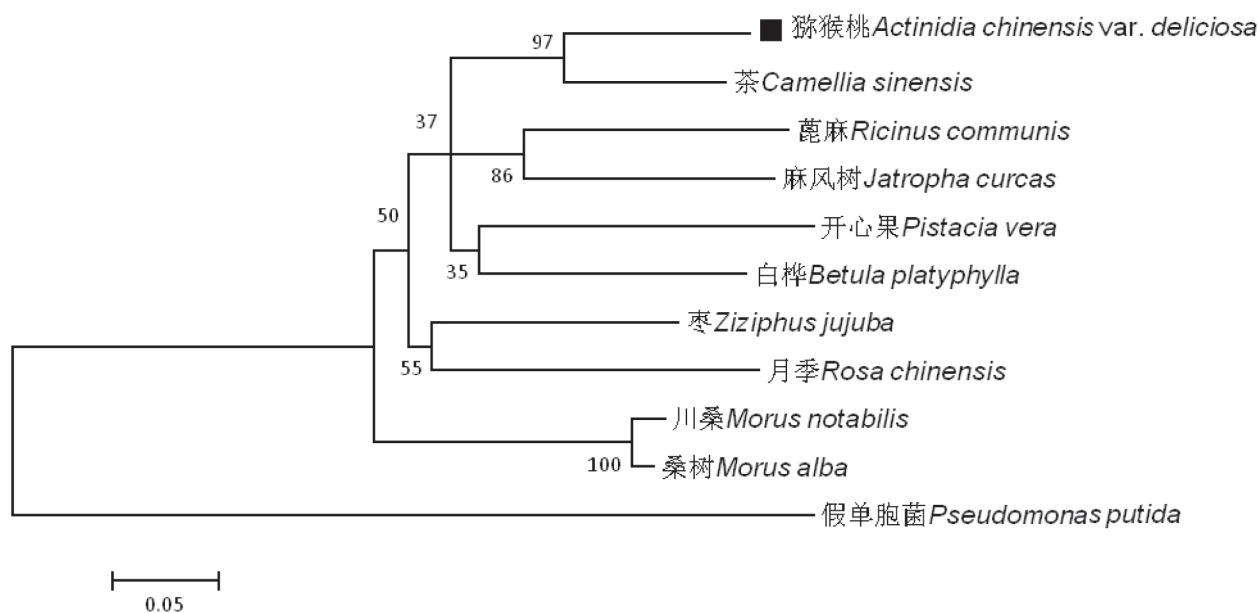
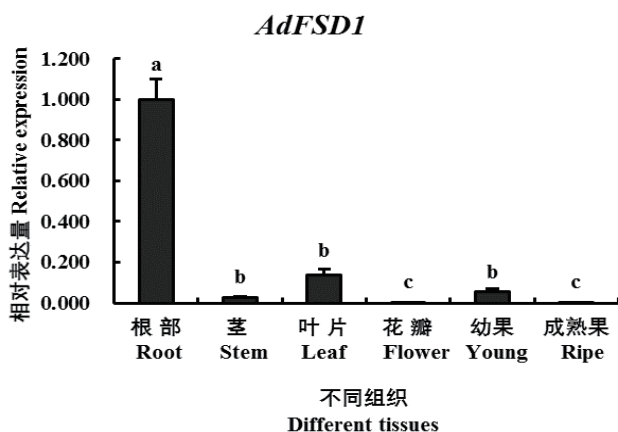
图 1 *AdFSD1* 的扩增产物

2.2 *AdFSD1* 的生物信息学分析

生物信息分析结果显示, *AdFSD1* 编码蛋白的分子量为 34 379.89 Da, 理论等电点为 5.45, 不稳定系数为 42.99, 总平均亲水性值为 -0.554, 说明 *AdFSD1* 属于酸性蛋白, 具亲水性和不稳定性。SMART 结构域分析显示, *AdFSD1* 拥有 2 个保守结构域 Sod_Fe_N 和 Sod_Fe_C (图 2a)。进一步亚细胞定位分析表明, *AdFSD1* 定位于叶绿体的可能性最大, 综合分值为 9.61, 这与 ChloroP 1.1 分析显示 *AdFSD1* 的 N 端含有 35 个氨基酸的叶绿体转运肽相符。*AdFSD1* 肽链上均匀分布着 25 个磷酸化位点, 其中 13 个为丝氨酸磷酸化位点、9 个为苏氨酸磷酸化位点、3 个为酪氨酸磷酸化位点。*AdFSD1* 蛋白的二级结构包含 α -螺旋 (占 49.01%)、 β -折叠 (占 5.26%)、延伸链 (占 11.84%) 和自由卷曲 (占 33.88%)。基因结构如图 2b 所示, *AdFSD1* 开放阅读框的基因组由 9 个外显子和 8 个内含子组成。以假单胞菌的 *Fe-SOD* 作为外类群, 构建分子进化树如图 3 所示, 猕猴桃 *AdFSD1* 与茶树 *Fe-SOD* 的亲缘关系最近。

2.3 *AdFSD1* 的表达特性分析

不同组织部位的定量表达分析结果如图 4 所

图 2 *AdFSD1* 的保守结构域和基因结构图 3 *AdFSD1* 的分子进化树图 4 *AdFSD1* 在不同组织的表达

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下图同。

示, *AdFSD1* 基因在根部组织的表达量最大, 在叶片组织、幼果组织和茎组织的表达量次之, 而在花瓣和成熟果实中表达最低。

不同处理后猕猴桃果实 *AdFSD1* 的表达模式如图 5 所示, *AdFSD1* 的表达量在 25℃ 贮藏前 3 d 下调, 进入 5 d 时上调, 7 d 达到峰值 (为 0 d 的 6.59 倍), 之后下调; 而在 4℃ 贮藏过程的表达量均维持在较低水平, 说明低温抑制 *AdFSD1* 的表达。猕猴桃 *AdFSD1* 果实在 ABA 处理后贮藏的第 5 d 和 7 d 时显著上调表达, 而在 GA_3 处理后呈下调表达。

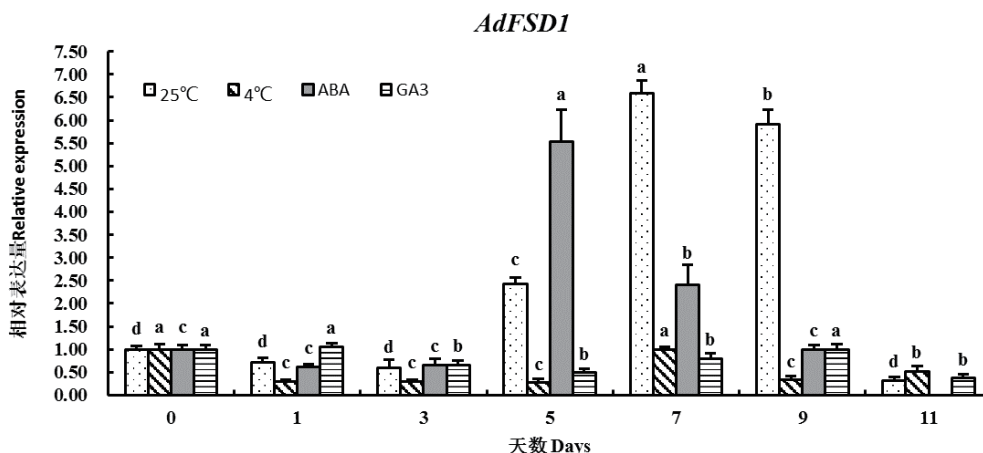


图 5 猕猴桃果实 *AdFSD1* 在采后不同处理的表达

3 讨论

3.1 猕猴桃 *AdFSD1* 具有植物 *Fe-SOD* 的基本特征

植物不同物种拥有 *Fe-SOD* 基因的数量存在差异,如巴尔干苜蓿仅有 1 个 *Fe-SOD* 基因^[12],丹参有 2 个 *Fe-SOD* 基因^[13],拟南芥有 3 个 *Fe-SOD* 基因^[3]。本研究从猕猴桃中克隆到 1 个 *Fe-SOD* 基因 (*AdFSD1*),它包含 2 个保守结构域 Sod_Fe_N 和 Sod_Fe_C,这与板栗等植物的 *Fe-SOD* 的结构域^[14]相同,推测 *AdFSD1* 具有植物 *Fe-SOD* 的基本功能。福州野生蕉中 *MuFSD1A* 的基因组具有 8 个外显子,而 *MuFSD1B* 具有 9 个外显子^[5];本研究获得的 *AdFSD1* 与 *MuFSD1B* 一样拥有 9 个外显子和 8 个内含子。*AdFSD1* 在系统进化中与茶树 *Fe-SOD* 的亲缘关系最近,这与 Wei 等^[15]从全基因组水平揭示了茶树与猕猴桃起源于约 8000 万年前的共同原始祖先相符。

3.2 *AdFSD1* 参与猕猴桃果实采后贮藏过程的品质变化

项目组前期研究发现,猕猴桃果实在室温贮藏时的硬度下降快速,而在低温贮藏时下降缓慢^[16];陈金印^[17]对猕猴桃果实在室温贮藏时的 SOD 酶活性研究表明,室温条件的 SOD 酶活性上升迅速且峰值大,而低温条件下的 SOD 酶活性上升缓慢且峰值较小;推测 SOD 参与猕猴桃果实采后贮藏期间的品质形成。转录水平的研究亦发现,

与室温贮藏相比,猕猴桃果实中 *Cu/Zn-SOD* 基因 (*AdCSD1* 和 *AdCSD2*) 在低温贮藏后的表达量下降^[9],同样的,本研究发现猕猴桃果实的 *Fe-SOD* (*AdFSD1*) 基因在低温贮藏后也下调表达,这与猕猴桃 SOD 酶活性在低温贮藏后维持在较低水平相符,推测 *AdFSD1* 可能与 *Cu/Zn-SOD* 等基因协同作用参与不同贮藏条件下 SOD 酶活性变化,进而影响果实在采后的软化与衰老。小麦 *Fe-SOD* 基因在 ABA 胁迫后上调表达^[4],类似地,猕猴桃 *AdFSD1* 在果实经 ABA 处理后的第 5 d 和 7 d 时显著上调表达,这可能与 ABA 促进猕猴桃果实软化^[11]进而产生过多活性氧有关。

参考文献:

- [1] 魏婧,徐畅,李可欣,等.超氧化物歧化酶的研究进展与植物抗逆性[J].植物生理学报,2020,56(12):2571-2584.
- [2] Waszczak C, Carmody M, Kangasjärvi J. Reactive oxygen species in plant signaling[J]. Annual review of plant biology, 2018(69):209-236.
- [3] Gallie D R, Chen Z. Chloroplast-localized iron superoxide dismutases FSD2 and FSD3 are functionally distinct in Arabidopsis[J]. PLoS ONE, 2019, 14(7): e0220078.
- [4] 李钰,郑文寅,冯春,等.非生物逆境胁迫下普通小麦烟农 19 幼苗 FeSOD 基因表达分析[J].作

- 物杂志, 2016 (4): 75–79.
- [5] 冯新, 徐蕾, 赖恭梯, 等. 福州野生蕉 FeSOD 家族基因的克隆及在低温胁迫下的表达分析 [J]. 西北植物学报, 2015, 35 (5): 853–864.
- [6] 黄文俊, 钟彩虹. 猕猴桃果实采后生理研究进展 [J]. 植物科学学报, 2017, 35 (4): 622–630.
- [7] 王馨, 胡文忠, 陈晨, 等. 活性氧在果蔬采后成熟衰老过程中的作用及几种气体处理对其影响的研究进展 [J]. 食品工业科技, 2017, 38 (5): 375–379.
- [8] 吕均良, 陈昆松, 张上隆. 猕猴桃果实后熟过程中乙烯生成和超氧化物歧化酶及过氧化物酶的活性变化 [J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19 (2): 135–138.
- [9] 冯新, 赖瑞联, 高敏霞, 等. 猕猴桃 Cu/ZnSOD 的克隆及其在果实贮藏中的表达分析 [J]. 果树学报, 2019, 36 (8): 980–991.
- [10] Huang S, Ding J, Deng D, et al. Draft genome of the kiwifruit *Actinidia chinensis* [J]. Nature communications, 2013 (4): 2640.
- [11] Chen Y, Cheng C, Feng X, et al. Integrated analysis of lncRNA and mRNA transcriptomes reveals the potential regulatory role of lncRNA in kiwifruit ripening and softening [J]. Scientific reports, 2021, 11 (1): 1671.
- [12] APOSTOLOVA E, RASHKOVA M, ANACHKOV N, et al. Molecular cloning and characterization of cDNAs of the superoxide dismutase gene family in the resurrection plant *Haberlea rhodopensis* [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2012, 55: 85–92.
- [13] Han L M, Hua W P, Cao X Y, et al. Genome-wide identification and expression analysis of the superoxide dismutase (SOD) gene family in *Salvia miltiorrhiza* [J]. Gene, 2020, 742: 144603.
- [14] 韩珊, 刘裕峰, 朱天辉, 等. 板栗铁型超氧化物歧化酶基因 (CmFeSOD) 的克隆及原核表达 [J]. 西北农业学报, 2019, 28 (6): 935–944.
- [15] Wei C, Yang H, Wang S, et al. Draft genome sequence of *Camellia sinensis* var. *sinensis* provide insights into the evolution of the tea genome and tea quality [J]. Proceedings of the national academy of sciences of the united states, 2018, 115 (18): E4151–E4158.
- [16] 陈义挺, 赖瑞联, 程春振, 等. 猕猴桃果实软化过程中 AcPG 基因的克隆与表达 [J]. 农业生物技术学报, 2017, 25 (2): 205–213.
- [17] 陈金印. 美味猕猴桃 ‘金魁’ 果实后熟软化机理及其调控技术研究 [D]. 湖南农业大学学报, 2004.

(责任编辑: 许玲)

袁升浩, 周广进, 李真琴, 洪克前, 宋康华, 梁永康, 王俊宁. PE 袋包装对火龙果采后呼吸和活性氧代谢的影响 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1): 18–25.

YUAN Sheng-hao, ZHOU Guang-jin, LI Zhen-qin, HONG Ke-qian, SONG Kang-hua, LIANG Yong-kang, WANG Jun-ning. Effects of Polythene Film Bag Packaging on Postharvest Respiration and Active Oxygen Metabolism in Dragon Fruit [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1): 18–25.

PE 袋包装对火龙果采后呼吸和活性氧代谢的影响



袁升浩¹, 周广进¹, 李真琴¹, 洪克前², 宋康华², 梁永康¹, 王俊宁^{1*}

(¹广东海洋大学滨海农业学院, 广东 湛江 524088; ²中国热带农业科学院南亚热带作物研究所海南省热带园艺产品采后生理与保鲜重点实验室, 广东 湛江 524091)

摘要: 为探讨 PE 薄膜袋包装对火龙果常温 (22 ± 1) °C 保鲜效果的影响, 本研究以 ‘金都一号’ 火龙果为试验对象, 分别采用 0.05、0.08、0.16 mm 等 3 种厚度的 PE 薄膜袋包装, 测定了不同包装处理对火龙果常温贮藏过程中呼吸速率、失水率、腐烂率和活性氧代谢的变化。结果表明: 常温下, 3 种厚度的 PE 袋包装均可有效地减少火龙果贮藏期间的水分蒸发和抑制果实的呼吸作用和 ADH 酶活性, 其中 0.05 mm 袋效果最好。常温下, 0.05 mm PE 袋包装可有效地减少火龙果采后水分的蒸发, 抑制呼吸作用, 贮藏前期通过降低果实中的 LOX 酶活性来减少体内活性氧的产生, 贮藏后期通过提高 POD 酶活性来及时清除活性氧的积累, 从而有效地控制果实采后的膜脂过氧化作用, 达到维持果实鲜度的作用。

关键词: 火龙果; PE 薄膜; 包装; 呼吸强度; 活性氧代谢

中图分类号: S667.9

文献标识码: A

文章编号: 2095–5774 (2022) 01–0018–08

DOI: 10.20023/j.cnki.2095–5774.2022.01.003

Effects of Polythene Film Bag Packaging on Postharvest Respiration and Active Oxygen Metabolism in Dragon Fruit

YUAN Sheng-hao¹, ZHOU Guang-jin¹, LI Zhen-qin¹, HONG Ke-qian², SONG Kang-hua²,
LIANG Yong-kang¹, WANG Jun-ning^{1*}

(¹College of Coastal Agricultural Sciences, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088, China;

²Hainan Provincial Key Laboratory for Postharvest Physiology and Technology of Tropical Horticultural Products, South Subtropical Crops Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Zhanjiang, Guangdong 524091, China)

Abstract: The work aims to investigate the influence of PE film bag packaging on the fresh-keeping effect of dragon fruit at room temperature (22 ± 1) °C. Red-flesh dragon fruit ‘Jindu No.1’ was used as the test materials.

收稿日期: 2021–09–24

基金项目: 广东海洋大学大学生创新训练项目 (CQ201610566059); 园艺和园林专业实践技能型农林人才培养模式改革试点资助项目 (GDOU2014041208); 国家级农科教合作人才培养基地资助项目 (GDOU2013040301)

作者简介: * 为通讯作者, 王俊宁 (1978–), 女, 教授, 博士, 主要从事果蔬采后生理与分子生物学研究, E-mail: wangjunningb@126.com。袁升浩 (1995–), 男, 主要从事园艺产品采后保鲜研究, E-mail: 1065792736@qq.com

The dragon fruits were packaged by PE film bags with three different thicknesses (0.05 mm, 0.08 mm and 0.16 mm). The effects of different packaging treatments on the respiration rate, water loss rate, decay rate and active oxygen metabolism of dragon fruit during storage at room temperature were studied. Compared with the control, PE bags with three different thicknesses could effectively reduce water evaporation and inhibit fruit respiration and ADH enzyme activity during storage of dragon fruit at room temperature. Among them, the 0.05 mm PE bag had the best effect. At room temperature, 0.05 mm PE bag packaging could effectively reduce the water evaporation of red dragon fruit, and inhibited respiration. In order to effectively control the membrane lipid peroxidation and achieve the effect of maintaining fruit freshness, 0.05 mm PE reduced the production of active oxygen by reducing the LOX enzyme activity during the early storage period and cleared the accumulation of active oxygen by improving the activity of POD enzyme activity in the later storage period.

Key words: Dragon fruit; Polyethylene film; Package; Respiration rate; Active oxygen metabolism

火龙果是一种低热量和高纤维的水果,能有效降血压、降血脂、润肺、明目,对便秘和糖尿病有辅助治疗的作用^[1],目前我国台湾、海南、广东、广西、云南、贵州等地均有较大面积种植^[2]。火龙果果实成熟于夏秋高温多雨季节,采后代谢旺盛,常温下贮藏极易失水和腐烂。王彬等^[3]发现,常温下火龙果贮藏3 d鳞片出现黄化、萎蔫现象,贮藏7 d失重率达5.14%,果皮出现明显皱缩现象,且鳞片萎蔫严重。火龙果的采后失水萎蔫和腐烂,不仅给农民带来巨大的经济损失,还给贮藏保鲜带来很大的难题,因此,对火龙果保鲜方法进行研究极为重要。

薄膜包装贮藏又称为自发气调包装(modified atmosphere packaging, MAP),是一种常用有效的采后保鲜处理手段,它是利用果实自身呼吸的特点及薄膜的选择性气体渗透改变袋内气体比例,实现低O₂和高CO₂的袋内微环境,从而降低果实呼吸速率,有效抑制乙烯释放、延缓果实软化和成熟衰老等,达到延长贮藏寿命的目的^[4-9];同时能在袋内产生高湿环境,降低水分损失^[10],进而提高水果贮藏保鲜期和货架期;另外包装材料方便易得、操作简便、无毒害、成本低,还可防止果实交叉感染,具有广泛的市场应用基础和优势。目前,在苹果^[10]、梨^[8, 11]、桃^[12]、油桃^[5, 13]、李^[6, 8]、香蕉^[14]、樱桃番茄^[9]和红毛丹^[15]等多种果实上应用并取得了良好的贮藏效果。如用20 μm厚聚乙烯膜和低密度聚乙烯膜包装“千禧”

樱桃番茄,可在袋内形成高浓度CO₂和低浓度O₂的气体环境,抑制了果实的呼吸作用和腐烂,减缓了果实和果蒂的失水、变色^[9]。低温(4±0.5)℃下,0.01 mm聚乙烯薄膜包装能有效地抑制“净皮甜”石榴果实的呼吸作用,降低果实失重率和腐烂率^[16]。0℃条件下,30 μm薄膜包装能够保持冬枣较好的硬度,减少乙醇累积和腐烂的发生^[17]。

MAP包装技术的成功应用关键在于袋内气体渗透平衡时果实能进行正常有氧呼吸,不发生CO₂伤害^[18],但不同包装材料对气体的选择渗透特性不同,不同果实的呼吸特性和贮藏特性亦有所差异,所以针对不同种类和品种的果实需要挑选合适的薄膜包装材料。目前,对火龙果的保鲜研究主要在活性氧代谢^[19]、复合涂膜^[20-21]和低温贮藏^[22]等方面,但有关薄膜包装在火龙果上的研究应用还未见报道。因此,本试验以红肉火龙果为材料,探讨不同厚度的PE袋(0.05 mm、0.08 mm和0.16 mm)包装对火龙果采后果实失水率、腐烂率、呼吸强度和活性氧代谢的影响,以期火龙果采后自发气调包装的生产应用提供技术参考和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

供试火龙果为红肉品系‘金都一号’,于2016年6月29日早上10点钟前,采自湛江市麻章区遂溪县一火龙果园,果实成熟时采收,采后立

即送至实验室, (22 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 条件下预冷, 挑选大小一致 (单果重 500 g 左右)、无机械损伤和病虫害的健康果实为试验果, 先用 25% 乳油型咪鲜胺 1 000 倍液浸泡 2 min, 晾干后单层摆放在塑料篮中, 每篮 15 个果。然后将果实分成 4 组, 其中 1 组不做任何处理 (对照组, CK), 其他 3 组分别用 0.05 mm、0.08 mm 和 0.16 mm 等 3 种不同厚度的 PE 袋进行包装, 然后置于 (22 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行贮藏。贮藏第 0、2、4、6、8 d 取样, 每次随机取 5 个果, 然后将果皮与果肉分开, 用四分法取果肉, 于 -80°C 冰箱里保存备用。试验设 3 个重复, 每个重复 60 个果。

1.2 试验方法

果实腐烂是以火龙果表面出现霉斑或者水渍为根据, 判断其腐烂, 腐烂率 (%) = 腐烂果实数 $\div$ 果实总数 $\times 100\%$; 失水率 (%) = (采收时果重 - 取样时果重) $\div$ 采收时果重 $\times 100\%$; 呼吸强度用静置法^[23]测定, 以 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示; 超氧阴离子 ($\text{O}_2^{\cdot-}$) 含量用羟胺氧化法^[24]; H_2O_2 含量用四氯化钛法^[25], 以 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 表示; LOX 酶活性参考曹建康等^[23]测定方法, 以吸光度每分钟增加 0.01 为 1 个 LOX 酶活性单位 (U), 用 $\text{U} \cdot \text{g FW}^{-1}$ 表示; ADH 酶活性测定参考 Longhurst 等^[26], 以吸光度每分钟减少 1.0 为 1 个 ADH 酶活单位 (U), 用 $\text{U} \cdot \text{g FW}^{-1}$ 表示; 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性用氮蓝四唑法^[27], 用 $\text{U} \cdot \text{g FW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示; POD 酶活性测定参考 Polle 等^[28], 以 OD_{470} 每分钟增加 0.01 表示 1 个酶活力单位 (U), 以 $\text{U} \cdot \text{g FW}^{-1}$ 表示; CAT 酶活性测定参考 Torres 等^[29], 以 OD_{240} 每分钟减少 0.01 表示 1 个酶活力单位 (U), 以 $\text{U} \cdot \text{g FW}^{-1}$ 表示。

1.3 数据处理方法

采用 DPS 软件进行数据整理与分析; 用 Duncan 新复极差法进行多重差异比较, 显著性水平: 显著 ($P < 0.05$), 用小写字母表示; 极显著 ($P < 0.01$), 用大写字母表示。

2 结果与分析

2.1 PE 袋包装对火龙果失水率的影响

如图 1 所示, 火龙果贮藏期间失水率不断增加, 对照果于贮藏第 8 d 结束时失水率高达 13.19%, 日均失水率为 1.67%, 此时部分表皮已严重皱缩, 果实失鲜严重。3 种 PE 袋包装的失水率差异不显著, 但极显著低于对照果。表明 PE 袋包装有效抑制了火龙果水分散失, 维持了果实的新鲜度。

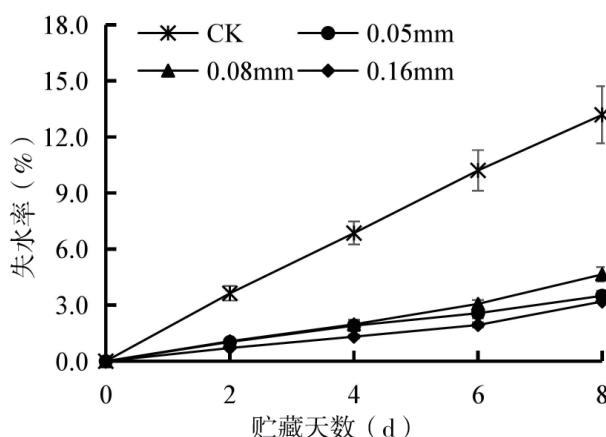


图 1 PE 袋包装对火龙果失水率的影响

2.2 PE 袋包装对火龙果腐烂率的影响

果实腐烂率是判断采后贮藏效果的主要表现指标。由图 2 可知, 贮藏前 2 d 均未有腐烂现象, 从第 4 d 起都开始出现腐烂现象, 且随着时间延长, 腐烂率不断增加。PE 袋越厚, 果实腐烂率越高, 其中 0.16 mm PE 袋的腐烂率最高, 其次是 0.08 mm 袋, 0.05 mm 袋和对照差异性不大。

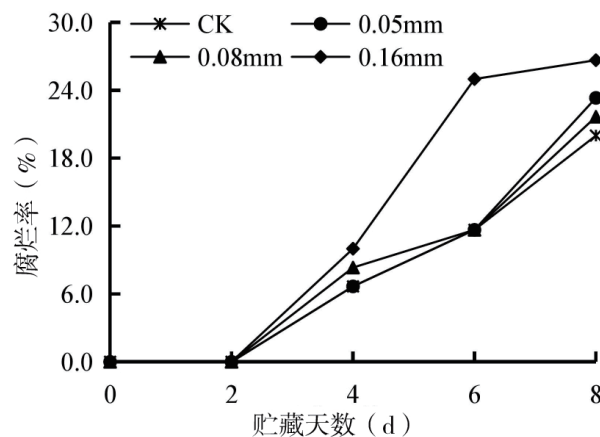


图 2 PE 袋包装对火龙果腐烂率的影响

2.3 PE 袋包装对火龙果呼吸强度的影响

火龙果属于非跃变型果实, 常温下果实的呼吸强度整体呈不断下降的趋势(图3)。贮藏8 d后, 呼吸强度从采收时的 $21.14 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 下降到 $12.41 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 日均下降 $1.09 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。PE 袋包装处理极显著降低了贮藏第2~4 d 的呼吸强度, 其中在第4 d, 0.05 mm 袋的果实呼吸强度最低 ($12.78 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), 随后各处理的呼吸强度略有上升或变化不大。

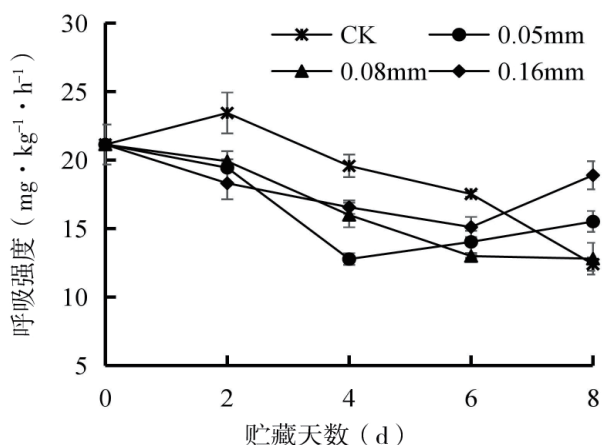


图3 PE 袋包装对火龙果呼吸强度的影响

2.4 PE 袋包装对火龙果 ADH 酶活性的影响

如图4所示, 火龙果采后 ADH 酶活性迅速下降, 于第6 d 下降到最低 $0.27 \text{ Ug FW}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 之后略有上升。PE 袋包装加速了 ADH 酶活性的下降, 在贮藏第2~4 d 与对照果差异达到极显著水平, 其中0.05 mm 袋的 ADH 酶活性下降最快。

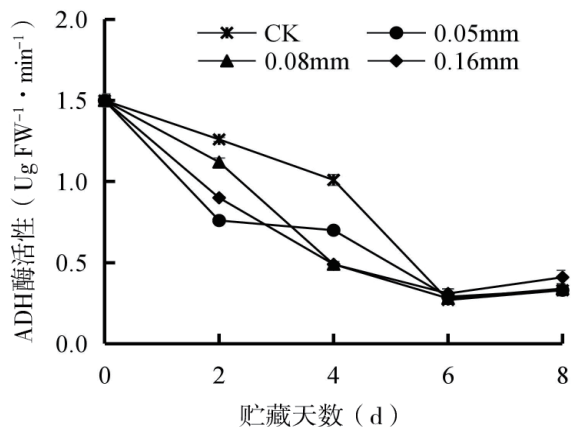


图4 PE 袋包装对火龙果 ADH 酶的影响

2.5 PE 袋包装对火龙果 O_2^- 含量的影响

由图5可知, 对照组的 O_2^- 含量在贮藏前4 d 变化不大, 随后迅速上升, 于第6 d 达到最大后开始下降。0.05 mm 和 0.08 mm 袋果的 O_2^- 含量在贮藏第2 d 有所下降, 随后开始增加, 也于第6 d 达到最大后开始下降; 0.16 mm 袋的在第2 d 略有增加后第4 d 后有所回落, 之后变化与其他处理相似。除第4 d 外, 0.05 mm 和 0.08 mm 袋极显著降低了果实的 O_2^- 含量, 在贮藏中后期(第6~8 d), 0.05 mm PE 袋包装果的 O_2^- 含量最低, 而对照组的最高。

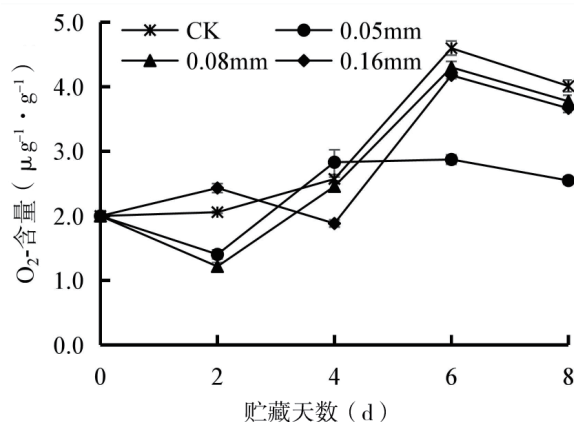


图5 PE 袋包装对火龙果 O_2^- 含量的影响

2.6 PE 袋包装对火龙果 H_2O_2 含量的影响

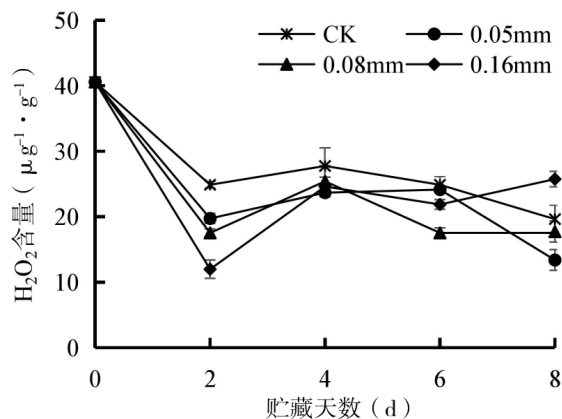


图6 PE 袋包装对火龙果 H_2O_2 含量的影响

火龙果采收时 H_2O_2 含量最大 $40.6 \mu \text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 前2 d 迅速下降, 随后缓慢变化(图6)。PE 袋包装降低前6 d 的 H_2O_2 含量, 在第2 d 达到极显著水

平,其中0.16 mm PE袋 H_2O_2 含量在贮藏第2 d最低,0.08 mm PE袋包装的 H_2O_2 含量在贮藏第6 d也极显著低于其他处理。在贮藏第8 d,0.16 mm PE袋包装的 H_2O_2 含量显著高于对照和其他处理。

2.7 PE袋包装对火龙果 SOD 酶活性的影响

如图7所示,火龙果SOD酶活性在贮藏第2 d出现1个小的活性峰后,于第4 d下降到最低 $26.43 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,之后又迅速上升直至最大 $96.20 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。各处理变化趋势与对照相似。显著性分析发现,0.05 mm袋极显著降低了贮藏第2~6 d的SOD酶活性;0.08 mm PE袋包装极显著降低了贮藏第4 d的SOD酶活性,但又提高了第6 d的SOD酶活性;0.16 mm袋对SOD活性无显著影响。

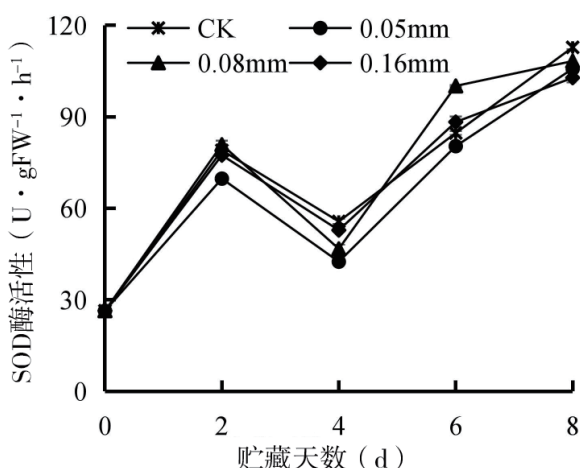


图7 PE袋包装对火龙果SOD酶活性的影响

2.8 PE袋包装对火龙果 POD 酶活性的影响

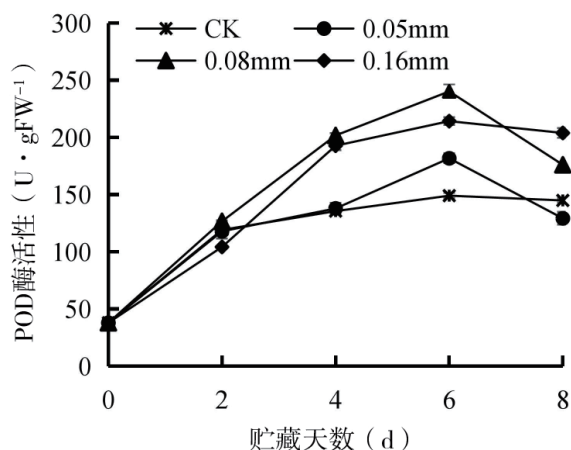


图8 PE袋包装对火龙果POD酶活性的影响

采收后火龙果的POD酶活性呈不断上升的变化趋势(图8),到贮藏8 d时,火龙果的POD酶活性从采收时的 $7.58 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 上升到 $48.95 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$,日平均上升 $5.17 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 。在贮藏前6 d,3个PE袋包装的POD酶活性也是不断上升,于第6 d达到最大后开始下降。0.08 mm、0.16 mm袋极显著提高了第4~6 d的POD酶活性,0.05 mm袋也极显著提高了第6 d的POD酶活性,其中0.08 mm袋的POD酶活性最大。

2.9 PE袋包装对火龙果 CAT 酶活性的影响

火龙果采后CAT酶活性呈现先升后降的变化趋势,于第2 d达到最大 $54.17 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$ (图9)。0.05 mm、0.16 mm袋的CAT酶活性变化趋势与对照相似,也于贮藏第2 d达到最大后开始下降,而0.08 mm袋的CAT酶活性则不断上升,于第6 d后开始下降。0.05 mm、0.08 mm袋显著降低了贮藏第2~4 d的CAT酶活性,在第2 d达到极显著水平,在贮藏第6 d,0.08 mm和0.16 mm袋的CAT酶活性极显著高于对照和0.05 mm袋,后两者差异不明显。

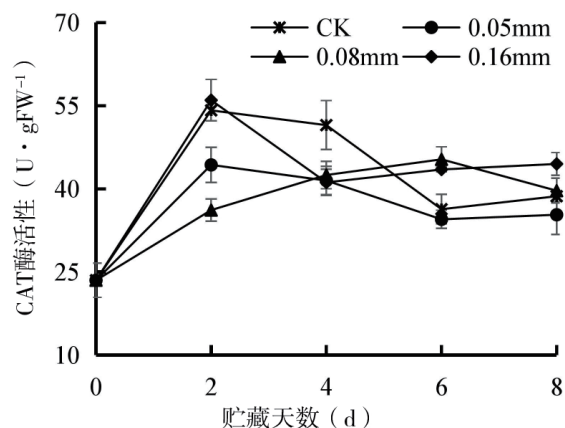


图9 PE袋对火龙果CAT酶活性的影响

2.10 PE袋包装对火龙果 LOX 酶活性的影响

火龙果LOX酶活性采后先迅速增加,于第2 d达到最大 $26.3 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 之后开始下降(图10)。0.05、0.08和0.16 mm 3种袋极显著降低了贮藏第2 d的LOX酶活性,并推迟了LOX酶活性高峰的到来,于第4 d达到最大,分别为 $18.8 \text{ U} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 、

26.3 U · gFW⁻¹ 和 24.9 U · gFW⁻¹, 其中 0.05 mm 袋的 LOX 酶活性最低。0.08 mm 和 0.16 mm 袋还显著提高了贮藏第 6 d 的 LOX 酶活性。

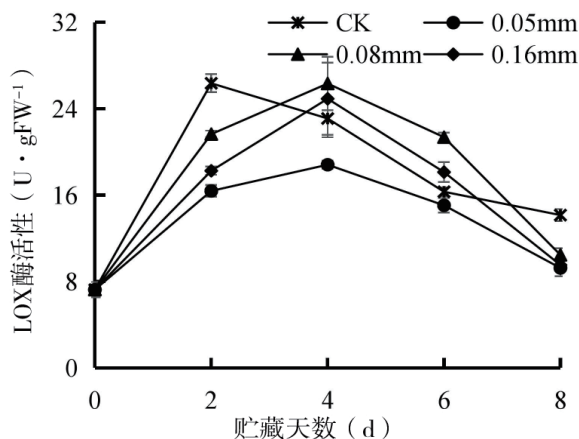


图 10 PE 袋对火龙果 LOX 酶活性的影响

3 讨论

薄膜包装是利用薄膜自身所具有的透气性和果实的呼吸作用, 经过一段时间的平衡后, 使其处于 1 个低 O₂、高 CO₂ 和高湿的微环境中, 从而抑制果实的呼吸、乙烯的生成和防止果实失水萎蔫, 达到延缓后熟衰老和保鲜的目的。0.04 mm PE 薄膜包装抑制了草莓的呼吸作用, 降低了果实贮藏过程的腐烂指数、失重率, 维持了果实的色泽和硬度^[30]。15 μm PE 薄膜包装处理能够降低‘大金星’山楂的呼吸强度, 延迟呼吸高峰的出现并降低其峰值^[31]。巴良杰等^[32]研究发现, PE40 包装能够有效地抑制火龙果贮藏期失重率、腐烂率、相对电导率的增加, 能较好地保持果实的品质。本研究发现, PE 袋包装极显著降低了火龙果贮藏过程中的呼吸强度, 减少果实贮藏过程中的水分蒸发, 降低了果实的失水率, 其中 0.05 mm PE 薄膜包装的效果最好, 这与前人^[9, 30-32]的研究结果相似。但 PE 袋包装增加了火龙果果实的腐烂, 薄膜袋越厚, 腐烂越严重, 这可能是套袋后常温下贮藏, 袋内形成高温高湿的环境, 利于病菌在果实上的大量繁殖。倘若 0.05 mm PE 袋包装结合低温贮藏, 效果可能更好, 有待于进一步研究。

ADH 酶是果蔬体内乙醇代谢的重要酶, 它与果实采后无氧呼吸代谢有关。当果实贮藏环境氧浓度较低时, 果实会发生无氧呼吸, 此时 ADH 酶活性较高, 果实代谢会产生较多的乙醇, 使果实具有酒精味。本研究发现, 不同厚度的 PE 袋包装处理, 降低了果实贮藏过程中 ADH 酶, 其中 0.05 mm PE 袋的 ADH 酶最低, 说明这 3 种厚度的 PE 袋包装并未造成火龙果贮藏过程中发生无氧呼吸, 且对乙醇代谢有一定的抑制作用。

果蔬的成熟衰老是一个十分复杂的过程, 正常情况下, 体内活性氧的产生和清除维持在一个动态平衡的状态, 随着果实成熟衰老, 活性氧大量积累并激发脂氧合酶基因的表达, 动态平衡被打破。不断积累的活性氧又会进一步破坏生物大分子如蛋白质、不饱和脂肪酸等, 发生膜脂过氧化作用, 造成细胞膜无法修复的损伤, 最终导致果实的衰老^[30]。LOX 在植物体内能专一催化含顺, 顺-1, 4-戊二烯结构的多元不饱和脂肪酸的加氧反应, 从而破坏细胞膜结构, 同时在底物自由基与分子氧反应形成过氧化自由基的反应过程中可能还伴随着 O₂ 转变成 O₂⁻ 自由基^[33-34]。而 POD、CAT、SOD、APX 等酶则是细胞内清除活性氧的主要酶类, 通过催化氧化还原反应来促进活性氧分解, 从而抵御活性氧产生的毒害作用^[35]。朱丽娅^[30]研究发现, 0.04 mm PE 薄膜包装提高了草莓 POD、CAT、APX 酶的活性, 抑制了 LOX 酶活性及 MDA 含量的上升。0.01 mm 聚乙烯薄膜包装能使‘先红一号’红椒组织具有较高的 APX、POD、CAT 和 SOD 活性, 利于其新鲜品质的保持^[36]。本研究发现, 0.05 mm PE 薄膜包装极显著抑制了贮藏过程中火龙果 LOX 酶活性的升高, 降低了贮藏早期和后期的 O₂⁻ 含量和早中期的 H₂O₂ 积累, 这与草莓^[30]、红椒^[36]上的研究结果一致。此外, 聚乙烯袋包装可以使草莓^[30]、红椒^[36]和石榴^[37]维持较高的 SOD 活性。本研究显示, 0.05 mm PE 薄膜包装极显著降低了贮藏第 2~6 d 的 SOD 酶活性和第 2 d 的 CAT 酶活性, 这与前人^[36-37]的研究

不同,这可能是因为 0.05 mm PE 薄膜包装降低了果实中 LOX 酶的活性,使活性氧的产生量减少,此时只需低活性的 SOD 和 CAT 酶就能及时清除,达到有效控制膜脂过氧化的作用。聚乙烯袋(PE)对 POD 的影响因不同果实而异,在红毛丹^[15]、山楂^[31]和石榴^[37]上,分别表现出明显抑制、促进和无影响 3 种现象。本研究中,PE 薄膜包装显著地提高了贮藏中后期(第 4~6 d)的 POD 酶活性,这与草莓^[30]、山楂^[31]、红椒^[36]上的研究结果一致,但与红毛丹^[15]和石榴^[37]上的结果相异,这可能是不同种类的果实,其响应的机制不同。

4 结论

综上所述,常温下,0.05、0.08、0.16 mm PE 薄膜包装均可有效地减少‘金都一号’红肉火龙果贮藏期间的水分蒸发,抑制果实的呼吸作用和 ADH 酶活性,其中 0.05 mm PE 袋的效果最好。0.05 mm PE 薄膜包装在贮藏前期通过降低果实中的 LOX 酶活性,减少体内活性氧的产生和积累,贮藏后期通过提高 POD 酶活性来及时清除活性氧的积累,来实现有效地控制果实采后的膜脂过氧化作用,达到延缓衰老的作用。

参考文献:

- [1] 张福平. 火龙果的营养保健功效及开发利用[J]. 食品研究与开发, 2002(3): 49-50.
- [2] 李德勇. 火龙果的引进及栽培技术[J]. 林业科技通讯, 2001(7): 44.
- [3] 王彬, 郑伟, 彭玉基. 火龙果果实常温贮藏性能研究[J]. 江苏农业科学, 2009(2): 217-219.
- [4] 许晓秋, 段梦林, 常津, 等. 保鲜膜实用技术[J]. 保鲜与加工, 2000(1): 21-24.
- [5] Ozkava O, Yildirim D, Diindar O, et al. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere packaging on post-harvest storage quality of nectarine fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2016, 198(1): 454-461.
- [6] 林炎娟, 周丹蓉, 姜翠翠, 等. 不同薄膜包装对芙蓉李采后贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(17): 210-214.
- [7] Diaz-Mula H M, Zapata P J, Guillen F, et al. Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 2. Effect on bioactive compounds and antioxidant activity[J]. Postharvest Biology and technology, 2011, 61(2/3): 110-116.
- [8] Wang Y, Sugar D. Internal browning disorder and fruit quality in modeled atmosphere packaged ‘Bartlett’ pears during storage and transit[J]. Postharvest Biology and technology, 2013, 83(1): 72-82.
- [9] 赵欢欢, 周宏胜, 胡花丽, 等. 不同包装材料对樱桃番茄果粒品质及果蒂保水护绿作用[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(9): 209-216.
- [10] 何近刚, 冯云霄, 程玉豆, 等. 采后 1-MCP 和 MAP 处理对红富士苹果冷藏和货架期品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 301-306.
- [11] 贾晓辉, 王文辉, 伶伟, 等. 自发气调包装对库尔勒香梨采后生理及贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(24): 4785-4796.
- [12] 张潇方, 刘升, 王达, 等. 不同薄膜包装对水蜜桃冷藏品质的影响[J]. 包装工程, 2016, 37(17): 91-95.
- [13] 高慧, 饶景萍. 自发气调贮藏对油桃采后生理及相关酶活性变化的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 91-93.
- [14] 肖维强, 许林兵, 黄秉智, 等. 不同薄膜包装对粉蕉货架期品质的影响[J]. 广东农业科学, 2017, 44(4): 131-137.
- [15] 林玉钦, 邓浩, 刘建卓, 等. 不同包装结合低温贮藏对‘保研-7号’红毛丹品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(14): 186-191, 215.
- [16] 梁琪琪, 张润光, 刘皓涵, 等. 低温结合薄膜包装对石榴果实采后生理及贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(8): 187-191.

- [17] 冯云霄, 龚新明, 关军锋, 等. PE 保鲜膜包装对冬枣冷藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(2): 88-91.
- [18] Sandhya. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs [J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(3): 381-392.
- [19] 张绿萍, 金吉林, 邓仁菊. 火龙果采后贮藏品质变化及活性氧代谢规律[J]. 南方农业学报, 2012(4): 506-510.
- [20] 玉新爱, 杨昌鹏, 吴琳, 等. 复合涂膜处理对火龙果常温贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2016(1): 35-39.
- [21] 玉新爱. 涂膜保鲜剂对火龙果贮藏品质及生理生化变化的影响[D]. 广西大学, 2015.
- [22] 刘顺枝, 孙茹, 江月玲, 等. 贮藏温度对火龙果品质和衰老变化的影响[J]. 食品科学, 2013(12): 336-340.
- [23] 曹建康. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [24] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [25] 张蜀秋. 植物生理学实验技术教程书[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [26] Longhurst T J, Tung J F, Brady C J. Developmental regulation of the expression of alcohol dehydrogenase in ripening tomato fruit [J]. Food Biochemistry, 1990(14): 421-423.
- [27] 高俊凤. 植物生理学指导手册[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [28] Polle A, Otter T, Seifert F. A poplastic peroxidases and lignification in needles of norway spruce (Picea abies L.) [J]. Plant physiology, 1994, 106(1): 53-60.
- [29] Torres R, Valentines M C, Usall J, et al. Possible involvement of hydrogen peroxide in the development of resistance mechanisms in golden delicious apple fruit [J]. Postharvest Biological Technology, 2003, 27(3): 235-242.
- [30] 朱丽娅. 薄膜包装和减压贮藏对草莓采后生理品质及抗病性的影响[D]. 安徽农业大学, 2014.
- [31] 王明. 不同温度和薄膜包装处理对山碴贮藏生理及品质的影响[D]. 河北农业大学, 2015.
- [32] 巴良杰, 曹森, 马超, 等. 自发气调包装对火龙果采后贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(23): 32-37.
- [33] 南海风, 朱冠宇, 樊丽, 等. 草莓果实采后衰老过程中活性氧及保护酶活性的变化[J]. 北方园艺, 2016(15): 123-126.
- [34] 吴桂玲, 冯定坤. 植物脂氧合酶的研究进展[J]. 广州化工, 2019, 47(17): 37-39.
- [35] 周春华, 刘红霞, 韦军. 活性氧与果实成熟衰老[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2002, 20(1): 77-84.
- [36] 黎春红, 张雷刚, 罗淑芬, 等. 不同聚乙烯薄膜包装对红椒贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(3): 64-71.
- [37] 朱雁青, 胡花丽, 胡博然, 等. 薄膜包装对石榴采后生理及营养物质含量的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(5): 1154-1160.

(责任编辑: 冯新)

杨铭, 张群, 马晓迪, 叶菁, 邓传远. 基于灰色关联度分析法的春鹃品种综合评价 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1): 26-33.

YANG Ming, ZHANG Qun, MA Xiao-di, YE Jing, DENG Chuan-yuan. Comprehensive Evaluation of *Rhododendron simsii* Varieties Based on Grey-relational Grade Method [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1): 26-33.

基于灰色关联度分析法的春鹃品种综合评价



杨 铭¹, 张 群¹, 马晓迪¹, 叶 菁², 邓传远^{1*}

(¹ 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002;

² 福州市植物园, 福建 福州 350012)

摘 要: 基于灰色关联度分析法, 选取 16 个品种性状, 对引种自浙江金华 30 个春鹃品种进行综合评价。结果表明各春鹃品种灰色关联度在 0.90 以上的有 5 个, 依次是‘红阳’、‘丹顶’、‘大吉祥’、‘春潮’和‘常春 3 号’。而灰色关联度在 0.78 以下, 多个指标排名靠后的品种为‘白香玉’、‘粉霞’和‘雪晴’。从研究结果来看, 评价结果与各品种的田间表现基本吻合, 表明利用灰色关联度分析法来评价筛选春鹃品种切实可行。该方法可为春鹃品种在园林应用和春鹃育种材料的选择等提供参考。

关键词: 春鹃; 品种; 灰色关联度; 综合评价

中图分类号: S685.21

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0026-08

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.004

Comprehensive Evaluation of *Rhododendron simsii* Varieties Based on Grey-relational Grade Method

YANG Ming¹, ZHANG Qun¹, MA Xiao-di¹, YE Jing², DENG Chuan-yuan^{1*}

(¹ College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

² Fuzhou Botanical Garden, Fuzhou, Fujian 350012, China)

Abstract: Based on the grey-relational grade method, 16 characters were selected to make a comprehensive evaluation of 30 *Rhododendron simsii* varieties introduced from Jinhua, Zhejiang Province. The results showed that there were 5 *Rhododendron simsii* varieties with a grey-relational degree of more than 0.90, followed by ‘Hongyang’, ‘Dajixiang’, ‘Chunchao’, ‘Danding’ and ‘Changchun No. 3’. The varieties with the grey-relational degree below 0.78 were ‘Bai Xiangyu’, ‘Fenxia’ and ‘Xueqing’, which showed many low indicators. In the view of the results, the evaluation results are basically consistent with the field performance of each variety, indicating that it is feasible to evaluate and select *Rhododendron simsii* varieties by grey-relational grade method. This method can provide references for the *Rhododendron simsii* varieties in garden application and the selection of parental backbone materials in *Rhododendron simsii* breeding.

Key words: *Rhododendron simsii*; Variety; Grey-relational method; Comprehensive evaluation

收稿日期: 2021-08-08

基金项目: 福建省林业科研项目 (闽林科便函 [2018] 26 号); 福建农林大学科技创新专项基金 (CXZX2019086)

作者简介: * 为通讯作者, 邓传远 (1971-), 男, 副教授, 博士, 主要从事海岛植物资源与海岛生态优化研究, E-mail: dengchuan yuan@163.com. 杨铭 (1997-), 男, 在读硕士生, 主要从事植物资源与园林运用研究, E-mail: 975141883@qq.com

杜鹃 (*Rhododendron simsii*) 是中国十大传统名花之一, 素有“花中西施”的美誉, 传统分类根据表型和来源, 又将其分为春鹃、西鹃、东鹃、夏鹃 4 大类^[1]。其中春鹃 (又称毛鹃), 主要包括白花杜鹃、锦绣杜鹃及其变种和杂种; 由于花朵较大, 先花后叶, 也被称为大叶大花种春鹃^[2]; 是城市园林绿化中不可或缺的观赏性花灌木^[3]。

国内杜鹃已有研究集中在抗旱性^[4-6]、繁殖技术^[7-9]、品种筛选^[10-14]等方向。如李畅等^[6]以杜鹃花不同类群品种在干旱胁迫下的杜鹃叶片生理生化变化, 筛选出抗旱性强的杜鹃品种; 蔡美萍等^[13]对 83 个夏鹃品种进行盆景运用与园林应用的综合评价; 解玮佳等^[14]运用灰色关联度加权对 28 个高山杜鹃品种进行综合评价; 但对春鹃品种集中评价还未见报道。春鹃枝繁叶茂, 生长迅速, 是杜鹃花园艺品种 4 个类型中株型最为高大、应用最广泛的一类杜鹃^[15]。将其在同一条件下进行评价筛选出优良品种, 能为园林应用提供针对性参考。

灰色关联分析法是一种量化比较分析方法, 通过对研究对象的主要性状进行综合描述和量化评估, 全面客观评价参试种的优劣^[16]。近年来被运用于大花萱草^[17]、紫花苜蓿^[18]、紫斑牡丹^[19]、桂花^[20]等多种观赏植物的品种评价上, 并取得较好的结果。现采用灰色关联度分析法对 30 个春鹃品种的主要性状进行综合评价分析, 以期从中筛选出综合性状好的品种, 用于推广应用或作为杂交亲本等。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在福州市植物园苗圃试验基地, 处于亚热带气候区, 年降雨量 1 000 mm 以上。多集中在 5~6 月份, 10 月至次年 2 月是几乎不下雨的月份^[21]。全年中最高的气温有 39.3℃, 最低的气温可以降到 -2.6℃左右, 通常的气温在 29℃左右。

1.2 试验材料

于 2019 年 6 月从浙江金华购买 30 个春鹃品种, 每品种各 10 株, 种植于试验基地塑料大棚内, 品种情况详见表 1。

表 1 参试的 30 个春鹃品种及其主要性状

品种	花色	花型	始花期
白常春	白色	重瓣中花	多季
白凤 3 号	白色	重瓣大花	4 月下旬
白香玉	白色	单瓣中花	4 月
彩云 2 号	粉底红条	复瓣中花	3 月下旬
常春 3 号	紫色	重瓣大花	4 月
朝阳 1 号	紫色	重瓣大花	4 月下旬
朝阳 3 号	大红色	重瓣大花	4 月下旬
春潮	娇粉色里浅	单瓣大花	4 月
春如意	深粉色	重瓣大花	4 月
大吉祥	红色	复瓣特大花	4 月上旬
丹顶	玫红	重瓣大花	3 月下旬
淡妆	水粉色	复瓣中花	4 月上旬
粉霞	粉红色	单瓣中花	4 月
风轮	纯白色	重瓣大花	3 月下旬
红阳	红色	重瓣大花	4 月下旬
金辉	金粉色	单瓣大花	4 月上旬
如意	粉色	单瓣小花	4 月上旬
瑞雪	纯白	复瓣大花	4 月
神州奇	粉紫色里浅	重瓣大花	4 月
盛春 2 号	紫色	重瓣大花	4 月上旬
盛春 3 号	白色	重瓣大花	4 月上旬
四季小玫瑰	红色	复瓣小花	多季
卧龙 1 号	深粉红色	重瓣大花	4 月上旬
霞红	红色	复瓣大花	4 月
雪晴	白色	复瓣小花	4 月上旬
瑶妃	青莲色中浅	重瓣大花	4 月
状元红	红色	复瓣中花	3 月下旬
紫凤朝阳	紫色	重瓣大花	4 月上旬
紫气东升	红色	重瓣大花	4 月上旬
紫秀	红色	重瓣大花	4 月上旬

1.3 试验方法与测定指标

参考相关文献^[10-14]和专著^[22-25], 选取 16 个主要性状, 对 30 个春鹃品种进行调查与评价, 确定以下测定指标方法。花瓣数、花色: 以盛花期

花形、花色为准。花期长短：植株上 5% 花朵开花至 95% 花朵凋谢时间。花量：花朵覆盖整个植株表面的百分比。花径：盛花期时，随机选取 5 朵自然开花状态下花朵进行测量，取平均值。叶色：生长期中，观察植株叶色是否有光泽，是否为常绿植株。叶丰满度：全年叶片覆盖植株树冠情况。当年生枝条数量：9~10 月随机选取 5 个植株，随

机选取 5 个去年生枝，观察记录其枝条上当年生枝数量。当年生枝条长度：用卷尺随机选取 5 个植株枝条测量当年新长成枝条长度。各品种随机抽取 5 个样本进行测定，结果取其平均值。其中花色、花径、花量等指标赋值标准见表 2^[10, 12, 14]，其余数量性状根据数值评价。各性状指标权重分配见表 3。

表 2 春鹃 16 个性状指标的赋值标准

评价指标	评分标准				
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
C ₁ 花瓣数	重瓣（多轮）	复瓣（两轮）	单瓣（一轮）		
C ₂ 花色	纯正红色、紫色等鲜艳花色	亮丽的粉红、白色、玫红等花色	粉色、淡黄等花色	比较暗淡的各种花色	锈红、灰白等暗淡无光的花色
C ₃ 花期长短	（数量性状根据数值如实记录）				
C ₄ 花量	覆盖植株 80% 以上	覆盖植株 70%~80%	覆盖植株 50%~60%	覆盖植株 30%~40%	覆盖植株 30% 以下
C ₅ 花径（cm）	（数量性状根据数值如实记录）				
C ₆ 残花性状	几乎没有残花浮在植株上	有少量残花但不影响景观	有残花但基本不影响景观	有残花且影响景观	残花很多且长时间不脱落
C ₇ 叶色	常绿且叶色浓绿有光泽	常绿且叶色浓绿有或无光泽	常绿但叶色较淡	常绿但叶色发黄	落叶且叶色发黄
C ₈ 叶丰满度	全年叶比较密，覆盖树冠 80% 以上	全年叶比较密，覆盖树冠 70%~80%	夏季后覆盖树冠 50%~60%	夏季后落叶明显，覆盖树冠 30%~40%	夏季后落叶明显，只剩下较少叶片
C ₉ 当年生枝条数量	（数量性状根据数值如实记录）				
C ₁₀ 当年生枝条长度（cm）	（数量性状根据数值如实记录）				
C ₁₁ 植株紧凑度	紧凑	较紧凑	一般	较松散	松散
C ₁₂ 开花率（%）	80% 以上	70%~80%	60%~70%	50%~60%	50% 以下
C ₁₃ 生长势	长势非常旺，年生长量大	长势很旺，年生长量较大	长势旺盛，年生长量一般	生长较缓慢，年生长量较小	生长缓慢，年生长量小
C ₁₄ 引种成活率（%）	95% 以上	85%~95%	70%~85%	50%~70%	50% 以下
C ₁₅ 抗病能力	年均感病 0~1 次	年均感病 2~3 次	年均感病 4~5 次	年均感病 6~7 次	年均感病 8~9 次
C ₁₆ 抗虫能力	年均感虫 0~1 次	年均感虫 2~3 次	年均感虫 4~5 次	年均感虫 6~7 次	年均感虫 8~9 次

表3 30个春鹃品种16个性状指标及权重分配

一级性状	二级性状	权重分配
花观赏性状	C ₁ 花瓣数	0.03
	C ₂ 花色	0.06
	C ₃ 花期长短	0.12
	C ₄ 花量	0.08
	C ₅ 花径 (cm)	0.12
	C ₆ 残花性状	0.06
枝叶观赏性状	C ₇ 叶色	0.08
	C ₈ 叶丰满度	0.06
	C ₉ 当年生枝条数量	0.06
	C ₁₀ 当年生枝条长度 (cm)	0.06
植株性状	C ₁₁ 植株紧凑度	0.03
	C ₁₂ 开花率 (%)	0.03
	C ₁₃ 生长势	0.03
	C ₁₄ 引种成活率	0.06
抗逆性状	C ₁₅ 抗病能力	0.06
	C ₁₆ 抗虫能力	0.06

1.4 数据分析

将30个参试春鹃品种作为1个灰色系统，每个品种作为1个因素。对原始数据进行无量纲化处理后，以各性状评价值的最大值作为标准品种的性状值，利用DPS软件依据公式(1)求得参试品种与标准品种各性状指标的关联系数，式中 ρ 为分辨系数，取值范围 $[0, 1]$ ，常规取值 $\rho=0.5$ ；再利用公式(2)计算供试品种与标准品种之间加权关联度。

$$\zeta_i(k) = \frac{\min \min |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (1)$$

$$R' = \sum_{k=1}^n W_k \zeta_i(k) \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 性状分析

30个春鹃品种的花观赏性状、枝叶观赏性状及抗逆性等16个指标具体观察数据见表4。

2.1.1 春鹃品种花观赏性状分析

春鹃品种花型演化程度高，多数为重瓣花。

花径中等，主要集中4~8 cm，有3个品种花径小于4 cm，分别是‘淡妆’、‘四季小玫瑰’和‘雪晴’，仅有‘大吉祥’花径均值超过8 cm。花期最长为‘春潮’，26 d；花期最短是‘白香玉’，5 d。盛花期时，参试春鹃品种的花量普遍在覆盖整个植株50%~60%以下，有11个品种花量覆盖少于30%。其中‘红阳’的观赏性状值均比较高，如花期、花径等。这和叶菁等^[10-11]将‘红阳’综合评价等级设置为一级相符合。

2.1.2 春鹃品种叶观赏性状分析

30个春鹃品种以常绿、叶色浓绿无光泽、植株较紧凑为主。仅有‘粉霞’为落叶树种，叶色发黄且植株松散。当年生枝条数量均值集中在1.5~3.5，仅有4个品种的当年生枝条数量达到3.5以上，其中‘红阳’当年生枝条数量最高，为4.27枝。当年生枝条长度均值集中在6~11 cm之间，有4个品种当年生枝条长度在6 cm以下，分别是‘白香玉’、‘风轮’、‘雪晴’和‘紫凤朝阳’，以‘雪晴’当年生枝条长度5.45 cm最低；另有4个品种当年生枝条长度在11 cm以上，分别是‘常春3号’、‘大吉祥’、‘丹顶’和‘红阳’，以‘红阳’当年生枝条长度13.80 cm最高。

2.1.3 春鹃品种抗逆性分析

参试的30个春鹃品种的生长势均较旺盛、引种成活率大多数达到了85%~95%。但开花率有10个品种在50%以下，这可能和福州天气比较炎热，与引种地有区别相关。从各品种的抗病能力看，大多数年均感病次数在3次以下，仅有‘粉霞’抗病和抗虫能力均较差。观测中发现，植物染病情况为叶枯病、红斑病、炭疽病等；虫害情况为6~9月红蜘蛛和网蝥于叶背吸食杜鹃汁液。

2.2 灰色关联度分析

参试的30个春鹃品种加权关联度分析见表4。根据加权关联度分析原则，加权关联度值越大的数列，即与参考数列越接近，表明该品种的综合性状越好。本文以每项指标最大值为参考数值。

由表4可知，春鹃各品种灰色关联度在0.90

以上的有 5 个。其中综合评价位序第 1 的为‘红阳’（图 1-10）、‘春潮’（图 1-8）和‘常春 3 号’（图 1-15），其加权关联度为 0.9575，是唯一加权关联度超过 0.95 的品种。其次为‘丹顶’（图 1-11），加权关联度为 0.9125，接着是‘大吉祥’（图 1-5），它们的加权关联度值分别为 0.9111、0.9027 和 0.9011。

表 4 春娟品种的 16 个主要性状及关联度

品种	品种性状																加权 关联度	位序
	花瓣 数	花 色	花 期 长 短	花 量	花 径 (cm)	残 花 性 状	叶 色	叶 丰 满 度	当年生枝条		植株 紧 凑 度	开 花 率 (%)	生 长 势	引 种 成 活 率 (%)	抗 病 能 力	抗 虫 能 力		
白常春	5	3	6	1	4.84	4	3	3	2.00	6.37	4	1	3	5	5	4	0.781	27
白凤 3 号	5	4	6	2	4.62	3	3	5	2.13	9.28	4	2	4	5	5	4	0.8046	21
白香玉	3	1	5	3	5.66	3	3	3	1.93	5.84	3	1	4	4	4	3	0.7623	30
彩云 2 号	4	3	18	1	5.72	4	4	4	2.67	9.33	3	1	3	4	4	4	0.8197	17
常春 3 号	5	3	20	5	7.64	4	4	4	3.26	11.33	4	5	4	5	5	4	0.9011	5
朝阳 1 号	5	4	8	3	5.22	4	4	3	1.87	7.22	3	3	3	4	3	3	0.7904	24
朝阳 3 号	5	4	12	3	7.48	3	4	4	2.47	8.53	4	3	3	5	4	4	0.8375	12
春潮	3	4	26	4	6.32	3	4	4	1.87	6.57	5	5	3	5	5	4	0.9027	4
春如意	5	4	6	1	5.34	4	4	4	3.06	9.46	4	1	4	5	5	4	0.8140	19
大吉祥	4	5	15	5	8.40	3	4	5	3.93	11.50	5	5	4	5	5	5	0.9111	3
丹顶	5	5	13	5	7.54	5	4	5	3.87	12.93	5	4	4	5	5	5	0.9125	2
淡妆	4	3	7	1	3.28	3	4	5	2.47	8.65	5	1	4	5	5	4	0.7949	23
粉霞	3	5	15	5	4.36	2	1	1	2.13	8.78	1	4	4	3	2	2	0.7735	29
风轮	5	4	9	2	7.72	3	3	4	1.33	5.96	5	1	3	5	5	4	0.8167	18
红阳	3	5	23	5	7.86	4	4	5	4.27	13.8	5	5	5	5	5	5	0.9575	1
金辉	3	3	8	1	5.38	4	3	4	2.87	9.83	3	2	4	4	4	3	0.7859	26
如意	3	3	14	3	7.38	3	4	4	3.07	8.87	5	3	4	5	5	4	0.8453	10
瑞雪	4	3	9	2	4.42	3	4	3	1.87	7.35	4	2	4	5	4	4	0.7873	25
神州奇	5	4	15	2	4.70	4	4	5	2.20	7.84	5	5	3	5	5	4	0.8374	13
盛春 2 号	5	5	16	3	6.38	3	4	5	3.33	10.15	5	4	4	5	4	4	0.8637	7
盛春 3 号	5	4	17	4	4.54	5	4	4	2.07	9.48	4	5	4	5	4	4	0.8514	9
四季小玫瑰	4	4	21	1	3.78	4	4	5	1.53	6.89	5	1	3	5	5	4	0.8349	14
卧龙 1 号	5	5	7	1	5.72	3	4	4	2.13	8.20	4	1	3	5	4	4	0.8043	22
霞红	4	5	9	3	5.28	4	4	4	2.47	8.41	4	4	4	5	5	4	0.8304	15
雪晴	4	3	8	1	3.74	4	4	3	1.47	5.44	4	1	3	5	5	4	0.7781	28
瑶妃	5	3	6	1	4.30	3	4	5	2.60	8.37	5	3	4	5	5	4	0.8050	20
状元红	4	5	9	4	7.82	4	4	5	3.87	10.6	5	5	4	5	5	5	0.8859	6
紫凤朝阳	5	5	8	1	7.62	4	4	4	1.60	5.45	4	1	3	5	5	4	0.8237	16
紫气东升	5	5	20	1	4.32	4	3	5	3.33	10.26	5	2	4	5	5	4	0.8539	8
紫秀	5	5	8	4	5.40	4	4	4	2.87	8.95	5	4	4	5	4	4	0.8384	11

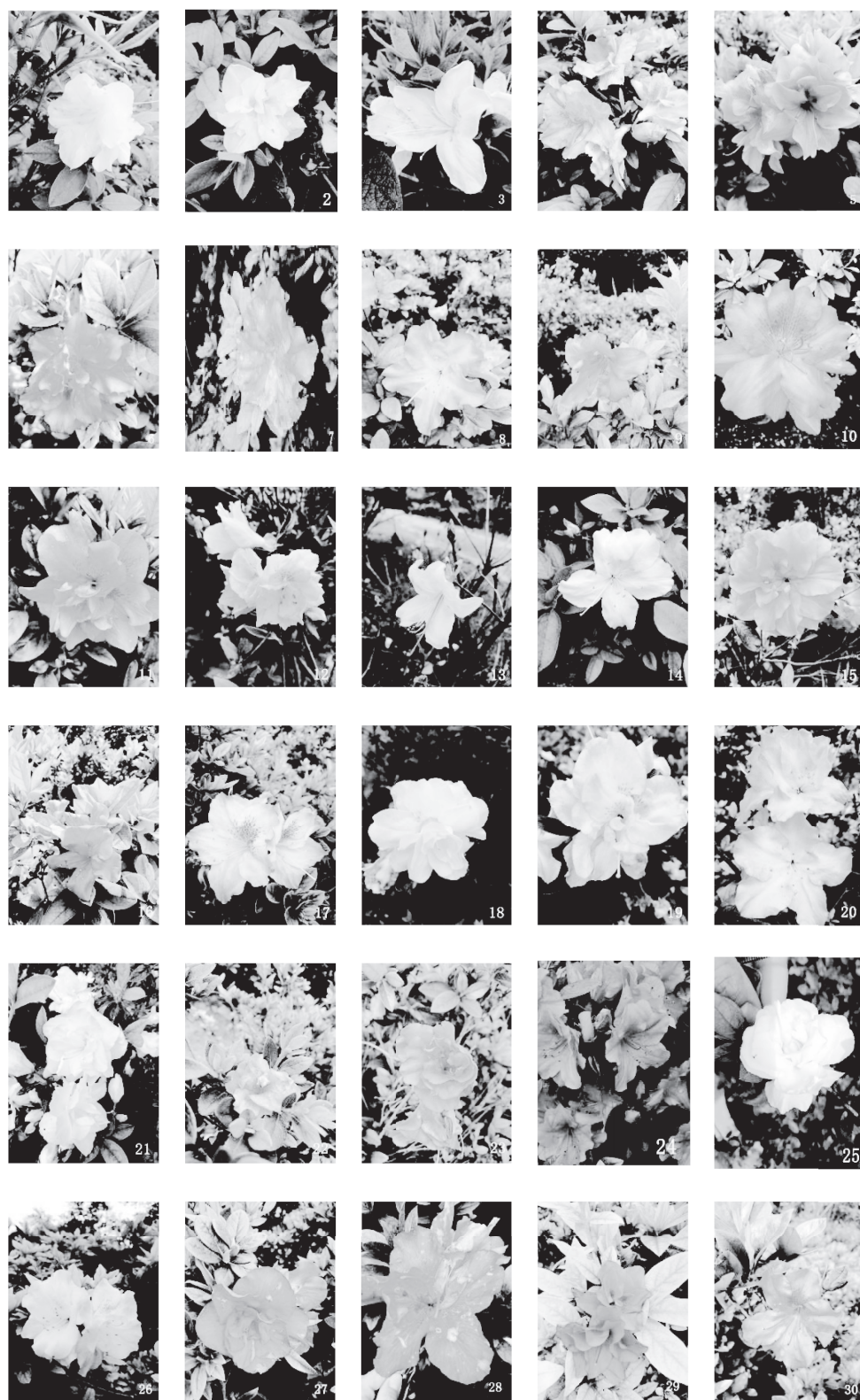


图1 按灰色关联度分析进行排序的30个春鹃品种

1. 白常春; 2. 白凤3号; 3. 白香玉; 4. 彩云3号; 5. 常春3号; 6. 朝阳1号; 7. 朝阳3号; 8. 春潮; 9. 春如意; 10. 大吉祥; 11. 丹顶; 12. 淡妆; 13. 粉霞; 14. 风轮; 15. 红阳; 16. 金辉; 17. 如意; 18. 瑞雪; 19. 神州奇; 20. 盛春2号; 21. 盛春3号; 22. 四季小玫瑰; 23. 卧龙1号; 24. 霞红; 25. 雪晴; 26. 瑶妃; 27. 状元红; 28. 紫凤朝阳; 29. 紫气东升; 30. 紫秀

3 讨论

根据杜鹃品种的应用目的不同,对其性状目标的要求也不同。如在杜鹃盆栽应用方面则需要植物低矮、株型紧凑为主。而本文主要对品种以观赏性、园林应用为主的综合性评价,对花观赏性、栽培特性、抗逆性的要求较全面。因此在性状权重系数的确定上,将人为主观因素影响较小的花径、花期长短等指标作为春鹃品种的主要评价指标,并赋予其权重值为 0.12。结合春鹃具有的花朵较大,观叶期较长等特点,将花量、叶色赋予其权重值为 0.08。其余抗病能力、花瓣数等赋予 0.06 及 0.03 等 2 个梯度。从分析结果来看,‘红阳’、‘丹顶’、‘大吉祥’等因多个指标排名靠前,评价结果较好。而多个指标排名靠后的品种评价结果则较差,如‘白香玉’、‘粉霞’和‘雪晴’。从研究结果来看,评价结果与各品种的田间表现基本吻合,表明利用灰色关联度分析法来评价筛选园林应用的春鹃品种切实可行。该方法可为春鹃品种在园林应用和春鹃育种亲本材料的选择等提供参考。

在本研究中,权重系数的确定主要根据应用目标来定,其权重系数可能会有一些主观性,这也会对评价结果带来一定的偏差。比如,‘白香玉’虽然在生长势、抗病能力、引种成活率上表现良好,但花期较短、开花率低、花色灰白,当年生枝条数量少使其关联度值较低,综合评价得分较差。另外,本文主要对品种以观赏性、园林应用为目的的综合性评价,由于它们对 1 个优良品种的要求太过于全面,反而弱化了品种特色,尤其是对适合进行产业化生产的品种特性,没有得到充分肯定,因此,在以后的研究中还需进一步细化标准,针对不同的应用需求进行品种评价。

参考文献:

- [1] 包满珠. 花卉学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 张长芹. 杜鹃花 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [3] 江泽慧. 中国杜鹃花园艺品种及应用 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [4] 李丹丹, 李晓花, 张乐华. 杜鹃花属植物干旱胁迫研究进展 [J/OL]. 广西植物: 1-14 [2021-06-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1134.Q.20201013.1405.002.html>.
- [5] 郑颖. 6 个新引进杜鹃品种的抗旱性评价 [D]. 福建农林大学, 2018.
- [6] 李畅, 苏家乐, 刘晓青, 等. 杜鹃花不同品种的观赏性和耐旱性比较 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (22): 138-142.
- [7] 孔鑫, 王剑峰, 熊涵, 等. 杜鹃属植物育种、繁殖及逆境胁迫的研究进展 [J/OL]. 分子植物育种: 1-20 [2021-08-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210317.1702.010.html>.
- [8] 李晓花, 童俊, 王凯红, 等. 5 种常绿杜鹃组杜鹃杂交亲和性及播种繁殖研究 [J]. 华中师范大学学报 (自然科学版), 2020, 54 (06): 990-997.
- [9] 陈婷. 高山杜鹃五种“晚花”品种快繁技术的研究 [D]. 贵州师范大学, 2020.
- [10] 叶菁, 晏琴梅, 黄俊婷, 等. 基于层次分析法的杜鹃品种综合评价体系的建立 [J]. 林业勘察设计, 2020, 40 (03): 22-27.
- [11] 李仁娜, 王亚玲, 闫会玲, 等. 基于层次分析法的西安露地栽培杜鹃花品种综合评价 [J]. 湖北农业科学, 2019, 58 (07): 67-70.
- [12] 倪建中, 李许文, 刘文, 等. 广州地区引种杜鹃花品种园林开发综合评价 [J]. 热带作物学报, 2017, 38 (08): 1404-1410.
- [13] 蔡美萍, 袁媛, 陈清西. 83 个夏鹃品种园林应用综合评价 [J]. 南方农业学报, 2018, 49 (08): 1588-1595.
- [14] 解玮佳, 唐毓玮, 宋杰, 等. 基于灰色关联度分析法的高山杜鹃品种综合评价 [J]. 河南农业大学学报, 2017, 51 (04): 513-520.
- [15] 胡本林. 杜鹃花品种繁殖栽培及园林应用研究 [D]. 浙江农林大学, 2014.
- [16] 聚龙. 灰色系统综述 [J]. 世界科学, 1983 (07): 1-5.

- [17] 陈珺, 陈羨德, 李宇星, 等. 大花萱草观赏性的灰色关联度分析[J]. 闽南师范大学学报(自然科学版), 2020, 33(02): 79-83.
- [18] 陈小芳, 徐化凌, 毕云霞, 等. 黄河三角洲地区引种紫花苜蓿的灰色关联度分析与综合评价[J]. 种子, 2021, 40(01): 112-118.
- [19] 罗浩, 成仿云, 郭鑫, 等. 基于灰色关联度分析法评价筛选紫斑牡丹切花品种[J]. 园艺学报, 2020, 47(11): 2169-2180.
- [20] 马炳美. 灰色关联度分析在桂花品种评价中的应用[J]. 福建林业科技, 2020, 47(02): 106-108, 115.
- [21] 王蕾. 旅游开发对福州国家森林公园自然生态环境的影响及对策研究[D]. 北京林业大学, 2004.
- [22] 冯国楣. 中国杜鹃花: 第一册[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 2-9.
- [23] 耿玉英. 中国杜鹃花解读[M]. 中国林业出版社, 2008.
- [24] 张长芹. 杜鹃花欣赏栽培 150 问[M]. 中国林业出版社, 2011.
- [25] 程红梅. 江苏地区蜡梅品种资源调查研究[D]. 南京林业大学, 2005.
- (责任编辑: 黄雄峰)

杜文丽, 陈中钊, 许端祥, 高山. 冬春菠菜分期播种品比试验 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1): 34-39.

DU Wen-li, CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, GAO Shan. Comparison of Winter and Spring Spinach Cultivars by Different Sowing Stages [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1): 34-39.

冬春菠菜分期播种品比试验



杜文丽, 陈中钊, 许端祥, 高山*

(福州市蔬菜科学研究所, 福建 福州 350111)

摘要: 以‘超越’为对照, 对 8 个菠菜品种的植物学性状、产量、抗病性进行比较试验。结果表明, ‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘173’在 S2、S3、S4 播期中具备产量高、抗病性强等优点, 可作为春季晚熟种栽培; ‘全能’在 4 个播期中具有产量高、耐抽薹好、抗病性强等优点, 可作为福建地区冬、春季 (1 月 26 日 ~3 月 12 日) 菠菜的主栽品种。

关键词: 菠菜; 品种比较; 植物学性状; 产量; 分期; 播种

中图分类号: S636.1

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0034-06

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.005

Comparison of Winter and Spring Spinach Cultivars by Different Sowing Stages

DU Wen-li, CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, GAO Shan*

(Fuzhou Institute of Vegetable Crops, Fuzhou, Fujian 350111, China)

Abstract: The botanical characters, yield, disease resistance of eight spinach cultivars were compared during different sowing stages with ‘Chaoyue’ as control. The results showed that ‘Fubo No.1’, ‘Shenshi’, ‘Suteng’, and ‘173’ had high yield, good quality and strong resistance during three sowing stages S2, S3 and S4, which indicated that all four spinach cultivars could be used as late spring cultivars in our city. ‘Quanneng’ showed high yield, bolting resistance, and disease resistance during all sowing stages. It can be used as the main spinach cultivar in winter and spring (from January 26 to March 12) in Fujian Province.

Key words: Spinach; Cultivars comparison; Botanical characters; Yield; Different stages; Sowing

菠菜 (*Spinacia oleracea* L.), 藜科菠菜属, 以茎叶为食用器官, 富含叶酸、类黄酮、维生素和膳食纤维等营养成分, 深受消费者喜爱。由于其适应性广、生育期短, 易快种连收, 是福建秋、

冬、春季加茬、赶茬的首选绿叶类蔬菜之一^[1-2]。近年来, 随着菠菜鲜食、加工业市场的日益发展, 福建地区菠菜冬、春季种植面积的不断扩大, 适于秋冬种植的品种较多, 而适合春季栽培的品种

收稿日期: 2021-10-09

基金项目: 福州市科技局项目 (2020-N-3)

作者简介: * 为通讯作者, 高山 (1973-), 男, 研究员, 博士, 主要从事蔬菜遗传育种工作, E-mail: vegao@163.com。

杜文丽 (1989-), 女, 研究实习员, 硕士, 主要从事蔬菜遗传育种工作, E-mail: houpeicengdw@163.com

选择较少，因此，在春季生产常出现抽薹过早，抗病性差或产量低等问题，给种植户造成较大的经济损失。面对国内外日益增多的菠菜品种，广大菜农渴望在品种的选择上加以引导^[3]。本试验针对以上问题，引进 9 个菠菜品种在冬、春季进行分期播种，对不同菠菜品种植物学性状、产量、抗病性进行综合分析，以期筛选出适合福建地区气候条件下冬、春季露地种植的耐抽薹、优质、高产菠菜品种，为福建地区菠菜栽培提供指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试菠菜品种及种子来源。‘福菠一号’、‘速腾’、‘神十’、和‘超悦’（来自福建闽蔬农业科技有限公司），‘贝特’和‘173’（福州立信种苗有限公司），‘全能’（香港黄清河有限公司），‘丹麦’（厦门中夏蔬菜种籽有限公司），‘超越’（CK，来自山东金种子农业发展有限公司）。

1.2 试验方法

试验在福州市蔬菜科学研究所试验基地内进行，露地播种，试验田地势平坦、排灌方便、肥力中等。试验设 4 个播期，分别为 2021 年 1 月 26 日（S1）、2 月 5 日（S2）、2 月 21 日（S3）和 2021 年 3 月 12 日（S4），各播期平均温度分别为 15℃、17℃、18℃和 20℃左右。试验 3 次重复，每个小区面积 4.8 m²（宽 1.6 m、长 3.0 m），每个小区用 8 g 种子均匀撒播，常规管理。

1.3 性状观测

1.3.1 植物学性状

播种后 42 d，调查每个菠菜品种的株型、株高、开展度、有效叶片数、叶形、叶色、叶长、叶宽

等植物学性状。

1.3.2 产量性状

播种后 45 d，随机从每个品种的种植小区中抽取 1 m² 菠菜植株统计产量。以‘超越’为对照，进行产量性状的比较。

1.3.3 抽薹性和抗病性

在播种后 45 d、55 d，随机抽取 50 株统计各品种的抽薹株数，计算植株抽薹率；并于商品期前后观测每个品种对霜霉病的抗病性。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010、SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期 9 个菠菜品种的植物学性状

由表 1 可知，播种后 42 d，9 个菠菜品种在不同播期下的株型、开展度、叶形和叶色基本一致。

‘超悦’、‘超越’和‘丹麦’等 3 个品种的株高随着播期的推迟呈现逐渐升高的特点，其余 6 个品种的株高变化不大。‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’和‘173’等 5 个品种的有效叶片数随着播期的推迟逐渐上升，而其余的基本保持不变或逐渐减少。‘福菠一号’、‘神十’、‘超越’和‘丹麦’等 4 个品种叶形为卵圆形，其余为戟形。‘超悦’、‘超越’和‘丹麦’等 3 个品种的叶色为淡绿色，‘福菠一号’和‘全能’为绿色，其余 4 个为深绿色。就各个品种比较而言，‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’和‘173’等 5 个品种比较能适应福建地区冬春季逐渐升高的温度。

表 1 不同播期 9 个菠菜品种的植物学性状

播期	品种	株型	株高 (cm)	开展度 (cm)	有效叶片数 (片)	叶形	叶色	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
S1	福菠一号	半直立	31.5	34.5 × 34.5	12	卵圆	绿	11.9	9.2
	神十	半直立	30.4	29.5 × 29.5	10	卵圆	深绿	10.5	7.9
	超悦	半直立	31.8	34.5 × 34.5	13	卵圆	淡绿	11.8	8.8

续表 1

播期	品种	株型	株高 (cm)	开展度 (cm)	有效叶片数 (片)	叶形	叶色	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
S1	贝特	开展	19.5	18.3 × 18.3	6	戟形	深绿	8.0	5.0
	速腾	半直立	30.8	30.5 × 30.5	10	戟形	深绿	11.5	7.8
	全能	半直立	31.0	35.2 × 35.2	13	戟形	绿	11.6	9.0
	丹麦	半直立	30.5	33.2 × 33.2	12	卵圆	淡绿	12.3	8.8
	173	半直立	30.6	26.5 × 26.5	11	戟形	深绿	11.8	7.6
	超越	半直立	32.0	35.5 × 35.5	13	卵圆	淡绿	12.0	8.9
S2	福菠一号	半直立	31.7	33.5 × 33.5	12	卵圆	绿	11.6	10.0
	神十	半直立	30.8	30.5 × 30.5	11	卵圆	深绿	10.6	8.2
	超悦	半直立	31.8	34.5 × 34.5	12	卵圆	淡绿	11.9	8.9
	贝特	开展	19.1	17.3 × 18.3	5	戟形	深绿	7.9	5.5
	速腾	半直立	31.5	29.5 × 29.5	12	戟形	深绿	11.5	8.5
	全能	半直立	31.5	34.2 × 34.2	14	戟形	绿	11.8	9.2
	丹麦	半直立	30.5	32.5 × 32.5	12	卵圆	淡绿	12.0	8.8
	173	半直立	29.7	26.5 × 26.5	11	戟形	深绿	11.0	7.9
	超越	半直立	32.5	34.5 × 34.5	14	卵圆	淡绿	12.1	8.9
S3	福菠一号	半直立	32.0	34.5 × 34.5	13	卵圆	绿	11.8	9.9
	神十	半直立	30.5	29.5 × 29.5	12	卵圆	深绿	10.4	8.3
	超悦	半直立	33.0	34.5 × 34.5	13	长卵圆	淡绿	12.0	8.9
	贝特	开展	19.5	16.3 × 16.3	6	戟形	深绿	7.5	5.2
	速腾	半直立	30.5	30.5 × 30.5	14	戟形	深绿	11.8	8.3
	全能	半直立	30.8	35.2 × 35.2	14	戟形	绿	11.8	9.0
	丹麦	半直立	32.0	37.2 × 37.2	11	卵圆	淡绿	12.2	8.5
	173	半直立	29.8	27.5 × 27.5	11	戟形	深绿	11.7	7.8
	超越	半直立	33.0	37.5 × 37.5	12	卵圆	淡绿	12.0	8.8
S4	福菠一号	半直立	31.8	35.5 × 35.5	13	卵圆	绿	11.9	9.2
	神十	半直立	30.7	29.5 × 29.5	12	卵圆	深绿	10.5	7.9
	超悦	半直立	33.5	33.5 × 33.5	12	卵圆	淡绿	12.5	8.8
	贝特	开展	19.5	17.3 × 17.3	6	戟形	深绿	7.6	5.0
	速腾	半直立	30.5	30.5 × 30.5	13	戟形	深绿	11.8	7.8
	全能	半直立	31.5	34.3 × 34.3	13	戟形	绿	12.0	9.0
	丹麦	半直立	33.5	33.2 × 33.2	10	卵圆	淡绿	12.6	8.3
	173	半直立	30.6	27.5 × 27.5	12	戟形	深绿	11.8	7.6
	超越	半直立	33.8	34.5 × 34.5	10	卵圆	淡绿	12.7	8.1

2.2 不同播期 9 个菠菜品种的抽薹情况

由表 2 可知, 4 个播期随着冬春季温度逐渐升高, 9 个菠菜品种按抽薹情况基本分成 3 类。第 1 类为冬性弱品种, ‘超悦’、‘超越’、‘丹麦’在 S1 播期播后 45 d 的抽薹率分别为 25%、20%、40%, 播后 55 d 抽薹率达 70%、70%、76%, 即随着播后时间的推迟, 抽薹率明显升高; 在 S2、S3、S4 播期播后 55 d 的抽薹率基本达到 100%, 其中‘丹麦’在 S4 播期播后 45 d 抽薹率就达到 100%, 商品性显著降低, 说明这 3 个品种不适合早春晚熟栽培。第 2 类为冬性中等品种, 如‘福菠一号’、‘速腾’、‘全能’3 个品种, 在 S1~S3 播期播种后 45 d 抽薹率均较低或为 0, 而在 S4 播期播后 55 d 抽薹率达到 100%、100%、75%。第 3 类为冬性强品种, 如‘神十’、‘贝特’和‘173’等 3 个品种, 早春栽培不易抽薹。

2.3 不同播期 9 个菠菜品种的产量

由表 2 可知, 在 S1 播期, ‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’、‘丹麦’和‘173’的产量(每 667 m², 下同)与‘超越’(CK)差异不显著, ‘超悦’和‘贝特’产量显著地低于 CK。在 S2 播期, ‘神十’和‘全能’产量显著地高于 CK, ‘超悦’和‘贝特’产量显著低于 CK, 其他品种与 CK 差异不显著。在 S3 播期, ‘超悦’和‘贝特’产量

显著低于 CK, 其他品种与 CK 差异不显著。在 S4 播期, ‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’和‘173’产量显著地高于 CK, ‘超悦’和‘丹麦’产量与 CK 差异不显著; 其中‘福菠一号’的产量最高, 显著地高于其他品种; 其次是‘全能’, 显著地高于除‘福菠一号’外的其他各品种, 第 3 是‘神十’和‘173’。在 S1~S4 播期, ‘贝特’均显著地低于其他品种。‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’等 4 个品种随着播期后移而产量呈大幅度升高的趋势, S4 播期比 S1 播期增幅分别达到 47.59%、53.44%、24.05%、27.02%, 均高于对照品种, 且达到显著差异, 推迟播期对这些品种产量产生正面影响。‘超悦’和‘丹麦’等 2 个品种的产量随着播期的推迟逐渐升高, S4 播期相比于 S1 播期产量增幅分别达到 25.84%、24.05%, 但与对照相比产量差异不显著。

2.4 不同播期 9 个菠菜品种的抗病性

福建地区菠菜主要病害为霜霉病。从表 2 可知, 在同等的管理条件下, 随着播期的推迟大多数菠菜品种的霜霉病发病率逐渐升高, 即抗病能力逐渐降低。其中, ‘超悦’、‘超越’和‘丹麦’的抗病能力最差, ‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’、‘全能’和‘173’的抗病能力中等, ‘贝特’的抗病能力最强, 4 个播期均未发现霜霉病。

表 2 不同播期 9 个菠菜品种抽薹情况和产量比较

播期	品种	抽薹率 (%)		霜霉病 发病率 (%)	产量 (kg)		增产 (%)	
		45 d	55 d		每 1 m ²	折合 667 m ²	比 CK	比 S1
S1	福菠一号	0	10	0.00	4.77	3181.59 cd	-1.65	-
	神十	0	0	0.00	4.84	3228.28 cd	-0.21	-
	超悦	25	70	3.33	4.49	2994.83 b	-7.42	-
	贝特	0	0	0.00	2.96	1974.32 a	-38.97	-
	速腾	0	0	3.33	4.79	3194.93 cd	-1.24	-
	全能	0	0	0.00	5.24	3495.08 d	8.04	-
	丹麦	40	76	3.33	4.65	3101.55 bc	-4.12	-
	173	0	0	0.00	4.96	3308.32 cd	1.99	-
	超越 (CK)	20	70	0.00	4.85	3234.95 cd	-	-

续表 2

播期	品种	抽薹率 (%)		霜霉病 发病率 (%)	产量 (kg)		增产 (%)	
		45 d	55 d		每 1 m ²	折合 667 m ²	比 CK	比 S1
S2	福菠一号	0	20	0.00	5.73	3821.91 c	3.80	20.13
	神十	0	0	0.00	6.90	4602.30 d	25.00	42.56
	超悦	70	100	6.67	4.62	3081.54 b	-16.30	2.90
	贝特	0	0	0.00	1.59	1060.53 a	-71.20	-46.28
	速腾	0	0	0.00	5.45	3635.15 c	-1.27	13.78
	全能	0	5	0.00	7.12	4749.04 d	28.99	35.88
	丹麦	90	100	6.67	5.86	3908.62 c	6.16	26.02
	173	0	0	0.00	5.86	3908.62 c	6.16	18.15
	超越 (CK)	80	100	3.33	5.52	3681.84 c	-	13.81
S3	福菠一号	0	10	13.33	6.31	4208.77 c	6.95	32.29
	神十	0	0	10.00	6.25	4168.75 c	5.93	29.13
	超悦	75	90	23.33	5.64	3761.88 b	-4.41	25.61
	贝特	0	0	0.00	2.69	1794.23 a	-54.41	-9.12
	速腾	0	0	6.67	5.86	3908.62 bc	-0.68	22.34
	全能	5	15	10.00	5.89	4155.41 c	0.06	19.00
	丹麦	75	100	23.33	6.01	4008.67 bc	1.86	29.25
	173	0	0	3.33	6.05	4035.35 bc	2.54	21.98
	超越 (CK)	50	100	20.00	5.90	3935.30 bc	-	21.65
S4	福菠一号	10	100	20.00	7.04	4695.68 e	22.22	47.59
	神十	0	0	20.00	6.13	4088.71 c	6.42	26.65
	超悦	75	100	40.00	5.65	3768.55 b	-1.91	25.84
	贝特	0	0	0.00	2.37	1578.57 a	-58.91	-20.05
	速腾	0	100	10.00	7.35	4902.45 e	27.60	53.44
	全能	5	75	13.33	6.50	4335.50 d	12.85	24.05
	丹麦	100	100	33.33	5.65	3768.55 b	-1.91	21.51
	173	0	0	6.67	6.30	4202.10 c	9.37	27.02
	超越 (CK)	60	100	30.00	5.76	3841.92 b	-	18.76

注：同一播期同列小写英文字母不同，表示差异显著。

3 小结与讨论

冬、春季的菠菜栽培，受低温影响，经过春化阶段的植株易出现抽薹现象，从而降低商品品质和产量^[4]。本文通过对引进的9个菠菜品种在福州地区冬、春季露地播种进行分期播种，从植物学性状、产量、抽薹性、霜霉病发病率等进行调查，试验结果表明，参试的9个菠菜品种的株型除‘贝特’外均为半直立，叶形分为卵圆形或戟形，叶色有淡绿色、绿色和深绿色等3种类型，‘福菠一号’、‘神十’‘速腾’、‘全能’和‘173’等5个品种播期越晚有效叶片数量越多，而其余品种则越少。

‘贝特’虽然在4个播期抗病性表现好，且没有抽薹植株出现，但产量显著地低于其他品种，说明‘贝特’不适合在福州地区种植。‘超越’、‘丹麦’在S1播期栽培产量高，抽薹性、抗病性尚可，后3个播期栽培中产量虽有小幅上升，但抽薹时间提前、抽薹率升高，严重降低菠菜的商品性，因此只可作为冬菠菜主栽品种。‘福菠一号’、‘神十’、‘速腾’和‘173’在S1播期中产量与‘超越’

(CK)差异不显著，但随着播期的推迟产量提升快，显著高于‘超越’(CK)，且耐抽薹性好，尤其是‘神十’和‘173’等2个品种在随后的播期中未出现抽薹，说明这4个品种很适合春季晚熟栽培。

‘全能’在不同播期下产量表现稳定较高，早春在温度较高条件植株抽薹率低，抗病性好，可作为福建地区整个冬、春季(1月26日~3月12日)菠菜主栽品种。

参考文献：

- [1] 郭丽清. 春菠菜品种比较试验[J]. 中国园艺文摘, 2011(4): 14-15.
- [2] 苗明军, 常伟, 罗万琴, 等. 成都地区春菠菜品种比较试验[J]. 中国园艺文摘, 2015, 31(1): 3.
- [3] 李永顺. 西宁地区露地越夏菠菜品种比较试验[J]. 青海农技推广, 2019(3): 2.
- [4] 陈中钊, 林碧英, 高山, 等. 福州地区冬菠菜品种比较试验[J]. 长江蔬菜, 2014(10): 16-17, 18.

(责任编辑: 许玲)

卢新坤, 林燕金, 卢艳清. 不同施肥处理对‘状元蜜橘’产量和品质的影响 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 40-43.
LU Xin-kun, LIN Yan-jin, LU Yan-qing. Effects of Different Fertilization Treatments on Yield and Quality of ‘Zhuangyuan’ Mandarin [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 40-43.

不同施肥处理对‘状元蜜橘’ 产量和品质的影响



卢新坤, 林燕金, 卢艳清

(福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 开展柑橘施肥试验, 研究了不同施肥处理对‘状元蜜橘’产量和品质的影响。结果表明, 增施有机肥、腐植酸、有益活性菌, 以及钙、镁肥的平衡施用, ‘状元蜜橘’的果实产量、果面着色度、优级果率、可溶性固形物含量、固酸比得到明显提升。因此, 在生产上应减少化肥的施用, 并大力推广应用根据测土、测叶片营养结果进行科学配方施肥的模式。

关键词: 状元蜜橘; 施肥; 产量; 品质

中图分类号: S666.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0040-04

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.006

Effects of Different Fertilization Treatments on Yield and Quality of ‘Zhuangyuan’ Mandarin

LU Xin-kun, LIN Yan-jin, LU Yan-qing

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: In this paper, effects of different fertilization treatments on yield and quality of ‘Zhuangyuan’ mandarin were studied. The results showed that yield, fruit coloring, excellent-level fruit ratio, soluble solids content, ratio of soluble solids content to acidity of ‘Zhuangyuan’ mandarin were significantly improved when increasing application of organic fertilizer, humic acid and effective active bacteria and balanced application of calcium and magnesium fertilizer were conducted. So it was proposed that application of chemical fertilizer should be decreased in practical production and scientific formula fertilization based on testing of soil and nutrient structure of leaf should be widely popularized and applied.

Key words: ‘Zhuangyuan’ mandarin; Fertilization; Yield; Quality

‘状元蜜橘’原产于漳州市长泰县枋洋果场, 是从引种的‘南丰蜜橘’中筛选出的优良地方特色品种。‘状元蜜橘’果实扁圆形, 平均单果重

54.1 g, 果形指数 0.85, 果皮呈橙黄色, 果肉呈橙黄色, 果实香气浓, 种子退化, 肉质化渣, 清甜适口, 品质上等, 性状稳定, 优质、丰产。但近年来,

收稿日期: 2021-10-25

基金项目: 福建省科技厅星火计划项目 (2019S0033); 国家园艺种质亚热带特色果树分库运行服务 (NHGRC2021- NH18-2); 福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2020R10280014、2021R1028001); 福建省农业科学院农业科技创新联盟专项 (CXLM2021003)

作者简介: 卢新坤 (1964-), 男, 教授级高级农艺师, 主要从事果树栽培与育种研究, E-mail: 396723228@qq.com

由于盲目追求产量，滥用化肥农药，造成土壤酸化、营养失衡，出现果实品质下降、产量不稳定，生产效益下降。开展‘状元蜜橘’施肥研究，旨在探讨‘状元蜜橘’适宜的施肥模式，以提升土壤肥力和营养效率。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于长泰县枋洋果场的‘状元蜜橘’生产基地，海拔 113 m，北纬 24°75′~24°78′，东经 117°85′~117°89′，属东南亚热带季风性湿润气候，年均气温 21℃，年降雨量 1 603.3 mm，年极端最高气温 38.2℃，年极端最低气温 1.8℃。年日照时数 1 895 h，年活动积温高于 6 500 h，无霜期 327 d 左右。试验地为红壤土，pH 值 5.1，有机质 19.21 g·kg⁻¹，碱解氮 131.27 mg·kg⁻¹，有效磷 87.53 mg·kg⁻¹，速效钾 156.71 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

柑橘树为 20 a 生‘状元蜜橘’。施用肥料为黄豆粕，草木灰，微生物生态肥（亿利康牌，N-P₂O₅-K₂O：16-6-8 ≥ 30%，有机质 ≥ 20%，腐植酸 ≥ 10%，有效活性菌 0.2 亿·g⁻¹），土壤疏松剂（亿利康牌，Ca+Mg ≥ 30%），复合肥（N-P₂O₅-K₂O：15-15-15 ≥ 45%）。

1.3 试验设计

于 2020 年 2 月 17 日进行不同施肥处理对比试验，设 5 个处理，每个处理 3 株树，3 个重复，随机排列。施肥处理 1，株施黄豆粕 3.0 kg；处理 2，株施草木灰 3.0 kg；处理 3，株施微生物生态肥 1.0 kg；处理 4，株施土壤疏松剂 0.2 kg；对照，

株施复合肥 1.0 kg。肥料施用方法：沿树冠滴水线挖环形沟，把肥料均匀撒施于沟中后覆土。

1.4 测定方法

于 2020 年 12 月下旬对试验树进行测产。每个处理随机选 3 株进行全树采果后称重获得单株产量，并根据株行距折算出 667 m² 产量。从每株采下的果实中随机选取 100 个果，观测果面着色度、果实优级果率，当果面着色度转橙黄色面积占比 $X \geq 80\%$ 为好、 $80\% > X \geq 50\%$ 为中、 $X < 50\%$ 为差，优级果是指果实横径 3.5~5.5 cm、且果面着色好。每个处理随机选取 9 个果，测定果实纵径、横径和可食率。每个处理随机选取 9 个果分析果实品质，测 Vc 含量采用 2, 6-二氯酚靛酚滴定法，可滴定酸含量用酸碱中和滴定法，可溶性总糖含量用蒽酮比色法，可溶性固形物含量用 LB32 T 型手持糖度计测定。

使用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理及统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对果实产量的影响

表 1 显示，各处理间的单果重差异不显著。单株产量和 667 m² 产量以处理 3 最高，显著地高于其他各处理；处理 4 次之，显著地高于处理 1、处理 2 与对照。处理 3、处理 4 的产量分别比对照提高 33.2% 和 11.6%，处理 1、处理 2 则与对照差异不显著。可见施用微生物生态肥、土壤疏松剂能够显著提高果实产量，增加种植效益，尤其以施用微生物生态肥效果最好。

表 1 不同施肥处理对果实产量的影响

处理	单果重 (g)	单株产量 (kg)	667 m ² 产量 (kg)
对照	55.6 a	47.4 a	1 734 a
处理 1	53.5 a	47.8 a	1 695 a
处理 2	54.1 a	48.7 a	1 669 a
处理 3	58.3 a	62.9 c	2 310 c
处理 4	56.2 a	56.6 b	1 935 b

注：不同的小写字母表示在 5% 概率水平下差异显著。以下同。

2.2 不同施肥处理对果实外观品质的影响

由表 2 可知，与对照相比，施肥处理对果形指数与果皮厚度影响不显著。而在果面着色度方面，处理 1、3、4 明显优于对照和处理 2。在优级果率方面，处理 3、处理 4 显著高于对照，分别比

对照高出 17 个百分点和 16 个百分点，处理 1、处理 2 和对照间则差异不显著。与对照相比，各处理可食率差异均不显著。试验结果表明，施用微生物生态肥、土壤疏松剂能改善果面着色，显著提高优级果率。

表 2 不同施肥处理对果实外观品质的影响

处理	果形指数	果皮厚度 (mm)	果面着色度	优级果率 (%)	可食率 (%)
对照	0.88 a	2.51 a	中	72 a	71.8 a
处理 1	0.85 a	2.35 a	好	79 a	75.7 a
处理 2	0.89 a	2.47 a	中	75 a	73.7 a
处理 3	0.83 a	2.23 a	好	89 b	77.3 a
处理 4	0.86 a	2.47 a	好	88 b	74.5 a

2.3 不同施肥处理对果实内在品质的影响

从表 3 可看出，施肥处理与对照的果实 Vc、可滴定酸和总糖含量差异均不显著。在可溶性固形物含量方面，处理 4 显著高于对照和处理 2，与其他处理间差异不显著，说明施用土壤疏松剂对

提高果实可溶性固形物含量效果显著。在固酸比方面，处理 1、处理 3、处理 4 均显著高于对照和处理 2，处理 2 和对照之间差异不显著，说明施用黄豆粕、微生物生态肥和土壤疏松剂对提高固酸比均有显著效果，而施用草木灰则效果不显著。

表 3 不同施肥处理对果实内在品质的影响

处理	可溶性固形物 (%)	总糖 (%)	可滴定酸 (%)	Vc (mg·100 g ⁻¹)	固酸比
对照	13.1 a	10.8 a	0.40 a	16.8 a	32.75 a
处理 1	13.7 ab	11.1 a	0.30 a	16.9 a	45.67 b
处理 2	12.9 a	11.7 a	0.34 a	19.7 a	37.94 a
处理 3	14.0 ab	11.8 a	0.32 a	17.5 a	43.75 b
处理 4	14.7 b	12.0 a	0.34 a	20.9 a	43.24 b

3 小结与讨论

试验结果表明，微生物生态肥和土壤疏松剂处理的‘状元蜜橘’在果实产量、果实外观及内在品质等方面均优于黄豆粕、草木灰等传统有机肥和化肥。

柑橘果实的产量和品质除了受品种、光照、积温、水分等因素影响外，更与土壤条件密切相

关。本试验通过增施有机肥、腐植酸、有益活性菌，结合平衡施肥，起到改善果园土壤的作用，使得果树营养供需更加均衡，果实产量、着色度、优级果率、可溶性固形物含量、固酸比得到显著提高，这与董燕等人^[1-5]的试验结果相似。本试验增施钙、镁肥，对提高‘状元蜜橘’的果实产量、着色度、优级果率、可溶性固形物含量、固酸比的效果显著。柑橘树体营养状况变差是导致其果

实品质下降的重要原因^[6], 品质差的‘南丰蜜橘’叶片中 Ca 和 Mg 含量严重缺乏^[7], 增施钙肥能明显增加‘南丰蜜橘’含糖量, 配施镁肥则更有利于提高果实品质^[8-9]。喷施钙镁肥降低了果实纤维含量^[10]。而前人研究镁肥施用效果还发现, 施用镁肥可显著提高果实纵经、果皮厚度和表皮硬度等; 合理施用镁肥对柑橘产量、果实蔗糖、总糖、维生素 C 的含量有明显提高作用, 镁肥对‘砂糖橘’可滴定酸和固酸比无显著影响^[11], 生产上应重视钙镁肥的施用。

有机肥具有均衡的营养元素, 有活化土壤中潜在养分的功能, 作基肥可减少速效养分的淋失, 增加土壤肥力^[12-13]。柑橘均衡营养肥的施用能够减少施肥量, 大幅度减氮减磷, 并能够在保证产量的前提下对果实的品质有一定改善^[14-15], 所以要大力推广应用根据测土、测叶片营养结果进行科学配方施肥的模式。

参考文献:

- [1] 董燕, 王正银. 矿质营养对柑橘品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2004, 46 (6): 37-40.
- [2] 金文进. 果园自然生草研究进展 [J]. 中国南方果树, 2015, 44 (3): 49-52.
- [3] 杨生权. 土壤和叶片养分状况对柑橘产量和品质的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [4] 王鲲鹏, 韩旭, 张志成, 等. 推荐施肥对‘温州蜜柑’和‘南丰蜜橘’品质与化渣性的影响 [J]. 果树学报, 2018, 35 (10): 1190-1196.
- [5] 付学琴, 陈登云, 杨星鹏, 等. ‘南丰蜜橘’园生草对土壤团聚体养分和微生物特性及果实品质的影响 [J]. 果树学报, 2020, 37 (11): 1655-1666.
- [6] 郑苍松. 南丰蜜橘果实品质与土壤-树体营养的关系及其调控 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.
- [7] 杨水平, 黄阳辉, 饶新华, 等. 蜜桔叶片中八种元素的对比分析及其对果实品质的影响 [J]. 东华理工大学学报, 2005, 28 (3): 263-265.
- [8] 李祖章, 刘光荣, 袁福生, 等. 平衡施肥改善南丰蜜桔品质效应研究 [J]. 江西农业学报, 2005, 17 (2): 1-7.
- [9] 曾林芳, 陈爱华, 王成秋, 等. 广西南丰蜜桔园土壤养分状况及其对果实品质的影响 [J]. 中国南方果树, 2015, 44 (3): 49-52.
- [10] 严敏. 营养元素与柑橘果实化渣性关系探究 [D]. 华中农业大学, 2021.
- [11] 洪励伟. ‘砂糖橘’镁营养诊断及果园施镁效应研究 [D]. 华南农业大学, 2018.
- [12] 卢梦玲, 贵会平, 鄢华捷, 等. 不同基肥处理对柑橘园土壤肥力和柑橘品质的影响 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55 (17): 441-443.
- [13] 孙建, 刘苗, 李立军, 等. 不同施肥处理对土壤理化性质的影响 [J]. 华北农学报, 2010, 25 (4): 221-225.
- [14] 郭志刚, 李冬莲, 高鹏钊. 均衡营养肥对柑橘果实品质的影响研究 [J]. 浙江柑橘, 2019, 36 (2): 17-22.
- [15] 刘秀红. 南丰和衢州柑橘园土壤与树体营养状况的分析 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2014.

(责任编辑: 陈扬祥)

华炜辉. ‘贝盈’番茄嫁接砧木的筛选 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 44–48.

Hua Wei-hui. Selection of Tomato ‘Beiying’ Rootstock for Grafting [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 44–48.

‘贝盈’番茄嫁接砧木的筛选

华炜辉

(利农农业技术有限公司, 福建 莆田 351100)



摘 要: 为筛选出共生亲和性较好的、适合福建地区种植的番茄砧木, 本研究以‘贝盈’番茄为接穗, 选择‘桂茄砧 1 号’、‘坂砧 18 号’、‘托鲁巴姆’、‘科砧 1 号’等 4 个砧木品种组成 4 个嫁接组合, 调查嫁接成活率, 并与对照组(‘贝盈’实生苗)进行产量、果实品质和抗病性等性状比较。结果表明: 4 个嫁接组合中, ‘托鲁巴姆’×‘贝盈’的嫁接成活率最高; ‘科砧 1 号’×‘贝盈’的植株长势较好且对品质影响较小, 产量显著高于对照组、较对照组增产 97.33%, 对青枯病、枯萎病、根结线虫病的综合抗性较好, 此组合能够满足生产上对‘贝盈’番茄嫁接砧木的要求, 可在福建地区进行推广。

关键词: ‘贝盈’番茄; 嫁接; 砧木

中图分类号: S641.1

文献标识码: B

文章编号: 2095–5774 (2022) 01–0044–05

DOI: 10.20023/j.cnki.2095–5774.2022.01.007

Selection of Tomato ‘Beiying’ Rootstock for Grafting

Hua Wei-hui

(Linong Agricultural Technology Co., Ltd., Putian, Fujian 351100, China)

Abstract: In order to select tomato rootstocks with good symbiotic compatibility and suitable for planting in Fujian Province, 4 rootstocks combinations with tomato ‘Beiying’ as a scion were formed to investigate the survival rate. Their yield, fruit quality and disease resistance were compared with ‘Beiying’ as control. The results showed that ‘Torubam’ × ‘Beiying’ had a high grafting survival rate among the 4 rootstocks. The plant of ‘Keshen No.1’ × ‘Beiying’ had high vigor and its yield was significantly increased by 141.26% than that of the control. Moreover, this combination had high resistance to bacterial wilt, fusarium wilt and root-knot nematode, and had little effect on quality. ‘Keshen No.1’ × ‘Beiying’ could meet the requirements of rootstocks in production, and could be popularized in Fujian.

Key words: Tomato ‘Beiying’; Graft; Rootstock

番茄是世界上最受欢迎的蔬菜之一, 也是茄科的典型模式植物^[1]。近年来, 随着国家、省、市对设施栽培蔬菜支持力度的加大, 番茄作为全世界栽培最为普遍的设施果菜之一, 在莆田市的

栽培面积逐年扩大。随着番茄种植面积和复种指数的不断提高, 青枯病^[2]、枯萎病^[3]、根结线虫病^[4]等土传病害的为害日趋加重, 青枯病发病严重时可造成减产 50%, 甚至绝收。轮作栽培、药

收稿日期: 2021–12–27

基金项目: 福州市科技项目 (2018–N–2)

作者简介: 华炜辉 (1988–) 男, 助理农艺师, 硕士, 主要从事蔬菜栽培生产工作, E-mail: 845022639@qq.com

剂防控等对防控土传病害收效甚微,成本较高^[5]。近几年,生产上多采用嫁接栽培提高植株抗逆性,减少农药使用量,预防土传病害的发生,提高蔬菜品质。有研究表明,嫁接砧木可以明显促进番茄植株生长,提高抗病虫能力^[6-7],显著提高产量,改善果实品质^[6];但也有研究表明嫁接对番茄品质没有显著影响或降低番茄品质^[7-8]。目前,关于番茄嫁接技术^[9]、育苗^[8]、栽培^[10]方面的研究较多,一致认为嫁接可以提高植株长势和抗逆性^[11],关于嫁接对影响果实品质方面的结论不尽相同。因此,筛选出抗病、抗逆性强,不影响或改善接穗果实品质的砧木已成为番茄嫁接技术大面积应用的壁垒。为筛选出适合福建省栽培的优良番茄砧木,本研究引进国内外优良的番茄嫁接砧木,通过试验,筛选出嫁接亲和力和高、嫁接成活率高、抗逆强、不影响接穗原有品质等特点的优良嫁接砧木,以期为番茄高效栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以本地主栽品种‘贝盈’番茄为嫁接用的接穗,选用‘桂茄砧1号’(广西农业科学院蔬菜研究所)、“坂砧18号”(寿光太阳种苗有限公司)、“托鲁巴姆”(山东寿光寿禾种业有限公司)、“科砧1号”(廊坊市农林科学院)等4种砧木,组成嫁接组合4个,分别为组合1(‘桂茄砧1号’×‘贝盈’)、组合2(‘坂砧18号’×‘贝盈’)、组合3(‘托鲁巴姆’×‘贝盈’)和组合4(‘科砧1号’×‘贝盈’),以‘贝盈’的实生苗为对照。本试验在福州市蔬菜科学研究所试验基地进行。

1.2 播种与嫁接

将4个番茄砧木于2019年8月5日播种于50孔的穴盘中,接穗于8月15日播种。为便于嫁接,砧木和接穗播种在同一穴盘同一孔穴中,每个砧木、接穗组合播种50株,设置3个重复,当砧木长至2叶1心,接穗长至1叶1心时采用靠接法

进行嫁接,嫁接后用遮阳网、地膜覆盖3d,使温度控制在25~28℃,白天最高温不超过30℃,夜间不低于17℃,空气相对湿度95%以上,基质相对湿度为80%~90%,3d后早晚各通气30min,1w后揭去遮阳网、地膜,正常管理。

1.3 调查嫁接成活率

嫁接15d后统计嫁接苗成活率。成活率=嫁接成活株数/总株数×100%。

1.4 测定番茄苗形态指标

待嫁接幼苗长至4叶1心时随机选取5株嫁接苗,测定株高、茎粗、单株鲜重、干重、壮苗指数等指标,设置3个重复。株高、茎粗采用游标卡尺测量,单株鲜重用精度0.01g的电子天平称量,单株干重采用烘干法测定。壮苗指数=茎粗/株高×全株干重。

1.5 调查植株田间表型性状

嫁接苗于2019年9月10日于田间种植,以接穗实生苗为对照,采用随机区组设计,每个组合设置3次重复,随机排列,小区面积25m²,畦带沟宽1.5m,双行定植,株距42cm,每小区种植番茄嫁接苗或实生苗30株。管理方式参照一般田间管理。在整个生育期观察植株生长势、果色、果形、结果性、产量等农艺性状,统计枯萎病、青枯病、根结线虫病的发病率,发病率=发病株数/30×100%。测定果实可溶性糖、可滴定酸、硬度、糖酸比等指标,可溶性糖采用蒽酮比色法测定,可滴定酸的测定参考郝建军等^[12]的方法。

1.6 数据分析

试验数据采用WPS软件11.11.1版整理,运用DPSv7.05软件对数据进行LSD多重比较。

2 结果与分析

2.1 番茄苗嫁接成活率与苗期形态指标比较

嫁接苗成活率统计结果显示(表1),4种组合嫁接苗成活率均在80%以上。其中组合3的嫁接成活率最高,达96%,组合2的最低,为86%。苗期形态指标测定结果显示,组合4的单株

鲜重和单株干重最大、壮苗指数最高，对照的单株鲜重、单株干重、壮苗指数均最小。此结果说明组合 4（‘科砧 1 号’×‘贝盈’）的嫁接苗成活率高，幼苗长势较好。

表 1 番茄嫁接苗成活率及苗期形态指标

嫁接组合	嫁接苗		株高 (cm)	茎粗 (cm)	单株鲜重 (g)	单株干重 (g)	壮苗指数
	成活株数	成活率 (%)					
组合 1	47	94	7.55 dD	3.56 bB	1.39 cC	0.26 eD	0.12 bBC
组合 2	43	86	12.76 aA	3.82 bB	4.19 aA	0.41 bAB	0.12 bBC
组合 3	48	96	11.06 bB	4.99 aA	4.05 aA	0.37 cB	0.17 aAB
组合 4	47	94	11.48 bB	5.05 aA	4.26 aA	0.46 aA	0.20 aA
对照			9.24 cC	3.07 bB	1.79 bB	0.31 dC	0.11 bC

注：同列数据后不同大、小写字母分别表示差异达到极显著（P<1%）、显著（P<5%）水平，下表同。

2.2 番茄植株田间表型性状调查

由表 2 可以看出，实生苗长势一般，而 4 种嫁接组合的嫁接苗长势均较强或强。所有组合的果实均为圆形大红色，嫁接后果色和果形均未改变。组合 4 的单株果穗数最高，为 8.00 串；组合 2、3 的为 7.33 串；对照组最低，仅有 5.33 串；组

合 4 的单穗结果数最高，为 3.67 个，其次为组合 3 和对照组；组合 4 单果重最大，为 248.07 g，其次是组合 2（240.49 g），对照组最低；4 种嫁接组合每 667 m² 产量均比对照组高，其中组合 4 的最高，达 10 911.08 kg，较对照增产 97.33%，与组合 3（8 094.97 kg）差异不显著，但显著高于其他组合。

表 2 番茄植株田间部分表型性状

嫁接组合	生长势	果色	果形	单株果穗数 (串)	单穗结果数 (个)	单果重 (g)	产量 (kg · 667 m ⁻²)	增产 (%)
组合 1	较强	大红	圆形	7.00	3.00	230.88	7269.32 bAB	31.47
组合 2	强	大红	圆形	7.33	2.33	240.49	6131.08 bB	10.88
组合 3	强	大红	圆形	7.33	3.33	221.78	8094.97 abAB	46.40
组合 4	强	大红	圆形	8.00	3.67	248.07	10911.08 aA	97.33
对照	一般	大红	圆形	5.33	3.33	208.69	5529.29 bB	

2.3 番茄果实品质指标测定

果实品质测定结果显示（表 3），对照的可溶性糖含量最高，与组合 3、4 差异不显著，显著高于组合 1、2。组合 1 的可滴定酸含量最高，与组合 2、3、4 差异不显著，显著高于对照。组合 3 的果实

硬度最大，显著大于其他组合；组合 4 的果实硬度最小，极显著小于其他组合；糖酸比计算结果显示，对照最高，与组合 3、4 差异不显著，显著高于组合 1、2；组合 1 的最低。综上所述，组合 4 的番茄果实品质与实生苗差异不大，口感较好。

表 3 番茄果实品质指标

嫁接组合	可溶性糖 (%)	可滴定酸 (%)	硬度 (kg·cm ⁻²)	糖酸比
组合 1	2.75 bcA	0.27 aA	3.30 cB	10.41 bB
组合 2	2.66 cA	0.25 abA	3.42 bAB	10.55 bAB
组合 3	2.87 abcA	0.24 abA	3.52 aA	11.78 abAB
组合 4	2.96 abA	0.24 abA	3.08 dC	12.35 abAB
对照	3.04 aA	0.22 bA	3.30 cB	14.19 aA

2.4 番茄植株田间发病率统计

田间病害调查结果显示（表 4），组合 4 的枯萎病发病率极显著低于其他组合，次低为组合 3，与对照差异达到极显著水平；组合 4 的青枯病发病率低，极显著低于组合 1 和对照组，与组合 2、3 的差异不显著，对照的发病率最高；组合 3 的根结线虫病发病率最低，极显著低于其他组合，次低为组合 4，实生苗的发病率最高。由此可见，组合 4（‘科砧 1 号’×‘贝盈’）的综合抗病性最好。

表 4 田间发病率统计

嫁接组合	发病率 (%)		
	枯萎病	青枯病	根结线虫病
组合 1	0.18 bcB	0.15 bB	0.16 bB
组合 2	0.17 cB	0.11 cBC	0.14 bB
组合 3	0.20 bB	0.09 cC	0.03 dD
组合 4	0.10 dC	0.10 cC	0.08 cC
对照	0.27 aA	0.26 aA	0.30 aA

3 结论与讨论

砧木的选择是嫁接成功与否的基础和关键，嫁接成活率能够较好地反映嫁接的亲合性。不同砧木嫁接不同接穗时的成活率差异较大，4 种嫁接组合的嫁接成活率均 80% 以上，说明嫁接亲和性均较好。

嫁接苗壮苗指数、生长势、果实商品性、品质、产量和抗逆性等指标是评价砧木共生亲和性

的重要指标。本研究田间种植表现结果显示，‘科砧 1 号’×‘贝盈’的植株平均单株果穗数、单穗结果数、单果重均高于对照，每 667 m² 产量较实生苗增产 97.33%、增产效果显著，此结论与张振德等^[4]的结论相一致。本研究中果实品质与实生苗差异不大，口感较好，此结论与张慎璞等^[13]、郑长英等^[14]研究结果相一致，但与张振德等^[4]的砧木嫁接番茄可明显降低果实可溶性糖含量的结论不同，其原因可能是选择的砧木和栽培环境不同。本研究中‘科砧 1 号’×‘贝盈’的植株田间青枯病、枯萎病、根结线虫病发病率均极显著低于对照，此结论与张慎璞等^[16]、郑长英等^[17]研究结果相一致。

综合比较不同砧木嫁接‘贝盈’对番茄的成活率、生长势、果实商品性、品质、产量和抗病性的影响，以‘科砧 1 号’为砧木的番茄长势较好，产量较高，对品质影响较小，在抗青枯病、枯萎病、根结线虫病方面表现优异，建议推广应用。

参考文献：

[1] 张天鹏, 杨兴洪. 番茄果实早期发育的分子生理机制研究进展 [J]. 植物学报, 2018, 53 (6): 856-866.

[2] 李颖仪, 司雨, 王怡玫, 等. 抗青枯病番茄嫁接砧木的筛选 [J]. 长江蔬菜, 2016 (12): 48-51.

[3] 孙岚明, 于琴芝, 王先裕, 等. 聚合多抗砧木对番茄产量, 品质及抗病性的影响 [J]. 中国蔬菜, 2017 (11): 40-45.

- [4] 陈振德, 王佩圣, 周英, 等. 不同砧木嫁接对番茄产量, 品质及南方根结线虫防治效果的影响[J]. 中国蔬菜, 2012(20): 83-87.
- [5] 王德欢, 葛米红, 梁欢, 等. 不同砧木品种对番茄嫁接苗生长与果实品质和产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2018(22): 11-14.
- [6] 孙丽丽, 徐扬, 郭世荣, 等. 不同砧木嫁接对番茄成活率、生长及果实品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(5): 55-62.
- [7] Turhan A, Ozmen N, Serbeci M S. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. HortScience, 2011, 38(4): 142-149.
- [8] 任平, 张伟兵, 杨艺炜, 等. 番茄嫁接育苗关键技术[J]. 西北园艺: 综合, 2019(5): 13-14.
- [9] 李绪友, 张章松. 番茄嫁接育苗新技术——斜切套管嫁接法研究[J]. 安徽农学通报, 2013(21): 49-49, 92.
- [10] 陈慧, 王毓, 谢燕青, 等. 番茄嫁接栽培试验[J]. 中国蔬菜, 2005(5): 23.
- [11] 刘淑梅, 王施慧, 朱传峰, 等. 番茄砧木苗期筛选及田间抗性鉴定研究[J]. 山东农业科学, 2015, 47(8): 83-85.
- [12] 郝建军, 刘延吉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.
- [13] 张慎璞, 梁新安, 杨红丽, 等. 抗根结线虫番茄砧木品种的选育[J]. 中国蔬菜, 2009(16): 74-77.
- [14] 郑长英, 曹志平, 陈国康, 等. 抗根结线虫砧木嫁接对番茄生长及产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2004(4): 37-38.

(责任编辑: 许玲)

陈中钊, 许端祥, 杜文丽, 高山. 早春大棚苦瓜-夏秋水稻水旱轮作高效栽培模式 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 49-52.

CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, DU Wen-li, GAO Shan. High Efficiency Cultivation Model of Paddy-upland Rotation between Early Spring Bitter Gourd in Greenhouse and Summer-autumn Rice [J]. *Southeast Horticulture*, 2022, 10 (1) : 49-52.

早春大棚苦瓜-夏秋水稻水旱轮作 高效栽培模式



陈中钊, 许端祥, 杜文丽, 高山*
(福州市蔬菜科学研究所, 福建 福州 350111)

摘要: 为有效解决早春大棚苦瓜连作障碍严重的问题, 促进产业健康发展, 笔者近年来在福州地区通过品种选择、茬口安排、嫁接育苗、水旱轮作、秸秆还田等技术的试验和推广, 总结了一套“早春大棚苦瓜-夏秋水稻水旱轮作高效栽培模式”, 取得良好的经济效益和推广应用价值。

关键词: 苦瓜; 水稻; 水旱轮作; 栽培模式

中图分类号: S642.5

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0049-04

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.008

High Efficiency Cultivation Model of Paddy-upland Rotation between Early Spring Bitter Gourd in Greenhouse and Summer-autumn Rice

CHEN Zhong-shan, XU Duan-xiang, DU Wen-li, GAO Shan*
(Fuzhou Institute of Vegetable Crops, Fuzhou, Fujian 350111, China)

Abstract: In order to effectively solve the serious obstacle of continuous cropping of bitter gourd in greenhouse in early spring, and promote the healthy development of the bitter gourd industry, the author summarized a set of high-efficiency cultivation model of paddy-upland rotation between early spring bitter gourd in greenhouse and summer-autumn rice through the experiment and promotion of varieties selection, stubble arrangement, grafting seedling raising, paddy-upland rotation and straw returning to the field in Fuzhou in recent years, which had achieved good economic benefits and application value.

Key words: Bitter gourd; Rice; Paddy-upland rotation; Cultivation mode

福州早春大棚苦瓜因其上市时间早, 市场价格高, 采收期长, 经济效益显著, 生产面积逐年扩大^[1], 形成规模化、专业化的特点。但由于多

年重茬种植, 导致连作障碍和土传病害的普遍发生, 严重制约了苦瓜产业的发展。自 2019 年以来, 笔者在福州大宇农业发展有限公司和闽侯县鸿翔

收稿日期: 2021-12-17

基金项目: 福建省科技计划项目 (2019S0001); 福建省现代农业产业技术体系建设项目 (闽财指 [2019] 113 号)

作者简介: * 为通讯作者, 高山 (1973-), 男, 研究员, 博士, 主要从事蔬菜遗传育种研究, E-mail: vegao@126.com。

陈中钊 (1988-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事蔬菜遗传育种研究, E-mail: 517589304@qq.com

农业开发有限公司示范推广早春大棚苦瓜—夏秋水稻水旱轮作高效栽培模式,该模式既缓解了苦瓜连作障碍,减少土传病害的发生,提高苦瓜产量和品质,增加农民的收入,又稳定了水稻种植面积,提高土地利用率,水稻可以利用前作苦瓜田的肥力,减少化肥施用量,改善了农业生态环境,显著起到“三减三增”的效果,具有良好的推广应用价值。

1 大棚早春苦瓜栽培技术

1.1 品种选择

长期种植苦瓜的土地,需采用嫁接育苗才能有效预防土传病害和克服连作障碍。接穗品种宜选择早熟、耐低温弱光、抗病丰产的苦瓜品种,白绿苦瓜可选用‘玉银’、‘新翠’、‘迎春’等品种;绿色苦瓜可选用‘春宝’、‘如玉5号’、‘佳丰’等品种。砧木品种宜选择耐低温、抗枯萎病强、长势旺、根系发达、与接穗嫁接亲和性好、嫁接成活率高的白籽南瓜或当地中熟普通丝瓜品种。

1.2 嫁接育苗

苦瓜嫁接育苗中基本设施条件、用具、场地、基质、嫁接方法、病害防治、壮苗指标和包装等可参考地方标准 DB 50/T 1106-2021《瓜类蔬菜(黄瓜、苦瓜)嫁接苗生产技术规程》^[2]。

1.2.1 播种时间

福州地区苦瓜于 12 月中下旬播种,普通丝瓜砧木要提早 14 d 播种,白籽南瓜砧木提早 7 d 播种。

1.2.2 浸种催芽

采用温汤浸种法对砧木和接穗种子消毒,再用清水浸种 6~8 h 后,放入催芽箱中催芽。白籽南瓜或普通丝瓜催芽适宜温度为 25~30℃,苦瓜为 28~30℃,至种子露白时及时挑出播种。

1.2.3 嫁接前苗床管理

将种子点播在穴盘中,保持苗床温度在 25~28℃。南瓜与苦瓜出齐苗后保持温度 20℃ 以上。普通丝瓜砧木有 50% 的种子冒芽后,需加温处理,及时搭小拱棚增温至 30℃ 处理 48 h,促进丝瓜幼

苗下胚轴伸长。

1.2.4 嫁接时间与方法

当苦瓜子叶平展,显露 2 片真叶,同时砧木下胚轴 5 cm 时,即可嫁接。嫁接前 1 d 用 50% 氢铜·多菌灵可湿性粉剂 500 倍液对砧木和接穗喷雾消毒。用丝瓜砧木嫁接采用贴接法,用南瓜砧木嫁接采用套管嫁接法。

1.2.5 嫁接至成活前管理

嫁接后前 3 d,移入愈合室培养或在培苗床上用遮阳网覆盖在小拱棚上,完全遮光并保持饱和湿度状态,温度不低于 25℃。嫁接后第 4~6 d 可逐渐去除遮阳网,第 10~15 d 逐渐揭开小拱棚。

1.2.6 壮苗管理

对于弱苗可移出苗床集中加强温光水肥管理,加快伤口愈合,对于健壮苗进行控苗管理。定植前 7 d,幼苗的大小一致时,可进行夜温不低于 12℃ 的低温炼苗。当嫁接苗生长至株高 12~15 cm、茎粗 0.5~0.7 cm,4 叶 1 心时即可出苗。

1.3 大棚准备

定植前 15~20 d 扣棚膜和防虫网,整地作畦,每 667 m² 施有机肥 800 kg、钙镁磷 50 kg、微生物菌肥(有效活菌数 ≥ 0.2 亿个·g⁻¹) 50 kg。土壤与肥料翻耕均匀后整畦,畦宽 2.0~2.2 m、高 30 cm 左右,畦面铺滴灌带并盖银灰膜保温。

1.4 定植

苦瓜 1 月下旬定植,嫁接苗沿畦外侧单行定植,株距 1.8~2.0 m,每 667 m² 定植 200~250 株。

1.5 搭架

采用平架结合篱笆架方式搭架,架高 2 m,篱笆架与平架铺 30 cm × 30 cm 爬藤网。

1.6 植株管理

提高早春大棚苦瓜前期产量,是获得高收益的关键。摘除主蔓 60 cm 以下全部侧蔓,60 cm 以上保留 5~6 个含雌雄花花苞的强壮侧蔓,调整主侧蔓走向使之在篱笆架上均匀分布,然后沿篱笆架引蔓上平架。当苦瓜枝叶铺满平架时要及时摘除老叶、病叶以及细弱藤蔓,保持棚架通风透光,

及早摘除畸形瓜、病瓜、烂瓜。

1.7 温、湿度管理

早春气温低，苦瓜定植后随即放膜封棚以提高棚内温度，维持白天 25~30℃，夜间 15~20℃，缓苗成活后可选择晴天正午开前后门通风换气，进入 4 月以后，当棚外最低温度高于 20℃时，可将大棚四周棚膜全部掀起。苦瓜整个生长期棚内相对湿度控制在 60%~80%^[3]。

1.8 肥水管理

水肥管理采用水肥一体化滴灌进行。第 1 批苦瓜采收后进行第 1 次追肥，每 667 m² 施三元复合肥 10~15 kg；采收盛期，每 667 m² 施复合肥（N：P₂O₅：K₂O 为 18：8：18）25~30 kg，每隔 7 d 追 1 次肥。早春前期气温低，植株小，宜少浇水，开花前期适当控制水分，保持土壤湿润即可。坐果期需水量大，结合当地天气情况，每 2~4 d 滴灌 1 次，保持土壤相对湿度 70%~80%。

1.9 人工授粉

早春大棚苦瓜需人工辅助授粉，授粉在上午 6~10 时进行，用当天开放的雄花花蕊对准雌花柱头均匀涂抹，1 朵雄花可授 2~3 朵雌花，能有效提高果实商品率。

1.10 病虫害防治

早春大棚苦瓜病害主要有白粉病、霜霉病、棒孢叶斑病，虫害主要有蚜虫、瓜绢螟、瓜实蝇。

1.10.1 农业防治

做好田园清洁，改善栽培环境，清除杂草等病虫害易滋生的场所，摘掉的带病枝叶、烂瓜及时装袋清出田园。其次加强棚内通风，降低湿度。

1.10.2 物理防治

在大棚内悬挂黄板诱杀蚜虫，性诱剂诱杀瓜实蝇成虫。

1.10.3 化学防治

参考农业部标准 NY/T 393-2020《绿色食品农药使用准则》^[4]，选用高效、低毒、低残留农药防治病虫害。白粉病防治可用 36% 啉酰-乙嘧酚悬浮剂 1 000 倍液或 50% 硫磺·三唑酮悬浮剂

1 500 倍液等农药交替轮换使用。霜霉病防治可用 69% 烯酰吗啉可湿性粉剂 1 000 倍液或 72% 甲霜锰锌 800~1 000 倍液喷雾。蚜虫防治可用 10% 吡虫啉可湿性粉剂 2 000~2 500 倍液；瓜绢螟防治用 0.2% 甲维盐 8 00 倍液等农药喷雾；瓜实蝇防治可选高效氯氰菊酯 1 500~2 500 倍液，或 75% 灭蝇胺可湿性粉剂 1 000~1 500 倍液等喷雾。

1.11 适时采收

当苦瓜瓜条充分长大，瓜皮瘤状突起饱满、瓜面有光泽时应及时采收。前期气温低，膨瓜速度慢，一般开花后 15~20 d 采收，采收中后期随气温升高开花后 12~15 d 即可采收。

2 水稻栽培技术

2.1 品种选择

选择适应性强、产量高、抗性好、品质优的水稻品种，如‘甬优 4949’或‘甬优 8 号’等品种。

2.2 整地

苦瓜 6 月中下旬拉秧后，及时揭开大棚膜，清理田园中的地膜、管道、栽培架，引水灌田，用旋耕机深翻耕 2~3 遍，确保稻田平整、软硬适中、排灌通畅。

2.3 播种育苗

水稻 5 月下旬播种育苗，每 667 m² 播种量 1 kg 左右，播前晒种 1~2 d，催芽播种。2 叶 1 心时追施 1 次尿素，培育多蘖壮秧。苗期重点防治立枯病、恶苗病、二化螟、稻飞虱等病虫害，秧苗移栽前 2 d 喷 1 次药。

2.4 适时移栽，合理密植

秧苗秧龄 30 d 左右移栽，株行距 25 cm × 25 cm，每穴插 2~3 株，每 667 m² 定植 1.3~1.5 万丛，保证有效穗 15 万穗以上。插秧要求薄水浅插，水深 1~2 cm，插秧深度 1.5 cm 左右，插后及时扶苗、补苗。

2.5 肥水管理

因前茬苦瓜底肥充足，拉秧后土壤仍有一定的肥力，基肥可不施或少施，插秧后 7 d 左右追施 1 次分蘖肥，每 667 m² 追施尿素 5 kg；幼穗开始

分化时施穗肥, 每 667 m² 追施尿素 3~4 kg; 抽穗后施粒肥, 每 667 m² 追施氯化钾肥 5 kg、尿素 3 kg。水分管理遵循“浅水促蘖, 足水孕穗, 干湿壮籽”的原则^[5]。

2.6 病虫害防治

水稻主要虫害有稻飞虱、稻纵卷叶螟、二化螟、三化螟等, 可选择吡虫啉可湿性粉剂、氯虫苯甲酰胺等药剂防治。病害主要有纹枯病、稻瘟病等, 可选用井冈霉素、春雷霉素、稻瘟灵乳油、蜡质芽孢杆菌等药剂防治。

2.7 适时收割

一般在 10 月下旬, 水稻 95 % 以上稻粒失水硬化、变成半透明状实粒时即可收割, 收割前 7 d 断水使田地干硬, 收后及时晾晒入库。

2.8 秸秆还田

水稻收割完后, 剩余的秸秆用粉碎机打碎, 均匀撒在土壤表面, 每 667 m² 施用 2 kg 秸秆腐熟剂与下一茬苦瓜基肥(腐熟牛或羊粪肥)拌匀撒施后, 随耕地一起翻入土壤, 可增加土壤有机质含量, 改良土壤理化性状, 增强土壤中有益微生物活性, 提高土壤肥力。

3 经济效益分析

以每 667 m² 计算, 设施苦瓜产量 3 500 kg 左右, 市场平均售价 5 元·kg⁻¹, 产值约 17 500 元; 水稻产量 600 kg 左右, 平均售价 3 元·kg⁻¹, 产值约 1 800 元; 二者合计总产值约 19 300 元, 扣除各类农资及临时雇工等生产成本约 6 000 元, 每 667 m² 纯收入逾 13 000 元。

参考文献:

- [1] 陈中钊, 高山, 许端祥, 等. ‘佳美’苦瓜早春大棚高产栽培关键技术[J]. 中国园艺文摘, 2017(1): 171-172.
- [2] DB 50/T 1106-2021, 瓜类蔬菜(黄瓜、苦瓜)嫁接苗生产技术规程[S].
- [3] DB 32/T 3285-2017, 早春大棚苦瓜生产技术规程[S].
- [4] NYT/393-2020, 绿色食品农药使用准则[S].
- [5] 张扬城. 延平区机收再生稻高效丰产技术[J]. 中国农技推广, 2020, 36(7): 39-40, 46.

(责任编辑: 李婷)

李红梅. ‘深紫 168’ 茄子引种表现及配套高产栽培技术 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 53-56.

LI Hong-mei. Introduction Performance and Corresponding High Yield Cultivation Techniques of Eggplant ‘Shenzi168’ [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 53-56.

‘深紫 168’ 茄子引种表现及配套 高产栽培技术



李红梅

(明溪县盖洋镇农业技术推广站, 福建 明溪 365205)

摘 要: ‘深紫 168’ 茄子于 2018 年引进到明溪县盖洋镇, 经种植, 其突出的丰产性能为茄农带来了较高的经济价值。本文结合明溪县盖洋镇当地气候环境, 总结了 ‘深紫 168’ 茄子引种表现及田间肥水管理、整枝、病虫害防治等配套高产栽培技术, 为提高该品种的产量和质量、扩大应用面积提供技术支撑, 增加茄农的经济效益。

关键词: ‘深紫 168’ 茄子; 试种; 高产栽培技术

中图分类号: S641.1

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0053-04

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.009

Introduction Performance and Corresponding High Yield Cultivation Techniques of Eggplant ‘Shenzi168’

LI Hong-mei

(Gaiyang Town Agricultural Technology Extension Station, Mingxi, Fujian 365205, China)

Abstract: Eggplant ‘Shenzi16’ was introduced into Gaiyang Town, Mingxi County, Fujian Province. Through trial planting for four years, its prominent yield could bring farmers high economic benefits. Combined with local climate and environment in Gaiyang Town, the paper summarized its introduction performance and corresponding high yield cultivation techniques including fertilizer and water management in field, pruning, prevention and control of diseases and pests and others. It would provide technical support for improvement of yield and quality expansion of application area and increasing farmers economic benefits.

Key words: Eggplant ‘Shenzi168’ ; Trial planting; High yield cultivation techniques

茄子新品种 ‘深紫 168’ 为笔者于 2018 年从厦门银农种苗有限公司引进, 经 2018-2021 年在明溪县盖洋镇甜蜜蜜家庭农场进行种植, 具有突出的丰产性和综合品质, 经济效益显著。现将 ‘深紫

168’ 茄子引种表现及配套高产栽培技术总结如下。

1 试种地概况

明溪县盖洋镇为闽西北中部中低山和丘陵区,

收稿日期: 2021-12-18

作者简介: 李红梅 (1986-), 女, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: mxkfb@163.com

有部分地区属火山地貌，土壤为玄武岩风化成紫色土，pH 值 4.5~5.5，土壤肥沃，被当地人称为“神仙土”。明溪县又处于富硒土壤范围内，土壤清洁度高。海拔 390~630 m，坡度小于 25°，年平均气温 17.3℃，最高气温 38.5℃，最低气温 -8.1℃，平均无霜期 261 d，年日照时数 1 788.6 h，相对湿度 81%，年平均降雨量 1 754 mm，属中亚热带季风区，四季分明，生态环境优良。

2. 品种特性及引种表现

2.1 品种特性

‘深紫 168’茄子为中熟品种，适应性广，耐热耐湿；植株长势强，株型紧凑，株高 1.7~

1.8 m，叶片稍直立，适宜密植；果实长条形、顺直美观、头尾均匀，果长 30 cm 以上、果径 4 cm；果色深紫，高温季节不易变色，单果重 325 g，适于在富含有机质、保水保肥能力强的土壤中栽培。

2.2 引种表现

2018–2021 年统一由明溪县甜蜜蜜家庭农场委托厦门银农种苗有限公司育苗，在盖洋镇湖上村、葫芦形村和温庄村等地进行种植，定植期为 4 月上旬，5 月中旬陆续开花，采摘期从 6 月中旬至 11 月中旬，全年平均采摘 160 d，平均每 667 m² 产量达 7 150~7 600 kg，4 年综合平均产量为 7 375 kg，产量表现较为稳定。

表 1 2018–2021 年盖洋镇‘深紫 168’茄子引种表现

年份	地点	定植期	采摘期	试种面积 (m ²)	平均产量 (kg · 667 m ⁻²)	病虫害 发生率
2018	湖上村	4 月 4~6 日	6 月中旬至 11 月中旬	6 670	7 300	较低
2019	湖上村、葫芦形村	4 月 4~6 日	6 月中旬至 11 月中旬	20 010	7 150	较低
2020	温庄村、葫芦形村	4 月 4~6 日	6 月中旬至 11 月中旬	66 700	7 600	较低
2021	温庄村、葫芦形村	4 月 4~6 日	6 月中旬至 11 月中旬	133 400	7 450	较低

3 配套高产栽培技术

3.1 科学选地、整地

‘深紫 168’茄子对土壤的适应性强，优质高产栽培宜选择地势平坦、阳光充足、排灌方便、土壤肥沃、有机质含量高的地块，忌重茬，应实行轮作种植^[1-2]。整地选在晴朗的天气进行深耕深翻，减少土壤中有害病菌和虫卵；整成畦面宽 120~130 cm、高 20~25 cm 的高畦，便于田间排水。整好畦后覆盖地膜，覆膜可为根系生长创造适宜又相对稳定的环境^[3]，防止杂草生长，减少除草劳动，并提高土壤温度，有助于植株生长和缓苗，促进果实早熟，又降低土壤湿度，减轻病害发生。

3.2 移栽定植

‘深紫 168’茄子移栽定植时间为 4 月 4~6

日，单行种植，行距 50~60 cm、株距 45~60 cm，每 667 m² 定植 700 株。要严格控制种植密度，密度太大，后期田间通风透光差，不利于茄果采摘，同时易发生病害，密度太小则会导致肥料和土地的浪费，不能获得高产。

3.3 肥水管理

‘深紫 168’茄子株型高大，根系发达，生长周期长，需肥量大，施足基肥可满足植株在生产过程中的营养需求，为高产质优打下基础。结合整地施土壤调理剂（CaO ≥ 35.0 %、SiO₂ ≥ 20.0%、MgO ≥ 8.0%，pH 值 9.0~11.0）50 kg · 667 m⁻²，可改善土壤结构，减轻土壤板结。整畦时深施基肥，每 667 m² 使用商品有机肥 1 000 kg（或优质农家肥牛粪、草木灰等 1 000 kg）和硫酸钾型复合肥 50 kg，使肥料和土壤充分混合均匀^[4-5]，提升保

水保肥能力,促进根系生长。

定植后及时浇足定根水,此后保持土壤湿润和养分充足即可,田间不要积水,以免影响根系生长。缓苗后追施少量肥水,每 667 m² 浇施 2~3 kg 硫酸钾型复合肥,同时检查定植成活率,发现缺苗及时补苗。开花后视植株生长情况整个生长周期每 7~10 d 浇施 1 次肥水,浇施 5~15 kg·667 m² 硫酸钾型复合肥。茄果坐稳后,茄果生长期(四门斗、八面风、满天星)需肥量增大,每 2 株之间采用点肥进行追肥,穴施硫酸钾型复合肥 100 g。‘深紫 168’ 茄子定植 45 d 左右开始开花,开花后结合病虫害防治每 15 d 喷施 1 次叶面肥,每 667 m² 施磷酸二氢钾 150~200 g 和速效硼 30 g,有利于促进坐果。雨季时节,要及时排水,防止田间积水,控制田间湿度和土壤含水量,避免湿度过大引发茄子感染病菌。夏季高温,傍晚可在大田灌跑马水降温,避免温度过高,引起落花落果。

3.4 整枝搭架

‘深紫 168’ 茄子生长旺盛,定植 20 d 后开始发侧芽,应及时抹除全部侧芽,并打掉底部老叶,门茄现蕾前只保留生长旺盛的营养功能叶片,减少养分消耗,促进植株生长,使其茎秆粗壮^[6]。植株长至 50 cm 时门茄现蕾,陆续开花,应培土并及时搭架。每株立竹竿,防止植株倒伏,采用双杆“V”型整枝法。‘深紫 168’ 茄子定植时温度较低,根系吸收养分较慢,门茄现蕾开花时将其摘除,从对茄开始留果。不留门茄可减少前期果实对养分的竞争消耗,促进茄子茎秆粗壮、提高坐果率,增加产量。随着植株的生长,及时绑枝固定,生长采收期要及时摘除茄果以下老叶片、新发侧枝,减少养分消耗为茄果生长提供充分养分,也提高田间的通风透光性,减少病害感染。

3.5 病虫害防治

经田间多年观察,炭疽病、黄萎病、青枯病,红蜘蛛、蚜虫、粉虱为‘深紫 168’ 茄子栽培中的主发病虫害。生产上应坚持“预防为主,治疗为辅”,采取农业措施为基础,辅以必要的化学农药进行

综合防治^[7-9]。

3.5.1 农业防治

避免重茬,清除田间杂草,及时修整摘除多余侧枝、老叶、病叶,加强田间通风透光性,从源头上减少病虫害数量。增施有机肥和土壤调理剂,改善土壤结构,控制黄萎病、青枯病等土传病害的发生。加强排水,降低田间湿度,提高土壤通透性,加强肥水管理,避免干旱等,以控制红蜘蛛、蚜虫、粉虱等有害。

3.5.2 化学防治

加强田间观察,做到早发现,早防治。每 667 m² 可用 75% 百菌清可湿性粉剂 140~260 g、50% 吡唑醚菌酯水分散粒剂 10~15 g、46% 氢氧化铜水分散粒剂 40~60 g 等喷雾防治炭疽病、黄萎病等病害。细菌性青枯病一旦发现病株及时拔除,植穴消毒。高温少雨时段加强红蜘蛛、蚜虫、粉虱的防治,在茄子开花前期、后期,每 667 m² 选择 10% 吡虫啉可湿性粉剂 20~30 g、5% 虱螨脲水乳剂 40~60 ml、1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 10~20 ml 等喷雾。化学防治时,提倡药物交替使用,按标签说明书配比使用,严格遵守安全间隔期。

3.6 适时采收

门茄现蕾开花时即摘除,从对茄开始留果。当茄子果实长度达到 30 cm 左右时,茄果充分膨大,色泽光亮,就要及时采收。采收宜选择晴天的早晨,此时茄子含水量较高,果皮色泽好,茄果本身温度低,水分蒸发量少。随着茄果生长(四门斗、八面风、满天星),隔天进行采收 1 次。

‘深紫 168’ 茄子在盖洋镇经多年试种,表现稳定良好,对土壤适应性强,种植中给予植株充足的养分和合理的田间管理,强化农业生态调控及合理的化学病虫害防治,就能达到丰产、稳产的目的。

参考文献:

- [1] 李波. 茄子高产栽培技术要点[J]. 吉林农业, 2018(10): 87.

- [2] 郑丽媛. 茄子栽培技术 [J]. 吉林农业, 2018 (15): 89.
- [3] 于飞, 李桂杰. 地膜覆盖茄子栽培 [J]. 吉林蔬菜, 2017 (9): 8-9.
- [4] 赵亚男. 茄子露地栽培管理技术 [J]. 吉林蔬菜, 2020 (1): 2-3.
- [5] 经艳杰. 茄子露地栽培技术要点 [J]. 吉林蔬菜, 2019 (2): 17-18.
- [6] 李庆杰. 浅析茄子栽培与病虫害防治技术 [J]. 农业与技术, 2019 (10): 120-121.
- [7] 靳桂芳. 茄子高产栽培技术要点 [J]. 新农业, 2019 (2): 27.
- [8] 高翠敏, 王云峰. 茄子栽培技术 [J]. 现代农业科技, 2018 (19): 94.
- [9] 陈秀梅. 茄子栽培与病虫害防治技术措施分析 [J]. 中国农业文摘, 农业工程, 2019 (6): 57-58.
- (责任编辑: 陈扬祥)

王晓红. ‘翠玉’梨垄畦密植丰产栽培技术 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 57-59.

WANG Xiao-hong. High Yield Cultivation Techniques of Pear ‘Cuiyu’ in Raised-bed Close Planting Mode [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 57-59.

‘翠玉’梨垄畦密植丰产栽培技术

王晓红

(建宁县里心镇乡村振兴综合服务中心, 福建 建宁 354500)



摘 要: ‘翠玉’梨是‘西子绿’与‘翠冠’杂交选育而成的早熟砂梨品种, 2006 年引入建宁县。为进一步实现其优质、高产, 本文进行‘翠玉’梨垄畦密植栽培试验, 研究表明, ‘翠玉’梨适宜垄畦密植栽培, 定植株行距 $0.8\text{ m} \times 3.5\text{ m}$, 每 667 m^2 种植 240 株, 布置固定杆, 采用纺锤形树形整形, 使用刻伤引芽促发枝梢, 促进多形成花芽获得早期产量, 加强田间管理, 密植栽培表现出良好的栽培经济性状, 取得良好的经济效益。

关键词: ‘翠玉’梨; 垄畦密植; 栽培技术

中图分类号: S661.2

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0057-03

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.010

High Yield Cultivation Techniques of Pear ‘Cuiyu’ in Raised-bed Close Planting Mode

WANG Xiao-hong

(Lixin Town Rural Vitalization Comprehensive Service Center of Jianning County, Jianning, Fujian 354500, China)

Abstract: Pear ‘Cuiyu’ is an early-maturity sand pear cultivar cross bred by ‘Xizilv’ and ‘Cuiguan’ and is introduced into Jianning County, Fujian Province in 2006. In order to further improve its yield and quality, raised-bed close planting mode of pear ‘Cuiyu’ was studied. The results showed that pear ‘Cuiyu’ was suitable in raised-bed close planting mode, with spacing $0.8\text{ m} \times 3.5\text{ m}$ and 240 plants per 667 m^2 . Permanent poles were set and spindle tree shape was adopted. Kryptoblast was carved to promote germination of shoots, formation of more flower buds and even obtain early yield. With strengthening field management, pear ‘Cuiyu’ in raised-bed close planting mode would show good economic characters and benefits.

Key words: Pear ‘Cuiyu’; Raised bed close planting; Cultivation techniques

‘翠玉’梨是浙江省农业科学院园艺研究所
以‘西子绿’为母本、‘翠冠’为父本杂交选育
而成的早熟砂梨品种, 该品种于 2006 年引入福建
省建宁县, 综合表现果实成熟期早、果皮绿色、
果面光滑、果肉细脆、汁多味甜、丰产稳产、采
收期长等优良性状, 具有良好的发展潜力和市场

前景, 已作为当地早熟梨品种结构调整和更新换
代的主推品种。为进一步实现‘翠玉’梨果品的
优质、高效生产, 2015 年开始, 在建宁县里心镇
华严寺果园开展‘翠玉’梨垄畦密植栽培试验,
经过多年调查研究, 发现‘翠玉’梨适宜进行密
植栽培, 且表现出优良的品质特性和良好的经济

收稿日期: 2021-12-23

作者简介: 王晓红 (1973-), 女, 农艺师, 主要从事果树技术推广工作, E-mail: jn351237@163.com

效益,现将‘翠玉’梨垄畦密植栽培技术总结如下。

1 园地基本情况

试验地点位于建宁县里心镇华严寺果园内,2015 年开园建立试验园 4.2 hm²,土壤为红壤土,缓坡山地,pH 值 5.7,有机质含量 1.1%,海拔 530 m,年均无霜期 260 d;定植株行距 0.8 m×3.5 m,667 m² 种植 240 株,主栽品种‘翠玉’,授粉品种为‘黄花’,主栽品种与授粉品种为 6:1。

2 试验园产量和效益

试验园定植后第 2 a 开始少量结果,第 5 a 进入盛果期,第 6 a 时 667 m² 产量 2 610 kg,产值 21 141 元,2015–2021 年累计产量 9 330 kg,累计产值 71 699.2 元,累计投入成本 20 920 元,累计效益 50 779.2 元,取得早结、丰产、高效的栽培目标。试验园历年生产情况见表 1。

表 1 2015–2021 年‘翠玉’梨密植栽培试验园生产情况

年份	产量 (kg·667 m ⁻²)	产值 (元)	单价 (元·kg ⁻¹)	成本 (元·667 m ⁻²)	效益 (元·667 m ⁻²)
2015	0	0	0	3 840	–3 840.0
2016	275	2 750.0	10.00	1 280	1 470.0
2017	682	6 547.2	9.60	2 850	3 697.2
2018	1 150	8 050.0	7.00	2 950	5 100.0
2019	2 300	17 020.0	7.40	3 200	13 820.0
2020	2 313	16 191.0	7.00	3 300	12 891.0
2021	2 610	21 141.0	8.06	3 500	17 641.0
累计	9 330	71 699.2	–	20 920	50 779.2

3 ‘翠玉’梨品种特征特性

3.1 果实经济性状

‘翠玉’梨果实圆形,果形端正;平均单果重 240 g,最大单果重可达 480 g;果点极少,果皮绿色、果面光滑且有蜡质;果肉细脆、多汁且有清香,平均可溶性固形物含量 11.7%,品质上等,较耐储运。

3.2 生长结果特征特性

‘翠玉’梨树势中庸,树姿开张,萌芽力中上、成枝力较强。幼龄树易形成花芽,以中、长果枝结果为主;进入盛产期后,主要以中、短果枝结果,单株产量高且稳产。

3.3 物候期

‘翠玉’梨在建宁县里心镇 2 月底至 3 月上旬开始萌芽,3 月中旬进入盛花期,6 月底至 7 月上旬成熟,11 月中旬落叶。具体物候期见表 2。

表 2 2016–2021 年‘翠玉’梨密植栽培物候期

年份	花芽松动期 (月/日)	初花期 (月/日)	盛花期 (月/日)	谢花期 (月/日)	枝梢旺长期 (月/日)	果实成熟期 (月/日)	落叶期
2016	2/28	3/15	3/17	3/24	4/25	6/27	1 月上旬
2017	3/1	3/17	3/20	3/28	4/27	6/30	11 月中旬
2018	3/2	3/11	3/15	3/25	4/27	7/1	11 月中旬
2019	3/1	3/13	3/16	3/25	4/28	7/1	11 月上旬
2020	3/3	3/16	3/20	3/31	5/1	6/25	11 月上旬
2021	2/28	3/12	3/14	3/23	4/29	6/27	11 月上旬

4 栽培技术要点

4.1 建园

4.1.1 整地与定植沟

选择地势较为平坦的缓坡地建园。全园进行土壤深翻，表土先行堆放一边，按照株行距 0.8 m × 3.5 m 划好定植沟位置线，然后用挖土机挖宽 80 cm、深 60 cm 的定植沟，沟尽量取直。表土回填，每 667 m² 施 2 500 kg 粗有机肥（稻草、秸秆、农家肥等），再用起垄机起垄筑畦，畦宽 1.8~2.0 m，沟宽 1.2~1.3 m，沟深 0.5~0.6 m，全面清沟便于排水。

4.1.2 布置固定杆

在垄畦上直接树立水泥柱，水泥柱间距 8 m；用 10 号镀铬铁丝架起绑缚网，共布 3 层铁丝，每层间距 70 cm，最上层铁丝拉在杆顶部，最下层距离地面 80 cm；每行首尾水泥柱内侧用柱子往外撑，便于固定架网松紧。

4.1.3 定植

选择直径 1.8 cm 以上、苗高 160 cm 以上且无病虫害苗木，定植前去除嫁接口处薄膜和砧木萌蘖。定植时间 2 月下旬进行，按 6:1 比例配置授粉树。

4.1.4 刻伤引芽和绑缚

栽植后立即进行刻伤，即在梨芽的上方 0.1 cm 处，用锯片进行刻伤，深度刻至木质部为宜；接着用布条或塑料拉绳将苗固定在铁丝上。刻伤使树体上的芽均衡获取树体养分，促进多抽生枝条，多形成花芽促进早期产量形成；绑缚以防被风吹倒，树体能直立健壮生长。

4.2 水肥管理

每年 2 月中、下旬芽萌动前施芽前肥，株施 0.5 kg 果树专用肥；5 月中旬施壮果肥，株施 0.8 kg 硫酸钾型高钾复合肥；7 月中旬果实采收后施果后肥，株施 0.5 kg 果树专用肥，10 月上、中旬施足基肥。在‘翠玉’梨生长季节结合喷施农药，连续喷施 0.3% 磷酸二氢钾或益思邦水溶肥。果实膨大期遇旱应每周浇灌或喷灌 1 次。

4.3 花果期管理

每年 3 月中旬末喷施 0.3% 硼砂 + 芸苔素，并进行人工辅助授粉，一般采用电动授粉器进行人工辅助喷施花粉，以提高坐果率。疏果一般在谢花后 20 d 进行。每个果枝上留 3~4 个梨果，离地 60 cm 以下的下垂枝果全部疏除。

4.4 整形修剪

采用纺锤形树形整形，成形后树高控制 2.5~3.0 m，每株 15~20 个结果枝条，不配置大型结果枝组，上下各枝均为结果枝；每年冬季修剪尽量选用当年生枝条作为结果枝进行短截结果，或对多年生结果枝进行留长 1~2 cm 回缩更新处理，促进翌年多形成新枝，新枝条挂果可增大果个、提高果品质量。

4.5 病虫害综合防治

‘翠玉’梨主要病虫害有轮纹病、炭疽病、斑点落叶病、褐斑病、黑斑病、黑星病、天牛、蜡蛾、介壳虫、二斑叶螨、蚜虫等。

4.5.1 冬季清园

清除梨园内的杂草，刮除粗皮、病斑、翘皮等，再喷布 3~5 波美度石硫合剂，或矿物油 + 代森铵。

4.5.2 物理防治

每 6 670 m² 悬挂 1 盏太阳能振频式杀虫灯，利用灯光诱杀害虫。

4.5.3 生物防治

幼果期在梨树上绑缚梨小食心虫性激素迷向丝，干扰雌雄交配防治梨小食心虫，减少虫口数量。

4.5.4 药剂防治

花芽萌动前喷布 1 次菊酯类杀虫剂 + 苯醚甲环唑，主要防治越冬病虫；谢花后喷 1 次阿维·毒死蜱 + 世高，防谢花伤口感染病害；在正常的生长季节全年还需喷药 3~5 次，杀菌剂可选用 70% 甲基托布津、多菌灵、晴苯唑、溴菌晴、唑鲜胺、戊唑醇等，杀虫剂可选用吡虫啉、螺虫乙酯、甲维盐、菊酯类农药等，有针对性选择农药、循环交替使用；采收前 15 d 停止用药。果实采收后根据病虫发生情况，有针对性选择杀虫剂和杀菌剂进行综合防治。（责任编辑：陈扬祥）

沈朝贵, 王建超, 郭林榕. 成年余甘子树的移栽及栽后管理 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 60-62.

SHEN Chao-gui, WANG Jian-chao, GUO Lin-rong. Transplanting and Management After Transplanting of Adult *Phyllanthus emblica* Tree [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 60-62.

成年余甘子树的移栽及栽后管理



沈朝贵, 王建超, 郭林榕*

(福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 在我国南方余甘子种植区域无大面积推广的主栽品种, 新建果园大多数采用各地主要种植的当地种或农家种的成年大树进行移栽, 可缩短果园建设时间及提早结果。2020 年春季笔者进行余甘子大树移栽, 取得了良好效果, 本文从移栽时间、大树起挖、疏枝重剪及栽后管理技术等方面进行总结, 以期成年余甘子树的移栽及栽后管理提供参考。

关键词: 余甘子; 成年树; 移栽; 栽培技术

中图分类号: S667.9

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0060-03

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.011

Transplanting and Management After Transplanting of Adult *Phyllanthus emblica* Tree

SHEN Chao-gui, WANG Jian-chao, GUO Lin-rong*

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: No widely popularized main cultivars were present in planting area of *Phyllanthus emblica* of southern China. In order to shorten establishment time of orchards and promote fruiting of *Phyllanthus emblica*, adult trees of indigenous cultivars or landrace from different areas were transplanted into most of newly established orchards. In spring of 2020, we transplanted adult trees and achieved good results. In this paper, transplanting time, digging of adult trees, thinning branches, heavy pruning and main cultivation techniques after transplanting were summarized so as to provide references for transplanting and management after transplanting of adult trees.

Key words: *Phyllanthus emblica*; Adult tree; Transplanting; Cultivation

1 成年树的移栽

1.1 移栽时间

余甘子种植适宜区域的年平均温度在 20℃以

上, 夏、秋两季温度较高, 成年树移栽不易成活, 因此常选在冬、春两季移栽。笔者于 2020 年 2 月底从福州市晋安区新店镇进行移栽, 此时大部分余甘子树处于落叶期, 且新梢尚未长出, 移栽成

收稿日期: 2021-09-12

基金项目: 国家热带植物种质资源库 (NTPGRC2021-011); 福建省农业种质资源创新专项 ([2021] 53); 福建省人民政府与中国农业科学院农业高质量发展超越“5511”协同创新工程项目子课题 (XTCXGC2021019-GSS01)

作者简介: * 为通讯作者, 郭林榕 (1963-), 女, 副研究员, 主要从事热带、亚热带果树种质资源、选育种及栽培研究, E-mail: linrong_g@163.com。沈朝贵 (1971-), 男, 助理研究员, 主要从事水果品质与采后处理研究, E-mail: 925081647@qq.com

活率高。

1.2 疏枝重剪

成年余甘子树光合和蒸腾作用强，为确保移栽成活，须降低叶片呼吸作用和树体内水分蒸发，加上余甘子树具有较强的萌发再生能力，因此在挖树前对枝干进行了重剪，锯后仅保留3、4条主枝、高度约60 cm，锯口用刀削平，并涂抹甲基托布津80~100倍液以封闭锯口，防止感染。

1.3 大树起挖

在起挖之前，需先在树干上挂好品种标签，方便定植时分品种种植不出错，也更有利于不同品种搭配种植以利授粉。余甘子为深根系树种，根系发达。主根垂直伸展，入土深度可达3~10 m以上；侧根、副侧根、须根水平分布于离地面20~100 cm的土层。因此起挖余甘子树的土球相对要大，其直径最好是主干直径的6~8倍，土球的高度以60~100 cm为宜。在起挖土球的过程中，以树干为中心先挖1个主干直径7倍左右的圆圈，再将周围5~15 cm的表土铲除，然后围绕此圆圈向外往下挖深，直至挖到60~100 cm深，并用草绳或者麻绳将之包扎固定好，最后铲断中心的主根。土球固定好后，主根、侧根、副侧根进行适当的修剪，用果树修枝刀和手锯把它们剪断截平（如图1）。



图1 起挖包扎固定好的余甘子树

1.4 起吊装运

大树装运时，用吊车起吊装车运输。为防止

损伤树皮，起吊和运输过程中，用厚软材料（无纺布或稻草）衬垫可能受伤的部位。装卸时轻卸轻放，防止枝条折断以及根部土球散落，保证当天起挖的成龄余甘子树当天运到新栽果园，并保证次日种植完毕。

1.5 树木栽植

移栽后的平地果园，按照4 m×4 m株行距种植。移栽前几天挖好种植穴，长、宽、深各100 cm，挖穴时拣出草根、碎石。挖好后，每个穴撒250 g生石灰，再把肥沃表土埋到穴的底层，然后把有机肥50 kg与底土搅拌混合后回填入坑，回填土高出地面20~30 cm，以备回填土沉降所需。栽植时树干主体与土球保持垂直，栽植完毕后每株浇灌800倍液的萘乙酸生根剂500 ml，以促进新根生长。在堆土时应分层进行，确保堆后踏实。定植完成后浇够足量的定根水，并盖上1层高出地面20 cm的表土。为防止种植后的树头下沉偏向，用60 cm长的竹竿作三角支撑固定。

2 移栽后管理

2.1 水分管理

成年余甘子树在移栽完毕后，由于主根短截、须根受损伤，只有依靠土球中的根系吸收水分，因此应当做好有效的保水措施。先是在树盘上覆盖稻草，移栽后连续7 d，每天早上或傍晚清水喷淋树干，然后根据移栽树生长情况不定时浇水，保证大树成活及正常代谢。栽培过程中，根据当地的水源情况，笔者在果园中打了一口日出水量200 m³的水井，安装了滴灌系统，对成活后的大树根据天气情况开启系统进行滴灌浇水，每次3 h。虽然余甘子耐干旱，但是充足的水源保证了它快速生长。

2.2 施肥除草

在福建闽南地区，移栽的余甘子树3月底开始萌发新梢，春梢生长量在30 cm以上；结合新梢的生长情况，4月初开始适当追肥，施肥前结合除草，先耕翻树盘，沿着每株的树盘外围挖深

20~30 cm 的沟,施 50 g 尿素后用松土覆盖并浇水。追肥后整个果园满铺宽 2 m、厚 1 mm 防草布,树头留直径 1 m 范围不铺,以方便施肥。防草布透气透水,可阻止杂草的生长,省工省力。

6 月是余甘子树的夏梢期,生长量可达 60 cm,株施 100 g 尿素于树头,随滴灌浇水溶入土壤。秋梢的生长量在 80 cm 以上,此时树体营养消耗大,株施腐熟有机肥 20 kg,以利树势恢复,为翌年生长累积养分。秋梢生长结束、大部分树体落叶后,结合整枝修剪,保留 4 个方向的生长主枝,再用 2 m 长的 6 分镀锌钢管作支撑固定,防止来年的台风季节到来,大树被吹倒。

2.3 合理留果

成年余甘子树在移栽后第 1 个生长季只有少量大树结几个果;第 2 个生长季视树势可让其恢复到正常结果量。

2.4 病虫害防治

新移栽余甘子树的抗病虫害能力较弱,要加强病虫害的防治。主要病虫害有:烂皮病(如图 2)、木蠹蛾、吹绵蚧、蚜虫、白蚁。防治方法:烂皮病防治需对树干的病斑进行彻底刮除,并用拒腐灵消毒和治疗病部;夏季红火蚁、白蚁危害严重,用菊酯类农药喷洒防治;秋冬季剪除树上僵果,清除病果、残叶,烧毁枯枝等;冬季主要是为了防治木蠹蛾树干钻洞为害,落叶后在树干上刷石灰硫磺合剂涂白剂,同时消灭树干基部越冬的各

类病菌和虫卵。



图 2 余甘子树烂皮病

参考文献:

- [1] 张段霞. 果树移栽技术 [J]. 现代农村科技, 2018 (6): 30.
- [2] 张秀霞. 成龄果树的移栽及栽后管理技术 [J]. 农业技术推广, 2020 (8): 38.
- [3] 崔新景. 成龄果树移栽技术要点 [J]. 农家参谋, 2017 (12): 4.
- [4] 史亚军. 冀北地区成龄大果树移栽技术 [J]. 科学大众 (科学教育), 2014 (8): 172.
- [5] 王青松. 果树优质高产栽培技术指导方法探析 [J]. 种子科技, 2020, 38 (3): 60-61.

(责任编辑: 李婷)

刘子琳, 张群, 邓传远. 浅析气候因子对园林植物与植物景观的影响 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1): 63-69.

LIU Zi-lin, ZHANG Qun, DENG Chuan-yuan. Analysis of Impact of Climate Factors on Landscape Plants and Plant Landscape [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1): 63-69.

浅析气候因子对园林植物与植物景观的影响



刘子琳, 张 群, 邓传远 *

(福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 园林植物在景观营造中起着重要作用, 但也会受水分、光照、温度、气流等气候因子的影响, 所以理解园林植物对气候因子的响应, 践行适地适树的原则对植物景观营造有着重要意义。本文综述了自然生境下温度、水分、光照和风对园林植物的影响, 以及园林植物在气候变化和人为营造环境下对气候因子的响应, 并为园林植物在营造景观时提出建议: 1. 园林植物的选择应充分考虑温度、水分、光照、气流等多种气候因子的影响, 在兼顾景观观赏性和艺术性的同时, 更加注重园林植物的适应性以及对环境的改善作用。2. 在基于城市微气候的评价体系下, 尝试建立不同的特定小环境模型, 进行园林植物的配置实践, 筛选出应对不同城市常见小气候环境的最佳园林植物。3. 在全球气候变暖的大背景下, 应因地因时制宜, 科学合理调整耐寒区、耐热区、降水区等, 并借助外来树种与乡土树种结合对环境进行生态修复, 建立新型牢固的多样性生态链。

关键词: 气候因子; 园林植物; 景观营造

中图分类号: S641.1

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0063-07

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.012

Analysis of Impact of Climate Factors on Landscape Plants and Plant Landscape

LIU Zi-lin, ZHANG Qun, DENG Chuan-yuan *

(Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: Landscape plants play an important role in landscape creation, but landscape plants are affected by climate factors such as moisture, light, temperature and airflow. Therefore, it is important to understand the response of landscape plants to climate factors and to practice the principle of suitable trees for the right place in order to create plant landscapes. This paper reviews the influence of temperature, moisture, light and wind on landscape plants in natural habitats, and the response of landscape plants to climate factors under climate change and artificially created environments, and suggestions for landscape plants have been proposed as follows: (1) The selection of landscape plants should take full account of the influence of a variety of climatic factors such as temperature, moisture, light and airflow. While taking into account the ornamental and artistic nature of the landscape, we should pay more attention to the adaptability of landscape trees and the improvement of the environment. (2) Under the

收稿日期: 2021-10-08

基金项目: 福建农林大学园林科研训练基地项目 (115 — 111ZS1610); 福建省区域发展科技项目计划 (2018Y3006); 2019 年度福建省科技特派员工作经费 (KTP19186A)

作者简介: * 为通讯作者: 邓传远 (1971-), 男, 副教授, 博士, 主要从事海岛植物资源与海岛生态优化研究,

E-mail: dengchuan-yuan@163.com。刘子琳 (2001-), 女, 主要从事园林植物运用研究, E-mail: 1349276976@qq.com

evaluation system based on urban microclimate, we try to establish different specific microenvironment models and practice the configuration of landscape trees to select the best tree species to cope with different common urban microclimate environments. (3) In the context of global warming, the cold-tolerant zone, heat-tolerant zone and precipitation zone should be adjusted scientifically and reasonably according to local and seasonal conditions, and the ecological restoration of the environment should be carried out with the combination of exotic and native tree species to establish a new and solid ecological chain of diversity.

Key words: Climatic factors; Landscape plants; Landscape construction

在园林植物景观营造中, 特别强调园林植物(其中园林树木尤为重要) 配置与周边生态环境的相适性。西汉刘安在《淮南子》中提到的“欲知地道, 物其树”, 现代学者提倡的“适地适树”、“以地选树、以树选地”的植物景观营造准则^[1], 都表达了植物生长与周边生态环境的紧密关系。中国园林植物景观营造中特别强调“天地人合一”的至善境界, “天”所带来的大气候因子决定着“地”的自然条件, “人”的行为活动影响着“地”中的小气候因子和物候^[2]。因此, 通过对园林植物的合理运用, 可以营造气候适应型人居环境。

关于植物对气候变化响应的相关研究多集中在自然群落、种群或物种上, 而对园林植物及其营造的植物景观研究较少^[3]。近年来, 人们对植物与气候关系之间的研究进一步深入, 张雯婷等^[4]基于收集的气象资料, 对温度等气候要素进行分区, 制作区域分析图, 以便对照园林植物的生态习性, 对园林植物的引种或应用进行合理规划分区。现代人类活动造成的生态小环境变化以及全球气候变化对植物物候造成了重大影响^[5], 全球气候变化改变着全球植物分布规律, 进而影响不同地区园林植物的选择与配植^[6], 小气候的改变对园林植物配置提出新挑战。在大气候变化的背景下, 人们进一步关注城市植物景观营造与气候的适应性, 优化植物景观规划与设计, 发挥园林植物生态价值、观赏价值、社会价值。有研究使用 3S 技术等, 将地理背景信息数字化, 推算气候特征^[7]; 把气候资源分布图与景观营造区域进行空间叠加复合, 以便合理安排与配置乡土植物; 科学引种与驯化外来植物, 使植物生长与气候适应协调, 人类在顺应大气候的

基础上, 通过营造植物景观, 调节小气候, 形成反映和适应局部小气候特征的人居环境, 满足植物景观作为人居环境安全舒适的基本需求^[8]。本文将从园林植物景观营建过程中园林植物对主要气候因子的响应进行分析与总结, 以期景观营造中园林植物的合理选择与应用提供参考。

1 影响园林植物的气候因子

植物是园林景观中的主要要素之一, 植被类型的分布情况主要受大气候的影响, 但植被的正常生长与达到景观营造效果更多是受到小气候影响。大气候主要由大气环流、洋流、纬度、海陆位置、地形及人类活动等因素决定, 主要影响物种的生态位特征。在植物景观营造时, 合理优化园林植物种类, 可以构建结构合理、生态稳定, 并且具有不同地域特色的人造植物群落。小气候一般是指近地面小范围的大气层内、土壤表层和植被层内的气候, 与海拔、地形、太阳辐射、植被、地表和建筑形态、人类活动等诸多要素紧密相关, 具有特殊性、复杂性等特点, 对园林植物影响明显。在景观营造过程中, 把握小环境的气候特征, 有利于丰富园林植物种类, 提升景观空间的层次与氛围, 优化园林植物景观效果, 营造符合人类需要、对小气候有正面影响的生态型环境。气候因子指形成生物环境的各气候因子, 温度、水分、光照、风是影响园林植物的最主要气候因子, 反之, 园林植物也影响着它们。

2 气候因子对园林植物及植物景观的影响

2.1 温度因子对园林植物及植物景观的影响

2.1.1 极限温度与积温对园林植物和植物景观的影响

纬度差异使不同地区获得的太阳辐射和热量不同,所以在园林植物景观营造中,应注意极限温度(极限低温、高温)与积温对园林植物与植物景观的影响。极限温度影响着园林植物的生长状况,比如在北半球,最冷月(即1月)气温决定着地带性园林植物的生长状况与越冬能力,最暖月(即7月)的气温决定高原或高纬度寒冷地区的园林植物是否能良好生长^[9]。张雯婷等^[4]将中国分为12个植物耐寒区和8个植物耐热区,分区对地区的园林植物引种、配置、推广与栽培等实践起指导作用。积温对植物的展叶、花朵开放的能力和有时间有重要影响,也是决定引种植物能否健康成长的主要条件之一。积温通过影响植物的生理进程进而影响植物景观营造的效果^[10-12]。以苏铁(*Cycas revoluta*)为例,其耐热性较强,夏季需要30~35℃的温度才能生长良好,有一定的耐寒性,能耐短暂的0℃低温。根据张雯婷等^[4]对耐寒区和耐热区划分的叠加,得出:苏铁在广东、台湾、海南、福建、广西、四川、云南等地的大部分城市可作露地栽培,在上海和浙江等地露地栽培需要保护措施,其他地区则温室栽培为宜,并且受积温影响,苏铁在长江、黄河流域极少开花,在华南地区几乎年年都能欣赏苏铁开花^[13]。

2.1.2 全球气候变暖对植物景观营造的影响

全球气候变暖致使春秋温度发生较大变化,对园林植物的绿叶、秋叶观赏期和观花期也造成一定的影响,但也提供了创新思路,为不同观赏期植物重叠搭配、营造不同色彩与风格的植物景观提供可能,进而设计出新颖且各具特色的植物景观观赏主题^[14]。全球变暖带来的低温限制减弱,也增加了引种与驯化适应当地气候条件边缘树种的机会,丰富了部分地区植物景观营造的园林植物类型^[6]。

2.1.3 人造环境小气候与园林景观的相互影响

人为活动创设了新的环境或建筑结构,改变了自然环境中植物的生长分布规律,影响了小气候因子中的温度因子。在配置区域植物时应注意与小范围温度相适应,比如人为改造小地形、灌溉、建筑结构、土壤条件等都可以改变地表附近的温度状况。

城市“热岛效应”对园林植物的筛选产生了一定的限制,如墙体使用比热容较小的混凝土等材质,太阳照射可使墙体温度升高,在营造墙体绿化、屋顶花园或桥梁绿化时,要特别注意植物对高温的耐受能力,使植物与下垫面的温度相适应。小环境中温差对植物的生长影响也不可忽视,如沈阳街道西照方向上种植的银杏,在冬季因白天太阳持续照射使树皮升温,而夜间温度降低,温差较大造成了树皮开裂、导致植物受冻、生长受阻。

植物容易与小气候的温度因子产生相互作用,通过植物围合和覆盖能够改变局部环境的温度状况,从而调节小气候温度。城市中建筑密集且通风条件差,“热岛现象”比较明显,可通过种植景观植物,借助其枝叶反射、遮盖阳光和蒸腾作用,降低覆盖下阴影区的气温。采用乔木—灌木—草本的复层植物群落设计,通过高层乔木反射太阳辐射而低层草本植物影响近地层的空气流动,改善该地区的“热岛效应”^[15]。

美国南德克萨斯曾发生-11.6℃的世纪低温,远低于苏铁能承受的极限低温,而苏铁仍然存活,是与周边种植大橡树(*Quercus palustris*)提高了小气候温度有关。植物落叶覆盖地表,对小范围土壤起到保温作用,对周围植物与自己本身也有保护作用。因此植物搭配,可适当缓解耐受极限低温或高温的不利影响,使园林植物适用范围扩大。

2.2 水分因子对园林植物及植物景观的影响

2.2.1 不同类型园林植物的水分需求

受季风洋流、海陆位置的影响,不同地理位置的气候带中水分的分布情况不同,也造成了不同的植被类型水平分布。来自热带雨林、亚热带季风气候等地的树木,如棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、鱼尾葵(*Caryota maxima*)对水分的需求量大;来源于热带沙漠或大陆性气候等地区的植物,如怪柳(*Tamarix chinensis*)对水分需求量少,甚至可以长期干旱地生长。通常有湿生植物、旱生植物与中生植物等3种类型,园林植物配置时根据植物对水分的适应能力,可尝试将园林植物引种至与其原生生

境水分条件相似的生境。

三项地带性中的垂直地带性也会造成水分因子差异。中国东部山地地形,海拔越高,水分越多,迎风坡降水多,背风坡降水少,所以在山地园林景观设计时,不同的坡面和海拔高度要注意选择耐湿或耐旱植物。

2.2.2 区域降水线变化对园林植物及植物景观的影响

气候环境的变化对植物生长、发育和繁殖产生了重大的影响^[16]。在气候变暖的背景下,降水线在逐渐发生变化,降水分布格局发生改变,这对植物景观营造有新的启发。研究发现 57 年以来,年降水量 400 mm 等雨量线(决定中国半湿润区与半干旱区的干湿)西段呈现稳步西移北抬的趋势^[17]。以宁夏固原市为例,由于 400 mm 降水线的偏移,当地已经从“干旱、半干旱地区”变为“半干旱、半湿润地区”;降水的增多,加上当地紫外线、温差、空气蒸发量等劣势转换为优越条件,使植物景观营造有了更多的可能性,更多花卉的引种取得成功,使物种单一的地区也能观赏到花海。

2.2.3 园林植物的耐涝性与植物景观营造

当大气候因子的水分条件已经基本满足植物生长的生理条件时,小气候因子中的水分因子对植物生长起着重要作用。当水分条件不适应植物的特殊生长要求,将导致植物的生长不良甚至死亡。木兰科植物拥有肉质根,抗水淹能力较弱,忌长期积水,引种时应将其规划在位置较高、排水良好的微酸性砂质土壤地区^[19],但 2012–2013 年河南省部分地区引种广玉兰(*Magnolia grandiflora*),引种地位于沿白龟山湖的南边,由于遇到连续 7 d 中等以上降雨,排水不畅,导致广玉兰树根部腐烂,在栽种第 2 年就全部死亡^[18]。此外,还应注意由于人类活动造成的小气候水分因子变化。由于城市化进程,大量湿地和河道被破坏占用,内涝和“雨岛效应”在许多城市中表现突出,引发局部生态问题,此时可借助下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘等措施,合理搭配易存活、耐水湿的植物,提高城市对降雨的承载量,减少城市内涝与水分流失,缓解“雨岛

效应”带来的负面影响。

2.2.4 水分和温度互作对园林植物及植物景观的影响

城市化进程所带来的“雨岛效应”与“热岛效应”相结合,为部分北方城市引种亚热带植物,营造亚热带风情创造了条件。合理引种既能增加本地植物种群多样性,促使生态网变得更加复杂、稳定,还能借助北方的气候特点优化被引种植物。以中国山东南部的部分城市为例,在热岛和雨岛这 2 种效应的作用下,城市气候变得有利于亚热带植物的引种与生长。该种状况下可以考虑引进常绿植物,改善秋季落叶纷飞,树木光秃的景象,比如引进有亚热带风貌的植物,如蒲葵(*Livistona chinensis*)、蚊母树(*Distylium racemosum*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、广玉兰等树木,可以在北方营造四季常绿景观^[20]。

2.3 光照因子对园林植物及植物景观的影响

2.3.1 植物对自然光强度的响应

园林植物的生长与光照也紧密相关。根据植物对光强度的适应可分成阴性植物、阳性植物和耐阴植物。在景观营造中要特别注意地理方位的光照对园林植物的影响,如山地坡面会影响到植物光照的获取。中国地处北半球,太阳辐射强度南坡最大、北坡最小,因此,在苏州园林的拙政园中部雪香云和北山亭的山体景观植物配置时,在山地的南坡以种植喜阳观赏性树种为主,北坡以喜阴树种为主^[21]。

植物开花大多受到光照时间的影响。光周期能诱导植物产生开花激素,进而影响植物的开花。研究发现植物只有在适宜的光周期下生长一段时间才能开花,否则将会一直处于营养生长状态^[22]。以短日照植物桂花(*Osmanthus fragrans*)为例,其在开花前需要经历每天 5~6 h 的短日照时期。若日照时间过长则开花时间延迟,所以在山区常见到种在半阴半阳坡的比在阳坡的桂花花期早的情况^[23]。

2.3.2 人工光照对园林植物的影响

现代城市人工光照(光质、光时和光强)对园林植物光合作用、生物节律、生长代谢等方面均会造成影响,尤其对阴生植物的影响更为强烈^[24]。

研究发现,紧靠强光源的树木,会产生光抑制对抗过量光能的耗散,光合作用能力迅速弱化,氧气释放量会急剧降低,尤其像垂柳(*Salix babylonica*)等对光线敏感的植物,遭受长时间的夜间光照,叶茎会病变、枯死。光污染中最常见的夜间强光照射也会使植物休眠受到干扰,引起落叶形态失常等问题。过度照明将会使植物干燥缺水、过度生长、叶绿素被破坏等,导致其叶片颜色变淡或引起其他不良症状。因此在进行植物营造时要注意光照敏感的植物考虑其种植合理区域。城市由于高大建筑物增多,阴生环境增加,合理选用耐阴植物如紫金牛(*Ardisia japonica*)、红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、粗榧(*Cephalotaxus sinensis*)、肉桂(*Cephalotaxus sinensis*)等耐阴木本,既能适应环境,又能合理利用营造空间,增加绿化量^[25]。

2.4 风因子与园林植物景观的相互影响

2.4.1 不同抗风能力的园林植物

植物在生长过程中会受到气流的明显影响,应根据植物抗风能力强弱合理配置,如棕榈类、橡树类、木麻黄类抗风能力很强,适合用于沿海城市、大风天气多发的地区或特定风口环境。城市景观营造中更追求抗风、观花、观形集于一身的树种,例如花色淡雅,种子红润,叶、花、果景观较美的海南红豆(*Ormosia pinnata*),粉花簇的水黄皮(*Pongamia pinnata*),一树不同花的香蒲桃(*Syzygium odoratum*)都是很好的选择。而蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)、桉(*Eucalyptus robusta*)、南洋楹(*Falcataria moluccana*)等速生树种抗风能力弱,在常发生台风的沿海地区作为行道树并不适宜^[26]。

2.4.2 风与园林植物和植物景观的相互影响

园林植物在景观营造时,也要考虑其小气候中气流对植物的影响。人为构筑的建筑设施会改变气流的走向,形成狭管效应。在施工营造阶段,由于建筑布局导致气流聚集,形成复杂的风环境。大风会降低植物的蒸腾作用,又会吹断刚发芽嫩叶,导致大量乔木生长状态不佳。风作用下也会造成叶片蜡层损伤,导致植物矮化,冠幅减小。所以在

景观营造种植初期要注意植物保护,减小风对植物带来的伤害,保证景观质量^[27]。在园林植物配置时,要注意风向带来的局部温度快速变化,以北京林业大学西北家属楼南侧配植石榴树(*Punica granatum*)为例,在经历了-17.6℃的冷空气寒害时,家属楼南侧靠西一侧的石榴树由于位于西北大风迎风侧,温度降得更快、更低,而被冻死,而靠东一侧的石榴树却因避风得以正常越冬^[6]。因此,迎风一侧宜种植高大、耐寒性树木。

植物的合理配置,能在一定程度上对气流因子进行调节。沿海或北方冬季大风区,通过合理密植防风树种,可降低风速或改变风向,减少风对地表的侵蚀,降低大风造成的自然灾害^[28]。乔木或者乔木与建筑所形成的夹道能够对气流起到引导作用^[29],植物构成的不同下垫面在太阳辐射的加热作用下产生的局部热压差,会导致气流扰动加剧,一定程度上改善了空气的流通状况。以成都平乐古镇为例,其街道狭长,在考虑各方面因素的情况下,采用行道树交错的种植模式,形成有效的通风、避风、庇荫廊道,缓解了城市由于建筑道路等不合理布局造成极端风环境的问题^[30]。

3 总结与展望

综上所述,在景观营造中的园林植物受到多方面环境因素影响,其中水分、光照、温度、气流是主要影响因素。在园林植物(特别是园林树木)的选择、景观营造过程中,应充分考虑温度、光照、水分、气流等多种气候因子对园林植物的影响和园林植物对气候因子的适应性,合理配置;在优化景观观赏性和艺术性的同时,更加注重园林树木的适应性和对环境的改善作用,强调环境的生态性和生物的多样性。

在城镇化进程中,植物景观营造对城市小气候的改善有着重要作用,在基于城市微气候的评价体系下,尝试建立不同的特定小环境模型,进行园林植物的配置实践,筛选出应对不同城市常见小气候环境的最佳园林植物或园林树种,可为城市小气候

因子改良提供参考,以增强城市生态系统弹性,提升城市应对气候变化的能力,建设全球气候变化背景下的低碳生态型园林城市。

在全球气候变暖的大背景下,温度、水分等大气气候因子发生区域性改变,应因地因时制宜,科学合理调整耐寒区、耐热区、降水区等,为景观营造中园林植物或园林树木的选择提供有效参考。气候变化在一定程度上增加了植物引种选择的弹性,可借助外来园林植物中园林树种与乡土园林植物或园林树种结合对环境进行生态修复,建立新型牢固的多样性生态链,使园林植物对气候变化进行反作用调节,降低全球变暖带来的副作用。

园林植物对气候变化也会有一定程度的响应,未来的研究可以从园林植物与大气候因子的互动关系展开,定量分析不同地域园林植物受气候因子影响的动态变化与内驱力,揭示制约园林植物的适宜分布的影响因素,能更有效进行植物的园林生态化应用。同时,可以结合不同的气候情景进行预测,为园林树木的应用分布提供参考。

参考文献:

[1] 宋卫凯,曲明成.适地适树在园林工作中的应用[J].中国农业信息,2013(11):179.

[2] 李树华.基于“天地人三才之道”的植物景观营造理论体系构建——基于“天地人三才之道”的风景园林设计论研究(二)[J].中国园林,2011,27(7):51-56.

[3] Kim S, Yoon E J, An S H. Landscaping Trees under the Impacts of Climate Changes: Construction Professionals' Perceptions in the Field of Landscape Architecture in South Korea [J]. International Review for Spatial Planning and Sustainable Development, 2020, 8(1): 94-106.

[4] 张雯婷,杨学军,唐东芹.中国植物极限温度分区的探索性研究[J].中国园林,2011,27(4):63-69.

[5] 范广洲,贾志军.植物物候研究进展[J].干旱气象,2010,28(3):250-255.

[6] 陈宇峰,李少晨,郦春,等.全球气候变化对北京地区风景园林植物景观规划设计的影响[J].绿色科技,2011,2(7):1-4.

[7] 殷剑敏,李迎春,霍治国,等.3S技术在农业气候论证中的应用研究[J].气象科技,2003,31(5):300-304.

[8] 赵彩君,王国玉.中国古典园林气象景观营造经验对气候适应型城市建设的启发[J].风景园林,2018,25(10):45-49.

[9] 郑景云,尹云鹤,李炳元.中国气候区划新方案[J].地理学报,2010,65(1):3-12.

[10] 王焕炯,陶泽兴,葛全胜.气候波动对西安39种木本植物展叶始期及其积温需求的影响[J].植物生态学报,2019(10):877-888.

[11] 赵洪杰,闫景东,陈广瑞,等.积温对比法在鸭梨始花期预报中的应用[J].气象科技,2019,第47卷(5):872-878.

[12] 肖栋,牛昕,魏丽萍,等.太原温度与积温对常绿植物引种影响分析[J].景德镇学院学报,2020,35(6):52-56.

[13] 马炜梁.苏铁[J].生物学教学,2001,26(4):48-48+1.

[14] 高新月,戴君虎,张明庆.1965-2014年北京西郊地区植物观赏期对气候变化的响应[J].地理研究,2018,37(12):2420-2432.

[15] 张亚娜,宋炳良.园林景观设计中植物对微气候的改善探讨[J].花卉,2018,34(16):142.

[16] 曹策,蒋昕.植物分布对气候变化的响应[J].绿色科技,2017,8(16):111-113.

[17] 高艳红,许建伟,张萌,等.中国400mm等降水量变迁与干湿变化研究进展[J].地球科学进展,2020,35(11):1101-1112.

[18] 李忠喜.园林绿化引种栽植失败原因分析[J].现代农业科技,2014,43(19):223-224.

[19] 宋明杰.木兰科植物的栽培管理[J].现代园艺,2012(08):44.

[20] 张宁,李海侠,毛永峰.山东南部地区引种亚热带植物的意义及可行性[J].江苏环境科技,2006,19(A01):66-67.

[21] 陈坚.苏州传统私家园林气候设计的历史经验研

- 究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2014.
- [22] Imaizumu T, Kay S A. Photoperiodic control of flowering: not only by coincidence [J]. Trends Plant Science, 2006, 11: 550-558.
- [23] 朱文江. 我国桂花的地理分布及其开花之生态环境的探讨 [J]. 上海农学院学报, 1987 (03): 243-250+242
- [24] 王荷, 张蓓蓓, 张辉, 等. 浅析夜景照明对植物生长的影响 [J]. 农学学报, 2017, 7 (5): 33-37.
- [25] 张渝文, 李鑫. 城市夜景照明光污染对植物生长的影响 [J]. 灯与照明, 2008, 32 (1): 27-29+39.
- [26] 陈舒芳. 台风多发城市的景观植物选择研究 [J]. 建材与装饰, 2019, 15 (16): 75-76.
- [27] 毕奋. 高层建筑小气候和风环境对植物影响的分析 [J]. 建材与装饰, 2018 (18): 55-56.
- [28] 陆诺南, 袁涛. 花境下垫面对北京园林小气候影响因子分析 [J]. 中国园艺文摘, 2014, 30 (3): 27-30.
- [29] 林心影, 梅韶玲, 陈健翎, 等. 福州城市绿地夏季小气候特征分析 [J]. 山东林业科技, 2020, 50 (4): 6-12.
- [30] 王晓雯, 董靓, 陈睿智. 基于气候适应性的景观基础设施设计研究 [J]. 中国园林, 2014, 30 (12): 27-30.
- (责任编辑: 黄雄峰)

刘春荣, 刘丽丽, 孙建城, 王登亮, 郑雪良, 吴雪珍, 陈 骏, 程慧林. 果树废弃物资源化利用研究进展 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 70-77.

LIU Chun-rong, LIU Li-li, SUN Jian-cheng, WANG Deng-liang, ZHENG Xue-liang, WU Xue-zhen, CHEN Jun, CHENG Hui-lin. Research Advances on the Resource Utilization of Orchard Waste [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 70-77.



果树废弃物资源化利用研究进展

刘春荣, 刘丽丽, 孙建城, 王登亮, 郑雪良, 吴雪珍, 陈 骏, 程慧林

(衢州市农业林业科学研究院 / 国家现代农业柑橘产业体系衢州槿柑综合试验站, 浙江 衢州 324000)

摘 要: 果树废弃物是指腐烂果、残次果以及修剪下的枝叶等, 若未经处理而废弃易污染环境。果树废弃物资源化利用可转化为有机肥、生物燃料和栽培基质等, 成为发展绿色优质果业的重要措施, 主要包括地面覆盖、园中填埋、堆肥化处理、制作基质、制作生物燃料和加工转化等方法。本文综述了果树废弃物的资源特点、资源化利用研究现状、存在问题及发展方向, 为今后果树废弃物资源化利用研究及推广应用提供参考。

关键词: 果树废弃物; 资源化利用; 研究现状; 展望

中图分类号: S66

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0070-08

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.013

Research Advances on the Resource Utilization of Orchard Waste

LIU Chun-rong, LIU Li-li, SUN Jian-cheng, WANG Deng-liang, ZHENG Xue-liang, WU Xue-zhen,
CHEN Jun, CHENG Hui-lin

(Quzhou Institute of Agricultural and Forestry Sciences / Quzhou Ponkan Comprehensive Experimental Station
of China Modern Citrus Industry Technology System, Quzhou, Zhejiang 324000, China)

Abstract: Orchard waste means rotten fruits, defective fruits and pruned branches and leaves. If untreated, it would pollute environment. Resource utilization could transform orchard waste into organic fertilizer, biofuel, and culture substrate and is an important measure to develop green high quality fruit industry. These measures included mulching, landfill in orchard, composting, production of culture substrates, production of biofuel, and processing bio-conversion, etc. In this paper, the characteristics of orchard waste, current status, existing problems, and prospect of resource utilization of orchard waste were summarized. It provides references for accelerating the study and application of resources utilization of orchard waste recycling.

Key words: Orchard waste; Resource utilization; Current status; Prospect

我国果树种植面积和产量均居世界首位, 年产值约 1 万亿元, 对保障粮食安全、生态安全、人民健康、农民增收和乡村振兴的作用日益凸显^[1]。果树同时有降噪、防尘、固碳、制氧和吸收有害

收稿日期: 2022-01-26

基金项目: 衢州市水果新品种选育和栽培科技创新团队 (QZRCB202118); 衢州市科技计划项目 (2020K30)

作者简介: 刘春荣 (1965-), 男, 农业技术推广研究员, 硕士, 主要从事柑橘引选育、栽培技术研究, E-mail: qzler@aliyun.com

气体等功能,在减少水土流失、调节微气候、改善区域生态环境等方面发挥了重要作用^[2],果业不仅经济效益巨大,生态效益也十分显著。

近几年来,果树生产中的废弃物如腐烂果和病虫残枝对环境的污染开始受到关注。果树废弃物主要是指腐烂果、残次果和修剪下的枝叶及枯枝落叶等有机物料^[3]。我国果树种植面积大,产生的果树废弃物量也很大。据国家农业统计发布数据,2019年全国水果种植面积1 227.67万hm²、产量1.90亿t^[4]。参照刘君璞等^[3]估算方法,当年水果果园年产残枝量2 798.27万t,废弃腐烂果实约5 320万t,果树废弃物总量8 118.27万t。这些废弃物若不加以科学合理利用而丢弃或焚烧,不仅浪费资源,还对环境造成污染。果树废弃物的资源化利用是避免污染、变废为宝、物尽其用、绿色生产的重要途径和措施,符合果业可持续发展和绿色高质量发展方向,是充分发挥果业生态社会效益的保障。本文综述了果树废弃物资源化利用研究方面的进展,以期果树废弃物资源化利用技术研究及推广应用提供参考。

1 果树废弃物的资源特点

农业废弃物是一种放错位置的资源^[5]。果树枝叶等废弃物中主要元素有碳、氢、氧,化学组分主要有纤维素、半纤维素、木质素、果胶、淀粉、蛋白质等^[6]。果树枝条中含有机碳4.70%、N 0.50%~0.67%、P 0.09%~0.15%、K 0.44%~0.50%,还含有大量合成果实风味物质、花青素辅酶微量元素^[7]。刘丽丽等^[8]测定了柑橘、猕猴桃、葡萄、桃等4种果树干燥枝条中的成分,其中总碳含量44.17%~48.70%,总氮0.07%~9.4%,总磷0.07%~0.17%,总钾0.45%~1.29%。薛文等^[9]测定了41种葡萄干燥枝条中的主要成分含量,其中纤维素含量284.2~418.0 mg·g⁻¹、半纤维素7.6~25.6 mg·g⁻¹、果胶81.6~209.6 mg·g⁻¹、木质素283.6~491.6 mg·g⁻¹、蛋白质4.9~8.6 mg·g⁻¹、可溶性糖47.9~186.7 mg·g⁻¹。Kok等^[10]的研究表明,

不同修剪时期4种葡萄枝条中的粗纤维、酸性膳食纤维、中性膳食纤维和矿物质存在显著差异。

果实果肉中除含有总糖2.19%~18.00%(鲜重%),还含丰富的有机酸、维生素、色素、氨基酸、蛋白质、脂类、酚类化合物和矿物质等^[11]。苹果的可溶性糖含量为8%~13%,可滴定酸、维生素C、膳食纤维、果胶、类黄酮含量的均值分别为0.53%、28 mg·kg⁻¹、1.79%、0.79%、1.714 g·kg⁻¹,钾和钙含量均值各为2.286、1.345 g·kg⁻¹^[12]。方志峰等^[13]检测了沙田柚、荔枝、柿子、杧果、葡萄、红心火龙果、脐橙、金橘、蜜橘等广西9种主要水果的营养成分,每100 g其能量均值为67.44 Kcal,蛋白质、脂肪、碳水化合物、膳食纤维含量均值分别为0.86 g、0.12 g、15.73 g和2.08 g。张涵^[14]的研究表明,狮头柑总糖、总酸、蛋白质、VC含量均值分别为80、6.9、0.21、1.3 mg·g⁻¹,锌、铁、钙、镁、钾等元素含量均值分别为2.0、3.76、105.3、65.1、2712.5 mg·kg⁻¹。有些水果部分活性物质含量特别高,如红葡萄皮中多酚含量25%~50%,种子中多酚含量50%~70%^[15];蓝莓果实中富含花青素,杨雅涵等^[16]测定了‘蓝金’、‘奥尼尔’、‘双丰’等9个蓝莓品种的果实花青素苷含量在17.00~58.35 g·100 mg⁻¹。

大量农业废弃物未经处理会严重影响农村生产生活环境,成为农业的重要污染源^[5]。废弃腐烂果实在腐败分解过程中,会产生青霉菌、绿霉菌和有机酸、腐胺、尸胺等有毒有害物质,若随意丢弃,会污染空气和水体^[17]。果树修剪枝条随意堆置或丢弃在果园,成为病虫害的扩散源头,腐烂后会对水体和土壤产生一定程度的污染,干燥后有发生火灾的风险^[18]。

2 果树废弃物的资源化利用研究现状

2.1 废弃果实的资源化利用研究

2.1.1 就近园中填埋改良土壤

废弃腐烂果就近还入果园土中,因含有果树需要的多种营养成分而达到改良土壤的效果。刘

春荣等^[17, 19]在重壤土的柑橘园行间挖深 60 cm 的土坑, 将腐烂柑橘果实按 $625 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 填埋入坑中, 1 层腐烂果实 1 层土交替填埋, 并按石灰: 腐烂果实为 1 : 75 的比例撒施生石灰, 6 个月后观察到填埋进土中的腐烂果实已腐熟转化, 经检测处理土壤的 pH 值、有机质、速效氮、速效磷、速效钾分别比对照提高了 44.7%、90.9%、32.9%、100%、52.4%, $>0.25 \text{ mm}$ 的水稳性团聚体提高了 14.4%, 物理性砂粒 ($>0.01 \text{ mm}$) 含量提高了 10.8%, 土壤结构得到改良, 肥力有明显提升。

2.1.2 厌氧发酵处理生产沼气和沼渣沼液

废弃腐烂果实可以厌氧发酵处理以生产沼气, 沼渣沼液为较好的肥料。废弃腐烂果实 pH 值过低 (<5.0)、C/N 比 (50~60) 过高不利于厌氧发酵, pH 值和 C/N 比都需要进行调节。厌氧发酵的物料以 pH 值 6.6 以上、C/N 比在 20~40 之间为宜^[20-22]。宋雪刚等^[21]以 2% 生石灰将腐烂柑橘果实 pH 值调至 7.0 左右再投入沼气池, 加入等量或 1.5 倍的沼液都能正常产气。猪粪含有较高的氮, 与废弃腐烂果实混合可有效提高 C/N 比而促进厌氧发酵。傅云龙等^[22]以废弃脐橙与猪粪混合将 C/N 比调至 35、温度 55°C 达到最佳反应条件。潘焱等^[23]分别以腐烂香蕉、水蜜桃、猕猴桃各 100 g, 与猪粪 400 g 配比在 35°C 中温条件下混合厌氧发酵, 都有较好产气效果。赵红等^[24]以腐烂柑橘果实与猪粪配比以生产沼气, 若腐烂柑橘 / 猪粪比值较高, 在产气的过程中迅速酸化使产气停止, 通过石灰水调节 pH 值至 7.3, 用尿素调节 C/N 比, 可以重新启动厌氧发酵系统生产沼气, 腐烂柑橘与猪粪的最佳配比为 2 : 1。

2.1.3 加工转化成食品、饲料或生物活性物质

残次果是指果实过小、外观欠佳、形状不正或受到机械损伤的果实, 不能以商品鲜食果实出售, 残次果和加工留下的果皮等可以加工成果丹皮、饮料、果醋、饲料^[25], 或作为提取精油、色素、果胶、多酚、黄酮等的原料^[15, 26], 如柑橘可加工饮料、果醋、饲料, 也可提取果胶、膳食纤维、

精油和黄酮素。王倩^[27]的研究表明, 苹果落果中的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维和粗灰分含量分别为 5.62%、2.23%、3.84%、2.95% 左右, 是黄粉虫幼虫的好饲料。利用黄粉虫幼虫转化落果, 通过不同配比的苹果落果饲料对黄粉虫幼虫饲料利用率、虫体转化率和死亡率的对比试验, 结论是“50% 落果 + 50% 麦麸”配比最佳。黄粉虫幼虫必需氨基酸指数为 97.74, 是一种优质的蛋白源。黄粉虫幼虫粪砂的有机质和氮磷钾含量高, 能明显促进菠菜生长, 最佳施用量为 $15 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

2.2 果树修剪枝条的资源化利用研究

许多果园土壤有机质长期得不到有效补充, 导致有机质含量低、土壤肥力不足, 而果树修剪下的枝条和枯枝落叶是转化成有机质、改良土壤的良好材料, 其 C/N 比约为 60~120 : 1, 一般不易被微生物降解, 不能直接被植物体吸收利用。果树修剪枝条和枯枝落叶需要通过果园地面覆盖、填埋进果园土中、堆肥、制成基质或生物碳等途径加以利用, 但其零散收集、体积较大、运输装卸费工费时, 资源化利用前需要将枝杈修剪成段或机械粉碎处理, 以就近处理最为经济^[28-29]。主要有以下利用方式。

2.2.1 地面覆盖

赵鹏等^[30]的研究表明, 果树修剪枝条和枯枝落叶覆盖果园地面, 能显著提高土壤有机质、速效磷、速效钾及有效铁、锰、铜、锌的含量, 果树叶片叶绿素含量比对照增加 7.7%~19.8%, 产量比对照提高 47.3%, 果实中可溶性固形物含量较对照增加 6.6%。周江涛等^[31]的研究指出, 果树枝条覆盖还能减少土壤表面水分散失、防止土壤温度过高、改善土壤理化性状, 促进微生物活动, 增加土壤有机质含量, 促进营养物质的积累、分解和转化, 从而复壮树势, 提高果实产量和质量。

这些枝叶含有大量的病菌、虫卵和杂草种子等, 在覆盖前需要喷施杀虫剂及杀菌剂粉碎后堆放 7 d 以上, 然后用其覆盖于果树行内, 沿树行铺盖于土壤表面, 一般厚度 10~15 cm、宽度 40~60 cm, 对

于杂草危害严重的树行土壤需要覆盖厚度达 20 cm。覆盖太薄,不利于保墒、控制杂草。覆盖距离树主干 10 cm 左右,避免树干因动物啃食和长期处于潮湿状态引起病菌感染和腐烂。覆盖时期以土壤化冻果树萌芽时为宜。由于生物转化分解过程中消耗大量的氮素和水分,在覆盖时要加以补充。覆盖的枝条完全腐烂转化分解需要 2~3 a 时间。覆盖几年后出现根系上浮的现象,可通过土壤深翻将经有机转化的物料埋入土中来加以解决^[28, 31-34]。

2.2.2 果园中填埋

程存刚等^[35]的研究表明,以土壤分别和苹果枝条、玉米秸秆、果园杂草屑以质量比 30:1 的比例混合均匀,作为山定子幼苗盆栽基质,与秸秆和杂草处理相比,苹果枝条处理土壤微生物群落多样性较丰富,加入葡萄糖为土壤微生物提供可迅速利用的碳源,微生物功能多样性也显著增加。李祥等^[36]采用果树枝条填埋技术处理枝条,即在苹果园行间挖长方形沟,将果树枝条、落叶、枯草填入沟内,添加微生物菌剂、尿素、土壤调理剂后覆土回填,枝条年平均腐解率 34.6%,大大降低了腐烂病、轮纹病等的发病率,增加了近地层 CO₂ 的浓度,有利于果树光合作用,具有蓄水保墒的作用,能够缓和温度对根系生长的影响,“每 hm² 用 75 kg 自带营养的微生物菌剂 + 50 kg 尿素 + 20 kg 土壤调理剂”处理的枝条年腐解率最高为 40.1%,果树腐烂病和轮纹病发病率最低分别为 0%、15.2%,近气层 CO₂ 的浓度最高为 550 μmol · mol⁻¹。此处理方法还可省去捡拾、搬运、粉碎、堆肥、施肥环节,降低了枝条肥料化的成本,适合在农村劳动力缺乏的时代背景下推广。

刘丽丽等^[37]将柑橘和桃枝条颗粒等加入羊粪和鸡粪等不同配比按 30 t · hm⁻² 还田后种植萝卜,其中 1:1 的配比效果最好,柑橘枝条优于桃枝、羊粪优于鸡粪,其中柑橘枝条与羊粪按 1:1 的比例还田的效果最佳,显著促进萝卜生长,比单纯施用柑橘枝条的处理增产近 1 倍。

2.2.3 堆肥化处理

堆肥化是将生物有机物料堆制,在细菌、真菌、放线菌等微生物的共同作用下,有机物料经矿质化、腐殖化、无害化分解转化成腐熟有机肥料的生物化学过程^[29]。堆肥施入果园可增加土壤总孔隙度,降低土壤容重,提高土壤团粒结构稳定性,增强保水性能,提高土壤有机质和矿物质含量,增加根际微生物种群和数量,提高土壤蛋白酶、过氧化氢酶、纤维素酶和脲酶等的活性,改善果树营养状况,促进果树生长,提高果实产量和品质。据测算,生产 1 t 堆肥约消耗果树枝条 0.4 t^[33]。

果树枝条加入猪粪、牛粪及其他畜禽粪便可以促进枝条发酵和分解转化,以猪粪效果更好。与香蕉秸秆单独厌氧消化相比较,香蕉秸秆各与质量分数为 75% 牛粪和猪粪配比,沼气累积产量分别提高 1.3 倍和 2.0 倍,纤维素和半纤维素的降解率最高可提高 1.2 倍和 3.6 倍^[38]。邓小昱等^[39]研究了香蕉秸秆与猪粪不同配比对高温堆肥的影响,其配比为 3:1 或 1.86:100 时,显著缩短堆肥体系进入高温分解所需的时间,延长高温持续时间,增加堆肥全磷和全钾含量,加快物料腐熟进程。邓小昱等^[40]研究了香蕉秸秆、桉树皮与猪粪不同配比对堆肥的影响,当 C/N 比为 25.24 和 27.10 的处理堆肥温度较高,均达到 56°C 以上的较高温度,持续高温时间分别为 10 d 和 11 d,堆肥中 N、P、K 总养分含量 5.72%,达到 NY 525-2012《有机肥料》标准。程文静^[41]的研究表明,椰子废弃物与鸡粪、猪粪配比堆肥能促进发酵,其中与鸡粪的配比堆肥效果明显好于与猪粪的配比,椰子废弃物与鸡粪堆制 C/N=25 时腐熟效果最佳,椰子废弃物与猪粪堆制 C/N=30 时腐熟效果较好。

果树枝条堆制时添加微生物菌剂可促进发酵。匡石滋等^[42]在香蕉茎秆堆沤时添加枯草芽胞杆菌、多粘芽胞杆菌、短芽胞杆菌、酵母菌等复合菌剂,增加了堆体中的微生物总量,加速堆体升温,促使堆肥提前达到高温期,迅速分解堆料中的有机物,并延长高温持续时间,从而加速堆肥过程,堆制发酵过程从对照的 27 d 缩短至 20 d。添加复

合菌剂还增加堆肥中氮、磷、钾等营养元素的含量,提高堆肥产品的质量。史龙翔等^[43]以苹果枝条粉碎至长度 1~2 cm 的碎片与猪粪混匀,初始 C/N 比调至 30,处理按质量比 2% 接种复合菌剂(罗尔斯通菌、青霉菌、黄灰青霉菌和支顶孢菌),以不接种为对照,结果发现处理高温(>55℃)期持续时间多 3 d,堆肥过程中纤维素酶、漆酶、锰过氧化物酶和木质素过氧化物酶活性分别比对照提高 15.0%~19.8%、1.0%~11.0%、4.1%~26.8%、4.0%~22.2%,促进底物的分解转化,从而提高好氧堆肥的效率。

堆制前将果树修剪树枝及枯枝等粉碎成直径 2~5 mm 的颗粒,其 C/N 比约为 60~120,需要添加尿素、碳铵等将堆制物料 C/N 比调节至 20~40,pH 值调节至 7.0 左右,喷洒枯草芽胞杆菌、多粘芽胞杆菌等复合菌剂或罗尔斯通菌、青霉菌等复合菌剂或加入适量餐厨垃圾及沼气残液来增加发酵菌种,含水率调节至 40%~60%,再进行堆制发酵。发酵过程中堆中温度升至 50~75℃并保持一段时间,先是树枝和落叶的结构被破坏,转化成腐殖质及氮、磷、钾、钙、镁、锰、铜、锌等营养元素析出,随后难分解的木质素、纤维素等进一步腐殖质化和矿质化,形成稳定的有机质,大部分病菌、虫卵和杂草种子被杀死,经 15~40 d(气温高的季节时间短,气温低的季节时间长)堆制达到基本腐熟,腐熟的标准是外观呈褐色或黑褐色,堆体中温度与气温接近或略有微热,C/N 比约为 15^[44-47]。

2.2.4 制作栽培基质

随着无土基质栽培和穴盘育苗技术的广泛应用及食用菌产业的发展,栽培基质的需求越来越大,其中最大的基质来源是草炭,而草炭为不可再生资源,果树枝条作为良好的替代材料用于制作基质的前景广阔^[48]。王德源等^[49]将苹果、梨、山楂、核桃树等果树枝条粉碎后加工成的木屑 73% 或 53% 与麦麸、玉米粉、糖、石膏等混合制作栽培鲍鱼菇,生物转化率达 110% 左右。Offord

等^[50]研究表明,椰子纤维对澳大利亚本土植物的栽培效果与草炭基质相近。郭蔚等^[51]以葡萄枝条代替棉籽壳和杂木屑等传统栽培料生产的杏鲍菇营养成分和风味口感更优,结果表明葡萄修剪枝条是栽培杏鲍菇的优质原料。龚黛等^[52]的研究表明,葡萄枝条也是栽培白玉菇的优质原料。

2.2.5 制作生物燃料和生物转化

果树修剪枝条可用热压成型技术制成燃料棒,或用气化装置制成可燃气^[33]。燃料棒或果树修剪下的较大枝条直接炭化制成木炭,木炭可用于改良土壤,炭化过程中还可收集到木醋液^[53]。王倩^[27]的研究表明,苹果落叶中的粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和粗灰分含量分别为 5.22%、3.41%、17.88% 和 10.27%,苹果树枝中的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维和粗灰分含量分别为 4.54%、4.32%、19.27% 和 15.24%,以苹果落叶和树枝饲养白星花金龟幼虫,其最佳饲料含水量分别为 65%、55%。通过白星花金龟幼虫取食不同醇化时间的饲料利用率、虫体转化率和死亡率的比较试验,明确了苹果落叶的醇化时间以 21 d、苹果树枝的醇化时间以 28 d 为宜。白星花金龟幼虫必需氨基酸指数为 88.64,是一种良好的蛋白源。白星花金龟幼虫粪砂中的有机质和氮磷钾含量高,能明显促进菠菜生长,最佳施用量为 22.5 t·hm⁻²。

3 果树废弃物的资源化利用存在的主要问题

3.1 系统性研究缺乏

果树废弃物主要分为废弃果实和枝叶两大类,以前的研究多从废弃物对植株的生长发育和果实产量品质的影响角度出发,而对其作为还入果园改良土壤的资源的视角研究太少。对果实及枝叶填埋进土壤后或制作堆肥的腐熟转化过程、腐熟转化需要的时间、作有机物料改土效果的报道不多,更缺乏不同气候、土壤和理化条件及微生物环境下的腐熟转化研究。对同一品种同一果树废弃物不同利用方式的效果差异及性价比研究太少。

3.2 集成研究与成果转化工作有待加强

以加强果树废弃物资源化利用推进生态果园建设为目标,对不同种类、不同规模、不同模式管理的果园 1 年的果树废弃物数量,不同资源化利用方式的土壤改良、环境提升、对果园产量品质的影响效果与成本及投入产出比,对各利用方法的技术可行性及经济可行性进行比较的集成研究缺乏,将研究的技术成果转化技术规程、标准规范的工作尚在起步阶段,将果树废弃物资源化利用技术集中展示示范的先进典型较少。

3.3 推广应用条件亟需改善

目前市场上枝条粉碎机质量参差不齐,使用效果好、性价比高的枝条粉碎机少。果园挖沟填埋废弃腐烂果实及枝叶费时费力,而适合果园便于操作的挖沟机供给不足。果园缺乏堆肥、废弃果实和枝叶与畜禽粪便厌氧发酵的场地及设施设备。大部分果树产区还没有提供枝条粉碎、果实及枝条还入果园的社会化服务。具体应用上难以找到简单适用、方便明了的操作手册。此外,果农对果树废弃物资源化的价值及应用技术不了解。

4 小结与展望

果树废弃物主要是指腐烂果、残次果和修剪下的枝叶及枯枝落叶等有机物料,其资源化利用主要包括废弃腐烂果的就近园中填埋改良土壤、厌氧发酵处理生产沼气沼渣沼液以及残次果加工转化成食品、饲料或生物活性物质,枝叶的地面覆盖、园中填埋、堆肥化处理、制作基质、制作生物燃料和生物转化等,既可以清洁果园生产环境,又能解决果园有机质来源不足的问题,是建设生态果园、标准果园的基础性工作,是推进果业走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代化道路的重要措施(见图 1)。

推进果树废弃物的资源化利用工作,还需要加强果树废弃物资源价值及特点,资源化处理方法对土壤肥力、果树生长、果实品质的影响等研究,性价比高的枝条粉碎机和挖沟机的研发,果园相关配套场所建设及设施设备配套。在集成研究的基础上,制定果园废弃物资源化利用相关标准,加强推介宣传,出台推动引导政策,提供社会化服务,推进果树废弃物资源化利用的推广应用,充分发挥果业的经济社会生态价值。

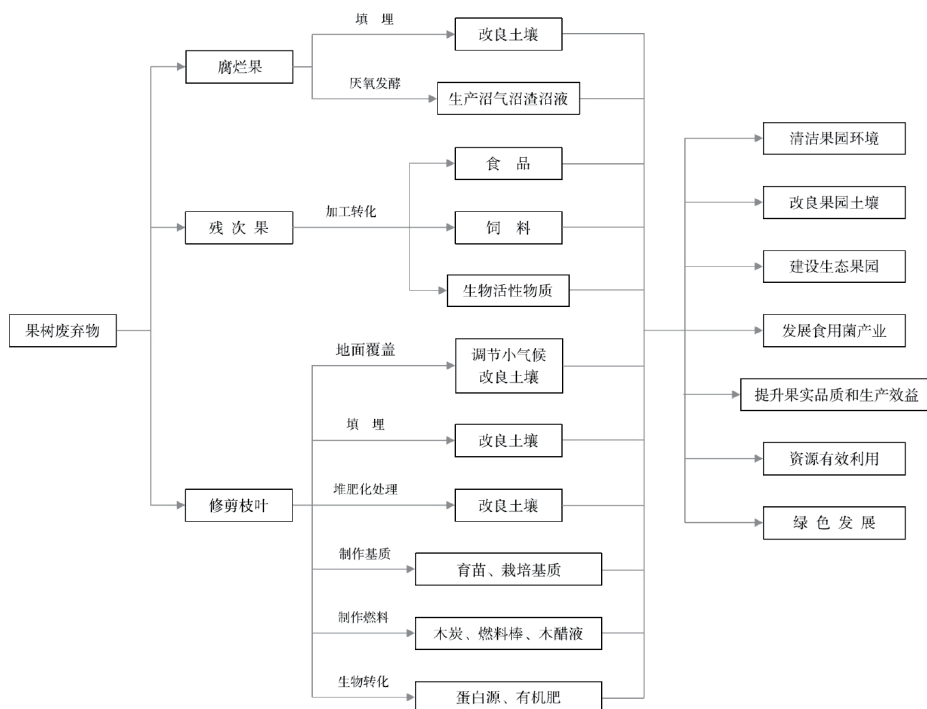


图 1 果树废弃物种类、资源化利用方式及其作用

参考文献:

- [1] 刘凤之, 王海波, 胡成志. 我国主要果树产业现状及“十四五”发展对策[J]. 中国果树, 2021(1): 1-5.
- [2] 康志林, 邵瑞鑫, 何莹. 乡村振兴下果树产业多元价值融合路径分析[J]. 中国果树, 2021(6): 98-103.
- [3] 刘君璞, 章力建, 曹尚银, 等. 我国果树生产中的立体污染及其防治[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 85-90.
- [4] 国家统计局农村社会经济调查司. 2020 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
- [5] 徐宇鹏, 朱洪光, 成潇伟, 等. 农业废弃物资源化利用产业进化与多产业联动研究[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(4): 90-94.
- [6] 范如芹, 罗佳, 高岩, 等. 农业废弃物的基质化利用研究进展[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(2): 442-448.
- [7] 于冬梅, 戴永利, 刘振盼, 等. 平欧榛子达维 1 年生枝条主要营养元素年动态规律研究[J]. 辽宁林业科技, 2012(3): 8-9, 25.
- [8] 刘丽丽, 李建辉, 陈骏, 等. 不同果树修剪枝条中主要营养成分的分析[J]. 浙江柑橘, 2017, 34(3): 20-22.
- [9] 薛雯, 房玉林, 孙艳. 41 种葡萄枝条废弃物中膳食纤维及营养成分研究[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(5): 139-145.
- [10] Kok D, Ates E, Korkutal I, et al. Forage and nutritive value of the pruning residues (leaves plus summer lateral shoots) of four grapevine (Vitis vinifera L.) cultivars at grape harvest and two post-harvest dates[J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2007, 5(4): 517-521.
- [11] 李明启. 果实生理[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [12] 聂继云. 苹果贸易概况及其营养成分[J]. 果树实用技术与信息, 2013(11): 43-44.
- [13] 方志峰, 朱婷, 张若杰. 广西 9 种主要水果食物营养成分分析及评价[J]. 应用预防医学, 2018, 24(4): 281-284, 287.
- [14] 张涵. 狮头柑主要成分及抗氧化物质研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2017.
- [15] 李凤英, 崔蕊静, 李春华. 从葡萄皮中提取多酚物质[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(4): 147-149.
- [16] 杨雅涵, 李建宾, 和加卫. 不同蓝莓品种果实花青素苷研究[J]. 西南农业学报, 2020, 33(8): 1769-1777.
- [17] 刘春荣, 郑江程, 杨海英, 等. 废弃腐烂柑橘的无害化处理技术[J]. 中国果业信息, 2009, 26(3): 57.
- [18] 李龙飞, 徐金涛, 高丽娟, 等. 果树修剪枝条处理现状及堆肥研究[J]. 河北果树, 2018(6): 47, 49.
- [19] 刘春荣, 郑雪良, 查波, 等. 桔园填埋腐烂柑橘果实对土壤理化性状的影响[J]. 中国南方果树, 2008, 37(2): 8-9.
- [20] Rittmann B E, McCarty P L. Environmental Biotechnology: Principles and Applications[M]. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [21] 宋雪刚, 刘春荣, 朱新春, 等. 腐烂柑橘果实生产沼气试验[J]. 浙江农业科学, 2009(4): 787-788.
- [22] 傅云龙, 丘锦荣, 刘青云, 等. 废弃脐橙与猪粪厌氧共消化的反应性能研究[J]. 广东农业科学, 2015, 42(22): 120-124.
- [23] 潘焱. 腐烂香蕉、水蜜桃、猕猴桃的沼气发酵效率研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2017.
- [24] 赵红, 张衍林. 腐烂柑橘与猪粪混合厌氧发酵产沼气试验研究[J]. 中国沼气, 2011, 29(2): 19-23.
- [25] 孙先智, 胡茂刚. 残次果、水果皮及果核的综合加工利用[J]. 中国农学通报, 1986(5): 19.
- [26] 吴丹, 陈健初. 葡多酚的应用研究进展[J]. 食品科技, 2003(5): 57-59.
- [27] 王倩. 利用白星花金龟和黄粉虫联合转化苹果园废弃物的技术研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [28] 张秋月, 周桐羽, 何佳丽, 等. 北方中大型果园枝条类废弃物综合生态利用研究—以东北地区

- 果园枝条类废弃物利用为例[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2019, 21(6): 641-645.
- [29] 何绪生, 宛甜, 王安柱, 等. 果树修剪枝条土肥资源化利用[J]. 北方园艺, 2018(9): 199-203.
- [30] 赵鹏. 秸秆还田和枝条堆肥对梨园土壤性状及梨品质的影响研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2015.
- [31] 周江涛, 吕德国. 有机物料覆盖对果园土壤环境的影响[J]. 北方果树, 2013(6): 1-4.
- [32] 张松柏, 夏俊海. 果园地面覆盖有机物的生态效应[J]. 落叶果树, 2010(2): 18-19.
- [33] 刘洪杰, 刘俊峰, 李建平. 果园修剪树枝综合利用技术[J]. 农机化研究, 2011(2): 218-221.
- [34] 成刚. 果树修剪枝条土肥资源化利用[J]. 农民致富之友, 2018(9): 91.
- [35] 程存刚, 赵德英, 吕德国, 等. 植物源有机物料对果园土壤微生物群落多样性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 913-922.
- [36] 李祥, 王永平, 柯希恒, 等. 果树枝条掩埋发酵最佳模式研究[J]. 广东农业科学, 2021, 48(8): 83-89.
- [37] 刘丽丽, 李建辉, 闫彦涛, 等. 果树修剪枝条与畜禽粪便不同配比还田对萝卜种植的影响[J]. 现代农业科技, 2018(1): 60, 62.
- [38] 田梦, 刘晓玲, 李十中, 等. 香蕉秸秆与牲畜粪便固体联合厌氧发酵产沼气的特性[J]. 农业工程学报, 2013, 29(7): 177-184.
- [39] 邓小垦, 董存明, 张彦龙, 等. 生猪粪与香蕉茎秆高温堆肥的研究[J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(3): 83-87.
- [40] 邓小垦, 董存明, 辛侃, 等. 香蕉茎秆桉树皮和猪粪不同配比堆肥研究[J]. 生态与农村环境学报, 2014, 30(5): 658-663.
- [41] 程文静. 椰子废弃物与畜禽粪便混合堆肥研究[D]. 海口: 海南大学, 2012.
- [42] 匡石滋, 李春雨, 田世尧, 等. 复合菌剂对香蕉茎秆堆肥中微生物和养分含量的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(6): 182-187.
- [43] 史龙翔, 谷洁, 潘洪加, 等. 复合菌剂提高果树枝条堆肥过程中酶活性[J]. 农业工程学报, 2015, 31(5): 244-251.
- [44] 刘进, 杨成发, 于方雷. 果树枝条粉碎物快速发酵堆肥技术[J]. 果树实用技术与信息, 2015(8): 21-23.
- [45] 褚春年, 郭变梅, 魏礼, 等. 果枝循环利用机械化技术试验研究[J]. 农业与技术, 2021, 41(3): 70-71.
- [46] 王若斐, 刘超, 操一凡, 等. 不同碳氮比猪粪堆肥及其产品肥效[J]. 中国土壤与肥料, 2017(6): 127-134, 154.
- [47] 廖新伟, 吴银, 汪植三, 等. 堆体大小对猪粪堆肥影响和袋装堆肥的研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 287-290.
- [48] 刘丽丽, 李建辉, 郑雪良, 等. 果树枝条资源化利用研究进展[J]. 浙江柑橘, 2016, 33(4): 5-8.
- [49] 王德源, 刘可春, 党立, 等. 利用果树枝条木屑栽培鲍鱼菇技术[J]. 陕西农业科学, 2007(3): 174-175.
- [50] OFFORD C A, MUIR S, TYLER J L. Growth of selected Australian plants in soilless media using coir as substitute for peat [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1998(38): 879-887.
- [51] 郭蔚, 龚黛, 杜双田, 等. 葡萄枝条栽培杏鲍菇的营养成分研究[J]. 北方园艺, 2013(19): 144-148.
- [52] 龚黛, 郭蔚, 王华, 等. 葡萄枝条栽培白玉菇的营养成分研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(6): 121-124.
- [53] 张毅. 果树枝条的处理与利用[J]. 落叶果树, 2001(5): 24.

(责任编辑: 赖瑞联)

马巨明, 马 兰, 张 洁, 许 玲. 新疆昌吉市葡萄产业形势分析 [J]. 东南园艺, 2022, 10 (1) : 78–80.

MA Ju-ming, MA Lan, ZHANG Jie, XU Ling. Analysis of Grape Industry Situation in Changji City, Xinjiang [J]. Southeast Horticulture, 2022, 10 (1) : 78–80.

新疆昌吉市葡萄产业形势分析



马巨明¹, 马 兰¹, 张 洁¹, 许 玲^{2*}

(¹ 昌吉市农产品质量安全检验检测中心(园艺工作站), 新疆 昌吉 831100;

² 福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 本文从优越生长环境、悠久栽培历史、丰富的葡萄品种、优良果实品质等方面, 分析了新疆昌吉市葡萄的产业优势, 以及当前生产管理简单粗放和产品竞争力弱等两大产业问题, 并提出了规范生产标准、推广机械化管理、培育实力品牌和扩大产品营销等产业发展建议。

关键词: 葡萄; 昌吉; 产业; 形势

中图分类号: S663.1

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2022) 01-0078-03

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2022.01.014

Analysis of Grape Industry Situation in Changji City, Xinjiang

MA Ju-ming¹, MA Lan¹, ZHANG Jie¹, XU Ling^{2*}

(¹ Changji Agricultural Product Quality Safety Inspection and Test Center/ Gardening Workstation, Changji, Xinjiang 831100, China;

² Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: In this paper, industry advantages of grape industry, two problems in grape industry, including simple and extensive production management and low competition level of products in Changji City, Xinjiang were analyzed. Some suggestions on industry development were also proposed including standardizing production specification, popularizing mechanized management, develop powerful brands and expand product marketing.

Key words: Grape; Changji City; Industry; Situation

新疆昌吉市位于东经 86°24′~87°37′、北纬 43°06′~45°20′, 地处欧亚大陆腹地、中国西北部, 新疆天山山脉北麓中段和准噶尔盆地南缘^[1], 是新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州的州府所在地。昌吉市夏季短而炎热、冬季长而严寒、春秋季节不明显, 属中温带大陆性干旱气候^[2], 土地平坦辽阔, 风力不大, 有着种植葡萄的历史和传统,

如今葡萄产业更是昌吉市不可或缺的特色产业, 到“十三五”末, 全市葡萄种植面积 3 467 hm², 产值 3.1 亿元, 其中鲜食葡萄占 90%、酿酒葡萄占 10%, 是昌吉州主要的葡萄生产基地。

1 昌吉市葡萄产业优势

1.1 生长环境优越

收稿日期: 2021-12-01

作者简介: * 为通讯作者, 许玲 (1974-), 女, 高级农艺师, 主要从事果树遗传育种及栽培技术研究, E-mail: 673440561@qq.com。

马巨明 (1965-), 男, 高级农艺师, 主要从事果树蔬菜等园艺栽培技术研究和推广工作, E-mail: 1486371247@qq.com

昌吉市拥有适宜葡萄生长的自然条件,其光照充足热量充沛,昼夜温差大,年日照时数超过2 800 h, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年有效积温 $3\,200^{\circ}\text{C} \sim 3\,500^{\circ}\text{C}$,无霜期 160~170 d。年均降雨量仅 200 mm,主要集中在夏秋两季,蒸发量却大于 2 300 mm;灌溉以天山冰川雪水为主,雨水仅起辅助作用。土地平坦辽阔,土质为偏碱性沙壤土。4~10 月是昌吉市葡萄生产收获季,余下就是长足的休眠期。气象资料显示,在 2021 年 4 月 16 日至 10 月 15 日的 183 d 中,昌吉市最高气温 39°C 、最低气温 -4°C ,日温差平均 15.3°C 、最大达 23°C ,风力 ≤ 3 级有 176 d、风力 4 级的仅 7 d,以东西风居多,十分利于葡萄的生长。

1.2 栽培历史悠久

昌吉在历史上曾是丝路北道上对外经济文化交流的名埠,早在唐朝作为北庭五城(别失八里)之一,就是“瓜果之乡”;有记载距今 700 年前,元朝长春真人丘处机西游时,途经昌吉品过当地的葡萄酒;清末时昌吉葡萄已运销外地。上世纪 80 年代家庭联产承包责任制政策的实施,掀起了昌吉葡萄产业的新起点,1986 年建立了新品种母本园,90 年代连片种植从而快速发展,1998 年成功引种‘红地球’葡萄并实现了大面积种植。

1.3 葡萄品种丰富

昌吉市共引进数十个葡萄品种,经过多年筛选与示范推广,以‘红地球’^[3]、‘巨峰’、‘夏黑’、‘新郁’等为代表的鲜食葡萄面积 $3\,147\text{ hm}^2$,主要分布在三工、六工、大西渠、滨湖和二六工等 5 个乡镇;酿酒葡萄种植面积 320 hm^2 ,主要有‘赤霞珠’、‘梅鹿辄’、‘马瑟兰’^[4]、‘贵人香’等,分布在三工、榆树沟和六工等 3 个乡镇。其中‘红地球’葡萄因着色好、果穗长、耐挂树而独占鳌头,现有栽培面积 $2\,867\text{ hm}^2$ 。

1.4 果实品质优良

白昼高温促进树体制造养分,夜晚低温减少呼吸消耗,昌吉市的长日照、大温差利于葡萄果实内含物的积累和贮存,提升花色素苷在红、褐、紫、黑色等果皮的上色效果,增强果实抗氧化能力。昌吉干旱少雨不利于病害繁殖与传播,冬春低温也杜绝了许多害虫的越冬,降低虫口基数,减少

了农药防治病虫害,从源头上保障了葡萄鲜果的质量安全。种植品质优、叶薄而色浅、抗病性差、品种特性更娇弱的欧亚种葡萄,如‘红地球’、‘里扎马特’、‘红巴拉多’等欧亚品种,即可充分显示出地域栽培优势。当地丰富的畜牧业有机肥源和优质的冰川雪水供应,也造就了昌吉葡萄的独特品质,果实色泽鲜艳诱人、口感甘甜爽口、营养价值丰富,享誉国内外。昌吉葡萄不仅用于鲜食,还用于制干、酿酒、制汁、制果酱、烹饪原料和盆栽观赏等。

1.5 产业优势明显

历经数百年与近年来的大力发展,昌吉葡萄已凸显产业优势。昌吉市年产鲜食葡萄 7 万余 t,其中 5 万 t 用于出口东南亚、中亚和非洲等国家,主要以‘红地球’为主;其余 2 万多 t 销往内地和本地市场。年产酿酒葡萄 3 000 余 t,主要用于当地酒庄酿酒或向内地出售原汁,有着较好的发展态势。果农种植经验丰富,熟悉从早春的葡萄藤蔓出土上架,春夏时节的花果修整,秋天的果实采收,冬季的落架埋藤、水肥管理和病虫害防治等全过程的栽培管理。针对昌吉地处西北边陲、远离内陆和沿海市场,葡萄面积大产量高,夏秋高温季正值采收旺季,各乡镇建起数量不等的储藏保鲜冷库、配置冷藏车,为葡萄采后贮藏保鲜提供产业支撑,延长葡萄产业链提升商品价值。

2 昌吉葡萄产业存在的主要问题

2.1 管理简单粗放

虽然昌吉葡萄品种众多,但种植比例搭配不合理,‘红地球’占鲜食品种的 82%,产品供应期集中。栽培管理比较简单粗放,栽培架式仍以立架为主,果穗管理、肥水供应、病虫害防治等技术落后,优质果品比率低,提升果品质量和生产优质果的理念较差。新技术应用力度小,加上部分果农过分依赖化肥、催熟剂等投入品,不仅影响了果品质量,更使昌吉葡萄失去地方特色,导致“卖果难”成为新常态问题。

2.2 产品竞争力弱

由于缺乏技术支撑和政策支持,昌吉葡萄生

产的集约化程度较低,造成监管难度大;以一家一户为基础的生产模式占主导地位,经营主体的规模较小、不集中,小生产与大市场的矛盾表现突出,难以实现标准化生产,从源头上影响了安全果品的产出。鲜食葡萄采后的贮藏保鲜加工等产后处理不到位,包装不规范,缺乏影响力大的自主品牌,市场竞争力太弱,产品销售无稳定平台。而且昌吉远离内陆,运输时间长、成本高也是很大挑战。生产销售等与社会发展形势不相适应,社会化服务工作严重滞后。

3 昌吉葡萄产业发展措施和建议

3.1 规范生产标准

生产中应减少滥施化肥、增施有机肥,提升土壤微生物活动,改善土壤结构恶化,减少土壤盐碱化和荒漠化,培养健壮根系,减轻叶片的缺铁、缺镁性等黄化现象。栽培模式上,改立架为“V”字形架式,采用绿色防控病虫害技术等。规范生产标准,强化源头管理,扭转当地果农的种植习惯,提高集约化生产水平,提升果品质量安全。

3.2 推广机械化管理

昌吉地域广阔且平坦,适于普及与推进果园全程机械化管理^[5-6],使用开沟机、施肥机、春季扒土机、中耕机、打药机、葡萄藤粉碎机、冬季埋藤机等机械,每667 m²可节省劳动力成本1 000元以上,能极大提高葡萄园的生产效率,提升产业水平和市场竞争力。

3.3 培育实力品牌

在努力提高鲜食葡萄质量基础上,提高葡萄酒、葡萄干等加工水平,减少只提供初级加工产品,引入深加工和精加工企业,提高产品附加值。通过合作社和专业协会把农民组织起来,培育有技术规范、有产品标准、统一包装的实力品牌,建设具有高度辨识度和美誉度的区域品牌^[7],创立并维护昌吉葡萄的良好品牌形象。

3.4 扩大产品营销

营销可以打通生产—流通—消费之间的障碍,改变新疆果品“产多销少”的现象^[8],需加强建设稳定的国内、国际销售网络。搞好国内市场的

流通,提倡农民和市场、消费社区直接对接销售,减少中间环节;合作社与超市等大型连锁企业直接联系,保障果品销售;重视电子网络销售^[9],可与各大型网络平台建立良好的合作关系,采用网络预售机制解决鲜果保鲜难的问题等;争取地方政府出台引导、支持发展优质果品生产和销售等关键性扶持政策,如制定具体措施、设立专门基金,专门扶持优质葡萄生产,为优质葡萄开拓流通销售渠道。拓宽国际贸易的渠道,通过“一带一路”战略的实施,建立顺畅的葡萄贸易流通渠道,加强在东盟和欧亚博览会上的大力宣传,扩大昌吉葡萄的国际影响力,扩大葡萄出口量。

参考文献:

- [1] 杨华,王巧莲,林芙蓉.昌吉州中西部地区主栽葡萄的气象条件分析[J].现代农业科技,2007(12): 12-13.
- [2] 李亮,杨坚,马靖.昌吉地区里扎马特葡萄庭院管理技术要点[J].现代园艺,2020,43(24): 19-20.
- [3] 李亮,唐庆生,巴合朱力的孜·巴哥达提,等.昌吉州红地球葡萄田间管理技术要点[J].南方农业,2021,15(15): 1-2.
- [4] 唐庆生,巴合朱力的孜.新疆天山北麓葡萄酒产区概况及发展建议[J].科技风,2018(20): 213-214.
- [5] 吾尔尼沙·卡得尔,刘凤之,刘丽媛.新疆吐鲁番葡萄产业发展及转型升级建议[J].中国果树,2021(11): 94-97.
- [6] 李亮,赵挺,张娜娜,等.昌吉地区葡萄田间管理及农业机械应用[J].农村科学实验,2021(6): 64-65.
- [7] 王晶,吴晓丽,潘静,等.贺兰山东麓葡萄产业发展现状及品牌升级路径[J].中国果树,2022(2): 93-98.
- [8] 王晓蜀.新疆果品网络营销思考[J].石河子大学学报(哲学社会科学版),2008,22(6): 46-48.
- [9] 李小红,李运景,马晓青,等.我国葡萄产业发展现状与展望[J].中国南方果树,2021,50(5): 161-166.

(责任编辑:赖瑞联)