

东南园艺

DONGNAN YUANYI

双月刊

2023 年 第 11 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）

方少忠	丰 锋	邓优锦	邓秀新	王俊宁
叶正文	叶新福	江国良	刘君玲	刘建福
刘荣章	刘海桑	孙威江	许 玲	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	林智敏
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

电子信箱：dnyy0591@163.com

网络地址：<https://fjgs.cbpt.cnki.net>

主 编：许家辉

副 主 编：黄雄峰（常务） 许 玲

编辑部主任：黄雄峰

责任编辑：黄雄峰 许 玲 冯 新
林燕金 赖瑞联

英文翻译：张艳芳

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：2023 年 2 月 15 日

定 价：30.00 元

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

华侨大学园艺科学与工程研究所

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、最高学历 / 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

- 番木瓜镁离子转运蛋白家族基因鉴定及转录特征分析……周 平, 岳晶晶, 颜少宾, 郭 瑞, 金 光 (1)
建兰种子无菌萌发及根状茎增殖分化研究……樊荣辉, 叶秀仙, 林榕燕, 孔 兰, 林 兵, 钟淮钦 (7)

试验研究

- 64 个蓝莓品种的 ISSR 分析 …………… 张立杰, 谢丽雪, 张小艳, 李 韬, 黄立新 (11)
植物生长调节剂对杂交兰‘双艺金龙’株型控制的影响……………
……………林榕燕, 林 兵, 孔 兰, 吴建设, 钟淮钦 (18)
2022 年异常气候对福州地区橄榄开花和结果的影响分析 ……………
……………张美花, 沈朝贵, 曹 茜, 林祥鏊, 龙 宇, 赖瑞联, 吴如健 (24)
香蕉园草铵膦降解菌的分离鉴定及其生长特性研究…………… 林金钩, 林 蓉 (30)
福建省‘巨峰’葡萄避雨栽培的技术效率研究…………… 宋 芳, 徐学荣 (37)
不同用量土壤调理剂对花椰菜产量及土壤理化性状的影响…………… 孔晓芬 (44)
无硝酸铵的改良 MS 培养基对马铃薯组培苗快繁的影响 ……………
……………刘丽芳, 邹 雪, 丁 凡, 余韩开宗, 陈年伟, 饶莉萍 (49)

研究简报

- 大棚百香果—竹荪立体生态栽培模式试验…………… 肖兰芝 (54)
永春县不同海拔芦柑果实日灼发生率调查分析…………… 张宇平 (58)
柑橘施用微生物肥效果试验…………… 邓应秋 (62)

乡村振兴实用技术

- 黑木耳优质高效袋料栽培关键技术…………… 郭美蓉 (66)

文献综述

- 海南省热带花卉产业现状与发展对策…………… 罗远华, 杨光穗, 陆顺教, 吴建设 (70)
漳州市食用菌产业现状与发展策略……………
…………… 袁 滨, 吴振强, 朱艺勇, 徐夏燕, 黄惠绿, 沈妙金, 吴尚钦 (76)

SOUTHEAST HORTICULTURE

Vol. 11

No. 1

February 2023

Identification and Transcriptional Characteristics Analyses of Magnesium Transporters Gene Family in <i>Carica papaya</i>	Zhou Ping, Yue Jingjing, Yan Shaobin, Guo Rui, Jin Guang (1)
Study on Aseptic Germination of Seeds and Rhizome's Proliferation and Differentiation in <i>Cymbidium ensifolium</i>	Fan Ronghui, Ye Xiuxian, Lin Rongyan, Kong Lan, Lin Bing, Zhong Huaqin (7)
ISSR Analysis of 64 Blueberry Cultivars	 Zhang Lijie, Xie Lixue, Zhang Xiaoyan, Li Tao, Huang Lixin (11)
Effects of Different Plant Growth Regulators on Plant Type Control of Hybrid <i>Cymbidium</i> 'Shuangyi Jinlong' ...	 Lin Rongyan, Lin Bing, Kong Lan, Wu Jianshe, Zhong Huaqin (18)
Analysis of Abnormal Climate Effect on Flowering and Fruiting of Chinese Olive in Fuzhou Area in 2022	 Zhang Meihua, Shen Chaogui, Cao Qian, Lin Xiangliu, Long Yu, Lai Ruilian, Wu Rujian (24)
Isolation, Identification and Growth Characteristics of a Glufosinate Ammonium-degrading Bacterial Strain	 Lin Jingou, Lin Rong (30)
Study on Technical Efficiency of Rain-shelter Cultivation of Kyoho Grape in Fujian Province	 Song Fang, Xu Xuerong (37)
Effects of Different Dosages of Soil Conditioner on Cauliflower Yield and Soil Physical and Chemical Properties ...	 Kong Xiaofen (44)
Effect of Modified MS Medium without Ammonium Nitrate on Rapid Propagation of Potato Tissue Culture Seedlings	 Liu Lifang, Zou Xue, Ding Fan, Yu-Han Kaizong, Chen Nianwei, Rao Liping (49)
Experiment of Stereoscopic Ecological Cultivation Mode of Passion Fruit and Bamboo Fungus at Greenhouse	 Xiao Lanzhi (54)
Investigation and Analysis of Fruit Sunburn Occurrence Rate of Ponkan at Different Altitudes in Yongchun County	 Zhang Yuping (58)
Efficiency Analysis of Application of Microbial Fertilizer on Citrus	 Deng Yingqiu (62)
Key High Quality and High Efficiency Bagged Cultivation Techniques of Black Fungi	 Guo Meirong (66)
Current Situation and Development Countermeasures of Tropical Flower Industry in Hainan Province	 Luo Yuanhua, Yang Guangsui, Lu Shunjiao, Wu Jianshe (70)
Status and Development Strategy of Edible Fungi Industry in Zhangzhou City	 Yuan Bin, Wu Zhenqiang, Zhu Yiyong, Xu Xiayan, Huang Huily, Sheng Miaojin, Wu Shangqin (76)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.001

番木瓜镁离子转运蛋白家族基因鉴定 及转录特征分析

周 平¹, 岳晶晶², 颜少宾¹, 郭 瑞¹, 金 光^{1*}(¹ 福建省农业科学院果树研究所 / 福建省落叶果树工程技术研究中心, 福建福州 350013;² 福建农林大学基因组与生物技术中心 / 福建省海峡植物应用系统生物学重点实验室

/ 作物遗传育种与综合利用教育部重点实验室, 福建福州 350002)

摘 要: 镁离子转运蛋白 (Magnesium transporter, MGT) 是植物体内镁离子吸收运输的重要转运子。为系统研究番木瓜 MGT 家族 (CpMGTs) 特征, 鉴定了基因家族成员并分析其蛋白特征和基因转录模式。结果表明番木瓜基因组含 5 个 CpMGT 家族成员 (CpMGTa-CpMGTe), 氨基酸数 387~491 个, 分子量 43.95~54.84 KD, 定位于细胞核、细胞质、叶绿体、过氧化物酶体等亚细胞结构。基于转录组测序, 发现 CpMGTs 的表达具有组织特异性, 成熟叶、幼花与根器官中优势表达的 CpMGT 不同。根、花器官中 CpMGTe 表达具有性别差异性; CpMGTb 和 CpMGTd 跨季节转录变化在雌雄番木瓜幼花中也存在特定差别。这些发现揭示 CpMGTs 表达模式及性别差异性表达特征, 为研究基因功能奠定基础。

关键词: 番木瓜; 镁离子转运蛋白; 表达; 性别

中图分类号: S667.9

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0001-06

Identification and Transcriptional Characteristics Analyses of Magnesium Transporters Gene Family in *Carica papaya*

Zhou Ping¹, Yue Jingjing², Yan Shaobin¹, Guo Rui¹, Jin Guang^{1*}(¹Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences / Research Centre for Engineering Technology of Fujian

Deciduous Fruits, Fuzhou, Fujian 350013, China;

²Center for Genomics and Biotechnology / Fujian Provincial Key Laboratory of Haixia Applied Plant Systems Biology / Key Laboratory

of Genetics, Breeding and Multiple Utilization of Crops, Ministry of Education, Fujian Agriculture and Forestry University,

Fuzhou, Fujian 350002, China)

收稿日期: 2023-01-09

基金项目: 福建省自然科学基金 (2020J011360); 福建省农业科学院科技创新团队项目 (CXTD2021009-2); 福建省科技厅对外合作项目 (2021I0009); 泉州市科技计划项目 (2021N044)

作者简介: * 为通讯作者, 金光 (1965-), 男, 副研究员, 硕士, 主要从事果树栽培研究工作, E-mail: jingaug0591@163.com。

周平 (1983-), 男, 助理研究员, 博士, 主要从事果树生理生化与分子生物学研究工作, E-mail: fagaless@163.com

Abstract: Magnesium Transporter (MGT) was characterized as an important transporter of magnesium absorption and transportation in plant. To investigate characteristics of papaya (*Carica papaya*) magnesium transporters (CpMGTs), their gene family members were identified, and their protein characteristics and gene transcriptional patterns were analyzed. The results showed that five CpMGT members (CpMGTA–CpMGTE) with 387–491 amino acids and molecular weight of 43.95–54.84 KD, which were predicted to be located in nucleus, cytoplasm, chloroplast, peroxisome and other subcellular structures, existed in papaya genome. According to the transcriptomic sequencing and analyses, tissue-specific expressional patterns of CpMGTs were observed in different organs, and the predominantly expressed CpMGT members were distinct among mature leaves, young flowers and roots. CpMGTs transcriptional profiles had showed specific sexual differences, i.e. CpMGTC displayed sex-biased gene expression in roots and flowers, while CpMGTB and CpMGTD showed their seasonal change tendencies of gene transcription in distinct manner between male and female papayas. All these findings characterized the expressional patterns and the special sex bias in CpMGTs transcription, laying the foundation for functional study of CpMGTs.

Key words: Papaya; Magnesium transporter; Expression; Sexes

镁是植物必需元素，其以镁离子形式被摄取后利用于植物生长发育及重要生理代谢反应。研究表明镁离子是构成叶绿素的重要组分；也是数百种生理代谢酶的激活剂，参与植物新陈代谢^[1]。缺镁严重影响叶绿素合成，干扰光合产物分配与韧皮部运输，抑制植株生长及产量^[2, 3]。植物中的镁离子转运蛋白 (Magnesium Transporter, MGT) 被认为是最重要的镁离子运载体。最早在拟南芥中鉴定报道 10 个 MGT 家族成员^[4]。此后系统分析水稻、玉米、甘蔗、番茄、油菜、梨等作物发现植物 MGTs 家族可聚类为五大分支^[5-10]。不同家族成员功能偏向各不相同，如控制根系对 Mg^{2+} 的吸收^[11, 12]、拮抗抑制金属毒害^[13]、参与配子发育^[10, 14, 15]、维持叶肉叶绿体 Mg^{2+} 平衡及光合反应^[16-18]。

番木瓜 (*Carica papaya* L.) 原产热带美洲，在我国福建、台湾、广东、云南、海南等地有产业化栽培。番木瓜是有性别的水果作物，其性别类型可分为雌性、雄性和两性。雌株、雄株和两性株分别开雌花、雄花和完全花。不同性别类型植株间常存在形态、生理代谢和遗传学差异^[19]。目前发现番木瓜 CpMGT1 具有 Mg^{2+} 转运活性^[20]，但未报道该物种其它 MGT 成员情况。

为系统研究番木瓜镁离子转运蛋白 (CpMGT) 基因家族转录表达特征，鉴定全基因组范围内的镁离子转运蛋白，并分别在雌雄番木瓜植株上检测 CpMGTs 表达，首次发现部分 CpMGT 成员表达具有性别差异性。这些发现为深入研究番木瓜镁离子转运蛋白功能奠定基础。

1 材料与方法

1.1 CpMGTs 鉴定与表征预测

以拟南芥、水稻 MGT 序列^[4, 5] 为参考，BLASP 比对 Sunset 番木瓜基因组转录本翻译蛋白数据集^[21]，筛选比对结果 E-value 值小于 E-10 且相似度大于 70% 的编码蛋白为 CpMGTs。ProtParam^[22] 计算 CpMGTs 氨基酸数、相对分子质量以及理论等电点，TMHMM^[23] 预测 CpMGTs 跨膜区及跨膜数，YLoc+^[24] 预测 CpMGTs 亚细胞定位。

1.2 试验植物材料

以福建农林大学中华园试验设施大棚所种两年生‘中黄’番木瓜 (*Carica papaya* var. Zhonghuang) 为试验材料。‘中黄’番木瓜系实生繁殖，播种的‘中黄’种子由福建农林大学基因组与生物技术中心通过多代人工授粉全同胞杂交获得，以保证后代群体中的雄株、雌株个体遗传

背景接近一致^[19]。

1.3 CpMGTS 基因表达特征分析

1.3.1 花、叶、根 CpMGTS 转录表达特征分析

分析雌雄异株‘中黄’番木瓜雄株、雌株幼花（采集未见雌雄蕊原基分化的极早期花，花径小于 2 mm）、成熟叶及根组织 CpMGTS 表达特征。试验测试幼花、叶、根样本各 3 个生物学重复。取自 1 株番木瓜植株的样品为 1 个生物学重复，试验共采集 3 株雄株和 3 株雌株样本进行转录组测序。所得测序数据，参照报道方法^[25]比对番木瓜 Sunset 参考基因组^[21]，‘DEseq2’筛选多重校正校正后 $P < 0.05$ 且表达变化倍数大于 2 或者小于 1/2 的基因为两组差异表达基因。

最终本文所用 CpMGTS 基因表达水平以样本转录组分析所得的 FPKM（Fragments Per Kilobase per Million，每百万读段中来自于某基因每千碱基

长度的读段数）数值衡量。

1.3.2 春、夏、冬三季 CpMGTS 转录表达分析

于 2019 年 4 月 17 日、8 月 13 日和 2020 年 1 月 3 日采集相同‘中黄’番木瓜试验植株春、夏、冬三季幼花，转录组测序分析 CpMGTS 基因表达。试验步骤及方法同 1.3.1。

2 结果与分析

2.1 CpMGTS 鉴定与理化特性预测

同源相似性比对共鉴定获得 5 个 CpMGT，依据其编码基因所处染色体位置依次命名为 CpMGTA–CpMGTE（表 1）。所得 CpMGTS 均含 2 个跨膜结构，蛋白氨基酸数 387~491 个，分子量 43.95~54.84 KD，等电点 4.86~6.01，预测蛋白定位于细胞核、细胞质、叶绿体、过氧化物酶体等不同的亚细胞结构。

表 1 CpMGT 蛋白特性

基因名称	基因 ID	跨膜域数量	氨基酸数目 / 个	分子量 / KD	等电点	亚细胞定位
CpMGTA	sunset02G0005330	2	457	50.93	6.01	叶绿体
CpMGTB	sunset02G0007010	2	446	49.73	5.07	细胞核，细胞质
CpMGTC	sunset03G0026100	2	387	43.95	4.86	细胞质
CpMGTD	sunset05G0020020	2	443	50.43	5.12	过氧化物酶体，细胞质
CpMGTE	sunset06G0003090	2	491	54.84	4.99	细胞质，过氧化物酶体

2.2 CpMGTS 转录表达特征分析

转录谱分析番木瓜花、叶、根器官 CpMGTS 表达（图 1），发现地上部分和地下部分 CpMGTS 表达模式存在特定差异。番木瓜叶、花中 CpMGTS 表达水平整体高于根器官中基因表达。其中，CpMGTB 在叶和花中优势表达，表达水平高于其他家族成员；而 CpMGTE 在根中表达相对较强。

比较不同性别番木瓜 CpMGTS 在所检测的器官中的转录表达水平，发现 CpMGTC 转录具有性别差异性，即雄株番木瓜根器官、花器官中的 CpMGTC mRNA 转录丰度显著高于雌株；而其他家

族成员无此现象。

追踪调查雌雄异株番木瓜 CpMGTS 春、夏、冬三季转录表达动态（图 2），观测到的 CpMGTA（先降后升）、CpMGTC（持续下降）、CpMGTE（先升后稳）基因转录变化趋势在雌雄株幼花间无差异。但 CpMGTB 和 CpMGTD 转录在不同性别番木瓜幼花中存在特定差别。转录谱分析结果表明：冬季雌花 CpMGTB 转录上升，雄花 CpMGTB 转录减弱；冬季雌花 CpMGTD 表达水平高于春、夏两季，而雄花 CpMGTD 三季表达水平接近。

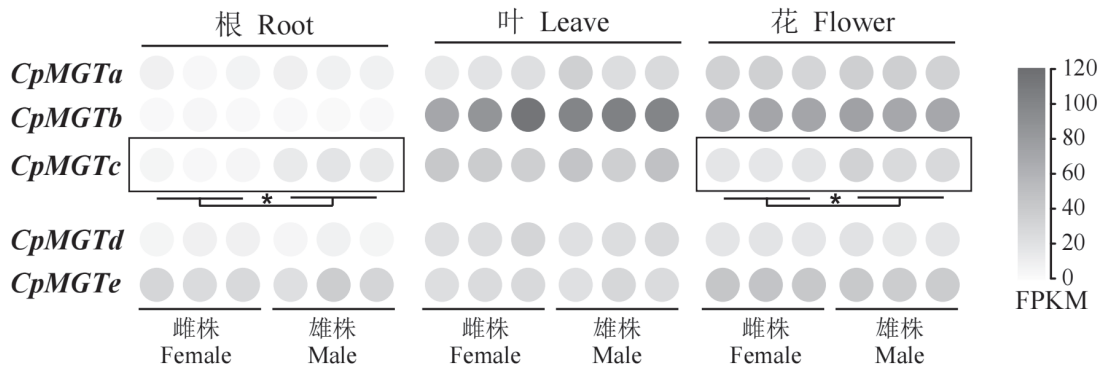


图 1 番木瓜不同组织 CpMGTs 转录表达分析

注：* 为两组数据差异显著

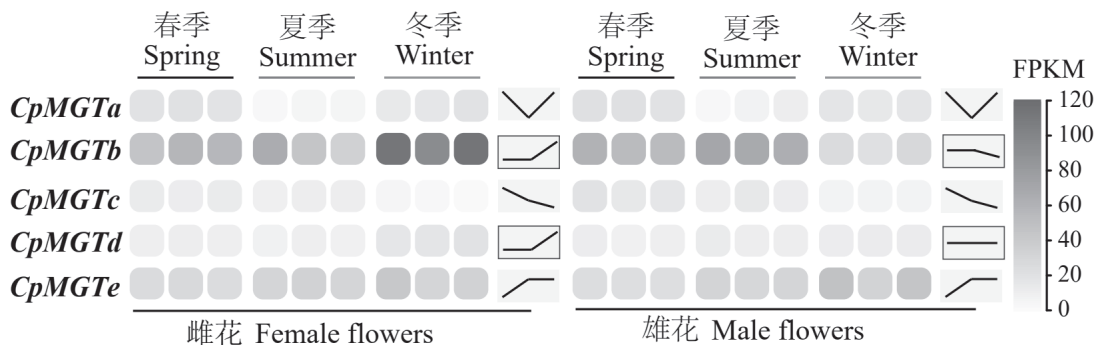


图 2 春、夏、冬三季番木瓜幼花 CpMGTs 转录表达分析

3 讨论

MGT 是古老的基因，从水生原始藻类至其后的陆生植物一直存在。研究认为由 MGT 介导的镁吸收和镁利用在植物生长发育和生命活动过程中发挥了重要的作用^[26]。基于同源相似性比对方法，本研究在番木瓜基因组中共鉴定出 5 个高置信度 CpMGT。预测这些 CpMGTs 编码蛋白性质具有差异，且定位于不同的细胞结构组分（细胞核、细胞质、叶绿体、过氧化物酶体），这表明 CpMGTs 很可能是以协作的方式参与细胞内外镁离子的平衡过程。进一步的转录谱分析结果发现番木瓜地上部分和地下部分 CpMGTs 表达模式具有明显的差异，CpMGTB 和 CpMGTE 分别是地上部分叶、花和地下根器官中相对优势表达的 CpMGT，可能在对应器官的镁离子摄取、运输过程中发挥主要作用。

本研究还发现番木瓜植株中部分 CpMGTs 表达具有性别差异性。与多种果树不同，番木瓜具有性别，其性别是由性染色体组合遗传决定，XX 雌性，XY 雄性^[21]。试验所用‘中黄’番木瓜系多代人工授粉全同胞杂交得到的雌雄异株品种，其雌雄株后代除 XY 性染色体非重组性别决定区段外，常染色体和假常染色体基因组序列基本一致^[19]。本研究使用遗传背景接近的雌雄植株材料检测 CpMGTs 表达仍能发现性别差异性转录，说明番木瓜性别差异对常染色体上的 CpMGT 表达能产生特定影响。持续追踪三季 CpMGTs 转录表达，观测到两个 CpMGT 在不同季节雌、雄株幼花样本中的转录表达变化趋势不同，亦暗示番木瓜性别分化可能会对 CpMGTs 运输镁离子能力形成影响，这是否会造成不同性别番木瓜镁积累与镁利用的差异值得后续研究进一步关注。

参考文献:

- [1] Chen Z, Peng W, Li J, et al. Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants [J]. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 2018 (74): 142–152.
- [2] Huang J, Xu J, Ye X, et al. Magnesium deficiency affects secondary lignification of the vascular system in *Citrus sinensis* seedlings [J]. *Trees*, 2019, 33 (1): 171–182.
- [3] Zhang B, Cakmak I, Feng J, et al. Magnesium deficiency reduced the yield and seed germination in wax gourd by affecting the carbohydrate translocation [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2020 (11): 797.
- [4] Li L, Tutone A, Drummond R, et al. A novel family of magnesium transport genes in *Arabidopsis* [J]. *The Plant Cell*, 2001, 13 (12): 2761–2775.
- [5] Saito T, Kobayashi NI, Tanoi K, et al. Expression and functional analysis of the CorA–MRS2–ALR–type magnesium transporter family in rice [J]. *Plant and Cell Physiology*, 2013, 54 (10): 1673–1683.
- [6] Li H, Du H, Huang K, et al. Identification, and functional and expression analyses of the CorA/MRS2/MGT–type magnesium transporter family in maize [J]. *Plant and Cell Physiology*, 2016, 57 (6): 1153–1168.
- [7] Wang Y, Hua X, Xu J, et al. Comparative genomics revealed the gene evolution and functional divergence of magnesium transporter families in *Saccharum* [J]. *BMC genomics*, 2019, 20 (1): 1–18.
- [8] Zhang L, Wen A, Wu X, et al. Molecular identification of the magnesium transport gene family in *Brassica napus* [J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2019 (136): 204–214.
- [9] Regon P, Chowra U, Awasthi J, et al. Genome-wide analysis of magnesium transporter genes in *Solanum lycopersicum* [J]. *Computational Biology and Chemistry*, 2019 (80): 498–511.
- [10] Zhao Z, Wang P, Jiao H, et al. Phylogenetic and expression analysis of the magnesium transporter family in pear, and functional verification of PbrMGT7 in pear pollen [J]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2018, 93 (1): 51–63.
- [11] Mao D, Chen J, Tian L, et al. *Arabidopsis* transporter MGT6 mediates magnesium uptake and is required for growth under magnesium limitation [J]. *The Plant Cell*, 2014, 26 (5): 2234–2248.
- [12] Mao D, Tian L, Li L, et al. AtMGT7: an *Arabidopsis* gene encoding a low - affinity magnesium transporter [J]. *Journal of integrative plant biology*, 2008, 50 (12): 1530–1538.
- [13] Deng W, Luo K, Li D, et al. Overexpression of an *Arabidopsis* magnesium transport gene, AtMGT1, in *Nicotiana benthamiana* confers Al tolerance [J]. *Journal of experimental botany*, 2006, 57 (15): 4235–4243.
- [14] Chen J, Li L, Liu Z, et al. Magnesium transporter AtMGT9 is essential for pollen development in *Arabidopsis* [J]. *Cell research*, 2009, 19 (7): 887–898.
- [15] Xu X, Wang B, Lou Y, et al. Magnesium Transporter 5 plays an important role in Mg transport for male gametophyte development in *Arabidopsis* [J]. *The Plant Journal*, 2015, 84 (5): 925–936.
- [16] Sun Y, Yang R, Li L, et al. The magnesium transporter MGT10 is essential for chloroplast development and photosynthesis in *Arabidopsis thaliana* [J]. *Molecular Plant*, 2017, 10 (12): 1584–1587.
- [17] Conn S, Conn V, Tyerman S, et al. Magnesium transporters, MGT2/MRS2–1 and MGT3/MRS2–5, are important for magnesium partitioning within *Arabidopsis thaliana* mesophyll vacuoles [J]. *New Phytologist*, 2011, 190 (3): 583–594.

- [18] Li J, Yokosho K, Liu S, et al. Diel magnesium fluctuations in chloroplasts contribute to photosynthesis in rice [J]. *Nature Plants*, 2020, 6 (7) : 848–859.
- [19] Zhou P, Zhang X, Fatima M, et al. DNA methylome and transcriptome landscapes revealed differential characteristics of dioecious flowers in papaya [J]. *Horticulture Research*, 2020, 7 (1) : 81.
- [20] 许迎港, 邹智, 郭静远, 等. 番木瓜镁离子转运蛋白基因 CpMGT1 的克隆与功能分析 [J]. *热带作物学报*, 2022, 43 (6) : 1114–1121.
- [21] Yue J, VanBuren R, Liu J, et al. SunUp and Sunset genomes revealed impact of particle bombardment mediated transformation and domestication history in papaya [J]. *Nature Genetics*, 2022, 54 (5) : 715–724.
- [22] Gasteiger E, Hoogland C, Gattiker A, et al. Protein Identification and Analysis Tools on the ExPASy Server: The Proteomics Protocols Handbook [M]. Totowa: Humana Press, 2005.
- [23] Möller S, Croning MDR and Apweiler R. Evaluation of methods for the prediction of membrane spanning regions [J]. *Bioinformatics*, 2001, 17 (7) : 646–653.
- [24] Briesemeister S, Rahnenführer J and Kohlbacher O. Going from where to why—interpretable prediction of protein subcellular localization [J]. *Bioinformatics*, 2010, 26 (9) : 1232–1238.
- [25] 周平, 林志楷, 郭瑞, 等. 低温处理对桃树叶片基因表达及类黄酮合成代谢的影响 [J]. *农业生物技术学报*, 2021, 29 (7) : 1283–1294.
- [26] 丛悦玺, 骆东峰, 陈坤明, 等. 生物镁离子转运体研究进展 [J]. *农业生物技术学报*, 2012, 20 (7) : 837–848.
- (责任编辑: 冯新)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.002

建兰种子无菌萌发及根状茎增殖分化研究



樊荣辉, 叶秀仙, 林榕燕, 孔 兰, 林 兵, 钟淮钦*

(福建省农业科学院作物研究所 / 福建省特色花卉工程技术研究中心, 福建福州 350013)

摘 要: 以建兰杂交种子为外植体, 通过探索果荚采收时间、植物生长调节剂(6-BA、NAA)等关键因子对建兰种子萌发、根状茎增殖与分化的影响, 探讨建兰种子无菌萌发及根状茎增殖与分化关键技术。结果表明: 果荚最佳采收时期为花后 8~10 个月, 种子萌发的适宜培养基为 $1/2MS + \text{花宝 1 号 } 1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} + 6\text{-BA } 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; 根状茎增殖的适宜培养基为 $1/2MS + 6\text{-BA } 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 增殖系数达 5.34; 根状茎分化的适宜培养基为 $1/2MS + 6\text{-BA } 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 分化率达 56%。

关键词: 建兰; 无菌萌发; 根状茎; 增殖; 分化

中图分类号: S682.31

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0007-04

Study on Aseptic Germination of Seeds and Rhizome's Proliferation and Differentiation in *Cymbidium ensifolium*

Fan Ronghui, Ye Xiuxian, Lin Rongyan, Kong Lan, Lin Bing, Zhong Huaqin*

(Institute of Crop Sciences, Fujian Academy of Agricultural Science / Fujian Engineering Research Center for Characteristic Floriculture, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: Taking the hybrid seeds of *Cymbidium ensifolium* as explants, the key techniques of aseptic germination and rhizome's proliferation and differentiation were discussed by exploring the effects of key factors such as harvest time of capsule and plant growth regulators (6-BA and NAA) on seed germination, rhizome proliferation and differentiation in *Cymbidium ensifolium*. The results showed that the best harvest time of capsule was 8-10 months after flowering, and the suitable medium for aseptic seed germination was $1/2MS + \text{Hyponex No.1 medium } 1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} + 6\text{-BA } 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; the suitable proliferation medium for rhizomes was $1/2MS + 6\text{-BA } 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, and the proliferation coefficient reached 5.34; the suitable differentiation medium for rhizomes was $1/2MS + 6\text{-BA } 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{AC } 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, and the

收稿日期: 2023-01-13

基金项目: 福建省属公益科研院所基本科研专项(2020R1031001); 闽台特色园林植物福建省高校重点实验室开放课题(MNNU-MTTSYLZW-202011-2); 福建省农业科学院科技创新团队项目(CXTD2021010-2); 福建省种业创新与产业化工程项目(ZYCX-LY-202102); 福建省农业科学院科技创新平台专项(CXPT202102)

作者简介: *为通讯作者, 钟淮钦(1979-), 男, 副研究员, 主要从事花卉种质筛选与创新研究工作, E-mail: zhqeast@163.com。
樊荣辉(1983-), 女, 副研究员, 硕士, 主要从事花卉分子辅助育种研究工作, E-mail: rhfan1012@163.com

differentiation rate was 56%.

Key words: *Cymbidium ensifolium*; Aseptic seeding; Rhizome; Proliferation; Differentiation

建兰 (*Cymbidium ensifolium*) 又称四季兰, 是兰属地生兰的一种, 也是国兰最主要的种类之一, 以主产地福建命名, 是唯一以省份命名的国兰^[1]。建兰株型飘逸、花香清幽、花期长, 既能赏花又能观叶, 是福建省重要特色商品花卉。目前, 建兰市场需求量逐步上升, 新品种不断推陈出新, 但产业规模和产品品质还面临着很大挑战。利用我国丰富的建兰种质资源, 开展广泛杂交育种, 是培育优异建兰新品种的重要手段。杂交种子的无菌萌发和根状茎增殖是快速获取新品种植株的重要途径。本研究通过筛选建兰果荚采收时间, 种子无菌萌发、根状茎增殖与分化的最适培养基, 以期为新品种选育提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

建兰种植于福建省农业科学院花卉研究中心温室大棚。以建兰‘君荷’与‘怡红双娇’杂交获得的果荚为试验材料, 果荚中的种子作为外植体进行无菌萌发。

1.2 消毒处理

先将果荚置于洗涤剂中浸泡 10 min, 流水冲洗 30 min, 无菌水冲洗 2 遍, 再用 75% 的酒精进行表面消毒 30 s, 之后置于 0.1% 升汞溶液中浸泡消毒 10 min, 期间轻轻摇晃, 消毒结束后, 用无菌水冲洗 5 次。

1.3 不同采收时期的种子萌发

分别于人工授粉后 6 个月、8 个月、9 个月和 10 个月进行采收。果荚选取标准为绿色尚未开裂, 饱满健康。将消毒后的果荚放入无菌接种盘, 无菌纸吸干表面, 切开果荚, 将种子均匀地撒播在培养基上, 每个处理 10 瓶, 黑暗条件下培养。基本培养基为 1/2MS, 附加 NAA 0.2 mg · L⁻¹ + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + 蔗糖 30 g · L⁻¹ + 琼脂 5 g · L⁻¹ + 活性

炭 (AC) 0.3 g · L⁻¹, 180 d 和 240 d 后统计种子萌发情况。

1.4 种子的无菌萌发培养

以授粉后 9 个月的果荚取出种子为材料, 基本培养基为 1/2MS, 以不添加生长调节剂为空白对照, 另外添加花宝 1 号 1.5 g · L⁻¹, 或花宝 1 号 1.5 g · L⁻¹ + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.2 mg · L⁻¹, 并附加 AC 0.3 g · L⁻¹ + 蔗糖 30 g · L⁻¹ + 琼脂 5.0 g · L⁻¹, pH 值 5.8, 进行种子无菌萌发, 每个配方接种 10 瓶, 240 d 后统计萌发数, 观察根状茎生长情况。

1.5 根状茎的增殖与分化培养

选择生长状态相近的根状茎, 无菌条件下切成 0.5~0.8 cm 的切段, 接种于培养基上, 每瓶培养基接种 10 个根状茎, 每个配方接种 5 瓶。基本培养基为 1/2MS, 植物生长调节剂选用 NAA 和 6-BA, NAA 浓度为 0.3、1 mg · L⁻¹, 6-BA 浓度为 0.5、1、2 mg · L⁻¹, 均附加蔗糖 30 g · L⁻¹ + 琼脂 5 g · L⁻¹ + AC 0.3 g · L⁻¹。60 d 后观察根状茎增殖与分化情况, 计算增殖系数和芽分化率, 增殖系数 = 新长出的根状茎数 / 接种的根状茎数, 芽分化率 (%) = (分化出芽体的根状茎数 / 接种的根状茎数) × 100%。

1.6 数据处理

应用 Excel 2007 对数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同果荚采收期对种子萌发的影响

表 1 不同采收时期播种萌发根状茎的效果

果荚生长时期 (个月)	萌发效果	
	180 d	240 d
6	—	*
8	*	**
9	**	***
10	*	**

注: 建兰种子很小, 无法准确统计出萌发率, “*” 越多, 表明萌发效果越好。下表同。

果荚采收期对种子萌发的影响如表 1 所示，花后 6 个月采收时，种子经暗培养 180 d 均未产生根状茎，240 d 时产生少量根状茎；花后 8 个月采收时，种子经暗培养 180 d 和 240 d 时产生的根状茎数量均有增多；花后 9 个月时（即种子进入成熟期），萌发的根状茎数量最多；花后 10 个月时，种子的萌发数量略有下降。以上结果表明花后 8~10 个月的种子适宜作为外植体。

2.2 不同培养基对建兰种子萌发的影响

建兰种子在培养基上暗培养 180 d 后陆续有绿色芽点出现，随着培养时间的延长，发育成根状茎。种子在不同培养基中的萌发效率如表 2 显示，培养基组分影响了建兰种子的萌发效果，种子在无生长调节剂的培养基中的萌发效果最差，在添加花宝 1 号的培养基中的萌发效果有所提高，添加植物生长调节剂后，即在 1/2MS + 花宝 1 号 $1.5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $2.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $0.2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 培养基中的萌发效果最好。

表 2 不同培养基对建兰种子萌发的影响

培养基	种子萌发效果
1/2MS + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	*
1/2MS + 花宝 1 号 $1.5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	**
1/2MS + 花宝 1 号 $1.5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $2.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $0.2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	***

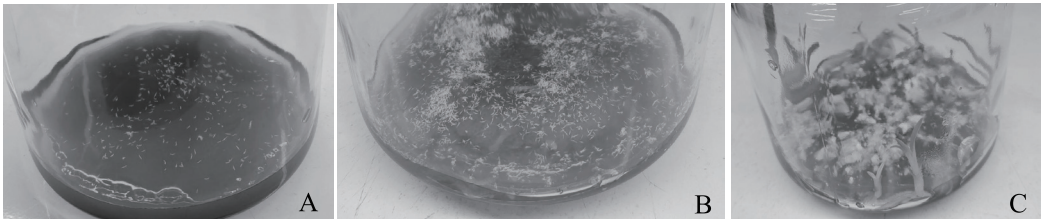
2.3 不同植物生长调节剂浓度对根状茎增殖与分化的影响

将种子无菌萌发获得的根状茎作为材料，研究植物生长调节剂 NAA 和 6-BA 对根状茎增殖和分化的影响。结果如表 3 所示，NAA 和 6-BA 浓度配比不同，根状茎增殖和分化差异较明显。在一定范围

内，较高浓度 NAA 和较低浓度 6-BA 更有利于根状茎增殖，较适培养基为 1/2MS + NAA $1\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $0.5\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，增殖系数达到 5.34；较低浓度 NAA 和较高浓度 6-BA 更有利于根状茎分化，最适培养基为 1/2MS + NAA $0.3\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + AC $0.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，芽分化率达到 56%。

表 3 不同植物生长调节剂浓度对根状茎增殖与分化的影响

处理		接种的 根状茎数 (个)	新长出的 根状茎数 (个)	分化出芽体的 根状茎数 (个)	增殖系数	芽分化率 (%)
NAA ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	6-BA ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)					
0.3	0.5	50	169	8	3.38	16
0.3	1.0	50	148	20	2.96	40
0.3	2.0	50	136	28	2.72	56
1.0	0.5	50	267	9	5.34	18
1.0	1.0	50	236	14	4.72	28
1.0	2.0	50	214	21	4.28	42



A：无菌播种，B：无菌萌发，C：根状茎增殖与分化

图 1 建兰无菌播种生长过程

3 讨论

建兰种子数量虽多,但因种胚发育不完全,无胚乳,其种皮中又含有抑制萌发的物质,导致自然条件下很难萌发,一般采用无菌培养的方式促其萌发。研究表明,接近成熟的果荚有最高萌发率^[2]。本研究通过果荚采收期对种子萌发影响的研究表明,种胚发育不完全不利于种子萌发,随着种胚发育完全,种子萌发速度增快,萌发率逐渐提高,但采集时间较晚的种子,萌发率又会下降,可能与内部形成抑制萌发的物质有关^[3],可初步得出种子萌发率在一定范围内,随种胚成熟度的提高而提高^[4],果荚采收期以 8~10 个月为宜。采收的种子,以切开果荚轻轻摇动有白色粉末掉落为宜。

植物生长调节剂在兰花组织培养中对根状茎增殖和分化起到非常重要的作用。NAA 与 6-BA 不同浓度对比对根状茎增殖影响也有较大差异,较高浓度 NAA 更适宜根状茎增殖,其中 NAA $1\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $0.5\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为根状茎增殖最适培养基。前人研究结果表明在兰属植物中,较高浓度的 6-BA 和较低浓度的 NAA 有利于根状茎分化成苗^[5-7],本试验研究发现,NAA $0.3\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + 6-BA $2.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 更适宜根状茎分化,分化率达

56%。

参考文献:

- [1] 刘清涌. 中国兰花名品珍品鉴赏图典 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2004.
- [2] 杨应华, 吴小美. 兰花种子萌发研究 [J]. 热带作物科技, 1994 (3): 32-34.
- [3] 黄家林, 胡虹. 黄花巧兰种子无菌萌发的培养研究 [J]. 云南植物研究, 2001, 23 (1): 105-108.
- [4] 陈春满, 叶一枝, 凌绪柏. 象牙白花兰种子及茎尖培养与原球茎形态发生 [J]. 园艺学报, 2002, 29 (3): 251-254.
- [5] 傅雪琳, 张志胜, 何平, 等. 墨兰根状茎绿芽分化的研究机 [J]. 华南农业大学学报, 2000, 21 (3): 53-55.
- [6] 朱根发, 叶秀斌, 陈明莉, 等. 培养基不同成分对墨兰根状茎分化成苗的影响 [J]. 中南林学院学报, 2003, 23 (5): 42-44.
- [7] 王熊, 张菊野, 连宏坤, 等. 素心建兰无性繁殖系的建立及其开花 [J]. 园艺学报, 1988, 15 (3): 205-208.

(责任编辑: 冯新)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.003

64 个蓝莓品种的 ISSR 分析

张立杰¹, 谢丽雪¹, 张小艳¹, 李 韬^{1*}, 黄立新²(¹ 福建省农业科学院果树研究所, 福建福州 350013;² 邵武市农业农村局, 福建南平 354000)

摘 要: 为明确不同蓝莓品种间的遗传关系, 利用 ISSR 标记对 64 个蓝莓品种进行 DNA 指纹分析, 构建蓝莓品种的指纹图谱数据库。从 60 条 ISSR 引物中筛选出 9 条重复性稳定的多态性引物, 共扩增出条带 161 条, 其中多态性条带 159 条, 平均多态百分率达 98.8%, 引物 UBC841 可将 64 个蓝莓品种区分开。利用扩增结果进行聚类分析, 在相似系数 0.568 的水平可将试材分为 3 个类群, 并对其遗传关系进行探讨。

关键词: 蓝莓; 品种; ISSR; 指纹图谱; 遗传关系

中图分类号: S682.31

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0011-07

ISSR Analysis of 64 Blueberry Cultivars

Zhang Lijie¹, Xie Lixue¹, Zhang Xiaoyan¹, Li Tao^{1*}, Huang Lixin²(¹ Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China;² Shaowu Municipal Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Nanping, Fujian 354000, China)

Abstract: In order to clarify genetic relationship of different cultivars of blueberry, the inter-simple sequence repeat (ISSR) method was applied to analyze the DNA fingerprinting of 64 blueberry cultivars, and a fingerprints database was constructed. Nine ISSR primers, with high polymorphisms and good repeatability, were selected from 60 ISSR primers. Total 161 DNA bands were amplified, 159 of which were polymorphic, the average polymorphism percentage was 98.8%. These varieties could be satisfactorily distinguished by a single ISSR primer UBC841. UPGMA algorithm showed that 64 cultivars could be clustered into 3 groups using a genetic similarity coefficient threshold of 0.568, and their genetic relationships was evaluated.

Key words: Blueberry; Cultivars; ISSR; DNA fingerprinting; Genetic relationships

蓝莓, 又名越橘、蓝浆果, 为杜鹃花科 (Ericaceae) 越橘属 (*Vaccinium*) 植物。蓝莓被喻为世界第三代水果, 可果实鲜食、加工或作为高级化妆品原料。蓝莓因其集约化、精细化栽培、

收稿日期: 2022-12-01

基金项目: 福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2020R10280011、2019R1028-1)

作者简介: * 为通讯作者, 李韬 (1969-), 男, 副研究员, 主要从事小浆果种质资源与栽培育种研究, E-mail: Leetao06@163.com。

张立杰 (1981-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事小浆果选育种与栽培技术研究, E-mail: zhanglijie0111@163.com

符合现代果业要求且价格优势明显,成为中国新兴果业的代表,各个省份都在大力发展。

福建省属亚热带季风气候,土壤多为酸性的红壤、黄壤且有机质含量高,适合南高丛和兔眼蓝莓的生长。福建为蓝莓发展新区,早期种植多以民间引种试种为主,规模小,多点开花。据不完全统计,2016年,福建省蓝莓栽培面积约800 hm²,投产不足300 hm²,主要分布在龙岩、宁德、福州等地。栽培品种多样,包括‘奥尼尔’‘夏普蓝’‘密斯提’‘莱格西’‘威尔’‘海岸’‘顶峰’‘灿烂’‘园蓝’‘粉蓝’‘精华’‘杰兔’‘乌达德’等。随着产业的发展和种植面积的增加,蓝莓品种和苗木市场混杂的问题日益突出,部分北高丛蓝莓品种如‘杜克’‘南丰’等也被引入,给相关蓝莓种植户造成极大损失。为此,开展蓝莓品种的鉴定评价成为福建蓝莓产业发展的迫切问题。

由DNA分子标记衍生的DNA指纹技术在鉴定品种真实性和纯度等方面是很有效的,其中ISSR标记是一种简单序列重复区间扩增多态性分子标记,目前已广泛应用于植物品种鉴定^[1]、遗传图谱构建^[2]及遗传多样性研究^[3-4]等。该技术已运用于构建苹果^[5]、杏^[6]、柑橘^[7]、枇杷^[8]、龙眼^[9]、火龙果^[10]、猕猴桃^[11]等果树的指纹图谱。本研究应用ISSR分子标记对64个蓝莓品种的遗传关系进行分析,建立DNA指纹图谱,为蓝莓品种调查、鉴别及蓝莓产业合理布局服务。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取64个蓝莓品种(表1),其中南高丛品种12个,北高丛品种34个,半高丛品种3个,兔眼品种11个,矮丛3个品种来自浙江蓝美农业有限公司,取其嫩叶作为研究试材。

1.2 蓝莓叶片DNA提取

采用TIANGEN植物基因组DNA提取试剂盒进行蓝莓叶片DNA提取,采用琼脂糖凝胶电泳和紫外分光光度计测定DNA的质量和浓度。最终将

DNA稀释至25 ng · μL⁻¹,置于-20℃冰箱备用。

1.3 蓝莓ISSR反应体系的建立

ISSR-PCR反应体系由2.0 μL DNA模板、2.5 μL 10 × Ex Taq Buffer、2.5 μL dNTP、2.0 μL 10 μmol · L⁻¹引物、2.0 μL 25 mmol · L⁻¹ MgCl₂、0.3 μL 5 U · μL⁻¹ Taq DNA polymerase 和 13.7 μL ddH₂O组成,总体积为25 μL。ISSR引物序列参考加拿大哥伦比亚大学 UBC Primer Set#9 (University of British Columbia Biotechnology, UBC),委托生工生物工程(上海)股份有限公司合成。

反应程序:94℃预变性5 min,94℃变性45s,55℃退火45s,72℃延伸90s,重复35个循环;最后在72℃延伸10 min;4℃保存。PCR反应在Techne PCR仪上进行。电泳检测采用6%变性聚丙烯酰胺凝胶,电泳缓冲液为1 × TBE,150V电压电泳4h,电泳结束后银染拍照。

1.4 ISSR引物的筛选及扩增产物多态性的统计分析

用60条随机引物对任意一份DNA样品在上述的反应体系及扩增程序中进行扩增,以筛选引物,引物需符合如下条件:条带清晰、空白中无或少假带、对所有样品均有质量好的条带。根据电泳图谱进行读带,电泳图谱中的每一条带记为一个分子标记。以清晰及能重复的条带记为“1”其余的为“0”,数据处理完后运用NTSYS-PC 2.0软件进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 多态性ISSR引物的筛选

选择适宜的引物是构建DNA指纹图谱的关键因素之一。本研究从60条随机引物中筛选出9条带型好、多态性高、重复性好的引物。9条ISSR引物对64个品种的扩增结果见表2,共扩增出条带161条,其中多态性条带159条,平均多态百分率达98.8%。各引物扩增的条带数在5~25条之间。

2.2 64个蓝莓品种指纹图谱的构建

引物UBC841可以将64份供试材料完全区分开来(图1),构建了64个蓝莓材料的DNA指纹图谱(表3)。

表 1 64 个蓝莓品种

编号	品种名	品种类型	编号	品种名	品种类型
1	精华	兔眼	33	蓝线	北高丛
2	灿烂	兔眼	34	普浮	北高丛
3	园蓝	兔眼	35	米德	北高丛
4	蓝美人	兔眼	36	蓝金	北高丛
5	布莱特蓝	兔眼	37	蓝鸟	北高丛
6	顶峰	兔眼	38	布里吉塔	北高丛
7	杰兔	兔眼	39	陶柔	北高丛
8	乌达德	兔眼	40	克莱顿	北高丛
9	巴尔德温	兔眼	41	蓝丰	北高丛
10	奥斯汀	兔眼	42	康维尔	北高丛
11	粉蓝	兔眼	43	红利	北高丛
12	奥尼尔	南高丛	44	双迪	北高丛
13	比洛克西	南高丛	45	赫伯特	北高丛
14	南大	南高丛	46	斯巴坦	北高丛
15	夏普兰	南高丛	47	木兰	北高丛
16	库帕	南高丛	48	斯坦露	北高丛
17	密斯提	南高丛	49	泽西	北高丛
18	布莱登	南高丛	50	瑞卡	北高丛
19	阳光蓝	南高丛	51	达柔	北高丛
20	A119	南高丛	52	鲁贝尔	北高丛
21	威尔	南高丛	53	日出	北高丛
22	乔治宝石	南高丛	54	早蓝	北高丛
23	海岸	南高丛	55	埃利奥特	北高丛
24	蓝塔	北高丛	56	尼尔森	北高丛
25	蓝源	北高丛	57	伯克利	北高丛
26	迪克西	北高丛	58	莱格西	北高丛
27	公爵	北高丛	59	斯维克	矮丛
28	玫瑰蓝	北高丛	60	芝尼	矮丛
29	伊丽莎白	北高丛	61	美登	矮丛
30	钱德勒	北高丛	62	北极星	半高丛
31	维尔康	北高丛	63	北村	半高丛
32	努益	北高丛	64	北陆	半高丛

表 2 用于蓝莓品种遗传多样性分析的 ISSR 引物及其扩增结果

引物	序列 (5' to 3')	统计条带数	多态性带数	多态百分率
UBC807	AGAGAGAGAGAGAGACT	13	13	100
UBC810	GAGAGAGAGAGAGAGAT	17	17	100
UBC825	ACACACACACACACACT	21	21	100
UBC827	ACACACACACACACACG	5	5	100
UBC840	GAGAGAGAGAGAGAGACTT	25	25	100
UBC841	GAGAGAGAGAGAGAGAYC	19	19	100
UBC847	CACACACACACACARC	17	16	94.1
UBC856	ACACACACACACACGTA	23	22	95.7
UBC881	GGGTGGGGTGGGGTG	21	21	100
总计		161	159	—
平均		17.9	17.7	98.8



图 1 UBC841 引物对 64 个蓝莓 DNA 的 ISSR 扩增图

表 3 64 个蓝莓品种的 ISSR 数字指纹图谱

编号	引物 UBC841	编号	引物 UBC841
1	1100111001010001000	33	0001110100111100000
2	1100111011100001000	34	1110110100001110000
3	0111111111100001000	35	0111010111011100100
4	1100000011100000101	36	1101001010001000000
5	1100011101100001001	37	1001111110101000000
6	1010010111000011011	38	1100000011111110010
7	1101010111100000101	39	1110101010001010000
8	1100011101000010011	40	1111101000000000000
9	1111011111100001101	41	1101000111110100010
10	11110111111000001011	42	1111011110111000001
11	1000110010000000111	43	1111111100001110000
12	1101100000101100000	44	0111000100111110001
13	0001000100100110100	45	1111010100111100001
14	1101110101101000110	46	1101000000111110000
15	1111100000110110110	47	1101010110101110110
16	1111100100111000000	48	1101101110011010010
17	1111101001111110010	49	1000111101111111111
18	1111110001101000000	50	1111011011111010110
19	0111100010000100110	51	1111111110111111100
20	1111001111001001111	52	1110111011111000100
21	1111001011110100011	53	1101101111111111110
22	1110001010001100011	54	1111011011111110110
23	1111110100001000001	55	1010100111111011110
24	0001000100001110010	56	0111011101111010001
25	1011100101111100001	57	1111010011110011111
26	1111111111111000001	58	1111100000110000001
27	1111001111001000001	59	1111011001100101101
28	1111101111111000001	60	1111000100000000110
29	1111111110001000001	61	0111011111111010011
30	0000001110011101001	62	1011110001010000000
31	1111000110001000110	63	0100111001010101000
32	0000011100011001001	64	1100110001000100010

2.3 64个蓝莓品种的聚类分析

基于 ISSR 的扩增结果, 采用 UPGMA 法进行相似系数计算和聚类分析, 建立了 64 个蓝莓品种的聚类树状图 (图 2)。在相似系数 0.568 的水平, 可分为 3 个品种群, 第 I 类聚集了 13 个品种, 除 ‘瑞卡’ ‘美登’ 外, 其余 11 个品种均为兔眼蓝莓。第 II 类聚集了 46 个品种, 包含了绝大多数的高丛、矮丛蓝莓, 在相似系数 0.58 水平对该组进行亚分类, 可分为 4 个亚组 (表 4), 第 1 个亚组包含 15 个品种, 其中 ‘比洛克西’ ‘夏普兰’ 等 6 个品种为南高丛蓝莓, ‘钱德勒’ ‘努益’ 等 8

个品种为北高丛蓝莓, ‘芝尼’ 为矮丛蓝莓; 第 2 个亚组包含 20 个品种, 其中 ‘海岸’ ‘密斯提’ 等 5 个品种为南高丛蓝莓, ‘玫瑰蓝’ ‘康维尔’ 等 15 个品种为北高丛蓝莓; 第 3 个亚组包含 8 个品种, 除 ‘北极星’ ‘北村’ ‘北陆’ 3 个半高丛蓝莓品种外, 还包括 ‘鲁贝尔’ ‘埃利奥特’ 等 5 个北高丛蓝莓品种; 第 4 个亚组包含 3 个品种, 其中 ‘斯维克’ 为矮丛蓝莓, ‘米德’ ‘达柔’ 为北高丛蓝莓。第 III 类聚集了 5 个品种, 除 ‘库帕’ 为南高丛蓝莓外, 其余 4 个为北高丛蓝莓。

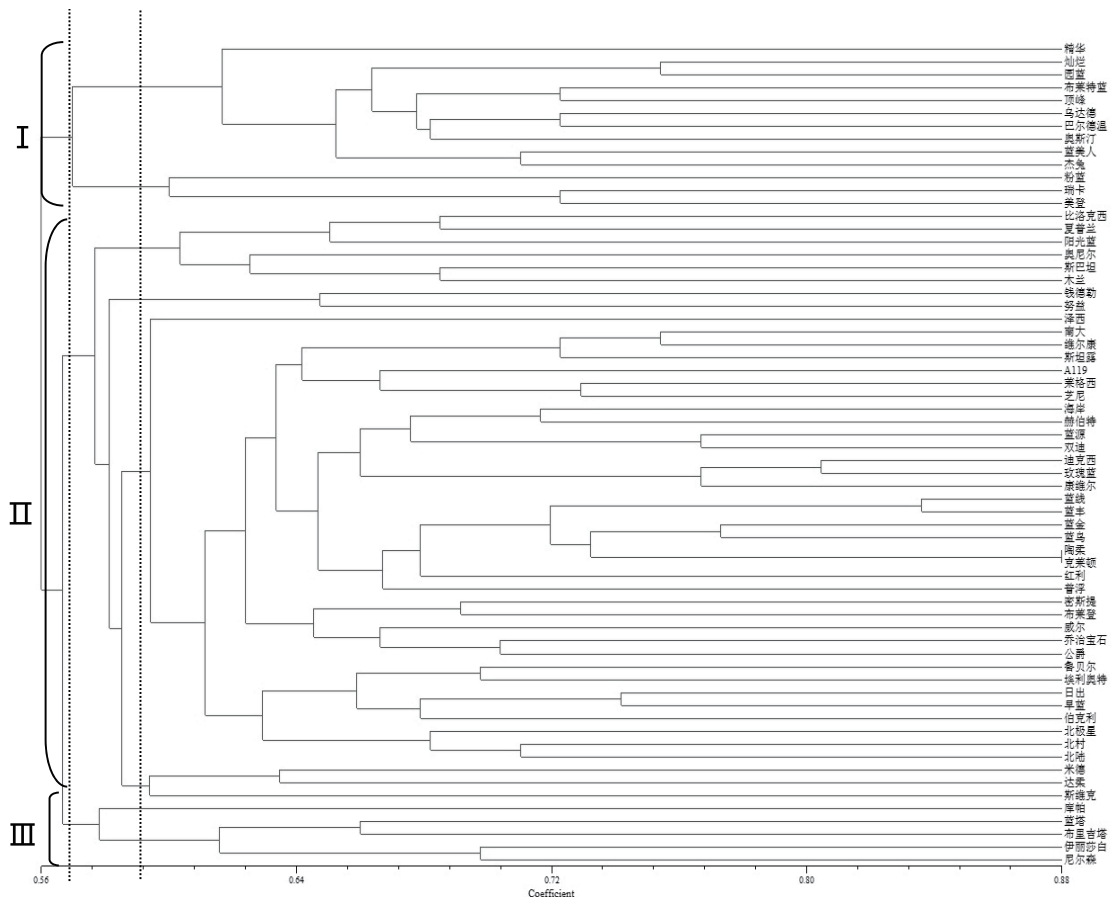


图 2 64 个蓝莓品种的聚类树状图

3 讨论

3.1 64 个蓝莓品种的遗传关系分析

多数蓝莓品种间在外观形状上难以区分, DNA 分子标记已成为在蓝莓品种鉴定及亲缘关系

分析方面最有效的方法。在蓝莓资源上, 已采用 SSR^[12]、RAPD^[13]、ISSR^[14] 和 SRAP^[15] 等标记技术进行遗传多样性、亲缘关系分析以及品种鉴定研究。

本研究聚类结果表明, 兔眼蓝莓、半高丛蓝

莓可单独聚在一组,说明蓝莓品种间的遗传关系与栽培类型之间存在着一定的对应关系。崔建民^[16]等对 93 个蓝莓种质资源进行 SSR 分子标记分析也显示在遗传相似系数 0.70 处,北高丛蓝莓、兔眼蓝莓分别聚为一类;但是本研究中存在北高丛、南高丛及矮丛的品种混杂聚类,说明仅根据蓝莓栽培类型来分类并不能准确反映其遗传关系,这可能是由于现在栽培的大多数蓝莓品种均是由几个最原始的品种相互杂交而得到的^[14]。

3.2 蓝莓 DNA 指纹图谱的构建

目前,已建立多种果树的指纹图谱,包括苹果、梨、李、桃、杏、柑橘、葡萄、柿、樱桃、梅、油橄榄、阿月浑子、番荔枝、树莓、番木瓜、枣等。蓝莓指纹图谱方面研究较少,仅见除郑姗等^[17]以 ISSR 标记构建 17 个品种的 DNA 指纹图谱外,高雄梅^[18]、王亮^[19]、徐国辉^[20]等以 EST-SSR 开展了相关研究,为此,开展蓝莓品种的 DNA 指纹图谱鉴定有助于解决国内蓝莓苗木混杂及乱命名现象。

本研究采用的 ISSR 标记不仅结合了 RAPD、AFLP 的大部分优点^[21],且多态性比 RAPD、AFLP、SSR 丰富,多态性占总条数的 98.8%。下一步研究拟将 ISSR 技术与 SCAR 标记技术相结合,增加多态性引物数量,开发特异的 SCAR 标记,构建更准确、稳定的蓝莓 DNA 指纹图谱,为蓝莓品种鉴定等相关研究服务。

参考文献:

- [1] 孙淑霞,李靖,陈栋,等. ISSR 分子标记技术在桃品种鉴定中的应用[J]. 中国农学通报, 2011(4): 173-177.
- [2] 马红勃,祁建民,李延坤,等. 烟草 SRAP 和 ISSR 分子遗传连锁图谱构建[J]. 作物学报, 2008(11): 1958-1963.
- [3] 陈明贤. 基于 ISSR 标记和数量性状的火龙果种质材料遗传多样性分析[J]. 亚热带植物科学, 2022, 51(2): 118-124.
- [4] 徐荣,徐永艳,何丽莲,等. 甘蔗野生近缘种遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 西南农业学报, 2022, 35(2): 264-270.
- [5] 宣继萍,章镇,房经贵,等. 苹果品种 ISSR 指纹图谱构建[J]. 果树学报, 2002, 19(6): 421-423.
- [6] 刘威生,冯晨静,杨建民,等. 杏 ISSR 反应体系的优化和指纹图谱的构建[J]. 果树学报, 2005, 22(6): 626-629.
- [7] 雷天刚,何永睿,吴鑫,等. 柑橘栽培品种(系) DNA 指纹图谱库的构建[J]. 中国农业科学, 2009, 42(8): 2852-2861.
- [8] 范付华,杨勇胜,李庆宏,等. 利用 ISSR 分析技术鉴定贵州枇杷新种质的研究[J]. 北京林业大学学报, 2012, 34(4): 52-57.
- [9] 郑姗,张立杰,张小艳,等. 龙眼新品种(品系)的 ISSR 指纹图谱研究初探[J]. 福建农业学报, 2012, 27(12): 1308-1312.
- [10] 张冰雪,范付华,乔光,等. 贵州地方火龙果芽变种质 DNA 指纹图谱及遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 果树学报, 2013, 30(4): 573-577.
- [11] 谢玥,潘美玲,庄启国,等. 红阳猕猴桃及其杂交后代的 ISSR 指纹图谱构建及遗传多样性分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2013, 32(1): 76-82.
- [12] Boches P, Rowland L J, Bassil N V. Microsatellite markers for Vaccinium from EST and genomic libraries[J]. Mol Ecol Note, 2005(5): 657-660.
- [13] Giongo L, Vendramin E, Quarta R et al. Use of RAPD Analysis to Characterize Vaccinium Accessions[J]. Acta Hort, 2006(715): 153-156.
- [14] 於虹,顾姻,贺善安,等. 越橘品种的 ISSR 鉴定及其亲缘关系分析[J]. 吉林农业大学学报 2009, 31(5): 512-515.
- [15] 尹德洁. 蓝莓野生资源和 SRAP 遗传多样性研究[D]. 北京:北京林业大学, 2012.

- [16] 崔建民, 刘红霞, 邹荣仟, 等. 越橘种质资源遗传多样性和亲缘关系研究 [J]. 果树学报, 2010, 27 (3): 373-378.
- [17] 郑姗, 张立杰, 谢丽雪, 等. 蓝莓品种 ISSR 指纹图谱构建的初步研究 [J]. 福建农业学报, 2014, 29 (12): 1198-1201.
- [18] 高雄梅, 徐国辉, 王贺新, 等. 基于 EST-SSR 标记的蓝莓品种指纹图谱构建及遗传多样性 [J]. 贵州农业科学, 2016, 44 (4): 110-115.
- [19] 王亮, 韦继光, 葛春峰, 等. 基于 SSR 标记分析蓝莓品种 ‘蓝美 1 号’ 自由授粉子代遗传多样性及群体遗传结构 [J]. 植物资源与环境学报, 2022 (4): 35-43.
- [20] 徐国辉, 高雄梅, 赵丽娜, 等. 蓝莓优良杂交品系父本鉴定及 DNA 指纹图谱构建 [J]. 分子植物育种, 2018, 16 (5): 1580-1589.
- [21] 孔祥彬, 张春庆, 许子锋. DNA 指纹鉴定技术及其在农业种子真实性鉴定的应用 [J]. 生物技术, 2005, 15 (4): 74-77.
- (责任编辑: 冯新)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.004

植物生长调节剂对杂交兰‘双艺金龙’ 株型控制的影响



林榕燕, 林 兵, 孔 兰, 吴建设, 钟淮钦*

(福建省农业科学院作物研究所 / 福建省特色花卉工程技术研究中心, 福建福州 350013)

摘 要: 为探明多效唑 (PP₃₃₃)、烯效唑 (S3307)、矮壮素 (CCC)、比久 (B9) 等植物生长调节剂对杂交兰株型控制的影响, 本研究以杂交兰‘双艺金龙’为材料, 在喷施不同种类和浓度植物生长调节剂后, 对株高、株幅、叶片长度、叶片宽度、新芽高度、新芽宽度等指标进行比较分析。结果表明, 从株型控制的整体效果来看, 4种植物生长调节剂的喷施均有控制杂交兰株型的作用, 作用效果优劣先后排序为烯效唑、多效唑、矮壮素和比久, 特别是喷施 200 mg · L⁻¹ 烯效唑和 800 mg · L⁻¹ 多效唑的株型控制效果最为显著。本研究结果为杂交兰株型控制的进一步研究提供了科学依据。

关键词: 杂交兰; 植物生长调节剂; 多效唑; 烯效唑

中图分类号: S682.31

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0018-06

Effects of Different Plant Growth Regulators on Plant Type Control of Hybrid *Cymbidium* ‘Shuangyi Jinlong’

Lin Rongyan, Lin Bing, Kong Lan, Wu Jianshe, Zhong Huaiqin*

(Crop Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences / Fujian Engineering Research Center for Characteristic Floriculture, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract In order to explore the effects of paclobutrazol (PP₃₃₃), uniconazole (S3307), chlormequat chloride (CCC), and daminozide (B9) on plant type control of hybrid *Cymbidium*, ‘Shuangyi Jinlong’ was used as material to analyze the plant height, plant width, leaf length, leaf width, new bud height and width after spraying different concentrations of paclobutrazol, uniconazole, chlormequat chloride, and daminozide. The results showed that four kinds of plant growth regulators were able to control plant type of hybrid *Cymbidium* from the overall effect of plant type control. The best effects were obtained by uniconazole, and the order of other plant growth regulators was

收稿日期: 2023-01-07

基金项目: 福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2020R1031003); 福建省农业科学院英才项目 (YC2021013); 福建省农业科学院科技创新平台专项 (CXPT202102); 福建省农业科学院科技创新团队项目 (CXTD2021010-2); 福建省农业高质量发展超越“5511”协同创新工程项目 (XTCXGC2021016)

作者简介: * 为通讯作者, 钟淮钦 (1979-), 男, 副研究员, 主要从事观赏植物种质资源评价与创新利用研究, E-mail: zhqeast@163.com。林榕燕 (1990-), 女, 助理研究员, 主要从事花卉生物技术研究, E-mail: lryyan@163.com

paclobutrazol, chlormequat chloride and daminozide. In particular, spraying $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ uniconazole and $800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ paclobutrazol could obtain the most significant effect. The results of this study provided scientific basis for further research on plant type control of hybrid *Cymbidium* ‘Shuangyi Jinlong’.

Key words: Hybrid *Cymbidium*; Plant growth regulator; Paclobutrazol; Uniconazole

杂交兰是一类由国兰与大花蕙兰杂交培育而成的品种类型,尤其是具有叶艺、花艺特性的品种,观赏和经济价值成倍增加^[1]。杂交兰‘双艺金龙’(hybrid *Cymbidium* ‘Shuangyi Jinlong’)为花叶双艺品种,其叶片深绿色,叶尖至叶片中部边沿具黄色斑纹(爪艺),花黄色,花瓣、萼片顶端边缘具白色半透明斑纹(爪艺),观赏价值高,应用前景广^[2]。近年来,随着电商的兴起,中小株型杂交兰品种不仅便于运输,也更受消费者青睐^[3]。对‘双艺金龙’株型进行控制,将有效提高其观赏品质和市场竞争力。

植物生长调节剂是指人工合成的、可用于调节植物生长发育的化学物质,其用途多样,从种子萌发、插条生根、株型控制、花期调控等都可以采用植物生长调节剂进行调控^[4-7]。目前在植物株型控制中常用的植物生长调节剂主要是多效唑(PP₃₃₃)、烯效唑(S3307)、比久(B9)、矮壮素(CCC)^[8-11],但不同植物株型控制所需的植物生长调节剂和适宜的浓度存在差异。因此,本研究在参考前人研究的基础上,采用不同浓度多效唑、烯效唑、矮壮素、比久对杂交兰进行叶面喷施,研究不同种类不同浓度的植物生长调节剂对‘双艺金龙’植株生长的影响,以获取控制其株型的最佳植物生长调节剂种类和浓度,以期对‘双艺金龙’的规模化生产提供理论依据和技术支持。

1 材料和方法

1.1 材料

以福建省农业科学院作物所花卉研究中心种质资源圃保存的生长健壮、株高为16~18 cm、株型基本一致的杂交兰‘双艺金龙’植株为试验材料。

1.2 试验方法

试验于2021年10月29日开始,共设置了17个处理。P1~P4处理:分别喷施400、800、1 200、1 600 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 等4种浓度多效唑;S1~S4处理:分别喷施50、100、150、200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 等4种浓度烯效唑;C1~C4处理:分别喷施1 000、1 500、2 000、2 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 等4种浓度矮壮素;B1~B4处理:分别喷施500、1 000、1 500、2 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 等4种浓度的比久;CK为清水对照处理。每个处理喷施10株,每隔7 d喷施1次,共喷施3次,每株每次叶面喷施约20 mL,试验重复3次。在3次喷施后的第30、60、90、360 d分别测量植株高度(株高),第360 d时测量植株宽度(株幅)、叶片长度、叶片宽度、新芽高度和新芽宽度。

1.3 数据分析

采用Excel 2007和SPSS 20.0软件对文中涉及的数据进行统计和显著性分析。

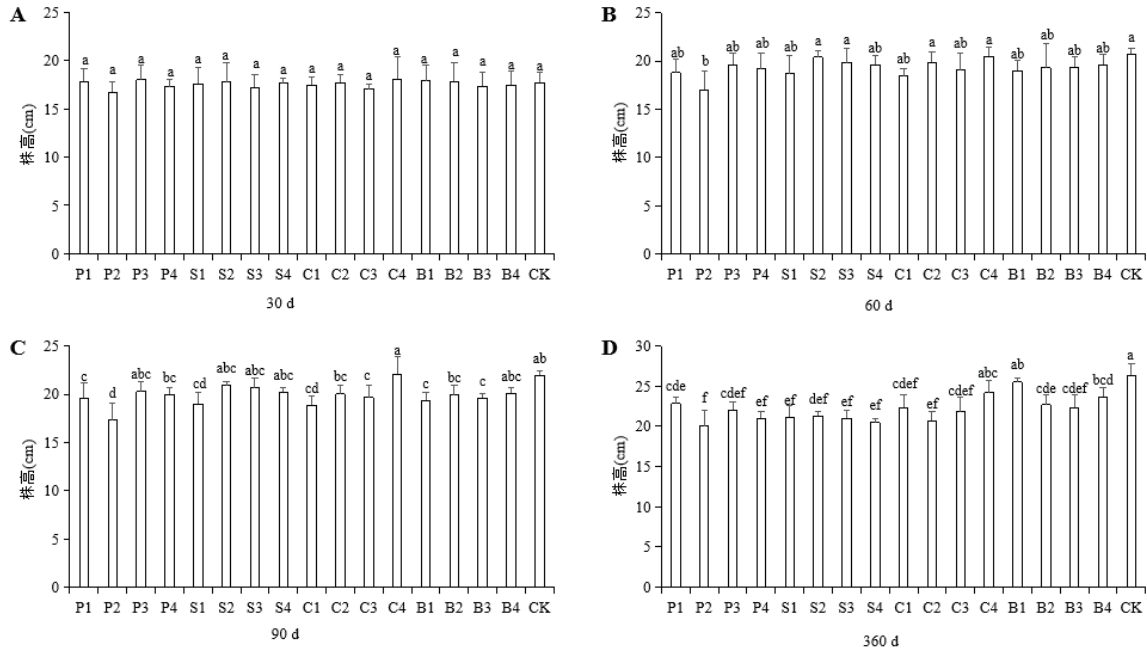
2 结果与分析

2.1 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’株高的影响

由图1可知,喷施不同浓度多效唑、烯效唑、矮壮素和比久后第30 d,杂交兰‘双艺金龙’的株高与CK无显著性差异;第60 d,仅P2处理的株高与CK存在显著性差异,比CK降低了18.0%,其余处理与CK间无显著性差异;第90 d,除了P2处理的株高仍显著低于CK外,P1、S1、C1、C3、B1和B3处理的株高也显著低于CK,降低了10.3%~14.1%;第360 d,除了C4、B1处理外,其余喷施处理的株高均显著低于CK,降低了10.1%~24.1%,其中P2处理的矮化效果最明显,S4处理次之。

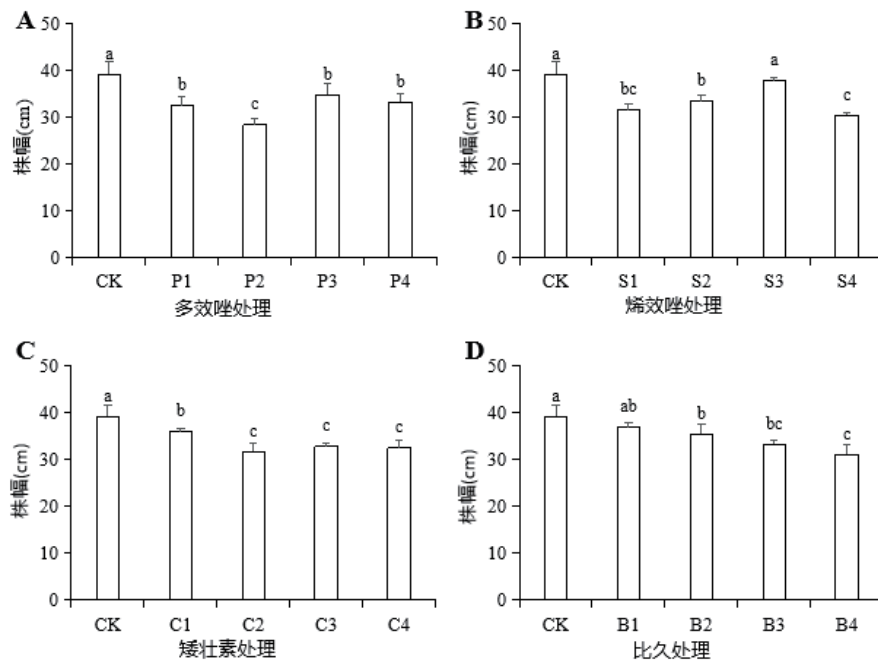
此外, 试验还比较了喷施后第 360 d 与第 30 d 的株高差值, 发现经植物生长调节剂喷施处理的株高差值均小于 CK 的 8.60 cm, 说明不同浓度植物生长调节剂喷施对‘双艺金龙’的株高控制均

有一定程度的效果。其中 S4 处理 ($200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 烯效唑) 对株高控制的效果最强, 其株高差值仅为 2.83 cm; 而 B1 处理的株高差值为 7.60 cm, 说明其对株高控制有一定作用, 但不明显。



注: A-D: 喷施处理后第 30、60、90、360 d 的‘双艺金龙’株高。图中不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同

图 1 不同植物生长调节剂处理对‘双艺金龙’株高的影响



注: A-D 为经喷施处理后第 360 d 的‘双艺金龙’株幅

图 2 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’株幅的影响

2.2 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’株幅的影响

比较了不同植物生长调节剂对杂交兰‘双艺金龙’株幅的影响,结果显示(图2),与CK相比,经过不同浓度植物生长调节剂喷施处理的株幅均出现不同程度地降低,其中P2、S4、B4、C2处理的下降程度较为显著,分别降低了27.4%、22.2%、20.5%和19.2%。

2.3 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’叶片形态的影响

试验比较了不同植物生长调节剂对杂交兰‘双艺金龙’叶片形态的影响,结果(表1)显示:仅C2、C3处理的叶片长度显著低于CK,分别降低了17.8%和13.2%;除了B1处理的叶片宽度显著高于CK外,其余处理与CK在叶片宽度上无显著差异。

表1 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’叶片形态的影响

处理	叶片长度 (cm)	叶片宽度 (cm)
CK	29.00 ± 2.00 ab	1.13 ± 0.12 bed
P1	27.17 ± 2.84 bed	1.07 ± 0.12 bed
P2	26.33 ± 1.61 bed	1.17 ± 0.06 abc
P3	28.17 ± 0.76 bc	1.00 ± 0.10 cd
P4	28.33 ± 0.58 bc	1.10 ± 0.10 bed
S1	26.17 ± 2.02 bed	1.07 ± 0.06 bed
S2	27.67 ± 2.08 bc	1.03 ± 0.12 bed
S3	27.83 ± 0.29 bc	1.00 ± 0.17 cd
S4	27.00 ± 1.00 bed	0.97 ± 0.12 cd
C1	26.83 ± 2.75 bed	1.17 ± 0.06 abc
C2	23.83 ± 2.75 d	1.03 ± 0.15 bed
C3	25.17 ± 2.36 cd	1.23 ± 0.06 ab
C4	26.33 ± 2.31 bed	1.07 ± 0.06 bed
B1	31.67 ± 1.80 a	1.37 ± 0.23 a
B2	25.83 ± 0.76 bed	1.13 ± 0.12 bed
B3	26.17 ± 0.76 bed	0.97 ± 0.12 cd
B4	7.00 ± 1.32 bed	0.93 ± 0.06 d

2.4 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’新芽形态的影响

试验比较了4种不同植物生长调节剂喷施对杂交兰‘双艺金龙’新芽株型的影响,由表2可见,与CK相比,经不同浓度多效唑和烯效唑喷施处理后,新芽高度明显变矮,降低了27.6%~62.2%,其中S2处理对新芽高度的矮化效果最强,S4处理次之;而比久喷施处理对新芽的矮化效果不显著。不同植物生长调节剂喷施处理后的新芽宽度显著低于CK,减少了11.3%~83.4%,效果较为显著的为S2、S4、S3处理。

表2 不同植物生长调节剂对‘双艺金龙’新芽株型的影响

处理	新芽高度 (cm)	新芽宽度 (cm)
CK	22.33 ± 2.08 a	35.33 ± 1.53 a
P1	16.17 ± 2.02 d	17.17 ± 1.61 e
P2	13.67 ± 1.04 e	11.00 ± 1.73 fg
P3	12.67 ± 2.08 ef	11.33 ± 1.26 f
P4	11.83 ± 1.61 efg	10.50 ± 1.32 fg
S1	9.83 ± 1.04 gh	8.17 ± 0.76 gh
S2	8.43 ± 0.40 h	5.87 ± 0.81 h
S3	10.33 ± 1.15 fgh	6.33 ± 1.15 h
S4	9.67 ± 0.58 gh	6.07 ± 1.10 h
C1	20.67 ± 2.08 ab	31.17 ± 1.04 b
C2	17.83 ± 1.04 cd	27.17 ± 2.25 c
C3	20.84 ± 0.29 a	26.50 ± 2.60 c
C4	18.07 ± 1.01 bed	26.87 ± 2.42 c
B1	22.50 ± 1.80 a	31.33 ± 1.26 b
B2	21.50 ± 2.50 a	31.00 ± 2.65 b
B3	20.33 ± 1.53 abc	19.50 ± 1.32 e
B4	20.67 ± 0.58 ab	22.83 ± 1.26 d

3 讨论与结论

杂交兰花叶双艺品种是研究光合作用、叶绿体发育、花色调控等的重要材料,也是创制更多优异种质资源的理想材料。目前有关杂交兰花叶双艺品种的研究报道还较少,主要涉及到品种选育和资源评价等方面^[2, 12],关于其株型控制研究还未见相关报道。本研究通过比较4种不同浓度的植物生长调节剂对‘双艺金龙’株型控制的影响,探讨适用于其株型控制的植物生长调节剂种类和

浓度。试验结果表明,选用的 4 种植物生长调节剂均能影响‘双艺金龙’株型,但选择了适当的浓度才能获得更优的株型控制效果。

不同植物生长调节剂对植物的调控效应侧重不同,多效唑具有延缓植物生长、促进分蘖、增强抗性、延缓衰老等效应^[13-14];本试验中,浓度在 800~1 600 mg·L⁻¹的多效唑叶面喷施对杂交兰株型控制具有较明显的效果,800 mg·L⁻¹多效唑(P2 处理)在株高和株幅的控制中效果显著,1 600 mg·L⁻¹多效唑(P4 处理)有效地降低了新芽高度和宽度。烯效唑具有抑制细胞伸长、矮化植株、促进侧芽生长和花芽形成等作用,对木芙蓉叶面喷施烯效唑后,其株高、主枝枝长和主枝节间长减少^[15];对盆栽芍药叶面喷施烯效唑能够有效提高其对环境的适应能力,增加光合色素含量,改善叶和根内部组织结构^[16];本试验中,浓度范围在 50~200 mg·L⁻¹的烯效唑对‘双艺金龙’的株型控制均有较好的效果,200 mg·L⁻¹烯效唑(S4 处理)对植株的矮化效果明显,100 mg·L⁻¹烯效唑(S2 处理)对新芽高度和宽度的控制效果最为显著。矮壮素具有控制植株营养生长,促进生殖生长的功能,用矮壮素喷施野生花卉柳兰,可明显抑制其主茎和侧枝的伸长生长,显著地促进侧枝发生,开花率提高,达到了植株矮化、丰满的效果^[17];本试验中,随着矮壮素浓度的升高,对杂交兰株高和叶长的控制效果均呈现先上升后下降的趋势,在 1 500 mg·L⁻¹(C2 处理)时对株高和叶长的控制效果较好。比久应用于花卉中,可使植株矮化并延长花期,在 B9 施用浓度为 500~800 倍液时,对盆栽小菊有显著的株型矮化控制作用^[18];本试验中,比久的喷施对杂交兰的株型控制有一定的影响,在 1 500 mg·L⁻¹(B3 处理)时控制效果较好,但在整体效果上弱于多效唑和烯效唑。

综上,从株型控制的整体效果来看,4 种植物生长调节剂的作用效果排序为烯效唑、多效唑、矮壮素和比久,其中烯效唑适宜的喷施浓度

为 50~200 mg·L⁻¹,多效唑适宜的喷施浓度为 800~1 600 mg·L⁻¹。当然,植物生长调节剂对植物株型控制的调控还涉及到很多因素,如施药频率、施用时期等,下一步我们将继续完善杂交兰株型控制技术,以达到预期效果。

参考文献:

- [1] 林榕燕,吴建设,林兵,等.杂交兰尿卟啉原脱羧酶基因的克隆及其表达分析[J].核农学报,2020,34(9):1898-1905.
- [2] 陈南川,陈少云,陈南东,等.杂交兰新品种‘双艺金龙’[J].园艺学报,2020,47(S2):3054-3055.
- [3] 陆继亮.杂交兰已进入更多消费者视野[J].中国花卉园艺,2022(6):27-29.
- [4] Huang X K, Rao G S, Peng X D, et al. Effect of plant growth regulators DA-6 and COS on drought tolerance of pineapple through bromelain and oxidative stress[J].BMC Plant Biology, 2023, 23(1):180.
- [5] Jiang G Q, Wang S C, Xie J, et al. Discontinuous low temperature stress and plant growth regulators during the germination period promote roots growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.)[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2023(197):107624.
- [6] Choi S J, Ban S Y, Choi C. The impact of plant growth regulators and floral cluster thinning on the fruit quality of ‘Shine Muscat’ grape[J]. Horticulturae, 2023, 9(3):392.
- [7] Sochacki D, Marciniak P, Ciesielska M, et al. The influence of selected plant growth regulators and carbohydrates on in vitro shoot multiplication and bulbing of the Tulip (*Tulipa* L.)[J]. Plants, 2023, 12(5):1134.
- [8] 邱春英.3种植物生长调节剂对红叶石楠株型控制的影响初报[J].南方园艺,2021,32(6):26-28.

- [9] 俞信英, 俞少华, 王炜勇. 生长抑制剂对垂花光萼荷生长和繁殖的影响[J]. 浙江农业科学, 2013(8): 993-994.
- [10] 赵福康, 孙瑶, 张晓莹, 等. 杂交兰的株型调控试验研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(35): 57-59.
- [11] 姜英, 李志辉, 彭彦, 等. 比久、多效唑、根太阳对金叶假连翘株型的控制效应[J]. 热带作物学报, 2010, 31(4): 651-654.
- [12] 林新萍, 林晓红, 杜丽君, 等. 35种杂交兰种质资源性状观测与评价[J]. 莆田学院学报, 2018, 25(5): 28-33.
- [13] 刘晓青, 苏家乐, 李畅, 等. 多效唑喷雾对盆栽杜鹃株型控制及抗性的效应[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 192-194.
- [14] 沈晓飞, 刘政, 何国庆, 等. 多效唑与赤霉素调控盆栽梅株型和花期研究[J]. 浙江林业科技, 2020, 40(6): 40-45.
- [15] 蔡露, 朱章顺, 李梦霞, 等. 烯效唑对盆栽木芙蓉的调控效应研究[J]. 现代园艺, 2022, 45(3): 48-50.
- [16] 董志君, 高健洲, 于晓南. 烯效唑对盆栽芍药生理特性及显微结构的影响[J]. 北京林业大学学报, 2022, 44(7): 117-125.
- [17] 石秀霞, 张彦广, 冯天杰, 等. 矮壮素对野生花卉柳兰的矮化效应[J]. 河北农业大学学报, 2005(6): 51-53.
- [18] 叶志琴, 杨娟, 蒋逍逍, 等. 比久(B9)对盆栽小菊株型的调控效果试验初报[J]. 上海农业科技, 2021(4): 90-91.

(责任编辑: 许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.005

2022 年异常气候对福州地区橄榄开花和结果的影响分析

张美花¹, 沈朝贵², 曹 茜¹, 林祥塗¹, 龙 宇², 赖瑞联², 吴如健^{2*}(¹ 福建省闽侯县气象局, 福建闽侯 350100;² 福建省农业科学院果树研究所, 福建福州 350013)

摘 要: 本文收集了 2022 年福州、闽侯、永泰、闽清等 4 个国家气象观测站 4~9 月的气象数据, 分析了气温、降水等 2 个主要气候因子, 研究 2022 年异常气候对福州地区橄榄花期、幼果期、果实发育期生长发育的影响。结果发现: 4~6 月气温偏低造成橄榄花期延长; 5~6 月连续降水和少日照不利于橄榄授粉和果实发育, 而有利于病害发生, 畸形果、病害果数量增多; 7~9 月高温干旱造成橄榄果实灼伤严重, 影响产量和品质。

关键词: 异常气候; 福州; 橄榄; 开花; 结果

中图分类号: S667.5; S426

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0024-06

Analysis of Abnormal Climate Effect on Flowering and Fruiting of Chinese Olive in Fuzhou Area in 2022

Zhang Meihua¹, Shen Chaogui², Cao Qian¹, Lin Xiangliu¹, Long Yu², Lai Ruilian², Wu Rujian^{2*}(¹ Minhou Meteorological Bureau of Fujian Province, Minhou, Fujian 350100, China;² Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: Meteorological data from April to September in 2022 were collected in four national meteorological observation stations of Fuzhou, Minhou, Yongtai and Mingqing, two main climatic factors of temperature, and precipitation and sunshine were analyzed and abnormal climate effect on the flowering, young fruit and fruit expansion stages of Chinese olive in Fuzhou area were studied. The results showed that the low temperature from April to June resulted in the prolongation of flowering stage. From May to June, continuous precipitation and lack of sunshine were not conducive to the pollination and fruit development but conducive to the diseases, so the number of deformed and diseased fruits increased. From July to September, high temperature and drought caused severe burn of fruit, which affected the yield and quality.

Key words: Abnormal Climate; Fuzhou; Chinese olive; Flowering; Fruiting

收稿日期: 2023-01-11

基金项目: 福州市科技计划项目 (2021-S-201) ; 福建省农业科学院科技创新团队项目 (CXTD2021008-2)

作者简介: * 为通讯作者, 吴如健 (1965-), 男, 研究员, 主要从事果树种质资源与栽培育种工作, E-mail: wurujian@126.com。

张美花 (1971-), 女, 高级工程师, 主要从事农业气象预报与服务研究工作, E-mail: 125910518@qq.com

福州市位于福建省东部,属典型亚热带季风气候,是我国橄榄的主要产区之一。福州地区橄榄栽培历史悠久,品种丰富,鲜食品质上等,基于此集成的“福州橄榄”品牌于2010年获国家工商总局地理标志集体商标,2013年获农业农村部地理农产品标志保护^[1]。近年来,随着鲜食橄榄产业快速发展,鲜食橄榄产量和产值在福州市橄榄产业中的比重分别迅速上升至50%和85%以上,主要品种包括‘灵峰’‘清榄1号’‘清榄2号’(原名‘闽清2号’)等^[2,3]。由于鲜食橄榄栽培效益高,福州地区橄榄产业分布区也由早期的闽江沿岸向闽江二重山、三重山丘陵坡地扩展,这些丘陵坡地果园大多存在土层浅薄、缺乏水利灌溉设施、栽培管理比较粗放等问题,橄榄生长及产量极易受到异常气候影响。且橄榄属于喜温作物,其花芽分化、开花坐果、果实发育等生长发育过程都与气象条件密切相关^[4-6]。极端气候影响橄榄产量的致灾因子主要包括低温、连旱日数、开花期连阴雨天数等^[7,8]。为研究2022年异常气候对福州地区橄榄生长的影响,本研究收集了橄榄主产区4个国家气象观测站的气象数据,分析了橄榄花期、幼果期、果实发育期的气温、降水等气候特征,以及异常气候条件下该地区橄榄生长发育情况,以期对橄榄产业规避气象灾害提供参考。

1 材料与方法

1.1 气象数据收集

本研究所需的气象数据来源于福州市橄榄主要种植区的福州、闽侯、永泰、闽清等4个国家气象观测站。

1.2 气象要素评价

气象要素评价参照《福建省气候影响评价的研究方法和业务规定》。常年气候平均值采用1991–2020年的30 a统计资料。

1.3 橄榄生长发育情况调查

福州地区橄榄品种‘灵峰’‘清榄2号’的

主要物候期为4月上旬现蕾,5月上中旬初花,5月中下旬盛花,6月上中旬末花,6月中旬进入幼果期,7~9月为果实发育期及干物质积累期^[2]。通过果园实地调查、走访农户、咨询专家等方法收集2022年‘灵峰’‘清榄2号’等2个橄榄品种的花期、幼果期、果实发育期生长发育情况。采用Microsoft Excel进行橄榄各个生长时期气温、降水等气象因子的统计分析。

2 结果与分析

2.1 2022年福州气候特征分析

2.1.1 橄榄开花期、幼果期气候特征分析

结合橄榄物候期,以旬为周期对4个气象站的平均气温进行统计分析(图1)。4~6月的旬气温与常年相比起伏较大;4月上旬橄榄现蕾期气温在正常到偏低范围,中旬气温开始回升,下旬气温则显著偏高或异常偏高;5~6月开花期旬气温偏低,其中5月各旬气温均属异常偏低,6月上旬除闽清外均为正常,中旬气温又显著偏低,下旬气温明显回升。极端最低气温方面,4月5~8日受强冷空气影响福州出现了1次明显低温过程,此过程中除福州站外,闽侯、闽清、永泰等3个气象站日极端最低气温均排在1991年以来4月历史同期第1~2位,闽侯极端最低气温6.3℃、永泰4.4℃、闽清6.1℃。

从表1可见,4个气象站4月份的平均降水量正常或偏少;5、6月降水量正常到显著偏多,降水日数(日降水量 ≥ 0.1 mm)明显增多,其中5月份长达24 d(图2)。从降水日分布看,4~6月福州市有3次明显的连续降水过程,分别出现在4月16日~5月2日、5月7~16日、5月21日~6月18日,最长连阴雨天数高达29 d。

2.1.2 橄榄果实发育期气候特征分析

7~9月橄榄果实发育期,福州、闽侯、永泰、闽清4个气象站月平均气温均属显著偏高到异常偏高,均创历史新高记录。分析4个气象站日极端最高气温, ≥ 35 ℃高温日数59~67 d, ≥ 37 ℃日

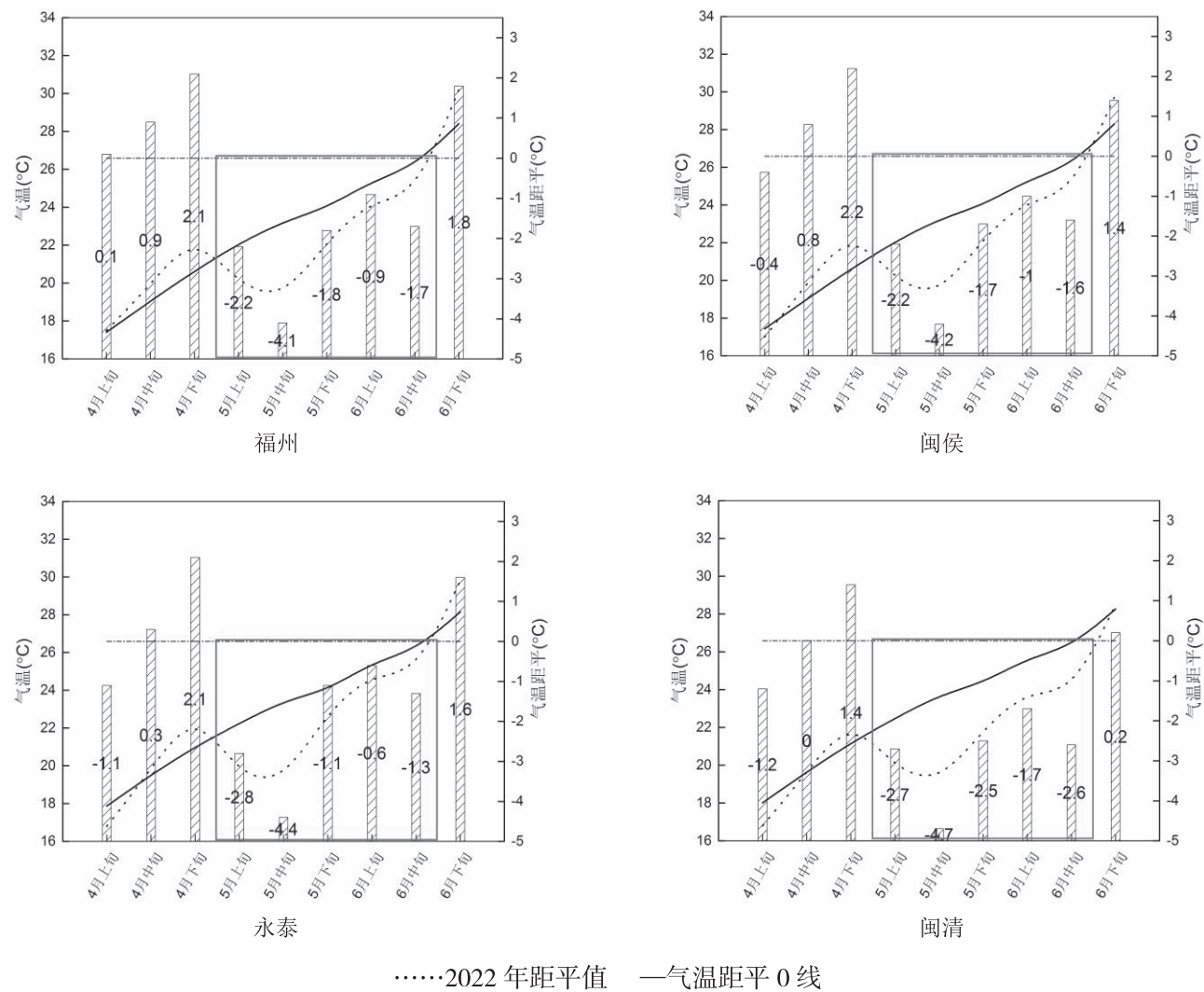


图 1 4 个气象站 4~6 月旬气温及距平值点聚图

表 1 4 个气象站 4~6 月月降水量及距平

气象 站点	4 月			5 月			6 月		
	降水量 (mm)	距平 (%)	评价	降水量 (mm)	距平 (%)	评价	降水量 (mm)	距平 (%)	评价
福州	93.8	-31.1	偏少	278.4	41.8	偏多	322.2	42.3	偏多
闽侯	122.0	-15.0	正常	260.4	31.1	偏多	374.3	57.9	显著偏多
永泰	123.4	-12.5	正常	293.5	32.3	偏多	320.9	34.6	偏多
闽清	81.4	-45.3	偏少	202.1	-2.4	正常	467.7	24.0	正常

数 38~45 d, $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 日数 7~11 d。7 月 21~25 日、8 月 21~23 日、8 月 26~27 日时段出现连续 2~4 d 的 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 高温, 整体上呈现高温日数多、极端温度高的气候特征。降水方面, 7~9 月降水量与常年

同期相比属显著偏少到异常偏少(表 2)。根据福建省气候中心气象干旱综合监测, 截止 9 月 30 日福州地区达到了重旱标准(图 3)。

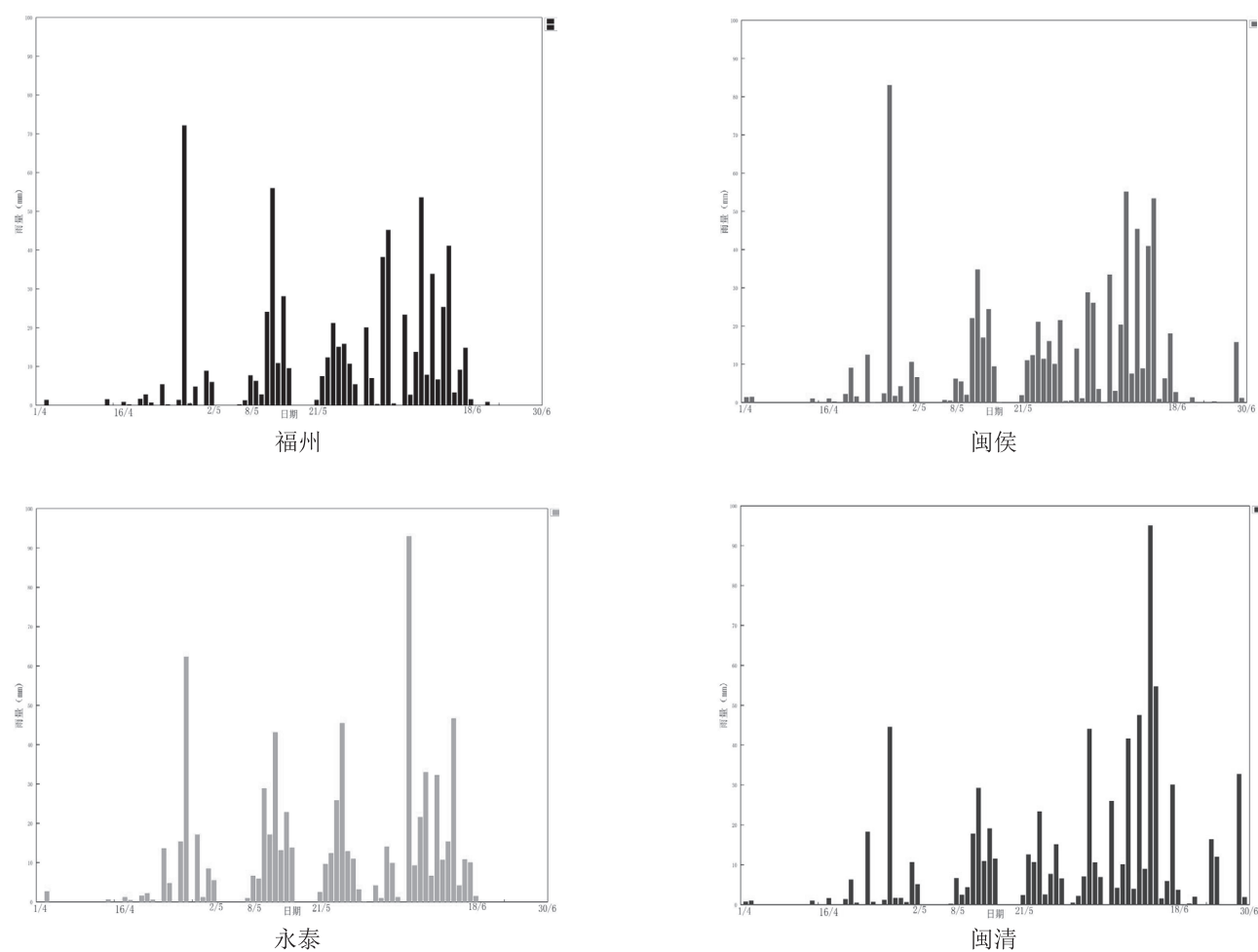


图 2 4 个气象站 4~6 月降水日分布图

表 2 4 个气象站 7~9 月月气温、降水量距平及高温日数

气象 站点	月气温			月降水量			月高温日数 (d)		
	气温 (℃)	距平 (%)	评价	降水量 (mm)	距平 (%)	评价	≥ 35℃	≥ 37℃	≥ 40℃
福州	30.3	2.3	异常偏高	175.8	-81.4	异常偏少	62	38	7
闽侯	30.0	2.1	异常偏高	153.7	-65.2	显著偏少	59	39	7
永泰	29.6	2.1	异常偏高	133.2	-74.2	显著偏少	67	44	8
闽清	29.5	1.6	显著偏高	190.5	-56.6	显著偏少	65	45	11

2.2 异常气候对橄榄开花和结果的影响

2.2.1 对开花和坐果的影响

2022 年 4 月下旬气温明显偏高，造成橄榄初花较常年偏早，5 月 2~3 日在低海拔地区可观测到

橄榄成花。5 月上旬中期开始气温偏低，5 月中下旬气温异常偏低造成橄榄已形成的花停滞发育，整体上表现 2022 年‘灵峰’和‘清榄 2 号’橄榄的花期延长。除低温影响外，橄榄花期持续长时

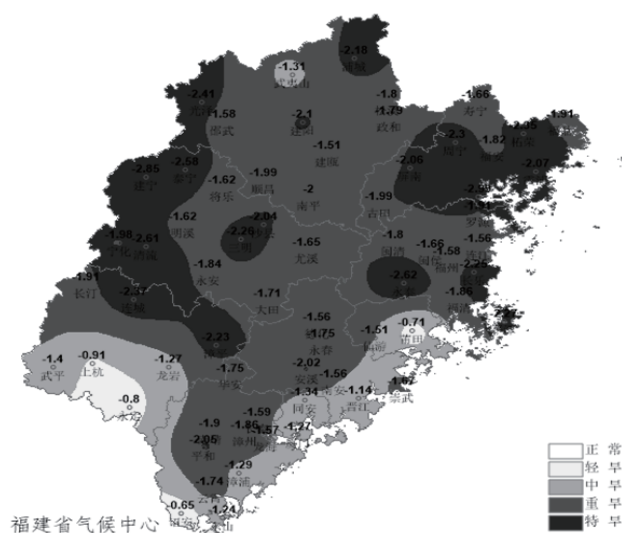


图 3 福建省 2022 年 9 月 30 日气象干旱综合监测图

间阴雨天气,进一步影响橄榄花的发育。另一方面,低温阴雨天气还造成橄榄授粉不良,病虫害防控效果不佳。据实地调查及果农普遍反映,受异常气候影响橄榄果实畸形果数量明显增多,果面存在明显的灰色斑点块的脂斑病果明显增多,严重影响橄榄果实商品外观。据不完全统计,2022 年脂斑病果受害规模为近十年来最严重一次,部分果园病果率达到总产量 50% 以上,比例远远高于以往年份,给橄榄产业造成较大的经济损失。

2.2.2 对果实发育的影响

7~9 月正是橄榄果实发育和干物质积累期,此时福州地区橄榄的主要气象灾害是高温干旱和台风,而橄榄多为树冠外围结果,2022 年 7~9 月



图 4 高温引发的橄榄果实日灼病

福州市气温比常年偏高至显著偏高,降水比常年显著偏少到异常偏少,出现了异常高温干旱,对橄榄树体生长和果实发育造成了巨大影响。例如,7、8 月的 3 次连续 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 高温天气,造成橄榄树冠外围果实大量灼伤(图 4),灼伤部位出现褐斑影响果实品质,灼伤严重的果实后期均出现落果。

3 讨论与小结

橄榄作为典型的热带亚热带经济作物,对气候条件的要求较高,影响橄榄生长发育的关键气象因子主要包括冬季低温霜冻,秋梢期、发芽形成期的日照、气温,花果期降水量等^[5, 7]。2022 年春季降水量较常年同期偏多,而春季后期气温偏低,为典型的倒春寒年,对许多作物生长发育产生了较大影响^[9];夏季气温较常年同期偏高,持续的高温少雨导致农业干旱发生,异常气象条件不利于农作物、经济林果稳健生长^[10]。福州地处我国东南沿海,属于典型的亚热带湿润季风气候,2022 年异常的气候条件也对福州地区橄榄开花、结果形成了较大的影响。其中 4~6 月气温偏低造成橄榄花期延长,5~6 月连续降水不利于橄榄授粉和果实发育且加剧病害,7~9 月高温干旱造成橄榄果实灼伤严重从而影响产量和品质。在其他相关研究中也发现这些异常气象因子会不同程度地影响果树开花结果,例如花期低温会导致苹果雌蕾不能正常授粉和结果,雄蕾不能正常生长^[11];青梅花期低温和连续阴雨影响花粉散发,降低柱头分泌物的粘性,影响授粉受精,导致坐果率偏低^[12];猕猴桃果实发育期遭遇高温、强光易导致果实日灼病严重^[13]。结果与本研究较为一致。

气象因子是影响农业发展的重要因素之一,适宜的气候环境条件是保证橄榄产业发展的关键。本文以我国最主要橄榄产区之一——福州地区为例,初步揭示了异常气候对橄榄开花、结果的影响,为后续开展相关研究提供了科学依据。此外,在后续工作中还需进一步基于本研究结果建立橄榄气象灾害分类分级标准,探索气象灾害预防与

灾后恢复关键栽培技术，保证橄榄产业稳健发展。

参考文献：

- [1] 许长同. 福州发展橄榄百亿产业的调查报告[J]. 东南园艺, 2019, 7(2): 44-48.
- [2] 赖瑞联, 沈朝贵, 陈瑾, 等. 橄榄鲜食新品系“灵峰”和“闽清2号”主要性状综合评价[J]. 中国南方果树, 2022, 51(4): 94-99.
- [3] 许长同, 肖振林, 朱宗良, 等. 橄榄鲜食新品种“清榄1号”选育初报[J]. 中国南方果树, 2013, 42(3): 70-72.
- [4] 余文琴. 橄榄丰产优质栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.
- [5] 郑中凯, 林丽萱, 李汉菁. 长乐区青橄榄种植气象条件分析[J]. 农业灾害研究, 2022, 12(10): 64-66.
- [6] 赖钟雄. 橄榄优质栽培与综合利用[M]. 北京: 中国三峡出版社, 2007.
- [7] 曹茜, 郑凌琳. 福州地区橄榄灾害性天气发生与防范技术[J]. 农业开发与装备, 2016(10): 25, 30.
- [8] 陈家金, 王加义, 李丽纯, 等. 极端气候对福建省橄榄产量影响的风险评估[J]. 中国农业气象, 2011, 32(4): 632-637.
- [9] 王纯枝, 郑昌玲, 张艳红, 等. 2022年春季气象条件对农业生产的影响[J]. 中国农业气象, 2022, 43(8): 670-673.
- [10] 赵晓凤, 韩丽娟, 李森, 等. 2022年夏季气象条件对农业生产的影响[J]. 中国农业气象, 2022, 43(11): 945-948.
- [11] 魏萌涵, 赵二源. 苹果树花期冻害的危害及综合防治对策[J]. 农家参谋, 2022(18): 108-110.
- [12] 沈伟旭, 何秀恋, 赖积强, 等. 2019年诏安青梅花果期气象条件分析[J]. 福建热作科技, 2021, 46(4): 54-55.
- [13] 池再香, 曾晓珊, 李秀亚, 等. 2020年5月上旬高温强光照对红心猕猴桃果实生长的影响[J]. 中国农学通报, 2021, 37(33): 69-75.

(责任编辑: 许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.006

香蕉园草铵膦降解菌的分离鉴定 及其生长特性研究



林金钩, 林 蓉

(福建省厦门环境监测中心站, 福建厦门 361000)

摘 要: 采集受草铵膦污染的香蕉园土壤, 通过富集培养技术获得以草铵膦为唯一碳源生长的微生物 C6 菌株。结果表明, C6 菌株对草铵膦降解率高达 69.01%; 通过观察 C6 菌株的形态学特征结合 16S rRNA 序列分析, 初步鉴定 C6 菌株为戴尔福特菌属 (*Delftia* sp.); 进一步探讨培养基体积、氮源、草铵膦初始浓度、培养基初始 pH 值、培养温度、菌悬液接种量、Na⁺ 浓度和 Mg²⁺ 浓度等因素对 C6 菌株生长的影响。结果显示, C6 菌株最适宜的培养条件是培养基体积为 75 mL、氮源为硫酸铵、草铵膦初始浓度 200 mg · L⁻¹、初始 pH 值 8.5、培养温度 25 °C、接种量 15%、Na⁺ 浓度 20 g · L⁻¹、Mg²⁺ 浓度 100 mg · L⁻¹。本研究结果为利用微生物对草铵膦污染土壤进行原位生物修复提供理论依据。

关键词: 草铵膦; 降解菌; 戴尔福特菌菌株; 生长特性

中图分类号: S482.4

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0030-07

Isolation, Identification and Growth Characteristics of a Glufosinate Ammonium-degrading Bacterial Strain

Lin Jingou, Lin Rong

(Xiamen Environmental Monitoring Central Station, Xiamen, Fujian 361000, China)

Abstract: The microbial strain C6 growing with glyphosate as the only carbon source was obtained from soil of banana orchard contaminated by glyphosate through enrichment culture technology. The results showed that the degradation rate of glyphosate by strain C6 reached 69.01%. Combined with the morphological characteristics of strain C6 and 16SrRNA sequence analysis, strain C6 was preliminarily identified as *Delftia* sp. The effects of medium volume, nitrogen source, initial concentration of glyphosate, initial pH value of medium, culture temperature, inoculation amount of bacterial suspension, sodium and magnesium ion concentration on the growth of strain C6 were further discussed. The results showed that the optimum growth conditions were 75 mL medium, ammonium nitrate as nitrogen source, 200 mg · L⁻¹ as initial concentration of glyphosate, medium at pH 8.5, temperature at 25 °C,

收稿日期: 2023-01-20

基金项目: 福建省环保科技计划项目 (2022R012)

作者简介: 林金钩 (1969-), 男, 高级工程师, 主要从事水环境、大气环境、土壤环境及海洋的环境监测工作, E-mail: ljg5034327@126.com

15% bacterial suspension for inoculation, $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ sodium ion, and $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ magnesium ion. The results provide a theoretical basis for the in situ bioremediation of the soil contaminated by glyphosate using microorganism.

Key words: Glyphosate; Degrading bacteria; *Delftia* sp. Strain; Growth characteristics

草铵膦 (*Glufosinate ammonium*) 又称草丁膦, 化学名为 4- [羟基 (甲基) 膦酰基] -DL- 高丙氨酸, 化学式为 $\text{C}_5\text{H}_{15}\text{N}_2\text{O}_4\text{P}$, 是一种广谱型除草剂, 具低毒、活性高和环境相容性好等特点^[1]。草铵膦通过与植物体中的 ATP 相结合并占据谷氨酰胺合成酶 (glutamine synthetase, GS) 的反应位点, 在植物氮代谢过程中阻碍谷氨酸与铵离子合成谷氨酰胺的途径并随之破坏其后的代谢过程^[2]。主要剂型为溶液剂 (水剂), 由于其杀草谱广、发挥活性作用速度较快, 广泛应用于果园、马铃薯以及非耕地等田间杂草的治理。

目前因一系列高毒性除草剂 (百草枯、草甘膦等) 的禁用, 以及农用除草剂的市场高需求, 草铵膦作为低毒、高活性的广谱除草剂, 其生产量和使用量均居世界前列^[3]。随着使用量的增加, 且具有较强的水溶性, 容易污染水源并进一步在食物链中富集, 对环境和人体健康产生潜在威胁^[4], 有效降低这些威胁成为目前迫切需要解决的问题。微生物降解是农药残留被降解转换的主要途径之一^[5], 具有适用范围广泛、代谢方式多样且相较于物理、化学降解更安全、绿色和有效, 因此研究和应用的前景十分广阔。现阶段国内外关于草铵膦的研究主要集中在作用机理^[2]以及在不同环境中的行为^[1, 6, 7]、毒性^[8, 9]等方面, 而对草铵膦的降解菌株及相关降解菌株的生长特性方面的研究尚少。本研究旨在从受草铵膦污染的香蕉果园土壤中分离、筛选可降解草铵膦的微生物菌株, 并对草铵膦降解菌株的生长特性进行研究, 以期作为草铵膦微生物降解的深入研究和草铵膦降解菌的产业化利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试土壤

福建省漳州市长泰县常年施用草铵膦的香蕉园, 拔除土壤表层杂草和其它杂物后取 0~15 cm 土样, 迅速取回, 置于 4℃ 冰箱保存。

1.1.2 培养基

以草铵膦为唯一碳源的基础盐培养基, 每 1 L 蒸馏水中组分构成为 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g、 $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 1.31 g、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.018 g、 NaNO_3 3.0 g。外加草铵膦用于培养和分离草铵膦降解菌株。LB 培养基为 10.0 g 蛋白胨、5.0 g 酵母粉、NaCl 5.0 g。牛肉膏蛋白胨琼脂培养基为牛肉膏 3.0 g、蛋白胨 5.0 g、琼脂 18.0 g、蒸馏水 1 L, pH 值 7.0~7.2。

1.1.3 草铵膦

草铵膦标准品 (阿拉丁 /G114499-100 mg), 购自阿拉丁官网。

1.1.4 主要仪器

电子天平 (奥豪斯 /AR224CN)、超净工作台 (苏州安泰 /SW-CJ-2FD)、台式高速离心机 (上海安亭 /TGL-16C)、立式高压蒸汽灭菌器 (上海申安 /LDZM-80L)、基础型超纯水系统 (上海泽拉布 /Dura 12FV)、振荡培养箱 (上海知楚 /ZQZY-75CN)、生化培养箱 (宁波赛福 /SPX-250)、pH 计 (上海仪电 /PHS-3C)、超高效液相色谱-四级杆飞行时间质谱仪 (安捷伦 /1290-6545)、光学显微镜 (Ci-L, 日本)。

1.2 草铵膦降解菌株的富集和分离纯化

降解菌株的分离纯化在参考吴红萍等^[10]方法的基础上进行适当改良。取 10 g 土壤加入含有 100 mL 基础盐培养基的 250 mL 锥形瓶中, 外加草铵膦 $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, 在生化培养箱中以 30℃ 恒温、 $150 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的培养条件培养 3 d。取 10 mL 上层悬浮液加入到 100 mL 基础盐培养基中, 相同条件继续培养, 重复上述培养操作至草铵膦浓度为

300 mg · mL⁻¹, 在相同的培养条件下培养 3 个周期。待培养周期结束后, 梯度稀释样液, 并吸取 100 μg 稀释液涂布于改良高氏一号培养基、马铃薯葡萄糖琼脂培养基和牛肉膏蛋白胨固体培养基平板上, 分别在 30℃ 和 37℃ 生化培养箱中恒温培养 1~7 d。待菌落长出后, 进行观察, 用接种环在分离较好且菌落形态不同的单一菌落上沾取少量菌体放入液体培养基进行培养, 培养结束后进行平板划线, 恒温培养结束后放入冰箱保存备用。

1.3 高效降解菌株的筛选

菌株接种到液体培养基中制备悬浮菌液, 于振荡培养箱中培养 3 d 后, 以 10% 接菌量接种到 100 mL 含 300 mg · L⁻¹ 草铵膦基础盐培养基中, 再于振荡培养箱中培养 1 个周期。培养结束后, 吸取 2 mL 于 2.5 mL 具塞离心管中, 置于台式高速离心机中, 以 10 000 r · min⁻¹ 离心 10 min, 通过 0.22 μm 超滤膜过滤上清液 1~1.5 mL 到样品管中, 用超高效液相色谱-四级杆飞行时间质谱仪测定, 另设置未添加微生物降解菌株的草铵膦标准品溶液作为对照组, 计算菌株的降解率 (%) = (C₀ - C_t) / C₀ × 100%, 式中 C₀ 为草铵膦初始浓度, C_t 为不同菌株降解作用下草铵膦的浓度。

1.4 草铵膦降解菌株的形态与分子鉴定

采用平板涂布法将筛选后的草铵膦降解菌株, 在生化培养箱中 30℃ 培养 12~48 h。参照《常见细菌鉴定手册》等^[11, 12]对降解菌株的形态学特征进行观察。

进一步采用通用引物 27F (5' -AGAGTTTGAT CCTGGCTCAG-3') 和 1492R (5' -GGTTACCTTGT TACGACCTT-3')^[13] 扩增菌株序列, 并送至北京擎科新业生物技术有限公司进行测序。将所得基因序列在 NCBI 数据库进行 BLAST 同源性比对分析, 选取同源性较高的菌株序列, 采用 MEGA7.0 软件的邻接法 (Neighbor-Joining method) 构建菌株系统发育树。

1.5 草铵膦降解菌株的生长因素优化

草铵膦降解菌株生长因子优化采用 Liu 等^[14]

方法。将降解菌株接种在 50 mL 的 LB 液体培养基 (pH 值 7.0) 中, 在 30℃、150 r · min⁻¹ 的振荡培养箱中振荡培养 18~24 h (OD₆₀₀=0.30), 再按 5% (V/V) 的量接种于基础盐培养基中, 初始 pH 值为 7.0, 初始草铵膦浓度为 50 mg · L⁻¹、温度为 30℃、150 r · min⁻¹ 振荡培养箱恒温培养, 分别进行以下几组处理测定生长量的变化, 每种因素设 3 个重复试验, 以接种灭活的菌株为对照组, 24 h 后取样测定菌株生长量变化。

设培养基体积分别为 25、50、75、100、150、200 mL; 设氮源分别为 硝酸铵、氯化铵、硫酸铵、硝酸钠; 设草铵膦初始浓度分别为 10、50、100、200、300、400、500 mg · L⁻¹; 用 NaOH 或 HCl 调节初始 pH 值分别至 4.0、5.0、6.0、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、10.0; 设培养温度分别为 20、25、30、35、40、45℃; 设接种量分别为 5%、10%、15%、20%、25%; 将菌悬液按 5% 接种量接入含有草铵膦降解培养基的锥形瓶中, 调节初始 pH 值 7.0、7.5, 在 30℃、150 r · min⁻¹ 条件下分别加入 5、10、20、30、50、100 g · L⁻¹ 氯化钠培养 1 d 后测定草铵膦降解率, 重复 3 次, 确定最适 Na⁺ 浓度。同样设置 Mg²⁺ 浓度分别为 50、100、200、300、400 mg · L⁻¹。

2 结果与分析

2.1 降解菌株的筛选与分离鉴定

从草铵膦污染的土壤中取样, 经过两次稀释涂布和初步的富集培养, 分离纯化得到 1 个草铵膦降解菌株, 命名为 C6。形态观察结果 (图 1) 显示, C6 菌株菌落为光滑圆形, 乳白色, 直径约为 1.0 mm, 边缘整齐不透明; 在 100 倍显微镜下观察为透明, 长杆状。

以 C6 菌株基因组 DNA 为模板、27F/1492R 为引物进行 PCR 扩增, 得到长度约为 1.5 kb 的扩增产物。测序结果在 NCBI 数据库进行 blast 同源比对分析, 结果表明 C6 菌株与 *Delftia* sp. 的基因同源性最高, 达 96% 以上。系统发育树分析结果显示,

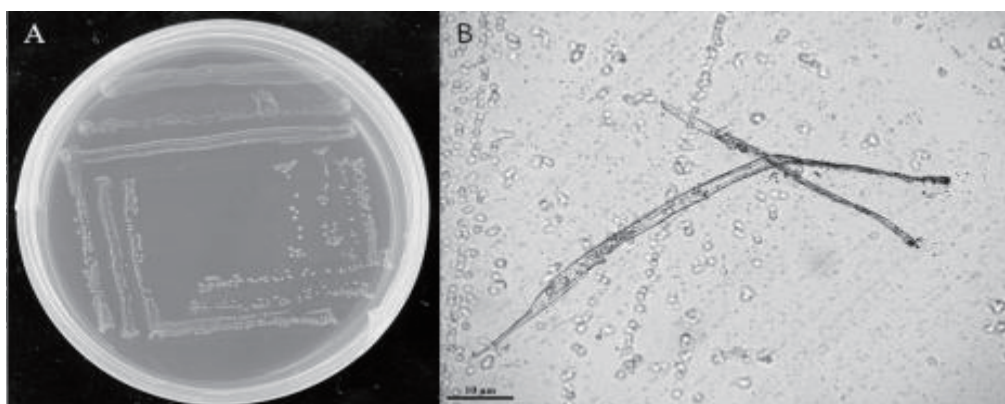


图 1 C6 菌株形态鉴定 (A. 菌落形态; B. 显微镜 100 倍下的形态)

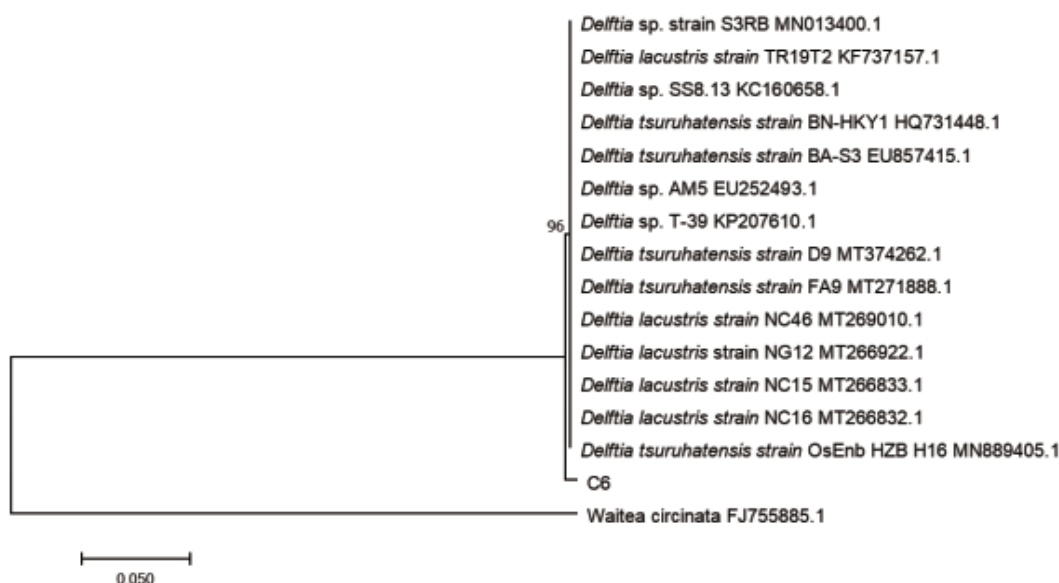


图 2 基于 16S rRNA 构建的系统发育树

C6 与戴尔福特菌属 (*Delftia* sp.) 聚在一起。综合菌落特征与 16S rDNA 基因序列, 初步认定 C6 菌株为戴尔福特菌属菌株 (图 2)。

2.2 C6 菌株对草铵膦的降解情况

C6 菌株在接种量 10%、含 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的草铵膦培养基中, 30°C 、 $150 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的条件下振荡 3 d, 经超高效液相色谱-四级杆飞行时间质谱仪测定, C6 菌株对草铵膦的降解率高达 69.01%。

2.3 培养基体积与氮源对 C6 菌株生长的影响

不同培养基体积影响 C6 菌株的生长, 如图 3A 所示, 在 25~200 mL 的基础盐培养基中, C6 菌株均能正常生长; 在 25~75 mL 范围内, C6 菌株的

生长呈快速上升趋势, 且体积为 75 mL 时, OD 值达到最大, 为 0.136; 当体积大于 75 mL 时, 随着基础盐培养基体积的增大, OD 值呈下降趋势, 至 200 mL 时降至最低。

不同氮源培养基对 C6 菌株生长的影响如图 3B 所示, C6 菌株分别在 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸钠、硝酸铵、氯化铵和硫酸铵为唯一氮源的培养基中均可以生长, 但菌株的生长情况因氮源种类的不同而有差异。当氮源是硫酸铵时, C6 菌株的生长处于最佳状态, OD 值最大; 其次是硝酸铵, 而在以硝酸钠为氮源的培养基中, 生长最差。

2.4 草铵膦初始浓度与培养基初始 pH 值对 C6 菌

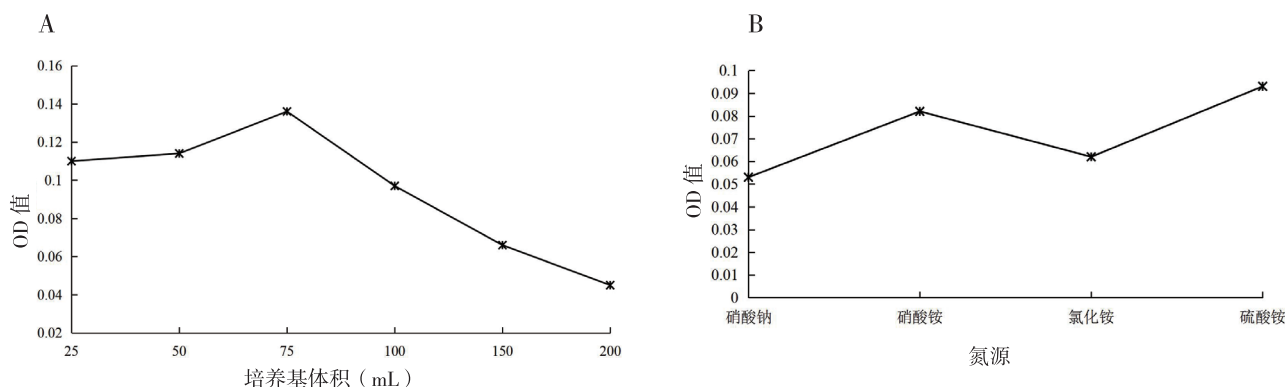


图 3 培养基体积与氮源对 C6 菌株生长的影响

株生长的影响

草铵膦初始浓度对 C6 菌株的影响如图 4A 所示, 培养基中草铵膦浓度在 $10 \sim 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的范围内, 降解菌株 C6 的生长速度随浓度的增加而提高, 在 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最大值; 当草铵膦初始浓度大于 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, C6 菌株的生长量随着草铵膦初始浓度的增加而降低。

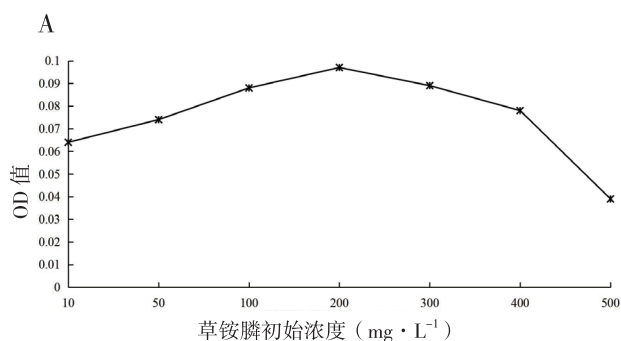
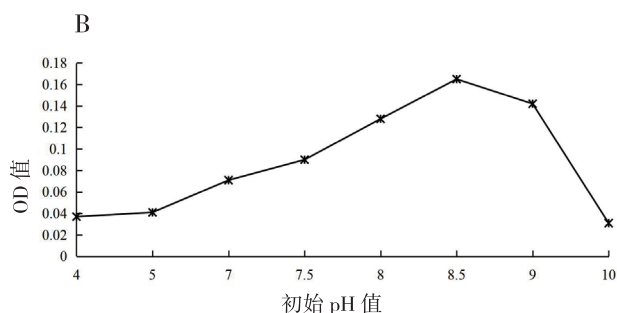


图 4 草铵膦初始浓度与培养基初始 pH 值对 C6 菌株生长的影响

培养基初始 pH 值对 C6 菌株的生长影响如图 4B 所示, 当培养基初始 pH 值在 $4.0 \sim 8.5$ 间, C6 菌株的生长随着 pH 值的升高而升高; pH 值为 8.5 时最有利于 C6 菌株的生长; 当 pH 值大于 8.5 时, C6 菌株的生长量快速下降。结果表明, 过酸或过碱的培养基不适宜 C6 菌株的生长。



2.5 培养温度与菌悬液接种量对 C6 菌株生长的影响

C6 菌株在 $20 \sim 45^\circ\text{C}$ 的范围内均可生长, 但不同温度下生长速度有明显差异 (图 5A)。培养基温度为 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 时, C6 菌株的生长随着温度升高而增加, 25°C 时达到最大值, 为 0.155; 当温度大于 25°C 时, C6 菌株的生长明显下降, 表明 C6 菌株生长的最适温度为 25°C 。

在一定范围内, 接种量的增加可以加快 C6 菌株的生长速率, 缩短延滞期 (图 5B)。当接种量超过 15% 时, C6 菌株的生长下降, 表明 C6 菌株

的适宜菌株接种量为 15%。

2.6 Na^+ 与 Mg^{2+} 浓度对 C6 菌株生长的影响

C6 菌株在 Na^+ 浓度为 $5 \sim 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的培养基中均可以生长, 但生长速度有明显不同 (图 6A)。在 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钠培养基中, C6 菌株生长最差, 在 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钠培养基中生长最好。

C6 菌株在 Mg^{2+} 浓度为 $50 \sim 400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的培养基中均可以生长, 但稍有差异 (图 6B)。其中, 菌株 C6 在 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化镁培养基中的生长最差, 在 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化镁培养基中的生长最好。

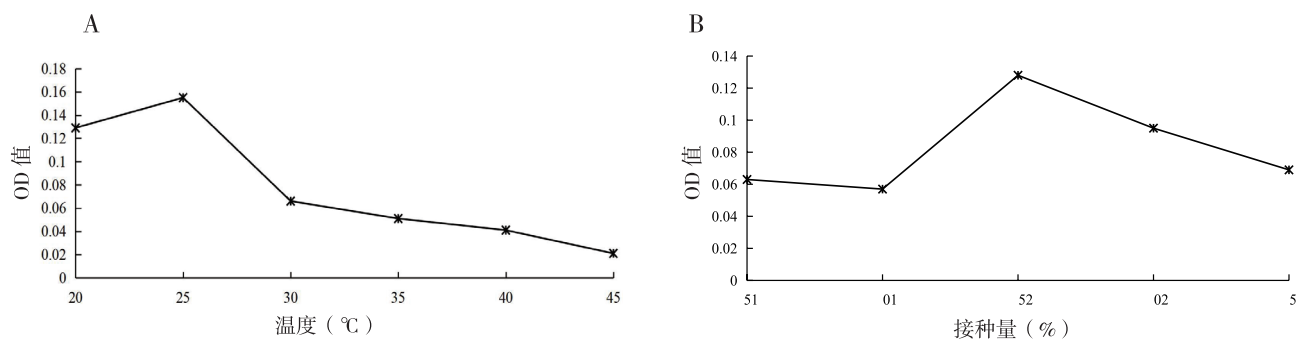
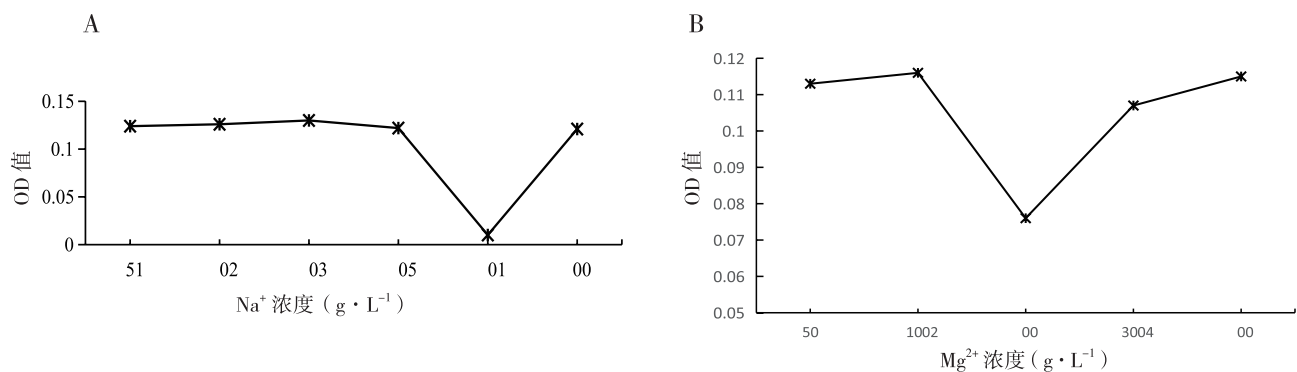


图5 培养基温度与接种量对C6菌株生长的影响

图6 培养基中Na⁺和Mg²⁺浓度对C6菌株生长的影响

3 讨论

本文从长期喷洒草铵膦的香蕉果园土壤中分离出1株微生物降解菌C6菌株,经过纯化鉴定,确定其属于戴尔福特菌属。已有研究表明,戴尔福特菌属在生态环境领域的降解优势,如田爽等^[15]从长期受农药苯磺隆污染的土壤中筛选鉴定1株降解菌株B2,B2与多株戴尔福特菌属细菌的16S rDNA序列同源性达99%;陈思雨等^[16]从白洋淀重金属污染土壤中获得10个戴尔福特菌属菌株,对高浓度Pb²⁺和Cr(VI)具有明显抗性;赵晓燕等^[17]发现一株辛硫磷降解菌株戴尔福特菌D39,进一步分析机理证明降解活性部位主要是胞内酶。廖家龙等^[18]从活性污泥中发现群体感应淬灭高效菌株,其中戴尔福特菌株JL5能够在10 h内完全降解N-己酰高丝氨酸内酯。

目前尚未见对降解草铵膦菌株的相关报道,本文首次从草铵膦污染土壤中分离出戴尔福特菌,对未来除草剂的生物降解提供了新的微生物资源。

同时,试验得出C6菌株培养最适宜条件为:培养基体积为75 mL、氮源为硫酸铵、草铵膦初始浓度200 mg·L⁻¹、初始pH值8.5、培养温度25℃、菌悬液接种量15%、Na⁺浓度20 g·L⁻¹、Mg²⁺浓度为100 mg·L⁻¹。

与此同时,本文所筛选出来的C6菌株是在特定的生长环境(香蕉园)中培养的结果,而根据现代农业的发展,单一品种的农药不再能满足生产的需求,往往在生产中会混合施用不同种类的农药,多种农药的混合施用会导致土壤中农药残留部分的成分逐渐复杂,这也增加了微生物降解工作的挑战性。因此C6菌株在复杂除草剂污染环境中的降解效率等方面需要进一步的研究和探讨。

参考文献:

- [1] 孟秀柔,宋青梅,王飞,等.草铵膦和草甘膦在水环境中的行为和毒性效应研究进展[J].生态毒理学报,2021,16(3):144-154.
- [2] 冯明.浅论草铵膦的作用机理及应用[J].中国化

- 工贸易, 2018, 10 (12): 107-110.
- [3] 范立攀, 史秀肖, 唐兴敏, 等. D-草铵膦的除草活性研究[J]. 世界农药, 2022, 44 (3): 53-56.
- [4] 张宏军, 刘学, 张佳, 等. 草铵膦的作用机理及其应用[J]. 农药科学与管理, 2004, 25 (4): 23-27.
- [5] 苏少泉. 草铵膦述评[J]. 农药, 2005, 44 (12): 529-532.
- [6] 牛立志. 除草剂草铵膦在土壤环境中的行为研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [7] 牛立志, 桂文君, 朱国念. 草铵膦在水中的降解特性及对水生生物的毒性[J]. 浙江农业学报, 2010, 22 (4): 485-490.
- [8] 刘衍忠, 刘东霞, 高曙光, 等. 草铵膦的大鼠肝脏毒性[J]. 环境与健康杂志, 2006, 23 (5): 416-417.
- [9] 由宇润, 王智琴, 张炫, 等. 草铵膦原药对大鼠致畸试验[J]. 农药, 2011, 50 (10): 740-742.
- [10] 吴红萍, 万红艳, 王锐萍. 戊唑醇农药降解菌的筛选及其降解效能初探[J]. 农药, 2013, 52 (2): 102-104.
- [11] 赵斌, 何绍江. 微生物学实验[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [12] 王天廓, 温玉娟, 杨悦锁, 等. 一株草甘膦高效降解菌的筛选和表征研究[J]. 农业环境科学学报, 2021, 40 (3): 591-599.
- [13] 王冰. 草甘膦降解菌的筛选、鉴定及关键物质分析[D]. 吉林: 吉林农业大学, 2021.
- [14] Liu SB, QIAO LP, HE HL. Optimization of fermentation conditions and rheological properties of exopolysaccharide produced by deep-sea bacterium *Zunongwangia profunda* SM-A87 [J]. PLo S One, 2011, 6 (11): 1-11.
- [15] 田爽, 田方方, 王晓萍. 4株苯磺隆降解菌的分离鉴定及其生长特性[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 31 (5): 437-445.
- [16] 陈思雨, 王丽娜, 杨惠琪, 等. 白洋淀抗重金属细菌多样性及其与生态因子相关性[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2018, 38 (6): 664-672.
- [17] 赵晓燕, 周方园, 吴晓青, 等. 辛硫磷降解菌 D39 的分离鉴定及评价[J]. 福建农业学报, 2020, 35 (9): 997-1003.
- [18] 廖家龙, 郑雪漫, 黎双飞, 等. 活性污泥中群体感应淬灭菌的分离纯化及功能验证[J]. 微生物学通报, 2021, 48 (10): 3532-3542.
- (责任编辑: 冯新)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.007

福建省‘巨峰’葡萄避雨栽培 的技术效率研究

宋 芳¹, 徐学荣^{2*}(¹ 福建师范大学协和学院, 福建福州 350108;² 福建农林大学经济与管理学院, 福建福州 350002)

摘 要: 在当前农业绿色生产的重要发展背景下, 基于福建省 314 户采用避雨栽培的巨峰葡萄种植户的微观调研数据, 运用面向投入规模报酬可变的 BCC-DEA 模型测度了种植户的技术效率水平, 并按照不同生产规模进行了描述统计分析。研究结果表明: 种植户技术效率水平整体较高, 且适度规模化经营有助于种植户提高技术效率, 但随着经营规模增加, 要素配置难度和雇工道德风险上升将会给种植户造成一定的效率损失, 在生产实际中种植户应根据自身要素禀赋状况选择合适的经营规模, 不宜盲目扩张。

关键词: 绿色生产; 巨峰葡萄; 避雨栽培; DEA; 技术效率

中图分类号: S663.1

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0037-07

Study on Technical Efficiency of Rain-shelter Cultivation of Kyoho Grape in Fujian Province

Song Fang¹, Xu Xuerong^{2*}(¹ Concord University College, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350108, China;² College of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: Under the important development background of current agricultural green production, based on the micro-survey data of 314 growers of Kyoho grape cultivated in rain-sheltered facilities in Fujian Province, the BCC-DEA model with variable returns to scale was used to measure the technical efficiency level of growers, and descriptive statistical analysis was carried out according to different production scales. The results showed that the overall technical efficiency level of growers was high, and moderate scale operation helped growers improve their technical efficiency. However, with the increase of operation scale, the difficulty of factor allocation and the increase of moral hazard of employees would cause certain efficiency loss to growers. In the actual production, growers should choose the appropriate operation scale according to their own factor endowments, and should not blindly expand operation scale.

Key words: Green production; Kyoho grape; Rain shelter facility cultivation; DEA; Technical efficiency

收稿日期: 2023-01-11

基金项目: 2020 年度福建省中青年教师教育科研项目 (科技类) (JAT200964)

作者简介: * 为通讯作者, 徐学荣 (1963-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事农业经济管理与政策研究工作, E-mail: 978140561@qq.com。宋芳 (1982-), 女, 讲师, 博士生, 主要从事农业经济管理与政策研究工作, E-mail: songf481@126.com

为了提升农产品安全和农业生态环境质量,中央陆续提出“深化推进农业供给侧结构性改革”的战略方案和建设“美丽乡村”的发展目标,大力推行安全农产品生产,提倡绿色农业、生态农业的发展。福建省积极响应国家政策号召,自 2010 年起,福建省农业相关职能、技术部门联合农林院校专家,开始全面推进福建露地栽培葡萄产业升级,大力宣传和推广避雨大棚、套袋、园区生态环境建设等绿色生产技术在葡萄栽培中的应用。在政府的大力支持下,福安、建瓯、建阳、琅岐等地的种植户基于巨峰葡萄露地栽培经验,逐渐摸索总结出了一套适合福建气候和地理条件的葡萄避雨栽培技术,包括避雨大棚应用、果实套袋、有机土壤改良、园区生态建设等一系列技术措施。为了更好地促进福建省葡萄产业的绿色转型升级,本文基于福建省 314 户巨峰葡萄避雨栽培种植户的调研数据,首次应用数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, 简称 DEA)测算我省葡萄种植户的技术效率,为提升福建省葡萄产业绿色生产水平,提高种植户经济收益提供现实参考。

1 福建省葡萄产业及避雨栽培发展现状

1.1 福建省葡萄产业发展概况

福建省地处我国葡萄南方栽培区,由于气候潮湿多雨,上世纪该产业一直发展缓慢,在全国葡萄栽培面积和产量中所占比例较低。直到 21 世纪初,随着避雨大棚、早春增温破眠促早、花果精细管理、控产提质增色、病虫综合防控等农业设施和绿色生产技术的应用推广,福建葡萄产业进入快速发展通道,不论是面积、产量,还是质量、效益都在同步提升^[1],逐渐成为国内早、中熟鲜食葡萄的主要产区之一。从栽培面积和产量来看,福建葡萄从 2000 年到 2015 年一直处于快速增长期,2016–2017 年,由于主产区传统露地栽培模式陆续转型,栽培面积有所下降,但随着种植户对新的生产模式和技术适应和熟练,近几年栽培

面积和产量均呈现恢复性增长的趋势。福建省统计局的数据显示,截至 2021 年全省葡萄栽培面积约 1.078 万 hm^2 ,总产量约 23.37 万 t。

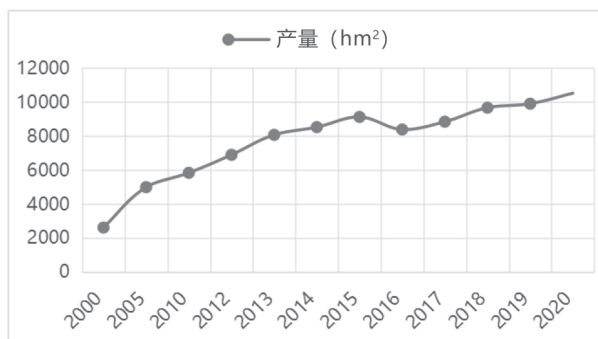


图 1 福建省 2000–2020 年葡萄栽培面积趋势图

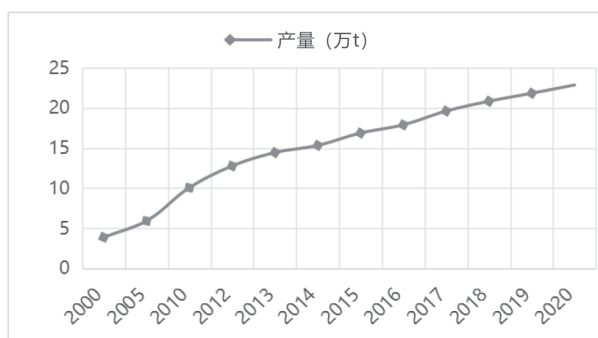


图 2 福建省 2000–2020 年葡萄产量趋势图

福建省 9 地市均有种植葡萄,且绝大多数为鲜食葡萄,其中 90% 以上为欧美杂交种‘巨峰’,而‘夏黑’‘阳光玫瑰’‘醉金香’‘蓝宝石’‘红地球’‘红巴拉多’等也有少量种植。虽然福建葡萄的栽培面积和产量占全国鲜食葡萄总面积和总产量的比重仅 2% 左右,但凭借其独特的地理和气候优势,福建葡萄较江苏、浙江等南方栽培区要早熟 10~15 d,较中西北部栽培区早熟 30~40 d。利用成熟上市时差,福建省主攻省内外鲜食市场,逐渐成为我国早、中熟鲜食葡萄的主力军,获得省内外消费者的青睐^[2]。

1.2 福建省葡萄避雨栽培发展概况

早期的避雨栽培主要是利用塑料大棚隔绝雨水,从而达到减少病虫害的目的。经过多年的总结和发展,现在的避雨栽培涵盖了设施建设、果树管理、病虫害防治和园区管理等多项技术环节。

避雨栽培不仅需要搭建塑料大棚，还需购置薄膜、反光膜、果袋等生产资料，在栽培过程中疏花、疏果、套袋、叶面管理、树体管理等环节需要工人进行大量精细化操作，且塑料大棚下的生态环境异常复杂，阴雨天气棚下湿度较高，需及时排水，而夏季日晒棚下高温闷热，果实也易被灼伤变质，温度和湿度的管理尤为重要。此外，种植户还需调整肥料施用类型、施用量和施用方式以增加土壤有机质和提高土壤肥力，尽可能通过各种生物/物理途径消灭病虫害以减少农药的施用量，同时还要做好农药容器、地膜、包装物等有害废弃物的回收和管理，消除土壤污染等。因此，相较于传统的露地栽培，避雨设施栽培技术具有前期资本投入高、人工需求大、技术风险高、对劳动力、资金、土地等要素市场依赖强等特点。如果相应的技术环境和外部条件无法满足生产技术的要求，则种植户将难以达到生产前沿，从而导致出现技术效率损失。

福建省从2010年左右开始推广避雨栽培技术，并对福安、建瓯、建阳等主要产区的种植户提供补贴，以每667 m²造价1.3~2.0万元的避雨大棚为例，中央财政、省市级财政给予补贴0.5~0.8万元，大大减轻了种植户的负担。经过十几年的技术升级与扩散，福建境内采用避雨栽培技术的葡萄种植面积约8 000 hm²，比重约75%，技术普及率较高。按照福建省避雨栽培技术的扩散路径及各地葡萄产业的发展情况，可将省内葡萄主产区进行如下划分：宁德地区为技术示范区，作为省内葡萄绿色生产技术的先驱，宁德地区尤其是福安市走在产业技术升级的最前端，十几年来不断探索实践避雨栽培技术并将其辐射到省内其他区域；南平地区为技术扩散区，南平境内建瓯、建阳两地葡萄栽培面积大，亦有四十多年的历史，属于较早接触并发展避雨栽培技术的区域；三明、龙岩、福州、莆漳泉等地划为技术踏板区，这些新兴产区虽然葡萄栽培历史短，但是在技术示范区和扩散区种植户积累的宝贵经验基础上发展葡

萄产业，具有生产技术的后发优势。如图3所示，红色部分为技术示范区，深绿色部分为技术扩散区，浅绿色部分为技术踏板区。



图3 福建省避雨栽培技术扩散示意图

2 福建省巨峰葡萄避雨栽培技术效率的测度

2.1 数据来源

课题组成员于2021年7~8月跟随福建省质量技术监督局安全抽查小组赴福建省宁德、南平、三明、龙岩、福州、莆田等葡萄主要产区对种植户进行访谈调查。福建省质检安全抽查小组采取多阶段分层抽样方法，先按照典型抽样方法从上述6个地区产量较高的县级市中分别随机选取2~4个，再从被选取的县级市中随机抽取1~2个乡镇，然后从样本乡镇中随机抽取1~2个行政村，最后从每个样本村中采取等距离抽样的方法随机抽取5~10个种植户，此次抽样调查涉及宁德市福安、周宁、屏南，南平市建阳、建瓯、浦城，龙岩市永定、漳平、新罗，三明市建宁、泰宁、清流、永安，福州市闽侯、马尾及莆田市城厢、涵江共计17个县（区），剔除非巨峰葡萄品种、数据不完整和质检不合格的样本34个，最终共获取有效样本314个。所有样本种植户均采用避雨栽培模式，且种植品种均为巨峰葡萄，规避了生产模式和葡萄品种差异对技术效率测度和结论分析造成的影响。

2.2 DEA 模型的构建

目前测度技术效率主要应用随机前沿分析和数据包络分析两类方法。学者们在计算水稻等粮食作物的技术效率时普遍用产量来代表产出^[3-5]。但在葡萄等水果的生产过程中,种植户为了保证果品质量,一般会对产量加以控制,故应从品质、产量两个角度衡量葡萄的产出水平。由于葡萄市场接近完全竞争,每个种植户都无法操控市场价格,因此葡萄品质高低将直接反映在其销售价格

上,鉴于此,选择产值、产量两个指标来衡量葡萄的产出水平更为合理。对于这种多投入、多产出的技术效率评价以数据包络分析方法更为适合,鉴于本文重点关注种植户劳动力、固定资产、地租等要素投入对其技术效率的影响,故选择面向投入的 BCC-DEA 模型来计算种植户的技术效率,包括综合技术效率 TE_C 、纯技术效率 TE_p 以及规模效率 SE 。

表 1 DEA 模型的变量含义

变量	赋值	单位	说明
产出水平	Y_1, Y_2	元, kg	每 667 m ² 葡萄产值、产量
自用工投入	L_1	元	每 667 m ² 自用工投入
雇工投入	L_2	元	每 667 m ² 雇工支出
资本投入	K	元	每 667 m ² 避雨大棚、灌溉等固定资产折旧,化肥和生物肥等肥料、农药、薄膜、反光膜、套袋等生产资料,以及技术咨询和机械租赁等服务费用,土地租金,借贷利息等

根据抽样调查种植户的投入产出数据,应用 MaxDEA6.0 版本软件,采用 BCC-DEA 模型对样本数据进行测算,并对其进行分组描述统计,结果如表 2 所示。从结果来看,综合技术效率的均值为 0.8035,最小值为 0.4927,最大值为 1,标准差 0.0971。剔除掉要素配置效率等因素后的纯技术效率均值为 0.8345,略高于综合技术效率,最小值

为 0.5104,最大值为 1,标准差 0.0943。需要注意的是,数据包络分析计算出的效率值是相对效率不是绝对效率,效率值为 1 并不是种植户的生产已经达到绝对有效的状态,而是所有样本中相对技术有效的。整体上看,福建省葡萄避雨栽培的综合技术效率和纯技术效率水平还是比较高的。

表 2 样本种植户葡萄避雨栽培技术效率的描述统计

数值 区间	综合技术效率 TE_C					纯技术效率 TE_p				
	均值	最小值	最大值	标准差	占比 (%)	均值	最小值	最大值	标准差	占比 (%)
0.5 以下	0.4927	0.4927	0.4927	0	0.32	—	—	—	—	—
0.5~0.6	0.5406	0.5406	0.5406	0	0.32	0.5328	0.5104	0.5553	0.0318	0.64
0.6~0.7	0.6731	0.6373	0.6991	0.0170	12.10	0.6808	0.6545	0.6999	0.0149	6.05
0.7~0.8	0.7505	0.7006	0.7995	0.0277	41.08	0.7564	0.7008	0.7994	0.0287	32.17
0.8~0.9	0.8430	0.8003	0.8993	0.0299	28.03	0.8456	0.8011	0.8993	0.0286	34.07
0.9~1	0.9593	0.9009	1	0.0351	18.15	0.9548	0.9001	1	0.0373	27.07
合计	0.8035	0.4927	1	0.0971	100	0.8345	0.5104	1	0.0943	100

为对比福建省内不同地区葡萄生产的技术效率,分地区对综合技术效率和纯技术效率进行了描述统计分析。结果如表 3 所示,宁德地区葡萄生产综合技术效率及纯技术效率均排名第一。福安是福建省巨峰葡萄的核心产区,也是开展避雨栽培等绿色生产技术探索的先行区、示范区。其次是南平地区,南平地区建瓯、建阳栽培巨峰葡萄历史悠久,栽培面积也较大,但在避雨栽培等绿色生产技术方面发展落后于福安,因此技术效率也稍逊一筹,但南平地区凭借其露天栽培积累下的丰富经验和地缘优势,整体技术效率水平还是明显优于几个新兴的栽培区域。莆田、龙岩、三明和福州都属于巨峰葡萄的外围产区,除了福

州琅岐拥有较丰富的露地巨峰栽培经验外,其他三地在巨峰葡萄的栽培经验、雇工劳动质量、技术服务等方面均仍与福安、建瓯、建阳等主产区存在一定差距,因此这三地综合技术效率和纯技术效率都较低且无明显差异。福州马尾琅岐地区虽然也积累了近三十年巨峰葡萄的种植经验,但是大多数小种植户仍采用露地栽培模式,避雨栽培等绿色生产技术应用仅见于家庭农场、农业公司等新型农业经营主体,且由于经营者管理水平差异较大,因此技术效率的标准差在全省范围内也是最高的,综合技术效率和纯技术效率的最小值仅为 0.4927、0.5104,处于较低水平,存在较高的效率损失。

表 3 不同地区样本种植户技术效率的描述统计

地区	综合技术效率 TE_c				纯技术效率 TE_p			
	均值	最小值	最大值	标准差	均值	最小值	最大值	标准差
宁德	0.8563	0.6923	1	0.0839	0.8876	0.7129	1	0.0744
南平	0.7985	0.6797	1	0.0788	0.8313	0.7212	1	0.0766
莆田	0.7188	0.6600	0.8126	0.0393	0.7486	0.6629	0.8723	0.0578
龙岩	0.7179	0.6410	0.8559	0.0515	0.7446	0.6661	0.8649	0.0547
福州	0.7205	0.4927	0.8943	0.1050	0.7384	0.5104	0.9001	0.0999
三明	0.6748	0.5406	0.7406	0.0482	0.7134	0.5553	0.7975	0.0584

为了对比不同经营规模下葡萄种植户避雨栽培技术效率的差异,对综合技术效率和纯技术效率进行了进一步统计分析。结果如表 4 所示,随着种植规模的扩大,葡萄避雨栽培的综合技术效率和纯技术效率均呈现先上升后下降的趋势。葡萄栽培过程中果实套袋、疏花疏果、果树修剪等环节均需要人工操作,无法用机械替代,避雨栽培模式下由于大棚内温度、湿度等微环境因素变化,因此在给排水、园区生态环境维护等方面需要投入更多劳动力。故与露地栽培相比,避雨栽培的用工需求更为旺盛,且随着种植户经营规模的扩大,对人工的需求将愈加显著^[6]。在传统家庭经营模式下,种植面积普遍在 0.67 hm² 以下,

劳动力主要以种植户夫妻二人为主,要素配置未能达到最优状态,故技术效率水平较低;随着种植面积的扩大,劳动力和其他要素的投入比例日渐优化,在 0.67~2.00 hm² 的规模下,技术效率开始提升;当种植面积扩大到 2.00~3.33 hm² 与 3.33~6.67 hm² 的区间时,规模经济所带来成本优势逐渐体现,无论综合技术效率还是纯技术效率都得到提升,但经营规模扩大后,自有劳动力不足将导致雇工投入的大量增加,随之而来的道德风险和监督成本也在增加,雇工的道德风险会引起产品品质的下滑,由此导致了一定程度的技术效率损失,因而此阶段综合技术效率的值要低于纯技术效率值;当种植规模继续扩大至 6.67 hm²

以上时,较高的雇工投入比例导致的劳动力质量下降遮掩了规模经济带来的优势,从而引起综合技术效率和纯技术效率双双下降^[7]。

表 4 不同规模样本种植户技术效率的描述统计

种植规模 (hm ²)	综合技术效率 TE _c				纯技术效率 TE _v			
	均值	最小值	最大值	标准差	均值	最小值	最大值	标准差
0~0.68	0.7978	0.6564	1	0.0834	0.8250	0.6564	1	0.0856
0.67~2.00	0.7887	0.6373	1	0.0924	0.8200	0.6545	1	0.0916
2.00~3.33	0.8217	0.6410	1	0.1121	0.8630	0.6990	1	0.0968
3.33~6.67	0.8402	0.6765	1	0.0975	0.8788	0.7157	1	0.0791
6.67 以上	0.8238	0.4927	1	0.1787	0.8410	0.5104	1	0.1737

3 结语

本文构建 BCC-DEA 模型对福建省巨峰葡萄种植户避雨栽培的技术效率进行测算,结果显示种植户的纯技术效率均值为 0.8345,综合技术效率均值为 0.8035,整体水平较高但存在明显的地区差异。宁德地区尤其是福安市已建成集“育苗—种植—产销—加工”为一体的巨峰葡萄完整产业链,在技术效率、品牌知名度、品质、质量溢价等方面都处于全省领先水平,但省内其他地区的技术效率仍有较大的提升空间。此外,种植户的技术效率还存在显著的规模效应,适度扩大种植规模有助于优化劳动力、土地等要素的配置结构,提升技术效率水平。为了更好地促进福建省葡萄行业的高质量发展,调研中课题组成员对种植户、当地农业相关部门工作人员进行访谈,总结出葡萄避雨栽培出现效率损失的主要原因有:(1)经营规模偏小且组织化程度低,小农户在成本控制、技术效率、市场议价能力等方面均处于劣势,在对接“大市场”时难以取得较高的质量溢价和经营收益,而对于想扩大种植面积的农业公司等新兴农业经营主体,一方面受限于福建农村地区土地细碎化问题,难以得到环境适宜的连片地块;另一方面还存在合作社+种植户、农业公司+种植户等农业组织化生产发育迟缓,经济主体间地

域差异、信息不对称等障碍。(2)劳动力短缺且成本高,葡萄栽培属于劳动密集型产业,人工成本占总成本的一半以上,目前种植户和农业雇工均呈现出明显老龄化趋势,且农忙时节面临雇工难、雇工贵的问题,高昂的劳动力成本进一步压缩了种植户的利润空间。(3)技术支持还有待提升,虽然政府通过组织科特派、各级农科站技术人员、园艺协会、农林院校专家等给种植户进行技术培训和指导,但是现实中技术服务还是供不应求,培训频率偏低且大多是非连续性的集体培训,部分种植户遇到困难时很难得到及时、有效的技术服务。

鉴于此,福建省的葡萄产业在未来发展过程中,需要重点做好新型农业经营主体培育、农业组织化建设、农业劳动力市场建设、技术支持体系建设及技术服务人才培育等工作,促进种植户提升技术效率水平和经济收益。调研过程中,省质检及宁德、南平等地农业部门工作人员反映,目前省内仍有不少葡萄露地栽培面积 0.13~0.33 hm² 的传统家庭种植户,总面积约 2 667 hm²。种植户虽然对果实进行套袋处理,但是在整个生产过程中为了避免雨水引发病虫害造成经济损失,农药的施用量仍然处在较高水平,且产品附加值低,不利于种植户的收入增长。因此,未来福建省葡萄避雨栽培技术的普及力度还待加强。

参考文献：

- [1] 陈丹薇, 林丽清, 张富民. 福安市葡萄主要病虫害发生概况及防治措施[J]. 东南园艺, 2019(1): 24-29.
- [2] 刘鑫铭, 陈婷, 李钟, 等. 福建葡萄生产分布及品牌创建调研报告[J]. 东南园艺, 2017(5): 36-40.
- [3] 王善高, 陈晔晗, 毛瑜炜, 等. 农地经营规模与粮食生产成本效率的关系研究——基于福建稻谷种植的实证分析[J]. 广东农业科学, 2019, 46(1): 148-155.
- [4] 黄晨鸣, 朱臻. 雇工劳动对农户粮食生产技术效率的影响研究——基于三省葡萄种植户的调查[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(2): 229-238.
- [5] 马凤才, 郭喜伟. 基于 DEA 和 Malmquist 指数方法的粳稻生产效率时空分析[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2020, 32(1): 109-115.
- [6] 李凡凡, 孙洪武. 规模经营能否提高鲜食葡萄种植户的生产技术效率——基于江苏省葡萄生产基地 344 户农户的调查数据[J]. 农业技术经济, 2021(5): 133-143.
- [7] 高珊, 徐元明, 金高峰, 等. 规模经营主体综合技术效率差异及影响因素——以福建省葡萄生产为例[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10): 2376-2385.

(责任编辑: 陈婷)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.008

不同用量土壤调理剂对花椰菜产量 及土壤理化性状的影响



孔晓芬

(福建省上杭县农情科教站, 福建上杭 364200)

摘 要: 为探索土壤调理剂适宜用量对蔬菜产量变化及土壤改良的影响, 以期为当地科学合理使用土壤调理剂提供指导与借鉴, 通过田间试验, 设置常规施肥为 CK (复合肥 $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$)、掺混施肥 (复合肥 $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ + 土壤调理剂 $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$, 复合肥 $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ + 土壤调理剂 $200 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$, 复合肥 $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ + 土壤调理剂 $300 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$) 等 4 个处理, 分析各处理对花椰菜产量及土壤改良的影响。结果表明: 加施土壤调理剂后, 土壤 pH 值、交换性钙、交换性镁等养分的有效含量均有提高, 起到改良土壤理化性状作用; 每 667 m^2 掺施土壤调理剂 100~200 kg 能增加花椰菜产量和经济效益, 而掺施 300 kg 后则比 CK 均有降低。综合对比, 以每 667 m^2 施用土壤调理剂 100 kg 为宜, 花椰菜产量达到 1 546.1 kg, 比 CK 增加 82.1 kg, 收益增加 146.3 元, 在改良土壤理化性状的同时兼顾增加花椰菜产量、提升种植效益, 可作为土壤调理剂参考用量在当地进一步推广应用。

关键词: 土壤调理剂; 不同用量; 花椰菜产量; 土壤理化性状

中图分类号: S635.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0044-05

Effects of Different Dosages of Soil Conditioner on Cauliflower Yield and Soil Physical and Chemical Properties

Kong Xiaofen

(Shanghang Agriculture Science and Education Station, Shanghang, Fujian 364200, China)

Abstract: The aim of this paper is to explore effects of suitable dosage of soil conditioners on yield changes of vegetables and soil improvement so as to provide guidance and references for reasonable application of soil conditioners. In this paper, conventional fertilization was used as control (CK, $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ compound fertilizer), and blending fertilization was used as treatments in which there were three treatments ($100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ compound fertilizer+ $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ soil conditioner, $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ compound fertilizer+ $200 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ soil conditioner, $100 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ compound fertilizer+ $300 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ soil conditioner). Effects of different treatments on cauliflower yield and soil improvement were analyzed. The results showed that application of soil conditioner could improve soil pH value and effective content of exchangeable calcium, exchangeable magnesium and

收稿日期: 2023-01-03

基金项目: 2022 年龙岩市科技特派项目

作者简介: 孔晓芬 (1978-), 女, 农艺师, 主要从事作物栽培技术推广工作, E-mail: kxf13515914552@163.com

other nutrients and then improve soil physical and chemical properties. Application of 100–200 kg soil conditioner per 667 m² could improve cauliflower yield and economic benefit while application of 300 kg soil conditioner per 667 m² could decreased them. Based on comprehensive comparison, application of 100 kg soil conditioner per 667 m² was suitable with yield of 1 546.1 kg per 667 m². The yield was increased by 82.1 kg per 667 m² and the economic benefit was increased by 146.3 yuan per 667 m². Soil conditioner could not only improve soil physical and chemical properties but also increase cauliflower yield and economic benefit, so its dosage could be used reference dosage for further promotion in local areas.

Key words: Soil conditioner; Different dosages; Cauliflower yield; Soil physical and chemical properties

上杭县地处福建省西南部, 由于常年高温多雨气候与区域土壤地带性分布影响, 土壤主要特点为普遍呈酸性^[1-2]。土壤酸化对微生物活性、营养元素溶解和存在形态造成影响, 制约矿质元素的释放、固定、迁移, 进而影响土壤肥力、农作物的营养元素吸收及生长发育, 导致土壤环境质量下降^[3-4], 土壤酸化问题已成为制约上杭县农业绿色高质量发展的一个重要障碍因素。

土壤调理剂具有改良土壤结构、调节土壤酸碱度、改善土壤水分状况、补充土壤营养、修复土壤和提高肥料利用率等多种功效^[5], 因此施用土壤调理剂是土壤酸化改良的重要举措之一。前人已有诸多关于土壤调理剂在改良土壤酸化和促进农业生产高产优质方面的研究, 开展了不同品种调理剂和不同用量调理剂在水稻、蔬菜等粮蔬方面的试验^[6-8], 均验证土壤调理剂在合理用量的前提下, 能兼顾改良土壤理化性状和提高作物产量, 但由于国内土壤调理剂品种丰富, 不同土壤调理剂的作用机理及不同用量均会对土壤改良效果和作物品质产量造成一定效果差异。笔者2021年在上杭县白砂镇开展不同用量土壤调理剂试验, 以花椰菜为供试作物, 旨在探究土壤调理剂的最佳施用量, 以期研究结果能为当地科学合理使用土壤调理剂, 进而达到改良土壤理化性状与促进农业丰产增收提供参考借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验地块概况

试验地点设置在上杭县白砂镇塘丰村, 地理位置为东经 116°36′、北纬 24°6′、海拔 452.2 m。供试地块地势较平坦, 排灌方便, 光照通风良好, 土壤类型为灰黄泥土, 土壤质地为壤土。

1.2 试验材料与品种

试验作物为花椰菜品种‘台宝’90 d, 由福州科翔种业有限公司提供, 前季作物为生姜。试验材料: 撒可富复合肥, N: P₂O₅: K₂O=15-15-15, 总养分≥45% (含硝态氮), 中国-阿拉伯化肥有限公司生产; 玛塔土壤调理剂, CaO ≥ 45%, MgO ≥ 5%, pH 值 8.5~10.5, 粉剂, 福建玛塔生态科技有限公司生产。

1.3 试验设计

试验设计 4 个处理, 每个处理 3 次重复, 共 12 个小区, 每个小区面积 42 m² (8.4 m × 5.0 m), 各小区随机排列, 重复间设置灌排沟, 沟宽 0.4 m, 四周布置 1.5 m 宽保护行^[9]。处理 1, 常规施肥 (复合肥 100 kg · 667 m⁻²), CK; 处理 2, 掺混施肥 (复合肥 100 kg · 667 m⁻² + 土壤调理剂 100 kg · 667 m⁻²); 处理 3, 掺混施肥 (复合肥 100 kg · 667 m⁻² + 土壤调理剂 200 kg · 667 m⁻²); 处理 4, 掺混施肥 (复合肥 100 kg · 667 m⁻² + 土壤调理剂 300 kg · 667 m⁻²)。

1.4 栽培管理

2021 年 8 月 15 日播种育苗; 9 月 15 日移栽定植, 栽培密度 1 500 株 · 667 m⁻², 基肥施复合肥料用量 50%、土壤调理剂用量 100%; 10 月 25 日, 追施复合肥料用量 50%, 其它病虫害防治及农事操作相同。12 月 5 日进行收割测产。

1.5 样品采集与测定方法

基础土样在种植前、田块翻整后采集，花椰菜采收结束后再采集一次各处理土样。土样采集方法采用梅花形取样法，取试验地块 18~20 cm 耕作层土壤，采用电位法测定基础土样悬液的 pH 值，用重铬酸钾容量法-外加加热法测定土壤中有机质，碱解氮的测定采用碱解扩散法，有效磷采用碳酸

氢钠浸提-钼锑抗比色法，速效钾采用乙酸氢钠浸提-火焰光度计法，交换性钙、交换性镁采用原子吸收分光光度法^[10]。试验前基础土样的土壤主要养分性状如表 1 所示。

采收测产时做好花球纵径、花球横径、花球重等农艺性状数据测量、记录与采集工作。

表 1 试验地土壤主要养分性状

pH 值	有机质 (g · kg ⁻¹)	碱解氮 (mg · kg ⁻¹)	有效磷 (mg · kg ⁻¹)	速效钾 (mg · kg ⁻¹)	交换性钙 (mg · kg ⁻¹)	交换性镁 (mg · kg ⁻¹)
5.26	46.0	183.4	33	334	730	84

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤理化性状的影响

如表 2 所示，施用土壤调理剂可以有效提高土壤 pH 值，与处理 1 (CK) 相比，各处理土壤 pH 值可提升 0.09~0.28 个单位，均达到显著差异水平。各处理土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量均有变化，但变化幅度不大，差异不显著。交换性钙、交换性镁含量整体随土壤调理剂用量的增加呈上升趋势，与 CK 相比，各处理交换性钙

增加 20~80 mg · kg⁻¹，其中处理 3、处理 4 呈显著差异水平；交换性镁含量增加 11~34 mg · kg⁻¹，3 个土壤调理剂施用处理均显著高于 CK，且处理 3、处理 4 差异达极显著水平。综合对比土壤理化性状变化，增施土壤调理剂对改良土壤、抑制土壤酸化有一定效果，随着施用量的增加，土壤 pH 值、交换性钙、交换性镁均有所提高，说明施用土壤调理剂对改良土壤、提高供试土壤 pH 值具有较为显著的效果。

表 2 不同处理对土壤理化性状的影响

处理	pH 值	有机质 (g · kg ⁻¹)	碱解氮 (mg · kg ⁻¹)	有效磷 (mg · kg ⁻¹)	速效钾 (mg · kg ⁻¹)	交换性钙 (mg · kg ⁻¹)	交换性镁 (mg · kg ⁻¹)
CK	5.24 cB	45.7 aA	185.90 aA	34 aA	333 aA	740 bB	71 cC
处理 2	5.33 bB	46.1 aA	188.60 aA	37 aA	323 aA	760 bAB	82 bcBC
处理 3	5.46 aA	45.6 aA	190.40 aA	36 aA	329 aA	800 aAB	94 abAB
处理 4	5.52 aA	46.0 aA	187.00 aA	38 aA	338 aA	820 aA	105 aA

注：同列数值后附不同大、小写字母分别表示差异达 0.01、0.05 显著水平。下表同

2.2 不同处理对花椰菜农艺性状的影响

增施不同用量土壤调理剂后，花球纵径、花球横径、花球重等产量构成因素均产生一定变化（见表 3），整体随着土壤调理剂用量增加呈先增后减趋势。花球纵径、花球重方面，大小顺序均

为处理 2 > 处理 3 > 处理 1 > 处理 4；花球横径大小表现为处理 2 > 处理 3 > 处理 4 > 处理 1。可见施用土壤调理剂在一定程度上影响了花球纵径、花球横径、花球重等产量构成因素，但各处理差异不显著。

表 3 不同处理对花椰菜农艺性状的影响

处理	花球重		花球纵径		花球横径	
	重量 (kg)	比增 (%)	高度 (cm)	比增 (%)	直径 (cm)	比增 (%)
CK	1.24 aA	—	15.1 aA	—	21.1 aA	—
处理 2	1.45 aA	16.9	16.1 aA	6.6	23.3 aA	10.4
处理 3	1.39 aA	12.1	15.6 aA	3.3	22.8 aA	8.1
处理 4	1.16 aA	-6.5	14.2 aA	-5.96	21.3 aA	0.9

2.3 不同处理对花椰菜产量的影响

由表 4 可见, 不同土壤调理剂用量处理会对花椰菜产量造成一定影响, 各处理产量为 $1\ 245.0 \sim 1\ 546.1\ \text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$, 高低顺序为处理 2 > 处理 3 > CK > 处理 4。与 CK 相比, 处理 2、处理 3 分别增产 82.1、71.0 $\text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$, 增幅 5.6%、4.8%, 而处理 4 减产 219.0 $\text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$ 、降幅 15.0%。其中 3 个掺混肥料处理与常规施肥 (CK) 无显著差异, 但处理 2、处理 3 与处理 4 存在显著差异, 说明土壤调理剂施用量需控制在一定范围, 适宜的掺施用量 ($100 \sim 200\ \text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$) 能促进花椰菜增产,

而超过一定施用量则容易出现花椰菜产量下降情况。

2.4 不同处理对花椰菜经济效益的影响

从表 4 可知, 不同处理花椰菜每 $667\ \text{m}^2$ 产值 $3\ 735.0 \sim 4\ 638.3$ 元, 与 CK 对比, 处理 2、处理 3 分别增收 246.3、213.0 元, 处理 4 则减少 657.0 元。扣除土壤调理剂投入成本, 与 CK 相比, 处理 2、处理 3 分别增收 146.3 元、13.0 元, 处理 4 减少收入 957.0 元, 呈现先增后减趋势, 说明适宜的土壤调理剂施用量能实现花椰菜稳产增产作用, 以掺施土壤调理剂 $100\ \text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$ 的经济效益最佳。

表 4 不同处理对花椰菜产量和经济效益的影响

处理	42 m ² 产量 (kg)				667 m ² 产量			667 m ² 产值		667m ² 增加成本 (元)	667m ² 增收 (元)
	I	II	III	平均	产量 (kg)	增产 (kg)	增幅 (%)	产值 (元)	增值 (元)		
CK	97.0	93.4	86.3	92.23	1 464.0 abA	—	—	4 392.0	—	—	—
处理 2	93.8	96.4	102.0	97.40	1 546.1 aA	82.1	5.6	4 638.3	246.3	100	146.3
处理 3	87.2	92.7	110.2	96.70	1 535.0 aA	71.0	4.8	4 605.0	213.0	200	13.0
处理 4	85.9	70.4	79.0	78.43	1 245.0 bA	-219.0	-15.0	3 735.0	-657.0	300	-957.0

注: 土壤调理剂成本按 $1\ \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 计算; 花椰菜按地头批发价 $3\ \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 计算。

3 讨论

土壤是作物生长的基础, 良好的质地结构、适宜的酸碱度是影响土壤养分供应和作物生长的重要因素^[11], 近年来, 随着工业化和城镇化、农业生产现代化及气候变化影响, 我国土壤质量存在下降趋势^[12], 并导致了土壤酸化或盐碱化^[13, 14]、土壤氮磷等养分失衡^[15], 在作物上的突出表现为产量下降、土传病害加剧^[16]。因此推动土壤调理剂在农业生产上应用, 是改良土壤与提高作物产量和品质的重要途径。吴凌云等^[7]研究发

现, 酸性土壤种植花椰菜, 在常规施肥的基础上每 $667\ \text{m}^2$ 增施 $150\ \text{kg}$ 不同种类的土壤调理剂, 对改善土壤酸碱度效果明显, 土壤 pH 值提高 14.3%~18.4%, 同时花椰菜产量提高 0~5.6%, 花椰菜根肿病发病率从 23.3% 下降至 3.3%, 达到降低土传病害发生、土壤改良与稳产增产目的。本试验中, 掺施土壤调理剂 ($100 \sim 300\ \text{kg} \cdot 667\ \text{m}^{-2}$) 后, 土壤 pH 值提高 0.09~0.28 个单位、交换性钙提高 $20 \sim 80\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、交换性镁提高 $11 \sim 34\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 随着土壤调理剂施用量的增加, 土壤 pH 值以及土壤交

换性钙和交换性镁含量均有所提高,说明该土壤调理剂对改良土壤具有一定效果。分析原因,这可能是该类土壤调理剂具有补充土壤钙、镁等营养元素的特点,能引起土壤交换性钙、镁的增加;另一方面,钙、镁容易与土壤结合形成土壤胶体,通过增施土壤调理剂导致土壤钙、镁等营养元素增加,土壤对致酸离子的吸附能力增强,同时降低交换性铝的含量,进而降低土壤的酸性^[17]。

在改良土壤理化性状的同时兼顾推动作物稳产增收是此次试验的主要研究方向。本试验结果表明,每 667 m² 随着掺施土壤调理剂 0~300 kg 后,花椰菜产量呈先增后减趋势,其中掺施土壤调理剂 100 kg 后,花椰菜产量由 1 464.0 kg 提升至 1 546.1 kg;而掺施量由 100 kg 提升至 300 kg 时,花椰菜产量由 1 546.1 kg 降低至 1 245.0 kg。这与张明来^[18]在花椰菜和林祚棋^[8]在包菜上施用土壤调理剂用量试验的研究结果基本一致,在酸性土壤中施用适量土壤调理剂能提高作物产量,过量施用则容易对作物产量造成减产等负面影响。

4 结论

在种植花椰菜过程中施用本研究的土壤调理剂,从节本增效方面分析考虑,以每 667 m² 施用 100 kg 为宜,产量达到 1 546.1 kg,与常规施肥(CK)相比,产量增加 82.1 kg,经济效益增加 146.3 元,可收获较好经济效益,并兼顾改良土壤理化性状。

参考文献:

- [1] 张世昌. 福建耕地土壤 pH 空间分布及动态分析[J]. 中国农技推广, 2019, 35(2): 49-51, 32.
- [2] 解开治, 徐培智, 严超, 等. 不同土壤改良剂对南方酸性土壤的改良效果研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 160-165.
- [3] 王爱民, 邹瑞昌, 王远全. 蔬菜生产中存在的问题及其对策探讨[J]. 南方农业, 2019, 13(13): 41-46.
- [4] 张蓉蓉. 土壤盐碱化的危害及改良方法[J]. 现代农业科技, 2019(21): 178-179.
- [5] 向文明, 孙媛, 周富忠. 土壤调理剂的种类、作用及科学使用[J]. 长江蔬菜, 2021(13): 70-72.
- [6] 施发梅. 土壤调理剂对酸性土壤及水稻产量的影响[J]. 福建农业科技, 2014(9): 20-21.
- [7] 吴凌云, 张明来. 花椰菜施用不同土壤调理剂试验初报[J]. 福建农业科技, 2020(2): 63-65.
- [8] 林祚棋. 不同用量土壤调理剂对包菜产量、土壤理化性状及重金属含量的影响[J]. 东南园艺, 2021, 9(3): 11-14.
- [9] 全国农业技术推广服务中心. 肥料田间试验指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018: 23-42.
- [10] 全国农业技术推广服务中心. 土壤分析技术规范[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 36-91.
- [11] 孙蓓蓓, 王旭. 土壤调理剂的研究和应用进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013, 50(1): 1-7.
- [12] 范贝贝, 彭宇涛, 张冉, 等. 基于专利文献计量来看我国土壤调理剂发展趋势[J]. 中国农业大学学报, 2021, 26(6): 141-149.
- [13] 张蓉蓉. 土壤盐碱化的危害及改良方法[J]. 现代农业科技, 2019(21): 178-179.
- [14] 黄武, 牟海燕, 梁煊. 土壤酸化的防护与治理研究进展[J]. 四川化工, 2019, 22(5): 9-13.
- [15] Alaoui A, Diserens E. Mapping Soil Compaction: A Review[J]. Current Opinion in Environmental Science & Health, 2018(5): 60-66.
- [16] 王爱民, 邹瑞昌, 王远全. 蔬菜生产中存在的问题及其对策探讨[J]. 南方农业, 2019, 13(13): 41-46.
- [17] 冀建华, 李絮花, 刘秀梅, 等. 硅钙钾镁肥对南方稻田土壤酸性和盐基离子动态变化的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(2): 227-236.
- [18] 张明来. 福建酸性红壤施用钙镁型土壤调理剂的效果研究[J]. 中国土壤与肥料, 2021(2): 283-288.

(责任编辑: 许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.009

无硝酸铵的改良 MS 培养基对马铃薯组培苗快繁的影响



刘丽芳, 邹雪, 丁凡, 余韩开宗, 陈年伟, 饶莉萍

(绵阳市农业科学研究院, 四川绵阳 621023)

摘要: 马铃薯组培苗快繁生产中, 因硝酸铵受管控, 迫切需要找到硝酸铵的良好替代物。以 2 个马铃薯品种为试验材料, 采用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 KNO_3 替代 NH_4NO_3 的改良 MS 培养基配方, 研究其对马铃薯组培苗生长的影响。结果表明: 在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 单独替代 NH_4NO_3 的 MS 培养基中, 2 个马铃薯品种的组培苗均表现茎叶、根鲜重显著减少; 在 KNO_3 单独替代 NH_4NO_3 的 MS 培养基中, 2 个马铃薯品种的组培苗均出现不同程度黄叶、矮小现象; 而在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 KNO_3 混合替代 NH_4NO_3 的 MS 培养基中, 马铃薯组培苗均能生长正常, 其组培苗快繁适宜的硝酸铵替代方案为 $1.36 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 1.04 \sim 2.08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$ 。

关键词: 硫酸铵; 硝酸钾; 硝酸铵; 马铃薯; 快繁; MS 培养基

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0049-05

Effect of Modified MS Medium without Ammonium Nitrate on Rapid Propagation of Potato Tissue Culture Seedlings

Liu Lifang, Zou Xue, Ding Fan, Yu-Han Kaizong, Chen Nianwei, Rao Liping

(Mianyang Academy of Agricultural Sciences, Mianyang, Sichuan 621023, China)

Abstract: In the production of rapid propagation of potato tissue culture seedlings, there is an urgent need to find a good alternative to ammonium nitrate due to the controlled use of ammonium nitrate. In this study, two potato varieties were used as materials to study the effects of different modified MS formulas in which $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and KNO_3 were used as substitute to NH_4NO_3 on growth of potato tissue culture seedlings. The results showed that fresh weight of stem, leaf and root of seedlings significantly decreased in MS medium with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ as substitute to NH_4NO_3 ; seedlings showed yellow leaves and dwarf plant in MS medium with KNO_3 as substitute to NH_4NO_3 ; seedlings grew up regularly in MS medium with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and KNO_3 as substitute to NH_4NO_3 . It is a suitable plan that $1.36 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and $1.04 \sim 2.08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$ were used as substitute to NH_4NO_3 .

Key words: Ammonium sulfate; Potassium nitrate; Ammonium nitrate; Potato; Rapid propagation; MS medium

收稿日期: 2023-01-06

基金项目: 国家现代农业产业技术体系四川薯类创新团队项目 (scxctd-2009-09); 四川省科技厅育种公关项目 (2021YFY20019); 厅市共建作物特色资源创制及应用四川省重点实验室; 绵阳市农业科学研究院创新基金项目 (cxjj74)

作者简介: 刘丽芳 (1983-), 女, 副研究员, 主要从事薯类作物良种繁育及栽培技术研究工作, E-mail: llf_716@126.com

MS 培养基是马铃薯组培苗快繁生产中普遍使用的培养基,硝酸铵是 MS 主要成分之一。由于硝酸铵是工业制造炸药的原料,在高温等特定环境下易爆炸,生产和销售受到严格管控,购买难度很大^[1]。目前在苹果、草莓、葡萄、天胡荽、山豆根等植物的组织培养中,发现可以采用硫酸铵、尿素、氯化铵、碳酸氢氨等物质替代硝酸铵^[2-5]。硫酸铵化学性质稳定,能水解出 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} ,既能为不定芽提供氮素营养,又不会给大量元素母液增加新元素,是硫酸铵的良好替代物^[2, 3]。但不同植物对硫酸铵的适应性及适宜浓度存在较大差异,如火焰南天竹、山豆根等植物不适宜在硫酸铵代替硝酸铵的培养基中生长^[4, 5]。同时也有研究表明,高浓度 NH_4^+ 对植物根系有抑制作用^[6, 7]。马铃薯上已有氯化钾、硝酸钙替代硝酸铵的相关研究,但鲜见用硫酸铵作为替代物的相关报道^[8]。本试验以两个不同类型马铃薯品种为材料,研究不同硝

酸铵替代物对马铃薯快繁的影响,旨在为生产提供可选方案。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为马铃薯脱毒组培苗,分别是紫皮紫肉品种‘绵紫芋 1 号’和黄皮黄肉品种‘绵芋 1 号’,均为绵阳市农业科学研究院自主选育品种,由绵阳市农业科学研究院生物中心提供。

1.2 方法

1.2.1 马铃薯快繁培养基配制

试验设计 6 个处理,以常规 MS 培养基为对照(CK),以不含 NH_4NO_3 的 MS 培养基为基本培养基、添加不同 NH_4NO_3 替代物或替代物组合,研究其对马铃薯组培快繁的影响,替代物的添加量见表 1。每个处理 10 瓶,接种密度为每瓶 5 株,每株为带两个茎节的马铃薯。

表 1 马铃薯各培养基配方

处理	NH_4NO_3 含量 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 含 量($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	KNO_3 含量 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	培养基
CK	1.65	0	0	常规 MS
T1	0	2.72	0	无 NO_3^- , N 元素不变, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 替代 NH_4NO_3
T2	0	1.36	1.04	NH_4^+ 不变, NO_3^- 减半; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 KNO_3 组合替代 NH_4NO_3
T3	0	1.36	2.08	NH_4^+ 、 NO_3^- 均不变; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 KNO_3 组合替代 NH_4NO_3
T4	0	0	4.16	无 NH_4^+ 、N 元素不变, KNO_3 替代 NH_4NO_3
T5	0	0	2.08	无 NH_4^+ 、 NO_3^- 不变, KNO_3 替代 NH_4NO_3

注:表中 KNO_3 用量为常规 MS 培养基含量外的额外添加浓度。

1.2.2 培养条件

所有的培养基均附加白糖 $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、卡拉胶 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, pH 值 5.8。培养基在 121°C 条件下灭菌 20 min。培养温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, 光照强度为 $2\,500 \text{ Lx}$, 光照时间为 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

1.3 数据分析

组培苗在培养 30d 后,每个处理随机抽取 3 瓶,统计调查组培苗主要形态指标,包括株高、茎粗、茎叶鲜重、根鲜重、根冠比(R/T 值)、叶色等。数据分析采用 Excel 2007 和 DPS 14.5 软件进行。

2 结果与分析

2.1 不同培养基对组培苗鲜重、R/T 值及叶色的影响

两个马铃薯品种的组培苗在不同培养基中的生长存在显著差异(表 2 和图 1)。「绵紫芋 1 号」的根鲜重随 KNO_3 用量的增加而增加, T4 处理达最高值 4.68 g, 显著高于其他处理;在相同 KNO_3 用量条件下, 无 NH_4^+ 处理(T5)比有 NH_4^+ 处理(T3)的根鲜重显著增加。无 NH_4^+ 的 T4 处理、T5 处理的 R/T 值显著高于 CK。而「绵芋 1 号」的

根鲜重随 KNO₃ 用量的增加呈先增后降的趋势，T3 处理达最高值为 1.39 g。T2 处理中，‘绵紫芋 1 号’的茎叶鲜重、根鲜重、植株鲜重及 R/T 值均与 CK 无显著差异，而‘绵芋 1 号’的茎叶鲜重、根鲜重、植株鲜重及 R/T 值均显著低于 CK。‘绵芋 1 号’的根系生长对 NH₄⁺ 较敏感，无 NH₄⁺ 的 T4、T5 处理的 R/T 值显著低于 CK。此外，两个品种的 T1 处理的茎叶鲜重、根鲜重、植株鲜重均显著低于 CK，T4、T5 处理较 CK 的茎叶发黄。

表 2 不同培养基中马铃薯的植株形态

编号	品种	茎叶鲜重 (g)	根鲜重 (g)	植株鲜重 (g)	R/T	叶色
CK	绵紫芋 1 号	4.11 b	2.26 c	6.37 c	0.55 b	浓绿
	绵芋 1 号	2.28 c	0.97 b	3.25 b	0.43 ab	绿
T1	绵紫芋 1 号	2.63 d	1.29 e	3.92 d	0.49 b	绿
	绵芋 1 号	1.87 d	0.75 d	2.62 c	0.40 b	淡绿
T2	绵紫芋 1 号	4.27 b	2.17 c	6.44 c	0.51 b	浓绿
	绵芋 1 号	1.41 e	0.38 e	1.79 d	0.27 d	浓绿
T3	绵紫芋 1 号	4.59 ab	2.66 d	7.25 b	0.58 b	浓绿
	绵芋 1 号	2.61 b	1.39 a	4.00 a	0.53 a	浓绿
T4	绵紫芋 1 号	4.85 a	4.68 a	9.53 a	0.96 a	黄绿
	绵芋 1 号	3.15 a	1.18 ab	4.33 a	0.37 c	黄绿
T5	绵紫芋 1 号	3.62 c	3.69 b	7.31 b	1.02 a	黄绿
	绵芋 1 号	2.33 c	0.87 c	3.2 b	0.37 c	黄绿

注：数据旁不同小写字母表示同一品种间的差异显著（P<0.05）。

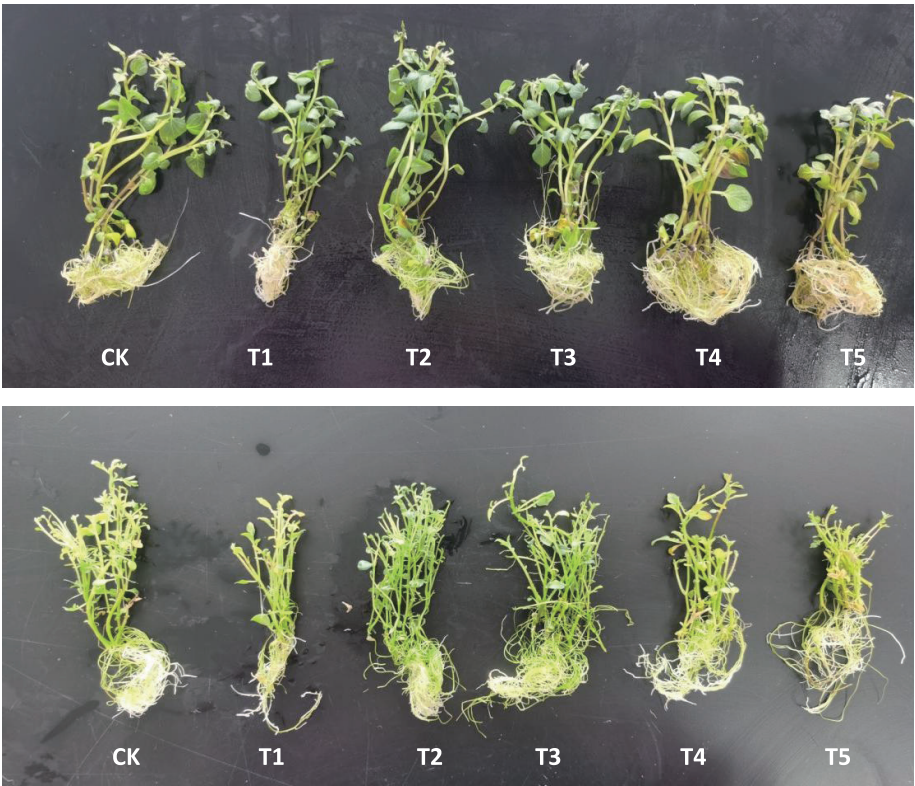


图 1 不同培养基上的马铃薯组培苗长势

注：a，绵紫芋 1 号；b，绵芋 1 号

2.2 不同培养基对组培苗株高的影响

与 CK 比, T1 处理明显抑制两个马铃薯品种组培苗的株高。‘绵紫芋 1 号’在 T2 处理中的株高最大, 为 15.7 cm, 但与 CK 的差异不显著; 各处理间随 KNO_3 用量增加, 株高有不同程度下降(图 2)。“绵芋 1 号”在 T1 处理中的株高最矮, 为 8.3 cm; 在 CK 中的株高最高, 为 12.9 cm, 但与 T2 处理的差异不显著; 不同 KNO_3 用量对“绵芋 1 号”株高的影响不显著。两个品种在 T4、T5 处理中的株高均显著低于 CK。

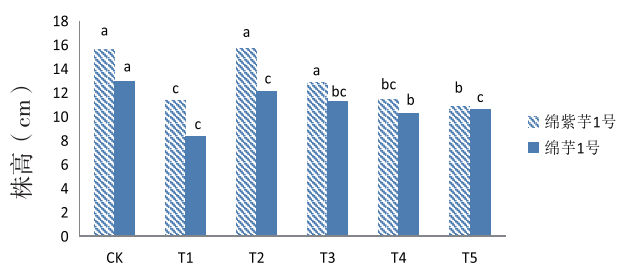


图 2 不同培养基对组培苗株高的影响

2.3 不同培养基对组培苗茎粗的影响

‘绵紫芋 1 号’在 T1 处理中的茎粗值最小, 为 1.01 mm, 明显低于其他处理组; 且其他处理组间的茎粗均无显著差异。‘绵芋 1 号’在 T1 处理组中茎粗达最高值, 为 2.06 mm, 明显高于与其他处理组; 其次为 T5 处理组的茎粗 (1.86 mm), 但其与 CK 组的茎粗无显著差异。

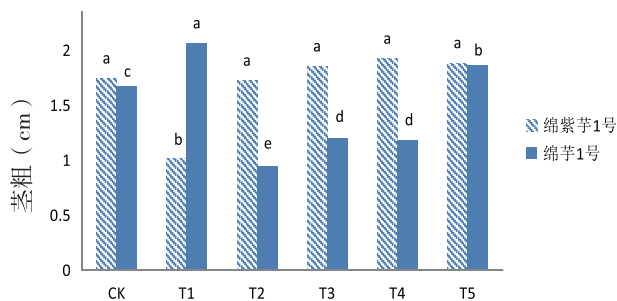


图 3 不同培养基对组培苗茎粗的影响

3 结论与讨论

两个马铃薯品种在 T1 处理培养基中均表现为根系和茎叶生长弱、植株黄化, 故 T1 处理不适宜马铃薯扩繁; 经 T4、T5 处理培养的植株均黄化、

矮小, 亦不适宜马铃薯扩繁。两个品种组培苗经 T2、T3 处理后长势有差异, 但植株长势均正常。经 T2 处理后, ‘绵紫芋 1 号’的植株鲜重、R/T 值及株高均与 CK 无显著差异, 苗长势与 CK 相当, 这可能与 T2 处理采用 KNO_3 补充 NO_3^- , 并增加了 K^+ 有关; ‘绵芋 1 号’的植株鲜重、R/T 值显著低于 CK, 主要体现在根减少、茎秆变细, 但茎节长度变化不明显, 不影响扩繁效率。越来越多的研究表明, 植物的生长发育受不同形态氮素的调控, 混合氮源比单一形态的硝态氮或铵态氮更有利于植物的生长^[7-9], 本研究结果也证实了此观点。综合组培苗长势, 马铃薯快繁中 NH_4NO_3 的适宜替代方案为 $1.36 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 1.04 \sim 2.08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$ 。

乔云发等^[7]的研究表明, 硝态氮促进植物侧根的发生, 增加根系长度, 从而增加根系生长量; 而铵态氮对作物根系有一定毒害作用, 降低了生物量。本研究发现, NO_3^- 浓度过低, 显著影响两个马铃薯品种根系的生长; 但 NH_4^+ 浓度过低仅影响 ‘绵芋 1 号’ 的生长, 表明不同的马铃薯品种的适宜 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 有较大差异。这与其他植物具有不同适宜的 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 的研究结果一致, 如巴西香蕉为 10:90, 甘薯为 1:2, 烤烟为 25:75^[9-12], 同一作物不同品种间的差异鲜见报道。生产上, 不同马铃薯品种在 MS 培养基中进行组培快繁的效果差异较大。今后研究不同马铃薯品种适宜的 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$, 再据此调整培养基配方, 也是解决这一问题的有效途径。

参考文献:

- [1] 陈俊彬, 王刚, 吴景武, 等. 危险的硝酸铵如何安全管控 [J]. 中国海关, 2020, (4): 40-42.
- [2] 王媛花, 齐娟红, 范艳珍, 等. 硫酸铵或尿素代替硝酸铵的 MS 培养基对苹果、草莓和葡萄组培苗继代的效应 [J]. 植物生理学通讯, 2009, 45 (7): 702-704.
- [3] 梁铠韵, 丰锋, 芮丹霓, 等. 硫酸铵替代硝酸铵

- 对天胡荽组织培养不定芽的影响[J]. 东南园艺, 2021, 9(6): 19-24.
- [4] 范沾涛, 刘寒, 梁莹, 等. 不同铵盐对山豆根组培苗的影响[J/OL]. 中国现代中药, <https://doi.org/10.13313/j.issn.1673-4890.20211229005>.
- [5] 贾思振, 王媛花, 颜志明, 等. 火焰南天竹叶片不定芽再生研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 73-75.
- [6] 田宵鸿, 李生秀, 王朝辉, 等. 莴笋对不同形态氮素的反应[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 377-381.
- [7] 乔云发, 苗淑杰, 韩晓增. 氮素形态对大豆根系形态性状及释放 H^+ 的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 265-269.
- [8] 袁以升, 李晓旭. 一种马铃薯脱毒微型薯生产过程中定植用组培苗的快速扩繁的组培方法[P], CN202010811475.4.
- [9] 严君, 韩晓增, 祖伟. 不同形态氮肥对大豆根系形态及磷效率的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(6): 1003-1007.
- [10] 王岚, 黄承和, 陈玉子, 等. 铵硝比对巴西香蕉生长和氮素营养的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 7(1): 26-29.
- [11] 张涵, 祖庆学, 聂忠扬, 等. 铵态氮/硝态氮比对烤烟生长以及碳氮代谢和水溶性氮含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(7): 73-77.
- [12] 李成阳, 柴沙沙, 刘意, 等. 不同氮素形态比对甘薯块根形成及光合产物运输分配的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2022, (7): 29-40.
- (责任编辑: 冯新)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.010

大棚百香果—竹荪立体生态栽培模式试验



肖兰芝

(将乐县经济作物中心, 福建将乐 353300)

摘要: 为探寻果—菌立体栽培模式, 以提高生产的综合经济效益, 在三明市将乐县开展了百香果—竹荪立体生态栽培模式试验。结果表明, 在大棚栽培百香果园内套种竹荪, 对果实品质影响不大, 但可以利用竹荪采收后的栽培基质作为种植百香果的肥料, 比常规大棚百香果栽培每 667 m² 产量提高 279.7 kg, 增收 2 797 元, 综合效益纯收入增加 6 700 元以上。

关键词: 百香果; 竹荪; 立体栽培; 大棚; 效益

中图分类号: S682.31

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0054-04

Experiment of Stereoscopic Ecological Cultivation Mode of Passion Fruit and Bamboo Fungus at Greenhouse

Xiao Lanzhi

(Jiangle County Economic Crop Center, Jiangle, Fujian 353300, China)

Abstract: In order to explore stereoscopic ecological cultivation mode of fruit and fungus and then improve comprehensive economic benefits of their production, experiment of stereoscopic ecological cultivation mode of passion fruit and bamboo fungus was conducted in Jiangle County, Sanming City. The results showed that there was little effect on fruit quality when bamboo fungus was interplanted at passion fruit greenhouse. Cultivation substrate after bamboo fungus was harvested could be used as fertilizer for planting passion fruit. When cultivation substrate was used as fertilizer, yield, income and comprehensive benefits were increased by 279.7 kg, 2 797 yuan and 6 700 yuan per 667 m² compared with conventional cultivation.

Key words: Passion fruit; Bamboo fungus; Stereoscopic cultivation; Greenhouse; Benefits

在福建省将乐县, 百香果的生长期是每年 3 月至 12 月, 竹荪主要出菇季节在 5 月底到 7 月中下旬。6 月中下旬当百香果枝蔓满棚时, 棚下三分阳七分阴正好为竹荪原基形成和子实体生长提供

了优良的遮阴环境, 两者在空间利用上有互补性, 并且都具有在生长过程对水分要求较高的特性, 这为二者建立立体生态栽培模式提供了可能。为探寻果—菌立体栽培模式, 以提高生产的综合经

收稿日期: 2022-09-12

基金项目: 福建省现代农业果树产业技术体系项目 (闽财指 [2017] 625 号)

作者简介: 肖兰芝 (1974-), 女, 高级农艺师, 主要从事果树、食用菌技术与推广工作, E-mail: jlgssxlz@163.com

济效益, 将乐县经济作物中心于2018年开展了大棚百香果——竹荪生态栽培与常规栽培对比试验, 调查分析不同栽培方式对百香果品质、产量的影响, 结果表明大棚百香果——竹荪立体生态栽培模式, 实现了百香果和竹荪等作物的优势互补, 提高了土地利用率, 是提高种植效益、增加农民收入的高效栽培模式, 值得在百香果适栽区推广。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点设在将乐县安仁乡泽坊村百香果设施连栋大棚, 大棚跨度8 m, 棚长30 m, 肩高2.5 m, 棚顶高4.5 m, 3~4拱为一连栋, 大棚配置微喷灌设施。试验材料中百香果采用‘福建百香果1号’营养杯苗; 竹荪选用将乐县栽培的当家品种‘竹荪D89’, 菌种引自福建农林大学菌草研究所。

1.2 百香果种植管理

百香果采用宽垄高畦栽培, 畦宽100 cm、高40 cm。3月20~25日选择主蔓达60 cm以上的百香果苗, 按行距6 m、株距1 m定植, 每667 m²种植110株, 种植后及时浇定根水并用黑白膜覆盖防草。采用“双蔓”式整枝, 一级侧蔓长至1.5 m时摘心, 促其生长次级侧蔓, 前期可以让次级侧蔓下垂生长, 当次级侧蔓着生6~7个果后, 摘心并将其顶端拉高至棚平, 6月中下旬百香果即可枝蔓满棚。待第一批果采收后, 每根侧蔓留2~3节进行短截, 促其重新长出新的侧蔓。大棚栽培为了提高坐果率, 分别于5月31日至6月5日、9月4~10日进行人工授粉, 时间安排在当天花完全展开、上午11时至下午18时前完成。

1.3 竹荪种植管理

2017年10月中下旬准备竹荪栽培料, 先按配方比例要求建堆发酵60 d以上; 2018年2月7~10日开“一”字型沟播种, 每667 m²播种竹荪菌种200 kg, 播种后覆土, 土厚大约5~8 cm。

1.4 试验方法

试验设2种栽培模式: 一是立体栽培模式,

即设施大棚内进行百香果——竹荪立体生态栽培, 是在百香果的两行间套种3畦宽80 cm的竹荪; 二是常规栽培模式, 即常规设施大棚百香果栽培, 百香果栽培行间不种任何作物。2种模式各栽培2 000 m², 并在各自田间随机取一行中6 m²设置为一小区, 3个重复。

7月17日、9月28日分别统计第一批果、第二批果每个小区的挂果数, 7月31日、11月19日分别随机抽取30个果, 测定分析2个批次百香果的单果重、纵横径、出浆率、可溶性固形物含量等品质指标, 计算6 m²产量, 折算667 m²产量。

2 结果与分析

2.1 不同栽培模式对百香果品质的影响

果重是评价水果质量的一项重要指标。由表1可知, 2种栽培模式相比较, 立体栽培的最大果略小于常规栽培, 而最小果略大, 差别不大; 其平均单果重77.2 g略高于常规栽培的76.7 g, 二者间差异不显著。立体栽培果实的纵横径均比常规栽培的稍大些, 二者的果形指数相同, 无差异。

出浆率反映了水果在深加工方面的利用价值。2种模式种植的百香果出浆率均为第一批果高于第二批果; 常规栽培的平均出浆率略高于立体栽培, 差异不显著。

可溶性固形物含量反映果实的营养成分, 尤其体现在多糖和蛋白质方面, 研究认为, 可溶性固形物含量越高证明该水果的营养越丰富^[1, 2]。2种栽培模式下, 第一批果的可溶性固形物含量均高于第二批果, 可能是因为前期施用有机肥量大, 百香果生长营养较好, 随着百香果的生长、有机肥的消耗, 营养水平下降而影响了百香果品质; 2种模式的平均可溶性固形物含量无显著差异。总体来看, 2种模式下的百香果果实性状指标差异均不显著, 说明立体栽培与常规栽培的果实品质基本相同。

2.2 不同栽培模式对百香果产量的影响

由表2可见, 2种栽培模式下第一批果的挂果

表 1 不同栽培模式对百香果品质的影响

栽培模式	单果重 (g)					纵径 (cm)	横径 (cm)	果形指数	出浆率 (%)			可溶性固形物 (%)		
	最大	最小	第一批果	第二批果	全年				第一批果	第二批果	全年	第一批果	第二批果	全年
立体栽培	107.5	45.2	78.0	76.4	77.2 ± 13.5a	6.4	5.8	1.1 ± 0.7a	43.7	42.0	42.9 ± 5.3a	17.8	16.2	17.0 ± 1.1a
常规栽培	108.3	43.6	75.6	77.9	76.7 ± 12.1a	6.3	5.6	1.1 ± 0.7a	48.9	39.6	44.3 ± 8.6a	17.1	16.7	16.9 ± 0.8a

注：表中同列数据小写字母表示 $P < 0.05$ 水平下差异显著，下表同

表 2 不同栽培模式对百香果产量的影响

栽培模式	6 m ² 挂果数 (个)			6 m ² 产量 (kg)			667 m ² 产量 (kg)
	第一批果	第二批果	全年	第一批果	第二批果	全年	
立体栽培	41.8	110.1	151.9 ± 13.7 a	3.3	8.3	11.7 ± 1.0 a	1296.8 ± 113.1 a
常规栽培	41.6	76.9	118.5 ± 16.3 b	3.2	6.0	9.1 ± 1.3 b	1017.1 ± 139.6 b

数和小区产量基本相同；而立体栽培的第二批果则明显高于常规栽培，6 m² 平均挂果数多 33.2 个、产量高 2.3 kg，全年合计数也都大于常规栽培，差异达显著水平。综合每 667 m² 产量比较，立体栽培比常规栽培产量高 279.7 kg，提高 21.6%，差异显著，增产效果明显。

3 小结与讨论

试验结果表明，与常规栽培模式相比，立体栽培模式对百香果结果具有良好的影响，主要表现为结果数量和产量的增加，而尤其是对第二批果的影响更大，立体栽培第二批果的挂果数、单位产量等明显高于常规栽培。这主要有三方面原因：一是第二批百香果开花时已入秋，空气湿度相对较低，而百香果授粉受精适宜的湿度为 50%~60%，立体栽培由于套种了竹荪，竹荪栽培土壤需保持较湿润环境，大棚空间湿度较高，更有利百香果授粉受精^[3]；二是套种竹荪后，竹荪生长过程中释放出更多的 CO₂，提高了棚内 CO₂ 浓度，提高了光合作用效率，促进了百香果的生长

结果，同时提高百香果品质^[4, 5]；三是竹荪菌丝分解栽培基质及其生长产生大量分解和分泌物质，为百香果生长提供了更丰富的营养源，有利于百香果产量和品质的提高^[6]。

大棚百香果套种竹荪的立体模式，也为竹荪生长创造有利条件，节约了竹荪栽培搭建阴棚的成本。百香果的生长期是 3 月至 12 月，5 月底至 6 月上旬后百香果枝蔓满棚，棚下三分阳七分阴，正好为竹荪原基形成、子实体的生长提供了良好的遮阴和出菇环境，这与庄文海开展的瓜蒌 - 竹荪生态栽培效果相似^[7]。

在将乐县采用大棚百香果 -- 竹荪生态栽培模式种植的百香果产量每 667 m² 比常规大棚的平均增产 279.7 kg，若按百香果田间每公斤售价 10 元计，则每 667 m² 可增收 2 797 元。立体栽培模式每 667 m² 可收获竹荪干品 50 kg，产值 8 000 元以上，增收 4 000 元。大棚百香果套种竹荪的立体栽培模式，实现了百香果、竹荪优势互补，提高了土地利用效率，是提高种植效益、增加农民收入的高效栽培模式，值得在百香果适栽区推广。

参考文献：

- [1] 赵怀勇, 李群, 张红菊. 加工番茄可溶性固形物含量相关因素研究[J]. 北方园艺, 2007(2): 22-24.
- [2] 马文霞, 倪玉洁, 谢倩, 等. 鲜食百香果果实品质综合评价模型的建立及应用[J]. 食品科学, 2020, 41(13): 53-60.
- [3] 郑德平. 竹林林下食用菌仿野生栽培模式探索[J]. 绿色科技, 2022, 24(3): 110-114.
- [4] 周文婷. 竹荪栽培过程中碳素物质转化和对土壤性状的影响[D]. 福州: 福建师范大学, 2015.
- [5] 郭家选, 钟阳和. CO₂浓度对食用菌生长发育影响的研究进展[J]. 生态农业研究, 2000, 8(1): 49-52.
- [6] 张丽敏, 蔡国俊, 彭熙, 等. 不同施肥对百香果产量和营养成分的影响[J]. 热带作物学报, 2021, 42(11): 3180-3187.
- [7] 庄文海. 瓜蒌-竹荪生态栽培试验[J]. 现代园艺, 2020(8): 6-9.

(责任编辑: 许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.011

永春县不同海拔芦柑果实日灼 发生率调查分析



张宇平

(永春县天马柑桔场, 福建永春 362601)

摘 要: 以永春县 6 个果园同一坡向、不同海拔的芦柑树作为研究对象, 通过分析高温条件下果实日灼发生情况, 发现果面温度、果实日灼率、日灼程度与海拔呈现极显著的负相关, 即前三者是随着海拔的升高而降低。果实日灼率、日灼程度与果面温度呈极显著正相关, 与光照强度的相关性差异并不显著, 可知果面温度是影响芦柑日灼的主要因子, 果面温度高则日灼发生率高, 不同海拔主要是通过果面温度变化影响果实日灼率。

关键词: 芦柑; 海拔; 果面温度; 果实日灼

中图分类号: S666.1

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0058-04

Investigation and Analysis of Fruit Sunburn Occurrence Rate of Ponkan at Different Altitudes in Yongchun County

Zhang Yuping

(Tianma Citrus Farm, Yongchun, Fujian 362601, China)

Abstract: Trees of one ponkan cultivar at the same slope and at different altitudes at six ponkan orchards in Yongchun County were used as research objects to analyze status of fruit sunburn occurrence at high temperature. The results showed that there was significantly negative correlation between altitude and factors including fruit surface temperature, fruit sunburn rate and degree. It meant that fruit surface temperature, fruit sunburn rate and degree decreased with the increase of altitude. Fruit sunburn rate and sunburn degree had significantly negative correlation with fruit surface temperature while there was no significant difference on correlation between light intensity and fruit sunburn rate and sunburn degree. Fruit surface temperature was the important factor affecting fruit sunburn of ponkan. High fruit surface temperature could result in high fruit sunburn rate. Fruit sunburn rate was mainly influenced by changes of fruit surface temperature at different altitudes.

Key words: Ponkan; Altitude; Fruit surface temperature; Fruit sunburn

收稿日期: 2023-01-12

基金项目: 泉州市科技计划项目 (2019C035R)

作者简介: 张宇平 (1985-), 男, 助理农艺师, 主要从事果树栽培技术工作, E-mail: 270740462@qq.com

芦柑 (*Citrus reticulata* Blanco cv. Ponkan), 又名椪柑、柑果、真柑、乳柑等, 是芸香科柑橘属植物^[1]。具有生长快, 结果早, 盛果期长, 色泽橙黄, 汁量丰富, 风味浓郁等特点, 且富含维生素等, 深受人们喜爱^[2]。芦柑主产于台湾、福建南部、广东东部, 是闽南一带名优产品。果实日灼是一种常见的生理病害, 是由于果实长期暴露在高温强光下造成的, 并且给果农造成严重的经济损失。全球气候变化的形势愈加严峻, 尤其是水资源短缺、气候变暖, 高温和强光 (尤其是紫外线 UV-B) 引起的果实日灼现象将会更加严重^[3]。日灼也是柑橘生产上常见的问题^[4]。南方地区柑橘日灼病常发生于 7~9 月, 由于高温干旱柑橘果实以及叶片在烈日强光下持续暴晒, 果皮气孔及水分蒸发的组织不够发达, 热能不能通过蒸腾作用释放出来, 从而引起果皮、叶肉生长受阻^[5]。果皮被晒伤之后, 晒伤部位粗糙坚硬、果皮颜色呈黄色甚至褐色, 果皮生长停滞、粗糙变厚、果实畸形, 内部枯水严重, 严重影响甚至完全丧失经济价值^[5-6]。芦柑是永春县种植面积比较大的经济果树, 近年来高温导致的日灼现象愈加严重, 有的果园日灼率达到 60%~70%, 导致果实失去商品价值, 影响果农经济收入。永春县山多地少, 柑橘多种植在山坡上。有研究表明, 不同坡向柑橘日灼程度有所不同, 在刘干生等人^[7]的研究中发现日灼现象最为严重的是西坡, 其次是西南坡、南坡、东坡、北坡。海拔不同, 水、热、湿、光也有较大的差异, 植物的生长发育也受海拔变化的影响, 焦润安等^[8]指出, 海拔通过影响气温、空气湿度、土壤温度等因素而影响橄榄的生长发育。目前, 不同海拔对芦柑果实日灼率的影响鲜有报道。为探究不同海拔高度对果实日灼率的影响, 本试验以永春县部分芦柑果场作为试验地点, 研究高温条件下不同海拔高度果实的日灼状况, 为芦柑产业降低日灼危害提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2022 年 7~9 月在永春县湖洋镇红卫场果园、郑志超果场、金山湖合作社、苏田果场等 4 个芦柑果园进行。在同一坡向选取 5 个海拔高度, 分别为海拔 200 m、300 m、400 m、500 m、600 m, 每个海拔高度各选取 6 棵树势一致、生长健康的芦柑树作为试验材料。

1.2 光温测定

在天气晴朗、气温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的 2022 年 7 月 31 日、8 月 20 日和 9 月 10 日, 于果园西坡在 13:30~14:30 用希玛数字照度计 AS803 对光照强度进行测定, 用福禄克 62MAX 红外测温仪测定果面温度。每棵树于树冠外围处选取 20 个果实, 每个海拔高度处理 120 个果实取平均值。

1.3 果实日灼情况统计

在果面温度与光照强度测量完成后, 统计每棵芦柑树冠外围总果实数、日灼果实数, 并按不同海拔分别计算总数、平均值, 及果实日灼率^[9]。然后根据不同的日灼程度对果实日灼情况进行分级, 分级标准按照张彦坤^[10]、孙爱良等^[11]的方法并作一定的修改: 0 级, 未出现日灼现象; 1 级, 日灼部位呈现黄色, 灼伤面积较小 (日灼部位面积小于果实总面积的 1/10); 2 级, 日灼部位颜色加深, 由黄色转为褐色, 灼伤面积增大 (日灼部位面积占果实总面积的 1/10~1/6); 3 级, 果皮灼伤部位转变成疤痕, 果面粗糙。

果实日灼率 (%) = 日灼果实数 / 总果实数 $\times 100$;

果实日灼程度 = (0 级 $\times 0$ + 1 级 $\times 1$ + 2 级 $\times 2$ + 3 级 $\times 3$) / 日灼果实数。

1.4 数据分析

通过 Microsoft Office Excel 2010 软件对数据进行统计分析并作图, 采用 SPSS 25 统计软件对数据进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同海拔高度对光照强度和果面温度的影响

图 1A 显示, 在 7 月 31 日、8 月 20 日和 9 月

10 日、一定海拔范围内,光照强度随着海拔的升高而增强,当海拔高度为 600 m 时,光照强度均达到最大值,分别为 2 485.6、2 473.0 和 2 233.5 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由图 1B 可知,芦柑

果实的果面温度随着海拔高度的升高而降低,海拔越高果面温度相对越低,当海拔高度为 600 m 时,果面温度达到最低,分别为 43.20、43.80 和 42.46℃。

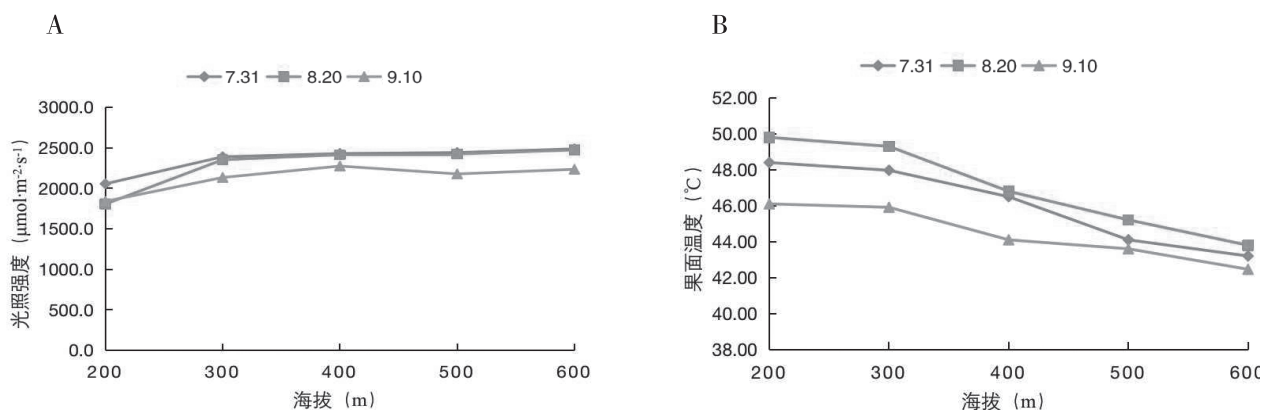


图 1 不同海拔对光照强度和芦柑果面温度的影响

2.2 不同海拔高度对果实日灼率和日灼程度的影响

由图 2 可知,果实日灼率随着海拔高度的升高而增加,海拔 200 m 处 3 个测定日芦柑果实日灼率均达到最大值,分别为 16.80%、23.80% 和 13.48%,而海拔 600 m 处日灼率最低,分别为 3.42%、9.70% 和 5.84%。在海拔 200 m、600 m 处,

8 月 20 日的日灼率相较于 7 月 31 日、9 月 10 日均最高。果实日灼程度的变化也呈现出随海拔的升高而下降的趋势,在海拔 200 m 处 3 个月的平均日灼程度达到最大值,分别为 2.130、2.428 和 1.721,海拔 600 m 处达到最小值,分别为 0.730、0.760 和 0.523。

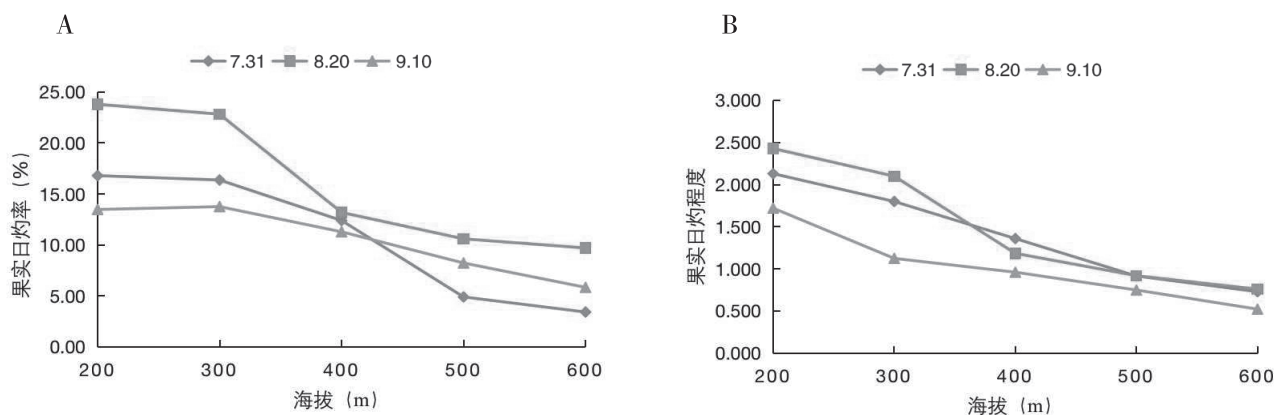


图 2 不同海拔对芦柑果实日灼率和日灼程度的影响

2.3 海拔、光照强度、果面温度与日灼率和日灼程度之间的相关性分析

由表 1 可知,双变量 Person 检验结果显示不同指标之间存在着不同程度的相关性。海拔与光照强度呈正相关,但差异不显著;海拔与果面温度、

果实日灼率、日灼程度均呈负相关关系,且差异极显著。光照强度与果面温度、日灼率、日灼程度呈现负相关,但差异不显著;果面温度与日灼率、日灼程度呈现出极显著的正相关。果实日灼率与日灼程度也呈极显著正相关。

表 1 不同海拔、果面温度、光照强度、果实日灼率和日灼程度之间的相关性分析

指标	海拔 (m)	光照强度 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	果面温度 ($^{\circ}\text{C}$)	果实日灼率 (%)	日灼程度
海拔 (m)	1				
光照强度 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.807	1			
果面温度 ($^{\circ}\text{C}$)	-0.986**	-0.717	1		
果实日灼率 (%)	-0.972**	-0.698	0.995**	1	
日灼程度	-0.987**	-0.855	0.972**	0.968**	1

注：**表示在 $P < 0.01$ 水平差异极显著。

3 讨论与结论

海拔高度主要是通过光、热、水、气等生态因子对果树的生长发育产生影响^[12]。在本试验中，不同的海拔高度果面温度的变化趋势与果实日灼率变化趋势相同，都与海拔高度呈现极显著的负相关，即随着海拔的升高而下降，同时果面温度与日灼率之间也存在着极显著的正相关，说明在一定的海拔范围内，果面温度变化会对日灼率的发生产生一定的影响，即当海拔升高，果面温度会降低，果实日灼率也会相对降低。本试验结果表明，当海拔高度为 600 m 时，芦柑果实日灼率相对最低。

海拔高度与光照强度之间呈现正相关，海拔越高光照强度越强。值得注意的是，本试验发现不同海拔高度下光照强度对芦柑果实日灼率的影响不大。而果面温度与芦柑果实日灼率、日灼程度呈极显著正相关。说明果面温度是影响果实日灼发生率的最主要因素。

综上所述，在一定的海拔范围内，海拔越高果面温度越低，则芦柑果实日灼率与日灼程度越低。因此我们认为，永春县在海拔 500~600 m 范围内种植芦柑可以有效降低果实日灼发生率。

参考文献：

[1] Cao J, Wang C, Xu S, et al. The effects of transportation temperature on the decay rate and quality of postharvest Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) fruit in different storage periods [J]. *Scientia Horticulturae*, 2019, 247: 42–48.

[2] 丁晓波, 张华, 刘世尧, 等. 柑橘果品营养学研究现状 [J]. *园艺学报*, 2012, 39 (9): 1687–1702.

[3] 万继锋, 陈杰忠, 李娟. 果实日灼病研究进展 [J]. *中国南方果树*, 2008 (2): 69–72.

[4] 万继锋, 李娟, 陈杰忠. 柑橘日灼病果皮抗氧化代谢的变化 [J]. *园艺学报*, 2012, 39 (10): 2009–2014.

[5] 胡艺帆, 葛聪聪, 黄运鹏, 等. 柑橘日灼病的发生及防控技术研究进展 [J]. *广西植保*, 2020, 33 (1): 25–27.

[6] 唐明丽. 柑橘日灼果的防治 [J]. *广西园艺*, 2003 (4): 40.

[7] 刘干生, 胡壮怀, 莫国平, 等. 柑桔日灼病的为害及防治 [J]. *中国南方果树*, 2003 (3): 22–23.

[8] 焦润安, 常正星. 陇南白龙江流域不同海拔油橄榄生长指标对气候变化的响应差异 [J]. *甘肃农业科技*, 2022, 53 (1): 37–41.

[9] 陈秋佑, 李春侠, 周秋蓉, 等. 外源钙对南丰蜜橘果实日灼发生率和品质的影响 [J]. *分子植物育种*, 2022 (8): 1–11.

[10] 张彦坤. 核桃果实日灼生理及影响因子研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2014.

[11] 孙爱良, 刘效朋, 刘贤召, 等. 冬枣果实膨大期日灼病灾害调查与研究 [J]. *湖北农业科学*, 2019, 58 (18): 39–42.

[12] 孙文泰, 尹晓宁, 刘兴禄, 等. 不同海拔高度对“红富士”苹果果实品质的影响 [J]. *北方园艺*, 2013 (6): 12–15.

(责任编辑: 许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.012

柑橘施用微生物肥效果试验

邓应秋

(福建省三明市三元区莘口镇乡村振兴综合服务中心, 福建三明 365000)



摘要: 为了验证施用微生物肥对柑橘的减肥增效效果, 以“科斯润”微生物肥、“森耕”有机肥为材料在早熟蜜橘上开展施肥试验。结果表明, 每 667 m² 橘园经 K1 处理 (有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 25 kg + 微生物肥 5 kg) 后产量和经济效益最好, 其次是 K2 处理 (有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 20 kg+ 微生物肥 5 kg); 与 CK 处理 (习惯施肥, 有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 25 kg) 相比, 经 K1、K2 处理后早熟蜜橘果实的纵横径增大、株结果数和可溶性固形物含量均得以增加; 而 K3 处理 (有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 17.5 kg+ 微生物肥 5 kg) 的效果最差。K1 处理后的蜜橘产值最高, 扣除肥料成本后的收益最好, 但是从产量、效益、减少化肥用量三者综合考虑, 推荐在习惯施肥基础上, 每 667 m² 增施“科斯润”微生物肥 5 kg, 减少化肥 20% 施用量, 也能达到增产、增效且减肥的效果。

关键词: 微生物肥; 柑橘; 化肥; 减量增效; 效果分析

中图分类号: S666

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0062-04

Efficiency Analysis of Application of Microbial Fertilizer on Citrus

Deng Yingqiu

(Xinkou Town Rural Vitalization Comprehensive Service Center of Sanming City, Sanming, Fujian 365000, China)

Abstract: In order to verify efficiency of chemical fertilizer amount reduction and fertilizer efficiency increase, experiment on application of ‘Kesirun’ microbial fertilizer and ‘Sengeng’ organic fertilizer on early-maturity citrus was conducted. The results showed that Yield and economic benefits reached the best when K1 treatment (300 kg Organic fertilizer+25 kg Compound fertilizer I and 25 kg Compound fertilizer II +5 kg microbial fertilizer) per 667 m² citrus orchard could obtain the highest yield and best economic benefits. K2 treatment (300 kg Organic fertilizer+20 kg Compound fertilizer I and 20 kg Compound fertilizer II +5 kg microbial fertilizer) could obtain the second yield and economic benefits. Compared with CK (Conventional fertilization, 300 kg Organic fertilizer+25 kg Compound fertilizer I and 25 kg Compound fertilizer II), K1 and K2 treatments could obtain larger vertical and horizontal diameter of the fruit, fruit number per plant and higher soluble solids content. Efficiency was lowest when K3 (300

收稿日期: 2022-12-21

基金项目: 四川鑫鑫骄阳生物科技有限公司研发基金项目

作者简介: 邓应秋 (1973-), 男, 农艺师, 主要从事经济作物技术推广工作, E-mail: ckd88@sina.com

kg Organic fertilizer+17.5 kg Compound fertilizer I and 17.5 kg Compound fertilizer II +5 kg microbial fertilizer) treatment was applied. Output value was highest and prohibit was highest without fertilizer cost when K1 treatment was applied. Comprehensively considering yield, economic benefits and reduction of chemical fertilizer, it was suggested that application of 5 kg ‘Kesirun’ microbial fertilizer based on conventional fertilization could reduce chemical fertilizer amount by 20% and increase yield and efficiency but reduce fertilizer amount.

Key words: Microbial fertilizer; Citrus; Chemical fertilizer; Chemical fertilizer reduction and fertilizer efficiency increase; Efficiency analysis

近年来三明市三元区的柑橘种植面积稳定在 3 733 hm² 左右, 是福建省柑橘主产区; 其中早熟蜜橘面积 1 466 hm², 是福建省优质特早熟蜜橘生产示范基地。柑橘是三元区农业主导产业, 但在生产中重化肥、轻有机肥、不施微生物肥的现象普遍存在。柑橘的优质丰产需要周期性向土壤中补充肥料, 在此过程中, 施用化肥能够直接供应植株生长所需矿质养分, 对果实产量有直接促进作用, 而施用有机肥则通过改善土壤物理结构, 及微生物降解等方式为植株提供养分, 保证了果实品质的形成^[1]。长期重复性耕作易使土壤环境恶化, 进而改变原有微生物的生存环境, 使其生命活动受到抑制, 群落种类和丰度下降, 功能发挥受到抑制, 有机质的降解作用被减弱而不能转化成为植物所吸收利用的养分^[2]。农业生产中化肥利用率低, 通过微生物肥对土壤养分的活化, 能够一定程度上减少化肥的投入, 且对生产影响不大。若是在全肥条件下增施微生物肥, 则既能够增加产值, 又有效减少生产成本^[3-4]。微生物肥是国家减肥增效项目中的重要肥料替代产品, 其不同作物上的作用效果还需要开展研究^[5-6]。为了验证“科斯润”微生物肥对柑橘的减肥增效效果, 开展减施化肥、增施微生物肥试验, 为生产上的示范推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验作物是 29 a 生早熟蜜橘。试验地设在三明市三元区西际村, 地块坡地, 土壤类型为灰红泥

土。试验前据《NY/T 2911-2016 测土配方施肥技术规程》采集基础混合土样 1 个, 送福建省地质矿产局三明实验室, 测出试验地土壤的 pH 值为 4.59、有机质含量 16.9 g · kg⁻¹、碱解氮 72.0 mg · kg⁻¹、有效磷 7.7 mg · kg⁻¹、速效钾 49.7 mg · kg⁻¹。

试验用的“科斯润”微生物肥由四川鑫鑫骄扬生物科技公司生产(有效活菌数 ≥ 5 亿 /g, 有机质 ≥ 60%); “森耕”有机肥由三明市森阳农业科技公司生产(N+P₂O₅+K₂O 为 6.1%, 有机质 ≥ 45%); 复合肥 I (16-16-16) 和复合肥 II (18-18-18) 均由俄罗斯阿康公司生产。

1.2 试验设计

施肥试验共设 4 个处理(施用量均以每 667 m² 计): CK 处理(有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 25 kg), 即当地果农对柑橘施肥的习惯用量; K1 处理(有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 25 kg+ 微生物肥 5 kg), 即习惯施肥化肥全肥用量; K2 处理(有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 20 kg+ 微生物肥 5 kg), 即习惯施肥化肥 80% 用量; K3 处理(有机肥 300 kg+ 复合肥 I、II 各 17.5 kg+ 微生物肥 5 kg), 即习惯施肥化肥 70% 用量。采用完全随机区组排列, 每小区面积 56 m² (种蜜橘 5 株), 小区周围设置保护行, 设 3 次重复。

施肥分 2 次进行沟施, 分别于 2022 年 3 月 8 日施春肥, 包含一半量的复合肥、全量的有机肥和微生物肥; 5 月 8 日施壮果肥, 即施入另一半量的复合肥。灌水、病虫害防治等栽培管理按常规进行。

1.3 数据观测与分析

10 月 10 日收获蜜橘，按小区测定果实的单果重、纵横径、可溶性固形物含量等性状指标，统计树体的株结果数、小区产量，折算单位面积产量。数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行整理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理蜜橘农艺性状比较分析

对构成蜜橘产量影响较大的 5 个农艺性状进行了测定分析(表 1)，结果表明，与 CK 处理相比，

经 K1、K2 处理的株结果数、单果重、果实纵径、横径、可溶性固形物含量等各项指标基本上都优于 CK，其中 K1 处理的除果实纵径显著高于 CK 外，其余指标均极显著高于 CK；而 K3 处理的各项指标基本上都小于 CK，但差异不显著，其中可溶性固形物含量与 CK 相同。说明在全肥条件下增施微生物肥能显著提升蜜橘的果实品质和结果性能，而习惯施化肥 80% 用量对提升果品性能也有明显的促进作用。

表 1 不同施肥处理对蜜橘农艺性状的影响

处理	株结果数 (个)	单果重 (g)	果实纵径 (cm)	果实横径 (cm)	可溶性固形物 (%)
K1	395 aA	109.0 aA	5.9 aA	6.6 aA	13.2 aA
K2	386 abB	108.6 aA	5.8 abAB	6.5 aA	13.0 aA
CK	381 bB	105.2 bB	5.7 bcAB	6.2 bB	12.5 bB
K3	378 bB	104.1 bB	5.6 cB	6.1 bB	12.5 bB

注：同列数据后小写字母表示差异显著 ($p<0.05$)，大写字母表示差异极显著 ($p<0.01$)，下表同。

2.2 不同施肥处理蜜橘产量与效益比较分析

由表 2 可知，经 K1 处理后产量显著高于 CK，每 667 m² 蜜橘增产 178.7 kg，增产率 7.49%，

果实增产效果显著；K2 处理的产量略高于 CK，差异不显著；而 K3 处理的比 CK 减产 43.7 kg，减产率 1.83%，差异不显著。

表 2 不同施肥处理对蜜橘产量与收益的影响

处理	56 m ² 产量 (kg)				折合 667 m ²					
	I	II	III	平均	产量 (kg)	增产 (kg)	增产率 (%)	产值 (元)	肥料成本 (元)	增加收益 (元)
K1	225	216	205	215.3 aA	2 564.8 aA	178.7	7.49	19 492.5	684.0	1 183.1
K2	214	212	203	209.7 abAB	2 497.3 abAB	111.2	4.66	18 979.5	629.0	725.1
CK	202	200	199	200.3 bcAB	2 386.1 bcAB	—	—	18 134.4	509.0	—
K3	198	195	197	196.7 cB	2 342.4 cB	-43.7	-1.83	17 802.2	601.5	-424.7

注：各处理的施肥工资等成本基本相同

根据农资和柑橘的市场价格计算早熟蜜橘的产值、肥料成本和种植收益，“森耕”有机肥 0.78 元、复合肥 I 5.2 元、复合肥 II 5.8 元、“科斯润”微生物肥 35 元、蜜橘 7.6 元（均以每公斤计）。从

表 2 可以看出，K1 处理后的蜜橘产值最高，扣除肥料成本后的收益最好；其次为 K2 处理。而 K3 处理的产值和收益均不如 CK。

3 结论

通过在早熟蜜橘上施用“科斯润”微生物肥效果试验产量分析表明,K1处理(习惯施肥+微生物肥)和K2处理(习惯施肥化肥80%用量+微生物肥)比CK(习惯施肥)的增产显著,果实的单果重、果径和可溶性固形物含量也高,同时增加了种植收益;而K3处理(习惯施肥化肥70%用量+微生物肥)却比CK减产。因此,增施“科斯润”微生物肥的同时减少部分化肥用量,提升了种植收益,但只能减少化肥用量20%,否则将减产。K1处理后的蜜橘产值最高,扣除肥料成本后的收益最好,但是从产量、效益、减少化肥用量等三者综合考虑,推荐在习惯施肥基础上,每667 m²增施“科斯润”微生物肥5 kg,减少化肥20%施用量,也能达到增产、增效且减肥的效果。

黄勇等^[7]研究表明,微生物肥料能够通过改善果园土壤的生态环境,促进土壤养分供应以及土壤透气性,为植株根系提供良好生长环境,进而改善果树生产力。吴小杰等^[8]发现微生物肥料能够提高老龄果园苹果产量,增产幅度最高,达到了22.86%,增加了果实单果重。刘烽^[9]以试验表明,6种微生物肥料处理能够增加温州蜜柑产量,其中棵康对产量提升达到了显著促进作用。与本试验研究结果一致。

据介绍,“科斯润”微生物肥是一种集生根、保水、增肥、抗病和松土等五大功能于一体的微生物菌肥,在三元区9月到11月中旬连续2.5个月无雨,遭遇严重旱灾的情况下,施用“科斯润”

微生物肥仍然能够达到增产增收的效果,可能与该肥具有保水功能有关。

参考文献:

- [1] 宇万太,姜子绍,马强,等.施用有机肥对土壤肥力的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(5):1057-1064.
- [2] 丁伟,叶江平,蒋卫,等.长期施肥对植烟土壤微生物的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(5):1168-1176.
- [3] 杨旭初.微生物肥料的节肥效应及其对烤烟生长与品质的影响[D].长沙:湖南农业大学,2017.
- [4] 殷远滔.复合菌根生物肥的研制及对油松促生作用研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2018.
- [5] 李万才.国内外微生物肥料的发展概况[J].中国农村科技,2005(5):26-28.
- [6] 曹宝玲,吴细华,葛诚.复合微生物肥料的生产及应用探讨[J].中国热带农业,2008(2):38-40.
- [7] 黄勇,罗伟聪,吴丹妮.利用微生物肥料进行土壤生态修复治理的研究与分析[J].环境科技,2016,29(4):74-78.
- [8] 吴小杰,田稼,孙超,等.微生物肥料对洛川老龄果园苹果产量及品质的影响[J].山东农业科学,2018,50(7):37-41.
- [9] 刘烽.不同微生物肥料对柑橘幼苗生长及成年树结实的影响[D].武汉:华中农业大学.2019.

(责任编辑:许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.013

黑木耳优质高效袋料栽培关键技术

郭美蓉

(福建省尤溪县洋中镇经济发展综合服务中心, 福建尤溪 365104)



摘要: 为了提高黑木耳产量和质量水平, 实现提质增效生产目的。根据黑木耳的生长特性, 结合尤溪县气候特点和生产实践, 围绕季节安排、场地建设、品种选择、栽培袋制作、灭菌接种、发菌管理、下地摆场、水分管理、适时采收、清洁干制、病虫害防治等环节技术进行探讨, 总结出了一套黑木耳优质高效袋料栽培关键技术。

关键词: 黑木耳; 袋料栽培; 集成技术

中图分类号: S464.6

文献标识码: B

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0066-04

Key High Quality and High Efficiency Bagged Cultivation Techniques of Black Fungi

Guo Meirong

(Yangzhong Town Comprehensive Service Center of Economic Development, Youxi, Fujian 365104, China)

Abstract: The paper aimed to improve yield and quality of black fungi and realize production with improved quality and efficiency. Based on growth habit of black fungi and climatic features and production practice of Youxi County, the paper discussed technical links, including variety selection, establishment of culture room, manufacture of cultivation bag, management of mycelia growth, establishment of fruiting field, sterilization and inoculation, fielding planting, water management, harvest in time, clean drying and disease and pest control. The paper also summarized a set of key high quality and high efficiency bagged cultivation techniques of black fungi.

Key words: Black fungi; Bagged cultivation; Integrated technology

黑木耳 [*Auricularia auricula* (L.ex Hook.)

Underw] 又称木耳、细木耳, 属于担子菌纲、木耳目、木耳科、木耳属。黑木耳在我国食用菌产业中年产量位居第二, 仅次于香菇, 是出口数量大于进口数量的食品 and 商品^[1]。黑木耳含有粗蛋白质、多糖纤维素、铁、钙等营养成分, 具有丰富药用和食用价值, 被称为“素中之荤”“树上海蜇皮”。黑木耳生产基地主要分布在吉林、黑龙江、辽宁、

广西、云南、浙江、福建等地。

福建省尤溪县地处戴云山脉北麓, 属闽中山区县, 位于东经 117°48'30"~118°40'33"、北纬 25°50'36"~26°26'30"。境内以山地和丘陵为主, 境内多山, 林木资源丰富, 森林覆盖率达 75%。尤溪县气候资源丰富, 属于亚热带气候, 四季分明, 昼夜温差大, 无霜期超 330 d, 日照充足, 年平均气温 16~19℃, 雨量充沛, 降水量 1 600~1 800 mm。

收稿日期: 2023-01-09

基金项目: 2022 年福建省农作物品种试验鉴定示范基地项目

作者简介: 郭美蓉 (1974 —), 女, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: yzzslyx2022@163.com

劳动力资源丰富,交通方便。2013年,从浙江引进黑木耳在洋中镇后楼村示范种植7万袋,获得成功,取得了较好的经济社会效益。近来,洋中镇把发展木耳生产作为农业特色的主导产业抓,在乡村振兴产业兴旺中,努力推进黑木耳“设施化、专业化、标准化”的模式生产,把“小木耳”做成“大产业”^[2],带动农民增收,使得种植规模逐年扩大,至2021年洋中镇黑木耳种植突破1200万袋,产量超1000t,产值超6000万元,洋中镇成为尤溪县黑木耳生产的主要基地,规模约占全县1/4。本文以洋中镇后楼村为黑木耳种植基地,于7月下旬开始制作栽培袋,9月下旬下地摆场,10月下旬至翌年3月底出耳采收,经多年生产实践,围绕季节安排、场地建设、品种选择、栽培袋制作、灭菌接种、发菌管理、下地摆场、水分管理、适时采收、清洁干制、病虫害防治等关键技术环节进行探讨,总结出了一套优质高效黑木耳栽培技术,旨在促进黑木耳产业快速发展,以供参考。

1 季节安排

尤溪县黑木耳较适宜的出耳安全期为10月上旬至翌年4月底,以10月下旬至翌年3月底最适宜。因此,在洋中镇海拔200~500m的区域,7月下旬开始制作栽培袋、灭菌接种等,海拔高于500m的区域可提前10~20d进行。

2 场地建设

2.1 发菌棚建造

发菌棚应在出耳场地就近选择地方坐北朝南兴建,且交通便捷、地势较高、排水方便,每1万菌袋需建180~200m²发菌棚,大棚外覆盖反光膜,棚顶高3.5m、肩高2.0m及以上,长度20~30m为宜,棚四周挂遮阳网,棚顶安装喷淋设施,遇高温时喷水降温,棚外四周深开水沟,沟宽50cm、深40cm,降低地面湿度。当栽培袋下地摆场后就可以撤下反光膜,改发菌棚为晒木耳大棚。

2.2 耳场搭建

耳场选择 选择在交通便利、日照充足、清洁水源、环境无污染前茬水稻田、农地上搭建耳场^[3]。

耳场建设 耳场按照畦宽1.8m、长20~30m,沟宽35~45cm、深20~30cm建设,畦面呈龟背状并用稻草覆盖上再铺设无纺布或黑色薄膜(打孔),具有保持湿度、阻隔泥沙、抑制杂草作用,每隔1.5m立支架架设横杆,在横杆上牵拉6根塑钢绳,在耳床上方50~70cm高处设置一条喷水带^[3]。整理耳场时撒施石灰杀菌,喷高效低毒杀虫剂除虫。

3 品种选择

种业是农业的“芯片”,菌种是保证食用菌健康发展的基础和保证,黑木耳生产也不例外。因此,规范菌种、做好当家黑木耳菌种提纯复壮及品种筛选尤为重要。通过多年生产实践已初步筛选出‘黑木耳916’‘黑木耳黑山’‘黑木耳雪梅1号’等几个较适合尤溪县洋中镇种植的高产优质品种。其中‘黑木耳黑山’属中熟品种,引自东北地区,菌丝体生长整齐粗壮,菌丝洁白、生长温度20~32℃,出耳温度12~26℃,菌丝活力较强,菌丝走速较快,抗逆性中等,走满袋时间约40d;产量适中,每袋干耳产量90~120g(每袋培养料干重1000g);出耳整齐,耳片碗状,干耳黑亮、较小且厚,耳脉少,流耳率少于5%;口感细腻,产品质量好,市场售价高,深受种植户的青睐,是当前洋中镇主栽黑木耳品种之一。

近年来,洋中镇祥泰食用菌专业合作社从福建农林大学菌物研究中心、三明市真菌研究所引进‘农黑2号’‘天农21’等黑木耳新品种进行试验、示范栽培,表现出菌丝活力强,菌丝走速快,抗逆性中,出耳整齐,流耳率低,产量中等,品质优等特点,为今后较大规模推广做好良种储备。

4 栽培袋制作

4.1 培养料

必须选用没有变质的原辅材料,木屑应晒干

后存藏,且要粗细搭配,麸皮、轻质碳酸钙、石灰等必须选用质量纯正的产品。培养料的常规配方为杂木屑 88.5%、麸皮 10%、轻质碳酸钙 1%、石灰 0.5%。

4.2 栽培袋制作

先将主料杂木屑在制袋前 2 d 进行预湿,严格按配方要求配料并均匀拌料,含水量控制在 $55\% \pm 2\%$,采用 $55\text{ cm} \times 14.2\text{ cm}$ 聚氯乙烯专用黑木耳菌袋,装好培养料后菌棒重量控制在 $1.45\text{ kg} \pm 1\%$,pH 值 5.5~6.5,加水拌料后 4 h 以内完成装袋。

5 灭菌接种

5.1 灭菌

一般采用常压灭菌且做到“攻头保尾控中间”,即用大火猛攻确保在 4~6 h 灶内温度快速上升至 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 并维持 16~18 h,中途不得降温,后再用大火猛攻 0.5~1 h 后停火并焖 7~8 h 出灶,完成灭菌。生产上提倡用灭菌层架灭菌,提高灭菌质量。

5.2 焖堆

由于当地适宜黑木耳的接种期较短,部分菌袋需提前生产,对出灶后超过 5 d 未接种的菌袋,需进行焖堆消毒,能有效防菌袋污染,提高成品率。方法是:每 1 万袋栽培菌棒用 4 kg 气雾消毒剂进行熏蒸,待栽培菌袋中心温度降至 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下接种。

5.3 接种

由于洋中镇 8 月中下旬天气炎热,午间时段气温高不宜接种,接种应在上午 9:00 前或下午 16:00 后进行,每袋单面接种 3 穴;到了秋季 9 月上旬接种的,由于日平均气温逐渐降低,会造成黑木耳菌丝走速慢,拖延下地摆场时间,影响产量,为此,需以增加接种穴数办法来克服,每袋单面接种 4 穴或双面接种 5 穴。

5.4 套袋

接种后及时套上外袋,套袋扎口松紧适中,套外袋有利于降低栽培菌袋污染,提高成品率。

6 发菌管理

黑木耳发菌管理重点是防止高温烧菌、适温

发菌,提高发菌质量。

6.1 菌袋摆放

发菌的菌袋以排列式堆放,堆高 7~8 层,每排间距 40~50 cm,创造良好通风、降温条件。

6.2 菌袋翻堆

接种后半个月,当菌丝长到 4~5 cm 时要及时翻堆,菌袋按“#”或“△”堆放,堆高 7~8 层,每层 3~4 袋,堆间距 40~45 cm,菌袋的菌丝如果超过 10 cm 长则不宜翻堆,防止翻堆后温度过高而烧菌^[3]。

6.3 棚内控温

菌袋发菌期间,当棚内温度超过 $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,利用棚顶喷淋设施喷水,降低棚内温度,创造适温发菌条件。

7 下地摆场

7.1 刺孔

刺孔要在菌丝“后熟培养”后进行,让菌丝体积累足够养分,以提高产量和品质。当发菌 45~55 d,再“后熟培养”10~15 d(因品种而异)就可脱外袋刺孔,用刺孔机在菌棒四周刺孔,孔数 160~240 个,孔径 2~3 mm、孔深 0.8~1.5 cm。

7.2 养菌

刺孔后按照“#”或“△”字形堆放,层高少于 8 层,堆间距 30~35 cm,恢复养菌 3~5 d,待菌丝复壮后菌棒下地摆场,减少菌棒污染。

7.3 下地摆场

选择在晴天或阴天进行。每 667 m^2 可摆放菌棒 8 000~10 000 袋^[3]。

7.4 转筒晒筒

转筒晒筒是菌棒下地摆场 4~5 d 后,对菌棒进行转筒、调头日晒 2~3 次,防菌棒长晒造成菌丝退化^[3],确保菌棒周围木耳生长整齐一致。第一潮耳采后,也要进行转筒、调头日晒作业,增强菌棒菌丝体活力,提高第 2、3 批耳产量。

8 水分管理

科学的给水管理能提高黑木耳的产量和品质,应根据天气情况,采取干干湿湿交替管水方式,

坚持“晴天多喷,阴天少喷,雨天不喷”原则进行水分管理^[4],在清晨、傍晚给水效果好,有利于木耳生长。

8.1 前期管理

从菌棒下地摆场至耳芽形成阶段,不直接给菌棒喷水,让菌棒适应大田露天环境,此阶段保持耳床与水沟土壤湿润即可。下地摆场一周后如有菌棒偏干的,可在日落后稍加喷水保湿,防止菌棒脱水、培养料与塑料菌袋脱壁^[3]。

8.2 耳期管理

幼耳期 子实体原基形成到耳芽形成阶段。此阶段的基本条件要有光照刺激,温度、湿度适宜并有温差刺激,最佳的空气相对湿度应为85%~95%、袋内培养料含水量60%~70%,耳芽形成后耳蕾长至玉米粒大小时转入正常喷水管理,即可适当喷水,高温天气选择在日落喷水,要求少量多次,每天3~5次,每次喷水3~5 min,间隔15~25 min,让耳芽充分吸足水分,若耳芽发白,表明水分过多,应避免菌棒内积水。连续喷水5~7 d后应停水1 d,复壮菌丝,气温超过25℃要停止喷水。

成耳期 子实体由小耳长成大耳可采收阶段,一般需要10~20 d,最佳的空气相对湿度应在85%~95%,成耳期要多量少次喷水,即每天喷水1~2次,每次喷水1 h,间隔1 h,让子实体充分吸水,满足木耳生长水分需要,但要防止高温高湿杂菌污染烂棒^[3]。

8.3 低温天气管理

遇到低温天气应在午后喷水,霜冻天气应根据当地气象预报提前1~2 d停止喷水,减少子实体持水量,提高木耳防寒防冻能力。

8.4 转潮期管理

一潮木耳采后要停止喷水2~4 d,复壮菌丝后视天气状况、子实体生长情况采用合理喷水管理,进入下一潮出耳管理,方法同上。

9 适时采收

当耳片完全展开,耳根变细,边缘皱褶,并有少量孢子弹射,选择晴天采收。采收前停喷水

1~2 d,采大留小,不留耳基,以免引起杂菌感染和害虫为害。

10 清洁干制

采收的木耳及时干制,否则影响产品品质。采用晒架干制,将鲜耳摊放在晒架上晾晒,半干后再翻晒,直到木耳含水量达到12%及以下完成干制,分级包装、干燥贮存、出售。每1万袋菌棒要配备80~100 m²晒架。

11 病虫害防治

黑木耳生产过程如遇高温高湿,易感染病虫害,主要病害有青霉菌、木霉菌、绿霉菌、链孢霉、流耳病、烂耳病^[5]等,主要虫害有螨虫、米象、拟谷盗、蓑衣虫、蛭蛹、线虫等。黑木耳病虫害防治按照“预防为主,综合防治”的原则,并以农业防治、物理防治、生物防治为主导的综合防治措施,禁止使用高毒、高残留农药。

生产上预防黑木耳病虫害发生危害,要做好:第一,黑木耳栽培环境的清洁;第二,要选用抗逆性强、产量高、品质优的黑木耳品种;第三,要选用优质的培养料;第四,要灭菌彻底,无菌接种;第五,要及时采收,清洁化干制工作。

参考文献:

- [1] 唐平,俞卫平,支明玉.黑木耳的开发研究进展[J].农产品加工(学刊),2012(5):99-102.
- [2] 张蓉,毛玉屏,曹晓媚,等.柞水黑木耳袋料栽培关键技术[J].黑龙江农业科学,2021(10):142-144.
- [3] 杨彬.南方黑木耳长袋栽培关键环节技术集成[J].中国食用菌,2022,41(2):15-18.
- [4] 彭传尧.黑木耳袋料露地栽培提质增效集成关键技术[J].东南园艺,2019,7(2):32-34.
- [5] 钟迅.黑木耳病虫害防治要点[J].农家之友,2016(3):56.

(责任编辑:黄雄峰)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.014

海南省热带花卉产业现状与发展对策

罗远华¹, 杨光穗², 陆顺教², 吴建设¹(¹ 福建省农业科学院作物研究所, 福建福州 350013;² 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南儋州 571737)

摘 要: 提升热带花卉产业对优化海南经济结构和转变发展方式具有重要作用。近年来, 海南热带花卉生产规模稳步扩大, 已逐渐发展成为国家热带特色花卉生产基地。为了进一步系统掌握海南热带花卉产业发展现状和存在问题, 笔者对产业规模、企业概况、市场行情等进行了资料查阅、实地调查分析, 从加大科研力度、加大育种投入、优化产业布局、健全市场流通体系、构建花卉旅游体系等方面提出了相应的发展对策。

关键词: 海南省; 热带花卉; 产业; 现状; 对策

中图分类号: F326.13; S688.9

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0070-06

Current Situation and Development Countermeasures of Tropical Flower Industry in Hainan Province

Luo Yuanhua¹, Yang Guangsui², Lu Shunjiao², Wu Jianshe¹(¹ Crop Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China;² Tropical Crops Genetic Resources Institute, CATAS, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: Improvement of tropical flower industry plays an important role in optimizing economic structure and transforming development mode in Hainan Province. In recent years, tropical flower production scale in Hainan is steadily expanding and has gradually developed into a national specialty tropical flower production base. In order to further systematically grasp the development status and existing problems of tropical flower industry in Hainan, literature consulting and field survey on the scale, company profile and market situation of tropical flower industry in Hainan Province were conducted. This paper put forward corresponding countermeasures from aspects of strengthening scientific research, increasing investment in breeding, optimizing the industrial layout, improving market circulation system, and constructing tourism system of flower.

Key words: Hainan Province; Tropical flower; Industry; Current situation; Countermeasure

我国花卉商品化生产始于 20 世纪 80 年代, 90 年代后进入快速发展阶段, 现已成为世界第一以广东、福建、上海、北京为主要生产和消费中心, 大花卉生产国^[1]。我国热带花卉资源十分丰富,

收稿日期: 2022-10-11

基金项目: 福建省农业科学院对外合作项目 (DWHZ202209); 福建省农业科学院访学研修项目 (〔2020〕44)

作者简介: 罗远华 (1981-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事花卉栽培与育种研究工作, E-mail: luoyh426@163.com

热带花卉产业是典型热带高效农业和生态农业,也是最具发展潜力的现代都市农业。海南是我国最大的经济特区和唯一的热带岛屿省份,可以充分发挥区位和资源优势,在大力建设国际旅游岛和海南自贸区(港)的背景下提升热带花卉产业,对调整优化经济结构和转变发展方式具有重要示范作用。笔者对当前海南热带花卉产业优势、现状和问题进行了概述,并对其发展提出了建议,旨在促进产业的持续、快速发展。

1 海南省农业气候资源与种质资源优势明显

气候资源是农业自然资源的重要组成部分,直接影响农业生产过程,并影响区域农业生产结构、种植布局、作物种类、种植方式和耕作制度等^[2]。海南地势四周低平,中间高耸,呈穹隆山地形,以五指山、鹦哥岭为隆起核心,向外围逐级下降,由山地、丘陵、台地、平原等地貌构成,地貌多样,梯级结构明显,是我国最大的“热带宝地”^[3]。海南属热带季风气候,全年暖热,年均温 22.5~25.6℃,且冬季无霜冻;光照充足,年日照时间长,除中部山区因云雾较多只有 1 750 h 左右,其他大部分地区都在 2 000 h 以上,尤其西、南部地区达 2 400~2 600 h;干湿季分明,总雨量充沛,是同纬度世界上降雨量最多的地区之一,年平均降水量达到 1 640 mm。海南得天独厚的气候资源优势,有着“天然大温室”之称,为热带花卉产业的发展提供了良好的气候条件^[4]。分布于海南且具有观赏价值的野生植物资源十分丰富,据报道^[5]海南特有野生花卉约有 320 种,隶属于 69 科 182 属,丰富的热带野生花卉资源为新品种选育与产业化发展奠定了良好的材料基础。

2 海南热带花卉产业发展现状

2.1 生产规模不断扩大,区域化格局初步形成

据海南省林业局统计,截止 2021 年全省花卉种植面积达 1.89 万 hm^2 ,各类花卉经营主体总数超过 1.03 万个,从业人员达 6.9 万人,产业总产

值突破 60 亿元,年销售额近 40 亿元。年营业额 500 万元以上或种植面积 3 hm^2 以上的花卉企业有 292 个,部分地区还涌现出一批产值超千万元的大型企业,如三亚柏盈热带兰花产业有限公司、东方上彩现代农业有限公司、海南博大兰花科技有限公司等。

海南花卉产业区域化、集聚化、专业化发展格局已初步形成。海口、文昌等北部地区重点发展鲜切花(叶、枝)、盆栽观叶植物和优稀乡土观赏苗木;三亚、乐东等南部地区以热带兰花和金钱树等盆栽植物为主;五指山、琼中等中部地区重点发展荫生观叶植物、高档盆花和珍贵乡土树种等;儋州、东方等西部地区优先发展菊花、沙漠玫瑰等。截止 2020 年底,海南已有大型花卉产业园区、花卉产业风情小镇、花卉主题公园等 23 个热带花卉产业重点项目被列入各市县重点推进项目,通过以重点项目为抓手,加快建设集研发、种植、加工、销售为一体的市场新型经营主体,促进花卉产业“接二连三”融合发展^[6]。

2.2 种质资源持续丰富,主导产品不断加强

从 20 世纪 80 年代至今,海南对全省花卉种质资源进行了系统调查,并从国内外广泛收集品种资源,建设了一批设施完善的种质资源圃。如 2018 年建成并投入使用的“海南省三亚热带兰花种质资源库”,已收集入库了蝴蝶兰、石斛、卡特兰、文心兰等热带兰花种质资源共 4 032 种,其中原生种 2 512 种,栽培种 1 520 种。中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所、海南省农业科学院热带园艺研究所等科研单位系统开展了三角梅种质资源收集、种苗繁育和栽培技术等相关研究,已收集保存国内外三角梅品种资源 200 多个。截止 2020 年底,海南省三角梅种植面积超过 266.7 hm^2 ,年销量达 200 万盆,约占全省盆花总销量的 5%^[7]。目前,秋石斛、文心兰、蝴蝶兰等热带兰花,三角梅、金钱树、沙漠玫瑰等盆花盆景品种,以及粗肋草、绿萝、观赏凤梨、散尾葵、鱼尾葵、富贵竹等主导花卉品种的市场占有率不断提升,主导产品不

断加强。如在乐东黎族自治县政府的帮助下,乐东金钱树变身“摇钱树”,种植面积已发展到 1 333.3 hm²,年产值达 10 亿元,成为亚洲最大的金钱树种植基地,产品出口日本、韩国等国,当地百姓由此纷纷走上致富之路。

2.3 出台相关政策,促进产业持续发展

近十多年来,海南省政府根据自身条件不断出台花卉发展政策,对热带花卉产业各时期发展目标做了明确的规划。早在 2007 年出台了《海南省林业局关于加快全省花卉产业发展的意见》,明确了花卉产业发展重点,制定了包括加大资金扶持力度、减轻花卉税费负担、改革花卉办证放行制度等激励政策和保障措施。2011 年海南省人民政府在《关于加快热带花卉产业发展的指导意见》中,明确了花卉产业发展目标及产业布局,即到“十二五”末,全省花卉种植面积达到 1.33 万 hm²,因地制宜地将全省划分为北部、南部、中部及西部 4 个花卉产业区,重点发展鲜切花(叶、枝)、盆栽植物、观赏苗木、热带兰花、观叶植物及盆景等。2017 年,海南省人民政府在《海南省推进热带花卉产业发展实施方案》中,将热带花卉产业作为全省特色高效农业的支柱产业,规划到 2020 年种植面积达 1.67 万 hm²,大力推进以三角梅、一品红、蝴蝶兰、龙船花、凤梨、文心兰、菊花等为主的盆花和切花基地,以散尾葵、巴西铁、绿萝、金钱树、发财树、龙血树为主的切叶和盆栽观叶植物基地,及以木棉、凤凰木、大花紫薇、花旗木、风铃木等为主的观赏苗木等基地项目建设;2019 年底又出台了《海南省花卉苗木产业发展规划(2019–2035)》,规划到 2025 年种植面积达到 3.33 万 hm²、产值 200 亿元,到 2035 年种植面积达 5.33 万 hm²、产值 500 亿元;建成一批花卉基地、产业园、产业小镇、主题公园、交易市场等,最终形成特色鲜明、效益突出、市场影响力较强的产业体系,也进一步规划了东北部、南部、中部及西部花卉产业区的发展方向。

3 海南热带花卉产业发展存在的问题

经过二十余年的发展,海南热带花卉生产规模稳步扩大,已逐渐发展成为国家热带特色花卉生产基地,但与广东、云南、浙江、福建等先进地区相比仍有较大的差距,产业发展水平与自然气候资源优势极不匹配,特别是还存在以下突出问题和制约因素。

3.1 产业规模较小,产业总产值较低

海南花卉产业种植规模较小,缺少“一企一品”特色龙头企业,家庭作坊式生产仍占较大比重,“小而全”现象普遍,难以对市场形成影响力和拥有商品定价权,产业规模提升较慢。2021 年我国四大花木主产区——江苏、山东、浙江、河南的种植面积分别为 19.04、13.64、13.54、10.91 万 hm²,而海南仅为 1.89 万 hm²,远低于前四大产区。与同处热带及亚热带地区的云南和福建相比,海南花木总产值也较小,2021 年海南花卉苗木产业全产业链总产值虽突破 60 亿元,而同期云南为 1 034.2 亿元、福建 1 164.8 亿元。

3.2 设施化程度低,科技创新能力不足

设施化是花卉产业发展的重要方向。海南绝大部分花卉企业尤其中小企业,在进行花卉生产时往往凭借“天然大温室”的优良气候资源“靠天吃饭”,设施化程度低,仍以遮阳网、防虫网、防雨棚等覆盖简易钢管结构大棚栽培为主^[8];生产工艺也相对落后,容易受台风、强降雨等恶劣天气的影响,导致产品质量不稳定,单位产值较低。海南属中国冬暖区,园艺设施内基本无需使用加温设备,可四季运行,利用效率高,因此在海南发展设施园艺具有节省能源、投资少、效益高的特点^[9],可低成本实现园艺产品周年不间断供应。

3.3 自主新品种缺乏,标准化生产程度较低

花卉选育种的严重滞后,是制约中国花卉产业持续发展的瓶颈。长期以来,市场上流行的花卉品种大多是直接从国外引进,对本土花卉的挖掘力度不够,外来花卉“品种退化”、“昙花一现”

等现象十分普遍。“十二五”以来,海南虽然加大了花卉育种的投入,但育成的花卉新品种十分有限^[10],具有自主知识产权的花卉新品种仍严重缺乏,优良品种被国外“掐脖子”的形势十分严峻。同时,海南花卉生产标准也严重缺失,除热带兰花、三角梅等有制定相应的地方标准或企业标准外,其他类别极少制定生产标准,企业生产完全是按照出口商的出口标准或自身积累的种植经验来判断,标准化生产程度较低,生产管理较粗放,不能适应高质量发展的要求^[11]。

3.4 市场流通体系不健全,物流成本较高

目前,海南花卉产业相关统计工作相对滞后,花卉市场信息不灵,花卉信息服务网络体系不完善。花卉销售渠道也不畅通,除少数企业有相对固定的销售途径外,大部分企业和种植户的产品销售途径不稳定,且销售方式单一。海口、三亚虽建立了专门的花卉销售市场,但总体规模较小,缺乏专业化、规模化的花卉交易市场。国内销售的大宗花卉产品仍要通过广州花卉市场批发,出口贸易则基本通过“借道”“贴牌”完成,增加了流通环节成本,大大降低了企业的销售利润。

3.5 融合发展滞后,产业升值空间小

近年来,海南省花卉旅游产业得到了快速发展,但在基础设施建设、文旅产品体系的构建以及个性化差异服务等方面还存在不足。一是花卉文旅园区的基础设施不完善,产品开发深度不够,其他文旅要素缺乏,尚未形成完整的“吃、住、行、游、购、娱”等旅游功能^[12]。二是热带花卉产业融合发展项目虽“遍地开花”,但文旅产品体系不健全,与花卉生产、产品加工、销售服务等环节的联动性不足,且缺乏本土花文化内涵特色产品,花卉旅游品牌的打造力度不够,难以支撑国际旅游岛建设^[13]。三是花卉文旅产品缺少创新性和独特性,很多项目“千篇一律”,与特色传统文化、民俗风情等结合度不够,游客个性化参与度较低,体验感不足。

4 海南热带花卉产业发展建议

推进海南关于热带花卉产业发展政策的实施,需要充分整合各方面的优势资源,优化花卉区域产业布局,解决当前产业发展中的共性、关键、瓶颈问题,实现规模化、专业化、标准化生产,促进海南花卉产业健康、快速地发展,让花卉产业真正成为海南经济新的增长点。

4.1 加大科研力度,构建花卉科技创新体系

充分整合海南大学、中国热带农业科学院、海南省农业科学院、海南省林业科学研究院以及生产企业等的科研力量,建立高校、科研院所与花卉龙头企业相结合的产业技术创新战略联盟^[1],打造多形式多层次的科技创新平台体系。认真梳理当前海南热带花卉产业现状,找准产业发展中的共性、关键技术问题,开展联合攻关;提高花卉科研项目的立项比例,持续加大对花卉科研的扶持力度。同时,要进一步加强高层次研究型、管理型人才的引进与培养;积极推进“生态科技特派员”制度^[14],扩大花卉科技服务力度;加大技术培训力度,积极培养企业技术人才和乡土技术人才,提高从业人员的综合素质。建立“产学研、育繁推”相结合的花卉创新体系与人才队伍,切实提升花卉科研实力。

4.2 加大育种投入,完善良种繁育体系

国以农为本,农以种为先;产业兴旺,种业先行。种业是国家战略性、基础性核心产业,是促进农业长期稳定发展的根本。因此,应尽快建立健全海南花卉产品优势产区的良种繁育体系。一是建设热带花卉苗木种质资源数据库,建立资源共享平台,提供种质资源数据信息。二是依托有基础的高校、科研院所、龙头企业进一步建设各类专业化种质资源保存圃、野生花卉种质资源保护和驯化基地,为花卉科技创新提供重要物质资源支撑。三是要加强资源评价鉴选、种质创新及良种繁育等工作,并建设功能完备的种苗繁育基地,构建良种种苗工厂化繁育体系,加快优良

新品种的推广应用,提升核心品种的竞争力。

4.3 优化产业布局,提升专业化水平

充分利用海南自然气候资源优势,遵循“合理布局”“适地适花”的原则^[15],从产业规模化、专业化和集约化的原则出发,规划并逐步成为具有区域特点的产业链或产业集群。一是要在空间布局上,进一步构建和提升核心产业区。二是要根据各核心产业区主导的优势产品,进一步加强基地建设,实现规模生产。三是要提升专业化水平,树立“琼花”品牌形象,实施如海口切叶、儋州红掌、东方石斛、三亚蝴蝶兰、乐东金钱树等“地理标志”战略,提高公众对海南花卉品牌形象的认知度和美誉度^[11]。

4.4 健全市场流通体系,促进物流基地建设

充分利用在海南全岛建设自由贸易试验区和中国特色自由贸易港的契机,整合现有花卉市场资源,主打热带花卉苗木品牌,面向“一带一路”国家,尽快建立集现货交易、电子拍卖、仓储物流于一体的大型国际花卉交易市场、物流中心一级区域性花卉专业市场,完善鲜花冷链物流系统^[16]。同时,因市场需求多样,销售模式多元,要积极培育特色热带花卉网络销售品牌,抓好“花卉+互联网”销售形式^[17],构建多层次、多模式的线上与线下交易相结合的花卉销售网络。

4.5 构建花卉旅游体系,促进融合发展

充分利用丰富的海南热带花卉种质资源及热带花卉文化,大力发展热带花卉文旅产业,促进花卉产业成为振兴乡村的新兴产业,实现“绿水青山”向“金山银山”的转变。一是要充分借助海南国际旅游岛的品牌优势,将花卉产品赋予文化内涵,把花文化从文化角度上升为产业形态^[18],充分将花卉产业与全域旅游、景观休闲、科普观光、生态度假、主题游乐、产业博览、森林康养、美丽乡村等融合发展^[19]。二是要花卉赋能“美丽乡村”与“乡村振兴”,加强花卉主题创意设计,重点打造以花卉为主题的各类“鲜花小镇”,采取“龙头企业+合作社+农户”的运营模式,积极挖掘

与乡村特色风貌融为一体的“一村一品”花卉种植,并打造乡村“花海”、“花田”,带动当地农民增收。三是要积极开展花事活动,扩大三亚国际兰花博览会、海南迎春花卉节等重大花事活动的影响力,提升海南花卉品牌价值。四是要普及花卉基础知识,促进花卉文化体系的构建;深入挖掘热带花卉植物内涵,提升花卉产品延伸价值,加强以花卉为原料的产品开发^[20];注重民风民俗与花卉个性化互动体验的设计,满足个性化旅游需求。

参考文献:

- [1] 何金儒,王佳,程堂仁,等.产业联盟助力花卉产业高质量发展的探索与实践——以花卉产业技术创新战略为例[J].现代园艺,2022,45(24): 39-42.
- [2] 胡杰,戴声佩,李茂芬.华南热区农业气候资源时空数据库构建与集成分析[J].热带农业科学,2019,19(6): 103-110.
- [3] 徐蕾,要文倩,纪红兵,等.海南省非粮生物柴油能源植物的调查、化学组分的测定及筛选研究[J].植物科学学报,2011,29(1): 99-108.
- [4] 周文,孙君梅,刘贤词.海南热带花卉资源及其在园林中的应用[J].绿色科技,2020(17): 44-47.
- [5] 秦新生,钟云芳,宋希强,邢福武.海南特有野生花卉资源及其利用[J].中国园林,2011,27(7): 72-78.
- [6] 张玉荣.关键词:热带资源 建成全国最大热带经济作物生产基地[J].小康,2018(11): 48-49.
- [7] 妍然.发挥优势壮大基础——海南做好三角梅产业新文章[J].中国花卉园艺,2020,(Z1): 22-23.
- [8] 田丽波,商桑,张燕,等.海南省设施园艺发展现状及可持续发展的策略[J].热带农业科学,2014,34(4): 91-95.
- [9] 党选民,刘昭华,杨衍,等.海南发展设施园艺

- 的现状及适宜类型探讨[J].长江蔬菜,2007(12):4-6.
- [10] 熊安静,陈放.花卉产业:海南“美丽经济”大蛋糕[J].今日海南,2017(6):40-42.
- [11] 古洁.促进海南花卉产业发展的政策建议[J].开放导报,2018(2):96-100.
- [12] 莫春仁.基于农业与旅游融合视角的海南热带花卉园区发展初探[J].农村经济与科技,2019,30(21):81-83.
- [13] 李思,李慧婷,徐诗涛,等.自贸港建设背景下海南热带花卉产业发展刍议[J].安徽农学通报,2021,27(13):81-87.
- [14] 谢光明,李秀梅,刘进平.海南发展观赏石斛的优势与对策[J].热带农业工程,2022,46(4):43-46.
- [15] 吴宏宇.海南花卉产业发展现状与策略研究[J].现代商业,2011(20):68-69.
- [16] 范明水,蔡文举.“一带一路”背景下海南热带花卉产业发展的新商机[J].农业经济,2017(9):132-134.
- [17] 杨明珊,陆继亮,魏国震,等.云南现代花卉产业的优势和问题[J].农业工程技术,2020,40(13):14-21.
- [18] 譙德惠.花文化的注入使花卉产业更具活力[J].中国花卉园艺,2015(19):15-17.
- [19] 昌秋霞,李霖明,张哲,等.海南热带花卉产业文旅融合的发展路径与对策[J].热带林业,2022,50(1):58-67.
- [20] 李博奕,刘柯,方超.热带花卉植物图形符号开发及衍生应用研究[J].热带农业工程,2022,46(2):123-125.
- (责任编辑:许玲)

DOI: 10.20023/j.cnki.2095-5774.2023.01.015



漳州市食用菌产业现状与发展策略

袁 滨¹, 吴振强¹, 朱艺勇¹, 徐夏燕², 黄惠绿³, 沈妙金², 吴尚钦¹(¹ 漳州市农业科学研究所, 福建漳州 363005;² 福建省农村信用社联合社, 福建福州 350003;³ 龙海市角美镇人民政府, 福建漳州 363100)

摘 要: 漳州是福建省食用菌产业集聚发展较好的地区, 上下游关系企业齐全, 与海峡两岸乃至全国和国际合作势头良好, 素有“世界食用菌罐头之都”之美称。按照“加快发展、转型升级”的发展理念, 继续做好食用菌产业, 以特色农业助推乡村振兴发展。本文针对漳州食用菌产业现状, 提出发展策略。

关键词: 食用菌; 漳州; 产业集聚; 专业化; 新模式

中图分类号: S646; F326.13

文献标识码: A

文章编号: 2095-5774 (2023) 01-0076-05

Status and Development Strategy of Edible Fungi Industry in Zhangzhou City

Yuan Bin¹, Wu Zhenqiang¹, Zhu Yiyong¹, Xu Xiayan², Huang Huilv³, Sheng Miaojin², Wu Shangqin¹(¹ Zhangzhou Institution of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 363005, China;² Fujian Rural Credit Cooperative, Fuzhou, Fujian 350003, China;³ People's Government of Jiaomei Town, Zhangzhou, Fujian 363100, China)

Abstract: Zhangzhou City is a region where there were a well-developed edible fungi industrial agglomeration in Fujian Province, with a full range of upstream and downstream firms and good potential with cross-strait and even national and international cooperation, and is known as the “Canned Mushroom Capital of the world”. In accordance with the development concept of ‘Accelerating development, transformation and upgrading’, we should continue to develop the edible fungi industry and promote the development of rural vitalization with characteristic agriculture. In this paper, aiming at the status of edible fungi industry in Zhangzhou City, the development strategies were put forward.

Key words: Edible Fungi; Zhangzhou City; Industrial agglomeration; Specialization; New model

漳州市位于福建省东南部, 西北多山, 东南滨海, 属亚热带季风性湿润气候, 年平均温度 21℃, 年降雨量 1 500 mm, 无霜期达 330 d, 气候

条件非常适于食用菌的生长发育^[1, 2]。漳州政府和社会对发展食用菌情有独钟, 目前已形成一个上下游关联企业齐全, 规模化、工厂化、产业化

收稿日期: 2023-01-11

基金项目: 国家现代农业产业技术体系资助项目 (CARS-20); 福建省星火计划项目 (2021S0043); 福建省科技计划项目 (2020N0059)

作者简介: 袁滨 (1984-), 男, 副研究员, 主要从事食药食用菌育种和栽培技术研究, E-mail: yuanbin07031@163.com

生产经营特色明显的产业集群，漳州已成为我国著名的食用菌产业名城，各种蘑菇罐头和其他罐头食品的生产、加工及贸易的枢纽。食用菌产业的快速发展，推动了当地经济发展，也极大地提高了漳州的影响力和知名度^[3]，漳州已先后获得“中国罐头之都”“中国菇都”“中国食用菌名城”“中国食品名城”和“世界食用菌罐头之都”等美誉^[4-5]，是全国首批全市域建设的国家现代农业示范区、国家农业可持续发展试验示范区和农业绿色发展试点先行区。笔者就漳州市食用菌产业的现状、主要做法与成效进行总结，并提出相应发展策略和建议。

1 漳州食用菌的历史与现状

1.1 漳州食用菌历史

漳州食用菌栽培历史悠久，是福建人工栽培银耳的发源地^[6]，“漳州雪耳”在香港等地市场名头响亮。漳州大面积人工种植食用菌起始于上世纪60年代，最初主要种植双孢蘑菇，各县不仅设立蘑菇办，还带动当地村民种植双孢蘑菇，并组织协调双孢蘑菇购销，确保了漳州罐头厂的原料数量和质量，为当时漳州乃至福建和国家外贸出口创汇立下了汗马功劳。从上世纪80年代开始，漳州市成立蘑菇菌种中心站，初步建立了全市蘑菇菌种科研和推广网络，并立足本市气候、技术优势，扩大双孢蘑菇、草菇、白背毛木耳的生产规模，与此同时台湾业界人士带着技术、资金、设备、市场订单到漳州从事菌业生产与销售，推动当地珍稀菇类和反季节菇类生产，漳台合作极大地促进了漳州食用菌产业的跨越式发展。

1.2 漳州食用菌现状概况

全世界已发现的菌类非常多，但可食用且人工驯化栽培成功的种类很少仅约80种，其中已形成规模化、商业化栽培的种类约30种^[7]，漳州就有20多种。漳州的猪肚菇、白背毛木耳、杏鲍菇、双孢蘑菇等食用菌品种产量大、栽培技术成熟，其中白背毛木耳、猪肚菇产量世界第一，双孢蘑

菇产量全国第一，白背毛木耳、双孢蘑菇及其罐头制品出口量多年来均占全国出口总量90%和70%，食用菌机械产量占全国40%。中国食品土畜进出口商会确认漳州是“全国最大的双孢蘑菇、白背毛木耳和蘑菇罐头的生产、加工和出口基地”，中国农学会特产专业委员会授予漳州“中国白背毛木耳生产基地”称号。据统计，2021年全市食用菌鲜品总产量85.13万t，一产产值42.84亿元，全产业链产值175.86亿元，食用菌主要品种中有7种产品产量位居全省前三甲。漳州市食用菌品种多，产量高，产值在农业总产值中的比重越来越重，已成为全市发展势头良好的农业重要支柱产业。

2 主要做法及成效

2.1 以工业化理念发展食用菌产业

一是产业园区化。推进食用菌产业集聚发展，实现食用菌高产高效、优质绿色生产。全市以国家现代农业示范区建设为引领，统筹发展国家、省、市级现代农业产业园，省市级农民创业园，台湾农民创业园，规范建设了九冬双孢蘑菇产业园、靖城食用菌产业园等，形成“一区多园”农业发展格局，其中漳州市台投区建设九冬双孢蘑菇工厂化产业园，项目总投资1.9亿元、面积11hm²，项目投产后年产双孢蘑菇5000t。政府补贴资金，通过出售、出租标准化蘑菇房形式，把分散菇农集中到园区工厂化生产食用菌，有效避免了散户生产时产生的废水、废渣对环境造成的污染。二是生产智能化。鼓励食用菌工厂化生产企业以工业化思维加强设备和设施的改造，如大力发展液体菌种生产、引进无菌接种车间和智能化全自动装袋机，引导企业建立完善的生产质量监控体系和可追溯体系，大幅提高了漳州食用菌企业的工厂化智能化水平。目前全市食用菌工厂化企业有30多家，其中万辰生物2021年在主板上市。三是分工专业化。从品种培育、专业化生产、保鲜、加工、市场营销、设备制造等逐步实现专业化分工，积极打造完整的产业链，提高了生产效率和效益。

我市至少有 6 家食用菌企业对外供应培养好的出菇包或培养料,有 10 多支专业服务技术团队,有 3 家食用菌机械制造企业,有 300 多人从事营销,分布全国各大市场。

2.2 打响漳州食用菌品牌

一是推进生产标准化。以创建省级优质农产品标准化示范基地为抓手,通过在食用菌标准化示范区集成优新技术、提升设施水平、促进标准应用,示范带动菇农按标准化生产,提升产品质量安全水平。福建金明食品有限公司通过“科研单位+生产基地+订单式销售”的生产模式,在国家、省食用菌产业技术体系平台等项目的科技支撑下,集成双孢蘑菇二次堆肥发酵隧道工艺流程、杏鲍菇菌渣高效栽培双孢蘑菇关键技术、漳州双孢蘑菇高产栽培关键技术、新型覆土基质栽培双孢蘑菇技术等关键技术,推行标准生产规范,实现双孢蘑菇的周年化生产,一年可种植 5~7 个周期,蘑菇的产量和品质也得到大幅度的提升,一级菇比例达 90% 以上,产品订单式出口到香港等地。二是推进营销品牌化。鼓励、指导食用菌企业申报“三品一标”产品认证、名牌农产品和农业产业化龙头企业。目前,漳州有 4 家食用菌企业 6 个产品已获得有机食品认证,有 3 家企业 3 个产品获得绿色食品认证,有 30 多家企业 45 个产品获得无公害农产品认证;全市有 1 家企业获得国家级农业产业化龙头企业,有 16 家企业获得福建省农业产业化龙头企业;有 3 家企业获得名牌农产品和名牌产品注册商标,另有 20 多家企业申请了注册商标。三是提升漳州食用菌名城知名度。以举办中国蘑菇节等活动为契机,邀请世界各地专家、企业家参会参展,着力推动我市食用菌行业“专业化、信息化、品牌化、国际化”发展,提升“中国菇都”“世界食用菌罐头之都”的知名度。

2.3 提升食用菌科技水平

一是选育推广高优品种。国以农为本,农以种为先,优新品种是食用菌的“芯片”。推广示范高产稳产优质品种,如漳州市农业科学研

究所选育的白背毛木耳‘漳耳 43-28’‘杂 10-5’‘Ap738’、杏鲍菇‘日引 1 号’‘杏 3’、秀珍菇‘台秀 2019’,福建省农业科学院选育的双孢蘑菇‘福蘑 38’‘W192’,本地企业与福建农林大学合作选育的金针菇‘农万金 8 号’‘农万金 88 号’,进一步优化了我市食用菌品种结构。二是开发新型基质配方。针对我市金针菇和杏鲍菇等食用菌菌渣数量多的情况,国家食用菌产业技术体系和福建省现代农业食用菌产业技术体系通力协作,开展食用菌菌渣栽培双孢蘑菇、草菇、秀珍菇等的配方试验,筛选出适宜的高产优质配方,实现了菌渣资源废物再利用,开拓了生产原料来源,进一步压缩了生产成本,提高了菇农的生产效益,促进了生产的可持续性发展。三是发展深加工延长产业链。全市各类食用菌加工企业超 200 家,积极引导立兴、同发、海山、片仔癀等龙头企业通过研发新技术、新工艺,开发出新产品,开拓食用菌深加工市场;如同发食品利用废弃的蘑菇预煮液生产出调味品“蘑菇酱油”“蘑菇味精”,海山集团和片仔癀共同开发的保健食品“菇精糖片”等^[5]。

2.4 规范菌政管理

强化部门监管,认真贯彻落实新《种子法》《食用菌菌种管理办法》等法律法规,开展普法宣传工作,增强菌种生产经营者和使用者的法律意识。严把食用菌菌种生产经营许可审批关,落实食用菌菌种监管责任,开展对持有菌种生产经营许可证的企业随机抽查,同时开展食用菌菌种生产经营活动执法巡查,依法查处菌种无证生产经营,确保用种安全可靠,提高良种覆盖率,保证食用菌菌种质量安全,营造良好的产业发展氛围。

3 漳州市食用菌发展策略

中共二十大提出,全面推进乡村振兴,坚持农业农村优先发展,巩固拓展脱贫攻坚成果,加快建设农业强国,扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴。我市食用菌产业发展虽然取得

一定成效,但要实现全面发展还有很多工作要做。今后可以进一步围绕“一二三产业融合发展”,坚持绿色发展、特色生产、规模经营、产业融合的功能布局,做强做大秀珍菇、杏鲍菇、金针菇、白背毛木耳、猪肚菇等优势特色品种,建议:

3.1 进一步提升优势特色品种自主创新能力

巩固秀珍菇、杏鲍菇、金针菇等优势种类,加快发展猪肚菇、白背毛木耳、黑皮鸡枞等特色种类。进一步加强食用菌优势特色品种创新,支持科研院校和企业联合加大优势特色食用菌品种联合育种攻关力度,加快选育一批具有自主知识产权、高产优质的工厂化生产专用品种和独特新奇新品种,提高我市食用菌品种的自主创新能力;将新品种筛选与栽培试验同步提前进入生产企业,加快优势特色品种的中试、示范和推广力度,促进品种更新换代,提高我市优势特色品种良种覆盖率。

3.2 着力推广食用菌栽培新模式

漳州秀珍菇年栽培面积约1.2亿袋,现有的一家一户传统生产模式已经不能满足秀珍菇产业发展需求。近些年国家食用菌产业技术体系漳州综合试验站和福建省现代农业食用菌产业技术体系漳州综合试验推广站,针对秀珍菇产业存在的问题及制约秀珍菇转型升级关键技术瓶颈开展了大量研究,并在福建成发农业开发有限公司、福建云佳安生物科技有限公司、漳州市臻蕈生物科技有限公司等基地示范推广集成技术,采取“科研单位+企业(合作社)+农户”的模式,通过建立秀珍菇小户型“移动厢式菇场”示范基地,实行“六个统一”即统一原料采购、统一基质配方、统一菌包规格、统一技术服务、统一产品收购、统一品牌销售,引导农户开展秀珍菇工厂化周年化栽培。在漳州市和台商投资区各级政府的大力支持下,国家食用菌产业技术体系漳州综合试验站自2018年开始联合漳州市新发生物科技有限公司等开展双孢蘑菇培养料集中堆制发酵分户(厂)栽培新模式研究,依托政府分别建立吴宅草腐菌(双

孢蘑菇、草菇)堆料场和九冬食用菌产业园,并在台商区角美镇示范推广应用,取得较显著效果。该模式初步实现了秀珍菇等食用菌生产由一区制转向二区制生产模式,继而转向工厂化栽培模式的转变,有效解决了传统简易设施大棚栽培食用菌出菇集中引起的高产低价现象频发、产品质量安全难以保障、无品牌生产效益偏低等问题。

3.3 继续提高食用菌自动化智能化生产水平

依托南靖县、高新区的国家级食用菌产业集群项目,创建一个更高水平的食用菌产业园,支持有条件的企业进一步提高食用菌自动化、智能化生产水平。如福建万辰生物科技股份有限公司2020年扩建一条日产20t的真姬菇瓶栽自动化生产线,年增加产值8400万元;2021年再投资4.5亿元,新建一条日产150t的金针菇瓶栽自动化生产线,年可增加产值2.9亿元。2022年福建嘉田农业开发有限公司新建一条投资1.5亿元杏鲍菇瓶栽生产线,每天新增产量40t,年可新增产值0.8亿元。

3.4 支持食用菌冷链物流发展

加强食用菌冷链物流基础设施建设,支持建设一批冷链物流骨干企业和服务中心,建立食用菌产品从产地到市场、菌种从制种企业到栽培接种场所、菌包从制包培养场所到栽培场所的物流体系,做到冷链物流及时畅通。提高批发市场、零售终端低温专区覆盖面,确保食用菌鲜品冷链运输、低温销售。

3.5 进一步加大食用菌产业发展支持保障力度

强化食用菌生产优先用地保障,设施食用菌生产允许使用一般耕地,在不破坏耕作层的情况下可以使用永久基本农田,将食用菌产地初加工用地列入农业生产设施用地范畴。实施食用菌生产用电优惠政策,建议全市龙头食用菌企业生产用电电价参照工业用电再减半收取。大力宣传食用菌政策性保险兜底保障作用,强化设施食用菌保险保障跟进,扩大保险覆盖面,食用菌菌袋(瓶)及生产设施设备可作为保险标的投保,市县财政

给予适当保费补贴。利用互联网+大数据,围绕产前、产中、产后全过程,提供一系列配套数据信息服务,建设食用菌技术、设备、产品线上销售和服务中心,发挥数字技术对产业价值链提升作用。

参考文献:

- [1] 周敏,邓逸民,林莉.漳州市蘑菇丰产气象条件分析[J].福建气象,2009(3):38-41.
- [2] 郭福泉.2011年漳州市农业农村调研文集[M].漳州市文化出版局,2012.
- [3] 柯天明.漳州食用菌产业的现状和发展思路[J].浙江食用菌,2009,17(4):8-11.
- [4] 漳州政府网.背景资料:漳州市食用菌产业发展情况[EB/OL].<http://www.zhangzhou.gov.cn/cms/siteresource/article.shtml?id=20277399682060004&siteId=630318900937500000>,2010-10-18.
- [5] 黄如飞,苏依婕,郭庆亮.小蘑菇激活大产业[N].福建日报,2021-04-06.
- [6] 黄年来.中国食用菌百科[M].北京:农业出版社,1994.
- [7] 李玉.中国食用菌产业发展现状、机遇和挑战——走中国特色菇业发展之路,实现食用菌产业强国之梦[J].菌物研究,2018,16(3):125-131.

(责任编辑:黄雄峰)