

目次

流通保鲜

- 不同防冻剂对翠玉梨幼果冻害的效果研究
..... 马敏,张颜茹,张苏玲,张臻,樊进补,吴昌琦,刘志强,任雅倩,张绍铃,王利斌(1)
- 微生物素在果蔬采后保鲜中的应用进展 朱妞(6)

果蔬加工

- 果蔬干燥技术研究进展 李琳,王楦(9)
- 红树莓果酒的酿造工艺研究 王宇添(18)
- 野生软枣猕猴桃玉竹罐头的研制 李硕,金晶,胡龙,包新新,常爱霞,张雷(24)
- 红枣杜仲复合饮料的工艺研究 马鑫,赵子岐,胡楠楠,尤丽新(28)

质量控制

- 高效液相色谱法快速测定三种果蔬中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量
..... 吴丽,周书来(33)
- 我国农产品追溯服务发展现状及对策 周大森,郑晓冬,宋烨(38)
- 高效液相色谱-串联质谱法检测绿茶中硝苯地平 刘超,景赞,吕雪梅(44)
- 不同有机肥用量对京郊设施西瓜产量及土壤硝态氮含量累积的影响
..... 刘立娟,吴甜甜,刘慧,史鑫蕊,焦玉英,陈文钊,孙超(47)
- 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草生理特性的影响
..... 曹雨欣,张广娜,王芸,林祥杰,于军香,郑亚琴(54)
- 不同处理方式对蔬菜种传病毒病的消毒效果评价
..... 周玉忠,王忠全,夏世龙,李彦辉,梁文星(61)

综合利用

- 仙人掌果多酚的提取及抗氧化活性研究
..... 贾金滢,马超,张明,范祺,王崇队,张博华,孟晓峰,贾洪玉,杨立风(65)
- 高温米糠粕中蛋白质的提取工艺优化
..... 杨华,宣丽,权志中,杨宁,梁丽萍,宗绪岩(71)

产业发展

- 河北省平山县花椒产业现状及发展建议 王静璞(77)
- 我国菠菜的生产现状及发展策略 刘杰(81)

静宁县苹果园施肥管理存在问题及对策分析 李占武(84)

栽培技术

影响孢子甘蓝产量的因素及增产策略 王红旗,何金法,赵鑫(88)

鱼腥草白绢病的发生与防治 高立波,汤雪莲,潘荣,蒋生发,李晓晖,唐学军,王逢博,毛燕芬(91)

温室辣椒高产栽培技术 魏代国,李念军,徐春花(94)

茄子黄萎病的防治现状及对策 王俊红(98)

《中国果菜》编委会委员

管委会主任:李占海

管委会副主任:孙国伟 吴茂玉

管委会委员:李占海 孙国伟 吴茂玉 冯建华

专家顾问:赵显人 束怀瑞 孙宝国 沈青 鲁芳校 胡小松 王硕 陈昆松 罗云波 陈卫

编委会主任:吴茂玉

编委会副主任:单杨 叶兴乾 张民 肖更生 孙远明 陈颖 冯建华

编委会委员:(按姓氏笔画排序)

马永昆 孔维栋 王文生 王文辉 王开义 王成荣 王成涛 王国利 王贵禧 叶兴乾 冯建华 孙远明
孙爱东 朱风涛 江英 乔旭光 毕金峰 李喜宏 刘东红 辛力 张民 肖更生 吴茂玉 单杨
陈颖 赵晓燕 陈维信 孟宪军 邵秀芝 吴继红 杨杰 杨瑞金 岳田利 赵镭 邵海燕 姜桂传
崔波 阎瑞香 蒲彪 廖仲明 潘思轶 Alexandra Ingrid Heinermann(德) Peter Funk(德)



中国果菜

2020年 第3期
(第40卷,总第263期)

主管单位:中华全国供销合作总社

主办单位:中华全国供销合作总社济南果品研究所

主 编:冯建华

主 任:和法涛

编 辑:东莎莎 王春燕

发 行:苏娟

出版单位:《中国果菜》编辑部

邮 编:250014

地 址:山东省济南市燕子山小区东路24号

版权声明:

本刊已许可本刊合作单位以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文,相关著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。作者向本刊提交文章发表的行为视为同意我刊上述声明。

电 话:0531-68695431; 85118327

工作QQ:3173024692; 472046681; 1821666284

电子邮箱:zggcxs@163.com;

zhggc@public.jn.sd.cn

网 址:http://zggc.cbpt.cnki.net

刊 号:ISSN 1008-1038 CN37-1282/S

国内发行:全国各地邮局

邮发代号:24-137

国外发行:中国出版对外贸易总公司 代号DK37003

国外总发行:中国国际图书贸易总公司 代号BM6550

广告许可证:济广字 3701004000549

制版印刷:山东和平商务有限公司

定 价:(国内订阅价)人民币 10.00 元/册

(海外订阅价)10.00 元/册

MAIN CONTENTS

Circulation and Preservation

Effects of Different Antifreeze Treatments on the Freezing Damage of Young "Cuiyu" Pear

..... MA Min, ZHANG Yan-ru, ZHANG Su-ling, ZHANG Zhen, FAN Jin-bu,
WU Chang-qi, LIU Zhi-qiang, REN Ya-qian, ZHANG Shao-ling, WANG Li-bin(1)

Application of Microbial Element in Postharvest Preservation of Fruits and Vegetables

..... ZHU Niu(6)

Process

Research Progress on Drying Technologies of Fruits and Vegetables LI Lin, WANG Zhen(9)

Study on Brewing Technology of Red Raspberry Wine WANG Yu-tian(18)

The Development of Wild *Actinidia arguta* and Jade Bamboo Can

..... LI Shuo, JIN Jing, HU Long, BAO Xin-xin, CHANG Ai-xia, ZHANG Lei(24)

Technical Study of *Zizyphus jujuba* Mill and *Eucommia ulmoides* Oliv. Compound Beverage

..... MA Xin, ZHAO Zi-qi, HU Nan-nan, YOU Li-xin(28)

Quality Control

Determination of Dichlofluanid and Tolyfluanid Residues in Fruits and Vegetables by High Performance Liquid Chromatography WU Li, ZHOU Shu-lai(33)

Current Situation and Countermeasures of Retroactive Service of Agricultural Products in China

..... ZHOU Da-sen, ZHENG Xiao-dong, SONG Ye(38)

Determination of Nifedipine in Green Tea by HPLC-MS/MS

..... LIU Chao, JING Zan, LV Xue-mei(44)

Effects of Different Organic Fertilizer Application on Yield of Greenhouse Watermelon and Soil Nitrate Accumulation in Suburban of Beijing

..... LIU Li-juan, WU Tian-tian, LIU Hui, SHI Xin-rui, JIAO Yu-ying, CHEN Wen-zhao, SUN Chao(47)

The Effect of Rehydration after Winter Drought Stress on the Physiological Characteristics of *Vulpia myuros* C.Gmelin

..... CAO Yu-xin, ZHANG Guang-na, WANG Yun, LIN Xiang-jie, YU Jun-xiang, ZHENG Ya-qin(54)

Evaluation of Disinfection Effect of Different Treatment Methods on Vegetable Seed Borne Virus Disease

..... ZHOU Yu-zhong, WANG Zhong-quan, XIA Shi-long, LI Yan-hui, LIANG Wen-xing(61)

Comprehensive Utilization

Study on Extraction and Antioxidant Activity of Polyphenols from Cactus Fruit

..... JIA Jin-fu, MA Chao, ZHANG Ming, FAN Qi, WANG Chong-Dui, ZHANG Bo-hua,
MENG Xiao-feng, JIA Hong-yu, YANG Li-feng(65)

Optimization of Extraction Technology of Protein from High Temperature Rice Bran Meal

..... YANG Hua, XUAN Li, QUAN Zhi-zhong, YANG Ning, LIANG Li-ping, ZONG Xu-yan(71)

Industry Development

Current Situation and Development Suggestions of Prickly Ash Industry in Pingshan County of Hebei Province

..... WANG Jing-pu(77)

Production Status and Development Strategy of Spinach in China

..... LIU Jie(81)

Problems and Countermeasures in Fertilization Management of Apple Orchard in Jingning County

..... LI Zhan-wu(84)

Cultivation Mangement

Factors Influencing the Yield of Brussels Sprout and the Strategy of Increasing Yield

..... WANG Hong-qi, HE Jin-fa, ZHAO Xin(88)

Occurrence and Control of White Silk Disease of *Houttuynia cordata*

..... GAO Li-bo, TANG Xue-lian, PAN Rong, JIANG Sheng-fa, LI Xiao-hui, TANG Xue-Jun,
WANG Feng-bo, MAO Yan-fer(91)

High Yield Cultivation Techniques of Capsicum in Greenhouse

..... WEI Dai-guo, LI Nian-jun, XU Chun-hua(94)

The Current Situation and Countermeasures of Eggplant Verticillium Wilt Control

..... WANG Jun-hong(98)



CHINA FRUIT & VEGETABLE

No.3 2020 Tot.263

Publisher: "China Fruit & Vegetable" Editorial Department

Editor-in-chief: FENG Jian-hua

Director: HE Fa-tao

Editors: DONG Sha-sha WANG Chun-yan

Publish: SU Juan

Add.: 24 Yan Zi Shan Village East Road, Jinan P.R. China

Tel: 0531-68695431; 85118327

QQ: 3173024692; 472046681; 1821666284

E-mail: zggcxs@163.com; zhggc@public.jn.sd.cn

Website: <http://zggp.cbpt.cnki.net>

Domestic Standard Serial Number:

ISSN 1008-1038 CN37-1282/S

Domestic Distribution: Post Offices all over China

Mail No.: 24-137

Overseas Distribution:

The General Foreign Trade Co. China Publishing House

No. DK37003

Overseas General Distribution:

China International Book Trading Co. No. BM6550

Ads License: 3701004000549

Price: ¥10.00

不同防冻剂对翠玉梨幼果冻害的效果研究

马敏,张颜茹,张苏玲,张臻,樊进补,吴昌琦,刘志强,任雅倩,张绍铃*,王利斌*

(南京农业大学,江苏南京 210095)

摘要:为了解决梨花期前后霜冻(俗称“倒春寒”)给果农带来的经济损失,本研究以翠玉梨幼果(盛花后 12 d)为试材,利用人工气候室模拟自然界的霜降过程,研究了 10 种防冻剂——必博 PBO、天达 2116、调环酸钙、水杨酸(SA)、维生素 E+丙三醇、脱落酸、6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)、甜菜碱、脯氨酸、 γ -氨基丁酸和壳聚糖对减轻梨幼果冻害的效果。结果表明,随着低温胁迫时间的延长,幼果膜脂过氧化程度逐渐增加。霜冻前采用 0.5 mg/L 6-BA 或 3.62 mmol/L SA 处理均可有效抑制丙二醛(MDA)的积累,减轻膜脂过氧化伤害,减轻幼果冻害。对筛选出来的抗冻剂进行组合和验证,发现 0.5 mg/L 6-BA+3.62 mmol/L SA 处理对减轻翠玉梨幼果冻害的效果最好。

关键词:梨;幼果;霜冻;防冻剂;冻害

中图分类号:S661.2 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0001-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.001

Effects of Different Antifreeze Treatments on the Freezing Damage of Young "Cuiyu" Pear

MA Min, ZHANG Yan-ru, ZHANG Su-ling, ZHANG Zhen, FAN Jin-bu, WU Chang-qi, LIU Zhi-qiang, REN Ya-qian, ZHANG Shao-ling*, WANG Li-bin*
(Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In order to solve the unexpected economic losses caused by frosts (commonly known as late spring coldness) before and after the pear flowering period, the "Cuiyu" pear young fruit (12 d after flowering) was used as test material, and the artificial climate chamber was used to simulate the natural frost. This paper studied 10 kinds of antifreeze (Bibo PBO, Tianda 2116, calcium cyclate, salicylic acid (SA), vitamin E + glycerol, abscisic acid, 6-Benzylaminopurine (6-BA), betaine, proline, gamma-aminobutyric acid and chitosan) had effects on reducing the damage of young fruit. The results showed that with the prolongation of low

收稿日期:2019-12-20

基金项目:国家梨产业技术项目(130600905)

作者简介:马敏(1995—),女,在读硕士,研究方向为梨果实品质研究

* 通信作者:张绍铃(1961—),男,教授,主要从事梨分子辅助育种与种质创新、功能基因组与生物信息学、果实品质生理与调控机制、生殖生理与细胞信号转导等的教学与研究工作

* 通信作者:王利斌(1985—),男,讲师,主要从事采后生物学的教学与研究工作

temperature stress, the degree of lipid peroxidation in young fruit gradually increased, which was manifested by the accumulation of malondialdehyde (MDA) in the fruit. Treatment with 0.5 mg/L 6-BA or 3.62 mmol/L SA before frost can effectively inhibit the accumulation of MDA, reduce membrane lipid peroxidation, and reduce the damage of young fruit. Further, the selected antifreeze was combined and verified, and it was found that 0.5 mg/L 6-BA combined with 3.62 mmol/L SA treatment had the best effect on alleviating the "Cuiyu" pear fruit freezing damage.

Key words: Pear; young fruit; frost; antifreeze; freeze injury

梨(*Pyrus* spp.)是世界性的重要的落叶果树,我国是世界上最大的梨生产国,主要分布在河北、辽宁、山东、江苏等省。翠玉梨是一种早熟梨品种,品质好,营养价值高,深受消费者喜爱。梨树春季开花较早,经常遭遇晚霜危害^[1]。我国地域广阔,农作物栽培面积广,每年平均霜冻危害面积达34万hm²,最严重的年份达到77万hm²,造成至少30亿元的损失^[2]。近年来,我国北方地区晚霜冻害尤其严重。一些春季开花早的果树经常遇到晚霜危害,轻者减产,重者绝收^[3]。霜冻,又称为冻害,是指0℃或0℃以下的低温使植物组织内结冰引起的伤害^[4]。霜冻的种类有多种,依据霜冻发生的季节,分为春季霜冻、秋季霜冻、冬季霜冻。其中,春季霜冻(俗称“倒春寒”)对果树危害最严重,因为此时果树多处于花期或幼果期,器官对低温的抵抗能力较弱^[4]。冻害程度与植物的种类、器官、生育时期、生理状态等有很大的关系^[5-6]。对果树而言,树势越弱或树体营养越不足,冻害越严重。霜冻强度愈大,持续时间愈长,受害程度也愈重^[1]。相关研究表明,霜冻导致落花落果多是由于花和幼果细胞膜被破坏而引起的^[3]。活性氧自由基包括羟自由基($\cdot\text{OH}$)、单线态氧($\cdot\text{O}_2$)、 H_2O_2 、 $\text{O}_2\cdot$ 等与脂氧合酶(LOX)共同启动了膜质过氧化^[9]。在正常植物细胞中存在酶促和非酶促抗氧化防御系统,使活性氧自由基保持在一定范围内,阻止其对细胞膜的攻击^[7]。当植物体遇到低温胁迫时,活性氧快速积累,活性氧清除能力下降,膜脂过氧化加剧,使膜透性增加,细胞内含物大量流失导致细胞死亡^[8]。丙二醛(Malondialdehyde, MDA)是膜脂过氧化的最终产物,它是由体内活性氧自由基引发的不饱和脂肪酸降解而产生的^[9]。MDA的积累在一定程度上反映了体内活性氧自由基活动的状态。

多年来,国内外许多学者围绕果树冻害方面做了一些研究,但有关梨幼果冻害的研究相对较少。有学者发

现,某些防冻剂可提高抗氧化酶活性,抑制花或幼果膜脂过氧化^[10]。如李志军等^[3]在黄金梨子房膨大期采用3种防冻剂(天达2116、必博PBO和碧护)处理低温胁迫下幼果膜脂过氧化,结果表明,天达2116和必博PBO处理对减轻梨幼果冻害的效果较好。但是该研究存在以下诸多缺陷:以带黄金梨幼果的枝条为试材,与植株相比,存在一定的差异;降温过程与实际生产实践存在一定的差距;防冻剂的用量也并未标明,缺乏试验验证。因此,试验结果对实践的指导意义有限。本研究以翠玉梨花后12d子房膨大期的幼果为试材,采用带幼果的植株(2年生),模拟田间霜降过程,比较了不同防冻剂(必博PBO、天达2116、调环酸钙、SA、维生素E+丙三醇、脱落酸、6-BA、甜菜碱、脯氨酸、 γ -氨基丁酸和壳聚糖)处理对幼果膜质过氧化的影响,并结合试验验证,筛选出可减轻翠玉梨幼果冻害的防冻剂,为预防和缓解果树晚霜冻害提供理论依据现实指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料翠玉于2017年3月20日采自南京农业大学湖熟实验基地,树龄为2年,果园土壤为沙壤土,管理水平较高。选择生长势一致的植株为试验树。

1.2 试验试剂及浓度

必博PBO 300倍液:主要成分有稀效唑、细胞分裂素BA、生长素衍生物ORE和增糖着色剂、早熟剂、膨大剂、防冻剂、防裂素、杀菌剂、光亮洁净剂以及10多种微量元素,是一种功能较齐全的果树营养型生长调节剂。由四川省(农科院)月兰科技开发公司生产。

天达2116 1 000倍液:主要成分为海洋生物活性物质、细胞膜稳态物质、诱导抗病物质,内含复合氨基低聚糖、有机质、微量元素等23种成分,具有肥药双功能。在

植物遭受霜冻后,有一定的修复作用。由山东天达生物制药股份有限公司生产。

50 mg/L 调环酸钙,南京亿迅生物科技有限公司;3.62 mmol/L 水杨酸(Salicylic acid,SA),麦克林;0.25%维生素 E,麦克林;5%丙三醇,阿拉丁;18 mg/L 脱落酸,源叶生物;0.5 mg/L 6-苄氨基腺嘌呤(6-Benzylaminopurine,6-BA)、10 mmol/L 甜菜碱、5 mmol/L 脯氨酸、10 mmol/L γ -氨基丁酸、0.75%壳聚糖,均为源叶生物生产。

1.3 仪器与设备

JA1203 精密电子天平(10D101-150-0001-0500),上海良平仪器仪表有限公司;CT15RT 台式高速冷冻离心机,日立/Hitach;Tecan Infinite F200/M200 Molecular Devices 型多功能酶标仪,瑞士/Tecan。

1.4 试验设置

1.4.1 霜冻时间对幼果膜脂过氧化的影响

授粉 12 d 后,利用人工气候室模拟自然界的霜降过程——以 4 °C/h 的速度从 15 °C 开始降温,在 -2 °C 下维持 0、1、2、3、4、5 h 后,分别在不同时间点取大小一致、位置不同的幼果测定 MDA 含量。依据 MDA-冻害时间变化曲线,选择 MDA 含量提高 40% 左右的时间点作为低温处理时间。

人工气候室中具体的温度变化见图 1。以 4 °C/h 的速度从 15 °C 开始降温,在 -2 °C 下维持 3 h 后,再以 5 °C/h 的速度升温至 18 °C 并维持 2 h,分别在不同时间点取大小较为一致、位置不同的幼果测定其中 MDA 含量。

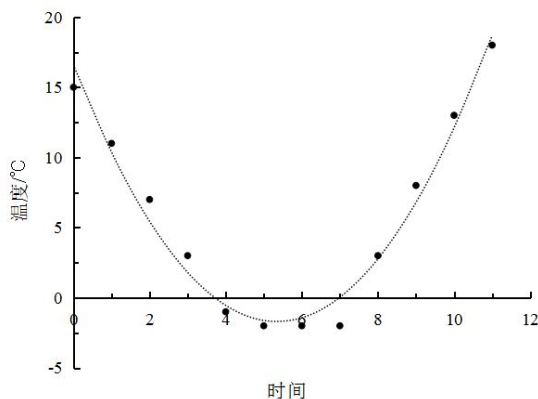


图 1 人工气候室温度变化示意图

Fig.1 Temperature change of artificial climate chamber

1.4.2 不同防冻剂的筛选

于授粉后 10 d 即在幼果期,选择生长状况好的幼苗

分别进行 10 种化学防冻剂的喷施,连续喷施 3 d,每次喷至雨淋状(500 mL),每种防冻剂设置 3 棵,挂牌标明每棵树喷施的防冻剂种类和喷施时间对照树每天喷施 500 mL 清水,2 d 后放入人工气候室进行低温处理。取大小一致、位置不同的幼果测定 MDA 含量。

1.4.3 6-BA、SA 防冻效果验证

将试验 1.4.2 选出来的防冻剂 0.5 mg/L 6-BA、3.62 mmol/L SA 进行单独/组合喷施,喷至雨淋状(500 mL),以清水处理(CK)为对照,2 d 后放入人工气候室进行低温处理。取大小一致、位置不同的幼果测定 MDA 含量。

1.4.4 次年进一步验证抗冻剂的效果

为了进一步验证试验 1.4.3 的结果,次年于授粉后 10 d 即幼果期喷施化学防冻剂,喷至雨淋状(500 mL),以清水处理(CK)为对照,2 d 后放入人工气候室进行低温处理。取大小一致、位置不同的幼果测定 MDA 含量。

1.5 测定指标与方法

MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸比色法^[10]。取 0.5 g 幼果样品,加 5% 三氯乙酸(TCA)5 mL,研磨后所得的研浆在 3 000 r/min 下离心 10 min。取上清液 2 mL,加 0.67% 硫代巴比妥酸(TBA)2 mL,混合后于 100 °C 水浴 30 min,冷却后离心。分别测定上清液在 450、532、600 nm 处的吸光值。丙二醛浓度计算公式见式(1),再进一步计算出单位鲜重植物组织中 MDA 含量。

$$\text{MDA 浓度 } c(\text{nmol/L}) = 6.45 \times (A_{532} - A_{600}) - 0.56 \times A_{450} \quad (1)$$

1.6 统计分析

应用 SPSS16.0 统计软件进行方差分析,采用单因素方差分析(One-way ANOVA),多重比较检验差异显著性,用 Excel 软件制图。

2 结果与分析

2.1 霜冻时间对幼果膜脂过氧化的影响

有研究表明,霜冻导致的落花落果多是由于花和幼果细胞膜被破坏而引起的,活性氧自由基在这一过程中起重要作用^[9]。低温胁迫下幼果 MDA 含量的变化可直接反映出细胞膜被氧化的程度以及细胞膜的通透性。如图 2 所示,低温胁迫起始时,翠玉梨幼果 MDA 含量为 4.02 nmol/g。随着低温处理时间的延长,MDA 含量逐渐增加。低温处理 3 h 和 5 h,幼果中 MDA 含量分别为 5.71 nmol/g 和 7.09 nmol/g;与低温胁迫起始时相比,分别显著提高了

42.21%和极显著提高了 76.56%。依据 MDA-冻害时间变化趋势图,选择 MDA 含量提高 40%左右的时间点作为以下试验的低温处理时间,即低温处理时间定为 3 h。

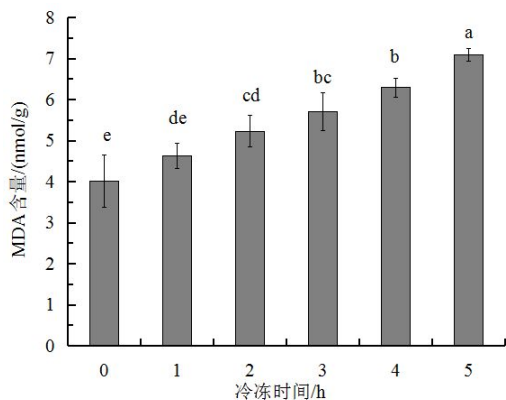


图 2 MDA 含量随冷冻时间变化趋势图

Fig.2 Change trend of MDA content during freezing time

2.2 不同防冻剂对幼果冻害的效果

前人研究发现,防冻剂可有效减轻梨幼果的冻害^[3],不同防冻剂处理对减轻梨幼果膜脂过氧化伤害的效果见图 3。由图可知,6-BA 和 SA 处理的幼果中 MDA 含量显著低于对照组 ($P<0.05$),分别为 5.490、5.537 mmol/L,冻害减轻了 18.46%和 17.78%,说明其可有效减轻翠玉梨幼果膜脂过氧化。调环酸钙、脯氨酸、天达 2116、 γ -氨基丁酸、壳聚糖、必博 PBO、甜菜碱、维生素 E+丙三醇处理对减轻果实冻害无明显效果。此外,维生素 E+丙三醇反而加重了果实的冻害 ($P<0.05$)。

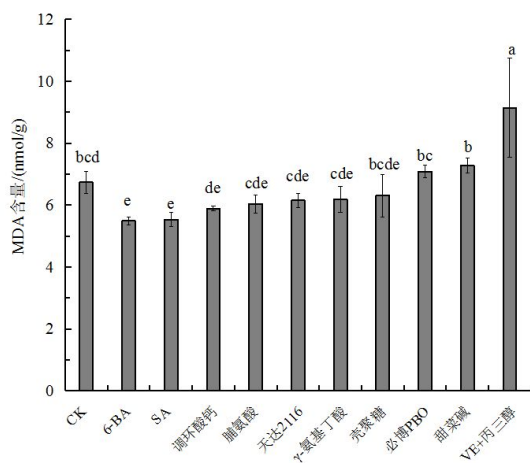


图 3 不同防冻剂处理对减轻梨幼果膜脂过氧化效果

Fig.3 Effect of different antifreeze on reducing membrane lipid peroxidation of pear young fruit

2.3 不同防冻剂组合对幼果冻害的效果

将筛选出来 6-BA 和 SA 进行单独/组合喷施,并于低温处理后测定翠玉梨幼果 MDA 含量,结果见图 4。由图 4 可知,6-BA、SA 及其组合处理均可显著抑制幼果中 MDA 的增加 ($P<0.05$);其中,6-BA 结合 SA 处理效果更好。低温处理 3 h 后,6-BA+SA 处理组果实 MDA 含量为 5.143 nmol/g,与对照组相比,下降了 20.14%。

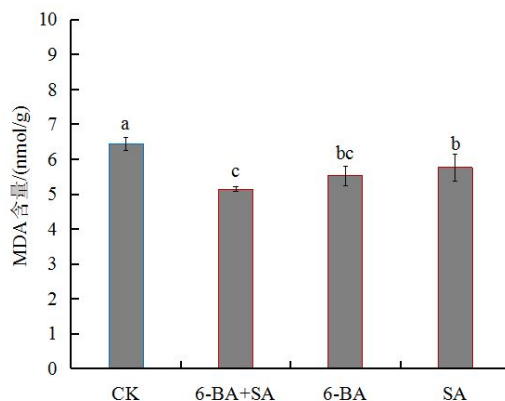


图 4 6-BA 和 SA 单独/组合处理对减轻梨幼果膜脂过氧化的效果

Fig.4 Effect of 6-BA and SA alone/combination on reducing membrane lipid peroxidation of young pear fruit

2.4 6-BA+SA 组合对低温冻害效果的验证

为了进一步验证 2.3 试验结果的可重复性,次年对筛选出来的 0.5 mg/L 6-BA+3.62 mmol/L SA 做进一步的低温冻害试验,结果见图 5。由图 5 可知,低温胁迫后,对照组和 6-BA+SA 处理组果实中 MDA 含量分别为 7.022、5.736 nmol/g,两者差异显著 ($P<0.05$)。研究结果表明,0.5 mg/L 6-BA+3.62 mmol/L SA 可显著减轻翠玉梨幼果的冻害。

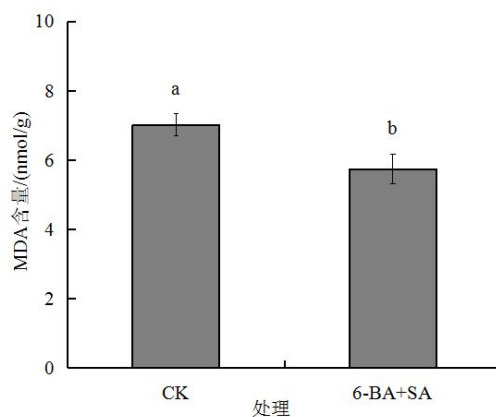


图 5 6-BA+SA 处理对梨幼果膜脂过氧化的影响

Fig.5 Effect of 6-BA+SA treatment on membrane lipid peroxidation of young pear fruit

3 讨论

Cao 等^[14]研究发现,随着低温胁迫时间的延长,果实中活性氧(H_2O_2 和 $O_2\cdot^-$ 等)含量逐渐提高。李志军等^[3]以黄金梨幼果为试材,研究发现随着低温胁迫时间延长,细胞膜的破坏程度越大,MDA 和相对电导率越高。

6-BA 是一种较活跃的细胞分裂素,也是农业和园艺生产上应用最广的细胞分裂素之一^[12]。6-BA 可以促进细胞分裂、促进芽的分化、促进细胞扩大、延缓叶片衰老、提高植物的抗逆性等^[12,13]。SA 是植物体内产生的一种简单酚类物质,在植物抵御病原菌入侵以及提高植物非生物胁迫的抗逆中有重要作用^[14]。前人研究发现,外源 6-BA 或 SA 处理均可显著提高植株/果实的抗寒能力^[15-18]。

本研究与李志军等^[3]的研究结果存在差异,分析原因可能是梨品种不一致,防冻剂的最适浓度也不尽相同。本研究表明,随着低温胁迫时间的延长,翠玉梨幼果膜脂过氧化程度逐渐增加;霜冻前采用 0.5 mg/L 6-BA 或 3.62 mmol/L SA 处理均可有效抑制膜脂过氧化,减轻幼果冻害。进一步对筛选出来的抗冻剂进行组合和验证发现,0.5 mg/L 6-BA+3.62 mmol/L SA 处理对减轻翠玉梨幼果冻害的效果最好。

参考文献:

[1] 马翠云. 梨花器官冻害生理机理的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2013.

[2] 宋天俊, 丁秀山, 王典章, 等. 晚霜危害与“天达-2116”等措施的应用[J]. 北方果树, 2005(05): 35-36.

[3] 李志军, 赵娜娜, 孙华丽, 等. 低温胁迫下不同防冻剂对梨幼果膜质过氧化的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(31): 261-264.

[4] 汪景彦, 张凤敏, 石乃贵. PBO 对红富士苹果防霜冻夺高产的效果[J]. 烟台果树, 2006(01): 36-37.

[5] 白琳, 白昕来. 杏树花期、幼果期抗寒力调查[J]. 北方园艺, 1992(06): 69-70.

[6] 王来平, 薛晓敏, 路超, 等. 几种抗逆增强剂对苹果花与幼

果抗寒力的效果[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(09): 109-112.

[7] AHMAD P, SARWAT M, SHARMA S. Reactive oxygen species, antioxidants and signaling in plants [J]. Journal of plant biology, 2008, 51: 167-173.

[8] SHEN W, NADA K, TACHIBANA S. Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars[J]. Plant physiology, 2000, 124: 431-440.

[9] IMAHORI Y, BAI J, BALDWIN E. Antioxidative responses of ripe tomato fruit to postharvest chilling and heating treatments [J]. Scientia hortic-amssterdam, 2016, 198: 398-406.

[10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术: 第 2 版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[11] CAO S, ZHENG Y, WANG K, et al. Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit [J]. Food chemistry, 2009, 115: 1458-1463.

[12] 方基建. 磷钾及 6-BA 处理对丝瓜幼苗抗寒性的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2010.

[13] 吴雪霞, 杨晓春, 朱宗文, 等. 外源 6-BA 对低温胁迫下茄子幼苗光合作用、叶绿素荧光参数及光能分配的影响[J]. 植物生理学报, 2013, 49(11): 1181-1188.

[14] 李德红, 潘瑞焱. 水杨酸在植物体内的作用[J]. 植物生理学报, 1995(02): 144-149.

[15] TASGİN E, ATİCİ Ö, NALBANTOĞLU B. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves[J]. Plant growth regulation, 2003, 41: 231-236

[16] WANG L, BALDWIN EA, PLOTTO A, et al. Effect of methyl salicylate and methyl jasmonate pre-treatment on the volatile profile in tomato fruit subjected to chilling temperature [J]. Postharvest biology & technology, 2015, 108: 28-38.

[17] 王丽. 外源氯化钙、水杨酸对不同葡萄品种抗寒性的影响 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005.

[18] 王兴, 徐琛, 苍晶, 等. 外源 6-BA 对小麦种子萌发及越冬期植株冻害的缓解作用 [J]. 麦类作物学报, 2013, 33(02): 357-363.

微生物素在果蔬采后保鲜中的应用进展

朱妞

(西安医学院,陕西 西安 710021)

摘要:微生物素在果蔬采后保鲜中有重要的应用价值,但目前实际应用在果蔬采后保鲜领域中的并不多。本文分析了目前已经应用到果蔬保鲜领域的微生物素种类,有乳酸链球菌肽、溶菌酶、木霉发酵液等,分析了其抑菌保鲜原理及研究现状;并结合微生物素的特点,提出了微生物素在未来果蔬采后保鲜中的发展趋势,即面对冷藏技术使用不完善的现象,可以开发利用更多的微生物素种类,如纳他霉素、红曲霉素、短梗霉多糖等,为今后果蔬采后保鲜领域的健康可持续发展提供参考。

关键词:微生物素;果蔬采后;保鲜;应用进展

中图分类号:TS255.3 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0006-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.002

Application of Microbial Element in Postharvest Preservation of Fruits and Vegetables

ZHU Niu

(Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China)

Abstract: Microbial element has a very important application value in postharvest preservation of fruits and vegetables, but it is rarely used in the field of postharvest preservation of fruits and vegetables. In this paper, we analyzed the kinds of microbial elements, such as nisin, lysozyme, *Trichoderma fermentation* liquid, etc, and analyzed the principle of bacteriostasis and the research progress. Combined with the characteristics of microbial elements, this paper analyzed the types of microbial elements that could be developed and used in the future postharvest preservation of fruits and vegetables, including natamycin, monascus, pullulan, etc, in order to provide some reference for the healthy and sustainable development of fruits and vegetables postharvest preservation in the future.

Key words: Microbial element; postharvest fruits and vegetables; fresh keeping; application progress

微生物素是指微生物的代谢产物,主要作为一种防腐剂,应用于食品保鲜领域中。微生物素在食品保鲜中具有良好的性能,能够在新陈代谢中有效杀死腐败的微生物,

在保护食品质量及延长食品食用寿命等方面有重要的作用^[1]。研究发现,微生物素中的微生物细胞具有较强的抗菌活性物质,这些物质能够通过降低物质的 pH

收稿日期:2019-11-11

基金项目:西安医学院博士科研启动基金项目(2018DOC01)

作者简介:朱妞(1983—),女,讲师,主要从事天然产物功能食品开发的教学与研究工作

值,干扰细菌蛋白质的合成以及影响细菌细胞膜的半透性,从而起到杀菌和降菌的效果,同时抑制食物的腐败变质^[2]。

目前,微生物素在果蔬采后中的应用,主要是用来保证食品安全、提升食品的储藏时间,有效保持食品原风味等。现代食品工业中,微生物素已经广泛地应用于肉制品和乳制品等食品加工领域^[3-5],因其使用效果佳而受到广泛关注。然而,在果蔬采后保鲜领域,微生物素的应用并不多见,因此,结合微生物素的特点,本文分析了目前已经应用到果蔬保鲜领域的微生物素种类(如乳酸链球菌肽、溶菌酶、木霉发酵液等),分析了其抑菌保鲜原理及其研究现状;在未来果蔬采后保鲜中,面对冷藏技术使用不完善的现象,积极开发微生物素种类(例如纳他霉素、红曲霉素、短梗霉多糖等)及其使用方法,为今后果蔬采后保鲜领域的健康可持续发展提供一定的参考。

1 在果蔬采后保鲜领域中应用的微生物素

1.1 乳酸链球菌肽

乳酸链球菌肽是一种经常使用的细菌素,实际使用的主要有乳酸链球菌、乳酸杆菌等细菌的代谢产物。此种代谢产物作为一种核糖体的合成产物,能够有效抑制细菌的生物活性,应用于果蔬采后保鲜具有重要的意义。调查发现,这种代谢产物能够有效抑制果蔬采后出现的革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌,常见的有沙门氏菌、大肠杆菌、假单胞杆菌、放线杆菌等。

20世纪末,王步江等^[6]将乳酸链球菌肽应用于苹果保鲜中,2 d后发现苹果的埃希氏菌属大肠杆菌得到了有效抑制。该应用证明了乳酸链球菌肽在果蔬采后保鲜中有重要的应用价值。多位科学家将新采摘的果蔬接种李斯特氏单孢菌后,使用乳酸链球菌肽进行杀菌处理,搁置一段时间后,观察发现果蔬上的细菌明显得到了抑制^[7]。除了保鲜研究,还有研究者专门针对乳酸链球菌肽抑制发酵的效果进行了验证分析,发现将此种微生物素应用到辣椒保鲜上,能明显延长辣椒的保鲜时间^[8]。此后,对乳酸链球菌肽应用效果进一步探究之后发现,微生物素与其他微生物素联合使用,对细菌的抑制作用得到了明显的提升^[7]。基于以上分析,乳酸链球菌肽应用于果蔬采后保鲜效果是非常明显的,但单独使用效果远远不如联合使用,因此应与其他微生物素联合使用,抑菌效果能够得到充分发挥。

1.2 溶菌酶

溶菌酶作为一种微生物素,主要由球孢链霉菌产生的,本质上是一种蛋白酶。长期研究发现,溶菌酶对抑制革兰氏阳性菌、好气性芽孢杆菌、枯草杆菌等有突出的作用,对于提升抗感染能力等也有一定的效果^[9]。但是,在使用溶菌酶的抑菌效果中发现,溶菌酶对沙门氏菌的抑制作用较小^[10]。

应用到食品保鲜中,溶菌酶常常与其他防腐剂联合使用,能明显提升食物的存储期限。典型的保鲜应用实例是在蘑菇中的使用,蘑菇保鲜期限由原来的3 d延长到现今的9 d左右,且蘑菇的质地不会发生变化,色泽和外观也不会出现较大的变化^[11]。在联合使用中,溶菌酶一般与甘氨酸复合使用浸渍草莓,延长保鲜时间。但也有学者发现,单一的溶菌酶使用效果更加突出,单一的溶菌酶涂膜对果蔬的保鲜更有作用^[11]。实际应用中,无论是单一使用还是联合使用,都是可行的,都具有重要的推广价值。

1.3 木霉

20世纪30年代,有研究者发现木霉在植物防护中有明显的效果,对于抑制植物细菌有重要的防治作用^[12]。随着这一发现的问世,木霉发酵液在果蔬采后保鲜防护中的应用得到了极大地推广^[13]。当前应用在果蔬采后保鲜中的主要是哈茨木霉、多孢木霉、绿色木霉、康氏木霉和钩木霉等类型。总结发现,木霉保鲜主要包括两种方式:木霉菌保鲜和发酵液保鲜。木霉菌保鲜是在使用木霉菌拮抗作用发挥的基础上实现的;木霉发酵液主要是木霉在发酵作用下而产生的抗菌物质,这种物质能够起到良好的防护效果。国外许多国家在果蔬采后保鲜防护中使用多孢木霉实现对苹果、蘑菇等果蔬的保鲜。

与上述乳酸链球菌肽与溶菌酶这两种微生物素的联合使用一样,木霉同样也存在联合使用增强效果的情况。研究者将哈茨木霉发酵液和多菌灵、托布津等实现联合使用,应用于茄子保鲜中,获得了突出的保鲜效果。尤其在温度较高的情况下,保鲜效果更突出。但是,木霉发酵液单独使用时,一旦遇到温度较高的情况,保鲜时间明显缩短。整体而言,木霉发酵液可以在果蔬采后保鲜中作为防腐剂使用^[14]。

1.4 其他

生防菌解淀粉芽孢杆菌、D-生物素、竹叶等植物提取物生物素等也能够有效抑制细菌和真菌,被广泛应用

于鲜花和果蔬的采后保鲜^[15-16]。解淀粉芽孢杆菌具有抑制真菌与细菌的能力,广泛应用于果蔬保鲜,是一种很有发展前途、无化学药剂残留的新型食品保鲜方法。它是一种具有广谱抑菌活性的细菌,能产生多种抑菌物质^[17]。荆卓琼等^[18]从银杏组织分离的内生细菌菌株中筛选出解淀粉芽孢杆菌 HZ-6-3,对灰葡萄孢菌的抑菌活性较好,抑制率为 79.06%。该菌株可产生蛋白酶、果胶酶、 β -1,3-葡聚糖酶和淀粉酶;能够显著抑制病原菌的菌丝生长,使菌丝生长扭曲,细胞膨大、形成串状孢囊结构等畸变。她还利用盆栽试验测定了该菌株对番茄灰霉病的防控效果,结果显示 1×10^8 CFU/mL 的预防效果和治疗效果最高,可达 81.12% 和 70.45%;上述结果显示菌株 HZ-6-3 具有作为生物制剂的潜能。王敏等^[19]以苹果为研究对象,以竹叶中的黄酮为活性成分,研究了不同浓度的竹叶提取物对鲜切苹果品质的影响,以开发天然的果蔬保鲜剂。结果表明,鲜切苹果通过不同浓度的竹叶提取物处理,可以减少苹果的质量损失,延缓色泽褐变以及多酚氧化酶活性的降低,同时对抗坏血酸和可滴定酸具有保护作用,而且鲜切苹果的感官品质得到了提高,其中黄酮浓度为 0.5 mg/mL 的竹叶提取液对鲜切苹果的保鲜作用最佳。

2 果蔬采后保鲜有待开发的微生物素

2.1 纳他霉素

纳他霉素也称为游链霉素,主要是纳他尔链霉菌所产生的代谢物,这种微生物素的活性较高,常常以环状四烯化合物形式出现。将该微生物素的性质特点应用于果蔬采后保鲜中发现,低浓度时仍然具有较高的活性,且对 pH 值的适用范围比较广,一般不会出现内部渗透的不良现象。在实际生产应用中,一般将此种微生物素应用于肉类和乳制品中,效果良好^[20];然而在实际生产中,纳他霉素应用到果蔬采后保鲜中的事例较少^[21]。但是,应该认识到在今后果蔬采后保鲜应用中,由于纳他霉素活性高和适应性广的优点,其保鲜价值必将得到进一步推广应用。

2.2 红曲霉素

红曲霉素主要是红曲霉的代谢物,作为生产生活中经常使用的一种微生物素,具有明显的细菌抑制活性,可应用到食品保鲜中。有研究者发现,红曲霉发酵液应用到果蔬采后保鲜中具有突出的效果,尤其在抑制果蔬的蜡状芽孢杆菌、索状杆菌、枯草杆菌、金黄色葡萄球菌、荧光假单胞菌等方面有突出的效果^[22]。也有研究者发现,红曲

霉素在抑制绿脓杆菌、大肠杆菌和变形杆菌等方面效果显著^[23]。在今后果蔬采后保鲜领域,红曲霉素的应用价值会逐渐被发现。

2.3 短梗霉多糖

短梗霉多糖又叫卜多糖,主要是出芽短梗霉所产生的代谢物。该种微生物素日常表现为水溶性胞外多糖,其中含有大量的大分子聚合物^[24]。在使用中,需要将短梗霉多糖及其衍生物作为保鲜剂使用,这些物质能够在采后的果蔬表面形成一种防护层,对于抑制水果和外界的空气交换、水分交换等有着显著的效果。短梗霉多糖成膜性、可塑性好,且安全无毒,可以生物降解,广泛应用于食品加工、医药等领域,如解决甘蔗、荔枝保鲜的技术难题^[25]。总之,短梗霉多糖在采后果蔬保鲜中,对于保护果蔬的营养价值,提升果蔬的保鲜时间等方面有较好的效果,可以加大研究力度。

3 小结

综上所述,果蔬作为人们生产生活必需品,随着食用规模的不断增加,采后保鲜愈发重要,新鲜果蔬的营养价值是各类果蔬加工产品所不能比的,因此果蔬采后保鲜研究意义深远。微生物素保鲜是一种安全高效、无毒的生物保鲜技术,具有广阔的应用前景。目前,在果蔬保鲜工作中,能应用的微生物素主要有乳酸链球菌肽、溶菌酶和木霉发酵液等,这些微生物素的使用保鲜效果显著。今后的采后果蔬保鲜应用中,可以进一步加强纳他霉素、红曲霉素和短梗霉多糖等微生物素种类的研究,可以从这些微生物素之间或与其它果蔬保鲜剂复配角度入手,开发更为高效的果蔬采后保鲜剂,为果蔬采后保鲜提供更多的应用类型。

参考文献:

- [1] 毕文慧,姚健,刘学俊,等.微生物在果蔬贮藏保鲜中的应用研究进展[J].食品工业科技,2017,38(20):347-351.
- [2] 李静,刘丽娜,王安建,等.果蔬微生物保鲜技术的研究进展[J].食品与生物技术学报,2014,33(4):337-343.
- [3] 安宇,王颖,佐兆杭,等.复合诱变选育新型高产细菌素植物乳杆菌[J].中国生物制品学杂志,2019,32(3):265-271,285.
- [4] 吴敏.微生物对预包装肉制品的影响[J].科学与财富,2017(29):125.

(下转第 17 页)

果蔬干燥技术研究进展

李琳,王桢

(山东农业工程学院,山东 济南 250100)

摘要:干燥是果蔬深加工中最常用的技术之一,可以提高果蔬制品的贮藏稳定性,减少损耗,增加果蔬附加值。我国果蔬干燥历史悠久,干燥技术种类繁多,从自然干燥到传统干燥到新型干燥再到联合干燥,不断发展。每种果蔬干燥技术都有其原理、设备、条件、特点及适用对象,人们可以根据加工需求选择最佳的干燥技术,以最短的时间、最低的成本生产高质量的产品。本文介绍了我国现有的果蔬干燥技术,比较了不同干燥技术的工作原理、优缺点以及适用对象等,并对果蔬干燥技术未来的发展方向进行了分析,以期果蔬干燥技术的研究与应用提供参考。

关键词:果蔬干燥;自然干燥;传统干燥;新型干燥;联合干燥

中图分类号:TS255 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0009-09

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.003

Research Progress on Drying Technologies of Fruits and Vegetables

LI Lin, WANG Zhen

(Shandong Agricultural Engineering College, Jinan 250100, China)

Abstract: Drying of fruits and vegetables is one of the most commonly used techniques in the deep processing of fruits and vegetables. It can improve the storage stability, reduce the loss, and increase the added value of fruits and vegetables. China has a long history of fruits and vegetables drying, there are many kinds of fruits and vegetables drying technologies, from natural drying to traditional drying to new-type drying and then to combined drying. Each kind of fruits and vegetables drying technology has its own drying principle, equipment, conditions, characteristics and applicable objects. People can choose the best drying technology according to the processing demand, and produce the highest quality products with the shortest time and the lowest cost. This paper introduced the current fruits and vegetables drying technologies in China, compared the working principle, advantages and disadvantages as well as applicable objects of different drying technologies, and analyzed the future research direction of fruits and vegetables drying technologies, hoping to provide some reference for the research and application of fruits and vegetables drying technologies.

Key words: Fruits and vegetables drying; natural drying; traditional drying; new-type drying; combined drying

收稿日期:2019-11-22

基金项目:山东省现代农业产业技术体系蔬菜创新团队贮藏加工岗位(SDAIT-05-14);山东省教育厅重点实验室:特色农产品采后品控与综合利用

作者简介:李琳(1995—),女,在读本科,专业方向为食品质量与安全

我国是世界上第一大果蔬生产国, 据国家统计局资料显示, 2018 年我国果蔬总产量为 96 035 万 t, 其中水果 25 688 万 t, 蔬菜 70 347 万 t。果蔬是我们日常必不可少的食物, 含有丰富的维生素、矿物质、有机酸及膳食纤维等, 营养价值极高, 对人体健康有重要意义。但果蔬本身含有大量水分, 易损伤, 不耐贮藏, 再加上我国果蔬产地多交通不便, 加工水平低, 产业链、供应链、价值链不健全, 导致我国每年果蔬损耗率高达 30%, 损失超千亿元, 严重影响了我国果蔬产业的发展^[1]。因此亟需探索先进的果蔬精深加工技术来提高果蔬的贮藏稳定性, 减少浪费, 提高果蔬的附加值, 增加果农收入。其中, 果蔬干燥是果蔬深加工中最常用的技术之一。

果蔬干燥是指在自然条件或人工控制条件下, 脱去果蔬中的水分, 使其降到足以防止腐败变质的水平并始终保持低水分的一种保藏方法^[2]。果蔬干燥不仅可以延长果蔬的贮藏期, 还能使果蔬质量减轻、体积缩小, 节省包装、储藏和运输费用, 便于携带, 供应方便。目前, 我国的果蔬干燥分为自然干燥和人工干燥两种。自然干燥是指利用自然条件使果蔬脱水干燥, 常用晒干和阴干两种方式。人工干燥大体分为传统干燥法、新型干燥技术和联合干燥技术三种。烘灶干燥、烘房干燥、隧道式干燥、输送带式干燥、滚筒干燥、热风干燥、真空干燥以及喷雾干燥等都属于传统干燥法。目前正在使用和研发的新型干燥技术有冷冻干燥、膨化干燥、真空油炸脱水、远红外线干燥、微波干燥、渗透干燥、热泵干燥等。每种果蔬干燥技术都有各自的优缺点, 随着技术发展、科技创新, 人们又研发出了渗透-热风、热风-微波、热风-压力膨化、热风-冷冻、冷冻-真空、冷冻-微波-热风等一系列新型果蔬联合干燥技术。本文就我国现有的果蔬干燥技术从工作原理、优缺点、适用对象等方面进行了介绍, 并分析果蔬干燥技术未来的研究方向, 以期在今后的果蔬干燥中, 能够根据不同食物原材料特性及加工需求, 选择最佳的果蔬干燥技术。

1 自然干燥

自然干燥是指在自然环境下利用太阳能、风能等自然条件对果蔬进行脱水干燥的最简单易行的贮藏加工方法。自然干燥通常分为晒干和阴干两种方式。将原料直接接受日光暴晒, 使表面和内部干燥的称为晒干。将原料放在通风良好且能避雨的室内, 利用风能脱水干燥的称

为阴干。我国西北地区的新疆吐鲁番葡萄就是采用阴干的方式脱水干燥的。

自然干燥方法简便、设备简单、费用低, 且干燥过程管理粗放, 可以直接在产地和山区进行, 还能促进未成熟的果蔬进一步成熟, 这种干燥方法长时间在自然状态下受到自然条件的作用, 发生了物理、化学性质的改变, 形成了独特的风味, 是目前世界上许多地方仍在使用的方法。但自然干燥的过程缓慢, 时间长, 不能人为控制, 产品容易变色, 易受污染, 对维生素类营养物质破坏较大, 质量较差, 而且受气候、地区条件影响大, 温度、湿度、风速是果蔬自然干燥质量的主要因素, 若遇阴雨天, 制品脱水减慢, 干燥时间延长, 且微生物易于繁殖, 制品品质下降, 甚至霉烂腐败。

2 人工干燥

人工干燥是在人工控制的条件下对果蔬进行干燥的一种方法。相对于自然干燥, 人工干燥需要利用一定的干燥设备, 优点是不受气候限制, 缩短了干燥时间, 降低了劳动强度, 提高了生产效率, 且干制后的产品清洁、卫生、质量好。人工干燥的方法很多, 根据供热方式不同可分为直接加热式干燥、间接加热式干燥、红外或高频干燥。在每种类型中, 干燥机都能在常压或真空的条件下操作。事实上在某些理想的情况下, 可以利用组合传热方式进行干燥, 例如对流和传导, 对流和辐射等。按照使用频率、开始使用时间等分为传统干燥法、新型干燥法和联合干燥法。

2.1 传统干燥法

2.1.1 烘灶干燥

烘灶是最简单的人工干燥设备, 结构简单, 形式多样。主要构造是直接在地面砌灶或地下掘坑, 在灶的上方设架铺席, 放置果蔬原料, 下方生火干燥。这种土法干燥, 生产成本低, 但生产能力也低, 干燥速度慢, 工人劳动强度大。目前果蔬很少采用这种干燥方式, 只在一些水分少的果蔬(如姜、花生、豆类)的干燥中偶有使用, 在枸杞和茶叶干燥中应用较广。

2.1.2 烘房干燥

烘房是一种较传统的、目前仍然广泛使用的干制设备^[3], 适宜大量生产, 且干燥速度快、质量好、设备简单、造价低。缺点是能耗大、生产成本低。烘房是采用烟道气加热的热空气对流式干燥设备, 主要由烘房本体、加热设备、通风排湿设备和转载设备四部分组成。在实际生产

中普遍应用的是两炉一囱回火升温式烘房。红枣、柿饼等可溶性物质含量高或不切分的整个果蔬应采用“低-高-低”的烘房干燥升温方式;辣椒、苹果等可溶性物质含量较低或切成薄片、细丝的果蔬应采用“高-低”的烘房干燥升温方式;而大多数果蔬适用于55~60℃恒温烘房方式。

2.1.3 隧道式干燥

隧道式干燥的干燥室呈狭长的隧道形式^[4],地面铺铁轨,通常长10~15 m、宽1.8 m、高1.8~2 m,可容纳5~15辆装果蔬原料的载车。被干燥的果蔬沿铁轨经隧道进行干燥,热空气流经各层料盘表面使果蔬原料水分被蒸发,载车在隧道的停留时间正好为干燥所需时间,果蔬原料完成干燥后,从隧道另一端被推出,然后下一车果蔬原料又沿轨道被推入,实现了隧道式干燥的连续性操作,提高了操作效率,扩大了生产能力。隧道式干燥根据干燥机的不同设计,可分为单隧道式、双隧道式及多层隧道式设备;根据被干燥产品和干燥介质的运动方向又可以分为逆流隧道式干燥、顺流隧道式干燥和混合隧道式干燥三种形式。

(1) 逆流隧道式干燥

逆流隧道式干燥的湿物料运动方向与干热空气气流方向相反,故它的湿端为冷端,温度40~50℃,干端为热端,温度65~85℃。果蔬原料由隧道低温高湿的一端进入,水分蒸发缓慢,果蔬原料内的湿度梯度比较小。蒸发过程中,物料表面不易出现硬化或收缩现象,而中心又能保持湿润状态,果蔬原料能全面均匀地收缩,不易发生干裂。果蔬原料在干端已接近干燥,遇高温低湿空气,水分蒸发缓慢,平衡水分相应降低,最终干燥完成,水分可低于5%。然而该阶段是降速干燥期,物料温度容易上升到与高温热空气相近的温度,若干物料停留时间过长,容易焦化,所以,干端温度一般不宜超过70℃。逆流隧道式干燥一般要求果蔬原料要少,避免湿物料表面聚集起冷凝水和物料增湿,甚至腐败,又可以提高设备内湿端的干燥速率。逆流隧道式干燥适用于李、梅、桃、杏、葡萄等含糖量高、汁液黏厚的果实,一般用来干燥水果。

(2) 顺流隧道式干燥

顺流隧道式干燥的湿物料运动方向与干热空气气流方向一致,它的湿端为热端,温度80~85℃,干端为冷端,温度55~60℃。果蔬原料遇到高温低湿空气,水分蒸发迅速,湿球温度下降较大,可进一步加速水分蒸干而又不致焦化,此时果蔬原料水分汽化过速,内部湿度梯度增大,

物料表面极易出现硬化现象,甚至干裂并形成多孔结构。顺流隧道式干燥干端是低温高湿空气,水分蒸发极慢,平衡水分相应增加,最终干燥完成后的果蔬水分难以降到10%以下,应注意产品水分含量是否达标。顺流隧道式干燥不适宜干燥吸湿性较强的果蔬,适宜干燥含水量较高的蔬菜。

(3) 混合隧道式干燥

混合隧道式干燥采用分段干燥的方式,湿端为顺流式干燥,占1/3,果蔬原料在高温低湿的条件下先蒸发,干端为逆流式干燥,占2/3,使果蔬原料彻底干燥。果蔬原料首先从高温低湿的顺流段进入,水分蒸发率高,可以除去50%~60%的水分,随着物料向前推进,温度逐渐下降,湿度逐渐增加,水分蒸发也减慢,这有利于水分的内扩散,不容易使物料表面出现收缩和硬化现象。然后物料进入逆流阶段,空气流速和温度都降低,果蔬水分蒸发量少,但干燥能力强,可以使物料达到较低的水分含量,彻底干燥。混合隧道式干燥有两个热空气入口,分别设置在隧道的两端,温度分段调节。在隧道中间设置有废气处理和热气回流利用装置。这种干燥方式既充分综合了顺流、逆流两种不同干燥方式的优点,又克服了它们各自的缺点,可以使干燥比较均匀,品质好,而且能连续作业、温湿度易操控,生产能力高,被广泛应用于蔬菜干燥中,例如胡萝卜、洋葱、大蒜、马铃薯等。

2.1.4 输送带式干燥

输送带式干燥与隧道式干燥除物料输送方式以外^[4],其他结构大体相似。输送带式干燥使用常见的帆布带、橡胶带和金属网等作为输送带,输送带由两条及以上输送带串联或并联组成,一般将多条输送带上下平行放置。将果蔬原料铺在传送带上,借助机械力向前转动,随着带子的移动,物料依次从最上层逐渐向下移动,物料受到顺流、逆流两种不同干燥方式干燥完成后,从最下层一端出来。

输送带式干燥由若干个单元段组成,每个单元段单独设有循环风机、加热装置、单独或公用的新鲜空气抽入系统和尾气排出系统,在每一阶段内可单独采用不同的干燥方式,分别控制各区段的空气温度、湿度、流速及流向,一般后一区段的空气温度比前一区段低5~8℃,空气流向多采用上下交替,第一区段自下而上,第二区段自上而下,而最后阶段设置为自上而下,这样可以保证干燥的可靠性和操作条件的优化,从而改善物料干燥的均匀性,提高产品质量。这种干燥方法操作连续化和自动化,适宜

大批量生产,将取代隧道式干燥。目前多用于干燥苹果、胡萝卜、洋葱、马铃薯和干薯片等。

2.1.5 滚筒干燥

滚筒干燥是一种将稠厚的浆料涂抹或喷洒到滚筒表面上,通过接触进行内加热传导的一种连续转动型干燥技术^[5],该技术可以在常压和真空两种状态下进行干燥。这种干燥机械主要由1~2只金属滚筒组成,热源常用水蒸气。将物料涂抹或喷洒在缓慢转动和不断加热的滚筒表面上形成薄膜,当滚筒转动3/4或7/8周,用时几秒到几分钟便可完成干燥,用刮刀刮下,经螺旋泵输送至成品贮存槽,最后进行粉碎或直接包装。

滚筒干燥耗能低、成本低,热效率高,比喷雾干燥的蒸发强度大,干燥速率快,产品的干燥质量稳定。但常压滚筒干燥可能使食品产生焦糊味和颜色劣变现象,而真空滚筒干燥成本又过高。滚筒干燥可用于液态、浆状或泥浆状食品物料的干燥,但不适于热塑性食品物料(如果汁类)的干燥。国外主要将滚筒干燥应用于苹果沙司、番茄酱、马铃薯泥、南瓜酱、香蕉、甘薯泥和糊化淀粉等的干燥;我国主要将滚筒干燥应用于化工、饲料等行业,很少应用于食品行业。近几年,我国也开始将滚筒干燥技术应用于果蔬粉的干燥,如在桂圆粉、红枣粉、黑蒜粉上已得到应用。

2.1.6 热风干燥

热风干燥以热空气为干燥介质,利用热源(煤、石油、天然气等)提供热量,将物料放入烘箱或干燥烘房,吹入热风,加快空气流动,使物料水分蒸发速度加快,物料吸收热量后,产生两个扩散,即水分由物料表面到干燥介质中的外扩散,以及物料内部水分到物料表面的内扩散,两个扩散持续进行,直到物料中水分下降到一定程度从而达到干燥的目的^[6]。干燥过程中,传质传热同时发生,方向相反。

热风干燥是在高温(55℃以上)和有氧条件下进行的,干燥过程中发生许多化学变化,如酚类物质会在氧化酶的催化下发生氧化,维生素类在高温下易被破坏,氨基酸和糖高温下发生美拉德反应等。热风干燥的温度和时间是影响物料中营养成分变化的主要因素。热风干燥工艺中的关键是对果蔬的烫漂、疏处理、包装三环节^[6]。

热风干燥具有设备简单,成本低廉,操作简便,处理量大,不受气候条件影响等优点^[7],能够大规模生产。热风干燥的不足之处在于处理时间较长,对物料的组织结构破坏较大,物料的外观(如色泽)和营养成分会因过高

的干燥温度或较长的干燥时间而劣变或降解,产品品质降低,且热效率低,自动化水平较差。热风干燥是目前果蔬干燥中最常用的方法,适用于各类果蔬的干制,应用范围广。

2.1.7 真空干燥

真空干燥是一种将果蔬原料置于真空负压条件下^[8],适当加热使其在较低温度下实现水分蒸发的干燥方式。将果蔬原料放置在密闭干燥室内,用真空系统抽至真空的同时不断加热,物料内部水分子在压力差或浓度差的作用下扩散到表面,克服分子间相互吸引力后,逃逸到低压空间,从而被真空泵抽走。真空干燥设备较多,常压干燥设备与真空系统连接后,都能作为真空干燥设备。常用的有间歇式真空干燥和连续式真空干燥设备。

负压状态隔绝空气可以使在干燥过程中易发生氧化等反应的物料较好地保持原有特性,产品品质高;干燥时间短,无过热现象,能够减少高温对果蔬原料营养成分的破坏;真空干燥产品呈多孔海绵状,可消除常压下的表面硬化现象,溶解性、复水性、色泽和口感好;挥发性液体可回收利用,干燥速度快;热能利用经济;还可对物料起杀菌作用;各种物料的干燥均可适用。但该干燥方法耗能大,生产力低,干燥成本较高,适合干燥各种状态下的水果制品以及麦乳精类产品等。

2.1.8 喷雾干燥

喷雾干燥是将液态或浆质态的食品喷成雾状液滴,悬浮在热空气气流中进行脱水干燥的技术^[9]。通过机械作用,将需要干燥的溶液、乳浊液、微粒的悬浊液或含有水分的浆糊状物料经过滤器由泵输送至干燥塔顶部,经雾化系统喷雾成细小的液滴,使物料表面积增大,同时导入热空气或氮气,在干燥室内的雾化微粒遇到高温热风后水分迅速蒸发,在极短时间内水分含量被干燥到小于10%,完成干燥。完全干燥的产品从干燥塔底排出落入收集装置内,部分干燥的粉末随热空气进入分离室后被回收,热废气从排风口排出。热空气进口处温度达200℃,加热系统空气温度280℃,食品体系一般在200℃左右,干燥室内温度一般保持在120℃以下,液滴与空气接触瞬间温度一般不会超过湿球温度82℃。

雾化系统是喷雾干燥的关键部分,常用的雾化系统有离心式、压力式和气流式三种,食品工业常用离心式和压力式。根据空气与液滴运动方向又可分为顺流和逆流雾化干燥设备。

喷雾干燥操作简单^[10],连续化作业,生产能力大;改变操作条件可最大化保留食品风味;干燥与造粒同步,可直接干燥成粉末产品;干燥速度快,仅需3~10 s;产品质量高,水分含量低,具有良好的分散性、流动性和溶解性;但喷雾干燥设备比较复杂,投资费用高;热效率低,动力消耗大;粉末易造成废弃夹带和粘壁现象,物料损耗大,设备难清洗。喷雾干燥只适用于能喷成雾状的食品,例如牛奶、淀粉、番茄酱、马铃薯泥等,不适合黏度太大的食品。其中喷雾干燥是果蔬粉最常用的加工方法,能最大化保留果蔬原有的色泽、风味和纤维,产品具有良好的膨润性。但果蔬在干燥过程中需添加助干剂和防潮剂或者采用喷雾干燥与沸腾床相结合的设备。目前国内喷雾干燥产品主要有枣粉、胡萝卜粉、南瓜粉、草莓粉、猕猴桃粉、芒果粉、龙眼粉等。

2.2 新型干燥技术

2.2.1 冷冻干燥

冷冻干燥是利用冰晶升华的原理^[11],将湿物料或溶液在较低的温度(-50~-10 ℃)下冻结成固态,然后在真空(1.3~13 Pa)下使其中的水分不经过冰的融化直接从固态升华成气态,再通过解吸过程去除部分结合水,以使物料脱水而长期保存的一种干燥方法。冷冻干燥的过程依次为速冻、抽真空、加热干燥(升华)、恢复常压。

冷冻干燥是一种高能耗的食品保存方法,干燥过程、干燥速率与冻结过程和冻结方法密切相关,食品冻结常用的方法有自冻法和预冻法两种。自冻法容易使食物的形状变形或发泡、沸腾等,适合于有一定体形的食品。蔬菜也多采用自冻法。预冻法适宜液态食品,水果多采用预冻法。冷冻干燥设备主要是间歇式和连续式两大类。间歇式冷冻干燥适用于季节性强的小批量、多品种食品的干燥;连续式冻干设备适用于单品种大批量干燥。干燥时将经预处理的原料放于料盘中采用自冻法(蔬菜)或预冻法(水果)冻结到-30 ℃以下^[12];达到预定值时,开启真空泵,同时关闭真空室制冷开关;达到一定低温和规定的真空度时,即可进行加热,于是果蔬水分开始升华,水蒸气被捕集器收集凝结成霜后除去。干燥结束后,应给干燥室充入氮气,使之恢复常压后取出制品,于避光处包装,同时抽空或充氮保藏。

冷冻干燥能较好地保持果蔬原有的形状,减少果蔬色、香、味及营养成分的损失,特别适合易挥发、热敏性物

质的干燥。冷冻干燥能使果蔬营养物质有较高的保持率如维生素C,保持率在90%以上,对蛋白质的保存率也最高。冻干产品速溶性和快速复水性很好^[13],比热风干燥快两倍,表面不硬化,体积变化小,干燥能排除95%~99%以上的水分,使干燥后产品能长期保存,热能利用经济。由于冷冻干燥技术成本高,所以主要应用于医疗药物、珍贵食品的干燥。随着果蔬干燥技术的发展,冷冻干燥也逐渐在果蔬干和果蔬粉的加工上得到应用,如冻干芒果、香蕉、草莓、黄桃、荔枝,用于制作汤料的豌豆、胡萝卜、大豆、菜花、竹笋等,以及草莓粉、猕猴桃粉等。

2.2.2 膨化干燥

膨化干燥又称爆炸膨化干燥,是将物料加压、再减压膨化脱水的一种干燥技术^[14]。其结合了热风干燥、真空冷冻干燥和真空微波干燥的优点,克服了真空油炸干燥的缺点,是一种新型的果蔬膨化干燥技术。该技术是将经预处理的果蔬原料放入压力罐内,加热到常压下的沸点以上,使果蔬内部水分不断蒸发,罐内压力也逐渐上升到预定值(40~480 kPa),温度>100 ℃,此时迅速打开连接压力罐和真空罐的减压阀,压力罐内部压力迅速下降,果蔬中水分瞬间汽化,导致果蔬组织结构膨化,表面形成均匀的蜂窝状结构,然后维持一段时间的加热,使其继续脱水至含水量达3%~5%后停止加热,等罐内冷却至外部温度时开罐即可得膨化果蔬脆片^[15]。

膨化干燥技术在国外研究较早,多集中在对苹果、胡萝卜等果蔬的膨化工艺的探究上。目前,国内果蔬膨化干燥技术虽起步晚,但针对其膨化机理和工艺的研究也逐渐增多,数十种工业化果蔬产品也已在市场上出现。膨化干燥技术设备简单,操作简易;耗能低,远低于真空冷冻干燥技术;适用性广,大部分果蔬均适用。利用膨化干燥技术生产的果蔬制品绿色天然^[16],无添加剂、色素、油;品质高,外观好,酥脆度极佳,入口即化,复水性好,醛、醇、酸类化合物含量增加,保留并浓缩了鲜果的营养成分和香气;食用方便,含水量低,易于贮存。研究表明,膨化产品的色泽、酥脆度、复水性都优于热风干燥,复水性比冷冻干燥略差,但能耗低,成本低,性价比高。果蔬膨化干燥技术比传统干燥技术快2.1倍,同时可节约44%的蒸汽,应用潜力极高^[16]。但膨化干燥会使果蔬中酯类化合物严重损失,并且加工工艺参数不当也会严重影响果蔬制品的质量,如膨化温度过高或物料过薄,果蔬制品都易焦糊、

色泽较暗,并伴有苦涩的味道。

现已证实可以应用膨化干燥技术的果蔬原料广泛,如红薯、马铃薯、辣椒、芹菜、胡萝卜、洋葱、黄瓜、甜菜、芸豆、甘蓝、蘑菇、洋芋、梨、苹果、蓝莓、猕猴桃、芒果、哈密瓜、菠萝、桃、桑椹、枸杞子等。但并不是所有的果蔬原料都适合膨化干燥加工,如外壳坚硬的豆类、花生、椰子,纤维素、水分过多的果蔬等都不易被膨化。

2.2.3 真空油炸干燥

真空油炸干燥是指在减压条件下,通过热油脂介质的传导,使果蔬中的水分汽化温度降低,并不断蒸发,由于强烈的沸腾汽化产生较大的压强使细胞膨胀,从而在短时间内迅速脱水的干燥技术^[17]。

真空油炸的效果与真空度、油温、油炸时间、预处理方式等密切相关^[18]。真空度越高,对油温要求越低,且可以更好地保留果蔬的颜色和营养。油温和油炸时间成反比,油温越低,果蔬脆片中的含油量也越低。不同的果蔬需进行探究以获得最佳的加工工艺参数。

真空油炸干燥加工温度低,果蔬营养成分损失少;蒸发快,时间短,生产效率高;在减压条件下,产品膨胀度高,复水性好;且真空油炸,温度低,氧气浓度低,减慢了氧化、聚合、分解等劣化反应,使果蔬不易变色;油脂赋予了果蔬浓郁的脂香,受到消费者的喜爱;成本也较低。但真空油炸干燥产品含油量仍在10%以上,货架期短,长期食用对健康不利,此外,脱油方法难以确定。真空油炸干燥是目前生产果蔬脆片最普遍的方法,如桃、梨、香蕉、菠萝蜜、猕猴桃、无花果、柿子、苹果、冬枣、草莓、葡萄、木菠萝、四季豆、胡萝卜、萝卜、藕、洋葱、冬瓜、西红柿、大蒜、蘑菇、红薯、秋葵、南瓜、青椒、马铃薯等果蔬都可采用真空油炸干燥技术进行加工。

2.2.4 远红外线干燥

远红外干燥是利用远红外辐射元件发出远红外线,为物料吸收变为热能,在不接触物体表面直接在被加热物内部进行加热脱水的一种高效节能的干燥新技术^[19]。红外线的波长为0.75~1 000 μm ,是介于可见光与微波之间,把5.6~1 000 μm 区的红外线称为远红外线。远红外线发射有效距离为1 m以内,物体吸收了远红外线后,温度就升高。对果蔬组织吸收远红外的吸收强弱进行图谱分析可知,果蔬内部成分对红外辐射吸收占主导作用的是内部的水分、碳水化合物和蛋白质。

远红外线干燥具有升温快、高效、快捷^[20];耗电少、热效率高、节能、环保;产品受热均匀,颜色鲜艳、平整、品质高等优势,干燥时间为热风干燥的十分之一。但有照射盲点,温度不易均匀;而且会使产品膨胀,甚至破裂。与其他干燥技术联合应用可以解决远红外线干燥技术的局限,使其在果蔬行业应用更为广泛。目前,远红外线干燥技术已在胡萝卜、辣椒、洋葱、蘑菇、南瓜、罗汉果等部分果蔬上得到了应用。

2.2.5 微波干燥

微波干燥是原料吸收微波而转化为热能^[21],使其中的水分汽化而干燥的过程。微波由磁控管发出波长0.001~1.0 m、频率300~300万MHz的电磁波,常用的加热频率为245~915 MHz。

微波干燥克服了传统传导传热阻力大、加热不均等缺点,热效率高,反应灵敏,干燥时间短^[22];延长了恒速阶段,果蔬表面水分蒸发速度等于内部水分扩散速度,更好地保持了果蔬品质,基本不破坏果蔬中的营养成分,会使醛、酸、酯类等物质含量增加;保持果蔬原有的颜色和形状;干燥比小,复水性高;有独特的杀菌杀虫作用;也具有选择吸收加热特性。但微波干燥有时也会因加热不均,导致果蔬局部焦化,而且利用微波干燥果蔬也会使其中的醇类物质减少^[23]。目前,生产上常将果蔬干、脆片、粉等用微波进行干燥,如荔枝、芒果、桂圆、苹果、香蕉、果脯、果蔬脆片、果蔬粉、芥菜、香椿芽、马铃薯等。微波干燥技术适于30%以下水分含量的果蔬物料,水分含量高于30%的应加以热风辅助干燥^[24]。

2.2.6 渗透干燥

渗透干燥是指在一定温度下^[6],将果蔬浸入到高渗透压的可食用溶液(糖和盐)中,利用二者的渗透压差,除去果蔬中大约50%水分的一种干燥技术。常结合微波干燥或热风干燥使用。影响渗透干燥的因素有果蔬本身结构,如果皮中的蜡质层,为提高脱水效果,干燥前应去皮处理;高渗透溶液及其浓度和温度,如具有高渗透压作用的物质有蔗糖、葡萄糖、果糖、果糖浆等,浓度设为65 °Bx的糖类,氯化钠、柠檬酸钠等浓度为5%~15%的盐类,温度最高为60 °C,当温度达到45 °C时,可能造成果蔬褐变,影响其风味;渗透干燥时间越长,脱水越多,一般浸泡时间为5~6 h。

渗透干燥是果蔬常用的脱水预处理方法,它能减少脱水过程中营养物质的损失,使产品仍具有原来果蔬的颜色、风味,同时还能提高产品的品质,降低加工过程中

的热能损耗。但也存在脱去一部分营养物质、影响果蔬感官品质及增大微生物污染等可能性。目前,杏、桃、樱桃、椰子、梨、猕猴桃、草莓、苹果、芒果、蓝莓、葡萄、菠萝、豌豆、四季豆、萝卜、胡萝卜、花菜、莴苣、蘑菇、红薯、马铃薯等果蔬都已采用渗透干燥技术进行脱水加工。

2.2.7 热泵干燥

热泵干燥技术是利用热泵除去干燥室内湿热空气中的水分并使除湿后的空气重新加热实现果蔬原料干燥的技术^[2]。热泵干燥主要包括热泵和干燥两大系统,分为压缩、冷凝、节流、蒸发四个部分,管内放置制冷剂氨或氟利昂 CFC。众所周知,物体有三态,即气态、液态和固态。物体之间的相态会随温度和压力的变化而相互转化。在蒸发器中吸收来自干燥房中排出的 60℃、80%水分的“冷风”,使管道内低压液态氨吸热升温变成常压气态的氨气,而原来 60℃、80%水分的“冷风”降温变成 20℃的风,此为吸热过程;从蒸发器中的 20℃的风进入冷凝器中,与此同时,从蒸发器中出来的常压气态的氨气进入压缩机,变成高压气态的氨气,然后进入冷凝器,冷凝器再将高压气态的氨气放热变成高压液态的氨气,而这一过程放出的热量又将蒸发器中放出的 20℃的风加热至 80℃、20%水分的热风,此热风进入干燥房为放热过程;从冷凝器中出来的 80℃、20%水分的热风将干燥房中的果蔬原料脱水,达到干燥的目的。

热泵干燥实质是冷风干燥,加热温度低,果蔬表面不易硬化、焦化,保留了产品的色、香,品质高;干燥时间短,4 h 左右;利用空气循环,高效节能,二氧化碳释放少,更加经济环保;干燥参数易于调整,加工简单^[2];但损失了果蔬大量营养物质而且产品复水效果差。热泵干燥是目前应用于果蔬干燥的主要方法,适于热敏性的果蔬干燥,如枣、苹果、蓝莓、柿子、柠檬、凉果、龙眼、哈密瓜、雪莲果、番木瓜、菠萝蜜、芒果、槟榔、桑葚、香蕉、豇豆、山药、南瓜、紫薯、香椿芽、枸杞、蘑菇、黄花菜、苦瓜、辣椒、胡萝卜、竹笋、莴苣、花生等都已采用这种干燥技术,适用范围广,发展前景广。

2.3 联合干燥技术

随着经济发展、科技创新,人们对果蔬干燥技术和产品的要求越来越高,单一干燥技术及生产出来的产品缺陷不断暴露,已无法满足消费者多样化的需求。于是,人们试着根据每种果蔬原料的加工特性、加工需求及每种

果蔬干燥技术的优缺点,研制出将两种或两种以上的干燥技术按优势互补的原则结合起来的联合干燥新技术^[2]。因为果蔬中存在的三种不同状态水分的去除要求不同,所以常将果蔬分阶段进行联合干燥。联合干燥技术具有低能耗、低污染、易操控、高效率、高品质的特点,更适合大规模的工业化生产,已被越来越多的果蔬干燥行业采用,是未来发展的趋势。

2.3.1 渗透相关组合干燥技术

常见的渗透相关组合干燥技术有渗透-热风/冷冻/微波联合干燥或渗透-微波-冷冻联合干燥或渗透-热风-真空联合干燥或渗透-微波-真空-热风/膨化联合干燥或渗透-中短波红外-变温压差膨化联合干燥等。将渗透脱水作为联合干燥的前处理,有利于缩短干燥时间,降低能耗,节约成本,提高复水率,更好地保留果蔬原有的色、香、味及营养成分,是理想的联合干燥前处理脱水方式,后期多用热风、冷冻或微波等干燥技术再进行深度脱水。木瓜、香蕉、苹果、梨、菠萝、猕猴桃、黑加仑、蓝莓、胡萝卜、马铃薯、四季豆、辣椒、莴笋、淮山药等果蔬的脱水都已采用了渗透脱水作为前处理的联合干燥技术,产品综合性价比高。

2.3.2 热风相关组合干燥技术

常见的热风相关组合干燥技术有热风-真空/冷冻/微波/压力膨化/真空油炸联合干燥等^[2],其中热风-微波联合干燥技术多用于香蕉、红枣、杏鲍菇、辣椒、香椿芽、胡萝卜、竹笋等果蔬的加工。

2.3.3 微波相关组合干燥技术

常见的与微波组合使用的干燥技术有微波-热风/真空/冷冻/压差膨化联合干燥,微波-冷冻-真空联合干燥等,微波干燥作为前处理,降低了果蔬的含水量,防止了褐变,提高了产品的膨化度和酥脆度。其中微波-热风联合干燥技术在山楂、龙眼、甘蓝等果蔬的干燥中得到了较好的应用。

2.3.4 其他

联合干燥技术还有热泵-热风/微波/远红外/太阳能干燥、真空油炸-热风干燥、远红外-热风/压差膨化/冷冻/微波干燥、冷冻-微波-热风/真空、冷冻-微波-热风-真空干燥等方式。

总之,联合干燥技术是目前果蔬干燥中最好的方式,适用于所有适合干燥的果蔬,用途广泛。但也存在一些问题,如有些加工企业偏重探索如何提高干燥速率和节约

成本,忽略工艺参数、干燥机理、干燥转换点、数学模型、产品品质以及干燥设备和工业化发展等方面的研究。真正将联合干燥技术普遍应用于果蔬干燥行业还需要做大量的工作。

3 果蔬干燥技术未来的发展方向

我国果蔬干燥历史悠久,从自然干燥到传统干燥到新型干燥再到联合干燥,果蔬干燥技术不断发展。每种果蔬干燥技术都有各自的干燥原理、设备、条件、特点以及适用对象,人们会根据加工需求选择最佳的干燥技术,以最短的时间、最低的成本,生产出质量最高的产品。目前,果蔬干燥中应用最广泛的是传统干燥技术中的热风干燥和新型干燥技术中的冷冻干燥和热泵干燥,而微波干燥和喷雾干燥在果蔬粉加工中应用较多,真空油炸干燥和膨化干燥更适合果蔬脆片的生产。联合干燥技术因能最大化地利用每种干燥技术的优势,同时最大化地弱化劣势,所以被人们广泛关注,是未来果蔬干燥行业的发展趋势。联合干燥技术具有较大的发展潜力,应向着理论的完善和推广范围扩大的方向不断发展。

3.1 确定联合干燥工艺和干燥转换点

不同种类的果蔬在组织结构、物化性质上存在很大的差异^[29],所以要通过大量试验来确定它们的干燥工艺(参数)、干燥过程中分阶段采用不同干燥技术的最佳转换点以及转换干燥方式时的水分含量等。目前,联合干燥技术并不能做到真正的原料通用,仅限于某种原料,适用性不强,所以需要扩大研究对象的范围,进一步研究和探讨了不同种类果蔬的物化特性,以增强联合干燥技术的适用性。

3.2 完善理论研究和数学模型

建立合理的数学模型有利于果蔬干燥过程的优化和自动化控制的实现。水分传质和热传递的干燥机理,营养成分及其它物化性质等影响干燥品品质的因子的变化过程,需要通过不断建立和完善这些条件的数学模型,探究其内在的干燥规律,从而形成最佳的果蔬干燥理论。

3.3 改进联合干燥设备

随着联合干燥技术的不断发展以及干燥理论的完善,联合干燥设备也应不断创新和改进,尽早改善设备能耗大、操作复杂、自动化程度低、适用性差、干燥产品不稳定、在线检测难等一系列问题,将干燥工艺参数准确设置到联合干燥设备上,加快升级换代的步伐,研发出充分集合各种干燥技术的优点于一体的多功能组合式干燥器,

从而提高生产能力。

3.4 提高联合干燥的自动化和工业化

虽然果蔬联合干燥技术在不断发展,但干燥工艺和干燥设备的结合性太差,许多干燥理论的研究尚处于试验阶段,缺乏与实践的结合,而且干燥设备落后,操作条件难以控制,还需要大量的专业技术人员。无法实现联合干燥的自动化和工业化,所以应该加强实际研究,提高联合干燥技术的一体化和设备的全程自动化水平,从而推进果蔬干燥的产业化发展。

3.5 发展循环经济,开发利用新能源

果蔬干燥设备能耗高,污染大,是目前亟待解决的问题。未来,科研人员应以节能环保为首要考虑因素,不仅要做到能源循环利用,还要积极开发以太阳能、风能、地热能等新能源为主的联合干燥技术,使果蔬干燥沿着高效节能、绿色环保、价低质优以及自动化、工业化的方向发展。

参考文献:

- [1] 熊涛. 果蔬益生菌发酵关键技术与产业化应用 [J]. 饮料工业, 2016, 19(05): 71-73.
- [2] 朱文学. 食品干燥原理与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] 孟宪军, 乔旭光. 果蔬加工工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016.
- [4] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016.
- [5] 王画, 杨旭海, 张茜. 绿叶蔬菜干燥技术研究进展 [J]. 食品科技, 2017, 42(12): 88-92.
- [6] 叶兴乾. 果品蔬菜加工工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [7] 卜庆状. 真空冷冻干燥和热风干燥对猴头菇营养品质的影响[J]. 食品科技, 2018, 43(05): 97-101.
- [8] 柏明娜. 常用的果蔬干燥技术分析[J]. 江西农业, 2019(08): 44.
- [9] 潘少香, 郑晓冬, 刘雪梅, 等. 热风干燥和喷雾干燥对果蔬粉品质的影响[J]. 中国果菜, 2019, 39(02): 6-9, 14.
- [10] 叶春苗. 喷雾干燥技术及其在食品加工中的应用 [J]. 农产品加工, 2017(04): 63-64.
- [11] 杜美波, 陈佳. 真空冷冻干燥机的验证方法[J]. 计量与测试技术, 2018, 45(11): 51-53.
- [12] 王海鸥, 扶庆权, 陈守江, 等. 预处理方式对真空冷冻干燥苹果片品质的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 126-130.
- [13] 苏倩, 谭艳妮, 纪宏. 真空冷冻干燥技术在食品方面的应用[J]. 品牌与标准化, 2018(6): 71-74.
- [14] 沈静, 王敏, 冀晓龙. 果蔬干制技术的应用及研究进展[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(03): 95-97.

- [15] 王浩, 张明, 王兆升, 等. 干制技术对果蔬干制品品质的影响研究进展[J]. 中国果菜, 2018, 38(11): 15-20.
- [16] 刘增强, 邓林爽, 丁文平, 等. 变温压差膨化干燥香菇脆片的工艺优化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(20): 186-193, 199.
- [17] 广西大学. 一种多功能真空油炸干燥机: CN201910139514.8[P]. 2019-05-17.
- [18] 高兴洋, 安辛欣, 赵立艳, 等. 真空低温油炸和真空冷冻干燥对香菇脆片品质及挥发性风味成分的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(17): 88-93.
- [19] 魏忠彩, 孙传祝, 张丽丽, 等. 红外干燥技术在果蔬和粮食加工中的应用[J]. 食品与机械, 2016, 32(01): 217-220.
- [20] 郑霞, 万江静, 高振江, 等. 红外干燥技术在果蔬加工中的研究现状与展望[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 1-6.
- [21] 暴悦梅, 胡彬. 新型果蔬干燥技术研究进展[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(16): 222-224.
- [22] 吴海虹, 朱道正, 卞欢, 等. 农产品干燥技术发展现状[J]. 现代农业科技, 2016(11): 279-281.
- [23] 张莉会, 廖李, 安可靖, 等. 干燥方式对果蔬风味物质影响研究进展[J/OL]. 食品工业科技, 2018, 17(09): 1-7.
- [24] 丁泽智, 杨晚生. 微波干燥技术的研究发展现状[J]. 应用能源技术, 2019(4): 40-43.
- [25] 孙志惠. 关于热泵干燥技术如何在脱水果蔬加工中应用的研究[J]. 食品安全导刊, 2015(36): 151.
- [26] 王姝琦. 不同干燥方式对树莓品质的影响 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018.
- [27] 刘清, 倪穗, 孙金才. 调理果蔬制品组合干燥技术的研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(04): 33-38.
- [28] 孙芳, 江水泉. 我国果蔬干燥加工技术现状及发展前景[J]. 粮食与食品工业, 2016, 23(04): 11-15, 20.
- [29] 苏丹, 李树君, 赵凤敏, 等. 农产品联合干燥技术的研究进展[J]. 农机化研究, 2014, 36(11): 236-240.

(上接第 8 页)

- [5] 徐明亮, 游春苹, 高海燕, 等. 乳中耐冷菌脂肪酶活性测定方法进展[J]. 中国乳品工业, 2018, 46(8): 25-28.
- [6] 王步江, 杨公明. 乳链菌肽-天然防腐保鲜剂在食品中的应用[J]. 保鲜与加工, 2005, 5(4): 1-2.
- [7] 龚魁杰, 陈利容. 微生物素在果蔬采后保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工, 2007(01): 54-56.
- [8] 龙燕, 刘然, 梁恒宇, 等. Nisin 高产菌株的高通量筛选[J]. 微生物学报, 2018, 58(7): 1298-1308.
- [9] 王佳雯. 浅谈溶菌酶的研究进展[J]. 河北农机, 2019(8): 62.
- [10] 金茜, 智秀娟, 姜怀玺, 等. 碘乙酰胺改性溶菌酶抑菌效果研究[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(7): 750-754.
- [11] 叶丹, 邱树毅, 连宾. 蘑菇的复合液膜保鲜[J]. 食品工业科技, 2004(6): 122-124.
- [12] 罗鑫, 于存. 拟康宁木霉 Hailin 产几丁质酶条件优化及其抑菌能力评价[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(11): 14-22.
- [13] SHAMLOO A, MOHAMMADALIHA N, MOHSENI M. Integrative utilization of microenvironments, biomaterials and computational techniques for advanced tissue engineering[J]. Biotechnol, 2015, 212: 71-89.
- [14] 曹森, 吉宁, 马超, 等. 1-MCP 结合哈茨木霉菌对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2019, 40(1): 262-268.
- [15] 徐建明, 宋孟柯, 朱建波, 等. 草本鲜切花保鲜剂[P]. CN201811213693.7, 2018-12-28.
- [16] 石称华, 钱志红. 一种复合草莓保鲜剂及其制备方法和使用方法[P]. CN201310354144.2, 2013-11-20.
- [17] 吴一品, 林艺芳, 林河通, 等. 生防菌解淀粉芽孢杆菌研究进展[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(6): 49-52.
- [18] 荆卓琼, 郭致杰, 徐生军, 等. 解淀粉芽孢杆菌 HZ-6-3 的筛选鉴定及其防治番茄灰霉病效果的评价 [J]. 草业学报, 2020(02): 31-41.
- [19] 王敏, 占文超, 张东京, 等. 竹叶提取物对鲜切苹果保鲜效果的研究 [J]. 佳木斯大学学报 (自然科学版), 2018(06): 949-952.
- [20] 周莉. 天然防腐剂[J]. 肉类研究, 2008(12): 78-82.
- [21] 吴芳英, 王东明. 柑橘保鲜被膜剂的研制 [J]. 现代食品, 2017(21): 80-83.
- [22] 杨树玲, 陈冬, 孔维宝, 等. 红曲霉发酵制品中的代谢产物及其生理活性研究进展[J]. 生物学通报, 2019, 54(9): 1-5.
- [23] 傅德明, 余宏斌, 付琼玲, 等. 壳聚糖与有益微生物组合的生物保鲜剂用于丰都红心柚常温贮藏试验 [J]. 中国果菜, 2006(3): 43-44.
- [24] 安超, 薛文娇. 高效凝胶色谱法同时测定普鲁兰多糖生物合成过程中分子量和含量 [J]. 食品研究与开发, 2018, 39(7): 143-148.
- [25] 刘鑫. 出芽短梗霉发酵生产普鲁兰多糖及多糖涂膜荔枝保鲜的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2015.

红树莓果酒的酿造工艺研究

王宇添

(陕西奕诚生物科技有限公司,陕西 商洛 711511)

摘要:中国盛产小浆果,但小浆果不容易保存且季节性强,因此附加值较低,为了提高小浆果的产品附加值,本试验研究了小浆果酒的发酵工艺,并探讨了解决出汁率低,果酒单宁含量过少所导致的货架期短、挥发酸高、不易澄清等问题。试验以小浆果红树莓为原料,经破碎、酶解、澄清、发酵、过滤等工艺,制得了发酵型红树莓果酒,经过单因素和正交试验优化发酵工艺,确定最佳的酿造工艺条件。结果表明,酶解过程采用 25 g/kL EMACLAR 果胶酶和 25 g/kL EVZYM 果胶酶低温酶解 14 h,与传统方式对比,出汁率提高了 10%;发酵过程,红树莓果汁初始糖度 19%,利用 VP5 为酿酒酵母,接种量为 10%,发酵温度 22 °C;发酵结束后使用树脂降酸,澄清过程使用 30 g/100 L 硅藻土、15 g/100 L 明胶复合澄清的方式。在此工艺条件下得到的红树莓果酒酸度爽口,色泽清亮、均匀,有明显的树莓香气和纯正的发酵型香气。

关键词:小浆果;红树莓酒;发酵工艺;低温酶解

中图分类号:TS262 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0018-06

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.004

Study on Brewing Technology of Red Raspberry Wine

WANG Yu-tian

(Shaanxi Yicheng Biotechnology Co., Ltd, Shangluo 711511, China)

Abstract: China is rich in small berries, but the berries are not easy to save and seasonal with lower added value. In order to improve the product added value of small berries, the wine fermentation process of small berries are experimentally studied. Moreover, low juice yield, little short shelf life, high volatile acid, and difficult clarification owing to less tannin content were discussed and resolved. The raspberry wine was brewed using red raspberry as raw material through crushing, enzymolysis, clarification, fermentation, filtration, and so on. The optimal fermentation conditions were determined by single factor and orthogonal experiments. The enzymatic hydrolysis process adopted 25 g/kL EMACLAR pectinase and 25 g/kL EVZYM pectinase for 14 h. Compared with the traditional way, the juice yield increased by 10%. During fermentation, the initial sugar content of red raspberry juice was 19%, VP5 was used as *Saccharomyces cerevisiae*, the inoculation amount was 10%, and the fermentation temperature was 22 °C. At the end of fermentation, resin was used to reduce acid, and 30 g/100 L diatomite and 15 g/100 L gelatin were used for clarification. Under this condition, the red

收稿日期:2020-01-15

作者简介:王宇添(1998—),男,酿酒师,主要从事葡萄酒和果酒发酵的研究工作

raspberry wine has refreshing acidity, bright and even color, and has obvious raspberry aroma and pure fermented aroma.

Key words: Little berry; red raspberry wine; fermentation process; low temperature enzyme solution

红树莓属于浆果类水果,具有很高的营养价值,目前在美国、澳大利亚、英国、东欧、智利都有大规模的生产,而我国由于市场和品种的影响,一直没有得到规模化种植^[1]。据测定,红树莓果实中富含抗癌物质鞣化酸、水杨酸、维生素 C 和矿物质元素等活性成分,具有抗癌、防治高血压等保健功效^[2]。研究表明,红树莓可以增强人体免疫力、抗衰老、抗肿瘤、降糖、护肝^[3-4]。红树莓为浆果类水果,鲜果不容易保存且季节性强,进出口大多以冷冻果的储存形式,保存时间仅为 3~4 个月,且冷冻后树莓的营养有一定的流失,市面上流通的树莓鲜果储存期仅 2~4 d,价格较高,这也使得树莓鲜果在市场流通上变得很困难,而将这些鲜果通过发酵转变成发酵型饮料或果酒可以很好地解决这些问题,能保存大部分的营养物质^[5]。

目前红树莓果酒在发酵过程中存在出汁率和出酒率低,主发酵期酵母接种量不同导致的果香味缺失、不易澄清、货架期短等问题,这大大降低了红树莓果酒的市场供给和占有率。在红树莓果酒的制造过程中产生了酒泥和发酵过滤后的发酵液等一系列副产物,如果直接排放不加以利用,既是一种浪费,也会对环境造成污染。在生产过程中如将这些副产物收集起来,进行蒸馏提纯工艺,可以得到具有红树莓独特香气的白兰地烈酒^[6],这样既可以减少浪费,也可以在调酒过程中提供同源的酒精来源,降低生产成本。本文通过研究红树莓发酵酒加工工艺,以期大规模工业化生产红树莓果酒提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

红树莓,由陕西省汉中市城固县老庄镇双井村树莓产业园提供,2019 年采摘的鲜果,经冷冻处理,运输至陕西奕诚生物科技有限公司。

酿酒活性干酵母 VP5、偏重亚硫酸钾(分析纯)、EMA CLAR 果胶酶、EVZYM 果胶酶、营养剂(氮源),均购于意大利威盛集团;L400 型强碱性阴离子交换树脂,西安蓝晓科技有限公司。

1.2 仪器与设备

ZTY-D 螺旋压榨机购于新乡市中天机械有限公司, PAL-1 糖度计,7230G/723N/723S 型可见分光扫描型光度计,上海恒平电子分析天平 FA-1004,均购于聚创环保设备有限公司;1.000~1.100 精密比重计、0.900~1.000 精密比重计,均购于河间市玻璃厂。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

原料→破碎→酶解处理→低温澄清→过滤→主发酵→后发酵→陈酿→澄清→调配→过滤→杀菌→灌装→成品

1.3.2 操作要点

(1) 原料处理

将红树莓缓慢解冻,通过震动粒选选取色泽鲜艳、形体饱满的果实,并均匀喷洒 50 mg/L 的偏重亚硫酸钾,随后破碎成红树莓果汁,调整果汁含糖量为 21%。

(2) 酵母的活化

称取 100 g 干酵母,加入装有 1 kg 的压榨红树莓果汁中,以 32~38 ℃ 搅拌,充分溶解,15 min 后使用。

(3) 酶解

在红树莓果汁中加入 25 g/kL EMA CLAR 果胶酶和 25 g/kL EVZYM 果胶酶,维持果汁温度 <20 ℃,静止 12 h 以后,每 2 h 取样计算出汁率及挥发酸。

(4) 澄清

在酶解后的清汁中加入 20 g/kL 的 ZIMA CLAR 果胶酶,维持液体温度在 10 ℃ 左右,每 2 h 取红树莓果汁并测量浊度,使浊度在 90~120 NTU 时停止澄清,之后再过滤。

(5) 主发酵

将澄清过滤后的果汁装入发酵罐内,继续在 20~25 ℃ 的环境下进行酒精发酵,在此过程中打开呼吸阀,发酵 4 d 时加入营养剂(氮源)期间适当排气^[7-8]。

(6) 后发酵

将酒液与少量果渣分离,关闭呼吸阀。

(7) 下胶澄清

利用制作好的澄清液按梯度试验值加入到发酵液

中,并进行内循环一次,使之与发酵液充分接触,后静置7 d,测量透光率。

(8) 调配、过滤

在后发酵期,将酒液置于-4 ℃下静止3~5 d,随后进行糖度、酸度、酒精度等理化指标的测量。根据相关指标调配酒精度、酸度,由于红树莓果酒酸度过高会影响口感,所以需要进行降酸处理。通常降酸处理分为物理降酸和化学降酸,但是由于物理降酸容易破坏酒体、降低果香;化学降酸容易产生其他物质,所以最终决定采用树脂降酸,将风味物质的损失降到最低,最后将酒液通过0.2 μm的过滤膜。

(9) 杀菌、灌装

将酒样置于87 ℃水浴环境,水浴杀菌30 min^①,待其恢复至室温即可进行灌装。

1.4 试验方法及设计

1.4.1 不同果胶酶酶解对红树莓出汁率和挥发酸的影响

选取现有EMACLAR果胶酶、EVZYM果胶酶两种果胶酶对红树莓果汁进行酶解试验,共设计三个处理组,分别为A组:50 g/kL EMACLAR果胶酶;B组:50 g/kL EVZYM果胶酶;C组:25 g/kL EMACLAR果胶酶和25 g/kL EVZYM果胶酶。以常规的酶解方式为对照,在果汁中添加2 g/100 kg的果胶酶,并置于10~35 ℃的发酵罐中,酶解后得到的出汁率为40%。

1.4.2 酵母不同接种量对发酵的影响

原材料起始糖度为21%,总酸为13 g/L,分别将活化酵母VP5按照5%、10%、15%三种接种量加入到澄清好的果汁中,在23 ℃的条件下进行发酵,发酵完成后分别测量酒精度、总酸和残糖,并客观分析发酵产物。

1.4.3 初始糖度对发酵的影响

将对酶解后的红树莓果汁的初始含糖量分别调整为19%、21%、23%,以VP5酵母为发酵酵母,接种量为10%,23 ℃发酵15 d,测量红树莓果酒的酒精度、残糖和总酸,并客观分析发酵产物。

1.4.4 发酵温度对发酵的影响

酶解后的红树莓汁的含糖量调整为21%,以VP5酵母为发酵酵母,接种量为10%,发酵温度分别为22、24、26 ℃发酵15 d,测定红树莓果酒的酒精度、残糖、总酸,并客观分析发酵产物。

1.4.5 澄清液浓度对澄清的影响

硅藻土:称取1 g硅藻土,加入50 mL纯净水,搅拌均匀,在室温下浸泡24 h,加水定容到100 mL,即为1.0%的硅藻土溶液。

明胶:称取1 g明胶,加入50 mL纯净水,搅拌均匀,在室温下浸泡24 h,加水定容至100 mL,即为1.0%的明胶溶液。

首先对硅藻土的用量进行梯度试验,设计梯度分别为10、15、20、25、30、35、40、45 g/100 L确定最合适的澄清液硅藻用量;随后进行二次下胶,对明胶用量进行梯度试验,设计梯度分别为0、5、10、15 g/100 L,确定最适用量,试验结果以透光率为评价指标。

1.5 测定指标与方法

可溶性固形物含量采用手持糖度计测定;理化指标(酒精度、总糖、还原糖及总酸)采用葡萄酒、果酒通用检验方法GB/T15038-2006中的测定方法。

透光率的测量:以蒸馏水为空白对照,取红树莓酒液利用分光光度计在400~800 nm的波长内确定最佳波长。精确量取20 mL澄清后的红树莓酒上清液,以蒸馏水为空白对照,用分光光度计在最佳波长下测得上清液的透光率。

1.6 感官评价

选择不同年龄段的专业感官评价人员10名,参照感官评定标准对红树莓果酒进行感官分析,满分为100分。红树莓果酒感官评定标准参照的标准为GB/T 29605-2013,感官评定标准如表1所示。

表1 红树莓果酒感官评价标准

感官指标	评价标准	分值/分
色泽 (30分)	清亮,有光泽,酒红色	22~30
	稍有浑浊,光泽不明显,酒红色	15~21
	浑浊,暗淡无光泽,浅红色	8~14
香气 (30分)	清新的树莓果香和浓郁的酒香	21~30
	树莓果香和酒香良好,无异味	11~20
口感 (40分)	果香不足,有异味	0~10
	酒体丰满,醇厚协调,爽口	26~40
	酒体淡薄,酸甜适中,柔和	16~25
	无酒味,酸涩,口感粗糙	0~15

1.7 数据处理

试验所得数据均为3次测量的平均值,采用Excel软件作图。

2 结果与分析

2.1 红树莓果酒单因素试验

2.1.1 不同果胶酶对红树莓出汁率和挥发酸的影响

不同果胶酶对出汁率和挥发酸的影响结果见图1。由图1可知,三个处理组的出汁率和挥发酸都随酶解时间的延长而增加,但挥发酸过高会使发酵产生异味,影响口感^[10],所以综合考虑出汁率和挥发酸两项指标,三组中最终选取25 g/kL EMACLAR 果胶酶和25 g/kL EVZYM 果胶酶,在控制挥发酸小于1.2 g/L的前提下能最大限度的提高出汁率,酶解反应14 h可以达到最佳效果。

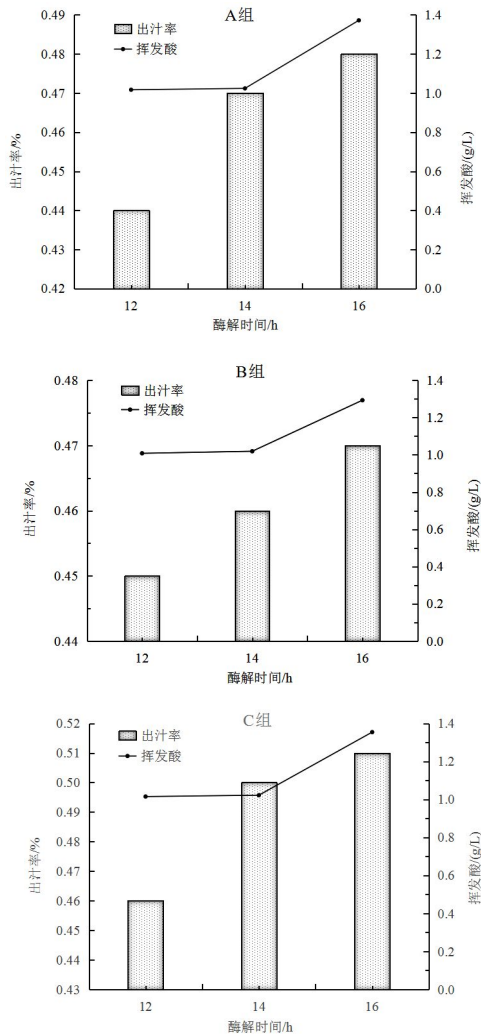


图1 不同果胶酶对红树莓出汁率和挥发酸的影响

Fig.1 Effects of different pectinases on juice yield and volatile acids in red raspberry

2.1.2 酵母接种量对发酵的影响

表2 不同接种量对发酵的影响

Table 2 Effects of different inoculations on fermentation

项目	接种量/%		
	5	10	15
酒精度/(%vol)	10.6	10.9	11.0
总酸/(g/L)	12.4	12.2	11.7
残糖/(g/L)	1.20	0.74	0.62

由表2可知,随着接种量的增加,发酵程度越发彻底,理化指标也相应变化^[11-12]。随着接种量的增加,红树莓果汁中的糖分转化为酒精的进程更彻底,酒精度就越高,剩余的残糖相应就减少。结合糖酸比和酒精度两方面考虑,活性酵母VP5的接种量选择15%,在此条件下,酒精度为11%,糖酸比为0.05,酸度带来的口感最为柔和。

2.1.3 初始糖度对发酵的影响

糖分物质是酵母的能量来源,过高的糖分会使酒液口感过甜,然而过少的糖分会使酵母因没有充足的能量而导致发酵不彻底。

表3 初始糖度对发酵的影响

Table 3 Effect of initial sugar on fermentation

项目	糖度/%		
	19	21	23
酒精度/(%vol)	9.8	12.5	12.4
总酸/(g/L)	12.9	12.2	12.3
残糖/(g/L)	0.79	1.14	1.28

初始糖度对发酵的影响如表3所示。由表3可以看出,在发酵过程中随着初始糖度的增加,红树莓果酒的酒精度先上升后下降。当初始糖度为19%时,酒精度为9.8%vol,各项指标都偏低,口感不佳,酒体不够饱满;当初始糖度为21%时,酒精度达到最高,为12.5%vol,口感最佳,酒体饱满有浓郁的树莓香气;当初始糖度为23%时,酒精度为12.4%vol,酒精度变化不明显,口感有所下降。这是因为过多的糖分在提升酒精度的同时也增加了杂醇油的含量,从而影响了口感。总酸和初始糖度的关系不明显。因此,初始糖度选择21%vol。

2.1.4 发酵温度对发酵的影响

发酵过程中,发酵温度决定了酵母工作的活性。发酵温度过低,会使酵母活性降低,生长繁殖的速度降低,发酵周期也更长;发酵温度过高,会损失果酒中的挥发性芳

香物质,影响感官品质。

表 4 发酵温度对发酵的影响

Table 4 Effect of fermentation temperature on fermentation

项目	发酵温度/℃		
	22	24	26
酒精度/(%vol)	10.6	11.7	12.2
总酸/(g/L)	12.1	12.4	11.3
残糖/(g/L)	1.50	0.79	0.71

由表 4 可知,发酵温度越高,酒精度相应也会提高,提高幅度先增加后减少。发酵温度为 22 ℃,酒精度为 10.6%vol,总酸 12.1 g/L,残糖 1.5 g/L,此时红树莓酒的果香味浓郁,但缺少扎实的酒体,这是因为发酵温度低,果汁中的糖分没有充分转化为酒精;当发酵温度为 24 ℃,酒精度为 11.7%vol,总酸 12.4 g/L,残糖 0.79 g/L,此时残糖量较少,酒体饱满,色泽清亮并带有红树莓香气,口感最佳;当发酵温度为 26 ℃,酒精度为 12.2%vol,总酸 11.3 g/L,残糖 0.71 g/L,此时果香味降低,并有少量腐烂气味,相应感官指标也有所下降。因此选择发酵温度 24 ℃为最佳条件。

2.2 红树莓果酒发酵正交试验

通过单因素试验选用 VP5 酵母进行发酵,以果胶酶使用种类、酵母接种量、红树莓果汁初始糖度、发酵温度为试验因素,运用 $L_9(3^4)$ 正交试验分析,试验设计见表 5,以研究最佳的发酵工艺,试验结果见表 6。

表 5 红树莓果酒正交试验表

Table 5 Table of orthogonal test of red raspberry wine

水平	因素			
	A 果胶酶使用	B 酵母接	C 初始糖度	D 发酵温度
	种类/组	种量/%	/%	/℃
1	a	5	19	22
2	b	10	21	24
3	c	15	23	26

由表 6 可知,极差 R 值分析结果表明,各因素对红树莓果酒的影响次序为 $D>A>B>C$,即发酵温度>果胶酶使用种类>酵母接种量>红树莓果汁起始糖度,其中发酵温度是影响红树莓果酒品质的最关键因素,影响最小的是红树莓果汁起始糖度。以 VP5 为发酵酵母,红树莓果酒最佳的发酵条件为 $A_3B_2C_1D_1$,即果胶酶使用 c 组方案(25 g/kL EMACLAR 果胶酶和 25 g/kL EVZYM 果胶酶),

酵母接种量 10%,红树莓果汁起始糖度 19%,发酵温度 22 ℃。对 $A_3B_2C_1D_1$ 的组合进行验证试验,在此组合条件下发酵的红树莓果酒色泽清亮、有宝石红色并伴有清新的树莓果香和浓郁的酒香,酒体圆润爽口;感官评分为 94 分,高于其他试验组,由此表明此方案为最佳的发酵条件。

表 6 红树莓果酒的正交分析表

Table 6 Orthogonal analysis table of red raspberry wine

序号	A 果胶酶使用种类组	B 酵母接种量/%	C 红树莓果汁起始糖度/%	D 发酵温度/℃	感官评分/分
1	1(a)	1(5)	1(19)	1(22)	88
2	1	2(10)	2(21)	2(24)	86
3	1	3(15)	3(23)	3(26)	84
4	2(b)	1	2	3	86
5	2	2	3	1	91
6	2	3	1	2	88
7	3(c)	1	3	2	88
8	3	2	1	3	89
9	3	3	2	1	93
k_1	86.00	87.33	88.34	90.67	
k_2	88.34	88.67	88.33	87.34	
k_3	90.00	88.34	87.67	86.33	
R	4.00	1.33	0.67	4.34	

2.3 不同澄清剂的澄清效果

为了解决高含量果胶质所带来的澄清困难的问题,在澄清阶段使用两种澄清剂硅藻土、明胶复合澄清^[13],通过梯度试验确定最佳用量,试验结果以透光率为评价指标,来确定两种澄清剂的比例和用量。

2.3.1 硅藻土用量对透光率的影响

图 2 显示了硅藻土用量对透光率的影响。由图 2 可知,随着硅藻土用量的增大,透光率先增大后减小,说明澄清程度先增大后降低。当硅藻土用量为 30 g/100 L 时,透光率最高,为 78.2%,此时澄清效果最好,之后继续增大浓度并不能起到更好的澄清效果。

2.3.2 明胶用量对透光率的影响

在选取 30 g/100 L 的硅藻土澄清 7 d 后再进行二次澄清,因在澄清过程中单独或大量使用硅藻土会使红树莓果酒有脱色的风险,口感也会变淡,通常硅藻土会与少量的明胶配合使用,防止酒液在后期储存过程中出现蛋

白质沉淀,所以在二次澄清时选取明胶溶液,并对明胶的用量进行梯度试验,结果见图3。

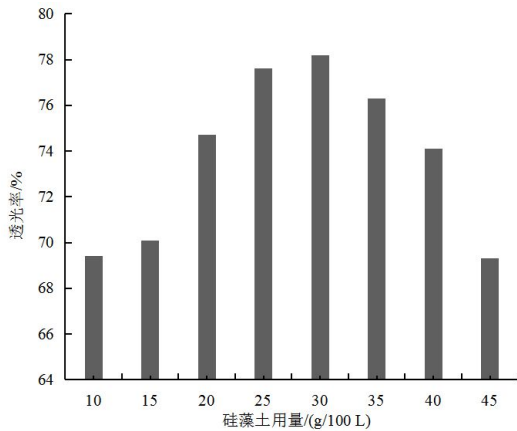


图2 硅藻土用量对透光率的影响

Fig.2 Effect of diatomite addition on light transmittance

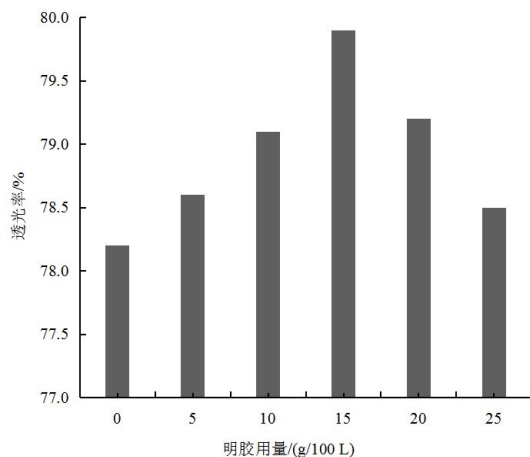


图3 明胶用量对透光率的影响

Fig.3 Effect of gelatin addition on light transmittance

由图3可知,随着明胶用量的增加,红树莓酒液的透光率先增大后减小,当明胶用量为15 g/100 L时,透光率最大,说明此时澄清效果最好。根据图2和图3的数据,在实际操作中首先选用30 g/100 L的硅藻土溶液澄清静置7 d后,再加入15 g/100 L的明胶溶液,可以达到较好的澄清效果及酒液的稳定。

3 结论

由于原汁的总酸高达13 g/L,在品尝过程中会给口腔带来尖涩的感觉,同时会使货架期变短、花色苷易沉淀。本试验在主发酵时期通过增加10 g/kL单宁,并利用三段式酶解的方式提升了初始花色苷的含量,通过提升花色苷在酒中的稳定程度和含量,达到稳固酒体、延长货

架期的目的。在调酒过程中为了降低高酸带来的入口不适,试验采用了树脂降酸处理,并添加结晶果糖来平衡入口的酸感。

在树莓酒发酵过程中,采用低温酶解14 h来提高出汁率,与传统方式对比,出汁率提高了10%;利用VP5为酿酒酵母,接种量为10%,红树莓果汁起始糖度19%,发酵温度22℃,发酵后通过30 g/100 L硅藻土和15 g/100 L明胶复合澄清的方式来解决澄清问题,在此工艺条件下发酵所得的红树莓果酒色泽清亮、有光泽和宝石红色,且带有清新的树莓果香和浓郁的酒香。该研究成果将为红树莓酒的实际生产与应用提供理论依据。

参考文献:

- [1] 许奕华,张玉平,陈梅香.红树莓的国际市场现状及我国的发展机遇[J].中国果菜,2004(04):47.
- [2] 张倩茹,殷龙,尹蓉,等.果酒主要成分及其功能性研究进展[J].食品与机械,2020-02-17.
- [3] 饶炎炎,唐琳琳,陈思睿,等.红树莓果酒发酵过程中功效成分、香气物质及体外降血糖功效的动态变化[J/OL].食品科学,2019-07-17.
- [4] 张瑞婷,夏伟,张述仁,等.红树莓的功能活性成分及其药理作用研究进展[J].安徽农业科学,2018,46(24):13-15.
- [5] 刘亚娜.红树莓酒酿造工艺及其抗氧化活性的研究[D].大庆:八一农垦大学,2016.
- [6] 杨眉,迟晓君.我国菠萝皮渣综合利用的研究进展[J].中国果菜,2019,39(08):48-51.
- [7] 王雪松,张素敏,隋韶奕,等.树莓酒酿造新工艺[J].食品研究与开发,2014,35(21):55-58.
- [8] 段晓玲,吕长山,王金玲.树莓果酒酿造工艺的研究[J].安徽农业科学,2013,41(31):189-192.
- [9] 张中岳.果酒瞬时灭菌关键限值的评价[J].酿酒,2007,34(04):81-82.
- [10] 房玉林,张莉,宋建强,等.树莓果及其发酵产品挥发性成分的分析[J].林业科学,2007(09):133-138.
- [11] 张南海,刘芮瑜,董筱睿,等.黑莓汁树脂降酸工艺研究及其复合果汁制备[J/OL].食品科学,2020-01-09.
- [12] 胡大佐,孙蕾,赵登超,等.树莓果酒发酵技术与条件优化[J].烟台果树,2020(01):13-16,12.
- [13] 夏天奇,高新亚,刘小琳,等.红树莓果酒澄清工艺的优化及理化指标的测定[J].中国酿造,2018(08):138-142.

野生软枣猕猴桃玉竹罐头的研制

李硕¹, 金晶², 胡龙¹, 包新新¹, 常爱霞¹, 张雷^{1,3*}

(1. 吉林农业科技学院食品工程学院, 吉林 吉林 132101; 2. 吉林农业科技学院外国语学院, 吉林 吉林 132101; 3. 吉林省农业科学院, 吉林 长春 130033)

摘要:野生软枣猕猴桃果味鲜美, 营养价值和药用价值很高, 但贮藏期、货架期相对较短。为延长其贮藏期, 可以开发软枣猕猴桃相关产品。野生软枣猕猴桃果实体积小, 果面光滑, 非常适合加工成罐头等产品。试验以野生软枣猕猴桃为材料, 创新性地加入在食品中应用较少的玉竹, 制成罐头, 并优化了软枣猕猴桃玉竹罐头的配方以及制作工艺。通过单因素试验与正交试验确定了最佳配方为野生软枣猕猴桃添加量为40%, 饴糖添加量15%, 玉竹液添加量36%, 柠檬酸添加量0.3%, 其余为蒸馏水。在此配方下得到的产品酸甜可口, 果实完整, 软枣猕猴桃风味浓郁。试验为野生猕猴桃与玉竹的深加工及附加值的提升提供了数据参考。

关键词:罐头; 软枣猕猴桃; 玉竹; 配方优化

中图分类号: TS295 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0024-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.005

The Development of Wild *Actinidia arguta* and Jade Bamboo Can

LI Shuo¹, JIN Jing², HU Long¹, BAO Xin-xin¹, CHANG Ai-xia¹, ZHANG Lei^{1,3*}

(1. School of Food Engineering, Jilin Agriculture and Technology University, Jilin 132101, China; 2. School of Foreign Language, Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101, China; 3. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: The wild *Actinidia arguta* is delicious and has high nutritional and medicinal value, but its storage period and shelf life are relatively short. In order to prolong its storage period, we can develop the relevant products of wild *Actinidia arguta*. Wild *Actinidia arguta* is small in size and smooth in surface, which is very suitable for processing into canned products. This study used wild *Actinidia arguta* as material, and added jade bamboo creatively which was less used in the food, and made them into a can, and optimized the formula and production technology of the can. Through single factor test and orthogonal test, the optimum formula was 15%

收稿日期: 2019-10-23

基金项目: 吉林农业科技学院大学生创新创业项目支撑(2019116); 吉林农业科技学院博士启动基金(校 20190281); 吉林农业科技学院重点学科培育项目(校 20190779)

作者简介: 李硕(1998—), 女, 在读本科, 专业方向为果蔬加工

* 通信作者: 张雷(1984—), 男, 讲师, 主要从事果蔬贮藏与加工的教学与研究工作

caramel, 36% bamboo liquid and 0.3% citric acid, and the rest was distilled water. The product obtained by this formula is sweet and sour, with complete fruit and rich flavor of wild *Actinidia arguta*. The experiment can provide data reference for further processing and increasing added value of wild *Actinidia arguta* and jade bamboo.

Key words: Can; wild *Actinidia arguta*; jade bamboo; formula optimization

野生软枣猕猴桃 (*Actinidia arguta* <Sieb. & Zucc> Planch. ex Miq.)主产于吉林省长白山地区,采收期一般为每年的8月末至9月中旬,野生软枣猕猴桃果实与普通猕猴桃相比稍小,但营养更加丰富^[1]。野生软枣猕猴桃果味鲜美,富含蛋白质、多种矿物质、多酚类营养物质和20多种氨基酸;尤其是维生素C含量很高。软枣猕猴桃营养价值和药用价值也很高,有滋补强身、生津润肺的保健功能与美容等功能,被誉为“世界之珍宝”^[2-3]。软枣猕猴桃果实有十成熟、九成熟、八成熟、七成熟四个成熟度,其中八成熟最适宜长期贮藏^[4];但整体来说,野生猕猴桃贮藏期、货架期都相对较短,所以开发软枣猕猴桃相关产品,延长其贮藏期迫在眉睫^[5]。野生软枣猕猴桃果实体积小、果面光滑,非常适合加工成罐头、果脯等产品。但是目前利用野生软枣猕猴桃为试材开发罐头未见报道。

玉竹又称为玉参、铃铛菜等,是百合科植物玉竹的干燥根茎^[6],含有多种对人体有保健作用的营养物质,如甙类、氨基酸、锰、锌等,同时富含维生素A和粘液质,有使皮肤柔嫩、细腻、滑润的美容功效,且含有丰富的蛋白质、淀粉、多糖等活性物质^[7],对人体有强身健体的作用,可以清除血乳酸,延缓衰老^[8],同时还可以保护心脏和血管^[9]。虽然玉竹有较多功效,但在食品生产加工中应用甚少^[10]。

近年来我国的水果罐头出口规模不断增大,因为相比新鲜水果而言,罐头的保存期更长,加工运输也更方便^[11]。目前,我国水果罐头的出口量占世界水果罐头贸易总量的六分之一,美国、欧盟以及日本等国家和地区是主要的出口对象^[12]。国内外人群对水果罐头喜爱日益增加,为我国水果罐头行业的发展提供了良好机遇。本试验以野生软枣猕猴桃、玉竹为材料,制成罐头,并优化了软枣猕猴桃玉竹罐头的配方以及制作工艺,为野生猕猴桃与玉竹的深加工及附加值的提升提供技术支持。

1 材料与方

1.1 试验材料

野生软枣猕猴桃,采购于吉林长白山;玉竹,采自吉

林农业科技学院左家中药基地;砂糖、饴糖、均为食品级;纯净水,采购于吉林市大清宝泉纯净水公司。

1.2 仪器与设备

电磁炉(苏泊尔,SDHCB8E34)、电子天平(梅特勒,JD-2000)、菜板、水果刀、烧杯(1 000 mL)、量筒(100 mL)、温度计、罐头瓶等。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

原料处理→装罐→加水→蒸煮→静置→成品→感官评价

1.3.2 操作要点

(1) 容器清洗与杀菌

将容量为250 mL的罐头瓶用清水洗净后,再用75%的酒精润洗杀菌,采后用清水冲洗后进行沥干,标好序号备用。

(2) 玉竹处理

挑选茎粗无腐烂和杂质的玉竹,称量300 g后进行清洗、除去杂质;加入4 L蒸馏水,在100 ℃热水中煮90 min;捞出后进行冷却,经纱布过滤,弃去块状玉竹,对玉竹提取液进行收集备用。

(3) 软枣猕猴桃处理

将软枣猕猴桃去梗,挑选出果肉饱满、颜色鲜艳、无腐烂的野生软枣猕猴桃,放入干净的盆中,然后倒入适量清水冲洗,重复3~4次,把水倒出,洗净后备用。

(4) 装罐、蒸煮

称取不同配比的饴糖、柠檬酸以及玉竹提取液分别加入250 mL罐头瓶中,再向其中加入颜色、状态一致的软枣猕猴桃100 g,然后向各罐头瓶中加入蒸馏水,使其总液面高度一致,然后将其呈半密封状态(防止蒸煮时导致罐头瓶炸裂),放入蒸锅中,并将蒸锅加入足量水蒸煮15 min,并随时观察软枣猕猴桃状态(避免果实裂开,罐头呈现浑浊状态)。

(5) 静置

将蒸煮后的罐头取出静置,冷却至室温后将瓶盖拧紧放入冰箱中冷藏。

1.4 试验方案设计

1.4.1 单因素试验设计

(1) 饴糖添加量对罐头品质的影响

在玉竹液为 10%, 柠檬酸为 0.2% 的条件下, 添加不同饴糖量梯度: 5%、10%、15%、20%、25%, 以产品感官品质为评价指标, 进行饴糖添加量试验, 确定饴糖最佳添加量。

(2) 玉竹液添加量对罐头品质的影响

在饴糖最佳添加量的条件下, 柠檬酸为 0.2%, 添加不同玉竹液量梯度: 4%、12%、20%、28%、36%, 以产品感官品质为评价指标, 进行玉竹液添加量试验, 确定玉竹液最佳添加量。

(3) 柠檬酸添加量对罐头品质的影响

在饴糖与柠檬酸最佳添加量条件下, 添加不同柠檬酸量梯度: 0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%, 以产品感官品质为评价指标, 进行柠檬酸添加量试验, 确定柠檬酸最佳添加量。

1.4.2 正交试验设计

基于前期单因素试验结果发现, 三个因素对感官结果影响都比较明显, 因此采用三因素三水平正交试验进一步优化三个因素的最佳配比。

1.5 罐头品质评价

评价小组由 20 名专业评价员组成, 分别从色泽、气味、口感、组织形态 4 个方面进行评价和打分, 20 人评价结果的平均值即为样品感官的最终得分, 评分标准见表 1。

表 1 软枣猕猴桃玉竹罐头感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard for *Actinidia arguta* and jade bamboo can

项目	评分标准	分值/分
色泽 (20分)	色泽透明, 软枣猕猴桃的绿色明显	15~20
	色泽黄润, 颜色分明	10~14
	软枣猕猴桃颜色暗淡, 汁液浑浊	0~9
气味 (30分)	玉竹味适中	20~30
	玉竹味略重	10~19
	玉竹土腥味过重	0~9
口感 (30分)	果实无涩感, 酸甜适中	20~30
	果实略有涩感, 酸甜适中	10~19
	果实涩感重, 酸味重	0~9
组织形态 (20分)	果肉组织紧密	15~20
	果肉组织松散	10~14
	果肉成糜状	0~9

2 结果与分析

2.1 产品配方单因素试验

2.1.1 饴糖添加量对猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响

玉竹液添加量为 20%, 柠檬酸添加量为 0.2% 时, 饴糖添加量对野生软枣猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响见图 1。由图 1 可知, 产品的感官评分随着饴糖添加量的增加先升高后下降, 饴糖添加量为 20% 时, 感官评分最高, 为 85 分; 再增加饴糖添加量, 反而使风味变差。由此可见, 在玉竹液和柠檬酸的用量一定的情况下, 饴糖最适添加量为 20%。这也从侧面反映出, 产品因为自身属性和添加剂(柠檬酸)的缘故, 所需的饴糖用量较大, 用以中和酸味, 调节风味, 改善口味, 但过犹不及。

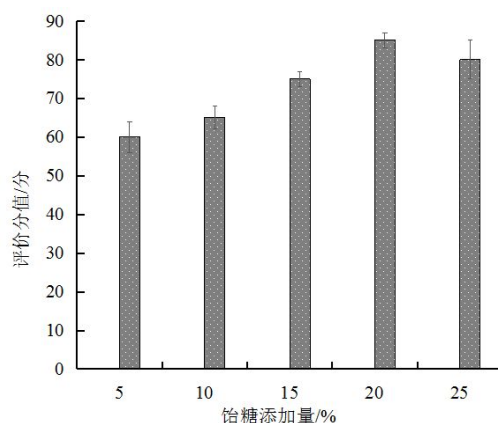


图 1 饴糖添加量对罐头感官的影响

Fig.1 Effects of caramel content on the senses of can

2.1.2 玉竹液添加量对猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响

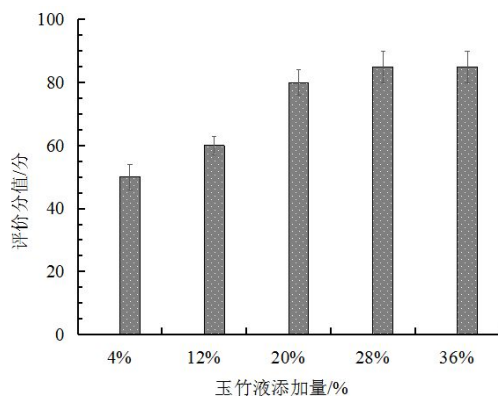


图 2 玉竹液添加量对罐头感官的影响

Fig.2 Effects of jade bamboo content on the senses of can

饴糖添加量为 20%, 柠檬酸添加量为 0.2% 时, 玉竹液添加量对野生软枣猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响见图 2。

图 2。由图 2 可以看出,随着玉竹液添加量的增加,野生软枣猕猴桃玉竹罐头的评分先升高后趋于平稳。玉竹液在一定程度上可以增强野生软枣猕猴桃玉竹罐头的口感与品质,改善罐头的整体色泽,掩盖软枣猕猴桃本身的气味,起到了增色增香的作用。当玉竹液添加量达到 28% 时,玉竹软枣猕猴桃罐头不但评分值最高,而且保证了罐头的的水分,玉竹添加量起到了显著的作用,因此玉竹液的最佳添加量为 28%,此时罐头的口感更好。

2.1.3 柠檬酸添加量对野生软枣猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响

饴糖添加量为 20%,玉竹液添加量为 36%时,不同柠檬酸添加量时对野生软枣猕猴桃玉竹罐头感官品质的影响如图 3 所示。由图 3 可知,野生软枣猕猴桃玉竹罐头的感官评分随着柠檬酸添加量的增加呈现先上升后下降的趋势,当柠檬酸添加量为 0.2%时,感官评分达到最大值,可见酸度对罐头汁的感官影响相对较大。

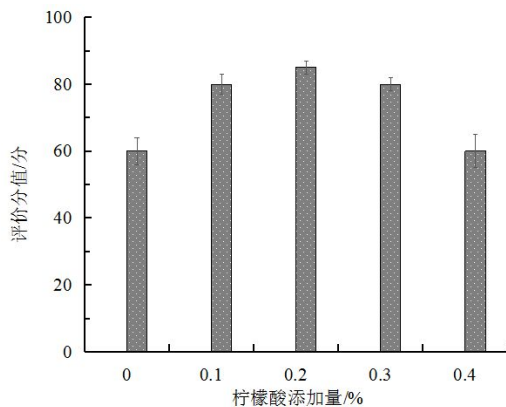


图 3 柠檬酸添加量对罐头感官的影响

Fig.3 Effects of citric acid content on the senses of can

2.2 正交试验分析

采用三因素三水平正交试验筛选出罐头的最佳配比,试验设计见表 2,结果见表 3。

表 2 正交试验设计

Table 2 Orthogonal experimental design

水平	因素		
	A 饴糖添加量/%	B 玉竹液添加量/%	C 柠檬酸添加量/%
1	15	20	0.1
2	20	28	0.2
3	25	36	0.3

表 3 野生软枣猕猴桃玉竹罐头正交试验

Table 3 Orthogonal test of wild soft jujube, kiwifruit and jade bamboo can

试验号	A 饴糖添加量/%	B 玉竹液添加量/%	C 柠檬酸添加量/%	感官评分/分
1	1(15)	1(20)	1(0.1)	74
2	1	2(28)	2(0.2)	75
3	1	3(36)	3(0.3)	79
4	2(20)	1	1	79
5	2	2	3	81
6	2	3	2	80
7	3(25)	1	3	80
8	3	2	1	81
9	3	3	2	82
k_1	76.0	77.7	78.0	
k_2	80.0	79.0	78.7	
k_3	81.0	80.3	80.0	
R	5.0	2.6	2.0	

由表 3 可知,影响产品感官品质的因素从大到小依次为 A>B>C,即饴糖添加量>玉竹液添加量>柠檬酸添加量。玉竹软枣猕猴桃罐头的最佳工艺配方为 $A_3B_3C_3$,即饴糖添加量为 15%,玉竹液添加量为 36%,柠檬酸添加量为 0.3%。产品在多因素试验时饴糖添加量与玉竹液添加量均达到最大梯度,柠檬酸达到饱和值,此时的产品效果最佳。从整体来看,产品越趋向高糖、高玉竹用量,产品的效果越好。所以,产品效果受所添加糖分的影响比柠檬酸大,究其原因,饴糖高用量一方面用于调和产品的风味,另一方面用于消除玉竹的土腥味。而玉竹的高用量一方面是其食药两用功效,另一方面也是用于增加产品的柔和酸甜,使二者兼容更加自然,风味独特。

3 结论

通过正交试验,本试验对罐头制作工艺进行了创新与优化,得到了玉竹软枣猕猴桃罐头的最佳工艺配方,即饴糖添加量为 15%,玉竹液添加量为 36%,柠檬酸添加量为 0.3%,保证了罐头的感观品质最好。试验最终得到的成品果肉饱满,组织形态均匀,色泽澄清分明,口感酸甜可口,风味良好。

(下转第 43 页)

红枣杜仲复合饮料的工艺研究

马鑫¹, 赵子岐², 胡楠楠³, 尤丽新^{3*}

(1. 吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林 长春 130118; 2. 吉林动画学院游戏学院, 吉林 长春 130032; 3. 长春科技学院生命科学学院, 吉林 长春 130600)

摘要: 本文以红枣为主料、杜仲为辅料, 探讨了杜仲浸提液、白砂糖和柠檬酸添加量对红枣杜仲复合饮料品质的影响, 研制出营养丰富, 口感适宜, 有补气养血、强身健体功效的保健型复合饮料。采用单因素试验和正交试验, 以感官评分为评价指标, 确定了红枣杜仲复合饮料的最佳配方。结果表明, 最佳配方为红枣浸提液、杜仲浸提液共 100 mL, 杜仲浸提液添加量 18%, 白砂糖添加量 8%, 柠檬酸添加量 0.07%。在此条件下制作的红枣杜仲复合饮料色泽为透明的红褐色, 酸甜适中, 不仅有红枣的香味, 而且有淡淡的杜仲清香; 且无正常视力可见的外来物, 饮料状态均匀透明、无沉淀, 理化指标与微生物指标经检测均符合国家标准。

关键词: 红枣; 杜仲; 饮料; 正交试验; 工艺优化

中图分类号: TS275.5 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0028-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.006

Technical Study of *Zizyphus jujuba* Mill and *Eucommia ulmoides* Oliv. Compound Beverage

MA Xin¹, ZHAO Zi-qi², HU Nan-nan³, YOU Li-xin^{3*}

(1. College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2. School of Game, Jilin Animation Institute, Changchun 130032, China; 3. College of Life Science,

Changchun Science and Technology University, Changchun 130600, China)

Abstract: With *Zizyphus jujuba* Mill as main raw material and *Eucommia ulmoides* Oliv. as auxiliary material, the effects of the amount of eucommia extract, sugar and citric acid on the quality of the compound beverage of jujube and eucommia were studied. A health-care composite beverage with rich nutrition, appropriate taste and certain effects of invigorating qi, nourishing blood and strengthening body constitution has been developed. Sensory score as the evaluation index, single factor test and orthogonal test were used to determine the best formula of jujube eucommia compound beverage. Results showed that, the optimum formula was jujube extract

收稿日期: 2019-08-15

基金项目: 长春科技学院青年科研启动基金项目(CCKJ201712)

作者简介: 马鑫(1996—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为食品加工与安全

* 通信作者: 尤丽新(1978—), 女, 副教授, 主要从事食品微生物与食品加工的教学与研究工作

and eucommia extract 100 mL, *Eucommia ulmoides* Oliv. extract 18%, cane sugars 8% and citric acid 0.07%. Under this condition, the beverage is transparent reddish brown with moderate acidity and sweetness. It not only had the aroma of jujube, but also had the faint fragrance of *Eucommia ulmoides*, no foreign matter visible in normal vision, and the beverage was in uniform and transparent state without precipitation. The physical and chemical indexes and microbiological indexes were tested in accordance with the national standard.

Key words: *Zizyphus jujuba* Mill; *Eucommia ulmoides* Oliv.; beverage; orthogonal test; process optimization

红枣,又称大枣,是鼠李科枣属植物果实。目前我国有 700 多种枣,枣的产量逐年上升,居世界第一位^[1]。红枣含维生素、氨基酸、矿物质、粗纤维等多种营养成分,有补气养血、开胃健脾、抗氧化、抗癌等功效^[2-3]。近年来,红枣中富含的黄酮类化合物成为研究的重点和热点^[4]。据 Prasain J K 等^[5]的研究发现,黄酮类化合物在调节人体血脂、血糖异常等方面有积极的作用,还具有抗菌、抗过敏等药理作用,对癌症和心血管疾病的防治效果显著。

杜仲为杜仲科杜仲属,单科,单种属植物^[6]。杜仲的茎皮、叶均为药材,其工业及药用价值越来越受到人们的关注^[7-8]。杜仲含有绿原酸、木脂素类、黄酮类、多糖类和杜仲胶等成分,是纯天然、无毒副作用的名贵补药,可以强壮筋骨、补肝补肾,也是安胎的良药^[9-10]。目前大量科学试验表明,杜仲具有抗肿瘤、抗癌、防癌的疗效^[11-13],也能加强机体非特异性免疫能力,对细胞免疫有抗衰老和双向调节的作用^[14-15]。

本试验以红枣汁为主料,杜仲汁为辅料,采用单因素试验探究了杜仲汁添加量、白砂糖添加量、柠檬酸添加量对饮料品质的影响,采用正交试验优化了饮料配方,得出红枣杜仲复合饮料的最佳制作工艺,旨在研发一款抗氧化、防癌、低糖且口感良好的保健型复合饮料。

1 材料与方

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

红枣为金丝红枣干,沧州盛祥枣业有限公司生产;杜仲粉,亳州市淳兴堂中药材销售有限公司。

柠檬酸,食品级,河南万邦实业有限公司;白砂糖,食品级,南京甘汁园糖业有限公司。

1.1.2 仪器与设备

JY4002 电子天平,上海良平仪器仪表有限公司;GJJ 系列不锈钢型实验室高压均质机,上海诺尼轻工机械公

司;HH-6 数显恒温水浴锅,常州朗越仪器制造有限公司;WBL2531H 型榨汁机,广东美的生活电器制造有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程

红枣杜仲复合饮料的工艺流程图见图 1 所示。

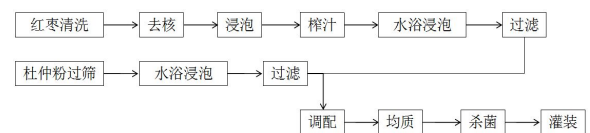


图 1 红枣杜仲复合饮料的工艺流程

Fig.1 Technological process of *Zizyphus jujuba* Mill and *Eucommia ulmoides* Oliv. compound beverage

1.2.2 操作要点

(1) 红枣浸提液的制备

红枣要求新鲜、完整饱满、颜色深红、有光泽。将红枣表面的灰尘用清水冲洗干净,然后除去核。将去核后的红枣简单切碎后用温水以料水比为 1:6(g:mL)在室温下浸泡 30 min。将浸泡好的红枣和水一起倒入榨汁机中榨汁,将榨好的红枣汁在 80 °C 水浴锅中浸泡 40 min,并不断搅拌,进一步浸提^[16]。然后用 4 层纱布过滤 2~3 次,除去红枣碎渣。静置 1 h,取上清液备用。

(2) 杜仲浸提液的制备

杜仲粉过筛,除去杂质。将过筛后的杜仲粉加入水中,料水比为 1:20(g:mL),在 80 °C 水浴锅中浸泡 40 min,并用玻璃棒不断搅拌,使杜仲粉充分浸泡^[17]。然后用滤纸过滤 2~3 次。将滤液静置 1 h,取上清液备用。

(3) 调配

选白砂糖作为甜味剂,柠檬酸作为酸味剂,与红枣浸提液、杜仲浸提液按比例混合,并充分搅拌至白砂糖和柠檬酸溶解。

(4) 均质

在室温且压强为 30 MPa 条件下,将调配好的饮料倒入均质机料斗中均质 2 min。

(5) 杀菌

将复合饮料置于 90~100 °C 水浴锅中杀菌 30 min^[18]。

(6) 灌装

将复合饮料降至 85 °C 左右时快速灌装^[19]。

1.2.3 感官评分标准

对调配好的红枣杜仲复合饮料进行评价分析,感官评分小组由 10 名专业人员组成,评价复合饮料的色泽、气味、口感和稳定性,评分标准见表 1,最终评分取感官评分小组的平均分。

表 1 感官评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation

项目	评分标准	分值/分
色泽 (20分)	色泽均匀,颜色为均匀的红褐色	15~20
	色泽均匀,颜色较深	10~14
	色泽不一,颜色深褐色	0~9
气味 (30分)	有红枣和杜仲的香气	25~30
	红枣香味被杜仲苦涩气味掩盖,香味变淡	15~24
	无红枣气味且带有杜仲汁的苦涩味	0~14
口感 (40分)	酸甜适中,有红枣独有的香味和杜仲的清香	35~40
	略酸、略甜或略显苦涩,有红枣特有的香味	20~34
	过酸、过甜或有浓重的杜仲的苦涩味道	0~19
稳定性 (10分)	溶液均匀,无沉淀,无分层	5~10
	略有分层,有少许沉淀	3~5
	分层明显,沉淀较多	0~2

1.2.4 单因素试验

(1) 杜仲浸提液添加量的确定

取红枣浸提液、杜仲浸提液共 100 mL,其中杜仲浸提液添加量分别为 10%、15%、20%、25%、30%,柠檬酸添加量为 0.08%,白砂糖添加量为 8%,以感官评分为评价指标,优化得到杜仲浸提液的最佳添加量。

(2) 白砂糖添加量的确定

取红枣浸提液、杜仲浸提液共 100 mL,杜仲浸提液添加量为 20%,柠檬酸添加量为 0.08%,加入 2%、4%、6%、8%、10% 的白砂糖,以感官评分为评价指标,优化得到白砂糖的最佳添加量。

(3) 柠檬酸添加量的确定

取红枣浸提液、杜仲浸提液共 100 mL,杜仲浸提液添加量为 20%,白砂糖添加量为 8%,加入 0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.10% 的柠檬酸,以感官评分为评价指标,优化得到柠檬酸的最佳添加量。

1.2.5 正交试验

通过分析单因素试验结果,确定了复合饮料中杜仲浸提液、白砂糖和柠檬酸的添加量范围。为使试验结果更加准确,饮料配方更加合理,根据单因素试验结果,对杜仲浸提液添加量、白砂糖添加量、柠檬酸添加量三个因素进行正交试验,因素水平表如表 2 所示。

表 2 正交试验因素水平表

Table 2 Factor and level table of orthogonal test

水平	因素		
	A 杜仲浸提液 添加量/%	B 白砂糖 添加量/%	C 柠檬酸 添加量/%
1	18	7.5	0.07
2	20	8.0	0.08
3	22	8.5	0.09

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 杜仲浸提液添加量对饮料感官评分的影响

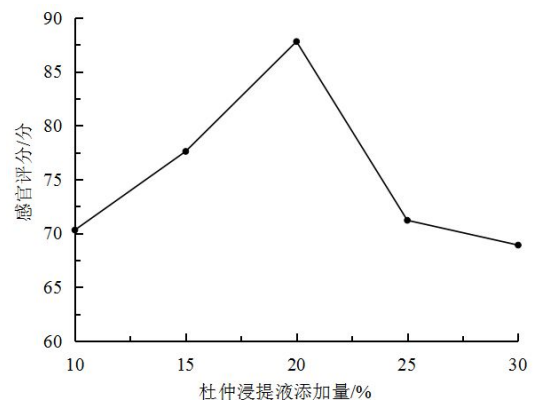


图 2 不同杜仲浸提液添加量对感官评分的影响

Fig.2 Effect of the amount of *Eucommia ulmoides* Oliv. extract on sensory score

不同杜仲浸提液添加量对复合饮料感官评分的影响如图 2 所示。从图中可以直观地分析出,随着杜仲浸提液添加量的增加,饮料的感官评分先增加后减少;当杜仲浸提液添加量为 20% 时,感官评分最高,为 88 分。当杜仲

浸提液添加量低于 20%时,饮料中几乎没有杜仲特有的清香,当杜仲浸提液添加量高于 20%时,饮料变得苦涩,中药味明显,并且杜仲浸提液添加量越多时,饮料颜色越重,苦涩味越明显。因此本试验选择杜仲浸提液添加量为 20%。

2.1.2 白砂糖添加量对饮料感官评分的影响

不同白砂糖添加量对复合饮料感官评分的影响如图 3 所示。从图中可以直观地分析出,当白砂糖添加量为 8%时感官评分最高。当白砂糖添加量低于 8%时,饮料甜味不明显,味道略酸,红枣味略显寡淡,杜仲味苦涩粗糙。当白砂糖添加量高于 8%时,饮料过甜,红枣味不明显。随着白砂糖添加量的逐渐增多,饮料变甜腻,红枣味和杜仲的清香味被削弱。因此试验选择白砂糖添加量为 8%。

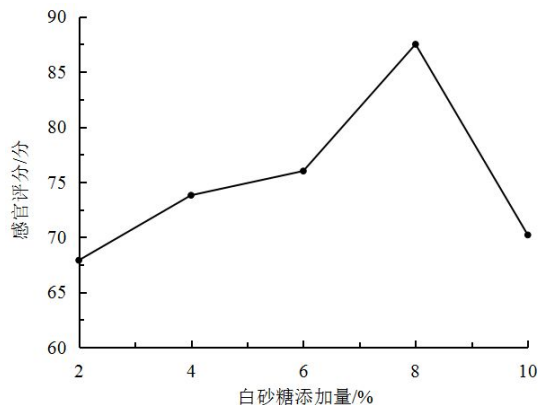


图 3 不同白砂糖添加量对感官评分的影响

Fig.3 Effect of the amount of white granulated sugar on sensory score

2.1.3 柠檬酸添加量对饮料感官评分的影响

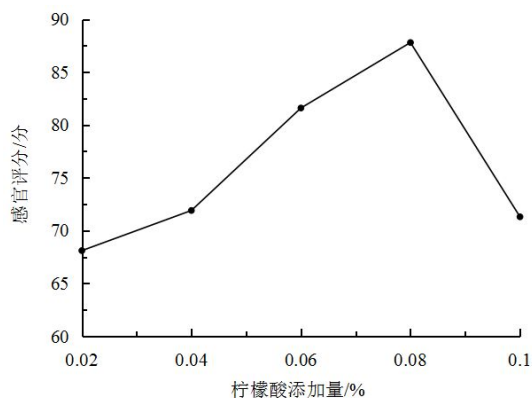


图 4 不同柠檬酸添加量对感官评分的影响

Fig.4 Effect of the amount of citrate on sensory score

不同柠檬酸添加量对复合饮料感官评分的影响如图 4 所示。由图可知,当柠檬酸添加量为 0.08%时,感官评

分最高,为 87.5 分。当柠檬酸添加量低于 0.08%时,红枣味和甜味浓重,饮料口感甜腻。当柠檬酸添加量高于 0.08%时,饮料酸涩发苦。随着柠檬酸添加量的增多,红枣和杜仲的味道逐渐变淡,饮料口感逐渐变酸。因此,本试验选择柠檬酸添加量为 0.08%。

2.2 正交试验结果

通过单因素试验,得出了 A(杜仲浸提液添加量)、B(白砂糖添加量)和 C(柠檬酸添加量)这三个因素的最适添加范围,为了使试验结果更加准确,饮料配方更加合理,对以上三个因素进行正交试验,结果如表 3 所示。

表 3 复合饮料正交试验结果

Table 3 Orthogonal test results of compound beverage

试验编号	A 杜仲浸提液添加量/%	B 白砂糖添加量/%	C 柠檬酸添加量/%	感官评分/分
1	1(18)	1(7.5)	1(0.07)	92.3
2	1	2(8.0)	2(0.08)	95.0
3	1	3(8.5)	3(0.09)	90.7
4	2(20)	1	2	88.6
5	2	2	3	92.9
6	2	3	1	89.8
7	3(22)	1	3	77.0
8	3	2	1	84.0
9	3	3	2	81.8
k_1	92.7	86.0	88.7	
k_2	90.4	90.6	88.5	
k_3	80.9	87.4	86.9	
R	11.8	4.6	1.8	

表 3 所示为杜仲浸提液添加量、白砂糖添加量和柠檬酸添加量这三个因素的正交试验结果,对表中数据进行极差分析,并对 R 值进行由大到小排序,结果为 $A>B>C$,可见,杜仲浸提液添加量是影响饮料感官品质的主要因素,白砂糖添加量是次要因素,而柠檬酸添加量对饮料的感官影响较小。由 k 值大小得出,红枣杜仲复合饮料最佳配方为 $A_1B_2C_1$,即杜仲浸提液添加量为 18%、白砂糖添加量为 8%、柠檬酸添加量为 0.07%。经验证试验,最佳组合得到的饮料口感最好,风味最佳,感官评分为 95.5 分,高于其他试验组。

2.3 产品质量指标

根据中华人民共和国国家标准 GB 7101-2015 食品

安全国家标准饮料的要求,对本试验所制得的红枣杜仲复合饮料进行质量检验。

(1) 感官评价

复合饮料为红棕色,有红枣和杜仲的香气,无异味,无异臭,无正常视力可见的外来物,饮料状态均匀透明、无沉淀。

(2) 理化指标

复合饮料的锌、铜、铁含量总和为 15 mg/L,氰化物含量为 0.05 mg/L,均符合国家标准。

(3) 微生物限量指标

复合饮料的菌落总数=10 CFU/mL,大肠菌群=1 CFU/mL,酵母菌霉菌总数=5 CFU/mL,致病微生物未检出,以上指标均符合国家标准。

3 结论

本试验以红枣浸提液为主料,杜仲浸提液为辅料,分别对影响饮料口感品质的杜仲浸提液添加量、白砂糖添加量和柠檬酸添加量这三个因素进行了探讨,通过单因素试验和正交试验结果确定了最优配方。试验结果发现,影响红枣杜仲复合饮料感官评分的主次因素为杜仲浸提液添加量>白砂糖添加量>柠檬酸添加量;红枣杜仲复合饮料的最佳配方为红枣浸提液、杜仲浸提液共 100 mL,杜仲浸提液添加量为 18%、白砂糖添加量为 8%、柠檬酸添加量为 0.07%。

参考文献:

- [1] 姜鹏. 红枣中有效组分的分步萃取研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [2] CHEN DY, WANG YK, LIU SY, et al. Response of relative spa flow to meleanorological fctors under different soil moisture conditions in rainfed jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) plantations in semiarid Northwest China[J]. Agricultural water management, 2014, 136(06): 56-59.
- [3] LIU J, LIU HB, MA LY, et al. A Chinese jujuba (*Zizyphus jujuba* Mill.) fruit-expressed sequence tag (EST) library: Annotation and EST-SSR characterization [J]. Scientia horticulturae, 2014, 165(13): 23-26.
- [4] 焦中高, 张春岭, 刘杰超, 等. 碱提红枣多糖与水提红枣多糖生物活性的比较研究 [J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(10): 4182-4187.
- [5] LI J, AI L, YANG Q, et al. Isolation and structural characterization of a polysacchanide from fruits of *Zizyphus jujuba* cv. Junzao [J]. International journal of biological macromole cules, 2013, 55(05): 83-87.
- [6] 陈建. 关于杜仲的概述[J]. 遵义科技, 2004, 11(03): 142-146.
- [7] 汤诗杰, 李和平, 贺善安, 等. 杜仲研究的现状与展望[J]. 林业科技开发, 2007, 21(02): 8-12.
- [8] PRASAIN JK, CARLSON SH, WYSS JM. Flavonoids and age-related disease: Risk, benefits and critical windows [J]. Maturitas, 2010, 66(2): 163-171.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [10] 周云雷. 杜仲的化学成分及其动态变化研究 [D]. 吉首: 吉首大学, 2015.
- [11] 王建辉, 刘永乐, 李赤翎, 等. 杜仲绿原酸对高脂模型小鼠降血脂作用研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33 (15): 360-362, 375.
- [12] 赵玉英, 耿权, 程铁民, 等. 杜仲化学成分研究概况 [J]. 天然产物研究与开发, 1995, 7(03): 46-52.
- [13] 姜凌宇, 郭金昊, 姜月华, 等. 杜仲治疗高血压研究进展[J]. 山东中医杂志, 2017, 36(03): 249-252.
- [14] 刘国荣, 邱立朋, 周延萌, 等. 杜仲多糖对糖尿病小鼠降血糖作用及其机制研究 [J]. 泰山医学院学报, 2010, 31(09): 659-661.
- [15] 孟华民. 杜仲对小鼠肝、肾 LPO, SOD 的影响[J]. 四川省卫生管理干部学院学报, 1996, 15(3): 139.
- [16] 袁超, 李大鹏, 赵珉慧, 等. 红枣汁提取工艺优化研究[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(01): 59-61.
- [17] 罗威, 耿敬章. 杜仲叶绿茶复合饮料的工艺优化[J]. 食品工业, 2012, 33(05): 28-30.
- [18] 赵楠. 红枣生姜复合饮料抗氧化性能研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [19] 徐德怀, 杨维霞, 陈月刚, 等. 杜仲茶饮料加工技术研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 18(03): 69-72.

高效液相色谱法快速测定三种果蔬中 甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量

吴丽¹,周书来²

(1. 乐山市食品药品检验检测中心,四川 乐山 614000;2. 乐山职业技术学院,四川 乐山 614000)

摘要: 甲苯氟磺胺和苯氟磺胺均为杀菌剂,中等毒性,分解产物可转化为有毒物质,现行国标规定的检测方法为气相色谱-质谱联用法,但操作复杂、仪器普及率不高、适用范围有限。本试验建立了一种高效液相色谱法测定三种果蔬(黄瓜、番茄、葡萄)中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的方法。样品采用 QuEChERS 方法进行前处理,以乙腈-0.1%甲酸水溶液-乙腈为流动相,梯度洗脱,采用高效液相色谱二极管阵列检测器分析。结果显示,QuEChERS 前处理的吸附剂组合为 750 mgMgSO₄+50 mgC18+250 mgPSA+50 mgGCB,对样品进行净化处理后,上清液澄清,略带色泽,化合物平均回收率在 79%以上;甲苯氟磺胺和苯氟磺胺在各自浓度范围内线性关系良好 ($R^2=0.9999$),加标回收率为 79.73%~97.39%,精密度 RSD 为 1.68%~4.21%($n=6$),检出限分别为 12.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和 15.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$,定量限分别为 41.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和 50.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。该方法操作简便、灵敏度高、结果准确可靠,能很好地满足上述三种果蔬中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的分析检测。

关键词: 甲苯氟磺胺;苯氟磺胺;高效液相色谱法;QuEChERS

中图分类号: TS255.7 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0033-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.007

Determination of Dichlofluanid and Tolyfluanid Residues in Fruits and Vegetables by High Performance Liquid Chromatography

WU Li¹, ZHOU Shu-lai²

(1. Leshan Institute for Food and Drug Control, Leshan 614000, China; 2. Leshan Vocational & Technical College, Leshan 614000, China)

Abstract: Dichlofluanid and tolyfluanid are fungicides with medium toxic, and the decomposition products change into toxic substances, the detection method is gas chromatograph-mass spectrometry in the current national standards, but it is complex, low penetration and limited scope. A method for the simultaneous determination of dichlofluanid and tolyfluanid in fruits and vegetables(cucumber, tomato, grape) was developed by using high performance liquid chromatography. Samples were extracted by QuEChERS method. The HPLC-

收稿日期:2019-10-23

作者简介:吴丽(1983-),女,工程师,主要从事食品检验检测及食品补充检验方法研究工作

DAD method was performed with acetonitrile and 0.1% formic acid water as mobile phase by the gradient elution. The adsorbent combinations of QuEChERS were 750 mgMgSO₄+50 mgC18+250 mgPSA+50 mgGCB. After the sample was purified, the supernatant was clear and slightly colored, and the average recovery rate of the compound was over 79%. The standard curves of dichlofluanid and tolylfluanid showed good linearities ($R^2=0.9999$). The recoveries at three levels ranged from 79.73% to 97.39%, the relative standard deviations of precision ($n=6$) were between 1.68% and 4.21%. The limits of detection were 12.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and 15.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, the limits of quantification were 41.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and 50.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$. This established method is simple, sensitive, accuracy and reliable, it can be applied to the determination of dichlofluanid and tolylfluanid residues analysis in cucumber, tomato and grape.

Key words: Dichlofluanid; tolylfluanid; HPLC; QuEChERS

食用农产品质量安全是食品安全的源头,也是从农田到餐桌的第一道防线。近年来,国家不断加大对食用农产品的抽检力度,“十三五”食品安全规划要求主要针对农药、兽药残留的食品检验量不低于每年2份/千人。众多研究发现,影响果蔬类质量安全的因素主要有农药残留、重金属和食源性致病微生物等,其中农药残留问题最为突出,它不仅会给健康带来一定的风险,还可能会影响国际贸易^[1-3]。

甲苯氟磺胺和苯氟磺胺均为广谱型杀菌剂,中等毒性,主要用于防治柑桔、葡萄、黄瓜等果蔬的真菌性病害。德国科学家发现甲苯氟磺胺的分解产物可转化为有毒物质亚硝胺,亚硝胺可对水资源产生污染,欧盟已经发布禁令禁止使用甲苯氟磺胺类杀菌剂^[4-5]。国际食品法典委员会也将二者列入了2015~2019年农药评估优先列表^[6]。现行国标规定了番茄、黄瓜、莴苣、草莓、葡萄等多种果蔬中苯氟磺胺和甲苯氟磺胺的残留限量,其指定的检测方法均为气相色谱-质谱联用法^[7-9],该法操作复杂、仪器普及率不高,且适用范围仅为苹果、柑桔、葡萄、甘蓝、芹菜和西红柿这6种果蔬,未能涵盖所有对甲苯氟磺胺类和苯氟磺胺有限量要求的品种。目前也尚无采用高效液相色谱法对两者物质的残留量进行测定的研究^[10-11]。本文采用改进后的QuEChERS方法提取净化,将乙腈-0.1%甲酸水溶液作为流动相,以梯度洗脱的方式,采用实验室普及率较高的高效液相色谱(二极管阵列检测器)检测二者残留量。方法操作简便、快速、分离度好、结果准确,能很好地应用于黄瓜、葡萄和番茄等几种常见果蔬中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留的定量检测。

1 材料与方法

1.1 试剂与材料

甲苯氟磺胺(99.32%)、苯氟磺胺(99.0%),德国 Dr. Ehrenstorfer GmbH 公司;C18 粉、PSA 粉及石墨炭黑粉, Agela Technologies;乙腈(色谱纯),北京百灵威科技有限公司;无水氯化钠(分析纯)、无水硫酸镁(分析纯,用前在 500 °C 马弗炉内烘 5 h,冷却后取出装瓶备用),成都市科龙华试剂厂。

番茄、黄瓜、葡萄鲜样,均为市售。

1.2 仪器与设备

小型高速粉碎机,永康市天祺盛世工贸有限公司;CP225D 电子天平,德国赛多利斯公司;TG-16 台式高速离心机,四川蜀科仪器有限公司;IKA T25 组织捣碎匀浆仪,江苏金坛市环宇科学仪器厂;UPT-II-10T 超纯水机,四川优普超纯科技有限公司;TU-1901 紫外分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;Thermo Ultimate 3000 高效液相色谱仪,Thermo SCIENTIFIC。

1.3 混合标准品溶液的配制

精密称取甲苯氟磺胺标准品 11.62 mg、苯氟磺胺标准品 10.68 mg,置于同一个 100 mL 容量瓶中,用乙腈溶解并稀释至刻度,即得混合标准品贮备溶液。

精密量取混合标准品贮备溶液 1 mL,置 10 mL 容量瓶中,用乙腈稀释至刻度,摇匀,即得混合对照品溶液。

1.4 样品前处理

分别取新鲜果蔬(番茄、黄瓜、葡萄)样品,粉碎均匀,称取 10 g(精确至 0.1 g)试样,置于 50 mL 塑料离心管中,加入 20 mL、1%甲酸-乙腈,加盖超声提取 30 min,往

离心管中加入 4 g 无水氯化钠、5 g 无水硫酸镁, 加盖振荡 2 min, 然后在组织捣碎匀浆仪上以 15 000 r/min 匀浆提取 1 min, 再以 5 000 r/min 离心 5 min, 准确移取 10 mL 上清液于 50 mL 离心管中, 离心管中预先加入 750 mg 无水硫酸镁、250 mg PSA、50 mg C18 和 50 mg GCB, 加盖涡旋振荡 1 min, 再以 5 000 r/min 离心 5 min, 准确移取 5.00 mL 上清液在 50 °C 下氮气吹至近干, 加入 2.0 mL 乙腈涡旋溶解残渣, 经 0.45 μm 有机微孔滤膜过滤, 进行 HPLC 分析。

1.5 色谱条件

色谱柱: 德国 MN MACHEREY-NAGEL C18 不锈钢柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm)。流动相: A 为乙腈, B 为 0.1% 甲酸水溶液。梯度洗脱程序: 0~1.0 min, 40%B; 1.0~17.0 min, 40%~20%B; 17.0~23.0 min, 20%~20%B; 23.0~25.0 min, 20%~40%B。流速: 1.0 mL/min。柱温: 30 °C。进样体积: 10 μL。检测波长: 205 nm。外标峰面积法定量。

1.6 方法学考察

1.6.1 线性范围

分别准确移取混合标准品贮备溶液 0、0.1、0.25、0.5、2.5、5 mL 至 10 mL 容量瓶中, 用乙腈稀释至刻度, 摇匀, 即得混合标准曲线溶液。经 0.45 μm 有机微孔膜过滤后进行 HPLC 分析, 以浓度 c (μg/mL) 为横坐标, 相应峰面积 A 为纵坐标, 绘制标准曲线, 考察线性范围。

1.6.2 方法检出限与定量限

精密量取混合对照品溶液, 加溶剂稀释成系列浓度的溶液, 按 1.5 项下的色谱条件进样分析。以 3 倍信噪比计算检出限, 以 10 倍信噪比计算定量限。

1.6.3 精密度

精密量取混合对照品溶液, 按 1.5 项下的色谱条件连续进样 6 次, 记录峰面积, 计算相对标准偏差 ($n=6$)。

1.6.4 回收率与重复性

准确称取粉碎黄瓜、番茄和葡萄阴性样品, 分别添加甲苯氟磺胺和苯氟磺胺 5.0、7.5、10 mg/kg 这三个低、中、高水平浓度的标准溶液, 每个水平设置 6 个平行, 按 1.4

项的方法进行前处理, 1.5 项的方法进样分析, 考察回收率与重复性, 计算回收率和相对标准偏差 ($n=6$)。

2 结果与分析

2.1 波长的确定

目前尚无高效液相色谱法测定果蔬中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的相关报道, 波长的确定无相关参考文献。现将甲苯氟磺胺和苯氟磺胺标准溶液进行 190~800 nm 光谱扫描, 结果见图 1。由图 1 可知, 甲苯氟磺胺和苯氟磺胺在 203、205 nm 处为波峰, 响应值最大, 因此选取 205 nm 作为测定波长。

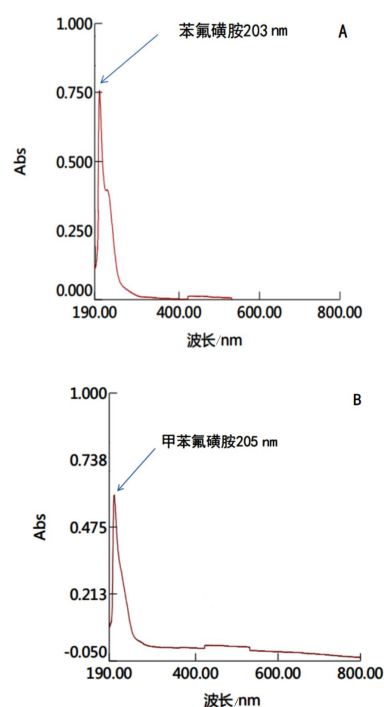


图 1 苯氟磺胺(A)、甲苯氟磺胺类(B)紫外光谱图

Fig.1 UV of dichlofluanid and tolylfluanid

2.2 线性范围、方法检出限和定量限

方法的线性范围、方法检出限和定量限检测结果见表 1。由表 1 可知, 甲苯氟磺胺在 0~57.70 μg/mL 范围内线性关系良好, 线性回归方程为 $A=0.471c-0.1093$ ($R^2=0.9999$), 检出限为 12.6 μg/kg, 定量限为 41.9 μg/kg。苯氟磺胺在 0~52.87 μg/mL 范围内线性关系良好, 线性

表 1 线性范围和检出限

Table 1 Linear range and detection limit

目标成分	回归方程	线性范围/(μg/mL)	相关系数 R^2	检出限/(μg/kg)	定量限/(μg/kg)
甲苯氟磺胺	$A=0.471c-0.1093$	0~57.70	$R^2=0.9999$	12.6	41.9
苯氟磺胺	$A=0.4208c-0.0925$	0~52.87	$R^2=0.9999$	15.1	50.2

表 2 阴性样品的加标回收率及其相对标准偏差($n=6$)Table 2 Spiked recovery and RSD of the negative samples($n=6$)

目标化合物	样品	添加水平 5.0 mg/kg		添加水平 7.5 mg/kg		添加水平 10 mg/kg	
		平均回收率/%	RSD/%	平均回收率/%	RSD/%	平均回收率/%	RSD/%
甲苯氟磺胺	黄瓜	86.46	3.86	89.47	4.21	88.61	3.99
	番茄	92.17	4.07	91.83	2.58	92.54	3.65
	葡萄	97.39	2.36	96.16	2.94	95.80	1.98
苯氟磺胺	黄瓜	79.73	4.19	84.32	3.11	83.64	3.27
	番茄	88.52	2.53	85.83	2.98	86.09	2.02
	葡萄	90.17	2.55	90.77	3.01	91.52	1.68

回归方程为 $A=0.4208c-0.0925$ ($R^2=0.9999$), 检出限为 $15.1 \mu\text{g}/\text{kg}$, 定量限为 $50.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。

2.3 回收率与重复性

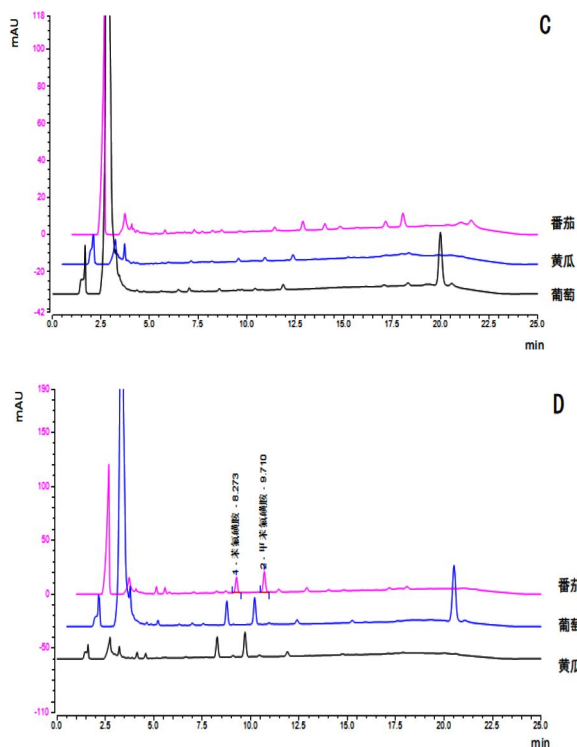


图 2 阴性样品(C)和阴性样品加标(D)色谱图

Fig.2 Spiked negative samples(C) and negative samples(D)

阴性样品及加标样品色谱图见图 2(C)、图 2(D), 标准峰与杂质峰实现了很好的分离。各添加水平平均回收率结果如表 2 所示, 由表可知, 甲苯氟磺胺平均回收率为 $86.46\% \sim 97.39\%$, 相对标准偏差(RSD)为 $1.98\% \sim 4.21\%$; 苯氟磺胺平均回收率为 $79.73\% \sim 91.52\%$, 相对标准偏差(RSD)为 $1.68\% \sim 4.19\%$ 。该结果表明本试验所用方法的回收率与重复性均能满足测定要求。

2.4 精密度

经计算, 该方法中甲苯氟磺胺精密度的 RSD 为 0.9% , 苯氟磺胺的 RSD 为 0.6% , 可见, 该方法的精密度良好。

3 讨论

3.1 色谱条件的优化

根据甲苯氟磺胺和苯氟磺胺结构特点和相关资料, 考察了乙腈- 0.1% 甲酸水溶液、甲醇- 0.1% 甲酸水溶液两种常见流动相体系和洗脱方式对目标化合物的影响。结果显示, 目标化合物在两种流动相体系中峰形均较好, 但甲醇在 205 nm 处有末端吸收, 干扰较大。本文还考察了洗脱程序对目标化合物出峰的影响, 在等度洗脱的条件下 20 min 内不能洗脱出峰, 最终确定采用乙腈- 0.1% 甲酸水溶液作为流动相, 以梯度洗脱的方式进行分析, 结果显示标准峰型对称、峰宽较窄, 如图 3 所示。

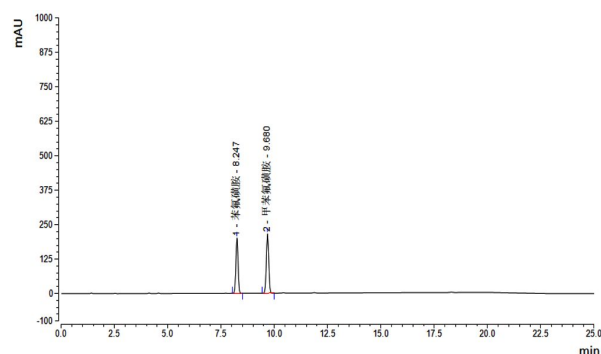


图 3 混合标准品高效液相色谱图

Fig.3 Chromatograms of dichlofluanid and tolylfluanid standard

3.2 样品预处理条件的优化

参阅相关文献^[12], 本文对提取溶剂乙腈和 1% 甲酸-

乙腈(v/v)进行了考察。试验结果表明,以回收率为指标,1%甲酸-乙腈作为提取溶剂时对三种果蔬中目标化合物的回收率均高于以乙腈作为提取溶剂时的回收率,故选取1%甲酸-乙腈为提取溶剂。

本文测试的三种果蔬,其含水量、含酸量及含色素量均较高,根据样品特点采用 QuEChERS 法对样品进行前处理。本试验对 QuEChERS 法中的净化剂种类和用量组合进行了考察,使用的净化剂有无水硫酸镁、C18、PSA 和 GCB。无水硫酸镁主要去除提取溶剂中多余的水分;C18 主要去除基质中的脂肪和蜡状物;PSA 主要去除脂肪酸、有机酸、糖类和极性色素;GCB 主要去除色素,对一些含有芳香环的化合物也有影响。样品提取后再离心取上清液观察净化效果,同时考察回收率。结果表明,PSA 和 GCB 用量较高时,均会降低回收率,组合用量较少时,提取液中杂质较多,导致杂峰多易干扰。最终确定吸附剂组合用量为 750 mgMgSO₄+50 mgC18+250 mgPSA+50 mgGCB,该组合对样品进行净化处理后,上清液澄清,略带色泽,化合物平均回收率在 79%以上。

4 结论

QuEChERS 是检测机构大批量样品前处理的一种常用方法,主要应用于含水量较多的果蔬类样品基质,该方法快速、简单、有效,实用价值高,多见于气相色谱法或气质色谱法检测果蔬样品的前处理^[13-14]。近年来已有学者对其在高效液相色谱-质谱法检测中的应用进行了研究^[15-17]。本文在此基础上,结合样品特性,对净化剂组合用量进行了适当调整,将 QuEChERS 前处理技术与高效液相色谱法相结合,建立了一种测定葡萄、番茄、黄瓜中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的新方法。基于之前并无高效液相色谱法测定甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的相关报道,本研究对色谱条件进行了全面考察,以乙腈-0.1%甲酸水溶液作为流动相进行梯度洗脱,实现了对标准峰型的优化和与杂质峰的分离。该方法操作简便、灵敏度高、结果准确可靠,能很好地满足几种果蔬中甲苯氟磺胺和苯氟磺胺残留量的分析检测。

参考文献:

[1] 卢素格,张榕杰,张伟,等. 2017 年河南省蔬菜和水果中杀菌剂类农药残留风险评估[J]. 中国预防医学杂志, 2018, 19(10): 747-751.

[2] 李运朝, 及华, 王蒙, 等. 8 种杀菌剂在河北番茄和黄瓜中残留分析及其膳食暴露评估 [J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(17): 4570-4576.

[3] 王文君, 陈琼. 欧盟最新食品农药残留限量标准研究[J]. WTO 经济导刊, 2015(02): 90-92.

[4] 殷向东. 欧盟将撤消对甲抑菌灵(tolylfluanid)在农用化学品中的应用[J]. 农药市场信息, 2010(09): 36.

[5] 欧盟投票赞成淘汰甲苯氟磺胺[J]. 今日农药, 2010(03): 39.

[6] 朱光艳, 武丽芬, 郑尊涛, 等. 国际食品法典 2015 至 2019 年农药评估优先列表评介[J]. 农药学报, 2015, 17(04): 371-383.

[7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 23200.8-2016 食品安全国家标准 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定气相色谱-质谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 2320-2009 进出口食品中百菌清、苯氟磺胺、甲抑菌灵、克菌丹、灭菌丹、敌菌丹和四溴菊酯残留量检测方法气相色谱-质谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[10] 高小丽, 曹淑瑞, 陈宇, 等. 凝胶渗透色谱-气相色谱法测定蔬菜中抑菌灵残留[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(17): 79-81.

[11] 廖春蓉, 郭雅蓉. 气相色谱-串联质谱法检测葡萄中苯氟磺胺和甲苯氟磺胺残留量[J]. 医学动物防制, 2017, 33(02): 236-238.

[12] 薛丽. QuEChERS-气相色谱法测定水果中三种杀菌剂残留[J]. 广东化工, 2016, 13(43): 248-249.

[13] 陈晓兰, 邓全道, 陈娟, 等. QuEChERS-气相色谱法测定罗汉果中吡虫啉的残留量[J]. 食品工业, 2018, 39(11): 300-304.

[14] 丁润梅, 吴冰, 田大年. QuEChERS-气相色谱-质谱联用法测定温棚蔬菜中 7 种氨基甲酸酯及 5 种拟除虫菊酯农药残留[J]. 现代预防医学, 2018, 45(17): 3160-3164.

[15] 姚恬恬, 刘翻, 金鑫, 等. QuEChERS-超高效液相色谱-串联四极杆飞行时间质谱法同时测定果蔬中 19 种植物生长调节剂残留[J]. 分析科学学报, 2019, 35(05): 543-550.

[16] 段联勃, 徐丹, 高水丽. QuEChERS-超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中氟虫胺含量[J]. 中国茶叶, 2019, 41(12): 26-29, 35.

[17] 范艳, 程媛媛, 韩超, 等. QuEChERS-超高效液相色谱-串联质谱法测定饲料中甲磺草胺[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(11): 2106-2108.

我国农产品追溯服务发展现状及对策

周大森,郑晓冬,宋焯*

(中华全国供销合作总社济南果品研究院,山东 济南 250014)

摘要:农产品追溯是监管农产品生产过程、保障农产品质量安全的重要方式,完善的农产品追溯体系可以提高农产品生产的透明度,保障消费者的知情权。作为保障农产品质量安全的有效措施,农产品追溯体系越来越受到政府、社会和消费者的重视。本文介绍了我国农产品追溯体系的5种主要运作模式,即纯追溯服务、追溯+ERP系统、追溯+认证服务、追溯+营销服务、追溯+综合服务;并分析了我国农产品追溯行业的发展现状和存在问题,包括法律法规不健全、监管主体不明确、行业标准不统一、易发系统性风险、追溯系统建设成本高等;在此基础上,探究了农产品追溯未来的发展方向和市场导向,提出服务是农产品追溯的核心,为农产品追溯业务供应方开展农产品追溯业务提供了理论指导和模式借鉴。

关键词:农产品;质量安全;追溯服务模式;发展对策

中图分类号:F762 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0038-06

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.008

Current Situation and Countermeasures of Retroactive Service of Agricultural Products in China

ZHOU Da-sen, ZHENG Xiao-dong, SONG Ye*

(Jinan Fruit Research Institute, All China Federation of Supply & Marketing Co-operatives,
Jinan 250014, China)

Abstract: Traceability of agricultural products is an important way to supervise the production process of agricultural products and ensure the quality and safety of agricultural products. A perfect traceability system of agricultural products can improve the transparency of the production process of agricultural products and protect the right of consumers to know. As an effective measure to ensure the quality and safety of agricultural products, it has been paid more and more attention by the government, society and consumers. This paper introduced five main operation modes of agricultural product traceability industry in China, namely pure traceability service, traceability+ERP system, traceability+certification service, traceability+marketing service,

收稿日期:2019-10-18

基金项目:国家质量基础的共性技术研究与应用课题(2017YFF0211403)

作者简介:周大森(1988—),男,农艺师,主要从事农产品追溯与农产品质量安全研究工作

*通信作者:宋焯(1980—),女,研究员,主要从事农产品标准制定与农产品质量检测研究工作

traceability+comprehensive service, then analyzed the development status and existing problems of agricultural product traceability industry in China, including imperfect laws and regulations, unclear regulatory subjects, inconsistent industry standards, systematic risks, and high cost of traceability system construction. On this basis, it explored the future development direction and market orientation of agricultural product traceability, and put forward that service was the core of agricultural product traceability, providing theoretical guidance and model reference for agricultural product traceability business suppliers.

Key words: Agricultural products; quality and safety; retroactive service mode; development countermeasures

农产品追溯是监管农产品生产过程、保障农产品质量安全的重要方式,完善的农产品追溯体系可以提高农产品生产过程的透明度,保障消费者的知情权,尤其在发生农产品质量安全事故时,可以迅速确定农产品的销售地区,精准召回事故农产品,降低企业的损失。国家农业农村部、市场监管总局等部委多次发文,指出要构建农产品追溯标准体系,打造“高度开放、覆盖全国、共享共用、通查通识”的农产品质量安全追溯管理信息平台,引导规模生产经营主体实施农产品质量安全追溯管理,建立追溯管理与风险预警、应急召回联动机制。

关于农产品追溯的研究,国外起步较早,早在 20 世纪 80 年代,为了调查疯牛病起因,欧洲相关专家就提出了食品溯源的概念^[1],之后欧洲开始追溯体系建设之路,2000 年《食品安全白皮书》以及 2002 年《食品基本法》的颁布,奠定了食品追溯制度的法律基础^[2];我国的食品安全质量追溯体系建设是从 2002 年开始的,由于频繁发生食品安全事故,国家倡导逐步建立食品(农产品)追溯体系法律法规,并颁布了相关法规和指南,2006 年《中华人民共和国产品质量安全法》(下称《食品安全法》)的推出,为从田间到餐桌的全程追溯提供了法律保障,2015 年《食品安全法》第一次修改,食品安全追溯制度在我国第一次得到法律确认^[3],此后,食品(农产品)追溯产业蓬勃发展,全国 30 多个省(市)、自治区均开展农产品追溯体系建设,追溯产品也不仅限于蔬菜水果,中药材、酒、牛羊肉等也加入到溯源体系中^[4]。政府机构、民间团体、第三方企业纷纷推出各自的追溯体系,中国的农产品追溯事业进入高速发展阶段。随着追溯技术的成熟和追溯产业的发展,追溯行业标准也在逐步建立和完善,农业部结合相关农产品追溯质量控制要求,发布了一系列关于水果、蔬菜、水产品、畜产品、谷物等的操作规范;商务部也结合

肉菜市场流通质量追溯体系建设,发布了关于肉菜市场流通追溯体系具体编码规则^[5]。

本文通过研究目前我国农产品追溯行业的五种主要服务运作模式,分析了我国农产品追溯行业的发展现状和存在问题,探究了农产品追溯未来的发展方向和市场导向,为农产品追溯业务供应方开展农产品追溯业务提供理论指导和模式借鉴。

1 目前我国农产品追溯的主要服务模式

随着国内农产品追溯产业的发展,各种追溯系统层出不穷,既有政府机构推出的公益性追溯系统,也有第三方机构推出的商业化追溯系统,目前市面上的追溯系统也一改几年前为追溯而追溯的传统模式,纷纷打造出具有自身特色的新型追溯系统。

1.1 纯追溯服务

传统的追溯服务系统可以实现全程或关键生产步骤的追溯,使消费者能够查询农产品生产的“前世今生”。传统农产品追溯服务是以产品生产信息为主要服务点,通过文字、视频等方式展示农产品种植、加工、流通、贮存等信息。追溯信息储存在二维码标签中,消费者通过扫描贴在产品包装上的二维码标签,获取产品的生产信息,保障消费者知情权,并以此督促企业规范生产,保障农产品质量安全。而目前政府机构建立的公益性追溯平台大多只提供追溯服务。

1.2 追溯+ERP 系统

ERP(Enterprise resource planning)系统是针对物资资源管理(物流)、人力资源管理(人流)、财务资源管理(财流)、信息资源管理(信息流)集成一体化的企业管理软件,它对公司内部业务流程和管理过程进行优化,实现主要业务流程的自动化。在这种服务模式下,农产品追溯需采集农产品出入库信息、农产品销售信息、农产品库存

信息等,因此,追溯服务商结合企业需求,将追溯系统产生的数据进行整合,打造基于追溯系统的订单管理系统、客户管理系统、生产管理系统等。追溯+ERP系统模式有助于企业利用信息资源创造价值、创新经营管理方式,进而提高企业竞争力^[6]。例如,上海中商信息公司推出的追溯系统,集成企业管理系统和追溯系统,将企业管理、销售管理、产品管理等与追溯管理集成于同一个系统,降低企业运营成本,也使追溯信息更加真实可信。

1.3 追溯+认证服务

农产品追溯本身是过程追溯,仅对农产品生产过程进行追溯,不直接对最终产品质量进行评价,而农产品(食品)认证则在过程审查的基础上对农产品质量进行评价。目前,部分传统认证机构在原有认证业务基础上,加入追溯服务,形成“追溯+认证”的服务模式,延长服务链条,实现更加全面、深入的服务。追溯+认证模式中,追溯为认证提供基础性资料,提高认证的可靠性,而认证为追溯提供质量评价,对追溯结果进行认可。中国检验检疫集团根据自身检测优势,推出“追溯+检测”服务模式,通过追溯监管产品生产过程,再以检测保证产品生产结果,相辅相成,目前中检集团追溯服务已成为进出口商品应用最广泛的追溯服务。

1.4 追溯+营销服务

进行农产品追溯,可以帮助消费者了解农产品的生产过程和生产信息,但是对于生产企业而言,过多暴露生产信息,尤其是农药、化肥等投入品的使用信息,无形中加大了风险,所以,不能增加销量或产生收益的追溯对企业而言可有可无,甚至画蛇添足。因此,部分第三方企业在进行追溯服务的同时,增加营销服务,例如在大型电商购物平台中对追溯产品进行首页展示,帮助企业营销,也同时宣传追溯理念,推广追溯服务。阿里巴巴推出的“码上放心”追溯平台,就是利用自身淘宝平台销售优势,推出“追溯+营销”服务模式,通过营销提高产品曝光率,通过追溯提升企业形象,目前这种模式在淘宝高端企业和产品中应用较广泛。

1.5 追溯+综合服务

对农产品生产企业而言,除了对追溯有需求外,对其他农业服务也有需求,比如质量检测服务、标准制定服务、加工技术服务、冷链贮藏服务等。鉴于此,拥有科研优势的企事业单位基于自身科研成果,将追溯服务与其他

农业服务相结合,形成综合性追溯服务平台。在综合性追溯服务平台中,农产品生产企业不仅能够得到专业的追溯服务,还能得到企业亟需的其他专业服务。如济南果品研究院,则是以果品行业技术为支撑,提出“追溯+综合服务”模式,通过对企业开展追溯服务,为企业把脉,全面了解企业技术需求和技术难题,深入开展综合服务,形成立体化、全方位合作。目前,济南果品研究院追溯系统在供销行业内及中小型农业企业内推广较快。

2 我国农产品追溯存在的问题

我国农产品追溯起步较晚,但发展速度较快,尤其是近几年,伴随着乡村振兴战略、精准扶贫工作的逐步开展,农产品追溯服务商大量涌现,行业市场迅速膨胀。但在行业迅速做大的同时,相应的配套工作却并未同步发展。国家层面,农产品追溯相关法律法规体系尚不健全,市场难以实现完全规范;行业层面,诸多第三方追溯自成一家,没有统一的标准,无法实现追溯系统的全面整合、发挥追溯更大的效果;追溯系统层面,并未实现关键技术的重大突破,追溯系统信息安全性、数据真实性、系统易用性等方面均存在较多隐患。

2.1 法律法规不健全

目前追溯产业发展较早的发达国家大多建立了比较完备的法律法规体系,为追溯产业发展奠定了坚实的基础。虽然我国也出台了多部相关法律法规,《农产品质量安全法》《食品安全法》《食品卫生法》《农业法》等^[7],但由于我国农产品从田间到餐桌的生产过程涉及多个主管部门,各部法律之间协同性、统一性不足;另一方面,由于各部门各自为政,相关法律法规存在内容重复、创新不足等问题。例如,对于追溯信息虚假填报、追溯内容不实不全等现象如何执法,如何确认在食品安全事故中的责任,依然没有具体法律条文进行明确,农产品追溯法律体系亟需完善^[8]。另外,由于我国农产品追溯体系尚不成熟,所以在追溯立法方面也存在诸多问题,例如法律制度过于原则或笼统、追溯义务规定片面、追溯主体激励较弱等问题^[9]。

2.2 监管主体不明确

目前,我国尚未确定具体部门统一管理追溯服务,农产品追溯行业各自为政、多头管理问题较为突出。农业农村部、商务部、市场监管总局、全国供销合作总社等多个部委均建有相对独立的追溯系统。缺乏独立的监管部门,

难以有效监督追溯系统服务方,甚至存在追溯系统服务方协助追溯企业进行数据造假的风险,如果不能保证追溯信息的真实性,那么追溯将变得毫无意义。另外,农产品生产行业从业人员流动性大,人员层次不高,从业人员较多,导致监督和执法难度加大^[10]。

2.3 行业标准不统一

农产品追溯涉及农产品种植、加工、贮藏、流通等多方面,目前尚未建立适用于农产品生产全程的追溯行业标准。由于行业统一标准缺失,严重影响了追溯产业发展^[11]。一是农产品追溯行业标准不完善。以果品类为例,仅有两个正式发布的标准,即《农产品追溯要求 果蔬》和《农产品质量安全追溯操作规程 水果》,且均为整体性推荐标准,并没有具体的国家强制性标准。二是产品追溯编码规则不统一。目前质检总局采用商品条码开展产品追溯,农业农村部采用OID编码开展追溯,商务部采用自己制定的编码规则开展追溯,除此之外,有的第三方企业与地方政府还采用自己制定的编码规则开展追溯。总体上缺少统一的编码标准,导致不同追溯系统间数据无法共用共享,无法形成有效的产业大数据库,农产品生产的“信息孤岛”无法突破。三是追溯系统信息采集标准不一致。由于目前追溯行业同时并存多种服务模式,每种服务模式侧重点不一致,因而导致每个追溯系统服务商采集信息的方式和内容也不一致,例如有的追溯系统通过物联网设备自动采集数据,有的通过人工输入数据,有的则通过图像抓取影像信息,信息采集标准不一致,导致溯源信息流在系统间传递困难,无法保证全产业链溯源信息的连续性和完整性^[12]。

2.4 易发系统性风险

农产品生产过程中应用信息技术、物联网技术、大数据技术,有助于实现农产品生产的全程监管和追溯,一定程度上能规避部分传统系统性风险,比如内部运营风险、外部合作风险,但新技术的加入也会引入其他的系统性风险。一是信息安全风险,农产品追溯过程中伴随大量信息采集,农产品生产企业的敏感信息,比如库存信息、加工商信息、客户信息等均是追溯系统需要采集的信息,一旦敏感信息泄露,将对企业造成不可估量的损失^[13];二是信息误差风险,农产品追溯信息采集分为两种,企业主动输出和物联网设备自动采集,其中企业主动输出模式在信息采集、传递、录入等方面存在人为误差风险,而设备

自动采集则受环境条件、硬件设备、人为干扰等多方面因素影响,存在误差风险,若公之于众的信息存在较大误差,很可能对企业信誉造成影响。对此,企业采取的措施大多是减少向消费者展示的信息,甚至仅向消费者展示产品名称、企业名称等与农产品质量关联性较小的信息^[14]。

2.5 追溯系统建设成本高

农产品生产企业大多是小型企业,其中很多是农业合作社、家庭农场,生产规模小、企业效益低。而建设农产品追溯系统需要进行多方面投入:一是硬件投入,包括二维码标签打印机、PDA设备、环境信息采集设备等,越精确的追溯系统其硬件设备投入越大,以气象信息采集设备为例,市面上可采集十要素的气象信息采集设备售价多在2万元起;二是软件投入,目前市面上的追溯系统,大多需缴纳一定数额的入驻费用,价格在几万至几十万不等,如淘宝平台推出的“码上放心”追溯系统,入驻费用5万元,中国供销电商公司打造的“农产品质量安全追溯示范平台”入驻费用1万~10万元不等;三是人员及培训费用,追溯系统建成后需专人进行维护,同时要对相关生产人员进行培训,保证信息采集的准确性^[15]。因此,目前追溯系统高投入、回报慢的特点,也是导致追溯工作开展困难的重要因素。

3 农产品追溯的发展建议

3.1 健全农产品追溯法律法规

我国作为农业生产大国,具有较为完善的传统农业法规体系,但将传统法规照搬应用于农产品追溯行业显然无法达到预期要求,因此,应当根据农业生产新技术、农产品追溯新应用、农村发展新态势制定更有针对性的法律法规,健全法律法规体系,提高行业准入门槛、提升政府监管效率,同时,要从追溯产业大局出发,做好顶层设计,保证法律法规之间的协调性与统一性。

3.2 明确监管主体

目前我国农产品生产监管中存在“分段管理”“分种类管理”现象,这必然会引起农产品追溯行业的多头管理,农业农林部、商务部、国家质量监督检验检疫总局、国家食品药品监督管理总局等多个部门对农产品追溯产业具有管理权限,针对这种现象,急需进行顶层设计,将其纳入国家和社会的公共安全管理体系中,健全农产品追溯管理体系,设置农产品追溯监管主体部门,清晰划定各

部门监管界线和职责,使各部门协调配合,填补监管漏洞^[16]。同时,监管部门要根据相关法律法规,严格执法,高效执法,以保障农产品追溯行业健康发展。

3.3 建立统一规范的行业标准

农产品追溯标准的建立与统一将为农产品追溯产业化发展和市场监管带来巨大帮助,统一的标准可以真正实现农产品追溯系统信息流通、共建共享。只有建立完整的农产品追溯标准体系,才能实现食品链的信息互通与质量控制,保证追溯的有效性^[17]。一是确立统一的农产品追溯标识和编码规则,在追溯入口实现行业统一^[18];二是建立统一的追溯信息标准,针对不同产品获取不同追溯信息,但针对同一产品,需追溯相似或相同关键节点;三是建立追溯系统软件设计标准,保证不同追溯系统间能够便捷地进行数据交流,避免产生“信息孤岛”,为真正建立农产品追溯数据库奠定基础。

3.4 建立统一的投入机制,降低追溯成本

针对追溯系统投入高、见效慢的特点,政府机构应从多方面着手,降低企业成本,提高企业入驻的积极性^[19]。一是推行追溯系统免费入驻机制,随着政府部门免费追溯系统的大范围推广,必然引导第三方企业降低追溯系统入驻费用,甚至实现免费入驻。二是实行硬件统一购买、统一配发,降低硬件购买成本,同时硬件统购统配有利于推动农产品追溯的标准化。三是开展集中培训。开展范围性追溯系统集中培训班,有利于帮助企业降低培训费用,保证培训效果。四是大力宣传农产品追溯理念与农产品追溯业务,使农产品追溯观念深入人心,提高农产品追溯的社会影响力,增加追溯农产品的附加值,以农产品追溯提升农产品品牌价值,实现可追溯农产品“优质优价”^[20]。

3.5 优化信息处理技术,降低追溯系统的风险

追溯的系统性风险主要是指将不宜公开的信息公之于众,对企业造成商业损失。对此,一是优化信息传输技术,采用高精度信息采集设备,提高信息采集正确率,避免错误信息进入系统,同时对数据输入、输出进行异常预警,一旦发现数据异常,及时进行排查,严防错误数据进入系统,严防敏感信息流出系统;二是加强工作人员培训,既要保证工作人员正确运用追溯系统,也要保证工作人员有一定农产品生产知识,避免人为输入错误

信息;三是加强行业监督,对追溯系统进行行业排查,确保追溯系统,尤其是第三方追溯系统不存在明显的系统漏洞,另外对泄漏客户信息的追溯系统进行追责,净化行业环境。

4 农产品追溯的发展趋势

我国农产品追溯虽然起步较晚,但近年来发展速度较快,随着追溯行业发展,农产品追溯未来发展将呈现“政府主导”“追溯+”两个趋势。

4.1 政府主导推动追溯行业发展

目前多个部委均将农产品追溯系统建设作为未来工作的重要指标,且建立完善的追溯系统数据库,对政府机构掌控本行业产业发展形势,预测产业发展动向具有十分重要的指导意义;另外,鉴于产品追溯带来的信息安全、企业信誉等风险因素,只有政府机构有足够公信力降低这些风险,而第三方企业的介入无疑会放大这类风险。

政府主导农产品追溯发展主要表现在两个方面:一方面政府为加强农产品监管,大力推行免费追溯服务,引导企业加入追溯系统,接受追溯监督;另一方面,政府机构在主导的业务范围内,要求企业必须加入相应追溯系统。比如,由农业农村部主导的绿色食品标志许可工作,已在2019年年初发布通知,凡是申请绿色食品标志许可的企业,必须在国家农产品质量安全追溯管理信息平台进行注册,否则将不予审核。

4.2 追溯服务模式趋向多元化

建立农产品可追溯体系,对监管部门而言,能对所辖企业生产经营状况进行充分把握和对农产品生产企业生产过程进行全面监督管理,以保障农产品质量安全;对消费者而言,能更多地了解农产品生产过程,提升消费者信心,保障消费者权益。但是对生产企业而言,一方面增加了人员、设备、培训等投入成本,另一方面也增大了敏感信息泄露等系统性风险,即便建成追溯系统,也存在回报慢、间接受益等问题。因此,考虑到企业的实际利益需求,未来的追溯系统服务一定是“追溯+”模式,即为企业提供追溯服务的同时,搭配提供企业所需的回报较快的服务,比如技术服务、营销服务,提升企业参与追溯的积极性,这将是未来农产品追溯行业,尤其是第三方农产品追溯发展的重要模式。

参考文献:

- [1] 罗坤,汪东华,郑重,等.浅析国内外食品安全溯源监管体系[J].中国标准化,2017(10):106-110.
- [2] 朱利莎.食品安全全程追溯制度探析[J].中国调味品,2019,44(07):191-194.
- [3] 邓蓉.农产品物流追溯系统研究综述与展望[J].物流科技,2019(7):16-18.
- [4] 赵文娟.农产品质量安全追溯平台的设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,2018.
- [5] 荆会云.农产品质量追溯管理体系建设思考[J].农业经济,2019(9):142-144.
- [6] 靳莎.中小企业ERP应用存在的问题与对策[J].北方经贸,2019(08):63-65.
- [7] 高鸣,迟亮,宋洪远.发达国家保障农产品质量安全的经验与启示[J].农业现代化研究,2018,39(05):725-733.
- [8] 徐玲玲,李清光,山丽杰.猪肉可追溯体系建设存在问题与影响因素——基于猪肉供应链的实证分析[J].中国人口资源与环境,2016,26(4):142-147.
- [9] 李妹.中国食用农产品追溯法律制度研究[D].北京:首都经济贸易大学,2018.
- [10] 国亮,杨博,褚颖.“互联网+”背景下西安农产品追溯体系建设研究[J].纳税,2017(24):123-125.
- [11] 张驰,张晓东,王登位,等.农产品质量安全可追溯研究进展[J].中国农业科技导报,2017,19(01):18-28.
- [12] 宋焕.食品供应链关键环节的追溯信息共享机理研究[D].北京:中国农业大学,2018.
- [13] 李邦国.滨州市农产品质量安全追溯管理平台研发[D].泰安:山东农业大学,2018.
- [14] 余菲.物联网环境下农产品质量安全追溯系统风险评估与控制[D].武汉:中国科学院大学(中国科学院武汉物理与数学研究所),2019.
- [15] 尚凯焕.湖北省农产品质量追溯体系建设的现状与问题及对策[D].武汉:武汉轻工大学,2017.
- [16] 王晓倩.美国和日本农产品质量安全可追溯体系对中国的启示[J].农业科技与装备,2019(04):78-79.
- [17] 陈杰,杨俊,吴军辉,等.农产品安全追溯系统发展现状与趋势[J].农学学报,2018,8(09):94-99.
- [18] 郑立华,冀荣华,王敏娟,等.农产品追溯统一编码方案设计与应用[J].农业机械学报,2019,50(S1):385-392.
- [19] 刘琳,朱汉鑫,郑迎春,等.浙江省农产品质量安全追溯体系建设现状及对策[J/OL].浙江农业科学,2019(11):1949-1954.
- [20] 何晓艳.我国农产品质量追溯体系研究[D].北京:中国农业科学院,2013.

(上接第27页)

参考文献:

- [1] 刘香苏.长白山野生软枣猕猴桃生境与数量性状多样性研究[D].延边:延边大学,2019.
- [2] 赵淑兰.软枣猕猴桃新品种——魁绿[J].中国果菜,1998(03):30.
- [3] 曾邹林,王仁才,石浩,等.不同浓度1-MCP处理对软枣猕猴桃贮藏性的影响[J].湖南农业科学,2014(07):70-73.
- [4] 高雪,章印,辛广,等.不同成熟度软枣猕猴桃果实的划分标准及贮藏特性[J].中国农业学,2019,52(10):1784-1796.
- [5] 陈会敏,张国伟,刘洪山,等.野生软枣猕猴桃资源收集、保存的意义与方法[J].河北果树,2020(01):32.
- [6] 刘毅.玉竹[J].中国民族民间医药,2019,28(20):119.
- [7] 唐永慧,徐多,宋晓雪,等.玉竹多糖和玉竹黄酮复合饮料的制取工艺及抗氧化活性研究[J].中国果菜,2019,39(09):10-15.
- [8] 区梓聪.中药玉竹的安全性评价及其在抗衰老化妆品中的应用研究[D].广州:广东药科大学,2017.
- [9] 蒋凌飞,毛雷,蔡惠芳,等.一种玉竹金银花复合饮料的研制[J].饮料工业,2011,14(10):35-37.
- [10] 孙文松,李晓丽.玉竹生产研究现状及发展对策[J].园艺与种苗,2019(11):6-8,12.
- [11] 程绍南.日本水果罐头生产、贸易近况和我国同业的拓展策略[J].柑桔与亚热带果树信息,2000(5):3-5.
- [12] 杜红梅,安龙送.论我国水果罐头出口现状、机遇及挑战[J].国际经贸探索,2007(12):14-18.

高效液相色谱-串联质谱法检测绿茶中硝苯地平

刘超,景赞,吕雪梅

(乐山市食品药品检验检测中心,四川 乐山 614000)

摘要: 风险监测显示市面上陆续出现了添加硝苯地平等二氢吡啶类降血压药物的绿茶,而我国目前尚未有绿茶中硝苯地平的权威检测方法。本试验根据实际需要建立了液相色谱串联质谱法检测绿茶中硝苯地平的方法。首先对绿茶样品进行前处理,采用甲醇超声提取,经过 CARB-NH₂ 固相萃取柱净化;然后进行色谱分析,以 Inertsil ODS-3 (150 mm×2.1 mm, 5.0 μm) 为液相色谱柱,乙腈、0.2% 乙酸水溶液为流动相,流速为 0.3 mL/min;质谱采用正离子扫描,多反应监测方式检测绿茶中的硝苯地平含量。试验考察了方法学中的线性方程、检出限和定量限、加标回收率、重复性等指标。结果表明:在 1~20 ng/mL 范围内线性良好,相关系数为 0.999 6;检出限为 13.8 μg/kg,定量限为 46.0 μg/kg;加标回收率在 2、4、8 ng/mL 三个水平分别为 83.5%、86.3%、89.6%,相应水平重复性依次为 3.98%、3.43%、1.16%;所考察的指标均满足方法学要求。该方法操作简单、准确、可行,适用于绿茶中硝苯地平的检测。

关键词: 绿茶;硝苯地平;液相色谱串联质谱法

中图分类号: R155.5 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0044-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.009

Determination of Nifedipine in Green Tea by HPLC-MS/MS

LIU Chao, JING Zan, LV Xue-mei

(Leshan Institute for Food and Drug Control, Leshan 614000, China)

Abstract: Risk monitoring shows that green tea with dihydropyridine antihypertensive drugs such as nifedipine appears on the market in succession. However, there is no authoritative method for the determination of nifedipine in green tea in China. According to the actual needs, a method using HPLC-MS/MS for the determination of nifedipine in green tea was established. The pretreatment method of CARB-NH₂ solid phase extraction column purification after ultrasonic extraction of green tea samples with methanol was established. The method was developed based on novel HPLC column Inertsil ODS-3 (150 mm×2.1 mm, 5.0 μm) with acetonitrile, 0.2% acetic acid as mobile phase, with flow rate at 0.3 mL/min. Methods positive ion scanning and multi reaction monitoring were used to detect nifedipine residues in green tea. The linear equation, limit of

收稿日期: 2019-12-20

作者简介: 刘超(1984—),男,工程师,主要从事食品安全方面的研究工作

detection and limit of quantification, recovery of standard addition, repeatability and other indexes in methodology were investigated. The results show that in the range of 1–20 ng/mL, $r=0.9996$, detection limit was 13.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, limit of quantitation was 46.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, the recoveries were 83.5%, 86.3% and 89.6% at 2, 4, 8 ng/mL levels, and the repeatability was 3.98%, 3.43% and 1.16% respectively. All the indexes meet the requirements of methodology, and the method is simple, accurate and feasible, suitable for the determination of nifedipine in green tea.

Key words: Green tea; nifedipine; LC-MS/MS

茶叶作为中华民族的传统保健饮料,已经有四五千年的历史^[1]。绿茶作为茶叶的一种,具有降血脂、抗衰老、瘦身降脂等功效,尤其是在夏季,更是除热解暑之良品,因而受到人们的喜爱。流行病学研究、临床干预试验和动物试验均证实,绿茶还有降血压的作用^[2-4]。

高血压是心脑血管病最重要的危险因素^[5],硝苯地平作为一种治疗高血压的高效药物,被广泛应用在高血压等的临床治疗中。近两年,风险监测显示市面上陆续出现了添加硝苯地平等二氢吡啶类降血压药物的绿茶。目前,硝苯地平的检测方法研究主要集中在中药或保健品方面,主要有薄层色谱法^[6]、高效液相色谱法^[7]、液相色谱-串联质谱法^[8]等方法,目前还未发现绿茶中硝苯地平的权威检测方法。本试验建立了绿茶中硝苯地平的检测方法,为制定绿茶中硝苯地平检测的国家标准或行业标准等提供数据参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

甲醇,色谱纯,CAEQ-4-003302-4000,上海安谱实验科技股份有限公司;乙酸,色谱纯,CAEQ-4-014048-4000,上海安谱实验科技股份有限公司;硝苯地平,50 mg、99.50%,Lot:SM180412,Stanford Analytical Chemicals Inc 生产。丙酮,色谱纯,CAS 编号为 67-64-1,成都市科隆化学品有限公司;二氯甲烷,色谱纯,CAS 编号为 75-09-2,成都市科隆化学品有限公司。

1.2 仪器与设备

CARB-NH₂ 固相萃取柱(500 mg/6 mL),WGCN6550,深圳普分科技有限公司;高效液相色谱-串联质谱仪,AB 公司 API3200;电子天平(精确度 0.01 mg),德国赛多利斯集团 BT25S;电子天平(精确度 0.1 mg),德国赛多利斯集团 BSA224S;固相萃取仪(ZGCQ-12D),上海桂柱仪器

有限责任公司;高速离心机(TGL-16M),湖南湘仪集团;旋转蒸发器(EV331),莱博泰克科技有限公司;氮吹仪(WD-12),杭州奥盛仪器有限公司。

1.3 色谱条件

色谱柱:Inertsil ODS-3 (150 mm×2.1 mm,5.0 μm);流动相:A-乙腈,B-0.2%乙酸水溶液;梯度洗脱条件如表 1 所示。流速:0.3 mL/min;进样体积:5 μL 。

表 1 梯度洗脱条件

Table 1 Gradient elution condition

时间/min	A/%	B/%
0	5.0	95.0
5	50.0	50.0
7	90.0	10.0
12	90.0	10.0
13	5.0	95.0
15	5.0	95.0

1.4 质谱条件

DGU20A-API3200 质谱仪。扫描方式:ESI 正离子模式;毛细管电压:4.5 kV;离子源温度:450 $^{\circ}\text{C}$;气帘气:30 psi;碰撞气:5 psi;雾化气:30 psi;辅助气:3 psi。硝苯地平的质谱参数见表 2。

表 2 硝苯地平的质谱参数

Table 2 Mass spectrum parameters of nifedipine

目标物	母离子 /(m/z)	子离子 /(m/z)	去簇电压 /V	碰撞电压 /V	驻留时间 /min
硝苯地平	347.3	253.7	30	25	0.2
		195.3		30	

1.5 标准曲线的配制

1.5.1 标准储备液的制备(0.4 mg/mL)

精密称取 10 mg 硝苯地平至 25 mL 棕色容量瓶中,

用甲醇定容至刻度,冷藏保存。

1.5.2 标准中间溶液的制备(100 ng/mL)

吸取 12.5 μ L 的储备液至 50 mL 棕色容量瓶中,用甲醇定容至刻度。

1.5.3 标准工作溶液的制备

精密称取 6 份不含硝苯地平的绿茶 1 g,置于 50 mL 塑料离心管中,分别加入 10、20、40、80、100、200 μ L 标准工作溶液,加入甲醇溶液 10 mL,振荡 5 min,超声提取 15 min 后,以 4 000 r/min 离心 5 min,上清液转移至鸡心瓶中,残渣用 10 mL 甲醇再提取 1 次,上清液转移至上述鸡心瓶中,将上述上清液旋转蒸发至 5 mL 左右。用 10 mL 丙酮-二氯甲烷(3:1)以 3 mL/min 速度活化 CARB-NH₂ 固相萃取柱(500 mg/3 mL),将上述 5 mL 旋蒸液以 1 mL/min 的速度过柱,用 6 mL 丙酮-二氯甲烷洗脱小柱,接收全部洗脱液,氮吹仪吹干,用甲醇定容至 1 mL,过 0.22 μ m 的有机相微孔滤膜,滤液待上机分析,配成 1、2、4、8、10、20 ng/mL 的基质标准曲线。

1.6 样品制备

1.6.1 超声提取

精密称取粉碎的绿茶 1 g 至 50 mL 塑料离心管中,加入甲醇溶液 10 mL,振荡 5 min,超声(700 W)15 min 后,以 4 000 r/min 离心 5 min,上清液转移至鸡心瓶中,残渣用 10 mL 甲醇再提取 1 次,上清液转移至上述鸡心瓶中,将上述上清液旋转蒸发至 5 mL 左右。

1.6.2 净化

试验采用 CARB-NH₂ 作为去除色素的固相萃取柱^[9]。用 10 mL 丙酮-二氯甲烷(3:1)以 3 mL/min 速度活化 CARB-NH₂ 固相萃取柱(500 mg/3 mL),将上述 5 mL 旋蒸液以 1 mL/min 的速度过柱,用 6 mL 丙酮-二氯甲烷洗脱小柱,接收全部洗脱液,氮吹仪吹干,甲醇定容至 1 mL,过 0.22 μ m 的有机相微孔滤膜,滤液待上机分析。

1.7 方法学考察

1.7.1 检出限与定量限

用处理好的不含硝苯地平的空白样品溶液将 1 ng/mL 的标准工作液稀释至产生 3 倍信噪比(S/N)和 10 倍信噪比(S/N)。此时所对应的浓度分别为仪器检出限和仪器定量限。

1.7.2 回收率与重复性

精密称取 6 份粉碎后的绿茶各 1 g,置于 6 个 50 mL

塑料离心管中,分别加入 20 μ L 的硝苯地平中间液,按照 1.6 样品制备的步骤,制成 6 个 2 ng/mL 的低水平质控样;按上述步骤分别制备成 4 ng/mL 的中水平质控样、8 ng/mL 的高水平质控样^[10]。

2 结果与分析

2.1 线性关系

由试验结果知,硝苯地平在 1~20 ng/mL 的浓度范围内,回归方程为 $y=2\ 570x+1\ 690$,线性相关系数为 0.999 6,可见硝苯地平在上述浓度范围内线性关系良好。

2.2 检出限和定量限

按 1.7.1 步骤进行处理,结果显示,硝苯地平的方法检出限为 13.8 μ g/kg,定量限为 46.0 μ g/kg。

2.3 回收率

表 3 不同浓度下的硝苯地平回收率结果($n=6$)

Table 3 Recoveries of nifedipine at different concentration levels($n=6$)

水平	添加量 (ng/mL)	理论值 (ng/mL)	测定硝苯地平 浓度/(ng/mL)	平均回 收率/%	RSD/%
低	2	2.64	2.18、2.13、2.22 2.09、2.28、2.32	83.5	3.98
中	4	5.27	4.76、4.50、4.42 4.34、4.67、4.59	86.3	3.43
高	8	10.60	9.48、9.67、9.42 9.50、9.35、9.56	89.6	1.16

由表 3 可以看出,硝苯地平在 3 个水平上的回收率均在 83.5%~89.6%之间。而在 80%~110%之间,说明试验方法准确性满足要求;同时,相对标准偏差在 1.16%~3.98%,均小于 5%,表明该方法重复性良好。

3 结论

本研究针对茶叶中硝苯地平的非法添加情况建立了特异性强的液质联用法。此方法的方法学考察均符合要求,完全能满足绿茶中硝苯地平检测要求,为绿茶中硝苯地平的质量控制提供了理论参考,但绿茶中其它二氢吡啶类及复合二氢吡啶类降血压药物的检测仍需进一步研究。

(下转第 70 页)

不同有机肥用量对京郊设施西瓜产量及土壤硝态氮含量累积的影响

刘立娟¹, 吴甜甜¹, 刘慧², 史鑫蕊³, 焦玉英¹, 陈文钊¹, 孙超¹

(1. 北京市延庆区农业技术推广站, 北京 102100; 2. 北京市延庆区种植业服务中心, 北京 102100;
3. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

摘要: 过量施用有机肥会导致土壤养分流失、病虫害多发, 甚至出现农作物根系吸水困难, 发生烧根、僵苗等现象。为研究有机肥的合理用量、降低有机肥使用对环境的负面影响, 本试验以北京郊区设施西瓜为研究对象, 共设置了5个鸡粪用量处理(0、37 500、75 000、112 500、150 000 kg/hm²), 分析了不同鸡粪用量对西瓜产量和土壤硝态氮累积量及有机氮利用效率的影响。结果表明, 随着有机肥施用量的增加, 西瓜产量呈先增加后下降的趋势, 当鸡粪用量为75 000 kg/hm²时, 西瓜单产及总产量均最高, 其吸氮总量、水分利用效率和有机氮利用率也最高, 而土壤硝态氮累积量最低。各处理不同土层硝态氮含量和累积量均随土壤深度的增加呈现递减趋势。因此, 鸡粪施用量为75 000 kg/hm²相对合理, 可以在该地区及周边推广应用。

关键词: 有机肥; 西瓜; 产量; 硝态氮累积; 吸氮量; 水氮利用效率

中图分类号: S141.2; S651 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0047-08

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.010

Effects of Different Organic Fertilizer Application on Yield of Greenhouse Watermelon and Soil Nitrate Accumulation in Suburban of Beijing

LIU Li-juan¹, WU Tian-tian¹, LIU Hui², SHI Xin-rui³, JIAO Yu-ying¹, CHEN Wen-zhao¹, SUN Chao¹

(1. Agricultural Technology Extension Station of Yanqing District in Beijing, Beijing 102100, China; 2. Planting Service Center of Yanqing District in Beijing, Beijing 102100, China; 3. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Excessive application of organic fertilizer will lead to the loss of soil nutrients, the frequent occurrence of diseases and insect pests, and even the difficulty of water absorption of crop roots, the occurrence of burning roots, stiff seedlings and other phenomena. In order to study the rational use of organic

收稿日期: 2019-08-11

基金项目: 西甜瓜产业技术体系北京市创新团队项目(BAIC10-2018); 国家重点研发计划项目资助(2016YFD0201202)

作者简介: 刘立娟(1974—), 女, 高级农艺师, 主要从事西甜瓜高效栽培技术及土肥技术研究与推广工作

fertilizer and reduce the negative impact of organic fertilizer on the environment, five treatments (0, 37 500, 75 000, 112 500, 150 000 kg/hm²) of chicken manure were set up in the facility watermelon in Beijing suburb. The effects of different chicken manure on watermelon yield, accumulation of soil nitrate nitrogen and utilization efficiency of organic nitrogen were analyzed. The results showed that the yield of watermelon increased first and then decreased with the increase of the application of organic fertilizer. When the amount of chicken manure was 75 000 kg/hm², the yield per unit area and total yield of watermelon were the highest; the total amount of nitrogen absorption, water use efficiency and organic nitrogen use efficiency were the highest; while the accumulation of soil nitrate nitrogen was the lowest. The content and accumulation of nitrate nitrogen in different soil layers decreased with the increase of soil depth. Therefore, the application amount of chicken manure is 75 000 kg/hm², which is relatively reasonable and can be popularized in this area and surrounding areas.

Key words: Organic fertilizer; watermelon; yield; nitrate nitrogen accumulation; nitrogen uptake; water and nitrogen use efficiency

西瓜是我国广泛栽培的重要经济作物之一,不但营养丰富,而且具有很高的药用价值和保健作用^[1]。随着西瓜栽培面积的不断增长和集约化栽培程度的提高,大量使用氮肥等不合理施肥现象日益加重^[2-3]。众多研究表明,过量施用化肥会引起土壤酸化、板结,导致西瓜产量和品质下降,甚至污染环境^[4-8]。由于有机肥能为农作物提供多种营养,促进土壤微生物繁殖,改善土壤的理化性质和生物活性,提高土壤持水能力,增强土壤的保肥供肥与缓冲能力,对作物增产具有重要作用^[9-10],因此受到广泛应用。但是不合理的施用有机肥同样会带来养分的流失和病虫害的多发,甚至出现农作物根系吸水困难,发生烧根、僵苗等现象^[11-13]。因此,确定有机肥的合理用量、降低有机肥使用对环境的负面影响,已经成为目前亟待解决的问题^[14]。

西瓜长季节地爬式栽培模式是北京京郊较有发展前景的种植模式之一,具有土地集约化程度高和投入高、产出高等特点。本研究从土壤硝态氮含量变化角度出发,通过分析不同鸡粪用量处理对西瓜产量、土壤硝态氮累积规律及水氮利用效率等的影响,旨在确定西瓜种植上有机肥的合理用量、为有效控制农田面源污染提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

试验地点设在北京延庆沈家营镇下花园村的设施大棚内,该地属温带季风气候,年平均气温 8.4 ℃,最高气

温 39 ℃,最低气温-27.3 ℃。无霜期 152~175 d,年均降雨量 466 mm。供试土壤类型为砂壤土,pH 8.5,有机质 18.35 g/kg,全氮 0.91 g/kg,碱解氮 74.8 mg/kg,有效磷 6.75 mg/kg,速效钾 107.3 mg/kg。

1.2 试验设计

西瓜供试品种为超越梦想,2016年北京北农种业有限公司生产。试验于2017年3月15日育苗,4月27日定植,共收获3次(6月30日、8月1日和8月28日)。共设置5个不同鸡粪用量处理(见表1),鸡粪养分含量(以N、P₂O₅和K₂O计)分别为1%、0.95%和0.86%,鸡粪主要作为基肥,化肥主要作为追肥,各处理化肥用量均一样。每个处理小区面积80 m²,3次重复。西瓜定植株距45 cm,行距2 m。定植前鸡粪撒施后立即机械旋耕。试验田日常管理措施如灌溉、翻耕、除草、整枝等,各处理均相同。具体田间水肥管理见表2和表3。

表1 不同处理的有机肥和化肥的施用量(kg/hm²)
Table 1 Application amount of chicken manure and chemical fertilizer under different treatments(kg/hm²)

施肥量	处理	鸡粪用量	施 N 量	施 P ₂ O ₅ 量	施 K ₂ O 量
	T1	0	0	0	0
	T2	37 500	375	356.3	322.5
鸡粪	T3	75 000	750	712.5	645.0
	T4	112 500	1 125	1 068.8	967.5
	T5	150 000	1 500	1 425.0	1 290.0
化肥	T1-T5	0	477.7	477.7	477.7

表 2 各处理的田间水管理

Table 2 Irrigation under different treatments

日期/(月/日)	4/15	4/21	5/29	6/9	6/15	6/30	7/10	7/16	8/2	8/9	8/15	8/21
灌溉量/mm	45.0	24.0	16.5	16.5	12.0	12.0	16.5	12.0	12.0	16.5	12.0	12.0

表 3 各处理的田间追肥管理

Table 3 Fertilization under different treatments

序号	时间/(月/日)	肥料名称	养分含量	养分配比	施用量/(kg/hm ²)	N/(kg/hm ²)	P ₂ O ₅ /(kg/hm ²)	K ₂ O/(kg/hm ²)
1	4/20	复合肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	15:15:15	630	94.5	94.5	94.5
2	6/8	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
3	6/15	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
4	6/23	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
5	7/9	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
6	7/16	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
7	7/23	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
8	8/7	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
9	8/14	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
10	8/21	冲施肥	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	17:17:17	250.5	42.6	42.6	42.6
合计					2 884.5	477.7	477.7	477.7

1.3 测定项目与方法

分别在西瓜定植期、坐果期以及每批次成熟期进行土壤样品采集,每个小区用土钻随机取3个点,取样深度0~80 cm,每20 cm一层,共4层,每个处理小区相同土层的土壤混合为一个样品,置于冰柜中冷藏保存。土壤容重采用环刀法测定;土壤含水量采用烘干法测定;硝态氮含量用1 mol/L KCl 浸提土样(水土质量比5:1),采用流动分析仪测定;植株全氮含量采用浓硫酸-双氧水消煮,半微量凯氏定氮法测定。单次收获产量:单次收获时称量西瓜质量;3次单次收获产量之和即为总产量。

水分利用效率(WUE)计算公式见式(1)。采用农田水量平衡关系式计算得到,由于采用的是滴灌系统,忽略水分渗漏。

$$WUE/(kg/m^3) = \frac{\text{产量} \times 10}{\text{蒸散量}} \quad (1)$$

式中,产量单位为 kg/hm²,蒸散量单位为 mm。

参考化肥氮利用效率的计算方法^[8,14],有机氮的农学和吸收利用率的计算公式见式(2)(3)。

有机氮的农学利用率/(kg/kg)=

$$\frac{\text{施有机氮区的产量}-\text{不施有机氮区的产量}}{\text{有机氮肥总量}} \quad (2)$$

有机氮的吸收利用率/%=

$$\frac{\text{施有机氮区的吸氮量}-\text{不施有机氮区的吸氮量}}{\text{有机氮肥总量}} \times 100 \quad (3)$$

2 结果与分析

2.1 不同有机肥用量对西瓜产量的影响

图1(见下页)显示了各处理西瓜的单次收获产量及总产量,可以看出,3次收获中,除T1处理,其他处理均是第一次收获时产量最高,之后均依次递减,T3处理每次产量和总产量均是5个处理中最高的,总产量达到106 400 kg/hm²,此时鸡粪施用量为75 000 kg/hm²。西瓜总产量为T3>T5>T2>T4>T1。从T1处理到T3处理随着有机肥施用量的增加,产量呈逐渐增加的趋势,但有机肥用量增加到T4后,之后产量反而降低,说明在一定范围内西瓜产量随着有机肥用量的增加而增加,超过一定范围后,增施有机肥反而会导致产量降低。采用线性加平台模型拟合,得到西瓜产量达到最高值所需鸡粪的最佳施用量为59 000 kg/hm²,此时西瓜产量为98 600 kg/hm²。

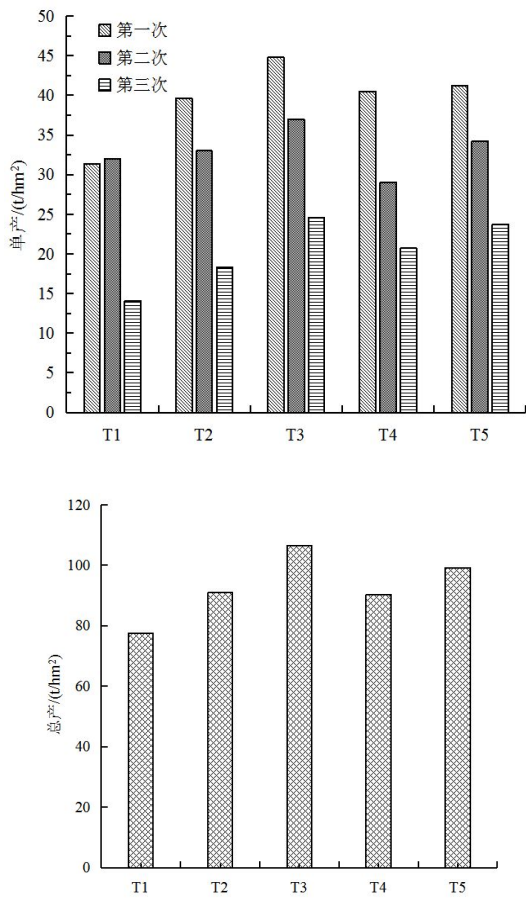


图 1 各处理西瓜单次产量及总产量

Fig.1 The single and total yields of watermelon for different treatments

2.2 不同有机肥用量下西瓜对氮磷钾的吸收量

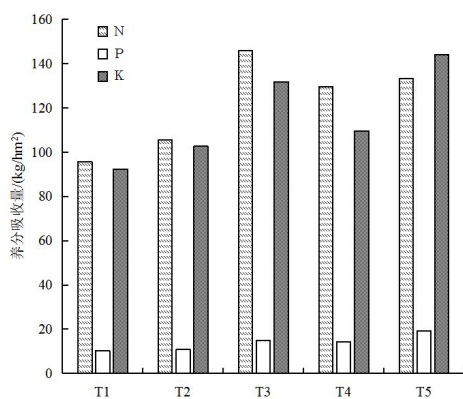


图 2 西瓜对氮磷钾的吸收量

Fig.2 Absorption of nitrogen, phosphorus and potassium by watermelon

图 2 显示了各处理西瓜对氮磷钾养分的吸收量。可以看出,西瓜对氮、钾的吸收量远大于对磷的吸收量。不同处理的吸氮量大小顺序为 T3>T5>T4>T2>T1; 吸磷量

顺序为 T5>T3>T4>T2>T1;吸钾量顺序为 T5>T3>T4>T2>T1,其中 T3 和 T5 处理对氮磷钾养分的吸收量都是较高的。相关性分析结果表明,西瓜总产量与吸氮量呈正相关,而与吸磷和吸钾量的关系不太明显。吸氮量越高,西瓜产量越高,说明氮素对西瓜产量贡献率较大。

2.3 有机肥用量对不同土层硝态氮累积量的影响

图 3 显示了各处理不同土层硝态氮含量在生育期内的动态变化。各处理硝态氮含量均表现为从土壤表层到深层逐渐递减的趋势,但不同处理土层之间的差异较大。T1 处理各层硝态氮含量差异较小,T2~T5 处理表层硝态氮含量明显高于下层土壤,且随着有机肥用量的增加,差值增大,下层土壤硝态氮含量差异不明显,尤其是 T3~T5 处理 40~60 cm 和 60~80 cm 土层硝态氮含量基本相同。各处理化肥施用量完全相同,但有机肥用量不同。由于有机肥主要在表层发生矿化,因此增施有机肥对表层硝态氮的影响较大,对下层影响较小。第三次硝态氮测定值明显高于前两次,这是因为从坐果期到第一次收获期间连续进行了三次追肥,施用速效化肥对土壤中的硝态氮影响显著,硝态氮含量迅速增加,尤其是表层增加最明显,而后期追肥效果不明显,主要是西瓜生物量大,对养分的需求量也比较大。

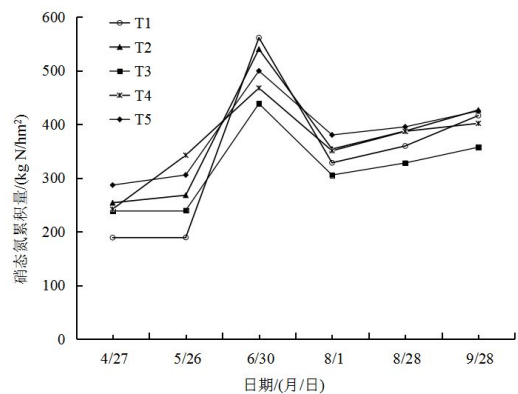


图 4 不同处理 0~80 cm 土壤硝态氮累积总量的动态变化

Fig.4 The dynamic changes of total nitrate nitrogen accumulation in 0~80 cm soil under different treatments

从 0~80 cm 土壤硝态氮累积总量来看(图 4),生育期内追施化肥对土壤氮素累积影响显著,施肥后氮素累积量明显增加。第一次收获前各处理硝态氮累积总量总体表现为 T5>T4>T2>T3>T1,之后表现为 T5>T4≈T2>T1>T3。T5 处理有机肥施用量最高,因此氮素累积量也最高,生长后期 T3 处理土壤中氮累积量较

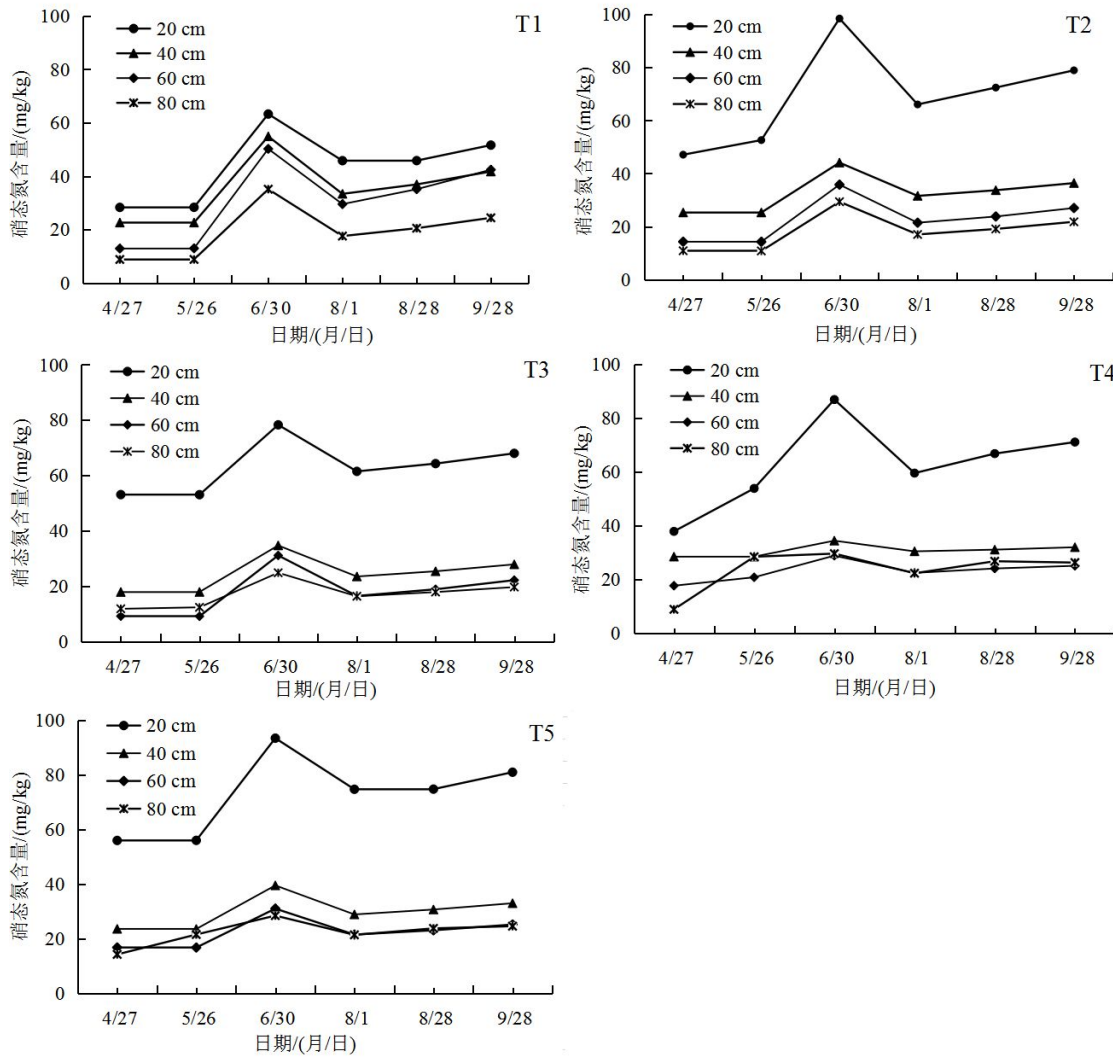


图3 不同处理不同土层硝态氮含量的动态

Fig.3 The dynamics of the nitrate content in different soil layers under different treatments

表4 不同有机肥处理的农田水分和有机氮利用效率

Table 4 Water and organic nitrogen use efficiencies of watermelon under different treatments

处理	有机氮用量 /(kg N/hm ²)	总产量 (kg/hm ²)	吸氮量 /(kg/hm ²)	耗水量 /mm	水分利用效率 /(kg/m ³)	有机氮的农学利用率 /(kg/kg)	有机氮的吸收利用率 /%
T1	0	77 500	95.7	217.1	35.7	—	—
T2	375	90 900	105.7	209.8	43.3	35.7	2.67
T3	750	106 400	145.9	195.5	54.4	38.5	6.69
T4	1 125	90 200	129.7	188.2	48.0	11.3	3.02
T5	1 500	99 100	133.3	192.3	51.5	14.4	2.51

低,可能是因为西瓜的吸氮量较高。而在第一次收获期间,T2和T1处理的土壤硝态氮累积量高于其它处理,这可能是由于T2和T1处理的西瓜吸氮量较低所致(图2)。

2.4 不同有机肥用量对水氮利用效率的影响

各处理的水分利用效率(WUE)测定结果见表4。5个处理中,T3处理的WUE最高。WUE的大小顺序为T3>T5>T2>T4>T1。具体表现为鸡粪施用量从T1水平增

加到 T3 水平时, *WUE* 逐渐升高, 继续增加到 T4 和 T5 水平时, 两处理的 *WUE* 反而都比 T3 处理低, 说明相比单施化肥, 适宜的有机肥用量配施化肥可以提高西瓜的 *WUE*。

从表 4 可以看出, 不同有机肥用量下有机氮的农学利用率范围为 11.3~38.5 kg/kg, 其大小顺序为 T3>T2>T5>T4。其中 T3 处理的有机氮的农学利用率最高。不同处理有机氮的吸收利用率为 2.51%~6.69%, 其大小顺序为 T3>T4>T2>T5, T3 处理有机氮的吸收利用率是最高的。

3 讨论

3.1 不同有机肥用量对西瓜产量和氮磷钾吸收量的影响

本研究中各处理西瓜三次单产和总产大小顺序为 T3>T5>T2>T4>T1, 其中 T1 处理的三次单产和总产量最低, 说明增施有机肥比单施化肥有利于提高西瓜产量。T3 处理的三次单产和总产量均为最高, 说明在一定范围内西瓜产量会随着有机肥用量的增加而增加, 超过一定范围后, 增施有机肥反而会导致产量降低, 这与要晓玮等^[15]的研究结果一致。由于有机肥施用量过高, 土壤中含有的养分含量超过了西瓜生长所需, 导致作物营养生长过旺, 不利于生殖生长, 同时有机肥施用量也会增加土壤中致病微生物量, 致使西瓜病虫害较严重, 导致减产^[16]。Dawe 等^[17]分析了亚洲 25 个长期定位试验, 结果指出现有的长期定位试验设计可能高估了有机肥对作物的增产作用, 有机肥不能替代化肥, 只能作为推荐化肥用量基础上的一种补充施肥措施。因此, 提高产量不应该无限制地增加有机肥用量, 更应该注意有机、无机肥的配比。本研究拟合得到西瓜产量最大值为 98 600 kg/hm² 时, 所需鸡粪的最佳施用量为 59 000 kg/hm²; 但实际测定的最高产量为 106 400 kg/hm², 此时鸡粪施用量为 75 000 kg/hm², 因此鸡粪合理的施用量应为 59 000~75 000 kg/hm²。本试验设计时设定各处理化肥用量相同, 仅施用不同量的有机肥, 因此最佳的有机无机配施比例还有待于进一步的研究验证。

一些研究表明, 西瓜在整个生育期中对氮磷钾的吸收量表现为钾素吸收最多, 氮素次之, 磷素最少^[18-19]。本研究中, 各处理西瓜对氮钾的吸收量要远大于磷素吸收量, 这与上述研究结果是一致的。有研究表明西瓜产量与吸氮量呈正相关^[19-20]。本研究也发现, 西瓜氮磷钾总吸

收量随鸡粪施用量的增加呈现增加的趋势, 吸氮量对西瓜产量贡献率较大, 吸氮量越高, 西瓜产量越高。而西瓜产量与其磷钾吸收量的关系不太明显, 这主要是因为氮素是西瓜生长所需最多的元素^[21], 且移动性强和损失量大, 而本研究中磷钾的施用量远大于西瓜生育期的需要量, 故不存在缺磷缺钾的情况。

3.2 不同有机肥用量对土壤硝酸盐累积的影响

化肥或有机肥施用过量都会造成土壤 NO₃⁻-N 的大量累积^[22], 一般认为畜禽粪便更容易造成矿质氮的累积^[23]。本研究中不同处理土壤硝态氮含量均表现为从表层到深层逐渐递减的趋势, 这是由于各处理化肥施用量完全相同, 而有机肥用量不同, 加上有机肥移动性差, 主要在表层进行矿化的特点, 因此增施有机肥对表层硝态氮的影响较大, 对下层影响较小。大量研究结果表明, 施用等量氮条件下, 作物吸氮量高, 可明显降低土壤剖面中 NO₃⁻-N 的累积^[24-28]。但是施入土壤中的有机肥越多会使土壤表层的硝态氮累积越多, 可能会加大表层硝态氮向下层土壤迁移的风险^[29]。从不同处理 0~80 cm 土壤硝态氮累积总量在西瓜生育期内的动态变化来看, 生育期内追施化肥对土壤硝态氮累积影响大, 施肥后硝态氮累积量明显增加; 其中 T3 处理土壤表层的硝态氮累积量最低, T4 处理的较高, T2 和 T5 最高, 这是因为 T3 处理下的西瓜产量最高, 西瓜吸氮量也最高, 致使土壤中硝态氮累积量最低。

3.3 不同有机肥用量对土壤水氮利用效率的影响

从 *WUE* 来看, 有机无机配施的 T2~T5 处理的 *WUE* 率均高于单施化肥的 T1 处理, 有研究表明, 施用有机肥可以明显改善土壤结构、提高土壤总孔隙度, 提高土壤蓄水持水能力^[30], 说明适宜的有机肥用量结合化肥可以提高土壤的 *WUE*。

有研究表明鸡粪施用过量会明显降低氮素收获指数与生理利用效率以及氮肥的农学利用率和回收率^[31]。本研究中不同处理下有机氮的农学利用率和吸收利用率均以 T3 处理最高, 这与上述结果一致。另外, 本研究中各处理有机氮吸收利用普遍偏低, 这是由于有机氮当季矿化不完全, 养分释放慢, 而化肥施用量较高, 导致西瓜吸收化肥氮多一些。

本研究仅仅考虑了有机肥用量的不同, 没有考虑化肥用量, 下一步将针对有机肥用量相对合理的 T3 处理 (75 000 kg/hm²), 进一步设置不同化肥用量的试验, 从而

得到该地区适宜的有机无机配施比例。另外,本研究发现,增施有机肥明显提高了土壤蓄水保肥能力,但未测定土壤结构性指标,下一步研究中需考虑土壤结构的变化对水氮利用效率的影响。

4 结论

在一定范围内西瓜产量随有机肥用量的增加而增加,但超过一定范围后,产量反而下降。西瓜总产量与吸氮量呈正相关,而与吸磷和吸钾量的关系不明显。吸氮量越高,西瓜产量越高,说明氮素对西瓜产量的贡献较大。各处理土壤硝态氮累积量均表现为从表层到深层呈逐渐递减的趋势,其中施用有机肥的处理,硝态氮主要累积在表层土壤。

有机无机配施处理的水分利用效率均高于单施化肥的 T1 处理,可见,适量的有机肥配施化肥可以提高水分利用效率。此外,T3 处理有机氮的农学利用率和吸收利用率均高于其他处理。综合考虑西瓜产量、土壤硝态氮累积量、农田水分利用效率和有机氮利用效率,T3 处理(鸡粪用量为 75 000 kg/hm²)在 5 个处理中均是最佳的,可以在该地区推广应用。

参考文献:

- [1] 华景清,蔡健.西瓜的营养与药用价值[J].食品与药品,2005(6):67-69.
- [2] 张迪,牛明芬,王少军,等.不同有机肥处理对设施菜地土壤硝态氮分布影响[J].农业环境科学学报,2010,29(s1):156-161.
- [3] 沈灵凤,白玲玉,曾希柏,等.施肥对设施菜地土壤硝态氮累积及 pH 的影响[J].农业环境科学学报,2012,31(7):1350-1356.
- [4] 彭少兵,方修琦,马玉玲,等.21 世纪初我国粮食供需的新空间格局[J].自然资源学报,2006,21(4):625-631.
- [5] HUO WG, ZHANG QC, YONG HC. SSNM-A new approach to increasing fertilizer N use efficiency and reducing N loss from rice fields[J]. Journal of Zhejiang agricultural university, 2003, 29(1): 67-70.
- [6] 郭胜利,周印东,张文菊,等.长期施用化肥对粮食生产和土壤质量性状的影响[J].水土保持研究,2003,10(1):16-22.
- [7] 郭胜利,党廷辉,郝明德.施肥对半干旱地区小麦产量、NO₃⁻-N 累积和水分平衡的影响[J].中国农业科学,2005,38(4):754-760.
- [8] 杨晓梅,李桂花,李贵春,等.有机无机配施比例对华北褐土冬小麦产量与氮肥利用率的影响[J].中国土壤与肥料,2014(4):48-52.
- [9] 曲成闯,陈效民,韩召强,等.施用生物有机肥对黄瓜不同生育期土壤肥力特征及酶活性的影响[J].水土保持学报,2017(06):279-284.
- [10] 魏彬萌.不同种类有机肥对土壤培肥效果的研究[J].陕西农业科学,2017(10):73-77,79.
- [11] 张凤华,廖文华,刘建玲.连续过量施磷和有机肥的产量效应及环境风险评价[J].植物营养与肥料学报,2009(6):1280-1287.
- [12] 武升,邢素林,马凡凡,等.有机肥施用对土壤环境潜在风险研究进展[J].生态科学,2019(2):219-224.
- [13] 张明.未腐熟的有机肥料有危害[J].农家参谋,2016(7):47.
- [14] 冯洋,陈海飞,胡孝明,等.高、中、低产田水稻适宜施氮量和氮肥利用率的研究[J].植物营养与肥料学报,2014,20(1):7-16.
- [15] 要晓玮,梁银丽,曾睿,等.不同有机肥对辣椒品质和产量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(10):157-162.
- [16] 王春宏,贾茹,马晓东,等.商品有机肥与无机肥配施对白菜品质和产量的影响[J].北方园艺,2015(11):169-172.
- [17] DAWE D, DOBERMANN A, LADHA JK, et al. Do organic amendments improve yield trends and profitability in intensive rice systems[J]. Field crops research, 2003, 83(2): 191-213.
- [18] 朱洪勋,张翔,沈阿林,等.西瓜需肥特点与平衡施肥研究[J].园艺学报,1996,23(2):145-149.
- [19] 赵鹏,董彩霞,申长卫,等.3种有机无机肥配施对西瓜氮、钾养分吸收以及产量和品质的影响[J].南京农业大学学报,2015,38(2):288-294.
- [20] 唐瑶,左青松,冷锁虎,等.不同施氮条件下稻茬直播油菜氮素吸收和利用对产量形成的影响[J].广东农业科学,2012,39(10):4-6.
- [21] 冯兆滨,冀建华,侯红乾,等.硅基包膜控释肥对水稻产量形成、氮素吸收及氮肥利用率的影响[J].江西农业学报,2016,28(5):31-35.
- [22] 袁新民,同延安.施用磷肥对土壤 NO₃⁻-N 累积的影响[J].植物营养与肥料学报,2000,6(4):397-403.
- [23] COOPER JR, RENEAU RB, KROONTJE W, et al. Distribution of nitrogenous compounds in a rhodic paleudult

(下转第 76 页)

冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草生理特性的影响

曹雨欣¹,张广娜^{1,2*},王芸²,林祥杰³,于军香¹,郑亚琴¹

(1. 临沂大学农林科学学院, 山东 临沂 276005; 2. 山东省水土保持与环境保育重点实验室, 临沂大学资源环境学院, 山东 临沂 276005; 3. 临沂大学药学院, 山东 临沂 276005)

摘要: 本文通过模拟试验研究了冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草生理特性的影响, 试验设置了干旱胁迫和正常水分处理, 采用 PVC 管基质栽培鼠茅草, 冬季干旱胁迫结束后复水采集鼠茅草样品, 测定分析了鼠茅草干旱胁迫后复水及对照处理的鼠茅草叶片及根系的生理生化指标。结果表明, 干旱胁迫后复水与正常水分处理相比, 叶绿素 a 含量、总叶绿素含量、生物量、各级根长与根表面积显著降低, 叶绿素 b 指标无显著差异。MDA、可溶性蛋白、电解质渗透率指标显著增加, 这说明鼠茅草干旱胁迫复水后仍存在一定的胁迫, 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草的生长有一定的抑制作用。试验还表明在不具备冬季灌溉条件下, 冬季断水 60 d 后复水对鼠茅草的生长指标有一定的影响, 但不危及生命, 可适当断水, 在开春后应及时灌溉, 以提高光合作用, 增加生物量。

关键词: 鼠茅草; 冬季干旱; 复水; 生理指标

中图分类号: Q945.78 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0054-07

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.011

The Effect of Rehydration after Winter Drought Stress on the Physiological Characteristics of *Vulpia myuros* C.Gmelin

CAO Yu-xin¹, ZHANG Guang-na^{1,2*}, WANG Yun², LIN Xiang-jie³, YU Jun-xiang¹, ZHENG Ya-qin¹

(1. College of Agriculture and Forestry Science, Linyi University, Linyi 276005, China; 2. Shandong Provincial Key Laboratory of Water and Soil Conservation & Environmental Protection, College of Resources and Environment, Linyi University, Linyi 276005, China; 3. School of Pharmacy, Linyi University, Linyi 276005, China)

Abstract: In this paper, the effect of rehydration after winter drought stress on the growth physiological

收稿日期: 2020-01-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41301320, 41401329); 山东省现代农业产业技术体系果品产业创新团队岗位专家建设专项(SDAIT-06-08); 大学生创新创业计划项目(S201910452030)

作者简介: 曹雨欣(2000—), 女, 在读本科, 专业方向为园艺作物栽培与管理

* 通信作者: 张广娜(1983—), 女, 副教授, 主要从事园艺作物栽培管理、土壤植物营养等方面的工作

characteristics of *Vulpia myuros* C.Gmelin was studied by the simulating winter water deficit stress. The experiment set up two treatments with three replicates each as water deficit stress (DF) and traditional water treatment (WF). PVC pipes were used to simulating cultivate of *Vulpia myuros* C.Gmelin. After the grass experienced winter drought stress, rewater the grass (DF treatment), WF treatment were watered traditionally during the period. After rewater periods, we collected *Vulpia myuros* C.Gmelin samples, measured the growth physiological characteristics of the grass. The results showed that even after rewater, the DF treatment still decreased the content of chlorophyll a and total chlorophyll, the biomass, root length and root surface area significantly. In addition, compared with WF treatment, DF treatment increased the electrolyte leakage rate, MDA content and soluble protein content significantly. Those results indicated that there was still a certain degree of stress after rewatering under DF treatment. Thus, we concluded that winter drought stress had a certain inhibitory effect on the growth index of *Vulpia myuros* C.Gmelin, but 60 days of drought stress had no life threatening to the grass, which means that orchard sod cultivation *Vulpia myuros* C.Gmelin can cut off irrigation in winter, but irrigation should be done in time after spring, to improve photosynthesis and promote the increase of grass biomass.

Key words: *Vulpia myuros* C.Gmelin; winter drought; rehydration; physiological index

鼠茅草(*Vulpia myuros* C.Gmelin)为两年生禾本科植物,叶片长度约 50 cm,生长期为当年 10 月至次年 6 月。鼠茅草能大面积覆盖地表,根为须根系,根系发达,耐阴性强,可耐践踏^[1]。每年 6 月份枯死腐烂后,保持了果园土壤的渗透性和通气性,且能补充土壤有机质含量,起到代替人工深耕除草、疏松土壤的效果,从而优化果园小气候^[2]。枯萎后掉落的种子可在当年 10 月份萌发。鼠茅草须根能够起到疏松土壤,减少土壤板结的作用^[3];并且可通过地上部分倒伏枯死来提高土壤的有机质含量,从而改善土壤的物理化学性状。与果树共用水肥的时间较短,且现阶段肥料利用率较低,种植鼠茅草不会对果树的需肥量造成较大影响^[4]。鼠茅草是现今欧美果园及中国大面积推广的人工生草品种。但是鼠茅草生长对水肥要求较高,对于灌溉条件较差,特别是冬季无自然降水及蓄水的果园及地区,冬季灌溉是鼠茅草生草推广的一大障碍。

干旱胁迫对植物的外部形态、内源激素、光合作用等多方面产生影响^[5-9]。长期而严重的干旱胁迫可抑制植株生长,并引起外观形态和生物量的变化,甚至会导致植物死亡^[7];而短期干旱胁迫后复水,使部分生理指标得到不同程度的恢复,既保证了植物的生长发育需求,又做到了节水^[8-9]。国内外关于干旱胁迫对植物影响的研究主要集中在膜结构与功能、光合作用、细胞器超微结构、酶活性

及物质代谢等生理过程及生理机制方面,并取得了明显的进展^[10-12]。近几年的研究结果表明,植物会作出包括基因表达在内的各种适应性调节反应,使自身作出最优化的选择来提前抵御干旱胁迫造成的植物各器官的损伤。因此,干旱会触发植物抵御干旱胁迫的主动保护机制,并诱导植物各组分含量的变化。植物因水分胁迫引起了代谢上的变化与调整,可能与自身相关基因的调控有关^[13-14]。前人对鼠茅草的研究多集中于鼠茅草作为生草品种对果园土壤及小气候的影响方面^[15-17],而对于鼠茅草本身受环境影响而产生变化的研究较少。

临沂市是山东省果业大市,水果种植面积大,产量高。截至 2017 年,山东省临沂市水果园面积 10.8 万 hm^2 ,总产量达到 299 万 t。其中主栽果树面积如下:桃 4.67 万 hm^2 、苹果 2.53 万 hm^2 、山楂 0.68 万 hm^2 、葡萄 0.39 万 hm^2 、梨 0.34 万 hm^2 、樱桃 0.27 万 hm^2 。近年来,临沂市在多个现代农业产业技术体系示范推广基地进行了鼠茅草生草示范,但因果园多分布在丘陵山地,冬季灌溉条件差。本文针对鼠茅草生草冬季缺水问题,设计了鼠茅草冬季断水试验,探讨了鼠茅草冬季断水后复水对鼠茅草生理指标的影响,以为鼠茅草后期在丘陵山地的推广提供理论依据和数据支撑,对于解决鼠茅草在干旱胁迫条件下的越冬问题,指导果园实际生产及生态可持续发

展具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为鼠茅草,种子购于嘉禾源硕公司购得。PVC管内径 25 cm,采用商品花卉用栽培基质,根据 PVC管高度适当填充。

1.2 试验设置

盆栽试验于 2018 年 10 月中旬在室外种植。设置干旱胁迫、正常水分处理,每个处理重复 3 次,每管播种 20 粒,每 15 d 浇水一次,每次 200 mL。1 月中旬临沂市各地最低气温降至 0℃以下,结冰状态下丘陵山地无法进行冬季灌溉时,试验进行断水,对照处理(水分处理)仍隔 15 d 浇水 200 mL,干旱胁迫处理不浇水。鼠茅草干旱胁迫处理断水 60 d 后,干旱胁迫处理与对照处理均每隔 15 d 浇水 200 mL,复水 35 d(复水后浇水两次,第二次浇水后第 5 d),采集鼠茅草叶片测定各项生理指标,如叶绿素含量、电解质渗透率、丙二醛(MDA)含量和可溶性蛋白含量,并测定地上部分及地下部分生物量,每个重复采集一株鼠茅草进行根系扫描。

1.3 鼠茅草生长生理指标测定

采集干旱胁迫后复水处理(DF)及正常水分处理(WF)的鼠茅草样品,鼠茅草叶片叶绿素含量采用 95%的乙醇避光浸提,用 Agilent Cary 100 紫外-可见分光光度计在波长 665 nm 和 649 nm 处测定吸光度,通过计算得出叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量^[18]。可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定^[19];叶片电解质渗透率采用电导法测定^[20];MDA 含量采用硫代巴比妥酸法(TBA)进行测定^[21-22];鼠茅草地上部、地下部生物量参考杨丽辉等^[23-24]的方法测定;鼠茅草根系采用 EPSON Expression 1680 根系扫描仪进行扫描,WinRHIZO Pro 2005 软件进行根系形态与结构分析。

1.4 数据分析与作图

叶绿素含量计算公式见式(1)(2)(3)。叶绿体色素的含量计算公式见式(4)。

$$Chla=13.95 A_{665 \text{ nm}}-6.88 A_{649 \text{ nm}} \quad (1)$$

$$Chlb=24.96 A_{649 \text{ nm}}-7.32 A_{665 \text{ nm}} \quad (2)$$

$$Chl=Chla+Chlb \quad (3)$$

式中,Chla、Chlb 分别为叶绿素 a、b 的含量,Chl 为总叶绿素的含量; $A_{665 \text{ nm}}$ 和 $A_{649 \text{ nm}}$ 分别为叶绿体色素提取

液在波长 665、649 nm 处的吸光度。

叶绿体色素的含量/(mg/g)=

$$\frac{\text{色素含量} \times \text{提取液体积}}{\text{样品鲜质量}} \quad (4)$$

采用软件 SPSS 16.0 对所得数据进行统计分析,处理间各指标差异采用 t 检验方法进行分析,显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草叶片叶绿素的影响

植物体进行光合作用的强弱可以通过测定植物体内叶绿素含量的变化进行推断。因此,叶绿素含量是反应植物光合效率的重要指标^[25],不仅可以体现干旱胁迫下光合作用受到抑制的程度,也可以体现植株在复水后恢复能力的大小。图 1 显示了干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草叶片叶绿素含量,由图可知,在干旱复水后,鼠茅草叶片的叶绿素 a 和总叶绿素含量均显著低于同期对照处理下的鼠茅草叶片的叶绿素含量,分别减少了 53.53%、25.84%;两处理的叶绿素 b 含量差异不显著。

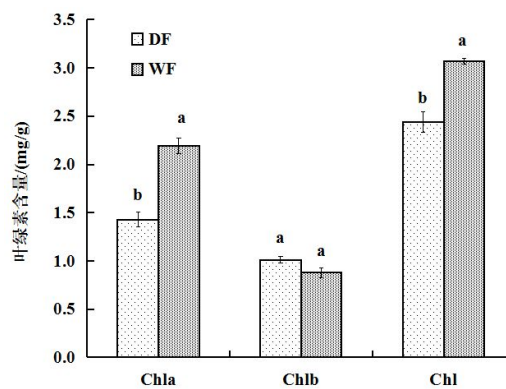


图 1 干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草叶片叶绿素含量

Fig.1 Chlorophyll content in leaves of *Vulpia myuros* C. Gmelin under DF and WF treatments

注:不同小写字母表示同一叶绿素含量指标不同处理间独立样本 t 检验分析结果差异显著 ($P < 0.05$),图 2~5 同。

2.2 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草可溶性蛋白的影响

植物体内积累的可溶性蛋白越高,细胞的渗透势就会越低,并有利于抵抗干旱胁迫中水分亏缺对植物生命活动的威胁。由图 2 可知,干旱胁迫复水后鼠茅草叶片可溶性蛋白含量显著高于对照处理,DF 处理叶片可溶性蛋白含量高出 WF 处理的 49.3%。

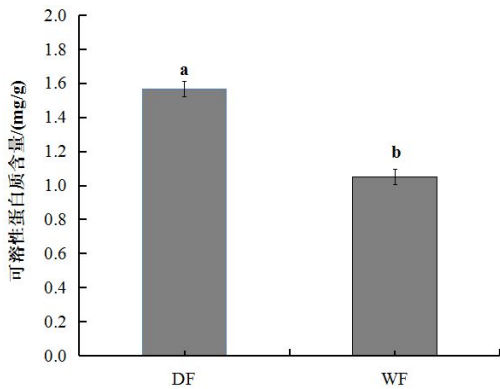


图2 干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草叶片可溶性蛋白含量

Fig.2 The content of soluble protein in the leaves of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

2.3 干旱胁迫后复水对鼠茅草电解质渗透率的影响

电解质渗透率的大小反映了细胞膜破坏程度大小和植株受损程度的高低。电解质渗透率越大说明膜透性越大,细胞膜的流动性越差,植物损伤越严重。由图3可知,复水后的鼠茅草叶片电解质渗透率显著高于同期对照的,增加了65.30%,说明干旱胁迫对植株造成的伤害在复水后未完全缓解。植株的渗透调节机制在干旱胁迫下受到了一定程度的损伤,复水后并不能迅速恢复。

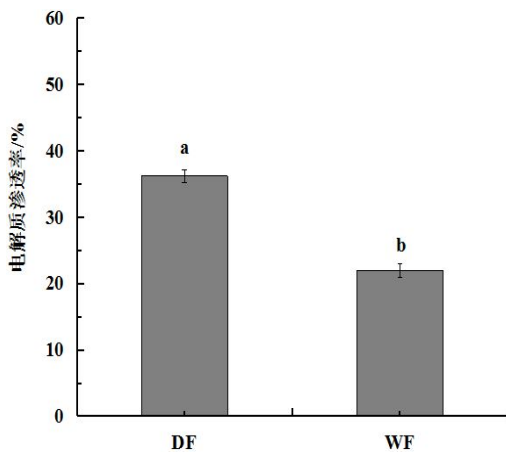


图3 干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草叶片电解质渗透率

Fig.3 Electrolyte permeability in leaves of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

2.4 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草丙二醛含量的影响

MDA 含量的高低在一定程度上能反映膜脂过氧化作用水平和膜结构受害程度的大小。因此膜的受损程度可以通过 MDA 含量间接推测出来。MDA 大量增加时,表明干旱胁迫越严重,对细胞膜伤害程度也就越严重,体内

细胞受损程度越高。由图4可知,复水处理的鼠茅草叶片中过氧化物MDA的含量显著大于同期对照,表明干旱引起细胞氧化作用,复水后细胞内环境还不够稳定,自身调节机制受损,不能很快恢复到正常水平。

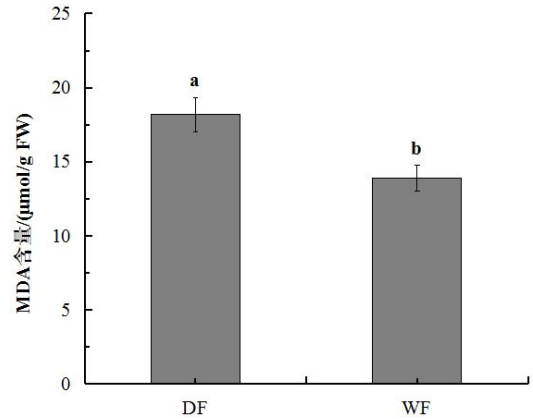


图4 干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草叶片MDA含量
Fig.4 MDA content in leaves of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

2.5 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草生物量的影响

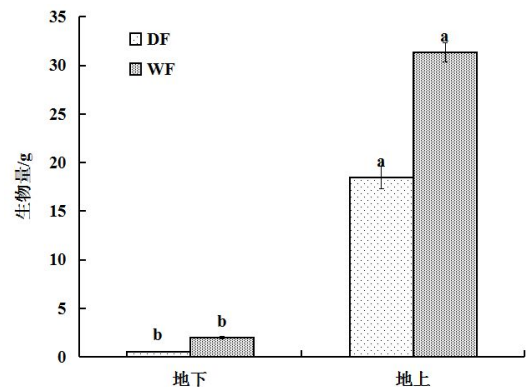


图5 干旱胁迫复水后与正常水分处理下鼠茅草生物量
Fig.5 The biomass of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

生物量是植物生长状况的综合反映。如图5所示,复水后鼠茅草地上部分的生物量与地下部分的生物量均显著低于同期对照组的生物量。地下部分的生物量DF处理和WF处理相差3.7倍,地上部分两处理间相差1.7倍,地下部生物量受干旱胁迫影响更明显,说明即使经过复水,干旱对根系生物量的抑制作用还是很大,且程度远大于对地上部分的抑制作用。

2.6 冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草根系的影响

根据表1,2(见下页)可以看出,复水后干旱胁迫处理鼠茅草根长及根面积均显著低于对照处理,且3.5~4

mm 和 4~4.5 mm 根径范围的根长有缺失。由表 2 可知, 干旱胁迫处理中较粗根系的根表面积未检测出, 说明干旱胁迫影响了鼠茅草根系的伸长和变粗, 植株正常的生理生长活动受到了损害, 即使在复水后仍无法迅速恢复到正常水平。

3 讨论

叶绿体是植物进行光合作用的场所, 叶绿素是参与光合作用的主要色素。可能是由于干旱胁迫导致植物失水, 从而促进叶绿素 a 的分解且影响叶绿素的合成, 即叶绿素 a 的合成减少和分解加速是叶绿素 a 含量在干旱胁迫下降低的主要因素, 干旱导致植物叶片叶绿素 a 含量降低且复水后并没有得到及时的恢复。复水后叶绿素 b 的含量高于对照 15.29%, 可能是因为干旱胁迫抑制了叶片的生长, 对叶绿素 b 的合成受阻或分解程度影响较小, 导致叶绿素 b 产生浓缩现象^[26], 但是与正常水分处理相比, 试验处理下未达到显著差异。由此可以推断干旱胁迫对鼠茅草叶绿素 a 的破坏程度比较高, 叶片叶绿素 a 含量恢复难度较大; 对叶绿素 b 的破坏程度较小, 叶片叶绿素 b 的含量恢复较容易。由于叶绿素 a 的功能主要是将收集来的光能转化为化学能, 而叶绿素 b 的功能则是收集光能^[27]。可以推测, 干旱胁迫期间光合器官及功能受到严重影响, 导致光合速率受到影响后可恢复程度比较差。复水后, 鼠茅草叶片可以正常对光能进行捕获, 但不能将光能完全转化为化学能, 致使光合机构受到光氧化的破坏, 降低了转化效率, 从而导致光合速率与光合生产力下降, 造成恢复困难。

植物在受到干旱胁迫时, 植物体内蛋白质的合成受到抑制且蛋白质的降解速度加快, 同时植物体会被诱导产生一些抗逆蛋白质, 这些新增加蛋白质的种类和数量与植物的抗旱性密切相关。王林嵩等^[28]的研究显示, 干旱胁迫下, 可溶性蛋白含量增加的原因可能是细胞内合成了更加稳定的同工酶。作为调节渗透的物质之一, 可溶性蛋白具有很强的吸水性, 以小分子状态溶于水或其他溶解剂, 并作为一种重要的有机溶剂存在于细胞质中。细胞维持较低的渗透势可以通过提高可溶性蛋白的含量、细胞内溶质浓度、增强蛋白与蛋白之间的水合作用、降低水势等方法, 使细胞能从外界继续吸水, 抵抗水分胁迫带来的伤害。可溶性蛋白的稳定有利于创造一种起保护作用的水相环境, 使植物能正常生长^[29]。复水后的鼠茅草叶片中可溶性蛋白含量大于同期对照, 说明复水后并没有完全消除干旱胁迫对鼠茅草内部环境的损伤。

渗透调节系统是植物受到干旱胁迫时最重要的自我调节途径之一, 各项生理活动的有序进行依赖渗透调节系统。电解质渗透率是能够反映植物细胞膜透性的重要指标。细胞电解质外渗是干旱胁迫下细胞膜受伤后细胞溶质向外渗漏的现象。植物受到逆境伤害时, 细胞膜是植物受害的主要部位。自由基生成与膜保护反应之间的动态平衡受到破坏, 膜脂由液晶态转变为凝胶态, 使得膜流动性下降, 透性增加, 细胞内物质外渗, 电解质渗透率增加, 细胞功能下降^[30]。电解质渗透率的大小反映了细胞膜破坏程度大小、植株的受损程度的高低。电解质渗透率越大说明膜透性越大, 细胞膜的流动性越差, 植物受损伤越严重。复水后的鼠茅草叶片电解质渗透率显著高于同期

表 1 不同处理条件下鼠茅草根系长度

Table 1 The root length of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

处理	0~0.5 mm	0.5~1 mm	1~1.5 mm	1.5~2 mm	2~2.5 mm	2.5~3 mm	3~3.5 mm	3.5~4 mm	4~4.5 mm	>4.5 mm
DF	435±2.15 ^b	51.63±3.97 ^b	9.11±0.57 ^b	3.33±0.29 ^b	0.70±0.35 ^b	0.15±0.08 ^b	0.04±0.02 ^b	ns	ns	0.03±0.03 ^b
WF	1002±14.63 ^a	106.50±1.89 ^a	23.72±0.79 ^a	7.42±0.43 ^a	2.66±0.10 ^a	1.56±0.78 ^a	1.25±0.63 ^a	0.41±0.21	0.41±0.21	1.45±0.65 ^a

注: 不同小写字母表示干旱胁迫与水分处理间独立样本 t 检验差异显著 ($P < 0.05$), ns 表示未检出; 表 2 同。

表 2 不同处理条件下鼠茅草根表面积

Table 2 The root surface area of *Vulpia myuros* C.Gmelin under DF and WF treatments

处理	0~0.5 mm	0.5~1 mm	1~1.5 mm	1.5~2 mm	2~2.5 mm	2.5~3mm	3~3.5mm	3.5~4mm	4~4.5mm	>4.5mm
DF	17.50±4.58 ^b	3.36±1.25 ^b	0.32±0.03 ^a	0.05±0.03 ^b	0.01±0.01 ^b	ns	ns	ns	ns	ns
WF	50.56±4.38 ^a	22.60±2.10 ^a	8.93±0.42 ^a	3.98±0.27 ^a	1.89±0.07 ^a	1.33±0.67 ^a	1.25±0.66 ^a	0.48±0.24 ^a	0.56±0.28 ^a	2.62±0.62 ^a

对照的电解质渗透率,说明干旱胁迫对植株造成的伤害在复水后未完全缓解,植株不能迅速恢复。

受到干旱胁迫后,植物体内就会因为活性氧的产生与清除之间的平衡遭到破坏而产生过量的活性氧^[31]。若不及时清除会引起膜脂发生过氧化反应,从而破坏细胞膜。细胞膜不仅作为动态屏障处于细胞内部和外部环境之间,还承担着信息传递与物质交换的作用。MDA 是植物细胞膜脂过氧化反应产生的高活性过氧化物之一,会引起蛋白质、核酸等生命大分子的交联聚合,并影响构成细胞质膜包括叶绿体片层膜在内的物质组分,导致膜结构改变,影响膜的流动性及其与酶的结合力^[32];且 MDA 具有细胞毒性,能够破坏膜系统,使膜透性增大,并损伤多种酶的生理功能。MDA 含量的高低在一定程度上能反映膜脂过氧化作用水平和膜结构受害程度的大小。复水处理的鼠茅草叶片中 MDA 的含量显著大于同期对照,表明干旱引起细胞氧化作用,复水后自身调节机制受损,不能很快恢复到正常水平。

生物量是植物生长状态的综合反映。干旱胁迫之所以能抑制植物的生长、发育,进而影响植物的产量,主要是通过抑制植物的光合作用、降低光合效率来实现的^[33]。受到干旱胁迫并复水后,虽然地上部分生长受到抑制,降幅较小,但是地下部分根系受到干旱胁迫影响可能更大更直接,所以导致总生物量降幅较大。地下部降幅较大,这可能是在旱胁迫条件下,植物根系吸收不到足够的水分和养分,各器官的生长发育都受到限制,导致地下部分生长受到更大的抑制,鼠茅草生物量更偏向于分配到叶片,增加光的接收面积,从而有效提升地上部分的光合作用效率,产生更多的干物质供生长发育使用,帮助植株更好的恢复,并使根系保持一定的活力。同时,在土壤水分亏缺条件下植物倾向于将更多的资源分配给地上部分,或从地下部分转移到地上部分,以提高竞争生长的能力,故地上部分生物量受影响相对较小^[34]。植物对于一定程度的干旱胁迫和复水会做出相应的适应过程,一般为生理上的补偿。但由于复水后鼠茅草地下部分没有得到更好的发育,导致地上部分进行光合作用等各项生理活动时所需营养与水分不能通过根系传递上来,因此鼠茅草复水后并不能很快的恢复,需要一定的时间与过程。

根系是鼠茅草吸收水分的主要器官,干旱来临时最先感知,并迅速产生化学信号向上传递,以促使气孔关

闭,减少水分散失,影响着整株的生理生化特性^[35]。植物的生理变化也会受到周围环境的影响,一方面环境影响了植物的生理变化,另一方面通过植物的生理变化,使其对于周围环境的适应性加强。因此,植株作为一个整体,需要自身各部分协同作用对外界做出响应,从而更好地适应环境。各个生理生化特性间相互协调、相互制约、相互影响,构成了一个调控网络^[36]。因此根系的生长状况可以反映出植株的生长状况。

4 结论

通过模拟冬季干旱胁迫后复水对鼠茅草生长发育的影响,发现冬季干旱胁迫复水后对鼠茅草有显著抑制作用,且对根系的抑制比对地上部分的抑制作用强。即使春季复水,冬季干旱胁迫处理仍然对鼠茅草生理指标有显著影响,如显著增加了电解质渗透率、MDA 含量、可溶性蛋白含量,对鼠茅草地上和地下部生物量有显著抑制作用,说明复水后干旱胁迫对鼠茅草的影响仍然存在。本文研究结果表明在不具备冬季灌溉条件的果园,鼠茅草生草后可冬季适当断水,对其生命不存在较大影响,但春季来临后,应及时灌水以增加鼠茅草的光合作用,促进其生长发育。

参考文献:

- [1] 李广文,王周玉,李红英,等.再谈果园生草[J].西北园艺(果树),2018,254(04):51-52.
- [2] 吴健.果园土壤管理新方法——生草法[J].农村实用技术,2008(4):38-39.
- [3] 李艳红,石德杨,张培苹,等.鼠茅草对苹果园土壤物理性状及产量的影响[J].中国果树,2017(4):17-19.
- [4] 余小丽,李小文.果园土壤管理现状及培育地力之对策[J].果农之友,2017(8):21-22.
- [5] 李磊,贾志清,朱雅娟,等.我国干旱区植物抗旱机理研究进展[J].中国沙漠,2010,30(5):1053-1059.
- [6] 任庆成,杨铁钊,刘培玉,等.植物抗旱性研究进展[J].中国农学通报,2009,25(15):76-79.
- [7] 段洪浪,吴建平,刘文飞,等.干旱胁迫下树木的碳水过程以及干旱死亡机理[J].林业科学,2015,51(11):113-120.
- [8] 温翠平,李威,漆智平,等.水分胁迫对王草生长的影响[J].草业学报,2012,21(4):72-78.
- [9] 关义新,戴俊英,林艳.水分胁迫下植物叶片光合的气孔和非气孔限制[J].植物生理学通讯,1995,31(4):293-297.

- [10] 谢深喜. 水分胁迫下柑橘超微结构及生理特性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006.
- [11] 赵燕昊, 曹跃芬, 孙威怡, 等. 小麦抗旱研究进展 [J]. 植物生理学报, 2016(12): 1795-1803.
- [12] 姜慧芳, 段乃雄. 花生抗旱机制的研究进展 [J]. 中国油料, 1997(03): 73-76, 81.
- [13] 杨洪强, 梁小娥. 蛋白激酶与植物逆境信号传递途径[J]. 植物生理学报, 2001, 37(3): 185-191.
- [14] 王霞, 吴霞, 马燕斌, 等. 植物干旱胁迫相关调控基因研究进展[J]. 山西农业科学, 2013, 41(3): 279-281.
- [15] 李秋红, 付丽春, 王家祥, 等. 种植鼠茅草对苹果园土壤理化性状及果实产量和品质的影响[J]. 农业与技术, 2014(6): 26.
- [16] 霍姗姗. 生草对梨园生态环境及果实品质的影响[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2018.
- [17] 丁怡飞, 曹永庆, 姚小华, 等. 油茶-鼠茅草复合系统细根空间分布及地下竞争[J]. 生态学杂志, 2018, 37(4): 981-986.
- [18] ARNON DL. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris* [J]. Plant physiology, 1949, 24: 1-15.
- [19] SEDMAK JJ, GROSSBERG SE. A rapid, sensitive, and versatile assay for protein using *Coomassie brilliant blue G250*[J]. Analytical biochemistry, 1977, 79(1): 544-552.
- [20] MARTINEZ JP, LUTTS S, SCHANCK A, et al. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the *Mediterranean shrub Atriplex halimus* L [J]. Journal of plant physiology, 2004, 161(9): 1041-1051.
- [21] KUMAR G NM, KNOWLES NR. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free -radical scavenging enzyme activities during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum*) seed-tubers [J]. Plant physiology, 1993, 102: 115-124.
- [22] 余文慧, 许奕, 张富仙, 等. 保鲜膜及不同温度对圆葫 1 号的贮藏效果[J]. 蔬菜, 2016(9): 63-65.
- [23] 杨丽辉. 施腐植酸量对西芹产量及养分吸收利用的影响 [J]. 农学报, 2017(3): 59-62.
- [24] 付蕾, 魏珉, 李岩, 等. 不同灌溉施肥方式对日光温室甜椒生长、产量和品质的影[J]. 灌溉排水学报, 2018(8): 8-14.
- [25] 官兆宁, 范云豹, 刘辉, 等. 不同水氮梯度下典型挺水植物叶绿素荧光的响应特性[J]. 植物学报, 2016, 51(5): 631-638.
- [26] 冯淑华. 三叶草对干旱胁迫的反应及适应性研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012.
- [27] 肖春旺, 周广胜, 马风云. 施水量变化对毛乌素沙地优势植物形态与生长的影响[J]. 植物生态学报 2020, 26(1): 69-76.
- [28] 王林嵩, 李金亭. 萝卜贮藏期可溶性蛋白及同工酶研究[J]. 西北植物学报, 20(2): 187-192.
- [29] 田莉华, 周青平, 王加亭, 等. 青藏高原草地畜牧业生产现状、问题及对策[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2016, 42(2): 119-126.
- [30] 刁朝强, 周建云, 黄宁, 等. 不同烤烟品种在干旱胁迫下对体内生化指标的影响[J]. 种子, 2015(2): 35-38.
- [31] 奉斌, 代其林, 王劲. 非生物胁迫下植物体内活性氧清除酶系统的研究进展 [J]. 绵阳师范学院学报, 2009, 28(11): 50-53.
- [32] 郭相平, 张烈君, 王琴, 等. 作物水分胁迫补偿效应研究进展[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2005, 33(6): 632-637.
- [33] 白向历, 孙世贤, 杨国航, 等. 不同生育时期水分胁迫对玉米产量及生长发育的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(2): 60-63.
- [34] 关军锋, 马春红, 李广敏. 干旱胁迫下小麦根冠生物量变化及其与抗旱性的关系 [J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(1): 1-5.
- [35] 向福有. 脱落酸和乙烯在拟南芥气孔调节上的互作机制研究[D]. 开封: 河南大学, 2015.
- [36] 李云飞, 李彦慧, 王中华, 等. 土壤干旱胁迫及复水对紫叶矮樱生理特性的影响 [J]. 河北农业大学学报, 2008, 31(6): 82-86.

不同处理方式对蔬菜种传病毒病的 消毒效果评价

周玉忠¹,王忠全¹,夏世龙¹,李彦辉¹,梁文星^{2*}

(1. 青岛优百粒种子处理设备有限公司, 山东 莱西 266600; 2. 青岛农业大学, 山东 青岛 266000)

摘要:为了研究不同种子处理对种子传播病毒的灭活效果, 试验以番茄、辣椒、甜瓜、南瓜种子样本中被番茄花叶病毒(ToMV)、烟草花叶病毒(TMV)、黄瓜花叶瓜病毒(CMV)感染的种子为研究对象, 经过酶联免疫吸附测定(ELISA)和逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)测试选择出研究材料, 采用7种病毒失活处理方法, 分别为醋酸、过氧化氢、盐酸、次氯酸钠浸种, 干热处理, 温汤浸种和臭氧熏蒸处理。结果发现, 能有效减少病毒浓度的处理为盐酸浸种、干热处理、温汤浸种(65℃)和臭氧(10 g/m³)处理, 分别能将种子传播病毒的浓度平均降低51%、50%、42%和32%。其他灭活方法治疗效果较差, 病毒浓度平均降低了12%~27%。盐酸浸种和干热处理是最有效的方法, 对种子出芽率和活力没有影响。

关键词:种子处理; 蔬菜; 种子传播; 病毒; 灭活

中图分类号: S339.3+1 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0061-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.012

Evaluation of Disinfection Effect of Different Treatment Methods on Vegetable Seed Borne Virus Disease

ZHOU Yu-zhong¹, WANG Zhong-quan¹, XIA Shi-long¹, LI Yan-hui¹, LIANG Wen-xing^{2*}

(1. Qingdao Hobali Seed Processing Equipment CO., LTD, Laixi 266600, China; 2. Qindao Agricultural University, Qingdao 266000, China)

Abstract: In order to study the inactivation effect of different seed treatments on some seed borne viruses, the seeds infected by tomato mosaic virus (ToMV), tobacco mosaic virus (TMV), cucumber mosaic virus (CMV) in tomato, capsicum, melon and pumpkin seed samples were tested, and the materials were selected by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR). Seven methods of virus inactivation were used, including acetic acid, hydrogen peroxide, hydrochloric acid, sodium hypochlorite, dry heat treatment, warm soup soaking and ozone. The results showed that the treatments that

收稿日期: 2019-10-22

基金项目: 青岛市创业领军人才项目(16-8-3-43-zhc)

作者简介: 周玉忠(1978—), 男, 硕士, 主要从事种子研发育种和品种推广工作

* 通信作者: 梁文星(1979—), 男, 教授, 主要从事植物病理学研究和教学工作

could effectively reduce the virus concentration were hydrochloric acid seed soaking, dry heat treatment, warm soup seed soaking (65 °C) and ozone (10 g/m³), respectively, which could reduce the virus concentration of seed transmission by 51%, 50%, 42% and 32% on average. The treatment effect of other inactivation methods was poor, and the average concentration of virus decreased by 12%–27%. Hydrochloric acid and dry heat treatment were the most effective methods, and had no effect on the germination rate and vigor of seeds.

Key words: Seed treatment; vegetables; seed transmission; virus; inactivation

种子在经济学和生物学上的意义是显而易见的,这是因为种子常被用作食物的来源并具有其他一些重要用途,如为工业化学品和其他产品的制造提供资源^[1]。种子的健康和活力在确保农作物的产量和质量方面起着重要作用。在影响种子健康的各种因素中,病毒病是最大的影响因素之一,不仅会降低产量^[2]和发芽率,而且还可以改变种子的形状、颜色及化学组成。种子不能简单地用化学药品处理,种植户也往往不了解有效的处理方法,因此近年来,由种子病毒病导致的作物产量和质量的下降越来越严重^[3]。

病毒控制最有效的方法是使用脱毒种子。迄今为止,研究主要集中在通过使用各种化学物质、热疗法、臭氧和存储方式来灭活蔬菜种子中的病毒。Córdoba-Sellés 等^[4]研究得出,将种子在 10%磷酸三钠中浸泡 3 h,可以使黄瓜绿斑驳花叶病毒充分失活。Rast A 等^[5]研究发现,种子收获 3 个月后,在 76 °C 的烤箱中干热处理 72 h,可消除整个辣椒花叶病毒种群,但对发芽不利。

目前研究人员已经认识到种子是病毒传播中的主要传染源之一。但尚需进一步根据不同品种种子与其携带的多样性病毒种类来确定消毒处理的最佳药剂、使用剂量和治疗持续时间,同时又不降低种子质量。本试验研究了常见的化学和物理方法在清除番茄中的番茄花叶烟草花叶病毒 (ToMV), 番茄和辣椒中的烟草花叶病毒 (TMV), 辣椒、甜瓜和南瓜中黄瓜花叶病毒 (CMV) 的效率,探索了种子消毒的最佳处理方式。

1 材料和方法

1.1 种子材料来源和病毒检测

215 个样品从不同的种子获得,经酶联免疫吸附测定 (ELISA) 和逆转录聚合酶链反应 (RT-PCR) 测定,确定了 6 种高感病样品被用作试验材料,分别为感染

TMV 的番茄种子、感染 ToMV 的番茄种子、感染 CMV 的辣椒种子和感染 TMV 的辣椒种子、感染 CMV 的甜瓜种子、感染 CMV 的南瓜种子。

1.2 病毒灭活处理

试验设计 7 个病毒灭活处理,每个处理每种样品选择 300 粒种子、重复 3 次。根据 ISTA^[6] 抽样标准,从每种高病毒感染率的种子中选择 300×7×3=6 300 粒种子进行病毒灭活处理。病毒灭活处理后,立即进行洗涤、干燥并置于无菌培养皿中,测定相应的指标。

病毒灭活处理如下:(1)臭氧熏蒸处理:10 g/m³ 臭氧熏蒸 10 min;(2)乙酸浸泡:在 0.8% 的乙酸 (CH₃COOH) 中浸泡 20 min;(3)过氧化氢浸泡:浸入 4% 过氧化氢 (H₂O₂) 溶液中浸泡 20 min;(4)盐酸浸泡:在 2% 盐酸 (HCl) 中浸泡 30 min;(5)次氯酸钠浸泡:在 0.4% 的次氯酸钠 (NaClO) 中浸泡 30 min;(6)干热处理:使用干热处理设备在 80 °C 下将种子加热 24 h;(7)温汤浸种:将种子浸入 65 °C 的热水中浸泡 25 min。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 消毒效果

上述处理后用单克隆抗体法^[7]对种子进行 ELISA 测试,用酶标仪在 405 nm 波长下测定吸光度值 (OD 值),通过标准曲线计算样品中病毒的浓度,以评估种子处理效果。消毒效果计算公式见式(1)。

$$\text{消毒效果}/\% = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (1)$$

式中, A—对照种子的吸光度值; B—处理种子的吸光度值。

1.3.2 发芽率

根据 ISTA 规则^[6]在培养皿中的两层滤纸上进行发芽测试。将种子(每次处理 25 个)放在平板中,并在室温 (20 °C) 下培养至胚根长到 2 mm 长。发芽率计算公式见

式(2)。

$$\text{发芽率}/\% = \frac{\text{发芽的种子数}}{\text{测试的种子总数}} \times 100 \quad (2)$$

1.4 统计分析

利用 SPSS13 软件中的单方差分析模型对试验数据进行统计分析,用 SNK 法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同种子处理方法对种子发芽率的影响

表 1 不同种子处理方法对不同作物种子发芽率的影响

Table 1 Effects of different seed treatments on seed germination rate

处理组	发芽率/%			
	番茄	辣椒	甜瓜	南瓜
CH ₃ COOH(0.8%、20 min)	98	98	99	99
HCl(2%、30 min)	98	98	99	99
H ₂ O ₂ (4%、20 min)	96	97	98	99
NaClO(0.4%、30 min)	96	97	98	98
臭氧处理(10 g/m ³ 、10 min)	98	96	99	99
温汤浸种(65 ℃、25 min)	97	98	98	98
干热处理(80 ℃、24 h)	98	98	98	98
对照(CK)	96	97	99	99

不同种子处理方法对不同作物种子发芽率的影响见表 1。经发芽率检测结果显示,不同处理对种子质量无显著影响,种子发芽率均在 96%以上。

2.2 不同种子处理方法对种子的消毒效果

表 2 不同种子处理方法对种子的消毒效果/%

Table 2 The disinfection effect of different seed treatments in seeds/%

处理组	ToMV	TMV	TMV	CMV	CMV	CMV
	番茄	番茄	辣椒	辣椒	甜瓜	南瓜
CH ₃ COOH(0.8%、20 min)	8 ⁱ	9.2 ^{de}	11.7 ^{ef}	17.5 ^c	24.8 ^{od}	4 ^g
HCl(2%、30 min)	71.7 ^a	84.7 ^a	17.9 ^{ef}	62.7 ^b	65.1 ^a	64 ^a
H ₂ O ₂ (4%、20 min)	42.3 ^{fg}	5.8 ^e	17.9 ^{ef}	3.8 ^{gh}	22.4 ^{od}	4.2 ^{fg}
NaClO(0.4%、30 min)	37.3 ^b	6.3 ^e	25.6 ^{bd}	9.8 ^{ce}	21.9 ^d	5 ^f
臭氧处理(10 g/m ³ 、10 min)	55.7 ^d	23.1 ^b	35.9 ^a	22.3 ^c	0.6 ^h	26.1 ^d
温汤浸种(65 ℃、25min)	67.3 ^b	15.5 ^c	17.1 ^{df}	73.7 ^a	66.6 ^a	59.7 ^b
干热处理(80 ℃、24 h)	70.7 ^a	83.7 ^a	17.8 ^{ef}	65.7 ^b	64.1 ^a	62.1 ^a

注:表中同列不同小写字母表示经 SNK 法检验水平差异显著(P<0.05)。

不同种子处理方法对作物种子病毒的消毒效果见表 2。由表 2 可知,7 种供试方法的消毒效果中最高为 71.7%,这说明没有一种处理能够完全消除种子中的病毒,且不同处理方法病毒浓度的降低幅度不同。

2.2.1 HCl 处理对种子的消毒效果

HCl 可使病毒蛋白凝固并损害酶系统或改变膜通透性,从而引起寄生在种子种皮或内表皮的病毒死亡。由表 2 可知,HCl 处理是最有效的处理方法,导致番茄 ToMV、番茄 TMV、辣椒 CMV、甜瓜 CMV、南瓜 CMV 发生率分别降低了 71.7%、84.7%、62.7%、65.1%、64%。相比于其他处理方法,这种方法对辣椒中的 TMV 的消除效果为中等,消除率为 17.9%。

2.2.2 臭氧处理对种子的消毒效果

臭氧是一种强氧化剂,可直接与种子携带的病毒发生作用,破坏病毒细胞、核糖核酸(RNA),分解脱氧核糖核酸(DNA)、RNA、蛋白质、脂质类和多糖等大分子聚合物,使病毒的代谢和繁殖过程遭到破坏,从而灭活种传病毒。由表 2 可知,臭氧处理的种子根据病毒和种子的不同,病毒浓度降低幅度在 0.6%~55.7%之间,变化很大。从对上述几种种传病毒的消毒效果看,臭氧处理对被 ToMV 感染的番茄种子最有效。

2.2.3 CH₃COOH、H₂O₂、NaClO 对种子的消毒效果

CH₃COOH、H₂O₂、NaClO 均为强氧化剂,杀菌原理与臭氧相同。CH₃COOH 处理对病毒的灭活比率影响很小,对南瓜 CMV 病毒消毒效果为 4%,对番茄 ToMV 消毒效果为 8%。用 H₂O₂、NaClO 处理种子,在整个病毒种子组合中获得几乎相同的结果。用 H₂O₂、NaClO 处理感染 ToMV 的番茄种子分别减少了 42.3%、37.3%。可见,经 TMV 感染的番茄种子病毒消毒处理效果在 5.8%~9.2%的范围内略有减少,在 CMV 感染的辣椒种子消毒处理效果在 3.8%~17.5%的范围内略有减少。

2.2.4 干热处理、温汤浸种对种子的消毒效果

干热处理种子是在保障种子活力的条件下,依据不同作物种子的温湿度耐受值,使种子在稳定的高温低湿环境中达到病原菌的致死温湿度,杀灭病原菌。由表 2 可知,在整个病毒种子处理组合中,干热处理对辣椒 CMV 的消毒效果不好,而对其他病毒的消毒效果都较好,且对种子发芽率、发芽势无伤害。在 65 ℃的热水中加热 25 min 的温汤浸种也显示出良好的消毒效果,除对番茄

TMV、辣椒 TMV 的消毒效果不佳,对其他病毒的消毒效果都很好。

3 讨论

目前我国农民使用的种子大多是未经认证的种子,很容易在生产阶段引入新的病害。因此,建议使用经过病毒测试的种子来降低种子传播病毒的发生率,并且进行相应的发芽测试。因为即使在相同的蔬菜物种中,种子批次的敏感性也有所不同,目前缺乏针对每种类型的种子或病毒物种的标准处理方法。因此,本试验研究了不同蔬菜种子中的各种病毒,以寻求控制种子病毒传播的最有效、最可靠的方法。

试验结果表明,没有一种处理能够完全消除种子中的病毒病。Agarwal 等^[8]认为大多数种子传播的病毒都出现在胚内。Broadbent L^[9]在番茄种子的胚珠和胚乳中发现了 ToMV。ToMV 主要通过番茄种子的种皮和胚乳传播,不通过胚^[10],但在辣椒种子中则主要通过种皮传播,很少通过胚乳或胚芽^[11]。CMV 存在于辣椒、甜瓜和西葫芦种子的胚、胚乳和胚珠中^[12]。

物理方法或温汤浸种处理是基于对病原菌的致死温度而杀死种子表面及内部病原微生物的原理来防止感染的,这是降低种子传播病毒水平的最古老的方法之一,在化学品防治未普及时,它确实很流行^[13]。在这项研究中,分析了温水(65 °C下 25 min),干热(80 °C下 24 h)的功效。试验发现,相比于其他处理方法,热水和干热处理均能有效地消灭病毒,但是,温汤浸种操作过程中水温不容易控制,很容易造成出芽率降低。

CH₃COOH、HCl、NaClO 和 H₂O₂ 是廉价且环保的化学药品,具有潜在的、广泛的应用范围,尤其是在禁止常规杀虫剂的种子处理或其他消毒处理中,例如有机农业生产中。在我们的实验条件下,除了被 TMV 感染的辣椒种子外,在灭活病毒方面,发现 HCl 比 CH₃COOH、NaClO 和 H₂O₂ 更有效,此外,HCl 对发芽没有负面影响。Broadbent^[10]也获得了类似的结果。通常,CH₃COOH、NaClO 和 H₂O₂ 处理无法有效清除种子中的病毒,这些结果与 Anderson^[14]获得的结果不一致。

天然存在于地球大气中的臭氧气体被用作消毒剂已有 100 多年的历史了,美国环保署报告说,臭氧通过氧化衣壳蛋白来影响病毒。Finch 等^[15]证明了含臭氧的水在杀

死植物病原性真菌和病毒方面的成功,在这项研究中,对各种持续时间和剂量的臭氧的灭菌效果进行了评估,以揭示其控制种子传播病毒的功效。试验表明用臭氧处理可以有效降低种子中的病毒浓度,尤其是在以 5 g/m³ 的浓度处理 1 h 和以 10 g/m³ 的浓度处理 10 min 而又不妨碍发芽时,这和 Runia^[16]的试验结果一致。

Johansen 等^[17]提出约 18%~20%的植物病毒是种子传播的。病毒感染的种子通常会引发原发性感染,种子流通过跨区域运输越来越频繁,病害发生风险逐年增高,这可能会导致产量和质量巨大损失。因此,实现种子健康问题和寻找控制种子病毒传播的方法非常重要。在本试验中,与其他处理相比,用 HCl、干热、温汤浸种和臭氧处理对减少蔬菜种子的病毒感染更为有效。H₂O₂、CH₃COOH 似乎无法成功灭活种子中的病毒。然而,HCl (2%持续 30 min)、干热(80 °C持续 24 h)和臭氧(10 g/m³持续 10 min)对种子的病毒灭活效果好,而不会阻碍种子发芽,但下一步还需研究具体剂量和能持续的时间,否则细微差异也会导致种子损伤或无法消除病毒。

参考文献:

- [1] NEERGAARD P. Seed pathology[M]. Hong Kong: MacMillan press, 1988.
- [2] CHATZIVASSILIOU EKE, MOSCHOS S, GAZI P, et al. Infection of potato crops and seeds with potato virus Y and potato leafroll virus in Greece [J]. Journal of plant pathology, 2008, 90: 253-261.
- [3] PAYLAN IC. The investigations on the detection of the agents of viral diseases in seeds of certain vegetables and their inactivation ways [D]. Izmir, Turkey: Ege university graduate school of natural and applied sciences, 2011.
- [4] C6RDOBA-SELL6S MC, GARCIA-R6NDEZ A, ALFARO-FERN6NDEZ A, et al. Seed transmission of pepino mosaic virus and efficacy of tomato seed disinfection treatments[J]. Plant disease, 2007, 91: 1250-1254.
- [5] RAST A, TH B, STIJGER CCMM. Disinfection of pepper seed infected with different strains of capsicum mosaic virus by trisodium phosphate and dry heat treatment [J]. Plant pathology, 1987, 36: 583-588.
- [6] International seed testing association[S]. ISTA, 2007.

(下转第 87 页)

仙人掌果多酚的提取及抗氧化活性研究

贾金滢^{1,2}, 马超¹, 张明¹, 范祺¹, 王崇队¹, 张博华¹, 孟晓峰¹, 贾洪玉³, 杨立风^{1*}

(1. 中华全国供销合作总社济南果品研究院, 山东 济南 250014; 2. 山东农业大学, 山东 泰安 271018;
3. 山东农业工程学院, 山东 济南 250100)

摘要:仙人掌果富含总多酚等营养物质,但目前仅少量被采食,深加工利用较少。为增加仙人掌果的开发利用价值,本文研究了仙人掌果多酚的提取工艺。以仙人掌果实为原料,乙醇为提取溶剂,通过单因素和正交试验对多酚的提取工艺进行了优化。结果发现,仙人掌果多酚的最佳提取方法为溶剂法,提取溶剂为60%乙醇,料液比1:50(g/mL),提取温度50℃,提取时间45 min,此条件下,多酚得率为0.40%±0.02%。然后采用2,2-二苯代苦味酰基(DPPH)自由基清除法对仙人掌果多酚的抗氧化活性进行评价,发现其对DPPH自由基有明显的清除作用,IC₅₀为1.81 mg/mL。本试验为仙人掌果在食品、药品以及化妆品等领域的应用提供了参考依据。

关键词:仙人掌果;多酚;提取;工艺优化;抗氧化活性

中图分类号:TS255.3 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0065-06

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.013

Study on Extraction and Antioxidant Activity of Polyphenols from Cactus Fruit

JIA Jin-fu^{1,2}, MA Chao¹, ZHANG Ming¹, FAN Qi¹, WANG Chong-Dui¹, ZHANG Bo-hua¹, MENG Xiao-feng¹,
JIA Hong-yu³, YANG Li-feng^{1*}

(1. Jinan Fruit Research Institute, All China Federation of Supply and Marketing Cooperatives,
Jinan 250014, China; 2. Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;
3. Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan 250100, China)

Abstract: Cactus fruit is rich in polyphenols and other nutrients, however, only a small amount of cactus fruit has been eaten, and less in deep processing. The extraction process of polyphenols from cactus fruit was studied to increase the development and utilization value of cactus fruit. The single factor and orthogonal experiment were used to optimize the extraction progress for polyphenols from cactus fruit with alcohol-water as solvent. The optimal process condition was as follows: ethanol concentration 60%, solid-liquid ratio 1:50(g/

收稿日期:2019-10-21

基金项目:山东省重大科技创新工程项目(2018CXGC0220);山东省重点研发计划(2017YYSP006);泰山产业领军人才项目(LJNY2015004)

作者简介:贾金滢(1997—),女,在读硕士研究生,研究方向为果蔬加工

*通信作者:杨立风(1986—),男,副研究员,主要从事植物资源综合利用的研究工作

mL), extraction time 45 min, and extraction temperature 50 °C. Under above conditions, the extraction rate of polyphenols from cactus fruit was 0.40%±0.02%. The polyphenols of cactus fruit showed obvious scavenging effect on DPPH free radical, and IC_{50} was 1.81 mg/mL. It provided reference for development and utilization of cactus fruit to be used in food, medicine, cosmetics and other field.

Key words: Cactus fruit; polyphenols; extraction; process optimization; antioxidant activity

多酚是含有苯环与酚羟基结构的化合物的总称。作为植物体内重要的次生代谢产物,植物多酚是果蔬营养品质的主要决定因素之一^[1]。有研究表明,天然来源的植物多酚具有显著的抗氧化活性^[2],能有效预防高血脂、高血糖以及心脑血管疾病等现代疾病的发生^[3-4]。近年来,随着人们生活水平的提高,消费需求更趋向于绿色、营养和保健。植物多酚作为一种理想保健品原料,其衍生出的功能性食品越来越受到消费者的青睐。

仙人掌(*Opuntia stricta*)为仙人掌科、仙人掌属植物,原产于南/北美洲,广泛分布于亚、非、美洲的热带与亚热带地区,在我国主要集中在西南及华南沿海地区^[5]。仙人掌果为仙人掌植物的果实,果肉中含有丰富的多糖、有机酸、蛋白质、氨基酸、膳食纤维、维生素、矿物质、多酚类等^[6]。吉雪慧等^[7]、马丹雅等^[8]分别从仙人掌果中提取了花色苷及黄酮类物质,并对这些物质的提取工艺进行了优化。目前,仙人掌果实仅少量被采食,深加工利用较少,关于仙人掌果实总多酚的研究报道相对更少。鉴于此,本文对仙人掌果中多酚类物质的提取条件进行了优化,并对其抗氧化活性进行了初步评价,以期对仙人掌果实在食品、药品以及化妆品等领域的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

材料:新鲜仙人掌果,采摘于2018年10月,购于山东恒宝食品集团有限公司。

试剂:没食子酸(99%)、DPPH(96%),上海麦克林生化科技有限公司,均为分析纯。福林酚(BR)、碳酸钠、抗坏血酸、无水乙醇等,均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

仪器:ME204E/02型电子分析天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;SHA-B型恒温水浴振荡器,江苏杰瑞尔电器有限公司;TDL-5-A型低速大容量离心机,

上海安亭科学仪器厂;Vortex-3型旋涡混合仪,上海嘉鹏科技有限公司;UV1000型单光束紫外/可见分光光度计,上海天美科学仪器有限公司;SHB-III型循环水式多用真空泵,郑州长城科工贸有限公司;N-1100型旋转蒸发仪,SB-1100型恒温水浴锅,上海爱朗仪器有限公司;FD-2型冷冻干燥机,上海比郎仪器制造有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品预处理

采购新鲜的仙人掌果实,经真空冷冻干燥,粉碎过筛(250 μm),避光保存。

1.2.2 标准曲线的绘制

采用Folin-Ciocalteus法^[9],准确称取没食子酸标准品0.1000 g,去离子水超声溶解,定容至100 mL,得到1 mg/mL没食子酸标准储备液,用去离子水稀释至40 μg/mL,冷藏备用;分别准确移取0、0.125、0.250、0.375、0.500、0.625、0.750、0.875、1.000 mL没食子酸标准储备液(40 μg/mL)于试管中,去离子水补至1.0 mL,分别加入1 N福林酚试剂1.0 mL,室温反应3 min;分别加入10% Na₂CO₃溶液1.0 mL,30 °C条件下反应30 min,于760 nm处测定吸光度,并进行线性分析。

1.2.3 仙人掌果多酚提取含量测定

精确称取仙人掌果冻干粉0.5 g,以一定浓度乙醇溶液为提取溶剂进行水浴振荡提取,3 000 r/min离心5 min,过滤,定容至50 mL,冷藏备用,参照1.2.2进行多酚含量测定。

1.2.4 单因素试验

(1) 提取温度对仙人掌果多酚提取效果的影响

称取0.5 g仙人掌果冻干粉,在乙醇浓度60%,料液比1:40(g/mL)的条件下,选择提取温度为30、40、50、60、70 °C,水浴振荡提取45 min,冷却,3 000 r/min离心5 min,过滤,定容至50 mL,参照1.2.2测定多酚含量,平行3次,研究不同提取温度对仙人掌果多酚提取效果的影响。

(2) 提取时间对仙人掌果多酚提取效果的影响

称取 0.5 g 仙人掌果冻干粉,在乙醇浓度 60%、料液比 1:40(g/mL)、提取温度 50 ℃的条件下,水浴振荡提取 15、30、45、60、75 min。其他步骤同(1),研究不同提取时间对仙人掌果多酚提取效果的影响。

(3) 料液比对仙人掌果多酚提取效果的影响

称取 0.5 g 仙人掌果冻干粉,在乙醇浓度 60%、温度 50 ℃、提取 45 min,的条件下,选取料液比 1:20、1:30、1:40、1:50、1:60(g/mL)。其他步骤同(1),研究不同料液比对仙人掌果多酚提取效果的影响。

(4) 乙醇浓度对仙人掌果多酚提取效果的影响

称取 0.5 g 仙人掌果冻干粉,分别选取乙醇浓度 20%、40%、60%、80%、100%,在料液比 1:40(g/mL)、提取温度 50 ℃条件下,水浴振荡提取 45 min。其他步骤同(1),研究不同乙醇浓度对仙人掌果多酚提取效果的影响。

1.2.5 正交试验

在单因素试验基础上,以提取温度、提取时间、料液比、乙醇浓度为因素,以多酚得率为评价指标,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,确定仙人掌果多酚的最佳提取工艺,因素水平设计见表 1。

表 1 仙人掌果多酚提取工艺的正交试验设计

Table 1 Orthogonal test design of extraction process of polyphenols from cactus fruit

水平	因素			
	A 提取温度/℃	B 提取时间/min	C 料液比/(g/mL)	D 乙醇浓度/%
1	30	15	1:30	40
2	40	30	1:40	60
3	50	45	1:50	80

1.2.6 仙人掌果多酚提取物抗氧化活性评价

DPPH 自由基于醇溶液中呈现深紫色,在 517 nm 处显示特征吸收峰,抗氧化剂可结合其单电子,吸光度减弱,清除程度与抗氧化剂能力呈剂量依赖关系^[10]。取适当浓度的仙人掌果多酚溶液 2 mL,与 2 mL DPPH 溶液(400 $\mu\text{mol/L}$),30 ℃暗室条件下反应 30 min,以甲醇为空白,测定 517 nm 处的吸光度,计算清除率(公式 1)及 IC_{50} 值(公式 2)。

$$\text{清除率}/\% = \frac{(A_2 - A_4) - (A_1 - A_3)}{A_2 - A_4} \times 100 \quad (1)$$

式中: A_1 为 2 mL 样品液 +2 mL DPPH 溶液在 517 nm 下的吸光度; A_2 为 2 mL 去离子水 +2 mL DPPH 溶液在 517 nm 下的吸光度; A_3 为 2 mL 去离子水 +2 mL 样品液在 517 nm 下的吸光度; A_4 为 2 mL 去离子水 +2 mL 甲醇在 517 nm 下的吸光度。

$$IC_{50}/(\text{mg/mL}) = \frac{S - 0.1912}{27.587} \quad (2)$$

式中:S 为半数清除率(50)。

2 结果与分析

2.1 没食子酸标准曲线

利用 Folin-Ciocalteus 法,以吸光度 A 对浓度 C ($\mu\text{g/mL}$) 进行线性分析,得到没食子酸标准曲线(见图 1),回归方程为 $A = 0.044c + 0.0276$ ($R^2 = 0.9991$)。

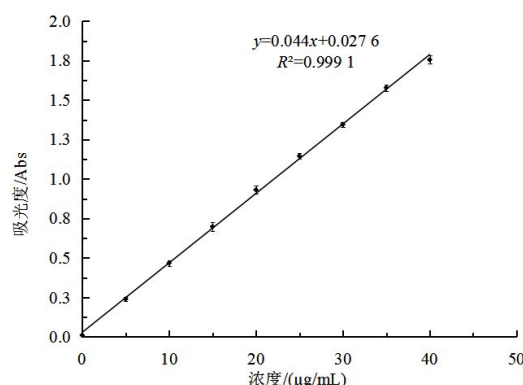


图 1 没食子酸标准曲线

Fig.1 Standard curve of gallic acid

2.2 仙人掌果多酚提取单因素试验

2.2.1 提取温度对仙人掌果多酚得率的影响

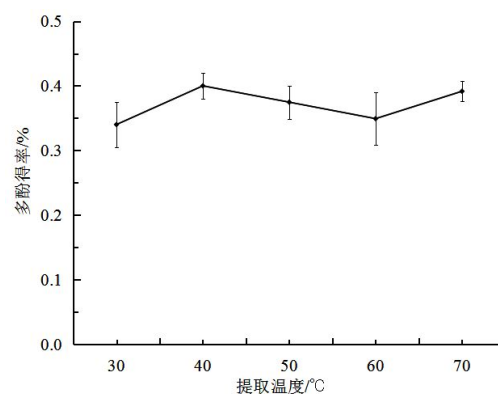


图 2 提取温度对多酚得率的影响

Fig.2 Effect of extraction temperature on extraction rate of polyphenols

图 2 显示了提取温度对多酚得率的影响。由图可知,

提取温度低于 40 °C 时,随着温度的升高,多酚得率不断提高;超过 40 °C 后,多酚得率逐渐下降,70 °C 时略有回升;在 40 °C 时,多酚得率最高,为 $0.40\% \pm 0.02\%$ 。这可能是由于随着体系温度的升高,植物多酚在溶剂体系中的溶解度以及扩散系数均会随之增大,这有利于溶质的浸提溶出。然而当体系温度过高,则会导致部分多酚氧化修饰或分解,另外高温溶剂易挥发,这影响了溶质在体系中的分散度^[1],从而降低了多酚的提取得率。故选择 40 °C 为最适提取温度。

2.2.2 提取时间对仙人掌果多酚得率的影响

图 3 显示了提取时间对多酚得率的影响。由图 3 可知,随着提取时间的延长,仙人掌果多酚得率先升后降之后又上升,提取时间为 30 min 时,多酚得率最高,为 $0.34\% \pm 0.02\%$ 。随着提取时间的延长,多酚提取得率随之提高,可能由于与溶剂体系充分接触,利于内容物由细胞内溶出释放,时间延长,溶出达到饱和;另外提取时间过长,其他杂质与目标内容物构成竞争,可能影响目标内容物的选择性溶出^[2]。故选择 30 min 为最佳提取时间。

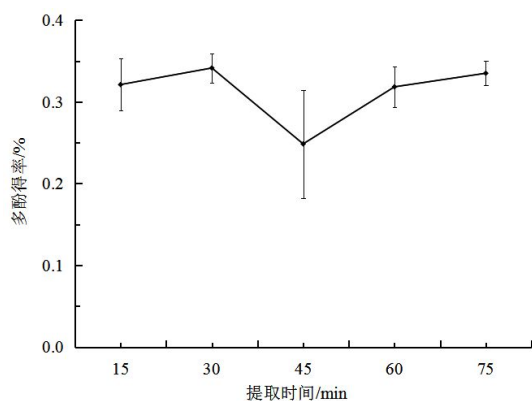


图 3 提取时间对多酚得率的影响

Fig.3 Effect of extraction time on extraction rate of polyphenols

2.2.3 料液比对仙人掌果多酚得率的影响

图 4 显示了料液比对多酚得率的影响。由图可知,随着溶剂量的增加,多酚得率呈现先上升后略下降的趋势;在料液比 1:40 时,多酚得率最高,为 0.36%,可能由于水醇体系可促使多酚类物质与蛋白质、多糖等大分子化合物之间氢键的断裂^[3],在一定范围内增加溶剂用量,利于多酚类物质溶出,继续降低料液比,溶出达到饱和,得率增加不明显或有所下降。故选择 1:40 为最适料液比。

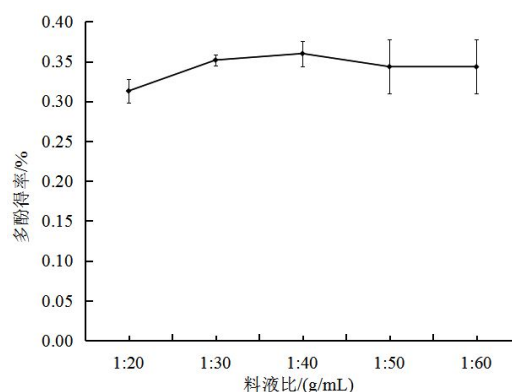


图 4 料液比对多酚得率的影响

Fig.4 Effect of solid-liquid ratio on extraction rate of polyphenols

2.2.4 乙醇浓度对仙人掌果多酚得率的影响

图 5 显示了乙醇浓度对多酚得率的影响。由图 5 可知,多酚得率随着乙醇浓度的提高总体呈现先降后升再下降的趋势。在乙醇浓度为 60% 时,多酚得率最高,为 $0.31\% \pm 0.02\%$ 。可能由于极性相似相溶,一定乙醇浓度范围,醇水体系利于多酚成分溶出,乙醇浓度过高,醇解反应产生的醇溶性杂质的溶出量增加^[4],并与多酚类化合物形成竞争,导致多酚得率下降。故选择 60% 为最适乙醇提取浓度。

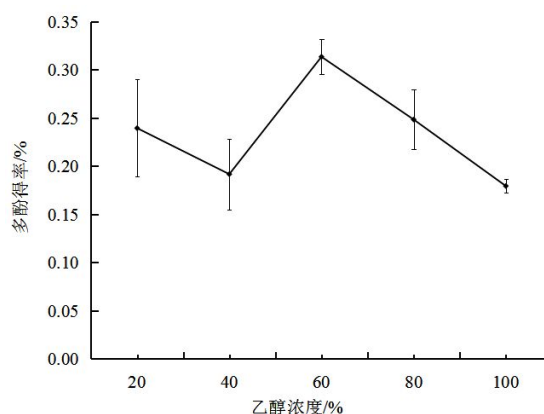


图 5 乙醇浓度对多酚得率的影响

Fig.5 Effect of ethanol concentration on extraction rate of polyphenols

2.3 仙人掌果多酚提取的正交试验

由表 2 极差分析可知,各因素对多酚得率影响依次为 $D > A > B > C$,乙醇浓度为最主要的影响因素;理论最佳工艺为 $A_3B_3C_3D_2$ 。对比验证理论最佳组合 ($A_3B_3C_3D_2$) 与表观最优组合 ($A_3B_1C_3D_2$) 如表 3 所示,由表 3 可知,多酚得率分别为 $0.37\% \pm 0.01\%$ 与 $0.40\% \pm 0.02\%$, $A_3B_3C_3D_2$ 高于

表 2 仙人掌果多酚提取最佳工艺正交试验

Table 2 Orthogonal test of best extraction process of polyphenols from cactus fruit

试验号	A 提取温度/℃	B 提取时间/min	C 料液比/(g/mL)	D 乙醇浓度/%	多酚得率/%
1	1(30)	1(15)	1(1:30)	1(40)	0.176
2	1	2(30)	2(1:40)	2(60)	0.322
3	1	3(45)	3(1:50)	3(80)	0.254
4	2(40)	1	2	3	0.235
5	2	2	3	1	0.225
6	2	3	1	2	0.335
7	3(50)	1	3	2	0.378
8	3	2	1	3	0.272
9	3	3	2	1	0.288
k_1	0.251	0.263	0.261	0.230	
k_2	0.265	0.273	0.282	0.345	
k_3	0.313	0.292	0.286	0.254	
R	0.062	0.029	0.025	0.115	

$A_3B_1C_3D_2$ 。综合考察,最佳提取工艺条件为提取温度 50 ℃,提取时间 45 min,料液比 1:50(g/mL),乙醇浓度 60%。

表 3 验证试验结果

Table 3 Results of verification experiment

试验号	多酚得率/%	
	$A_3B_1C_3D_2$	$A_3B_3C_3D_2$
1	0.36	0.42
2	0.38	0.40
3	0.37	0.39
平均值	0.37±0.01	0.40±0.02

2.4 仙人掌果多酚提取物的抗氧化活性评价

目前关于天然产物抗氧化活性评价有自由基清除、脂质过氧化、抗氧化酶活性、DNA 氧化损伤等方法^[5]。DPPH 作为以氮为中心的稳定自由基,由于结构简单、反应过程易控制,已被广泛应用于单一化合物及提取物的抗氧化活性评价与筛选^[6]。在乙醇浓度 60%,料液比 1:50(g/mL),提取温度 50 ℃,提取时间 45 min 的工艺条件下,提取制备仙人掌果总多酚,并进行 DPPH 自由基清除率测定,结果如图 6 所示。

由图 6 可知,仙人掌果多酚提取物对 DPPH 自由基有较强的清除效果,且随着浓度的增加而增大,清除率(%)与质量浓度(mg/mL)呈线性关系($y=27.587x+0.1912$,

$R^2=0.9989$), IC_{50} 为 1.81 mg/mL。

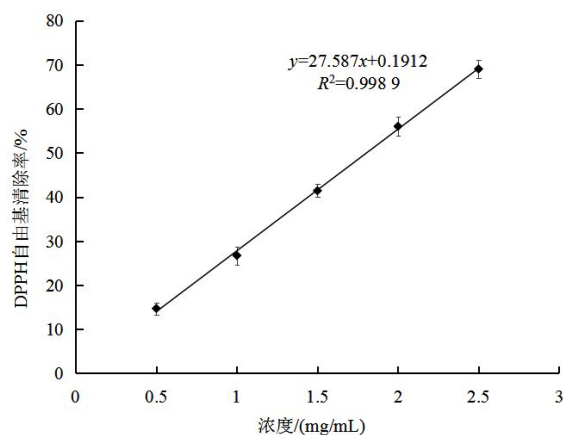


图 6 提取物对 DPPH 自由基的清除作用

Fig.6 DPPH free radical scavenging of extract

3 结论

本研究以乙醇为提取溶剂,采用单因素及正交试验对仙人掌果多酚的提取工艺进行了优化,结果发现,各因素对仙人掌果多酚类物质提取得率影响的主次顺序为乙醇浓度>提取温度>提取时间>料液比;最佳提取条件为乙醇浓度 60%,料液比 1:50(g/mL),提取温度 50 ℃,提取时间 45 min,在此条件下仙人掌果多酚得率为 0.40%±0.02%,仙人掌果多酚提取物显示出了较强的 DPPH 自由基清除能力, IC_{50} 值为 1.81 mg/mL。

参考文献:

- [1] LAPORNIK B, PROSEK M, WONDRA AG. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time [J]. *Journal of food engineering*, 2005, 71(2): 214-222.
- [2] SEIQUERA I, RUEDAB A, OLALLA M. Assessing the bioavailability of polyphenols and antioxidant properties of extra virgin argan oil by simulated digestion and Caco-2 cell assays. Comparative study with extra virgin olive oil[J]. *Food chemistry*, 2015, 188: 496-503.
- [3] RAMCHOUN M, HARNAFI H, ALEM C, et al. Hypolipidemic and antioxidant effect of polyphenol-rich extracts from Moroccan thyme varieties [J]. *e-SPEN journal*, 2012, 7: 119-124.
- [4] ROOPCHAND DE, KUHN P, ROJO LE, et al. Lueberry polyphenol-enriched soybean flour reduces hyperglycemia, body weight gain and serum cholesterol in mice [J]. *Pharmacological research*, 2013, 68: 59-67.
- [5] 王素芳, 黄娇. 仙人掌多糖的研究进展[J]. *中国生化药物杂志*, 2006, 27(3): 186-188.
- [6] 王玲, 吴昕洁, 冯霞, 等. 甘孜仙人掌果营养分析研究[J]. *食品与发酵科技*, 2012, 48(6): 92-94.
- [7] 吉雪慧, 张筠, 刘术明, 等. 响应面法优化仙人掌果花色苷的提取工艺[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(18): 77-82.
- [8] 马丹雅, 张宏坤, 张岚, 等. 仙人掌果实黄酮类物质提取工艺研究[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(10): 263-264, 268.
- [9] 李静, 聂继云, 王孝娣, 等. Folin-Ciocalteus 法测定葡萄和葡萄酒中的总多酚[J]. *中国南方果树*, 2007, 36(6): 86-87.
- [10] 李铨军, 崔胜云. 抗坏血酸清除 DPPH 自由基的作用机理[J]. *食品科学*, 2011, 32(1): 86-90.
- [11] 栾晏, 籍保平, 姜慧, 等. 苹果多酚浸提方法的研究[J]. *食品科学*, 2005, 26(9): 211-215.
- [12] 闫亚美, 冉林武, 曹有龙, 等. 超声波法提取枸杞蜂花粉总酚物质的工艺研究[J]. *食品工业*, 2011, 32(8): 26-27.
- [13] 杨佳林, 徐响, 孙丽萍, 等. 蜂花粉酚类化合物研究进展[J]. *食品科学*, 2008, 29(8): 693-696.
- [14] 刘玉梅, 顾小红, 汤坚, 等. 超临界萃取啤酒花浸膏及其萃余物中多酚化合物提取的研究 [J]. *食品科学*, 2006, 27(9): 155-158.
- [15] 刘微微, 任虹, 曹学丽, 等. 天然产物抗氧化活性体外评价方法研究进展[J]. *食品科学*, 2010, 31(17): 415-419.
- [16] 熊双丽, 卢飞, 史敏娟, 等. DPPH 自由基清除活性评价方法在抗氧化剂筛选中的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(8): 380-383.

(上接第 46 页)

参考文献:

- [1] 郭树琴, 吴胜举, 牛春玲, 等. 超声提取绿茶茶多酚研究[J]. *陕西师范大学学报*, 2009, 37(1): 36-38.
- [2] BOGDANSKI P, SUIBURSKA J, SZULINSKA M, et al. Green tea extract reduces blood pressure, inflammatory biomarkers, and oxidative stress and improves parameters associated with insulin resistance in obese, hypertension patients[J]. *Nutrition research*, 2012, 32(6): 421-427.
- [3] MICHHELE A, DOMENICO M, MASSIMO B, et al. Prevention of hypertension, cardiovascular damage and endothelial dysfunction with green tea extracts [J]. *Am J Hypertens* 2007, 20(12): 1321-1328.
- [4] POTENZA MA, MARASCIULO FL, TARQUINIO M, et al. EGCG, a green tea polyphenol, improves endothelial function and insulin sensitivity, reduces blood pressure and protects against myocardial I/R injury in SHR [J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2007, 292(5): 1378-1387.
- [5] 卫生部心血管病防治研究中心. 中国心血管病报告 2006 [M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2008.
- [6] 郑荣, 王珂, 季申. 中成药中非法添加降压类化学成分的薄层检测方法的研究 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2009, 19(3): 531-536.
- [7] 高青, 张喆, 车宝泉. 6 种抗高血压药物液相色谱鉴别方法的研究[J]. *中国药科大学学报*, 2005, 36(4): 330-333.
- [8] 田兰, 张继春, 陈睿, 等. UPLC-MS/MS 法检测降压类中药制剂及保健品中添加的化学药品 [J]. *中国药师*, 2013, 16(1): 46-49.
- [9] 黄芬, 夏文斌, 李雄伟, 等. 蔬菜中多种有机磷农药残留的固相萃取-气相色谱测定方法研究 [J]. *实用预防医学*, 2017, 24(5): 627-629.
- [10] GB 2760-2014. 实验室质量控制规范 食品理化检测[S]. 北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2008.

高温米糠粕中蛋白质的提取工艺优化

杨华¹, 宣丽^{1*}, 权志中^{2,3}, 杨宁^{2,3}, 梁丽萍^{2,3}, 宗绪岩⁴

(1. 沈阳市现代农业研发服务中心 <沈阳市农业科学院>, 辽宁 沈阳 110025; 2. 沈阳市康普利德生物科技有限公司, 辽宁 沈阳 110161; 3. 辽宁康普利德生物科技有限公司, 辽宁 铁岭 112600; 4. 四川轻化工大学生物工程学院, 四川 宜宾 644000)

摘要: 米糠粕在热稳定化加工过程中蛋白质容易发生变性, 导致可溶性蛋白减少, 给米糠蛋白的提取带来困难。为了研究高温米糠粕中蛋白的提取工艺, 本试验比较了碱法、碱法+超声波、碱法+超声波+碱性蛋白酶三种方法, 结果发现, 采用碱法+超声波+碱性蛋白酶提取的米糠蛋白得率最高, 为 3.98%; 然后考察了碱性蛋白酶添加量、酶解时间、酶解后 pH 值对蛋白得率的影响。在单因素试验的基础上, 采用正交试验对米糠蛋白的提取工艺进行了优化, 结果表明, 三个因素均是影响米糠蛋白得率的极显著因素, 影响顺序依次为酶解时间>蛋白酶添加量>酶解后 pH 值; 最佳的提取条件为碱性蛋白酶添加量 1.5%、酶解时间 1 h、酶解后 pH 值 11.0。在此条件下, 米糠蛋白得率为 7.10%, 比优化前(0.12%)提高了 6.98%; 蛋白含量为 70.5%。

关键词: 高温米糠粕; 米糠蛋白; 碱法提取; 超声波; 碱性蛋白酶

中图分类号: TS210.9 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0071-06

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.014

Optimization of Extraction Technology of Protein from High Temperature Rice Bran Meal

YANG Hua¹, XUAN Li^{1*}, QUAN Zhi-zhong^{2,3}, YANG Ning^{2,3}, LIANG Li-ping^{2,3}, ZONG Xu-yan²

(1. Shenyang Modern Agricultural Research and Development Service Center <Shenyang Academy of Agricultural Sciences>, Shenyang 110025, China; 2. Shenyang Complete Biotechnology Co., Ltd., Shenyang 110161, China; 3. Liaoning Complete Biotechnology Co., Ltd., Tieling 112600, China; 4. College of Bioengineering, Sichuan University of Science & Engineering, Yibin 644000, China)

Abstract: In the process of heat stabilization of rice bran meal, protein denaturation is easy to occur, which leads to the decrease of soluble protein and makes the extraction of rice bran protein difficult. In order to study

收稿日期: 2019-11-19

基金项目: 辽宁省科技创新重大专项——饲料质量安全控制及低蛋白饲料(2019JH1/10200002); 辽宁省“兴辽英才计划”项目——大豆类蛋白原料抗营养因子预消化处理技术及应用研究(XLYC1902024)

作者简介: 杨华(1973—), 女, 助理工程师, 主要从事食品科学方面的研究工作

* 通信作者: 宣丽(1985—), 女, 工程师, 主要从事活性物质提取及副产物综合利用研究工作

the extraction technology of protein in high temperature rice bran meal, this experiment compared three extraction methods: alkali method, alkali method + ultrasonic, alkali method + ultrasonic + alkaline protease. The results showed that the yield of protein extracted by alkali method + ultrasonic + alkaline protease was the highest, which was 3.98%. The effects of alkali protease addition, enzymatic hydrolysis time and pH after enzymatic hydrolysis on the yield of rice bran protein were investigated. On the basis of single factor experiment, the extraction process of rice bran protein was optimized by orthogonal experiment. The results showed that three factors all were extremely significant factors and the order of three factors affecting the yield was enzymatic hydrolysis time>alkali protease addition>pH after enzymatic hydrolysis. The optimum extraction conditions were alkali protease addition of 1.5%, enzymatic hydrolysis time of 1 h and pH 11.0 after enzymatic hydrolysis. Under these conditions, the extraction rate of rice bran protein reached 7.10%, which was 6.98% higher than that of before optimization (0.12%), and the protein content was 70.5%.

Key words: High temperature rice bran meal; rice bran protein; alkali extraction; ultrasonic; alkali protease

米糠是指糙米碾下的皮层,蛋白质含量一般在 12%~15%^[1]。米糠粕是米糠经浸出、脱脂处理后的产物,蛋白含量在 15%以上,通过加热膨化、浸取油脂处理可以在保留米糠营养特性、灭活抗营养因子的同时延长保质期^[2]。因此,米糠粕更适合作为综合开发利用的原料。高温米糠粕是米糠经过高温提油之后的副产品。目前世界上每年生产米糠油 50 万 t,中小企业生产米糠油时采用高温提油工艺,而且米糠容易氧化酸败,在 4~6 h 内必须进行加工达到热稳定化,因此市面上大部分的米糠粕属于高温粕^[3]。

米糠粕在热稳定化加工过程中蛋白质容易发生变性,导致可溶性蛋白减少,给米糠蛋白的提取带来困难。国内外已有大量关于米糠深加工的研究报道^[4],例如从米糠中直接提取功能性物质制备功能性食品、利用微生物发酵米糠实现其增值转化,但鲜有关于高温米糠粕综合利用的研究。目前,米糠蛋白的提取方法主要有碱法、物理法、酶法以及物理法结合酶法^[5]。其中,碱法提取是公认的工艺简便、提取率较高的一种方法^[6]。超声波提取法具有提取效率高、操作方便、温度低、提取时间短等优点^[7]。酶法反应条件温和、蛋白提取得率较高,且能更多地保留蛋白质的营养价值^[8]。马永强等^[9]的研究表明,碱性蛋白酶对高温米糠粕的水解效果较为突出;李东锐等^[9]研究发现,超声波处理有助于米糠粕中米糠蛋白的提取,超声功率的变化对米糠蛋白的提取率影响不大,而超声处理时间影响相对较大,处理 20 min 时蛋白提取率

达到最大。

前期试验通过各活性物质提取顺序的研究,确定了适宜高温米糠粕综合利用的工艺顺序,即提取植酸钙→糖化酶除淀粉→提取蛋白质→提取多糖。此工艺顺序不仅最大程度避免了各活性物质间的相互影响,而且提高了蛋白质和多糖的质量^[10]。本试验以提取植酸钙、除淀粉后的高温米糠粕为原料,分别采用碱法、碱法-物理法(超声波)、碱法-物理法-酶法(超声波+碱性蛋白酶)三种方法提取蛋白质,以期在相对温和的反应条件下优化蛋白质的提取工艺,从而为高温米糠粕的综合开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

米糠粕:采购于沈阳金稻饲料有限公司。

硫酸铜、硫酸钾、甲基红指示剂、溴甲酚绿指示剂、硼酸、糖化酶、碱性蛋白酶(活力 2.0×10^5 U/g)、浓硫酸、浓盐酸、碘、碘化钾、氢氧化钠等试剂,均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

UV-1700 型紫外可见分光光度计,日本岛津公司;HJ-M6 型水循环磁力搅拌水浴锅,金坛市城西春兰实验仪器厂;STARTER 3100 型 pH 计,上海奥豪斯仪器有限公司;CP 214 型电子天平,上海奥豪斯仪器有限公司;K9860 型全自动凯氏定氮仪,海能仪器;SC-3614 型低速离心机,安徽中科中佳科学仪器有限公司;101FA-0 型电热鼓风干燥箱,上海树立仪器仪表有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 米糠粕前处理

(1) 提取植酸钙

按照料液比 1:10(g:mL),在室温下提取 1 h,提取溶剂为 1 mol/L 盐酸,对米糠粕进行处理。提取结束后,离心,沉淀备用。

(2) 糖化酶除淀粉

将 1.3.1(1)中的沉淀,按照糖化酶添加量 2%(糖化酶质量/米糠粕原料质量),料液比 1:10(按米糠粕原料的质量计),温度 60 ℃,pH 4.0~4.5,酶解 4 h 进行处理,灭酶,离心,沉淀备用。

1.3.2 米糠粕蛋白提取

(1) 米糠粕蛋白碱法提取

1.3.1(2)中的沉淀→按照料液比 1:10(按米糠粕原料的质量计)加入蒸馏水→调节适当 pH→水浴温度 50 ℃,搅拌时间 2 h→4 000 r/min 离心 10 min,所得上清液处理方式分为步骤①②。

步骤①上清液用 1 mol/L 盐酸调 pH 为 3.6^①→静置过夜→10 000 r/min 离心 10 min→取沉淀物→干燥。

步骤②沉淀物继续在料液比为 1:10 的水中、适当的 pH 值温度 50 ℃条件下,2 h 分别提取 2 次、3 次→4 000 r/min 离心 10 min →上清液处理方法同步骤①。

(2) 米糠粕蛋白不同提取方法的比较

碱法:料液比 1:10,pH 值为 11,提取温度 50 ℃,提取时间 4 h。

碱法+超声波:料液比 1:10,pH 值为 11,超声功率 60 W,超声时间 20 min,超声提取结束后,水浴提取温度 50 ℃,提取时间 4 h。

碱法+超声波+碱性蛋白酶:料液比 1:10,pH 值为 11,超声功率 60 W,超声时间 20 min,超声提取结束后采用酶法提取,碱性蛋白酶添加量 2.5%,提取温度 50 ℃,提取时间 4 h。

提取结束后,灭酶,离心,上清液用 1 mol/L 的盐酸调整 pH 为 3.6,静置过夜,沉淀离心后干燥,即得蛋白质样品。

1.3.3 碱法+超声波+碱性蛋白酶提取米糠蛋白的单因素试验

在研究中发现,米糠粕具有较强的 pH 缓冲作用,另外随着酶解作用的进行,样品 pH 值也会发生变化,所以

本试验以酶解反应结束后,蛋白提取液的 pH 值作为监测指标,研究不同酶解工艺对米糠蛋白提取效果的影响。

(1) 碱性蛋白酶添加量对米糠蛋白得率的影响

精确称取 50.0 g 米糠粕若干份,首先按照 1.3.1 项进行前处理,离心后的沉淀分别加入 500 mL 蒸馏水,用 10%氢氧化钠调样品 pH 值为 11,超声功率 60 W,超声时间 20 min,超声提取结束后进行酶法提取,碱性蛋白酶添加量分别为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%,温度 50 ℃,提取时间 3 h。提取结束后,灭酶,离心,上清液测定 pH 值,然后用 1 mol/L 盐酸调 pH 为 3.6,静置过夜,沉淀离心后干燥,即得蛋白质样品,然后计算蛋白质得率。

(2) 碱性蛋白酶酶解时间对米糠蛋白得率的影响

碱性蛋白酶添加量为 1.5%,温度 50 ℃,提取时间分别为 1、2、3 h。采用碱法+超声波+碱性蛋白酶提取米糠蛋白,即得蛋白质样品,然后计算蛋白质得率。

(3) 酶解结束后 pH 值对米糠蛋白得率的影响

精确称取 50.0 g 米糠粕若干份,首先按照 1.3.1 项进行前处理,离心后的沉淀分别加入 500 mL 蒸馏水,样品 pH 值在碱性范围内呈现梯度,以保证酶解后 pH 值分别为 7.5、8.5、9.5、10.5、11.5,超声功率 60 W,超声时间 20 min,超声提取结束后酶法提取,碱性蛋白酶添加量 1.5%,提取温度 50 ℃,提取时间 1 h。提取结束后,灭酶,离心,上清液测定 pH 值,然后用 1 mol/L 盐酸调 pH 为 3.6,静置过夜,沉淀离心后干燥,即得蛋白质样品,然后计算蛋白质得率。

1.3.4 碱法+超声波+碱性蛋白酶提取米糠蛋白的正交试验

在单因素试验的基础上,进行 L₉(3³)正交试验,试验设计见表 1。

表 1 正交试验因素水平表

Table 1 The factor and level table of orthogonal test

水平	因素		
	A 蛋白酶添加量/%	B 酶解时间/h	C 酶解后 pH 值
1	1.0	1	10.5
2	1.5	2	11.0
3	2.0	3	11.5

1.3.5 米糠蛋白的测定方法

采用 GB5009.5《食品安全国家标准 食品中蛋白质

表 2 pH 和提取次数对米糠蛋白得率的影响

Table 2 The effect of pH and extraction time on the yield of rice bran protein

处理组	第 1 次提取蛋白得率/%	第 2 次提取蛋白得率/%	第 3 次提取蛋白得率/%	提取 2 次累计蛋白得率/%	提取 3 次累计蛋白得率/%
pH 8	0.12±0.022	0.33±0.071	0.65±0.046	0.45±0.049	1.10±0.061
pH 9	0.58±0.075	0.42±0.039	0.25±0.034	1.00±0.063	1.31±0.058
pH 10	1.28±0.133	0.84±0.084	0.52±0.061	2.12±0.107	2.64±0.089
pH 11	1.83±0.141	0.66±0.078	0.41±0.055	2.49±0.115	2.90±0.092

的测定》中凯氏定氮法测定米糠蛋白样品中蛋白质的含量。按照公式(1)计算蛋白质得率,按照公式(2)计算蛋白提取率。

$$\text{蛋白质得率}/\% = \frac{m_1}{m_2} \times 100 \quad (1)$$

式中: m_1 为蛋白质样品质量, g; m_2 为原料质量, g。

$$\text{蛋白提取率}/\% = m_3 \times m_4 \times 100 \quad (2)$$

式中: m_3 为米糠蛋白样品得率, %; m_4 为米糠蛋白样品的蛋白含量, %。

1.3.6 数据分析及处理

使用 IBM SPSS Statistics 20 软件分析和处理数据。

2 结果与分析

2.1 米糠粕蛋白碱法提取

由表 2 可以看出, pH 对米糠蛋白提取有较大影响。pH 值为 8 时, 第 1 次提取, 得率仅为 0.12%; pH 值为 9 时, 第 1 次提取, 得率提高到 0.58%; pH 值为 10 时, 第 1 次提取, 得率提高到 1.28%, 超过了 pH 值为 8 时 3 次提取的蛋白得率总和; pH 值为 11 时第 1 次提取, 得率提高到 1.83%, 超过了 pH 值为 9 时 3 次提取的蛋白得率总和。因此后续试验选择 pH 值为 11。

可见, 通过增加提取次数和调整 pH 值, 也仅使米糠蛋白的得率从 0.12% 提高到 2.90%, 考虑到增加提取次数会大量增加生产成本, 降低提取效率, 而且对于经热稳定化浸提米糠油的糠粕, 碱法的提取效率也会大打折扣^[1], 所以对高温米糠粕进行不同提取技术的复合处理很有必要。

2.2 米糠粕蛋白不同提取方法的比较

由表 3 可以看出, 超声波辅助碱法提取较碱法提取, 蛋白得率提高了 0.22%, 碱法+超声波+碱性蛋白酶较碱法提取, 蛋白得率提高了 2.00%。虽然碱法+超声波+碱性蛋白酶提取的蛋白含量有所下降, 但蛋白提取率还是高

于碱法 0.61%、高于碱法+超声波法 0.48%。故高温米糠粕综合利用研究中, 蛋白质的提取方法选择碱法+超声波+碱性蛋白酶法。

表 3 不同提取方法对米糠蛋白提取效果的影响

Table 3 The effect of extraction methods on the yield of rice bran protein

蛋白提取方法	蛋白得率 /%	蛋白含量 /%	蛋白提取率 /%
碱法	1.98±0.085	53.1±0.603	1.05±0.069
碱法+超声波	2.20±0.071	53.7±0.542	1.18±0.057
碱法+超声波+碱性蛋白酶	3.98±0.109	41.7±0.714	1.66±0.083

2.3 碱法+超声波+碱性蛋白酶提取米糠蛋白的单因素试验

2.3.1 碱性蛋白酶添加量对米糠蛋白得率的影响

由图 1 可以看出, 蛋白得率一方面和碱性蛋白酶的添加量有关, 另一方面和酶解反应结束后的 pH 值有关。酶解反应结束后的 pH 值越低, 蛋白得率相对越低, 当碱性蛋白酶添加量分别为 1.0%、1.5%、2.0% 时, 蛋白得率相对较高, 因此, 选择这三个水平进行正交试验。

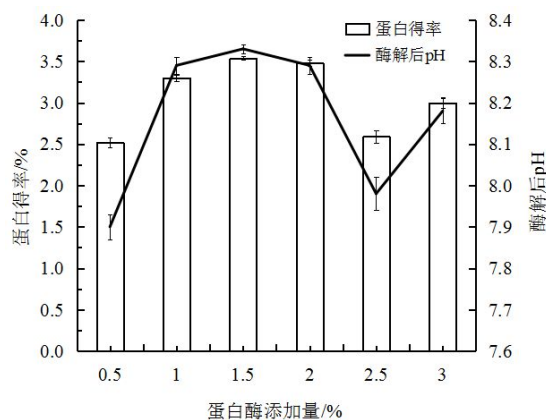


图 1 碱性蛋白酶添加量对米糠蛋白得率的影响
Fig.1 The effect of alkali protease addition on the yield of rice bran protein

2.3.2 碱性蛋白酶酶解时间对米糠蛋白得率的影响

由图2可以看出,随着酶解时间的延长,蛋白得率先升高后下降,在酶解时间为2h时,蛋白得率最高,为4.31%,而酶解后pH值随着酶解时间的延长呈现下降趋势,因此,选择碱性蛋白酶的最佳酶解时间为2h。

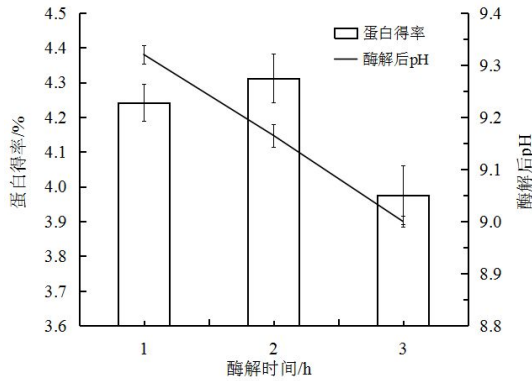


图2 碱性蛋白酶酶解时间对米糠蛋白得率的影响

Fig.2 The effect of enzymatic hydrolysis time on the yield of rice bran protein

2.3.3 酶解结束后pH值对米糠蛋白得率和含量的影响

图3显示了酶解结束后不同pH值对米糠蛋白得率和含量的影响。由图3可以看出,酶解反应结束后,蛋白提取液的pH值越高,蛋白得率越高,蛋白含量也越高。随着pH值从7.5增加到11.5,蛋白得率从2.56%提高到6.16%,蛋白含量从57.5%提高到70.0%。虽然随着酶解后pH的增加,蛋白得率一直呈现上升趋势,但碱液浓度过高,蛋白质中赖氨酸与丙氨酸、胱氨酸易发生缩合反应,生成有毒化合物,使赖氨酸营养价值大幅降低^[5]。为了兼顾蛋白得率和营养,选择酶解后pH值10.5、11.0、11.5这三个水平进行正交试验。

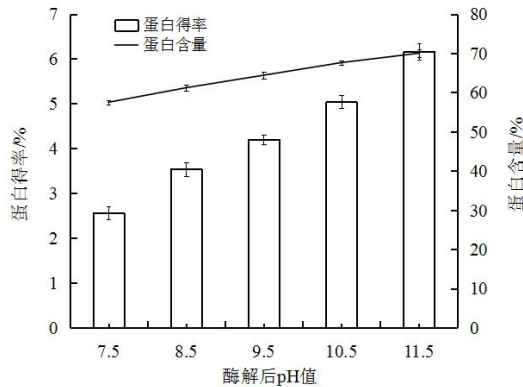


图3 酶解结束后不同pH值对米糠蛋白得率和含量的影响

Fig.3 The effect of pH after enzymatic hydrolysis on the yield of rice bran protein

2.4 碱法+超声波+碱性蛋白酶提取米糠蛋白正交试验

在单因素试验的基础上,进行正交试验,结果见表4,方差分析结果见表5。

从表4、5中的数据分析可知,三个因素均是影响米糠蛋白得率的极显著因素,影响顺序依次为酶解时间>蛋白酶添加量>酶解后pH值;提取米糠蛋白的最佳条件是A₂B₁C₂,即蛋白酶添加量1.5%、酶解时间1h、酶解后pH值11.0。经验证试验,该条件下得到的米糠蛋白得率为7.10%,高于其他试验组;此时蛋白含量为70.5%。本试验通过工艺优化,使米糠蛋白在获得高得率的同时保证了较高的蛋白含量。

表4 正交试验结果

Table 4 Results of orthogonal test

试验号	A 蛋白酶添加量/%	B 酶解时间/h	C 酶解后pH值	蛋白得率/%
1	1(1.0)	1(1)	1(10.5)	6.11±0.131
2	1	2(2)	2(11.0)	5.71±0.067
3	1	3(3)	3(11.5)	5.50±0.114
4	2(1.5)	1	2	7.11±0.178
5	2	2	3	5.40±0.157
6	2	3	1	7.01±0.163
7	3(2.0)	1	3	6.81±0.182
8	3	2	1	6.00±0.149
9	3	3	2	6.38±0.128
k ₁	5.77	6.68	6.37	
k ₂	6.51	5.70	6.40	
k ₃	6.40	6.30	5.90	
R	0.74	0.98	0.50	

表5 正交试验方差分析

Table 5 The variance analysis of orthogonal test

因素	偏差平方和	自由度	均方	F值	显著性
蛋白酶添加量	2.806	2	1.403	14.987	**
酶解时间	4.313	2	2.157	23.036	**
酶解后pH值	1.399	2	0.699	7.471	**
误差	1.685	18	0.094		

注:**表示差异极显著(P<0.01)。

3 讨论

高温米糠粕中的可溶性蛋白比例较低,其氮溶解指

数(Nitrogen soluble index, NSI)仅为 11.6%,属高变性蛋白^[2]。在本研究中也发现米糠蛋白未优化提取条件之前,得率仅为 0.12%,这限制了其工业化生产和应用。本文通过优化碱法+超声波+碱性蛋白酶的提取工艺,确定了高温米糠粕综合利用工艺中米糠蛋白的最优提取条件为碱性蛋白酶添加量 1.5%、酶解时间 1 h、酶解后 pH 值 11.0。三个因素均是影响米糠蛋白得率的极显著因素,影响顺序依次为酶解时间>蛋白酶添加量>酶解后 pH 值。在此条件下,米糠蛋白得率为 7.10%,蛋白含量为 70.5%。

王丕新^[3]通过考察欧美几个稻谷加工厂,以及日本、韩国等发达国家米糠蛋白制取的先进工艺,也整理出工业化米糠蛋白制取的工艺为两次碱液浸出,他提出,未来有望在米糠蛋白制取工艺方面,结合酶法和高温喷射蒸煮等更先进的技术方法来实现米糠蛋白的全面工业化制取。他还指出,工业化生产米糠蛋白的原料为低温脱脂米糠,限制了高温米糠粕的应用。本文的研究证实了碱法+超声波+碱性蛋白酶法提高高温米糠粕蛋白提取率的可行性。有研究表明,热稳定米糠粕蛋白经碱性蛋白酶酶解后,蛋白的溶解度、乳化性、乳化稳定性、起泡性和泡沫稳定性均有所提高^[4]。在此基础上,下一步需要确定不同提取工艺对米糠蛋白功能性的影响,从而为米糠蛋白的应用提供理论依据。

参考文献:

- [1] 王蕾,田少君,张争全. 纤维素酶辅助碱法提取米糠蛋白的工艺优化[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(4): 44-47.
- [2] 刘丽,井铸忠. 米糠粕的营养价值及其在畜禽生产中的应用[J]. 饲料广角, 2010(11): 44-45.
- [3] 邹翀,尤梦圆,庞雪凤,等. 高温米糠粕制备米糠多肽的研究[J]. 中国油脂, 2013, 38(10): 16-19.
- [4] 印铁,曹秀娟,张晓琳,等. 米糠增值转化应用的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(1): 84-88.
- [5] 张兆琴,万小保. 米糠蛋白提取研究进展 [J]. 农产品加工, 2017(6): 54-55.
- [6] 马永强,杨楠,刘颖,等. 高温米糠粕中蛋白质高温提取工艺研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(12): 325-326.
- [7] 窦勇博,王成忠. 牡丹花黄酮的超声辅助提取工艺研究[J]. 中国果菜, 2019, 39(8): 43-47.
- [8] 马永强,殷嘉音,周雪松,等. 高温米糠粕碱不溶蛋白的酶法提取[J]. 食品科学, 2012, 33(18): 32-35.
- [9] 李东锐,苏明华,汪海波. 超声波及匀浆技术在米糠多糖和米糠蛋白提取中的应用研究[J]. 粮油加工, 2007(11): 2-5.
- [10] 宣丽,胡春晓,甄广田. 高温米糠粕综合利用提取工艺顺序的研究[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(8): 25-29.
- [11] 那治国,马永强,王鑫. 高温米糠粕蒸汽闪爆工艺优化及蛋白性质分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(2): 95-101.
- [12] TANG S, HETTIARACHY HS, HORAX R, et al. Physicochemical properties and functionality of rice bran protein hydrolyzate prepared from heat-stabilized defatted rice bran with the aid of enzymes [J]. Journal of food science, 2003, 68(1): 152-157.
- [13] 王丕新. 工业化米糠蛋白制取工艺研究 [J]. 中国食物与营养, 2018, 24(6): 41-44.
- [14] 尤梦圆,邹翀,孙红星,等. 热稳定米糠粕蛋白酶法改性的研究[J]. 食品工业, 2014, 35(8): 164-166.
- [15] following heavy manure application [J]. Journal of environmental quality, 1984, 13(2): 189-193.
- [16] BENBI DK, BISWAS CR, KALKAT JS. Nitrate distribution and accumulation in an Ustochrept soil profile in a long term fertilizer experiment[J]. Fertilizer research, 1991, 28(2): 173-177.
- [17] FAN J, HAO MD, SHAO MA. Nitrate accumulation in soil profile of dry land farming in Northwest China[J]. Pedosphere, 2003, 13(4): 367-374.
- [18] YANG SM, LI FM, SUO DR, et al. Effect of long-term fertilization on soil productivity and nitrate accumulation in Gansu Oasis[J]. Agricultural science of China, 2006, 5(1): 57-67.
- [19] YANG S, LI F, MALHI SS, et al. Long-term fertilization effects on crop yield and nitrate nitrogen accumulation in soil in Northwestern China[J]. Agronomy journal, 2004, 96(4): 1039-1049.
- [20] ZHANG SX, LI XY, LI XP, et al. Crop yield, N uptake and nitrates in a fluvo-aquic soil profile[J]. Pedosphere, 2004, 14(1): 131-136.
- [21] 王宝档,刘家明,董作为,等. 有机肥对涂园土壤的改良效果及施用技术[J]. 中国土壤与肥料, 2011(3): 72-77.
- [22] 王贵宾,张兰松,宋加杰,等. 有机肥对提高旱地作物利用土壤水分的作用机理研究[J]. 河北农业科学, 2002, 6(2): 25-28.
- [23] 李燕青. 不同类型有机肥与化肥配施的农学效应与环境效应研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.

(上接第 53 页)

河北省平山县花椒产业现状及发展建议

王静璞

(河北省平山县自然资源和规划局,河北平山 050400)

摘要:花椒浑身都是宝,具有较高的经济价值。花椒是河北省平山县重要的地方特色树种,结果早,丰产,管理简单,经济收益高,是平山县的“县树”。但整体而言,平山花椒产业发展滞后,尤其是没有形成标准化和产业化,带动椒农增收能力不强。为探索制约花椒产业发展的因素,本文介绍了平山县花椒产业基本情况和产业中存在的问题,并针对存在的问题,提出了平山县花椒产业的发展建议,如进行标准化建设、争取项目资金扶持、创新产业发展体制机制、打造具有县域特色的产业等,以提高平山县花椒产业的知名度,使其成为当地的优势特色产业。

关键词:花椒产业;发展建议;市场化;体制机制

中图分类号:F326 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0077-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.015

Current Situation and Development Suggestions of Prickly Ash Industry in Pingshan County of Hebei Province

WANG Jing-pu

(Bureau of Natural Resources and Planning of Pingshan County, Hebei Province, Pingshan 050400, China)

Abstract: Chinese prickly ash is full of treasure and has high economic value. Prickly ash is an important local characteristic tree species in Pingshan county. It has early fruit, high yield, simple management and high economic benefit. It is the "County tree" of Pingshan county. But on the whole, the development of prickly ash industry in Pingshan county is lagging behind, especially the industrialization and standardization are not formed, and the ability to drive prickly ash farmers to increase income is not strong. This paper mainly introduced the basic situation and problems of prickly ash industry in Pingshan county, in order to find out the factors restricting the development of pepper industry. Aiming at the existing problems, it put forward suggestions for the development of prickly ash industry in Pingshan county, that is, actively building characteristic industries with county characteristics in terms of standardization, project funding support and innovation of industrial development system and mechanism. This paper is to improve the popularity of prickly ash industry in Pingshan county, so that it can become a local advantage characteristic industry.

Key words: Prickly ash industry; development proposals; marketization; institutional system

收稿日期:2019-10-29

作者简介:王静璞(1984—),女,农艺师,主要从事林业技术推广工作

花椒是芸香科花椒属落叶灌木或小乔木,可孤植也可用作防护刺篱。花椒全树都是宝,具有较高的经济价值。果皮可作为调味料,用于提取芳香油;也可入药,防治高血压。种子可食用,也可加工制作肥皂。嫩芽是高级营养芽,花椒树木材坚硬,能制作手杖及一些手工艺品。花椒作为人们普遍食用的传统香料,市场需求大,以花椒为原料精深加工的各种调味品市场销路较好^[1]。

平山县位于河北省西部,是一个以林业为主的山区大县。全县区位优势明显,山场面积广阔,自然条件优越,林果资源丰富,土特产品众多。其中“核桃、花椒、大枣”被誉为平山“三棵树”。花椒是平山县重要的地方特色树种,结果早,丰产,管理简单,经济收益高,是平山县的“县树”。平山县花椒栽植历史悠久,农户有在田间地埂种植花椒的习惯和传统。“小小花椒树,撑起扶贫大产业”,云南、河南、河北诸县,花椒产业都在当地的脱贫致富中起到了巨大的作用^[2-5]。但平山县花椒产业整体发展滞后,尤其是没有形成产业化和标准化,带动椒农增收能力不强。本文通过对全县花椒产业发展存在问题的探讨,旨在找到产业发展的制约因素,寻求解决问题的对策,使平山县花椒产业成为带动全县椒农增收致富的一大优势产业,助力当地经济发展。

1 平山县花椒生产现状

平山县是河北省花椒的适生区和主产区,也是著名的花椒生产大县。2019年全县花椒种植面积4 000 hm²,年产量3 800 t,年产值1.2亿元^[6]。全县23个乡镇均有花椒种植,主产区在营里、杨家桥、小觉、下口、孟家庄、古月、下槐等乡镇,主要品种有大红袍、小红袍、川椒、小椒、狮子头等。

平山县花椒栽植历史悠久,但栽植和销售方式都较原始,大多数椒农只是把花椒作为绿篱,在成熟后采摘,就地零散地销售给中间商,价格较低,中间商在收购时不能保证同一品种花椒集中存放,致使收购品种鱼龙混杂,降低了商品价值,没有体现出花椒的产业价值,椒农的收益得不到保障。近年来,一些公司、合作社开始进行花椒的规模化栽植,在大田进行标准化种植后,花椒结果初期的产量(干花椒)可达到50 kg/667 m²,以60元/kg计算,每667 m²的收益可达到3 000元,经济效益可观。平山县涌现出几个具有一定规模的花椒加工企业,加工产品

包括花椒油、花椒粉、花椒芽、干花椒等,花椒已成为河北及周边地区涉及种植农户最多的经济树种和最具发展潜力的林业产业化树种之一。

2 平山县花椒产业存在问题

2.1 零散种植,栽植标准化程度低

平山县花椒多为田间地埂一家一户的零散栽植,椒农没有将花椒作为一项主业来抓,重视程度不够。目前尚无一套行之有效、可供执行的花椒生产、销售标准,花椒品种混杂,苗木质量良莠不齐,大小苗混栽,栽植技术较为原始,成片片区不多,规模化种植比率极低。优质丰产栽培技术推广力度不大,由于栽植零散,田间地埂的花椒基本处于自然生长状态,椒农没有整形修剪和肥水管理的意识,缺乏有效的土肥水管理技术和具体措施,没有标准化的管理技术,单位面积产量低。花椒采收机械的研发是解决产业发展瓶颈的关键。近年来,有一些采摘机械问世,但实际应用和推广中仍以手工采摘为主^[7]存在采摘效率低等技术问题。采收时椒农的品种意识更差,不同品种的花椒混合采收、混合存放,利于商品化加工,也降低了花椒的商品价值。

2.2 初加工为主,产品附加值低

目前平山县内虽有几家花椒加工企业或合作社,但仅仅是粗加工或兼职加工,只是作为中间商收购花椒,将湿花椒通过原始的电加热烘箱烘干、晾晒,进行初步加工,加工成干花椒,再转卖给调味品加工企业,没有进行精细加工和延伸产品的开发。花椒品种混杂,质量参差不齐,价格较低,无论是产品的品牌、种类、包装,还是产品的物流和销售等,都远远落后于市场要求,花椒产业化程度不高。

2.3 缺少政策引导

平山县花椒栽植历史悠久,但花椒产业一直没有成为全县的主导产业,平山县也没有合理、完善的花椒产业规划布局,花椒的栽植面积和从业人数在全县经济林中所占的比率较低,多年来,整个产业受重视程度不够,缺乏相关的政策引导。花椒生长全过程基本处于自然生长状态,没有机械化的管理、采收机制。椒农在花椒成熟时人工采摘,零散地出售给中间收购商,没有统一的市场销售联盟,这就使得花椒产量、质量不能得到保障,花椒收购的定价权在收购商手中,椒农不能掌控市场价格,处于

被动、不利的市场最末端。随着花椒相关产品的开发,花椒的经济价值越来越受到社会的认可,一些有发展积极性的公司、合作社开始探索进行规模化种植。但由于前期资金投入较大,同时缺少政策的支持和专业的规划,即使初见成效也存在许多实际问题,如规划设计不合理、品种不纯、管护不到位等,制约着标准化基地的进一步发展。

3 平山县花椒产业发展建议

花椒全树都是宝,适应能力强,栽植技术较为简单,具有巨大的经济价值、生态价值和社会价值。因此应积极借鉴国内先进地区的经验,帮助和引导农民采用新技术、新材料,促进花椒产业向专业化、标准化、机械化、规模化和产业化方向发展。

3.1 以标准化促进市场化、产业化发展

关于花椒,已有相应的国家或地方标准,比如陕西省的 DB61/T72.1~5-2011《花椒标准综合体》。标准化是市场化、产业化的基础,从花椒育苗开始到花椒的销售,要摒弃落后的苗木鱼龙混杂、栽后靠天生长的传统生产模式,采用新技术栽植,走规范化、标准化的发展道路。

3.1.1 加强苗木培育的标准化

加强乡土品种苗木的规范化培育,确保品种的纯度。在引进品种时也要注重引种试验,切勿大规模大面积的引进同一品种,以免造成因苗木的不适应而影响生长结果。引种时加强花椒种苗监管,严格落实“两证一签”监管制度,确保苗木纯度,对优良种苗与产品资源进行保护。

3.1.2 推进良种标准化建园

对于有积极性的公司、合作社,县级林业主管部门要做好指导,推进良种标准化建园。花椒是喜温树种,在生长发育期间都需要较高的温度,应选择山坡下部的阳坡或半阳坡作为种植基地。条件允许的情况下进行机械化整地,施入基肥,选择生长健壮的苗木进行栽植,尤其要纯化品种。在生长期要加强土肥水管理、整形修剪和病虫害防治工作,幼树期要注意培养树形,在成长期,要定期进行处理维护,不能让侧枝长势过于茂盛,及时剪除病枝及干枯枝^⑧。

3.1.3 加强产品出售的标准化

提高花椒全产业链的标准化水平,纯化品种,杜绝品种的混杂,引进机械化的采收、分级设备,鼓励企业、合作社等相关花椒产业的生产主体,注册商标、品牌,统一

包装,提高花椒的商品价值。此外,还要注意加强对花椒生产全产业链的管控,解决技术难题,开发花椒系列产品效益,发展花椒深加工产业,促进一二三产业融合发展,加大对花椒延伸产品的开发力度,提高花椒附加值,通过示范基地片区、加工龙头企业建设和规范化管理,实现花椒丰产增收,进一步增强农户的发展信心,保持花椒产业发展活力。

3.2 争取资金扶持,以点带面带动全县花椒产业发展

与上级主管部门积极配合,争取市级资金支持,用好国家对林业贴息贷款、林业产业基金优惠政策和项目资金。采取以奖代补、先造后补的政策,对种植具有一定规模的花椒大户,经政府聘请第三方公司验收后达到种植要求的,给予一定的资金补贴。同时,各级政府部门搭建招商引资平台,帮助企业进一步开拓市场^⑨。在苗圃地和栽植片区积极推行合同订单式管理,每年给予企业一定的国家补贴,确保栽植成效,企业或合作社自筹为主,国家补助为辅,产业基金和贴息贷款按需申办。

此外,还要大力扶持有一定实力和积极性的花椒加工企业或农民专业合作社,在政策许可的范围内,尽可能地帮助其解决一些实际困难,比如困扰企业发展的厂房用地等问题,提高深加工产能和市场占有率,实现规模化经营。

3.3 创新体制机制,打造具有县域特色的花椒产业

3.3.1 创新发展机制

引导有积极性的公司企业、园区大户、农业合作组织等社会工商资本参与全县花椒产业发展,努力打造花椒产业化发展模式。按照上级主管部门下达给平山县的任务要求,结合县域范围内花椒产业的发展现状和造林主体的发展意愿,统筹全县林果产业实际要求,另行制定具体的“平山县花椒标准化苗圃基地”“平山县花椒栽植示范片区”“平山县花椒加工示范厂”建设、扶持方案,鼓励参与主体创新发展机制,高标准、严要求,严格落实方案建设目标,力争实现平山县花椒产业专业化、标准化、品牌化、市场化和产业化。

3.3.2 加强管理

抓好现有花椒管理,培育打造几个成片、分品种的新栽花椒片区以及几家花椒(系列产品)深加工龙头企业、合作社,让产品对标、接轨、进超市。平山县古月镇观南庄、北冶乡七里坪在2019年11月荣获“石家庄市花椒专

业村”荣誉称号,在巩固现有基础的前提下,着力抓好以古月镇、北冶乡、西柏坡镇、孟家庄镇等为中心的花椒栽植区,以槐镇为中心的花椒加工区,以点带面,让花椒真正成为农民增收的“摇钱树”,成为市场上的“硬核产品”。重视地方优良品种的筛选,坚持优生区重点发展、适生区少量发展、次适宜区和非适宜区不发展的果树产业规划布局思路,控制总体发展规模,以区域特色和优良品质提升市场竞争力^[10]。

3.3.3 打造具有县域特色的花椒产业

多年来,平山县发展过多种经济林树种,但始终没有形成具有平山特色、市场化程度高、农民收益持久的树种,山场资源没有转化成树种、产品、市场优势,也没有叫得响、拿得出的硬核产品。农村要发展,产业是龙头。新农村建设要靠综合开发提升优势产业,以优势产业支撑经济的发展^[11]。花椒产业具有巨大的经济价值、生态价值和社会价值。陕西省韩城花椒拥有“百里四千万株”花椒生产基地,“韩城大红袍”品牌享誉全国,是全国花椒中唯一一个驰名商标^[12]。而平山县也应该凭借优良的花椒资源,加大产业扶持力度,发展县域特色产业,打造平山产业名片。

4 小结

平山县,作为一个刚刚摘掉贫困县帽子的山区大县,积极按照上级对平山花椒产业发展的新要求,先由乡镇统一组织辖区内项目申报,再由县级主管部门按照上级项目任务,择优进行项目分解,突出重点,抓好典型。原则是重点支持有一定实力和积极性的乡镇、村庄、企

业或合作社、个人,先行试点,典型引路,强化平山县的花椒产业,助力山区椒农增收致富。

参考文献:

- [1] 杨艳玲. 双柏县做大做强花椒产业的对策建议 [J]. 云南农业, 2019(12): 28-30.
- [2] 张珂. 小小花椒树撑起扶贫大产业 [N]. 云南经济日报, 2018-08-30(A02).
- [3] 杨雪峰. 花椒种植成为扶贫新亮点[J]. 社会主义论坛, 2018(08): 40.
- [4] 苏银波. 小小花椒树 致富“摇钱树”[J]. 理财, 2019(11): 102.
- [5] 白琦瑛. 太行山区万亩花椒十里飘香 河北涉县王金庄花椒专业合作社以产业带动农民增收 [J]. 中国合作经济, 2018(05): 26-28.
- [6] 平山县统计局. 平山县统计年鉴 2019[M]. 2019.
- [7] 刘安成, 尉倩, 崔新爱, 等. 花椒产业发展中的几个主要问题[J]. 西北园艺, 2019(01): 42-43.
- [8] 李爱云. 花椒栽植管理技术探讨 [J]. 农业与技术, 2018, 38(15): 91-92.
- [9] 张学军. 石家庄市发展花椒产业推进太行山绿化 [J]. 河北林业, 2019(10): 27.
- [10] 王玺, 李亮, 李敏生, 等. 临汾市西山片区果树产业规划及发展建议[J]. 中国果菜, 2019, 39(12): 78-91.
- [11] 高敏芳. 依托特色优势产业 促进新型农村建设——韩城花椒产业持续发展的思考 [J]. 生态经济(学术版), 2010(01): 131-133.
- [12] 张云霞, 郭少峰, 王卫平, 等. 韩城花椒产业发展存在的问题及对策[J]. 陕西林业科技, 2013(01): 72-73.

我国菠菜的生产现状及发展策略

刘杰

(山东省临沂市沂南县农业技术推广服务中心, 山东 临沂 276300)

摘要:菠菜是一种营养丰富、经济价值较高的作物,在我国栽培历史悠久,很多地区都能广泛种植。菠菜在我国蔬菜产业中的地位较高,其产量和品质对于我国蔬菜产业的发展影响较大。我国菠菜产业发展速度很快,但在国际市场上的竞争力仍略显不足。本文对我国菠菜的生产现状进行了分析,发现存在诸如品种缺乏竞争力、生产布局分散、产品品质不高、出口形势不乐观等问题,在此基础上提出了菠菜产业的发展策略,为切实推动我国菠菜产业发展提供理论参考。

关键词:菠菜产业;生产现状;发展策略

中图分类号: S636.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0081-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.016

Production Status and Development Strategy of Spinach in China

LIU Jie

(Agricultural Technology Extension Service Center of Yinan County, Linyi City, Shandong Province,
Linyi 276300, China)

Abstract: Spinach is a kind of crop with rich nutrition and high economic value. It has a long history of cultivation in China and is widely planted in many areas. Spinach industry plays an important role in China's vegetable industry. The output and quality of spinach industry have a significant impact on the development of China's overall vegetable industry. China's spinach industry is developing rapidly, but its competitiveness in the international market is still slightly insufficient. This paper analyzed the current situation of spinach production in China, and there were many problems, such as lack of competitiveness of varieties, scattered production layout, low product quality, and the export situation is not optimistic. On this basis, the development strategy of spinach industry was proposed, which provided theoretical reference for promoting the development of spinach industry in China.

Key words: Spinach industry; production status; development strategy

菠菜(*Spinacia oleracea* L.)又名波斯菜、赤根菜、鸚鵡菜等,属藜科菠菜属一年生草本植物。植物株高可达1 m,根圆锥状,带红色,较少为白色,叶片为戟形至卵形,鲜绿色,全缘或有少数牙齿状裂片。菠菜的种类很多,按种子形态可分为有刺种与无刺种两个变种。

菠菜含有丰富的维生素A、维生素C及矿物质,尤其是维生素A、维生素C含量位于所有蔬菜类之首,人体造血物质铁的含量也比其它蔬菜高,对于胃肠障碍、便秘、痛风、皮肤病、各种神经疾病、贫血等疾病有特殊食疗效果。菠菜是一种经济价值较高的作物,在我国很多地区广泛种植。我国菠菜的种植面积已超过了60万hm²,占据了约5%的蔬菜市场。菠菜种植以北方为主,约占整个菠菜市场的50%^[1]。我国菠菜栽培历史悠久,可追溯到唐朝。改革开放后,我国菠菜产业发展速度很快,但在国际市场上的竞争力仍略显不足。本文对我国菠菜的生产现状进行了分析,提出了菠菜产业的发展策略,为切实推动菠菜产业的发展提供参考。

1 我国菠菜生产现状中存在的问题

1.1 菠菜品种缺乏竞争力

菠菜品种依据叶形和种子可分为尖叶种和圆叶种两大类,长期以来,我国菠菜品种选择大都以本地有刺种(尖叶种)为主^[1],如杭州地区多选择塌地菠菜,这类菠菜耐寒能力较强,但仅适宜越冬栽培;山西地区多选择晋冬1号菠菜,这类菠菜抗病性强,春季上市早;山东、河北等地多选择墨宝菠菜,这类菠菜抗霜霉病能力较好。对我国菠菜品种进行研究分析可以发现,金富新一代系列、M6菠菜、慕尼黑、中菠381、中菠60号、M13菠菜、沪菠1号、疏菠2号等菠菜品种有一定的耐寒性,但在品种优化过程中进度较慢,与很多西方发达国家更优质的品种差距较大。随着很多国外相关企业进入国内市场,一些优质的菠菜品种表现出更强的竞争力,无论是产量、抗病虫害能力、产品外观、成本等方面都具有一定的优势,菠菜种子市场不断随之变动。

1.2 生产布局分散

我国蔬菜产业虽然正向着集约化、规模化方向发展,但目前来看布局依旧较分散^[2],这一点在菠菜生产上也有所体现,山东、河北等省份的分布都比较零散,没有对菠菜产业集中性的劳动力投入,缺乏菠菜产业长远发展的目光和宏观把控。在这种分散的生产布局下,无法对

菠菜生产进行人力和技术上的整体投入,这就造成了产业发展资源的不均衡性,很难再进一步提升菠菜产量和品质。与此同时,菠菜产业的分散化发展造成了市面上的菠菜种类繁多、品质良莠不齐,严重阻碍了菠菜产业的现代化进程,不利于菠菜产业生产效率的提升。

1.3 菠菜品质差

随着生活水平提升,人们对菠菜品质和产量的要求逐渐提高。然而由于我国菠菜产业仍然处于发展阶段^[3],在菠菜种植和生产过程中缺乏科学完善的模式,导致菠菜品质差、市场竞争力不足。如在菠菜种植过程中,由于大部分菜农缺乏对于菠菜种植的抗风险意识或科学认知,因而在面对寒潮天气时,缺乏科学的防护措施,致使早春或越冬栽培的菠菜出现低温障碍,导致菠菜品质下降,直接影响了菠菜产业的发展。

1.4 出口形势不乐观

菠菜在我国一些沿海省份的出口量较大,为当地创收作出了一定的贡献。调查发现,我国菠菜具有品种齐全、质量好、价格较低的优势,每年速冻菠菜出口到日本2万t以上,还出口到俄罗斯、欧盟等国家和地区,加工出口前景广阔。出口的菠菜要求抗病、优质、丰产、抗逆性强、适应性广、长势强、商品性好。宜出口加工的主要有全能、急先锋、安娜等大叶菠菜品种,而这些品种大都是国外引进的品种,而且在国际菠菜市场中并不具备足够的市场竞争力,在国际菠菜市场中占据的比例很小。

我国出口的菠菜产品主要有冷藏鲜菠菜、速冻菠菜、脱水菠菜3种,目前受到的限制较多,不仅有贸易壁垒阻碍,也有金融方面的影响^[4],菠菜出口相关企业压力愈发沉重。如由于日本没有为冷冻菠菜规定毒死蜱的残留限量标准,因而参照新鲜蔬菜的农残量标准。但是冷冻菠菜是用新鲜菠菜经加热漂烫、冷冻加工而成,缩重很大,通常几千克鲜菠菜才能加工1kg冷冻菠菜,将新鲜菠菜的残留标准套用在冷冻菠菜上是不合理、不科学的。王旭等^[5]在国内外菠菜标准对比分析研究中也指出,我国菠菜出口自2002年以来风波不断,映射出我国菠菜标准的不完善。

2 我国菠菜产业发展措施

我国菠菜产业目前仍处于发展期,为了应对新时代的市场要求,需要秉持可持续发展观,将菠菜产业进一步完善,这就需要企业和政府的共同努力,扩宽渠道,从根

源上实现菠菜的产量增长和质量提升,从制度上减少影响菠菜产业发展的因素^[9]。因此,针对我国菠菜产业现状,积极调整我国菠菜产业发展模式,实现增产,紧抓质量,对于我国菠菜产业的繁荣有不可忽视的现实意义。

2.1 加强对优良品种的引进和培育

提升我国菠菜产业在国际市场的竞争力,首要的就是积极进口产量更高、具有更高抗病虫能力的优质品种。这需要相关企业和政府部门对于市场需求动态有所了解,可通过当地农业部门实时追踪当前菠菜品种更新情况,宣传指导菠菜产业工作人员在选种环节充分考虑出口需求和国内需求^[9],有效选育优良菠菜品种,并通过对菠菜产地区域精细整地,根据当地产区温度、湿度等综合条件进行品种可持续性的选择,以保证在引进优良品种的过程中因地制宜,为菠菜产业的进一步发展保驾护航^[7]。菠菜产业的蓬勃发展仅凭品种引进是不够的,还需要相关科技工作者加大对于菠菜品种的研发培育力度,以校企联合、产学研协同的多元研发机制,对现有菠菜品种及种植模式进行优化,以优质的本土研发菠菜品种,切实推进我国菠菜产业的发展。

2.2 强化标准化管理

菠菜栽培模式需要标准化,在播种、施肥、病虫害防治等生产环节严格按照相关标准,推动菠菜产业的集约化、规模化、专业化和机械化进程,切实提高菠菜的生产效率^[9]。这就需要菠菜产业在选种、种植以及培育的过程中对接国际行业标准,制定具有足够权威的管理规范,指导菠菜产业严格依据行业标准,科学规范地开展培育种植。与此同时,在菠菜催芽播种、田间管理等工作的开展过程中,需要其以科学标准的培育和管理模式,定时对其进行巡检和筛查,以保证菠菜高产栽培技术的应用成效,在提升菠菜产业的标准化建设进程的同时,切实提升菠菜的品质^[9]。

2.3 加强生产监管

菠菜产业市场竞争力的基础是产品质量,而监管工作对于产品质量的提升有着推动性的作用。因此,在菠菜产业发展过程中需要增强监管力度,提升质检技术,严格执法。一方面,可以通过利用当前新兴的微信平台积极宣传并进行技术普及,在有效渗透监管理念和培养产业质检技术的同时,提升相关企业的自检能力,在菠菜产品的生产环节降低质量问题出现的可能性。另一方面,

政府需要针对当前菠菜产业标准进行深入调研,引进质检设备及人才,辅助完善相关质检制度,实施责任落实到个人的质检要求,进而有效增强菠菜产业监管能力,引导菠菜产业的健康、稳定、可持续发展^[10]。同时,也可以引导菠菜种植、经营单位参与到对菠菜产业发展意见及建议的探讨环节中来,以公开透明的方式加入到监管环节中,促进菠菜产业的发展。

2.4 创建优势品牌

菠菜产业品牌建设,实现品牌效应,能够提升我国菠菜产业产品的市场竞争力。建立菠菜品牌,应从以下几个方面入手^[11]:首先,一些较大的菠菜产业企业要起到引领作用,保障产品质量,建立从农户到企业的链接渠道,提高生产效率。其次,在具备足够条件的地区重点发展菠菜产业,建立当地特产品牌。最后,拓宽产业链条,菠菜产业的可持续发展需要拓宽产业链条,增加产品附加值,提高品牌的影响力^[12]。

参考文献:

- [1] 王文艳,付猛.浅谈菠菜产业的生产现状及发展[J].科技创新与应用,2014(35):291.
- [2] 杜颖.长沙绿色蔬菜网络化信息系统研发[D].长沙:中南林业科技大学,2015.
- [3] 李志成,郑晓冬,闫新焕,等.农食产品信息追溯技术研究现状及问题分析[J].中国果菜,2019,39(11):45-48.
- [4] 王旭,郜妮妮,何舞,等.国内外菠菜标准对比分析研究[J].农业环境与发展,2009(06):32-33.
- [5] 邱豪威,汪玉琪,周亚男,等.新型蔬菜销售模式探究与分析[J].智富时代,2016(07):53-57.
- [6] 匡远配,詹祎蕊.中美日3国农产品流通特征比较分析[J].世界农业,2016(01):114-118,153.
- [7] 李军.菠菜高产栽培技术[J].农民致富之友,2016(17):14.
- [8] 高帅,孙晓辉,童龙.秋菠菜高产栽培技术[J].上海蔬菜,2016(06):20-21.
- [9] 王克雄,关耀兵,张晓娟,等.宁夏南部山区春菠菜机械化栽培技术[J].中国瓜菜,2019,32(04):81-82.
- [10] 农业知识综合.我国输日菠菜实行自检自控[J].农业知识,2017(32):32-34.
- [11] 吕泽华.品牌蔬菜供应链发展问题研究——以泰山亚细亚食品有限公司为例[D].泰安:山东农业大学,2014.
- [12] 邓冬猛.多措并举 狠抓蔬菜产业规模化发展——兴国县蔬菜产业发展浅析[J].老区建设,2019(21):48-50.

静宁县苹果园施肥管理存在问题及对策分析

李占武

(甘肃省静宁县农业技术推广中心,甘肃 静宁 743400)

摘要:静宁县是国家农业部划定的黄土高原优质苹果产区,本文总结了静宁县苹果园施肥中的主要做法,即通过加强测土采样,摸清全县果园土壤肥力状况;抓好试验示范,优化配方施肥;着力构建推广测土配方施肥的长效机制,转变农业生产方式;加强服务能力建设,促进果园测土配方施肥技术推广。通过走访和田间调查,对静宁县果园施肥情况进行了全面地了解和深入地分析,指出了存在的问题:重视化肥、轻视有机肥;重视大量元素、轻视中微量元素;施肥时期不当、肥料利用率低;盲目施肥现象严重。针对当前的苹果园施肥问题,提出了相应的对策和建议,为推动苹果主导产业的发展奠定基础。

关键词:苹果园;施肥;测土配方施肥;发展对策

中图分类号: S5 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0084-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.017

Problems and Countermeasures in Fertilization Management of Apple Orchard in Jingning County

LI Zhan-wu

(Agricultural Technology Extension Center of Jingning County, Gansu Province, Jingning 743400, China)

Abstract: Jingning county is a high-quality apple production area of the Loess Plateau designated by the ministry of agriculture. This paper summarized the main methods of fertilization in apple orchard of Jingning county. Through strengthening soil sampling, the soil fertility of orchard in the whole county was found out. The experiment and demonstration were well done, and the formula fertilization was optimized. Strive to build a long-term mechanism for popularizing soil testing and formula fertilization, and change the mode of agricultural production. Strengthen the construction of service capacity and promote the popularization of soil testing and formula fertilization technology in orchard. Through visiting and field investigation, the fertilization situation in Jingning orchard was comprehensively understood and deeply analyzed, and the existing problems were pointed out, such as attaching importance to chemical fertilizer, neglecting organic fertilizer, attaching importance to a

收稿日期: 2019-11-15

基金项目: 国家测土配方施肥补贴资金项目

作者简介: 李占武(1965—),男,高级农艺师,主要从事农民培训和农业技术推广工作

large number of elements, neglecting medium and micro elements; improper fertilization period, low fertilizer utilization rate, and blind fertilization. In view of the current fertilization problems in apple orchard, the corresponding countermeasures and suggestions were put forward, which laid a foundation for promoting the development of apple industry.

Key words: Apple orchard; fertilization; soil testing formula fertilization; development strategy

静宁县地处甘肃省东部,属陇东黄土高原丘陵沟壑区,是国家扶贫开发工作重点县和甘肃省18个干旱贫困县之一,也是国家农业部划定的黄土高原优质苹果产区。2019年,全县果园总面积达到6.6万 hm^2 ,其中挂果果园面积超过3.3万 hm^2 ,产量突破80万t,产值达到30亿元。静宁县先后荣获“全国教育、文化、经济林建设、水土保持先进县”“中国苹果之乡”等荣誉称号。近年来,静宁县立足县情实际,全力推进苹果生产的扩量、提质、增效、创牌战略,初步形成了基地规模化、生产标准化、产品品牌化、营销市场化、服务社会化的产业发展新格局。

本文总结了静宁县苹果园施肥中的主要做法,针对当前果园施肥方面的问题,提出了相应的对策和建议。

1 苹果园施肥技术推广中的主要做法

多年来,静宁县立足县情实际,坚持把发展苹果产业作为助农增收、富民强县的重要产业,产业基地和规模不断扩大,管理水平和效益持续提升,初步形成了基地规模化、生产标准化、产品品牌化、发展势态。目前,苹果产业已成为静宁县第一大支柱产业。

1.1 加强测土采样,精准化验分析

近年来,静宁县在大力推广大田作物测土配方施肥的同时,根据苹果园需肥规律和果农施肥情况,制定了不同区域苹果园的施肥方案,并根据全县苹果园种植布局和地形地貌、土壤类型、耕作制度及灌溉条件的差异,利用土壤图、土地利用现状图和行政区划图三图叠加,合理确定采样单元,广泛开展果园土样采集工作,及时送有资质的单位进行化验分析,全面掌握了果园土壤的养分状况,尽可能地摸清全县果园土壤肥力状况,为科学、合理施肥,提高果园生产能力提供科学依据。经过化验分析,2018年,静宁县耕层土壤有机质含量平均为14.23 g/kg,土壤全氮含量平均为0.93 g/kg,土壤有效磷含量平均为31.09 mg/kg,土壤速效钾含量平均为213.5 mg/kg^[1]。

1.2 全力抓好肥料试验示范

为全面掌握静宁县果园的最佳施肥量和施肥比例,摸清土壤养分校正系数,土壤供肥能力和肥料利用率等基本参数,进一步优化肥料配方,从2015年开始,按照全县果园种植分布区域,有针对性地开展果园“2+X”田间试验5个,做到试验设置合理、示范安排到户、责任细化到人,记载科学合理,总结及时到位。通过不同区域试验示范的田间观察、记载和结果分析,确定了静宁苹果园氮磷钾施肥配方,为进一步优化苹果园施肥方案奠定了基础。

1.3 创新推广模式,构建长效机制

着力构建推广测土配方施肥的长效机制,转变农业生产方式是施肥工作的出发点和落脚点。静宁县始终坚持技术引路、产品跟进的原则,不断创新服务模式,扩大测土配方施肥覆盖率,充分发挥供肥网点的宣传阵地作用,向农户普及测土配方施肥技术,让农民弄清楚并欣然接受。加强专业合作社和果园大户的合作,支持他们以点带面,使用并推广配方专用肥;切实抓好土样采集与农户调查、一对一培训指导农民、发放施肥通知单、组织现场观摩等具体工作,有效解决果园测土配方施肥技术推广“最后一公里”“最后一道坎”的问题^[2]。

1.4 进一步提高服务能力

加强服务能力建设是促进果园测土配方施肥技术推广的基础和保障。近年来,静宁县立足于“测土、配方、配肥、供肥、施肥指导”五个关键环节,突出田间采集土样的代表性和科学性,强化实验室样品的处理、土壤养分的测试分析,取得真实、有效的化验数据,提出了科学、合理的肥料配方,并选择定点肥料生产企业,生产出适合当地的配方肥,有针对性地开展群众科学施肥,不断提高服务水平。着眼于加强化验室制度建设和质量管理,不断提高测试技术水平。

2 苹果施肥存在的主要问题

随着果园面积的进一步扩大和种植效益的不断提高,静宁县在推广果园测土配方施肥技术的过程中,出现了很多不容忽视的问题,如氮磷钾肥比例不平衡,农家肥施用量严重不足,有机肥和化肥结构失调,对微量元素养分重视不够,施肥的区域性差异大,农民缺乏正确的施肥指导以及盲目施肥等。因此,实现化肥减量增效的目标任重道远^[9]。

2.1 重施化肥,轻施有机肥

静宁县果园适宜区主要在南部,由于耕地基本果园化,牲畜养殖量少,有机肥源严重不足,因此,果农长期大量使用化肥,土壤有机质含量明显下降,损坏了土壤微生物群系,损伤了果树根系,也影响了根对营养元素的吸收传导,使苹果树抗病能力下降^[4]。同时由于长期偏重使用氮肥,导致土壤板结、酸化,影响了苹果树对钙、钾等元素的吸收和果园的可持续生产。

2.2 重视大量元素,轻视中微量元素

苹果产业是静宁的支柱产业,也是朝阳产业,果农从中获得了较大的收益,因此在肥料使用上也舍得投资,但果农对科学施肥的认识不够,缺少相应的知识和技术。调查发现,相当一部分果农还只习惯于单质尿素和二胺等大量元素肥料的使用,不重视中微量元素肥料的投入,导致果园缺钙、缺铁等症状表现突出。

2.3 施肥时期和方法不当,肥料利用率低

静宁大部分果农习惯于多年来形成的3、6、9施肥法,也就是全年分3月、6月、9月三个施肥时期,有部分果农更喜欢春季施肥。春季用肥,尽管肥效发挥较慢,但由于地温低、土壤养分分解和流动慢,对促进果树花芽萌发、开花坐果和新梢生长作用较小,不利于花芽分化;同时,在施肥方面还存在方法不当的问题,比如个别果农长期进行地表撒施化肥,有些果农坑施时施肥点偏少,导致施肥集中、施肥位置重复,有些果农还存在土壤干旱施肥、生物菌肥与化肥混施、施肥深度把握不好等问题,造成肥料浪费和吸收利用率不高,容易出现烧伤根系、损伤枝叶等现象^[9]。

2.4 盲目施肥现象严重

苹果是静宁县的一张名片,也是当地群众脱贫致富的主导产业,近年来,果农收入可观,在果园施肥上舍得投入。但也存在各种问题:一方面,有些果农对新生产的

肥料未经鉴定和试验,就大量投入使用,结果造成肥料伤农事件。典型的是2015年静宁县深沟、李店、雷大、双岷、治平等乡镇,部分果农的苹果树出现枯枝烂根现象,结果发现他们使用的肥料是未经有关部门验证的伪劣产品,造成1万多株果树受到伤害,给果农造成了极为严重的损失。另一方面,部分果农认为高投入就会有高产出,而不是根据果树的需肥规律施肥,导致肥料施用量超标,造成土壤板结,投资成本加大^[9]。据2018年针对静宁县开展的果园施肥状况调查,挂果园单株施肥量为3.3~24.7 kg,平均单株施肥量为10.46 kg,其中,尿素平均为2.3 kg,有机肥平均为3.51 kg,二胺平均为1.85 kg,钾肥平均为0.81 kg,各类复合肥平均为3.54 kg。挂果园全年每667 m²的施肥量平均达445.5 kg,每667 m²果园仅施肥投入达2 000元左右,与正常施肥投入的1 500元相比,多投入资金达到500元左右。

3 苹果施肥的对策建议

3.1 增施有机肥

果园需要有机肥来改善土壤环境,为果树根系创造良好的土壤环境条件。因此,要结合化肥减量增效行动,引导果农广积农家肥,推广使用有机肥,重视秋施有机肥,通过推广果园种草、自然生草、覆盖秸秆等技术,改善果园生态环境,提高肥料的利用率和经济效益^[7]。

3.2 严格控制化肥施用

从目前静宁果农的施肥情况看,总体上存在过量施肥的问题,因此,要掌握科学的施肥方法、合理控制肥料用量^[9]。果园施肥必须考虑土壤墒情、天气状况或是否有灌溉条件,应在满足墒情的情况下迅速施肥,水肥结合是提高肥料利用率的关键所在。施肥位置要有计划地每年变化,株间、行间轮流施肥。通过科学、合理的施肥来提高肥料的利用率,实现节本增效^[9]。

3.3 尽快建立静宁县苹果施肥模式

从环保、科学、节约、高效的施肥要求出发,应当大力推广以增施有机肥、推广水溶性肥料和缓控释肥料为主要内容的新施肥模式,这是今后测土配方施肥项目的主要发展方向。因此,要进一步规范试验设置,开展有针对性的试验示范,尽快建立静宁县苹果施肥模式,及时更新肥料配方,开展果园配肥服务,做到配方科学合理、推荐施肥准确可靠^[10]。

3.4 不断加大对果农的培训力度

调查发现,果农由习惯性施肥向配方施肥转化还需较长的时间,尤其是减少施肥量,有些果农认为这样会降低产量,因此,必须加强对苹果生产者的技术和技能培训,转变果农施肥观念^[1]。同时,要将那些以苹果种植为主的果农培养成新型的职业农民,通过他们的引领带动作用,吸引更多农户参与苹果种植,提高苹果从业者的整体素质。

3.5 加大对肥料投入品的市场监管

目前,静宁县城乡农资市场十分混乱,肥料品牌杂乱繁多,良莠不齐,肥料市场监管难度大。因此,要继续严厉查处、打击制售和使用假劣农资的行为,每年分农时季节对全县的农资生产企业及经营门店进行全面排查,定期或不定期随机检查,发现问题,依法从快、从严查处,没收违法违禁产品,杜绝坑农害农事件的发生^[12]。

参考文献:

- [1] 刘玮,苗迎君,李随安. 果园施肥中存在的问题及解决办法[J]. 农业技术与装备, 2019(09): 24-26.
- [2] 何丹. 合理施肥与果园土壤质量提升探讨[J]. 南方农业, 2019(12): 192-193.
- [3] 杜连莉,杜陈勇,杨洁,等. 浅谈果园施肥技术[J]. 现代农村科技, 2017(03): 51.
- [4] 张和,杨自方. 果园施肥技巧纵议[J]. 农业科技与信息, 2015(12): 96-97.
- [5] 胡丽娜. 阜蒙县设施农业(蔬菜保护地)存在问题和几点建议[J]. 现代农业, 2017(11): 59.
- [6] 刘朋辉. 蔬菜保护地育苗技术[J]. 乡村科技, 2017(29): 67-68.
- [7] 李秉强. 静宁县南部果园施肥现状及建议[J]. 农业科技信息, 2018(05): 71-72.
- [8] 裴瑞华. 浅谈如何做好果园的施肥工作[J]. 南方农机, 2016(12): 46, 54.
- [9] 刘彪,肖宏儒,宋志,等. 果园施肥机械现状及发展趋势[J]. 农机化研究, 2017(11): 263-268.
- [10] 康占稳. 果园施肥存在的问题及发展对策[J]. 中国果菜, 2017, 37(06): 46-48.
- [11] 程海波. 松原地区大棚蔬菜种植的有效管理探究[J]. 中国果菜, 2017, 37(09): 76-77.
- [12] 张成磊. 浙江省蔬菜种植农户对生产技术选择的影响因素分析[J]. 中国果菜, 2017, 37(07): 66-69.
- [7] CLARK MF, ADAMS AN. Characteristics of microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses[J]. Journal of general virology, 1977, 34: 475-483.
- [8] AGARWAL VK, SINCLAIR JB. Principles of seed pathology[M]. Boca Raton FL: CRC press, 1997.
- [9] BROADBENT L. Epidemiology and control of tomato mosaic virus[J]. Annual review of phytopathology, 1976, 14: 75-96.
- [10] BROADBENT L. The epidemiology of tomato mosaic: XI. seedtransmission of TMV[J]. Annals of applied biology, 1965, 56: 177-205.
- [11] DEMSKI JW. Tobacco mosaic virus is seedborne in pimiento peppers[J]. Plant disease, 1981, 65: 723-724.
- [12] ALI A, KOBAYASHI M. Seed transmission of cucumber mosaic virus in pepper[J]. Journal of virological methods, 2010, 163: 234-237.
- [13] HERMANSEN JE, JORGENSEN J. Historical aspects of the control of seedborne cereal diseases in Denmark[J]. Seed science and technology, 1983, 11: 1005.
- [14] ANDERSON L. Survey and control of seedborne diseases of tomatoes in Zambia[J]. Sveriges lantbruksuniversitet arbetsrapport, 1987, 56: 27.
- [15] FINCH GR, FAIRBAIRN N. Comparative inactivation of polio virus type 3 and MS2 coliphage in demand-free phosphate buffer by using ozone[J]. Applied and environmental microbiology, 1991, 57: 3121-3126.
- [16] RUNIA WT. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures[J]. Acta horticulture, 1995, 382: 221-229.
- [17] JOHANSEN E, EDWARDS MC, HAMPTON RO. Seed transmission of viruses: current perspectives[J]. Annual review of phytopathology, 1994, 32: 363-386.

(上接第 64 页)

影响孢子甘蓝产量的因素及增产策略

王红旗,何金法,赵鑫*

(周口市川汇区蔬菜科学研究所,河南 周口 466001)

摘要:孢子甘蓝的小叶球蛋白质含量很高,居甘蓝类蔬菜之首,维生素C和微量元素硒的含量也较高,已成为时兴的蔬菜。但在栽培过程中存在诸多因素影响了孢子甘蓝的产量和品质,因此分析影响孢子甘蓝生长的因素,有利于提高孢子甘蓝的产量和品质。本文阐述了孢子甘蓝的生长要求和栽培流程,分析了孢子甘蓝在栽培中存在的问题,并探究了影响产量的因素,分析其中比较关键的问题,提出了增加孢子甘蓝产量的具体措施。

关键词:孢子甘蓝;栽培;影响因素;增产;对策

中图分类号:S635 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0088-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.018

Factors Influencing the Yield of Brussels Sprout and the Strategy of Increasing Yield

WANG Hong-qi, HE Jin-fa, ZHAO Xin*

(Vegetable Science Research Institute of Chuanhui District, Zhoukou City, Zhoukou 466001, China)

Abstract: The content of globular protein in brussels sprout is very high, ranking first in cabbage vegetables, and the content of vitamin C and trace element selenium is also high, which has become a popular vegetable. But in the cultivation process, the yield and quality of brussels sprout will be affected by many factors. Therefore, the analysis of the influence factors is conducive to improving the yield and quality of brussels sprout. This paper expounded the growth requirements and cultivation process, analyzed the problems existing in the cultivation, probed into the factors affecting the yield, analyzed the key problems, and put forward the specific measures to improve the yield of brussels sprout.

Key words: Brussels sprout; cultivation; influencing factors; increase production; countermeasures

孢子甘蓝属于十字花科芸薹属甘蓝种的一个变种,别名芽甘蓝、子持甘蓝^[1],孢子甘蓝小叶球蛋白质含量居

甘蓝类蔬菜之首。经检测,每100g食用部分中含有粗蛋白4.9g,脂肪0.4g,糖类8.3g,并含有多种维生素、微量

收稿日期:2019-11-19

作者简介:王红旗(1971—),男,助理研究员,主要从事蔬菜栽培与研究工作

*通信作者:赵鑫(1966—),女,研究员,主要从事蔬菜栽培与研究工作

元素及矿物质^[1]。孢子甘蓝在 20 世纪末传入我国,最初在云南、北京及台湾等地推广种植。

硒在人体生理代谢过程中有保护细胞、解毒、保护肝脏的功能;孢子甘蓝是一种富硒蔬菜,主要食用部分是幼嫩的叶球。生理结球期喜冷凉的气候,根据品种与栽培方式的不同产量各异,一般 667 m² 产孢子甘蓝 1 500~2 000 kg。孢子甘蓝单位面积产量不高,加之对其营养价值认识不足,推广面积发展一度较缓慢,但是近些年随着对孢子甘蓝营养价值进一步了解及人们生活水平的提高,市场需求迅速扩大,市场最低价 20 元/kg,每 667 m² 收益在 3 万元以上,豫东南及山东地区种植面积在不断扩大,市场前景广阔。但在栽培过程中由于受诸多因素的影响,产量和品质均会受到不同程度的影响,因此分析影响孢子甘蓝生长的因素,有利于提高孢子甘蓝的产量和品质。本文立足实践,结合近几年对孢子甘蓝的研究,从一般栽培到技术提升,从育苗、定植到后期管理,全面总结了影响孢子甘蓝产量和品质的因素,为豫东南地区孢子甘蓝生产、丰产丰收提供参考。

1 孢子甘蓝的生长要求

孢子甘蓝对环境条件的温、湿度及土壤养分要求严格。温度:营养生长期要求 18~25 ℃,生理结球期要求 12~18 ℃;特别是生理结球期,温度过低,芽球生长缓慢,温度过高,芽球从下向上会逐渐开裂、品质下降^[3]。湿度:甘蓝在结球期对湿度要求相对严格,要求土壤相对湿度 60%~70%,空气相对湿度 70%~80%。土壤养分:孢子甘蓝是一个喜肥作物,前期需氮肥较多,进入结球期对钾肥需求明显增多,结球期氮磷钾吸收比为 3:1:4。

2 孢子甘蓝的栽培流程

2.1 整地和育苗

在河南,孢子甘蓝以秋季栽培为主,育苗期一般在 7 月 20~30 日,此时正值高温季节,应先将种子进行温汤浸种,55 ℃浸种 5~10 min,待水温降到 40 ℃左右时,再进行常温浸种 4~6 h,之后在 15~18 ℃环境下催芽约 2~3 d,当 85%以上种子发芽时即可播种育苗,每 667 m² 用种量为 15~20 g。

2.2 适龄定植,疏密适宜

定植期一般在 9 月上旬。定植时每 667 m² 施腐熟的有机肥 3 500~5 000 kg,氮磷钾三元复合肥 40~50 kg,平

地开沟挖穴栽培^[4]。根据品种不同,一般株距为 35~40 cm,行距为 80 cm,每 667 m² 栽 2 200~2 800 株。

2.3 定植后的管理

孢子甘蓝喜冷凉的气候,但不耐严寒,全生育期约 90~120 d,立冬至小雪期间日均气温低于 7~8 ℃时要根据天气情况扣棚保温,有时为了满足春节的市场需求,大雪(12 月 8 日左右)以后要增加一层内膜,保温防冻^[5]。

3 影响孢子甘蓝产量的因素

影响孢子甘蓝产量和品质的因素有很多,概括起来主要有品种、甘蓝苗的质量、气候因素、土壤及配套管理措施等。

3.1 品种

孢子甘蓝按成熟的早晚分为早熟品种、中熟品种、晚熟品种;早熟品种一般生育期为 90 d 左右(从定植到收获),如早生子持;中熟品种是指生育期为 100~110 d,如科伦内;晚熟品种从定植到收获为 120~130 d,如多拉米克。按株型可分为高生种与矮生种,矮生型品种一般株高 40~60 cm,如京引一号、长冈交配早生子持;高生型品种一般株高在 80~100 cm 以上,如摇篮者。

在生产中,要根据不同的需求选择与品种特性相适应的品种、育苗期、栽培密度,如果操作不当,对产量影响很大。如早熟品种栽培过早,成熟期提前,收获时孢子甘蓝下部叶球因生育期过长会引起开裂,严重影响甘蓝的产量与品质;晚熟品种育苗过晚,则不能如期收获;矮生种定植过稀则产量下降。

3.2 甘蓝苗的质量

甘蓝苗质量体现在苗的高度、节间的长度、茎秆的粗度、叶片的厚度、根系的发育情况及病虫害危害的程度等。甘蓝苗要求苗龄 35~40 d、5~6 片叶;茎粗 0.5 cm、株高 25~30 cm、叶片浓绿、根系发达、无病虫害、生长健壮的苗子做种苗。这是孢子甘蓝丰产的首要条件,也是主要影响因素。

3.2.1 苗龄

以大棚孢子甘蓝为例,定植期在 9 月上旬,白天气温仍较高,如果苗龄过短,根系发育不完全,定植成活率低;苗龄过长,叶片开展度小,芽球排列稀疏并易开裂。

3.2.2 育苗地情况

不少育苗户在重茬地育苗,感病机率增加,主要病害

有菌核病、疫病、立枯病。菌核病主要危害幼苗茎基部,发病时产生水渍状淡褐色病斑,病基软腐,湿度大时,病部密生白色絮状菌丝体。疫病在苗期至成株期均可发病,主要危害茎基部、叶及幼果。幼苗染病,多从叶尖发病,初成暗绿色褪绿斑,逐渐干枯成褪绿状;成株发病,病叶水渍状,并逐渐枯死。立枯病主要危害幼苗茎基部,病斑梭形或不规则形状,严重时可引起幼苗枯死,但不易倒伏^[6-7]。实践证明孢子甘蓝在重茬两年以上土地上育苗,上述病害的发生率明显提高 25%~30%^[8],严重影响甘蓝苗的质量。

3.2.3 幼苗期的管理

由于孢子甘蓝育苗期正值炎热的夏季,气温高且多雨,此时既要用遮阳网降温,又要准备好雨布防雨。播种做好苗期管理是保障后期生长的条件。

3.2.4 甘蓝苗种植密度

甘蓝苗密度过大,幼苗徒长,根系容易发育不良,定植后缓苗慢,结球部位容易上移,产量低,品质差。育苗密度过小,幼苗易倒伏,有时遇大风大雨天气,甘蓝苗又易折断,单位面积成苗率低,增加了劳动量。

3.3 定植后管理

3.3.1 中耕和浇水

甘蓝根系不发达,生长过程中既要保证甘蓝营养生长与生理结球对水分的需求,又要保证土壤的透气性,因此对中耕和浇水的要求较为严格。定植后 3~4 d 要浇一次水,水干后及时中耕保墒,以后 5~7 d 视天气情况浇水^[9],并及时中耕保墒,增加土壤通透性。随着中后期温度的降低,要逐渐减少浇水次数与浇水量,保证地温供应。实际生产中,种植者往往采用大水漫灌,且不能及时按需浇水,土壤透气性差,不利于甘蓝的生长。

3.3.2 培土

孢子甘蓝生育期要进行两次培土,第一次于定植后 10~15 d,这次培土为防止幼苗倒伏;第二次于定植后 60 d 左右,此次培土要深,约覆土 20 cm,防止甘蓝结球后倒伏,同时也有利于提高甘蓝根际地温,增加甘蓝根际土壤的透气性,也有防止杂草生长的作用。一些农户不培土,甘蓝进入结球乃至收获期倒伏通常会严重发生;或培土过深,下部芽球易腐烂,菌核病随湿度增加也会发生严重。

3.3.3 摘心不及时

摘心是孢子甘蓝管理的一个重要环节,可以使孢子

甘蓝提早上市或芽球供应集中,此项管理工作一般会在供应商品前一个月(12月上旬)进行,摘心可以使甘蓝芽球增大,包裹紧实,从而达到增产增收的目的。有些种植户忽略了这项工作,导致甘蓝产量低,供应不集中,增加了劳动量,延后了收获期,浪费了资源。

4 提高孢子甘蓝产量和品质的措施

4.1 加强育苗管理

上茬或上一年栽培过十字花科蔬菜的地块,不能再作为育苗地,生产田实行轮作,防止重茬障碍。科学施肥,育苗土壤用 50%多菌灵+50%福美双等比例混合后按照 8~10 g/m² 的使用量进行土壤处理,能有效地预防立枯病、菌核病和灰霉病,降低病虫基数^[10]。

选择地势平坦、便于排灌、土层深厚、通风透光、土地肥沃的园田作育苗田,整地作高畦,畦宽 1.5 m,畦面 1.2 m,畦高 0.25 m,畦长 8~10 m,可有效防止育苗畦多雨积水,作畦后施入 64%磷酸二铵或 15:15:15 硫酸钾复合肥 0.25 kg,提高育苗肥力^[11],作畦后大拱棚覆盖遮阳网,并准备雨布防雨。

种子催芽播种时,畦面先浇透水,水干后播种种子,药剂掺入细土 10~15 kg/667 m²,1/3 的药土铺于畦面,2/3 撒在种子上,另覆土 0.5~1 cm。

4.2 规范栽培程序

选择无病虫害、根系发育良好、生长健壮、符合壮苗特征的甘蓝苗,规范种植程序,即定点挖穴→栽苗→覆土→及时浇定植水。

孢子甘蓝通常采用平地定点挖穴或开沟种植,种苗带土移栽,栽后及时浇水是保证成活的关键。

4.3 做好定植后的管理

定植成活后 5~7 d 视天气情况浇水一次,15~20 d 每 667 m² 随水冲施速效肥 10~15 kg^[3];并及时中耕做好病虫害防治工作,虫害主要是菜青虫,防治方法:每 667 m² 用 8%茚虫威 15~20 mL 兑水 25~30 kg 喷雾。病害有黑腐病、菌核病、叶斑病等。黑腐病的防治方法:每 667 m² 用 2%宁南霉素 50~70 mL 兑水 25~30 kg 喷雾。菌核病的防治方法:每 667 m² 采用 70%甲基托布津 50~70 g 喷淋茎基部。

(下转第 97 页)

鱼腥草白绢病的发生与防治

高立波, 汤雪莲, 潘荣, 蒋生发, 李晓晖, 唐学军, 王逢博, 毛燕芬

(桂林市经济作物技术推广站, 广西 桂林 541001)

摘要: 鱼腥草属药食两用植物, 具有清热解毒、健胃消食、利尿通淋、增强机体免疫力等功效。鱼腥草是桂林市农民增收的重要经济作物之一。近年来, 由于连年种植, 导致鱼腥草白绢病发生严重, 已经成为阻碍鱼腥草生产的一大因素。本文总结了鱼腥草白绢病的发病条件和规律, 提出了鱼腥草白绢病的防治方法, 即避免连作、科学选地、选种及种茎消毒、合理施肥、加强管理等, 以期减少白绢病造成的损失, 科学有效地防控白绢病的发生。

关键词: 鱼腥草; 白绢病; 发病症状; 防治措施

中图分类号: S435 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0091-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.019

Occurrence and Control of White Silk Disease of *Houttuynia cordata*

GAOLi-bo, TANG Xue-lian, PAN Rong, JIANG Sheng-fa, LI Xiao-hui, TANG Xue-Jun, WANG Feng-bo, MAO Yan-fen
(Guilin Economic Crop Technology Promotion Station, Guilin 541001, China)

Abstract: *Houttuynia cordata* is a dual-purpose plant of medicine and food, which has the functions of clearing away heat and detoxification, strengthening stomach and digestion, diuresis and relieving drench, enhancing immunity and so on. *Houttuynia cordata* is one of the important economic crops for local farmers to increase their income. However, in recent years, because of continuous planting, the occurrence of white silk disease of *Houttuynia cordata* is serious, which has become a major factor hindering the production of *Houttuynia cordata*. This paper summarized the condition and law of occurrence of *Houttuynia cordata* white silk disease, and put forward its prevention and control methods, that is, avoiding continuous cropping, site preparation, seed selection and stem disinfection, reasonable fertilization, strengthening field management, in order to reduce the loss caused by the disease and prevent and control the occurrence of the disease scientifically and effectively.

Key words: *Houttuynia cordata*; white silk disease; onset symptom; control measures

鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)属三白草科多年生草本植物,因根、茎、叶有鱼腥味,故名鱼腥草。鱼腥草

为药食两用植物,营养丰富,含有碳水化合物、膳食纤维、胡萝卜素、维生素C、钙、磷、钾等营养成分,可以降低血压

收稿日期: 2020-01-13

基金项目: 桂林市科学研究与技术开发计划项目(20190215-4)

作者简介: 高立波(1979—),男,高级农艺师,主要从事经济作物技术推广工作

和降血脂,保护呼吸道和肠道黏膜上皮细胞,抵御炎症,保肝明目,增强抵抗力,还有清热解毒、健胃消食、利尿通淋等功效^[1]。随着需求量的增大,鱼腥草的人工种植规模不断扩大。灵川县、全州县、兴安县等地是桂林市菜用鱼腥草的主产区,桂林市其他县区也有零星种植,产品畅销广东、贵州、江苏、浙江等地区,获得了较高的经济效益,年种植面积约 300 hm²,产量约 11 000 t,产值约 4 000 万元。

调查发现,近年来,由于连年种植,导致鱼腥草白绢病发生严重,灵川、全州等主栽区发病率在 30%以上,发病严重的田块甚至绝收,白绢病已经成为阻碍鱼腥草生产的一大因素。很多种植户由于未掌握田间管理关键技术和该病的有效防治方法,往往盲目用药,结果造成农药的浪费和病害的加重。本文通过试验和调查,总结了鱼腥草白绢的发生规律及防治方法,以期科学有效地防控白绢病的发生,减少白绢病造成的损失。

1 白绢病症状和发病规律

1.1 发病症状

鱼腥草白绢病多发生在作物生长后期,发病部位以植株茎基部和地下茎为主。发病初期,地上茎叶变黄,地下茎表面产生大量白色绢丝状菌丝,覆盖病部,茎基及根茎出现黄褐色至褐色软腐。发病中后期,在布满菌丝的茎基部及附近土壤中产生大量酷似油菜籽状的菌核;菌核形成初期为白色球形小颗粒,直径 0.1~1 mm,老熟后为黄褐色至褐色,直径 1~2 mm,在连续阴雨条件下,病株地表周围也可见到明显的白色菌丝及菌核。发病后期,整个植株枯黄而死^[2]。

1.2 发病原理

鱼腥草的病原属半知菌亚门小核菌属齐整小核菌。菌核球形或不规则形,隆起或扁平,褐色至黑色,组织紧密,表面粗糙或光滑,表层细胞小,色深,内部细胞大,色浅或无色。菌丝大多无色或浅色。主要为害地下茎、地上茎、叶。鱼腥草生长中前期,地下茎发病,初期地下茎表皮着生绢丝状白雾菌核,开始时为白色,老熟后为黄褐色,并逐渐软腐,地上茎枯黄死亡;生长后期主要是地上茎及叶片发病,发病后接近地表处软腐,且植株萎蔫倒伏,四周有大量白色丝状菌丝体及菌核,叶片弯曲枯黄^[3]。

1.3 发病条件

该病菌主要以菌核或菌丝体在土壤内越冬,最适温

度为 25~35 ℃,菌核发芽要求几乎 100%相对湿度,条件适宜时菌核即萌发产生菌丝从根部侵入发病,发病后在病部产生大量菌丝沿地表或发病组织向四周扩展蔓延^[4]。高温多雨天气发病重,气温降低后,发病减少,通常每年 6 月中下旬开始发病,7~8 月可达到发病高峰期。沙质土由于通气条件好,适于病菌生长,一般发病较重。连作或与感病作物轮作以及生长过密的田块易发病。生长密度过大的田块通风透气性差,易发病^[5]。

2 防治措施

2.1 避免连作

鱼腥草白绢病发生严重的田块应与水稻等水生作物进行两年以上的水旱轮作,可减轻发病。如采用鱼腥草、蔬菜、水稻轮作,鱼腥草、水稻、秋(冬)菜两年三熟或两年四熟模式效果较好^[4]。

2.2 选地整地

鱼腥草喜阴湿、怕涝,因此宜选择土壤湿润、肥沃、水源丰富、排灌方便、背风向阳的沙壤土种植较好,且土壤 pH 值不能偏酸性,对偏酸性土壤应施入生石灰调至中性。耕作前一个月将田块深耕 30 cm 以上,在太阳下暴晒消毒。移栽时每 667 m² 施入腐熟有机肥 2 000 kg、复合肥 100 kg、过磷酸钙 25 kg、碳酸氢铵 25 kg 作基肥,再耕翻耙碎作畦,畦面宽 1.2~1.4 m,畦高 20 cm,行沟及四周开排水沟 30 cm^[6]。

2.3 选种及种茎消毒

种茎应由生长旺盛、抗病虫能力强的植株根茎留取,且应完整无损、质脆、易折断,节间长 1.5~3.5 cm,直径 3~5 mm;外观饱满,颜色均一,为白色或白色略带黄;芽头饱满,无破损、冻害、虫伤、病斑等。

种茎用 1:1:100 的波尔多液或 50% 甲基托布津 500 倍液或 50% 多菌灵可湿性粉剂 700~800 倍液,浸泡 10~20 min,取出清洗干净并晾干后移栽,能有效降低白绢病的发病率,提高产量^[7]。

2.4 合理施肥

鱼腥草肥料吸收以氮、钾肥为主,对磷的需求量较低。栽植后,幼苗成活至封行前,中耕除草并追肥 2~3 次,肥料以人粪尿或化肥等氮肥为主^[8]。每次追肥可结合中耕除草进行,每 667 m² 可施人粪尿 1 000~1 500 kg 或尿素 15~25 kg,先稀后浓施用。施基肥时每 667 m² 增施硝酸

钙 30~50 kg、硫酸锌 1~1.5 kg 或生长期喷施丰洽多保 500~800 倍液,可减轻白绢病的发生。

2.5 加强田间管理

创造一切有利于鱼腥草生长发育的生态环境,让鱼腥草在适宜的条件下健壮生长,能增强其抗病能力。

2.5.1 合理密植

鱼腥草的种植密度要适中,作畦开沟,改善通风透光条件,防止田间湿度过大。可开沟条播,在畦面上朝同一方向开深 8~10 cm、宽 13~15 cm 的沟,行距 20~25 cm,将种根头尾相连,连续摆放在沟中,每沟平行摆 2 行,种茎段间距为 5~8 cm,覆土 2~3 cm,浇透定根水^[9]。

2.5.2 清洁田园

平时要注意田间清洁,及时中耕除草,但不宜过深;清除病虫枝、枯叶等,要及时将感染白绢病的鱼腥草植株挖出,并带出田外集中烧毁处理,同时要对病穴周围植株喷施甲基托布津溶液,以免病害进一步传染蔓延^[10]。

2.5.3 土壤处理

在种植时进行土壤消毒,每 667 m² 用 70%五氯硝基苯 1 kg+50%福美双 1 kg 兑细土 20 kg,施在播种沟内盖种,同时注意用毒死蜱、灭线磷等药剂防治地下害虫,可收到良好的防治效果。发现病株立即挖除病株及带有菌丝的土壤,再撒石灰粉消毒^[11]。

2.5.4 加强水肥管理

增施有机肥、氮磷钾复合肥,以增强植株抗病能力;农家肥要充分腐熟后方可施用。生长期需水较多,应适当浇水,保持土壤湿润,以促进植株生长旺盛,但切忌漫灌^[12]。雨后注意排水,防止积水,适当降低湿度。

2.6 药剂防治

2.6.1 预防措施

发现病株带土移出烧毁,病穴撒施石灰粉消毒,四周植株浇灌 50%多菌灵、70%甲基托布津可湿性粉剂 500~1 000 倍液或用 20%三唑铜 1 500 倍液,10~15 d 进行 1

次,连续 2~3 次。

2.6.2 防治方法

在田间调查时,出现发病率如果 10%~20%,应进行药剂防治^[13]。发病初期及时拔除病株,可用 40%菌核净可湿性粉剂 800 倍液或 1%硫酸铜溶液灌根,或用 50%甲基托布津可湿性粉剂 600~800 倍液或 50%扑菌特可湿性粉剂 1 200 倍液或 20%甲基立枯磷乳油 1 000 倍液喷洒植株,交替用药,防治 2~3 次,隔 7~15 d 一次,采收前 10 d 停止用药。

参考文献:

- [1] 唐丽虹. 鱼腥草的功效及食疗方法 [J]. 农村百事通, 2016 (12): 60-61.
- [2] 陈连发, 秦利红, 蒋雪荣. 鱼腥草白绢病防治试验简报[J]. 南方园艺, 2014, 25(05): 24-25.
- [3] 刘美英, 宋来庆, 赵玲玲, 等. 苹果白绢病的发生与防治[J]. 烟台果树, 2018(04): 35.
- [4] 易图永. 蔬菜白绢病[J]. 湖南农业, 2015(03): 15, 21.
- [5] 高常燕. 苹果白绢病的发病流行条件与防治方法 [C]. 中国植物病理学会 2017 年学术年会论文集, 2017: 477.
- [6] 杨成文. 浅谈鱼腥草的高产栽培技术 [J]. 中国农业信息, 2016(12): 124.
- [7] 李嫩蓉. 贵州鱼腥草种植技术[J]. 农技服务, 2017(02): 38-39.
- [8] 官发珍. 鱼腥草超高产栽培技术要点 [J]. 中国果菜, 2009 (02): 9.
- [9] 门桂荣, 杨明. 鱼腥草的特征特性及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2018(12): 88, 90.
- [10] 母昌权. 鱼腥草优质高产栽培技术[J]. 乡村科技, 2016(13): 26.
- [11] 朱富春. 花生白绢病发生规律与防治措施 [J]. 植物医生, 2018, 31(10): 53-54.
- [12] 刘元军. 鱼腥草及其标准化高产栽培技术 [J]. 现代园艺, 2016(11): 26-27.
- [13] 李炳麟, 廖双源. 全州县鱼腥草高产栽培技术 [J]. 南方园艺, 2015(03): 41-43.

温室辣椒高产栽培技术

魏代国¹, 李念军¹, 徐春花²

(1. 沂南县生态农业发展服务中心, 山东 临沂 276300; 2. 沂南县公共资源交易中心, 山东 临沂 276300)

摘要: 辣椒属于草本植物, 喜肥、喜温且喜水, 有促进食欲、祛湿及助消化等功效。近年来, 随着农业种植结构的调整, 辣椒栽培面积不断增加, 尤其是设施栽培面积的增加, 使辣椒实现了周年生产、周年供应。设施栽培能够缩短辣椒的生育期, 使其提前上市, 提高生产效益, 是菜农增加经济收入的重要途径之一。基于此, 文章对设施辣椒高产高效栽培措施及病虫害防治技术进行了分析研究, 以期推动辣椒产业更好更快地发展。

关键词: 辣椒; 温室; 高产栽培; 病虫害防治

中图分类号: S641 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)03-0094-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.020

High Yield Cultivation Techniques of Capsicum in Greenhouse

WEI Dai-guo¹, LI Nian-jun¹, XU Chun-hua²

(1. Yinan Ecological Agriculture Development Service Center, Linyi 276300, China; 2. Yinan Public Resources Trading Center, Linyi 276300, China)

Abstract: Capsicum belongs to herbaceous plant, which is fond of fertilizer, temperature and water. It has the functions of promoting appetite, medical use and helping digestion. In recent years, with the adjustment of agricultural planting structure, the cultivation area of capsicum is increasing, especially the increase of protected cultivation area, capsicum production has been able to achieve annual supply and annual production. Protected cultivation can shorten the whole growth period of vegetables, make them listed in advance, and improve production efficiency, which is one of the important ways for vegetable farmers to increase economic income. Based on this, this paper analyzed the high-yield and high-efficiency cultivation technology and pest control of protected pepper, in order to promote the better and faster development of pepper industry.

Key words: Pepper; greenhouse; high yield cultivation; pest control

辣椒是一年生草本植物, 具有独特风味与较高的营养价值。据悉, 每 100 g 的辣椒中维生素 C 含量高达 198 mg,

还富含维生素 B、钙、铁、胡萝卜素等, 辣椒的营养价值在蔬菜中名列前茅^[1]。

收稿日期: 2019-10-23

作者简介: 魏代国(1983—), 男, 农艺师, 主要从事蔬菜技术推广工作

辣椒是山东省的一种常见蔬菜,为当地农业发展与农村经济水平的提高做出了较大贡献。山东省沂南县日光温室栽培辣椒历史悠久,栽培面积逐年扩大。温室栽培辣椒生长期病害少、水肥需求小、冬季低温持续条件下结果能力强,田间操作管理简单,结果期长,每 667 m² 产量在 6 000 kg 以上,产值 25 000 元左右,与种植其他蔬菜相比,每 667 m² 温室辣椒可节约成本 1 万元左右,具有投资少、用工量小、耐贮运、销路广等优势,经济效益和社会效益显著。但在大棚种植过程中,栽培管理措施不当经常会导致辣椒病虫害的大范围爆发,影响了辣椒的产量和品质。鉴于此,本文对设施辣椒高产高效栽培技术及病虫害防治措施进行了分析研究,以期推动辣椒产业更好更快地发展。

1 育苗

1.1 苗床的准备

准备苗床时,应优先选择两季以上未栽培过茄科植物的块地,土壤呈沙质化更佳,避免灌溉后泡烂种子,或导致苗根腐烂,影响辣椒的后续种植^[2]。在苗床准备工作中,应将地面耙至细碎,开沟作苗床,床宽 1 m,沟深 0.2 m 即可,并在苗床内撒上石灰,平均 50~100 g/m²,添加过磷酸钙 50 g/m²、腐熟且细碎的农家肥 50~100 g/m²,将其与表层土拌匀。

1.2 品种的选择

在辣椒栽培前,应首先根据土地情况、当地自然条件等科学选择辣椒品种。适合临沂地区种植的品种有薄皮椒、芜湖椒、螺丝椒、砀椒三号、线椒、麻辣、301 泡椒等。

选择饱满、健康的辣椒种子,并利用相关技术对种子进行处理以提高出芽率。可选择温水浸泡法,将种子浸泡在温水中 30 min,再加入冷水和 1% 的硫酸铜溶液浸泡 7 h 后,将种子捞出,包裹在湿纱布中,放置在 30 ℃ 的环境下催芽,60% 以上的种子出现露白,即可进行播种^[3]。

1.3 播种

早春栽培应于 1 月中上旬进行播种,秋延迟栽培应于 7 月中上旬进行播种。播种前,以新高脂膜进行拌种,预防病虫害,提高辣椒出苗率。之后,将种子均匀撒到苗床,覆盖 1 cm 肥沃细土,用花洒洒少量水,盖上地膜保温,提高种子出苗率^[4]。

1.4 苗期管理

出苗前,保持白天温度 30 ℃,夜间温度 15~20 ℃,地温 15~18 ℃;苗出齐后,保持白天温度 20~26 ℃,夜间温度 12~15 ℃;在幼苗 2 片子叶平展到真叶破心期间,一定要严格控温、控水,以防秧苗徒长。幼苗 2 片真叶时,相对湿度 70%~75%;3 叶以后,相对湿度 65%~70%。为防止苗期猝倒病和立枯病的发生,喷施阿米西达 1 500 倍液、质量分数 15% 霉灵 600 倍液,或 15% 四霉素 600~800 倍液。定植前 7~10 d 进行通风炼苗。

育苗期,需确保土壤湿润,并增加浇水频率,且要对浇水量进行严格控制。夏秋育苗阶段,早晚采取灌水处理,冬春育苗阶段,晴天上午也能灌水^[5]。

2 定植

2.1 施肥

定植前一个月进行整地,每 667 m² 施腐熟农家肥 1 000 kg,复合肥和钙肥各 15 kg,均匀撒入田中,再深耕 30 cm。

2.2 闷棚

将麦草均匀地铺在地面上,土地旋耕后用塑料薄膜覆盖,只留进水口浇水,将质量分数 0.5% 阿维菌素(线消等)13 kg 随水冲入,之后进行闷棚。闷棚时间不短于 15 d。闷棚结束后清除地膜,进行 2 次旋耕和 2 次浇水。用 20 d 的空闲时间排除土壤的药物残留。

2.3 起垄

起垄有助于增强地温、促进辣椒光合作用,并能提高土壤的通透性,增强辣椒根系活力、提高辣椒抗逆性;而且起垄还有助于排灌,提高土地的集雨保墒能力,增强土壤的抗旱能力等^[6]。按 80 cm、50 cm 的宽、窄行起垄,垄高 25~30 cm,沟宽 30 cm。

2.4 移栽

当幼苗长到 4~5 片真叶时,苗株可进行移栽定植,若在春季种植,应选择冷尾暖头天气;若在夏季种植,应选择晴天午后定植。定植密度应根据栽培季节调整,春季栽培株距多为 30 cm,每 667 m² 约栽培 3 500 株;秋延迟栽培,可将苗株适当密植,株距保持在 25 cm,每 667 m² 栽培约 4 400 株。定植完毕,应保障水资源充足,便于植株定根,提高辣椒苗的成活率^[7]。

3 田间管理

3.1 温度管理

缓苗期对日夜温度进行合理控制,有利于幼苗的生长发育。定植后缓苗结束需对大棚内的室温进行下调,有利于壮秧。开花结果初期,对日间和夜间温度进行严格控制,有利于果实生长发育。

深冬季节需适当提高温度,当棚内温度达到 28℃,要采取通顶风处理,待室温降到 20℃时停止通风。夜间温度超过 10℃时要进行保温覆盖,避免温度过低。春夏季节,辣椒结果盛期,需对日间与夜间温度进行合理控制,夜间温度保持在 15℃以上,无需放苦处理。

3.2 水肥管理

土壤湿度维持在 80%较适宜,选取滴灌系统更利于辣椒的生长。在无法确保滴灌条件的情况下,生长前期,可使用塑料水管对每株种苗定期进行适量的浇灌。待门椒开花超过 7 d,追施磷酸铵、硫酸钾和硫酸二胺。首次采收完成后,通常单次采收,需追施适量的三元复合肥,确保辣椒生长^[8]。

3.3 植株调整

门椒开花前后,在定植垄上部设置两道南北走向的铁丝;将绳子一端绑固在两主枝分支点位置,另一端则与铁丝进行绑固。对于每株辣椒,通过吊线进行牵引,便于主枝良好生长。对门椒下部主茎叶片之间存在的腋芽采取合理摘除,对接口下部萌发枝条及时摘除,对老病叶片以及生长发育不良枝条及时处理。辣椒采收完成后,彻底减除量多的细弱枝条,避免早春生长的枝条过多而产生拥挤;要对弱枝以及徒长枝进行疏剪,确保辣椒生长保持良好的通风透光环境^[9]。

4 病虫害防治

将上茬作物的枯枝败叶、病残体等全部清理出田,降低大棚内的病源基数,做好防治病虫害的基础工作^[10]。

4.1 猝倒病

4.1.1 发病症状

猝倒病多在辣椒苗期发病,其症状表现为幼苗土表上的茎基出现水渍状病斑,之后,病斑逐渐变为黄褐色,并干缩为线状。该疾病发病较快,子叶未凋零前,幼苗突然倒下^[11]。在湿度较大时,病株与附近床面上长出白色絮状的菌丝。

4.1.2 防治措施

在种植辣椒时,选择地势较高、排水良好、避风向阳的区域。在育苗期,喷施磷酸二氢钾 1 000 倍液,能够提高辣椒的抗病性。构建正向空间电场,诱导土壤溶液和植物根系之间产生水电解反应,提高辣椒根茎的含氧量,增强根茎活力,有效预防猝倒病。猝倒病发病后,可采用浓度为 70%的甲基托布津 1 000 倍液灌根或喷雾。

4.2 疫病

4.2.1 发病症状

一旦辣椒苗株感染疫病,叶片会产生暗绿色的病斑,潮湿部分的叶片出现腐烂现象,茎枝处病部有暗褐色的斑块或者条纹,在病斑上部的枝叶也会很快枯萎、脱落,苗株死亡。在苗株的茎基部,常会出现褐色腐烂,病处有白色菌丝。

4.2.2 防治方法

进行轮作,并在种植前深翻土壤,适量增施氮肥、磷钾肥和腐熟肥等,促进辣椒壮株。进行高温焖棚,降低室内病菌,提高辣椒植株的抗病能力。选择抗病种子,提高种子的抗病性。疫病发生后,可选择浓度为 68.75%的银法利喷洒病株,每 7~10 d 施洒一次,2~3 次后,疫病几乎能痊愈。

4.3 蛀虫

4.3.1 发病症状

在辣椒苗期,蛀虫是常见病虫,当辣椒感染蛀虫时,苗株会出现褶皱、卷曲与畸形问题,且叶片发黄。一旦发现蛀虫,应及时治疗,否则,一旦蛀虫大规模蔓延,极易导致辣椒大规模降产。

4.3.2 防治措施

在辣椒种子种植前要进行拌种,以预防蛀虫。同时,还进行深翻与焖棚,降低土壤内的虫卵量。在辣椒成长过程中,应定期检查辣椒植株上是否存在虫眼,若发现蛀虫,及时喷施糖醋液,诱杀成虫。也可利用蛀虫的天敌来消灭蛀虫,降低病虫害带来的损失。提前做好病虫害防治工作,在蛀虫常发时间定期巡视辣椒种植区域,若发现蛀虫,可选择浓度为 25%的阿克泰喷雾,或者 10%的吡虫啉喷洒,每 7 d 一次,3 次后,蛀虫能得到有效防治。

4.4 烟青虫、甜菜夜蛾、棉铃虫

4.4.1 发病规律

烟青虫、甜菜夜蛾、棉铃虫通常一季发生两代。辣椒

开花期是成虫的高发期,这些虫卵通常会出现在花的叶片上,当幼虫孵化之后,对辣椒的果实造成危害^[2]。

4.4.2 防治措施

烟青虫、甜菜夜蛾、棉铃虫发生时,可以使用防虫网,也可以采用性诱剂对成虫进行诱杀。药剂的选用上,可以选用拉维因、灭扫利、甲基阿维甲盐等。每天下午 16:00 之后,将药物喷洒在叶面上,可以起到防治作用。

参考文献:

- [1] 宋翠萍,刁均萍. 辣椒种植技术与病虫害防治技术[J]. 新农村: 黑龙江, 2017(33): 105.
- [2] 孙云. 辣椒高产栽培及病虫害防治[J]. 农技服务, 2017(2): 74.
- [3] 程艳元. 试析辣椒栽培技术与病虫害防治方法 [J]. 农业与技术, 2017(24): 118.
- [4] 孙月轩,董莉,王统源. 设施辣椒新品种应用及高产高效栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2016, 22(3): 21.
- [5] 杨建利. 探究大棚辣椒种植与病虫害防控技术 [J]. 农业科技与信息, 2016(29): 67-68.
- [6] 滕方秀. 辣椒种植技术及病虫害防治 [J]. 农业与技术, 2016, 36(16): 124.
- [7] 张世叶. 辣椒高产技术及病虫害防治措施 [J]. 中国果菜, 2018, 38(7): 134.
- [8] 隋伟. 温室大棚辣椒优质高产栽培技术 [J]. 农民致富之友, 2016(5): 29.
- [9] 赵东风,李朝森,刘慧琴,等. 衢州地区大棚夏辣椒栽培技术[J]. 中国果菜, 2016, 36(8): 75-77.
- [10] 丁林彬,王振. 辣椒栽培技术与病虫害防治方法探讨[J]. 2016, 10(18): 61-62.
- [11] 吴登锋. 辣椒种植技术及病虫害防治 [J]. 农技服务, 2016 (4): 132.
- [12] 胡彬,王晓青,梁铁双. 辣椒主要病虫害化学防治技术[J]. 中国蔬菜, 2017(4): 87-92.

(上接第 90 页)

小雪前后(11月25日)当日均气温低于 10℃时,要及时扣棚保温,追施氮磷钾三元素平衡肥 15~20 kg/667 m²,当室外气温低于 5℃时,应在棚内增加一层棚膜保温并同时注意降低棚内湿度,湿度以 55%~70%为宜,根据结球情况,一般收获前一个月对抱子甘蓝进行摘心,以达到集中收获的目的。

参考文献:

- [1] 王红旗. 抱子甘蓝的栽培技术[J]. 乡村科技, 2014(1): 1.
- [2] 单连伟,胡永博. 抱子甘蓝秋季大棚高效栽培技术[J]. 中国种业, 2014(12): 83.
- [3] 刘建东. 一年三茬大棚蔬菜种植新模式 [J]. 中国果菜, 2017, 37(5): 66-68.
- [4] 王丽红,马俊文,肖红. 北方保护地草莓病害防治措施[J]. 中国果菜, 2019, 39(12): 95.
- [5] 赵鑫. 温室莴笋栽培技术[J]. 中国果菜, 2013(12): 5-6.
- [6] 丁银坡. 河北涞源县日光温室番茄秋延后栽培技术 [J]. 中国园艺文摘, 2017(2): 169-170.
- [7] 汤瑾. 设施栽培蔬菜病害发生趋势及应对措施 [J]. 现代园艺, 2014(10): 59.
- [8] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [9] 李晨. 彰武地区早春冷棚甘蓝无公害丰产栽培技术措施[J]. 吉林蔬菜, 2016(8): 1.
- [10] 田风芝,王萍. 棚室樱桃番茄优质栽培技术措施[J]. 吉林蔬菜, 2016(8): 19-20.
- [11] 郭庚录,申宏斌. 制种西瓜套作花椰菜生产技术[J]. 中国园艺文摘, 2017(2): 191-192.
- [12] 蔡开地. 结球甘蓝平衡施用氮磷钾非效应研究 [J]. 植物营养肥料学报, 2004, 10(1): 73-77.

茄子黄萎病的防治现状及对策

王俊红

(山东省滨州市滨城区三河湖镇农业综合服务中心,山东 滨州 256653)

摘要:黄萎病是茄子的一种常见病害,也是导致茄子产量和品质下降的主要因素之一。茄子产量的高低和品质的好坏直接关系到茄子产业的发展。本文在介绍了茄子黄萎病危害的基础上,从生态防治、化学防治、物理防治和生物防治4个方面探讨了当前茄子黄萎病的防治现状及对策,旨在为茄子黄萎病的防治与研究提供理论参考,促进茄子产业的可持续发展。

关键词:茄子;黄萎病;生态防治;化学防治;物理防治;生物防治

中图分类号:S436.4 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)03-0098-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.03.021

The Current Situation and Countermeasures of Eggplant Verticillium Wilt Control

WANG Jun-hong

(Agricultural Comprehensive Service Center of Sanhehu Town, Bincheng District, Binzhou City, Shandong Province, Binzhou 256653, China)

Abstract: Verticillium wilt is a common disease of eggplant, which is one of the main factors leading to the decline of eggplant yield and quality. The output and quality of eggplant are directly related to the development of eggplant industry. Based on the introduction on the harm of eggplant verticillium wilt, this paper discussed the current situation and countermeasures of the control of eggplant verticillium wilt from five aspects, including ecological chemical control, physical control, agricultural control biological control, in order to provide theoretical reference for the control and research of eggplant verticillium wilt and promote the healthy development of eggplant industry.

Key words: Eggplant; verticillium wilt; ecological control; chemical control; physical control; biological control

茄子黄萎病 (Verticillium wilt) 是由大丽轮枝菌 (*Verticillium dahliae*)引起的一种顽固的土传病害,是影

响茄子产量的重要病害之一。作为阻碍茄子产业发展的土传病害,茄子黄萎病发病快、危害面积广,甚至会大幅

收稿日期:2019-11-20

作者简介:王俊红(1975—),女,农艺师,主要从事农业技术推广工作

降低茄子的产量和品质,引起重大经济损失^[1]。相关报道显示,我国茄子黄萎病的发病率一般在40%~50%,严重时达70%以上,甚至绝产,对我国茄子产业的健康发展造成严重威胁^[2]。目前,茄子黄萎病的防治主要采用杀菌剂等化学防治措施,高温闷棚等物理防治措施,以及选育抗病品种、轮作和深耕翻种等农业防治措施,但这些措施存在抗病能力维持时间短或杀菌药物残留、污染环境等问题,这不仅危害了人们的健康,同时也对环境的可持续发展造成严重的威胁^[3]。因此,本文在介绍了茄子黄萎病危害的基础上,从生态防治、化学防治、物理防治、生物防治11个方面分析了当前茄子黄萎病的防治现状与措施,以期能为茄子黄萎病的防治提供理论参考,同时也为抗茄子黄萎病药物的开发提供有利线索。

1 茄子黄萎病的危害

作为茄子的一种常见病,黄萎病在茄子的整个生长周期均可发生。引起我国茄子黄萎病的病原菌主要是大丽轮枝菌,该病原菌寄主范围广,目前已知有600余种^[4]。茄子黄萎病的发生始期一般为门茄坐果时,发生盛期在茄子盛果期。发病初期,植株中下部叶片脉间或叶缘萎黄上卷,并逐渐向上发展,使半边枝叶变黄枯死,果实僵化不长;因此,俗称“半边疯”。发病严重时,全株枯死,叶片干枯脱落,成为光杆。剥开染病植株根和茎的皮层,可见维管束变成褐色,所以又叫“黑心病”。

2 茄子黄萎病的防治措施

目前,国内外科研工作者和茄子种植户主要通过生态防治、化学防治、物理防治、生物防治11种措施来防治茄子黄萎病。

2.1 生态防治

2.1.1 抗病品种的选育

通过选育抗病的茄子品种,提高茄子自身的抗病菌能力,以此来防治茄子黄萎病被国内外科研学者和茄子种植户认为是当前最经济、最根本的措施。近年来,基因组学、蛋白质组学、表型组学和生物信息学等现代实验技术的迅速发展,带动了作物育种的快速发展。以杂交育种、诱变育种、单倍体育种、多倍体育种等为代表的传统育种技术,与基因工程育种、生物工程育种、分子标记育种、转基因育种和分子设计育种等为代表的现代育种技术通过有机的相互融合,选育抗病的茄子品种,通过抗病

品种防治茄子黄萎病具有良好的前景,并逐渐成为茄子产业育种中的主流。因此,大面积推广选育抗病的茄子品种,不仅有利于从根本上防治茄子黄萎病,同时还能减少化学抗菌剂的使用,在环境问题日益突出的今天有重要的现实意义。各国学者虽培育出了一些优良抗病品种,但在连作的条件下,效果不是很明显。

2.1.2 嫁接

采用生育健壮、根系发达和适应能力强的野生茄子作砧木,所选种的茄子品种做接穗,嫁接进行换根处理,这是当前防治因重茬、土壤带菌严重造成的茄子黄萎病的最有效的措施。生产上砧木常采用托鲁巴姆、刺茄或赤茄,其中以托鲁巴姆的嫁接亲和性较强,生长势增强明显,因此在生产上应用最多。一般砧木托鲁巴姆每667 m²用种量为10~15 g,接穗品种每667 m²用种量为30~40 g。茄子嫁接防病技术的示范成功,为黄萎病的防治开辟了新的途径。

2.1.3 轮作

大丽轮枝菌作为引起茄子黄萎病的主要病原菌,在土壤中主要以微菌核的形式存在^[5]。轮作作为综合防治茄子黄萎病的重要措施,不仅能够降低土壤中微菌核的数量,还可以均衡利用土壤养分、调节土壤肥力。大丽轮枝菌可作用于茄科、十字花科、豆科和菊科等科的作物,不易作用于水稻、玉米和高粱等禾本科作物,因此茄子可以与禾本科作物实行2~3年甚至更长时间的轮作,进一步减轻茄子黄萎病危害。除轮作外,合理选地、培养无菌壮苗、搞好田间卫生和深耕翻种等措施,对抑制大丽轮枝菌的传播和黄萎病的发生同样具有重要作用。

2.2 化学防治

化学防治是指采用有机硫杀菌剂、无机杀菌剂、有机磷杀菌剂、取代苯类杀菌剂、熏蒸剂和有机杂环类杀菌剂等化学药剂用于防治作物病原菌。目前,茄子黄萎病的化学防治主要通过使用土壤熏蒸剂或真菌杀菌剂,减少土壤内微菌核的数量,从而有效地控制该病的发生^[6]。在茄子播种前,使用内吸性杀菌剂对种子进行拌种,使用土壤消毒剂对苗床土壤进行消毒,并使用DT农药进行灌根或喷雾;在育苗结束至茄子黄萎病的发病初期,使用络氨铜、抗枯宁和多菌灵等植物抗菌剂对茄子进行抗病菌保护;在茄子黄萎病的发病期间,可使用敌克松或多菌灵等植物抗菌剂进行抗病菌治疗。综上所述,化学防治可以

提高茄子的产量和品质。农药具有高效、速效、使用方便、经济效益高等优点,当前化学防治仍然是应用最广泛的防治措施。但使用不当可对植物产生药害,引起人畜中毒,杀伤有益微生物,导致病原物产生抗药性,且耗费人力、增加投资、农药的高残留还可造成环境污染。

2.3 物理防治

棚室内环境密闭、条件温和、多重茬种植、化肥大量使用,造成了大棚中致病菌的累积,且使土壤板结、盐渍化现象严重。高温闷棚是一种价格低、省时省力、可大规模推广的物理防治方法^[7]。目前,一般采用高温闷棚的方法来减少大棚茄子黄萎病的发生^[8]。

每年最热的7月下旬至8月上旬,在大棚地表上均匀撒施尿素、秸秆腐熟剂、粉碎的秸秆和杂草等,然后对大棚土壤进行深翻,浇透水,再覆盖塑料薄膜,闷棚,使大棚的地表温度迅速升温到45℃以上,闷棚时间为10d左右。研究发现,茄子黄萎病的主要致病菌大丽轮枝菌在45℃以上的高温作用下生长明显受到抑制,甚至出现菌体死亡的现象^[9]。综上所述,物理防治不仅价格低、省时省力,而且还能保证食品安全,维护环境的健康可持续发展。

2.4 生物防治

化学杀菌剂在防治茄子黄萎病方面具有显著的效果,但其使用过程中造成的环境污染和药物残留问题,与人们对绿色食品生活的需求和环境可持续发展的追求相悖,而且也不符合发展可持续农业的目标。生物防治茄子黄萎病主要是采用生物手段影响大丽轮枝菌微菌核和孢子萌发、土壤中微菌核的数量,减少第二年的初侵染来源,从而控制茄子黄萎病的发生^[10]。现代植物保护学研究发现,木霉菌、假单胞杆菌、枯草芽孢杆菌、链霉菌和一些植物的内生菌不仅可有效地抵抗大丽轮枝菌,还能够促进茄子的健康生长,且作用效果显著^[11]。

3 存在问题与展望

茄子黄萎病为土壤传播的一种常见真菌病害,防治难度较大,对茄子产业危害较大。目前,土传病害的防治措施主要有抗病品种的选育、生态防治以及最常用的化学防治等,但这些防治措施都存在一定的局限性,如(1)选育的抗病品种的抗病能力维持时间短,且目前选育品

种的抗病能力和产量品质还未实现有机结合;(2)土地面积有限,生态防治中的轮作难以实施;(3)化学杀菌剂的大量使用,甚至是滥用,造成化学药物在土壤中大量蓄积,进而造成环境污染、化学药物的抗性和残留等问题。

近年来,茄子黄萎病的发病率呈现逐年上升的趋势,国内外科研学者采用多种方法来抵抗茄子黄萎病的发生,但效果不尽人意,且目前市场上已有的多种针对茄子黄萎病的化学药剂效果具有局限性。随着农业的发展,植物病虫害对农业发展的制约作用日益凸显。单纯从某一方面入手,很难从根本上解决问题。这就需要从我国的实际出发,结合目标植物的特点综合选择防治措施,从而达到理想的防治效果。大多数病害都要由几种措施相配合进行综合防治,才能得到较好的效果。过度地依赖单一的防治措施可能导致防治失败或带来生态问题。

参考文献:

- [1] 刘晶晶. 茄子黄萎病病原菌分化、检测及生物防治的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [2] 于森. 河北省茄子黄萎病菌的分离鉴定及抗性资源筛选[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [3] 庄勇, 王述彬. 茄子黄萎病的发生和流行及综合防治技术[J]. 上海蔬菜, 2006(4): 61.
- [4] 唐保宏. 茄子黄萎病系统诱导抗性机理及应用技术研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2003.
- [5] 刘庆华. 茄子发育期土壤中木霉种群结构及其对茄黄萎病菌生防机理的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2003.
- [6] 姚小桐. 生物熏蒸结合枯草芽孢杆菌防控茄子黄萎病及对土壤养分影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.
- [7] 石琳琪, 董灵迪, 郭敬华, 等. 土壤湿度及填充物对高温闷棚地温及茄子黄萎病防治效果的影响[J]. 河北农业科学, 2010, 14(1): 44-45.
- [8] 杨振翠. 白银市日光温室蔬菜土传病害无公害综合治理技术研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2005.
- [9] 庞叶洲. 大丽轮枝菌侵染对茄子幼苗生理特性及基因表达的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [10] 魏锋. 土壤中大丽轮枝菌微菌核的定量流行病学研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2016.
- [11] 崔倩. 几种植物残体及韭菜提取物对大丽轮枝菌的抑菌作用[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2014.