

目次

专家论坛·果蔬籽油专题

果蔬籽油提取技术研究进展	吴翰,宋元达(1)
果蔬籽油生物活性研究进展	贺明,解志轲,于书燕,肖海芳(6)
葡萄籽油有效成分分析方法研究进展	刘青,刘煜琦铭,田慧敏,邱一秀,宋元达(11)
龙眼籽油的开发与利用	李鹏程,王艳霞,周蕾,石洁,张瑶(16)
柑橘精油的提取及在食品保鲜中的应用	田梦瑶,张映瞳,胡花丽(21)

果蔬加工

青橄榄微波烫漂及酶解制汁工艺研究	张玲,黄晓翠,陈淇,李春海,蔡燕(26)
灰绿碱蓬多糖脱蛋白工艺研究	付建鑫,邵家威,张炳文,方奕珊,张桂香(33)
荞麦产品加工现状分析与建议	刘军秀,贾瑞玲,刘彦明,赵小琴,马宁(38)

综合利用

天然化合物防治茄科青枯劳尔氏菌研究进展	王琳琳,张恒恺,陈欣鑫,陈立,李建科(42)
马铃薯淀粉加工的副产物及资源化利用现状	张煜欣,刘慧燕,方海田,李海峰,马江涛,谢玉芬,周会宁(46)

流通保鲜

纳米材料在果蔬保鲜中的应用效果分析	曲健磊,李晓风(53)
-------------------------	-------------

质量控制

氯虫苯甲酰胺水分散粒剂对桃小食心虫的防治效果研究	关春林,张苗,朱文雅(56)
不同授粉方式对日光温室草莓授粉效果的比较	赵改灵,李秦,张洁(59)
设施蔬菜化肥农药减量增效技术	冯燕青,梁增文,胡永军,林桂玉,田素波,王蕾,刘占伟,庞相群(62)

产业发展

食品流通环节安全检测现状与对策	江凤平(66)
蔬菜产销对接问题与对策分析	陈名蔚,王峰,陆亚琴,周爱军,韩益飞,许明(69)

果蔬博览

条纹富士芽变新品种——艾山红的选育 孙燕霞,宋来庆,赵玲玲,刘美英,唐岩,王国峰,张学勇,刘大亮,姜中武(72)
平原低洼地苹果园雨季管理措施探讨 魏守学(75)

栽培技术

鸭梨的种植技术 李爱巧(78)
西藏苹果集约化生产技术 路贵龙,张凯,闵治平,赵海英,土旦吉热,南吉卓玛,李艳锋(81)

《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 朱凤涛 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1期
(第40卷,总第261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

执行主编:宋元达

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:zggsxb@163.com;

zhggc@public.jn.sd.cn

网 址: <http://zggsxb.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

Experts Forum•Special Topic of Fruit and Vegetable Seed Oil

Research Progress on Extracting Methods of Seed Oils from Fruits and Vegetables

..... WU Han, SONG Yuan-da(1)

Research Progress on Biological Activities of Seed Oils from Fruits and Vegetables

..... HE Ming, XIE Zhi-ke, YU Shu-yan, XIAO Hai-fang(6)

Research Progress on the Determination of Active Components in Grape Seed Oil

..... LIU Qing, LIU Yu-qi-ming, TIAN Hui-min, QIU Yi-xiu, SONG Yuan-da(11)

Development and Utilization of Longan Seed Oil

..... LI Peng-cheng, WANG Yan-xia, ZHOU Lei, SHI Jie, ZHANG Yao(16)

The Extraction and Application of Citrus Essential Oil in Food Preservation

..... TIAN Meng-Yao, ZHANG Ying-Tong, HU Hua-Li(21)

Process

Study on Microwave Blanching and Enzymatic Hydrolysis Assisted Juice Pressing of Green Olive

..... ZHANG Ling, HUANG Xiao-cui, CHEN Qi, LI Chun-hai, CAI Yan(26)

Study on Deproteinization Process of Polysaccharide from *Suaeda glauca* Bunge

..... FU Jian-xin, SHAO Jia-wei, ZHANG Bing-wen, FANG Yi-shan, ZHANG Gui-xiang(33)

Status Analysis and Suggestions on Buckwheat Product Processing

..... LIU Jun-xiu, JIA Rui-ling, LIU Yan-ming, ZHAO Xiao-qin, MA Ning(38)

Comprehensive Utilization

Research Progress of Natural Compounds against *Ralstonia solanacearum*

..... WANG Lin-lin, ZHANG Heng-kai, CHEN Xin-xin, CHEN Li, LI Jian-ke(42)

The By-products of Potato Starch Processing and Its Resource Utilization

..... ZHANG Yu-xin, LIU Hui-yan, FANG Hai-tian, LI Hai-feng, MA Jiang-tao, XIE Yu-fen, ZHOU Hui-ning(46)

Circulation and Preservation

Analysis on the Application Effect of Nanomaterials in Fruits and Vegetables Preservation

..... QU Jian-lei, LI Xiao-feng(53)

Quality Control

Study on the Control Effect of Chlorantraniliprole Water Dispersible Granule on *Carposina sasakii* Matsumura

..... GUAN Chun-lin, ZHANG Miao, ZHU Wen-ya(56)

Comparison of Pollination Effect of Different Modes on Strawberry in Greenhouse

..... ZHAO Gai-ling, LI Qin, ZHANG Jie(59)

Technologies for Reducing Fertilizers and Increasing Efficiency in Greenhouse Vegetables

..... FENG Yan-qing, LIANG Zeng-wen, HU Yong-jun, LIN Gui-yu, TIAN Su-bo,
WANG Lei, LIU Zhan-wei, PANG Xiang-qun(62)

Industry Development

Current Situation and Countermeasures on Safety Detection of Food Circulation

..... JIANG Feng-ping(66)

Analysis on Problem Research and Development Countermeasure of Vegetable Production and Marketing Docking

..... CHEN Ming-wei, WANG Feng, LU Ya-qin, ZHOU Ai-jun, HAN Yi-fei, XU Ming(69)

Fruit and Vegetable Expo

Breeding of "Aishanhong"—A New Bud Variety of Striped "Fuji"

..... SUN Yan-xia, SONG Lai-qing, ZHAO Ling-ling, LIU Mei-ying, TANG Yan, WANG Guo-feng,
ZHANG Xue-yong, LIU Da-liang, JIANG Zhong-wu(72)

Discussion on the Rainy Season Management of Apple Orchard in Plain Low-lying Land

..... WEI Shou-xue(75)

Cultivation Management

Planting Technology of "Yali" Pear

..... LI Ai-qiao(78)

Technology of Intensive Cultivation and Management of Apple in Tibet

..... LU Gui-long, ZHANG Kai, MIN Zhi-ping, ZHAO Hai-ying, TUDAN Ji-re, NANJI Zhuo-ma, LI Yan-feng(81)



CHINA FRUIT & VEGETABLE

No.1 2020 Tot.261

Publisher: "China Fruit & Vegetable" Editorial Department

Editor-in-chief: FENG Jian-hua

Executive editor: SONG Yuan-da

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: zgxcxs@163.com; zhggc@public.jn.sd.cn

Website: <http://zgxp.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



宋元达,男,1964年11月生,英国赫尔大学生物学博士,山东理工大学二级教授,博士生导师,泰山产业领军人才,山东省高校农产品功能化技术重点实验室主任,山东理工大学食品与营养研究院副院长,中国营养健康城市协会副会长,山东省食品科学技术学会常务理事。主要从事食品生物技术、食品营养与健康的教学与研究工作。

专家述评

我国是水果、蔬菜种植大国,果蔬种植面积占世界总面积的20%以上,产量居世界前列。然而,目前我国生产的果蔬大多用作普通食品,深加工的产值仅占果蔬总产值的15%左右。尤其是水果,在国内一般用于鲜食,加工用量仅占10%~20%,与发达国家相比存在很大差距。另外,在果蔬食用和加工过程中,大量的果皮、果蔬籽(如葡萄籽、石榴籽等)未经加工利用,直接随皮渣被丢弃,造成极大的资源浪费和环境污染。研究显示,果蔬籽中不仅含有不饱和脂肪酸如亚油酸、亚麻酸、共轭多烯酸等有效调控慢性病的功能性油脂,还含有丰富的蛋白质、维生素、挥发性活性成分以及多酚黄酮类等具有保健功能的活性物质。研究开发果蔬籽加工技术,生产高品质功能性油脂,不仅可以变废为宝,还可以进一步丰富我国食用油市场,对提升我国稀缺油脂工业产业技术水平,促进区域特色经济发展,促进民众身体健康具有十分重要的意义。

相对于传统植物油脂,关于果蔬籽油的研究尚处于起步阶段,且这些研究的集中在果蔬籽油的提取及成分分析,采用压榨法、浸提法、超临界CO₂萃取法、水酶法等传统提取技术提取果蔬籽油,并研究了果蔬籽油的营养成分及其在抗氧化、抗癌、调节血脂、提高免疫力等方面的生物活性。迄今为止,主要研究的水果籽包括苹果籽、葡萄籽、石榴籽等。苹果籽是苹果汁加工的副产物之一,含油率约为28%,高于一般大豆的含油量(18%~22%)。2017年我国苹果总产量4 139万t,用于加工榨汁用的苹果约为500多万t,按平均含籽率0.21%计算,可得到约1万t的苹果籽,可生产2 800t的苹果籽油。苹果籽油中不饱和脂肪酸含量约占脂肪酸总量的90%,其中亚油酸占50%左右、油酸占40%左右。另外,苹果籽油中还含有大量的植物甾醇,具有降低血脂和胆固醇、抑菌、消炎退热、抗氧化、抗肿瘤、免疫调节等功效,可用作食品的天然甜味剂和抗氧化剂。2018年我国葡萄产量约1 366万t,其中80%用于酿酒,葡萄籽约占鲜葡萄质量的7%~10%,葡萄籽含油量为14.0%~17.0%。初步估计每年葡萄酒生产产生的葡萄籽达92.9万t,可以生产14.4万t葡萄籽油。葡萄籽油含大量的不饱和脂肪酸,总含量超过90.0%,其中亚油酸含量为58.0%~78.0%,油酸含量为12.0%~28.0%,棕榈酸含量为5.5%~11.0%,亚麻酸含量为1.0%。2017年我国石榴产量达120万t。石榴籽约占果实总质量的12.5%,含油量约为40%~50%,如果全部加工,可生产约7万t石榴籽油。石榴籽油含六种主要脂肪酸:石榴酸、亚麻酸、亚油酸、油酸、棕榈酸、硬脂酸等,其中石榴酸约占86%。石榴酸是一种独特的共轭型Omega-3多不饱和脂肪酸,是一种非常优秀的抗氧化剂,具有延缓衰老、美容等功能,还可以预防动脉粥样硬化,减缓癌变进程,防治乳腺癌等。另外,石榴籽油中含有的鞣花酸具有较强的抗氧化和祛斑作用;石榴多酚可以增强血管弹性、保护视力和减缓脑细胞的衰老。2018年我国猕猴桃总产量达215万t,猕猴桃籽约占果肉的1.2%,猕猴桃籽的含油量一般为22.0%~24.0%,最高可达35%。猕猴桃籽油中不饱和脂肪酸含量达89.47%,特别是亚麻酸含量高达63.9%。这是除了亚麻籽油和苏子油外,又一新型高 α -亚麻酸的功能性油脂。

对蔬菜籽油的研究相对较少,目前初步研究的包括番茄籽和萝卜籽等。番茄籽油中含有丰富的不饱和脂肪酸、VE和番茄红素,具有很高的保健功能,是一种重要的高级营养油脂。番茄红素是目前自然界中被发现的最强的抗氧化剂之一,其清除自由基的功效远高于其他类胡萝卜素和VE,具有调节血脂、延缓衰老、降低辐射损害、保护皮肤、维护女性健康等作用。但番茄籽油的产量较少,1 000 kg鲜番茄最多只能取得500 g油。萝卜籽油中富含莱菔素(又称萝卜籽素、萝卜硫素),含量高达115 mg/kg。萝卜籽中莱菔素是目前蔬菜中发现的抗癌活性最强的植物活性成分。生物实验证明,莱菔素具有抗肿瘤、解毒抗菌、抗氧化的作用,对肝癌、乳腺癌、肺癌、食道癌、胃癌有明显的阻断作用。此外,萝卜籽油的不饱和脂肪酸含量较高(90.07%),其中单不饱和脂肪酸(72.1%)与橄榄油相当。

综上所述,目前,我国油脂加工普遍以大豆、花生等大宗油料为主,果蔬籽油这类的新型稀缺小宗油脂一直以来未能进行大规模的生产及应用。但是果蔬籽油大多数又具有很高的营养价值和保健作用。将来有必要进一步开展绿色提取技术、油脂的活性成分及其功能作用机制研究,并开发功能性或特医食品,有利于提高果蔬产品深加工水平,进一步提升果蔬产品经济效益。这对我国水果、蔬菜产业的迅速发展起着重要的促进作用,对推动我国农业产业化具有重要意义。

果蔬籽油提取技术研究进展

吴翰, 宋元达*

(山东理工大学农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255000)

摘要: 果蔬籽油是从水果和蔬菜种子中提取得到的植物油脂, 传统果蔬籽油提取技术存在出油率不高、有机溶剂残留等问题, 已经无法满足现代工业的发展要求。因此, 研究并改进果蔬籽油提取的相关技术具有重要的应用价值。本文通过对果蔬籽油传统和现代提取技术及原理的简单介绍, 比较了不同方法的优缺点, 得出了果蔬籽油提取技术的发展趋势, 提出了建议, 旨在为今后果蔬籽油工业的发展提供参考。

关键词: 果蔬籽油; 提取技术; 传统方法; 新兴方法; 研究进展

中图分类号: TS255.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0001-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.001

Research Progress on Extracting Methods of Seed Oils from Fruits and Vegetables

WU Han, SONG Yuan-da*

(School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology,
Zibo 255000, China)

Abstract: Seed oils from fruits and vegetables are plant oils produced by extracting fruit and vegetable seeds. However, the traditional extraction technologies for seed oil from fruits and vegetables have some problems such as low oil yield and residual organic solvents, which cannot meet the requirement for modern industry. Therefore, studying and improving related technologies of fruits and vegetables seed oil extraction have important application values. This article introduced the traditional and modern extraction methods and principles of fruits and vegetables seed oils, and compared the main advantages and disadvantages of various technical methods to provide the reference of the development of plant oil industry.

Key words: Seed oils from fruits and vegetables; extracting methods; traditional method; emerging methods; research; process

收稿日期: 2019-12-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(31670064); 泰山产业领军人才项目(tscy20160101)

作者简介: 吴翰(1991—), 男, 在读博士研究生, 研究方向为食品生物技术

* 通信作者: 宋元达(1964—), 男, 二级教授、博士生导师、泰山产业领军人才, 主要从事食品生物技术、营养与健康的教学与研究工作

果蔬在人们日常生活中必不可少,果蔬籽目前多以废弃物的形式被扔掉,但大部分果蔬籽富含油脂,而且不同果蔬籽含油量差异较大,如葡萄籽含油量 10%~14%^[1],而南瓜籽含油量可达到 49%^[2]。研究发现,有些果蔬籽油含有一些功能性成分,如紫苏籽油富含 α -亚麻酸^[3],黑加仑籽油富含 γ -亚麻酸^[4],葡萄籽油^[5]与石榴籽油^[6]富含多酚、甾醇、黄酮等具有生物活性的物质。亚麻酸是人体必需脂肪酸,参与合成人体多种重要成分如前列腺素^[7-8],而多酚与黄酮等多种生物活性物质,具有抗氧化、抗癌症和调节血脂等功能^[9]。因此,研究果蔬籽油提取技术具有重要的应用价值。本文就果蔬籽油提取技术及研究进展进行了综述,以期能指导果蔬籽油的资源化应用。

1 传统果蔬籽油的提取方法及其优缺点

传统果蔬籽油的提取方法一般有压榨法和浸出法两种。

1.1 压榨法

压榨法是借助机械外力的作用,将油脂从油料中挤压出来的一种提取方法,是目前国内植物油脂提取的主要方法^[10]。压榨法分为热榨法和冷榨法。热榨法首先去除种子中的和尘土类杂质,然后进行破碎、蒸炒、挤压等,以促进油脂分离。目前,为保证成品的天然健康,多数植物油生产工艺采用冷榨法提取,即不用蒸炒等高温处理,在较低温度下制取纯绿色无污染的食用油^[11]。压榨法适应性强,工艺操作简单,生产设备维修方便,生产规模大小灵活,适合各种植物油的提取,同时生产比较安全。按照提油设备来分,压榨法提油有液压机榨油和螺旋机榨油两种。液压榨油机又可以分为立式和卧式两类,目前广泛使用的是立式液压榨油机。压榨法存在出油率低、劳动强度大、生产效率低的缺点,并且由于榨油过程中有生坯蒸炒的工序,蛋白质变性严重,油料资源综合利用率低^[10]。魏贞伟等^[12]利用压榨法提取葡萄籽油,结果发现,经过工艺优化提取葡萄籽的最大油量占葡萄籽的 9%。

1.2 浸出法

浸出法是一种较先进的提油方法,它是应用固液萃取的原理,选用某种能够溶解油脂的有机溶剂,经过对油料的接触(浸泡或喷淋等),使油料中油脂被萃取出来的一种方法,多采用先预榨饼后再浸提的方式。常见的浸出剂有石油醚、乙醚、丙酮等,其中最典型的是 6 号溶剂油,其主要成分为六个碳的烷烃和环烷烃,沸点一般在 60~90 ℃。由于 6 号溶剂油是从石油中提炼的产品,而石油

能源短缺、市场价高,且残余的高沸点溶剂会对饼粕与食用油的卫生安全产生影响,所以需要开发替代溶剂。浸出法具有出油率高、劳动强度低、生产效率高、出油质量好、容易实现大规模和自动化生产等优点;其缺点是浸提出来的毛油含非油物质较多,色泽较深,质量较差,且浸出所用溶剂易燃易爆,具有一定的毒性,生产的安全性差以及会造成油脂中有机溶剂的残留^[10]。

朱继华等^[13]利用有机溶剂提取紫苏籽油,结果表明乙酸乙酯为溶剂,温度为 77 ℃,时间为 8 h 和料液比为 1:30(w/v)的条件下提取效果最好,其提取的紫苏籽最大油量占总油脂含量的 69.89%;马绍英等^[14]利用有机溶剂法提取葡萄籽油、白藜芦醇与原花青素,提取葡萄籽最大油量占葡萄籽的 23.15%;朱庆书等^[15]利用响应面优化有机溶剂法提取石榴籽油,在提取工艺条件液固比 33:1 (mL/g),提取温度 98 ℃,压力 0.25 MPa 下提取 30 min,提取的石榴籽最大油量占石榴籽的 25.8%。

2 新兴果蔬籽油的提取方法及特点

2.1 水酶法

水酶法是一种新兴的籽油脂与蛋白质分离的方法。它将酶制剂应用于油脂分离,首先利用机械破坏油料细胞壁,然后利用生物酶(纤维素酶、果胶酶、蛋白酶等)来降解果蔬籽细胞壁及其内部的脂蛋白和脂多糖等,从而释放出油脂,再利用非油成分(蛋白质和碳水化合物)对油和水亲和力的差异及油水比重的不同将油与非油成分分离。水酶法的优势是不使用有机溶剂和高温高压,与传统提油工艺相比,水酶法具有处理条件温和,体系中的降解产物一般不与提取物发生反应,可以有效地保护油脂、蛋白质等可利用成分的特点。在得油的同时还能有效回收植物原料中的蛋白质(或其水解产物)及碳水化合物。工艺简单、能耗低、并且废水中 BOD 与 COD 值低,易处理,污染少,符合“安全、高效、绿色”的要求^[16]。袁德成等^[17]使用碱性蛋白酶水解紫苏籽提取油脂,经过优化后提取紫苏籽最大油量占紫苏籽的 37.65%,并且 α -亚麻酸含量占总脂肪酸含量的 67.9%;朱振宝等^[18]使用 Alcalase 2.4 L 蛋白酶提取大扁杏仁油,经过优化提取的杏仁油量占总油脂含量的 72.1%,并且提取的油脂质量高于溶剂法。吕珊珊等^[19]使用纤维素酶与蛋白酶提取葡萄籽油,经过优化葡萄籽最大提油量占葡萄籽的 13.26%。罗述博等^[20]使用碱性蛋白酶水解籽瓜种子提油,经过优化提取

的籽瓜籽油占油脂含量的 76.5%。

2.2 超临界 CO₂ 萃取法

超临界流体是指温度与压力在超临界点以上的流体。超临界流体的物理化学性质介于液体与气体之间。其密度接近液体,因此具有良好的溶解性;而其黏度接近气体,因此具有良好的流动性。这样的特性使得超临界流体渗透和萃取能力都比较强,传质速度快从而很容易进入组织内部^[20]。而 CO₂ 具有临界温度(31.1 ℃)低,临界压力(7.38 MPa)较低,具有萃取效果好等特性,使得 CO₂ 成为较广泛使用的超临界萃取物质。超临界 CO₂ 提取果蔬籽油具有许多优点,如工艺简单、节约能源、萃取温度低,能保护生物活性物质(多酚、黄酮等)等。CO₂ 作为萃取溶剂,资源丰富、价格低、无毒、不燃不爆、不污染环境,且常温常压下为气体,提取的果蔬籽油无溶剂残留。超临界 CO₂ 萃取法的缺点也很明显,如设备昂贵、生产成本低、普及率低等,因此在应用方面受到一定的限制。

刘小莉等^[21]使用超临界 CO₂ 提取黑莓籽油时发现,该方法提取的最大油量占油脂含量的 68.99%;孙秀青^[23]使用超临界 CO₂ 提取雪梨籽油,最佳条件下提取的最大油量占雪梨籽的 23.9%。

2.3 超声辅助萃取法

超声波是频率大于 20 kHz 的声波,具有定向、反射和透射等特性。超声波的波动形式因方向性强可用于物质分析检测;其能量形式可以改变介质形态,从而加速化学反应或触发新的反应通道。超声波作用原理主要表现为空化效应,并伴随热效应和机械效应。空化使界面扩散层上分子扩散加剧,在油脂提取过程中会加快油脂渗出速度,提高出油率。超声波提取技术具有适用范围广、成本低、操作简便等优点。然而,超声波提取过程会产生高温高压,导致超氧自由基和不良风味的产生^[24]。

Shadi Samaram 等^[25]利用超声波辅助提取番木瓜籽油,经过响应面优化在提取温度为 625 ℃,超声功率 700 W,液固比 7:1 的条件下,提取的最大油量占番木瓜籽的 23.3%,抗氧化活性保持在 88.1%。Betsabé Hernández-Santos 等^[26]利用超声波辅助提取南瓜籽油,经过响应面优化提取的最大油量占油脂含量的 89.02%,并且油脂品质较好。

2.4 微波辅助萃取法

微波是指波长在 0.1 mm~1 m、频率在 300 MHz~3 000 GHz 的电磁波,它介于红外线和无线电波之间。微波辅助萃

取法是一种通过微波产热,使细胞内的温度迅速上升,从而破坏细胞壁促进脂肪溶出的萃取方法。该方法具有穿透力强、加热快、能耗低、溶剂用量小等特点。

木太里普·吐逊等^[27]使用微波辅助提取葫芦籽油,结果发现提取时间为 3 min,功率为 800 W,料液比为 1:8 时,提取的葫芦籽最大油量占葫芦籽的 43.5%;刘树恒等^[28]使用微波辅助提取紫荆籽油,优化工艺后提取时间为 20 min、微波功率为 300 W、液料比为 12:1,提取的紫荆籽最大油量占油脂含量的 94.9%,提取的油脂呈现出透明的淡黄色,酸值 1.8 mgNaOH/g、皂化值 177.9 mgKOH/g、碘值 134.6 g/100 g、过氧化值 18.8 mmol/kg,这表明该法提取的油脂具有较高的品质和利用价值。

2.5 其他技术

除了上述几种常见的技术外,也有些研究人员尝试了其他提取技术。如 Júlia Ribeiro Sarkis 等^[29]利用脉冲电场和高压放电法提取芝麻油,两种方法都提高了油脂的提取率,但是脉冲电场的提取率较低而高压放电法的油损失较大。

有不少学者采取多种技术相结合的方法提高油脂提取率。如张妍等^[30]使用超声波辅助水酶法提取菜籽油,经过响应面优化得到最优超声条件为超声温度 40 ℃、超声功率 350 W、超声时间 60 min,此时提取的菜籽最大油量占油脂含量的 67.55%。在此超声条件下优化酶的种类,最后提取菜籽的最大油量占油脂含量的 72.87%。马文君等^[31]使用超声波辅助水酶法提取月见草籽油,得出最佳预处理条件为超声功率 300 W、超声时间 30 min、超声温度 60 ℃;采用 Alcalase 2.4 L 碱性蛋白酶进行酶解,利用响应面优化试验,确定最优的月见草籽油脂提取工艺为料液比 5.4(w/w)、酶添加量 1.38(V/w)、酶解温度 62.5 ℃、酶解时间 2.8 h,提取月见草籽最大油量占油脂含量的 84.32%。Jiao Jiao 等^[32]使用微波辅助水酶法提取南瓜籽油,通过试验得出最优酶组合为纤维素酶、果胶酶与蛋白酶,最优处理条件为酶浓度 1.4%,温度 44 ℃,时间 66 min,微波功率 419 W,此时提取的南瓜籽最大油量占油脂含量的 64.17%。

3 果蔬籽油提取技术的发展趋势

作为果蔬的废弃物,果蔬籽中富含的果蔬籽油尚未得到有效的开发利用,尤其是一些果蔬籽油含有传统食用油脂不具有的功能性成分。而传统果蔬籽油提取方法已经不能满足现代工业的发展和国际竞争的要求,需要对其工艺

进行改进,以提高出油率。生产效率高及保证生产安全、实用、三低(低能耗、低成本、低温)、无溶剂残留是最理想的提取方法。果蔬籽油的提取经历了有机溶剂萃取、使用少量有机溶剂以及不使用有机溶剂萃取等发展历程^[1]。

传统果蔬籽油提取方法如压榨法,虽然未使用有毒有害的有机溶剂,但其提取温度高、劳动强度大、生产效率低。浸出法虽然生产效率比压榨法高,但使用大量有毒有害的有机试剂,提取的油脂容易出现有毒溶剂残留等问题,所以传统工艺不利于企业的长远发展,其工业应用受限。现代果蔬籽油提取方法中超声波、微波辅助提取等技术较传统工艺生产效率高,使用少量的有机溶剂便可获得大量油脂,较环保,具有广泛的工业应用与发展前景。而水酶法、超临界 CO₂ 萃取法完全不使用有机溶剂,比超声波、微波辅助提取技术更加绿色环保,具有更广泛的工业应用和发展前景。到目前为止,水酶法、超临界 CO₂ 萃取法均已被成功运用到多种果蔬籽油提取中,如使用水酶法成功提取紫苏籽^[17]、石榴籽^[33]、葡萄籽^[19]、南瓜籽^[34]等果蔬籽油,使用超临界 CO₂ 提取法提取黑加仑籽^[35]、打瓜籽^[36]、葡萄籽^[37]、南瓜籽^[38]等果蔬籽油。

目前,多数企业生产仍然采用传统工艺,不仅生产效率低而且对环境污染严重,阻碍了企业的发展壮大。油脂加工业要实现持续发展,需要革新技术、采用环保的方式解决瓶颈问题,即采用绿色工艺进行油脂生产,如采用水酶法或超临界 CO₂ 萃取法。但是这些技术也存在需要改进的地方,如水酶法容易出现微生物污染等问题,而超临界 CO₂ 萃取法具有生产设备成本高、难以规模化等问题,使其应用受限。随着科学技术的发展,经济条件的改善,环保意识的提高,这些问题都可以得到有效解决。新兴环保的果蔬籽油提取技术将有可能替代传统技术在油脂生产中大量应用,助力油脂加工工业的发展。

参考文献:

- [1] 何保江,王玉芳,张文娟,等.超临界流体萃取葡萄籽油工艺优化[J].食品工业,2014(2): 112-115.
- [2] 王丽波,徐雅琴,杨昱,等.南瓜籽油的水酶法提取工艺及产品的理化性质[J].农业工程学报,2011,27(10): 383-387.
- [3] 江东文,黄佳佳,蓝少鹏,等.紫苏籽油研究进展概述[J].粮食流通技术,2017,3(6): 1-3.
- [4] 焦淑清,张萍,张云杰.响应面法优化黑加仑籽油中 γ -亚麻酸富集工艺[J].食品研究与开发,2014(8): 51-54.
- [5] 宋芳,张玉斌,田园,等.超临界二氧化碳萃取葡萄籽油及其脂肪酸的分析[J].中国食品工业,2014(7): 50-53.
- [6] 申元福,赵琦,陈芳,等.石榴籽油总多酚含量测定方法的优化[J].食品研究与开发,2017,38(24): 118-123.
- [7] 展雯琳,吕宁,张蕾,等. α -亚麻酸纯化技术研究进展[J].现代食品,2016(4): 27-30.
- [8] 彭永健,许新德,吕红萍,等. γ -亚麻酸的研究进展[J].中国油脂,2015(B10): 84-87.
- [9] 方一杰,徐岩成,安毛毛,等.黄酮类化合物的药理学和药理作用研究进展[J].药学服务与研究,2015,15(1): 6-9.
- [10] 李小鹏,董文斌.植物油脂提取工艺研究新进展[J].现代商贸工业,2007,19(8): 201-202.
- [11] 罗蔓莉,李学英,王大忠,等.油脂提取技术研究现状[J].现代农业科技,2013(23): 297-299.
- [12] 魏贞伟,陈玉宏,王俊国.压榨法生产葡萄籽油及精炼工艺实践[J].中国油脂,2015,40(2): 16-18.
- [13] 朱继华,胡浩斌,郑旭东,等.紫苏籽油提取溶剂的优化选择及最佳工艺条件探讨[J].农业工程技术(农产品加工业),2014(3): 31-34.
- [14] 马绍英,苏利荣,李胜,等.葡萄籽中原花青素、葡萄籽油和白藜芦醇的联合提取[J].甘肃农业大学学报,2015(5): 145-149.
- [15] 朱庆书,赵文英,佑英,等.响应面法优化加压提取石榴籽油工艺[J].生物加工过程,2015(5): 37-41.
- [16] 安晓东,梁椿松,管磊,等.水酶法制取油茶籽油的研究进展[J].粮油加工(电子版),2015(12): 47-50.
- [17] 袁德成,王菲,崔新爽,等.水酶法提取紫苏籽油工艺[J].植物研究,2019,39(4): 619-626.
- [18] 朱振宝,刘旷,易建华,等.大扁杏仁油水酶法提取工艺优化[J].中国油脂,2014,39(1): 10-14.
- [19] 吕姗姗,胡潇君,王超.水酶法提取葡萄籽油的工艺研究[J].粮油加工,2010(12): 7-10.
- [20] 罗述博,张超,赵晓燕,等.水酶法提取籽瓜种子油脂工艺的优化[J].中国粮油学报,2012,27(12): 73-77.
- [21] 杜喜玲.超临界流体萃取技术及其在油脂加工中的应用的研究进展[J].北京农业,2015(26): 188-189.
- [22] 刘小莉,周剑忠,朱佳娜,等.黑莓籽油提取及成分分析[J].江苏农业学报,2011(6): 269-271.
- [23] 孙秀青.超临界流体萃取雪梨籽油的研究[J].食品研究与开发,2014(24): 53-56.
- [24] 陈芳芳,孙晓洋,王兴国,等.超声波技术在油脂工业中的应用和研究进展[J].中国油脂,2012,37(10): 76-80.

(下转第10页)

果蔬籽油生物活性研究进展

贺明, 解志轲, 于书燕, 肖海芳*

(山东理工大学农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255000)

摘要: 果蔬籽油是由果蔬籽经压榨或萃取工艺制得的植物油脂。果蔬籽油含有丰富的维生素、多不饱和脂肪酸、有机酸等活性成分, 这些成分赋予了果蔬籽油抗氧化、抗癌、调节血脂和调节免疫系统等生物活性。本文综述了果蔬籽油生物活性的研究进展, 旨在为果蔬籽油的综合开发和利用提供理论依据和指导。

关键词: 果蔬籽油; 活性成分; 生物活性; 研究进展

中图分类号: TS255.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0006-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.002

Research Progress on Biological Activities of Seed Oils from Fruits and Vegetables

HE Ming, XIE Zhi-ke, YU Shu-yan, XIAO Hai-fang*

(School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China)

Abstract: Seed oils from fruits and vegetables are oils produced by pressing or extracting fruit and vegetable seeds. Seed oils from fruits and vegetables are rich in vitamins, polyunsaturated fatty acids, organic acids and other active components, which give them antioxidant, anti-cancer, regulating blood lipid, regulating the immune system and other biological activities. This paper reviewed the research progress on the biological activities of seed oils from fruits and vegetables in order to provide theoretical basis and guidance for the comprehensive development and utilization of seed oils from fruits and vegetables.

Key words: Seed oils from fruits and vegetables; active ingredient; biological activity; research progress

果蔬籽油是以可食用的水果或蔬菜籽为原料, 经冷、热压榨或超临界流体萃取等工艺加工而成的植物油脂^[1]。籽油含有丰富的不饱和脂肪酸(含量超过 80%), 主要是

油酸、亚油酸和亚麻酸, 其中亚油酸的含量较高^[2]。亚油酸是人体必需多不饱和脂肪酸, 易被人体消化吸收, 并且亚油酸能够有效降低血清胆固醇水平。另外, 果蔬籽油的胆

收稿日期: 2019-12-19

基金项目: 淄博市校城融合计划发展项目(2017ZBXC004)

作者简介: 贺明(1997—), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为食品营养与健康

* 通信作者: 肖海芳(1980—), 女, 副教授, 主要从事食品营养与功能性食品方面的教学与研究工作

固醇含量很低,因此特别适合高血脂患者食用。果蔬籽油种类繁多,并具有丰富的营养成分,如葡萄籽油、石榴籽油中含有多酚、磷脂、甾醇、黄酮类化合物和维生素C等具有抗氧化、抗癌和调节血脂等功能的生物活性物质^[3-4]。因此,果蔬籽油不仅可以作为食用油,还可以作为药品、保健品的主要添加成分。我国果蔬的产量巨大,但经加工后未被开发利用的果蔬籽大多作为废弃物被处理,造成极大的资源浪费和环境污染。我国长期以来只利用了干花椒即花椒果皮,抛弃了花椒籽,浪费了花椒树产出物的60%。目前对花椒果皮的利用方式也比较原始,主要是将其粉碎作为调料。我国干花椒的年产量有20万~40万t,且价格低廉。不同果蔬的籽仁含油量可能差异较大,含油量大致为6%~35%^[2]。除油菜籽等油料作物外,我国大部分果蔬籽都有不同程度的浪费。果蔬在加工过程中产生的残渣有20%~30%的果蔬籽。如能对果蔬籽油进行加工利用,将会大大提高果蔬的附加值。许多研究者对果蔬籽油的生物活性展开了大量的探索。本文对果蔬籽油的生物活性研究进行了总结,以期对果蔬籽油的综合利用和产品开发提供理论依据。

1 抗氧化活性

许多果蔬籽油都具有抗氧化活性。姚宏亮等^[5]研究发现,秋葵籽油能有效清除DPPH自由基,具有良好的体外抗氧化能力^[6]。顾敏^[7]将5%葡萄籽油和5%维生素C添加到菜籽油、猪油和花生油中,分别测定油脂的过氧化值、酸价,结果发现添加葡萄籽油的菜籽油、猪油、花生油的氧化程度明显低于添加维生素C组。马玲等^[8]采用动物试验对葡萄籽油的抗氧化活性进行了研究,发现葡萄籽油实验组小鼠的肝、肾脏组织中谷胱甘肽(GSH)过氧化物酶、超氧化物酶活性高于对照组,各脏器中丙二醛的含量明显低于对照组。MARINELI等^[9]分析出奇亚籽油中含有杨梅素、槲皮素、山羊毛酚、绿原酸等强抗氧化成分,并通过动物试验发现,与对照组相比,奇亚籽油喂养组的大鼠血浆和肝脏抗氧化能力分别提高35%和47%左右。另有研究者证实,奇亚籽可以改善膳食诱导肥胖大鼠的抗氧化能力,降低脂质过氧化,从而降低体内氧化应激^[10]。

2 抗癌活性

果蔬籽油还具有抗癌作用。石榴籽油可以抑制某些癌细胞的活力,且呈剂量依赖关系,同时不会对健康细胞

产生不良影响。付国强等^[11]发现,石榴籽油对人乳腺癌细胞有一定的抑制作用,同时也对皮肤癌有一定的预防和治疗作用。LYNDON等^[12]研究表明,石榴籽油具有较强的抗前列腺癌活性,能显著地抑制LNCaP等型前列腺肿瘤细胞的侵袭性生长,阻滞PC-3型前列腺癌细胞的扩散,并对正常前列腺上皮细胞没有任何的不良影响。LUTTERODT H等^[13]研究证实葡萄籽油对结肠癌细胞增殖有显著的抑制作用。BRASKY TM等^[14]的研究表明,葡萄籽油补充剂可以降低患前列腺癌的危险。山茶籽油中能够提取出多种抑制癌细胞生长的活性物质,如甾甙化合物——茶皂苷^[15]。ZONG等^[16]从油茶籽油里提取的皂苷能够抑制BEL-7402、BGC-823、MCF-7、HL-60和KB五种人癌细胞的增殖,具有明显的抗癌活性。许凤等^[17]研究发现,火龙果籽油呈剂量依赖方式抑制HepG-2、HT-29等人癌细胞的增殖。

3 调节血脂

高脂血症会引发高血压、高血糖、冠心病等疾病,抑制高胆固醇血症是预防高脂血症的关键。葡萄籽油中亚油酸含量丰富,研究发现,葡萄籽油能够显著降低人体血清及肝组织中的胆固醇^[3]。李雪梅等^[18]研究发现,石榴籽油可显著抑制高脂膳食大鼠血脂的升高;高剂量石榴籽油处理显著降低大鼠皮下脂肪的增加。李艳等^[19]研究2型糖尿病小鼠脂质代谢时发现,石榴籽油可使小鼠血浆总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白(LDL-C)、甘油三酯(TG)显著降低,因此能有效改善糖尿病小鼠的脂质代谢。管日新等^[20]对紫苏籽油降低小鼠TC水平进行研究,发现紫苏籽油组小鼠TC和磷脂明显低于红花油组。此外,李永利等^[21]在研究紫苏籽油功效时,设置玉米油、牛油、鱼油等不同对照组喂养小白鼠,试验结束后发现紫苏油组小白鼠的肝脏与血清TG水平比其他组更低。胡滨等^[22]通过建立混合型高脂血症动物模型进行西瓜籽油的辅助调节血脂试验,发现西瓜籽油能够降低血清中TC、TG和LDL-C胆固醇含量,升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量,具有辅助降血脂作用。董迪迪等^[23]建立了小鼠高脂血症模型,研究杨梅籽油摄入剂量对小鼠体重、肝脏指数及血脂水平的影响,发现杨梅籽油组小鼠体重相比于高脂模型组增加缓慢,肝脏指数显著降低,血清中TC、TG、LDL-C水平显著降低,HDL-C水平极显著升高。紫苏籽油和

杨梅籽油中 α -亚麻酸含量较高, α -亚麻酸能提高肝脏的长链 n-3 系列不饱和脂肪酸, 快速激活肝功能, 从而降低血脂水平^[24]。

4 调节免疫系统

亚麻籽油富含不饱和脂肪酸、维生素 E 和多种微量元素等活性成分。研究发现, 亚麻籽油因富含亚油酸、 α -亚麻酸和 γ -亚麻酸而具有增强机体免疫力的作用^[25]。亚油酸可通过提高免疫球蛋白表达水平、促进 T 细胞增殖和调节多种细胞因子等途径, 提高机体体液免疫功能和细胞免疫功能^[26]。亚麻酸能调节合成脂类介质、释放细胞因子、激活白细胞活性和内皮细胞活化, 进而调控感染、创伤等情况下机体的过度炎症反应^[27]。RAO 等^[28]在饲料中添加 5% 左右的亚麻籽油, 可显著降低雄性 Wistar 断奶大鼠巨噬细胞前列腺素 E2、白三烯 B4、白三烯 C4、凝血烷 B2、促炎因子 IL-6 和 TNF- α 以及核因子 κ B (NF- κ B) 的表达水平, 显著增加过氧化物酶体增殖物激活受体 γ (PPAR γ) 以及抗炎因子 IL-4 和 IL-10 的表达水平。兰念念等^[29]建立 LPS 诱导的炎症细胞模型, 考察了不同油茶籽油醇提物对炎症细胞一氧化氮表达水平的影响, 发现油茶籽油醇提物能够显著抑制一氧化氮的生成, 具有抗炎作用; 经相关性初步分析发现油茶籽油中多酚和角鲨烯对抗炎活性有显著影响, 其中多酚的作用尤为显著。石榴籽油能促进小鼠脾细胞免疫球蛋白的生成, 可以提高体内的 B 细胞功能^[4]。YAMASAKI 等^[30]研究了食用石榴籽油对小鼠免疫功能的影响, 发现每天喂食小鼠含 0.12% 和 1.2% 石榴籽油的饲料, 3 周后试验组与对照组相比, 体质量没有差异, 但试验组小鼠脾细胞中免疫球蛋白 G 和免疫球蛋白 M 都显著增加, 证实石榴籽油有助于提高机体免疫力。亚麻籽油与鱼油在体外具有相似的抑制淋巴细胞增殖的作用, 在体内亚麻籽油能显著抑制小鼠自身免疫疾病^[31]。

5 抗动脉粥样硬化

亚麻籽油可有效减缓动脉粥样硬化^[32]。HAN 等^[33]在饲料中添加 5% 亚麻籽油, 发现可显著降低高脂喂养小鼠主动脉动脉粥样硬化面积以及主动脉粥样脂质沉积。HARPER 等^[34]以 LDL 受体缺失模型小鼠为试验对象 (该模型接近人动脉粥样硬化疾病), 采用高胆固醇饮食诱导小鼠动脉粥样硬化损伤, 发现模型组小鼠饲喂占饮食

10% 亚麻籽油 24 周后, 小鼠血浆胆固醇和饱和脂肪酸含量下降, 亚麻酸含量上升, 主动脉和主动脉窦中的血小板形成受到抑制, 从而起到抑制动脉硬化的作用。姜怡邓等^[35]采用高脂膳食制备家兔动脉粥样硬化试验模型, 动态观测其血浆 TC、TG、LDL-C、HDL-C 的变化, 发现枸杞籽油具有显著的抗动脉粥样硬化效应。

6 美容

黑色素细胞位于人体表皮基底层, 可产生黑色素, 这也是雀斑、黄褐斑等产生的主要原因^[36]。在黑色素细胞内, 反应底物酪氨酸发生氧化反应生成多巴与多巴醌, 经过再次反应聚合为吲哚醌和二羟基吲哚, 之后生成黑色素, 反应过程中起主要催化作用的酶是酪氨酸酶^[37]。皮肤暗黄及色素沉积都是因为黑色素过量生成或分布不均匀造成的^[38]。市售祛斑化妆品的祛斑功效大多是通过抑制酪氨酸酶活性进而阻断黑色素合成来实现的。山茶籽油具有良好的亲肤性, 不仅能快速渗入皮肤, 补充不饱和脂肪酸、角鲨烯、维生素 E、多酚和黄酮类化合物等抗氧化物质, 直接清除有害的活性氧和活性氮, 还能促进细胞自身的抗氧化酶和自身抗氧化物质如 GSH 的合成^[15]; 山茶籽油能够显著抑制酪氨酸酶活性, 从而降低黑色素的合成, 达到祛斑、美白效果^[15]。此外, 茶多酚可促进皮肤角质细胞的生长, 维持细胞的增殖周期, 抑制正常皮肤角质细胞的凋亡^[39-40]。刘光斌等^[41]采用核桃籽油制备美白化妆品, 通过临床试验显示核桃籽油具有良好的美白效果。

7 其他作用

除上述功能活性以外, 果蔬籽油还具有许多其他的功能活性。研究发现枸杞籽油和亚麻籽油还具有降血糖和抗疲劳等生理功能^[25]。因含有较为丰富的甾类雌激素 (如雌甾酮、雌二醇、雌三醇等), 石榴籽油能改善妇女更年期综合症和骨质疏松症^[42]。石榴籽油还具有抗痢疾性腹泻作用, 其作用机制可能是石榴籽油中含有的甾类、黄酮和单宁类化合物, 减缓胃肠蠕动和肠内物质移动速度^[43]。石榴籽油中的石榴酸和多种维生素还可促进皮肤细胞新陈代谢, 增强细胞活力, 调节脂肪代谢, 清除体内毒素和肠毒素^[44]。

综上所述, 果蔬籽油具有抗氧化活性、抗癌活性、调节血脂、调节免疫功能、抗动脉粥样硬化、美容等生物活性。近年来, 果蔬籽油的营养价值和生物活性已被人所

熟知;同时,果蔬籽油的制备技术日趋成熟,使得果蔬籽油在功能性食品、化妆品、医药等领域的应用越来越广泛。果蔬籽油的综合利用无论从资源开发、减轻环境压力,还是从果蔬产业链、变废为宝、提高资源的利用率和促进地方经济的发展方面都具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 魏贞伟, 王俊国. 冷、热榨葵花籽油品质及生物活性物质的研究[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(5): 28–30.
- [2] 程碧君, 李天娇. 山葡萄籽油的脂肪酸组成研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(15): 73–77.
- [3] 张宏丽, 马海军, 张军翔. 葡萄籽油的研究进展 [J]. 中国酿造, 2013, 32(4): 20–23.
- [4] 张润光, 吴倩, 张亮, 等. 石榴籽油的研究进展[J]. 农产品加工(学刊), 2012(6): 26–29.
- [5] 姚宏亮, 赵炜, 韩燃, 等. 秋葵籽油提取工艺优化及脂肪酸组成与抗氧化分析[J]. 食品工业, 2019, 40(8): 71–75.
- [6] 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.
- [7] 顾敏. 葡萄籽油对食用油脂的抗氧化作用研究 [J]. 甘肃科技, 2010, 26(5): 47–50.
- [8] 马玲, 徐臻荣, 付德润, 等. 葡萄籽油抗氧化作用的实验研究[J]. 中国公共卫生, 2002(9): 42–43.
- [9] MAGALI AL, LOS AVM, LOURDES AM, et al. Chemical characterization of the lipid fraction of *Mexican chia seed* (*Salvia hispanica* L.) [J]. International journal of food properties, 2008, 11(3): 687–697.
- [10] MARINELI RDS, LENQUISTE SA, MORAES EA, et al. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats [J]. Food research international, 2015, 76: 666–674.
- [11] 付国强. 石榴籽油抑制乳腺癌细胞恶性生物学行为的研究[D]. 西安: 第四军医大学, 2015.
- [12] LYNDON MG, ALBRECHT M, JIANG WG, et al. Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth and invasion of human prostate cancer cells [J]. European urology supplements, 2003, 2(6): 158.
- [13] LUTTERODT H, SLAVIN M, WHENT M, et al. Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and fours [J]. Food chemistry, 2011, 128: 391–399.
- [14] BRASKY TM, KRISTAL AR, NAVARRO SL, et al. Specialty supplements and prostate cancer risk in the vitamins and lifestyle (vital) cohort [J]. Nutrition and cancer, 2011, 63(4): 573–582.
- [15] 姚小华. 山茶籽油的功效及应用[J]. 香料香精化妆品, 2018 (5): 74–78.
- [16] ZONG JF, PENG YR. Two new oleanane-type saponins with anti-proliferative activity from *Camellia oleifera* Abel. seed cake[J]. Molecules, 2016, 21(2): 188.
- [17] 许凤, 董迪迪, 周增群, 等. 火龙果籽油抑制癌细胞增殖作用的研究[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(6): 84–87.
- [18] 李雪梅, 张颖, 王枫. 石榴籽油对高脂膳食大鼠血脂的影响[J]. 公共卫生与预防医学, 2009, 20(5): 39–41.
- [19] 李艳, 荣向路, 高英, 等. 石榴籽油调节 2 型糖尿病小鼠糖脂代谢的药理研究 [J]. 中药新药与临床药理, 2013(6): 533–537.
- [20] 管日新, 李晓君, 彭焕玉, 等. 紫苏保健饮料的研制及其血脂调节作用研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(12): 64–67.
- [21] 李永利, 张焱. 紫苏籽油的降血脂作用 [J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(9): 827–828.
- [22] 胡滨, 陈一资, 苏赵. 西瓜籽油辅助降血脂功能研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(2): 56–62.
- [23] 董迪迪, 王鸿飞, 周增群, 等. 杨梅籽油抗氧化活性及其调节血脂作用的研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(5): 53–57.
- [24] 江东文, 黄佳佳, 蓝少鹏, 等. 紫苏籽油研究进展概述[J]. 现代食品, 2017(6): 1–3.
- [25] 段雨劫, 胡余明, 姚松银, 等. 枸杞籽油和亚麻籽油混合物对小鼠增强免疫功能的影响 [J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(6): 743–746.
- [26] 金磊. 共轭亚油酸的抗炎机制和对炎症疾病调节研究进展 [J]. 农业科学研究, 2018, 39(4): 58–63.
- [27] 姚思宇, 赵鹏, 李彬, 等. α -亚麻酸对小鼠免疫功能影响的实验研究[J]. 中国热带医学, 2007, 7(3): 334–336.
- [28] RAO YPC, LOKESH BR. Down-regulation of NF- κ B expression by n-3 fatty acid-rich linseed oil is mod-ulated by PPAR γ activation, eicosanoid cascade and se-cretion of cytokines by macrophages in rats fed partially hydrogenated vegetable fat[J]. European journal of nutrition, 2016, 56 (3): 1–13.
- [29] 兰念念, 刘睿杰, 常明, 等. 油茶籽油的抗炎活性研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(8): 84–88.
- [30] YAMASAKI M, KITAGAWA T, KOYANAGI N, et al.

- Dietary effect of pomegranate seed oil on immune function and lipid metabolism in mice [J]. *Nutrition*, 2006, 22: 54–59.
- [31] 邓乾春, 禹晓, 黄庆德, 等. 亚麻籽油的营养特性研究进展 [J]. *天然产物研究与开发*, 2010, 22(4): 715–721.
- [32] 田光晶, 马丛丛, 陈萌, 等. 亚麻籽油抗动脉粥样硬化作用的研究进展 [J]. *中国油脂*, 2017, 42(10): 87–92.
- [33] HAN H, YAN PP, CHEN L, et al. Flaxseed oil containing α -linolenic acid ester of plant sterol improved atherosclerosis in ApoE deficient mice [J]. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2015, 1(5): 1–17.
- [34] HARPER CR, EDWARDS MC, JACOBSON TA, et al. Flaxseed oil supplementation does not affect plasma lipoprotein concentration or particle size in human subjects [J]. *The journal of nutrition*, 2006, 136(11): 2844–2848.
- [35] 姜怡邓, 曹军, 董泉洲, 等. 枸杞籽油抗动脉粥样硬化的功效强度及作用机制的实验研究 [J]. *中药材*, 2007, 30(6): 672–677.
- [36] HWANG I, PARK JH, PARK HS, et al. Neural stem cells inhibit melanin production by activation of Wnt inhibitors [J]. *Journal of dermatological science*, 2013, 72(3): 274–283.
- [37] 姜玉兰, 朴惠善. 甘草与桑叶等对皮肤美白作用的研究进展 [J]. *时珍国医国药*, 2006, 17(8): 1572–1574.
- [38] PARNSAMUT N, KANLAYAVATTANAKUL M, LOURITH N. Development and efficacy assessments of tea seed oil makeup remover [J]. *Annales pharmaceutiques francaises*, 2016, 75(3): 189–195.
- [39] 刘建才, 梅家齐, 陆顺忠. 化妆品级茶籽油功能性的应用研究 [C]. 中国香料香精化妆品工业协会. 第九届中国化妆品学术研讨会论文集 (上). 杭州: 中国香料香精化妆品工业协会, 2012: 145–148.
- [40] 冯秋瑜, 宋宁, 黄慧学, 等. 山茶油的药用研究进展 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2016, 22(10): 215–220.
- [41] 刘光斌, 李宗鑫, 龚磊, 等. 桔梗籽油的提取、理化性质及其在化妆品中的应用 [J]. *中国粮油学报*, 2018, 33(10): 53–57.
- [42] 阿依姑丽·艾合麦提, 朱金芳, 韩海霞, 等. 新疆石榴籽油的初步药效学研究 [J]. *西北药学杂志*, 2009, 24(2): 119–120.
- [43] DAS AK, MANDAL SC, BANERJEE SK, et al. Studies on antidiarrhoeal activity of *Punica granatum* seed extract in rats [J]. *Journal of ethnopharmacology*, 1999, 68 (1–3): 205–208.
- [44] 吕俊丽, 刘邻渭. 石榴酸的研究进展 [J]. *中国油脂*, 2010, 35(11): 44–47.

(上接第 5 页)

- [25] SAMARAM S, MIRHOSSEINI H, TAN CP, et al. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of oil from papaya seed by response surface methodology: Oil recovery, radical scavenging antioxidant activity, and oxidation stability [J]. *Food chemistry*, 2015, 172: 7–17.
- [26] HERNANDEZ-SANTOS B, RODRIGUEZ-MIRANDA J, HERMAN-LARA E, et al. Effect of oil extraction assisted by ultrasound on the physicochemical properties and fatty acid profile of pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo*) [J]. *Ultrasonics sonochemistry*, 2016, 31: 429–436.
- [27] 木太里普·吐逊, 翁幼武, 王小新, 等. 微波辅助提取葫芦籽油及其脂肪酸分析 [J]. *新疆中医药*, 2018(3): 40–43.
- [28] 刘树恒, 张秀艳. 微波辅助紫荆籽中油脂的提取及理化指标测定 [J]. *沧州师范学院学报*, 2018, 34(1): 17–21.
- [29] SARKIS JR, BOUSSETTA N, TESSARO IC, et al. Application of pulsed electric fields and high voltage electrical discharges for oil extraction from sesame seeds [J]. *Journal of food engineering*, 2015, 153: 20–27.
- [30] 张妍, 李杨, 江连洲, 等. 响应面法优化超声辅助水酶法提取菜籽油工艺参数及酶种类对油脂提取效果的影响 [J]. *食品工业科技*, 2013, 34(12): 251–254.
- [31] 马文君, 齐宝坤, 李杨, 等. 超声辅助水酶法提取月见草籽油的研究 [J]. *中国食物与营养*, 2015, 21(4): 54–58.
- [32] JIAO J, LI ZG, GAI QY, et al. Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities [J]. *Food chemistry*, 2014, 147: 17–24.
- [33] 金婷, 谭胜兵. 水酶法提取石榴籽油工艺条件探究 [J]. *农产品加工(学刊)*, 2014(19): 42–44.
- [34] 王丽波, 徐雅琴, 杨昱, 等. 南瓜籽油的水酶法提取工艺及产品的理化性质 [J]. *农业工程学报*, 2011, 27(10): 383–387.
- [35] 罗淑年, 王瑾, 李默馨, 等. 超临界 CO₂ 萃取黑加仑籽油研究 [J]. *粮食与油脂*, 2010(2): 22–24.
- [36] 安忠梅, 刘程惠, 胡文忠, 等. 超临界 CO₂ 流体萃取打瓜籽油的工艺研究 [J]. *中国油脂*, 2014, 39(2): 10–13.
- [37] 何保江, 王玉芳, 张文娟, 等. 超临界流体萃取葡萄籽油工艺优化 [J]. *食品工业*, 2014(2): 112–115.
- [38] 牛广财, 朱丹, 孙清瑞, 等. 南瓜籽油超临界 CO₂ 流体萃取及其脂肪酸成分分析 [J]. *中国粮油学报*, 2010(4): 31–33.

葡萄籽油有效成分分析方法研究进展

刘青,刘煜琦铭,田慧敏,邱一秀,宋元达*

(山东理工大学农业工程与食品科学学院,山东 淄博 255000)

摘要:葡萄籽油是一种新型的营养型植物油,富含多种活性成分。近年来,随着人们对健康饮食要求的逐渐提高对葡萄籽油的成分分析、质量评价方面的研究越来越多。本文对近年来葡萄籽油中有效活性成分,包括脂肪酸、维生素 E、植物甾醇、多酚和其他物质的分析方法进行了综述,总结了不同活性成分的检测方法,为今后葡萄籽油成分及差异的深入研究提供参考,也为高效检测方法的开发提供依据。

关键词:葡萄籽油;有效成分;分析方法

中图分类号: S532 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0011-06

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.003

Research Progress on the Determination of Active Components in Grape Seed Oil

LIU Qing, LIU Yu-qi-ming, TIAN Hui-min, QIU Yi-xiu, SONG Yuan-da*

(School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China)

Abstract: Grape seed oil, a new nutritional oil, is rich in various active compounds. Recently, increased consumer requirement to healthy diet has result in a greater number of researches on the analysis of active substances in grape seed oil. In this study, the analysis techniques of active ingredients in grape seed oil, including fatty acid, vitamin E, sterol, polyphenol et al, were summarized, in order to provide a reference for the further study on the composition distinguishment of different grape seed oils, and on the establishment of more precise detection method.

Key words: Grape seed oil; active components; detection methods

葡萄(*Vitis vinifera* L.)是一种常见落叶木质藤本植物葡萄科葡萄属的果实,属于浆果类水果,其色美、气香、味

道可口,也是世界上产量最大的水果^[1-2]。在我国,葡萄的种植历史已有 2 000 多年,主要产区包括新疆、宁夏、河

收稿日期:2019-12-20

基金项目:山东省泰山产业领军人才项目(tscy20160101);校级博士后启动项目(4041-515003)

作者简介:刘青(1985—),女,讲师,主要从事食品质量与安全的教学与研究工作

* 通信作者:宋元达(1964—),男,二级教授、博士生导师、泰山产业领军人才,主要从事食品生物技术、营养与健康的教学与研究工作

北和山东等地,不同的生长区域、气候、温度、水分等环境条件对葡萄品质有显著影响^[1]。据报道,2013年我国葡萄种植面积已达 $7.15 \times 10^3 \text{ km}^2$,产量达 $1.16 \times 10^7 \text{ t}$,葡萄酒年产量为 $1.18 \times 10^6 \text{ t}$ ^[4]。葡萄酒生产过程中产生的残渣主要为葡萄籽,大约占20%~30%。其中,葡萄籽的质量约占总果实的7%,葡萄籽含有大量的活性成分,主要包括油脂、粗纤维、多酚类化合物、蛋白质、矿物质和水分等^[2]。因此,葡萄籽渣作为酿酒的副产物,可以回收并进一步加工用作肥料、生产乙醇或柠檬酸的原材料,也可用于生产葡萄籽油或者提取多酚。

葡萄籽油(Grape seed oil)是由酿造葡萄酒或果汁压榨的副产物葡萄籽进一步加工获得的高级食用油^[5]。葡萄籽油常见的提取方法有机械压榨、水酶法、超声波和微波辅助提取法、有机溶剂提取法、超临界提取法、亚临界提取法等^[6]。葡萄籽油因其具有独特的酒香、葡萄清香和多种营养成分而被消费者公认为是一种无毒无害、完全符合食品卫生标准的功能型油脂,并具有较高的营养保健和食疗功效^[3]。葡萄籽油是一种极具商业价值的食用油,已在意大利和法国两地被充分开发,目前欧美和日本等国家和地区,葡萄籽油被用作婴儿和老人的高级营养油。葡萄籽油以其较高的营养价值和优越的生物活性效应已经成为一种极具潜力的产品,其在制药和食品领域的应用日趋活跃,具有十分可观的市场前景和经济效益。

葡萄籽油中的不饱和脂肪酸占总脂肪酸的91%以上^[7]。其中亚油酸和油酸是主要组成成分,占总脂肪酸的86%~91%,属于典型的亚油酸-油酸型油脂^[8]。此外,葡萄籽油含有大量的生物活性成分,包括维生素E(VE)^[9-10]、植物甾醇^[11,12]、多酚^[13,14]、角鲨烯^[9]和类胡萝卜素^[15]等,这些健康伴随物的存在使得葡萄籽油具有较高的营养保健作用,可以增强免疫力、调节机体新陈代谢、抗癌、降低胆固醇,具有减肥、调节血糖和血脂、延缓动脉粥样硬化、抗氧化等功能。

本文对近年来葡萄籽油中有效成分的分析方法进行综述,以期对今后深入研究葡萄籽油的成分差异提供参考,为开发更高效的分析方法提供依据。

1 葡萄籽油有效成分及其分析方法

1.1 脂肪酸

葡萄籽油的重要组成成分是脂肪酸,研究表明,葡萄

籽油中常见脂肪酸为亚油酸、油酸、棕榈酸、硬脂酸等^[16]。其中,亚油酸和油酸均可与低密度脂蛋白颗粒结合,抑制其氧化,使总血清胆固醇和坏胆固醇的沉积量下调,从而可以防治高血压、冠心病、高胆固醇疾病以及减少动脉粥样硬化的形成^[5,17]。此外,亚油酸还具有免疫^[18]、抗肿瘤^[19]、抗病毒^[20]等作用。

脂肪酸的检测方法主要是气相色谱法(GC)。气相色谱法适用于沸点低于400℃的有机或无机化合物,近年来采用高灵敏选择性检测器,比如FID、TCD和ECD等,配合高效能的化学键合毛细管色谱柱,使气相色谱法具有分离效果好、灵敏度高、速度快和应用范围广等优点。杨碧霞等^[21]对葡萄籽油进行甲酯化处理,采用气相色谱分析了其中的主要脂肪酸组成。结果显示葡萄籽油的成分以不饱和脂肪酸为主,包括亚油酸和油酸,总含量超过88%;饱和脂肪酸主要是硬脂酸和棕榈酸,其中硬脂酸含量为3.6%,棕榈酸含量为8.1%。赵雅霞^[22]对15种品牌的葡萄籽油进行了甲酯化前处理,用气相色谱进行分析,结果显示15种葡萄籽油的几种不饱和脂肪酸平均含量是亚油酸71.7%、油酸16.2%、棕榈酸7.3%、硬脂酸4.1%、亚麻酸0.41%、芥酸0.21%。目前,随着质谱技术在分析领域中的广泛应用,气相色谱与质谱联用,可以在色谱分析技术的基础上大大提高定性定量分析的灵敏度和检测效率,逐步成为一种高效分离鉴定的仪器分析技术。边梅娜等^[18]对赤霞珠葡萄籽油进行甲酯化处理后,利用气相-质谱联用分析仪对其中的脂肪酸成分和含量进行了研究。采用GC-MS法共鉴定出30种化合物,亚油酸的相对含量最高,达到80.83%。唐春江等^[23]以刺葡萄籽为原料,采用超临界法萃取了刺葡萄籽中的脂肪酸,利用GC-MS鉴定了刺葡萄籽油的成分分析;并利用质谱库对各个组分进行了结构确定,鉴定出刺葡萄籽油脂脂肪酸成分为亚油酸、棕榈酸、硬脂酸、十三烷酸、壬酸和亚麻酸。其中不饱和脂肪酸的平均质量分数为86%。

1.2 维生素E

维生素E的含量在葡萄籽油中较大,主要分为生育酚和生育三烯酚两个亚族。每一类都有 α 、 β 、 γ 和 δ 共4种单体。生育酚是一种普遍存在于植物油中的天然抗氧化剂,其提供的H离子可以与R·或ROO·自由基结合,从而中断氧化反应。另外,单线态氧也能被生育酚自身的酚-氧基团猝灭,抑制植物油中双键或三键的氧化^[5,24]。

α -生育酚和 γ -生育三烯酚可以诱导神经元细胞凋零,抑制胆固醇的合成,减少肥胖以及肥胖相关疾病的发生^[25]。另外, γ -和 δ -生育三烯酚可以通过降低体内外肿瘤细胞的增殖行为,预防肿瘤的产生^[26]。

生育酚和生育三烯酚的检测主要采用液相色谱法。高效液相色谱法是目前应用极为广泛的一种化学分离分析方法,主要适用于沸点高、极性大、热不稳定的有机和无机类化合物,具有高压、高速、高效、高灵敏度的特点。Wie等^[27]对14种葡萄籽油中的总维生素E含量和组成进行分析,结合保留值定性、外标法定量的方法利用高效液相色谱对样品进行分析,研究发现维生素E主要以 α -生育酚、 α -生育三烯酚、 γ -生育三烯酚和 γ -生育酚四种形式存在,其中主要成分是 γ -生育三烯酚,含量范围是11.2~53.81 mg/100 g;其次是 α -生育三烯酚和 α -生育酚; γ -生育酚的含量最低,范围是0.70~4.39 mg/100 g。赵芳等^[28]利用正己烷溶解油脂样品,通过HPLC-FLD对葡萄籽油和亚麻籽油中的维生素E进行定量测定。结果发现,维生素E在两种油中的含量分别为38.8 mg/100 g和41.38 mg/100 g。王向云等^[29]采用国标GB/T 26635-2011中的方法对葡萄籽油进行皂化、有机试剂提取方法进行处理,进样HPLC进行分析,测得葡萄籽原油中VE含量为 (52.52 ± 0.029) mg/100 g。

1.3 植物甾醇

植物甾醇(Phytosterol or Plant sterol)是一类在C4位上由于甲基数目的差异,C11位上侧链长度、双键的不同,且以3个侧链环戊烷全氢菲甾核为骨架而形成的一系列多种不同形式的甾体化合物^[9]。植物甾醇是一类极有意义的天然甾醇资源,在自然界广泛分布,主要以游离甾醇、甾醇酯、甾醇糖苷和酰基化甾醇糖苷结构存在于植物油、坚果及谷物中^[30]。据报道,植物甾醇具有良好的抗氧化能力,可以抑制油脂的酸败反应,延缓氧化^[31]。而且植物甾醇还具有抑制血清总胆固醇吸收^[32]、抗肿瘤和抗菌抗炎^[27,33]等作用。

植物甾醇的分析方法主要有硫磷铁比色法、气相色谱和气相色谱-质谱联用法等。植物甾醇可以与磷硫铁显色剂反应生成稳定的紫红色化合物,该化合物可吸收特定可见光波长(680 nm),依据郎伯比尔定律,可以绘制标准曲线测定样品中甾醇的含量^[34]。彭丽霞等^[11]以4种葡萄籽为原料,提取得葡萄籽油,经皂化、萃取制得植物甾

醇。首先采用硫磷铁比色法测定甾醇含量,后利用气相色谱-质谱联用法鉴定甾醇组成并进行定量分析。结果从葡萄籽油中共检测到6种甾醇,分别是菜油甾醇、豆甾醇、 β -谷甾醇、岩藻甾醇、豆甾烷醇和环木菠萝烯醇。其中 β -谷甾醇含量最高,约占总甾醇的50%以上。以气质联用测得6种甾醇在每种葡萄籽油中的总和明显小于以硫磷铁比色法检测的结果。这说明比色法的准确度一般,因为在葡萄籽油中不止甾醇-硫磷铁配合物在680 nm下有吸收,其他没有被皂化的杂质可能也参与了显色,从而使响应值偏大。Dulf等^[35]利用气相色谱分析了包括葡萄籽油在内的四种植物油中各甾醇的组分含量差异。利用固相萃取小柱(SPE)对甾醇进行分离后,对其进行皂化提取,衍生为三甲基甲硅烷基醚,进样GC-FID进行分析。根据保留值定性峰面积定量,测得葡萄籽油中总甾醇含量高达301.10 mg/100 g。

1.4 酚类物质

植物油中的多酚类物质是分子中具有多个羟基酚类植物成分的总称,是植物源食品中的常见组成成分,也是人类饮食中重要的活性物质,其独特的多元酚结构赋予了它们丰富多样的生物活性^[36]。近年来,多酚由于具有良好的抗氧化活性备受关注。有研究者提出多酚具有强有力的自由基清除活性^[37]。在油脂的氧化过程中,分子中的链式氧化反应可以通过多酚与促进氧化的分子结合而阻断^[38]。同时,多酚对癌症、糖尿病和动脉粥样硬化具有积极的预防作用,是一种治疗心血管疾病的有效辅助剂^[39]。

由于多酚类物质大多在紫外-可见光谱区有吸收响应,因此紫外-可见分光光度计和高效液相-紫外检测器常被用于多酚类物质的测定。Bjelica等^[40]收集了不同酿酒阶段的葡萄籽并对其进行冷榨处理,对得到的8种葡萄籽油样品进行了成分分析。首先利用福林酚-紫外可见分光光度计法对总酚进行了测定,含量范围是 $(7.92 \pm 1.50) \sim (24.92 \pm 0.93)$ mgGAE/kg。然后,利用HPLC-DAD串连三重四级杆质谱分别对多酚类物质进行具体分析,经过C18反相柱梯度洗脱,利用标准品鉴定得出8种葡萄籽油中含量最高的是熊果酸(34.1~247 mg/kg),其次分别是白藜芦醇、山柰酚和香草酸,但含量均远远低于熊果酸。Zeliha^[41]利用LC-QTOF-MS分析了5种土耳其产的冷榨葡萄籽油中多酚成分。通过Metlin-Metabolomic数据库比对,共鉴定了77种多酚化合物,包括常见的木犀草

素、山柰酚、槲皮黄素和芹黄素等。后期的抗氧化试验表明,葡萄籽油的 DPPH 自由基清除能力($31.00\% \pm 0.349\%$)~($45.31\% \pm 0.116\%$)与样品中多酚种类多少成正比。

1.5 其他成分

角鲨烯是一种高度不饱和脂肪族烃类化合物,又名鲨烯,最初是在黑鲨鱼肝油中发现的。角鲨烯主要来自于深海鲨鱼肝油,同时也少量存在于植物油中的不皂化物中,含量虽然稀少,却具有极强的生理活性,具有调节脂质代谢^[42]、抗衰老^[43]、抗菌^[44]功能,可有效预防和抑制化学诱导的结肠癌、胰腺癌、皮肤癌等多种癌症的发生^[45]。由于在植物油脂中存在量较少,因此需要灵敏度高、检测限低的分析仪器,一般用 GC-MS 进行分析。Zhao 等^[46]采用 GC-MS 方法从葡萄籽油中检测出少量的角鲨烯活性物质($17.81 \text{ mg}/100 \text{ g}$)。Wen 等^[9]用 GC-MS 分析了我国 5 种葡萄籽油中的角鲨烯含量,检测出 $10.20 \sim 16.29 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 微量的角鲨烯物质。另外,葡萄籽油中还含有其他微量活性成分,如 β -胡萝卜素。 β -胡萝卜素是一种在自然界中广泛存在的,极具抗氧化功能的活性物质。Silva 等^[47]利用 HPLC-DAD 方法测得葡萄籽油中含有 $11.94 \text{ mg}/\text{kg}$ 的 β -胡萝卜素。

2 小结

作为一种新型食用植物油,葡萄籽油的营养价值较高,在抗氧化、抗衰老、预防及治疗心血管疾病和抗癌等方面的功效显著。葡萄的品种和产地不同,葡萄籽油中含有的活性成分也不尽相同。另外,葡萄籽经过一系列提取、纯化、精炼、储藏等处理过程,其中的有效成分也会随之损失一部分,这也必然会影响葡萄籽油的品质和相关活性。目前常用的葡萄籽油提取方法包括溶剂提取法、压榨法、超声波提取法、微波辅助提取法、超临界 CO_2 萃取法等。由于不同的提取方法对葡萄籽油中有效成分的组成和含量影响差异较大,因此了解关于葡萄籽油的有效成分分析方法是进一步考察其品质和对功能性影响的基础和前提。本文针对葡萄籽油中主要成分的分析方法进行了探讨,通过分析得出普通分光光度计法应用广泛,操作简单,但灵敏度较低,容易漏检或误判。随着分析仪器的的发展,色谱法被较多地应用到葡萄籽油成分测定中,气相色谱和液相色谱法对大多数有效成分的微量检测有较高的准确度;色谱-质谱联用可以更精确的鉴定化合

物,对痕量化合物的定性定量分析更准确,灵敏度也更高,在葡萄籽油有效成分的分析中会将越来越广泛地被应用。通过对葡萄籽油中有效成分及分析方法的总结,以期将来开发葡萄籽油多组分同步快速检测方法、构建特征指纹图谱,建立准确、快速、稳定的微量成分检测方法提供理论参考。

参考文献:

- [1] POUDEL PR, TAMURA H, KATAOKA I, et al. Phenolic compounds and antioxidant activities of skins and seeds of five wild grapes and two hybrids native to Japan[J]. Journal of food composition and analysis, 2008, 21(8): 622-625.
- [2] MATTHAUS B. Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight [J]. European journal of lipid science and technology, 2008, 110(7): 645-650.
- [3] 迟明梅. 葡萄籽的功能与应用 [J]. 食品研究与开发, 2016, 37(20): 221-224.
- [4] 夏钰. 提取方式对葡萄籽油伴随物及其抗氧化活性的影响 [D]. 无锡: 江南大学, 2018.
- [5] 蔡媛媛. 葡萄籽油微量成分及其抗氧化能力分析和指纹图谱构建[D]. 无锡: 江南大学, 2018.
- [6] 刘颖, 周利娟, 王欣. 生物酶法提取葡萄籽油的工艺研究 [J]. 食品科学, 2006(12): 518-520.
- [7] 李桂华, 刘若瑜, 李璿. 葡萄籽油组成成分分析研究[J]. 2009: 132-135.
- [8] BEVERIDGE THJ, GIRARD B, KOPP T, et al. Yield and composition of grape seed oils extracted by supercritical carbon dioxide and petroleum ether: Varietal effects [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2005, 53 (5): 1799-1804.
- [9] WEN X, ZHU M, HU R, et al. Characterisation of seed oils from different grape cultivars grown in China [J]. Journal of food science and technology, 2016, 53(7): 3129-3136.
- [10] BEN MH, DUBA KS, FIORI L, et al. Bioactive compounds and antioxidant activities of different grape (*Vitis vinifera* L.) seed oils extracted by supercritical CO_2 and organic solvent [J]. LWT, 2016, 74: 557-562.
- [11] 彭丽霞, 朱亿竹, 魏阳吉, 等. 葡萄籽油中植物甾醇的提取与鉴定[J]. 中国食品学报, 2012, 12(03): 185-191.
- [12] PARDO JE, FERNANDEZ E, RUBIO M, et al. Characterization of grape seed oil from different grape

- varieties (*Vitis vinifera*) [J]. European journal of lipid science and technology, 2009, 111(2): 188–193.
- [13] 郑亚蕾, 刘叶, 隋银强, 等. 4 个葡萄品种葡萄籽冷榨油的性质与体外抗氧化活性[J]. 食品科学, 2016, 37(03): 27–32.
- [14] ROMBAUT N, SAVOIRE R, THOMASSET B, et al. Grape seed oil extraction: Interest of supercritical fluid extraction and gas –assisted mechanical extraction for enhancing polyphenol co–extraction in oil [J]. Comptes rendus chimie, 2014, 17(3): 284–292.
- [15] ASSUMPCAO CF, NUMES IL, MENDONCA TA, et al. The quality, stability, and bioactive compound composition of virgin and refined organic grape seed oil [J]. Journal of the American oil chemists' society, 2014, 91(12): 2035–2042.
- [16] SABIR A, UNVER A, KARA Z. The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis* spp.) [J]. Journal of the science of food and agriculture, 2012, 92(9): 1982–1987.
- [17] KRATZ M, CULLEN P, KANNENBERG F, et al. Effects of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low –density lipoprotein [J]. European journal of clinical nutrition, 2002, 56: 72–81.
- [18] 边梅娜, 白红进, 曾红, 等. 赤霞珠葡萄籽油的提取及脂肪酸成分分析[J]. 食品科学, 2013, 34(16): 297–300.
- [19] 陈传贵, 陈剑秋, 孙晋津. 亚油酸对 MiaPaCa2 人胰腺癌细胞生物学行为的影响[J]. 天津医药, 2009, 37(01): 34–35.
- [20] 邓远辉, 韩凌, 陈秀朵, 等. 亚油酸在制备抗 HPV 药物中的应用[J]. 2011, (CN201110070263.6).
- [21] 杨碧霞, 冯翠萍, 张硕, 等. 葡萄籽油的提取工艺研究及成分分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2012, 32(03): 265–267.
- [22] 赵雅霞. 气相色谱法分析葡萄籽油中的脂肪酸 [J]. 农产品加工(学刊), 2014(23): 15, 20.
- [23] 唐春江, 舒畅. 刺葡萄籽油萃取及成分分析研究[J]. 农产品加工(学刊), 2012(01): 49–51.
- [24] 朱雪梅, 吴俊锋, 胡蒋宁, 等. α -生育酚在花生油、芝麻油和菜籽油中的抗氧化效能 [J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(10): 85–90.
- [25] 牛玲玲, 徐伟丽, 刘蕾, 等. γ -生育三烯酚的生物活性及其作用机理研究进展 [J]. 食品工业科技, 2016, 37 (05): 374–377, 383.
- [26] 王忱, 佟仲生. 维生素 E 衍生物生育三烯酚抗肿瘤分子机制的研究进展[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(14): 2410–2412.
- [27] WIE M, SUNG J, CHOI Y, et al. Tocopherols and tocotrienols in grape seeds from 14 cultivars grown in Korea [J]. European journal of lipid science and technology, 2009, 111(12): 1255–1258.
- [28] 赵芳, 李桂华, 罗世龙. 葡萄籽油和亚麻籽油储藏期间氧化对功能性成分影响[J]. 粮食与油脂, 2011(05): 19–22.
- [29] 王向云, 李桂华, 赵芳, 等. 化学和物理精炼工艺对葡萄籽油氧化劣变品质的影响 [J]. 中国粮油学报, 2015, 30(04): 86–91.
- [30] 潘影. 食用油中甾醇的高温氧化特性及稳定性研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2013.
- [31] 黄滢璋, 赵雁武, 周振中. 植物甾醇对油脂的抗氧化作用研究[J]. 粮食科技与经济, 2012, 37(03): 38–40.
- [32] HE W, WANG M, PAN X, et al. Role of plant stanol derivatives in the modulation of cholesterol metabolism and liver gene expression in mice [J]. Food chemistry, 2013, 140(1): 9–16.
- [33] 谢心美, 郝海鑫, 何剑斌. 植物甾醇的生理功能及其应用 [J]. 草业科学, 2013, 30(12): 2105–2109.
- [34] 刘海霞, 仇农学, 王峰, 等. 苹果籽油中植物甾醇含量的薄层色谱–分光光度法测定[J]. 中国油脂, 2008(11): 76–79.
- [35] DULF FV, UNGURESAN ML, VODNAR DC, et al. Free and esterified sterol distribution in four romanian vegetable oil [J]. Notulae botanicae horti agrobotanici cluj–napoca, 2010, 38(2): 91–97.
- [36] SHEM–TOV Y, BADANI H, SEGEV A, et al. Determination of total polyphenol, flavonoid and anthocyan in contents and antioxidant capacities of skins from peanut (*Arachis Hypogaea*) lines with different skin colors [J]. Journal of food biochemistry, 2012, 36(3): 301–308.
- [37] GIOVINAZZO G, INGROSSO I, PARADISO A, et al. Resveratrol biosynthesis: Plant metabolic engineering for nutritional improvement of food [J]. Plant foods for human nutrition, 2012, 67(3): 191–199.
- [38] CASTELO –BRANCO VN, TORRES AG. Potential application of antioxidant capacity assays to assess the quality of edible vegetable oils [J]. Lipid technology, 2009, 21(7): 152–155.

龙眼籽油的开发与利用

李鹏程,王艳霞,周蕾,石洁,张瑶*

(山东理工大学农业工程与食品科学学院,山东 淄博 255000)

摘要:龙眼是一种产量较高、营养丰富的水果。在龙眼的生产销售过程中,龙眼核及龙眼渣的丢弃造成了大量的资源浪费和严重的环境污染问题。龙眼籽油的开发不仅能够满足人们的膳食需求,而且缓解了我国油料资源日益短缺的问题。本文主要介绍了龙眼籽油的主要成分、功效以及提取方法和发展前景,对当前龙眼籽油的开发利用进行了总结、分析和展望。

关键词:龙眼籽油;成分;功能;提取方法;发展前景;利用

中图分类号:S532 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)01-0016-05

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.004

Development and Utilization of Longan Seed Oil

LI Peng-cheng, WANG Yan-xia, ZHOU Lei, SHI Jie, ZHANG Yao*

(College of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology,
Zibo 255000, China)

Abstract: Longan is a kind of fruit with high yield and rich nutrition. In the process of longan production and sales, the disposal of longan core and longan slag causes a lot of waste of resources and serious environmental pollution. The development of longan seed oil can not only meet people's dietary needs, but also alleviate the shortage of oil resources in China. This paper mainly introduced the composition, function, extraction method and development prospect of longan seed oil, then summarized, analyzed and prospected the current development and utilization of longan seed oil.

Key words: Longan seed oil; composition; function; extraction method; development prospect; utilization

龙眼原产于我国南部地区,生长在南亚热带地区,喜温暖湿润气候,能忍受短期霜冻,在0~4℃的低温条件下,短期内不会冻死。龙眼核即龙眼的种子,又名桂圆核仁,质量占龙眼果实质量的17%。据《滇南本草图说》记

收稿日期:2019-12-20

基金项目:淄博市校城融合项目(2017ZBXC169);山东省重点研发计划项目(2018GSF121013);山东理工大学大学生创新计划(2019104331300-5218)

作者简介:李鹏程(1997—),男,在读硕士研究生,研究方向为食品生物技术

*通信作者:张瑶(1982—),女,副教授,主要从事食品微生物发酵与代谢调控研究工作

载,龙眼核在中医上有很多功效,可以治疗刀伤出血,内服外用均有一定的止痛功效。龙眼核中有大量的黄酮,具有很强的抗氧化作用,能够清除体内的自由基,并具有抗心脑血管疾病、抗炎镇痛、调节免疫力、降血糖、治疗骨质疏松、抑菌抗病毒、抗衰老、抗辐射等作用^[1-5]。现在市场上龙眼核的处理方法主要是燃烧或丢弃,有极少量的龙眼核作为种子销售用于种植,对龙眼核的进一步加工利用更是鲜有研究。这些处理方法不仅造成了大量的资源浪费,而且导致了环境污染。随着经济的发展,油料资源日益短缺,因此,积极地寻找开发新的油料资源是未来研究的发展方向。植物籽油富含多种生物活性物质,价格低廉,具有较好的开发前景。龙眼籽中脂肪含量约为2.47%^[6],含有较为丰富的脂肪油,且油中含大量不同碳链的环丙烷类脂肪酸和二氢苯蒽酸,相比其他植物核油,龙眼籽中环丙烷类脂肪酸的含量相当高,因此,大力开展龙眼籽油的相关研究具有重要意义。但目前市场上龙眼籽油产品较少,仅有很少龙眼籽精油以及龙眼籽山茶复合油产品,对其开发利用尚不充分。本文详述了近年来对龙眼籽油的研究现状,以期对龙眼籽油的进一步开发利用提供参考。

1 龙眼籽油的主要成分

龙眼核中含有丰富的淀粉(60.9%)、还原糖(14.13%)、蛋白质(5.59%)和氨基酸等营养成分,以及钾(0.41%)、钙(0.13%)、镁(0.16%)、磷(0.16%)等多种矿物元素。其中维生素A的含量 $<0.56\text{ }\mu\text{g}/100\text{ g}$,维生素E含量为 0.55 mg/kg 。龙眼核是开发保健食品的良好营养源^[7-9]。据报道,龙眼核中至少含有17种以上氨基酸,以谷氨酸、天氨酸、精氨酸、苏氨酸、甘氨酸、苯丙氨酸和组氨酸为主,含有人体必需氨基酸。以100 g干基计,龙眼核中总氨基酸含量合计为4.88 g,其中人体必需氨基酸为1.72 g,占35.25%^[10-15]。龙眼籽油是从龙眼核中提取的油脂。有研究表明,通过对龙眼籽油的气质联用分析,共检测出包括油酸(42.07%)、棕榈酸(20.45%)、水杨酸苯乙酯、顺式十八碳烯酸(12.03%)等在内的22种成分^[16]。此外,纪漫等^[17]通过对龙眼核活性脂质的分析及其细胞增殖活性的研究发现,龙眼核中含有CEP-2等多种生物活性脂质。后续的研究还发现,龙眼核中总甾醇含量为 518.26 mg/g ,此外还有神经酰胺类、鞣质及酚类等物质。有研究表明^[18],龙眼核精油提取物中有多种具有生物活性的物质,如多

糖类、黄酮类、多酚类、色素类、生物碱类等。

2 龙眼籽油的提取方法

果蔬籽油的提取方法多种多样,常见的方法有机械压榨法、超临界流体萃取法、有机溶剂浸提法、索氏提取法、超声波提取技术和复合酶法等。就目前的研究状况来说,超临界 CO_2 萃取法是最为适宜的提取方法,相比于传统的提取方式,这种方法有着独特的优越性(速度快、产率高、油脂色泽浅,脱酸、脱色、脱蜡、脱臭等在萃取器内一次完成),未来的提取研究应立足于此基础之上研究更合适的提取条件,以增加提取率,保持良好的风味。

2.1 机械压榨法

将油脂从植物种子中提取出来的最常见的方法是机械压榨法。该方法的优点是使用较少的设备和资金、操作简单,榨出的油能保持植物原本的天然特色,且生产灵活,对油料的适应能力强。机械压榨法提取龙眼籽油的主要工艺流程为烘龙眼核干→破碎→软化→轧坯→烘干龙眼核→浸出→蒸发→毛油。压榨过程中,压力、黏度和油饼成型是压榨法制油的三要素。压力和黏度是决定榨料排油的主要动力和可能条件,油饼成型是决定榨料排油的必要条件。但是机械压榨法制油有一定的缺点,如压榨后的油饼残油量高、出油效率较低、动力消耗大、零件易损耗,所得产品易混入其他杂质,易变质等。此方法适用于绝大多数蔬菜水果籽油的提取。

2.2 有机溶剂萃取法

有机溶剂萃取法是利用一种溶质组分在两个互不混溶的液相中竞争性溶解和分配性质上的差异进行分离操作的方法。在提取植物原料中的油脂或脂溶性物质方面,溶剂萃取法是一个成熟的方法。目前在生产葡萄籽油的提取工艺上普遍采用溶剂萃取法^[19]。溶剂的种类和性质、萃取的时间和条件等都会影响萃取的效果。有机溶剂萃取法的流程为烘干龙眼核→分离剥壳→破碎龙眼核→轧坯→烘干龙眼籽→加入溶剂浸提→毛油→精炼→精油。但溶剂萃取法具有一定的缺陷,因为提取需要的溶剂较多、萃取时间长,故导致成本增高;就安全性而言,有机溶剂会出现一定的残留问题,安全性得不到很好的保障。目前利用有机溶剂萃取龙眼籽油的研究尚且不足,但此方法已在多种水果籽油的提取中得到应用,证明了其可行性。例如在葡萄籽中已成功应用有机溶剂萃取法提取葡

萄籽油,并探究出了各个步骤对提取效果的影响,得出最优提取条件。其中预处理是最关键的影响步骤之一。

2.3 超临界 CO₂ 流体萃取法

超临界萃取法是近十几年来才发展起来的一种新型技术,它利用超临界流体作为萃取剂,从液体和固体中提取某种高沸点的成分,以达到分离或提纯的目的。超临界流体是处于临界温度和压力以上的液体,在这种条件下,流体即使处于临界温度下,也不会浓缩为液体,但流体的密度随压力增大而增加,此时超临界流体既不同于一般液相,也有别于一般气相。其密度接近于液体,黏度却接近于普通气体,扩散能力比液体大 100 倍。与一般液体溶剂相比,在超临界流体中可更快地进行传质,在短时间内达到平衡,从而高效地进行分离。超临界二氧化碳流体萃取则是利用二氧化碳的某些性质,如溶解性等,通过超临界流体技术改变二氧化碳的溶解性,从而使其更好地溶解某些特殊物质,达到提取的效果。在超临界状态下的二氧化碳可以有选择性的依次萃取各种成分。通过控制压力可以控制要萃取的某种成分或者某些成分的比例,在萃取结束后,通过减压等方法使超临界二氧化碳变成普通气体,从而得到纯净的提取物。与其他提取方法相比,超临界二氧化碳流体萃取法的优势为提取效率比较高,提取的纯度高。且由于 CO₂ 是一种无毒无害的气体,所以这种方法安全性好,也更环保,这种方法也是目前龙眼籽油常用的方法。此方法的缺点是只能萃取亲脂性、分子量较小的物质。童汉清等^[16]对龙眼核油的超临界 CO₂ 萃取条件进行了单因素试验研究,确定了适宜的萃取条件:萃取压力 20 MPa、龙眼核粒度 60~80 目、萃取温度 40 ℃、解析温度 35 ℃,并发现影响萃取率的主次因素为龙眼核粒度>萃取温度>解析温度>萃取压力。超临界二氧化碳萃取法是目前看来较为理想的提取方法。

2.4 索氏提取法

索氏提取法是实验室中常用的提取脂肪的方法,是从固体物质中萃取化合物的一种方法,常用于粗脂肪含量的测定。具体方法是将干燥的样品充分研磨,用脱脂滤纸包好,放入索式提取器的溶提管中,加入无水乙醚,乙醚经虹吸管流入烧瓶,放入水浴锅加热提取。此方法可以保证每一次都用纯溶剂提取,使固体中被萃取出的可溶性成分富集到烧瓶中。索氏提取法除了可以提取脂肪外,还可一同提取出样品中的磷脂、挥发油、蜡质及色素等类

脂物质,因而索氏提取法只能用于粗脂肪提取和测定。此方法能耗低、选择性好、设备简单、操作简便;缺点是耗时长,只适用于实验室使用。目前由于对龙眼籽油的研究不够充分,加之此方法只能测定粗脂肪,因此尚未有人用此方法进行研究,但索氏提取法已经应用到其它果籽油的提取研究中,例如柚类籽油、番荔枝籽油等。例如梁敏等^[20]利用索氏提取法提取番荔枝籽油,油脂提取率达到 29.2%。因此,今后实验室可以采用索氏提取法初步提取龙眼籽油进行研究分析。

2.5 超声波辅助提取法

超声波辅助提取技术主要是在超声波的作用下,利用超声波增大物质分子运动频率和速度,增加溶剂的穿透力,提高某种成分的溶出速度和溶出次数,以缩短提取时间,提高提取效率,最后将混合提取液分离提纯,得到目标成分^[21]。超声波独具的物理特性能促使植物细胞组织破壁或变形,使有效成分提取更充分,提取率比传统的压榨法和有机溶剂萃取法显著提高 50%~500%,是近些年发展起来的一项新技术;超声波辅助提取的时间短、提取温度低、适应性广(超声提取不受成分极性、分子量大小的限制,适用于绝大多数种类果蔬籽油和各类成分的提取)、提取药液杂质少,有效成分易于分离纯化、提取工艺运行成本低、操作简单易行,设备维护、保养方便,但是此方法也有一定的缺点,如超声波会不断衰减,它的作用区域为环形区域,倘若容器过大,会在容器里形成空白区,使器件损坏。周如金等^[22]成功采用此法提取出了核桃仁油,并研究出了最佳提取工艺。其研究表明,超声强化提取可以提高核桃仁油总不饱和脂肪酸的含量,节约成本,提高提取效率。

2.6 酶法提取

植物油料的细胞壁能够阻止油脂的释放,在细胞内部,油脂通常以油脂体的形式存在,并与蛋白质和碳水化合物结合在一起,构成脂蛋白、脂多糖等复合体。只有将油料组织的细胞结构以及油脂复合体破坏,才能将油和蛋白质提取出来。水酶法工艺是在油料经过机械破碎之后,在试验的基础上,添加分解酶和水,在 pH 值、温度和时间等因素影响下提取油和蛋白质^[23-27]。酶法提取油脂的基本原理是将微生物所产生的酶作为工具,利用它的催化或转换等作用,选择性脱出油脂中的抗营养因子。国内外已研究的酶法提油工艺主要有酶解冷浸出法、水酶法、

酶解萃取法、酶解冷榨法等四种。这些提取方法优点是避免高温处理油料,其蛋白质性能得到良好的保持,提取出的油脂质量优于传统方法;缺点是对操作条件要求高,酶用量和酶解时间不容易控制,目前还不能进行大规模的工业化生产。王晓峰等^[19]对水酶法提取油茶籽的工艺研究表明,利用水酶法较好地提取了油茶籽油,通过对比得出了水酶提取法的最佳条件,为龙眼籽油的提取提供了参考。

3 龙眼籽油的功效

3.1 龙眼籽油的生物活性与应用

龙眼籽油中富含油酸、棕榈酸等不饱和脂肪酸,对人体有一定的保健作用,如对软化血管有一定的效用,在人和动物的新陈代谢过程中也起着重要作用。

龙眼籽油富含植物甾醇、神经酰胺、三萜类等多种生物活性物质,植物甾醇在人体内可以起到抗炎的作用,具有营养价值高、生理活性强等特点。植物甾醇在人体内通过与胆固醇的竞争作用来降低胆固醇,从而预防和治疗一系列的心血管疾病。此外,植物甾醇是甾体药物和维生素 D₃ 的生产原料,还可以促进皮肤的新陈代谢,对皮肤具有一定的保护作用。神经酰胺对人体有屏障作用,可在一定程度上保湿皮肤和抗衰老。而三萜类化合物有广泛的药理作用,如抗癌、解热、抗炎、镇痛、抗菌抗病毒等^[28]。

3.2 龙眼籽油的抗氧化性

童汉清等^[19]对龙眼籽油的抗氧化性研究表明,龙眼籽油对猪油和花生油均有一定的抗氧化作用,对猪油的抗氧化性优于对花生油的抗氧化性。龙眼籽油的抗氧化能力明显弱于抗氧化剂 TBHQ,对猪油的抗氧化能力弱于抗坏血酸和柠檬酸,对花生油的抗氧化能力略强于柠檬酸,与抗坏血酸接近。

3.3 提取龙眼精油

龙眼精油是以废弃的龙眼核为原料提取小分子、易吸收的芳香物质。植物精油具有显著的抑菌作用,包括细菌和部分真菌。目前的研究显示,植物精油大多应用于果蔬的保鲜。如韩林等^[29]以草莓为试验材料,研究了不同浓度龙眼核精油浸泡处理对草莓采后低温保鲜的效果。结果表明,龙眼核精油对草莓采后具有显著的保鲜作用,可有效防止草莓的腐烂,减缓草莓中营养成分的流

失,提高果实对 DPPH 和 ABTS 自由基的清除能力,维持其抗氧化活性,其中以精油浓度 160 $\mu\text{g/mL}$ 处理组效果最好。

4 前景与展望

随着人们生活水平的提高,对食用油的要求也越来越高。大部分果籽油不仅可以食用,而且营养价值丰富、全面。迄今为止,荔枝、龙眼果皮和种子的提取物已被开发成功能性食品添加剂、化妆品和中草药,用于缓解神经疼痛和肿胀。龙眼籽油中含有大量的活性化合物,利用龙眼核提取龙眼籽油,能增加它在化妆品、食品和制药等行业中的使用和开发价值。目前对功能性植物油的开发报道较多,而且有很多已经投入生产,这些资源的开发利用将对龙眼籽油的开发起到较好的借鉴作用。龙眼籽油不论是作为食用油还是保健食品,亦或是功能性添加剂等都有非常广阔的市场。

另外,龙眼副产物是生物活性物质的优良来源,因此,从龙眼中提取有价值的物质,作为食品添加剂、化妆品和药物制剂,是未来科学家们的一项重要工作。研究者通过体内外实验和临床试验对荔枝、龙眼副产物提取物的药理作用进行了大量研究,并对新产品的安全性进行了评价^[30],未来还可以作为药用制剂投入市场。

近年来,对植物精油的研究也越来越多,植物精油具有很好的抑菌活性,对细菌、酵母菌及真菌均有明显的抑菌作用^[31],可以将龙眼精油应用于水果蔬菜保鲜。有研究报道,包括龙眼在内的植物精油会在 8~10 min 渗透到皮肤中,再到达血液和淋巴液,将精油输送到体内的各个器官,使细胞获得充足养分,因而能加速身体的新陈代谢。研究还显示,植物精油可促进皮肤新细胞的生成、刺激体内细胞的生长,保养改善渐渐老化的肌肤,保湿润肤。此外,植物精油还能消毒受伤的肌肤、排解皮肤因受伤导致的感染,消肿消炎,增进肌肤的生化活力。促进疤痕的修复及伤口的愈合,加强皮肤对外来侵略的抵抗力,因此还可作为保健品进行开发。

在此之前,应先考虑开发有效的提取技术,重点是环境友好的回收技术。目前龙眼籽油提取的相关研究比葡萄籽油、苹果籽油要少,如何高效的大量提取是首先要解决的问题。就目前的研究状况来说,超临界 CO₂ 萃取法是最为适宜的提取方法,相比于传统的提取方式,这种方法

有独特的优越性(速度快、产率高、油脂色泽浅,脱酸、脱色、脱蜡、脱臭等在萃取器内一次完成),未来的提取应立足于此基础之上分析更适合的提取条件,以增加提取率,保持良好的风味。

参考文献:

- [1] 肖更生, 黄儒强, 曾庆孝, 等. 龙眼核的营养成分[J]. 食品科技, 2004(01): 93-94.
- [2] PORNMTIA P, ORAWAN S. Enhanced properties of injectable chitosan-based thermogelling hydrogels by silk fibroin and longan seed extract for bone tissue engineering[J]. International journal of biological macromolecules, 2019, 138: 412-414.
- [3] 张宏康, 李蒿琪, 林小可, 等. 龙眼加工研究现状及展望[J]. 轻工科技, 2017, 33(01): 1-4.
- [4] 文良娟, 李英军, 毛慧君, 等. 龙眼核的营养成分及其活性物质的抗氧化性能研究[J]. 食品科学, 2010, 31(01): 243-246.
- [5] 陈昊. 几种天然植物油脂脂肪酸组成及其保健功能 [J]. 科技创新导报, 2010(20): 227-228.
- [6] 李佳娜, 郭苏兰, 肖水秀. 龙眼核多酚对用脂多糖诱导的急性肺损伤小鼠肺组织的保护作用及相关机制[J]. 当代医药论丛, 2019, 17(11): 102-104.
- [7] 谢勇武, 谭属琼. 响应面法优化超声辅助提取龙眼壳、核中总黄酮工艺[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(13): 239-244.
- [8] ZHU XR, WANG H, SUN J, et al. Pericarp and seed of litchi and longan fruits: constituent, extraction, bioactive activity, and potential utilization [J]. Journal of Zhejiang university - scien. B, 2019, 20(6): 503-512.
- [9] 徐甜. 柚类籽油的提取工艺与理化特性及主要脂肪酸成分研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
- [10] LUKSAMEE Worasuttayangkum, PIYAJIT Watcharasit, RANGKADILOK Nuchanart, et al. Safety evaluation of longan seed extract: Acute and repeated oral administration [J]. Food and chemical toxicology, 2012, 50(11): 3949-3955.
- [11] 刘雪梅, 朱风涛, 吴茂玉, 等. 苹果籽油研究进展 [J]. 中国果菜, 2012(03): 39-41.
- [12] 戴诗云, 毛哲浩, 胡益祥, 等. 植物提取物主要抑菌活性成分分析及应用[J]. 绿色科技, 2019(10): 261-263.
- [13] 孙菡峥. 龙眼核多酚的分离纯化及抗氧化性能的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019.
- [14] 唐福才, 关天旺, 姚敦琛, 等. 微波提取龙眼核中多酚及其抗氧化活性的研究[J]. 广东化工, 2015, 42(05): 176-177.
- [15] 陈金玉, 曾健, 李春美. 龙眼核多酚提取工艺的正交试验优化及其分离纯化与结构表征[J]. 食品科学, 2015, 36(16): 31-37.
- [16] 童汉清, 顾京君, 刘秋鹏. 龙眼核油的超临界 CO₂ 萃取及其抗氧化性研究[J]. 食品科技, 2012, 37(02): 261-268.
- [17] 纪漫, 孙培冬. 龙眼核活性脂质的分析及其细胞增殖活性研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(08): 87-108.
- [18] 蔡文韬. 龙眼核精油提取技术及成分分析的研究进展[C]. 广东省食品学会、上海博华国际展览有限公司.“健康食品与功能性食品配料”学术研讨会暨 2017 年广东省食品学会年会论文集. 广东省食品学会、上海博华国际展览有限公司: 广东省食品学会, 2017: 29-32.
- [19] 朱艳. 超声波环境下葡萄籽油提取工艺条件研究 [J]. 生物技术世界, 2016(02): 53-54.
- [20] 梁敏, 唐祚姣, 董新荣. 番荔枝籽油脂脂肪酸组成的 GC-MS 分析[J]. 化学与生物工程, 2012, 29(10): 89-90.
- [21] 黄飞, 屈飞强, 任晓琼. 超声波辅助提取分离菠菜色素的工艺研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2015, 27(01): 64-68.
- [22] 周如金, 胡爱军, 宁正祥, 等. 不同方法提取核桃仁油的研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(3): 37-39.
- [23] 孙磊. 水酶法提取花椒籽油的工艺研究 [D]. 邯郸: 河北工程大学, 2017.
- [24] 董泽涵, 徐铖, 范伟芳, 等. 不同方法提取枇杷仁油的对比研究[J]. 广东化工, 2017, 44(22): 28-30.
- [25] 张伟光, 邸凯, 赵国君. 超声辅助水酶法提取冬瓜籽油的工艺研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(11): 12-15.
- [26] 王晓峰. 水酶法提取油茶籽油的优劣势与工艺研究 [J]. 粮食科技与经济, 2018, 43(04): 80-82, 89.
- [27] 洪晴悦, 张玉. 超声波辅助提取牡丹籽毛油的工艺优化及脂肪酸组成分析[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(03): 159-164.
- [28] 梅徐, 俞晓敏, 庞亚飞, 等. 龙眼核药用价值概述 [J]. 中国民间疗法, 2019, 27(13): 104-105.
- [29] 韩林, 汪开拓, 郭冬琴, 等. 龙眼核精油对采后草莓的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2015, 36(11): 309-313.
- [30] 邱松山, 李颖, 姜翠翠, 等. 龙眼加工废弃物的综合利用探讨[J]. 甘肃农业科技, 2016(05): 59-64.
- [31] 欧阳海燕, 沈兆艳, 吕勇, 等. 植物精油对嗜水气单胞菌和无乳链球菌的抑菌效果[J]. 广东饲料, 2019, 28(11): 23-25.

柑橘精油的提取及在食品保鲜中的应用

田梦瑶^{1,2}, 张映瞳¹, 胡花丽¹

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏 南京 210014; 2. 沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要: 柑橘类精油是一种经济、环保、天然的防腐剂, 可作为其他抗氧化防腐剂(亚硝酸钠、硝酸盐、苯甲酸盐等)的替代品应用于食品保鲜。柑橘类精油主要来源于柑橘类水果的果皮, 从果皮中提取精油不仅可以充分利用果蔬副产物, 还可以减少由废弃果皮造成的环境污染问题。本文概述了柑橘精油的主要成分、提取方法、抑菌作用及其在食品保鲜中的应用。

关键词: 柑橘精油; 柠檬烯; 抗菌作用; 纳米乳剂

中图分类号: S377 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0021-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.005

The Extraction and Application of Citrus Essential Oil in Food Preservation

TIAN Meng-yao^{1,2}, ZHANG Ying-tong¹, HU Hua-li¹

(1. Institute of Agricultural Products Processing, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. College of Food Science, ShenYang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: Citrus essential oil is an economic, eco-friendly and natural preservative, which can take the place of chemical preservatives such as sodium nitrite, nitrate and benzoate in food preservation. Citrus essential oils are mainly derived from the peel of citrus fruits. Extracting essential oils from the peel can not only make full use of resources, but also improve the environmental problems caused by discarded peel. In this paper, the main components of citrus essential oil, extraction methods, antimicrobial property and its application in food processing and preservation were reviewed.

Key words: Citrus essential oil; limonene; antimicrobial property; nanoemulsion

精油是果皮油囊或油腺中大量存在的芳香化合物, 主要分布于果皮的外皮, 可溶于醇、醚和天然油, 但不溶于水。柑橘类精油主要来源于柑橘类水果的果皮, 是大

约 400 个化合物的复杂混合物, 具体含量和组成取决于柑橘的品种、栽培方式、提取手段和分离方法^[1]。研究表明, 柑橘精油具有抗氧化和抑菌活性, 是 BHA、BHT、亚

收稿日期: 2019-11-19

作者简介: 田梦瑶(1996—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为农产品保鲜工作

硝酸盐、硝酸盐或苯甲酸盐等合成抗氧化剂的天然替代品,近年来作为天然抗菌剂在食品和包装行业受到了极大的关注^[2]。本文主要概述了柑橘精油的主要成分、提取方法、抑菌作用及其在食品保鲜中的应用研究,以期对柑橘果皮资源化利用提供新的思路。

1 柑橘精油的主要成分

柑橘精油含有 85%~99% 的挥发性成分和 1%~15% 的非挥发性成分^[3]。挥发性成分是由单萜和倍半萜及其氧合衍生物的混合物如醇类(香叶醇、 α -没药醇)、酮类(薄荷酮、*p*-香根草酮)、醛类(γ -香茅醛、甜橙醛)、酯类(乙酸松油酯、乙酸柏木酯)、酚类(百里香酚)组成^[4]。根据异戊二烯结构单元的数量,萜烯分为半萜(C₅)、单萜(C₁₀)、倍半萜(C₁₅)、二萜(C₂₀)、二倍半萜(C₂₅)、三萜(C₃₀)、四萜(C₄₀)和多聚萜((C₅)_n, $n > 8$)。柠檬烯是柑橘果实最主要的化学成分,含量为 32%~98%^[6-7]。非挥发性部分包括长链烃、脂肪酸、甾醇、类胡萝卜素和含氧杂环化合物^[4]。

不同种类的柑橘精油成分有所差异。吴洪梅等^[8]从北培 447 锦橙、开县锦橙、蓬安 100 号锦橙和铜水 72-1 锦橙果皮中测出 14 种共有成分,包括 D-柠檬烯、 β -月桂烯、 α -水芹烯、 γ -松油烯等,其中含有的一些特有成分如正己醇、辛醛、橙花醇等构成了柑橘独特的香气。

2 柑橘精油常见的提取方法

不同提取方法对柑橘精油的成分也有影响。朱岳麟等^[9]采用水蒸气蒸馏法与溶剂萃取法分别提取金柚果皮的精油成分并进行分析比较,发现精油的成分及相对含量都存在一定的差异。柑橘精油的提取方法主要有水蒸气蒸馏法、有机溶剂萃取法、超临界流体萃取法、微波辅助提取法、超声波辅助提取法、生物酶制剂辅助提取法等。

2.1 水蒸气蒸馏法

水蒸气蒸馏法是一种较常见的提取方法。在蒸馏过程中,柑橘皮置于沸水或蒸汽中,油被释放到水中,然后通过蒸馏收集。这种方法设备简单,操作方便,但是存在能耗高、耗时长、精油品质不佳等缺点。赵静等^[10]通过水蒸气蒸馏法提取市售龙安柚果皮精油,通过单因素和正交实验,确定了最佳工艺条件为提取时间 60 min、NaCl 质量分数为 2%、料液比 1:15,此条件下精油得率为 1.37%。

2.2 有机溶剂萃取法

有机溶剂萃取法的原理是选取甲醇、乙醇、丙酮、石油醚、正己烷等有机溶剂,利用其易挥发的特点,将提取液经过蒸馏后去除有机溶剂,得到精油。该方法成本低、精油提取率高,但是有机溶剂沸点较低,易燃易爆,危险系数较大,对设备要求高。薛山等^[11]用超声波辅助有机溶剂萃取法提取柠檬皮精油,通过单因素正交实验确定了提取柠檬精油的最佳工艺:有机试剂为丙酮、料液比 1:15、超声时间 50 min、超声温度 50 $^{\circ}\text{C}$,此条件下柠檬皮精油的提取率为 2.83%。

2.3 超临界 CO₂ 流体萃取法

超临界 CO₂ 流体萃取法是用超临界流体为萃取剂,提取植物中的有效成分,当恢复到常温常压时,溶解在超临界流体中的精油即刻与其分开。CO₂ 的临界温度和压力都比较低,是一种比较理想的萃取剂。这种方法工艺简单、选择性好、萃取率高,没有溶剂残留,应用前景好。但这种方法提取的精油质量差,风味也有较大的差异^[12-14]。赵令江等^[14]以市售柑橘皮为原料,用超临界 CO₂ 流体萃取法提取精油,先通过单因素实验探究了萃取时间、萃取压力、萃取温度、投料量对提取率的影响,再通过正交实验得到萃取的最佳工艺条件:萃取时间 90 min、萃取压力 15 MPa、萃取温度 36 $^{\circ}\text{C}$ 、投料量 120 g,在此条件下柑橘皮精油提取率为 3.62%。

2.4 微波辅助提取法

微波辅助提取法是利用微波加热提取植物中的目标成分,并将目标成分分离提取出来的一种方法^[15]。该方法利于提高精油的提取率和质量,具有有机溶剂残留低、高效快速的优点,但该方法单独使用时效率较低,需与其它方法联合。张静等^[16]以微波辅助法提取柚皮精油,通过单因素和正交实验确定了最佳工艺条件:以石油醚为提取剂、料液比 1:8、微波功率 400 W、提取时间 3 min、索氏抽提温度 55 $^{\circ}\text{C}$ 、抽提时间 30 min,柚皮精油的提取率为 2.02%。

2.5 超声波辅助提取方法

超声波辅助方法是利用超声波的空化作用,加速了植物组织中有效成分的溶出。该方法提取时间短、提取率高、经济性好、适用广泛,但也只是一种辅助手段,需要与其他提取方法联合使用^[13]。刘玉珍等^[17]用超声波辅助方法提取橙皮香精油,确定最佳提取工艺为料液比 1:20 (g:mL),石油醚体积分数 99.16%,静置时间 15 min,超声温

度 40 ℃,超声时间 15.77 min,在此条件下橙皮香精油的提取率为 2.56%。

2.6 酶辅助法

酶辅助法的原理是利用酶解反应会破坏植物组织细胞壁结构,溶出细胞内的有效成分,从而达到提取目的。该工艺与水蒸气蒸馏法相比,提取时间大幅缩短。但是由于生物酶成本高,目前还不能大规模地应用于工业生产中^[18]。

3 柑橘精油的抑菌作用及其应用

3.1 抑菌作用

柑橘精油是一种安全的天然抗菌剂,具有良好的抑菌作用,在防止食品腐败变质、提高食品品质、延长食品贮藏期方面有重要的研究意义。关于柑橘精油的抑菌原理目前主要有两种理论:一是通过影响菌体的生长周期,使菌体的生长期缩短,加快衰亡期;二是通过改变细胞膜通透性来破坏细胞膜的结构和功能,使细胞内渗透压增大,细胞内含物溶出,细胞裂解死亡,最终起到抑菌的作用^[22]。陈林林等^[19]研究发现,柑橘皮精油对大肠杆菌、白色葡萄球菌和青霉均具有良好的抑制作用,且对大肠杆菌的抑制效率最高。岳静等^[20]研究表明,不同浓度的柑橘皮精油对金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌和大肠杆菌均有抑制作用,且与抑制浓度呈正相关,但对青霉无抑制作用,这与陈林林的研究结果不一致,可能是由于柑橘品种的差异产生的;李巧巧等^[21]发现,商品柠檬油、柚油、橙油及 D-柠檬烯对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、酵母、黑曲霉等均有抑制作用,其中 D-柠檬烯的抑制效果最好。

3.2 在果蔬保鲜中的应用

近年来,精油被广泛应用于食品行业各个方面,包括果蔬病虫害控制、食用抗菌包装薄膜包装材料、碳酸可乐和汽水中的调味剂以及果蔬、肉类、海鲜的保鲜等。但是柑橘精油成分易被氧化分解而影响其功效,因而常通过于包装材料结合或通过其他处理手段提高其效率和保护活性成分,具体使用模式主要有制作成食用抗菌包装薄膜、柑橘精油微胶囊、柑橘精油纳米乳剂等。

3.2.1 制成柑橘精油食用抗菌包装薄膜

目前,天然高分子环保材料越来越受到重视,开发可降解包装材料以减少环境污染成为一种趋势。这种材料环保、无毒,与合成的材料相比理化性质更佳,是替代石化产品合成包装材料的有效途径。目前在食品领域最常

用的凝胶膜是壳聚糖/明胶-精油聚合物。壳聚糖膜对水蒸汽具有较高的渗透率,可提供充分的屏障避免果蔬在贮藏过程中脱水,加入精油可以改善膜的防潮性能。明胶具有良好的成膜性,对气体有一定的阻隔性,明胶薄膜具有良好的机械性能、抗菌活性以及抗氧化性能,这些理化性质使其成为一种适宜的精油合成材料。

壳聚糖-精油复合食用涂料已被证明可以有效延长果蔬的货架期,Xing 等^[23]研究发现,在 8 ℃贮藏 35 d 后,经壳聚糖-精油处理的辣椒样品受侵染率较低;Sanchez-Gonzalez 等^[24]发现,添加佛手柑油会增强纯 CH 涂层的抗菌活性,使鲜食葡萄的贮藏期延长。张文勇等^[25]用 1%质量浓度的壳聚糖溶液和不同浓度柑橘精油的复合液对新采摘的草莓进行处理,发现 1%质量浓度的壳聚糖与 1%体积分数的柑橘精油复合液浸泡处理能减缓草莓的失重率,并降低草莓的腐烂速率。

3.2.2 制成柑橘精油微胶囊

微胶囊化是指以微小的固体或液体液滴为核心,对精油活性组分用多孔或穿孔的连续薄膜进行包裹,被包裹的核心液滴叫芯材,包裹物质称为壁材。芯材的直径大小在 3~800 μm,包含 10%~90%的核心材料,可在胶囊内停留一段时间并具有控制释放的功能。壁材一般选用生物可降解材料,如壳聚糖、明胶、海藻酸盐等材料。微胶囊化可以通过两种方法来实现,分别是水溶性芯材在水相中凝聚,以及水不溶性或疏水性芯材在有机相中凝聚。微胶囊技术是重点研发的高新技术之一,应用到柑橘精油方面具有广阔的发展前景。研究发现,柑橘精油微胶囊化有以下优点:(1)保护芯材;(2)隔离不相容的组分;(3)控制芯材的释放;(4)改变芯材的物理和化学性质;(5)屏蔽味道和气味,掩盖芯材的异味;(6)增加美观效果等^[26]。耿敬章等^[27]研究了利用壳聚糖包裹柑橘精油来制备微胶囊,选取单甘酯和 Tween-60(质量比 1:1)为乳化剂,通过正交实验得到最佳工艺条件为乳化剂用量为 1.6%、壁材质量比 4:1、搅拌速度 500 r/min、包埋温度 50 ℃,在此条件下,柑橘精油微胶囊的包埋率为 92.0%。姚洁玉等^[28]研究发现,在 4 ℃冷藏条件下,壳聚糖-柑橘精油微胶囊能够有效地抑制蛋白质的变性、脂肪的酸败和微生物的生长,从而延缓凡纳滨对虾的腐败变质,延长对虾货架期 3~4 d。

柑橘精油微胶囊在使用中也存在一些问题,如微胶囊壁材成本高,并不适用于大批量的工业化生产;需对微

胶囊精油的控制释放的机理进行深入的研究,从而控制精油的释放速率;将微胶囊技术同超临界流体技术等其它高新技术结合,进一步优化制备工艺,大力开拓精油微胶囊的应用领域。这些现象的存在阻碍了柑橘精油微胶囊的进一步推广。

3.2.3 柑橘精油纳米乳剂

在纳米乳化过程中,需要通过外界能量将大液滴粉碎成粒径为 20~200 nm 的小液滴。根据外界能量的不同,可将纳米乳化分为低能乳化和高能乳化两种方法,通过化学制剂结构潜能提供能量的是低能乳化法,通过机械设备提供能量的是高能乳化法。

(1) 低能乳化

低能乳化技术是一种非破坏性的方法,需要高浓度的表面活性剂,通过改变乳化液的组成或环境来自发形成乳化液滴。低能乳化方法包括相转变温度(PIT)、相转变组分(PIC)、乳剂转换点(EIP)和自发乳化方法^[30]。

PIT 是根据表面活性剂在连续相中的溶解度随温度的变化而建立的。表面活性剂对水和油的亲和力随温度的升高而变化,溶解度也随之改变。表面活性剂在低温时是亲水的,在温度升高时变成疏水的。这是由于非离子表面活性剂中存在的聚氧乙烯链脱水造成的。在优化的亲疏水平衡温度下,通过 PIT 快速冷却或加热得到的纳米乳在动力学上是稳定的。PIC 是通过改变表面活性剂的浓度而改变乳液的组成。乳化液是通过表面活性剂上的阴离子电荷来稳定,盐添加到乳化液中将油-水乳化液体体系转化为水-油乳化液体体系,经水稀释后可再次转化为油-水乳状液,降低了表面活性剂的离子强度。在 EIP 方法中,通过对乳状液进行粉碎,一种乳状液体体系转化为另一种乳状液体体系。这种乳状体系是通过增加对表面活性剂具有高亲和力的分散相来实现的。在乳液形成过程中加入另一种表面活性剂,可以得到更稳定的纳米乳液^[30]。自发乳化是指由分散相和连续相混合过程中产生的化学能的作用下自发乳化形成乳液的过程。通常自发形成的内向液滴是不稳定的,需要表面活性剂和外界能量协助稳定。其乳化过程主要分为三步:水相和油相的制备;在外界能量的作用下,油相加入水相中,内相油滴形成;负压下除去有机溶剂,形成纳米乳液。任婧楠等^[29]利用 PIT 法制得甜橙精油纳米乳液和 D-柠檬烯纳米乳液,均具有良好的抑菌作用。其中甜橙精油纳米乳液抑制枯草芽孢杆菌

的最低浓度(MIC)为 7.7%,而 D-柠檬烯纳米乳液的 MIC 则为 4%,表明 D-柠檬烯纳米乳液的抑菌性更佳。

(2) 高能乳化

高能乳化是利用强大的破坏性机械力,如微流化、高压均质化、超声等将大的乳状液滴粉碎成微小的液滴。微流化技术将精油-基质混合物通过狭窄的孔口流出微通道,利用碰撞来实现理想的精油-基质的乳化。该方法制备的乳化液液滴粒径非常小,适合食品级乳化液的生产;但是这种方法生产成本低,操作难度大。高压均质化是指适当组成的粗乳状液受到非常高的压力,并通过非常严格的阀孔推进,形成非常细的亚微米乳状液。这种方法具有不含有有机溶剂加工时间短的优点,但是存在生产成本低、易降解的缺陷。超声波技术利用高强度的声波将钛合金探头尖端置于精油与基体/溶剂的均质混合物中,产生强烈的机械振动。这种方法操作简单,但形成的纳米乳液液滴尺寸分布不均匀,成分受高能量输出的影响。

纳米乳液具有比微米乳更大的表面积,表现出更有效的抗菌作用。为了获得具有理想稠度和性能的动态稳定纳米乳,必须对原料组成和合成方法进行优化^[29]。

洪耿德等^[30]通过高能乳化获得 D-柠檬烯纳米乳,并且发现不同浓度的 D-柠檬烯纳米乳对食源性致病菌均有抑菌活性,对乙型副伤寒杆菌来说,10 mg/mL 浓度时,抑菌率最大为 65.02%。

4 小结

近年来人们的食品安全意识日渐增强,高效无毒的天然防腐剂取代常规化学防腐剂成为必然趋势。柑橘精油来源丰富,抑菌作用显著,是食品保鲜的理想天然防腐剂。但目前柑橘精油的应用还存在一些问题,例如在某些情况下,会引起皮肤刺激和过敏。解决这一问题的一个可能的解决方案是将精油封装在合适的可生物降解的外壳中,能够控制活性化合物的释放。这不仅降低了精油的不稳定性,对底物蛋白的反应性,同时通过控释保证了抗菌性能。另一个问题是加入精油可能会消灭目标微生物群,但反过来可能会产生有利于有害微生物生长的条件,导致更严重的腐败。因此,我们还需要解决柑橘精油在使用时的剂量问题。此外,单独和混合使用精油时化合物的物理化学稳定性和生物活性问题;在蛋白食品中使用精油时两者之间的相互作用问题;柑橘精油的致敏性;防止食

品变质和质量、味道和香味恶化的最佳剂量限制;精油的封装方法及控制释药性能等问题,也需要进行长期广泛的研究和论证,以确保在食品保鲜中更加高效、安全地利用柑橘精油。

参考文献:

- [1] NANNAPANENI R, CHALOVA VI, CRANDALL PG, et al. *Campylobacter* and *arcobacter* species sensitivity to commercial orange oil fractions [J]. *International journal of food microbiology*, 2009, 129(1): 43–49.
- [2] CALO JR, CRANDALL PGO, BRYAN CA, et al. Essential oils as antimicrobials in food systems A review [J]. *Food control*, 2015, 54: 111–119.
- [3] FISHER K, PHILLIPS C. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer [J]. *Trends in food science and technology*, 2008, 19(3): 156–64.
- [4] MURIEL-GALET V, CRAN MJ, BIGGER SW, et al. Antioxidant and antimicrobial properties of ethylene vinyl alcohol copolymer films based on the release of oregano essential oil and green tea extract components [J]. *Journal of food engineering*, 2015, 149: 9–16.
- [5] MODZELEWSKA A, SUR S, KUMAR SK, et al. Sesquiterpenes: Natural products that decrease cancer growth [J]. *Curr. med. chem. AntiCancer agents*, 2005, 54: 477–99.
- [6] 靳佳佳, 韦杰. 柑橘精油研究进展[J]. *南方园艺*, 2019, 30(2): 53–57.
- [7] TAMURA H, YANG RH, SUGISAWA H. Aroma profiles of peel oils of acid citrus[J]. *ACS symp. Ser.*, 1993, 525: 121–36.
- [8] 吴洪梅, 吕泽芳, 左龙亚, 等. GC-MS 法比较 4 个锦橙品种果皮精油成分差异[J]. *南方农业学报*, 2017, 48(2): 302–308.
- [9] 朱岳麟, 常增花, 郑晓梅, 等. 蒸馏法与溶剂萃取法提取金柚果皮精油成分的比较分析[J]. *植物科学学报*, 2011, 29(1): 130–133.
- [10] 赵静, 向丹, 喻娜, 等. 龙安柚果皮精油水蒸气蒸馏法提取工艺及抗氧化、抑菌活性研究[J]. *中国南方果树*, 2019, 48(6): 21–24.
- [11] 薛山, 袁园. 柠檬精油提取工艺优化及抗氧化性测定[J]. *中国食品添加剂*, 2017(5): 183–188.
- [12] 尤龙, 王建全, 任士伟. 国内植物精油提取工艺研究进展[J]. *山东化工*, 2019, 4(11): 28–29.
- [13] 何凤平, 雷朝云, 范建新, 等. 植物精油提取方法、组成成分及功能特性研究进展 [J]. *食品工业科技*, 2019, 40(3): 307–312.
- [14] 赵令江, 莘海亮, 杨梅梅, 等. 超临界 CO₂ 萃取柑橘皮精油工艺研究[J]. *凯里学院学报*, 2019, 37(3): 32–35.
- [15] 贾静波. 柑橘精油提取及应用研究进展 [J]. *宁夏农林科技*, 2016, 57(1): 38–39.
- [16] 张静, 姚芳, 马维新, 等. 柚皮精油的微波辅助提取工艺及其抗氧化研究[J]. *中国食品添加剂*, 2015(7): 58–64.
- [17] 刘玉珍, 张兆琴, 胡洁芳, 等. 超声波辅助提取橙皮香精油的工艺研究[J]. *农产品加工*, 2018(13): 33–36.
- [18] 辜雪冬, 肖娟, 周康, 等. 纤维素酶辅助水蒸气蒸馏提取柠檬果皮精油工艺优化[J]. *食品与机械*, 2018, 34(8): 145–152.
- [19] 陈林林, 米强, 辛嘉英. 柑橘皮精油成分分析及抑菌活性的研究[J]. *食品科学*, 2010, 31(17): 25–28.
- [20] 岳静, 朱志成, 姜水. 柑橘皮提取物抑菌性能研究 [J]. *北方园艺*, 2012(23): 25–27.
- [21] 李巧巧, 雷激, 唐洁. 商品柑橘精油的抑菌性及其应用研究 [J]. *食品与机械*, 2011, 27(6): 160–162.
- [22] 王雪燕, 陈瑛, 张嘉敏, 等. 草鱼鱼鳞抗菌肽与肉桂精油联合抑菌作用及机理 [J]. *食品科学*, DOI: 10.7506/spkx1002-6630-20191106-079.
- [23] XING Y, LI XH, XU QL, et al. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper *Capsicum annuum* L [J]. *Food Chemistry*, 2011, 124: 1443–450.
- [24] S á NCHEZ-GONZ á LEZ L, PASTOR C, VARGAS M, et al. Effect of hydroxypropylmethyl-cellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes [J]. *Postharvest biol. technol.*, 2011, 60 (1): 57–63.
- [25] 张文勇, 陈瑶, 任文琪, 等. 柑橘精油和壳聚糖复合物对草莓保鲜效果的研究[J]. *山西化工*, 2016(6): 22–24.
- [26] 程建华, 谌宏学, 张鹏, 等. 壳聚糖包裹广藿香精油微胶囊的制备及表征[J]. *香料香精化妆品*, 2014(6): 17–26.
- [27] 耿敬章, 周芳, 金文刚. 壳聚糖包裹柑橘精油微胶囊的制备工艺[J]. *粮食与油脂*, 2017, 30(9): 43–45.
- [28] 姚洁玉, 李苑, 江杨阳, 等. 壳聚糖柑橘精油微胶囊制备工艺优化及其在凡纳滨对虾保鲜中的应用[J]. *渔业科学进展*, 2019, 40(6): 203–209.
- [29] 任婧楠, 董曼, 范刚, 等. 甜橙精油纳米乳液的制备及其抑菌作用研究[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(23): 80–83.
- [30] 洪耿德, 陈思旭, 蒋振杰, 等. 超声乳化法制备柠檬烯纳米乳及其抑菌效果研究[J]. *中国食品添加剂*, 2018(5): 128–133.

青橄榄微波烫漂及酶解制汁工艺研究

张玲^{1,2}, 黄晓翠², 陈淇², 李春海^{1,2*}, 蔡燕²

(1. 广东石油化工学院, 广东省岭南特色果蔬加工及应用工程技术研究中心, 广东普通高校食品科学创新团队, 广东高校果蔬加工与贮藏工程技术开发中心, 广东 茂名 525000; 2. 广东石油化工学院生物与食品工程学院, 广东 茂名 525000)

摘要: 本文探讨了青橄榄微波烫漂和复合酶联合使用制作青橄榄汁, 为青橄榄新型果汁产品的研发和调配提供数据参考。选用去核的新鲜青橄榄为原料, 以出汁率和感官评分为评价依据, 研究微波烫漂时间和功率对橄榄肉烫漂效果的影响; 采用果胶酶和纤维素酶复合酶处理微波烫漂后的橄榄肉, 考察了料液比、酶解温度、时间、加酶量及复合酶比例 5 个因素对橄榄肉出汁率的影响, 采用正交试验优化了酶解制汁条件。结果显示, 50 g 青橄榄肉采用微波功率 490 W 作用 30 s, 烫漂效果最好, 酶解最优条件为果肉和水质量比(料液比)1:3, 果胶酶和纤维素酶复合酶质量比为 1:1, 加酶量 400 U/g、酶解温度 65 ℃、酶解时间 45 min, 此条件下, 青橄榄出汁率为 74.4%, 比不采用酶处理对照组出汁率提高 35.39%。

关键词: 青橄榄; 微波烫漂; 酶解; 出汁率

中图分类号: TS275.4 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0026-07

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.006

Study on Microwave Blanching and Enzymatic Hydrolysis Assisted Juice Pressing of Green Olive

ZHANG Ling^{1,2}, HUANG Xiao-cui², CHEN Qi², LI Chun-hai^{1,2*}, CAI Yan²

(1. Technology Research Center for Lingnan Characteristic Fruits & Vegetables Processing and Application Engineering of Guangdong Province, Food Science Innovation Team of Guangdong Higher Education Institutes, Development Center of Technology for Fruit & Vegetable Storage and Processing Engineering, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming 525000, China; 2. College of Biological and Food Engineering, Guangdong Institute of Petroleum and Chemical Industry, Maoming 525000, China)

Abstract: In this study, the technology of microwave blanching and compound enzymatic hydrolysis for juice

收稿日期: 2019-08-12

基金项目: 2018 年茂名市科技专项资金计划 (2019018007); 广东省岭南特色果蔬加工关键技术及应用工程技术研究中心项目 (粤科函产学研字 [2015]1487 号); 广东普通高校食品科学创新团队项目 (2016KCXTD020)

作者简介: 张玲 (1979—), 女, 副教授, 主要从事农产品加工保藏教学与研究工作

* 通信作者: 李春海 (1965—), 男, 教授, 主要从事食品加工技术教学与研究工作

production of green olives was studied. Using fresh olives without core as raw material, juice yield and sensory score as evaluation indicators, the influences of microwave time and power on blanching effect were studied. Then, compound enzyme with pectinase and cellulase was used to treat the olive flesh after microwave blanching. The effects of the ratio of flesh to liquid, the activity ratio and dosage of compound enzyme with pectinase and cellulase, the hydrolysis temperature and time on juice yield were studied through single factor experiments. Finally, the conditions of enzymatic hydrolysis were optimized by orthogonal tests. The results showed that using microwave power 490 W for 50 g of olive for 30 s, the blanching effect was the best, The optimal conditions for enzymatic hydrolysis were as follows: The mass ratio of green olive flesh to water (solid-liquid ratio) was 1:3, the activity ratio of compound enzyme was 1:1, the dosage was 400 U/g, the hydrolysis temperature was 65 °C and the time was 45 min. Under this condition, the juice yield of green olive was 74.4%, which was 35.39% higher than that of the control group without enzyme treatment.

Key words: Green olive; microwave blanching; enzymatic hydrolysis; juice yield

橄榄是我国南方特色亚热带水果,具有丰富的营养和药用价值^[1]。橄榄中含有有机酸、糖类、氨基酸、矿物质,尤其富含维生素C以及钙、磷、铁等矿物质元素,其中钙含量达到101.7 mg/100 g,远远高于普通水果。中医认为,橄榄性平味甘,微酸、涩,有利咽化痰、清热解毒、生津止渴、健胃消食和去烦解酒等功能^[2]。现代研究证明,青橄榄中富含黄酮和多酚,如张玲等^[3]采用超声波辅助乙醇提取青橄榄中的总黄酮和总多酚,结果发现,总黄酮得率为1.76%,总多酚得率为15.53%,提取物具有良好的抗氧化能力。

近年来,橄榄加工产物已从传统产品逐渐衍生出许多新产品,传统橄榄制品主要为橄榄蜜饯^[4-5]和咸橄榄,最具代表性是橄榄蜜饯(大世界),曾获福建名牌产品^[6],但传统加工方式易造成橄榄营养和风味物质的破坏及流失^[7];新型橄榄制品主要有橄榄茶^[8-9]、橄榄汁^[10-12]、橄榄酒^[13-15]及橄榄咀嚼片^[16]等,这些产品很好地保留了橄榄的营养和风味成分,大大提高了橄榄附加值,丰富了市场产品形式。众多研究发现,制取汁液开发橄榄饮料具有良好的市场前景,而橄榄肉薄汁少,组织致密,粗纤维多,果肉中糖含量不高,单宁含量较多,存在取汁困难、易褐变等难题。随着科技的进步,橄榄制汁工艺得到了改进,如在护色方面,以往大多采用传统的热水烫漂技术,以达到去蜡、护色、脱苦和软化果肉组织的目的^[17],但热水烫漂会在一定程度上造成汁液和内容物流失。已有研究表明,微波烫漂具有温度和电磁场双重效应,微波烫漂灭酶杀菌效果更好,可以维持蔬果中的营养成分和活性物

质^[18]。Severini等^[19]对比了热水烫漂、蒸汽烫漂和微波烫漂对西兰花理化性质的影响,结果发现微波和蒸汽处理组的过氧化物酶失活率高于热水处理组;且随着烫漂时间的增加,热水和蒸汽处理组VC含量降低,而微波处理组未发现此变化;Wang等^[20]比较了热水、微波、红外和高湿热风射流烫漂对红甜椒质量的影响,结果表明经微波烫漂处理的红甜椒质量损失低于热水和高湿热风射流处理组。酶解制汁是将商品酶制剂作用于果浆,分解果浆细胞之间的粘接成分和键合组织,并大量分解原果胶的天然果胶,使果汁具有一定的粘度和稳定的悬浮状态^[21]。用于酶解制汁的商品酶制剂主要成分是果胶酶和纤维素酶,在果胶酶和纤维素酶等酶的共同作用下,植物细胞壁降解、液化、使细胞内的液体比较容易释放出来,增加果蔬的出汁率^[22]。林清强等^[23]指出用果胶酶处理橄榄可有效地提高果汁产率。然而目前将微波烫漂和酶法联合制汁工艺应用于青橄榄加工的研究鲜见报道。鉴于此,本试验将微波烫漂与复合酶(果胶酶和纤维素酶)联用,优化了青橄榄的制汁工艺,旨在提高青橄榄护色效果和出汁率,提高汁液品质,为青橄榄的深加工提供思路。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

青橄榄,购于广东茂名高州东方市场;果胶酶(酶活力为10万U/g),江苏瑞阳科技有限公司;纤维素酶(酶活力为5万U/g),江苏瑞阳科技有限公司。

表 1 单因素试验操作条件
Table 1 Single factor experimental operating conditions

因素	变量	固定条件
复合酶酶活比	3:1、2:1、1:1、1:2、1:3	料液比 1:3,复合酶用量 600 U/g,50 ℃酶解 30 min
料液比	1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、1:6	复合酶用量 600 U/g,酶活比 1:1,50 ℃酶解 30 min
加酶量/(U/g)	0、400、600、800、1 000	料液比 1:3,酶活比 1:1,50 ℃酶解 30 min
酶解时间/min	10、20、30、40、50	料液比 1:3,复合酶用量 400 U/g,酶活比 1:1,50 ℃
酶解温度/℃	30、40、50、60、70	料液比 1:3,复合酶用量 400 U/g,酶活比 1:1,酶解 40 min

1.2 仪器与设备

PAL-1 糖度计,日本 Atago;80-2 型离心机,金坛大地自动化仪器;(HH-6)数显恒温水浴锅,常州博远实验分析仪器厂;JP03D-800 破壁料理机,浙江苏泊尔股份有限公司;G70D20CN1P-D2(S0)微波炉,广东格兰仕微波炉电器制造有限公司;JA3003 分析天平,上海舜宇恒平科学仪器有限公司。

1.3 试验设计

1.3.1 工艺流程

橄榄鲜果→挑选、清洗→去核、破碎→微波烫漂→打浆→酶解浸提→渣汁分离→橄榄汁

1.3.2 操作要点

挑选单果大小和新鲜程度相近、无明显破损和病虫害的橄榄鲜果,清洗干净,沥干,人工去核备用。依照试验方案以一定的微波功率烫漂一定时间,再将微波烫漂后的橄榄按质量比 1:3 加水,用破壁料理机打浆,制得橄榄原浆。以果浆中橄榄果肉质量为基准,按照一定的加酶量加入果胶酶和纤维素酶,在自然 pH 条件,一定温度和时间下进行酶解处理,然后 100 ℃灭酶 10 min 后,采用 200 目绢布过滤得到橄榄汁,并进行感官评价和出汁率测定。

1.3.3 微波烫漂条件的确定

(1) 微波功率对橄榄出汁效果的影响

取去核橄榄肉分成 6 份,每份 500 g,其中 1 份留作空白对照,剩余 5 份分别在微波功率为 420、490、560、630、700 W 下加热 1 min,其余操作同 1.3.2 所述,比较微波处理功率对橄榄汁品质和出汁率的影响。

(2) 微波时间对橄榄出汁效果的影响

取去核橄榄肉分成 5 份,每份 500 g,其中 1 份留作空白对照,剩余 4 份分别在 1.3.3(1)中优选出的微波功率下处理 15、30、60、90 s,其余操作同 1.3.2 所述,比较微

波处理时间对橄榄汁品质和出汁率的影响。

1.3.4 复合酶酶解单因素试验

称取 6 份 50.0 g 橄榄肉,按照 1.3.3(1)(2)确定的条件进行微波烫漂处理后,其余操作同 1.3.2 所述,比较各因素水平对出汁率的影响。探讨各因素变量对橄榄出汁率的影响,试验条件设置见表 1。

1.3.5 果胶酶和纤维素酶复合酶酶解正交优化试验

在单因素试验的基础上,选取对橄榄出汁率影响较大的 3 个因素,以橄榄出汁率为评价指标,选取 $L_9(3^3)$ 正交试验,探讨橄榄复合酶酶解的最优工艺参数。因素水平表设计见表 2。

表 2 正交优化试验设计
Table 2 Orthogonal optimization test design

水平	因素		
	A 加酶量/(U·g ⁻¹)	B 酶解温度/℃	C 酶解时间/min
1	200	55	35
2	400	60	40
3	600	65	45

1.4 测定指标与方法

(1) 可溶性固形物的测定

使用糖度计测定。

(2) 出汁率的计算公式见式(1)。

$$\text{出汁率}/\% = \frac{C_1 V}{C_2 M} \times 100 \tag{1}$$

式中: C_1 —橄榄清汁的可溶性固形物含量,%; V —橄榄清汁的体积,mL; C_2 —橄榄原汁的可溶性固形物含量,%; M —橄榄的质量,g。

(3) 感官评价

请 5 位色觉、味觉、嗅觉等灵敏的专业人员作为评分员,确保评分员对评分标准理解准确无误;对照评分标准,逐项对橄榄汁进行评分,并对结果进行统计分析,总

分 100 分。最终得分计算办法为:去掉一个最高分和一个最低分后求均值。评分依据如表 3 所示。

表 3 橄榄汁品质感官评分依据

Table 3 Sensory evaluation criteria of olive juice quality		
项目	评分标准	分值/分
香味 (30 分)	香味浓郁	25~30
	香味较淡	16~24
	香味淡	8~15
	无香味,带异味	1~7
色泽 (35 分)	色泽青绿均一	28~35
	色泽较均匀	19~27
	色泽均匀,局部带杂色	9~18
	色泽不均,杂色很深	1~8
澄清度 (35 分)	澄清透明	28~35
	较澄清透明	19~27
	轻度混浊	9~18
	混浊不透明	1~8

2 结果与分析

2.1 微波烫漂工艺单因素试验

2.1.1 微波功率对橄榄出汁效果的影响

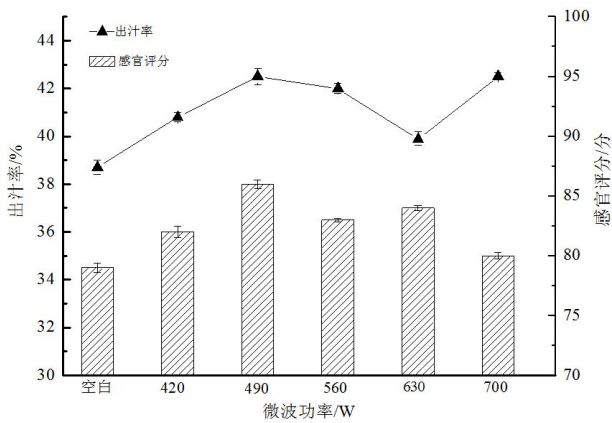


图 1 微波功率对青橄榄出汁率和感官得分的影响

Fig.1 Effect of microwave power on juice rate and sensory score of olive

微波功率对橄榄出汁率的影响见图 1。由图 1 可以看出,不同微波功率对橄榄的出汁率影响不大,出汁率的范围在 39.9%~42.5%,与空白组出汁率 38.7%对比,皆有提高。在微波功率 490 W 时,感官评分最高,为 86 分,继续加大微波功率评分有所下降。这是由于微波功率较大,对青橄榄的色泽破坏严重,使得橄榄的色泽评分下降。

2.1.2 微波时间对橄榄出汁效果的影响

微波时间对橄榄出汁率的影响见图 2。由图 2 可以看出,不同微波时间对橄榄出汁率的影响较大,随着微波时间的延长,出汁率呈现先上升后下降的趋势;在 30 s 时达到最大值 39.5%,在 90 s 时减少到 37.3%。这是由于微波时间加长,水分蒸发,使得出汁率略微减少。不同微波时间对橄榄汁的感官评价影响不大,在 30 s 时评分较高。该工艺下的清汁色泽为多数人接受和喜爱,香味更为浓郁,澄清度稍好。微波时间过长可能造成色泽偏向于黄色系,不为多数人所接受。微波时间低于 30 s,橄榄汁感官品质和未用微波的处理相比无明显差别。

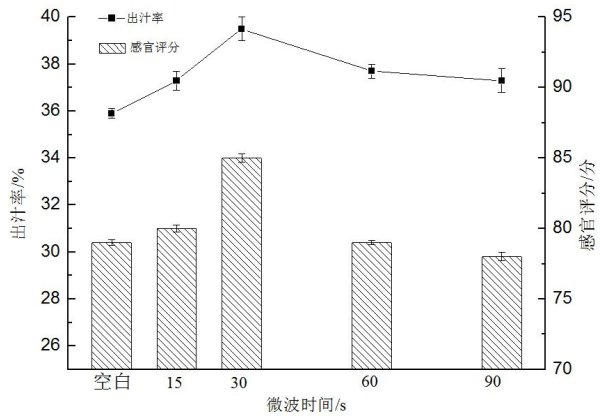


图 2 微波处理时间对青橄榄出汁率和感官得分的影响

Fig.2 Effect of microwave processing time on juice rate and sensory score of olive

2.2 复合酶酶解工艺单因素试验结果

2.2.1 果胶酶和纤维素酶复合酶酶活比出对出汁率的影响

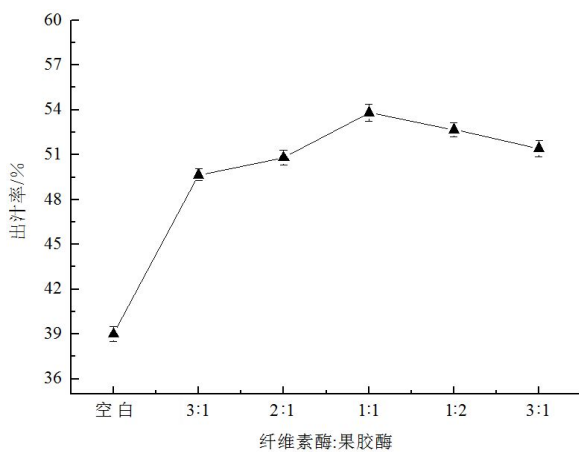


图 3 果胶酶和纤维素酶复合酶酶活比对橄榄出汁率的影响

Fig.3 Effect of pectinase and cellulase compound enzyme activity ratio on olive juice yield

果胶酶和纤维素酶复合酶酶活比对橄榄出汁率的影

响见图3。从图3可知,果胶酶和纤维素酶复合酶酶解可使橄榄出汁率从39.0%提高到50%左右,当果胶酶和纤维素酶复合酶用量为600 U/g时,酶活比为1:1时,青橄榄的出汁率达到最大,为53.8%。

2.2.2 料液比对橄榄出汁率的影响

料液比对橄榄出汁率影响见图4。由图4可知,不同的料液比对出汁率的影响较大,随着料液比例的不断加大,出汁率呈现增长的趋势。当料液比为1:3时,出汁率为66.9%。之后出汁率的增速较缓慢,因此橄榄制汁的过程中橄榄原料与水的最佳比例为1:3。

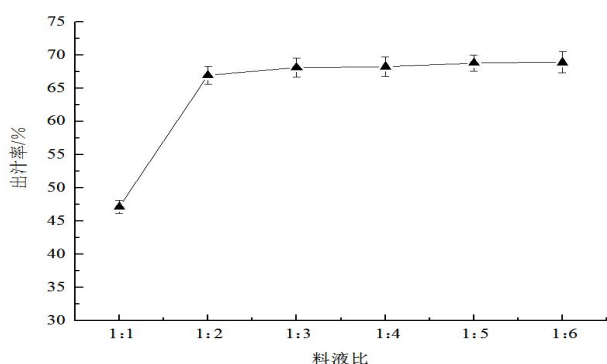


图4 不同料液比处理时橄榄的出汁率

Fig.4 The juice yield of olives treated with different ratio of feed to liquid

2.2.3 加酶量对橄榄出汁率的影响

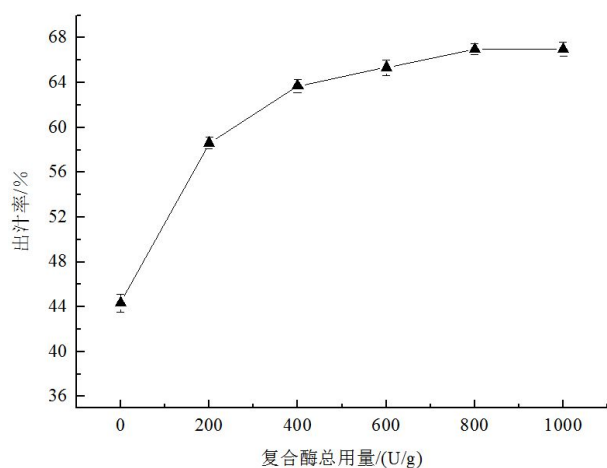


图5 不同加酶量时橄榄的出汁率

Fig.5 The juice yield of olive with different enzyme content

加酶量对橄榄出汁率影响如图5所示。图5表明,随着添加酶量的增加,橄榄汁的出汁率增加。在添加量达400 U/g前,增速较快,继续增加酶量,增速减缓。出汁率虽然在添加量达800 U/g和1000 U/g时出现最大值67.0%,但是与400 U/g添加量时63.7%的出汁率相比较

增幅不大。考虑工厂实际生产的经济效益,选取400 U/g的酶添加量。

2.2.4 酶解时间对橄榄出汁率的影响

酶解时间对橄榄出汁率的影响如图6所示。从图6可以看出,随着酶解时间的增加,出汁率增加。酶解时间为40 min时出汁率最大,为71.7%;之后出汁率下降,而实际上果汁的产率不可能一直增加,在一定的范围内会达到最大值,不再受酶解时间的影响。另一方面,并不是酶活力越强果汁产率就越高,过强的酶活力会过分破碎果肉组织,使果肉组织颗粒过小,持水力增强,降低果汁产率。

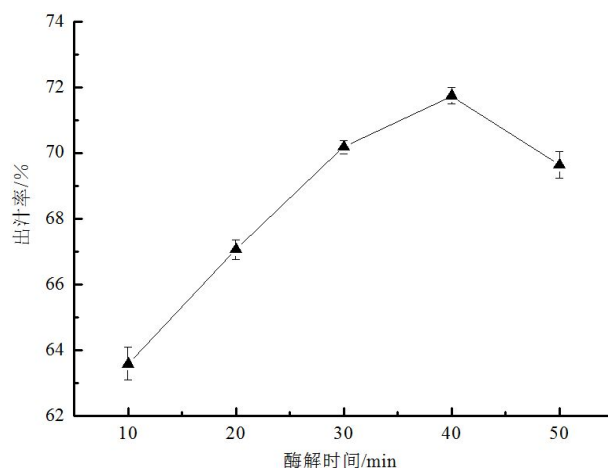


图6 不同酶解时间处理时橄榄出汁率

Fig.6 The juice yield of olive was treated with different enzymatic hydrolysis time

2.2.5 酶解温度对橄榄出汁率的影响

酶解温度对橄榄出汁率的影响如图7所示。

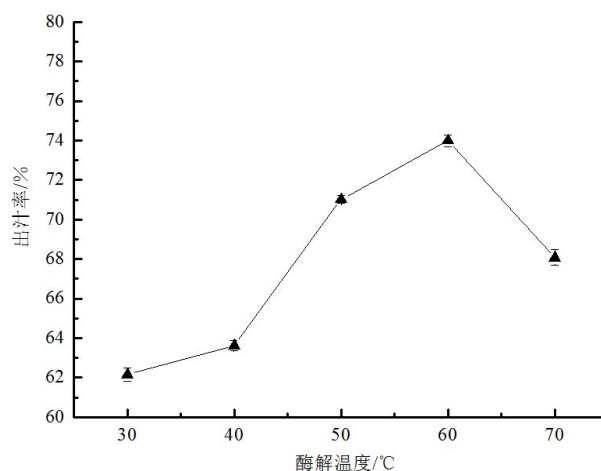


图7 不同酶解温度处理时橄榄出汁率

Fig.7 The juice yield of olive was treated with different enzymatic hydrolysis temperature

图7结果表明,酶解温度在30~60℃时,随着温度升高,橄榄出汁率增加,并在60℃时达到最大值74.0%。但温度继续上升,出汁率反而下降。这是因为酶在一定的温度内活力最高,催化效果较好,一旦温度过高,会使酶失活,催化效果降低。

2.3 复合酶酶解工艺参数优化

将酶解条件5个影响因素出现的最佳水平及前后两个水平对应的出汁率作图,如图8所示。

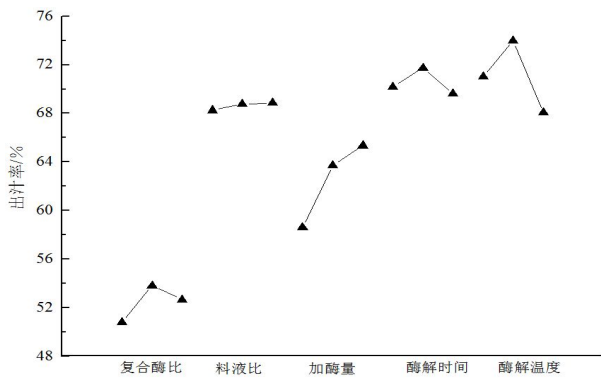


图8 酶解条件五个因素试验对出汁率影响的比较

Fig.8 Effect comparison about the five factors of enzymatic hydrolysis conditions on juice yield

由图8可以看出,为了优化试验能得出可靠结果且试验操作更简单,可选取对出汁率影响较大的3个因素进行 $L_9(3^3)$ 正交试验,即A(加酶量)、B(酶解温度)、C(酶解时间),因素水平见表2,试验方案及结果分析见表4。

表4 复合酶酶解工艺正交试验结果及分析

Table 4 Orthogonal test results and analysis of complex enzymatic hydrolysis process

试验号	A 加酶量/(U·g ⁻¹)	B 酶解温度/℃	C 酶解时间/min	出汁率 /%
1	1(200)	1(55)	1(35)	66.9
2	1	2(60)	2(40)	68.4
3	1	3(65)	3(45)	73.6
4	2(400)	1	2	72.1
5	2	2	3	73.6
6	2	3	1	74.5
7	3(600)	1	3	73.0
8	3	2	1	73.6
9	3	3	2	73.0
k_1	69.7	70.7	71.7	—
k_2	73.4	71.9	71.2	—
k_3	73.2	73.7	73.4	—
R	3.8	3.0	2.3	—

表4显示,各因素对出汁率的影响大小顺序为A(加酶量)>B(酶解温度)>C(酶解时间),最适酶解条件组合为 $A_2B_3C_3$,即加酶量为400 U/g,酶解温度为65℃,酶解时间为45 min。验证试验最适酶解条件得到的橄榄青汁的可溶性固形物5.0%,出汁率为74.4%,与正交试验中出现的最大值接近,因此,本试验最终确定了青橄榄的复合酶解主要工艺参数最佳条件为加酶量400 U/g,酶解温度65℃,酶解时间45 min。

3 结论

本研究以茂名产青橄榄鲜果为原料,采用微波烫漂工艺与复合酶酶解工艺联用制汁,通过单因素及正交试验优化得到一套能有效提高出汁率并保证橄榄汁感官品质良好的制汁工艺,具体结果为50 g 橄榄果肉,在490 W功率下经30 s微波烫漂处理后,按照料液比1:3(质量比)加入蒸馏水,再加入按照酶活比为1:1复配的纤维素酶-果胶酶复合酶,加酶量为400 U/g,混合均匀后,在自然pH下,65℃下酶解45 min,可使橄榄出汁率达到74.4%,橄榄汁保持良好的风味和色泽。本试验可为高品质青橄榄汁的生产及深加工提供一定的参考依据。

参考文献:

[1] 任思琪, 蒋璇靓, 林艺芬, 等. 橄榄加工技术和综合利用研究进展[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(05): 46-50, 70.

[2] 欧高政, 陈清西. 橄榄果实膳食纤维含量及动态变化研究[J]. 福建农业学报, 2009, 24(1): 64-67.

[3] 张玲, 黄健文, 吴晓颖, 等. 青橄榄浸膏的提取及其抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(01): 26, 150-157.

[4] 张福平, 陈蔚辉, 林建新. 橄榄的营养保健价值及开发利用[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(4): 48-49.

[5] 彭艳发, 胡菊英, 彭志兵, 等. 蜜饯产业发展中存在的问题分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(34): 16822-16824.

[6] 林朝辉, 丘继炎. 大世界橄榄的王国 [J]. 福建质量信息, 2007(8): 3-4.

[7] 吴兵, 李正涛, 邹泽华, 等. 凉山野生橄榄茶的研制[J]. 中国西部科技, 2010, 9(26): 58-60.

[8] 吴兵, 李正涛, 姚昕. 保健橄榄茶的加工与调配 [J]. 现代食品科技, 2008(4): 349-351.

[9] 吴兵, 李正涛, 邹泽华, 等. 凉山野生橄榄茶的研制[J]. 中国西部科技, 2010, 9(26): 59-60, 58.

[10] 黄雪梅, 陈燕静, 黄明聪, 等. 橄榄汁饮料的研制 [J]. 农产

- 品加工(学刊), 2008, 2008(11): 63-67.
- [11] 袁海丽. 浊汁型橄榄饮料及其稳定性配方的研究 [J]. 农产品加工, 2014(06): 38-39.
- [12] 刘岩, 苏新国, 黄国平, 等. 青橄榄汁饮料工艺的研究[J]. 食品工业, 2013, 34(09): 37-39.
- [13] 赖瑞联, 龙宇, 陈瑾, 等. 橄榄果酒加工现状与发展对策[J]. 东南园艺, 2018, 6(06): 45-49.
- [14] 郭正忠, 黄星源, 刘功良, 等. 橄榄酒的发酵工艺研究[J]. 酿酒, 2017, 44(01): 95-97.
- [15] 伍芳华, 潘荣邦. 浸泡型橄榄酒的研制 [J]. 酿酒, 2014, 41(01): 82-84.
- [16] 邓迪, 翁梓聪, 黄裕茵, 等. 橄榄咀嚼片的制备及其清除 DPPH·自由基能力考察[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(21): 24-27.
- [17] 刘岩, 苏新国, 黄国平, 等. 青橄榄汁饮料工艺的研究[J]. 食品工业, 2013, 34(9): 37-39.
- [18] 林清强, 薛彩娟, 黄玫. 橄榄汁饮料的生产工艺研究[J]. 赤峰学院学报: 自然科学版, 2010, 26(5): 108-109.
- [19] 杨凌, 谈涛, 孙华富, 等. 微波烫漂对青花椒酶活性与品质的影响[J]. 四川林业科技, 2019, 40(02): 53-57.
- [20] SEVERINI C, GIULIANI R, DE FILIPPIS A, et al. Influence of different blanching methods on colour, ascorbic acid and phenolics content of broccoli [J]. Journal of food science and technology, 2016, 53(1): 501-510.
- [21] WANG J, YANG XH, MUJUMDAR AS, et al. Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper(*Capsicum annuum* L.) [J]. LWT-food science and technology, 2017, 77: 337-347.
- [22] 杜朋. 果蔬汁饮料工艺学第一版 [M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [23] FRANK W, KATRI B, HELMUT D. Apple pomace liquefaction with pectinases and cellulases: analytical data of the corresponding juices [J]. European food research and technology, 2000, 211: 291-297.

(上接第 15 页)

- [39] BALASUNDRAM N, SUNDRAM K, SAMMAN S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses [J]. Food chemistry, 2006, 99(1): 191-203.
- [40] BJELICA M, VUJASINOVIC V, RABRENOVIC B, et al. Some chemical characteristics and oxidative stability of cold pressed grape seed oils obtained from different winery waste [J]. European journal of lipid science and technology, 2019, 121(8): 1800416.
- [41] USTUN-ARGONZ Phenolic compounds, fatty acid compositions and antioxidant activity of commercial cold-pressed grape seed (*Vitis vinifera*) oils from Turkey [J]. International journal of scientific & engineering research, 2019, 10(4): 1211-1218.
- [42] HOANG TMH, NGUYEN CH, LE TT, et al. Squalene isolated from *Schizochytrium mangrovei* is a peroxisome proliferator-activated receptor- α agonist that regulates lipid metabolism in HepG2 cells [J]. Biotechnology letters, 2016, 38(7): 1065-1071.
- [43] CHO S. The role of functional foods in cutaneous anti-aging [J]. Journal of lifestyle medicine, 2014, 4(1): 8-16.
- [44] NOWICKI R, BARANSKA-RYBAK W. Shark liver oil as a supporting therapy in atopic dermatitis[J]. Polski merkuriusz lekarski: organ polskiego towarzystwa lekarskiego, 2007, 22(130): 312-313.
- [45] 官波, 郑文诚. 功能性脂质-角鲨烯提取纯化及其应用[J]. 粮油食品科技, 2010, 18(04): 27-30.
- [46] ZHAO B, GONG H, LI H, et al. Characterization of Chinese grape seed oil by physicochemical properties, fatty acid composition, triacylglycerol profiles, and sterols and squalene composition [J]. International journal of food engineering, 2019, 15(9): 20190031.
- [47] AC DS, J. N. Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste [J]. European journal of lipid science and technology, 2017, 119(4): 1600024.

灰绿碱蓬多糖脱蛋白工艺研究

付建鑫¹, 邵家威¹, 张炳文¹, 方奕珊², 张桂香^{1*}

(1. 济南大学食品科学与营养系, 山东 济南 250002; 2. 齐鲁工业大学食品科学与工程, 山东 济南 250353)

摘要: 蛋白本身具有热敏感性, 糖蛋白复合物在脱除蛋白质以后, 多糖自身的生物活性会明显增加。本文测定了灰绿碱蓬根、茎、叶的基本营养成分, 采用水提醇沉法提取了灰绿碱蓬多糖, 并优化了多糖脱蛋白工艺。比较了 Savage 法、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 沉淀法、TCA 法和酶-Savage 法这 4 种方法的脱蛋白效果。结果显示, 灰绿碱蓬多糖的最佳脱蛋白方式为酶-Savage 法, 酶添加量为 7%, Savage 溶液处理一次, 此条件下脱蛋白效果和含糖保留率均最好, 蛋白质脱除率为 80.71%, 多糖保留率为 67.27%。

关键词: 灰绿碱蓬; 水提醇沉法; 多糖; 脱蛋白

中图分类号: J522.3

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2020)01-0033-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.007

Study on Deproteinization Process of Polysaccharide from *Suaeda glauca* Bunge

FU Jian-xin¹, SHAO Jia-wei¹, ZHANG Bing-wen¹, FANG Yi-shan², ZHANG Gui-xiang^{1*}

(1. Department of Food Science and Nutrition, University of Jinan, Jinan 250002, China; 2. School of Food Science and Engineering, Qilu University of Technology, Jinan 250353, China)

Abstract: The biological activity of the polysaccharide will increase significantly after the protein removed from glycoprotein complex due to its thermally sensitive. In this study, the basic nutrient components of the roots, stems, and leaves of *Suaeda glauca* Bunge were determined. The polysaccharide of *Suaeda glauca* was extracted by water extraction and alcohol precipitation, and the technology of polysaccharide deproteinization was optimized. The deproteinization effects of the four methods of Savage method, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ precipitation method, TCA method and enzyme-Savage method were compared. The results showed that the best method for deproteinization of *Suaeda glauca* Bunge polysaccharide was the enzyme-Savage method, and the amount of enzyme was 7%, with Savage solution treatment once. Under this condition, the deproteinization effect and polysaccharide retention rate were the best, which the protein removal rate was 80.71% and the polysaccharide retention rate was 67.27%.

Key words: *Suaeda glauca* Bunge; water extraction and alcohol; polysaccharide; deproteinization

收稿日期: 2019-11-12

基金项目: 山东省重大科技专项(2015ZDJQ07003)

作者简介: 付建鑫(1993—), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为营养工程与生物资源利用

* 通信作者: 张桂香(1975—), 女, 讲师, 主要从事食品微生物方面的教学与研究工作

近年来,岸基湿地、滩涂等土壤盐渍化现象日益严重,耕地土壤土质硬化,耕地资源紧缺,迫使人们不得不考虑开发利用盐生植物资源,所以研究及推广盐生植物的种植势在必行。灰绿碱蓬(*Suaeda glauca* Bunge)又名黄须菜,是一年生藜科碱蓬属草本盐生植物,多生长于滩涂及荒漠处,是盐碱地的特征植物^[1-2]。碱蓬在我国不仅分布广泛,而且产量高。据统计,每年仅黄河三角洲地区的碱蓬产量就高达 3.3×10^5 t^[3-4]。碱蓬茎、叶含有丰富的矿物质、黄酮、皂苷,其种籽中含有大量的共轭亚油酸、花生四烯酸等不饱和脂肪酸^[5-6]。医学研究发现,碱蓬提取物中的黄酮、多糖具有抗氧化、降低血浆胆固醇功能,可用于心脑血管疾病的预防及中老年人的保健;其芽、叶分离物具有抑菌消炎等功效^[7],因此具有很高的研究价值。

目前国内外关于碱蓬的研究主要着眼于盐地碱蓬、硬翅碱蓬的耐盐机理研究及活性物质提取等方面^[8],对灰绿碱蓬多糖的提取、纯化等的研究鲜见报道。蛋白本身具有热敏感性,糖蛋白复合物在脱除蛋白质以后,多糖自身生物活性会明显增加,因此,关于多糖脱蛋白的研究成为热点。鉴于此,本研究以灰绿碱蓬为研究对象,测定了根、茎、叶及全株的基本营养成分并对灰绿碱蓬多糖的脱蛋白方式进行了探究。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

灰绿碱蓬,采自山东东营;碱性蛋白酶,国药集团化学试剂有限公司;石油醚、无水乙醇、硫酸铜、氢氧化钠、浓硫酸、苯酚、葡萄糖、氨水、TCA、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等试剂,均为分析纯。

702A 紫外分光光度计,北京普析通用仪器有限公司;PHS-3B pH 酸度计,赛多普利斯科学仪器有限公司;FA2004N 电子天平,上海上平仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 灰绿碱蓬基本成分的测定

蛋白质含量测定,按 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》执行;总糖含量测定,按 GB/T 15672-2009《食品安全国家标准 食用菌中总糖含量的测定》执行;脂肪含量测定,按 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》执行;黄酮含量测定,按 GB/T 20574-2006《蜂胶中总黄酮含量的测定方法

分光光度比色法》执行;皂苷含量测定,按 GB/T 22464-2008《大豆皂苷》执行。

1.2.2 灰绿碱蓬多糖提取工艺

通过溶剂浸提法去除植株少量脂肪及大量可溶性色素^[8-9]。过量正己烷回流脱脂 4~6 h,将脱脂后的索式提取系统用少量水冲洗,以 75%乙醇为溶剂进行色素冲洗,直至提取管内无颜色变化为止。称量单位质量已处理的碱蓬干粉(200 目)于烧杯中,加入一定量的沸水,封膜密闭后于超声清洗器中浸提。将冷却沉降后的提取上清液在 8 000 r/min 条件下离心 10 min,取离心后的上清液旋转蒸发浓缩,得到粗多糖提取液。400 mL 无水乙醇按照 4:1(V/V)的比例缓慢倒入 100 mL 粗多糖提取液中,并搅拌均匀,放置于 4 ℃条件下冷藏,每隔 3 h 搅拌一次,沉淀过夜后,倾倒入上层清液。下层溶液在 7 000 r/min 离心 12 min 后,将沉淀用无水乙醇和石油醚洗涤多次后过 HZ-800 大孔树脂脱色,收集脱色后溶液冷冻干燥,即为碱蓬粗多糖。

1.2.3 多糖脱蛋白工艺

(1) TCA 脱蛋白

TCA 属于有机弱酸类,它可以改变溶液体系中 pH 使其呈酸性,溶液中悬浮蛋白质在酸性条件下变性形成沉淀析出,蛋白质析出速度和脱除率与 TCA 浓度直接相关^[15]。将 100 mL、10 mg/mL 脱色后的碱蓬多糖溶液按照 1%、3%、7%、10%、15%的比例与 30%粗多糖提取液(V/V)混合,搅拌 30 min 后于 200 W 功率下超声 10 min,用 0.1 mol/L NaOH 调节 pH 至 7.8,使蛋白质沉淀,再以 7 000 r/min 离心 10 min,取上清液测定蛋白质含量,确定 TCA 脱蛋白的效果及最佳条件^[10]。

(2) Savage 脱蛋白

四氯化碳溶液又称氯仿,具有极强的破坏作用,可以使蛋白质急剧变性,正丁醇可以溶解变性蛋白形成凝胶体体系利于分层。按照 1:4(V/V)的比例将氯仿(CCl_4)与正丁醇复配成 Savage 溶剂,按照 5:1(V/V)的比例将复配溶剂与脱色后的多糖溶液混合振荡,并以 1.5×10^4 r/min 破碎机高速搅拌,移入分液漏斗后静置分层,测定 5 次脱蛋白的效果,确定 Savage 脱蛋白法的效果及最佳脱蛋白次数^[11]。

(3) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 沉淀法

蛋白质盐析(salting out)是指溶液体系中的蛋白质

随着外源中性盐(硫酸铵、氯化铵等)的加入而逐渐析出的现象。盐溶液是强电解质,在溶液中完全电离,具有较高的溶解度。盐离子会附着蛋白质表面的水膜争夺水分子破坏水膜结构。另一方面,阴离子如 Cl⁻可以结合蛋白质表面的 NH₄⁺,从而使蛋白质颗粒团聚形成沉淀析出。取 100 mL、10 mg/mL 脱色后的灰绿碱蓬多糖溶液,用 0.1 mol/L 的氨水溶液调节 pH 至 8.3 左右,按照 1%、3%、7%、10%、15%的比例加入 5 mol/L 的(NH₄)SO₄ 溶液,封口膜封闭锥形瓶口,剧烈振荡后于 85 ℃的水浴条件下保持 40 min。反应完毕后,静置到室温,10 000 r/min 离心 10 min,取上清液测定蛋白质含量,探究(NH₄)SO₄ 的最佳浓度^[12]。

(4) 酶-Savage 法

取 100 mL、10 mg/mL 脱色后的灰绿碱蓬多糖溶液,按照 1%、3%、7%、10%、15%比例加入碱性蛋白酶(按照每 100 mL 溶液 10⁴ U),使用 0.1 mol/L NaOH 调节 pH 至 7.5,在 37 ℃水浴保持 3.5 h,反应完毕后在 100 ℃水浴灭酶 15 min,10 000 r/min 离心 10 min,上清液再按照(2)所述操作 1 次,取上清液测定蛋白质含量,确定最佳酶添加量^[13]。

1.2.4 考马斯亮蓝法测定蛋白含量

(1) 多糖溶液的配制

取碱蓬粗多糖用蒸馏水配置成 10 mg/mL 粗多糖溶液,充分溶解后冷藏、静置备用^[14]。

(2) 考马斯亮蓝 G-250 的配制

取 0.1 g G-250 溶于 50 mL、85%无水乙醇中,超声充分溶解,2 000 r/min 离心 10 min,取上清液与 100 mL、85%(w/V)的磷酸混合,用去离子水定容至 1 L。

按照表 1 依次加入溶剂,混合均匀后,取 0.1 mL 加入 5 mL G-250 摇匀室温反应 10 min,595 nm 条件下测定吸光值,用去离子水做空白对照,制作标准曲线。

表 1 标准曲线试剂量

管号	1	2	3	4	5	6
0.1 mg/mL 牛血清白蛋白/mL	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
去离子水/mL	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0
蛋白质含量/μg	0	200	400	600	800	1 000

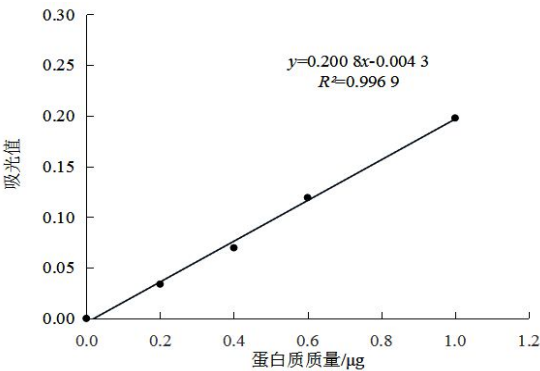


图 1 考马斯亮蓝标准曲线

Fig.1 Standard curve of G-250

蛋白质脱除率计算公式见式(1)。

$$P/\% = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100 \tag{1}$$

式中: A₀,原溶液蛋白质含量,μg/mL; A_x,脱蛋白后溶液蛋白质含量,μg/mL; P,蛋白质脱除率,%。

2 结果与分析

2.1 灰绿碱蓬物质成分含量

表 2 灰绿碱蓬物质成分含量

部位	根	茎	叶	全株
总黄酮/(mg·g ⁻¹)	0.13±0.08	7.52±0.13	12.73±0.17	—
总皂苷/(mg·g ⁻¹)	0.22±0.03	4.26±0.11	4.92 ±0.08	—
总糖/(mg·g ⁻¹)	8.17±0.12	4.21±0.22	27.21±0.27	39.63±0.77
水分/%	—	—	—	82.82±0.53
脂肪/%	—	—	—	0.32±0.12
蛋白质/%	—	—	—	2.45±0.62

注:“—”表示未测定。

由表 2 可以看出,灰绿碱蓬全株总糖的含量约为 39.63±0.77 mg/g,水分含量约为 82.82%±0.53%,粗脂肪含量为 0.32%±0.12%,蛋白质含量约为 2.45%±0.62%。灰绿碱蓬叶中的总黄酮、总皂苷、总糖含量均最高,分别为 12.73±0.17、4.92±0.08、27.21±0.27 mg/g。

2.2 碱蓬多糖脱蛋白的方法比较

2.2.1 TCA 脱蛋白的效果

图 2(见下页)显示了 TCA 脱蛋白效果。由图 2 可知,随着 TCA 含量增加,脱除率呈拟线性增加,说明蛋白质脱除率逐渐增大,溶液中蛋白质含量逐渐减少。蛋白质脱除趋势可以看出蛋白质的脱除效果对三氯乙酸呈现剂量

依赖效应,在达到 TCA 饱和浓度前,游离蛋白和结合蛋白会随着 TCA 增加而减少。除此之外,三氯乙酸也可能破坏糖苷键分解糖蛋白,因此 10%TCA 用量效果最佳。

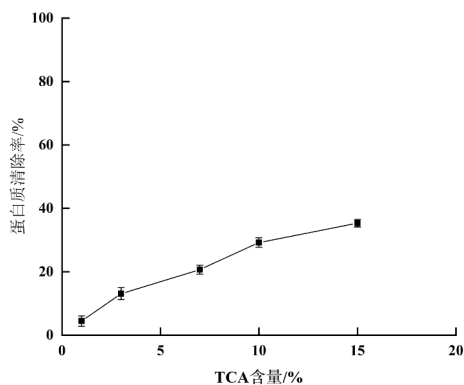


图2 TCA 脱蛋白效果

Fig.2 The effect of protein removing with TCA

2.2.2 Savage 脱蛋白的效果

图3显示了Savage脱蛋白的效果,由图可知,随着脱蛋白次数的增加,蛋白质脱除率明显增大,脱蛋白次数为4次时,蛋白质含量趋于稳定,此时蛋白质脱除率达到最大,为89.14%。李小荣等^[16]对倒卵叶五加多糖脱蛋白结论中,Savage法脱蛋白为5次时,蛋白质最佳脱除率为80.32%;对蒲公英多糖脱蛋白效果研究中发现,相同方法处理6次,蛋白质脱除率稳定在80.21%^[17]。整体来看,Savage法具有较好的脱蛋白能力和普适性,灰绿碱蓬多糖Savage法脱蛋白处理4次较好。

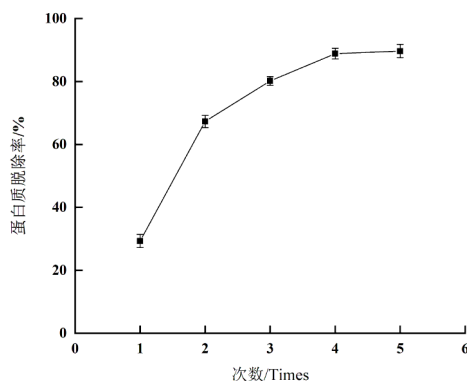


图3 Savage 脱蛋白效果

Fig.3 The effect of protein removing with Savage

2.2.3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 沉淀法脱蛋白的效果

图4显示了 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 脱蛋白效果。如图4所示,随着 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度增大,蛋白脱除率增大,蛋白盐析形成沉淀,溶液中蛋白质含量逐渐减少。盐析法主要针对游离蛋白质颗粒,同时 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度对盐析效果存在较大影

响,高浓度盐溶液与体系存在浓度差,因此脱蛋白效果较好。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度为10%时,蛋白质脱除率最高为15.36%。

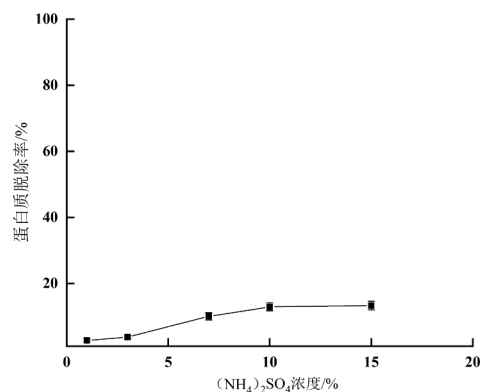


图4 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 脱蛋白效果

Fig.4 The effect of protein removing with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

2.2.4 酶-Savage 法脱蛋白的效果

酶具有用量少、高效并且反应温和的特点,与Savage法联用可以确保较高多糖保留率前提下脱除蛋白质。随着酶添加量的增多,蛋白质脱除效果明显增加,溶液中蛋白质含量减少;当酶活力单位添加量为7%时,蛋白质脱除效果最佳,此时蛋白质脱除率为80.71%。当酶单位继续增大时蛋白质脱除率明显下降,造成这个现象的原因是碱性蛋白酶属于蛋白质,当过量酶进入体系会降低Savage溶液对多糖溶液中蛋白质的脱除效果,导致游离蛋白含量上升,故酶-Savage法最佳酶单位添加量为7%,Savage溶液处理一次。

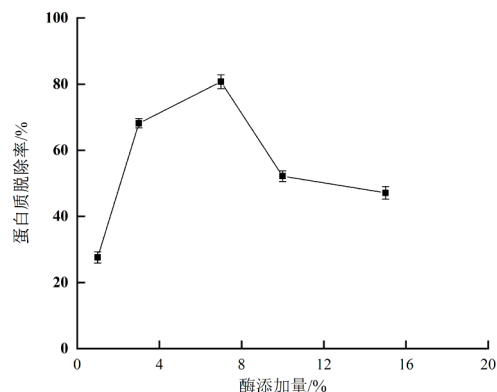


图5 酶-Savage 法脱蛋白效果

Fig.5 The effect of protein removing with enzyme-savage

2.3 脱蛋白方式的选择

选取最佳脱蛋白方式主要考虑蛋白质脱除率和多糖保留率两个指标,以多糖为研究目标,脱除游离蛋白及糖蛋白可以更好地测定多糖的生物活性。如表3可知,TCA法和盐析法蛋白质脱除率分别为38.43%、14.24%,蛋白

质脱除率较低,无法得到高纯度的多糖。比较 Savage 法和酶-Savage 法,两种脱蛋白工艺的都具有较好的蛋白质脱除效果,除此之外,酶-Savage 法的多糖保留率高于 Savage 法,在酶添加量 7%、Savage 溶液处理一次,此时多糖保留率达到 67.27%。因此,灰绿碱蓬多糖最佳脱蛋白方法为酶-Savage 法。

表 3 脱蛋白效果与多糖保留率/%

Table 3 Deproteinization effect and polysaccharide retention rate/%

方式	TCA	Savage	盐析法	酶-Savage 法
脱蛋白率	38.43	89.14	14.24	80.71
多糖保留率	65.36	40.27	86.49	67.27

3 结论

通过测定灰绿碱蓬根、茎、叶的基本营养物质成分,发现全植株水分含量较高而脂肪含量极少,含有部分蛋白质,叶片中的总黄酮、总皂苷和总糖含量最多。在脱蛋白研究中,比较了 Savage 法、盐析法、TCA 法和酶-Savage 法脱蛋白效果。考虑到最低溶剂使用量和脱蛋白效果最优,选择酶-Savage 法作为灰绿碱蓬多糖的脱蛋白方式,酶添加量为 7%,Savage 溶液处理一次蛋白质脱除率 80.71%,多糖保留率为 67.27%,此时脱蛋白效果和 多糖保留率最好。

参考文献:

[1] 史健利. 夏津年鉴[M]. 北京: 中国文史出版社, 2017.

[2] 任伟重, 姜华, 郑音, 等. 碱蓬资源的开发价值[J]. 辽宁农业科学, 2011(05): 51-53.

[3] 黄建荣, 申瑞雪. 耐盐碱植物——滨海绿化的主力军[J]. 园林, 2013(12): 72-73.

[4] 李敏, 刘帅帅, 徐飞. 黄河三角洲芦苇—碱蓬群落结构和功能对 3 种人为干扰的响应[J]. 湿地科学, 2017, 15(01): 92-98.

[5] 贺湘凌, 邓利, 陈必强, 等. 黄须菜籽成分分析 [J]. 精细化

工, 2001(08): 490-492.

[6] 张玲. 河北滨海地区白刺及碱蓬属盐生植物营养成分分析 [D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

[7] 王彦, 田长彦. 基于 CSCD 的盐生植物研究文献计量评价 [J]. 植物分类与资源学报, 2013, 35(05): 665-673.

[8] 廉培超, 孟文杰, 汤德元. 离子交换技术净化湿法磷酸中的镁离子[J]. 贵州工业大学学报(自然科学版), 2008, 37(01): 36-39.

[9] YANG MN, SUN HJ PENG TJ, et al. Structural alteration of montmorillonite by acid activation and its effect on the decolorization of rapeseed oil [J]. Materials science and engineering, 2019, 71(10): 346-355.

[10] QING Y, GANG Z, CAN P, et al. The first fungal laccase with an alkaline pH optimum obtained by directed evolution and its application in indigo dye decolorization [J]. AMB express, 2019, 9(1): 164-170.

[11] MAHSA RD, SAJJADI SM, HASSAN ZM, et al. Kinetic analysis of azo dye decolorization during their acid base equilibria: photocatalytic degradation of tartrazine and sunset yellow[J]. Reaction kinetics, mechanisms and catalysis, 2019, 128(1): 298-306.

[12] 付晓茜. 酶辅助盐析萃取万寿菊花中的叶黄素和酚类物质 [D]. 石河子: 石河子大学, 2019.

[13] 何美佳, 刘晓, 唐翠翠, 等. 多糖脱蛋白方法的研究进展[J]. 中国海洋药物, 2019, 38(03): 82-86.

[14] 郭智高, 翁少伟, 唐文迪, 等. 黑木耳多糖几种脱蛋白方法的对比研究[J]. 食品工业, 2018, 39(06): 54-58.

[15] 苗慧琴. 山药块茎多糖的分离纯化及体外抗氧化性研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.

[16] 李小蓉, 郭惠, 龙旭, 等. 倒卵叶五加多糖脱蛋白工艺研究 [J]. 化学与生物工程, 2018, 35(08): 53-56, 68.

[17] 郭慧静. 蒲公英多糖的提取、分离纯化、鉴定及其生物活性的初步研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2019.

荞麦产品加工现状分析与建议

刘军秀,贾瑞玲,刘彦明,赵小琴,马宁*

(定西市农业科学研究院,甘肃 定西 743000)

摘要:近年来人们对健康和养生越发关注,荞麦作为一种药食同源的小宗杂粮,具有很高的营养价值,得到了越来越多的重视。目前市场上已有荞麦面粉、荞麦米、荞麦挂面等荞麦制品,但产品的种类不够丰富,且没有充分发挥出荞麦药食同源的保健作用。本文介绍了荞麦的营养价值,并在分析荞麦产品加工现状的基础上,指出了荞麦产品加工方面存在的不足,并对荞麦加工的未来发展提出了一些建议。

关键词:荞麦产品;加工;现状;建议

中图分类号:TS205

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2020)01-0038-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.008

Status Analysis and Suggestions on Buckwheat Product Processing

LIU Jun-xiu, JIA Rui-ling, LIU Yan-ming, ZHAO Xiao-qin, MA Ning*

(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi 743000, China)

Abstract: With the people's emphasis on physical health cmd, buckwheat, as a small cereal with the same origin of medicine and food, has high nutritional value and has received more and more attention. At present, there are buckwheat products such as buckwheat flour, buckwheat rice, and buckwheat noodles on the market, but the product categories are not rich enough, and the health effects of buckwheat medicine and food are not fully exerted. This article introduced the nutritional value of buckwheat, and on the basis of analyzing the current situation of buckwheat product processing, pointed out the shortcomings of buckwheat processed products, and put forward some related suggestions for the future development of buckwheat processing.

Key words: Buckwheat products; processing; status; analysis

近些年来,随着生活水平的提高,人们对健康越来越注重,体现在食品方面,则是除了要求营养美味,同时还

要健康、养生。小宗杂粮在粮食消费结构体系中悄然兴起,在诸多杂粮资源中,荞麦具有独特营养价值与药用保

收稿日期:2019-08-26

基金项目:国家燕麦荞麦农业产业技术体系定西综合试验站建设专项(CARS-08-E-2);甘肃省小杂粮育种重大专项(18ZDZNA008)

作者简介:刘军秀(1970—),女,农艺师,主要从事荞麦育种及栽培工作

* 通信作者:马宁(1972—),男,研究员,主要从事作物遗传育种及栽培研究工作

健作用,受到了人们的喜爱。

1 荞麦的营养价值

作为小宗杂粮的一种,荞麦中的蛋白质、维生素、脂肪以及微量元素等营养物质比大宗粮食更丰富,荞麦中还含有黄酮类物质,这是其他品种粮食所没有的。荞麦中的蛋白质含有人体所需的8种必需氨基酸^[1],其中精氨酸、组氨酸两种为幼儿生长所必需的氨基酸。荞麦蛋白质具有降血糖、降血胆固醇、抗肿瘤、抗衰老等特殊功效,是一种理想的膳食蛋白。荞麦中含有大量的支链淀粉,总淀粉含量高达62%以上。另外荞麦富含膳食纤维,膳食纤维含量是大米的4.1倍,是小麦面粉的2.7倍^[2]。

2 荞麦加工的主要方式及发展现状

荞麦不仅营养丰富,还具有药用价值和保健作用^[3]。因此,以荞麦为主原料加工而成的产品也是多种多样,有主食类,如荞麦面粉、荞麦米糊、荞麦挂面和荞麦米;也有很多休闲类食品,如荞麦饼干、荞麦粥、荞麦蛋糕、荞麦茶等;还有其他种类的相关产品,如荞麦醋、荞麦酒、荞麦酸奶、荞麦酱油等。

2.1 主食

荞麦药食同源,营养丰富,人们对主食类荞麦食品的加工工艺在不断改进。现在荞麦主食类食品主要有荞麦面粉、挂面和米糊等,以粗加工为主,口感一般,荞麦挂面和荞麦米糊的产量相对较低,因此,目前对于主食类荞麦食品的加工工艺需要不断改进。于小磊等^[4]对荞麦面发酵的最佳工艺条件进行了研究,确定发酵时间为9 d,最佳温度为30℃,含水量为50%,酵母添加量为1%。贾丽萍等^[5]还从流变学角度对影响速冻荞麦面条品质的机理进行了研究。

荞麦食品具有软化血管、降低血清胆固醇等药用价值,吸引了糖尿病、高血压等部分疾病患者的注意,但对于非患病人群,市场上现有的荞麦主食类还不能满足消费需求,种类不够丰富,口感也有待提高,因此需要不断对荞麦面食产品的生产工艺进行优化,并充分利用荞麦食品的营养价值,开发出多种快捷、美味的荞麦营养食品。

2.2 休闲食品

由于人们对于食品口感和营养价值的要求越来越高,荞麦膨化食品种类越来越丰富。荞麦皮粉中黄酮类化合物含量较高,可以用来制作荞麦脆片;荞麦芯粉可以用

来制作荞麦煎饼,还能制作荞麦曲奇饼干、荞麦面包等。荞麦皮粉中黄酮类化合物含量达到1.25%,而芯粉中黄酮类化合物含量则只有0.4%^[6]。荞麦休闲食品既满足了美味的要求,又具有较高的营养价值,值得深入研究。

荞麦烘焙食品也受到人们的喜爱。其中通过一次发酵法制得的芦丁含量高的面包可以替代糖尿病患者的主食;当使用酶制剂处理小麦和苦荞混合面粉制成面包时,可以增加面包体积。即食冲调产品的制备在食品工业中占有非常重要的地位^[7],例如燕麦片和糊剂类;采用高温短时膨胀技术制得的苦荞特殊风味产品具有很高的营养价值。目前,根据消费者的需求所制得的苦荞片的口味也得到了改善,为新荞麦产品的研发提供了新的可行思路。

2.3 发酵产品

荞麦中的苦荞经发酵生产的苦荞醋、苦荞酒、苦荞酸奶等均是具有特色的保健食品,是苦荞资源的一种新开发途径,具有较高经济适用性^[8]。苦荞麦经酒精、醋酸发酵,后期调制后研制出具有药用疗效的苦荞醋,具有软化血管、抗血栓、抗氧化、调节血脂等功效。目前市面上较常见的调味品和酒类产品,有荞麦醋、荞麦酱油、荞麦酱、苦荞白酒和荞麦啤酒等。颜景宗等^[10]采用苦荞作为原料制得具有山西陈醋风味的荞麦保健醋,对高血糖、高血压和肥胖症等的防治效果十分明显。当前,市场上大多数啤酒的主要成分是大麦麦芽,辅助成分是风味单一的以大米为辅料的清爽啤酒,而以苦荞为辅料生产的苦荞啤酒,口感清爽,泡沫细腻,具有苦荞的独特风味和营养价值,既能满足保健啤酒的要求,又丰富了市场上的啤酒种类。苦荞酒主要为明亮透明的棕黄色,口感醇厚,味道浓郁。

大麦粉和荞麦汁经过啤酒酵母的发酵,可获得营养丰富、保健功能显著且口味独特的荞麦啤酒产品。宫凤秋等^[9]分析了不同加工方式对传统荞麦制品芦丁含量的影响,及功能特性进行了比较研究,发现发酵所得产品中芦丁和槲皮素含量远高于蒸、煮和油炸等加工方式。此外,以苦荞麦、花生和脱脂奶粉为主要原料,可以采用复合发酵酸奶工艺获得保健型花色酸奶。

2.4 其他荞麦加工产品

2.4.1 荞麦壳制品

荞麦种子的外皮是荞麦壳,是荞麦生产和加工过程中最多的副产品。它产量大、价格低。目前,荞麦皮常被用于制作枕芯,但大部分的荞麦皮被烧掉,不仅浪费荞麦皮

的价值而且污染了环境。近年来,一些学者研究了荞麦皮的成分并探讨了其使用价值。结果发现,荞麦皮富含膳食纤维、多糖和类黄酮,营养丰富,尤其是类黄酮。且具有多种生理特性,如降低血糖、抗肿瘤、降低血脂和抗氧化剂。近年来,人们不断开发和利用荞麦皮,尤其是类黄酮的提取和研究。党艳等^[10]的研究发现荞麦壳能有效去除水中的罗丹明 B 等染料,是一种吸附性能较好的环保型吸附剂。

荞麦壳做枕头对人体具有明目的疗效,荞麦枕是用荞麦壳做枕芯的填充物,由于荞麦壳独特的构造,具有良好的透气性、可塑性强、冬暖夏凉等特点。中药典记载:“荞麦壳清脑、明目,对失眠、多梦、头晕、耳鸣等疾患适当效果”。据《本草纲目》记载,使用荞麦壳枕能明目、清热安神、促进睡眠等。另外,荞麦皮含有大量的芸香苷甙,具有维生素的活性,可预防毛细血管脆弱所诱发的出血症,尤其对偏头疼、颈椎病、失眠患者效果更佳,夏凉冬暖、透气安神、可解除疲劳”。长期使用荞麦皮枕头可以促进和改善人体微循环,对疏通血管、调节血压血脂,防治心脑血管疾病、促进睡眠、清热泻火、预防感冒等方面都有显著的功效。

2.4.2 荞麦茶

荞麦叶茎具有很高的营养价值,可以用来制作荞麦茶^[11]。苦荞麦茶具有降血脂、降胆固醇等作用,是心血管疾病和糖尿病患者的首选饮品。陈庆富^[12]以荞麦鲜叶为原料,研究了荞麦茶的加工工艺,发现荞麦鲜叶可制备成一种冲泡型荞麦茶饮料。龚丽等^[13]对荞麦茶的冲泡、贮藏方式进行了系统研究,将高温短时气流膨化苦荞麦茶作为研究原料,得出了最佳冲泡和贮藏条件。

2.4.3 荞麦芽菜

荞麦芽菜即荞麦苗,经烹饪后鲜嫩美味,而且荞麦苗中的蛋白质含量丰富,氨基酸、维生素等营养物质含量也远高于其他芽菜,具有很高的营养价值,是名副其实的绿色有机蔬菜,可进一步推广种植。刘永文等^[14]以苦荞和甜荞为研究对象,对荞麦苗菜的栽培工艺进行了研究,发现荞麦芽菜生产周期较短,生产工艺简单易行,还可以进行大批量生产,并且甜荞芽菜的产量和生长速度都快于苦荞,更适宜作为芽菜栽培的首要选择。

3 对荞麦加工产品的建议

目前人们对诸如高血压、心血管疾病和痛风之类“富

贵病”危害的意识正在不断增强,饮食结构正逐步朝着纯天然和健康营养的方向发展,疾病的预防正逐渐转变为饮食健康和营养。因此,对荞麦及其加工品的营养、保健成分和精深加工方法的研究与开发引起了越来越多的社会关注。作为一种天然且高度健康的食品,荞麦的发展前景十分广阔。

3.1 增加深加工研究

荞麦加工产品有着很多优点,但由于荞麦着色度较重,荞麦粉颜色较深、口感不够细腻,因此目前多以传统风味小吃为主,大多数产品停留在粗加工阶段,普及度有待提高。另外,工业化荞麦加工产品和企业较少,荞麦产业链短,精深加工程度不高,缺乏技术革新,荞麦只有深加工后才能成为高价值的食品,我国荞麦精深加工与国外相比,研发的系列产品种类少,没有充分利用荞麦资源。

当前,迫切需要解决的问题是在荞麦含量与加工食品品质之间取得平衡,并找到新的方法来解决荞麦苦味素的保健作用与口感之间的矛盾。建议将荞麦加工副产物中的芦丁和蛋白质进行分离和纯化,然后再添加到加工原料中,以增加最终产品中荞麦的含量。同时,可以在荞麦产品中添加相应的食品添加剂,以改善其口味和质量,并开发出一些适合特殊人群的功能性食品。

3.2 制定相关标准

目前,我国关于荞麦的标准不多^[15],应制定相关的标准,规范荞麦加工产品市场,注重荞麦加工产业给我国带来的经济、社会和生态效益,并加大产品多样性的研发,在不同的领域生产符合市场需求的荞麦制品,更好地推动荞麦产业的发展。

3.3 加强对荞麦半成品的加工

目前人们生活节奏不断加快,半成品食品为荞麦食品开拓了一个新的市场。冷冻预制荞麦半成品只需要进行简单加工就可食用,且营养丰富,便于储藏,因此冷冻预制荞麦半成品是一个前景很好的发展方向。

3.4 强化荞麦附属品的资源化利用

对荞麦副产物的利用应着力于对茎、叶、花和果实和加工副产物等全方位多层次的综合加工。目前,荞麦加工过程中产生的一些副产品被当成肥料或饲料,造成了营养成分的浪费,所以应充分利用现代食品加工技术对这些副产品进行再加工,将其中有效的成分进行分离提纯,以增加荞麦产品的附加值。

参考文献:

- [1] 尹礼国, 钟耕, 刘雄, 等. 荞麦营养特性、生理功能和药用价值研究进展[J]. 粮食与油脂, 2002(2): 32-34.
- [2] 何岷, 王锐, 周云. 荞麦研究进展综述[J]. 农艺学, 2011, 2(2): 46-49.
- [3] 王瑶, 张明, 王兆升, 等. 果蔬加工副产物膳食纤维改性及应用研究进展[J]. 中国果菜, 2019, 39(1): 36-41.
- [4] 于小磊. 发酵荞麦面条制备工艺研究 [J]. 食品科技, 2011, 36(12): 144-146.
- [5] 贾丽萍. 速冻荞麦面条加工技术研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.
- [6] 兰海龙. 荞麦系列食品生产工艺研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2014.
- [7] 陈庆富. 一种荞麦花茶及其制备方法 [P]. 中国, CN101103757A. 2008-01-16.
- [8] 颜景宗, 颜丹. 传统山西老陈醋的酿造工艺[J]. 江苏调味副食品, 2003(6): 32-25.
- [9] 宫凤秋, 张莉, 李志西, 等. 加工方式对传统荞麦制品芦丁含量及功能特性影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2007, 35(9): 179-184.
- [10] 党艳, 罗倩, 李克斌, 等. 荞麦皮生物吸附去除水中罗丹明 B 的吸附条件响应面法及热力学研究 [J]. 环境科学学报, 2011, 31(12): 2601-2608.
- [11] 龚丽, 胡光华, 毛新, 等. 膨化苦荞麦茶泡茶特性研究[J]. 食品科技, 2011, 36(5): 117-121.
- [12] 刘永文, 樊燕, 刘光德, 等. 两种荞麦生产芽菜的对比试验初报[J]. 南方农业, 2012, 6(5): 33-34.
- [13] 钱林, 李莉, 刘芬, 等. 苦荞的营养价值与开发利用[J]. 上海农业科技, 2014(1): 34.
- (上接第 71 页)
- [5] 王杜春. 黑龙江省农产品流通的关键环节 [J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2006(1): 67-70.
- [6] 李忠国. “菜贱伤农”与“菜贵伤民”并存的原因及对策[J]. 北京农业职业学院学报, 2011, 25(5): 30-34.
- [7] 柳大为. 庆阳市蔬菜产业发展问题研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [8] 李锐. 我国绿色蔬菜产业营销模式分析[J]. 当代经济, 2004(5): 26-28.
- [9] 王图展. 农民合作社议价权、自生能力与成员经济绩效——基于 381 份农民专业合作社调查问卷的实证分析[J]. 中国农村经济, 2016(1): 53-68.
- [10] 张怡. 信息不对称引发的农产品市场交易问题及对策——基于农产品产业链视角 [J]. 山西农业科学, 2014, 42(2): 182-185.
- [11] 郑冬梅, 冶金华, 阿米娜·合力力, 等. 乌什县贫困户订单蔬菜生产现状及建议[J]. 新疆农业科技, 2019(4): 40-41.
- [12] 刘彬, 孟祥燕, 李辉, 等. 蔬菜流通体系的优化思路与对策分析[J]. 河北企业, 2016(2): 62-63.

天然化合物防治茄科青枯劳尔氏菌研究进展

王琳琳, 张恒恺, 陈欣鑫, 陈立*, 李建科

(陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 陕西 西安 710119)

摘要: 由青枯劳尔氏菌引起的茄科植物萎凋病严重危害了农业生产, 造成了巨大的经济损失。利用环境友好型天然化合物抑制青枯劳尔氏菌增殖, 受到了科研工作者的广泛关注。本文围绕近年来有关天然化合物抑制青枯劳尔氏菌增殖的最新研究, 从来源角度出发, 探究了植物、动物来源的抑菌天然化合物对青枯劳尔氏菌的抑制机理及现状, 以期为青枯劳尔氏菌的防治提供新思路, 具有广泛的社会和经济价值。

关键词: 天然化合物; 茄科作物; 青枯劳尔氏菌; 抑制机制

中图分类号: Q93-33 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0042-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.009

Research Progress of Natural Compounds against *Ralstonia solanacearum*

WANG Lin-lin, ZHANG Heng-kai, CHEN Xin-xin, CHEN Li*, LI Jian-ke

(College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: Solanaceous plant wilt caused by *Ralstonia solanacearum* seriously harms agricultural production and causes huge economic losses. Utilization of environmental friendly natural compounds to inhibit bacterial growth has been widely focused by researchers. This article focused on the latest research on natural compounds that inhibit the proliferation of *Ralstonia solanacearum* in recent years. From the perspective of sources, the mechanism and current status of the inhibition of *Ralstonia solanacearum* by natural antibacterial compounds of plant, and animal origin were explored, which provided new ideas for the control of *Ralstonia solanacearum*, and it has a wide social and economic value.

Key words: Natural compounds; solanaceae crops; *Ralstonia solanacearum*; inhibition mechanism

收稿日期: 2019-10-12

基金项目: 国家自然科学基金(31871801)

作者简介: 王琳琳(1996—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为天然化合物抑菌研究

* 通信作者: 陈立(1984—), 女, 讲师, 主要从事青枯菌致病机制的教学与研究工作

青枯病 (bacterial wilt) 是由茄科青枯劳尔氏菌 (*Ralstonia solanacearum*) 俗称青枯菌引起的茄科植物萎凋病,在我国长江流域及南方地区普遍发生,严重影响经济作物的产量和质量。青枯菌寄主范围广泛,地理分布广泛,青枯菌能够在没有寄主的情况下长期存活于土壤中^[1]。青枯病一旦暴发就难以控制,造成作物的大面积萎蔫死亡甚至绝收^[2]。是作为全世界危害最大的土传病害之一。现有的防控措施如化学防治、嫁接轮作、土壤改良和抗病品种培育等效果均不理想,并且存在污染环境和引起病菌抗性等诸多隐患。因此发展环境友好型的防治措施、开发新型天然抗菌化合物,成为青枯菌防治研究的热点。

天然抗菌化合物因具有无毒、无污染和生物相容性好等特点被广泛关注。有研究发现天然化合物主要通过两种途径抑制病原菌增殖:一是破坏病原菌细胞壁、细胞膜结构,改变菌体形态,影响细胞渗透性;二是干扰病原菌致病相关蛋白表达和信号传导^[3]。本文就不同来源天然化合物的抑菌现状,探究其对青枯菌的抑制机理,为青枯病的防治探寻环保新方法。

1 青枯病的防治方法

青枯菌通常从植物次生根部或茎部的伤口侵入,在根皮层细胞间隙定植,侵染皮层组织,然后感染侵入木质部导管薄壁组织,分泌大量胞外多糖 (extracellular polysaccharide, EPS),阻塞导管内水分运输,从而引起植物萎蔫死亡^[4]。青枯菌致病机理的研究滞后,导致了青枯病防治上的困难。

目前青枯病的防治以预防为主,结合土地轮种和抗性品种培育等方式控制病害。但是这种传统的方法有一定的局限性,轮种不能彻底抑菌,而抗性品种由于病原菌变化快也容易丧失抗性。化学防治是目前防治青枯病的主要方法,但存在农残和污染环境等潜在危害。噬菌体和生防菌等生物防治方法具有效果好、无药害等优点,但是噬菌体防治青枯病易受到寄主范围的限制,这也是噬菌体未能广泛地推广的原因。生防菌是近年来生物防治的研究热点,但是因土壤环境复杂多样,利用生防菌防控病害的效果并不稳定。在这一背景下,环境友好型天然抗菌化合物的研发受到青睐。

2 抑制青枯菌的天然化合物及其研究现状

2.1 植物来源的抑菌化合物

植物含有种类丰富的天然抗菌化合物,这些抗菌化合物易于降解、对环境友好、来源丰富。目前研究的植物

天然抗菌化合物主要是植物各级组织的提取物或是其次生代谢产物,按化学结构可划分为酚类、生物碱类、黄酮类、醇类、苷类、醛类、醌类、有机酸类等^[6]。

2.1.1 酚类

目前有很多酚类物质能有效抑制青枯菌。张恒恺等^[7]研究发现茶多酚可显著抑制青枯菌增殖及其细菌泳动能力 (swimming mobility)。扫描电子显微镜观察发现当茶多酚作用于青枯菌细胞时,细胞壁遭到明显破坏,推测细胞膜的通透性增加导致了金属离子和蛋白质外渗,进而使细胞代谢发生紊乱,逐渐破坏细胞结构。Wanming Bai 等^[8]研究发现紫丁香花蕾中的主要抗菌成分丁香酚可以显著抑制青枯菌,导致鞭毛消失,内容物泄漏和出现空腔。SDS-PAGE 显示丁香酚降低了青枯菌中的蛋白质含量,降低了中型碳水化合物利用,并抑制了过氧化氢酶和琥珀酸脱氢酶的活性。

2.1.2 精油类

植物精油是广泛存在于植物中的次级代谢产物,具有抑菌广谱、通用性好等优点。Paret 等^[9]比较了三种精油化合物 (玫瑰草精油、桉树精油、香茅精油) 对青枯菌细胞结构的影响,发现三者都能破坏青枯菌细胞结构,引起胞内物质氨基酸、核酸、脂类、碳水化合物等活性成分流失。黄雯等^[10]比较了薄荷精油、草果精油、薰衣草精油、山苍子油对青枯菌的抑制作用,发现这四种精油对于青枯菌都具有抑制活性,并发现山苍子油抑菌主要成分为烯烃类化合物,抑菌机理需要进一步探究。

2.1.3 醛醇类

醛类、醇类化合物具有抑菌作用,通常把高浓度醛醇作为抑菌剂。于艳梅等^[11]比较了四种植物源化合物香豆素、原儿茶醛、香荆芥酚和白藜芦醇对青枯菌的抑制作用,发现这四种天然化合物不同程度地影响了青枯菌的细胞结构、泳动能力和生物膜形成能力。郭兵等^[12]通过探究玉米中重要的次生代谢产物 2,4-二羟基-7-甲氧基-2H-1,4-苯并噻-3(4H)酮 (丁布, DIMBOA) 对青枯菌的抑制活性,发现 DIMBOA 及其衍生物能抑制青枯雷尔氏菌生物膜的形成和泳动性,且抑制作用具有显著的浓度效应,同时 -Cl 和 -SH 取代基能够提高抑菌活性。

2.1.4 其它类物质

除了酚类、精油类、醛醇类等,还有很多天然化合物具有抑制青枯菌的效果。如 Fan 等^[13]发现甲基没食子酸

对青枯菌有较强的抑制作用,扫描电子显微镜观察发现,甲基没食子酸能够损伤青枯菌细胞壁。进一步研究发现其能干扰青枯菌蛋白质合成,抑制琥珀酸脱氢酶和胞外酶的活性,从而抑制青枯菌增殖。李丽萍等^[14]通过透射电镜观察发现,紫茎泽兰提取物可影响青枯菌鞭毛形态。王翠颖等^[15]发现木麻黄的单宁提取物能够显著影响青枯菌生物膜的合成。此外,有研究者还从多种植物中提取活性成分,发现其提取物如厚朴皮和叶的提取物、大蒜提取物、苋菜提取物、长叶苦竹提取物、苦参生物碱等都对青枯菌显示出了一定的抑菌活性^[16-17]。

总之,目前多数植物源化合物对青枯菌的抑制机理都不明确,研究水平多限于细胞结构损伤、细胞内质外流等层面。西南大学 Yang 等^[18]从基因水平解析了天然植物源化合物抑制青枯菌的机理,研究发现具有苯环和 α -吡咯烷环的植物源化合物能够影响青枯菌 III 型分泌系统 (Type III secretion system, T3SS) 的表达。伞形酮 (umbelliferone) 为一种 7-羟基香豆素,能够通过 *HrpC HrpB* 和 *PrhG HrpB* 途径抑制 T3SS 调控基因表达,降低 6 个 T3SS 效应子 *RipX*、*RipD*、*RipP1*、*RipR*、*RipTAL*、*RipW* 的基因表达水平。

2.2 动物来源的抑菌化合物

近年来,来源于动物及其附属物的天然抗菌物质越来越多,这些成分来自于动物外壳、内脏等,它们来源广泛、易于降解、抗菌活性好。这些天然抗菌物质能够损伤细胞并有效抑制青枯菌增殖,但抑制机理需要进一步探寻。目前研究发现壳聚糖等组分对青枯菌有较好的抑制作用,这使它成为研究的热点,未来有望开发成新型抑菌剂。昆虫体内包含能抑制青枯菌活性的物质,比如蜂胶、天蚕抗菌肽等。这些物质具有天然无公害、抑菌广泛等优点,主要通过破坏菌体形态、抑制游动性等来抑制青枯菌的活性。目前还有许多昆虫来源的天然化合物具有抑菌作用,但是机理不明。

2.2.1 壳聚糖

壳聚糖 (chitosan) 又称脱乙酰甲壳素,是由自然界广泛存在的几丁质 (chitin) 经过脱乙酰作用后得到的,是蟹、虾等昆虫类动物外壳的重要成分,在自然界中资源丰富。壳聚糖安全无毒,易于生物降解,且具有较好的抗菌活性,能够抑制真菌、细菌和病毒增殖^[19-20]。苏婷等^[21]研究发现壳聚糖能较好地抑制青枯菌增殖。扫描电子显微镜

观察发现,经壳聚糖处理后的青枯菌细胞膜出现破损,细胞质膜与细胞外膜分离,且细胞内部形成空泡,影响细胞通透性,渗透压失衡。同时,青枯菌的生物膜形成量也受壳聚糖的影响,但壳聚糖对青枯菌的抑制机理仍不清楚。

2.2.2 核黄素

核黄素 (Riboflavin) 又称为维生素 B₂, 主要功能是作为辅酶促进代谢,广泛存在于各类食品中。它是许多动物生长的必需因素,所以在肝脏、蛋、奶等动物性食品中的含量很高。核黄素可以激活烟草细胞中次生代谢产物的积累增加,从而抑制青枯菌。Liu Fei 等^[22]发现核黄素可以在烟草细胞中引起防御反应,促进烟草细胞中总酚类化合物、香豆素和木质素的积累。当将其用于受寄生性疟原虫和茄形青枯菌侵染的烟草植物时,核黄素处理分别产生 47.9% 和 48.0% 的保护作用。这些结果表明核黄素可以在细胞悬浮液中诱导一系列防御反应和次级代谢,并保护烟草免受寄生性疟原虫和青枯菌的侵害。

2.2.3 蜂胶

蜂胶是蜜蜂科昆虫采集的植物树脂与其上颚腺、蜡腺等分泌物混合形成的具有黏性的固体胶状物,是一种传统的天然药物,具有广泛的药理学活性,如抗菌、抗病毒、抗病原虫等。许晏等^[23]研究发现蜂胶渣的乙醇提取物对青枯菌具有良好的抑制活性,蜂胶渣 35% 乙醇提取物能够破坏青枯菌形态,导致细胞膜粗糙甚至破裂,部分细胞生长畸形。并且,蜂胶渣提取物的浓度与其对青枯劳尔氏菌泳动的抑制作用呈近似的正相关。Esin Basim 等^[24]研究了土耳其花粉和蜂胶提取物对 13 种不同农业细菌病原体的“体外”抗菌活性,发现番茄青枯雷尔氏菌在细菌的敏感性中排第三位,对测试细菌的最低活性浓度是花粉提取物的 1/100 和蜂胶提取物的 1/1 000。

2.2.4 抗菌肽

抗菌肽是生物体产生的一种具有抗菌活性的多肽,广泛存在于自然界中。江仕龙等^[25]以天蚕抗菌肽 (Cecropin) 为基础,修饰合成新型多肽色氨酸-赖氨酸-亮氨酸-苯丙氨酸-赖氨酸-赖氨酸-异亮氨酸-亮氨酸-赖氨酸-酪氨酸-亮氨酸 (WKLFKKILKYL) 对青枯菌有较好的抑制效果,其抑菌圈显著增大。该新型抗菌肽的疏水性基团占 54%,推测其可能直接作用于细菌的细胞膜,通过破坏细菌细胞膜的完整性、造成细胞内容物泄漏,导致细胞死亡。利用基因工程技术和微生物发酵技术繁殖,具有抗菌

活性的新型抗菌肽,用于农业生产中防治青枯病,是一种全新的生物防治技术。李乃坚等^[20]采用花粉管通道技术,将天蚕抗菌肽 B 基因质粒导入到不同烟草子房中,经过基因转化和青枯菌的抗病性鉴定获取抗病植株,并多代接种青枯菌鉴定,然后对植株进行胭脂碱检测、点印迹杂交、PCR 扩增和 Southern 印迹杂交检测。结果表明,天蚕抗菌肽 B 基因已导入烟草基因组,并获得了抗性后代。田间发病率和病情指数分析显示 T3 代转基因株系耐病能力增强,病情也明显减轻。T4 代各株系均来自 T3 代株系中抗病力最强的单株,抗青枯病能力更强。

3 小结

青枯病防治较困难,目前关于青枯菌的防治仍以化学农药为主,但效果不理想且对环境造成污染。从自然界获取天然化合物来防治青枯菌具有广阔的前景,但天然化合物的提取加工工艺复杂,并且抑菌机理不明确。随着人们对绿色农业的认可,开发利用环境友好型天然化合物防治青枯菌成为大势所趋。寻找、开发天然抑菌物质,制备生物农药,对于防治青枯菌获取经济效益具有重要的意义,环境友好型抑菌剂未来将有广泛的应用。

参考文献:

- [1] 黄真池,刘媛,曾富华,等. 青枯菌致病机理及作物抗青枯病研究进展[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(5): 491-496.
- [2] 何礼远,康耀卫. 植物青枯菌致病机理 [J]. 自然科学进展, 1995, 5(1): 8-11.
- [3] 林海云,车建美,刘波,等. 青枯雷尔氏菌致病机制及其相关基因的研究进展[J]. 福建农业学报, 2011, 26(5): 899-906.
- [4] 吴传万,杜小凤,刘建明,等. 植物源抑菌活性成分研究新进展[J]. 西北农业学报, 2004, 13(3): 81-88.
- [5] KAO CC, BARLOW E, SEQUEIRA L. Extracellular polysaccharide is required for wild -type virulence of *Pseudomonas solanacearum*[J]. Journal of bacteriology, 1992, 174(3): 1068-1071.
- [6] 尹维,廖晓兰. 植物源活性物防治作物细菌性青枯病研究进展[J]. 微生物学杂志, 2013, 33(4): 84-87.
- [7] ZHANG HK, CHEN L, YANG T, et al. Production of superfine green tea powder from processing wastes: Characterization of chemical composition and exploration of antimicrobial potential against *Ralstonia solanacearum* [J]. LWT-food science and technology, 2019, 104: 142-147.
- [8] BAI WM, KONG FY, LIN Y, et al. Extract of *Syringa oblata*: A new biocontrol agent against tobacco bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* [J]. Pesticide biochemistry and physiology, 2016, 134.
- [9] PARET ML, SHARMA SK, ALVAREZ AM. Characterization of biofumigated *Ralstonia solanacearum* cells using micro-Raman spectroscopy and electron microscopy [J]. Phytopathology, 2012, 102(1): 105-113.
- [10] 黄雯. 青枯菌 LAMP 检测方法的建立及植物精油抑菌活性评价[D]. 重庆: 西南大学, 2017.
- [11] 于艳梅. 几种植物源化合物对青枯菌的抑制作用及机理研究[D]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [12] 郭兵. 丁香及其衍生物对青枯雷尔氏菌的抑制活性及机理研究[D]. 重庆: 西南大学, 2017.
- [13] FAN WW, YUAN GQ, LI QQ, et al. Antibacterial mechanisms of methyl gallate against *Ralstonia solanacearum* [J]. Australasian plant pathology, 2013, 22(6): 1-7.
- [14] 李丽萍,谢响明,宋洪英,等. 紫茎泽兰提取物对番茄青枯菌的抑制作用及其机理[J]. 生物技术通报, 2010(7): 146-152.
- [15] 王翠颖,孙思,王军. 大孔吸附树脂纯化木麻黄单宁及对青枯菌的抑制[J]. 防护林科技, 2014(8): 23-25.
- [16] 姜宁,刘晓鹏,滕建勋,等. 紫油厚朴叶提取物对马铃薯青枯病菌的抑制作用及防病效果 [J]. 植物保护, 2008, 34(2): 58-60.
- [17] 商胜华,陆宁,陈庆园,等. 大蒜提取液对烟草黑胫病和青枯病的防治效果初探[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(10): 94-96.
- [18] YANG L, LI SL, QIN XY, et al. Exposure to umbelliferone reduces *Ralstonia solanacearum* biofilm formation, transcription of type III secretion system regulators and effectors and virulence on tobacco [J]. Frontiers in microbiology, 2017, 8: 1234.
- [19] CHUNG YC, CHEN CY. Antibacterial characteristics and activity of acid soluble chitosan [J]. Bioresource technology, 2008, 99(8): 2806-2814.
- [20] LI B, WANG X, CHEN RX, et al. Antibacterial activity of chitosan solution against *Xanthomonas pathogenic* bacterial isolated from *Euphorbia pulcherrima* [J]. Carbohydrate polymers, 2008, 72(2): 287-292.
- [21] 苏婷,王桂跃,谢关林. 壳聚糖对青枯劳尔氏菌生长及其生物膜形成的影响[J]. 植物保护, 2013, 39(1): 89-92.

马铃薯淀粉加工的副产物及资源化利用现状

张煜欣^{1,2,3}, 刘慧燕^{1,2}, 方海田^{1,2*}, 李海峰^{1,2}, 马江涛^{1,2}, 谢玉芬^{1,2}, 周会宁^{1,2}

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室, 宁夏 银川 750021;
3. 宁夏工业学校, 宁夏 银川 753000)

摘要: 马铃薯淀粉加工过程中会产生大量的副产物, 如汁水和薯渣等, 这些副产物中有机物含量较高, 且 COD(化学需氧量)、BOD(生物需氧量)均超标, 无法直接排放, 作为废弃物又会造成资源的浪费。为减少资源浪费和环境污染, 近年对马铃薯淀粉加工副产物处理及资源化利用的研究成为热点。文章主要介绍了马铃薯淀粉的特性、用途、加工过程中副产物的来源, 并对目前马铃薯淀粉加工副产物的处理方法及资源化利用现状进行了综述。

关键词: 马铃薯; 淀粉; 加工副产物; 处理方法; 资源化利用

中图分类号: S532 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0046-07

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.010

The By-products of Potato Starch Processing and Its Resource Utilization

ZHANG Yu-xin^{1,2,3}, LIU Hui-yan^{1,2}, FANG Hai-tian^{1,2*}, LI Hai-feng^{1,2}, MA Jiang-tao^{1,2}, XIE Yu-fen^{1,2},
ZHOU Hui-ning^{1,2}

(1. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Ningxia Key Laboratory of Food Microbiology-Application Technology and Safety Control, Yinchuan 750021, China; 3. Ningxia Technical School, Yinchuan 753000, China)

Abstract: A large amount of by-products such as juice and potato residue are produced during the processing of potato starch, these by-products contain high levels of organic matter, and both COD and BOD exceed the standard, which cannot be directly discharged. As waste, it will cause waste of resources. In order to reduce environmental pollution and resource waste, research on by-product treatment and resource utilization has been intensified in recent years. This article mainly introduced the characteristics, uses, and sources of by-products

收稿日期: 2019-09-22

基金项目: 宁夏回族自治区重点研发计划项目(2019BBF02028); 宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室平台建设项目(2018-2019); 中央引导地方专项资金(2019-2020)

作者简介: 张煜欣(1989—), 女, 助理讲师, 主要从事食品生物资源开发与利用教学与研究工作

* 通信作者: 方海田(1978—), 男, 副教授, 主要从事食品生物资源开发与利用教学与研究工作

in the production and processing of potato starch, and summarized the current methods of processing by-products of potato starch and the current status of resource utilization.

Key words: Potato; starch; processing by-products; treatment method; resource utilization

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)为一年生草本植物,又称为土豆、洋芋等,是仅次于小麦、玉米、水稻的第四大粮食作物。我国是世界上最大的马铃薯生产国,马铃薯种植面积和总产量自1995年来就始终居于世界前列^[1],我国2018年马铃薯种植面积已达572万hm²,比1995年增长了66.7%。马铃薯在我国已有400多年的种植历史;在我国各省均有分布,主要集中在宁夏、甘肃、内蒙古、陕西等地。马铃薯是我国粮食补给的重要来源,也是调整优化种植结构的重要替代作物。马铃薯营养丰富、全面,脂肪含量低、蛋白质品质高、热量低,作为主食可以满足吃饱、吃好、吃得健康的要求,因此国家大力推进“马铃薯主粮产品及产业开发”,已有企业开始研制生产马铃薯主粮^[2]。

马铃薯含有丰富的淀粉,淀粉产品广泛应用于各个领域。但是,随着马铃薯淀粉加工企业数量和规模的不断扩增,马铃薯淀粉加工中产生的副产物如薯渣、废水等也越来越多。因副产物中含有大量的糖类、蛋白质、纤维素等有机营养物质,直接排放不仅会对环境造成污染,还会造成资源的浪费。如何减轻环境污染且有效利用资源,实现环境效益双赢,研究开发简便高效的废水处理方法和资源化利用方法意义重大。本文介绍了马铃薯淀粉的特性、用途、加工过程中副产物的来源,对目前马铃薯淀粉加工副产物处理方法及资源化利用现状进行了综述。

1 马铃薯淀粉的特性及生产工艺

1.1 马铃薯淀粉的特性及应用

淀粉是一种高分子聚合物,由多个葡萄糖聚合而成,是植物贮存能量的一种形式。马铃薯淀粉是植物淀粉的一种,因其具有独特的性质而区别于其他植物淀粉,被广泛应用于医药、纺织、食品、化工等多个领域。马铃薯淀粉中含有大量的直链淀粉和支链淀粉,其中直链淀粉占17%左右,支链淀粉占80%左右^[3-4]。直链淀粉和支链淀粉性质不同,表现也存在很大差异。直链淀粉经熬煮不易成糊,冷却后呈凝胶体,其大分子结构上,葡萄糖分子排列整齐。支链淀粉易成糊,粘性较大,但冷却后不能呈凝胶

体,且葡萄糖分子排列不整齐。支链淀粉赋予了马铃薯淀粉较高的黏性,而直链淀粉与马铃薯淀粉中含有的0.06%~0.08%磷酸存在酯化作用^[5],加上马铃薯中的磷酸基电荷间相互排斥,增加了马铃薯淀粉的膨胀性^[6]。马铃薯淀粉糊化温度相较于其他植物淀粉要低,平均糊化温度仅需要56℃,且糊化后透明度高^[7]。马铃薯淀粉的这些特性使其被广泛应于各个领域并起着重要的作用。

马铃薯淀粉应用在食品工业上,能增加糖果的黏弹性,增加面条的弹性和韧性,减少肉制品在烹调过程中的水分损失,延缓面包的保质期,防止面包变硬等。应用于造纸业,可改善纸质性能和质量。在纺织业上,马铃薯淀粉可作经纱上浆剂、印染浆料和加工辅料。马铃薯本身具有药用价值,将马铃薯淀粉应用于医药行业,可作糖衣、药品辅料。应用于化工行业,添加到聚氨酯塑料中起填充、交联作用,增加塑料的强度、硬度和抗磨性^[8]。

1.2 马铃薯淀粉生产的周期性

根据马铃薯的栽培条件和自然生长条件,按照南北气候和生活习惯的差异,我国马铃薯在南方和北方的播种及采收时间均不同,但我国马铃薯的最大种植区集中在北方,这里主要以北方马铃薯的播种和采收时间为主。北方地区于4月末5月初播种马铃薯,8月末9月上旬采收。由于马铃薯储存会造成淀粉和营养物质等的流失,因此马铃薯淀粉加工企业生产时间基本在当年的9月至次年的3月,考虑到成本和其他因素的影响,这样阶段性的生产不利于马铃薯淀粉加工废水及薯渣的阶段性处理,因此,马铃薯淀粉加工企业一般会建设配套的污水处理站,将本阶段生产的废水、薯渣存放在一起集中处理。处于当年的9月至次年的3月,天气基本转凉,生产厂区相对温度低,因此,马铃薯淀粉加工废水、薯渣处理时的温度基本在-5~20℃。

1.3 马铃薯淀粉的加工工艺

1.3.1 加工工艺

马铃薯淀粉加工工艺为洗涤→磨碎→筛分→流槽去杂→淀粉清洗回收→脱水干燥→马铃薯淀粉。

1.3.2 主要工艺介绍

(1) 洗涤

洗涤是去除马铃薯表面的泥沙。这一过程会产生大量的废水,这部分废水含有大量的泥沙,通常可在生产过程中增添少许设备,经简单的沉淀处理后便可循环使用。

(2) 磨碎

将清洗干净的马铃薯送入磨碎机磨碎,可得到马铃薯糊。

(3) 筛分

得到的马铃薯糊采用离心筛分的方法将薯渣与淀粉乳分离,得到的薯渣可作为饲料,筛分的淀粉乳进一步清洗分离。

(4) 去杂

将上一步筛分的淀粉乳先在流槽内分离蛋白质等杂质,此过程中得到的废水主要来自马铃薯自身的含水量,即细胞液,该废水中的蛋白质含量较高,不能循环使用。

(5) 淀粉回收

在清洗槽内对淀粉进行清洗回收。从流槽中分出带有淀粉的黄浆水送入流槽回收淀粉,再经清洗槽得到次淀粉,此生产过程中对水质的要求高,在淀粉清洗提取时会产生大量的废水,也称为工艺废水。该废水中主要含有淀粉、蛋白质等有机物,COD(化学需氧量)、BOD(生物需氧量)浓度非常高。

(6) 干燥

通过上述渠道得到的淀粉含水量较高,通过干燥后得到所需淀粉。

2 马铃薯淀粉加工的副产物及资源化利用

2.1 马铃薯淀粉加工的副产物

废水是马铃薯淀粉加工的主要副产物,它主要来源于马铃薯清洗自身的细胞液以及淀粉的提取清洗等过程。废水当中含有大量的悬浮物、淀粉、蛋白质和纤维素等有机物,是一种高浓度的有机废水,无毒无害,但废水中的COD值一般在10 000 mg/mL以上,如果将废水直接排放,不仅会造成资源浪费,还会对环境造成很大影响。薯渣中含有大量的蛋白质、果胶、纤维素等营养物质,含水量高且难以运输和储存,直接作为饲料饲喂效果不是很好。可以通过合适的方法对副产物中的蛋白质等营养物质进行提取,有效利用。副产物中的营养物质是微生物

生长发育很好的养料,利用微生物对废水、薯渣进行发酵,可大幅度降低废水中有机物含量,将副产物变废为宝,转化成可利用资源应用于农业灌溉或者其他领域。

2.2 薯渣处理及其资源化利用现状

薯渣是马铃薯淀粉加工的又一副产物。薯渣营养丰富,对其加以发酵或理化方法处理能实现高值化利用。目前对于薯渣的处理主要以发酵为主,理化法提取有益物质为辅。利用不同微生物对薯渣进行发酵,不仅能将薯渣降解且能制备成各种资源如动物饲料、沼气、酒精等加以利用;其中的蛋白质、果胶、纤维素等有益物质也可通过理化法得以提取。霉菌、酵母菌、细菌等微生物具有较强的降解能力,能够将马铃薯渣中的淀粉和纤维素降解为简单的糖类^[7],并且能够对有机物进行转化利用,从而使薯渣转变成可利用资源。牛嘉^[8]利用“短小芽孢杆菌+产朊假丝酵母+黑曲霉+绿色木霉+哈茨木霉+康氏木霉”菌剂对马铃薯渣进行发酵,144 h后发酵液中的COD去除了66%。

2.2.1 制作饲料

薯渣含水量高、适口性差、不易储存,因此直接饲用价值较低,但发酵后的马铃薯渣作为饲料却具有很好的饲喂效果。王君^[9]研究表明,发酵后的薯渣中蛋白质和必需氨基酸含量大幅度提高,粗纤维含量降低,龙葵素含量减少。用作饲料,不仅能提高动物的日增重,降低料重比和生产成本,还能改善动物瘤胃内环境,提升肉品质。

2.2.2 制作沼气

以薯渣为原料制备沼气尤为可行。付博锐等^[10]以薯渣为原料,替换牛粪制备沼气,稳定后的发酵体系平均日产气量达10.39 L,COD去除率为50%~55%。杨丽英等^[11]将马铃薯渣作为底物,建立两相厌氧系统,实现了氢气和甲烷的同步回收,且两相厌氧系统相较于单相厌氧系统来说,提高了能量的回收率。

2.2.3 制备酒精

薯渣可以用来制备酒精,一般采用糖化法发酵制成。杨敏等^[12]以薯渣为原料,料水比为1:3.5、接种0.4%的酵母、初始pH为4.5、添加160 U/g糖化酶、10 U/g的 α -淀粉酶和纤维素酶,在32℃下进行发酵,酒精度达8%vol以上。

2.2.4 提取生物活性物质

薯渣中含有较丰富的蛋白质、果胶、纤维素等,通过

酶解法、碱解法等理化法可从中提取出来加以利用。姚琦等^[13]利用联合酶解法从马铃薯渣中提取膳食纤维,在最佳的提取条件下得到的膳食纤维高达 76.92%。张世仙等^[14]用碱解法从薯渣中提取水溶性蛋白,当 NaOH 浓度为 0.6%、固液比 1:17 时,65 ℃提取 50 min 可得粗蛋白 40%。薯渣中含有丰富的果胶,其含量最高可达 30%,是生产商品果胶的优良原料^[15],一般可用沉淀、酸碱、微波等方法提取。张燕等^[16]用微波辅助法从薯渣中提取果胶,发现当料液比为 1:24 时,加入 405 μL 饱和硫酸铝,微波加热 15 min 时,果胶提取率达到 13.79%。

2.2.5 制备高吸水性树脂

李继萍等^[17]研究表明,以薯渣为原料制备成高吸水性树脂可吸附重金属离子,如 Pb^{2+} ,且当 Pb^{2+} 含量增加时,树脂对 Pb^{2+} 的吸收量也会随之增加。

2.2.6 制备液体地膜及土壤保水剂

包鸿慧等^[18]以薯渣作为基料,加以各种功能制剂,制备成多功能可降解液体地膜,地膜的应用不但改良了土壤环境,还可较好地进行生物降解。尤美云等^[19]以薯渣和水为原料合成羧甲基马铃薯渣,作为土壤保水剂,在最佳比例下形成的产品干燥 15 h 后,保水率仍能保持在 68% 而不再下降。

2.3 废水处理方法及资源化利用现状

马铃薯淀粉加工副产物中有大量废水,为减少对环境的污染,必须对废水进行处理。目前对马铃薯淀粉加工废水处理的方法有化学法、物理法、生物法及综合处理法,其中生物处理法多样且应用最广,相较于其他处理方法效果好且成本低。

2.3.1 废水处理方法

(1) 化学处理

化学处理方法主要以催化氧化法和化学絮凝剂处理为主。利用高级催化氧化法处理马铃薯淀粉加工废水能够使废水处理效率得以提高。董志龙等^[20]研究高级催化氧化法处理马铃薯淀粉加工废水,能够使废水达标排放。以锅炉煤渣为载体加入多种活性组分复合组成高效催化剂,在常温常压下将 H_2O_2 快速分解形成大量的 $HO\cdot$ 自由基,提高了反应速度和反应效果。其反应最优条件为 H_2O_2 投加量 650 mg/L,反应时间 100 min,pH 为 4。此条件不仅能降低费用,还能使马铃薯淀粉废水得以快速处理。采用絮凝法处理马铃薯淀粉加工废水效果较好。谭

啸^[21]采用自制的季铵型阳离子淀粉处理马铃薯淀粉加工废水,研究发现,当以 6:1 的比例将阳离子淀粉与氯化钙混合时,得到的絮凝效果最好,并将絮凝条件加以优化,混凝剂投加量为 800 mg/L、pH 为 5、搅拌 7 min 时,COD 去除率可达 65.8%。

(2) 生物处理

生物处理法主要是利用微生物发酵处理、单独的厌氧或好氧处理、以及厌氧好氧综合处理的方法来处理马铃薯淀粉加工废水。厌氧微生物处理方法是利用厌氧微生物在马铃薯淀粉加工废水中分解代谢有机物的一种处理方法,在处理过程中不仅能降解废水中的有机物,还能产出可利用的甲烷气体,回收后可作燃烧能源。目前常用的厌氧处理方法有升流式厌氧污泥床、厌氧填料床、垂直折流厌氧污泥床等^[22]。好氧处理法是利用好氧微生物处理马铃薯淀粉加工废水,对其中的有机物进行分解利用从而达到处理废水的目的,目前常用的好氧处理方法有接触氧化法、生物氧化塘法、SBR(序批式活性污泥法)等^[23]。采用厌氧好氧综合方式对马铃薯淀粉加工废水处理不仅效果好且成本低。李东伟等^[23]研究表明,采用 UASB-SBR(升流式厌氧污泥—序批式活性污泥法)相结合的工艺处理马铃薯淀粉加工废水,能够有效地去除淀粉废水中的有机污染物和悬浮物,同时还能获得较高的植物蛋白回收率。毛海亮等^[24]以 UASB-SBR 工艺处理淀粉废水。通过 UASB 处理工艺将废水中大部分有机物降解,再利用 SBR 工艺进一步降解废水中残余的有机物,使得最终出水 COD 小于 100 mg/L。此处理工艺不仅效果好,而且运行成本低。

利用微生物对马铃薯淀粉废水进行发酵处理从而使废水得以有效处理。廖立钦等^[25]研究发现 2% 的青霉菌与 3% 拟内孢霉酵母菌混合,接入 50 mL 马铃薯淀粉加工废水中,25 ℃培养 6 d,COD 去除率达 62.38%,且接种量与 COD 去除率有相关性。

(3) 物理处理

物理处理方法一般以吸附剂吸附和膜技术分离为主。采用吸附法处理马铃薯淀粉加工废水虽能有效降低废水 COD,但对总糖处理效果不理想。徐腾^[26]采用凹凸棒土作为吸附剂,当投加量为 8 g,pH 为 5,温度为 10 ℃条件下,吸附 20 min 发现对马铃薯淀粉加工废水 COD 和蛋白质有较好的处理效果,对于总糖的处理效果较差。利

用膜技术分离马铃薯淀粉加工废水可使废水中悬浮物及有机物被有效分离实现达标排放的目的。王应平等^[27]在马铃薯淀粉废水经前期絮凝沉淀的基础上,运用超滤膜分离与反渗透相结合的膜集成技术进行深度处理,在 25℃、压力 0.15 MPa 条件下运行,超滤膜对 COD 的去除率为 15%~25%,对 SS(悬浮物)的去除率>99%;超滤出水经反渗透膜处理后,COD 可降低至 86 mg/L,去除率≥98.8%,处理后的废水水质达到淀粉工业水污染物排放标准的要求,可实现达标排放。

(4) 综合处理

综合处理方法是將生物处理方法和物理或者化学处理方法相结合来处理废水,以达到降低 COD、回收蛋白的目的。孙红娟等^[28]在淀粉厂原有的厌氧好氧-絮凝沉淀组合工艺的基础上进行改进,将工艺改成气浮-絮凝-厌氧好氧组合来处理马铃薯淀粉加工废水,处理后的废水 COD 去除率可达 97.67%,BOD₅ 去除率达到 98.97%,处理后的水可达标排放,此工艺不仅能降低废水 COD,还能去除废水悬浮物,回收植物蛋白,具有良好的经济效益。

2.3.2 废水资源化利用现状

马铃薯淀粉废水营养丰富,是很好的培养微生物的养料,目前对废水主要处理方法是将废水作为培养基培养功能性微生物或是通过发酵生产絮凝剂、肥料、油脂、普鲁兰多糖等产品。除此之外,还可利用废水生产可回收性蛋白。

(1) 生产絮凝剂

利用废水发酵微生物生产的絮凝剂,相较于化学絮凝剂具有絮凝成本低、处理效果好、工艺简单等优点。张宝茸^[29]研究表明,利用马铃薯淀粉废水培养从污泥当中提取出的根霉 M9 和 M17 产生的复合型微生物絮凝剂,对高岭土悬液的絮凝率达到了 92.67%,提高了絮凝率,并且培养微生物之后的废水 COD 去除率达到 93.60%,处理后的废水可与净水混合后作为灌溉用水。颜东方等^[30]发现假丝酵母能够在马铃薯淀粉加工废水中良好生长,在不灭菌的废水中,按照 10%接种量接种假丝酵母,28℃、摇床转速为 150 r/min 条件下发酵 48 h,发酵液对高岭土悬浊液的絮凝率可达 94.6%,原废水 COD 去除率达到 93.7%。熊星滢^[31]将分离得到黑曲霉 A18 按照 10%接种量接种于不灭菌的废水中发酵 30 h。投加量为 2 mL/L 发酵液对高岭土悬浊液的絮凝率可达 93.4%,原废

水 COD 去除率达到 90.33%。

(2) 制做肥料

淀粉废水可通过厌氧处理制备肥料。王双龙^[32]将甘薯淀粉加工废水在室温条件下经厌氧折流板工艺(ABR)处理,得到的水可以替代化肥作为一种绿色有机肥而应用于蔬菜的种植。当 ABR 出水为 200 mL 时,能够显著增加蔬菜的产量和质量;且 ABR 出水处理的土壤也具有较低的氮淋湿风险和较低的 N₂O 排放通量。宁夏科技部门通过 3 年的研究发现,在控制氮肥、增加磷肥、不施钾肥的基础上,使用马铃薯淀粉加工废水进行灌溉,可以使土壤孔隙度和肥力增加,从而改良土壤理化性质,并且使农作物增产超过 25%^[33]。

(3) 培养解淀粉芽孢杆菌

马铃薯淀粉废水在合适的条件下可培养解淀粉芽孢杆菌。关晓欢^[34]研究发现,在马铃薯淀粉废水中只添加基础培养基,按 5%的接种量将种子液接入废水培养基中,调节初始 pH 为 7.0~7.5,摇瓶机转速 200 r/min,在 36℃下培养 24 h,得到解淀粉芽孢杆菌活菌数可达到 2.2×10⁹ CFU/mL。

(4) 生产微生物油脂

淀粉废水中的有机物能够被某些菌株吸收利用用于生长繁殖,生产微生物油脂,是低成本获得生物柴油的重要途径^[35]。钟娜等^[36]在淀粉废水中将粘红酵母多次驯化,其耐受淀粉废水 COD 高达 75 000 mg/L,利用流式细胞仪筛选得到一株粘红酵母,其油脂含量为 25.7%。发酵培养后,粘红酵母生物量达 25.3 g/L,菌体油脂含量为 29.5%,废水 COD 由初始的 75 000 mg/L 降至 5 600 mg/L,降解率为 92.5%。

(5) 生产普鲁兰多糖

普鲁兰多糖是一种由出芽短梗霉发酵产生的类似葡聚糖、黄原胶的胞外水溶性黏质多糖。因其具有良好成膜、成纤维、阻气、粘接、易加工、无毒等特性,已广泛应用于医药、食品、化工和石油等领域^[35]。陈洁等^[37]研究表明,出芽短梗霉在不同 COD 浓度的淀粉废水生长不受影响,废水中有机物浓度随处理时间增长而降低,COD 去除程度随废水浓度升高而增大,而且普鲁兰多糖的量随废水浓度升高而增加。用出芽短梗霉对马铃薯淀粉废水进行生物处理,不仅实现了废水处理达到环境保护的目的,而且提高了经济效益。

(6) 回收蛋白质

废水中可回收性蛋白质含量较高,通过发酵或理化法回收蛋白质,其回收率最高可达80%以上。

利用发酵法进行微生物发酵生产回收蛋白。田雅婕^[38]将产朊假丝酵母、白地霉、热带假丝酵母以5:9:1的比例进行复配,以12%的总接种量接入马铃薯淀粉加工废水中,在温度24℃,pH为4.13,摇床转速200 r/min条件下进行发酵,得到SCP(单细胞蛋白)产量为3.06 g/L,对废水COD的去除率达到56.9%。周玉等^[39]利用酿酒酵母、产朊假丝酵母和白地霉发酵马铃薯淀粉加工废水,发现白地霉在废水中生长最佳,COD去除率达到了70.9%,且SCP得率达1.932 g/L;产朊假丝酵母次之,COD去除率达62.7%,SCP得率为0.982 g/L;最后是酿酒酵母,COD去除率达58.9%,SCP得率为0.912 g/L。陈辉等^[40]在添加了20%废渣的废水中接入10%热带假丝酵母在28℃下发酵72 h后得到含蛋白37.40%的蛋白饲料,废水COD降低了72.29%。

理化法回收蛋白质的方法主要有吸附法、等电点沉淀法、酸热法、超滤法等。马健等^[41]研究发现采用具有超强吸附力的蒙脱土与等电点沉淀法相结合,当蒙脱土加入量为0.7 g时,调节pH为3.50,在温度为40℃的条件下振荡2 h,可以使得蛋白质的回收率达到77.63%,COD去除率达43.56%,浊度去除率达82.02%。将蒙脱土吸附法与等电点沉淀法相结合,不仅能提高经济效益还可以降低成本。易伟民^[42]的研究表明,利用酸热法从马铃薯废水中回收蛋白质,当破碎料液比值为2 mL/g、pH4.5、温度35℃、沉降40 min时,蛋白质回收率可达79.21%。陈钰等^[43]利用超滤膜在最佳超滤条件下(操作压力为0.10 MPa、室温22℃、pH 5.8)经超滤回收蛋白质,其截留率高达80.46%,处理后废水的COD值去除率达60%。利用0.05%的碱性蛋白酶对超滤膜进行清洗,超滤膜恢复系数高达99.55%,用0.5%的NaOH水溶液对超滤膜进行清洗,超滤膜恢复系数达89.12%。

3 结语

通过对马铃薯淀粉加工副产物的处理方法及资源化利用现状的分析发现,无论是处理方法还是在资源化利用过程,相较于物理、化学方法而言,生物处理方法更简洁高效,成本相对更低,微生物在其中发挥了极其重要的

作用。但马铃薯淀粉加工副产物的处理具有季节性,副产物的处理多处于春秋冬季,温度偏低,而微生物的最适生长温度在25~37℃,要确保微生物对马铃薯淀粉加工副产物的处理效果,就需要对副产物加热或保温,这无疑增加了副产物的处理成本。因此,改变菌种特性,筛选出低温条件下也能在副产物处理或资源化利用过程中发挥作用的菌种是未来马铃薯加工副产物处理的重点。

参考文献:

- [1] 杨雅伦, 郭燕枝, 孙君茂. 我国马铃薯产业发展现状及未来展望[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(1): 29-36.
- [2] 马玉喜. 我国马铃薯主粮化产业发展现状分析 [J]. 黑龙江纺织, 2016(3): 26-27.
- [3] 郑威, 张丽莉, 陈伊里, 等. 马铃薯淀粉特性及其工业用途 [A]. 中国作物学会马铃薯专业委员会, 2006. 中国作物学会马铃薯专业委员会年会暨学术研讨会论文集 [C]. 哈尔滨: 中国作物学会马铃薯专业委员会, 2006: 302-306.
- [4] 赵晓燕, 马越. 中国马铃薯淀粉生产现状及前景分析[J]. 粮油加工与食品机械, 2004(11): 67-71.
- [5] 朱继萍. 马铃薯淀粉在食品加工中的应用 [J]. 粮油食品科技, 1991, 6(8): 14.
- [6] 袁文月. 马铃薯淀粉特性及其综合应用 [J]. 现代食品, 2018, 15(15): 43-47.
- [7] 韩黎明, 童丹, 安志刚. 马铃薯渣的微生物转化利用 [J]. 中兽医医药杂志, 2016, 35(6): 30-35.
- [8] 牛嘉. 薯渣资源化过程中汁水沉降法及废液 COD 去除技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- [9] 王君. 发酵马铃薯渣的制备及其在动物生产中的应用[J]. 饲料研究, 2019(08): 123-125.
- [10] 付博锐, 孙宇. 以马铃薯渣为原料的沼气发酵体系的建立 [J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(11): 101-106.
- [11] 杨丽英. 单相与两相厌氧发酵处理马铃薯渣性能研究[J]. 中国沼气, 2019, 37(4): 47-52.
- [12] 杨敏, 杨继涛, 虎玉森, 等. 马铃薯渣生料同步糖化发酵生产乙醇工艺研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(2):106-109.
- [13] 姚琦, 郭天时, 刘文博, 等. 联合酶解法提取马铃薯渣膳食纤维的研究[J]. 农产品加工, 2018(4): 18-26.
- [14] 张世仙, 刘长益, 金茜. 马铃薯皮渣中水溶性蛋白质提取工艺研[J]. 南方园艺, 2018, 29(1): 5-8.
- [15] 张智慧, 李伟, 刘学良, 等. 马铃薯渣的开发利用及在动物生产中的应用[J]. 资源开发与利用, 2017(3): 47-51.

- [16] 张燕, 简荣超, 谭乾开, 等. 响应面法优化微波辅助提取马铃薯渣中果胶工艺[J]. 食品工业, 2019, 40(6): 30-34.
- [17] 李继萍, 莫国莉, 杨永启, 等. 马铃薯渣合成高吸水性树脂吸附重金属离子的研究[J]. 内蒙古石油化工, 2015(19): 3-5.
- [18] 包鸿慧, 曹龙奎, 魏春红, 等. 马铃薯渣基多功能可降解液体地膜田艺特性的研究[J]. 农产品加工(学刊), 2014(8): 1-3.
- [19] 尤美云, 刘广华, 张福金, 等. 以马铃薯渣为原料合成土壤保水剂的研究[J]. 北方农业学报 2017, 45(4): 47-53.
- [20] 董志龙, 孙秦川, 温成成. 高级催化氧化法处理马铃薯淀粉废水研究[J]. 甘肃科技, 2016, 32(13): 30-32.
- [21] 谭啸. 絮凝剂对马铃薯淀粉生产废水中 COD 去除的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011.
- [22] 王姗姗, 朱海峰, 陈金. 发马铃薯淀粉废水处理技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(8): 4845-4847.
- [23] 李东伟, 何晓曼, 李斗, 等. 淀粉废水的资源化处理 [J]. 水处理技术, 2007, 33(3): 69-71.
- [24] 毛海亮, 邱贤锋, 朱鸣跃. UASB-SBR 工艺处理淀粉废水的试验研究 [J]. 交通部上海船舶运输科学研究所学报, 2002, 25(2): 104-108.
- [25] 廖立钦, 张怡, 童应凯. 马铃薯淀粉废水的生物治理研究[J]. 天津科技, 2017, 44(1): 58-61.
- [26] 徐腾. 马铃薯淀粉废水处理与资源化利用的实验研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [27] 王应平, 何葆华. 膜集成技术处理马铃薯淀粉废水的实验研究[J]. 水处理技术, 2017, 43(10): 114-116.
- [28] 孙红娟, 负建民, 颜东方, 等. 气浮—絮凝—厌氧好氧处理马铃薯淀粉废水工艺探索 [J]. 农产品加工 (学刊), 2012 (12): 20-28.
- [29] 张宝茸. 淀粉废水培养微生物絮凝剂产生菌及应用研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2010.
- [30] 颜东方, 负建民. 马铃薯淀粉废水生产微生物絮凝剂菌株筛选及其营养条件优化 [J]. 农业工程学报, 2013, 29(3): 198-206.
- [31] 熊星滢. 淀粉废水培养黑曲霉产微生物絮凝剂及应用研究 [D]. 成都: 成都理工大学, 2016.
- [32] 王双龙. 甘薯淀粉废水厌氧处理制备液态有机肥及其对蔬菜的促生作用[D]. 郑州: 河南大学, 2014.
- [33] 环境保护部. 宁夏固原市马铃薯淀粉加工废水灌溉通过技术认证 [A/OL](2009-09-04)[2015-03-15]http: www. zh. gov. cn/zhxx/gzdt/200909/t20090904_160179. htm.
- [34] 关晓欢. 柠檬酸废水和马铃薯淀粉废水资源化培养解淀粉芽孢杆菌及其应用[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2013.
- [35] 李芳蓉, 贺莉萍, 王英, 等. 马铃薯淀粉生产废水资源化处理及综合利用[J]. 粮食与饲料工业, 2018, 06(008): 31-37.
- [36] 钟娜, 张志平, 张华, 等. 耐高 COD 淀粉废水的高产油脂粘红酵母的驯化和筛选[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2013, 40(1): 84-88.
- [37] 陈洁, 白林, 吕亚娟, 等. 出芽短梗霉处理马铃薯淀粉废水 [J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(8): 119-121.
- [38] 田雅婕. 酵母发酵马铃薯淀粉加工废水生产 SCP 的试验研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.
- [39] 周玉, 负建民, 宋德龙. 马铃薯淀粉废水 SCP 发酵菌种筛选及发酵条件优化[J]. 食品工业, 2013, 34(3): 20-23.
- [40] 陈辉, 李虹, 冯雷, 等. 利用马铃薯淀粉生产的废水及废渣发酵制备蛋白饲料[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(9): 143-145.
- [41] 马健, 刘万毅, 董梅. 马铃薯淀粉废水中蛋白质的回收[J]. 宁夏工程技术, 2018, 17(3): 231-234.
- [42] 易伟民. 马铃薯淀粉废水中蛋白质回收及其水解物抗氧化性的研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2015.
- [43] 陈钰, 潘晓琴, 钟振声, 等. 马铃薯淀粉加工废水中超滤回收马铃薯蛋白质[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(9): 37-41.

(上接第 45 页)

- [22] LIU F, WEI FF, WANG L, et al. Riboflavin activates defense responses in tobacco and induces resistance against *Phytophthora parasitica* and *Ralstonia solanacearum* [J]. Physiological and molecular plant pathology, 2010, 74 (5): 330-336.
- [23] 许晏, 宋文森, 朱丹, 等. 蜂胶渣提取物对青枯劳尔氏菌的抑制活性鉴定[J]. 蚕业科学, 2018, 44(2): 205-215.
- [24] ESIN B, HVSEYIN B, MUSA. Antibacterial activities of *Turkish pollen* and propolis extracts against plant bacterial pathogens [J]. Journal of food engineering, 2005, 77(4): 992-996.
- [25] 江仕龙, 刘明宏, 高亚星, 等. 抗菌肽对烟草青枯菌的抑菌作用[J]. 山地农业生物学报, 2018, 37(06): 96-98.
- [26] 李乃坚, 袁四清, 蒲汉丽, 等. 抗菌肽 B 基因转化烟草及转基因植株抗青枯病的鉴定 [J]. 农业生物技术学报, 1998 (02): 78-84.

纳米材料在果蔬保鲜中的应用效果分析

曲健磊, 李晓风

(山东省莱阳市种子公司, 山东 莱阳 265200)

摘要:近年来,人们生活水平不断提高,对蔬菜和水果的需求与日俱增,这在带动社会经济持续发展的同时,也对果蔬保鲜技术提出了更高的要求。随着科研工作的不断推进,纳米材料在果蔬保鲜中的应用越来越广泛。鉴于此,本文从纳米材料的作用入手,阐述了纳米材料在果蔬保鲜中的应用效果,并分析了纳米材料在果蔬保鲜中的未来发展趋势,以期为纳米材料的开发和研究提供参考借鉴。

关键词: 纳米材料; 果蔬保鲜; 应用效果

中图分类号: S98 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0053-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.011

Analysis on the Application Effect of Nanomaterials in Fruits and Vegetables Preservation

QU Jian-lei, LI Xiao-feng

(Seed Company of Laiyang City, Shandong Province, Laiyang 265200, China)

Abstract: In recent years, people's quality of life is constantly improving, the demand for vegetables and fruits is increasing day by day, which not only promotes the sustainable development of social economy, but also puts forward higher requirements for the preservation technology of fruits and vegetables. In recent years, with the development of scientific research, nanomaterials are widely used in fruits and vegetables preservation. Therefore, starting from the function of nano materials, this paper expounded the application effect of nano materials in fruits and vegetables preservation, and analyzed the future development trend of nano materials in fruits and vegetables preservation, to provide reference for the development and research of nano materials.

Key words: Nano materials; fruits and vegetables preservation; application effect

随着我国经济的飞速发展,人们生活水平不断提高,健康意识也逐渐增强,果蔬作为人们日常生活中常见的食物,富含多种营养元素和热量^[1],有利于促进人体健康。近年来,随着市场对果蔬需求量的不断提高,跨地区运

收稿日期: 2019-08-19

作者简介: 曲健磊(1976—),男,中级农艺师,主要从事农业新技术及新品种推广工作

输方式也相应增加,对保鲜技术提出了更高的要求^[2]。传统减压贮藏法、低温保鲜法、辐照保鲜等保鲜技术已经不能满足果蔬运输需求,腐烂、变质等现象成为困扰种植户和经销商的问题^[3]。为了减少食品浪费,提高保鲜质量,纳米材料保鲜技术应运而生,不仅克服了传统保鲜法中成本高、果蔬水分易流失等弊端^[4],还以环保、安全的优势获得社会各界的青睐,为果蔬保鲜奠定了良好的基础。

1 纳米材料及其特点

纳米是一种长度计量单位,1 nm 的长度比单个的细菌长度还要小很多。纳米材料主要是指三维中至少有一个维度为纳米大小的材料^[5]。由此可见,材料的尺寸非常小,并且结构较为特殊。随着科学技术的不断发展,纳米材料也广泛应用于各个领域,近年来在食品行业也逐渐凸显其价值和作用,尤其在食品检测以及贮藏保鲜方面得到认可^[6]。

1.1 尺寸小

纳米的尺寸比可见光波长小,光在纳米材料中传播时,能够被纳米材料吸收,从而破坏光传播的周期性。将纳米材料应用到果蔬保鲜中^[7],能够屏蔽磁波等影响,提高果蔬的保鲜周期^[8]。

1.2 表面效应

表面效应主要指母离子表面的原子和总原子数的比,也就是说,随着纳米材料粒径的减小,表面原子数会相应增加,从而使纳米材料表面产生活性^[9]。

1.3 超塑性

纳米材料在特定条件下,具有较强的超塑性,也就是在不断裂的情况下,能够得以延伸^[10]。将其应用到果蔬保鲜中,能够长时间保证果蔬新鲜^[11]。

2 纳米材料在果蔬保鲜中的应用

纳米材料是一种对人体无毒无害的材料^[12],同时能够有效抑制生鲜食品生理代谢,减少果蔬腐烂变质,延长贮藏期限,在食品保鲜方面具有良好的发展前景^[13]。随着纳米技术水平的快速发展^[14],纳米技术广泛地应用到各个领域,充分地发挥着自身的重要作用与价值,尤其是在果蔬保鲜领域。纳米技术由于自身优势与特点^[15],物理结构具有特殊性,使用不同的纳米材料,会使果蔬保鲜程度不同,纳米技术在果蔬保鲜中起到了重要的作用,能够提升果蔬品质,减少资源的浪费,满足人们的日常需求^[16]。

纳米保鲜技术的应用方式可以分为两种:一是纳米涂膜技术,二是纳米包装技术^[17],其中涂膜技术具有环保、抑制微生物增长等特点^[18];而纳米包装技术具有较高的强度与韧性^[19]。

2.1 纳米涂膜技术

采后果蔬水分流失较快,与周围环境气体产生反应,极易引发变质、腐烂等现象,而将纳米涂膜材料应用到采后果蔬保鲜中,能够减少水分流失,阻隔果蔬与周围气体的接触,从而有效抑制微生物的生长,有利于长时间保持果蔬的品质^[20]。除此之外,纳米涂膜材料具有环保性,不会对环境造成污染,相对于传统保鲜技术而言,不仅能够减少不可降解包装的使用量,还能提高果蔬贮存质量^[21]。

纳米涂膜技术采用纳米材料的微气调理论,把成膜材料采用喷覆的方法,使其能够附着在果蔬表面,产生了半透膜的视觉感,主要应用在半食性的果蔬中。该技术不会对果蔬化学农药残留检测产生任何的影响^[22],而且能够保持果蔬品质^[4]。

随着我国科学技术水平的不断提升,加大了对果蔬保鲜方法的研究力度,以纳米半透膜技术为重要的基础,研发出了非金属无机纳米半透膜^[23],主要的特点是其所采用的纳米硅氧化物材料,更具有环保性,保鲜效果也更高效率等。与半透膜法相比,有效地解决了果蔬硬度变大、品质下降等问题^[24]。例如:果蔬采用壳聚糖-纳米 SiO₂ 混合涂膜的方法对龙眼进行保鲜,龙眼腐烂率得到有效地控制,腐烂率降低了 17%^[25],失重率也只有 4.2%,并且还抑制了多种生物酶的活性^[26]。然而,由于单一涂膜剂的组成成分相对较少,功能性相对较差,保鲜效果虽然相对于传统保鲜方式有了很大改善,但还不能达到足够的稳定性,需要相关研究人员和专家进一步完善,深入研究和开发复合涂膜剂,为纳米涂膜技术的发展奠定基础。

2.2 纳米包装技术

纳米包装技术常见的果蔬包装材料有聚氯乙烯(PVC)、多以聚酰胺(PA)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)等,这些材料成本均较低^[27],但可能会影响果蔬品质与食品的安全性。

纳米包装材料保鲜果蔬时,能够对细菌进行阻隔、抗菌等,尤其是对微生物能够起到降解的作用,与传统包装材料相比^[28],具有较强的强度与韧性^[9]。把纳米包装材料与高分子聚合物、超微粒子纳米材料进行结合探究,创新

果蔬保鲜方法,研发出复合型的纳米包装材料,广泛应用于果蔬保鲜中,不仅解决了传统果蔬包装材料的不足,而且加强了对果蔬的保护。

纳米材料在鲜切果蔬保鲜中也有着广泛的应用。鲜切果蔬又称为轻加工果蔬,主要是把新鲜果蔬进行外部的修整、去皮等,能够使果蔬 100%地被利用,对此类果蔬的保鲜更需要加强。由于果蔬经过鲜切加工后会加速其水分和营养的流失^[29],从而严重影响其作用、功能以及口感。而且鲜切果蔬的创面容易滋生微生物,加剧了果蔬腐烂和变质等不良现象的发生^[9]。因此,需要提高对鲜切果蔬保鲜方法的重视,采用纳米技术,能够有效解决鲜切果蔬产生的问题,为果蔬保鲜开发出更多具有科学性的保护方法。在具体保鲜过程中,可以将纳米材料进行加工,使其形成纤维素膜,并将其作为鲜切果蔬的包装。研究表明,改良后的纤维素膜能够有效抑制果蔬水分的蒸发以及微生物滋生,同时减缓蔬菜叶绿素含量的下降,具有阻隔性较强、稳定性较高、抗菌效果好等特点。当前,纳米材料在鲜切果蔬保鲜方面的应用尚处于起始阶段^[9],还需进一步开发,从而推动纳米材料保鲜技术的稳定发展。

3 结语

随着我国经济的不断发展,人们的生活水平不断提高,对果蔬新鲜的需求相应增加,纳米材料的研究和开发使果蔬保鲜得到了空前发展,同时,纳米材料以其抑菌效果好、阻隔性能强等优势受到社会各界的青睐和应用。然而,由于当前纳米材料在果蔬保鲜中的研究尚处于发展阶段,还有较大的空间有待开发,主要可以从以下几方面进行深入研究:第一,降低纳米材料的成本;第二,优化和改进工艺流程;第三,由于纳米材料具有特殊性,人体对其吸收要高于其他物质,所以需要深入研究其安全性;第四,当前市场中纳米材料应用与果蔬保鲜种类较少,所以需深入开发纳米材料的种类;第五是由于纳米材料尺寸小、吸附性相对较强,在使用过程中极易扩散,需要进一步研究其加工的稳定性,从而为果蔬保鲜贡献更大的力量。

参考文献:

- [1] 刘佳,蔡滔,罗华兰. 纳米复合材料在果蔬保鲜中的应用研究[J]. 食品安全导刊, 2019(03): 147.
- [2] 赵蕾,胡文忠,陈晨,等. 薄膜包装材料在采后果蔬保鲜中

的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(17): 64-69.

- [3] 王馨,胡文忠,陈晨,等. 纳米材料在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(01): 281-286.
- [4] 尹国平,陈志周. 纳米复合薄膜及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 包装学报, 2012, 4(01): 24-28.
- [5] 王红娟,杨宏顺,陈复生,等. 纳米技术在采后果蔬保鲜中的研究进展[J]. 食品科技, 2011, 36(06): 71-75.
- [6] 祝钧,苏醒,张晓娟. 纳米包装材料在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 766-768.
- [7] 林婵. TiO₂ 纳米材料在食品贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. 食品安全导刊, 2018, 197(06): 115.
- [8] 陈庆华,王欣. 气调包装(MAP)在果蔬保鲜方面的应用进展分析[J]. 黑龙江农业科学, 2012(01): 104-108.
- [9] 许卫卫,王久荣,韩雪峰. 纳米磁性材料在中草药分析中的应用[J]. 中国中药杂志, 2012(23): 13-18.
- [10] 林虹君,张爱红,田芳,等. 纳米材料在蛋白质分析中的应用[J]. 生命的化学, 2013(05): 29-36.
- [11] 王宏亮,李昂,那杰. 抗菌肽在果蔬保鲜中的应用[J]. 江苏农业科学, 2014(3): 250-252.
- [12] 薛琼,邓靖,付艳琪,等. 改性纳米 SiO₂ 微球的制备及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 包装学报, 2018, 37(02): 21-27.
- [13] 彭佳. 纳米材料在果蔬保鲜中的应用研究[J]. 食品安全导刊, 2018, 200(09): 131.
- [14] 曾化雨. 纳米技术在高分子材料改性中的应用探析[J]. 石化技术, 2018, 25(04): 211.
- [15] 景必刚,王圣群,吴建虎. 纳米材料用于鸡蛋涂膜的保鲜效果研究[J]. 农产品加工(下), 2014(20): 25.
- [16] 赵蕾,胡文忠,陈晨,等. 薄膜包装材料在采后果蔬保鲜中的应用[J]. 包装工程, 2017(17): 74-79.
- [17] 刘佳,蔡滔,罗华兰. 纳米复合材料在果蔬保鲜中的应用研究[J]. 食品安全导刊, 2019, 230(03): 154.
- [18] 郭淑杰,张建光,高志辉. 纳米材料在兽药残留分析中的应用[J]. 养殖技术顾问, 2011(05): 219.
- [19] 钟丽晶. 气调包装在果蔬保鲜方面的应用进展分析[J]. 食品安全导刊, 2018, 201(10): 71-72.
- [20] 张建国. 光触媒材料在果蔬保鲜中的应用[J]. 农业装备技术, 2012(03): 15-16.
- [21] 刘辉,许文才,李东立,等. 功能型包装薄膜材料在芒果保鲜中的应用[J]. 包装工程, 2016(23): 34-38.
- [22] 沙力争,肖功年,赵会芳. 功能性纸质材料在水果保鲜中的应用[J]. 浙江科技学院学报, 2010(06): 29-33.

(下转第 58 页)

氯虫苯甲酰胺水分散粒剂对桃小食心虫的防治效果研究

关春林¹, 张苗², 朱文雅²

(1. 山西省农业科学院, 山西 太原 030031; 2. 山西省农业科学院植物保护研究所, 山西 太原 030031)

摘要: 本试验比较了不同浓度氯虫苯甲酰胺水分散粒剂对桃小食心虫的防治效果。结果表明: 试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂在水中分散性良好, 700 倍用药量 (有效成分量为 41.2 g/hm²) 防治桃小食心虫的速效性和持效性均良好, 14 d 后防效达到最大值, 为 99.1%。试验证明, 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂可用来防治果树桃小食心虫。

关键词: 氯虫苯甲酰胺; 水分散粒剂; 桃小食心虫; 田间防效

中图分类号: S43 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0056-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.012

Study on the Control Effect of Chlorantraniliprole Water Dispersible Granule on *Carposina sasakii* Matsumura

GUAN Chun-lin¹, ZHANG Miao², ZHU Wen-ya²

(1. Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China; 2. Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: In this experiment, the control effect of chlorantraniliprole water dispersible granule with different concentration on *Carposina sasakii* Matsumurawas compared. The results showed that 35% chlorantraniliprole water dispersible granule had good dispersibility in water. Under 700 times of dosage (the amount of effective components wa 41.2 g/hm²), the control effect was good. After 14 days, the maximum control effect was 99.1%, which could be used to control *Carposina sasakii* Matsumura.

Key words: Chlorantraniliprole; water dispersible granule; *Carposina sasakii* Matsumura; field control

桃小食心虫又名桃小食蛾、苹果食心虫、桃食卷叶蛾等, 简称“桃小”, 主要为害苹果、桃、梨、枣、山楂等果树^[1-3]。近年来, 桃小食心虫为害越来越严重。为害苹果时多从

果实的胴部或顶部蛀入, 经 2~3 d 从蛀入孔流出水珠状半透明的果胶滴, 不久胶滴干涸, 在蛀入孔处留下一小片白色蜡质物。随着果实的生长, 蛀入孔愈合成一个针尖大

收稿日期: 2019-09-20

作者简介: 关春林 (1978—), 男, 副研究员, 主要从事农业资源利用研究工作

的小黑点,周围的果皮略呈凹陷;幼虫蛀果后,在皮下及果肉内纵横潜食,果面上显出凹陷的潜痕,明显变形。近成熟果实受害时,一般果形不变,但果肉内的虫道充满红褐色的虫粪,造成所谓的“豆沙馅”。幼虫老熟后,在果面咬一个直径 2~3 mm 的圆形脱落孔,孔外常堆积棕褐色新鲜的虫粪^[4-6]。

桃小食心虫的成虫无趋光性和趋化性,但雌蛾能产生性激素,可诱引雄蛾。成虫有夜出昼伏和世代重叠现象。桃小食心虫的发生与温度、湿度关系密切。越冬幼虫出土始期,月平均气温达到 16.9℃、地温达到 19.7℃时,如果有适当的降水,即可连续出土。温度在 21~27℃,相对湿度在 75%的环境条件对成虫的繁殖非常有利^[7-8]。近几年,桃小食心虫发生情况较为普遍,北方地区发生呈加重趋势^[9-10]。对于桃小食心虫药剂防治是较为有效的方法之一。为此,本文以桃小食心虫为研究对象,比较了不同浓度的氯虫苯甲酰胺水分散粒剂对桃小食心虫的田间防治效果,为农药的交替使用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验对象

研究对象为桃小食心虫;供试果树为树龄 10 a 的红富士苹果树。

1.2 试验药剂

供试药剂为 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂,上海生农生化制品股份有限公司生产,市售;对照药剂为 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂,美国杜邦公司生产,市售。

1.3 试验地条件

试验地面积 0.2 hm²,苹果树株行距 4 m×5 m,主要虫害有蚜虫、桃小食心虫等。土壤为壤土,pH8.4,有机质含量中等。试验田肥力一致,管理水平中等。试验期间,气候良好且未出现不适的情况。

表 1 供试药剂试验设计

Table 1 Test design of test chemicals

处理 编号	药剂	稀释倍数 /倍	有效成分量 /(g/hm ²)
1	35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂	10 000	35
2	35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂	8 500	41.2
3	35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂	700	50
4	200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂	4 800	41.7
5	空白(清水)对照	—	—

1.4 试验设计

本试验共设 5 个处理,每个处理重复 4 次,共 20 个小区,随机区组排列,每个小区 4 株树。常量喷雾,要求喷雾均匀一致,不重喷、漏喷,空白组喷等量的清水。使用高压喷雾器,工作压力为 2.0~2.3 kg/cm²,喷头孔径 1.2 mm。

1.5 计算方法

依据《农药田间药效试验准则(一)》:杀虫剂防治桃小食心虫药效计算方法,按式(1)(2)计算药效^[11-12]。

新增虫果数=药后虫果数-药前虫果数

防治效果/%=

空白对照区新增虫果数-处理区新增虫果数

空白对照区新增虫果数

×100

2 结果与分析

表 2 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂防治桃小食心虫结果
Table 2 Results of 35% chlorantraniliprole water dispersible granule for control of *Carpocapsa sasakii* Matsumura

药剂 处理	药后 1 d		药后 3 d		药后 14 d	
	防效/%	差异显著性	防效/%	差异显著性	防效/%	差异显著性
1	48.6	Cc	68.2	Cc	78.6	Cd
2	71.7	Bb	91.7	Bb	96.6	Bb
3	77.2	Aa	94.8	Aa	99.1	Aa
4	69.9	Bb	90.9	Bb	97.3	Bc

注:表中的防效(%)为各重复的平均值。不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

由表 2 可知,药后 1 d,试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 10 000 倍、8 500 倍、700 倍及对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍的防效分别为 48.6%、71.7%、77.2%、69.9%,其中,试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 700 倍的防效最好。方差分析结果显示,该处理与其余三个处理间差异显著且极显著;其次为试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍,该处理除与对照药剂差异不显著外,与其余两个处理差异显著且极显著;第三为对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍,该处理除与试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍差异不显著,与其余两个处理差异显著且极显著;防效最差的为试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 10 000 倍,方差分析,与其余三个处理间差异显著且极显著。

药后 3 d,试验药剂 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂

用量为 10 000 倍、8 500 倍、700 倍及对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍的防效分别为 68.2%、91.7%、94.8%、90.9%，其中，以试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 700 倍防效最好，经方差分析，该处理与其余三个处理间差异显著且极显著；其次为试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍，该处理除与对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍差异不显著，与其余两个处理差异显著且极显著；然后是用量为 4 800 倍的对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂，方差分析结果显示，该处理除与试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍差异不显著，与其余两个处理差异显著且极显著；防效最差的为试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 10 000 倍，该处理与其余三个处理间差异显著且极显著。

药后 14 d，试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 10 000 倍、8 500 倍、700 倍及对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍的防效分别为 78.6%、96.6%、99.1%、97.3%，其中，以试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 700 倍防效最好，方差分析，与其余三个处理间差异显著且极显著。其次为试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍，方差分析结果显示，该处理除与对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍差异不显著，与其余两个处理差异显著且极显著。第三为对照药剂 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂用量为 4 800 倍，该处理除与试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 8 500 倍不存在差异，与其余两个处理差异显著且极显著；第四为试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂用量为 10 000 倍，该处理与其余三个处理间差异显著且极显著。

3 小结

研究发现，试验药剂 35% 氯虫苯甲酰胺水分散粒剂在水中分散性良好，700 倍用药量下，防效达到最大值，为 99.1%；在该浓度下防治桃小食心虫的速效性和持效性均良好，药后 14 d，防效最高，因此可以用来防治桃小食心虫。

参考文献：

- [1] 陈川, 安克江, 杨美霞, 等. 苹果桃小食心虫发生规律研究[J]. 农学学报, 2015, 5(11): 36-39.
- [2] 睢平勤. 苹果桃小食心虫的发生及防治 [N]. 河南科技报, 2008-05-06(008).
- [3] 王贺富. 苹果桃小食心虫的防治 [J]. 河北林业科技, 2002(04): 26.
- [4] 陈剑. 苹果桃小食心虫的发生及防治 [J]. 植保技术与推广, 1998(04): 22.
- [5] 刘玉升, 程家安, 牟吉元. 桃小食心虫的研究概况 [J]. 山东农业大学学报, 1997(02): 113-120.
- [6] 姜元振, 朴春树, 张树丰, 等. 桃小食心虫对苹果的为害及其防治指标的制订[J]. 植物保护学报, 1990(04): 359-364.
- [7] 田宝良, 马春森, 孔德仓, 等. 不同果园中主要食心虫种群监测与防控技术[J]. 植物保护学报, 2012, 39(1): 7-12.
- [8] 柏秦凤, 王景红, 张勇. 黄土高原丘陵区红枣主要病虫害调查及预测[J]. 中国农学通报, 2016, 32(6): 176-181.
- [9] 范仁俊, 李捷, 马春森. 北方果树食心虫监测和防控新技术研究与示范[J]. 山西农业科学, 2010, 38(5): 32-35.
- [10] 花蕾, 沈宝成, 高峰. 陕北红枣桃小食心虫发生规律的研究[J]. 陕西农业科学, 1991(5): 26-28.
- [11] 李想, 孟祥鲁, 吕金娇, 等. 三氟甲吡醚悬浮剂防治甘蓝小菜蛾药效评价研究[J]. 中国果菜, 2019, 39(09): 38-40.
- [12] 仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 等. 高效氯氟氰菊酯不同剂型对桃小食心虫的防效评价[J]. 农药, 2009(9): 680-682.
- [13] 硅谷, 2013(24): 126, 134.
- [27] 石生益. 纳米材料在农产品保鲜中的应用研究 [J]. 中国包装工业, 2014(20): 9.
- [28] 祝钧, 苏醒, 张晓娟. 纳米包装材料在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2008(12): 743-745.
- [29] 聂晓胜. 纳米材料在钢结构防火涂料中的应用分析 [J]. 江西化工, 2013(02): 46-47.
- [30] 尹国平, 陈志周. 纳米复合薄膜及其在果蔬保鲜中的应用 [J]. 包装学报, 2012(01): 30-34.
- [23] 卢军, 袁建君, 王勇. 泡沫保温材料在密集烤房中的应用效果分析[J]. 南方农业学报, 2012(07): 145-148.
- [24] 余文华, 李洁芝, 陈功, 等. 果蔬纳米保鲜膜的研制及其在青椒保鲜中的应用研究[J]. 四川食品与发酵, 2008(05): 31-34.
- [25] 吴文鹏, 曹锟. 纳米材料表面化学在生物分析中的应用[J]. 化工设计通讯, 2018(09): 117.
- [26] 杨玲玲. 物理技术在食品贮藏与果蔬保鲜中的应用分析[J].

(上接第 55 页)

不同授粉方式对日光温室草莓授粉效果的比较

赵改灵¹, 李秦¹, 张洁²

(1. 陕西省澄城县农业技术推广中心, 陕西 澄城 715200; 2. 陕西省澄城县设施农业发展中心, 陕西 澄城 715200)

摘要:以红颜草莓为试验材料, 比较了日光温室中熊蜂和蜜蜂对草莓的授粉效果。结果可知, 熊蜂授粉的草莓畸形果率为 11.004%, 蜜蜂授粉的畸形果率为 17.226%; 熊蜂和蜜蜂授粉的草莓平均单果质量分别为 26.96 g 和 23.08 g, 熊蜂较蜜蜂授粉的草莓单果质量增加了 16.81%; 熊蜂授粉的草莓果实纵径、横径以及单果种子数均显著高于蜜蜂授粉的。因此, 熊蜂比蜜蜂更适合对日光温室草莓进行授粉。

关键词: 日光温室; 草莓; 熊蜂; 蜜蜂; 授粉

中图分类号: Q969

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2020)01-0059-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.014

Comparison of Pollination Effect of Different Modes on Strawberry in Greenhouse

ZHAO Gai-ling¹, LI Qin¹, ZHANG Jie²

(1. Agricultural Technology Promotion Center of Chengcheng County, Shaanxi Province, Chengcheng 715200, China; 2. Facility Agriculture Development Center of Chengcheng County, Shaanxi Province, Chengcheng 715200, China)

Abstract: Using "Hongyan" strawberry as the experimental material, the pollination effect of bumblebee and bee on strawberry in greenhouse was compared. The results showed that the abnormal fruit rate of strawberry pollinated by bumblebee was 11.004%, and the abnormal fruit rate of strawberry pollinated by bee was 17.226%; the average single fruit mass of strawberry pollinated by bumblebee and bee was 26.96 g and 23.08 g respectively, and the single fruit mass of strawberry pollinated by bumblebee increased by 16.81% compared with that pollinated by bee; the vertical diameter, horizontal diameter and seed number of strawberry fruit pollinated by bumblebee were significantly higher than those pollinated by bee. Bees were more suitable for pollinating strawberry in greenhouse

Key words: Solar greenhouse; strawberry; bumblebee; bee; pollination

草莓果实要在形成种子的条件下才能膨大,所以在日光温室草莓生产中,利用蜂类进行授粉已成为一项不可或缺的配套技术措施应用在实际生产中^[1-4]。蜜蜂授粉是草莓优质高产的常用技术,但蜜蜂授粉对环境要求苛刻,冬季气温低或连阴天时间较长时,授粉效果不理想。据报道,与蜜蜂相比,熊蜂有活动温度低、在阴雨天仍能授粉、日工作时间长、趋光性弱等优点^[3-8]。为了进一步探究熊蜂授粉的优势,本文通过对比试验,研究了熊蜂和蜜蜂对草莓果实的授粉率、坐果率、单果质量、种子数、果实外观等方面的影响,探索了熊蜂取代蜜蜂为日光温室草莓授粉的可能性,从而为草莓设施栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草莓品种为红颜,生产苗由西安市长安区农技中心种苗基地提供,定植时间为2018年8月29日。

授粉蜂种包括蜜蜂和熊蜂,蜜蜂为中华蜜蜂,从当地养蜂户租用;熊蜂为欧洲熊蜂,从荷兰科伯特公司购买。

试验所用仪器有梅特勒电子天平AL204,产地为瑞士;得力8958电子数显温湿度计;得力高精度电子数显游标卡尺等。

1.2 试验方法

草莓温室设在澄城县农业局设施农业基地。选用两个结构和大小基本相同的日光温室作为试验地,温室长80 m、宽9.5 m,种植面积为720 m²,每栋温室分为2个区,中间用尼龙纱隔开,一区放置1箱蜜蜂,另一区放置1箱熊蜂,共两箱蜜蜂和两箱熊蜂。每区内随机选择5组10垄,熊蜂授粉区和蜜蜂授粉区分别标记为A1、A2、A3、A4、A5和B1、B2、B3、B4、B5,以供调查取样,试验区内其他管理完全相同。

1.3 测定指标及方法

于2019年1~3月果实成熟期间采摘草莓5次,采摘日期为1月19日、1月30日、2月18日、2月28日、3月19日,每栋温室每个试验小组采摘20枚草莓果实,每个试验小区共采摘100个果实。

1.3.1 授粉率

每隔7 d在上午9:00~11:00记录15 min内出入蜂巢的熊蜂及蜜蜂数量。每个小区随机选取20朵草莓花蕾

标记,统计不同授粉方式对草莓的授粉率。授粉率计算公式见式(1)。

$$\text{授粉率}/\% = \frac{\text{授粉的花蕾数}}{\text{花蕾总数}} \times 100 \quad (1)$$

1.3.2 草莓单果质量及畸形果率

单独称量每小区采摘的100枚草莓的质量,同时统计畸形果的数量。畸形果等级标准如下,1为发育良好,果形正常;0为畸形或异型。畸形果率的计算公式见式(2)。

$$\text{畸形果率}/\% = \frac{\text{畸形果实数}}{\text{果实总数}} \times 100 \quad (2)$$

1.3.3 草莓果实纵、横径及种子数

用游标卡尺测量草莓果实纵向及横向的最长距离,即纵径与横径。将草莓横切成2瓣,在每瓣上分别统计种子总数。

1.3.4 温、湿度

在温室内放置数个温湿度记录仪,观测记录温湿度变化对授粉的影响。

1.4 数据处理

对所有试验数据用SAS统计软件进行统计分析和显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同授粉方式下蜂巢的活跃度及授粉率

较观察发现,在晴好天气蜜蜂与熊蜂的蜂巢活力均好,15 min内进出蜜蜂蜂巢的总数量为25~50只,熊蜂蜂巢的总数为8~15只。通过观察比较,熊蜂对草莓授粉的抓痕要比蜜蜂明显,且标记的蜜蜂与熊蜂授粉处理的草莓授粉率均为100%。

2.2 授粉方式对草莓单果质量及畸形果率的影响

表1显示了不同授粉方式对草莓果实单果质量及畸形果率的影响。由表可以看出,熊蜂授粉的草莓单果质量均高于蜜蜂授粉的,且二者差异显著。熊蜂授粉和蜜蜂授粉两个处理5次取样的草莓平均单果质量分别为26.957 g和23.080 g,熊蜂授粉组的草莓单果质量显著高于蜜蜂授粉组。5次取样蜜蜂和熊蜂授粉组的草莓畸形果率平均值分别为17.226%和11.004%,熊蜂授粉组的草莓畸形果率显著低于蜜蜂授粉组。

表 1 不同授粉方式对草莓单果质量及畸形果率的影响

Table 1 Effects of different pollination methods on single fruit mass and malformed fruit rate of strawberry

采摘日期 (月/日)	单果质量/g		畸形率/%	
	熊蜂授粉	蜜蜂授粉	熊蜂授粉	蜜蜂授粉
01/09	35.125±3.258	31.659±4.231	22.52±2.15	24.51±3.12
01/19	32.442±2.226	26.806±4.269	10.36±2.28	20.31±2.69
02/08	26.411±3.264	20.932±3.663	14.52±3.04	28.47±2.78
02/28	21.573±4.072	18.369±3.256	0±0	4.48±3.63
03/10	19.236±4.081	17.635±1.936	7.62±2.52	8.36±3.06
平均值	26.957±3.379 ^a	23.080±3.471 ^b	11.004±1.998 ^a	17.226±3.056 ^b

注:表中畸形果率、单果质量均为2栋温室10垄200个草莓的平均值;不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),表2、3同。

2.3 不同授粉方式对草莓横纵径的影响

表 2 不同授粉方式对草莓纵径与横径的影响

Table 2 Effects of different pollination methods on the vertical and horizontal diameter of strawberry

采 摘 日 期/(月/日)	纵径/cm		横径/cm	
	熊蜂授粉	蜜蜂授粉	熊蜂授粉	蜜蜂授粉
01/09	4.78±0.11	4.28±0.09	3.83±0.28	3.23±0.22
01/19	4.43±0.32	3.76±0.13	3.52±0.23	3.21±0.24
02/08	4.02±0.22	3.63±0.21	3.48±0.17	3.01±0.23
02/28	4.01±0.16	3.52±0.17	3.26±0.19	2.89±0.14
03/10	3.86±0.23	4.13±0.16	3.03±0.21	3.19±0.13
平均值	4.22±0.21 ^a	3.86±0.15 ^b	3.30±0.22 ^a	3.11±0.19 ^b

由表2可以看出,熊蜂授粉草莓果实的平均纵径长度为4.22 cm,横径为3.30 cm;蜜蜂授粉草莓的平均纵径为3.86 cm,横径为3.11 cm。可见,熊蜂授粉组的草莓果实的纵横径均高于蜜蜂授粉组的,且达到差异显著性水平,这表明熊蜂授粉对草莓果实纵径与横径的增加产生了明显的影响。

2.4 不同授粉方式对草莓果实种子发育的影响

由表3可以看出,熊蜂授粉组的草莓果实种子总数平均为128.99粒,蜜蜂授粉组的草莓果实种子总数平均为99.81粒,熊蜂授粉组的单果种子总数平均值高于蜜蜂授粉组,且达到了差异显著性水平。

2.5 蜂箱外温湿度数据的变化对蜂群活动的影响

2019年1月9日至3月10日期间,在温室中测得的低温(8~14℃)、高湿(>90%)的天数为11 d。由于阴天

或雨天天气,这11 d中温室内的最高温度未达到蜜蜂外出活动的温度(15℃),但是达到了熊蜂活动的温度(8℃),而且熊蜂可以在阴天活动,不影响对作物的授粉。记录的温湿度显示了熊蜂在日光温室中授粉具有受环境条件影响小的优势。

表 3 不同授粉方式对草莓种子总数及发育种子数的影响

Table 3 Effects of different pollination methods on the total number of seeds and the number of developing seeds

采摘日期 (月/日)	种子数/粒	
	熊蜂授粉组	蜜蜂授粉组
01/09	136.28±6.67 ^a	95.23±5.61 ^b
01/19	132.76±5.32 ^a	98.15±6.34 ^b
02/08	128.41±4.36 ^a	99.21±5.98 ^b
02/28	126.06±7.12 ^a	101.32±4.04 ^b
03/10	121.48±6.02 ^a	105.12±4.14 ^b
平均值	128.99±5.89 ^a	99.81±5.22 ^b

3 讨论

试验表明,与蜜蜂授粉相比,熊蜂授粉显著提高了草莓的单果质量,降低了草莓畸形果率,提高了草莓单位面积产量;且熊蜂授粉显著提高了草莓的纵径、横径和单果种子数,改善了果实品质。

熊蜂授粉之所以比蜜蜂授粉效果好,其主要原因是熊蜂个体大、只采粉、不采蜜,采用特殊的震动授粉方式,访花一次就能完成单朵花的授粉,每分钟访花率比蜜蜂高,而且每天有效工作时间比蜜蜂长,对花期的选择性比蜜蜂强,且选择早期花(早期花的花粉更有效且更有利于传播授粉)的几率更高^[1],此外,熊蜂在较低温度和阴天仍能完成授粉,但是蜜蜂在较低温度或阴天则不出巢、不授粉^[6-8]。所以熊蜂能更好地完成对草莓的授粉,提高草莓的产量和品质,熊蜂授粉方式更适宜为日光温室及大棚的草莓授粉,该试验为草莓在设施种植条件下熊蜂代替蜜蜂授粉提供了依据。

参考文献:

- [1] 彭佃亮,刘永光,夏海波,等.不同授粉方式对日光温室草莓产量、品质及效益的影响[J].北方园艺,2016(04):52-55.
- [2] 李继莲,吴杰,彭文君,等.熊蜂和蜜蜂为日光温室草莓授粉效果的比较[J].蜜蜂杂志,2005(7):3-4.

(下转第65页)

设施蔬菜化肥农药减量增效技术

冯燕青¹, 梁增文², 胡永军³, 林桂玉⁴, 田素波^{5*}, 王蕾⁵, 刘占伟⁵, 庞相群⁵

(1. 山东昌乐县农业农村局, 山东 昌乐 262400; 2. 山东永盛农业发展有限公司, 山东 寿光 262700;
3. 山东寿光市农业农村局, 山东 寿光 262700; 4. 潍坊科技学院, 山东 寿光 262700;
5. 山东省寿光蔬菜产业集团有限公司, 山东 寿光 262700)

摘要:随着种植时间的延长,当前设施蔬菜生产呈现出一系列的问题,如土壤连作障碍、土传病害(根结线虫病、瓜类枯萎病、茄子黄萎病、番茄青枯病等)发生普遍,造成了严重的农产品质量安全隐患。化肥农药减量增效技术能够从根本上解决上述问题,提高蔬菜产量和品质。本文介绍了轮茬轮作、选种、土壤消毒处理、增施有机肥和测土配方平衡施肥、设置防虫网和黄蓝板等措施,推出了一整套化肥农药减量增效技术,旨在指导农业绿色生产,提升产品质量,保护生态环境。

关键词:设施蔬菜;化肥农药;减量增效;关键技术

中图分类号: S626 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0062-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.013

Technologies for Reducing Fertilizers and Increasing Efficiency in Greenhouse Vegetables

FENG Yan-qing¹, LIANG Zeng-wen², HU Yong-jun³, LIN Gui-yu⁴, TIAN Su-bo^{5*}, WANG Lei⁵,
LIU Zhan-wei⁵, PANG Xiang-qun⁵

(1. Agricultural and Rural Bureau of Changle County, Shandong Province, Changle 262400, China; 2. Shandong Yongsheng Agricultural Development Co, Ltd, Shouguang 262700, China; 3. Agriculture and Rural Bureau of Shouguang City, Shandong Province, Shouguang 262700, China; 4. Weifang University of Science and Technology, Shouguang 262700, China; 5. Shandong Shouguang Vegetable Industry Group Co., Ltd, Shouguang 262700, China)

Abstract: With the extension of planting time, there are a series of problems in the current protected vegetable production, such as soil continuous cropping obstacles, soil borne diseases (root knot nematode disease, melon fusarium wilt, eggplant verticillium wilt, tomato bacterial wilt, etc), which cause serious hidden problems in the

收稿日期: 2019-08-20

基金项目: 山东省 2017 年重点研发计划(2017CXGC0208)

作者简介: 冯燕青(1983—), 男, 农艺师, 主要从事蔬菜栽培及病虫害防治研究工作

* 通信作者: 田素波(1985—), 男, 农艺师, 主要从事设施蔬菜栽培技术研究和推广工作

quality and safety of agricultural products. Chemical fertilizer and pesticide reduction technology can fundamentally solve the above problems and improve the yield and quality of vegetables. This paper introduced the measures of crop rotation, seed selection, soil disinfection, organic fertilizer application, balanced fertilization of soil testing formula, setting up insect net and yellow blue plate, etc., and introduced a set of technologies of reducing fertilizer and increasing efficiency, aiming at guiding agricultural green production, improving product quality and protecting ecological environment.

Key words: Greenhouse vegetables; fertilizers and pesticides; reducing fertilizer and increasing efficiency; key technology

山东是全国蔬菜大省,设施栽培面积约 100 万 hm^2 , 约占全国设施蔬菜总面积的 25%, 其中高温棚、大中拱棚栽培面积约 73 万 hm^2 。随着种植时间的延长,当前设施蔬菜生产中呈现出一系列的问题,如土壤连作障碍、土传病害(根结线虫病、瓜类枯萎病、茄子黄萎病、番茄青枯病等)发生严重等,造成了农产品质量安全隐患。这些问题出现的主要原因是过量施用化肥、滥用农药等,导致病虫害的抗病性增强。为响应国家化肥农药减量增效行动,积极提倡轮作、选择抗病品种、土壤消毒处理、增施有机肥和平衡施肥等措施,能够从根本上解决上述问题,提高蔬菜产量和品质。

1 设施蔬菜化肥农药减量增效的意义

设施蔬菜种植在封闭的环境中,土壤受自然降水淋溶、风化等外界因素影响小^[1]。化肥农药的过量施用,不但容易造成土壤板结酸化、土传病害加重、蔬菜农药残留高、病虫产生耐药性、土壤环境污染、生态平衡破坏等一系列问题,而且也影响着农产品质量安全水平的提升^[2]。因此,大力推广化肥农药减量增效技术,促进化肥农药的高效利用,是减少土壤环境污染、防止地力退化、保护生态环境、提高农产品质量安全水平、降低农业生产成本、促进农民节本增效、实现农业可持续发展的有效手段^[3]。

2 设施蔬菜化肥农药减量增效关键措施

2.1 推广轮作模式

设施土壤长期连作同一种类蔬菜,不仅使土壤营养元素失衡,土壤性能和结构发生改变,还会加重土传病害的发生^[4]。而轮作换茬不但有利于改善土壤理化性质、充分利用土壤养分,而且还可使病原菌失去寄宿宿主或者改变其生活环境,从而减轻或者消灭病虫害,提高蔬菜产

量、改善其品质^[5]。如葱、蒜采收后再种植大白菜,可明显减轻大白菜软腐病的发生;一般需氮较多的叶菜类蔬菜后茬安排需磷较多的茄果类蔬菜,有利于充分利用土壤养分,平衡土壤营养元素;吸肥快的黄瓜、芹菜、菠菜采收后,下茬种植对有机肥吸收较多的番茄、茄子、辣椒等,有利于改善土壤理化性质。

2.2 选择适宜品种

根据早春茬、越夏茬、秋延迟茬、越冬茬等不同茬口类型,结合蔬菜品种特性选种不同的品种,不但可以减少病虫害的发生,还可以保证产品的产量和品质,实现较好的经济收益。以番茄为例,春茬选择前期耐低温、弱光,结果期耐高温、强光,抗灰霉病较强的品种,如普洛斯旺等;夏季高温多雨,病虫害发生严重,选择抗病性强、耐高温的品种,如拉比等;秋茬苗期处于高温季节,选择苗期抗病毒病强、耐热,结果期耐低温、弱光的品种,如罗拉、秋盛等品种;冬季天气寒冷,应选择耐寒、优质、高产品种,如瑞星系列等^[6]。

2.3 土壤消毒

选择合适的土壤处理方法,消灭土壤耕作层的病原菌,从而减少土传病害的流行。常见的土壤消毒方法有高温闷棚法、高温闷棚+微生物菌剂法和高温闷棚+化学药剂法等。

2.3.1 高温闷棚法

高温闷棚法是夏季利用设施内较高的温度对土壤进行消毒的方法。将提前备好的有机粪肥均匀撒施在土壤表面,耕翻整平,灌透水覆膜,关闭所有风口,晴天闷棚 15~20 d,可杀灭一些病原物及害虫,还能使有机粪肥充分发酵腐熟,具有绿色、环保、节能等特点,但对一些深层土壤的病原微生物及害虫的杀灭效果较差,适用于新建

棚室和土传病害较轻的棚室^[7]。

2.3.2 高温闷棚+化学药剂法

夏季将药剂(石灰氮、棉隆等)均匀撒施在土壤表面,深翻 40 cm 以上,然后起垄覆膜,大水漫灌,关闭所有通风口,对于棚龄 10 年以上的大棚闷 20~30 d,棚龄 5~10 年的棚闷 15 d;然后大通风,将棚内地膜揭掉。此类消毒法是灭生性的,土壤中有益、有害的微生物全部被杀灭,适用于一些土传病虫害发生严重的设施,闷棚结束后,应及时向土壤中补充有益生物菌肥。

2.3.3 高温闷棚+微生物菌剂法

夏季将微生物菌剂(如芽孢杆菌等)、有机肥、农作物粉碎秸秆等均匀撒施在土壤表面,耕翻整平后,灌透水覆膜,关闭所有通风口,晴天闷棚 15~20 d,能有效杀灭病原菌,还能利用微生物菌剂将秸秆及有机肥充分腐熟,提升土壤肥力,解决秸秆堆放难题,实现绿色生态循环可持续发展^[8]。

2.4 增施有机肥和平衡施用化肥

传统的有机肥是指利用畜禽粪便和植物残体等生物废弃物直接施入土壤,或通过自然堆肥发酵而成的肥料。随着现代化工产业和生物技术的发展,通过二次发酵形成的现代有机肥,主要包括通过简单工业发酵制作的普通有机肥、添加有益于作物生长的活性功能微生物菌群的生物有机肥、或添加微量元素的功能型有机肥,以及可以提高土壤有机质的腐殖酸类有机肥,施用后可产生活性物质,提高土壤肥力并提升农作物对养分吸收或产生抑菌物质、生长调节因子等,减少作物病虫害的发生,促进作物生长健壮^[9]。

推行有机肥替代化肥,在北方设施蔬菜集中产区主推四种技术模式:一是“有机肥+配方肥”模式,推广配方施肥,增施有机肥,减少化肥用量;二是“菜-沼-畜”模式,在设施蔬菜集中产区,依托种植大户和专业合作社,与规模养殖相配套,建立大型沼气设施,将沼渣、沼液施于设施蔬菜;三是“有机肥+水肥一体化”模式,提高水肥利用率;四是“秸秆生物反应堆”模式,提高地温,增加土壤有机质含量,抑制土壤次生盐渍化。

目前,铺施底肥时除了传统的有机肥,还可以加入有机肥替代商品肥,或者浇水时喷灌一定浓度的菌肥,能够增加土壤有益菌。在植株定植时,施入一定量的肥料,减少追肥次数,到作物结果旺期及时滴灌黄腐酸,同时喷

施叶用氨基酸提高光合能力。利用土壤肥力评估结果,确定施肥的种类和数量,全面推广平衡施肥技术,有效减少化肥施用量。

2.5 物理措施

2.5.1 增施二氧化碳

作为植物光合作用的主要原料,适当浓度的 CO₂ 不但对增加蔬菜株高、茎粗、叶数、开花数有明显的促进作用,而且能提高蔬菜的抗病虫能力。李天来等^[10]研究表明,提高 CO₂ 浓度可降低黄瓜霜霉病和番茄叶霉病的发病率,可能与植株长势增强、抗性提高有关。寒冷天气,可结合光照、温度通过进行科学的通风换气、增施有机肥、稀硫酸加碳酸氢铵反应等增加设施内 CO₂ 浓度,保持设施蔬菜正常生长。

2.5.2 植物生长灯补光

光照是设施蔬菜生长最重要的环境因子,影响着蔬菜的生长发育、光合产物和产量^[11],针对北方地区冬季春初设施内部低温寡照和雾霾等不良天气影响,科学使用植物生长灯适当补光,可显著增加光照程度,从而增强作物光合作用,提升作物抗病能力,明显减少用药次数,且增产效果明显。在具体的生产过程中,可针对不同作物引进不同类型的植物生长灯进行补光。

2.5.3 防虫网和黄蓝板诱杀

夏秋之际,设施瓜菜苗期抗病性差,此时正值高温多雨季节,容易导致灰飞虱大暴发,病毒病发病率高,科学使用防虫网能有效切断病毒病昆虫传播,生产上以 50 目银灰色防虫网效果最佳^[12]。在棚内科学悬挂黄蓝板,可诱杀蚜虫、斑潜蝇、白粉虱、蓟马等有害昆虫,能有效减少虫害和病毒病的发生,其中黄板主要对蚜虫、斑潜蝇、白粉虱、红蜘蛛等有效,而蓝板主要对蓟马、地种蝇等比较有效^[13],悬挂于作物上方 20 cm 处,每 667 m² 约用 20 张黄蓝板。

2.6 生物措施

2.6.1 施用保护性杀菌剂

设施内湿度大,蔬菜易发生多种真菌、细菌类病害。相比内吸性杀菌剂,保护性杀菌剂使用后,能在作物表面迅速形成一层保护膜,抑制病菌孢子的萌发和入侵,且具有杀菌谱广、持续时间长、不易产生抗药性等优点^[14],可针对不同病害选择适当的保护性杀菌剂(如铜制剂、代森锰锌等)提前喷施预防。

2.6.2 使用精量静电弥粉机

精量静电弥粉机结合微粉剂,可用于设施蔬菜病虫害的防治,施药过程不需兑水,一定程度上能减少棚室内湿度,减轻病害发生程度,且相比传统的施药方式,这种方式过程简便、快捷、高效、环保、精准、均匀、用量少^[15]。

3 小结

设施蔬菜化肥农药减量增效是一项系统工程,本文从合理轮作、茬口品种选择、科学土壤消毒、合理施肥、使用防虫网和黄蓝板、生物措施等方面介绍了目前设施蔬菜生产上常见的农药减量增效技术,以期指导广大农户科学种植,在确保蔬菜产量、品质的基础上,实现环境保护、节本增效、增加收入。随着国家对环境保护和农产品质量安全重视程度的越来越大及科学研究的不断深入,化肥农药减量增效技术必将得到普及推广,进一步保障消费者舌尖上的安全。

参考文献:

- [1] 张烨. 设施蔬菜土壤消毒与修复技术 [J]. 农业工程, 2018 (8): 70-71.
- [2] 王宝石, 王成云. 棚室蔬菜过量施用化肥的危害[J]. 中国果菜, 2016, 36(8): 80-81.
- [3] 韦翠莲. 试分析设施瓜菜农药化肥减量增效技术 [J]. 农业与技术, 2019, 39(23): 96-97.
- [4] 柴贵贤, 张仲保. 设施土壤修复及病虫害绿色防控技术[J]. 中国果菜, 2018, 38(12): 60-62.
- [5] 李威, 程智慧, 孟焕文, 等. 轮作不同蔬菜对大棚番茄连作基质中微生物与酶及后茬番茄的影响 [J]. 园艺学报, 2012, 39(1): 73-80.
- [6] 刘天英. 番茄品种的选择及寿光主要栽培品种 [J]. 中国蔬菜, 2018(7): 103-105.
- [7] 赵志伟, 刘天英, 李光聚, 等. 寿光市日光温室土壤消毒技术[J]. 中国蔬菜, 2018(8): 88-91.
- [8] 胡俊峰. 设施蔬菜土壤消毒与修复技术 [J]. 现代农业科技, 2017(22): 73-76.
- [9] 陈谦, 张新雄, 赵海, 等. 生物有机肥中几种功能微生物的研究及应用概况 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(2): 294-300.
- [10] 李天来. 日光温室蔬菜栽培理论与实践 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [11] 王翠丽, 赵旭, 赵鹏, 等. 不同补光灯对日光温室辣椒生长发育及品质的影响[J]. 福建农业学报, 2019, 34(09): 1047-1052.
- [12] 黄保宏, 林桂坤, 王学辉, 等. 防虫网对设施蔬菜害虫控害作用研究[J]. 植物保护, 2013, 39(6): 164-169.
- [13] 管云, 李慎磊, 刘健帮, 等. 粘虫板对大棚甜瓜粉虱和蓟马的防控效果研究[J]. 中国植保导刊, 2015(6): 53-57.
- [14] 何永梅. 保护性杀菌剂在防治大棚蔬菜病害中的应用[J]. 山东农药信息, 2019(2): 53-57.
- [15] 揣红运, 谢学文, 石延霞. 精量电动弥粉机应用技术[J]. 温室园艺, 2017(11): 21-28.
- [16] 王岭, 刘畅, 田丽美, 等. 不同授粉方式对越冬生产草莓产量的影响[J]. 北方园艺, 2016(04): 52-55.
- [17] 邢艳红, 彭文君, 安建东. 不同蜂授粉对设施番茄产量和品质的影响[J]. 中国养蜂, 2005(7): 8-10.
- [18] 万军, 张俊杰, 王晶晶, 等. 熊蜂为北方温室番茄授粉效果研究[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(5): 695-696, 699.
- [19] 程尚, 罗文华, 戴荣国, 等. 地熊蜂授粉对重庆温室辣椒的影响[J]. 中国蜂业, 2010(10): 13-15.
- [20] 安建东, 陈文锋. 全球农作物蜜蜂授粉概况[J]. 中国农学通报, 2011(1): 374-382.
- [21] 安建东, 国占宝, 童越敏, 等. 温室桃熊蜂授粉配套技术体系的创建[J]. 蜜蜂杂志, 2004(2): 9-11.

(上接第 61 页)

食品流通环节安全检测现状与对策

江凤平

(辽宁省抚顺市农业特产学校, 辽宁 抚顺 113123)

摘要:食品因其自身的重要性和特殊性,历来是人们关注的焦点。随着社会经济的发展,食品安全问题越来越受到人们的重视,成为世界各国政府关注的焦点问题之一。流通环节是食品安全问题屡屡发生的重灾区。本文以食品流通环节安全检测为切入点,结合国内外学者在食品安全检测方面的研究成果,针对流通环节食品检测的实际情况,分析了存在的问题,提出了有效的解决对策,以期全面提升流通环节食品检测的水平。

关键词:流通环节;食品检测;问题;对策

中图分类号: F203

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2020)01-0066-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.015

Current Situation and Countermeasures on Safety Detection of Food Circulation

JIANG Feng-ping

(Agricultural Specialty School, Fushun City, Liaoning Province, Fushun 113123, China)

Abstract: Because of its importance and particularity, food has always been the focus of attention. With the development of social economy, people pay more and more attention to the problem of food safety, which has become one of the focuses of governments around the world. Food circulation is a disaster area of food safety. In this paper, food circulation safety detection as a starting point, combined with domestic and foreign scholars in the field of food safety detection research results, in view of the actual situation of circulation food detection, analysis of the existing problems, put forward effective solutions, in order to comprehensively improve the circulation of environmental food detection work.

Key words: Circulation link; food testing; problems; countermeasures

现代人都追求绿色生活、绿色食品,对健康的关注越来越多。食品作为维持生命的重要来源,与我们的生活息息相关,安全问题不容忽视^[1-2]。食品安全是政府和社

会各界关注的焦点和热点,应该引起高度重视,并需要有关部门的监控和管理。

对食品进行分析检测是食品安全监管最直接、最有

收稿日期: 2019-09-23

作者简介: 江凤平(1966—),女,高级讲师,主要从事食品加工教学与研究工作

效和最主要的手段之一。基于这一角度出发,流通环节的食品检测问题一直是人们关注的重点,食品流通是指食品从生产领域向消费领域的转移过程。食品是特殊商品,食品流通是商品流通的一个组成部分^[3-4]。为进一步加强食品流通环节安全监管工作,规范日常监督检查行为,进一步提升食品安全监管水平,必须加强对流通环节食品的检测。然而,作为一项繁杂的工作,流通环节食品检测目前还存在很多问题,本文旨在探寻提升流通环节食品检测质量的应对措施。

1 我国食品流通环节质量检测存在的问题

目前,食品流通渠道增多而造成的食品安全隐患、经营秩序混乱以及各种假冒伪劣食品等问题时有发生,不仅严重扰乱了正常的市场竞争秩序,而且威胁着广大消费者的身心健康。

1.1 检测种类多,工作量大

随着人们生活水平的提高,对食品种类的要求越来越多,各生产领域的食品企业为占领更多的消费市场,满足各种各样的消费者需求,于是尽可能地生产多样化的食品,增加可供销售的食品选择,从而更快地积累企业资本^[5]。在食品样式多样化的大形势下,流通环节食品检测的抽样工作愈发繁重。目前,我国流通环节的食品检验存在着食品种类过于繁杂的问题,亦导致食品检验的工作量严重超过正常标准。食品安全抽样检验人员面临着巨大的工作压力和工作强度,于是,在此过程中,往往会因此原因发生漏检、错检等问题。

1.2 法律存在漏洞

近年来,食品安全事件频发,一些无良商家钻法律的漏洞,为了赚钱不择手段,生产三无食品,在安全方面无任何保障可言。由于法律对相关问题的惩罚力度不够,导致很多商家怀着侥幸心理,为实现利润最大化忽视了对质量的把控,导致我国食品市场混乱,发生了很多有违安全的事件,甚至还有人员伤亡^[6]。国家在食品安全相关事件上的法律漏洞让广大消费者不能安心消费,甚至还出现怀疑的态度,这对于消费市场的稳定十分不利^[7]。法律监管理应是 strongest 有力,也是最根本的监管^[8],但是目前食品安全的相关法律还有很多需要补充和完善的地方,我国对食品流通环节的质量检测不严谨,相关的法律也需要不断改进和完善。

1.3 检测过程不严谨

食品检验检测工作涉及诸多产业链条,不论是农业原料的产出还是将最终的加工成品流入市场,任何一个环节如果在检测中出现纰漏都会存在隐患^[9]。目前我国对流通环节的食品检测一般采用抽查的方式。但是正因为食品的数量和种类众多,往往在抽查环节出现检测不严谨的问题,甚至有些商家与检测部门勾结,只把合格的商品送去抽查。这样一来在流通环节的食品检测就失去了判断和参考价值^[9]。再加上流通环节食品检测任务重,在抽查时难免出现工作人员因工作量大而殆工,导致在对食品的抽查过程中出现疏忽,在一定程度上也会造成抽查结果不严谨,最后导致抽查的结果没有太大参考价值。

1.4 相应标准不明确

食品具有多样性,不同食品在进行检测的过程中所使用的检测方法和标准不尽相同,这就需要在进行食品检测的过程中,需要根据食品的特性选择合适的标准和合理的检测方法,确保得到准确的效果。然而目前流通环节的食品检测存在很多漏洞,对食品检测的要求和标准也没有得到较好的完善和明确,导致相关的部门在对流通环节的食品进行检测的过程中存在模棱两可,没有明确的检测标准,在这种情况下有很多问题会被忽略,这对于流通环节食品的检测造成较大的障碍^[9]。

2 流通环节食品检测的改进措施

深入分析我国流通消费领域食品安全的现状,借鉴发达国家的成功经验和做法,从系统、科学和合理的角度提出我国加强流通消费领域食品安全的对策,已是我国当前一项极为紧迫的任务。

2.1 完善相关法律法规

食品安全对一个国家来说是非常重要的,与发达国家相比,我国食品安全法律法规体系还缺乏有效完善,这对食品安全管理造成严重影响^[9]。主要问题表现在食品安全法律法规缺乏完整性与系统性、食品安全法律法规条款笼统等方面^[10]。从国家层面通过法律手段进行监督和约束是最强有力的手段,可以从根本上避免和减少很多安全问题。完善的法律法规对流通环节食品的检测是非常必要的,对无良商家也能起到一个约束的作用^[7]。不仅是国内的食品安全法律,对于进出口的食品安全问题也需要强有力的法律法规约束和管理,这样才能从根源上

控制食品安全。

2.2 加强对检测环节的监控

目前食品检测环节存在很多和疏忽,因此必须加强对检测人员的监控和管理,才能保证其在检测过程中做到公平公正公开,不被威逼利诱。

食品检测环节的把控在保证食品安全的问题上有至关重要的作用。检测环节的相关人员在工作安排上应该更加合理和人性化,适当的调整工作时间和管理方式,尽量避免出现由于工作时间太长、工作太累而导致的检测结果不严谨等问题^[8]。食品问题事关重大,有关部门应该从相关检测人员的角度出发,进一步地了解和听取他们的意见,制定一套更加人性化的工作标准和规章制度。

2.3 完善流通环节食品检测的标准

过去由于一些标准模糊不统一,让很多无良商家钻了空子,只有将检测标准统一,有明确的规定和要求,才可以避免和减少此类情况的发生。要想进一步完善食品检测标准,就需要制定相应的法律法规,在根本上对食品检测标准进行要求和规范。也有专家提出,在面对食品种类日益丰富和检验人员的工作量日益繁重这两大问题时,最好的解决办法就是对于不统一的食物尽量在保证食品的抽检的工作质量的前提下,制定出统一的、适合绝大多数食品的检验标准^[11]。

因此,对于流通环节的食品检测问题,有关部门必须给出一个明确、统一的检测标准,要做到全行业统一、全国统一,对不同的食品制定出不同的、符合其特点和性质的检测标准^[7]。不可将一套标准随意用,这样既不能达到检测的目的,又会给检测人员带来麻烦。只有制定明确的检测标准,并且在全国范围内推行才可以真正做到使安全标准统一化^[9]。完善流通环节食品的检测标准,从某种程度上也能杜绝很多不合格食品的出现。

2.4 引起消费者的重视,增加关注度

流通环节的食品检测不只是相关检测部门的事情,作为食品的受众群体和最终享用者,一旦食品出现安全问题,最后都会受到最直接的影响。因此,消费者必须对流通环节食品的安全问题高度重视,要充分理解检测机构的工作并给予相关支持^[10]。一旦接触到无良商家和三无产品,消费者应该及时向有关部门举报,要有道德心和

责任心,不能事不关己。食品的安全问题是与每个人紧密相关的,因此只有消费者和检测机构联合起来才可以更加有效地减少和杜绝食品安全问题的发生^[12]。

3 小结

食品安全问题一直以来都是一个不容忽视的大问题,直接关系到人们的生命安全,而且在如今这个物流发达的时代,人们可以接触到世界各地的食品。因此,流通环节食品的安全隐患是一个重要的问题,对于流通环节食品的检测事关重大,需要有关部门进行更加严谨的检测和监督,最大可能杜绝和减少食品安全问题的出现,这不仅是对消费者健康和权利的保障和维护措施,也是对国家安全和利益的负责任。

参考文献:

- [1] 苏中翔. 流通环节食品检测的问题与对策 [J]. 企业技术开发, 2017, 36(6): 123-125.
- [2] 崔铭. 新时期流通环节食品检测的问题与对策 [J]. 现代食品, 2017, 3(5): 10-11.
- [3] 王琨. 探讨流通环节的食品检测问题及对策 [J]. 黑龙江科技信息, 2017(1): 30.
- [4] 李梓建, 黄和兴. 食用农产品流通环节抽样检验若干问题探究[J]. 现代食品, 2019(9): 48-50.
- [5] 曹小丽, 黄镁, 何秋云, 等. 食品检验存在问题及对策研究 [J]. 现代食品, 2017, 2(3): 11-12.
- [6] 刘超晔, 应月, 黄孟丽, 等. 食品检测实验室检验过程风险评估和控制[J]. 粮食流通技术, 2017, 5(9): 59-62.
- [7] 张居舟. 新时期食品检验检测体系现状与对策分析 [J]. 上海预防医学, 2019(6): 423-426.
- [8] 罗美芬, 伍志航. 食品包装材料的检测现状与对策[J]. 食品界, 2019(4): 150.
- [9] 樊树存. 食品质量安全检验监管存在的问题及对策 [J]. 食品界, 2019(4): 23.
- [10] 董茗. 我国餐饮行业食品安全问题现状及对策 [J]. 食品界, 2019(2): 30.
- [11] 赵梦芸, 车方萍, 黎伦智, 等. 食品检测存在的问题及对策 [J]. 食品安全导刊, 2019(1): 69-70.
- [12] 白悦彤, 郭秀云, 郑梦凡, 等. 我国保健食品市场现状分析及对策研究[J]. 现代商业, 2019(21): 7-8.

蔬菜产销对接问题与对策分析

陈名蔚¹,王峰²,陆亚琴³,周爱军⁴,韩益飞¹,许明⁵

(1. 如东县园艺技术推广站,江苏 如东 226400;2. 南通外向型农业综合开发区,江苏 南通 226000;
3. 如东县高新区农技服务科,江苏 如东 226400;4. 如东县农业技术推广中心,江苏 如东 226400;
5. 如东县马塘镇农业服务中心,江苏 如东 226400)

摘要:随着种植业结构调整步伐的推进,我国蔬菜产业结构进一步优化,但在投入市场过程中,一些问题日益凸显,如蔬菜价格波动较大、优质品牌和特色蔬菜品种缺乏、质量安全水平有待提高、结构性趋同日显、部分地方现代化水平低等。文章通过对蔬菜销售中菜农销售、零售商销售、企业加工后销售及多层中间商销售这四种销售模式中存在问题研究,提出应该从提升蔬菜产业综合生产能力、增加议价能力、建立健全市场分析与预警机制、降低生产成本这四方面入手来解决蔬菜产业发展问题。

关键词:蔬菜;销售;产销对接;对策研究

中图分类号:F323 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)01-0069-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.016

Analysis on Problem Research and Development Countermeasure of Vegetable Production and Marketing Docking

CHEN Ming-wei¹, WANG Feng², LU Ya-qin³, ZHOU Ai-jun⁴, HAN Yi-fei¹, XU Ming⁵

(1. Gardening Technology Extension Station of Rudong County, Rudong 226400, China; 2. Nantong Exportoriented Agricultural Comprehensive Development Zone, Nantong 226000, China; 3. Agricultural Technology Service Section of Rudong Hi-tech Development Zone, Rudong 226400, China; 4. Rudong County Agricultural Technology Extension Center, Rudong 226400, China; 5. Agricultural Service Center of Matang Town, Rudong County, Rudong 226400, China)

Abstract: With the promotion of structural adjustment of planting industry, the industrial structure of vegetables in China has been further optimized. However, in the process of putting into the market, some problems have become increasingly prominent, such as the large fluctuation of vegetable prices, the lack of high-quality brands and special vegetable varieties, the low level of quality and safety, the increasingly structural convergence, and the low level of modernization in some places. This paper studied the problems in the four modes of vegetable sales (farmer sales, retailer sales, enterprise post processing sales and multi-level

收稿日期:2019-09-26

作者简介:陈名蔚(1986—),女,农艺师,主要从事园艺技术推广工作

middleman sales), and proposed that the development strategies of vegetable industry should be solved from four aspects: improving the comprehensive production capacity of vegetable industry, increasing the bargaining power, establishing and improving the market analysis and early warning mechanism, and reducing the production cost.

Key words: Vegetables; sales; production and marketing docking; countermeasure research

随着种植业结构调整工作的推进,我国蔬菜产业快速发展,逐渐形成了华南与西南热区冬春蔬菜、长江流域冬春蔬菜、云贵高原夏秋蔬菜、黄土高原夏秋蔬菜、北部高纬度夏秋蔬菜、黄淮海与环渤海设施蔬菜6大区。目前,蔬菜产业的规模化、集约化和标准化水平得到了提高,蔬菜产业的结构布局进一步调整和优化,逐渐向着商业化、产业化、信息化及可持续化方向发展。蔬菜产业的系列优惠政策也不断出现,如邓海峰等^[1]研究发现,为降低菜价,2012年国家提出了对从事蔬菜流通、批发、零售等环节销售蔬菜免征增值税的优惠政策。但在市场化进程中,一些问题如蔬菜价格波动大、优质品牌和特色蔬菜品种缺乏、质量安全水平低、结构性趋同日显、部分地方现代化水平低等日益凸显。文章从产销对接问题入手,深入探讨了推动蔬菜产业稳定发展的对策。

1 产销环节存在的问题

1.1 菜农运销模式市场竞争力弱、控价难

目前,大多数县、乡镇、村等农贸市场设置了自产摊位,农户通过这些摊位与消费者形成简易的菜农运销模式直接进行交易,虽然这类交易方式能提供新鲜的蔬菜,但不能保证农产品质量安全,且辐射面积小、销量有限,缺乏市场竞争力。菜农运销模式没有农民经纪人参与,组织协调能力极弱,市场信息获取效率低,无法及时了解市场需求,菜价随行就市,可获利润不稳定。各地方同一蔬菜品种集中上市现象严重,常造成量多价贱、量少价贵的现象,在生产和销售衔接方面高度分散,可持续性差,严重影响了蔬菜产销的正常秩序。

1.2 零售商销售模式回款周期长、运维难

部分蔬菜基地与大型超市、农贸市场或连锁店签订产销订单,建立了长期产销合作关系,形成零售商销售模式^[2]。随着农产品质量安全要求越来越严,这种模式因更具标准化、规模化且物美价廉、辐射面广而逐渐受到消费

者的关注和青睐。但这种模式也存在一些问题,如超市、直营店等结算回款周期较长,容易造成基地、合作社等资金流动缓慢、经营困难;部分超市进场费用较多,且没有专人负责整理蔬菜,消费者过度挑拣,造成蔬菜损毁严重,超市将这部分损失全部转嫁给生产者,造成生产成本的进一步增加。

1.3 加工后销售模式消费者关注度低、普及难

蔬菜是生鲜类食品,成熟后保存时间不宜过长,否则易发生营养流失和腐烂变质。新鲜蔬菜多在同一时间内大量上市,市场容量有限,因此多采取冰鲜冷藏、直接销售等处理方式。冰鲜冷藏比直接销售增加了覆冰、人工、包装等生产成本,扩大了销售半径,延长了货架期,也解决了一部分直接销售时市场容量有限造成的滞销问题。因此有些企业通过冷冻蔬菜的形式将市场无法及时消化的蔬菜贮藏加工成净菜的形式以待出口或供酒店餐饮之用。目前,菜农将菜品出售给净菜生产企业的利润明显比直接销售和冰鲜冷藏要高,但因千百年来的饮食习惯,消费者对净菜类产品关注度不高。也有蔬菜深加工企业收购蔬菜制作腌渍菜,而腌渍菜因亚硝酸盐含量能否达到标准控制水平是消费者顾虑的问题,故市场容量也较小。

蔬菜加工后成为商品进入市场,虽然可以人为选择在市场价较高时出售,但厂房建设需要用地指标、基础建设投入较大、不能及时回款造成财务成本提升、人工费用及用水用电等一系列成本增加,这也使得蔬菜加工成为新鲜蔬菜销售不畅情况下的备用途径。在新鲜蔬菜价格适宜、市场容量较大时,加工企业收购不到原材料的情况屡屡发生,对加工企业可持续发展也是一种挑战^[3]。

1.4 多层中间商销售模式投入成本大、保质难

大部分种植大户生产的蔬菜产品通过多层中间商推向市场,各时间段能供应的蔬菜品种和数量存在很大的不确定性。这种模式销售的蔬菜从产地到餐桌经过多个流通环节,增加了运输和人工成本,难以追溯蔬菜质量。

随着流通环节增加,在贮运过程中蔬菜的损耗不断增加,最终到达消费者手中的价格常常比田头收购价要贵很多^[4]。同时,这种模式因为市场信息高度不对称,价格往往掌握在中间商手中^[5],农户很难提前做好规避市场风险的保障措施。这种模式虽然田头批发价较低,农户获得的利润较低,但省去了农户自发联系市场的麻烦,也减少了单体运输时可能出现的不满车现象,避免了市场价高于订单价时农户违约现象的发生^[6]。

2 蔬菜产销的发展对策

2.1 优化生产布局,提升蔬菜综合生产能力

按照“一次性规划、分批投入、连续扶持”的原则,科学规划布局蔬菜生产基地、批发市场、农贸市场和直销店等,构建栽培品种互补、上市档期不同、区域协调发展的格局,缓解淡季蔬菜供求矛盾,积极建设保障型蔬菜生产基地,切实增强蔬菜应急供应能力^[7]。同时,全面推行蔬菜标准化生产,建立健全质量安全追溯制度,扶持绿色蔬菜基地建设、实施贴息政策、建设蔬菜质量监测平台和蔬菜质量跟踪平台等,切实提高蔬菜质量安全水平^[8]。

2.2 切实发挥合作社作用,增强议价能力

随着社会经济的发展,形成规模、程度、种类都有自己特色的各类蔬菜合作社,才能增强议价能力。目前世界发达国家的农产品有约 80%通过合作社加工、销售,其他商业组织只占 15%~20%。以单个或多个合作社为单位,建立利益联合体,统一规划,错区合理安排茬口,与批发市场、农贸市场、大型超市、直销店等签订供销订单。作为一种特定的经济组织,合作社可以发挥其功能优势,提高单个农户的市场议价能力^[9]。农业是个特殊的行业,不能全靠市场价格机制进行价格调控,团体组织的议价会使农户生产的农产品在交易中不仅处于相对有利的价格,而且能够降低交易成本,提高农民在市场交换中的经济地位。

2.3 加强信息流通,建立健全市场分析与预警机制

蔬菜市场价格波动频繁,菜农缺乏有效的信息获取渠道,不能及时掌握全国范围内各大市场的实时价格,因此需要政府积极推进大数据,利用“互联网+农业”的发展模式,建立信息共享平台,改善目前农户市场信息不对称的现状^[10]。同时还需要建立相应蔬菜价格数据库,健全市场分析与预警机制,为农户生产决策提供依据,保持蔬菜主要品种的价格稳定。

2.4 精简蔬菜供应链渠道,降低中间运输环节成本

目前,市场上销售的蔬菜主要是依靠层层中间商来操作。针对供应链渠道进行精简,能更好地进行工作人员和运输车辆的配置,大幅缩短运输与销售速度,降低销售成本。供应链渠道精简后,能提升蔬菜上架时的新鲜度与品质,根据优质优价原则,农户可以获得更高的利润。

供应链渠道的精简应建立在蔬菜分类分级的基础上。叶菜类等保鲜时间短、包装运输较难的蔬菜,应考虑在城市周边建立生产基地。块根、块茎等保鲜时间较长、包装方便的蔬菜,可以考虑通过冷链物流进入全国市场。鉴于国内市场对新鲜蔬菜价格的容忍度较大,在市场价格适宜时,应当充分满足市场需求。在赢得最大利益的同时,生产者也要考虑农业生产的风险较大,将订单蔬菜^[11]、加工蔬菜等纳入种植计划也是非常必要的,毕竟从播种到收获至少需要一个月的时间,而市场价格瞬息万变,很难预见收获前景。刘彬等^[12]建议通过减少流通环节、优化流通模式、提高物流信息化水平及开发第三方蔬菜冷链物流产业这四方面的措施来降低蔬菜运营系统成本,提高流通效率来增加蔬菜产业利润。

3 小结

蔬菜的销售不能简单地看作是蔬菜在农户、经销商与消费者之间的简单交易。蔬菜是重要的民生保障物资。1990 年国际粮农组织统计人体必需的维生素 C 的 90%、维生素 A 的 60%均来自蔬菜,人均日消费 1 kg 左右,可见蔬菜对人类健康的贡献之大。因此,切实积极做好蔬菜产销对接工作,对保护农户利益、保障市场供应和居民基本生活、维持社会稳定均具有重要的战略意义。

参考文献:

- [1] 邓海峰. 蔬菜流通环节免征增值税的经济分析 [J]. 中国果菜, 2018, 38(12): 39-41, 72.
- [2] 陈超. 基于零售业态的我国连锁企业经营模式研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2012.
- [3] 康婷, 穆月英. 生计资本视角的农户蔬菜销售渠道及其相互关系[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(11): 145-154.
- [4] 杨宏志, 瞿印礼. 超市农产品供应链流通成本分析——以沈阳市蔬菜市场为例[J]. 农业经济问题, 2011(2): 72-78.

(下转第 41 页)

条纹富士芽变新品种——艾山红的选育

孙燕霞¹, 宋来庆¹, 赵玲玲¹, 刘美英¹, 唐岩¹, 王国峰², 张学勇¹, 刘大亮¹, 姜中武^{1*}

(1. 山东省烟台市农业科学研究院, 山东 烟台 265500; 2. 栖霞市苏家店镇后泊子村, 山东 栖霞 265300)

摘要: 艾山红是从富士苹果品种岩富10中选育出来的条纹红芽变新品种。该品种果实长圆形, 果形指数0.87, 平均单果质量274.8 g, 着鲜红色条纹, 肉质细脆, 风味酸甜, 果实硬度9.8 kg/cm², 可溶性固形物含量15.2%; 鲜食品质好, 适合在烟台地区推广种植。本文介绍了艾山红的品种选育过程、品种特性及栽培要点, 以促进该品种的推广。

关键词: 苹果; 条纹富士; 新品种; 艾山红; 选育

中图分类号: S661.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2020)01-0072-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.017

Breeding of "Aishanhong"——A New Bud Variety of Striped "Fuji"

SUN Yan-xia¹, SONG Lai-qing¹, ZHAO Ling-ling¹, LIU Mei-ying¹, TANG Yan¹, WANG Guo-feng²,
ZHANG Xue-yong¹, LIU Da-liang¹, JIANG Zhong-wu^{1*}

(1. Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai 265500, China; 2. Houbozi Village,
Sujiadian Town, Qixia City, Qixia 265300, China)

Abstract: "Aishanhong" is a new variety of striped red budding bred from "Fuji" apple variety "Yanfu 10". The fruit of this variety is round, with shape index of 0.87, average single fruit mass of 274.8 g, bright red stripe, fine and crisp flesh, sour and sweet flavor, fruit hardness of 9.8 kg/cm², soluble solid content of 15.2%. The quality of fresh food is good, suitable for planting in Yantai area. This paper mainly introduced the breeding process, variety characteristics and cultivation points of "Aishanhong", in order to promote its popularization.

Key words: Apple; striped "Fuji"; new variety; "Aishanhong"; breeding

烟台位于胶东苹果主产区的中心地带, 苹果栽培历史悠久, 苹果产业在农村经济发展中具有举足轻重的地位^[1]。2018年烟台苹果栽培品种中, 富士栽培面积达到

16.12×10⁴ hm², 占栽培总量的85.7%^[2]。

在长期的栽培过程中, 富士品种产生了大量的变异类型, 包括长短枝变异、果皮颜色变异、成熟期变异等^[3]。

收稿日期: 2019-10-22

基金项目: 山东省农业良种工程项目(2019LZGC007); 山东省重点研发计划项目(2018GHZ005); 国家苹果产业技术体系烟台综合试验站(nycytx-08)

作者简介: 孙燕霞(1980—), 女, 高级农艺师, 主要从事苹果育种及栽培工作

* 通信作者: 姜中武(1960—), 男, 研究员, 主要从事苹果育种与栽培技术研究工作

从富士品种的颜色看,着色类型分为片红型(I系)和条红型(II系)^[4-6],这两种类型的富士品种,在我国各苹果产区均获得了推广^[7-9]。但目前选育出的烟富系列芽变品种多为片红型品种,条纹着色芽变品种较少,不能满足苹果品种多样化的发展需求,鉴于此,重点开展了条纹富士芽变新品种的选育工作,以期丰富烟台地区富士苹果的系列品种,满足市场多样化需求,提高果农收入。

1 选育过程

2008年,课题组在栖霞市苏家店镇后泊子村某果农的果园中(北纬37.450028°,东经120.678548°),发现1株树龄21年品种岩富10的一主枝发生变异,果实着色快、颜色鲜艳、条纹均匀、果面光滑。2009年采集接穗,在烟台市农科院品种资源圃内的10年生大树上进行高接,2011年确定为变异性状稳定的芽变品种。

2012年春,以八棱海棠为基础繁殖苗木,在烟台栖霞和蓬莱地区建立品种区域试验园,进行栽植试验。经连续多年观察,发现该品系变异性状稳定,果面全面着鲜红色条纹,梗洼、萼洼均可着色,与母树岩富10相比颜色更为鲜艳;与2001富士品种相比,上色后的条纹较宽,上色更为均匀;是一个综合性状优良的晚熟条纹富士新品种,2018年定名为“艾山红”,2019年通过农业农村部非主要农作物品种登记,登记编号为GPD苹果(2019)370010。

2 特征特性

艾山红树体强健,树冠中大,树姿开张,1年生枝条灰褐色,斜生,皮孔小、呈圆形,绒毛中多,节间平均长度2.2 cm;多年生枝粗壮,灰褐色;花芽圆锥形,叶芽三角形,中大,每花序一般5~6朵花。叶片椭圆形,叶姿斜向上,叶面上卷、光滑、浓绿色,叶缘复锯齿,先端渐尖,叶背面绒毛较多,叶脉突起;果实长圆形,果形指数0.87,果个大,平均单果质量274.8 g,果梗平均长2.6 cm,萼洼、梗洼与岩富10相同;果实底色黄绿,果面全面着鲜红色条纹,果皮蜡质厚,果面光滑洁净,萼洼及萼部无锈,有果粉,果点小;果肉乳黄色,肉质细脆,风味酸甜,汁液多,香气浓郁,果实硬度9.8 kg/cm²,可溶性固形物含量15.2%;枝条成枝力强,高接树第2年开始少量结果,第3年即大量结果,无采前落果现象;抗枝干轮纹病、腐烂病和斑点落叶病能力以及主要物候期、果实耐贮藏性与岩富10、2001富士等品种无差异,在烟台及周边地区10月中旬果实成熟。

3 栽培技术要点

3.1 建园

该品种适宜在山东、河北、甘肃、云南、辽宁等苹果产区进行推广种植。果园活土层达到40 cm以上、有水浇条件的地方可采用矮砧栽培;无水浇条件的丘陵薄地采用乔砧宽行栽培。春季采用大苗壮苗建园,定干高度在1.0~1.2 m,起垄栽培,行间人工生草或自然生草;矮化砧苗木,在栽植当年应注意幼树期扶干,并根据树势确定早期合理留果量,树冠未充分形成时,尽量不留果。建园配置适当的授粉树,可与红露、维纳斯黄金、甘红、华硕等品种互为授粉树,也可栽植专用授粉品种,配置比例(8:1)~(10:1)。

3.2 整形修剪

M9自根砧艾山红苹果苗木定植株行距一般为1.5 m×4.0 m,树形采用细长纺锤形;MM106自根砧苗木和M26中间砧苗可采用2.5 m×4.0 m的株行距;乔化砧苗木可采用(3.0~4.0) m×5.0 m的宽行密植栽植方式,树形采用自由纺锤形,保证行间通风透光。

3.3 花果管理

3.3.1 疏花疏果

艾山红自身生理落果较轻,需要疏花疏果,合理控制产量。疏花是为了保果,疏果可以克服大小年结果现象,及时适当地疏花疏果可以提高优质果比例和保持健壮的树势。由于疏花疏果季节性较强,传统的人工疏花疏果方法费工费时,在短时间内完成需要大量的劳动力,单户经营面积较大果园时,很难做到。在发达国家,苹果的化学疏花疏果以其省工省时、节约成本等优点几乎取代了人工疏花疏果。目前世界上常用的化学疏花疏果剂有石硫合剂、萘乙酸、6-BA、乙烯利等^[10]。

3.3.2 果实套袋

套袋是改善苹果果实外观品质的有效措施,同时能够减轻病虫害危害和农药污染、保障果品安全^[11]。烟台地区果农一般在5月底至6月初套袋,果袋选用内红外褐的双层纸袋,10月初摘袋,10月下旬采收果实。

3.4 水肥管理

3.4.1 浇水

有条件的果园可安装肥水一体化设施或微喷灌溉设施,提高肥水利用效率。土壤冻结前浇封冻水,春季土壤解冻前浇解冻水,花前浇水,花后和果实膨大期根据情况适当浇水,还要注意雨季苹果植株的排水作业。

3.4.2 施肥

为提高果实品质,在果实采收后立即施肥。施肥最好以有机肥为主,有机肥包括豆粕、豆饼类,生物有机肥类,羊粪、牛粪、猪粪、商品有机肥类,沼液、沼渣类,秸秆类等^[12]。有机肥用量按产量计,每 667 m² 产量在 1 500 kg 以下,按 1 kg 果施 1 kg 有机肥;产量在 1 500 kg 以上的,则按 1 kg 果施 1.5~2.0 kg 有机肥。施肥方式建议采用集中施用、局部优化的方式进行,可采取沟施或穴施,沟施时沟宽 30 cm、长 50~100 cm、深 40 cm 左右,分为环状沟、放射状沟以及株(行)间条沟。穴施时根据树冠大小,每年更换位置挖穴,穴的合理使用期为 3 年。追肥因树进行,在萌芽前以氮肥为主,利于发芽抽梢、开花坐果;果实膨大期追肥以磷钾为主,配合氮肥,加速果实增大,促进增糖增色;采后及时补肥浇水,恢复树体,增加储备^[13]。

3.5 病虫害防治

3.5.1 农业防治

加强果园管理,平衡施肥,增强树体抗病能力;田间种草,为病虫害天敌提供生存场所;冬季之前,进行果园大清扫,清除病枝、落叶,集中销毁,降低虫卵的越冬基数;苹果套袋,相当于一层保护膜,也可以减少病虫害的发生。在每年的 9、10 月,潜叶蛾、卷叶蛾以及苹果山楂叶螨等各种病虫害都会在树的下部过冬。因此,9 月份在果树的树干以及树枝的基础部位绑上草把,就可以将害虫引诱到草把上,在早春或冬季时将果树上的草把解下,并集中销毁,能减少害虫^[14]。

3.5.2 生物防治

目前生物防治应用比较多的是天敌昆虫、昆虫性信息素以及拮抗微生物。当苹果的某类有害昆虫为害严重时,可引入其天敌昆虫进行防治,如寄生蜂。昆虫性激素是通过干扰昆虫正常交配,以达到预防病虫害的目的。例如通过金纹细蛾性诱剂等可以诱捕害虫,干扰其交配,进而有效控制病虫害。

3.5.3 化学防治

春季发芽前喷 1 遍 30%福连 500 倍,铲除越冬病原菌;花露红期喷戊唑醇+高效氯氰菊酯+吡蚜灵,预防苹果锈病、苹小卷叶虫、绿盲蝽和红蜘蛛;谢花后每隔 7~10 d 喷 1 遍杀菌剂、杀虫剂,防治轮纹病、炭疽病、金纹细蛾、蚜虫等。

5 月份是防治锈病的关键时期,可用 60%百泰(吡唑

醚菌酯代森联)1 500 倍+10%吡虫啉 4 000 倍+48%毒死蜱 2 000 倍+贝尔钙 1 500 倍,谢花后至套袋前喷施 3 遍,此时枝叶量小,虫期较整齐,用药一定要均匀细致,黄蚜的防治根据虫口数量适时用药。

6 月份以后主要是保叶,一般选择波尔多液与有机杀菌剂交替使用,具体用药次数可根据雨水情况进行增减,同时注意食心虫对不套袋果实的危害,可选择 30%福连 1 000 倍或 10%世高 2 000 倍+48%毒死蜱 2 000 倍+25%阿维·灭幼脲 1 500 倍+15%吡蚜灵 2 000 倍进行预防。杀菌剂还可选用多锰锌、苯醚甲环唑、戊唑醇等,杀虫剂可选择甲维盐、螺虫乙酯、高效氯氰菊酯等,杀螨剂可选择螺螨酯、三唑锡等。

参考文献:

- [1] 王来平, 聂佩显, 赵玲玲. 烟台苹果产业现状、存在问题及发展建议[J]. 落叶果树, 2018, 50(1): 23-25.
- [2] 田利光, 姜召涛, 曹新芳. 烟台苹果产业发展意见和建议[J]. 烟台果树, 2018(2): 1-3.
- [3] 宋来庆, 赵玲玲, 刘美英, 等. 富士苹果芽变选种特点及影响因素分析[J]. 2016, 36(2): 54-57.
- [4] 张洪胜. 打造烟台苹果产业转型升级的 3.0 版 [J]. 烟台果树, 2014(1): 7-8.
- [5] 李玉斌. 富士苹果品种的介绍梳理 [J]. 河南农业, 2019(7): 22-23.
- [6] 王少敏, 赵红军, 胡维军, 等. 富士在苹果品种构成中的应用研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 1997(3): 365-369.
- [7] 单玉佐, 田利光, 徐月华. 苹果新品种烟富 10 的选育[J]. 烟台果树, 2016, 48(3): 43-46.
- [8] 汪景彦. 红富士浓红芽变品种烟富 8[J]. 中国果树, 2014(1): 44.
- [9] 林成欣, 姜召涛, 吕亮晓. 响富苹果新品种简介 [J]. 烟台果树, 2016(4): 18-19.
- [10] 薛晓敏, 路超, 聂佩显, 等. 果树化学疏花疏果研究进展[J]. 江西农业学报, 2012(2): 52-57.
- [11] 冯建文, 韩秀梅, 宋莎, 等. 套袋对贵州高海拔区苹果果实品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2019(8): 108-111.
- [12] 姜远茂, 葛顺峰, 毛志泉, 等. 我国苹果产业节本增效关键技术 IV: 苹果高效平衡施肥技术[J]. 中国果树, 2017(4): 1-4, 13.
- [13] 孙凤妮, 裴文武. 苹果园土肥水标准化综合管理技术探析 [J]. 中国果菜, 2018(09): 48-49, 52.

平原低洼地苹果园雨季管理措施探讨

魏守学

(山东省高密市密水街道农业技术推广中心, 山东 潍坊 261500)

摘要:平原低洼地一般土壤比较肥沃,水源充足。建园后苹果树生长发育良好,树体高大,根系深。但低洼地种植苹果,因为所处环境的关系,更容易出现病虫害,本文分析了低洼地不利因素对苹果生长的影响,进而从加强排涝、防治病虫害及土壤改良等几个方面探讨了平原低洼地苹果园的雨季管理措施。

关键词:低洼地;苹果园;排涝;通风透光;雨季管理

中图分类号: S47 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2020)01-0075-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.018

Discussion on the Rainy Season Management of Apple Orchard in Plain Low-lying Land

WEI Shou-xue

(Agricultural Technology Extension Center of Mishui Street, Gaomi City,
Shandong Province, Gaomi 261500, China)

Abstract: Generally, the plain low-lying land is rich in soil and abundant in water. After the establishment of the garden, apple trees grow well with large body and deep root system. However, apple planting in low-lying land is more prone to diseases and insect pests because of the relationship between its environment. This paper analyzed the impact of adverse factors on apple growth in low-lying land, and discussed the management measures of apple garden in low-lying land in plain from several aspects, such as water drainage, pest control and soil improvement, and so on.

Key words: Low-lying land; apple orchard; drainage; ventilation and light transmission; management of the raining

地势较平坦的平原低洼地,一般土壤肥沃,水源充足,气候变化幅度不大,建园后苹果树生长发育良好,树体大,根系深,而且管理方便,便于机械化操作^[1-2]。

苹果树是一种喜低温干燥的温带果树,平原低洼区域的苹果园,与山区的透光、透风不同,且排水不便,尤其是山东省部分地区雨水较多,暴雨过后,部分低洼地带的

收稿日期: 2019-08-19

作者简介: 魏守学(1965—),男,农艺师,主要从事果树保护方面的工作

苹果园,可能会出现轮纹病、叶斑病等,因此要加强低洼地苹果园的管理^[3]。本文分析了低洼地不利因素对苹果生长的影响,探讨了平原低洼地苹果园的管理措施。

1 做好排涝

目前北方天气多干旱,低洼地地下水相对丰富,比其它干旱地发展苹果种植更为有利^[4]。大雨极少的年份,低洼地种植苹果也应做好排水防涝工作。在果树行间挖排水沟挖出的土,不需要运往园外,直接做苹果树盘的围堰即可,小雨时蓄水留在树盘里,大雨时,多余的雨水顺围堰缺口流入排水沟;果园四周的排水沟挖出的土,可做果园四周的小土坝,在大雨年份,能有效防止果园外的积水倒灌入果园。

低洼地种植苹果,株行距一般为 6 m×3 m,行距太小,不利于在行间挖排水沟,排水沟一般宽、深均 1 m 即可,有条件的可铺直径 0.5 m 的水泥管,在果园的周边挖深、宽均为 2 m 的排水沟,与果树行间的排水沟相连,并借助地势,在苹果园的较低部位,根据果园面积的大小,挖一个蓄水坑塘,最好用砖、水泥砌池。如每 667 m² 的低洼苹果园,坑塘可设计为 12 m×8 m×6 m,这样即便连续降雨超过 200 mm,沿着果树行间及四周排水沟排入的雨水也足以容纳,在干旱时,又可以变害为利,抽取坑塘水对苹果园浇水灌溉。

2 加强园区通风

低洼地通风透光条件差,降雨后因为田间湿度大,很容易传播病虫害^[5]。因此在果园规划中,不能将桃、苹果、梨等混栽,或者近距离栽植,这样可以避免食心虫寄主转移,并且果园周边也不易栽植桧柏、刺槐等,能减少锈病和介壳虫的发生。切忌在重茬地、周围高大并且密不透风的地区建园,避免阳光郁蔽,影响果树的采光、通风和透光;而且雨后可能因不能及时晾干树体表面水分会加剧病变。

3 改良土壤

低洼地土壤无论过粘过砂,都不利于苹果生长^[6]。过粘土壤通透性差,不利于苹果根系的生长;过砂则不利于保持土壤肥力。对于过粘的土壤应采取一定比例压砂调节,提高土壤通透性;对砂化土壤则按一定比例压粘土,或者施用土壤改良剂,如腐殖酸类、纤维素类、聚乙烯醇

等,来促进土壤团粒结构的形成,提高土壤的保肥保水能力。

4 土壤施肥

多数低洼地苹果园,其地势有一定的坡度,每次大雨过后,土壤养分往往被冲刷流失^[7-8]。因此,要保持土壤肥力,一是施肥时适当深施,确保肥料养分不被雨水冲走;其次是增施有机肥,促进土壤团粒结构的形成,提高保肥能力。有坡度的低洼地,不宜采用放射沟施肥、条沟施肥、全园地面撒施肥料,因这些施肥方法,易造成土壤养分沿坡向随雨水流失。而采用环绕苹果树的环状开沟施肥、穴状挖坑施肥这两种方法则不容易被雨水冲走。

低洼地多雨的季节,可能存在存水无法排出的情况。长时间的积水,会导致烂根病和落叶病,所以,果树行间就需要挖好排水沟做好引流处理;大的降雨冲刷渗漏之后,土壤就可能出现脱肥的情况,在雨后还需要增加无机复合肥和有机肥,利用叶面喷施铁、磷、钾微肥,提升苹果对病害的抵抗能力,抑制刺吸性害虫的出现^[9]。

5 打开光路

5.1 开天窗

合理修剪是低洼苹果园管理的一项重要措施,修剪能让树体透光,减少营养消耗,从而抑制病虫害^[10-11]。低洼地苹果园,地下水充足,苹果树体极易旺长,造成树间郁蔽,影响坐果及果实着色,降低果品品质^[12]。在 7、8 月份的多雨季节,应结合夏季修剪,对苹果树向上生长的旺长枝、交叉枝、重叠枝进行处理,打开光路,改善透光条件,一方面能促进花芽分化,提高果品着色及果品品质;另一方面能降低林间湿度,减少病虫害的发生。冬剪能够调节营养生长和生殖生长的矛盾,促进苹果的开花结果;在冬季修剪的时候,直接剪除病虫枝梢,清除病僵果,可以减少来年病虫的来源。

5.2 铺反光膜

低洼地苹果,由于不缺水,枝条茂密,单靠夏季修剪去除直立生长旺枝,还不能完全打开光路,改善果园光照条件,应在苹果树下铺反光膜,提高树冠下部的光照强度,促进果实着色,增加果实的含糖量,提高果品品质^[13]。而且,铺反光膜还有利于花芽分化,提高来年苹果的产量。铺膜应注意使反光膜走向跟果树行一致,铺设在树下两侧,然后用土压住边缘,为防止反光膜光照过于集中烧灼果树,可将反光膜簇成褶皱状,让其反射出散射光。

6 病虫害防治

低洼地苹果园在多雨年份,田间湿度较大,病虫害严重,雨后需喷药进行防治。

6.1 农业防治

清除越冬病虫源,大多数病虫害都有固定的越冬场所。冬季刮去枝干老翘皮,可消灭红蜘蛛、卷叶虫、轮纹病等越冬体^[14]。刮除腐烂病病斑和老翘皮,消除病虫害越冬场所,彻底清扫枯枝落叶,对减轻果园多种病虫害危害非常有效。

同等的降雨量,低洼地苹果因光照、透风条件差,更易造成果树之间郁蔽,湿度加大,造成果树病虫害加重;有条件的果园,对苹果加盖遮雨棚,防止雨水直接飞溅树体上,防止雨水传播病虫害。

6.2 生物防治

生物防治是指利用有益生物或生物制剂来防治病虫害,该法无污染,且不破坏生态平衡。有学者提出,生物防治是今后果园病虫害防治的主要方向,对绿色果品的生产,尤其对于有机果品的生产非常关键^[15]。生物防治优点是能长时间的控制病虫害危害,且对人畜安全,因此越来越受到广泛应用。低洼苹果园常见的生物防治措施主要包含以下几类:一是利用寄生性昆虫,如寄生蜂;二是利用捕食性昆虫,如草蛉、捕食螨等;三是利用昆虫病原微生物,如白僵菌、莓茧菌;四是选择利用食虫益鸟,如啄木鸟等;五是利用抗菌素进行防治,可以选择农用抗菌素;六是使用昆虫激素,如保幼激素、性激素等。

6.3 物理防治

物理防治是利用热力、电力、辐射及外科手术等措施来防治病虫害^[16]。低洼苹果园生产中常见的是灯光诱杀害虫蛾类,一般需要挖长2 m、宽1 m、深0.5 m的土坑,在里面直接铺上反光膜,注入清水,再添加一部分农药,在距离水面0.3 m的位置上拉上荧光灯,在晚上,因为水中的灯光,就会直接将蛾子淹死、毒死。

6.4 化学防治

虽然生物防治生态、环保,有利于生产无公害绿色果品,但效果较慢,在一些关键防治阶段,或多雨季节的病虫害迅速大发生阶段,还是要靠化学药物的防治。

在9月份,当中熟苹果收获之后,或者是降中等以上雨后,果园可以利用1:2:240的波尔多液或1 000倍70%的甲基托布津来防治早期苹果落叶病;在中后期苹果解

袋之后,可以用2 000倍瑞恩钙+菌毒清500倍或者3 000倍10%的世高或1 000倍液的氨基酸钙喷布,能够提高果品硬度,增加果实的抗病性和含糖量,改善果品质量。晚熟苹果在收获之后,可以考虑用波尔多液喷洒果树,保护苹果叶片,提前避免落叶早衰的,确保其能够安全越冬。同时,为增强雨水的冲刷能力,可将洗衣粉添加到药液中。

参考文献:

- [1] 葛宪省, 郭翠翠, 宋新国, 等. 苹果谢花后至套袋前常见病虫害绿色防控技术[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(24): 23.
- [2] 张鹏. 苹果栽培管理及病虫害防治技术 [J]. 农业技术与装备, 2018(12): 94-96.
- [3] 刘东亮, 崔园园, 费得清, 等. 苹果树枯小实蝇、枝枯病的产生原因及防治措施[J]. 乡村科技, 2018(36): 81-82.
- [4] 付信芝. 浅谈无公害苹果病虫害防治技术 [J]. 农业开发与装备, 2018(11): 206, 209.
- [5] 魏萍, 张进. 苹果常见病虫害防控技术 [J]. 西北园艺(综合), 2018(06): 55-56.
- [6] 王田利. 苹果病虫害防治月历(11~12月)[J]. 果农之友, 2018(11): 20-22.
- [7] 李冬. 苹果病虫害综合管理措施 [J]. 植物医生, 2018, 31(10): 32-34.
- [8] 张海进. 无公害苹果种植病虫害防治技术解析 [J]. 现代园艺, 2018(20): 55.
- [9] 王田利. 现代苹果绿色生产病虫害防治历 [J]. 河北果树, 2018(Z1): 76-79.
- [10] 王瑞林. 浅谈苹果栽培与病虫害防治 [J]. 农业与技术, 2018, 38(19): 93-94.
- [11] 孙新龙. 无公害苹果种植的病虫害防治技术探讨 [J]. 现代园艺, 2018(19): 162-163.
- [12] 曹文波. 无公害苹果种植技术及病虫害防治[J]. 江西农业, 2018(18): 9.
- [13] 王华. 苹果园铺反光膜促果实着色原理与铺放 [J]. 北京农业, 2010(25): 33-35.
- [14] 丁笠. 新疆苹果园病虫害生物技术措施[J]. 新疆林业, 2012(6): 32-33.
- [15] 刘汉云. 一种新型果树遮雨棚获国家实用新型专利[P]. 山西果树, 2008(6): 36-37.
- [16] 马明, 王田利, 马蒋全. 现代苹果修剪技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.

鸭梨的种植技术

李爱巧

(山东省滨州市高新区青田办事处,山东 滨州 256660)

摘要:鸭梨在我国种植广阔,因果实脆嫩、富含汁水和营养价值高而深受消费者喜爱。本文在总结鸭梨生长环境要求的基础上,进一步分析了在鸭梨种植栽培过程中梨园修建、定植技术及土壤改良等方面的技术要点,旨在进一步提升鸭梨的种植水平,实现鸭梨种植的高产量和高品质。

关键词:鸭梨;种植;建园;整形修剪;疏花疏果;病虫害防治

中图分类号:S435 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2020)01-0078-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.019

Planting Technology of "Yali" Pear

LI Ai-qiao

(Qingtian Office, High-tech Zone, Binzhou City, Shandong Province, Binzhou 256660, China)

Abstract: "Yali" pear is widely cultivated in China. It is popular among consumers because of its crisp and tender fruit, rich in juice and high nutritional value. On the basis of summarizing the requirements of "Yali" pear for growth environment, this paper further analyzed the technical points of pear garden construction, planting technology and soil improvement in the process of "Yali" pear planting and cultivation, aiming to further improve the planting level and realize high-yield and high-quality production of "Yali" pear.

Key words: "Yali" pear; planting; garden building; pruning; flower thinning and fruit thinning; pest control

鸭梨树属于落叶类果树,在众多果树中对土壤及土地地形的要求相对不高,无论是平原高地还是荒漠滩涂,都可采取一定的技术措施进行大面积种植。作为一种喜高温的经济类果树,鸭梨在发展主产区区域经济和保障社会民生方面发挥了重要作用。本文以鸭梨为主要研究对象,分析了鸭梨对生长环境的要求,并进一步探究了鸭梨的种植栽培技术,旨在指导鸭梨高产量、高品质生产。

1 鸭梨对生长环境的要求

1.1 温度

不同品种的鸭梨对所处环境的温度要求不同,有些鸭梨在年均气温高于15℃的地区不易栽培和存活,而更适合在干燥气候条件下进行种植。秋子梨适宜的年平均温度为4~12℃,白梨为7~15℃,沙梨为13~31℃。鸭梨开花时间较早,在一定程度上受到部分北方地区寒冷及倒春寒的影

收稿日期:2019-10-22

作者简介:李爱巧(1977—),女,中级农艺师,主要从事林果技术推广方面工作

响,进而造成梨花在花期生长不良,导致鸭梨产量大幅度减少。

1.2 光照

梨树是喜光植株,年光照在 1 600 h 以上时,才能更好地保障梨的甜度、粒径和口感等。同时,在选择植株栽培方式时,果农应尽可能地采用南北行向方式,确保整个梨树植株的受光面积。此外,在鸭梨果实发育完成后,适宜梨树叶光合作用的温度区间较大,而昼夜温差较大更有利于鸭梨实际果实品质的提升。

1.3 水分

梨树属于需水量较大的果树,且每年夏季需水量最大。梨树植株缺水时,很容易造成梨树叶争夺果实水分的情形,影响梨果膨大,进而降低鸭梨口感和品质。因此,在高温缺水条件下更应重视梨树的灌溉,采取定时定点的浇灌方式或利用覆盖水生绿肥的方式,确保梨树植株对水分的需求。但梨树植株又不能长期浸泡在水分含量较高的土壤中,因此,当梨树植株种植于地下水位较高的地区或梨园所处区域为降水量较大的地区时,果农必须加强对地下水位的控制。

1.4 土壤

在梨树定植后的前两年时间内,果农应在每年早秋时节及时向外扩穴或扩沟,利用增加有机肥、农家肥或堆肥等多种手段确保土壤土质,为鸭梨果树的生长奠定基础。同时,果农应保证每年扩穴或扩沟的宽度距离为 1 m 左右,保证 3 年左右将梨树植株行间的土壤改良完毕。

2 鸭梨种植栽培的技术要点

2.1 建园

高品质梨应尽可能将果园建在 500~900 mm 降雨量地区,沙梨应建在 800~1 000 mm 降雨量地区。在鸭梨梨园选址后,应进一步按照梨园所在地理位置的地形条件、地势高度及周围道路的规划条件、交通条件和农作物灌溉用水渠道、防护林设置等诸多要求与标准,将梨园果树按照一定数额进行分配,划分成若干小片区种植区域,保证梨树得到更好的照顾,以提升鸭梨的实际产量和果实品质。

2.2 定植

2.2.1 选择合适的定植日期

工作人员应根据鸭梨梨园的实际情况,选择科学的定植日期,从每年 9 月至次年 3 月均可定植,但以 10~11 月(秋植)最佳。梨树从落叶期到发芽期都处于可移植阶段,而在春季移植鸭梨树苗能大幅度提升绝大部分鸭梨树苗的实际存活率。在此条件下,工作人员应根据鸭梨

梨园所在地的不同地形条件和地质土壤情况确定鸭梨的实际种植密度,尽可能地将密度控制在 $2\text{ m}\times 3\text{ m}$ 或 $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ 左右,每 667 m^2 适宜种植 90~100 株,保证鸭梨能稳定地获得高产、高品质。

2.2.2 定植要求

成枝力弱的品种,株行距为 $(2\sim 3)\text{ m}\times(3.5\sim 4)\text{ m}$,栽 55~95 株/667 m^2 ;成枝力强的品种,株行距 $3\text{ m}\times(4\sim 5)\text{ m}$,栽 44~55 株/667 m^2 ;矮化砧苗株距 1~1.5 m,行距 3~4 m。可栽 111~222 株/667 m^2 ,将定植穴做成馒头形状,等到定植穴自动下沉后开挖放入鸭梨植株。在此过程中,工作人员在鸭梨的种植前应进一步将鸭梨较粗的枝叶进行修剪,最大程度上促进鸭梨新根的萌发和生长。在梨树定植穴开挖完毕后,先放入 30~40 cm 深的稻草或其他绿色肥料作物,再将地表土填入踏平后向定植穴内施加一定数量的有机肥。

2.2.3 种植授粉树

应科学搭配梨树的种植品种,并配备一定数目授粉树种,增加梨树的结果率,以保证梨树的稳产和丰产。同时,果农还应合理选择采粉品种,尽可能地将授粉时期固定在梨树大蕾期,采用人工授粉方式,每只手各捏住一朵花花托,将两朵花面对面轻轻转动摩擦,确保梨树授粉工序完成。

2.3 土壤改良

在梨园的土壤改良过程中,应提升梨园土壤有机物含量,借助土壤营养物质提高梨树产果率和果实品质。在秋季果实采收后、冬季梨园果树落叶之前,对鸭园土壤进行深翻晾晒以熟化土壤,利用局部深翻、全面深翻和隔行深翻的方式,增加对土壤的翻晒。还可在 1~2 年内对土壤进行一定程度的深度翻松,或者在鸭梨定植的当年、第 3 年和第 5 年时间对定植穴两侧进行深度开挖,以增加梨树对有机肥料的吸收率。此外,还可根据鸭梨果实品质和梨树实际生长状态针对性地施加有机肥或无机肥,提高土壤中有有机物含量及其它营养物质含量。

2.4 田园管理

2.4.1 整形修剪

在鸭梨果树的修剪过程中,应尽量围绕鸭梨的中心主干进行,适当修剪,而梨树每年的转主换头应该与其重新截取的截面相吻合,确保梨树良好的生长态势。同时,还应该注意轻重吻合,尽可能地避免同一枝干多年重复修剪或者多年未修剪的情形而导致鸭梨树木内部结构复杂而生长不良。

2.4.2 疏花疏果

在鸭梨梨园的管理过程中,工作人员应对其及时疏花疏果。首先应剪去过度的花芽,在结合果园冬季修剪情况的基础上,将鸭梨果树上过多的花芽及时修剪掉,确保叶子和花芽的比例符合鸭梨生长的实际情况。其次还应在梨树开花前及时疏散花蕾,按除小留大、除弱留强和去密留疏的基本原则,每 20 cm 保留一个花蕾,避免过多养分的消耗,以确保鸭梨果树的养分供给。针对鸭梨果树的生长状态、开花期和种植地气候条件确定疏果量,使每一果实周围有 25~30 片叶子,保证一个果台留 1~2 个果实,确保养分供给符合鸭梨生长需求。

由于梨树属于耐旱性较弱的树种,树叶生物蒸腾作用旺盛,因此,梨树需水量较大。因此,在 7~8 月份的干旱季节,应加大鸭梨树灌溉频率和实际灌水量,保持鸭梨水分充足。在施肥管理上,果农尽可能地施加有机肥,幼苗期间增施氮肥和磷肥,扩大树梢生长量。在鸭梨果园进入高产期,果农应减少实际施肥次数,增大每次施肥量,按比例施加尿素、硫酸钾等肥料,保证梨树的正常生长。

2.5 病虫害防治

在鸭梨果树的病虫害防治过程中,应在鸭梨的萌芽期、结果期对梨树重点进行相关防护,保证梨树的健康生长结果,尽可能地减少黑心病、黑斑病及其它病菌对鸭梨健康生长状况造成的不良影响。针对各项病虫害,梨园工作人员应在做好农业预防工作的基础上,科学地选择相应的化学药物进行防治,保证鸭梨果实免受不良化学药物的影响,同时降低病虫害对鸭梨产品品质及实际产量的不良影响。

2.5.1 黑心病

当梨树感染黑心病时,树叶会逐渐变黄,背面还会出现辐射状的霉菌层;染病后期还会出现树叶大面积脱落的情形。树苗感染该病时,发病部位会出现木质化现象;果实染病时,会出现早落现象,不利于鸭梨的大面积生产。在鸭梨树黑心病发展初期,果农应及时摘除带病树叶,并进一步对处于萌芽期及新生长出的花芽或果实喷涂 40% 的杜邦星溶液,防止黑心病的蔓延。

2.5.2 黑斑病

梨树植株感染黑斑病时,梨树树叶将呈现黑斑。通常情况下,黑斑病主要由多种真菌导致,在潮湿季节容易发生,较常发生在叶柄、茎和花托等部位。防治黑斑病,应在萌芽前喷洒 0.3% 五氯酚钠和 5°Be 石硫合剂混合液。

2.5.3 虫害

食心虫是梨树主要虫害,又被称作蛀心虫、钻心虫。通常情况下,食心虫种类包括天牛幼虫、粉蛾幼虫和其他昆虫的幼虫等诸多种类,大多是直接钻入梨树枝梢内啃食梨树木质。当梨树受其影响较小时,容易生长不良、衰弱黄化,严重时会使整棵梨树死亡。

针对梨树食心虫,应及时剪断发病树梢,利用糖醋药液诱杀食心虫成虫,防止其虫繁衍。可喷施 50% 的杀螟松乳油 1 000 倍液与马拉硫磷乳油 2 000 倍液混合剂,防止梨树发生食心虫为害。

3 小结

在鸭梨的实际生产过程中,工作人员应尽可能地采用科学合理的培育措施和栽培技术,借助科学合理的梨园地址选择、田间管理、病虫害防治和土壤改良等诸多手段提高鸭梨实际种植水平。大幅度提升鸭梨果树的实际产量和产品品质,最大程度上实现两年见果、三年投产及四年达到经济效益规模的目的。

参考文献:

- [1] 朱德丰. 梨树早产早丰栽培技术及应用[J]. 园林生态, 2016(21): 114-115.
- [2] 王丽, 秦泗鹏, 成英, 等. 梨树优质高效生态栽培技术[J]. 农业开发与装备, 2017(2): 152-153.
- [3] 朱祯祯, 郑华魁, 柴丽娜. 郑州地区棚架梨树丰产栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2016(10): 250-251.
- [4] 常胜朝. 梨树栽培管理技术探讨[J]. 园艺种业, 2018(1): 59.
- [5] 王丽, 秦泗鹏, 成英, 等. 梨树优质高效生态栽培技术[J]. 农业开发与装备, 2017(2): 152-154.
- [6] 刘圣华. 山东梨树栽培管理技术 [J]. 栽培与种植, 2018(3): 55-56.
- [7] 佟汗林. 梨树的高产优质栽培管理技术[J]. 学术论坛, 2018(2): 310.
- [8] 谷风杰, 曹永强. 平原地区梨树省力化栽培技术[J]. 中国果菜, 2019, 39(3): 72-75.
- [9] 孙瑞玲. 山西运城梨树栽培管理与病虫害防治技术 [J]. 农业工程技术, 2019(6): 85-86.
- [10] 顾勇. 高效技术栽培管理技术探讨 [J]. 科研生产, 2017(9): 90-91.
- [11] 韩振山. 青海梨树栽培管理技术[J]. 农业工程技术, 2018(6): 62-64.
- [12] 谢怡幸. 梨树早产早丰栽培技术及应用分析 [J]. 园艺种业, 2018(10): 56-57.

西藏苹果集约化生产技术

路贵龙, 张凯, 闵治平, 赵海英, 土旦吉热, 南吉卓玛, 李艳锋*

(西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所, 西藏 拉萨 850032)

摘要: 苹果是世界四大水果之冠, 由于果实营养丰富, 为大众所喜爱。西藏光热资源极为丰富, 为发展地方特色苹果提供了关键条件, 所产苹果因富含花青苷、维生素 C、SOD 等营养物质, 深受消费者的青睐。目前苹果种植面积和产量逐年增长, 但其生产栽培仍以粗放管理为主, 与苹果主产区相比还较为滞后。基于此, 本文从整地和品种选择、定植、日常管理、病虫害防治和越冬管理等方面, 对适宜西藏发展的苹果集约化栽培管理技术进行了总结, 以期对西藏苹果的规模化种植提供理论指导。

关键词: 苹果; 集约化; 栽培; 管理

中图分类号: S661.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2020)01-0081-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2020.01.020

Technology of Intensive Cultivation and Management of Apple in Tibet

LU Gui-long, ZHANG Kai, MIN Zhi-ping, ZHAO Hai-ying, TUDAN Ji-re, NANJI Zhuo-ma, LI Yan-feng*

(Institute of Vegetables, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry

Sciences, Lhasa 850032, China)

Abstract: Apple is the top of four fruit in the world. Because of its rich nutrition, it is popular with the public. Tibet is rich in light and heat resources, which provides key conditions for the development of local characteristic apples. The apples produced in Tibet are favored by consumers because they are rich in anthocyanin, vitamin C, SOD and other nutrients. At present, the planting area and yield are increasing year by year, but the production and cultivation of apple are still dominated by extensive management, which is relatively backward compared with the mainland. Based on this, this paper summarized the apple intensive cultivation and management technology suitable for the development of Tibet from the aspects of land preparation, variety selection, planting, daily management, pest control and overwintering management, in order to provide theoretical guidance for the scale cultivation of apple in Tibet.

Key words: Apple; intensive; cultivation; management

收稿日期: 2019-10-22

基金项目: 西藏自治区自然科学基金项目(XZ2019ZRG-99)

作者简介: 路贵龙(1988—), 男, 助理研究员, 主要从事果树育种与栽培工作

* 通信作者: 李艳锋(1981—), 男, 副研究员, 主要从事果树育种与栽培工作

苹果(*Malus domestica*)是世界四大水果之冠,种类多样、用途广泛、果实营养丰富,部分种苗可作嫁接砧木、绿化观赏用,个别品种叶片可加工为茶叶^[1](如花叶海棠叶片在青海藏区常作藏茶),同时叶片富含营养,为牲畜所喜爱,极具经济价值和生态价值^[2]。目前,苹果是全球栽植最普遍的落叶果树之一,适应性强,分布范围广,不仅在温带地区广泛栽培,而且在低纬度热带和亚热带的一些高海拔地区也有栽培,甚至在气候寒冷(冬季气温可达 -40°C)的西伯利亚地区也可以栽培耐寒的品种。当前我国生产上的主栽品种有红富士、嘎啦、寒富、新红星等^[3-4]。

西藏地理位置特殊,光热资源极为丰富,为发展地方特色果树产业提供了关键条件。藏南谷地和藏东高山峡谷区的山南、林芝、昌都等地海拔 $1\,500\sim 4\,180\text{ m}$ 、年降水量 $550\sim 850\text{ mm}$ 、年平均气温 $8\sim 11^{\circ}\text{C}$ 、年日照时数 $1\,600\sim 3\,000\text{ h}$ 范围内的温暖半湿润、温暖半干旱气候区为苹果适生区^[5-8]。西藏苹果由于受环境影响而富含花青苷、维生素C、SOD等营养物质,深受消费者的青睐,种植面积和产量逐年增长^[9],但栽培管理技术与苹果主产区相比仍较滞后,有待完善。基于此,本文对适宜西藏发展的苹果集约化栽培管理技术进行了总结,以期对当地苹果种植者有所裨益,以为西藏苹果的规模化种植提供理论依据。

1 整地和品种选择

1.1 整地施基肥

选择地势相对平坦、土壤肥沃的地块,开深 80 cm 、宽 80 cm 的定植沟或 $80\text{ cm}\times 80\text{ cm}\times 80\text{ cm}$ 的定植穴,砂砾质土壤要先将定植穴及周围的大砂砾清除干净,再于沟底撒施 $15\sim 20\text{ m}^3/667\text{ m}^2$ 腐熟有机肥,后用土壤表土与有机肥充分混匀回填定植沟,为果树生长和根系扩展提供充足养分。

1.2 品种的选择

西藏平均海拔较高,冬春季节温度低,昼夜温差大^[10-11], $5\sim 10$ 月份为果树生长期,因此宜选择早中熟苹果品种,如嘎啦、丹霞、新红星等;或抗寒性好的品种,如寒富等^[8]。在选择适宜栽培品种时,应配以抗寒砧木如山定子、西府海棠等,以提高果树越冬能力。

2 定植

2.1 定植时间与密度

选择健康优质、无病虫害、根系发达,且检疫合格的矮化砧或矮化中间砧苹果苗木。一般于3月下旬~4月中上旬开始定植,适宜株行距为 $(1\sim 1.5)\text{ m}\times (3.5\sim 4)\text{ m}$,种植

密度为 $111\sim 190\text{ 株}/667\text{ m}^2$,管理水平较高的果园可适当密植。种植授粉不良品种时应配置授粉树,主栽品种与授粉品种的栽植比例为 $(4:1)\sim (6:1)$ 。

2.2 起垄与立架栽培

平地建园的要起垄栽培,垄高低处相差约 30 cm ,以提高地温、避免果园积水,促进果树生长。栽种时中间砧或矮化砧部位应露出地面 $5\sim 10\text{ cm}$,防止接穗品种因靠近土壤而萌根削弱长势。

为防止大风或挂果压折枝干、更好地保护树体,有条件的果园可采取立架栽培,沿种植行设立固定架,如水泥柱、钢管等,其上平行拉 $4\sim 6$ 道铁丝,并用橡胶圈或布条等将树干固定在铁丝上。

3 日常管理

3.1 整形修剪

3.1.1 及时定干

苹果树长至一定高度时及时定干,促进果树尽早定型、利于侧枝发育。定干高度一般不低于 70 cm ,疏除下方所有侧枝及萌芽。

3.1.2 适量留侧枝

树主干高 3.0 m 左右,其上可均匀螺旋分散着生 $25\sim 35$ 个侧枝,同向侧枝间距约 40 cm 为宜。侧枝长度大于 20 cm 时应尽早拉枝,拉枝角为 $90\sim 120^{\circ}$,以促进花芽形成。侧枝较少的植株可通过刻芽处理促芽成枝,刻芽时应距芽 0.5 cm ,并深达木质部,春季芽萌动前在芽的上方刻伤,芽萌动后在芽的下方刻伤。

3.1.3 夏季修剪

夏季是苹果树生长最旺盛的时期,为保证树体通风透光,一般于 $7\sim 8$ 月对果树进行适当夏剪,主要修剪方法有摘心、扭梢、疏除、短截等。当侧枝长 $0.5\sim 1.0\text{ m}$ 时,叶芽带头的及时摘心,花芽带头不用管;侧枝较少的可对背上枝进行扭梢处理,一般在苹果枝条半木质化时于基部 $3\sim 5\text{ cm}$ 处,将背上枝轻轻扭转一圈,并将其头扭转向下,以控制旺长,促进花芽分化;疏除背上枝及过密的重叠枝,同方向侧枝保持适当间距;枝长超过 1.0 m 时及时短截回缩,并以背下枝或弱枝带头。

3.1.4 疏剪更新

一般在秋季或春季进行,侧枝直径超过主干粗度 $1/2$ 或大于 2 cm 以上时,及时进行马耳斜极短截,保留 $1\sim 2\text{ cm}$ 的斜桩。每年最多更新疏除 $2\sim 3$ 个大枝,第二年桩下方芽萌发可形成新侧枝。

3.2 花果管理

3.2.1 花期管理

开花前喷施硼锌肥,为苹果花期补充营养物质。通过壁蜂授粉或人工授粉提高授粉率,并及时疏花。重疏花,每花序保留2个先花,以减少养分消耗。

3.2.2 果期管理

种植前两年以促进苹果营养生长、培养树型为主,从第三年开始根据苹果树势情况合理控制果实负载量,叶果比40:1以上为宜,以防止大小年现象。在幼果期及时疏除过密果、病果、畸形果,花后约40~50 d开始套袋,防止果面灼伤、减轻果实病虫害,提高果实产量和品质^[12]。在采收前15 d左右去袋,并摘掉果实周围遮光的部分叶片,以利果实着色,提高果实外观品质^[13]。

3.3 水肥管理

3.3.1 水分管理

适时供水,在生长旺盛期1周一次,其余各期视土壤需水情况一般2~3周浇水一次,土壤含水量保持在60%~80%为宜,既有利于果树正常生长发育,又可节约水资源、减少病虫害的发生^[14]。

3.3.2 施肥管理

一般采用水肥一体化设备随水冲施水溶性肥,前期以氮肥为主,后期以磷、钾肥为主。一般成年苹果园每生产100 kg果实需氮(N)0.7 kg、磷(P_2O_5)0.35 kg、钾(K_2O)0.7 kg,其吸收比例为2:1:2。施肥时可配合施用含钙、镁、铁、硼等微量元素肥料,也可进行叶面补肥。

3.4 套种与生草

3.4.1 套种

套种可以合理利用有效空间,提高果园的综合经济效益^[15]。在封垄前可于行间种植萝卜、白菜、土豆、油菜、瓜类等春秋季节浅根系作物,套种距离主种植行1.0 m以上,耕作层不宜超过30 cm。

3.4.2 田间生草

管理水平好的苹果园可以进行田间生草,以保持土壤水分、改善果园微环境、提高土壤肥力。生草的种类主要有豆科:紫花苜蓿、沙达旺、草木犀等;禾本科:黑麦草、早熟禾、无芒雀麦等;十字花科:二月兰等。一般在4~5月或8~9月种草,春季适宜条播,秋季适宜撒播。

4 病虫害防治

4.1 主要病害防治

4.1.1 腐烂病

该病主要危害2~5年生的苹果枝干,多于春季或夏

秋季发病。在春季新枝上的初始病斑边缘不清晰、不隆起,不呈水渍状,后失水干枯,密生小黑点;夏秋时表皮出现稍带红褐色、稍湿润的小溃疡斑,边缘不整齐,一般腐烂部长2~3 cm,甚至更多,后干缩呈饼状,晚秋后形成溃疡斑。当苹果树势衰弱,果实负载量过大,果园管理不当,或是发生冻害时,苹果腐烂病最易发生。

腐烂病防治时,一是加强管理,提高树势;适时供应水肥,适量增施有机肥,增强树体抵抗力;二是合理负载,稳产壮树;苹果果实保持间距20 cm左右,严格控制挂果量;三是定期清理果园;及时清除或刮治病枝,并集中烧毁病枝;四是进行药剂防治;3~4月喷施38%恶霜嘧铜菌酯水剂600~800倍液,或对刮治病部涂抹45%施纳宁100倍液、843康复剂50倍液进行消毒保护^[16]。

4.1.2 锈病

锈病主要为害叶片,也能为害嫩枝、幼果和果柄,多发生在苹果萌芽后60 d内,易造成病叶变黄,出现丛毛状物,果实畸形早落。当树势较弱,加之果园附近有大量病菌宿主桧柏时易引起该病害发生。

防治上要注意,一是在苹果主产区10 km范围内尽量避免柏树种植;二是加强管理,提高树势;适时供应水肥,适量增施有机肥,增强树体抵抗力;三是要进行药剂防治;从苹果展叶期开始,每隔10~15 d喷布一次杀菌剂,连喷2~3次,或者大范围降水前喷布一次,防止锈病菌在降雨过程中侵染。常用内吸性杀菌剂有氟硅唑、三唑酮、苯醚甲环唑等,保护剂以代森锰锌为有效成份的药剂为主^[17]。

4.2 主要虫害防治

4.2.1 绵蚜

苹果绵蚜主要为害枝干和根部,吸取汁液。被害部膨大成瘤,常因该处破裂,阻碍水分与养分的输导,严重时树体逐渐枯死。幼苗受害,可使全枝死亡;果树受害后,树势衰弱,寿命缩短。该病害一般发生在平均温度高于7℃的5~9月份。

防治上,一是加强检疫。引种时严格检疫,控制传播源。二是进行农业防治。修剪清除虫害枝条,合理供给营养,保持果园卫生清洁,冬春进行涂白。三是加强生物防治。条件良好的果园可以人工繁殖释放或引放苹果绵蚜蚜小蜂、瓢虫、草蛉等天敌^[18]。四是做好化学防治。预防为主,常采用10%吡虫啉4 000~5 000倍液,或40%氯吡硫磷1 500~2 000倍液等药剂防治。

4.2.2 苹小食心虫

苹小食心虫主要为害果实,幼虫多从果实胴部蛀

入,在皮下浅层为害,初蛀孔周围红色,俗称“红眼圈”,后被害部逐渐扩大,干枯凹陷呈褐色至黑褐色。幼虫蛀果后未成活,则蛀孔周围果皮变青,称为“青疔”,幼果被害常致畸形。温暖高湿的环境条件,有利于苹小食心虫的发生。

苹小食心虫在防治上要注意,一是清理果园。及时清除果园的枯枝落叶、杂草,并集中销毁。二是摘除虫果。在苹小食心虫发生较轻的果园,可结合疏除、拣拾虫果进行清除。三是生物防治。利用成虫的趋化性,用糖醋液(清水 10 份、醋 1 份、红糖 0.5 份)诱集成虫。四是药剂防治。预防为主,一般可采用 10%甲氰菊酯 800~1 000 倍液,或 2.5%高效氯氰菊酯 2 000 倍液等药剂防治^[19]。

5 越冬管理

苹果进入休眠期后,仍有较弱的生理活动在进行,虽然树体本身有较好的抗寒越冬能力,但此时做好田间越冬管理,更有利于其恢复树势、增加养分配累、促进安全越冬,为翌年苹果开花坐果、稳产丰产打下基础^[20]。

5.1 冬剪

为塑造良好苹果树形,均匀合理地分布果枝,提高苹果产量与品质,一般常于冬春季对果树进行冬剪,主要方法有疏除、短截等^[21]。在西藏地区建议春季修剪,因冬季多风、昼夜温差大,不利于果树修剪后伤口的愈合,还会加大水分流失,而春季修剪可将对树体的损伤减少到最低。

5.2 灌冻水

苹果树进入冬季休眠落叶后,树体主要营养成分由树体向根部回流,灌封冻水不但可增强苹果树体的抗寒能力,保证苹果树的安全越冬,利于果树翌年开花结果,而且可使土壤储备足够水分,满足果树轻微蒸腾作用,并能预防春季干旱,减轻果园病虫害。

5.3 涂白

入冬前,用含胶涂白剂将果树枝干涂白,不仅可以防止涂白剂脱落,而且能有效增强防寒保温、防止水分散失、防治主干病害,对防治腐烂病、绵蚜也有很好的作用。

5.4 施基肥

每年入冬或开春前在果树种植行一侧 50 cm 处,开约宽 40 cm、深 80 cm 的沟槽,施入 10~15 m³/667 m² 的腐熟有机肥,并与土壤充分混匀作基肥,施用量看树势情况适量增减,同时可配合增施微生物菌肥改土活根。次年在另一侧施入基肥。

参考文献:

- [1] 白灵娜,张得芳,刘霞,等.青海高原花叶海棠叶片表型多样性分析[J].青海大学学报,2017,35(2):28-41.
- [2] 吴光林.果树生态学[M].北京:中国农业出版社,1992.
- [3] 王宇霖.苹果栽培学[M].北京:科学出版社,2011.
- [4] PRAKHIN EI, BLIUTA IG, GRIBOVSKAIA EV, et al. Mineral content of small apples grown in Siberia [J]. Voprosy pitaniia, 1993(1): 50-51.
- [5] 段盛焱,宗学普,段玉春.西藏果树的种类与地理分布[J].中国果树,1984(2):20-26.
- [6] 左力,代安国,刘清元.西藏果树资源与区划初探[J].西藏农业科技,2004,26(3):13-16.
- [7] 李美桂,谢钟琛,郑宇,等.西藏果业可持续发展对策[J].果树学报,2008,35(6):899-908.
- [8] 路贵龙.西藏苹果研究进展[J].农学学报,2019,9(1):30-34.
- [9] 国家统计局.西藏自治区:苹果产量[R].北京:前瞻数据库,2016.
- [10] 林振耀,吴祥定.青藏高原气候区划[J].地理学报,1981,36(1):22-32.
- [11] 古格·其美多吉.西藏地理[M].北京:北京师范大学出版社,2013.
- [12] 路贵龙,代安国,土旦吉热,等.采前套袋及气调袋贮藏对拉萨‘新红星’苹果品质的影响[J].西北农业学报,2018,27(6):839-845.
- [13] 陈希国.套袋对红富士苹果果实品质的影响[J].中国果菜,2015,35(4):42-43,48.
- [14] 刘海全,任宏涛,吴晔,等.不同保水处理对苹果生长的影响[J].中国果菜,2018,38(8):14-17.
- [15] 吴晔.苹果园生态系统间作套种模式探讨[J].中国果菜,2018,38(4):68-71.
- [16] 杨文渊,谢红江,陈善波,等.西藏林芝地区苹果病虫害种类及发生动态调查[J].西南农业学报,2012(6):2083-2088.
- [17] 唐晓琴.西藏林芝地区经济林主要病虫害的种类与危害[J].贵州农业科学,2014(4):123-126.
- [18] 李金章.苹果病虫害防治技术[M].兰州:甘肃科学技术出版社,2015.
- [19] 冯建国,陶训.无公害苹果病虫害防治技术研究[J].山东农业科学,1999(4):8-12.
- [20] 刘英胜.苹果采收后的秋冬季管理技术[J].北方果树,2010,42(6):57-58.
- [21] 王金宝,王翠红.苹果园区建设及丰产策略[J].中国果菜,2018,38(5):79-81.