

# 目次

## 流通保鲜

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| 不同贮藏温度对黄秋葵保鲜效果的影响研究 ..... | 张碧青,林恒进,徐怀德(1) |
| 大白菜贮藏过程中脂类代谢基因的表达 .....   | 田少楠,刘思佳,王拓一(9) |
| 食用菌子实体采后软化机制的研究进展 .....   | 丁树东,李艳杰(13)    |

## 果蔬加工

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 长红枣果酒发酵工艺优化及风味物质分析 ..... | 刘琳,于江,丁楠,李平,王莎莎,孙中贯(20)        |
| 苹果薇菜复合饮料的研制 .....        | 马鑫,胡楠楠,徐凌志,姬瑞甫,尤丽新(26)         |
| 葡萄酒鸡尾酒的调配工艺研究 .....      | 王超萍,华玉波,朱双全,刘涛,张颖超,汤晓宏,蒋锡龙(31) |

## 质量控制

|                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 高效液相色谱-质谱法检测酱油中 5-羟甲基糠醛 ..... | 刘超,景赞,黄志勇(34)             |
| 果蔬中多农药残留检测技术研究进展 .....        | 杨清华,李跑,丁胜华,杜国荣,蒋立文,刘霞(38) |
| 海绿素在番茄上的应用效果研究 .....          | 费志平(43)                   |
| 农食产品信息追溯技术研究现状及问题分析 .....     | 李志成,郑晓冬,闫新焕,宋烨,周大森,赵恒(45) |
| 浅析蔬菜农药残留原因及检测方法 .....         | 陈曲(49)                    |

## 综合利用

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 黑果枸杞抗氧化能力评价及比较研究 ..... | 尹民强,吴金龙,王天琦,余琮卫,马兆成(52)   |
| 毛酸浆宿萼挥发性物质成分分析 .....   | 汪晶晶,王亚楠,陈赞,王晶晶(57)        |
| 甜柿单宁的分布及积累特征分析 .....   | 张超越,李海刚,辛杰,张桂芝,王守箐,刘林(61) |
| 葡萄酒中酚类物质的研究进展 .....    | 回学宽,王艳丽,祝贺,杨涛,邢艳霞(65)     |

## 产业发展

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 有机肥在苹果生产中的应用效果研究 ..... | 安绪华,丁文峰,闫宏,公彦豪,高明,姚静(72) |
|------------------------|--------------------------|

## 果蔬博览

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| 玉波黄地球葡萄的选育及种植关键技术 .....  | 韩鹏,韩玉波,潘月庆,张德合(76)     |
| 不同榨菜的品种比较试验 .....        | 曹亮亮,冯明慧,马常念,马良,孟秋峰(80) |
| 苹果树重茬病防治措施 .....         | 周卫东,陈涛(83)             |
| 公主岭市常见蔬菜的营养特性及生长习性 ..... | 丁爱国(85)                |

## 栽培技术

|                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 湘南春茬西瓜大棚立架栽培技术 .....      | 邓朝艳,郑维威,喻志勇,杨颂,骆夏辉,唐志敏(89)     |
| 高山“花椰菜-薹白”轮作模式优化 .....    | 李关发,薛珠政(92)                    |
| 芒果栽培管理技术 .....            | 石金,赵兴东,杨丽华,白亚东,朱海山,周玲,彭磊(96)   |
| 冬枣高效栽培措施 .....            | 李志欣,刘进余,岳雷,张卫东,孙月丽,孙一,邱旭东(100) |
| 玉田县大白菜种植常见气象灾害及预防措施 ..... | 庞博(103)                        |
| 马铃薯缺素症状及应对措施 .....        | 朱默涵(106)                       |

## 《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

2019年 第11期  
(第39卷,总第259期)

主管单位:中华全国供销合作总社

主办单位:中华全国供销合作总社济南果品研究所

主编:冯建华

主任:和法涛

编辑:东莎莎 王春燕

发行:苏娟

出版单位:《中国果菜》编辑部

邮编:250014

地址:山东省济南市燕子山小区东路24号

版权声明:

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

电话:0531-68695431; 85118327

工作QQ:3173024692; 472046681; 1821666284

电子邮箱:zggsxsb@163.com;

zhggc@public.jn.sd.cn

网址: <http://zggsxsb.cnki.net>

刊号:ISSN 1008-1038 CN37-1282/S

国内发行:全国各地邮局

邮发代号:24-137

国外发行:中国出版对外贸易总公司 代号 DK37003

国外总发行:中国国际图书贸易总公司 代号 BM6550

广告许可证:济广字 3701004000549

制版印刷:山东和平商务有限公司

定价:(国内订阅价)人民币 10.00 元/册

(海外订阅价)10.00 元/册

# MAIN CONTENTS

## Circulation and Preservation

Study on the Preservation Effect of Okra at Different Temperature

..... ZHANG Bi-qing, LIN Heng-jin, XU Huai-de(1)

Expression of Lipid Metabolism Genes in Chinese Cabbage during Storage

..... TIAN Shao-nan, LIU Si-jia, WANG Tuo-yi(9)

Advances in Research on Postharvest Softening Mechanism of Edible Fungus Fruiting Bodies

..... DING Shu-dong, LI Yan-jie(13)

## Process

Optimization of Fermentation Technology and Analysis of Flavor Substances of "Changhongzao" Jujube Wine

..... LIU Lin, YU Jiang, DING Nan, LI Ping, WANG Sha-sha, SUN Zhong-guan(20)

Development of Apple *Osmunda japonica* Compound Beverage

..... MA Xin, HU Nan-nan, XU Ling-zhi, JI Rui-fu, YOU Li-xin(26)

Study on the Blending Technology of Wine Cocktail

- WANG Chao-ping, HUA Yu-bo, ZHU Shuang - quan, LIU Tao, ZHANG Ying-chao, TANG Xiao-hong, JIANG Xi-long(31)

## Quality Control

Determination of 5-hydroxymethylfurfural in Soy Sauce by High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry .....

LIU Chao, JING Zan, HUANG Zhi-yong(34)

Research Progress Analysis Technology of Multi-pesticide Residues in Fruits and Vegetables

..... YANG Qing-hua, LI Pao, DING Sheng-hua, DU Guo-rong, JIANG Li-wen, LIU Xia(38)

Study on Application Effect of Hailvsu on Tomato .....

FEI Zhi-ping(43)

Research Status and Problem Analysis on Information Traceability Technology of Agricultural Food Products

..... LI Zhi-cheng, ZHENG Xiao-dong, YAN Xin-huan, SONG Ye, ZHOU Da-sen, ZHAO Heng(45)

Residue Cause and Detection Method of Pesticide in Vegetable .....

CHEN Qu(49)

## Comprehensive Utilization

Evaluation and Comparative Study on Antioxidant Capacity of *Lycium ruthenicum* Murr

..... YIN Min-qiang, WU Jin-long, WANG Tian-qi, YU Qiong-wei, MA Zhao-cheng(52)

Composition Analysis of Volatile Constituents in Calyx of *Physalis pubescens* L.

..... WANG Jing-jing, WANG Ya-nan, CHEN Zan, WANG Jing-jing(57)

Distribution and Accumulation of Tannins in Persimmon

..... ZHANG Chao-yue, LI Hai-gang, XIN Jie, ZHANG Gui-zhi, WANG Shou-qing, LIU Lin(61)

Progress in Polyphenol of Wines .....

HIU Xue-kuan, WANG Yan-li, ZHU He, YANG Tao, XING Yan-xia(65)

## Industry Development

Study on Application Effect of Organic Fertilizer in Apple Production

..... AN Xu-hua, DING Wen-feng, YAN Hong, GONG Yan-hao, GAO Ming, YAO Jing(72)

## Fruit and Vegetable Expo

Breeding and Key Planting Techniques of "Yubohuangdiqu" Grape

..... HAN Peng, HAN Yu-bo, PAN Yue-qing, ZHANG De-he(76)

Comparison of Different Varieties of Tuber Mustard

..... CAO Liang-liang, FENG Ming-hui, MA Chang-nian, MA Liang, MENG Qiu-feng(80)

Control Measures of Continuous Cropping Disease on Apple Tree ..... ZHOU Wei-dong, CHEN Tao(83)

Nutrition Characteristics and Growth Habit of Several Common Vegetables in Gongzhuling City ..... DING Ai-guo(85)

## Cultivation Mangement

Vertical Cultivation Techniques of Spring Watermelon in Southern Hunan

..... DENG Chao-yan, ZHENG Wei-wei, YU Zhi-yong, YANG Song, LUO Xia-hui, TANG Zhi-min(89)

Optimization of Rotation Mode of "Cauliflower and Allium" in Alpine Region

..... LI Guan-fa, XUE Zhu-zheng(92)

Cultivation and Management Technology of Mango

..... SHI Jin, ZHAO Xing-dong, YANG Li-hua, BAI Ya-dong, ZHU Hai-shan, ZHOU Ling, PENG Lei(96)

High Efficiency Cultivation Measures of Winter Jujube

..... LI Zhi-xin, LIU Jin-yu, YUE Lei, ZHANG Wei-dong, SUN Yue-li, SUN Yi, QIU Xu-dong(100)

Common Meteorological Disasters and Preventive Measures of Chinese Cabbage Planting in Yutian County

..... PANG Ba(103)

Lacking Element Symptoms and Countermeasures of Potato ..... ZHU Mo-han(106)



**CHINA FRUIT & VEGETABLE**

No.11 2019 Tot.259

**Publisher:** "China Fruit & Vegetable" Editorial Department

**Editor-in-chief:** FENG Jian-hua

**Director:** HE Fa-tao

**Editors:** DONG Sha-sha WANG Chun-yan

**Publish:** SU Juan

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

**Tel:** 0531-68695431; 85118327

**QQ:** 3173024692; 472046681; 1821666284

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

**Website:** <http://zgpc.cbpt.cnki.net>

**Domestic Standard Serial Number:**

ISSN 1008-1038 CN37-1282/S

**Domestic Distribution:** Post Offices all over China

**Mail No.:** 24-137

**Overseas Distribution:**

The General Foreign Trade Co. China Publishing House

No. DK37003

**Overseas General Distribution:**

China International Book Trading Co. No. BM6550

**Ads License:** 3701004000549

**Price:** ¥10.00

# 不同贮藏温度对黄秋葵保鲜效果的影响研究

张碧青<sup>1</sup>, 林恒进<sup>2</sup>, 徐怀德<sup>2\*</sup>

(1. 西安天丰生物科技有限公司, 陕西 西安 710016; 2. 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 黄秋葵营养丰富, 保健效果好, 但易腐烂, 因此开发利用度不高。为了研究黄秋葵的贮藏保鲜技术, 将新鲜黄秋葵分别在 4、8、25 ℃条件下贮藏, 分析黄秋葵的贮藏期、感官品质、生理指标和营养成分, 以确定其最佳贮藏温度。结果表明, 4 ℃条件下新鲜黄秋葵的贮藏期最长, 可达到 24 d。该温度条件下黄秋葵的呼吸速率得到有效抑制, 果实的衰老进程减慢, 其表面黑色斑点出现的时间也最晚, 感官品质最好。在 4 ℃贮藏至 24 d 时, 黄秋葵粗纤维含量为 3.23%, 叶绿素含量为 9.05 mg/100 g, 可溶性固形物含量为 3.57 °Brix, 蛋白质含量为 1.74%, 抗坏血酸含量为 5.16 mg/100 g, 总酚含量为 8.43 mgGAE/g, 总黄酮含量为 1.14 mg/g。相比于 8 ℃和 25 ℃, 4 ℃条件下贮藏的黄秋葵, 衰老速度减慢, 营养价值保存较好。因此, 试验确定鲜黄秋葵的最佳贮藏温度为 4 ℃。

**关键词:** 黄秋葵; 贮藏温度; 保鲜; 品质; 营养价值

中图分类号: TS255.44      文献标志码: A      文章编号: 1008-1038(2019)11-0001-09

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.001

## Study on the Preservation Effect of Okra at Different Temperature

ZHANG Bi-qing<sup>1</sup>, LIN Heng-jin<sup>2</sup>, XU Huai-de<sup>2\*</sup>

(1. Xi'an Tianfeng Biotechnology Co., Ltd, Xi'an 710016, China; 2. College of Food Science and Engineering Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Okra is valued for its nutrition and high health function. However, okra is hard to store and easy to spoil. For the techniques of okra storage and preservation, the fresh okra was stored at 4 ℃, 8 ℃ and 25 ℃, respectively. The optimum temperature of okra storage was obtained by evaluating the changes of storage time, sensory quality, nutrition constituents and physiological index. The result showed that the longest preservation time was 24 days at 4 ℃. Under this condition, okra respiration rate could be effectively suppressed and it was optimal for maintaining nutrients, slowing the aging process of okra. The appearing time of black spots on its surface was the longest, and the sensory quality was the best. At the end of storage period, soluble solids content of okra was 3.57 °Brix, chlorophyll content was 9.05 mg/100 g, protein content was 1.74%, ascorbic acid content was 5.16 mg/100 g, total phenol content was 8.43 mgGAE/g, total flavonoid content was 1.14 mg/g,

收稿日期: 2019-09-12

作者简介: 张碧青 (1970—), 女, 中级工程师, 主要从事果蔬加工研究工作

\* 通信作者: 徐怀德 (1968—), 男, 教授, 主要从事水果蔬菜贮藏加工方面的研究与教学工作

crude fiber content was 3.23%, caffeine content was 1.60 mg/g. Compared with 8 °C and 25 °C, okra stored at 4 °C showed a slow speed of aging process, and maintained nutrients throughout the period. Thus, the optimum temperature for fresh okra storage was 4 °C.

**Key words:** Okra; storage temperature; preservation; quality; nutrients value

黄秋葵属锦葵科秋葵属草本植物。目前,市场上常见的秋葵分为黄秋葵和红秋葵。收获的最佳果荚长度为8~10 cm,此时果荚鲜绿、果肉脆嫩、种子未老化。黄秋葵营养价值高,嫩果中含有丰富的蛋白质、氨基酸、维生素、矿物质、果胶和多糖等组成的粘性物质。黄秋葵营养丰富,保健效果好,如具有抗疲劳<sup>[1-3]</sup>、抗氧化功效<sup>[4-6]</sup>,能降低人体内血糖、血脂、胆固醇等<sup>[7-8]</sup>;黄秋葵的脂肪、糖、纤维素和半纤维素含量低,可用作减肥食品。

每年5~9月为黄秋葵的采收季节,由于天气炎热,常温下收获的嫩荚几小时内就会减重、失水萎蔫、严重纤维化,导致腐烂变质,无法食用。再加上黄秋葵鲜果水分含量高,呼吸强度大,在贮藏、运输、加工等过程中极易萎蔫、腐烂,给生产加工带来困难。因此目前黄秋葵主要以鲜食为主,深加工产品较少。鉴于此,本试验分析了不同温度贮藏过程中黄秋葵的生理变化和品质变化,以延长黄秋葵的保质期,为进一步生产加工提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

#### 1.1.1 原料

黄秋葵品种为日本五角,2015年7月采收自陕西杨凌奥达果蔬生产基地,果荚嫩绿,长度8~10 cm,形态基本一致;聚乙烯食品级保鲜盒(170 mm×118 mm×70 mm, 1 000 mL)由陕西杨凌奥达果蔬生产基地提供。

#### 1.1.2 试剂

芦丁(纯度≥95%),国药集团化学试剂有限公司生产;抗坏血酸(纯度≥99.7%),天津博迪化工股份有限公司;Folin-Ciocalteu试剂,美国Sigma公司;没食子酸(纯度≥95%),国药集团化学试剂有限公司;咖啡碱(纯度≥98%),南京森贝伽生物科技有限公司;硫酸、盐酸、硼酸、硝酸铝、碱式醋酸铅、碳酸钠、氢氧化钠、氢氧化钾、硫酸铜、2,6-二氯酚靛酚钠、碳酸氢钠、草酸、三氯乙酸、硫代巴比妥酸、乙酸钠、聚乙二醇6000、聚乙烯吡咯烷酮、TritonX-100、愈创木酚、邻苯二酚、乙醇、乙酸、乙醚等均

为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

UV-mini1240型紫外-可见分光光度计,日本岛津公司;DHG-9123A型电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司;ALC-210.3型电子分析天平,赛多利斯艾科勒公司;DDS-307型数显电导率仪,济南捷岛分析仪器有限公司;Talaire-7001型呼吸强度仪,北京康高特科技有限公司;K9840型定氮仪,济南海能仪器有限公司;KDC-40型低速离心机,科大创新股份有限公司中佳分公司;HC-3018R型高速冷冻离心机,安徽中科中佳科学仪器有限公司;HY-4型调速多用振荡器,常州金城教学仪器厂;PAL-1型数显糖度计,日本Atago公司。

### 1.3 试验方法

将新采摘的黄秋葵置于干净试验台面,用鼓风法进行降温,散去田间热,选择果实嫩绿、大小适中、外形良好的原料进行试验。试验中,将原料以(500±5) g的质量分装于聚乙烯保鲜盒中,加盖,分别置于4、8、25 °C(常温)条件下进行贮藏。贮藏过程中,25 °C条件贮藏的原料每2 d抽样测定指标,4 °C和8 °C条件贮藏的原料每3 d抽样测定指标。

### 1.4 指标测定

#### 1.4.1 失重率

失重率的计算公式见式(1)。

$$\omega/\% = \frac{m - m_0}{m} \times 100 \quad (1)$$

式中, $\omega$ 为样品失重率,%; $m$ 为新鲜样品质量,g; $m_0$ 为贮藏后样品的质量,g。

#### 1.4.2 相对电导率

取黄秋葵果皮用打孔器打成大小一致的果皮圆片,取10片于三角瓶中,同时加入30 mL蒸馏水,于振荡器上匀速振荡30 min,测定电导率 $P_1$ ;之后将三角瓶于沸水浴加热10 min,冷却后再测定电导率 $P_2$ 。重复3次,取平均值。电导率的计算方法见式(2)。

$$\text{相对电导率}/\% = \frac{P_1 - P_0}{P_2 - P_0} \times 100 \quad (2)$$

式中,  $P_0$  为蒸馏水的电导率值。

#### 1.4.3 呼吸强度

分别取不同温度贮藏下的黄秋葵样品 100 g, 将其与呼吸强度仪一同放入 5 L 的密闭干燥器中, 放置于各自的贮藏环境中平衡 30 min, 之后每隔 2 h 读一次数。重复 3 次取平均值。呼吸强度的计算公式见式(3)。

$$Q = \frac{1.96 \times \Delta A \times V}{m \times \Delta t} \quad (3)$$

式中,  $Q$  为呼吸强度,  $\text{mg CO}_2/(\text{kg} \cdot \text{h})$ ; 1.96 为相关系数;  $\Delta A$  为呼吸强度仪读数变化,  $\text{mg/kg}$ ;  $V$  为干燥器体积, L;  $m$  为样品质量,  $\text{kg}$ ;  $\Delta t$  为每两次读数间的时间间隔,  $\text{h}$ 。

#### 1.4.4 叶绿素

称取 1.0 g 样品, 加入少量碳酸钙、石英砂和 10 mL、80% 丙酮溶液, 研磨成匀浆至组织变白, 过滤到 50 mL 棕色容量瓶中, 冲洗研钵、残渣数次, 直到滤纸和残渣无绿色。以 80% 丙酮溶液定容, 摇匀, 在 652 nm 波长条件下测吸光度值。重复 3 次, 取平均值。计算方法见式(4):

$$\text{叶绿素含量}/(\text{mg}/100 \text{ g}) = \frac{A_{652} \times 100 \times V}{34.5 \times m} \quad (4)$$

式中,  $A_{652}$  为 652 nm 波长条件下测得的吸光度值;  $V$  为样品提取液总体积, L;  $m$  为样品质量, g。

#### 1.4.5 粗纤维

称取 20.00 g 捣碎的黄秋葵样品, 放入锥形瓶中, 加 200 mL 煮沸的 1.25% 硫酸溶液, 加热微沸, 每 5 min 摇动一次使其充分混合, 维持 30 min, 过滤, 以沸水洗涤至洗液不呈酸性。用 200 mL 煮沸的 12.5 g/L 氢氧化钾溶液将残留物洗入锥形瓶中, 煮沸 30 min, 过滤, 再以沸水洗涤 3 次, 将残留物移入已干燥至恒重的 G2 垂熔坩埚中, 抽滤, 热水洗涤, 抽干, 用乙醇和乙醚依次洗涤。将坩埚和残渣一起放入 105 °C 烘箱烘至恒重<sup>[9]</sup>。计算公式见式(5)。

$$\text{粗纤维含量}/\% = \frac{m_1}{m_2} \times 100 \quad (5)$$

式中,  $m_1$  为残余物恒重后质量, g;  $m_2$  为样品质量, g。

#### 1.4.6 丙二醛

准确称取 1 g 样品, 加入 2 mL 10% 三氯乙酸和石英砂, 研磨成匀浆, 加 8 mL、10% 三氯乙酸继续研磨, 4 000 r/min 离心 10 min, 收集上清液, 即为丙二醛提取液。

取 2 mL 丙二醛提取液至 10 mL 具塞试管, 对照为

蒸馏水, 再加入 2 mL、0.6% 硫代巴比妥酸溶液。摇匀, 于沸水浴中反应 15 min, 迅速冷却, 离心, 收集上清液。分别在 532、600、450 nm 的波长条件下测定吸光度。重复 3 次, 取平均值。

#### 1.4.7 多酚氧化酶活性

参考采用邻苯二酚法的相关研究方法<sup>[9]</sup>, 略做修改。准确称取 5 g 黄秋葵样品, 加 5 mL 提取缓冲液, 研磨成匀浆(冰浴), 4 °C、12 000 r/min 离心 30 min, 收集上层酶提取液, 低温保存备用。

吸取 200  $\mu\text{L}$  酶提取液, 分别加入 50 mmol/L、pH 5.5 乙酸-乙酸钠溶液 4 mL 及 50 mmol/L 邻苯二酚溶液 1 mL, 将反应液迅速置于分光光度室中, 以蒸馏水为对照, 420 nm 波长条件下进行测定, 并开始计时, 每隔 15 s 记录一次吸光值, 至少连续读取 8 组吸光值。重复 3 次, 取平均值。

#### 1.4.8 过氧化物酶活性

参考采用愈创木酚法<sup>[9]</sup>, 略做修改, 酶提取液制备方法同多酚氧化酶。吸取 100  $\mu\text{L}$  酶提取液, 加入 25 mmol/L 愈创木酚溶液 3 mL 和 0.5 mol/L 过氧化氢溶液 200  $\mu\text{L}$ , 将反应液迅速倒入比色皿中, 置于分光光度室中, 以蒸馏水为对照, 470 nm 波长条件下进行测定, 并开始计时, 每隔 15 s 记录一次吸光值, 至少连续读取 8 组吸光值。重复 3 次, 取平均值。

#### 1.4.9 可溶性固形物

取黄秋葵样品 20 g, 加入 100 g 水, 打浆, 用手持数显糖度仪测定可溶性固形物含量。重复 3 次, 取平均值。

#### 1.4.10 蛋白质

采用 GB5009.5-2010《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法进行测定。

#### 1.4.11 抗坏血酸

参考采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定<sup>[10]</sup>。

#### 1.4.12 总酚

参考采用 Folin-Ciocalteu 比色法测定的相关研究方法<sup>[11,12]</sup>, 略做修改。配制 0.1 mg/mL 没食子酸标准溶液, 准确吸取标准溶液 0、0.1、0.5、1、1.4、1.8、2、2.4、2.8、3 mL 于 25 mL 具塞刻度管中, 蒸馏水稀释至 10 mL, 加入 0.5 mL 福林酚试剂, 混匀, 加入 10 mL、7.5% 碳酸钠溶液, 混匀, 25 °C 水浴 60 min, 蒸馏水定容至刻度。以不加样品液为对照, 在 750 nm 波长条件下测吸光度值, 绘制标准曲线。

称取 10 g 黄秋葵样品,加入 100 mL、60%乙醇溶液,在 40 ℃条件下超声提取 40 min,3 500 r/min 离心 10 min,收集上清液,得到提取液。吸取提取液 0.5 mL,按标准曲线制作方法进行测定,得到总酚含量。

#### 1.4.13 总黄酮

参考采用硝酸铝比色法测定的相关研究方法<sup>[3]</sup>,略做修改。配制 0.2 mg/mL 芦丁标准溶液,准确吸取标准溶液 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0 mL 于 10 mL 容量瓶中,加 5%亚硝酸钠溶液 0.3 mL,摇匀,静置 6 min;加 10%硝酸铝溶液 0.3 mL,摇匀,静置 6 min;加 4%氢氧化钠溶液 4 mL,30%乙醇稀释至刻度,摇匀,静置 10~15 min。以不加样品液为对照,在 510 nm 波长条件下测吸光度值,绘制标准曲线。

提取液制备方法同总酚测定。吸取提取液 2 mL,按标准曲线制作方法进行测定,换算出总黄酮含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏温度对黄秋葵贮藏时间及感官的影响

表 1 不同温度下黄秋葵的贮藏时间

Table 1 Storage time of okra at different storage temperature

| 贮藏温度/℃ | 贮藏时间/d | 出现黑色斑点时间/d | 综合感官评价          |
|--------|--------|------------|-----------------|
| 25     | 10     | 5          | 失水严重,组织结构纤维化明显  |
| 8      | 15     | 9          | 失水减缓,组织结构纤维化减轻  |
| 4      | 24     | 20         | 失水缓慢,组织结构纤维化不明显 |

如表1所示,黄秋葵在不同温度条件下贮藏,表现出不同感官质量的变化特性。在贮藏中后期,25、8、4 ℃条件下贮藏的黄秋葵分别在第 5、9、20 d 时,表面开始出现黑色斑点,然后逐渐失去食用价值。25 ℃下黄秋葵的贮藏期最短,为 10 d;其次是 8 ℃,为 15 d;4 ℃条件下的贮藏期最长,达到 24 d,且此时黄秋葵组织结构纤维化不明显。可见,4 ℃能够有效延长黄秋葵的贮藏时间。

### 2.2 不同贮藏温度对黄秋葵生理特性及品质的影响

#### 2.2.1 不同贮藏温度对黄秋葵失重率的影响

失重率是反映果蔬生理及品质的一项重要指标。图 1 显示了不同贮藏温度对黄秋葵失重率的影响,由图可知,黄秋葵的失重率随贮藏时间的延长而增加。在 25 ℃时失重率上升速度最快,第 8 d 达到 2.2%,在第 10 d 迅

速升高到 4.3%,且通过感官鉴定发现,此时的黄秋葵萎蔫和纤维化非常严重,已失去食用价值。8 ℃和 4 ℃保存的黄秋葵与 25 ℃保存的黄秋葵,其失重率有显著差异,但在贮藏的前 9 d,8 ℃和 4 ℃条件下贮藏的黄秋葵失重率差异不明显,从第 12 d 开始二者表现出明显差异。第 12~15 d,8 ℃条件下黄秋葵失重率急剧上升,由 1.6%上升至 4.1%,表现出与 25 ℃条件贮藏后期一样的变化趋势,也失去了食用价值。虽然 4 ℃条件贮藏的黄秋葵失重率从第 12 d 起,也有较为明显的上升趋势,但较 8 ℃条件贮藏的失重少,且在这一时间还具有较好的食用价值,直到第 24 d 时,该条件下贮藏的黄秋葵失重率达到 3.9%,失去食用价值。

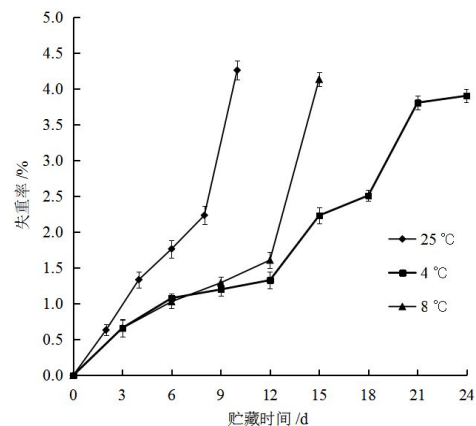


图 1 不同贮藏温度对黄秋葵失重率的影响

Fig.1 Effect of storage temperature on weight loss of okra

#### 2.2.2 不同贮藏温度对黄秋葵相对电导率的影响

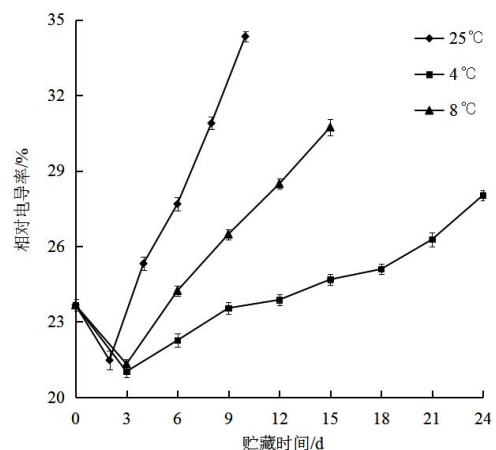


图 2 不同贮藏温度对黄秋葵相对电导率的影响

Fig.2 Effect of different storage temperature on the relative electric conductivity of okra

果蔬的相对电导率是反映果实细胞膜透性的重要指标<sup>[14]</sup>,如图 2 所示,三个温度下贮藏的黄秋葵相对

电导率均呈现出随时间延长先下降后上升的趋势。这是由于果蔬采后进入新环境后,对环境产生应激反应,导致贮藏前期相对电导率下降,适应新环境后,随着果实的衰老,相对电导率呈现出逐渐升高的趋势。由图可知,4℃条件能够有效阻止细胞膜透性增加,抑制黄秋葵衰老,延长贮藏时间。

### 2.2.3 不同贮藏温度对黄秋葵呼吸强度的影响

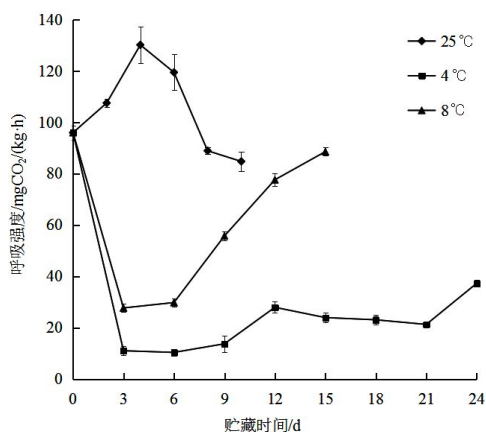


图3 不同贮藏温度对黄秋葵呼吸强度的影响

Fig.3 Effect of different storage temperature on the respiration intensity of okra

果蔬采后仍进行呼吸作用,并与其他生理生化过程密切相关。呼吸浓度能够反映果蔬采后物质代谢和能量代谢的速率,因此是评价果蔬贮藏保鲜效果的一项重要指标<sup>[14]</sup>。由图3可知,25℃条件下,黄秋葵的呼吸强度较高,在前4 d呈上升趋势,第4 d呼吸强度最大,达到130.10 mgCO<sub>2</sub>/(kg·h),然后逐渐下降。8℃和4℃条件下,黄秋葵的呼吸强度较低。8℃条件下,黄秋葵在第3 d的呼吸强度最低,为27.68 mgCO<sub>2</sub>/(kg·h),4℃条件下,黄秋葵在第6 d的呼吸强度最低,为10.36 mgCO<sub>2</sub>/(kg·h),说明降低贮藏环境温度能够有效抑制黄秋葵的呼吸速率,从而减缓果实中蛋白质、糖类等物质的消耗,使果实品质得以保持,二者在贮藏中后期呼吸强度有所上升,营养物质消耗加速,果实逐渐失去食用品质。

### 2.2.4 不同贮藏温度对黄秋葵叶绿素含量的影响

图4表明,黄秋葵在贮藏过程中,叶绿素不断分解,类胡萝卜素等其他色素逐渐显现,使果实表现色泽变黄变暗,影响其感官品质,降低果实新鲜度,使其失去商品价值。图5表明,在三种不同温度下,黄秋葵叶绿素含量随贮藏时间的延长而降低,25℃时叶绿素含量下降最

快,其次为8℃,4℃下降最慢。因此,降低贮藏环境温度能够在一定程度上抑制黄秋葵叶绿素的分解。本试验中,在4℃条件下贮藏至24 d时,黄秋葵叶绿素含量为9.05 mg/100 g,这与国内相关研究中得到的黄秋葵失去食用价值时的叶绿素含量为7.96 mg/100 g的结果基本一致<sup>[15]</sup>。

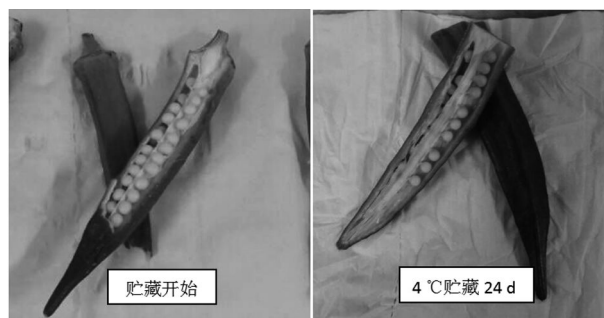


图4 黄秋葵贮藏前后色泽对比图

Fig.4 Color contrast of okra before and after storage

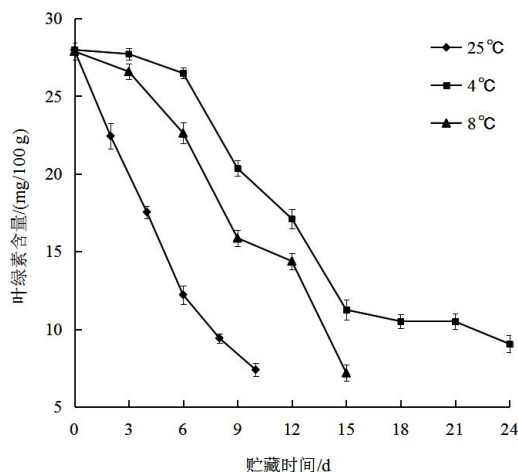


图5 不同贮藏温度对黄秋葵叶绿素含量的影响

Fig.5 Effect of different storage temperature on the chlorophyll content of okra

### 2.2.5 不同贮藏温度对黄秋葵粗纤维含量的影响

黄秋葵在贮藏过程中,随着果实的衰老,组织结构逐渐纤维化,食用品质下降,因此可通过粗纤维含量来评定黄秋葵的食用价值。如图6(见下页)所示,三个温度条件下贮藏的黄秋葵中,粗纤维含量均随贮藏时间的延长而增加,但差异非常明显,25℃条件的粗纤维含量增加最快最多,贮藏结束时达到4.57%;其次为8℃条件的,贮藏结束时达到3.51%;4℃条件下的粗纤维含量增加最为缓慢,且贮藏结束时含量最低,为3.23%,这与感官评价中通过观察所得结果相吻合。

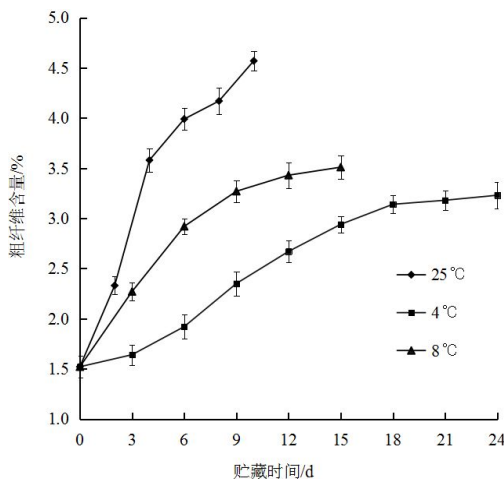


图6 不同贮藏温度对黄秋葵粗纤维含量的影响

Fig.6 Effect of different storage temperature on the crude fiber content of okra

### 2.3 不同贮藏温度对黄秋葵衰老指标的影响

#### 2.3.1 不同贮藏温度对黄秋葵丙二醛(MDA)含量的影响

MDA 是果蔬膜脂过氧化的主要产物之一,其含量可以反映膜脂过氧化的程度、衡量果实衰老进程<sup>[14]</sup>。从图 7 可知,黄秋葵在三种贮藏温度下,丙二醛含量均为先降低后升高,这与相对电导率的变化趋势一致,进一步论证了黄秋葵贮藏过程中的衰老过程。可见,4 °C 条件能够有效抑制黄秋葵中 MDA 的生成,延缓衰老,延长贮藏期。

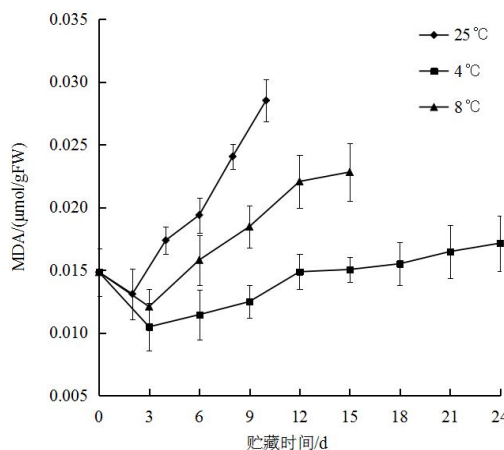


图7 不同贮藏温度对黄秋葵 MDA 含量的影响

Fig.7 Effect of different storage temperature on MDA content of okra

#### 2.3.2 不同贮藏温度对黄秋葵多酚氧化酶活性的影响

图 8 显示了不同贮藏温度对黄秋葵多酚氧化酶活性的影响,由图可知,黄秋葵多酚氧化酶活性在贮藏过程中先降低后升高。25 °C 贮藏到第 4 d,黄秋葵中的多酚氧化

酶活性降到最低,为  $21.82 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ,然后逐渐上升到  $49.28 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ;8 °C 条件下,第 6 d,黄秋葵中多酚氧化酶活性降到最低,为  $21.09 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ,再上升到  $43.96 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ;4 °C 条件下,第 3 d,黄秋葵中多酚氧化酶活性降到最低,为  $12.14 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ,然后逐步上升,达到  $42.17 \Delta OD_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。可见,降低贮藏温度能够有效抑制黄秋葵多酚氧化酶的活性,从而减缓多酚类物质的分解速率。

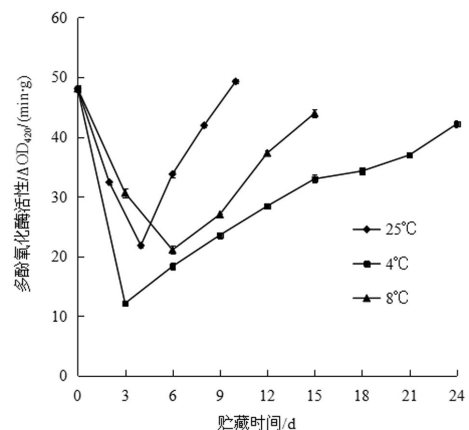


图8 不同贮藏温度对黄秋葵多酚氧化酶活性的影响

Fig.8 Effect of different storage temperature on the polyphenol oxidase activity of okra

#### 2.3.3 不同贮藏温度对黄秋葵过氧化物酶活性的影响

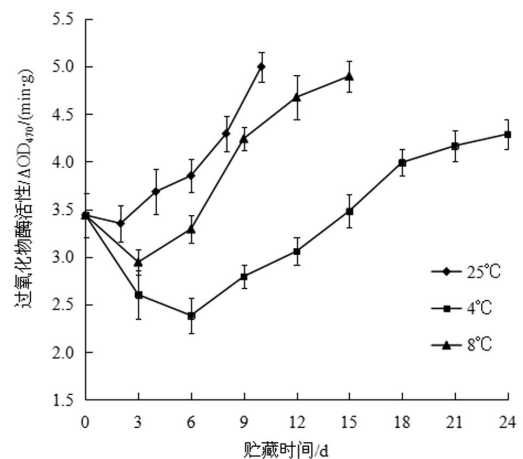


图9 不同贮藏温度对黄秋葵过氧化物酶活性的影响

Fig.9 Effect of different storage temperature on the peroxidase activity of okra

不同贮藏温度对黄秋葵过氧化物酶活性的影响如图 9 所示,由图知,随着贮藏时间的延长,黄秋葵中过氧化物酶活性逐渐升高,25 °C 条件下,其活性逐渐上升至  $4.99 \Delta OD_{470}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ;8 °C 条件下,过氧化物酶活性最终达

到  $4.90 \Delta OD_{470}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ;  $4^\circ\text{C}$  条件下,黄秋葵的过氧化物酶活性在贮藏至 24 d 时为  $4.29 \Delta OD_{470}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。由此可知,降低贮藏温度能够明显抑制黄秋葵的过氧化物酶活性,从而延缓果实的褐变速率。

## 2.4 不同贮藏温度对黄秋葵营养成分的影响

### 2.4.1 不同贮藏温度对黄秋葵可溶性固形物含量的影响

黄秋葵中的可溶性固形物能直接反映出黄秋葵中可溶性糖、酸、维生素、矿物质等含量,影响黄秋葵果实的风味和口感,因而是一项评价黄秋葵生理品质的重要指标<sup>[14]</sup>。图 10 显示了不同贮藏温度对黄秋葵可溶性固形物含量的影响,由图可知,在贮藏期间,可溶性固形物变化趋势为先降低后升高又降低,这是由于在贮藏开始时,黄秋葵为适应新的环境,通过降低可溶性固形物含量来抵抗外界的逆境伤害;当适应新环境后,可溶性固形物含量又会上升,而后随着贮藏期的延长,由于变质及微生物的消耗和破坏,可溶性固形物含量逐渐降低<sup>[9]</sup>。在贮藏后期,  $25^\circ\text{C}$  条件下,黄秋葵的可溶性固形物含量下降最快,从  $6.13^\circ\text{Brix}$  下降到  $3.83^\circ\text{Brix}$ 。  $4^\circ\text{C}$  条件下的黄秋葵可溶性固形物含量下降最慢,到贮藏的第 24 d 才下降到  $3.57^\circ\text{Brix}$ ,与常温条件贮藏的黄秋葵有显著差异,这说明在  $4^\circ\text{C}$  条件下贮藏能够很好地保持黄秋葵可溶性固形物的含量。

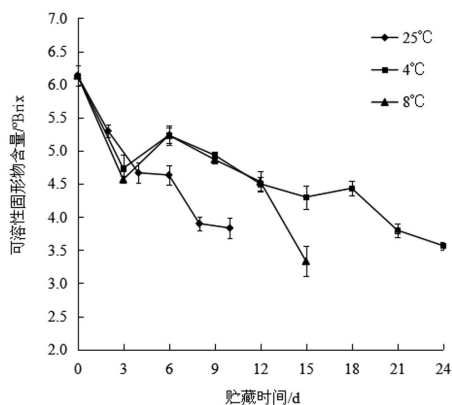


图 10 不同贮藏温度对黄秋葵可溶性固形物含量的影响

Fig.10 Effect of different storage temperature on the total soluble solids of okra

### 2.4.2 不同贮藏温度对黄秋葵蛋白质含量的影响

由于黄秋葵采后仍进行呼吸等生理作用,会消耗掉果实中的部分蛋白质,因此蛋白质含量也是反映黄秋葵品质的重要指标之一。如图 11 所示,黄秋葵在三个不同温度条件下贮藏,蛋白质含量均随着贮藏时间的延长而下降。  $4^\circ\text{C}$  条件蛋白质含量下降速率最为缓慢,贮藏结束

时含量为  $1.74\%$ 。由此可知,降低温度可抑制黄秋葵的呼吸速率,减少对蛋白质的消耗,使蛋白质含量下降的速度减缓。

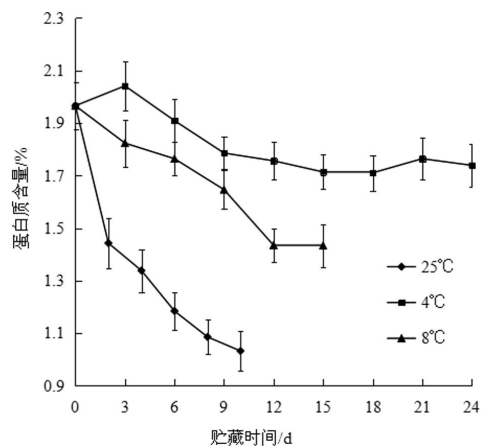


图 11 不同贮藏温度对黄秋葵蛋白质含量的影响

Fig.11 Effect of storage temperature on protein content of okra

### 2.4.3 不同贮藏温度对黄秋葵抗坏血酸含量的影响

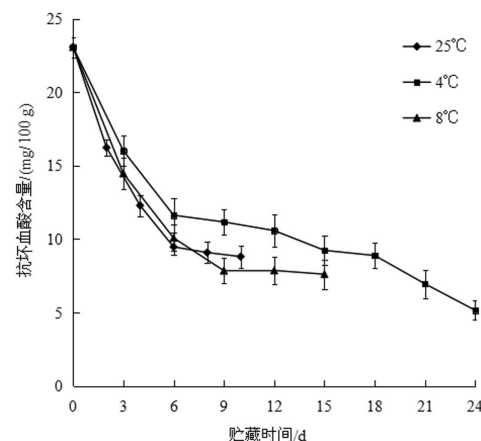


图 12 不同贮藏温度对黄秋葵抗坏血酸含量的影响

Fig.12 Effect of different storage temperature on the ascorbic acid content of okra

抗坏血酸为还原型维生素 C, 是人体所需最重要的维生素之一, 而人体每天摄入维生素 C 的 98% 来源于果蔬, 因此抗坏血酸含量变化是衡量果蔬贮藏条件的一个重要指标<sup>[14]</sup>。图 12 表明, 三个不同温度条件下, 黄秋葵中抗坏血酸含量随着贮藏时间延长而下降, 其中  $25^\circ\text{C}$  和  $8^\circ\text{C}$  条件下, 抗坏血酸含量下降的趋势基本一致,  $4^\circ\text{C}$  条件下黄秋葵的抗坏血酸含量下降速度相对较慢, 说明  $4^\circ\text{C}$  条件贮藏有助于减缓黄秋葵中抗坏血酸的分解速度。本试验结果中, 得到黄秋葵在  $4^\circ\text{C}$  条件下贮藏时抗坏血酸含

量由 23.07 mg/100 g 降低到 5.16 mg/100 g,与国内相关研究中测得的黄秋葵中抗坏血酸含量结果基本一致<sup>[15,17]</sup>。

#### 2.4.4 不同贮藏温度对黄秋葵总酚含量的影响

在贮藏过程中,黄秋葵果实里含有的各种酶使酚类物质分解,降低了总酚含量<sup>[14]</sup>。图 13 表明,三个不同温度条件下,黄秋葵中的总酚含量逐渐下降,在第 10 d 时,25℃条件下黄秋葵的总酚含量为 9.09 mgGAE/g,在第 15 d 时,8℃条件下总酚含量为 9.31 mgGAE/g,4℃条件下总酚含量为 10.04 mgGAE/g。可见,25℃条件下的总酚含量下降最快,4℃条件下的总酚含量下降最慢。

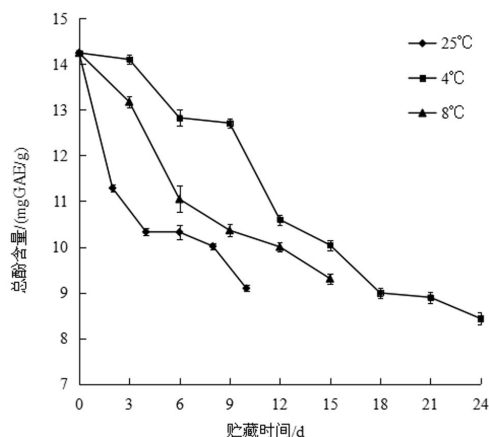


图 13 不同贮藏温度对黄秋葵总酚含量的影响

Fig.13 Effect of different storage temperature on the total phenol content of okra

#### 2.4.5 不同贮藏温度对黄秋葵总黄酮含量的影响

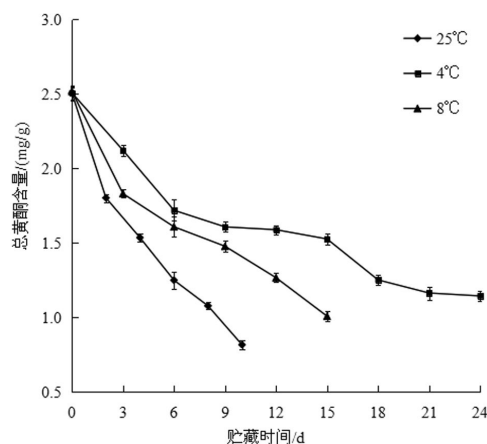


图 14 不同贮藏温度对黄秋葵总黄酮含量的影响

Fig.14 Effect of different storage temperature on the total flavonoids content of okra

图 14 显示了不同贮藏温度对黄秋葵总黄酮含量的影响。由图可知,在三种不同温度下,黄秋葵总黄酮含量

均逐渐下降,25℃条件下的总黄酮含量下降最快,4℃条件下的总黄酮含量下降最慢。在贮藏至 24 d 时,25℃条件的黄秋葵总黄酮含量为 0.82 mg/g,8℃条件的总黄酮含量为 1.01 mg/g,4℃条件的总黄酮含量为 1.14 mg/g。由此可知,较低的贮藏温度有利于减缓黄秋葵中总黄酮含量的降低。

### 3 结论

本文以黄秋葵为原材料,研究了不同贮藏温度对其品质的影响,为黄秋葵的贮藏保鲜技术提供理论依据。通过试验发现,4℃为黄秋葵的最佳贮藏温度。在该温度下贮藏黄秋葵,能够有效抑制其呼吸速率,使呼吸强度维持在 10.36~21.26 mgCO<sub>2</sub>/(kg·h)的较低水平,有效抑制了细胞膜脂过氧化作用,相对电导率升高速率和丙二醛含量增加速率也明显减缓,从而使黄秋葵营养成分得到保存,明显减缓了果实的衰老进程。而且,该条件下,黄秋葵的贮藏期能够达到 24 d,表面黑色斑点出现的时间最晚,感官品质也最好。4℃条件下贮藏至 24 d 时,叶绿素含量为 9.05 mg/100 g,粗纤维含量为 3.23%;黄秋葵的营养成分保持较好,其可溶性固形物含量为 3.57 °Brix,蛋白质含量为 1.74%,抗坏血酸含量为 5.16 mg/100 g,总酚含量为 8.43 mgGAE/g,总黄酮含量为 1.14 mg/g。

#### 参考文献:

- [1] 李建华, 陈珊. 黄秋葵水提取液抗疲劳的药效学观察[J]. 中国运动医学, 2004, 23(2): 196-197.
- [2] 王君耀, 周峻. 黄秋葵抗疲劳作用的研究[J]. 中国现代应用药学志, 2003, 20(4): 316-317.
- [3] 徐天姿, 单雪峰, 孙炜. 黄秋葵黄酮抗小鼠运动性疲劳的作用及其机理研究[J]. 中华中医药学刊, 2014(4): 880-882.
- [4] 陈艳珍, 宋新华. 黄秋葵果实粉对衰老模型小鼠抗氧化能力的影响[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(15): 19-21.
- [5] 贾陆, 李焕芬, 敬林林. 黄秋葵正丁醇部位化学成分的研究[J]. 中草药, 2010, 41(11): 1771-1773.
- [6] 李孟秋, 翟俊乐, 田欢, 等. 黄秋葵提取物体外抗氧化活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2015(10): 65-69.
- [7] 任丹丹, 陈谷. 黄秋葵多糖的提取、分离及其体外结核胆酸盐能力的分析[J]. 食品科学, 2010, 31(13): 110-113.

(下转第 19 页)

# 大白菜贮藏过程中脂类代谢基因的表达

田少楠, 刘思佳, 王拓一\*

(齐齐哈尔大学食品与生物工程学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161000)

**摘要:** 为了探索 *LIP2* 和 *LOX2* 两个基因在大白菜贮藏过程中的生理功能, 利用荧光定量 PCR 技术研究 *LIP2* 和 *LOX2* 在光照和黑暗条件下贮藏过程中的表达规律, 测定脂肪含量的变化。结果显示, 与光照贮藏条件相比, 黑暗条件下 *LIP2* 和 *LOX2* 表达量呈现上调趋势, 而脂肪含量呈下降趋势。因此, 可以推测在大白菜贮藏过程中, *LIP2* 和 *LOX2* 两个基因可能主要起到了脂肪代谢作用。

**关键词:** *LIP2*; *LOX2*; 大白菜; 脂类代谢; 基因表达

中图分类号: Q945.6+6

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0009-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.002

## Expression of Lipid Metabolism Genes in Chinese Cabbage during Storage

TIAN Shao-nan, LIU Si-jia, WANG Tuo-yi\*

(College of Food and Bioengineering, Qiqihar University, Qiqihar 161000, China)

**Abstract:** To explore the physiological functions of *LIP2* and *LOX2* genes in Chinese cabbage during the storage, fluorescence quantitative PCR was used to study the expression of *LIP2* and *LOX2* during the storage and the change of fat content. Compared with the light storage condition, the *LIP2* and *LOX2* expressions were up-regulated under night conditions, while the fat content showed a downward trend. So we calculated that *LIP2* and *LOX2* may mainly play a role in fat metabolism of Chinese cabbage during the storage.

**Key words:** *LIP2*; *LOX2*; Chinese cabbage; lipid metabolism; gene expression

大白菜是十字花科芸薹属蔬菜作物, 原产于我国, 同时兼备食用价值与药用价值<sup>[1]</sup>。据农业部种植业管理司统计数据显示, 我国大白菜秋播面积约 165 万  $\text{hm}^2$ , 居各类蔬菜之首, 是最重要的“秋储菜”品种之一。近年来的研究表明, 大白菜贮藏过程中损失较大, 尤其是营养与风

味损失严重<sup>[2]</sup>。

有学者前期对贮藏过程中的大白菜基因表达进行了转录组分析, 发现 *LIP2* 和 *LOX2* 是脂肪代谢过程中的两个关键调控基因。*LIP2* 基因是从脂溶性酵母 *Yarrowialipolytica* 中分离得到的<sup>[3]</sup>, 其脂肪酶 *LIP2* 是一种优良的脂肪酶, 有

收稿日期: 2019-07-09

基金项目: 黑龙江省教育厅青年创新人才项目(135309371)

作者简介: 田少楠(1994—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为大白菜采后贮藏的分子机理

\* 通信作者: 王拓一(1978—), 男, 副教授, 主要从事大白菜采后贮藏的分子机理研究与教学工作

很高的酯化、水解、转酯活性<sup>[4]</sup>。脂氧合酶(lipoxygenase, LOX)也称为氧合酶,即亚油酸氧化还原酶,是植物十八碳酸代谢途径的关键酶,广泛存在于高等植物与动物体内,与种子的生长发育、衰老等植物生化、生理密切相关<sup>[5-6]</sup>。LOX2是植物脂氧合酶多基因家族成员<sup>[7-8]</sup>。LIP2和LOX2在大白菜贮藏过程中的生理功能尚不明确。因此,开展LIP2和LOX2大白菜贮藏过程中生理功能的研究,旨在提高大白菜在贮藏过程中的品质,同时为大白菜贮藏方式的选择提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

大白菜:购于黑龙江省齐齐哈尔市农贸市场。

试剂:Trizol、三氯甲烷、无水乙醇、异丙醇、盐酸、石油醚(30~60℃沸程)、DEPC处理水、DNAMarker、6×loading buffer、TB Green™ Premix Ex Taq™ II、PrimeScript™ RT reagent Kit、琼脂糖、Super GelRed、50×TAE缓冲溶液、qRT-PCR引物。

### 1.2 仪器与设备

DYY-10C电泳仪,北京市六一仪器厂;CFX96 Real-Time PCR仪,Bio-Rad公司;BS-223-S电子分析天平,常州润华电器有限公司;TD5Z冷冻离心机,盐城市凯特实验仪器有限公司;P70D20TJ-D3微波炉,格兰仕微波炉电器邮箱公司;WD-9403C紫外分析仪,北京市六一仪器厂;HH-S型水浴锅,巩义市予华仪器有限责任公司;101-1-BS电热恒温鼓风干燥箱,上海跃进医疗器械厂。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 大白菜叶、根的总RNA提取

称取0.1 g大白菜叶组织和根组织放入1.5 mL RNase-free EP管中,分别在两支EP管中加入0.5 mL Trizol试剂,冰上进行研磨后,按照Trizol试剂盒提取RNA步骤进行分离提取,70%乙醇洗涤后离心得到RNA,室温干燥沉淀;加入20 μL DEPC处理水溶解,取1

μL RNA样品进行电泳检测,紫外分光光度测量RNA浓度,并于-80℃进行保存。

#### 1.3.2 cDNA的合成

根据5×PrimeScript RT Master Mix 6 μL、RNA 4 μL、ddH<sub>2</sub>O 10 μL配置20 μL标准反应体系;混合均匀后离心,反应条件为37℃、30 min、85℃、5 s、4℃无限循环,反应循环数为40个;反转录合成的cDNA稀释10倍使用。

#### 1.3.3 Real-time qPCR分析

用Real-time qPCR检测大白菜叶部和根部差异表达mRNA的表达量。反应体系包括5 μL TB-Green、0.5 μL PCR Forward Primer (10 μmol)、0.5 μL PCR Reverse Primer (10 μmol)、3 μL ddH<sub>2</sub>O、1 μL样品cDNA,构成总体积为10 μL反应体系。反应条件为95℃ 30 s、95℃、5 s、60℃、10 s、40个PCR循环,采用默认设置自动生成Ct值。每个样品设置3个重复,用相对定量2-ΔΔCt法计算分析基因的表达水平。

#### 1.3.4 基因引物序列

基因序列来自brassicadb.org,并利用NCBI-BLAST进行对比。基因引物序列获取自<https://biobd.swu.edu.cn/qprimerdb/primers>,并利用NCBI-Primer-BLAST进行验证<sup>[9]</sup>,见表1。

#### 1.3.5 大白菜脂肪提取

参考GB 5009.6-85对食品脂肪的检验方法,选择酸水解法,并根据郭盛斌<sup>[10]</sup>的改进方法进行操作。称取样品约2 g于50 mL大试管中,对样品进行酸水解、脂肪提取,依据公式计算出脂肪含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 大白菜中脂肪代谢基因在光照与黑暗条件下的表达

#### 2.1.1 大白菜中LIP2基因在光照与黑暗条件下的表达

如图1、图2所示,大白菜叶部和根部LIP2基因mRNA表达量在黑暗条件下均随贮藏时间的增加而增加,并且在脂肪含量测定中叶部在光照和黑暗条件下随

表1 引物序列表

Table 1 List of primers

| 基因名称 | 基因库名称     | 注释     | 说明   | 序列(5'→3')               |
|------|-----------|--------|------|-------------------------|
| LIP2 | Bra017113 | RT-PCR | 正向序列 | CTAATCTAAACAACATGGCCCCG |
|      |           | RT-PCR | 反向序列 | TATTGACTCCACATGCCTTAGG  |
| LOX2 | Bra003526 | RT-PCR | 正向序列 | GCTGAAACTTTGGACACTACG   |
|      |           | RT-PCR | 反向序列 | TTTITAGCTCTTCTCTGTAGGC  |

贮藏时间增加而下降,仅根部在黑暗条件下增加。由此,可以推断 *LIP2* 基因在贮藏过程中可能具有脂肪代谢作用。王景乐<sup>[1]</sup>研究也指出,*LIP2* 基因对于脂合成、脂水解、脂交换等均具有重要的催化作用,这与本研究的结果一致。

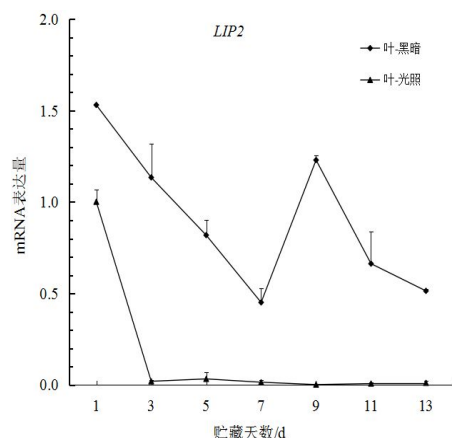


图1 大白菜 *LIP2* 基因叶部在光照和黑暗条件下的表达

Fig.1 The expression of *LIP2* gene in leaves under light and night condition in Chinese cabbage

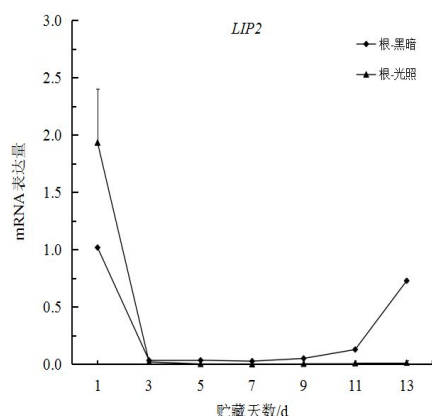


图2 大白菜 *LIP2* 基因根部在光照和黑暗条件下的表达

Fig.2 The expression of *LIP2* gene in roots under light and night condition in Chinese cabbage

### 2.1.2 大白菜中 *LOX2* 基因在光照与黑暗条件下的表达

如图 3、4 所示,大白菜在贮藏过程中叶部和根部的 *LOX2* 基因 mRNA 表达量在黑暗条件下比在光照条件下高,且随贮藏时间增加而增加。在脂肪含量测定过程中,叶部和根部的脂肪含量处于下降趋势。因此,可以推断 *LOX2* 基因在贮藏过程中对脂肪起到了一定的代谢作用。同时,有研究表明,*LOX* 表达可导致细胞膜功能紊乱,通过多不饱和脂肪酸的过氧化作用导致细胞破坏,并且 *LOX* 可能参与乙烯刺激和生产的反馈回路,从而促进成熟过程<sup>[12-13]</sup>。ERIN BELL 等<sup>[14]</sup>的研究表明,*LOX* 的同工酶主要

在叶片以外的组织中表达,这与本研究结果较为一致。由此,可以推断大白菜 *LOX2* 基因可能为其脂肪代谢基因。

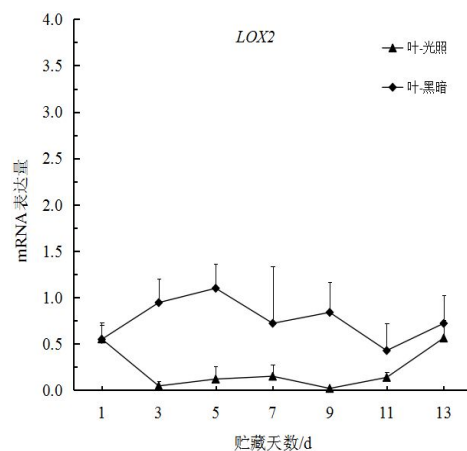


图3 大白菜 *LOX2* 基因叶部在光照和黑暗条件下的表达

Fig.3 The expression of *LOX2* gene in leaves under light and night condition in Chinese cabbage

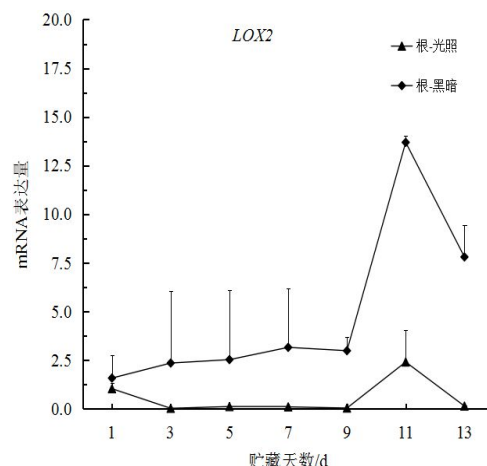


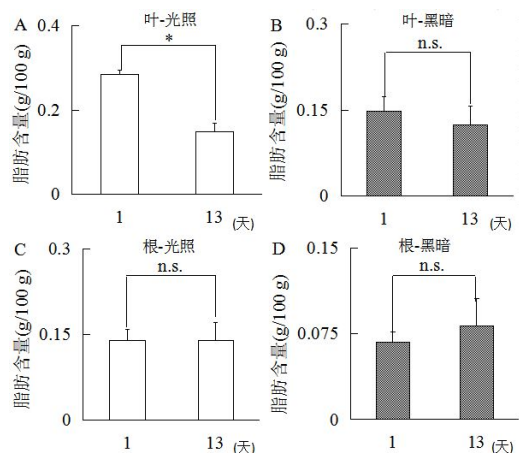
图4 大白菜 *LOX2* 基因根部在光照和黑暗条件下的表达

Fig.4 The expression of *LOX2* gene in roots under light and night condition in Chinese cabbage

### 2.2 大白菜在光照和黑暗条件下贮藏过程中的脂肪含量

图 5(见下页)为大白菜叶部与根部在光照和黑暗条件下脂肪含量的表达。根据基因表达差异分析,可以得出在光照贮藏条件下,叶部  $P=0.011\ 835$ (图 5A),根部  $P=0.749\ 379$ (图 5B),大白菜叶部脂肪含量随贮藏时间的增加而下降的趋势明显,而在黑暗贮藏条件下,叶部  $P=0.441\ 014$ (图 5C),根部  $P=0.663\ 504$ (图 5D),大白菜叶部和根部的脂肪含量随贮藏时间的增加均表现不显著。这与我们所做脂肪代谢基因所得到的结论一致。由此,我们认为在贮藏过程中光照会对脂肪代谢产生影响。郭兵等<sup>[15]</sup>研究也表明,过低和过高的光照强度都不利于不饱

和脂肪酸的积累,适宜的光照可以对植物的脂肪含量产生影响,这与本研究结果一致。



A:光照贮藏条件下大白菜叶部脂肪含量变化;B:黑暗贮藏条件下大白菜叶部脂肪含量变化;C:光照贮藏条件下根部脂肪含量变化;D:黑暗贮藏条件下大白菜根部脂肪含量变化

图5 大白菜叶部与根部在光照和黑暗条件下脂肪含量的表达  
Fig.5 Expression of Chinese cabbage leaves and roots under light and night conditions

注:采用 t 检验对数据进行分析。各误差条均为 SEM,\*表示  $P < 0.05$ ; \*\*表示  $P < 0.01$ ; \*\*\*表示  $P < 0.001$ ; n.s.表示无明显差异。

## 2.3 目标基因表达的差异性

表2 目标基因差异表达

Table 2 Differential gene expression

| 基因名称 | 基因库名称     | T02VST01 | T03VST01 | T03VST02 |
|------|-----------|----------|----------|----------|
| LIP2 | Bra017113 | -5.21699 | -7.77904 | -2.62537 |
| LOX2 | Bra003526 | -4.8935  | -8.66571 | -3.9239  |

注:T01、T02和T03分别指1、10、20 d在光照与黑暗条件下贮藏的大白菜样品。

由表2可知,对贮藏过程中大白菜基因表达的转录组分析中,发现 LIP2 和 LOX2 随贮藏时间的增加,呈现差异表达。

## 3 结论

通过以上研究,我们可以得出 LIP2 和 LOX2 在大白菜贮藏过程中均对脂肪起到代谢作用,并且在对贮藏过程中大白菜基因表达的转录组分析中,发现 LIP2 和 LOX2 随贮藏时间的增加,呈现差异表达。利用光照对大白菜进行贮藏,调控脂肪代谢基因,能减少大白菜中脂肪的流失,提高大白菜在贮藏过程中的营养价值。研究还发现,可以认为在大白菜贮藏方式上给予光照处理,可以起到延长大白菜货架期的效果。

## 参考文献:

- [1] 王中江,江连洲,李杨,等.大豆制品的营养成分及研究进展[J].中国食物与营养,2010(4):16-19.
- [2] 王天远.大白菜贮藏技术[J].农业开发与装备,2014(2):122.
- [3] GEORGES P, WANG HJ, FRANCK F, et al. Characterization of an extracellular lipase encoded by LIP2 in *Yarrowia lipolytica*[J]. Journal of bacteriology, 2000: 2802-2810.
- [4] 邱玉龙,邓冬梅,潘淑兰,等.解脂耶氏酵母脂肪酶 Lip2 与疏水蛋白 SC3 融合表达及催化性质 [J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(9): 21-26.
- [5] 赵艳,刘晓鑫,翟莹,等.大豆 LOX2 基因表达分析及其启动子预测[J].西南农业学报,2017,30(3):505-509.
- [6] 李靖,马长乐.植物脂氧合酶研究进展 [J]. 生物学杂志, 2007, 24(6): 5-8.
- [7] 沙伟,任巍巍,马天意.脂氧合酶基因在植物中的研究进展 [J]. 分子植物育种, 2019, 9(15): 19.
- [8] ROBERTO BA, LEIF-ALEXANDER G, RENATE N, et al. Regio and stereoselectivity of malt lipoxigenases LOX1 and LOX2[J]. Journal of the institute of brewing, 2005, 7.
- [9] YE J, COULOURIS GEORGE, ZARETSKAYA Irena, et al. Primer-BLAST: A tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction[J]. BMC bioinformatics, 2012, 13(1).
- [10] 郭盛斌.酸水解法提取食品中脂肪的实际操作 [J]. 冷饮与速冻食品工业, 2002(01): 29-44.
- [11] 王景乐.脂肪酶工程菌构建、表达、纯化及酶学性质分析 [J]. 畜牧兽医科学, 2019(9): 42-43.
- [12] ROGIER SY, KUMAR GNM, KNOWLES NR. Maturation and ripening of fruit of *Amelanchier alnifolia* Nutt. are accompanied by increasing oxidative stress [J]. Annals of botany, 1998, 81: 203-211.
- [13] ZHANG C, SHAO Q, CAO SX, et al. Effects of postharvest treatments on expression of three lipoxigenase genes in oriental melon (*Cucumis melo* var. *makuwa* Makino)[J]. Postharvest biology and technology, 2015, 110: 229-238.
- [14] BELL E, CREELMAN RA, MULLET JE. A chloroplast lipoxigenase is required for wound-induced jasmonic acid accumulation in Arabidopsis [J]. Plant biology, 1995, 92: 8675-8679.
- [15] 郭兵,龚阳敏,万霞,等.光强和温度对球等鞭金藻 (*Isochrysis sphaerica*) 生长及其脂肪酸的影响[J].中国油料作物学报, 2011, 33(3): 295-301.

# 食用菌子实体采后软化机制的研究进展

丁树东, 李艳杰\*

(山东理工大学农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255000)

**摘要:**食用菌味道鲜美, 营养丰富, 目前已成为我国饮食结构的重要组成部分。然而由于缺乏保护结构及采后旺盛的生理代谢作用, 食用菌采后极易出现软化、褐变等现象。其中, 软化作为采后最为直观的劣变现象, 严重影响了食用菌的品质及商品价值。本文综述了食用菌子实体软化过程中细胞壁组分的降解及结构的改变以及细胞壁降解酶与食用菌子实体软化的关系, 进一步探究了食用菌采后子实体质地软化的机制, 为食用菌的贮运和保鲜提供了理论依据。

**关键词:**食用菌; 软化; 细胞壁降解酶; 细胞壁代谢

中图分类号: TS255.36

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0013-07

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.003

## Advances in Research on Postharvest Softening Mechanism of Edible Fungus Fruiting Bodies

DING Shu-dong, LI Yan-jie\*

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

**Abstract:** Edible fungus have become an important part of our diet because of its flavor and nutrition. However, due to the lack of protective structure and the vigorous physiological metabolism after harvest, the edible fungus is prone to softening, browning and other deterioration after harvest. Softening, as the most intuitive deterioration phenomenon of edible fungi after harvest, has seriously affected the quality and commercial value of edible fungi. In this paper, we reviewed the relationship between the degradation of cell wall components and the changes of structure, the degradation of cell wall degrading enzymes and the softening of edible mushroom fruiting bodies during edible fungus softening, explored the mechanism of softening of fruiting bodies after harvesting of edible fungi, and provided the theoretical basis for storage, transportation and preservation of edible fungi.

**Key words:** Edible fungi; softening; cell wall degrading enzyme; cell wall metabolism

收稿日期: 2019-10-10

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(31601394)

作者简介: 丁树东(1995—), 男, 在校硕士研究生, 研究方向为果蔬加工与贮藏

\* 通信作者: 李艳杰(1984—), 女, 副教授, 主要从事果蔬加工与贮藏研究与教学工作

食用菌(edible fungi)是食用真菌的简称,指那些可供人类食用的大型真菌。近年来我国食用菌产量和产值不断增加,截至2015年,食用菌产业已成为继粮食、蔬菜、果树、油料之后的第五大产业<sup>[1]</sup>。食用菌味道鲜美,营养丰富,与其他果蔬等植物性食品相比,具有蛋白质、多糖、维生素含量高,脂肪含量低的特点<sup>[2]</sup>;且食用菌还有一定的生理活性功能,如抗肿瘤<sup>[3]</sup>、免疫调节<sup>[4]</sup>和降脂保肝等作用,因此受到广大消费者的青睐。

食用菌采后进行着许多复杂的生理变化及形态学变化,包括水分、营养物质、风味、色泽和质地的变化等。其中子实体软化一直是食用菌采后贮藏领域讨论的焦点。而细胞壁组分的降解及结构的改变被认为是导致子实体质地软化的主要原因。本文通过综述食用菌子实体老化过程中细胞壁组分的降解及结构的改变、细胞壁降解酶与食用菌子实体软化的关系,探讨了食用菌子实体质地软化的机制,为进一步研究食用菌贮藏、保鲜提供理论依据。

## 1 食用菌采后的主要生理变化

食用菌采后呼吸作用和蒸腾作用旺盛,是缺乏保护性的表皮结构,因此极易受到机械损伤和微生物侵染,造成品质下降。食用菌品质的劣变是一个复杂的、多方面生理生化变化参与的综合过程,包括细胞壁的变化、营养物质的消耗、呼吸作用和各种代谢过程。研究表明,室温状态下,食用菌在3~5 d便会出现褐变、质地变化、开伞、菇柄伸长、出现异味,在贮藏后期甚至出现自溶、腐烂等问题,这些现象大大地降低了食用菌的食用价值和商品价值。其中,质地变化是影响消费者对产品接受性的重要因素<sup>[5]</sup>,主要表现为子实体硬度下降、后熟软化。因此,子实体软化一直是食用菌采后贮藏领域讨论的焦点。

## 2 食用菌采后软化机理

目前,研究发现采后食用菌软化的原因大致分为细胞壁代谢<sup>[6]</sup>、活性氧代谢<sup>[7]</sup>和微生物侵染<sup>[8]</sup>等方面。其中,细胞壁代谢导致的细胞壁组分的降解及结构的改变被认为是子实体质地软化的主要原因。

### 2.1 细胞壁组分及结构的变化

食用菌细胞壁是一个动态的环境,具有一定的大小和强度,可以起到维持细胞形态及组织结构稳定、提供机械强度、维持渗透压和细胞间信号介导等作用。与植物细胞壁不同,植物细胞壁以纤维素和果胶成分为主,真菌

细胞壁主要是由中性多糖、几丁质和蛋白质组成<sup>[9]</sup>,通常不含有果胶物质<sup>[10]</sup>。不同类型真菌所含细胞壁多糖类型不同,低等真菌细胞壁多糖以纤维素为主,而包含大部分食用菌在内的高等真菌细胞壁多糖则以几丁质为主<sup>[11]</sup>。食用菌细胞壁结构独特,由葡聚糖(主要为 $\beta$ -1,3葡聚糖、 $\beta$ -1,6葡聚糖、 $\alpha$ -1,3葡聚糖等)、几丁质、糖蛋白和交联蛋白组成的多层复杂组织<sup>[12]</sup>。在采后软化过程中,食用菌细胞壁组分降解,结构发生改变,此时细胞壁聚合物的溶解度上升<sup>[13]</sup>,这导致细胞塌陷,组织结构松散,最终使食用菌质地品质下降。

#### 2.1.1 细胞壁多糖

##### (1) 细胞壁葡聚糖

葡聚糖是真菌细胞壁的主要成分,约占真菌细胞壁干质量的50%~60%<sup>[14]</sup>。真菌细胞壁中大多数葡聚糖以带有 $\beta$ -1,6分支的 $\beta$ -1,3-D-葡聚糖骨架为主链的,通过 $\beta$ -1,3-糖苷键连接形成的葡萄糖分子聚合物<sup>[15]</sup>,少部分葡聚糖是通过 $\beta$ -1,6、 $\beta$ -1,3/-1,4、 $\beta$ -1,4糖苷键连接形成的。 $\beta$ -1,3葡聚糖为螺旋状微纤维结构,是食用菌细胞壁葡聚糖的主要成分,它可以同其他细胞壁成分共价交联形成复杂的网状结构,赋予细胞壁一定的弹性和张力<sup>[16]</sup>。而 $\beta$ -1,6葡聚糖同样是真菌细胞壁的重要组成成分。与 $\beta$ -1,3葡聚糖相比, $\beta$ -1,6葡聚糖链较短,可以形成交联的无定形结构,对酿酒酵母细胞壁基质的形成发挥重要作用<sup>[17]</sup>。Jiang等<sup>[18]</sup>研究发现,气调包装处理可以显著抑制采后香菇在软化期间细胞壁葡聚糖含量的下降,并认为贮藏期间被降解的细胞壁葡聚糖可作为机体代谢活动碳水化合物的来源。Ni等<sup>[19]</sup>发现,采后香菇的细胞壁葡聚糖含量随贮藏期间延长而下降,与此同时,主要细胞壁降解相关酶的活性得到增强,编码与细胞壁降解相关酶的主要基因的表达水平也被上调。

##### (2) 细胞壁几丁质

几丁质是维持食用菌细胞壁稳定的主要结构成分,含量相对较少。它是通过 $\beta$ -1,4糖苷键连接的由N-乙酰氨基葡萄糖残基组成的线性大分子聚合物,结构与纤维素相似,具有高度结晶态且不溶于水<sup>[20]</sup>。真菌细胞壁中几丁质最主要的存在形式为 $\alpha$ -chitin<sup>[21]</sup>。细胞壁中的几丁质具有高强度的氢键,它连接的微纤维具有很强的张力,这对于维持细胞壁的完整性和硬度具有重要的作用<sup>[22]</sup>。Zivanovic<sup>[23]</sup>、李顺峰<sup>[24]</sup>、Jiang等<sup>[18]</sup>发现贮藏期间食用菌硬

度下降,但几丁质含量不断升高,从而使得双孢蘑菇保持一定韧性。

### (3) 细胞壁纤维素

纤维素是由  $\beta$ -D-葡萄糖残基通过  $\beta$ -1,4-糖苷键连接成的线性聚合物组成的,纤维素分子之间通过氢键进一步聚合形成含有结晶区和无定形区的微纤丝<sup>[25]</sup>。纤维素结构稳定,不易被细胞内的水解酶降解,因此其在细胞壁中起着维持细胞形状,提高细胞壁强度的骨架作用<sup>[26]</sup>。丁树东等<sup>[27]</sup>研究发现,外源亚精胺处理可以抑制香菇纤维素含量的下降,他认为纤维素含量与硬度呈正相关,这表明纤维素对食用菌质地起着重要的作用。

#### 2.1.2 细胞壁蛋白

细胞壁蛋白(cell wall proteins, CWP)同样是真菌细胞壁的重要成分,根据功能可分为细胞壁结构蛋白和细胞壁酶蛋白。结构蛋白主要功能包括维持细胞的形态,在细胞迁移和融合时介导粘附,保护细胞免受外来物质的伤害、介导物质的吸收,以及在细胞内传递外界刺激诱导的信号、合成和重构细胞壁组分等<sup>[28-29]</sup>。研究表明,采后食用菌细胞壁蛋白质由于蛋白酶的作用而被降解为游离氨基酸,用于贮藏后期生理代谢活动以及几丁质的合成<sup>[30]</sup>。

## 2.2 降解酶的变化

采后食用菌软化过程中,细胞壁成分、结构变化主要是通过各种细胞壁降解酶的协同作用发生的。一般认为,食用菌细胞壁降解酶主要分为  $\beta$ -葡聚糖酶和几丁质酶两种。

#### 2.2.1 $\beta$ -葡聚糖酶

$\beta$ -葡聚糖酶是指能够降解  $\beta$ -1,6、 $\beta$ -1,3、 $\beta$ -1,3/-1,4、 $\beta$ -1,4 葡聚糖的水解酶的总称。根据葡聚糖酶水解的糖苷键连接类型和对特异性底物水解作用方式,可以将  $\beta$ -葡聚糖酶分为外切  $\beta$ -葡聚糖酶和内切  $\beta$ -葡聚糖酶。当外切  $\beta$ -葡聚糖酶水解时,会从葡萄糖链非还原末端按顺序逐个切下葡萄糖残基,生成葡萄糖<sup>[31]</sup>;而当内切  $\beta$ -葡聚糖酶水解时,会在葡萄糖链表面任意位点随机切开糖苷键,生成一些小片段的寡糖<sup>[32]</sup>。目前,对  $\beta$ -葡聚糖酶结构与功能的研究多集中在酵母菌<sup>[33,34]</sup>、*Corallococcus* sp.<sup>[35]</sup>、*Bispora* sp.<sup>[36]</sup>等病原菌上,而食用菌领域研究较少,下面将着重介绍外切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶、内切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶、内切- $\beta$ -1,6 葡聚糖酶和几丁质酶在食用菌采后贮藏中的功能。

#### (1) 外切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶

外切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶是一种作用于 1,3 糖苷键,切割葡聚糖链生成葡萄糖的多糖水解酶。目前已从酿酒酵母中克隆表征出 3 种编码外切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶的基因,分别是 *exg1*、*exg2* 和 *ssg1*<sup>[37]</sup>。*exg1* 基因编码两种主要的胞外外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶<sup>[34]</sup>, *exg2* 基因编码附着于质膜的外切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶<sup>[38]</sup>, *ssg1* 基因编码孢子形成特异性外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶<sup>[39]</sup>。

在担子菌类蘑菇中,关于编码基因的外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶的信息很少。Sakamoto 等<sup>[40]</sup>纯化并表征了来自香菇的外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶,命名为 *exg1*。*exg1* 是归类于 GH5 家族的  $\beta$ -1,3-葡聚糖酶,并且与双孢蘑菇中的外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶序列具有高度相似性<sup>[41]</sup>。试验表明, *exg1* 基因在子实体中特异性表达,但在营养菌丝体中不表达,并且在采后下调;同时, *exg1* 编码蛋白可降解  $\beta$ -1,3-葡聚糖和昆布多糖,但不降解香菇多糖。这些观察结果表明, *exg1* 基因不参与香菇多糖降解或子实体衰老。另一方面, *exg1* 基因在生长的柄中显著表达,因此, *exg1* 可能在香菇子实体的菌柄伸长中起到了一定作用。Sakamoto 等<sup>[42]</sup>纯化并表征了另一种来自 GH55 家族的香菇外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶,命名为 *exg2*。实验表明, *exg2* 在采后 3 d 显著上调,并具有很高的降解香菇多糖的能力。这些观察结果表明,香菇中的 *exg2* 主要与收获后的香菇多糖降解有关。与 *exg1* 基因一样, *exg2* 基因也在生长过程中大量表达,这表明 *exg2* 可能在菌柄伸长和子实体衰老方面具有双重功能<sup>[42]</sup>。

#### (2) 内切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶

目前已从香菇中克隆表征出两种编码内切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶基因,即 *tlg1* 和 *glu1*。Sakamoto 等<sup>[43]</sup>纯化了一种与植物中高度保守的奇异果甜蛋白(thaumatin-like, TL)具有相似性的内切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶 *tlg1*,并分离出与 TL 蛋白具有高度相似性的编码基因 *tlg1*。*tlg1* 表现出  $\beta$ -1,3-葡聚糖结合和  $\beta$ -1,3-内切葡聚糖酶活性。试验表明, *tlg1* 基因在香菇营养菌丝体生长的茎和新鲜子实体中的表达不显著,然而, *tlg1* 在采后在子实体中大量表达;同时, *tlg1* 具有香菇多糖和细胞壁降解活性,这表明 *tlg1* 特异性参与了香菇多糖降解和子实体衰老。

随后, Sakamoto 等<sup>[44]</sup>从采后香菇子实体中分离纯化出另一种内切- $\beta$ -1,3 葡聚糖酶 *glu1*。*glu1* 作用于昆布多

糖时显示出比对香菇多糖更高的水解活性,证明其具有显著的底物特异性。同时,*glu1*与已知的 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶或任何糖苷水解酶没有显著的相似性。此外,氨基酸序列分析显示,*glu1*与任何先前描述的功能蛋白没有显著的同源性,该酶和其他类似蛋白被分类在新的GH家族GH128中。与*tlg1*基因相似,*glu1*基因在香菇营养菌丝体和新鲜子实体中的表达不显著,但在采后子实体中大量表达,证明*glu1*也特异性参与了香菇多糖的降解和子实体的衰老。

### (3) 内切- $\beta$ -1,6 葡聚糖酶

Konno 等<sup>[43]</sup>从采后香菇子实体中纯化了一种属于GH30家族的内切型 $\beta$ -1,6-葡聚糖酶 *pus30a*,其与灰拟鬼伞等担子菌类物种中的 $\beta$ -1,6-葡聚糖酶蛋白质具有高水平的相似性。试验表明,*pus30a*基因在采后2~4 d表达上调;*pus30a*对香菇多糖无活性,但可以降解 $\beta$ -1,6-连接的低聚葡糖苷的细胞壁葡聚糖。这表明 *pus30a* 在采后子实体衰老及特异性降解细胞壁多糖方面具有重要意义。

#### 2.2.2 几丁质酶

真菌几丁质酶具有多重生理功能,包括降解外源几丁质、菌丝生长过程中细胞壁重构、菌丝子实体自溶等<sup>[46]</sup>。Sakamoto 等<sup>[47]</sup>在采后香菇中鉴定出3个编码几丁质降解酶的基因,即*chi1*、*chi2*和*chi3*,且3个基因在采后表达显著上调,表明几丁质酶的表达增加在收获后的子实体衰老中具有重要作用。另外,已经从采后子实体中克隆了编码与几丁质修饰有关的推定酶的其他基因,包括几丁质脱乙酰酶(*chd1*)和壳聚糖酶(*cho1*)。据报道,采后香菇子实体中,*chd1*与*cho1*基因表达显著上调。与此同时,*chi1*、*chi2*和*cho1*基因与其他担子菌基因没有显著相似性,这表明与其他担子菌相比,香菇具有独特的几丁质和壳聚糖代谢系统<sup>[47]</sup>。

#### 2.2.3 细胞壁降解酶之间的相互作用

综上所述,包括外切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶 *exg2* 和内切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶 *tlg1* 和 *glu1* 在内的细胞壁降解酶参与了收获后的香菇多糖降解。为研究几种细胞壁降解酶之间的相互作用,Sakamoto<sup>[49]</sup>通过使用 *pachyman* 作为底物分析酶切得到的产物。结果表明(见图1),内切- $\beta$ -1,3-葡聚糖酶 *tlg1* 和 *glu1* 会首先缩短香菇多糖的主链长度,形成各种长度的寡糖;然后 *exg2* 再将寡糖进一步降解为葡萄糖和二糖;另外 *pus30a* 会切断部分降解的香菇多糖

的侧链<sup>[49]</sup>。因此,采后香菇子实体细胞壁降解是通过多种细胞壁降解酶的协同作用完成的。

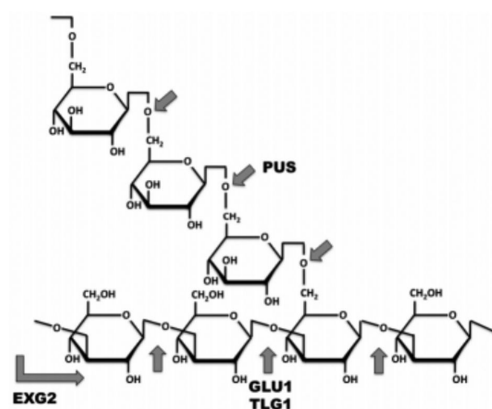


图1 细胞壁中香菇多糖降解机制

Fig.1 Degradation mechanism of lentinan in cell wall

### 2.3 其他方面

活性氧代谢也是食用菌软化的原因之一<sup>[7]</sup>。活性氧在果实采后贮藏期间不断积累,可以与周围分子发生反应从而引起细胞损伤、破坏核酸结构;同时,活性氧可以启动膜脂过氧化,破坏细胞膜结构并最终促进整个机体的衰老和死亡。目前,已有研究表明,活性氧代谢在龙眼<sup>[48]</sup>、香蕉<sup>[49]</sup>等园艺作物的软化过程中起到直接的作用。然而,活性氧代谢与食用菌软化之间的直接关系尚未完全明确。Poovaiah 等<sup>[50]</sup>认为活性氧代谢对食用菌软化起间接作用,他发现细胞膜的变化与软化之间没有关联,但活性氧代谢诱导的细胞膜完整性的改变与子实体衰老直接存在显著的相关性。Beelman<sup>[51]</sup>则认为,活性氧代谢诱导的细胞膜完整性丧失可能引起膜通透性的增加,进而导致细胞膨胀压力的降低,间接地降低食用菌质地。

此外,微生物侵染对食用菌软化也起着一定的作用。Nasiri<sup>[52]</sup>认为微生物通过分解胞内基质和减小中央液泡的体积来改变细胞结构,进而导致细胞部分结构塌陷引起软化。而陈素芹<sup>[8]</sup>则认为,微生物活动仅可以起到加速食用菌自溶过程的作用,并不是导致双孢蘑菇自溶软化的直接起因。

### 3 食用菌软化控制机理分析

食用菌的软化被认为是一个多因素调控的综合过程,需要采取适当的采后保鲜措施进行抑制。目前,传统的气调包装处理<sup>[18]</sup>和化学试剂浸泡处理<sup>[53]</sup>已经广泛用于食用菌采后品质的研究。值得注意的是,超声波处理<sup>[54]</sup>、

涂膜包装<sup>[55]</sup>、辐照处理<sup>[56]</sup>、电解水处理<sup>[57]</sup>等非热加工技术也逐步应用于食用菌采后生理生化的研究,这为食用菌采后品质的保持提供了新的思路与方式。

本文从食用菌子实体细胞壁组分与结构、细胞壁降解酶两大方面对食用菌子实体软化进行了简要的阐述,这表明食用菌子实体采后软化是一个多方面、多原因的综合协同作用。然而,食用菌存在种类差异性和品种差异性,有的甚至还会存在栽培差异性,这导致食用菌种类之间、品种之间的细胞壁成分和结构存在一定的差异,无法简单地用几种模型作物的细胞壁成分、结构变化情况来反映所有食用菌的细胞壁降解结果及原因;另外,目前基因组测序技术的不完善,食用菌中只有少数菌种完成了测序,这意味着大多数食用菌只能从生理代谢角度来探究子实体软化的原因,而无法进一步通过分子技术来研究各菌种子实体软化的原因。相信随着食用菌“育种-种植-采收-贮运”领域研究的不断深入与分子技术的不断发展,再辅以各种新的分析思路和分析方法,食用菌采后子实体软化的原因一定会进一步阐明。

#### 参考文献:

- [1] 李玉. 中国食用菌产业发展现状、机遇和挑战——走中国香菇业发展之路, 实现食用菌产业强国之梦 [J]. 菌物研究, 2018, 16(03): 125-131.
- [2] 刘春如, 易诚. 香菇的营养价值和药用价值[J]. 中国林副特产, 2002(1): 52-53.
- [3] 李石军, 王凯平, 汪柳, 等. 香菇多糖 LNT2 的提取分离纯化、结构及体外抗肿瘤活性研究 [J]. 中草药, 2014, 45(9): 1232-1237.
- [4] 颜爱, 李波, 李润成, 等. 香菇多糖和黄芪多糖对免疫抑制小鼠免疫功能调节的研究 [J]. 中国免疫学杂志, 2012, 28(11): 999-1001.
- [5] KONOPACKA D, PLOCHARSKI WJ. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability [J]. Postharvest biology and technology, 2004, 32(2): 205-211.
- [6] SAKAMOTO Y, NAKADE K, KONNO N, et al. Senescence of the *Lentinula edodes* fruiting body after harvesting[J]. Food quality, 2012 (6): 83-110.
- [7] ARUMUGANATHAN T, MANIKANTAN MR, RAMANATHAN M, et al. Effect of diffusion channel storage on some physical properties of button mushroom (*Agaricus bisporus*) and shelf-life extension [J]. Proceedings of the national academy of sciences India, 2015, 87(3): 705-718.
- [8] 陈素芹. 白色双孢蘑菇自溶机制及诱因研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [9] PEBERDY JF. Fungal cell walls—a review [M]. Heidelberg: Biochemistry of cell walls and membranes in fungi. Springer berlin heidelberg, 1990.
- [10] GRIFFIN DH. Fungal physiology [M]. New Jersey: Fungal physiology. John Wiley & Sons, 1981.
- [11] FREE SJ. Fungal cell wall organization and biosynthesis [J]. Advances in genetics, 2013, 81: 33-82.
- [12] BOWMAN SM, FREE SJ. The structure and synthesis of the fungal cell wall [J]. Bioessays news & reviews in molecular cellular & developmental biology, 2010, 28(8): 799-808.
- [13] EVERED CE, BURTON KS. Cryo SEM study of changes in tissue anatomy of harvested sporophores of *Agaricus bisporus* [J]. Mushroom science, 1995, 14(2): 717-727.
- [14] KAPTEYN JC, ENDE HVD, KLIS FM. The contribution of cell wall proteins to the organization of the yeast cell wall [J]. Biochimica et biophysica acta, 1999, 1426(2): 373-383.
- [15] GUPTA VK, TUOHY MG, AYYACHAMY M, et al. Laboratory protocols in fungal biology [M]. New York: Laboratory protocols in fungal biology, Springer New York, 2013.
- [16] LESAGE G, BUSSEY H. Cell wall assembly in *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Microbiology and molecular biology reviews, 2006, 70(2): 317-343.
- [17] AIMANIANDA V, CLAVALUD C, SIMENEL C, et al. Cell wall  $\beta$ -(1,6)-glucan of *Saccharomyces cerevisiae* structural characterization and in situ synthesis[J]. Journal of biological chemistry, 2009, 284(20): 13401-13412.
- [18] JIANG TJ, WANG SS, XU SS, et al. Structure and composition changes in the cell wall in relation to texture of shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) stored in modified atmosphere packaging [J]. Journal of the science of food and agriculture, 2010, 90(5): 742-749.
- [19] NI ZD, XU SX, BU JJ, et al. Secondary metabolism associated with softening of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) induced by O<sub>2</sub> depletion and CO<sub>2</sub> accumulation[J]. International journal of food science and technology, 2017, 52(10): 2303-2310.
- [20] RUIZHERRERA J, RUIZMEDRANO R. Chitin biosynthesis

- in fungi [J]. Handbook of fungal biotechnology, 2004 (20): 315–330.
- [21] GOODAY GW, SCHOFIELD DA. Regulation of chitin synthesis during growth of fungal hyphae: the possible participation of membrane stress [J]. Canadian journal of botany, 1995, 73(S1): 114–121.
- [22] WESSELS JGH, MOL PC, SIETSMA JH, et al. Wall structure, wall growth, and fungal cell morphogenesis [M]. Heidelberg: Biochemistry of cell walls and membranes in fungi, Springer berlin heidelberg, 1990.
- [23] ZIVANOVIC S, BUSER RW, KIM KS. Textural changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) associated with tissue ultrastructure and composition [J]. Journal of food science, 2000, 65(8): 1404–1408.
- [24] 李顺峰, 李静, 王安建, 等. 适宜真空充氮热处理减缓鲜切双孢蘑菇细胞壁降解 [J]. 食品科技, 2015, 40 (11): 318–324.
- [25] SAXENA IM. Cellulose biosynthesis: Current views and evolving concepts[J]. Annals of botany, 2005, 96(1): 9–21.
- [26] 颜季琼. 高等植物细胞壁的结构和功能 (一)[J]. 生物学通报, 1999(01): 7–8.
- [27] 丁树东, 李艳杰, 郭玉曦. 外源亚精胺处理对香菇木质化及相关酶活力的影响 [J]. 食品科学, 2019, 40 (01): 226–232.
- [28] 章文明. 灰盖鬼伞菌柄细胞壁伸长特性及细胞壁蛋白的功能研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2015.
- [29] SENTANDREU R, ELORZA MV, MORMENEO S, et al. Possible roles of mannoproteins in the construction of *Candida Albicans*, cell wall [M]. New York: Dimorphic fungi in biology and medicine, Springer US, 1993.
- [30] MURR DP, MORRIS LL. Effect of storage atmosphere on postharvest growth of mushrooms[J]. Journal american society for horticultural science, 1975, 100: 298–301.
- [31] REESE ET. Degradation of polymeric carbohydrates by microbial enzymes [M]. New York: The structure, biosynthesis, and degradation of wood, Springer US, 1977.
- [32] REESE ET, MANDELS M.  $\beta$ -D-1, 3 glucanases in fungi[J]. Canadian journal of microbiology, 2011, 5(2): 173–185.
- [33] LARRIBA G, BASCO RD, ANDALUZ E, et al. Yeast exoglucanases. where redundancy implies necessity [J]. Archives of medical research, 1993, 24(3): 293–299.
- [34] KURANDA MJ, ROBBINS PW. Cloning and heterologous expression of glycosidase genes from *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Proceedings of the national academy of sciences, 1987, 84(9): 2585–2589.
- [35] ZHOU J, CHEN JH, LI ZK, et al. Enzymatic properties of a multi-specific  $\beta$ -(1,3)-glucanase from *Corallococcus* sp. EGB and its potential antifungal applications [J]. Protein expression and purification, 2019, 164: 105481.
- [36] YOU S, TU T, MA R, et al. Functional analysis of a highly active  $\beta$ -glucanase from *Bispora* sp. MEY-1 using its C-terminally truncated mutant [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2018, 66(37): 9728–9737.
- [37] LARRIBA G, ANDALUZ E, CUEVA R, et al. Molecular biology of yeast exoglucanases[J]. Fems microbiology letters, 1995, 125(2–3): 121–126.
- [38] CORREA J, ALDANA CRVD, SEGUNDO PS, et al. Genetic mapping of 1,3 -beta -glucanase -encoding genes in *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Current genetics, 1992, 22(4): 283–288.
- [39] MUTHUKUMAR G, SUHNG SH, MAGEE PT, et al. The *Saccharomyces cerevisiae* SPR1 gene encodes a sporulation-specific exo -1,3 -beta -glucanase which contributes to ascospore thermoresistance[J]. Journal of bacteriology, 1993, 175(2): 386–94.
- [40] SAKAMOTO Y, IRIE T, SATO T. Isolation and characterization of a fruiting body-specific exo -beta-1,3-glucanase -encoding gene, *exg1*, from *Lentinula edodes*[J]. Current genetics, 2005, 47(4): 244–252.
- [41] RHEE MDVD, MENDES O, WERTEN MWT, et al. Highly efficient homologous integration via tandem exo - $\beta$  -1,3 -glucanase genes in the common mushroom, *Agaricus bisporus*[J]. Current genetics, 1996, 30(2): 166–173.
- [42] SAKAMOTO Y, MINATO KI, NAGAI M, et al. Characterization of the *Lentinula edodes* *exg2* gene encoding a lentinan-degrading exo - $\beta$  -1,3 -glucanase [J]. Current genetics, 2005, 48(3): 195–203.
- [43] SAKAMOTO Y, WATANABE H, NAGAI M, et al. *Lentinula edodes* *tlg1* encodes a thaumatin-like protein that is involved in lentinan degradation and fruiting body senescence[J]. Plant physiology, 2006, 141(2): 793–801.
- [44] SAKAMOTO Y, NAKADE K, KONNO N. Endo - $\beta$  -1,3 -glucanase *GLU1*, from the fruiting body of *Lentinula edodes*, belongs to a new glycoside hydrolase family [J]. Applied and

- environmental microbiology, 2011, 77(23): 8350–8354.
- [45] KONNO N, SAKAMOTO Y. An endo- $\beta$ -1,6-glucanase involved in *Lentinula edodes* fruiting body autolysis [J]. Applied microbiology and biotechnology, 2011, 91(5): 1365–1373.
- [46] 周亚军. 灰盖鬼伞菌盖多糖水解酶的分离纯化、鉴定及生理功能研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2016.
- [47] SAKAMOTO Y, NAKADE K, SATO T. Characterization of the post-harvest changes in gene transcription in the gill of the *Lentinula edodes* fruiting body [J]. Current genetics, 2013, 15(2): 175–187.
- [48] DUAN XW, ZHANG HY, ZHANG DD, et al. Role of hydroxyl radical in modification of cell wall polysaccharides and aril breakdown during senescence of harvested longan fruit[J]. Food chemistry, 2011, 128(1): 203–207.
- [49] CHENG GP, DUAN XW, SHI J, et al. Effects of reactive oxygen species on cellular wall disassembly of banana fruit during ripening[J]. Food chemistry, 2008, 109(2): 319–324.
- [50] POOVAIAH, BW. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables[J]. Food technology, 1986(5): 86–89.
- [51] BEELMAN RB, OKEREKE A, GUTHRIE B. Evaluation of textural changes related to postharvest quality and shelf life of fresh mushrooms [J]. Developments in crop science, 1987 (10): 251–258.
- [52] NASIRI M, BARZEGAR M, SAHARI MA, et al. Application of tragacanth gum impregnated with, satureja khuzistanica, essential oil as a natural coating for enhancement of postharvest quality and shelf life of button mushroom (*Agaricus bisporus*) [J]. International journal of biological macromolecules, 2018, 106: 218–226.
- [53] KHAN ZU, LI J, KHAN NM, et al. Suppression of cell wall degrading enzymes and their encoding genes in button mushrooms (*Agaricus bisporus*) by  $\text{CaCl}_2$  and citric acid[J]. Plant foods for human nutrition, 2017, 72(1): 1–6.
- [54] LAGNIKA C, ZHANG M, NSOR-ATINDANA J, et al. Effects of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (*Agaricus bisporus*) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life [J]. Journal of food science and technology, 2014, 51(12): 3749–3757.
- [55] JIANG TJ, FENG LF, LI JR. Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan glucose complex coating under cold storage[J]. Food chemistry, 2012, 131(3): 780–786.
- [56] JIANG TJ, JAHANGIR MM, JIANG ZH, et al. Influence of UV-C treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and texture of postharvest shiitake (*Lentinus edodes*) mushrooms during storage [J]. Postharvest biology and technology, 2010, 56(3): 209–215.
- [57] ADAY MS. Application of electrolyzed water for improving postharvest quality of mushroom [J]. LWT—food science and technology, 2015, 68: 44–51.
- 
- (上接第8页)
- [8] SABITHA V, RAMACHANDRAN S, Naveen KR. Antidiabetic and antihyperlipidemic potential of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Pharm [J]. Bioallied sciences, 2011, 3(3): 397–402.
- [9] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2007.
- [10] 黄晓钰, 刘邻渭. 食品化学与分析综合实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009.
- [11] BAKAR MFA, MOHAMED M, RAHMAT A. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*)[J]. Food chemistry, 2009, 113(2): 479–483.
- [12] SEZAI E, EMINE O, OZLEM O. The genotypic effects on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey[J]. Scientia horticulturae, 2007, 115: 27–33.
- [13] 黄阿根, 陈学好. 黄秋葵的成分测定与分析 [J]. 食品科学, 2007, 28(10): 451–455.
- [14] 陈亮, 高兆银, 李敏. 贮藏温度对神秘果果实采后品质、生理代谢及病害的影响 [J]. 热带作物学报, 2015, 36(6): 1173–1178.
- [15] 陈江萍. 黄秋葵保鲜贮藏技术的研究[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(8): 186–189.
- [16] 罗颖, 薛琳, 黄帅. 番茄果实可溶性固形物含量与果实指标的相关性研究[J]. 石河子大学学报, 2010, 28(1): 23–27.
- [17] 曹毅, 任吉君, 李春梅. 莢果长度与秋葵果实品质的关系 [J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 294–296.

# 长红枣果酒发酵工艺优化及风味物质分析

刘琳<sup>1</sup>, 于江<sup>2</sup>, 丁楠<sup>3</sup>, 李平<sup>3</sup>, 王莎莎<sup>3</sup>, 孙中贯<sup>3\*</sup>

(1. 枣庄学院生命科学学院, 山东 枣庄 277160; 2. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070;  
3. 枣庄学院食品科学与制药工程学院, 山东 枣庄 277160)

**摘要:**以长红枣为原料,研究了酿制红枣果酒的工艺参数。选择长红枣果酒的酒精度作为评价指标,通过单因素及正交试验确定了长红枣果酒最优发酵工艺参数为初始糖度 22%,发酵温度 23 ℃,接种 6.0%的酵母菌活化液。利用电子鼻及气相色谱分析了长红枣果酒的风味物质,结果表明,发酵工艺优化前后的长红枣果酒风味物质存在显著差异,优化后的长红枣果酒,其甲醇和高级醇的含量显著降低。

**关键词:**长红枣果酒;工艺优化;风味物质;电子鼻;气相色谱

中图分类号:TS262.7 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2019)11-0020-07

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.004

## Optimization of Fermentation Technology and Analysis of Flavor Substances of "Changhongzao" Jujube Wine

LIU Lin<sup>1</sup>, YU Jiang<sup>2</sup>, DING Nan<sup>3</sup>, LI Ping<sup>3</sup>, WANG Sha-sha<sup>3</sup>, SUN Zhong-guan<sup>3\*</sup>

(1. College of Life Science, Zaozhuang University, Zaozhuang 277160, China; 2. College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 3. College of Food Science and Pharmaceutical Engineering Zaozhuang University, Zaozhuang 277160, China)

**Abstract:** Using "Changhongzao" jujubes as raw materials, the process conditions for the fermentation of "Changhongzao" jujube wine were optimized and its flavor was analyzed. Taking alcohol content as evaluation index, the optimal fermentation conditions were determined as follows: initial sugar content 22%; fermentation temperature 23 ℃; and yeast inoculation quantity 6.0%, by using single-factor test and orthogonal test. The flavor substances of "Changhongzao" jujube wine were evaluated using electronic nose and gas chromatography. The results showed that there were significant differences in the flavor substances of "Changhongzao" jujube wines made from the fermentation conditions optimized and non-optimized and the contents of methanol and higher alcohols of "Changhongzao" jujube wine after optimization were significantly reduced.

收稿日期:2019-09-15

基金项目:2015 年度国家星火计划项目(2015GA740037);中国轻工业浓香型白酒固态发酵重点实验室开放基金项目(2018JJ018)

作者简介:刘琳(1985—),女,助理实验员,研究方向为应用微生物

\* 通信作者:孙中贯(1984—),男,讲师,主要从事食品发酵与酿造技术研究与教学工作

**Key words:** "Changhongzao" jujube wine; process optimization; flavor substances; electronic nose; gas chromatography

长红枣又称中华大枣、枣、华枣,是鼠李科枣属(*Zizyphus. Jujube* Mill)植物枣树的果实<sup>[1]</sup>,是我国特有的经济果品,富含维生素、氨基酸、黄酮类、皂苷类等多种营养成分,具有极高的食用和药用价值<sup>[2-3]</sup>。长红枣为山东省四大主栽品种之一,主要分布在山东省的鲁中南山区,其中泰安地区的种植面积和产量均居全省首位,枣庄、济宁地区次之,长红枣是当地农民的主要经济树种<sup>[4]</sup>。但长红枣鲜果自然保鲜能力很差,在贮藏中果实极易因感染微生物,腐烂变质而失去商品价值<sup>[5]</sup>;并且长红枣果实纤维素含量较少,鲜果干燥后果实干瘪、口感差,也会影响长红枣干果的市场销量。因此目前长红枣的加工仅有整果干制、干枣片、蜜枣等形式,加工方式相对单一;加工技术相对落后,这限制了当地长红枣产业的发展。

以枣为原料酿造果酒,既可有效保留果实中的原有成分<sup>[6]</sup>,又能拓宽长红枣的加工途径。目前有关枣酒的研究产品主要有红枣酒<sup>[7-10]</sup>、干红枣酒<sup>[11-13]</sup>、红枣甜酒<sup>[14]</sup>、澄清型红枣酒<sup>[15]</sup>、红枣白兰地<sup>[11,16]</sup>、山枣果酒<sup>[17]</sup>等类型,但由于长红枣品种的多样性导致长红枣果酒发酵工艺存在较大差异<sup>[18-17]</sup>,且所酿果酒的风味也不尽相同<sup>[18-20]</sup>。目前,有关利用长红枣加工生产红枣果酒的研究还未见报道,为此,本试验以长红枣干果为原料酿制红枣果酒,利用单因素及正交试验优化了发酵工艺参数;并利用电子鼻及气相色谱对长红枣果酒的风味物质进行了分析,旨在建立长红枣果酒发酵技术体系,为工业化大规模生产长红枣果酒提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

长红枣干果,市售,产地为山东枣庄;试验用酵母 Z34,本实验室自选菌<sup>TM</sup>。柠檬酸、白砂糖(一级),均为市售食品级;偏重亚硫酸钾,烟台帝伯仕自酿机有限公司生产。

### 1.2 仪器与设备

SPL-250 型生化培养箱,天津市莱玻特瑞仪器设备有限公司;YP100001 型电子天平、FA1004 型电子天平,上海越平科学仪器有限公司;TD-45 型数字折光仪,浙江

托普仪器有限公司;PHS-2F 型 pH 计,上海仪电科学仪器股份有限公司;酒精计,河北省武强县红星仪表厂;PEN3 型电子鼻,德国 AIRSENSE 公司,传感器阵列由 10 个不同的金属氧化物传感器组成<sup>[21]</sup>,不同传感器响应不同气味物质<sup>[23]</sup>;DFT-250 型手提式高速万能粉碎机,温岭市林大机械有限公司;DHG9246A 型电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司;飞利浦食品加工机(打浆机),珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司。

## 1.3 方法

### 1.3.1 工艺流程

长红枣干果→预处理→打浆→成分调整→疏处理→接种酵母→主发酵→过滤→后发酵→倒酒→陈酿→澄清→成品

经预处理后得到的长红枣干果浆液,添加白砂糖调整糖度至 20%,添加柠檬酸调整 pH 为 3.50,向红枣浆液中加入 60 mg/L 的偏重亚硫酸钾,和 5%的酵母活化液,按照 60%的装液量在 250 mL 三角瓶中 25 ℃条件下恒温静止发酵<sup>[21]</sup>。主发酵结束后,过滤除去原酒中的沉淀物,降低发酵温度至 18 ℃进行后发酵;7 d 后将酒倒入密闭容器中,注意不要倒入沉淀物,封闭容器于 4 ℃下陈酿 30 d,经离心澄清后得长红枣果酒成品。

### 1.3.2 操作要点

#### (1) 预处理

使用无霉变、无虫蛀的果实,用清水洗去枣表面的污物,将水沥干后去核备用。加入 4 倍于红枣质量的水,以微沸状态煮制 30 min。在煮制过程中注意控制温度避免过度沸腾,同时待水微沸后每 15 min 补加质量为原加水量 10%的水,整个过程补水 2 次<sup>[24]</sup>。煮制结束后,待煮制液冷却至温室,用冷开水调整煮制液的质量至煮制前的质量。

#### (2) 活化酵母菌

温水中加入 2%白砂糖和 1%酵母菌,置于 30 ℃的环境中使其活化,活化 2 h 后即可使用。

### 1.3.3 红枣果酒主发酵工艺的确定

以原酒的酒精度为指标,分别考察酵母菌接种量、发

酵温度、初始糖度对发酵的影响。

#### (1) 单因素试验

在预试验的基础上,依次进行以下三组试验。

经处理的红枣浆液,调节初始糖度为 20%、pH 3.50,分别以体积分数 2%、4%、6%、8%、10%的接种量接种酵母菌活化液,25 ℃发酵,研究酵母菌接种量对长红枣果酒主发酵的影响。

经处理的红枣浆液,调节初始糖度为 20%、pH 3.50,接种酵母量为 5%,分别在 18、20、22、24、26 ℃发酵,研究发酵温度对长红枣果酒主发酵的影响。

经处理的红枣浆液,调节初始糖度依次为 18%、20%、22%、24%、26%,pH 3.50,接种酵母量 5%,在 23 ℃发酵,研究初始糖度对长红枣果酒主发酵的影响。

#### (2) 果酒发酵的正交试验设计

在单因素试验分析结果的基础上,利用  $L_9(3^4)$  正交表进行正交试验,以原酒的酒精度为评价指标,确定长红枣果酒的最佳发酵工艺。试验设计见表 1。

表 1 正交试验设计因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

| 水平 | 因素       |            |          |
|----|----------|------------|----------|
|    | A 发酵温度/℃ | B 酵母菌接种量/% | C 初始糖度/% |
| 1  | 21       | 4.0        | 18       |
| 2  | 23       | 5.0        | 20       |
| 3  | 25       | 6.0        | 22       |

#### 1.3.4 分析方法

以长红枣干果和鲜果为原料,分别使用优化前和优化后的工艺进行发酵获得长红枣果酒,利用电子鼻及气相色谱对获得的长红枣果酒进行评价分析<sup>[25,26]</sup>。

#### (1) 电子鼻检测

取 1 mL 成品酒样于 500 mL 的锥形瓶中,加入 2 mL 蒸馏水并用保鲜膜封口,摇匀后于 25 ℃下静置半小时平衡,然后将直接将进样针头插入样品瓶采用顶空吸气法进行电子鼻分析试验。

测定条件:样品准备时间 5 s、检测时间 100 s、测量计数 1 s、自动调零时间 5 s、清洗时间 300 s、内部流量 400 mL/min,进样流量 400 mL/min。完成 1 次检测后系统进行清零和标准化,然后再进行第 2 次顶空采样。统计分析 10 个不同选择性传感器的  $G/G_0$  值;通过电子鼻 Winmuster 分析软件对采集的数据进行分析。分析时取

79~81 三秒的数据进行主成分分析并作图。

#### (2) 气相色谱分析

甲醇含量和高级醇含量采用气相色谱法测定。果酒发酵液经蒸馏后得到的样品使用气相色谱法测定。

色谱条件为:色谱柱 LAP-930,50 m×0.32 mm×1.0 μm;检测器为氢火焰离子化检测器。初始柱温为 50 ℃,保持 8 min,以 5 ℃/min 的升温速度升至 200 ℃,保持 5 min,进样量为 1.0 μL,分流比为 10:1。

#### (3) 理化指标测定

糖度:斐林试剂法;酒精度:参照 GB5009.225-2016《食品安全国家标准酒中乙醇浓度的测定》,所得酒精度数值均校正为 20 ℃条件下的数值。

### 1.4 数据处理

每个处理重复 3 次,取平均值进行分析,数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。使用软件 Origin Pro8.0 对单因素试验的数据进行处理,SPSS19.0 软件进行数据统计分析,方差分析法进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 长红枣果酒主发酵工艺的单因素试验

#### 2.1.1 酵母菌接种量对长红枣果酒主发酵的影响

##### (1) 酵母菌接种量对长红枣果酒发酵的影响

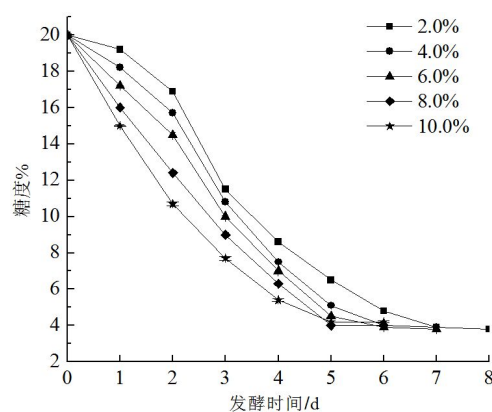


图 1 接种量对长红枣果酒发酵的影响

Fig.1 Effects of inoculation quantity on the fermentation of jujube wine

自发酵开始每隔 24 h 取样一次测定发酵液的残糖含量,记录长红枣果酒主发酵进程;同时注意发酵过程防止染菌现象发生。不同接种量条件下长红枣果酒的发酵进程如图 1 所示,由图可知,随着酵母接种量的增加,发酵速度逐渐加快;当接种量大于 6.0%时,酵母接种后没

有出现明显的发酵延迟期,这表明合理增加酵母接种量可以缩短发酵的延迟期。4.0%与6.0%的接种量,发酵曲线吻合程度最高,且发酵时间相同,表明这两个梯度接种量的发酵速度差异不显著,当接种量大于6.0%时发酵周期缩短24 h。当接种量为2%时,起发酵速度延迟时间较长,发酵周期也延长了24 h;说明当酵母接种量低于4%时,发酵受到较显著的影响,不利于主发酵的进行。

## (2) 酵母菌接种量对长红枣果酒酒精度的影响

如图2所示,当酵母接种量为6.0%时,发酵后的酒液酒精度最高。当接种量低于6.0%时,酵母菌会消耗部分糖用于生长繁殖,导致最终酒液的酒精度较低;当接种量大于6.0%时,酵母菌增殖速度加快,导致酵母菌的生长过早进入衰亡期,发酵提前终止,耗糖量略有下降,酒精度降低。因此,酵母菌的最适接种量范围为4.0%~6.0%。

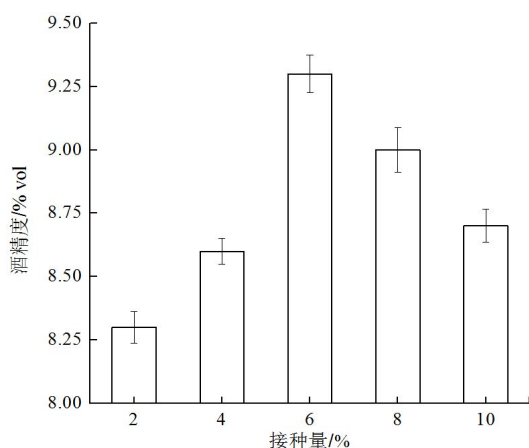


图2 接种量对长红枣果酒酒精度的影响

Fig.2 Effect of inoculation quantity on the alcohol content of jujube wine

## 2.1.2 发酵温度对长红枣果酒发酵的影响

由图3、4可以看出,在所选择的温度范围内,发酵温度对果酒发酵的影响可分为三个梯度。当发酵温度为26℃时,发酵速度最快,但发酵周期相应缩短,仅为6 d,酒精度也相对较低。24℃时的发酵曲线与22℃时的发酵曲线趋势较为一致,发酵过程较为平缓,发酵周期为7 d,酒精度也相对较高。当发酵温度低于22℃时,起发酵速度变缓,发酵过程受到一定程度的抑制,发酵周期延长为8 d,酒精度也相应变低。试验表明,当发酵温度过高时,酵母菌增殖过快,菌体过早进入衰亡期,导致后发酵

不足,发酵5 d时接近终止。当发酵温度过低,酵母菌的生长繁殖受到抑制,发酵速度减缓,耗糖量减少,酒精度也相应降低。综合考虑酒精度和发酵周期等因素,将长红枣果酒发酵的最适温度设置为22~24℃。

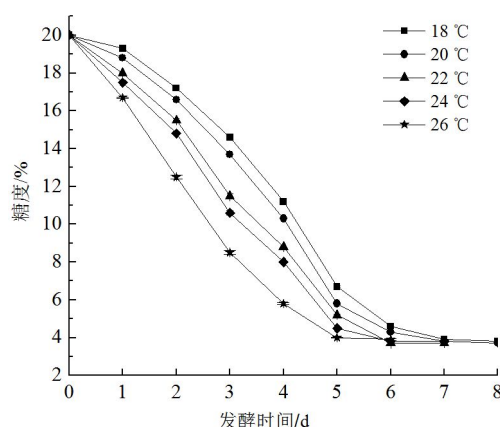


图3 发酵温度对长红枣果酒发酵的影响

Fig.3 Effect of temperature on fermentation of jujube wine

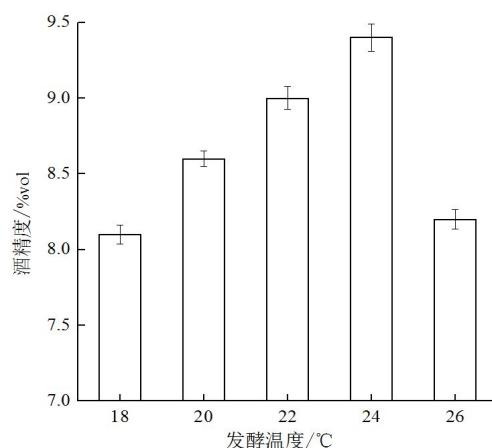


图4 发酵温度对长红枣果酒酒精度的影响

Fig.4 Effect of temperature on alcohol content of jujube wine

## 2.1.3 初始糖度对长红枣果酒主发酵的影响

### (1) 初始糖度对长红枣果酒糖度的影响

糖类为酵母菌的生长繁殖提供必要的营养物质和能量,也是酵母菌发酵产生酒精的前体物质,果浆中初始糖度直接影响酵母菌的生长繁殖及果酒的酒精度。由图5可知,长红枣果酒发酵所用酵母对糖的耐受范围比较广;在选择初始糖度范围内,当长红枣果浆中的初始糖度逐渐增加时,糖度并没有对长红枣果酒主发酵的起发酵速度以及发酵结束后酒液中的糖含量造成影响,初始糖度的增加只是相应地延长了主发酵的时间。

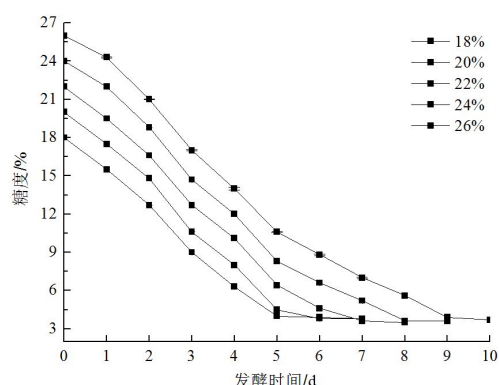


图5 初始糖度对长红枣果酒发酵的影响

Fig.5 Effects of initial sugar degree on the fermentation of jujube wine

## (2) 初始糖度对长红枣果酒酒精度的影响

图6显示了初始糖度对长红枣果酒酒精度的影响,由图可知,随着红枣果浆中初始糖度的增加,原酒中的酒精度也相应升高。综合考虑发酵成本及发酵周期等因素,选择长红枣果酒发酵的初始糖度为18%~22%。

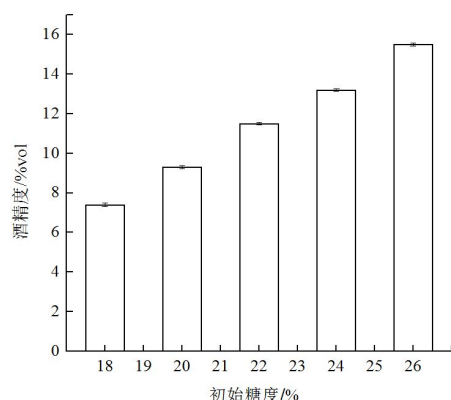


图6 初始糖度对长红枣果酒酒精度的影响

Fig.6 Effect of initial sugar degree on the alcohol content of jujube wine

## 2.2 长红枣果酒主发酵工艺的正交优化试验

结合单因素试验结果,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,以果酒的酒精度为评价指标,试验结果见表2,方差分析见表3。

由表2可知,对长红枣果酒酒精度影响最大的因素为长红枣果浆的初始糖度(C),最小的为酵母菌接种量(B)。表3方差分析显示,发酵温度和初始糖度对长红枣果酒酒精度的影响达到显著水平,而酵母菌接种量对其影响不显著。长红枣果酒主发酵的最佳工艺参数为 $A_2B_3C_3$ ,即发酵温度23℃、酵母菌接种量6.0%、初始糖度22%时,所酿果酒酒精度最高。经验证试验,该条件下所得果酒酒精度为11.5%vol,均高于其他试验组;成品酒的

糖度为23 g/L,按照葡萄酒糖度分类属于半甜型果酒,说明优化后的条件对长红枣果酒的发酵具有良好的适用性。

表2 长红枣果酒发酵正交试验结果及极差分析

Table 2 Orthogonal array design with range analysis of experimental results

| 试验号   | 因素     |          |        | 酒精度<br>/%vol |
|-------|--------|----------|--------|--------------|
|       | A      | B        | C      |              |
|       | 发酵温度/℃ | 酵母菌接种量/% | 初始糖度/% |              |
| 1     | 1(21)  | 1(4.0)   | 1(18)  | 7.8          |
| 2     | 1      | 2(5.0)   | 2(20)  | 9.2          |
| 3     | 1      | 3(6.0)   | 3(22)  | 10.5         |
| 4     | 2(23)  | 1        | 2      | 10.9         |
| 5     | 2      | 2        | 3      | 11.3         |
| 6     | 2      | 3        | 1      | 9.5          |
| 7     | 3(25)  | 1        | 3      | 11.1         |
| 8     | 3      | 2        | 1      | 7.5          |
| 9     | 3      | 3        | 2      | 10.1         |
| $k_1$ | 9.17   | 9.93     | 8.27   | —            |
| $k_2$ | 10.57  | 9.33     | 10.07  | —            |
| $k_3$ | 9.57   | 10.03    | 10.97  | —            |
| R     | 1.40   | 0.70     | 2.70   | —            |

表3 正交试验方差分析结果

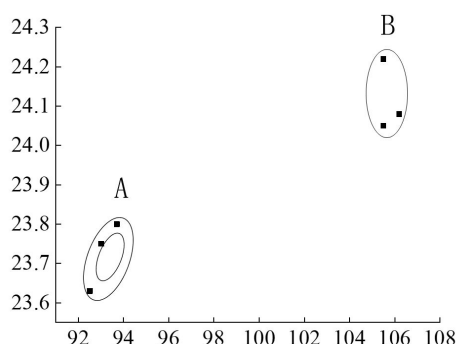
Table 3 Analysis of variance for the orthogonal array design

| 因素     | 偏差平方和 | 自由度 | F比    | F临界值  | P值    |
|--------|-------|-----|-------|-------|-------|
| A 发酵温度 | 3.12  | 2   | 22.29 | 19.00 | <0.05 |
| B 接种量  | 0.86  | 2   | 6.14  | 19.00 | >0.05 |
| C 初始糖度 | 11.34 | 2   | 81.00 | 19.00 | <0.05 |
| 误差     | 0.14  | 2   | —     | —     | —     |

## 2.3 风味物质分析

### 2.3.1 电子鼻主成分分析

利用电子鼻对优化前和优化后工艺下的发酵酒进行主成分分析,分析结果如图7所示。由图7可以看出,横坐标和纵坐标的贡献率之和为99.40%,表明PCA对优化前后工艺下的长红枣果酒区分效果较为理想,可用于区分不同发酵条件下的长红枣果酒,并且总贡献率远大于85%,说明分析结果是有效可行的<sup>[28]</sup>。同一种酒样之间数据集中程度均较好,不同酒样间不存在重叠现象,能够很明显地区分四种不同的发酵酒样。



注:A 优化前发酵酒,B 优化后发酵酒

图7 长红枣果酒主成分分析图

Fig.7 PCA charts for different jujube wine

### 2.3.2 气相色谱分析

对不同酿制工艺的长红枣果酒进行气相色谱分析,试验结果见图8。由图可知,优化前和优化后的发酵工艺对长红枣果酒中甲醇和高级醇的含量影响明显。采用优化后工艺酿造的果酒,甲醇含量明显低于采用优化前的,同时高级醇的含量也显著低于优化前的果酒。果酒中适宜的高级醇含量不仅使酒体香气丰满、口感柔和圆润,还可提高酒体的醇厚感和协调性;但高级醇含量过高易导致酒体产生异杂味和苦味,饮用后产生头痛、口渴等症状,对饮用者的身体健康不利。相关研究表明,果酒中高级醇含量在 300~360 mg/L 的范围内较为适宜。从图8可以看出,采用优化后的发酵工艺酿造的果酒,高级醇含量较为适宜。

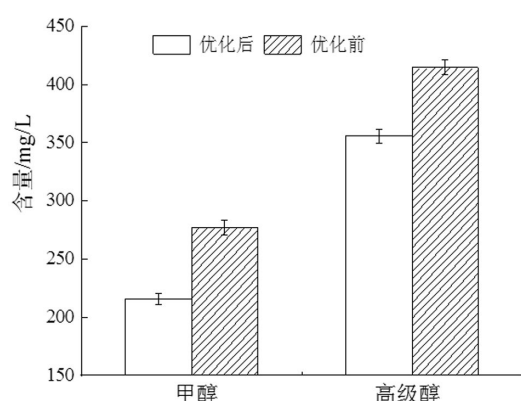


图8 发酵工艺对长红枣果酒品质的影响

Fig.8 Effect of fermentation technology on the quality of jujube wine

## 3 结论

选择长红枣干果为原料,以本试验室选育的酿酒酵母为酿造菌株,利用单因素试验分别考察了酵母菌接种

量、发酵温度、初始糖度等发酵条件对长红枣果酒发酵过程及果酒酒精度的影响。正交试验结果表明,对长红枣果酒酒精度影响最大的因素为红枣果浆的初始糖度,其次为发酵温度,影响最小的因素为酵母菌接种量;长红枣果酒的最优发酵工艺参数为初始糖度 22%、发酵温度 23℃、接种 6.0%的酵母菌活化液。对优化前及优化后的工艺条件下的发酵酒样进行电子鼻分析可知,两种情况下的发酵酒样之间存在较大差异;由气相色谱分析结果可知,优化后的工艺更适于长红枣果酒的酿制,此条件下制得的长红枣果酒成品酒的酒精度为 11.5%vol,糖度为 23 g/L,符合半甜型果酒的标准。本研究对长红枣果酒的主发酵工艺进行了探索,为长红枣果酒的工业化生产提供了参考依据和技术支持。

### 参考文献:

- [1] 迟超逸. 红枣白兰地甲醇形成机理初探及中试研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2015.
- [2] 张耀雷, 黄立新, 张彩虹, 等. 红枣多糖的研究进展[J]. 食品工艺科技, 2013, 34(23): 349-353.
- [3] ROSTAMI H, GHARIBZAHEDI SMT. Microwave-assisted extraction of jujube polysaccharide: Optimization, purification and functional characterization [J]. Carbohydrate polymers, 2016, 143: 100-107.
- [4] 王中堂, 张琼, 陈雯, 等. 山东省长红枣主产区土壤养分丰缺状况[J]. 山东农业大学学报(社会科学版), 2015(3): 33-37.
- [5] 沙月霞. 红枣贮藏期果面微生物多样性 [J]. 生态学报, 2011, 31(2): 0483-0490.
- [6] YAO SR. Jujube, an alternative fruit crop for the southwestern United States[J]. Hortscience, 2016, 51(11): 1329-1332.
- [7] 张宝善, 陈锦屏, 杨莉, 等. 红枣酒发酵工艺研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(1): 112-118.
- [8] 王立霞, 陈锦屏, 李鹏, 等. 和田玉枣酒主发酵的影响因素研究[J]. 食品科学, 2007, 28(10): 388-391.
- [9] 化志秀, 鲁周民, 芦艳, 等. 红枣汁酒精发酵工艺参数的优化[J]. 食品科学, 2013, 34(01): 175-179.
- [10] 唐霞, 梁爽, 张华, 等. 发酵型黑枣酒加工工艺的研究[J]. 食品工业, 2015, 36(09): 1-5.
- [11] 苑学习, 张丽颖. 干红枣酒的生产工艺[J]. 酿酒科技, 1998 (04): 51-52.

(下转第 30 页)

# 苹果薇菜复合饮料的研制

马鑫<sup>1</sup>, 胡楠楠<sup>2</sup>, 徐凌志<sup>2</sup>, 姬瑞甫<sup>2</sup>, 尤丽新<sup>2\*</sup>

(1. 吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林 长春 130118; 2. 长春科技学院生命科学学院, 吉林 长春 130600)

**摘要:** 本试验以苹果为主要原料、薇菜为辅料, 探讨了苹果汁和薇菜浸提液添加比例、柠檬酸添加量及木糖醇添加量对苹果薇菜复合饮料品质的影响, 研制出了酸甜适中、具有特殊风味, 可以调理血气、清热解毒的保健型复合饮料。在单因素试验的基础上进行正交试验, 通过感官评分确定了最佳配方为薇菜浸提液与苹果汁的配比为 30:70, 木糖醇 3%, 柠檬酸 0.02%。在此条件下制得的苹果薇菜复合饮料酸甜适中, 具有透明的红褐色及薇菜的特殊风味。

**关键词:** 薇菜; 苹果; 饮料; 配方优化

中图分类号: F307.5

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0026-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.005

## Development of Apple *Osmunda japonica* Compound Beverage

MA Xin<sup>1</sup>, HU Nan-nan<sup>2</sup>, XU Ling-zhi<sup>2</sup>, JI Rui-fu<sup>2</sup>, YOU Li-xin<sup>2\*</sup>

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

2. College of Life Science, Changchun Science and Technology University, Changchun 130600, China)

**Abstract:** In this experiment, apple was used as the main raw material, and *Osmunda japonica* was used as an auxiliary material. The amount of apple juice and *Osmunda japonica* added, the ratio of the amount of citric acid and xylitol added to the quality of the beverage was discussed. Moderate sweet and sour, a compound beverage with special aroma, can regulate blood gas, and has health care effect. Based on the single factor experiment, orthogonal experiments were performed. The best formula was determined by the sensory score. The ratio of *Osmunda japonica* to apple juice was 30:70, xylitol was 3%, and citric acid was 0.02%. At this time, the beverage was moderately sweet and sour, the color was reddish brown and transparent, and had the unique flavor of *Osmunda japonica*.

**Key words:** *Osmunda japonica*; apple; beverage; formula optimization

果蔬复合饮料热量低、糖分少,更趋于营养化、保健化、清淡化,因此受到越来越多人的喜爱。在国外,复合果

蔬饮料一直都占据着主要地位<sup>[1]</sup>。12 世纪以后,我国饮料的总产量逐年增大,但在创新性饮料的消费量上依然低

收稿日期: 2019-08-11

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

\* 通信作者: 尤丽新(1978—),女,副教授,主要从事食品微生物与食品加工研究与教学工作

于先进国家。

苹果中含有大量的营养成分和很多活性物质<sup>[9]</sup>,不仅可以防治高血压,还可以调节胃酸<sup>[9]</sup>。苹果中含有的维生素和苹果酸,对抑制口臭有非常好的功效<sup>[9]</sup>;含有的纤维素可改善便秘;果胶能抑制轻度腹泻,起到调节肠道的作用。此外,苹果中含有的钾,能结合人体内过剩的钠离子,平衡人体内环境;苹果中的一些微量元素起到补脑益血的作用。而且苹果具有特殊的香气,这种香气可以消除人的压抑感、缓解抑郁、改善失眠等<sup>[5-6]</sup>。

薇菜是紫萁植物刚出土的嫩茎,含有大量的粗纤维以及营养物质<sup>[7-8]</sup>。曾有文献对薇菜进行了研究分析,结果表明薇菜干制品中含有近 20 种氨基酸,薇菜中富含维生素 C、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、胡萝卜素等;还含有 Ca、Zn、Fe、K、Mg 等元素,其中 K 含量最高为 1012 mg/100 g<sup>[9-10]</sup>。除了含有大量营养成分外,薇菜还具有很多药理作用,其中以抗病毒作用最为明显<sup>[11]</sup>。同时薇菜作为紫萁孢子体嫩叶具有促进细胞修复、抗菌和凝血的功效<sup>[12]</sup>。

本试验以苹果汁为主,薇菜汁为辅,探究薇菜浸提液与苹果汁的配比、木糖醇添加量、柠檬酸添加量对饮料品质的影响,采用正交试验的方法将配方优化,从而得出最佳配比,旨在研发出一款具有特殊风味且可以调理血气,清热解暑的具有保健功效的复合型饮料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

苹果,品种红富士,市购。薇菜干,市购。

柠檬酸,食品级,河南万邦实业有限公司;木糖醇,食品级,山东龙力生物科技股份有限公司。

### 1.2 仪器与设备

HH-6 恒温水浴锅,常州智博瑞仪器制造公司;DS-1 捣碎机,常州朗越仪器制造有限公司;GJJ-0.06/40 高压均质机,上海诺尼轻工机械有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 工艺流程

##### (1) 薇菜浸提液的制备

全株薇菜干品清洗→水浴浸提→过滤→薇菜浸提液

##### (2) 苹果汁的制备

苹果→压榨→过滤→苹果汁

##### (3) 薇菜苹果复合饮料的制作

薇菜浸提液+苹果汁→调配(加入木糖醇、柠檬酸)  
加热→均质→杀菌→灌装→成品

#### 1.3.2 操作要点

(1) 薇菜浸提液的制备:将 10 g 薇菜干放入 1 000 mL 蒸馏水中,在 90 ℃恒温水浴中密封浸提 70 min,之后经 8 层纱布过滤至烧杯中静置,待其冷却既得薇菜浸提液,备用。

(2) 苹果汁的制备:准备两个红富士苹果,洗净去皮,然后切成小块放进捣碎机中,加少许温开水进行榨汁,经过多层纱布过滤至锥形瓶中。

(3) 调配:选用木糖醇作为甜味剂,柠檬酸作为酸味剂。

(4) 均质:均质前将料液预热至 60~65 ℃。均质压力一般为 10~20 MPa,时间为 20 min。

(5) 杀菌:将饮料置于 90~100 ℃水浴锅中杀菌 40 min。

(6) 灌装:将复合饮料在 80 ℃以上时快速灌装<sup>[13]</sup>。

#### 1.3.3 感官评价

对苹果薇菜复合饮料的色泽、气味、口感、稳定性四个方面进行感官评分,评分标准如表 1 所示(见下页)。

#### 1.3.4 单因素试验

##### (1) 薇菜浸提液与苹果汁配比的确定

将制得的薇菜浸提液与苹果汁进行混合配比(总量为 100 g)。按照薇菜浸提液与苹果汁分别为 20:80、30:70、40:60、50:50、60:40 的比例,添加 2%木糖醇和 0.02%柠檬酸,在水浴锅中加热、冷却、过滤、搅拌、灌装,90 ℃灭菌后,对制得的苹果薇菜复合饮料进行感官评价。

##### (2) 柠檬酸添加量的确立

柠檬酸是一种清爽口感的酸味调节剂,适于添加到饮料制作中,取 5 个烧杯,每个烧杯中加入 2%的木糖醇,分别将柠檬酸依次按 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%的添加量加入烧杯中,将薇菜浸提液与苹果汁比例为 30:70 的汁液分别置于 5 个烧杯中,进行一系列操作后,对以上制得的苹果薇菜复合饮料进行感官评价。

##### (3) 木糖醇添加量的确定

木糖醇是入口清凉、适合大众食用的一种天然甜味剂<sup>[14]</sup>。试验分别选用 1%、2%、3%、4%、5%的木糖醇添加量进行单因素试验,确定苹果薇菜复合饮料中木糖醇添加量;其中薇菜浸提液与苹果汁比例为 30:70,柠檬酸添加 0.02%。对以上制得的苹果薇菜复合饮料进行感官评分。

表 1 感官评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation

| 项目            | 评价标准                | 分值/分  |
|---------------|---------------------|-------|
| 色泽<br>(20 分)  | 色泽均匀颜色为均匀的红褐色       | 16~20 |
|               | 色泽均匀,颜色较深           | 11~15 |
|               | 色泽不一,颜色深褐色          | 0~10  |
| 气味<br>(30 分)  | 有苹果和薇菜的香气           | 26~30 |
|               | 薇菜的腥味略多,苹果的清香味略低    | 16~25 |
|               | 无苹果的香气,并带有严重的薇菜腥味   | 0~15  |
| 口感<br>(40 分)  | 酸甜适中,有苹果的清香和薇菜的特殊风味 | 36~40 |
|               | 略酸、略甜或略腥,有苹果的清香     | 21~35 |
|               | 过酸、过甜或有浓重的腥味        | 0~20  |
| 稳定性<br>(10 分) | 溶液均匀,无沉淀,无分层        | 6~10  |
|               | 略有分层,有少许沉淀          | 4~5   |
|               | 分层明显,沉淀较多           | 0~3   |

1.3.6 正交试验

根据得到的单因素结果,分别对薇菜浸提液与苹果汁的配比、柠檬酸添加量、木糖醇添加量三个因素进行正交试验,并根据正交试验的结果分析出苹果薇菜复合饮料的最佳配方。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 薇菜浸提液与苹果汁配比对复合饮料感官的影响

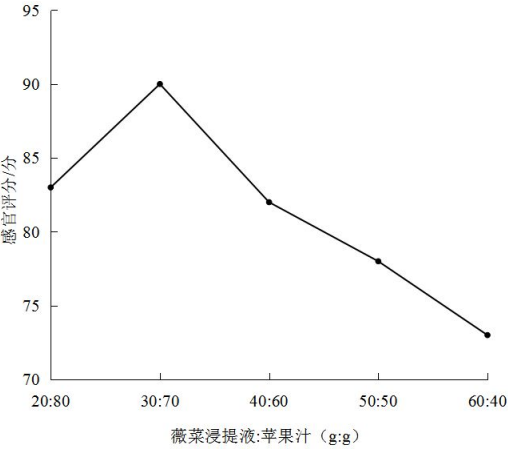


图 1 薇菜浸提液与苹果汁配比对复合饮料感官评分的影响

Fig.1 The effect of the ratio of *Osmunda japonica* and apple juice on the sensory score of compound beverage

薇菜浸提液与苹果汁配比对复合饮料感官评分的影响结果如图 1 所示。由图可知,随薇菜浸提液与苹果汁配比液配比的增加,饮料的感官评分先增加后降低,

当薇菜浸提液与苹果汁配比为 30:70 时苹果薇菜复合饮料的感官评分最高,为 90 分。当薇菜浸提液与苹果汁配比低于 30:70 时,几乎没有薇菜特有的风味;当薇菜浸提液与苹果汁配比高于 30:70 时,饮料变腥,饮料的颜色也越来越重且出现浑浊。因此本试验选择薇菜浸提液与苹果汁配比为 30:70。

2.1.2 柠檬酸添加量对复合饮料感官的影响

不同柠檬酸添加量对复合饮料的感官的影响见图 2。由图可知,随着柠檬酸添加量的增加,苹果薇菜复合饮料的感官评分先上升后下降,当柠檬酸的添加量为 0.02% 时此饮料感官评分最高。当柠檬酸的添加量低于 0.02% 时,甜味比较浓烈几乎毫无酸味,且有微腥味。当柠檬酸的添加量高于 0.02% 时饮料越来越酸,薇菜的风味和苹果的清香味越来越淡。因此本试验选择柠檬酸的添加量为 0.02%。

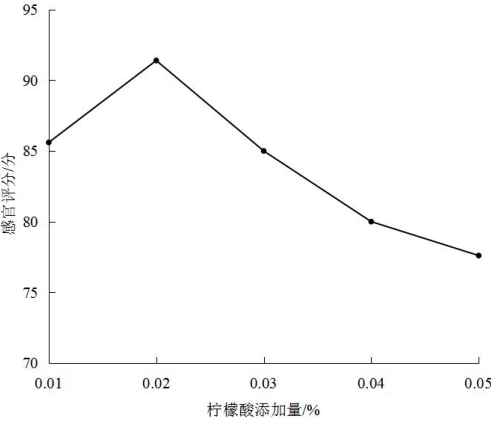


图 2 不同柠檬酸添加量对复合饮料感官评分的影响

Fig.2 Effect of different citric acid content on sensory score of compound beverage

2.1.3 木糖醇添加量对复合饮料感官的影响

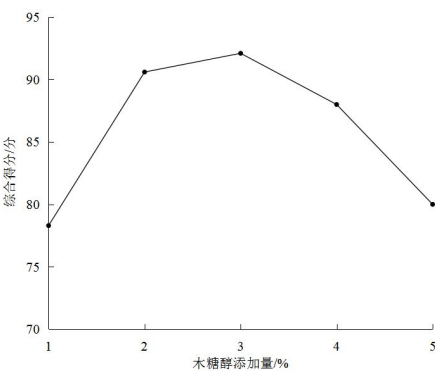


图 3 不同木糖醇添加量对复合饮料感官评分的影响

Fig.3 Effect of different xylitol content on sensory score of compound beverage

将不同木糖醇添加量制作的薇菜苹果复合饮料进行对比,评分结果如图 3 所示,由图可知,随木糖醇的添加量的增加,苹果薇菜复合饮料的感官评分先上升后下降,当木糖醇的添加量为 3%时,复合饮料的感官评分最高。当木糖醇添加量低于 3%时饮料中酸味浓重;当木糖醇的添加量高于 3%时,饮料过甜,之后随着木糖醇的添加量的增多,苹果的清香味和薇菜的特殊风味越来越淡。因此,本试验选择木糖醇添加量为 3%。

2.2 正交试验结果

根据单因素试验结果,对薇菜浸提液与苹果汁配比、木糖醇添加量、柠檬酸添加量三个因素进行正交试验,因素水平设计如表 2 所示,结果如表 3 所示。

表 2 正交试验  $L_9(3^3)$ 因素水平表  
Table 2 Orthogonal test  $L_9(3^3)$  factor level table

| 水平 | 因素        |          |          |
|----|-----------|----------|----------|
|    | A         | B        | C        |
|    | 薇菜浸提液:苹果汁 | 木糖醇添加量/% | 柠檬酸添加量/% |
| 1  | 25:75     | 2        | 0.01     |
| 2  | 30:70     | 3        | 0.02     |
| 3  | 35:65     | 4        | 0.03     |

表 3 正交试验  $L_9(3^3)$ 结果表  
Table 3 Orthogonal test  $L_9(3^3)$  result table

| 试验号   | 因素        |       |         | 综合评分<br>/分 |
|-------|-----------|-------|---------|------------|
|       | A         | B     | C       |            |
|       | 薇菜浸提液:苹果汁 | 木糖醇/% | 柠檬酸/%   |            |
| 1     | 1(25:75)  | 1(2)  | 1(0.01) | 72         |
| 2     | 1         | 2(3)  | 2(0.02) | 88         |
| 3     | 1         | 3(4)  | 3(0.03) | 74         |
| 4     | 2(30:70)  | 1     | 2       | 93         |
| 5     | 2         | 2     | 3       | 95         |
| 6     | 2         | 3     | 1       | 90         |
| 7     | 3(35:65)  | 1     | 3       | 76         |
| 8     | 3         | 2     | 1       | 85         |
| 9     | 3         | 3     | 2       | 81         |
| $k_1$ | 78.0      | 80.3  | 82.3    | —          |
| $k_2$ | 92.7      | 89.3  | 87.3    | —          |
| $k_3$ | 80.7      | 81.7  | 81.7    | —          |
| $R$   | 14.7      | 9.0   | 5.6     | —          |

由表 3 可知,各因素对薇菜苹果复合饮料的影响大小关系依次为  $A>B>C$ ,即对复合饮料影响最大的因素为薇菜浸提液与苹果汁的配比,其次是木糖醇的添加量,最后是柠檬酸的添加量。根据正交试验结果中直观分析可知最佳组合为  $A_2B_2C_2$ ,即薇菜浸提液:苹果汁为 30:70、木糖醇的添加量为 3%、柠檬酸的添加量为 0.02%时复合饮料口感最佳。经验证试验,该条件下得到的复合饮料的感官评分为 96 分,高于其他试验组。

2.3 产品质量检验

按中华人民共和国国家标准 GB 7101-2015 对苹果薇菜复合饮料进行质量检验。

2.3.1 感官检验

试验得到的复合饮料为红棕色液体,有薇菜和苹果的香气,无异味,无异臭,无正常视力可见的外来物,饮料状态均匀透明、无沉淀。

2.3.2 理化检验

对试验制得的复合饮料进行理化检验,得出总砷(以 As 计) $\leq 0.2$  mg/L、铅 $\leq 0.05$  mg/L、铜 $\leq 5$ mg/L、展青霉素 $\leq 50$   $\mu$ L/L。

2.3.3 微生物检验

对试验制得的复合饮料进行微生物检验得出菌落总数 $\leq 10$  cfu/mL,大肠杆菌群数 $\leq 3$  MPN/100 mL,酵母菌霉菌总数 $\leq 5$  cfu/mL,致病菌未检出。

3 结论

本文以苹果汁为主要原料,以薇菜浸提液、木糖醇、柠檬酸为辅料,通过单因素试验和正交试验,确定了苹果薇菜复合饮料的最佳配方,研制出了营养丰富,口感适宜,天然稳定,有一定清热去火、消肿利尿、解暑保肝、消炎止痛功效的保健型饮料。试验结果发现,影响苹果薇菜复合饮料感官评分的主次因素为薇菜浸提液与苹果的配比、木糖醇添加量、柠檬酸添加量。薇菜苹果复合饮料的最佳配方为薇菜浸提液与苹果汁的配比为 30:70、木糖醇的添加量为 3%、柠檬酸的添加量为 0.02%。

参考文献:

[1] 邓随胜,陈孝湖. 苹果胡萝卜复合果蔬汁饮料的配方设计与研制[J]. 连城学院学报, 2011(5): 48.  
[2] 范林林,冯叙桥. 不同保鲜处理对鲜切苹果保鲜效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2015, 36(1): 252-256.

- [3] 陈学红, 秦卫东, 马利华, 等. 加工工艺条件对果蔬汁的品质影响研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 355-362.
- [4] 马杰, 胡文忠, 毕阳, 等. 鲜切果蔬活性氧产生和抗氧化体系代谢的研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(7): 316-320.
- [5] PERS ICM, MIKULIC -PETKOVSEKM, SLATNARA, et al. Chemical composition of apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and rowning[J]. LWT-food science and technology, 2017, 82: 23-31.
- [6] 赵辉. 胡萝卜苹果复合饮料生产工艺的研究 [J]. 粮食与油脂, 2018, 31(3): 76.
- [7] NUMATA A, HOKIMOTO K, TAKEMURA T, et al. Plant constituents biologically active to insects.V. Anti -feedants for the larvae of the yellow butterfly, *Eurema hecabe* mandarina, in *Osmunda japonica* [J]. Chem pharm bull, 1984, 32(7): 2815-2821.
- [8] TAKEMOTO T, OKUYAMA T, JIN H, et al. Isolation of phytoecdysones from Japanese ferns I [J]. Chemical & pharmaceutical bulletin, 1973, 21(10): 2336-2341.
- [9] 王谋强, 励启腾. 薇菜干的营养品质分析[J]. 植物资源与环境, 1995, 4(2): 63-64.
- [10] 何义发, 王伯泉. 武陵山区薇菜[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006.
- [11] 张泽宏, 何义发. 紫萁提取液抑菌试验的初步研究[J]. 西南大学学报, 2008, 30(2): 95-97.
- [12] 李磊, 陶海南. 紫萁多糖 POJI 的分离纯化和基本性质研究 [J]. 食品科学, 1999(6): 12-14.
- [13] 邵长富, 赵晋府. 软件饮料工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005.
- [14] 张凤清, 张丽君, 周长民. 木糖醇的特性及应用[J]. 当代化工, 2008, 37(1): 92-95.

(上接第 25 页)

- [12] 王颀, 李长文, 和东芹, 等. 干红枣酒酿造工艺研究 [J]. 中国食品学报, 2001, 1(02): 19-23.
- [13] 张文叶, 张峻松, 毛多斌, 等. 超高压处理对干红枣酒成熟的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(17): 70-75.
- [14] 张燕, 王传宝, 柴振波. 大红枣甜酒发酵工艺的探讨[J]. 中国酿造, 2013, 32(09): 127-129.
- [15] 贾琪. 澄清型红枣酒发酵工艺研究 [D]. 大连: 大连工业大学, 2015.
- [16] 王颀, 王贞强, 牟建楼, 等. 红枣系列产品加工关键技术研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(09): 1-7.
- [17] 刘文博. 山枣果酒发酵工艺优化研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [18] 林静雅, 刘邻渭, 严陇兵, 等. 原料品种和制浆方法对枣酒多酚含量和感官品质的影响 [J]. 中国酿造, 2012, 31(01): 196-200.
- [19] 李安平, 丁彦鹏, 陈建华, 等. 红枣果酒苦味来源及成分分析[J]. 中国食品学报, 2013, 13(07): 236-241.
- [20] 侯丽娟, 严超, 齐晓茹, 等. 不同品种红枣酿制枣酒的香气差异性研究[J]. 食品工业, 2017, 38(05): 208-212.
- [21] 王庆科, 孙中贯, 陈青. 枣酒酿造用酵母的筛选及发酵性能研究[J]. 中国酿造, 2015, 34(11): 103-110.
- [22] 李靖, 王成涛, 刘国荣, 等. 电子鼻快速检测煎炸油品质[J]. 食品科学, 2013, 34(08): 236-239.
- [23] QIU SS, WANG J, GAO LP. Qualification and quantisation of processed strawberry juice based on electronic nose and tongue[J]. Food science and technology, 2015(60): 115-123.
- [24] 郭秋实. 枣酒酿制和澄清工艺比较研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [25] HONG XZH, WANG J. Use of electronic nose and tongue to track freshness of cherry tomatoes squeezed for juice consumption: Comparison of different sensor fusion approaches[J]. Food bioprocess technology, 2015(8): 158-170.
- [26] CHILO J, PELEGRI-SEBASTIA J, CUPANE M, et al. E-Nose application to food industry production [J]. IEEE instrumentation & measurement magazine. 2016, 19(1): 27-33.
- [27] 沈静, 魏婷, 冀晓龙, 等. 干制方式对鲜食枣食用及营养品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(07): 70-76.
- [28] HE Y, FENG SJ, DENG XF, et al. Study on lossless discrimination of varieties of yogurt using the Visible/NIR-spectroscopy[J]. Food research international, 2006(39): 645-650.

# 葡萄酒鸡尾酒的调配工艺研究

王超萍<sup>1</sup>, 华玉波<sup>2</sup>, 朱双全<sup>3</sup>, 刘涛<sup>2</sup>, 张颖超<sup>1</sup>, 汤晓宏<sup>1</sup>, 蒋锡龙<sup>1\*</sup>

(1. 山东省葡萄研究院 / 山东省葡萄栽培与精深加工工程技术研究中心, 山东 济南 250100; 2. 山东台依湖葡萄酒业股份有限公司, 山东 威海 264500; 3. 山东黑尚莓生物技术发展有限公司, 山东 烟台 264000)

**摘要:**随着人们生活水平的提高,我国鸡尾酒消费量增长迅速,葡萄酒鸡尾酒的研究符合人们对不同酒种的需求。以发酵的葡萄酒作为基酒,遵循酒品调制原则,采用单因素和正交试验探索了葡萄酒鸡尾酒的工艺研究,得出最佳配方:干红葡萄酒的添加量为 3 盎司,白橙皮甜酒添加量为 0.5 盎司,橙皮糖浆添加量 0.2 盎司,此工艺条件下得到的葡萄酒鸡尾酒颜色透亮,有光泽,无沉淀物,果香浓郁,具有典型的葡萄酒香气。

**关键词:**葡萄酒;鸡尾酒;品评;需求;工艺研究

中图分类号: TS262      文献标志码: A      文章编号: 1008-1038(2019)11-0031-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.006

## Study on the Blending Technology of Wine Cocktail

WANG Chao-ping<sup>1</sup>, HUA Yu-bo<sup>2</sup>, ZHU Shuang-quan<sup>3</sup>, LIU Tao<sup>2</sup>, ZHANG Ying-chao<sup>1</sup>,  
TANG Xiao-hong<sup>1</sup>, JIANG Xi-long<sup>1\*</sup>

(1. Shangdong Academy of Grape/Shandong Engineering Research Center for Grape Cultivation and Deep-processing, Jinan 250100, China; 2. Shandong Taiyihu Grape Co., Ltd, Weihai 264500, China; 3. Shandong Blackberry Biotechnology Development Co., Ltd., Yantai 264000, China)

**Abstract:** With the continuous improvement of people's living standards, the consumption of cocktails in China is growing rapidly. The research on the blending technology of wine cocktails meets people's needs for different kinds of wine. The technology of wine cocktail was studied by using fermented wine as base wine, using the principle of wine blending. Through single factor and orthogonal test, the best formula was that the addition of red wine was 3 oz, the addition amount of white orange peel sweet wine was 0.5 oz, the addition amount of orange peel syrup was 0.2 oz. The wine cocktail obtained under this technological condition had bright color, luster, no sediment, strong fruit flavor and typical wine aroma.

**Key words:** Wine; cocktail; tasting; demand; technology research

收稿日期: 2019-08-19

基金项目: 山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2018E17)

作者简介: 王超萍(1985—),女,工程师,主要从事葡萄综合利用及现代酿酒技术研究工作

\* 通信作者: 蒋锡龙(1979—),男,高级工程师,主要从事葡萄酒、果酒酿造工艺及微生物选育等方面的研究工作

鸡尾酒发源于 19 世纪末 20 世纪初的美国,是由两种或两种以上的酒或酒中加入果汁调配而成的一种饮料,讲究色、香、味、形的兼具,深受中青年的喜爱<sup>[1]</sup>。调制鸡尾酒常用混合酒,就是在酿造酒和蒸馏酒中放水果、香草香料、牛奶、冰块、蜂蜜、汽水等一起搅拌或者摇荡调制而成的混合饮料<sup>[2]</sup>,最后以柠檬片或薄荷叶等做装饰,其酒精体积分数通常为 20%~30%,有些甚至达到 60%,常见的基酒有金酒、朗姆酒、威士忌、伏特加、白兰地、利口酒、龙舌兰等<sup>[3]</sup>。鸡尾酒的调制方法有摇和法、调和法、兑和法、漂浮法及搅拌法五种<sup>[4]</sup>。

随着人们生活水平的提高,传统的酒文化习惯逐渐改变,开始向低度、营养方面转化。同时,由于葡萄酒含多酚、白藜芦醇、丹宁、类黄酮等物质,具有抗衰老、软化血管、防癌、抗菌、美容养颜、健全内脏机能、降低胆固醇、防止心肌梗塞、杀菌减肥等功效,因此受到人们的青睐。但用葡萄酒作为酒基调制鸡尾酒的研究非常稀少,因此,研究适合国内消费群体的葡萄酒鸡尾酒显得尤为重要。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

台依湖大师级干红葡萄酒(自酿)、白橙皮甜酒(市售)、橙皮糖浆(市售)、碎冰(自制)、柠檬片(市售)、红樱桃(市售)。

### 1.2 仪器与设备

沃拓莱制冰机, HZB-20F/S, 宁波金邦达智能售货设备公司;美的搅拌机, 2531H, 美的集团股份有限公司;盎司器、调酒棒、冰铲、酒吧匙, 304 不锈钢, 广州美天金属制品有限公司;调酒杯(750 mL)、勃艮第杯, 广州智森精品有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 工艺流程

本试验研究的鸡尾酒以葡萄酒为酒基,采用搅拌、摇和法进行调制,具体调配工艺为备料→碎冰→原料混合→搅拌→挂杯→装饰→品评→成品。

#### 1.3.2 主要工艺介绍

##### (1) 备料

将试验用到的酒基台依湖大师级干红葡萄酒提前倒入醒酒器中醒酒 10 min,然后将橙皮糖浆和白橙皮甜酒备好,同时用制冰机提前做好冰块。

##### (2) 碎冰

用冰铲取少量的冰块,放入摇壶中晃动,使其充分破碎,备用。

##### (3) 原料混合

用盎司器按一定的比例分别取橙皮糖浆、白橙皮甜酒、台依湖大师级干红葡萄酒,倒入调酒杯<sup>[5]</sup>。为了选出合适的量,以橙皮糖浆、白橙皮甜酒、台依湖大师级红葡萄酒的添加量为试验因素,进行单因素试验,然后每个因素取 3 个水平进行正交试验,根据感官评定的结果来确定葡萄酒鸡尾酒的最佳口感配比<sup>[6]</sup>。

##### (4) 搅拌

将混合的原料和少量的碎冰一起倒入搅拌机中,进行搅拌,搅拌均匀后倒入勃艮第杯中。

##### (5) 挂杯

往杯中添加新鲜的柠檬片,选用红樱桃挂杯,做装饰。

##### (6) 品评

由 5 位专业品酒师组成品评小组,在室温自然光品尝室品尝,根据一看、二闻、三品的步骤<sup>[7]</sup>,对葡萄酒鸡尾酒的外观、香气、口感等进行评分<sup>[8]</sup>,满分为 100 分,取平均值。感官评定标准见表 1。

表 1 葡萄酒鸡尾酒的感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation criteria for wine cocktails

| 项目           | 评分标准                         | 分值/分  |
|--------------|------------------------------|-------|
| 外观<br>(30 分) | 澄清透亮,有光泽                     | 20~30 |
|              | 澄清透明,无明显悬浮物                  | 11~19 |
|              | 色泽失光,浑浊                      | 0~10  |
| 香气<br>(30 分) | 具有纯正和谐的果香和葡萄酒香               | 20~30 |
|              | 香气欠协调,无异味                    | 11~19 |
|              | 有异香、异味                       | 0~10  |
| 口感<br>(40 分) | 口感鲜爽、舒顺,酒体丰满、完整,回味绵长,具有怡人的风格 | 30~40 |
|              | 口感尚平衡,无清爽感,欠协调、完整,无明显缺陷      | 15~29 |
|              | 酒体寡淡、不协调,或者有其他明显的缺陷          | 0~14  |

## 2 结果分析

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 葡萄酒添加量对鸡尾酒品质的影响

固定橙皮糖浆和白橙皮甜酒添加量,考察不同干红

葡萄酒添加量对鸡尾酒品质的影响,结果见表 2。

表 2 干红葡萄酒添加量对鸡尾酒品质的影响

| Table 2 Effect of claret on the quality of cocktail |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| 干红葡萄酒添加量/盎司                                         | 1  | 3  | 5  | 7  | 9  |
| 感官评分/分                                              | 76 | 83 | 84 | 85 | 86 |

从表 2 可知,当干红葡萄酒的添加量为 3 盎司时,鸡尾酒的感官品评分数为 83 分。表 2 显示,随着干红葡萄酒添加量的增加,分数变化越来越小,从经济效益来看,选取葡萄酒添加量为 3 盎司进行正交试验较为适宜。

2.1.2 白橙皮甜酒添加量对鸡尾酒品质的影响

固定橙皮糖浆和干红葡萄酒的添加量,考察不同白橙皮甜酒的添加量对鸡尾酒品质的影响,结果见表 3。

表 3 白橙皮甜酒添加量对鸡尾酒品质的影响

| Table 3 Effect of the addition of white orange peel sweet wine on the quality of cocktail |     |     |     |     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 白橙皮甜酒添加量/盎司                                                                               | 0.1 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2  |
| 感官评分/分                                                                                    | 80  | 85  | 84  | 78  | 68 |

从表 3 可知,当白橙皮甜酒添加量为 0.5 盎司时,鸡尾酒的感官品评分数为 85 分,随着添加量的增加,分数越来越低。所以白橙皮甜酒添加量选择 0.5 盎司较适宜。

2.1.3 橙皮糖浆添加量对鸡尾酒品质的影响。

固定白橙皮甜酒和干红葡萄酒添加量,考察不同橙皮糖浆的添加量对鸡尾酒品质的影响,结果见表 4。

表 4 橙皮糖浆添加量对鸡尾酒品质的影响

| Table 4 Effect of the of orange peel syrup on the quality of cocktail |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 橙皮糖浆添加量/盎司                                                            | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.3 |
| 感官评分/分                                                                | 80  | 82  | 78  | 76  | 65  |

从表 4 可以看出,当橙皮糖浆添加量为 0.4 盎司时,鸡尾酒的感官品评分数最高,为 82 分,随着橙皮糖浆添加量的增加,口感越来越腻,分数越来越低,所以橙皮糖浆添加量为 0.4 盎司。

2.2 正交试验

表 5 正交试验设计表

| Table 5 Orthogonal test table |          |          |         |
|-------------------------------|----------|----------|---------|
| 水平                            | A        | B        | C       |
|                               | 干红葡萄酒/盎司 | 白橙皮甜酒/盎司 | 橙皮糖浆/盎司 |
| 1                             | 2        | 0.3      | 0.2     |
| 2                             | 3        | 0.5      | 0.4     |
| 3                             | 4        | 0.7      | 0.6     |

表 6 正交试验结果表

| Table 6 Table of orthogonal test results |          |          |         |      |
|------------------------------------------|----------|----------|---------|------|
| 组号                                       | A        | B        | C       | 感官评分 |
|                                          | 干红葡萄酒/盎司 | 白橙皮甜酒/盎司 | 橙皮糖浆/盎司 | /分   |
| 1                                        | 1(2)     | 1(0.3)   | 1(0.2)  | 82.3 |
| 2                                        | 1        | 2(0.5)   | 2(0.4)  | 86.6 |
| 3                                        | 1        | 3(0.7)   | 3(0.6)  | 81.2 |
| 4                                        | 2(3)     | 1        | 2       | 88.9 |
| 5                                        | 2        | 2        | 3       | 92.9 |
| 6                                        | 2        | 3        | 1       | 88.3 |
| 7                                        | 3(4)     | 1        | 3       | 83.6 |
| 8                                        | 3        | 2        | 1       | 87.2 |
| 9                                        | 3        | 3        | 2       | 82.1 |
| k <sub>1</sub>                           | 83.37    | 84.93    | 85.93   | —    |
| k <sub>2</sub>                           | 90.03    | 88.90    | 85.86   | —    |
| k <sub>3</sub>                           | 84.30    | 83.87    | 85.90   | —    |
| R                                        | 6.66     | 5.03     | 0.07    | —    |

取干红葡萄酒、白橙皮甜酒、橙皮糖浆三个因素进行葡萄酒鸡尾酒调配试验,试验设计见表 5,结果见表 6。

由正交试验可以看出,在葡萄酒鸡尾酒的配制过程中,干红葡萄酒、白橙皮甜酒、橙皮糖浆三因素对鸡尾酒影响的大小顺序为 A>B>C,即干红葡萄酒的添加量影响最大,橙皮糖浆添加量影响最小;鸡尾酒的最佳配方组合为 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>,即干红葡萄酒的添加量为 3 盎司、白橙皮甜酒添加量为 0.5 盎司、橙皮糖浆添加量 0.2 盎司,该条件下得到的葡萄酒鸡尾酒澄清透亮,有光泽,无明显的悬浮物,具有纯正和谐的果香和葡萄酒香,口感鲜爽,酒体丰满,回味绵长,感官品评为 94.6 分,均高于其他试验组。

3 产品指标

3.1 葡萄酒鸡尾酒酿造品评

以葡萄酒基酒调配的鸡尾酒品评结果(见表 7),颜色透明,有光泽,无沉淀物,果香浓郁,具有典型的葡萄酒香气。

表 7 葡萄酒鸡尾酒感官结果

| Table 7 Sensory outcome of wine cocktail |                          |      |
|------------------------------------------|--------------------------|------|
| 项目                                       | 感官品质                     | 分值/分 |
| 外观                                       | 透明,有光泽清亮,无明显悬浮物,无沉淀物     | 28   |
| 香气                                       | 果香浓郁,具有典型的葡萄酒香           | 29   |
| 口感                                       | 入口微甜,落口感爽,酒体完整,回味绵长,风格怡人 | 37.6 |

(下转第 42 页)

# 高效液相色谱-质谱法检测酱油中 5-羟甲基糠醛

刘超,景赞,黄志勇

(乐山市食品药品检验检测中心,四川 乐山 614000)

**摘要:**采用高效液相色谱串联质谱法对酱油中 5-羟甲基糠醛进行检测。以 Kromasil 100-5 C18 (3.9 mm×150 mm, 5 μm) 为色谱柱,以甲醇、0.05% 甲酸为流动相,通过 HPLC-MS/MS 系统中全扫描模式对 5-羟甲基糠醛进行定性分析,多反应监测模式进行定量分析。试验结果表明,5-羟甲基糠醛在 0.25~5.0 μg/mL 浓度范围内具有良好的线性,检出限为 0.60 mg/kg,在 0.125~2.0 mg/kg 范围内加标回收率为 81.4%~93.3%。该方法操作方便、专属性强、灵敏度高、准确度高,可用于酱油中 5-羟甲基糠醛的检测,也为酱油中 5-羟甲基糠醛的检测提供了新的途径。

**关键词:**酱油;液质联用;5-羟甲基糠醛;测定方法

中图分类号:O658

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2019)11-0034-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.007

## Determination of 5-hydroxymethylfurfural in Soy Sauce by High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry

LIU Chao, JING Zan, HUANG Zhi-yong

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

**Abstract:** To develop a detection method for 5-hydroxymethylfurfural in soy sauce using liquid chromatography-mass spectrometry (HPLC-MS/MS), the chromatography was performed using an Kromasil 100-5 C18 (3.9 mm×150 mm, 5 μm) with a mobile phase consisting of methanol and 0.1% formic acid. Qualitative analysis of 5-hydroxymethylfurfural was conducted under full-scan model, and quantitative analysis in the multiple reaction monitoring (MRM) model. The results showed that the calibration curve for the analyte showed good linearity in the range of 0.025–1 μg/mL. The limit of detection was 0.6 mg/kg, and the recoveries obtained by standard addition method at 0.125–2.0 mg/kg were between 81.4% and 93.3%. This method is simple, specific and accurate with a high sensitivity. It can be used for 5-hydroxymethylfurfural added in soy sauce. A new method for the determination of 5-hydroxymethylfurfural in soy sauce was provided.

**Key words:** Soy sauce; HPLC-MS/MS; 5-hydroxymethylfurfural; determination method

收稿日期:2019-07-16

作者简介:刘超(1984—),男,工程师,主要从事食品安全方面的研究工作

酱油,作为一种富有营养和特殊香味的调味品,是目前最常见的家庭调料。酱油在制作过程中会发生美拉德(Maillard)反应,即还原糖与氨基酸反应,烯醇式 Amadori 重排产物在 1,2 位置烯醇化并消去 C3 上的羟基,加 H<sub>2</sub>O 生成 3-脱氧己糖酮,然后脱水生成 5-羟甲基糠醛类风味成分<sup>[1-5]</sup>。

5-羟甲基糠醛对眼、黏膜、皮肤有刺激性,过量食用会引起中毒,造成动物横纹肌麻痹和内脏损害<sup>[6]</sup>。目前对酱油中 5-羟甲基糠醛含量的检测主要有液相色谱法<sup>[7]</sup>、紫外分光光度法<sup>[8]</sup>等,这些方法因灵敏度低、易出现假阳性等原因,很难满足酱油中 5-羟甲基糠醛的准确测定。本试验使用了液相色谱-三重四级杆质谱法检测酱油中 5-羟甲基糠醛,具有灵敏度高、特异性强等特点,在国内尚属首次。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

甲醇,99.9%,HPLC/ACS 级,北京市百灵威科技有限公司;甲酸纯度≥88%,HPLC 级,天津市科密欧化学试剂有限公司;乙酸乙酯,99.9%,HPLC/ACS 级,J&K SCIENTIFIC LTD;5-羟甲基糠醛,99.0%,化学试剂,Sigma 公司,批号 C16308402。

1.2 仪器与设备

固相萃取柱,Oasis MCX 3cc(60 mg),沃特世科技(上海)有限公司。液相色谱-串联质谱仪,API3200,配有电喷雾离子源,美国 AB SCIEX 公司;分析天平,精度为 0.01 mg,CP225D,德国赛多利斯集团;冷冻高速离心机,TGL-16M,长沙湘智离心机仪器有限公司;数控超声波清洗仪,KQ-700,昆山市超声仪器有限公司;恒温振荡器,SHA-B,常州冠军仪器制造有限公司。

1.3 色谱条件

色谱柱:Kromasil 100-5 C18,(3.9 mm×150 mm,5/μm);流动相 A:甲醇;流动相 B:0.05%甲酸;流速:0.4 mL/min;进样体积:10 μL。梯度洗脱程序如表 1 所示。

1.4 质谱条件

高效液相色谱串联质谱仪:DGU-20A- API3200。质谱参数:采用 ESI 源正离子扫描模式,离子源参数见表 2。扫描模式:多反应监测(MRM),监测参数如表 3 所示。

表 1 梯度洗脱程序表

| Table 1 Gradient elution procedure |                            |     |     |
|------------------------------------|----------------------------|-----|-----|
| 时间/min                             | 流速/(mL·min <sup>-1</sup> ) | A/% | B/% |
| 0.01                               | 0.5                        | 5   | 95  |
| 3.00                               | 0.5                        | 35  | 65  |
| 5.00                               | 0.5                        | 95  | 5   |
| 7.00                               | 0.5                        | 95  | 5   |
| 9.00                               | 0.5                        | 5   | 95  |
| 10.00                              | 0.5                        | 5   | 95  |

表 2 质谱条件

| Table 2 Mass spectrum condition |      |      |       |      |      |
|---------------------------------|------|------|-------|------|------|
| 雾化温度                            | 气帘气  | 碰撞气  | 离子源电压 | 雾化气  | 辅助气  |
| /℃                              | /psi | /psi | /V    | /psi | /psi |
| 450                             | 30   | 10   | 5500  | 30   | 30   |

表 3 多反应监测参数

| Table 3 Multi-reaction monitoring parameters |                    |                    |      |      |        |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------------|------|------|--------|
| 名称                                           | 分子离子( <i>m/z</i> ) | 碎片离子( <i>m/z</i> ) | DP/V | CE/V | 扫描时间/s |
| 5-羟<br>甲基糠醛                                  | 127.0              | 109.4              | 35   | 15   | 0.2    |
|                                              |                    | 81.3               | 35   | 22   | 0.2    |
|                                              |                    | 53.3               | 35   | 30   | 0.2    |

1.5 标准曲线的绘制

1.5.1 标准储备溶液的制备

精密称取 10 mg 的 5-羟甲基糠醛至 10 mL 容量瓶中,用 10%甲醇水溶液定容至刻度,配制成 1 mg/mL 的标准溶液,在 4 ℃下避光储存。

1.5.2 标准中间溶液的制备

吸取 1 mL 储备液至 10 mL 容量瓶中,用 10%甲醇水溶液定容至刻度,配成 100 μg/mL 的标准溶液备用。

1.5.3 基质标准工作溶液的制备

称取 2 g 阴性样品于塑料离心管中,加入 0、0.0125、0.025、0.05、0.1、0.2、0.25 mL 标准液,加入 10 mL 乙酸乙酯,以 180 r/min 振荡 10 min,超声提取 10 min(功率 700 W),摇匀。以 4 000 r/min 离心 5 min,取上清液至 25 mL 容量瓶中,按上述方法再提取 1 次,上清液转移至同一 25 mL 容量瓶中,加乙酸乙酯定容至刻度,摇匀。将阳离子交换柱连接至固相萃取装置,依次用 3 mL 甲醇和 3 mL 水活化,移取 5 mL 样液至此阳离子交换柱中,流速控制在 1 mL/min,用 5 mL 水淋洗,抽干,用 5%氨化甲醇洗

脱,流速控制在 1 mL/min,收集洗脱液。洗脱液经 40 ℃ 氮吹至干,用甲醇定容至 1.0 mL,配成 0、0.25、0.5、1.0、2.0、4.5  $\mu\text{g/mL}$  的基质标准曲线。

## 1.6 样品制备

### 1.6.1 提取

称取 2 g 酱油样品于 50 mL 塑料离心管中,加入 10 mL 乙酸乙酯,以 180 r/min 振荡 10 min,超声提取 10 min (功率 700 W),摇匀。以 4 000 r/min 离心 5 min,取上清液至 25 mL 容量瓶中,按上述方法再提取 1 次,上清液转移至同一 25 mL 容量瓶中,乙酸乙酯定容至刻度,摇匀,待净化。

### 1.6.2 净化

将阳离子交换柱连接至固相萃取装置,依次用 3 mL 甲醇和 3 mL 水活化,移取 5 mL 样液至此阳离子交换柱中,流速控制在 1 mL/min,用 5 mL 水淋洗,抽干,用 5% 氨化甲醇洗脱,流速控制在 1 mL/min,收集洗脱液。洗脱液经 40 ℃ 氮吹至干,用甲醇定容至 1.0 mL,过 0.22  $\mu\text{m}$  微孔滤膜,滤液供上机分析。

## 1.7 检出限与定量限

称取 2 g 阴性样品按照 1.6 的方法制备 700 W,摇匀。以 4 000 r/min 离心 5 min,取上清液至空白溶液。用空白样品溶液将标准工作溶液稀释至产生 3 倍信噪比 ( $S/N$ ) 和 10 倍信噪比 ( $S/N$ )。根据色谱图得信噪比,按  $S/N=3:1$  和  $S/N=10:1$  计算检出限和定量限。

## 1.8 方法的准确性

低浓度加标回收水平:称取 2 g 阴性样品于 50 mL 塑料离心管中,加入一定量标准中间溶液,按 1.6 操作,配置成 0.125 mg/kg 的质控样品。

中浓度加标回收水平:称取 2 g 阴性样品于 50 mL 塑料离心管中,加入一定量标准中间溶液,按 1.6 操作,配置成 0.50 mg/kg 的质控样品。

高浓度加标回收水平:称取 2 g 阴性样品于 50 mL 塑料离心管中,加入一定量标准中间溶液,按 1.6 操作,配置成 2.0 mg/kg 的质控样品。

## 1.9 精密度

称取 2 g 阴性样品于 50 mL 塑料离心管中,加入 0.0125 mL 标准中间溶液,按 1.6 操作,连续进样 6 针,计算相对标准偏差  $RSD$ ,以确定仪器精密度。

## 1.10 方法的重复性

取浓度为 0.25、0.5、1.0 mg/kg 的质控样品,各 3 份,经 1.6 处理后上机分析,测得峰面积,代入随行基质标准曲线,计算浓度及  $RSD$ ,即得重复性结果,以确定方法重复性。

## 2 结果与分析

### 2.1 标准曲线

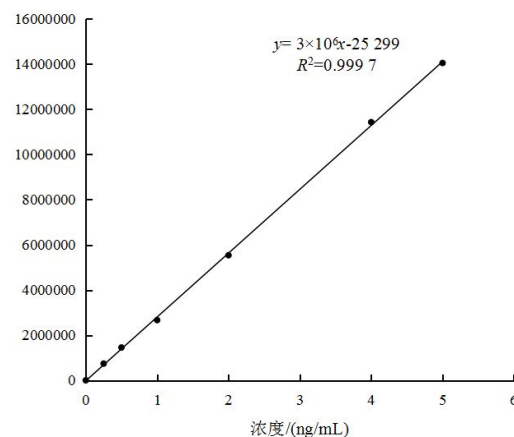


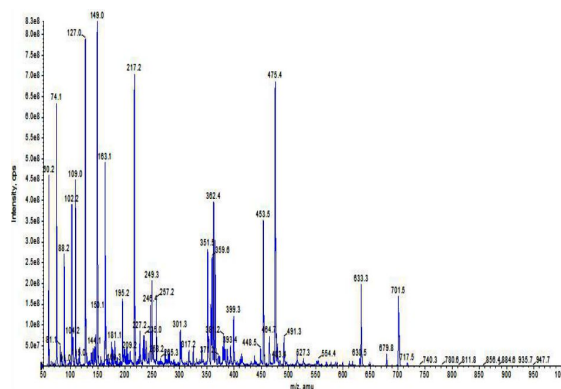
图 1 5-羟甲基糠醛的标准曲线

Fig.1 Standard curve of 5-hydroxymethylfurfural

图 1 为 5-羟甲基糠醛的标准曲线,从图 1 可以看出,5-羟甲基糠醛在 0~5  $\mu\text{g/mL}$  的浓度范围内  $R^2=0.999 7>0.99$ ,表明 5-羟甲基糠醛在上述范围线性良好,故选取 0~5  $\mu\text{g/mL}$  为试验的线性范围。

### 2.2 检出限和定量限

由图 2~4 可以看出,选择  $m/z$  127.0 为 5-羟甲基糠醛离子,选择碎片离子中响应值较高的 3 个碎片离子  $m/z$  109.4、81.3 和 53.3 作为定性和定量离子,此方法可有效避免假阳性。



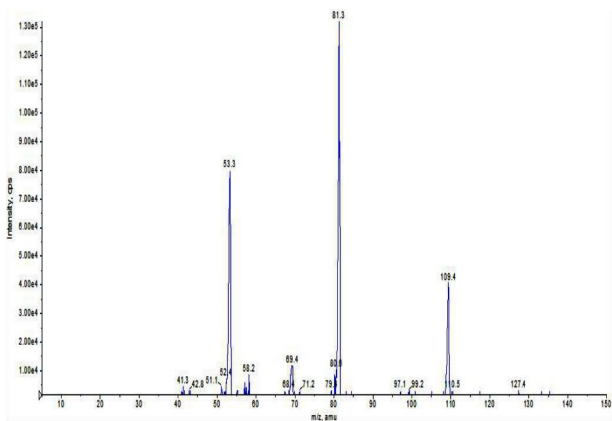


图 3 5-羟甲基糠醛二级质谱图

Fig.3 MS2 spectra of 5-hydroxymethylfurfural

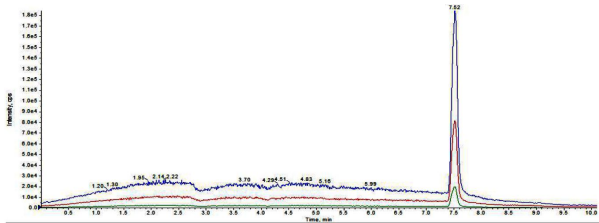


图 4 5-羟甲基糠醛对照品色谱图

Fig.4 Chromatogram of 5-hydroxymethylfurfural

2.3 方法的准确性

采用空白样品加标回收法测定该方法的准确性<sup>[9-10]</sup>。由表 4 可以看出,5-羟甲基糠醛在高、中、低三个水平的回收率为 81.4%~93.3%。低浓度回收率略低,且回收率随着浓度的增大而升高,在不同浓度下的回收率均满足要求。

表 4 不同浓度下的 5-羟甲基糠醛回收率 (n=3)

Table 4 Recoveries of 5-hydroxymethylfurfural at different concentration levels (n=3)

| 水平 | 理论<br>/(mg·kg <sup>-1</sup> ) | 测定 5-羟甲基糠醛浓度<br>/(mg·kg <sup>-1</sup> ) | 平均回收率<br>/% | RSD<br>/% |
|----|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------|-----------|
| 低  | 0.125 6                       | 0.103 4、0.100 8、0.102 2                 | 81.4        | 1.27      |
| 中  | 0.502 4                       | 0.460 7、0.465 4、0.456 1                 | 91.7        | 0.98      |
| 高  | 2.009 6                       | 1.894 2、1.872 2、1.856 2                 | 93.3        | 1.02      |

2.4 方法的重复性

表 5 不同浓度下 5-羟甲基糠醛的重复性 (n=3)

Table 5 Repeatability of 5-hydroxymethylfurfural at different concentration levels (n=3)

| 水平 | 测定 5-羟甲基糠醛浓度/(mg·kg <sup>-1</sup> ) |       |       | RSD/% |
|----|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| 低  | 0.202                               | 0.215 | 0.207 | 3.15  |
| 中  | 0.434                               | 0.428 | 0.419 | 1.77  |
| 高  | 0.920                               | 0.898 | 0.915 | 1.27  |

如表 5 所示,在不同浓度下该方法重复性 RSD 均小于 5%,表明该方法在低、中、高三水平下重复性良好。

2.5 精密度

5-羟甲基糠醛精密度测量结果为 0.535 0、0.512 5、0.540 0、0.520 0、0.527 5、0.5075, RSD<2.43%, 这表明仪器精密度良好,在此浓度下可取得良好精密度。

3 结论

试验建立了液相色谱-串联质谱检测酱油中 5-羟甲基糠醛的方法,并考察了其方法学指标。结果显示,该方法经乙酸乙酯提取、强阳离子固相萃取柱净化、高效液相色谱-串联质谱法检测,实现了酱油中 5-羟甲基糠醛的快速检测。该方法检出限为 0.60 mg/kg,加标浓度在 0.125、0.50 和 2.0 mg/kg 水平下的平均回收率为 81.4%~93.3%;该水平下重复性 RSD<5%;精密度 RSD<3%。该方法具有操作简单、科学合理、定性定量准确等特点,适用于酱油中 5-羟甲基糠醛的测定。

参考文献:

[1] 王妙飞, 张水华, 郭新东, 等. 高效液相色谱测定酱油中 5-羟甲基糠醛[J]. 现代食品科技, 2008(2): 188-190.

[2] 王云凤, 常春艳, 葛宝坤, 等. 饮料中棒曲霉素和 5-羟甲基糠醛的液相色谱-质谱测定方法 [J]. 中国卫生检验杂志, 2007, 17(5): 841-842.

[3] 吴榕, 孟瑾, 韩奕奕. 高效液相色谱测定牛乳中 5-羟甲基糠醛[J]. 食品工业, 2004(4): 49-51.

[4] 张茂民, 刘玉. 调整 pH 值对成品中葡萄糖输液含量、pH 值及 5-HMF 量的影响[J]. 黑龙江医药科学, 2002, 25(1): 56-57.

[5] 侯平然, 刘佐才, 方贞华. 5-羟甲基糠醛(5-HMF)在中药中的研究现状探讨[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(3): 508-520.

[6] 刘光启, 马连湘, 刘杰. 化学化工物性数据手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[7] 王妙飞, 张水华, 郭新东, 等. 高效液相色谱法测定酱油中的 5-羟甲基糠醛[J]. 现代食品科技, 2008, 24(2): 188-190.

[8] 伊魁宇, 曹焱鑫, 李继民, 等. 分光光度法测定酱油中 5-羟甲基糠醛的研究[J]. 化学通报, 2014, 77(3): 282-284.

[9] 申国华, 董培智, 裴社强, 等. HPLC-MS-MS 法测定降糖类中成药中非法添加物格列波脲 [J]. 中成药, 2014, 36(6): 1213-1217.

[10] 林芳, 李涛, 耿庆光, 等. 超高效液相色谱-二极管阵列检测器快速测定保健食品中违法添加的 14 种性功能药物 [J]. 食品科学, 2014, 35(4): 163-169.

# 果蔬中多农药残留检测技术研究进展

杨清华<sup>1</sup>, 李跑<sup>1,2\*</sup>, 丁胜华<sup>2</sup>, 杜国荣<sup>1,3</sup>, 蒋立文<sup>1</sup>, 刘霞<sup>1</sup>

(1. 湖南农业大学食品科学与技术学院, 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南省农业科学院, 湖南省农产品加工研究所, 果蔬贮藏加工与质量安全湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410125; 3. 上海烟草集团有限责任公司技术中心北京工作站, 北京 101121)

**摘要:** 果蔬在生长过程中易受到病虫害的侵害, 农药的应用使病虫害的防治得到明显改善, 然而, 果蔬上残留农药却带来了巨大的食品安全隐患。本文就近年来果蔬中多农药残留的检测技术进行了综述, 对酶抑制剂法、光谱法、气相色谱法、高效液相色谱法以及色谱质谱联用法等常用技术进行了归纳和比较, 并总结了果蔬农药检测技术中的重点, 旨在为果蔬中多农药残留的检测提供参考。

**关键词:** 果蔬; 农药残留; 酶抑制剂法; 光谱法; 气相色谱法; 高效液相色谱法

中图分类号: S481+8      文献标志码: A      文章编号: 1008-1038(2019)11-0038-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.008

## Research Progress Analysis Technology of Multi-pesticide Residues in Fruits and Vegetables

YANG Qing-hua<sup>1</sup>, LI Pao<sup>1,2\*</sup>, DING Sheng-hua<sup>2</sup>, DU Guo-rong<sup>1,3</sup>, JIANG Li-wen<sup>1</sup>, LIU Xia<sup>1</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Provincial Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Hunan Agricultural Product Processing Institute, Hunan Provincial Key Laboratory of Fruit and Vegetable Storage, Processing and Quality Safety, Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125, China; 3. Beijing Work Station, Technology Center, Shanghai Tobacco Group Co. Ltd, Beijing 101121, China)

**Abstract:** In the process of planting fruits and vegetables, many kinds of pesticides are used to control diseases and insect pests, which bring food safety risks. In this paper, the research on the detection technology of multi pesticide residues in fruits and vegetables in recent years was reviewed. The enzyme inhibitor method, spectroscopic method, gas chromatography, high performance liquid chromatography and chromatography-mass

收稿日期: 2019-08-22

**基金项目:** 国家自然科学基金(31601551、31671931); 湖南省自然科学基金(2019JJ50240); 湖南省教育厅科学研究项目优秀青年项目(18B118); 中国博士后科学基金面上项目(2019M650187); 2019 年度湖南省大学生创新创业训练计划项目(S201910537048)

**作者简介:** 杨清华(1996—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为食品质量与安全

\* **通信作者:** 李跑(1989—), 男, 副教授, 主要从事食品分析与化学计量学研究与教学工作

spectrometry were summarized and compared. This paper summarized the technical emphases of the detection technology of pesticide residues in fruits and vegetables, in order to provided reference for the detection of pesticide residues in fruits and vegetables.

**Key words:** Fruits and vegetables; pesticide residues; enzyme inhibitor method; spectroscopic method; gas chromatography; high performance liquid chromatography

据统计,每年因病虫害造成的水果和蔬菜的产量损失占全世界果蔬总产量的三分之一<sup>[1-4]</sup>。由于农药作用快、效果好、应用方便、受地区性或季节性限制小等优点逐渐被普遍应用于果蔬的病虫害防治过程中,在保证果蔬产量的同时,也导致农民对农药依赖性就越来越强,乱用滥用农药的情况愈发厉害,农药残留量日渐升高,严重影响了果蔬的食用安全<sup>[5]</sup>。近年来,随着社会经济日益发展,人民的物质生活水平不断提高,为了确保食品安全,消费者在选择水果和蔬菜时往往会倾向于没有施用农药的产品。

在果蔬种植过程中农户往往会使用多种农药以防治病虫害,这也导致果蔬中的农药残留多样且复杂,给检测造成很大的困扰,同时给消费者带来巨大的食品安全隐患。本文就近年来果蔬中多农药残留检测技术的研究进行了综述,分析了常用的酶抑制剂法、光谱法、气相色谱法、高效液相色谱法以及色谱质谱联用技术法,旨在为果蔬中为农药残留的检测提供参考。

## 1 果蔬中多农药残留现状

我国水果蔬菜中农药残留具有复杂性<sup>[6]</sup>。随着农药的大量使用,病虫害逐渐产生了耐药性。为了保证果蔬农产品的产量,农药的施用量逐年增加,新型农药产品也在不断研发,这导致果蔬中农药残留基质越来越复杂。GB 23200.8-2016 水果和蔬菜中农药残留的标准对水果和蔬菜中农药及其相关化学残留物的测定方法进行了说明<sup>[6]</sup>。此国标中检测的农药不仅包括杀虫剂和除草剂,还包括灭菌剂、杀鼠剂以及植物生长调节剂等。我国的水果蔬菜品种繁多<sup>[7]</sup>,农药残留不仅存在于果蔬表面,果蔬内部也同样存在。为了获得准确的农残分析数据,研究时往往需要从样品的生长条件、试验中不同的预处理措施、提取物的纯化条件以及配套检测方法等多方面考虑<sup>[8]</sup>。此外,由于食品中的基质日益复杂,且低含量农药残留的信号易受到其它干扰组分的影响从而难以实现其准确分

析<sup>[9-10]</sup>。因此还需要开发新型的检测方法以实现果蔬中的多农药残留分析<sup>[11]</sup>。

我国水果蔬菜中农药残留具有普遍性<sup>[12-13]</sup>。日常生活中常见的辣椒、西红柿、葡萄等,在种植过程中都会使用农药以防治病虫害,虽然保证了果蔬农产品的产量与收益,但都存在一定的食品安全隐患。张声灿等<sup>[14]</sup>调查福建省龙岩市7个水果种植基地的结果显示,农残检出率为29.5%,农残超标率达到16.4%,其中拟除虫菊酯类农药的残留数目最多。陈建业等<sup>[15]</sup>通过对浙江省温州市瓯海区2016—2018年的200份水果蔬菜中有机磷、拟除虫菊酯类农药残留的分析得出,56.0%的样品检出了拟除虫菊酯和有机磷农药残留,农残超标率为1.0%;闫君等<sup>[16]</sup>报道了兰州市柑橘类水果的农药检出率达到64.77%,超标率为1.36%,其中柑类水果检出率为46.51%,橘类水果检出率为68.33%,橘类水果的农药残留检出率总体高于柑类水果。

## 2 果蔬多农药残留的分析方法

### 2.1 酶抑制法

由于有机磷和氨基甲酸酯两类农药能抑制生物体内乙酰胆碱酯酶的活性,因此根据酶的抑制程度不同,可以计算样品中农药残留量<sup>[17-18]</sup>。王春光等<sup>[19]</sup>考察了拟除虫菊酯农药对酶抑制剂的影响,研究发现,不同的样品对酶的抑制作用存在明显差异。丁泽锋<sup>[20]</sup>将酶抑制剂法用于蔬菜中农药残留的分析,结果显示,酶抑制率随农药浓度的升高而逐渐升高。

酶抑制法操作简便且成本较低,可以有效实现有机磷以及氨基甲酸酯类农药的检测,然而酶抑制剂法不能确定待测样品中的农药种类及残留量,且灵敏度较低,因此无法实现多农药残留的准确定性定量分析<sup>[21]</sup>。

### 2.2 光谱法

光谱法是根据农药残留在特定的显色剂或环境中显现出特定颜色的原理来实现对残留农药的分析<sup>[22]</sup>。王晓

彬等<sup>[23]</sup>采用表面增强拉曼光谱技术对脐橙果肉样品中三唑磷农药残留进行了分析,并结合化学计量学方法建立了一种脐橙果肉中三唑磷农药的快速检测模型。采用此方法获得 6 处三唑磷农药残留的拉曼特征峰,可实现脐橙果肉中三唑磷农药的定性定量分析。李金婉等<sup>[24]</sup>采用光声光谱法对韭菜中乙酰甲胺磷农药残留进行了分析,结果表明,乙酰甲胺磷的线性范围为 0~8.75  $\mu\text{g/mL}$ ,检出限为 0.013  $\mu\text{g/mL}$ ,为叶菜类乙酰甲胺磷农药残留提供了一种快速的分析方法。光谱法通常不需要复杂的准备工作,检测时间较短,但有一定的局限性,特定的显示剂一次只能与特定农药相匹配,若需检测多种不同的农药残留,则必须多次重复此检测过程,并且在该过程中人为干扰严重,灵敏度较差<sup>[25]</sup>。

### 2.3 气相色谱法

近年来,气相色谱法在果蔬中多农药残留检测领域得到广泛的应用<sup>[26]</sup>。李恒等<sup>[27]</sup>采用气相色谱法测定了多种水果中的有机磷农药残留量,采用超声波辅助提取法快速提取了水果中的农药残留,并通过气相色谱法-火焰光度检测器测定了水果中 6 种有机磷农药残留。多年研究发现,气相色谱法可用于多种农药残留的检测,适合于各类水果中农药残留的分析,但是对于复杂的样品,实验前处理步骤较为繁琐,且需要结合标准样品才能实现定性分析。此外,该方法对于非挥发性化合物、热不稳定性和高沸点农药残留物检测效果较差。

### 2.4 高效液相色谱法

高效液相色谱法可用于蔬菜 and 水果的非挥发性化合物、热不稳定性 and 高沸点农药残留物的检测<sup>[26-27]</sup>。田甜等<sup>[28]</sup>采用高效液相色谱法检测了 8 种氨基甲酸酯类农药在香梨、柠檬、橙子和苹果等水果中的农药残留量,如三羟基克百威、灭多威、速灭威、涕灭威、克百威、异丙威、仲丁威和甲萘威。试验对样品的前处理步骤进行了优化,并分别比较了农药的流动相和提取剂对结果的影响,建立了基于高效液相色谱-荧光法检测常见水果中 8 种氨基甲酸酯类农药的方法。利用高效液相色谱法进行检测时,往往需要将农药进行衍生化处理,对不同样品需选择不同的流动相,操作复杂,仪器日常维护的费用较高,且利用高效液相色谱分离和检测的分析时间相较于气相色谱法偏长。

### 2.5 色谱-质谱联用技术

近年来色谱-质谱联用分析法发展迅速,主要包括气相色谱质谱联用和液相色谱质谱联用两大类<sup>[29-30]</sup>。该联用技术是将气相色谱仪或液相色谱仪与质谱仪串联成一个整体,用于分析待测样品中的各组分。色谱法与质谱法的有机结合,可同时实现对样品的快速定性 with 定量分析,从而大大简化了样品的纯化过程,缩短了分析时间。

#### 2.5.1 气相色谱质谱联用

水果蔬菜中大多数农药残留物质是低沸点且易挥发的化学农药,例如有机氯、拟除虫菊酯类农药等。气相色谱质谱联用技术操作简便、准确、灵敏、重现性强、回收率高、基质干扰少,可以实现多农药残留的快速定性检测<sup>[31-34]</sup>。陈立娇等<sup>[35]</sup>建立了气相色谱-质谱仪测定水果中甲基异柳磷农药残留的方法,空白样品加标回收率范围为 88.6%~12.8%,相对标准偏差小于 10%,甲基异柳磷的检出限为 0.001  $\text{mg/kg}$ 。周琼<sup>[36]</sup>用气相色谱质谱联用技术测定了苹果和白菜中的农药残留,结果发现采用该方法可同时检测 9 种常见的农药残留,加标回收率为 61.2%~117.4%,相对标准偏差均小于 10%。

#### 2.5.2 液相色谱质谱联用

水果蔬菜中还有一部分农药残留是高沸点、不易挥发、极性较强的成分,气相色谱质谱联用技术很难实现对这些农药的分离与检测,而液相色谱质谱联用技术可以有效地解决这个问题<sup>[37-40]</sup>。据此,液相色谱质谱联用技术成为目前发展最为迅速、最具前景的分析检测手段之一,其中 QuEChERS 方法为常用的样品前处理技术。吴岩等<sup>[41]</sup>以乙腈为提取剂,在蔬菜样品中比较了固相萃取和 QuEChERs 两种方法的净化结果,最终发现 QuEChERs 优于固相萃取,能够除去样品中的绝大多数色素以及各种干扰基质。样品经过液相色谱质谱分析,测定了 16 种农药的残留,如苯醚甲环唑、啞菌酯、吡虫啉、咪鲜胺、噻虫嗪等,平均回收率为 75%~111%,检出限为 0.250  $\mu\text{g/kg}$ 。林涛等<sup>[42]</sup>建立了蔬菜中 41 种常见的禁限用农药、隐性农药、植物生长调节剂中的检测方法。采用 QuEChERs 结合液相色谱质谱技术,结果发现,41 种农药在不同基质中的平均回收率为 74.1%~120.4%,检出限为 0.003~100  $\mu\text{g/kg}$ ,此方法为水果蔬菜安全质量风险评估提供了有效的保障。

### 3 小结

随着人们食品安全意识的不断提高,果蔬中农药多残留的问题越来越受到重视。目前世界各国的化学农药品种有1 400多种,最常用的有100多种杀虫剂、50多种除草剂、50多种杀菌剂、20多种杀线虫剂和30多种其他化合物。从国际发展形势来看,多农药残留检测是未来的一个趋势,并向着前处理简单、低成本、高灵敏度、高选择性、高效率的方向发展。检测仪器从以气相色谱检测为主转向以色谱质谱联用特别是液相色谱-多级质谱为主,随着先进仪器的逐步引进,我国现有的仪器设备水平相较于国外差异减小,差距主要存在于样品的采集、提取、纯化等前处理上。因此,基于现有的仪器条件如何有效改善农药残留检测前处理是提高检测水平的关键所在,也将是多农药残留检测技术未来研究的重点。

#### 参考文献:

- [1] 卜惠斐,李巧生,林晓飞,等. 果蔬农药残留快速检测方法研究进展[J]. 中国果菜, 2017, 37(6): 33-34.
- [2] 吴荣顺,梅婷,蔡乔华,等. 深圳流通市场蔬菜农药残留现状分析[J]. 中国果菜, 2017, 37(11): 40-44.
- [3] 罗月,朱永义,何远东. 2015-2017年某市蔬菜和水果中农药残留现状分析[J]. 医学动物防制, 2019, 35(7): 651-653.
- [4] WANG J, CHOW W, WONG JW, et al. Non-target data acquisition for target analysis (nDATA) of 845 pesticide residues in fruits and vegetables using UHPLC/ESI Q-Orbitrap[J]. Analytical and bioanalytical chemistry, 2019, 411(7): 1421-1431.
- [5] 马敬中,肖国斌,张涛,等. 我国果蔬农药残留研究现状及安全措施[J]. 化学世界, 2015, 56(2): 120-124.
- [6] GB23200.8-2016 食品安全国家标准. 水果和蔬菜中500种农药及相关化学品残留量的测定[S]. 气相色谱-质谱法, 2016.
- [7] 王静,张伟燕. 浅析质谱技术在水果、蔬菜与茶叶中农药残留的分析[J]. 福建茶叶, 2018, 40(7): 13.
- [8] 蔡红梅,汪孟丽,田子玉. 蔬菜中农药残留检测前处理方法概述[J]. 现代农业科技, 2019(3): 93-94.
- [9] 高志伟. 蔬菜中农药多残留预处理方法的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(3): 1008-1012.
- [10] 张秀花. 蔬菜水果中农药残留检测方法的改善研究[J]. 现代食品, 2018(13): 106-108, 112.
- [11] 郭连鑫,李丹丹,王迪,等. 药都地区几种常见农药在蔬菜中的残留检测[J]. 辽宁科技学院学报, 2018, 20(4): 20-21.
- [12] 柴凌云,杨秋菊,刘克斌. 蔬菜中8种有机氯农药前处理方法的比较[J]. 中国卫生工程学, 2019, 18(2): 214-215.
- [13] 郭家耀. 蔬菜和水果农药残留检测中的质量控制措施探讨[J]. 现代食品, 2019(6): 134-136.
- [14] 张声灿,陈美珠,林琴香,等. 某市水果生产中农药残留现状调查[J]. 应用预防医学, 2017, 23(6): 502-503.
- [15] 陈建业,管克,詹珍洁,等. 瓯海区市售水果、蔬菜中有机磷、拟除虫菊酯类农药残留分析[J]. 食品安全导刊, 2019(6): 76-77.
- [16] 闫君,赵波,丁辉,等. 食品安全指数法评估兰州市柑橘类水果农药残留的风险[J]. 农业科技与信息, 2019(10): 66-68.
- [17] 关桦楠,韩博林,龚德状,等. 基于脂质体反应器的酶纳米生物传感器在敌敌畏快速检测中的应用[J]. 食品科学, 2019, 40(8): 280-286.
- [18] LI Z, WANG Y, NI YN, et al. Unmodified silver nanoparticles for rapid analysis of the organophosphorus pesticide, dipterex, often found in different waters[J]. Sensors & actuators B: Chemical, 2014, 193: 205-211.
- [19] 王春光,颜冬云,徐绍辉,等. 拟除虫菊酯农药对酶活性抑制的研究进展[J]. 农药, 2010, 49(06): 403-406, 415.
- [20] 丁泽锋. 基于酶抑制法的蔬菜农药残留快速检测研究[J]. 农业技术与装备, 2019(09): 28-29, 31.
- [21] 郭霜毅. 蔬菜水果中农药残留快速筛查检测技术分析[J]. 南方农业, 2015, 9(24): 253-254.
- [22] GONG XY, TANG M, GONG ZJ, et al. Screening pesticide residues on fruit peels using portable Raman spectrometer combined with adhesive tape sampling[J]. Food chemistry, 2019, 295: 254-258.
- [23] 王晓彬,吴瑞梅,凌晶,等. 表面增强拉曼光谱法快速检测脐橙果肉中三唑磷农药残留[J]. 光谱学与光谱分析, 2016, 36(03): 736-742.
- [24] 李金婉,龚瑞昆,龚雨含,等. 光声光谱法检测韭菜中乙酰甲胺磷农药残留研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(13): 3248-3249, 3253.
- [25] 董亚蕾,刘文婧,曹进,等. 国内食品中农药多残留检测技术的研究进展[J]. 分析试验室, 2017, 36(2): 241-248.
- [26] 朱瑜. 气相色谱法对蔬菜水果中多种农药残留量的同时测定[J]. 现代食品, 2018(12): 122-124.
- [27] 李恒,毛林夏,李昱贤,等. 气相色谱法测定水果中多种有机磷农药残留分析[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(3): 193-195.
- [28] CHANG QY, PANG GF, FAN CL, et al. High-Throughput analytical techniques for determination of residues of 653

- multiclass pesticides and chemical pollutants in tea, part VI: Study of the degradation of 271 pesticide residues in aged oolong tea by gas chromatography-tandem mass spectrometry and its application in predicting the residue concentrations of target pesticides [J]. *Journal of AOAC international*, 2016, 99(4): 1049-1057.
- [29] 田甜, 邵康群. 常见水果中 8 种氨基甲酸酯农药的测定[J]. *现代农业科技*, 2018(11): 117-119.
- [30] 张昆嫻. 蔬菜水果中农药残留量检测技术 [J]. *现代食品*, 2018(9): 130-132.
- [31] WANG T, WU HL, XIE LX, et al. Fast and simultaneous determination of 12 polyphenols in apple peel and pulp by using chemometrics-assisted high-performance liquid chromatography with diode array detection [J]. *Journal of separation science*, 2017, 40(8): 1631-1854.
- [32] 杜国荣, 董怡青, 李跑. 复杂色谱信号自动解析中的化学计量学方法[J]. *分析测试学报*, 2018, 37(1): 112-118.
- [33] 曾子琦, 杨清华, 李尚科, 等. 基于移动窗口目标转化因子对多种农药的快速定性分析[J]. *轻工科技*, 2018, 34(9): 41-43.
- [34] LI P, CAI WS, SHAO XG. Generalized window factor analysis for selective analysis of the target component in real samples with complex matrices[J]. *Journal of chromatography A*, 2015, 1407: 203-207.
- [35] 陈立娇, 王锐, 姚东校. 气质联用仪测定水果中的甲基异柳磷农药残留[J]. *现代农业科技*, 2019(9): 92-93.
- [36] 周琼. 蔬菜水果中多种类农药残留的气质联用同时检测方法应用[J]. *农业与技术*, 2018, 38(23): 36-37.
- [37] ALGHARIBEH G R, ALFARARJEH MS. Pesticide residues in fruits and vegetables in Jordan using liquid chromatography/tandem mass spectrometry[J]. *Food additives & contaminants. Part B, Surveillance*, 2018, 12(1): 65-73.
- [38] 李跑, 蔡文生, 邵学广. 基于高通量解析算法的复杂样品重叠气相色谱-质谱快速分析[J]. *色谱*, 2017(1): 8-13.
- [39] 陈晟, 罗佳瑶, 蒋立文, 等. 食品农药残留检测中的化学计量学研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(14): 206-211.
- [40] LI P, CAI WS, SHAO XG. Standard signal extraction for analyzing target analytes in real samples with complex matrices[J]. *Journal of chemometrics*, 2015, 29(5): 300-308.
- [41] 吴岩, 姜冰, 徐义刚, 等. QuEChERS-液相色谱-串联质谱法同时测定果蔬中 16 种农药残留 [J]. *色谱*, 2015, 33(3): 228-234.
- [42] 林涛, 樊建麟, 刘兴勇, 等. 分散固相萃取净化-超高效液相色谱-串联质谱法测定鸡蛋和鸡肉中金刚烷胺和金刚乙胺残留[J]. *色谱*, 2015, 33(11): 1169-1174.

(上接第 33 页)

### 3.2 卫生指标

卫生指标执行 GB15037-2006 葡萄酒标准, 由表 8 可知, 该试验所制得产品的细菌总数 $\leq 50$  个/mL, 大肠菌群 $\leq 30$  个/L, 致病菌未检出。

表 8 卫生指标表

Table 8 Health indicator table

| 项目   | 指标             |
|------|----------------|
| 细菌总数 | $\leq 50$ 个/mL |
| 大肠菌群 | $\leq 30$ 个/L  |
| 致病菌  | 不得检出           |

## 4 结论

通过单因素和正交试验, 得出最佳的配方为干红葡萄酒的添加量为 3 盎司, 白橙皮甜酒添加量为 0.5 盎司, 橙皮糖浆添加量 0.2 盎司。本试验调制成的葡萄酒鸡尾酒, 兼具酒的鲜爽和水果的营养。其漂亮的外观、清新的

口感、独特的寓意, 具有增进食欲、消除疲劳、解渴、清目安神的功效, 备受年轻人的喜爱。葡萄酒鸡尾酒的工艺研究, 丰富了鸡尾酒的品种, 符合广大消费者对鸡尾酒品种多样化的要求, 是时代发展的必然, 在很大程度上推动了酒文化的发展。

### 参考文献:

- [1] 梁琳. 调制鸡尾酒常用的几种酒介绍[J]. *酿酒*, 2007(5): 75-76.
- [2] 王宇婷. 创新创业教育背景下高职院校学生的创新技能培养——以鸡尾酒的实训教学为例[J]. *新校园(上旬)*, 2016(10): 190-191.
- [3] 韦玉芳, 覃斐章. 青梅糯米酒的研制与鸡尾酒的调配[J]. *2007(4)*: 87-90.
- [4] 翟文良. 如何调制鸡尾酒[J]. *大家健康*, 1997(2): 44-45.
- [5] 卫相. 调制鸡尾酒的常用器具[J]. *酿酒*, 1991(4): 48-50.
- [6] 熊庆荣. 品味鸡尾酒[J]. *食品与健康*, 2009(2): 54.
- [7] 尘. 鸡尾酒的创作与品尝[J]. *美与时代*, 2002(4): 92.
- [8] 李敬华. 彩虹鸡尾酒的研制[J]. *酿酒*, 2003(3): 86-87.

# 海藻素在番茄上的应用效果研究

费志平

(唐山市丰南区农业农村局,河北 唐山 063300)

**摘要:**为了探索海藻素在番茄上的应用效果,本文研究了海藻素对番茄生长指标、产量及品质的影响。结果表明,与对照相比,施用海藻素处理的番茄单果质量和产量分别提高了 5.37%和 5.02%,维生素 C 含量增加了 16 mg/kg,糖酸比增加了 1.19,番茄果实品质提高,口味得到改善。

**关键词:**海藻素;番茄;应用效果;生长指标;产量

中图分类号: S157.4+32

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0043-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.009

## Study on Application Effect of Hailvsu on Tomato

FEI Zhi-ping

(Agricultural and Rural Bureau of Fengnan District, Tangshan City, Tangshan 063300, China)

**Abstract:** In order to explore the application effect of Hailvsu on tomato, this paper studied the effects of Hailvsu on growth index, yield and quality of tomato. The results showed that compared with the control, the quality and weight of single fruit treated with Hailvsu increased by 5.37% and 5.02% respectively, the Vitamin C content increased by 16 mg/kg, the ratio of sugar to acid increased by 1.19. The quality and the taste of tomato fruit were improved by Hailvsu treatment.

**Key words:** Hailvsu; tomato; application effect; growth index; yield

海藻肥是一类纯天然、无毒副作用的新型肥料,具有增强作物的抗旱、耐寒性,并能明显降低农药和化肥在蔬菜中的积累和残留<sup>[1]</sup>。有研究表明,海藻提取物含有丰富的氨基酸、矿物质、多糖、维生素及生理活性物质<sup>[2]</sup>,在提高作物产量、改善品质、提早成熟以及水果保鲜和抵抗病虫害等方面均有明显的效果<sup>[3-5]</sup>。海藻素是由北大西洋深海域的泡叶藻提取的物质,与氮磷钾大量元素复配的

有机水溶海藻肥。

本试验以番茄为对象,研究了海藻素对番茄生长指标、产量及品质的影响,以期海藻素在蔬菜生产上的规模化应用提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

有机水溶海藻肥料海藻素,剂型为液体,主要成分为

收稿日期: 2019-08-26

作者简介: 费志平(1982—),女,农艺师,主要从事农业技术推广工作

海藻提取物,有机质 $\geq 120$  g/L,  $N+P_2O_5+K_2O \geq 200$  g/L( $N: 100$  g/L,  $P_2O_5: 50$  g/L,  $K_2O: 70$  g/L),由北京新禾丰农化资料有限公司提供。

## 1.2 试验地基本情况

试验于 2018 年 2~5 月在河北省唐山市丰南区大新庄镇东滩沟村进行。

土壤有机质 2.14%、碱解氮 113.0 mg/kg、有效磷 55 mg/kg、有效钾 168.4 mg/kg, pH 为 6.1。土壤质地中等,肥力均匀一致。

## 1.3 试验设计与方法

试验设两个处理,每个处理小区 4 m<sup>2</sup>,重复 3 次。处理 1:常规施肥作为对照;处理 2:常规施肥+海绿素 1 500 倍灌根。

海绿素分别在番茄的定植后(2 月 2 日)、沾花期(3 月 15 日)施用。

## 1.4 调查指标及方法

### 1.4.1 株高、茎粗、单株结果数

在 4 月 25 日,每个处理随机选取 15 株,重复 3 次,共 45 株,进行各项指标的测定。

株高:用卷尺测量,从番茄茎基部至生长点的距离,记为株高(mm)。

茎粗:茎粗测量位置选定为从植株底部向上数至第 3~4 叶片之间,选用游标卡尺进行测量。

### 1.4.2 果实横纵径、单果质量及产量调查

收获期,每个处理随机选取 3 株,每株选取 5 个有代表性的果实,用游标卡尺分别测量果实腰部最大处的横径(mm)、果实的高度或纵径(mm),用天平称量单果质量。实收测产,以各处理区采摘番茄的实际质量作为小区产量。

### 1.4.3 果实品质测定

收获期,每个处理随机选取 3 株,每株选取 5 个果实进行品质测定。可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法;总酸度测定采用中和滴定法;维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法。

## 1.5 数据处理

所列结果均为多次重复的平均值,数据处理采用 Excel 软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 海绿素对番茄生长指标的影响

表 1 海绿素对番茄生长指标的影响

Table 1 Effect of Hailvsu on tomato growth index

| 处理 | 株高<br>/cm | 茎粗<br>/mm | 单株结果数<br>/个 | 果实横径<br>/mm | 果实纵径<br>/mm |
|----|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | 134.1     | 13.31     | 6.68        | 75.28       | 61.18       |
| 2  | 134.7     | 13.98     | 7.12        | 78.91       | 62.83       |

由表 1 可以看出,海绿素处理的番茄各项指标均比对照有所增加,尤其表现在茎粗、单株结果数、果实横径和纵径上。海绿素处理的番茄茎粗比对照增加 5.03%。茎是植物体中轴部分,具有输导营养物质和水分以及支持叶、花和果实一定空间的作用。茎粗的增加,有利于营养物质和水分的运输,使植株更加健壮,从而为单株结果数和产量的增加奠定基础<sup>[9]</sup>。表 1 还显示,海绿素处理的番茄的株高、单株结果数、果实横径、果实纵径也分别比对照增加 0.6 cm、0.44 个、4.82%和 2.69%。可见,在番茄的苗期及沾花期灌根海绿素,促进了番茄果实生物量的积累。

### 2.2 海绿素对番茄产量的影响

表 2 海绿素对番茄产量的影响

Table 2 Effects of Hailvsu on tomato yield

| 处理 | 平均单果<br>质量/g | 小区产量/(kg/4 m <sup>2</sup> ) |       |       |       | 折合产量<br>/(kg/667 m <sup>2</sup> ) |
|----|--------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
|    |              | 重复 1                        | 重复 2  | 重复 3  | 平均    |                                   |
| 1  | 202.9        | 37.08                       | 36.01 | 36.98 | 36.69 | 6118.06                           |
| 2  | 213.8        | 38.93                       | 37.88 | 38.79 | 38.53 | 6425.43                           |

由表 2 可以看出,海绿素处理的番茄平均单果质量、产量分别比对照提高 5.37%、5.02%。可见,海绿素促进了番茄产量的提高。

### 2.3 海绿素对番茄品质的影响

表 3 海绿素对番茄品质的影响

Table 3 Effects of Hailvsu on tomato quality

| 处理 | 可溶性糖/% | 总酸度/% | 糖酸比  | 维生素 C/(mg·kg <sup>-1</sup> ) |
|----|--------|-------|------|------------------------------|
| 1  | 2.43   | 0.31  | 7.84 | 195.2                        |
| 2  | 2.26   | 0.34  | 6.65 | 179.2                        |

由表 3 可知,海绿素处理的番茄,可溶性糖含量增加 0.08%、总酸度降低 0.09%、维生素 C 含量增加 16mg/kg、

(下转第 64 页)

# 农食产品信息追溯技术研究现状及问题分析

李志成,郑晓冬,闫新焕,宋烨\*,周大森,赵恒

(中华全国供销合作总社济南果品研究院,山东 济南 250014)

**摘要:** 农食产品质量安全是关系人类生命和健康的重大民生问题,农食产品信息追溯是保障农食产品质量安全的有效手段。本文从农食产品的特殊性出发,详述了农食产品追溯的特点,指出农食产品追溯过程中存在基础设施不足、体系建设不完善、监管不到位等问题,并针对存在的问题提出了农食产品追溯体系建设和管理的建议。

**关键词:** 农食产品;质量安全;信息技术;追溯体系

中图分类号: F322 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0045-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.010

## Research Status and Problem Analysis on Information Traceability Technology of Agricultural Food Products

LI Zhi-cheng, ZHENG Xiao-dong, YAN Xin-huan, SONG Ye\*, ZHOU Da-sen, ZHAO Heng

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

**Abstract:** The quality and safety of agricultural products is a major livelihood issue connected with human health. Agricultural product information tracing is an effective means to guarantee the quality and safety of agricultural products. From the particularity of agricultural food products, the article detailed agricultural food products to trace the whole process. It is pointed out that there are some problems in the tracing process of agricultural and food products, such as inadequate infrastructure, imperfect system construction and inadequate supervision. Then it put out the next step system construction and management of the proposal.

**Key words:** Agricultural food products; quality and safety; information technology; traceability system

农食产品即食用农产品,指供食用的、源于农业的初级产品。农食产品信息追溯体系针对农食产品从生产到销售各环节实现产品信息可控,为消费者提供准确的农

食产品质量安全追溯保障,是政府部门监管食品安全的一项有效的管理机制和手段。在国家大力推行互联网与传统产业结合的模式背景下,利用互联网信息技术这一

收稿日期: 2019-06-13

基金项目: 国家重点研发计划“农食产品认证信息追溯技术研究”(2017YFF0211403)

作者简介: 李志成(1990—),男,助理研究员,主要从事农产品质量安全方面的研究工作

\* 通信作者: 宋烨(1980—),女,研究员,主要从事果蔬采后质量控制与标准化方面的研究工作

高效便捷的手段与农食产品信息追溯体系结合,达到优化农食产品监管环境、加快推进农食产品信息追溯平台建设、完善农食产品质量安全监管体系、推动农食产品流通现代化建设的作用<sup>[1]</sup>。本文详细阐述了农食产品信息追溯体系的特点及国内外研究现状,并分析了农食产品信息追溯体系建设过程中存在的问题,提出了农食产品信息追溯体系建设的发展方向,以期提升农食产品质量安全信息化程度,进一步为农食产品质量安全提供保障。

## 1 农食产品信息追溯体系的特点

农食产品不同于工业产品,其以生鲜产品为主,易受各种环节的影响。受农食产品属性特殊性的影响,农食产品信息追溯体系也具有其自身的特点。

### 1.1 时令性强

在农食产品生产的过程中,需要在各个关键节点上进行追溯和监管,以保证农食产品质量安全。特别需要注意的是农食产品的生产受自然环境影响尤为明显,虽然随着农业现代化的不断发展,以往传统农业完全靠天吃饭的情况已经有了很大的改善,但是自然条件对农作物的影响仍旧是最直接和最显著的。自然条件的变化直接影响农食产品的生产环节。再有植物病虫害、动物疾病的发生和变化也与时令有密切关系,进而影响生产者对农药、兽药等相关农业投入品的使用,所以受农食产品生产时令性强的影响导致了对农食产品质量进行有效追溯的时令性强。

### 1.2 涉及环节多

由于产品特殊性,农食产品的安全保障是一个“从农田到餐桌”的全链条过程,这一过程涉及到生产、加工、贮藏、运输、流通多个环节。从产地的自然条件比如土壤、水质、气候到生产过程的用肥用药再到加工过程的设备、人员、工艺、添加剂,贮藏过程的场所环境温湿度,运输过程的车辆、人员,流通过程中的各个环节都会对农食产品安全带来影响<sup>[2]</sup>。

以生活中我们最常见的果蔬类农食产品为例,其追溯系统包括水果蔬菜的种植基地、果蔬批发商、仓储物流环节、经营销售环节等。果蔬类农食产品追溯体系的建立关键在于采用各种手段,保障信息的传递畅通,确保农食产品全链条的信息透明化和全程可追溯性,进而实现农食产品质量安全全面保障<sup>[3]</sup>。

### 1.3 不同种类差异性明显

农食产品既包括小麦、玉米等农作物,也包括畜牧、家禽等养殖动物,还包括鱼虾等水产品。因此物种差异明显,不同物种的生长周期和环境都不相同。因此针对

不同种类的农食产品,其质量安全追溯系统构成也存在差异。梁丹辉等<sup>[4]</sup>也在国内外政府在农产品质量安全追溯方面实践的研究中提出,农产品质量安全追溯体系在品种、手段、地域等方面存在差异。

## 2 农食产品追溯研究现状

自20世纪80年代末以来,世界上许多国家的政府和食品企业更加青睐于采用沿着供应链建立食品安全追溯体系的建设。进入新世纪,发达资本主义国家逐步通过立法确立了农产品质量追溯制度,并建立了比较完善的农产品质量追溯体系。但在我国,统一的农产品质量追溯体系尚在探索尝试中,各个行业、各个地区、各个企业自行建立的质量追溯体系形式多样,种类繁多,使监管者、生产者和消费者都感到无所适从、难以辨别。

### 2.1 国外研究情况

农食产品信息追溯体系在食品安全领域发挥着重要作用,因此全球农业发达地区都在积极建设食品、农产品信息追溯体系。欧盟在推动食品追溯体系的建设中发挥了重要作用。英国最早提出了食品追溯这一监管理念。美国、加拿大则是农产品追溯制度的支持者和践行者。亚洲的日本、韩国结合本国国情推动了食品溯源体系的建设。澳大利亚和新西兰两大农牧业强国同样开拓食品溯源体系的建设。南美洲的巴西、智利等农业大国也在着手建立适合本国的食品溯源体系。

欧盟采用立法的手段,建立了农产品、食品溯源法律体系。该体系由两部分组成:第一部分是以基本法为基础的食品领域法律法规,主要对各项原则问题作出说明;另一部分是在基本法原则指导下明确的具体要求和措施,这一部分根据不同农产品分布制定。欧盟制定的相关法律在各个成员国间通用,是食品领域的母法也是各国需要遵循的最低标准。其他成员国根据自己本国的法律和实际情况,依照母法制定相关法律。

美国着力在企业推行良好生产操作规范管理体系和危害分析及关键点控制认证体系,从生产到销售的各个环节进行管理。将所有产品建立前追溯和后追溯制度,追溯内容涉及产品基本信息、生产商、包装企业、运输环节所有信息。美国农业部早在2004年就出台了食品安全召回指南,以条形码为信息载体实行产品召回制度,对有问题产品进行召回。2007年推出了《国家动物标识系统程序标准和技术参考》,2013年又推出了《动物疾病追溯通用标准》。

日本建立了政府统筹型农食产品质量安全追溯体系。日本的农食产品追溯体系在农林水产省的监管下展

开,主要手段是采取先试验示范后逐步推广的做法创建“全农放心系统”,对农产品的生产、加工、流通全过程进行跟踪与追溯。在农食产品的种植、包装、运输、储藏、流通等每一环节都建立了严格的标准,上下游信息共享,确保整条供应链的信息具有完整性。消费者可通过互联网对农食产品整个生产流程进行查询,一旦出现问题可及时找到责任人<sup>[5]</sup>。

## 2.2 国内研究现状

国内食品安全追溯体系建设在北京和上海最先开展。2006年月北京建立了奥运食品安全追溯体系,实现“从农田到餐桌”的全程监管与控制,并在2008年投入使用,确保了奥运会的顺利进行。同年,在上海启动了食品安全追溯码制度,利用二维码追溯农产品信息。北京、上海率先在中国尝试建立农产品追溯体系,并进行完善和创新,以便将来向全国推广。

2018年中央一号文件明确提出要加大对农产品质量安全追溯体系建设的投入。农产品质量安全可追溯体系在保障食品安全方面发挥着不可替代的作用。史亮等<sup>[6]</sup>研究发现,基于区块链技术具有数据公开透明、不可篡改等特征和优势,在传统的果蔬追溯体系中植入了区块链技术,构建了一套基于区块链的果蔬农产品追溯体系,使消费者通过简单的扫码就能获取果蔬农产品从农田到餐桌的所有信息,同时又降低了政府监管的成本,大大提高了政府监管的效率和企业管理效率。梁丹辉等<sup>[4]</sup>分析了国内外政府在农产品质量安全追溯方面的实践,并从品种、手段、地域等方面对国内外农产品质量安全追溯的研究现状进行了综述。他提出,不同农食产品的追溯存在来自于品种、地域等方面的区别。刘皓等<sup>[7]</sup>详细分析了我国在农食产品质量安全可追溯系统建设过程中遇到的突出问题,提出要着力打造农产品质量安全信息透明化的建议,并着力优化农产品安全信息透明程度,以此达到提升农产品质量安全的目的。高录军等<sup>[8]</sup>提出了基于物联网的农产品质量安全监控系统建设思路,提倡充分发挥各部门之间的协同作用,减少重叠监管和某些环节存在的监管缺失情况;以期通过提高监管的质量和效率,提升农产品质量安全保障。

## 3 农食产品信息追溯存在的问题

相比欧盟、美国、日本等世界发达国家,我国农食产品信息追溯体系建设起步较晚,在追溯体系的建设过程中存在投入不足、发展不平衡,体系不健全等诸多问题。

特别是在基层追溯体系建设和全链条监管方面比较薄弱,分析起来,主要存在以下问题。

### 3.1 基础设施薄弱

农食产品信息追溯体系建设需要依托相关的基础设施。在我国,农食产品的生产端以农村地区为主,特别是偏远的乡村,这些地区发展相对落后,信息化建设程度不高,农业生产呈现碎片化,缺乏信息传输的媒介,信息沟通难度大。农食产品追溯系统中最重要的网络信号缺失,信息无法通过网络传递。农食产品质量安全追溯体系的建立需要依托相关的媒介设备,其中最重要的一环便是网络信号这一最为高效便捷的传输手段。除此之外,产地监控系统、无线射频技术、遥感分析等先进手段设备的投入更是十分缺失,这也成为农食产品追溯体系建设中的最大问题<sup>[9]</sup>。

### 3.2 体系不健全

在我国,农食产品信息追溯体系建设缺少最重要的顶层设计。目前各个主管部门各自搭建追溯系统,各个地市根据自身情况各自为战,这样一来势必事倍而功半。大量的人力、精力重复使用,缺乏统一指导和信息共享。配套的相关标准和规章制度缺乏,一些已制定的标准标龄过长,原则性强,操作性差,不能适应不断发展的新形势。由于缺乏农食产品信息追溯体系结构的搭建,导致缺乏强有力的推动力,仅仅依靠各部门、各地市独立探索尝试,很难在短期内完成农田到餐桌全链条的追溯体系建设。

### 3.3 涉及环节多,信息难以共享

我国农食产品信息追溯体系是一个从农田到餐桌的、涉及多环节的体系,仅仅依靠单个环节的主管部门是难以完成的。目前大众普遍认为农食产品监管的行政主管部门是农业部门,而事实上农业主管部门仅仅负责农食产品中一部分产品生产环节的监管,并不包括渔业和牧业的农食产品;市场监督管理部门的职责在于监管市面上流通销售的农食产品;这会导致不同监管部门存在信息不共享的情况,最终导致生产和市场销售环节无法进行有效对接,也得不到消费者的认可。从目前的情况来讲,涉及到农食产品监管的部门至少包括农业、畜牧、渔业、自然资源、市场监督管理等多个部门,各部门信息不畅通,存在“九龙治水”的现状,信息不共享。

### 3.4 农食产品生产模式落后

由于我国现阶段农产品的生产普遍是以个体农户为基本单位,规模和实力都不强,发展水平有限,在生产过

程中信息化和现代化工具使用方面与其他发达国家相比存在很大的差距。特别是农食产品质量安全追溯技术还不能适应农食产品质量安全可追溯管理制度和系统建设的要求。而对于一些规模生产企业或者是以合作社形式存在的生产组织来说,其认识程度不到位,对农食产品质量安全追溯管理体系建设不够重视,只看重眼前的经济利益,不考虑产品安全隐患带来的风险。这些小规模企业和合作社中的生产者,文化程度普遍不高,更缺乏系统专业的知识,为农食产品信息追溯开展带来许多不便。

## 4 农食产品追溯的发展建议

### 4.1 加强网络基础设施与信息体系标准建设

基础网络通信设施建设是互联网技术实施的先决条件,针对目前我国农食产品分布的情况,应该在农食产品主产区加快建设网络通信设施,地方政府作为行政主体,应该争取拨付专项资金扶持农产品信息网络建设及农产品追溯技术设施建设基金,并在财税政策上适当向有更大价值空间的农食产品倾斜。加强互联网技术推广应用,应从基础标准(设施基础、技术基础、信息源基础等)抓起,逐步向更深的信息管理层面延伸<sup>[10]</sup>。

### 4.2 大力发展新一代信息技术

通过发展云计算平台等新一代信息技术,结合智能识别、智能感知技术为农食产品信息追溯系统,创造一个无所不在的网络智能运算支持,构建一个无线移动、宽带传输、智能共享、互联互通的农食产品质量信息追溯监管体系。同时加大对产地环境、用药、加工、贮藏、流通、销售等各环节的监管,及时掌控农食产品信息情况。实现追溯信息网络化,全面提高农食产品监管追溯水平,规范农产品质量安全管理,推进绿色农业,提高我国“三品一标”的开展<sup>[11]</sup>。

### 4.3 强化政府在质量追溯体系构建中的主导地位

要加强政府部门在我国农食产品质量追溯体系建设和运行过程中的重要作用。在农食产品质量追溯体系构建时期,需要政府部门主导投入大量的经费用于硬件设备和软件搭建,如果把成本转嫁给企业和个人,由于成本太高且不能立即获得收益,会导致企业和个人参与积极性降低<sup>[12]</sup>。政府部门在我国农食产品质量追溯体系建设和推广过程中的作用不可或缺<sup>[13]</sup>。因此,需要发挥政府在农食产品质量追溯体系构建中的主导作用,尤其在建设的前期阶段,采取政府主导,鼓励企业和个人加入农产品质量

追溯系统建设,政府给予一定补贴和奖励,号召更多的企业主动参与农食产品质量追溯体系建设,逐步将所有农食产品生产经营企业都纳入到农食产品质量追溯体系中。

### 4.4 加强政府部门对可追溯体系的监管

国务院总理李克强同志曾在食品安全委员会全体会议上指出:“当前,中国食品安全监管领域仍存在职能交叉或职责不清问题,既有重复监管,也存在监管‘真空’,监管部门职能权限划分不清”。因此,必须加快建立统一的食物安全监管机制,实现部门职能的无缝衔接,整合监管部门职能,将食品的生产、流通、消费环节实施有效的统一监督管理。在关系到民生的食品安全重大安全问题上绝不手软,严厉打击食品安全违法行为,力推农食产品追溯体系建设。

#### 参考文献:

- [1] 祝宏辉,牟笛瑞.“互联网+农产品地理标志”模式发展状况及问题分析[J].价格月刊,2016(4):55-58.
- [2] 王晓平,安玉发.果蔬类农产品物流信息追溯系统的构建研究[J].中国流通经济,2011(03):34-36.
- [3] 王安波.地理信息系统在农产品质量安全中的应用[J].中国农业信息,2016(09):12-13.
- [4] 梁丹辉,刘宏.农产品质量安全追溯研究进展[J].中国食物与营养,2015(4):13-16.
- [5] 王晓倩.美国和日本农产品质量安全可追溯体系对中国的启示[J].农业科技与装备,2019(4):78-79.
- [6] 史亮,张复宏,刘文军.基于区块链的果蔬农产品追溯体系研究[J].农村经济与科技,2019(15):87-92.
- [7] 刘皓,李达,刘鹏.我国农产品质量安全可追溯系统建设的研究[J].农产品加工,2019(8):65-66.
- [8] 高录军,刘玲.基于物联网的农产品质量安全管控系统建设的思考[J].食品安全质量检测学报,2015(7):2807-2812.
- [9] 章力建,王文生,胡育骄.现代信息技术在我国农产品质量安全监管中的应用[J].中国农科科技导报,2010,12(6):5-9.
- [10] 白桦.基于互联网的农产品物流发展对策研究[J].中国农业资源与规划,2016,31(3):176-179.
- [11] 张驰,张晓东,王登位,等.农产品质量安全可追溯研究进展[J].中国农业科技导报,2017(1):18-28.
- [12] 任君,毛丽萍.我国农产品质量安全追溯系统建设的现状与发展对策[J].贵州农业科学,2017,45(7):102-104.
- [13] 陈勇,陈朝轩,杨志平.重庆市农产品质量安全追溯系统建设目的意义及实现途径[J].南方农业,2016(10):7-13.

# 浅析蔬菜农药残留原因及检测方法

陈曲

(河北省承德市滦平县农业农村局,河北 承德 068250)

**摘要:**蔬菜农药污染既危害我国人民的身体健康,又会对蔬菜出口创汇造成一定影响,进而影响了农业生态效益的提高,也不利于农业经济的发展。本文主要从蔬菜农药残留的来源入手,分析了蔬菜农残的危害,并以此为基础,提出了科学合理的农残检测方法,为全面准确检测蔬菜农药的残留情况提供理论依据。

**关键词:**蔬菜;农药;残留;检测方法

中图分类号:S481.8

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2019)11-0049-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.011

## Residue Cause and Detection Method of Pesticide in Vegetable

CHEN Qu

(Agricultural Rural Bureau of Luanping County, Chengde City, Hebei Province, Chengde 068250, China)

**Abstract:** Vegetable pesticide pollution not only endangers the health of Chinese people, but also has a certain impact on vegetable export earnings, and then affects the improvement of agricultural ecological benefits from all aspects, which is not conducive to the development of agricultural economy. This paper started with the analysis of the main causes of pesticide residues in vegetables, analyzes the harm of vegetable residue, and on this basis, put forward a scientific and reasonable method of pesticide residues detection, which provided good support for the comprehensive and accurate detection of pesticide residues in vegetables.

**Key words:** Vegetables; pesticides; residues; detection methods

农药残留是农药使用后的一个时期内没有被分解而残留于生物体、收获物、土壤、水体、大气中的微量农药原体、有毒代谢物、降解物和杂质的总称<sup>[1-2]</sup>。施用于蔬菜上的农药,其中一部分附着于蔬菜上,一部分散落在土壤、大气和水等环境中,环境残存的农药中的一部分又会被

植物吸收<sup>[3]</sup>。残留农药直接通过植物果实或水、大气到达人、畜体内,或通过环境、食物链最终传递给人、畜。因此,深入分析蔬菜农药残留的原因,寻找科学有效的检测方法,能有效保障蔬菜的种植效益和保护生态环境<sup>[4-5]</sup>,影响消费者食用安全,严重时会导致中毒死亡。

收稿日期:2019-07-23

作者简介:陈曲(1983—),女,中级农艺师,主要从事农业行政综合执法、农产品质量安全、农业技术推广等工作

## 1 蔬菜农药残留的主要原因

一般在病虫害防治的过程中,采用喷施农药的方式,但如果使用不当会导致农药残留,同时还容易受多因素的影响,分析原因,发现主要集中在以下几个方面。

### 1.1 农药使用不科学

种植户是蔬菜种植的主要参与人员,他们的大部分人缺乏科学文化知识和农药药理知识,在掌握农药配比和使用方法的过程中主要凭借自身的种植经验,部分种植户还错误地认为施加农药越多,产生的杀伤力就越强,因而在实际使用过程中,大量使用、滥用农药的现象普遍,影响了蔬菜质量。主要表现:一是不良用药习惯,蔬菜生产过程中病虫害防治过程中,高毒、高残留农药仍在使用;二是,用药概念模糊,用量偏高,造成环境污染;三是,用药时机不准确,存在盲目用药的现象。在蔬菜生产过程中长期不合理、超剂量使用化学农药,使得害虫、病原菌产生抗药性,随着抗药性的增强,蔬菜生产者不断加大农药的用量,和使用次数,且农药的使用浓度越来越大,同时高残留农药和剧毒农药的使用也越来越广泛,导致蔬菜产品中农药残留量越来越高<sup>[6]</sup>。

### 1.2 菜田生态环境恶化

种植蔬菜过程中,施加农药是必不可少的一个环节,而在长期施用农药,农药会残存在土壤之中,导致菜田环境恶化,主要表现为土壤营养成分慢慢消失,菜田生态系统的失去平衡,病虫害问题愈发严重,农药使用次数增加,从而引起蔬菜中农药严重残留<sup>[7]</sup>。据统计,我国每年农药使用量达50万~60万t,其中80%~90%最终将进入土壤环境,造成约有87万~107万hm<sup>2</sup>的农田土壤受到农药污染<sup>[8]</sup>。

### 1.3 病虫害产生抗药性

不论是高毒性、剧毒性杀虫剂的产量还是销售量都较大,且乳油、可湿性粉剂等农药类型占据较大生产比例,菜农也多选择使用这类农药以达到控制病虫害的目的,但是毒性较强农药容易产生残留现象。且在长期喷洒农药的过程中,害虫会产生较为明显的抗药性,无法发挥农药应有的功效<sup>[9]</sup>。为有效应对这种情况,则需要使用毒性更强、更新种类的农药。新型农药在起到良好防治病虫害目的的同时,还会造成残留问题,给蔬菜的正常生长带来不良影响。如敌敌畏等有机磷农药在使用过多之后,会导致蔬菜产生抗体,为实现防治效果,需要加大剂量。

## 2 科学检测蔬菜农药残留的方法

### 2.1 现场测定

现场快速检测方法应用成本较低,操作简便、快捷,

其中快速检测仪和农药测定卡在蔬菜质量安全现场测定中使用较普遍。

#### 2.1.1 快速检测仪法

快速检测主要是凭借农药残留快速检测仪,将反应试剂加入其中,发挥分光光度计的优势,针对吸光值在时间变化过程中的具体状况加以计算,快速检测仪能自动计算出抑制率,如果计算结果超出了50%,表明蔬菜中存在着一定量的农药,反之则说明蔬菜没有农药或者所含有的农药问题不严重,多是集中在较低含量有机磷或氨基甲酸酯类<sup>[10]</sup>。需要注意的是,农药快速检测仪实际应用过程中也只能够针对有机磷、氨基甲酸酯类农药,无法检测到更多种类的农药残留物质。

#### 2.1.2 农药测定卡法

农药残留速测卡又名农药残留快速检测卡、农药残留检测卡、农残速测卡,是以国家2003年公布的农药残留快速检测的标准方法为原理,利用对有机磷和氨基甲酸酯类农药高敏感的胆碱酯酶和显色剂做成的试纸。现在经过多年研发使该试纸的灵敏度更高,反应速度更快,保存时间更长。农药残留速测卡具有操作方便,不需要专门配制试剂和专业培训,灵敏度高等特点,是蔬菜生产基地、农贸市场、超市、学校、酒店、工厂等场所进行农药残留快速检测的首选产品<sup>[11]</sup>。

## 2.2 实验室检测

### 2.2.1 气相色谱法

气相色谱法是利用经提取、纯化、浓缩后的农药注入气相色谱柱,程序化升温汽化后,不同的农药在固相中分离,经不同的检测器检测扫描绘出气相色谱图,通过保留时间来定性,通过峰或峰面积与标准曲线对照来定量。一次可同时测定多组分,简便快捷,灵敏度高,准确性也好。色谱条件的最佳设定是气相色谱技术的关键<sup>[12]</sup>。气相色谱法优势在于气相色谱分离效率和性价比较高,但不足在于不能分析在柱工作温度下不汽化的组分和在高温下不稳定的化合物,这一方法被广泛应用于实验室检测中,对于区分不同性质物质具有积极效果。

### 2.2.2 酶抑制法

酶抑制法是研究最多且相对成熟的一种对部分农药进行残留快速检测的技术。酶抑制法测定农药残留应用较多的是乙酰胆碱酯酶,其对有机磷农药较敏感,测定的灵敏度高,选择性强,但价格昂贵,而且部分农药对其的抑制并不

明显,需要附加氧化助剂或预处理,以提高对农药检测的灵敏度,有人提议用丁酰胆碱酯酶及动植物酯酶代替乙酰胆碱酯酶,该项技术的应用价值还有待于进一步试验。

### 2.3 光谱技术

光谱法主要是从有机磷农药中的一些物质发生化学反应特征入手来开展蔬菜农药残留检测的一种方法。通常情况下,在有机磷农药中的部分官能团如还原产物、水解、特殊显色剂等,会在一定环境下产生化学反应,包含氧化反应、磺酸化反应等,结合这些具体的化学反应表现情况来确定农药的种类。将一些特殊的显色剂放到蔬菜农药残留样品之中,样品和显色剂之间会产生一定反应,根据反应的具体波长颜色对农药残留物质进行定性,如果波长存在颜色,则表明样品中有农药存在<sup>[11-12]</sup>。

## 3 前处理技术

### 3.1 农药残留提取技术

近年来国内对食品安全的重视程度逐渐提升,研究不断采用科学有效的管控手段,来加强蔬菜农药残留,研发并推广高效的农药残留提取技术,常用的技术手段包含微波萃取、固相萃取以及加速溶剂提取法等,应用这些技术手段可以有效提取出农药中的残留物质,为大幅度提升蔬菜农药残留检测工作效率和水平提供前提条件。(1)微波萃取技术。该技术表现为“体加热”过程,也就是内部和外部开展同时加热。具体应用该项技术手段的过程中,在微波反应器中放入一定的样品,采用合适的溶剂,发挥电磁场的作用优势,有效分离好样品中的有机物成分和基体,实现检测蔬菜农药残留物质的目标。(2)固相微萃取技术。该技术充分利用蔬菜在样品基质和提取剂之间的分配平衡特征,萃取时间、涂膜纤维性能、离子强度、温度、萃取溶剂的pH值等都会影响到萃取效果。(3)加速溶剂提取法。在高温高压下,使用溶剂针对半固体或者固体样品进行有效处理。实际萃取环节,需要合理控制好压力,促进溶剂的沸点提升,促进样品始终保持液体状态,提升萃取工作的安全性和稳定性<sup>[13]</sup>。

### 3.2 净化技术

净化是检测蔬菜农药残留过程中的一道重要工序,将样品提取之后,提取液之中会存在着较多杂质,需要净化将杂志分离。一般情况下,在蔬菜农药残留检测净化过程中所采用的技术手段包含固相微萃取、离子交换层析法以及液相色谱净化法等,在很大程度上能提高蔬

菜农药残留检测的准确度<sup>[14]</sup>。科学引进科学合理的净化技术手段,能够加快净化工作流程,提升总体的检测效果。

## 4 小结

长期使用农药不合理,种植蔬菜的土壤恶化,以及病虫害产生明显抗体,都是导致蔬菜残留农药的主要因素,需要采取积极科学有效的检测方法。目前应用较为广泛的检测方法主要有现场快速检测方法和实验室检测技术,前者主要集中在快速检测仪法、农药测定卡法等;后者则为气相色谱法、酶抑制法及光谱技术等。为有效增强检测效果,需要掌握各项实施流程,重点加强农药残留提取技术和净化技术的应用。未来蔬菜农药检测方法的开发和应用实践,将更多地集中在现场快速检测、提升检测效率和准确性等方面,这样能及时发现蔬菜中所残留的农药物质,为有效应对和处理这些残留物质,提供良好的条件。

### 参考文献:

- [1] 王炎峰,田叶韩,魏滢洁,等.生防菌+恶霉灵最优组合的筛选及对苦瓜枯萎病的防治效果研究[J].中国蔬菜,2019,39(7):67-73.
- [2] 胡彬,卢志军,李云龙.蔬菜病虫害防治用药指南(三)——冬季设施叶菜病虫害化学防治技术[J].中国蔬菜,2017(2):87-89.
- [3] 王全红,刘歌.蔬菜中有机磷农药残留检测样品前处理方法[J].食品界,2017(9):86.
- [4] 张伟然.蔬菜农药残留危害与超标原因的应对措施分析[J].农业技术与装备,2017(2):51-52.
- [5] 姜伟.气相色谱串联质谱测定蔬菜中农药多残留快速检测方法[J].食品界,2019(8):119-121.
- [6] 罗俊霞,贾冬,范知,等.浅谈蔬菜农药残留检测中质量控制的关键环节[J].蔬菜,2017(4):39-43.
- [7] 白金芳.蔬菜农药残留的快速检测方法[J].现代农业,2018(10):12-13.
- [8] 李叶青,皮小弟,王森,等.快速检测法在蔬菜农药残留含量调查分析中的应用[J].蔬菜,2019(5):61-66.
- [9] 薄显民.蔬菜中多菌灵等7种农药残留的液相色谱检测方法研究与应用[J].上海蔬菜,2017(1):66-68.
- [10] 纪翠娟.蔬菜中百菌清等有机氯及拟除虫菊酯类农药残留检测方法优化[J].现代农村科技,2017(1):65-66.
- [11] 王绪龙.鲁南地区蔬菜中农药残留及慢性膳食暴露研究[J].粮食流通技术,2017(13):105-107.
- [12] 林瑾.果蔬中农药残留检测技术及其条件优化研究[J].江西化工,2019(4):118-120.

# 黑果枸杞抗氧化能力评价及比较研究

尹民强<sup>1</sup>, 吴金龙<sup>2</sup>, 王天琦<sup>3</sup>, 余琼卫<sup>3</sup>, 马兆成<sup>1\*</sup>

(1. 华中农业大学园艺林学学院, 园艺植物生物学教育部重点实验室, 湖北 武汉 430070;

2. 中国农业科学院郑州果树研究所, 河南 郑州 450004; 3. 武汉大学化学与分子科学学院, 生物医学分析化学教育部重点实验室, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 本文以青海黑果枸杞为研究对象, 选择宁夏黑果枸杞、宁夏红枸杞、黑醋栗干、蓝莓干、桑葚干和黑加仑葡萄干等其他 6 种干果作为对照, 通过清除羟自由基能力、抑制超氧阴离子能力和总抗氧化能力(T-AOC)等指标的测定, 对 7 种干果的抗氧化能力进行了比较分析和系统评价。结果表明, 7 种干果中青海黑果枸杞抗羟自由基和总抗氧化能力最强, 宁夏黑枸杞则抑制超氧阴离子能力最强, 而宁夏红枸杞和桑葚干在全部检测数据中, 显示抗氧化能力较弱。从总体上看, 黑枸杞表现出了更好的抗氧化能力。

**关键词:** 黑果枸杞; 宁夏红枸杞; 黑醋栗干; 蓝莓; 桑葚; 黑加仑葡萄; 抗氧化能力

中图分类号: TS255

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0052-05

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.012

## Evaluation and Comparative Study on Antioxidant Capacity of *Lycium ruthenicum* Murr

YIN Min-qiang<sup>1</sup>, WU Jin-long<sup>2</sup>, WANG Tian-qi<sup>3</sup>, YU Qiong-wei<sup>3</sup>, MA Zhao-cheng<sup>1\*</sup>

(1. Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, College of Horticulture and Forestry Sciences of Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450004, China; 3. Key Laboratory of Biomedical Analytical Chemistry for Biology and Medicine <Ministry of Education>, College of Chemistry and Molecular Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** In this study, *Lycium ruthenicum* Murr (Qinghai) was used as the research object, using *Lycium ruthenicum* Murr (Ningxia), *Lycium barbarum* L., *Ribes nigrum* L., *Vaccinium Spp*, *Morus alba* L. and *Vitis vinifera* L. as the control. Through the determination of hydroxyl radical scavenging ability, inhibition of superoxide anion radical ability and total antioxidant capacity (T-AOC), the antioxidant capacity of seven dried

收稿日期: 2019-09-14

基金项目: 名贵中药资源可持续利用能力建设(2060302); 海西州科技项目(2018-N-502)

作者简介: 尹民强(1995—), 男, 在读研究生, 主要从事园艺产品功能成分研究工作

\* 通信作者: 马兆成(1981—), 男, 副教授, 主要从事园艺产品功能成分与健康研究工作

fruits was compared and systematically evaluated. The results showed that among the seven dried fruits, *Lycium ruthenicum* Murr (Qinghai) had the strongest resistance to hydroxyl free radicals and T-AOC, *Lycium ruthenicum* Murr (Ningxia) had the strongest ability to inhibit superoxide anion, while *Lycium barbarum* L. and *Morus alba* L had the weak antioxidant capacity. Overall, *Lycium ruthenicum* Murr showed better antioxidant capacity.

**Key words:** *Lycium ruthenicum* Murr; *Lycium barbarum* L.; *Ribes nigrum* L; *Vaccinium Spp*; *Morus alba* L; *Vitis vinifera* L; antioxidant capacity

氧化损伤是导致衰老、炎症、肿瘤、老年痴呆、糖尿病、免疫性疾病及心脑血管疾病的重要原因。目前,多种人工合成抗氧化剂和天然抗氧化剂已被用于抗氧化研究中<sup>[1-4]</sup>。其中,黑果枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr.)、宁夏红枸杞(*Lycium barbarum* L.)、蓝莓(*Vaccinium Spp*)、黑醋栗(*Ribes nigrum* L.)、黑葡萄(*Vitis vinifera* L.)及桑葚(*Morus alba* L.)由于自身含有丰富的多糖、维生素、花青素、类黄酮等多种抗氧化活性物质<sup>[5-8]</sup>,有很高的保健及药用价值多用作天然抗氧化剂<sup>[9-13]</sup>。目前,已有大量对上述物质单一品种的抗氧化活性评价研究,但多个品种的抗氧化活性系统评价及比较的研究较为鲜见。鉴于此,本研究以青海黑果枸杞为试验对象,选择宁夏黑果枸杞、宁夏红枸杞、黑醋栗干、吐鲁番黑加仑葡萄干、蓝莓干及桑葚干为对照,对它们的抗氧化能力进行了系统评价及比较分析。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料

本试验选择了市场上7种不同的干果材料,分别是黑果枸杞1(青海)、黑果枸杞2(宁夏)、宁夏红枸杞(银川)、桑葚干(山东)、黑醋栗干果(黑龙江)、吐鲁番黑加仑葡萄干(新疆)、野生蓝莓果(黑龙江)若干。

1.1.2 试剂及仪器

BCA 蛋白质浓度测定试剂盒,PBS 溶液,生理盐水,ASPEN 公司;羟自由基测试试剂盒,总抗氧化能力(T-AOC)测试盒(ABTS 法),总抗氧化能力(T-AOC)测试盒(FRAP 法),抑制与产生超氧阴离子自由基测定试剂盒,南京建成生物工程研究所;DR-200Bs 酶标仪,Diatek 公司;TGL-16c 台式离心机,上海安亭科学仪器厂;TGL-16 冷冻离心机,湖南湘仪实验室仪器;IMS-20 制冰机,常熟

市雪科电器有限公司;HH-W-600 水浴锅,金坛市江南仪器厂;FD-1A-50 冷冻干燥机,北京博医康仪器有限公司;分光光度计、比色皿等。

1.2 方法

1.2.1 样品处理

每个样品准确称取 2 g,分别加入 8 mL 的 PBS,冰水浴条件下机械匀浆,以充分破碎细胞并释放其中的抗氧化物,4 ℃、12 000 rpm/min 离心 5 min,取上清液测定,用完置于-80 ℃冰箱备用。

1.2.2 样品中蛋白质浓度测定

按照 BCA 蛋白质浓度测定试剂盒方法,使用 BCA 蛋白质浓度测定试剂盒对样品中蛋白浓度进行测定。配制工作液:根据蛋白标准品和样品数量,按 5 mL BCA 试剂 A 加 0.1 mL BCA 试剂 B(50:1)配制适量 BCA 工作液,充分混匀,并按照表 1 将标准品稀释至 0.025~2 mg/mL。将 25 μL 标准品和每种样本的 6 个重复分别加入 96 孔板微孔中,在各孔中再加入 200 μL BCA 工作液,充分混匀,37 ℃孵育 30 min。冷却至室温,用酶标仪测定 A<sub>562</sub>,根据标准曲线计算出蛋白质浓度。

表 1 蛋白质标准样品稀释方法

| Table 1 Dilution method of protein standard sample |           |           |
|----------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 管号                                                 | PBS 体积/μL | 标准品体积/μL  |
| 1                                                  | 150       | 100       |
| 2                                                  | 30        | 90(从第一管取) |
| 3                                                  | 60        | 60(从第一管取) |
| 4                                                  | 60        | 60(从第三管取) |
| 5                                                  | 60        | 60(从第四管取) |
| 6                                                  | 60        | 60(从第五管取) |
| 7                                                  | 60        | 60(从第六管取) |
| 8                                                  | 100       | 25(从第七管取) |
| 9                                                  | 60        | 0         |

### 1.2.3 清除抑制羟自由基能力测定

使用羟自由基测试试剂盒对各个样品的抑制羟自由基能力进行测定。取4个5 mL离心管,记为标准空白管、标准管、对照管和测定管,配置4种溶液。配置方法如下,标准空白管:0.4 mL蒸馏水;标准管:0.2 mL蒸馏水+0.2 mL 0.03% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,对照管:0.2 mL蒸馏水+0.2 mL底物应用液;测定管:0.2 mL样本溶液+0.2 mL底物应用液。然后在所有管中加入0.4 mL试剂3应用液,混匀,37℃准确计时1 min(要求加完试剂3就开始计时,每次一管),立即加入2 mL显色剂终止反应。混匀,室温放置20 min后,在1 cm光径、550 nm条件下,使用蒸馏水调零,然后测定各管吸光度(OD值)。清除自由基能力计算公式见式(1)。

清除自由基能力(U/mgprot)=

$$\frac{\text{对照 OD 值}-\text{测定 OD 值}}{\text{标准 OD 值}-\text{空白 OD 值}} \times \frac{\text{标准品浓度}}{\text{待测样本蛋白浓度} \times \text{取样量}} \quad (1)$$

式中,标准品浓度 8.824 mmol/L,待测样本蛋白浓度 mgprot/mL,取样量 0.1 mL

### 1.2.4 总抗氧化能力测定

分别使用总抗氧化能力(T-AOC)测试盒(ABTS法)和总抗氧化能力(T-AOC)测试盒(FRAP法)对不同样品的总抗氧化能力进行测定。

ABTS法:首先每种样品重新准确称取1 g,按质量:体积=1:10(g:mL)的比例,分别加入10 mL的生理盐水,冰水浴条件下机械匀浆,以充分破碎细胞并释放其中的抗氧化物,4℃、12 000 rpm/min离心5 min,取上清液测定。然后分别在空白孔、标准孔和测试孔中加入10 μL蒸馏水、10 μL不同浓度的MTrolox溶液(标准品Trolox溶液用蒸馏水稀释成0.1、0.2、0.4、0.8、1.0 mmol/L浓度制作标准曲线)和10 μL待测样品溶液。接着加入20 μL过氧化物酶与检测缓冲液混合液(过氧化物酶与检测缓冲液按1:9的比例配制,现用现配)和170 μL ABTS工作液(按检测缓冲液:ABTS溶液:过氧化物应用液=76:5:4的比例配制)。最后室温反应6 min,在波长405 nm下使用酶标仪读取各孔OD值。并以标准品OD值为横坐标,各OD值对应的标准品浓度为纵坐标制作标准曲线。

在采用Trolox作为标准品进行总抗氧化能力检测时,样品的抗氧化能力可以用Trolox-Equivalent Anyioxidant Capacity(TEAC)来表示。提取后的溶液与某

个摩尔浓度Trolox的抑制率相同,计算时用该浓度下Trolox的摩尔浓度另外除以提取物的蛋白浓度,最后以mmol/g来表示。

FRAP法:使用1.2.1的样品。首先配制不同浓度的标准品溶液:称取27.8 mg本试剂盒提供的FeSO<sub>4</sub>-7H<sub>2</sub>O,溶解并定容到1 mL,此时浓度为100 mmol/L,取适量100 mmol/L的FeSO<sub>4</sub>-7H<sub>2</sub>O溶液用蒸馏水将其稀释到0.15、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5 mmol/L。接着分别在空白孔、标准孔及测定孔(每种样品6个重复)中加入5 μL蒸馏水、5 μL不同浓度的标准品溶液、5 μL样品溶液,最后都加入180 μL FRAP工作液(试剂盒中将试剂1、2、3以10:1:1混匀充分,避光37℃孵育,现用现配),37℃孵育3~5 min,使用酶标仪读取各孔在波长593 nm下的OD值。并以标准品OD值为横坐标,各OD值对应的标准品浓度为纵坐标制成标准曲线。

总抗氧化能力用FeSO<sub>4</sub>标准溶液的浓度来表示,如干果匀浆测定的OD值与3 mmol/L FeSO<sub>4</sub>的OD值相同,干果匀浆的蛋白浓度是1 mgprot/mL,干果匀浆的总抗氧化能力为3 (mmol/L)/(1 mg/mL),即3 (mmol/L)/gprot。

### 1.2.5 抑制超氧阴离子能力测定

使用抑制与产生超氧阴离子自由基测定试剂盒(比色法)对样品抑制与产生超氧阴离子自由基能力进行测定。首先在对照管、标准管和测定管(每种样品6个重复)分别都加入1 mL的试剂1,0.1 mL的试剂2、试剂3及试剂4。接下来在对照管中加入0.05 mL蒸馏水,在标准管中加入0.05 mL、0.15 mg/mL的VC标准品,并在每支样品管中加入0.05 mL的样品。用旋涡混匀器充分混匀,置于37℃恒温水浴40 min,最后在每支管中加入2 mL显色剂,混匀,10 min后倒入1 cm光径比色杯中,蒸馏水调零,波长550 nm处比色。计算公式见式(2)。

抑制超氧阴离子能力(U/gprot)=

$$\frac{\text{对照 OD 值}-\text{测定 OD 值}}{\text{对照 OD 值}-\text{标准 OD 值}} \times \frac{\text{标准品浓度} \times 1\,000\text{ mL}}{\text{待测样本蛋白浓度}} \quad (2)$$

式中,标准品浓度 0.15 mg/mL,待测样本蛋白浓度 gpro/L。

### 1.2.6 黑果枸杞提取成分稳定性考察

称取黑果枸杞17 g于小烧杯中,45℃下置于真空干燥箱中干燥72 h,然后置于研钵中,加入液氮磨碎成粉末,-20℃避光保存。

准确称取 50 mg 黑枸杞粉末于 1.5 mL 离心管中,以 1:15 的液料比加入 750  $\mu$ L、2%甲酸甲醇(即体积比甲酸:甲醇=2:98),室温下避光浸提 24 h。8 000 r/min 离心 10 min,取上清液进入高效液相色谱(HPLC)检测。

液相色谱条件:色谱柱为 Pntulips SBP-C18(4.6 mm $\times$ 250 mm<i.d.>,5  $\mu$ m)。流动相 A 为甲醇,B 为含 0.5%甲酸水溶液。梯度淋洗程序,0~3 min:80%~70% B;3~13 min:70%~60% B;13~25 min:60%~50% B;25~35 min:50%B;35~40 min:50%~80%B;40~60 min:50%~80%B。流速为 0.8 mL/min,柱温 30  $^{\circ}$ C,检测波长为 525 nm,进样量为 10  $\mu$ L。

1.3 数据处理

使用 Excel 2016 和 Numbers(Apple)统计及处理数据,使用 Graphpad Prism 7.0 (GraPhpad Software)作图。然后使用 SPSS 25(IBM)进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 不同干果羟自由基清除能力的对比

羟自由基氧化性极强,是造成组织脂质过氧化、核酸断裂和蛋白分解的主要原因,因此羟自由基的清除能力是衡量一种物质抗氧化活性的重要指标<sup>[34]</sup>。表 2 显示了不同品种干果中的蛋白浓度和清除自由基能力,由表可以看出,试验用各种干果均有不同的羟自由基清除能力,其中两种黑果枸杞和野生蓝莓果的羟自由基清除能力都达到了 1.45 U/mgprot 以上,黑果枸杞 1 的清除能力尤为突出,是所有测试品种中最高的,达到 (1.620 $\pm$ 0.114) U/mgprot。而同一属的宁夏红枸杞的羟自由基清除能力最弱。

表 2 不同品种干果中的蛋白浓度和清除自由基能力

Table 2 Protein concentration and free radical scavenging ability of different dried fruit

| 品种            | 干果蛋白浓度<br>/(mgprot/mL) | 羟自由基清除能<br>力/(U/mgprot)         | 抗超氧阴离子自由基<br>能力/(U/gprot)      |
|---------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 黑果枸杞 1        | 42.74                  | 1.620 $\pm$ 0.114 <sup>a</sup>  | 1.519 $\pm$ 0.205 <sup>c</sup> |
| 黑果枸杞 2        | 63.00                  | 1.489 $\pm$ 0.077 <sup>b</sup>  | 2.210 $\pm$ 0.142 <sup>a</sup> |
| 宁夏红枸杞         | 55.029                 | 0.455 $\pm$ 0.094 <sup>e</sup>  | 0.357 $\pm$ 0.180 <sup>f</sup> |
| 桑葚干           | 83.570                 | 0.470 $\pm$ 0.060 <sup>e</sup>  | 0.605 $\pm$ 0.111 <sup>e</sup> |
| 黑醋栗干果         | 49.057                 | 1.142 $\pm$ 0.096 <sup>d</sup>  | 1.239 $\pm$ 0.198 <sup>d</sup> |
| 吐鲁番黑加<br>仑葡萄干 | 61.329                 | 1.301 $\pm$ 0.041 <sup>c</sup>  | 1.590 $\pm$ 0.292 <sup>c</sup> |
| 野生蓝莓果         | 71.956                 | 1.536 $\pm$ 0.046 <sup>ab</sup> | 1.968 $\pm$ 0.100 <sup>b</sup> |

注:不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ );图 1 同。

2.2 不同干果的抗超氧阴离子自由基能力对比

超氧阴离子和羟自由基一样,都具有较高的化学反应活性,是造成氧胁迫的重要原因<sup>[9]</sup>。本研究对 7 种干果的抗超氧阴离子自由基的能力进行了评价(见表 2),由表可知,黑果枸杞 2 的抗超氧阴离子能力最强,达到了 (2.210 $\pm$ 0.142) U/gprot,其次是野生蓝莓果,达到了 (1.968 $\pm$ 0.100) U/gprot,然后是吐鲁番黑加仑葡萄干、黑果枸杞 1、黑醋栗干果和桑葚干,最弱的是宁夏红枸杞。

2.3 不同干果的总抗氧化能力评价

通过 ABTS 法和 FRAP 法测定 7 种干果的总抗氧化能力,结果如图 1 所示。其中 ABTS 法测得的总抗氧化能力从高到低依次为黑果枸杞 1>黑醋栗干果>吐鲁番黑加仑葡萄干>黑果枸杞 2>野生蓝莓果>宁夏红枸杞>桑葚干。而使用 FRAP 法测得的总抗氧化能力与之有所不同,这 7 种干果对  $Fe^{3+}$  的还原能力依次是黑果枸杞 1>吐鲁番黑加仑葡萄干>黑果枸杞 2>野生蓝莓果>黑醋栗干果>宁夏红枸杞>桑葚干。从以上结果不难看出,黑果枸杞 1 的总抗氧化能力在 7 种干果中是最强的,而宁夏红枸杞和桑葚干是最弱的。

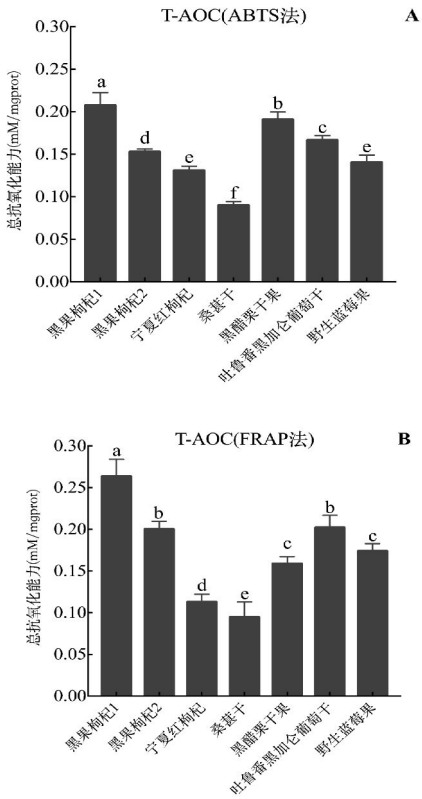


图 1 不同干果的总抗氧化能力

Fig.1 Total antioxidant capacity of dried fruits

## 2.4 黑枸杞提取成分稳定性测定

基于黑果枸杞 1 的总抗氧化能力在 7 种干果中最强, 本文继续分析了其提取溶液组成成分的色谱指纹图谱, 考察其稳定性。以 2% 甲酸甲醇(即体积比甲酸: 甲醇=2:98)为提取溶剂, 将样品分别放置 0、2、4、6、8、10 h 后通过 HPLC 法检测黑枸杞提取液, 得到黑枸杞的指纹图谱, 其稳定性结果如图 2 所示。由图中可知, 黑枸杞的指纹图谱没有明显变化, 这说明黑枸杞提取物比较稳定。

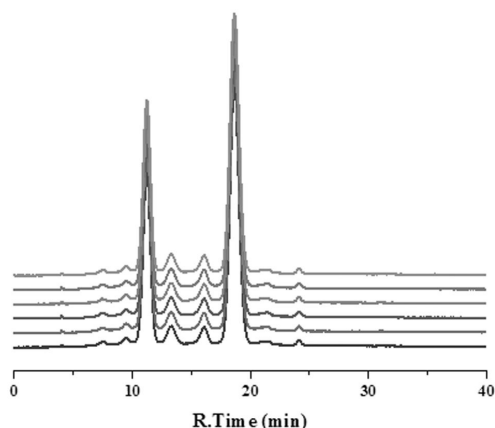


图 2 黑枸杞指纹图谱稳定性

Fig.2 Fingerprint stability of *Lycium ruthenicum* Murr

## 3 结论

本研究测定了 7 种干果羟自由基清除能力、抗超氧阴离子自由基能力及总抗氧化能力, 结果发现, 7 种干果都有良好的抗氧化活性, 但差异较大。其中青海黑果枸杞对 ABTS 自由基和羟自由基的清除能力最强, 而对超氧阴离子的清除能力不及宁夏黑果枸杞、野生蓝莓果和吐鲁番黑加仑葡萄干。在供试的 7 种干果中, 宁夏黑果枸杞清除超氧阴离子能力最强, 但是清除羟自由基和 ABTS 自由基的能力不如青海黑果枸杞。

试验还发现不同方法测定所得的总抗氧化能力是不同的。在 ABTS 测试中, 总抗氧化能力为黑醋栗干果>吐鲁番黑加仑葡萄干>宁夏黑果枸杞>野生蓝莓果。但在 FRAP 测试中, 总抗氧化活性能力对比则为吐鲁番黑加仑葡萄干>宁夏黑果枸杞>野生蓝莓果>黑醋栗干果。两者差异明显, 这说明不同的测定方法对总抗氧化能力的

结果有较大影响。可见, 为了更好地测定和评价抗氧化能力, 建立一套完整的评价体系是必不可少的。

综合 4 种抗氧化能力的测定结果, 可以得出, 青海黑果枸杞在抑制羟自由基能力和总抗氧化能力方面都是最强的, 说明青海黑果枸杞的抗氧化能力相对于其他干果来说十分突出, 这可能是由于黑果枸杞中含有大量的花色苷, 具有很高的药用开发价值<sup>[14]</sup>。相反, 宁夏红枸杞和桑葚干是 7 种干果中抗氧化能力最弱的。

## 参考文献:

- [1] AMES BN, GOLD LS. The causes and prevention of cancer: gaining perspective [J]. Environmental health perspectives, 1997, 105(4): 865-873.
- [2] 杜玉, 娄红祥. 天然植物抗氧化剂的作用机制研究概况[J]. 中药材, 2006, 29(7): 739-743.
- [3] 黄进, 杨国宇, 李宏基, 等. 抗氧化剂作用机制研究进展[J]. 自然杂志, 2004, 26(2): 74-78.
- [4] 刘莉华, 宛晓春, 李大祥. 黄酮类化合物抗氧化活性构关系的研究进展(综述)[J]. 安徽农业大学学报, 2002(3): 265-270.
- [5] 王心广, 曹有龙. 枸杞抗氧化功能研究进展[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(11): 48-52.
- [6] 范金波, 蔡茜彤, 冯叙桥, 等. 桑葚、蓝莓、黑加仑中多酚类物质的抗氧化活性[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(2): 157-162.
- [7] 徐雅琴, 李静, 于泽源, 等. 黑穗醋栗总黄酮的抗氧化及抗非酶糖基化活性研究[J]. 东北农业大学学报, 2013(2): 59-64.
- [8] 李丹, 沈才洪, 马懿, 等. 夏黑葡萄花色苷的提取及抗氧化活性研究[J]. 应用化工, 2016, 45(8): 1418-1423.
- [9] 马继雄. 道地药材黑果枸杞的应用研究进展及青海的发展前景[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2012, 28(3): 53-56.
- [10] 贾丽丽, 路金才. 黑加仑的药用研究进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2008(S1): 110-113.
- [11] 王萍, 张云霞, 刘敦华. 桑葚的营养保健功能及功能性成分研究进展[J]. 中国食物与营养, 2008(8): 57-59.
- [12] 华雨薇. 蓝莓叶多酚抗氧化活性及其降压、降脂、护肝作用的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2016.
- [13] 楼舒婷. 黑果枸杞的活性成分和挥发性组分研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.

# 毛酸浆宿萼挥发性物质成分分析

汪晶晶,王亚楠,陈赞,王晶晶\*

(锦州医科大学食品科学与工程学院,辽宁 锦州 121001)

**摘要:**为了探索毛酸浆宿萼的开发潜力,本文分析了毛酸浆宿萼中挥发性物质的组成。试验结果表明,毛酸浆宿萼挥发性物质含量为 3.854 7 g/100 g 原料,通过 GC-MS 分析鉴定出其含有 48 种化合物,占总挥发成分的 99.34%;脂肪酸类化合物含量最高,占 71.1%,分别为月桂酸、棕榈酸、油酸和十八酸等;此外还鉴定出甲基丁香酚、内切冰片等抑菌物质,这些物质均为首次在该植物中鉴定出来。本研究结果显示毛酸浆宿萼具有潜在的生物活性,且甲基丁香酚和内切冰片可能是宿萼发挥防腐作用的主要物质,值得进一步深入研究。

**关键词:**毛酸浆;宿萼;挥发性成分;GC-MS

中图分类号:TS272.52;O657.63

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2019)11-0057-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.013

## Composition Analysis of Volatile Constituents in Calyx of *Physalis pubescens* L.

WANG Jing-jing, WANG Ya-nan, CHEN Zan, WANG Jing-jing\*

(College of Food Science and Technology, Jinzhou Medical University, Jinzhou 121001, China)

**Abstract:** In order to explore the development potential of *Physalis pubescens* L., the volatile components were analyzed. The results showed that the yield of volatile components was 3.854 7 g/100 g raw materials. Then 48 kinds of compounds, accounting for 99.34% of total volatile components, were identified by using of GC-MS. The content of fatty acids was the highest (71.1%), which were lauric acid, palmitic acid, oleic acid and octadecanoic acid, etc. In addition, methyl eugenol, borneol and other antibacterial substances were also identified, which were first identified in the plant. The results of this study suggest that the calyx has potential biological activity. Methyleugenol and ice slice may be the main antiseptic substalles of calyx, which is worthy of further study.

**Key words:** *Physalis pubescence* L.; calyces; volatile constituents; GC-MS

收稿日期:2019-09-19

基金项目:锦州医科大学大学生创新创业项目(201771);辽宁省科技厅项目(2019-ZD-0805)

作者简介:汪晶晶(1995—),女,在校本科生,专业方向为食品科学与工程

\* 通信作者:王晶晶(1979—),女,副教授,主要从事农产品深加工安全技术控制研究与教学工作

毛酸浆(*Physalis pubescens* L.)为茄科酸浆属一年生草本植物,别名洋菇娘、黄菇娘等<sup>[1-2]</sup>,在我国的主要产地为内蒙古呼伦贝尔盟和黑龙江省大兴安岭地区,辽宁省丹东市也有大规模种植<sup>[3-4]</sup>。目前,毛酸浆被开发成多种食品销往国外,但外包装的宿萼却被大量丢弃<sup>[5-7]</sup>。一般来说,裹有宿萼的果实在常温下可贮藏数月,而脱萼后的果实则会迅速衰老腐烂<sup>[8]</sup>。这是由于宿萼具有隔氧、保湿的物理性作用,具有一定的抑菌、杀菌及抗氧化的保鲜防腐作用。众多研究表明,大多数植物中挥发性成分以及黄酮类等次生代谢产物,具有杀菌、抑菌、消炎、止痛、抗衰老及调节内分泌系统等生理活性,是植物发挥防腐保鲜作用和天然保鲜剂开发的重要物质基础<sup>[9]</sup>。但目前关于毛酸浆宿萼保鲜防腐作用机理的研究却鲜见报道。因此,本文主要对毛酸浆宿萼中挥发性成分的组成及相对含量进行了系统的分析,为未来宿萼的防腐保鲜机理提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

毛酸浆购于锦州市。宿萼自然干燥后与果实分离,磨成粉末,密封后于-80℃冰箱中保存备用。

### 1.2 仪器与设备

气相色谱-质谱联用仪,GC-MS 5977A/7890B,美国安捷伦公司;旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 毛酸浆宿萼挥发性成分的提取

称量毛酸浆宿萼 10 g,加入 60 mL 沸点为 60~90℃的石油醚,在 80℃下加热回流 6 h,计算提取率,然后利用旋转蒸发仪进行浓缩。提取率计算公式见式(1)。

$$\text{挥发性成分得率}/\% = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100 \quad (1)$$

式中, $m_2$ :装有宿萼挥发性成分的瓶子质量,g; $m_1$ :空瓶子的质量,g; $m$ :原料的质量,g。

#### 1.3.2 毛酸浆宿萼挥发性成分的检测

色谱条件:DB-5MS(30 m×0.25 mm,0.25 μm)毛细管柱;载气为高纯氮气,柱流量为 1.0 mL/min;分流进样,分流比 50:1;进样量 0.5 μL;进样口温度 280℃;柱温:起始温度 50℃,保持 2 min,以 5℃/min 升至 260℃,保持 5 min。

质谱条件:电离方式 EI,电离电压 70 eV,离子源温

度 230℃,四极杆温度 150℃,接口温度 280℃,电子倍增器电压 1340 V,扫描质量范围 50~550 amu,溶剂延迟 2 min。

### 1.3.3 GC-MS 分析

对毛酸浆宿萼挥发性成分进行 GC-MS 分析,获得毛酸浆宿萼挥发性成分总离子色谱图,通过 NIST11 标准图库进行检索并参照相关文献对挥发性成分进行分析和鉴定。对获得的毛酸浆宿萼的主要挥发性成分,通过峰面积归一法计算出毛酸浆宿萼挥发性成分中各化学成分的相对含量。归一法的计算公式见式(2)。

$$W_i/\% = \frac{m_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \times 100 \quad (2)$$

式中, $m_i$ 、 $w_i$ 分别为待测组分  $i$  的峰面积、相对含量。

## 2 结果与分析

图 1 显示了毛酸浆宿萼挥发性成分色谱,经计算,毛酸浆宿萼挥发性成分得率为 3.8547%。所得成分为淡黄色,具有毛酸浆特征气味。由表 1 可知,通过 GC-MS 分离鉴定出毛酸浆宿萼中有 48 种挥发性化合物,占总挥发性物质的 99.34%。毛酸浆宿萼挥发性成分中以脂肪酸为主,占挥发性成分的 71.1%,其中月桂酸及其酯占 19.41%、棕榈酸 18.73%、油酸 18.51%、十八酸 6.06%、肉豆蔻酸 4.64%、花生酸 3.75%。除此之外还有 2(3H)-5-烷基二氢呋喃酮 3.56%、二十七烷醇 3.2%、二十二烷酸酯 2.95%、L-(+)-抗坏血酸 2,6-二棕榈酸盐 2.53%、2-甲基-顺式-7,8-环氧十烷 1.69%、甲基丁香酚 1.63%、6,10,14-三甲基-2-十五烷酮 1.44%、十五酸 0.66%等挥发成分,尚未发现酸浆苦素类成分。

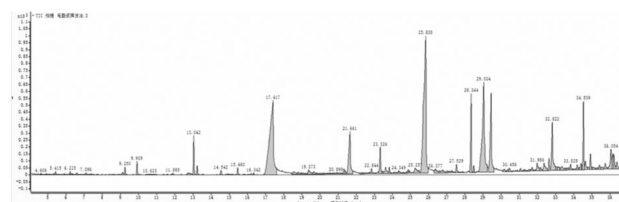


图 1 毛酸浆宿萼挥发性成分色谱

Fig.1 Chromatogram analysis of volatile constituents in calyx from *P. pubescens*

## 3 结论

毛酸浆宿萼挥发性成分含量为 3.854 7%。采用 GC-MS 对毛酸浆宿萼挥发性成分进行分析,共鉴定出 48 种

表 1 毛酸浆宿萼挥发性成分分析  
Table 1 Volatile constituents of calyx of *P. pubescens*

| 序号 | 保留时间/min      | 分子式                                                          | 中文名称                                   | 分子量 | 含量/%  |
|----|---------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-------|
| 1  | 5.415         | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                              | 1,2,3,5-四甲基苯                           | 134 | 0.11  |
| 2  | 6.225         | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                              | 3-乙烯基-1,2-二甲基-1,4-环己二烯                 | 134 | 0.16  |
| 3  | 6.593         | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O                            | 内切冰片                                   | 154 | 0.06  |
| 4  | 7.096         | C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>                               | 萘                                      | 128 | 0.08  |
| 5  | 7.205         | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O                            | L-α-松油醇                                | 154 | 0.03  |
| 6  | 7.387~7.714   | C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>                              | 五甲基-苯                                  | 148 | 0.06  |
| 7  | 9.135         | C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>                | 单酸                                     | 158 | 0.15  |
| 8  | 9.25          | C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>                | 3,5-二甲氧基甲苯                             | 158 | 0.34  |
| 9  | 9.909         | C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>               | 黄樟素                                    | 162 | 0.56  |
| 10 | 11.382        | C <sub>9</sub> H <sub>15</sub> B <sub>3</sub> O <sub>6</sub> | 肌醇三甲基硼酸盐                               | 153 | 0.03  |
| 11 | 11.885        | C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>               | 正癸酸                                    | 172 | 0.12  |
| 12 | 12.747~12.876 | C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>               | 环戊烷甲酸,1-环戊基乙酯                          | 210 | 0.33  |
| 13 | 13.042        | C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>               | 甲基丁香酚                                  | 178 | 1.63  |
| 14 | 13.229        | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>               | 1,2,3-三甲氧基-5-甲基-苯                      | 182 | 0.39  |
| 15 | 14.314        | C <sub>8</sub> H <sub>19</sub> O <sub>3</sub> P              | 丙基膦酸,乙基异丙酯                             | 194 | 0.02  |
| 16 | 14.542        | C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>               | 4-甲氧基-6-(2-丙烯基)-1,3-苯并二茂               | 192 | 0.24  |
| 17 | 14.921        | C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>5</sub>               | 6-氧十二烷二酸                               | 220 | 0.08  |
| 18 | 15.082        | C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> O <sub>5</sub>               | 2-乙酰氧基-3,3-二甲基-2-(3-氧代-丁-1-烯基)-环丁甲酸甲酯  | 240 | 0.06  |
| 19 | 15.341        | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>               | 丙炔酸,3-(1-羟基-异丙基-5-邻甲基环己基)-乙基酯          | 252 | 0.02  |
| 20 | 15.46         | C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>               | 4-甲氧基-6-(2-丙烯基)-亚甲二氧基苯                 | 170 | 0.33  |
| 21 | 15.818        | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O                            | 2,4,6-三(1-甲基乙基)-苯酚                     | 190 | 0.03  |
| 22 | 16.021        | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> Ge                           | 1-丁基-1-乙炔基-月桂环戊烷                       | 211 | 0.03  |
| 23 | 16.208        | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>               | -二甲基-8,9-环氧-4-异丙基-尖顶[4,5]癸烷-7-酮        | 206 | 0.09  |
| 24 | 16.342        | C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>               | 5,6,7,7a-四氢 4,4,7a 三甲基-(R)-2(4H)-苯并呋喃酮 | 180 | 0.09  |
| 25 | 17.417        | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>               | 月桂酸                                    | 176 | 19.09 |
| 26 | 20.898        | C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>3</sub>               | 3-十三烷-3-环己烯-4-醇-1-酮                    | 308 | 0.58  |
| 27 | 21.329        | C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>3</sub>               | 月桂酸酐                                   | 382 | 0.32  |
| 28 | 21.401        | C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>               | E-8-甲基-9-十四碳烯-1-醇乙酸酯                   | 268 | 0.17  |
| 29 | 21.661        | C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>               | 肉豆蔻酸                                   | 228 | 4.64  |
| 30 | 22.844        | C <sub>8</sub> Cl <sub>4</sub> N <sub>2</sub>                | 四氯间苯二腈                                 | 195 | 0.29  |
| 31 | 23.326        | C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O                            | 6,10,14-三甲基-2-十五烷酮                     | 268 | 1.44  |
| 32 | 23.456        | C <sub>15</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>               | 十五碳烯酸                                  | 240 | 0.14  |
| 33 | 23.627        | C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>               | 十五酸                                    | 240 | 0.66  |
| 34 | 23.83         | C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>               | 邻苯二甲酸丁酯十四烷基酯                           | 418 | 0.35  |
| 35 | 24.349,25.08  | C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>3</sub>               | 3-十三烷-3-环己烯-4-醇-1-酮                    | 308 | 0.28  |
| 36 | 24.862        | C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>               | 顺式-13-二十碳烯酸                            | 275 | 0.19  |

续表 1

| 序号 | 保留时间/min      | 分子式                                                           | 中文名称                 | 分子量 | 含量/%  |
|----|---------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|-----|-------|
| 37 | 25.838        | C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>                | 棕榈酸                  | 256 | 18.73 |
| 38 | 26.377        | C <sub>38</sub> H <sub>68</sub> O <sub>8</sub>                | L-(+)-抗坏血酸 2,6-二棕榈酸盐 | 586 | 2.53  |
| 39 | 28.344        | C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>                | 5-烷基二氢 2(3H)-呋喃酮     | 254 | 3.56  |
| 40 | 28.489        | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O                             | 植醇                   | 312 | 0.29  |
| 41 | 29.034        | C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>                | 油酸                   | 282 | 18.51 |
| 42 | 29.444        | C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>                | 十八酸                  | 284 | 6.06  |
| 43 | 32.822        | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>                | 花生酸                  | 312 | 3.75  |
| 44 | 33.034        | C <sub>40</sub> H <sub>78</sub> O <sub>3</sub>                | 二十烷酸酐                | 606 | 0.25  |
| 45 | 34.399        | C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 达卡巴定-1-甲醇,乙酸酯(酯)     | 326 | 4.72  |
| 46 | 34.539        | C <sub>27</sub> H <sub>56</sub> O                             | 二十七烷醇                | 412 | 3.20  |
| 47 | 34.923        | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O                             | 2-甲基-顺式-7,8-环氧十烷     | 296 | 1.69  |
| 48 | 36.054~36.381 | C <sub>44</sub> H <sub>86</sub> O <sub>3</sub>                | 二十二烷酸酐               | 662 | 2.95  |

挥发性化合物,占总挥发物质的 99.34%。其中脂肪酸类化合物含量最高,占 71.1%,此外还鉴定出甲基丁香酚、内切冰片等抑菌和杀菌性物质,这些物质均为首次在毛酸浆宿萼中鉴定得到。

本试验还发现毛酸浆宿萼中的挥发性成分主要是月桂酸、棕榈酸、油酸等中长链脂肪酸。月桂酸又称十二烷酸,属于饱和脂肪酸,它可以与甘油合成月桂酸单甘脂。月桂酸单甘脂是一种高效安全的抑菌剂,对食品中常见的细菌、酵母、霉菌、多种病毒和原生动物都有较强的抑制作用;其抑菌效果稳定,pH 值的变化对其影响较小<sup>[10]</sup>。本研究中,我们还发现了含量较少的甲基丁香酚,它是丁香精油的主要成分,其在抑菌抗菌方面有广泛的应用,例如在可降解保鲜膜中用作抑菌剂,且有一定的降血压功效<sup>[11]</sup>。值得注意的是,以上这几种物质都具有很好的阻水性,可作为阻水材料加入复合保鲜膜中。如吴琼<sup>[12]</sup>将丁香精油作为抑菌剂,将硬脂酸、棕榈酸、月桂酸、油酸作为阻水剂,加入到海藻酸钠中,均显示出较好的阻水作用。本文为毛酸浆宿萼的防腐保鲜作用研究奠定了理论基础,也提示其可能发展成为天然保鲜防腐剂的原料。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[2] 王晶晶, 陈慧, 白丽娟, 等. 毛酸浆对酸牛奶感官品质的影

响[J]. 食品工业科技, 2015(21): 25-29.

[3] 张辉, 陈重, 李夏, 等. 毛酸浆宿萼的化学成分研究[J]. 中草药, 2010(11): 1787-1790.

[4] 陆占国, 郑国臣, 齐典. 毛酸浆籽的超临 CO<sub>2</sub> 流体萃取及成分分析[J]. 食品科技, 2007(2): 130-132.

[5] 杨炳友, 李晓毛, 刘艳, 等. 毛酸浆的研究进展 [J]. 中草药, 2017, 48(14): 2979-2988.

[6] 张英蕾. 毛酸浆免疫活性物质的精制及评价 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010.

[7] 张斯雯. 毛酸浆化学成分及其生物活性的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2007.

[8] HAO XL, ZHANG JJ, LI XH, et al. Application of a chitosan coating as a carrier for natamycin to maintain the storage quality of ground cherry (*Physalis pubescens* L.) [J]. Journal of Zhejiang university-science B, 2017, 18(9): 807-815.

[9] 李亚茹, 周林燕, 李淑荣, 等. 植物精油对果蔬中微生物的抑菌效果及作用机理研究进展[J]. 食品科学, 2014, 35(11): 325-330.

[10] 刘梦芸, 陈晓倩, 赵豪斌, 等. 饲料中添加单月桂酸甘油酯对肉鸡生长性能、消化能力及鸡肉营养品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(15): 67-71.

[11] 潘红亮, 欧阳天赞. 水蒸气蒸馏法和超声辅助提取法提取华细辛挥发油的比较[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 190-193.

[12] 吴琼. 壳聚糖/海藻酸钠复合保鲜膜的制备与应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.

# 甜柿单宁的分布及积累特征分析

张超越,李海刚,辛杰,张桂芝,王守箐,刘林\*

(临沂大学药学院,山东 临沂 276005)

**摘要:** 为了解甜柿果肉中单宁积累的显微特征,采用组织化学方法和透射电子显微技术对甜柿不同组织中单宁的分布进行了观察分析。结果表明,甜柿果实单宁积累有如下特征:贮藏组织和维管组织中只有少量细胞积累单宁,大部分细胞不含单宁;单宁积累场所两部分,一是细胞内空间,为液泡,一是细胞外空间,即细胞间隙;贮藏组织中才有细胞间隙,只有贮藏组织细胞间隙才积累单宁;积累单宁细胞的内部空间几乎被单宁充满,细胞质极少;通常 2 个或多个单宁细胞聚集成簇。

**关键词:** 甜柿;果实;单宁;组织化学方法;透射电子显微技术

中图分类号: S665.2      文献标志码: A      文章编号: 1008-1038(2019)11-0061-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.014

## Distribution and Accumulation of Tannins in Persimmon

ZHANG Chao-yue, LI Hai-gang, XIN Jie, ZHANG Gui-zhi, WANG Shou-qing, LIU Lin\*

(College of Pharmacy, Linyi University, Linyi 276005 China )

**Abstract:** To understand the microscopic pattern of tannin accumulation in the non-astringent fruits, tannin-accumulating cells and their distribution were characterized by histochemistry and transmission electron microscopy. In both storage tissue and vascular tissue, there were only few cells that accumulated tannins, while most cells did not accumulate tannins. There were two compartments where tannins accumulated. One was the vacuole inside the cell, and the other was the intercellular space. Intercellular space was characteristic of storage tissue, and so intercellular accumulation of tannins occurred only in storage tissue. Tannin cells were filled with tannins, and cytoplasm was rather little. It was common that 2 or more tannin cells happened together.

**Key words:** Astringent persimmon; fruit; tannin; histochemistry; transmission electron microscopy

收稿日期: 2019-09-26

基金项目: 国家自然科学基金(31700238、81803651); 大学生创新创业训练项目(201810452173)

作者简介: 张超越(1998—), 女, 在读本科, 专业方向为药学

\* 通信作者: 刘林(1963—), 男, 教授, 主要从事植物发育与细胞生物学研究工作

单宁是植物次生代谢产物<sup>[1-3]</sup>,可分为水解性与非水解性两种类型<sup>[4-7]</sup>,前者分子量较小,可发生水解反应<sup>[6-7]</sup>,后者分子量较大,不发生水解反应<sup>[8-9]</sup>。单宁是一类生物活性分子,具有抗氧化、杀菌、抑制肿瘤、保护心血管等作用,在食品、饲料、化妆品、医药等许多领域都有开发应用<sup>[10-14]</sup>。葡萄酒具有抗氧化活性就是因为它含有单宁,单宁是葡萄种皮、果皮或果柄发酵过程中释放到酒里的,或是贮藏于橡木桶中的酒从橡木中萃取的<sup>[10]</sup>。因此,研究植物单宁积累的特征不仅具有植物学理论意义,也能为植物单宁开发应用提供参考。

柿果实分为涩柿和甜柿两种类型<sup>[15]</sup>,涩柿积累大量单宁,成熟软化前食用口感极差,必须经自然光照或通过化学药品等措施使单宁变性,涩味才能大大减轻或消失。定量检测表明甜柿含少量单宁<sup>[15]</sup>,但对单宁在果实中的积累特征还缺少显微观察。为了解甜柿果实中单宁在什么类型组织中积累,所在的积累细胞以及在细胞的积累空间,本研究用组织化学方法和透射电子显微技术对甜柿果实中的单宁积累进行了显微分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 植物材料

供试植物柿(*Diospyros kaki*)为甜柿,品种为富有,栽种于临沂大学教学实习基地。为避免果实成熟后单宁已经发生自然变性而不易进行显微检测,于8月中旬取未成熟果实进行单宁积累特征的显微分析。选3个地点,每个地点选3棵树,从每棵树上随机取6个果实。

### 1.2 透射电子显微技术

具有邻位二羟基的酚类化合物与四氧化锇强烈反应,产生稳定的络合物,在透射电子显微下呈现出高电子密度<sup>[16-17]</sup>。从未成熟的柿果实上取小于1 mm<sup>3</sup>的小块,用2.5%戊二醛溶液(用0.05 mol 磷酸缓冲液配制)固定12 h,再用1%四氧化锇溶液固定4 h,酒精脱水,Epon-812树脂包埋,切片,厚度为60 nm,醋酸铀和柠檬酸铅双染,透射电镜下观察单宁。

### 1.3 组织化学法

单宁与四氧化锇反应,产物在光学显微镜下呈现棕色至黑色<sup>[17-18]</sup>。将柿果肉小块固定后在四氧化锇溶液中浸泡4 h,之后包埋于树脂中,切片,厚度1  $\mu\text{m}$ ,显微镜下观察单宁。

利用单宁与三氯化铁反应产生蓝绿色的性质,从未成熟果实上取果肉,用戊二醛溶液固定后在三氯化铁溶液中浸泡12 h,然后包埋于树脂中,切片,厚度1  $\mu\text{m}$ ,显微镜下观察单宁。

## 2 结果与分析

### 2.1 柿果实显微特征

柿果实肉质,为浆果。果肉由维管组织和贮藏组织组成,具体见图1A~D,维管组织没有维管束鞘包围,由木质部和韧皮部构成,韧皮部较发达,占比较多,而木质部相对较小,占比较少。图1A、B、D显示,维管组织细胞排列紧密,没有细胞间隙,细胞较小,长5~20  $\mu\text{m}$ ,宽3~15  $\mu\text{m}$ ,外围的细胞较大,内部的细胞较小;木质部细胞较大,韧皮部细胞较小。

与维管组织相比,贮藏组织细胞排列较疏松,细胞间隙较明显,细胞体积较大,但不同位置的细胞大小有明显差异,靠近维管组织的细胞较小,长50~70  $\mu\text{m}$ ,宽40~50  $\mu\text{m}$ ;远离维管组织的细胞较大,长80~160  $\mu\text{m}$ ,宽60~100  $\mu\text{m}$ (图1A~D)。

贮藏组织细胞高度液泡化,液泡占据细胞绝大部分空间(图1A~D)。维管组织中较大的细胞高度液泡化(图1A~D),较小的细胞液泡化程度低,含有较多细胞质(图1E、F)。

### 2.2 果肉中单宁的积累特征

#### 2.2.1 贮藏组织中的单宁积累

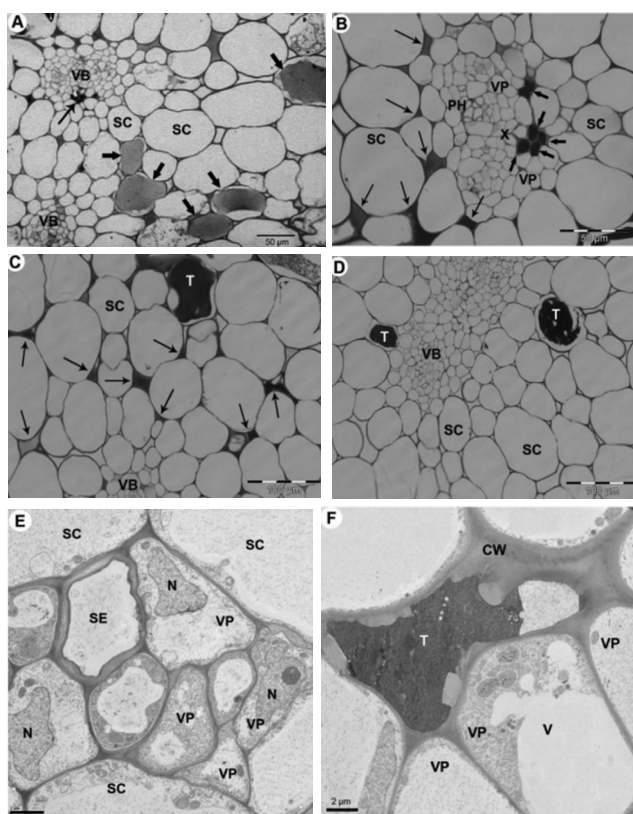
基于四氧化锇和三氯化铁鉴定分析,贮藏组织中约有4%的细胞积累单宁,单宁几乎充满细胞,细胞质极少。图1A、C、D显示积累单宁的细胞出现在维管束周围,或在远离维管束的位置。细胞中的单宁在液泡内积累,不会向周围细胞转移。

图1B、C显示,单宁不仅在细胞中积累,也在贮藏组织细胞间隙积累,充满局部区域的细胞间隙。通常是维管束韧皮部一侧的贮藏组织细胞间隙积累单宁,而木质部一侧的贮藏组织细胞间隙少有单宁积累,显示贮藏组织细胞间隙单宁积累与韧皮部密切相关。果实韧皮部是来自光合器官同化物向贮藏组织卸载的场所,与韧皮部相邻的贮藏细胞优先获得光合同化物。

#### 2.2.2 维管组织中的单宁积累

维管组织多数细胞不积累单宁,只有极少数维管薄

壁细胞积累单宁,单宁细胞约占维管组织细胞总数的5%(图1B、D、E)。多数维管束横切面上可见单宁细胞,2个或4个聚集在一起(图1A、B),但个别维管束横切面上不出现单宁细胞(图1D)。单宁在中央大液泡内积累,充满单宁细胞内部空间,细胞质极少。与单宁细胞相邻的维管薄壁细胞不积累单宁(图1F),表明单宁被限制在液泡内,不会从一个细胞向另一个细胞扩散。维管组织没有细胞间隙,不发生细胞间隙单宁积累。



A~D 为光学显微照片,E 和 F 为透射电子显微照片。A:微管束和周围的贮藏细胞,粗箭头表示贮藏组织中的单宁细胞,细箭头表示维管组织中的单宁细胞;B:微管束和周围贮藏细胞,粗箭头表示微管组织中的单宁细胞,细胞箭头表示细胞间隙中的单宁;C:贮藏组织,表示单宁细胞和细胞间隙中的单宁(细箭头);D:维管束和贮藏组织,表示贮藏组织中有单宁细胞,而微管组织中没有单宁细胞;E:微管组织一部分,没有单宁细胞;F:表示一个单宁细胞。CW:细胞壁;N:细胞核;PH:韧皮部;SC:贮藏细胞;T:单宁细胞;V:液泡;VB:维管束;VP:维管薄壁细胞;X:木质部

图1 甜柿果肉中单宁的积累

Fig.1 Tannin accumulation in non-astringent persimmon fruits

### 3 讨论

本研究分析了甜柿果实中单宁积累特点,结果显示,其既在叶肉组织少部分细胞中积累,也在维管组织少部分细胞中积累;既在细胞内部的液泡中积累,也在细胞细胞外部即细胞间隙中积累。该研究结果揭示了甜柿果实中单宁积累的特征,从显微水平上证实了甜柿仍然含有少量单宁,与用吸收光谱和色谱分析等技术手段的研究结果一致<sup>[15]</sup>。

细胞内部合成单宁的场所是单宁体<sup>[9]</sup>,单宁体是一种起源于叶绿体类囊体膜的细胞器,单宁合成后转移到液泡。但单宁体并不是单宁合成的唯一场所,有研究用抗五没食子酰葡萄糖抗体和抗没食子转移酶的抗体进行免疫定位,发现细胞壁上存在这种酶的活性<sup>[7]</sup>,这种酶是水解性单宁合成所需要的酶,由此证明细胞壁也是单宁合成的场所,葡萄糖和没食子酸由细胞分泌到细胞壁中并在那里合成单宁。甜柿单宁既在液泡内积累,也在细胞间隙积累,液泡和细胞间隙是完全不同的环境。细胞间隙是细胞外空间,这里的单宁由细胞中的单宁体合成并分泌而来,或者在细胞壁中合成并扩散出来,但要证明其准确来源尚需要更多研究。

### 参考文献:

- [1] KEFELI VI, KALEVITCH MV, BORSARI B. Phenolic cycle in plants and environment [J]. Journal of cell and molecular biology, 2003, 2(1): 13-18.
- [2] FERRELL KE, THORINGTON RW. Squirrels: the animal answer guide [M]. Baltimore: Johns hopkins university press, 2006.
- [3] MCGEE H. On food and cooking: the science and lore of the kitchen[M]. New York: Scribner, 2004.
- [4] FRUTOS P, HERVAS G, GIRALDEZ FJ, et al. Review. Tannins and ruminant nutrition [J]. Spanish journal of agriculture research, 2004, 2(2): 191-202.
- [5] VOGT T. Phenylpropanoid biosynthesis [J]. Molecular plant, 2010, 3(1): 2-20.
- [6] HADDOCK EA, GUPTA RK, AL-SHAFI SM, et al. The metabolism of gallic acid and hexahydroxydiphenic acid in plants: biogenetic and molecular taxonomic considerations[J]. Phytochemistry, 1982, 21(5): 1049-1062.
- [7] GRUNDHÖFER P, NIEMETZ R, SCHILLING G, et al.

- Biosynthesis and subcellular distribution of hydrolyzable tannins[J]. *Phytochemistry*, 2001, 57(6): 915–927.
- [8] HERNES PJ, HEDGES JL. Determination of condensed tannin monomers in environmental samples by capillary gas chromatography of acid depolymerization extracts [J]. *Analytical chemistry*, 2000, 72: 5115–5124.
- [9] BATE-SMITH E C, SWAIN T. Flavonoid compounds[M]. In: Florkin M, Mason H S (eds.). *Comparative biochemistry*. III. New York: Academic Press, 1962.
- [10] 陈新民, 李宏. 单宁及其生物活性[J]. *植物杂志*, 1995(5): 8.
- [11] 王妍君, 谢开云, 赵祥, 等. 植物单宁及其对动物作用的研究进展[J]. *草原与草坪*, 2011, 31(4): 82–86.
- [12] 舒畅, 赵韩栋, 焦文晓, 等. 植物单宁的生物活性研究进展[J]. *食品工业科技*, 2018(17): 328–334.
- [13] BORCHARDT JR, WYSE DL, SHEAFFER CC, et al. Antioxidant and antimicrobial activity of seed from plants of the Mississippi river basin [J]. *Journal of medicinal plants research*, 2009, 3(10): 707–718.
- [14] GORINSTEIN S, KULASEK GW, BARTNIKOWSKA E, et al. The effects of diets, supplemented with either whole persimmon or phenol-free persimmon, on rats fed cholesterol [J]. *Food chemistry*, 2000, 70: 303–308.
- [15] 费学谦, 周立红, 龙榜初. 不同甘、涩类型柿果实单宁组成的差异及罗田柿单宁的特性 [J]. *林业科学研究*, 1999, 12(4): 369–373.
- [16] NIELSON AJ, GRIFFITH WP. Tissue fixation and staining with osmium tetroxide: the role of phenolic compounds[J]. *Journal of histochemistry and cytochemistry*, 1978, 26(2): 138–140.
- [17] 张超越, 张茹涵, 梁栋, 等. 樱桃叶单宁的分布及累积特征 [J]. *中国果菜*, 2019, 39(10): 64–67.
- [18] 刘林. 次朗柿成熟叶多酚类物质分布和积累的研究 [J]. *果树学报*, 2012, 29(4): 616–620.
- [19] BRILLOUET JM, ROMIEU C, SCHOEFS B, et al. The tannosome is an organelle forming condensed tannins in the chlorophyllous organs of Tracheophyta [J]. *Annals of botany*, 2013, 112: 1003–1041.

(上接第 44 页)

糖酸比增加 1.19。可见, 增施海绿素提高了番茄果实的品质, 改善了口味。

### 3 结论

海绿素是由海藻提取物、有机质和营养元素三部分构成, 以营养为主、调节为辅, 集改良土壤、生物生理调节、营养、抗逆抗病于一身的海藻有机水溶肥料。从本试验结果看, 施用了海绿素的番茄株高、茎粗、横径、纵径等指标均高于对照, 可见, 海绿素促进了番茄的生长。施用海绿素的番茄产量也高于对照 5.02%, 表明, 海绿素具有明显地增产效果。海绿素处理的番茄果实维生素 C 含量增加 16 mg/kg、糖酸比增加 1.19, 这表明海绿素还具有提高番茄果实品质、改善口味的作用。当前设施蔬菜由于连作及不合理施肥而导致蔬菜生长环境越来越差, 植株长势弱, 产量和效益难以提高, 在这种情况下海绿素有重

要的推广应用价值。

### 参考文献:

- [1] 秦青, 张文举, 张涛. 海藻有机肥研究进展 [J]. *中国农学通报*, 2001(1): 46–47.
- [2] 范晓. 海藻作为饲料添加剂的研究和利用 [J]. *饲料工业*, 1991(12): 14–16.
- [3] 李书琴, 王孝举. 海藻肥液体肥的研究 [J]. *海洋科学*, 1995(3): 4–6.
- [4] BLUNDEN G. Enhanced leaf chlorophyll levels in plant treated with seaweed extract [J]. *Jappt phycol*, 1997, 8(6): 535–543.
- [5] CTOUCH IJ, VANSTATEN J. Effect of seaweed concentration on the establishment and yield of greenhouse tomato plant[J]. *Jappt phycol*, 1992, 4(1): 291–296.
- [6] 杨庆锋, 张亚平, 杜迎辉. r-聚谷氨酸在番茄上的应用效果研究[J]. *中国果菜*, 2015, 35(12): 20–22.

# 葡萄酒中酚类物质的研究进展

回学宽<sup>1,2</sup>, 王艳丽<sup>2</sup>, 祝贺<sup>1</sup>, 杨涛<sup>1</sup>, 邢艳霞<sup>2\*</sup>

(1. 山东农业工程学院食品科学与工程学院, 特色农产品采后品控与综合利用实验室, 山东 济南 250100; 2. 中南林业科技大学, 稻谷及副产物深加工国家工程实验室, 湖南 长沙 410000; 3. 华泽集团有限公司, 云南 迪庆 674400)

**摘要:** 酚类物质是葡萄酒中重要的品质贡献及功能性物质, 一直以来都是葡萄酒研究的重点。酚类物质不仅可以影响葡萄酒的气味、颜色、口感等品质指标, 且具有抗氧化的功能。但并非所有酚类物质对葡萄酒品质或功能具有积极作用, 部分酚类物质可能会对葡萄酒品质或功能会产生负面影响。本文对葡萄酒中的酚类物质来源、化学组成等进行了综述, 为研究葡萄酒酚类物质的品质、功能贡献及葡萄酒酚类的组成控制提供思路。

**关键词:** 葡萄酒; 酚类物质; 品质; 功能

中图分类号: TS262

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0065-08

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.015

## Progress in Polyphenol of Wines

HIU Xue-kuan<sup>1,2</sup>, WANG Yan-li<sup>2</sup>, ZHU He<sup>1</sup>, YANG Tao<sup>1</sup>, XING Yan-xia<sup>2\*</sup>

(1. Department of Food Science and Engineering Shandong Agricultural and Engineering University, Laboratory of Quality Control and Comprehensive Utilization of Characteristic Agricultural Products after Mining, Jinan 250100, China; 2. Department of Food Science and Engineering Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410000, China; 3. Huaze Group Co., Ltd, Diqing 674400, China)

**Abstract:** Polyphenols are important quality contributors and functional substances in wine, and have always been the focus of wine research. Polyphenols can not only affect the quality indicators of wine, such as flavor, color and taste, but also have antioxidant and other functions. However, not all polyphenols have positive effects on wine quality. Some polyphenols have negative effects on wine quality or function. In this paper, the sources and chemical composition of phenols in wine were reviewed, which provided some ideas for the control of polyphenols in wine.

**Key words:** Wine; phenol; quality; functions

收稿日期: 2019-08-22

基金项目: 山东农业工程学院博士科研启动资金(BSQJ201903)

作者简介: 回学宽(1990—), 女, 助教, 主要从事农产品加工及贮藏的教学与研究工作

\* 通信作者: 邢艳霞(1987—), 女, 讲师, 主要从事农产品加工及贮藏的教学与研究工作

葡萄酒是以葡萄为原料酿造的一种果酒,酒中含有多种多酚类物质,如儿茶素、花青素、白藜芦醇、槲皮素等。多酚类物质具有抗氧化、抗衰老、抗炎症、抗癌等功效。按照酚类结构,可以将葡萄酒中的酚类主要分为水解单宁、缩合单宁、复杂单宁。不同酚类对葡萄酒品质及功能的贡献有显著差异,这些差异会在一定程度上影响消费者的购买选择。研究葡萄酒中分类的来源、种类以及其各自对品质或功能的贡献对生产中葡萄酒酚类控制以及葡萄酒市场的健康发展具有重大的指导意义。

## 1 葡萄酒中酚类物质的分类

K.Frendenberg<sup>[1]</sup>按照单宁的化学结构,将酚类分为水解单宁和缩合单宁,随后 Haslam 将酚类相应的分为聚鞣酸酯类(水解单宁及其化合物)和聚黄烷醇类(含缩合单宁及相关化合物)。聚鞣酸酚类是指分子内具有酯键,属于 C6-C1 型酚类,酸、热作用下不稳定,易于水解;聚黄烷醇类酚是黄烷醇聚合物,具有 C6-C3-C6 结构,酸、热作用下不易水解。

### 1.1 水解单宁

水解单宁是单宁水解出来的产物,是指由鞣酸或是鞣酸衍生的酚羧酸与多元醇组成的酯在酸、碱和酶的作用下产生的多元醇和酚羧酸。水解单宁的主要类型包括儿茶素及鞣花酸,也叫联苯三酚酯和鞣花酸酯,因为含有酯键,它们被称为可水解的多酚<sup>[2]</sup>,葡萄酒中的水解单宁主要来自于橡木桶陈酿或酿酒过程中添加外源性酚类,也有少量来自于葡萄果皮或种子<sup>[3-4]</sup>。Kimura Y 等<sup>[5]</sup>发现在干燥的西梅果实中的提取物中有原花青素,可以进一步分解为儿茶素和表儿茶素,并且提取物表现出比绿原酸更强抗氧化活性。LEE YA 等<sup>[6]</sup>发现,原花青素对小鼠的糖尿病症状有一定的治疗作用。

### 1.2 缩合单宁

缩合单宁主要来源于葡萄种子和果皮,是黄烷-3-醇聚合物,通常是由一类黄烷-3-醇及黄烷-3,4-二醇结构单元通过 C4→C8(或 C4→C6)键缩合而形成的寡聚或多聚物<sup>[2,7]</sup>。少量缩合单宁来源于陈化过程中的橡木桶。

Pellegrini 等<sup>[8]</sup>认为,红酒中的酚类物质含量在橡木桶中存放,会从(1 605.4 ± 337.4) mg/L 增加到(2 057.3 ± 524.0) mg/L,差异显著,这证实了橡木桶陈化对葡萄酒酚类含量的显著影响,同时也说明葡萄酒中酚类变化并不

是单一不变,而是一个复杂的过程。但缩合单宁作为葡萄酒中的主要呈色物质,一般认为来源于葡萄原材料。缩合单宁根据其构成,又可以分为类黄酮物质(黄烷 3 醇, flavonoids)、黄酮类物质(flavones)、花色苷类和黄烷醇类(flavanols, 主要代表儿茶酚 catechin)。类黄酮(Flavonoids)是植物重要的一类次生代谢产物,它以结合态(黄酮苷)或自由态(黄酮苷元)形式存在于水果、蔬菜、豆类和茶叶等许多食源性植物中。槲皮素(Quercetin)是最典型的类黄酮,其在 C3 位羟基上结合糖分子即形成植物中普遍的成分-芸香苷(芦丁)。黄酮类化合物(flavonoids)是一类存在于自然界的、具有 2-苯基色原酮(flavone)结构的化合物。它们分子中有一个酮式羰基,第一位上的氧原子具碱性,能与强酸成盐,其羟基衍生物多具黄色,故又称黄碱素或黄酮。花色苷是花色苷糖苷化后的产物,具有 C6-C3-C6 结构,属于类黄酮类物质,主要存在于酿酒葡萄(Vitis vinifera L.)的皮中和一些染色品种的果肉中。黄烷醇类物质是葡萄酒中最重要的成分之一,为葡萄酒提供苦味和收敛性的感官特征<sup>[9]</sup>。

## 2 酚类物质对葡萄酒风味品质的影响

### 2.1 对葡萄酒口感品质的影响

涩度、酸味和苦味是葡萄酒的三个重要口感品质。由于葡萄酒酚类与唾液蛋白反应,降低了唾液的润滑特性,造成口腔黏膜摩擦系数增加,引起涩感<sup>[10]</sup>,一般饮料中,酚类浓度大于  $7.5 \times 10^{-4}$  g/mL 时,会让人感到涩味,但酚类浓度小于  $3 \times 10^{-4}$  g/mL 时,会让人感到无味。苦味则是一种神经信号识别产生的味觉<sup>[11]</sup>。虽然对对味觉的感受能力因人而异,但实际上,人们对于涩味、苦味的爱好具有普遍性,苦涩味道对于产品的独特口感起到关键作用。

#### 2.1.1 水解单宁对葡萄酒口感品质的影响

##### (1) 没食子酸对葡萄酒口感品质的影响

没食子酸属于水解单宁。酚类涩味和苦味的原因及影响因素主要有酚类浓度、聚合度及化学结构。先前的研究认为酚类物质分子量在 500 以上时才能沉淀蛋白,但实际上,儿茶素和鞣酸的单体除了让人感到酸味外,也能够让人感到涩味<sup>[12]</sup>,但相比较而言,没食子酸为代表的水解单宁类对涩味影响小,有数据显示,没食子酸单体做感官试验时,10 g/L 以上的没食子酸才能感觉到涩感<sup>[13-14]</sup>。

葡萄的酚类物质主要存在于种子中。酚类在果梗中

约占 1%~3%,果皮中 0.5%~2%,果核中 3%~7%。粗略计算,酚类中,花色素占比 10%,类黄酮类 1.25%,儿茶素 7.5%,黄烷醇低聚体 12.5%,缩合单宁占比 6.25%<sup>[15]</sup>。82% 的儿茶素、73% 的低聚原花色素存在于葡萄籽种,一般认为,酚类物质的涩味是随着酚类物质分子量而增加的(包括水解性单宁和缩合型单宁)。由于葡萄中的酚类物质最丰富,且高分子水解单宁主要存在于葡萄种子中,而在葡萄皮中浓度较小(葡萄皮中主要是高聚合度缩合单宁)。所以,用葡萄渣酿酒(种子含量高),涩味重<sup>[16]</sup>。

葡萄种子的缩合单宁浓度高且聚合度小。种子缩合单宁的聚合度,如儿茶酚或表儿茶酚的聚合度(DP2-17),小于葡萄皮中的儿茶酚聚合度,且种子中缩合单宁的浓度低<sup>[17-19]</sup>。数据显示,葡萄种子中的没食子酸聚合酚含量在 13-29% 之间,确实要显著性大于葡萄皮中的没食子酸聚合酚(3-6%)。多数研究把这种现象的机理归结为,种子中的没食子酸聚合酚浓度高(13-29%),且聚合度低(DP2-17),缩合单宁(儿茶酚等聚合酚)含量低。Vidal 等也认为,涩味与复杂酚类中的没食子酸的聚合度与没食子酸浓度呈正相关<sup>[13, 20]</sup>。Robichaud 等也发现,没食子酸增加可有效增加类黄酮酚的涩味及苦味,但是分子量比较大非类黄酮酚(以没食子酸为单体的酚)浓度增加时,复杂酚类的涩味比苦味更明显,这一现象在 Vidal 等的研究中也得到证实<sup>[21]</sup>。所以,没食子酸聚合酚聚合度高时,没食子酸聚合酚的浓度的确要比其他酚类提高涩味要显著,但同时,当没食子酸聚合酚浓度高且聚合度低时,对苦味的贡献值要大于涩味。

## (2) 鞣花酸对葡萄酒口感品质的影响

酚类物质在植物中是组成木质素的基本单元。在植物生物物质解构过程中(陈化过程中),酚类化合物作为木质素组分的降解产物释放到酒液中。陈化过程中会有水解单宁进入葡萄酒中,这些水解单宁包括鞣花酸为单体组成的水解单宁和没食子酸水解单宁<sup>[22-25]</sup>,橡树心材中还有含有水解单宁,主要为鞣花单宁,单体鞣花单宁主要包括 vescalagin、castalagin、grandinin、roburin E。二聚体鞣花单宁主要包括 robuin A、roburin B、roburin C、roburin D<sup>[26]</sup>。这些鞣花酸为单体组成的水解单宁也会影响葡萄酒的涩度,但涩味要比没食子酸单宁弱,但显著高于缩合单宁。

### 2.1.2 缩合单宁对葡萄酒口感品质的影响

#### (1) 原花色素与花色素对葡萄酒口感品质的影响

Robichaud 等<sup>[4]</sup>的研究结果显示,缩合单宁中的原花色素(以儿茶酚等为单体的缩合单宁)也能够提供涩味和

苦味,并且聚合物和单体均具有与水解单宁一致的特点,即聚合度越高、浓度越高,涩味越重;聚合度下降时,浓度与苦味呈显著性相关。

单独的花色素可以表现出纯苦味或纯涩味,但花色素聚合度较高时,确实表现出较强的涩味,但当聚原花色素聚合度达到 7 时,涩味值达到最大,随着聚合度增大,酚类逐渐失去水溶性而丧失涩味。而低聚体的花青素(四聚体的矢车菊素)与其他酚类物质一起,增加了苦味,所以有些学者认为,葡萄酒的苦味随着酚类物质分子质量的增加而增加,他们还将原矢车菊素称为苦味刺激剂<sup>[4, 24-28]</sup>。

#### (2) 黄酮(flavones)对葡萄酒口感品质的影响

一些研究显示,黄酮类(黄酮、黄酮醇、二氢黄酮、二氢黄酮醇)物质对葡萄酒中的苦味有显著影响<sup>[32-33]</sup>。Drewnowski A 等发现黄酮类物质会使葡萄酒产生苦涩的味道<sup>[33]</sup>,Rudnitskaya A 等用电子鼻测定了包括 7 个苦味葡萄酒在内的 31 个葡萄酒样品,采用单因素方差分析评价了葡萄酒化学成分对苦味发生的影响。结果发现,苦味葡萄酒比非苦味葡萄酒含有更高浓度的酚类化合物(儿茶素、表儿茶素、没食子酸、咖啡酸和鞣皮素)<sup>[34]</sup>。María-Pilar Sáenz-Navajas 等选取了 5 款涩味有显著差异的葡萄酒进行研究,采用半制备型 C18-反相高效液相色谱法(C18-RP-HPLC)将提取液分离成 9 个馏分,经冷冻干燥、加水和感官处理后,由专门训练的感官小组评估其口感属性和涩味,结果表明黄酮醇(flavonol)羟基肉桂酸(hydroxycinnamic acid)和苯甲酸(benzoic acid)类物质与苦味正相关<sup>[35]</sup>。Gonzalo-Diago 等研究了葡萄酒中所含的低分子量化合物及其感官贡献之间的关系,发现黄酮醇类物质和儿茶素的含量、酒精度与苦味正相关<sup>[36]</sup>。尚未发现对葡萄酒其他品质的影响。

#### (3) 黄烷醇对葡萄酒口感品质的影响

以儿茶酸为例,表儿茶酸比儿茶酸更苦。随着儿茶酸聚合度的增加,葡萄酒的苦味逐渐减少,涩味逐渐增加。儿茶酚单体比二聚体、三聚体苦,涩味则相反;4-6 聚合儿茶酚比 4-8 连接儿茶酚更能使葡萄酒产生苦涩的味道<sup>[27, 29, 31, 37-38]</sup>。Hufnagel 等<sup>[32]</sup>研究发现,通过 HPLC 及主成分分析方法分析红酒内酚类物质,黄烷-3-醇类物质对涩味和苦味没有特别重要的意义,这与以前大部分研究内容研究相反。他还认为,一系列羟基苯甲酸乙酯和羟基

肉桂酸乙酯被鉴定为葡萄酒中的苦味化合物。

## 2.2 对葡萄酒风味的影响

葡萄酒的风味和典型性是通过葡萄酒的气味决定的。目前葡萄酒中发现的香气物质有 800 多种,这些物质范围从 mg/L 到  $\mu\text{g/L}$ 、ng/L<sup>[39-41]</sup>。通常认为,葡萄酒的典型香味物质主要来自葡萄品种,而其他因素如发酵产香或陈化过程中的香味主要起到辅助作用<sup>[42]</sup>。葡萄酒的品种香气,主要包括甲氧基吡嗪类、异戊二烯、萜烯类等,这些物质主要来源于果皮和果肉<sup>[43-44]</sup>。发酵中的产香,主要通过微生物代谢过程中的糖和氨基酸代谢产生副产物,包括高级醇、酯类、脂肪酸,酵母类型和发酵条件是影响发酵香气的主要原因。陈化过程中的香气主要是来源于橡木桶的浸提过程,包括丁香醛、香兰素(香草醛)等,香兰素具有香荚兰特征的香气以及浓郁的奶香,是橡木桶进入葡萄酒体中的主要酚类物质,Isabelle 等<sup>[45]</sup>的研究证实,随着陈化过程进行,葡萄酒中的香兰素(缩合单宁)为单体的酚类显著增加。

此外,葡萄酒中的香草醛(香草素)也来源于陈化过程,首先,木质素降解产生愈创木酚,愈创木酚与甲醛缩合生成香兰醇,最后转化为香草醛。所以葡萄酒陈化用的橡木桶一般要经过烘烤,这样可以加速橡木桶中木质素的分解及分解后衍生物(愈创木酚、香兰素等)向葡萄酒转移<sup>[46]</sup>。

## 2.3 对葡萄酒颜色的影响

颜色是葡萄酒一项非常重要的品质,有一些品酒师可以根据经验,判断葡萄酒的颜色品质,预测味觉和嗅觉特性<sup>[47]</sup>。这主要是因为,葡萄酒的颜色主要是通过酚类物质作用产生的,而不同类型的酚类颜色的差异是由于酚类的化学组成不同而产生的,这些不同的酚类成分及浓度,恰恰也能反映葡萄酒的口感及风味。

### 2.3.1 花色素对葡萄酒颜色的影响

从 1984 年开始,Glories<sup>[48]</sup>就提出了花色素是直接决定葡萄酒颜色的物质,而原花色素或其它类黄酮物质能够决定颜色稳定性<sup>[49]</sup>,尤其是在葡萄酒陈化过程中起到显著性作用。葡萄酒的颜色受到陈化过程中的交联的显著性影响,天然花色素和其他色素在感官颜色感知时,起着非常重要的作用,比如黄色的色素,就是由于复杂的交联引起的(花色素与其他的无色类黄酮共价键作用,引起的颜色变化现象<sup>[50]</sup>)。Cavalcanti 等<sup>[51]</sup>的研究结果认为,

copigmentation 可以保护花色素 C2 位置的 flavyliumion 受到攻击,尤其是亲核水分子的破坏,增加 copigmentation 后缩合花色素的稳定性。另外,葡萄酒的花色素与非类黄酮类酚发生结合,且不同的非类黄酮类物质与花色素结合,copigmentation 效果不同。如 Zhang Xin-Ke 等<sup>[54]</sup>的研究结果显示,加入没食子酸和鞣花酸单体的葡萄酒,花色素均与这些非类黄酮酚缩合,并且处理组颜色显著优于空白组,鞣花酸组显著优于没食子酸组。Zhang B 等<sup>[55]</sup>的研究也证实了这一点,并且 Zhang 等模拟了 malvidin-3-O-glucoside 花色素与羟基肉桂酸和羟基苯甲酸的作用模型,认为羟基肉桂酸具有更好的 copigmentation 效果,且主要是因为羟基肉桂酸具有更大的平面结构(planar structures)<sup>[56-57]</sup>。鞣花酸与肉桂酸都是橡木桶中常见的酚类,这也是橡木桶显著作用于葡萄酒颜色品质的重要机理进展<sup>[52]</sup>。

### 2.3.2 类黄酮对葡萄酒颜色的影响

除了无色类黄酮外,呈色的类黄酮一般出现在黄酮、黄酮醇、异黄酮和双黄酮中,它们及其苷类多呈黄色。这些物质中的酚羟基数目和结合位置对呈色有显著影响,C3 位有羟基,一般为灰黄色,3',4'位置上有羟基或甲氧基的黄酮类多呈深黄色,而且 C3 加上 3',4'位置上有羟基可使颜色变得更深。呈色类黄酮与花色素结合时,随着类黄酮聚合度增加,copigmentation 颜色越稳定<sup>[51-53]</sup>。

## 3 葡萄酒中酚类物质对人体的影响

### 3.1 抗氧化功能

著名的“法国悖论”指出,红酒中的多酚类化合物具有良好的抗氧化效果,预防心脑血管疾病和癌症方面具有良好的效果。研究认为,苯环上任何一个氢被羟基取代即发生酚的抗氧化反应,葡萄酒中酚类的抗氧化能力主要与它们苯环上的氢被取代的容易程度有关。Schmatz 等<sup>[58]</sup>研究葡萄酒对糖尿病人影响的动物试验证明,白藜芦醇、没食子酸、槲皮素等多酚通过抗氧化活性影响糖尿病指标的主要作用显著性为白藜芦醇>槲皮素>没食子酸,该试验研究的结论认为,原花色素类物质由于其较弱的夺氢能力,具有较高的抗氧化活性。Neschadin 等<sup>[62]</sup>通过化学诱导动态核极化法对葡萄酒酚类的抗氧化机制也进行了研究,测定了儿茶素、表没食子儿茶素、没食子酸、没食子儿茶素的抗氧化活性,认为水解单宁中,分子量越

小,夺氢能力越强,即抗氧化能力越弱。

### 3.2 导致宿醉性头痛(hangover headache)

在英国,消费者一直认为,饮用葡萄酒<sup>[16-17]</sup>比威士忌更容易发生宿醉性头痛。也有些研究对比了红葡萄酒与白葡萄酒的作用性质,发现白葡萄酒致酒精性头痛的几率显著低于红葡萄酒<sup>[18-19]</sup>。他们发现,红葡萄酒是导致酒精性头痛概率高发的酒,除了本身含有的酒精,主要是由于葡萄酒中含量较高的类黄酮物质。也有研究认为,葡萄酒中的多酚(phenol,平均含量 2 160 mg/L<sup>[20]</sup>)是导致宿醉性头痛的主因。Pattichis 等<sup>[60]</sup>的研究显示,类黄酮物质可以促使人体内 5-羟色胺(5-HT)释放,而该物质是偏头痛人群中中枢神经内的重要标记物,红葡萄酒中类黄酮含量 302.4 mg/L(占总酚比 14%),白葡萄酒含量约为 80 mg/L(占总酚比 25%)<sup>[22]</sup>。

相关研究显示,TRPV1 是宿醉性头痛的主要作用通道蛋白,葡萄酒中乙醇促进三叉神经末梢中的 TRPV1 的表达或活性增加可能是酒精性头痛的开启第一步,接着由 TRPV1 激活导致的  $\text{Ca}^{2+}$ 内流,进而刺激 CGRP、SP 等神经肽物质的释放并传导至大脑皮质引起痛觉。圣草酚(Eriodictyol)是 TRPV1 通道蛋白的拮抗剂,具有降低宿醉性头痛的作用。而红酒、威士忌中常见的丁子香酚(Eugenol)则是 TRPV1 的一种非选择性拮抗剂,丁子香酚可以通过抑制 N-型钙离子通道,减少钙离子的内流而缓解宿醉性头痛<sup>[61]</sup>。这些研究还显示,作为原花色素中的两种主要酚类,红酒中的原花色素类物质具有较高的抑制宿醉性头痛的潜力。

## 4 小结

综上所述,葡萄酒酚类对葡萄酒的品质及功能影响显著。相关研究显示,葡萄酒酚类中的水解单宁(儿茶素、鞣花酸)对葡萄酒的涩感影响显著,但鞣花酸物质对涩味的影响显著低于儿茶素;风味中的主要物质来源于木质素降解后的缩合单宁中香草素;对颜色贡献最高的为原花色素,同时该物质于鞣花酸结合后较稳定。葡萄酒中的酚类具有较高的抗氧化性,尤其是原花色素类物质。但同时缩合单宁中的类黄酮类物质具有增加宿醉性头痛的风险,相比较而言,原花色素类物质则具有通过调控 TRPV1 通道缓解宿醉性头痛的作用。本研究认为,从品质及功能的整体角度而言,葡萄酒酚类中的原花色素类

物质具有较高的贡献。为了平衡涩味及颜色的稳定性,可于葡萄酒生产中控制以儿茶素为代表的水解单宁含量,提高涩味稍轻的鞣花酸比例。同时,可通过控制葡萄酒中类黄酮的比例,减少宿醉性头痛的发生几率。

### 参考文献:

- [1] HASLAM E, LILLEY T, CAI Y, et al. Traditional herbal medicines—the role of polyphenols [J]. *Planta medica*, 1989, 55(01): 1–8.
- [2] YU Y, HARBERTSON JF. Improvement in protein precipitation Tannin analysis by altering resuspension buffer formulation to neutral pH [J]. *American journal of enology & viticulture*, 2012, 63(3): 443A.
- [3] HERDERICH MJ, SMITH PA. Analysis of grape and wine tannins: methods, applications and challenges [J]. *Australian journal of grape & wine research*, 2010, 11(2): 205–214.
- [4] ROBICHAUD JL, NOBLE AC. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine[J]. *Journal of the science of food & agriculture*, 1990, 53(3): 343–353.
- [5] KIMURA Y, ITO H, KAWAJI M, et al. Characterization and antioxidative properties of oligomeric proanthocyanidin from prunes, dried fruit of *Prunus domestica* L.[J]. *Journal of the agricultural chemical society of Japan*, 2008, 72(6): 4.
- [6] LEE YA, CHO EJ, YOKOZAWA T. Effects of proanthocyanidin preparations on hyperlipidemia and other biomarkers in mouse model of type 2 diabetes [J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2008, 56(17): 7781–7789.
- [7] TAKASHI, T. Chemical studies on plant polyphenols and formation of black tea polyphenols [J]. *Yakugaku zasshi: Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 2008, 128, (8): 1119–1131.
- [8] PELLEGRINI N, SIMONETTI P, GARDANA C, et al. Polyphenol content and total antioxidant activity of vini novelli (young red wines)[J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 2000, 48(3): 732–735.
- [9] 张欣珂, 赵旭, 成池芳, 等. 葡萄酒中的酚类物质 I: 种类、结构及其检测方法研究进展 [J]. *食品科学*, 2019, 40(15): 255–268.
- [10] SCHWARZ B, HOFMANN T. Is there a direct relationship between oral astringency and human salivary protein binding [J]. *European food research & technology*, 2008, 227 (6):

- 1693–1698.
- [11] BRESLIN PAS, GILMORE MM, BEAUCHAMP GK, et al. Psychophysical evidence that oral astringency is a tactile sensation[J]. *Chemical senses*, 1993, 18(4): 405–417.
- [12] NAKAJIMA A, SAKAGUCHI T. Recovery of uranium by tannin immobilized on agarose [J]. *Journal of chemical technology & biotechnology*, 2010, 40(4): 223–232.
- [13] PREYS S, MAZEROLLES G, COURCOUX P, et al. Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses[J]. *Analytica chimica acta*, 2006, 563(1): 126–136.
- [14] CHARALAMBOUS G, KATZ I. Phenolic, sulfur, and nitrogen compounds in food flavors volume 26 simultaneous detection of nitrogen and sulfur containing flavor volatiles[J]. 1976, 0026: 85–95.
- [15] 石碧. 植物多酚[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [16] GO EVAC D, TE EVI V, VELI KOVI M, et al. Polyphenolic compounds in seeds from some grape cultivars grown in Serbia [J]. *Journal of the serbian chemical society*, 2010, 75(12): 1641–1652.
- [17] MCRAE JM, KENNEDY JA. Wine and grape tannin interactions with salivary proteins and their impact on astringency: A review of current research [J]. *Molecules*, 2011, 16(3): 2348–2364.
- [18] CHEYNIER V, ANDERSEN M, MARKHAM KR. Flavonoids in wine [J]. *Flavonoids chemistry biochemistry & applications*, 2006.
- [19] MONAGAS M, BARTOLOMÉ B, GÓMEZ C. Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine[J]. 2005, 45(2): 85–118.
- [20] VIDAL S, FRANCIS L, NOBLE A, et al. Taste and mouth–feel properties of different types of tannin–like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine [J]. *Analytica chimica acta*, 2004, 513(1): 57–65.
- [21] VIDAL S, FRANCIS L, GUYOT S, et al. The mouth–feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine–like medium [J]. *Journal of the science of food and agriculture*, 2003, 83(6): 564–573.
- [22] MICHEL J, JOURDES M, SILVA M, et al. Impact of concentration of ellagitannins in oak wood on their levels and organoleptic influence in red wine [J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 2011, 59(10): 5677–5683.
- [23] HASLAM E. Plant polyphenols: vegetable tannins revisited [J]. *Quarterly review of biology*, 1989, 29(7): 1–13.
- [24] QUIDEAU S, FELDMAN KS. Ellagitannin chemistry [J]. *Chemical reviews*, 1996, 96(1): 475.
- [25] QUIDEAU S, JOURDES M, LEFEUVRE D, et al. Ellagitannins—an underestimated class of plant polyphenols: chemical reactivity of C–glucosidic ellagitannins in relation to wine chemistry and biological activity[J]. *Synthesis*, 2010, 1984(12): 1017–1020.
- [26] Penhoat CLMHD, Michon VMF, Peng S, et al. ChemInform Abstract: Structural Elucidation of New Dimeric Ellagitannins from *Quercus robur* L. Roburins A–E [J]. *ChemInform*, 2010, 22(39): 56–62.
- [27] LEA A GH, ARNOLD GM. The phenolics of ciders: Bitterness and astringency [J]. *Journal of the science of food & agriculture*, 1978, 29(5): 478–483.
- [28] NOBLE AC. Why do wines taste bitter and feel astringent[J]. *Acs symposium*, 1998, 714: 156–165.
- [29] PELEG H, GACON K, SCHLICH P, et al. Bitterness and astringency of flavan–3–ol monomers, dimers and trimers[J]. *Journal of the science of food & agriculture*, 1999, 79(8): 1123–1128.
- [30] NOBLE A C. Astringency and bitterness of flavonoid phenols [J]. *Acs national meeting book of abstracts*, 2002, 825: 192–201.
- [31] ARNOLD RA, NOBLE AC, SINGLETON VL. Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine [J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 1980, 28(3): 675–678.
- [32] HUFNAGEL JC, HOFMANN T. Orosensory –Directed identification of astringent mouthfeel and bitter –tasting compounds in red wine [J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 2008, 56(4): 1376–1386.
- [33] Drewnowski A, Gomezcarneros C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review [J]. *American journal of clinical nutrition*, 2000, 72(6): 1424–1435.
- [34] Rudnitskaya A, Hélène H. Nieuwoudt, Muller N, et al. Instrumental measurement of bitter taste in red wine using an electronic tongue [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2010, 397(7): 3051–3060.
- [35] María –Pilar Sáenz –Navajas, Ferreira V, Dizy M, et al. Characterization of taste –active fractions in red wine combining HPLC fractionation, sensory analysis and ultra

- performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry detection[J]. *Analytica chimica acta*, 2010, 673 (2):151–159.
- [36] Gonzalo -Diago A, Dizy M, Zurbano P. Purificación Fernández -Zurbano Contribution of low molecular weight phenols to bitter taste and mouthfeel properties in red wines [J]. *Food Chemistry*, 2014, 154:187–198.
- [37] THORNGATE III JH, NOBLE AC. Sensory evaluation of bitterness and astringency of 3R(-)-epicatechin and 3S(+)-catechin [J]. *Journal of the science of food & agriculture*, 2010, 67(4): 531–535.
- [38] Robichaud JL, Noble AC. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine [J]. *Journal of the science of food and agriculture*, 2010, 53(3): 343–353.
- [39] AZNAR M, LÓPEZ R, CACHO JF, et al. Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC -olfactometry, quantitative GC -MS, and odor evaluation of HPLC fractions [J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 2001, 49(6): 2924–2929.
- [40] GOMEZ GE, SANCHEZPALOMO E, GONZALEZVINAS MA. Aroma characterization of red wines from cv. Bobal grape variety grown in La Mancha region [J]. *Food research international*, 2011, 44(1): 61–70.
- [41] 岳泰新. 不同生态区酿酒葡萄与葡萄酒品质的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [42] RIBERAU-GAYON P, GLORIES Y, MAUJEAN A, et al. Handbook of enology: The chemistry of wine stabilization and treatments[M]. John wiley & sons, ltd. 2006.
- [43] SPILLMAN PJ, SEFTON MA, GAWEL R. The contribution of volatile compounds derived during oak barrel maturation to the aroma of a Chardonnay and Cabernet Sauvignon wine [J]. *Australian journal of grape & wine research*, 2010, 10(3): 227–235.
- [44] CABRITA MJ, FREITAS AMC, LAUREANO O, et al. Aroma compounds in varietal wines from Alentejo, Portugal [J]. *Journal of food composition & analysis*, 2007, 20 (5): 375–390.
- [45] CUTZACH I, CHATONNET P, DUBOURDIEU D. Influence of storage conditions on the formation of some volatile compounds in white fortified wines (*Vins doux naturels*) during the aging process [J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2000, 48 (6): 2340–2345.
- [46] Jiming L. Effect of Maturation in oak barrel on wine quality [J]. *Food & Fermentation Industries*, 1998, 24(6), 55–57.
- [47] CERDAN TG, MOZAZ SR, AZPILICUETA CA. Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak[J]. *Food research international*, 2002, 35(7): 603–610.
- [48] GLORIES Y. La couleur des vins rouges II. Mesure, origine et interprétation.[J]. *Conn vigne et vin*, 1984, 18: 253–271.
- [49] MAZZA G. Anthocyanins in grapes and grape products [J]. *C R C Critical reviews in food technology*, 1995, 35 (4): 341–371.
- [50] TROUILLAS P, SANCHOGARCÍA JC, DE FV, et al. Stabilizing and modulating color by copigmentation: insights from theory and experiment[J]. *Chemical reviews*, 2016, 116 (9): 4937.
- [51] CAVALCANTI RN, SANTOS DT, MEIRELES MAA. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems -An overview [J]. *Food research international*, 2011, 44(2): 499–509.
- [52] BARANAC JM, AND NAP, DIMITRI?MARKOVI JM. Spectrophotometric study of anthocyan copigmentation reactions. 3. malvin and the nonglycosidized flavone morin [J]. *Journal of agricultural & food chemistry*, 1997, 45 (5): 1698–1700.
- [53] MIZUNO T, UEHARA A, MIZUTA D, et al. Contribution of anthocyanin-flavone copigmentation to grayed violet flower color of Dutch iris cultivar ‘Tiger’s Eye’ under the presence of carotenoids [J]. *Scientia horticulturae*, 2015, 186: 201–206.
- [54] ZHANG XK, HE F, ZHANG B, et al. The effect of prefermentative addition of gallic acid and ellagic acid on the red wine color, copigmentation and phenolic profiles during wine aging[J]. *Food research international*, 2018, 106: 568.
- [55] ZHANG B. Copigmentation mechanism of oak polyphenols in red wines [D]. Doctoral thesis China agricultural university, China, 2016,
- [56] ZHANG B, HE F, ZHOU PP, et al. Copigmentation between malvidin-3-O-glucoside and hydroxycinnamic acids in red wine model solutions: Investigations with experimental and theoretical methods[J]. *Food research international*, 2015, 78: 313–320.

# 有机肥在苹果生产中的应用效果研究

安绪华<sup>1</sup>, 丁文峰<sup>1</sup>, 闫宏<sup>2</sup>, 公彦豪<sup>2</sup>, 高明<sup>2</sup>, 姚静<sup>3</sup>

(1. 临沂市土壤肥料工作站, 山东 临沂 276001; 2. 蒙阴县土壤肥料工作站, 山东 蒙阴 276200;  
3. 山东省农业广播电视学校临沂市分校, 山东 临沂 276001)

**摘要:** 有机肥替代化肥是提高农产品供给质量、改善农业生态环境的重大举措。山东省蒙阴县自2017年承担农业部果菜茶有机肥替代化肥项目以来,在大量试验的基础上,探索出了适合本地区的有机肥替代化肥技术模式。本文对常规施肥和自制有机肥的不同配比在苹果上的应用效果进行了分析,结果表明,利用畜禽粪便及废弃的果木枝条进行高温好氧发酵后的有机肥可以在一定范围内替代化肥,能有效提高肥料利用率,改善果品品质和果园生态环境。

**关键词:** 蒙阴县; 有机肥替代化肥; 苹果; 效果研究

中图分类号: S661.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0072-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.016

## Study on Application Effect of Organic Fertilizer in Apple Production

AN Xu-hua<sup>1</sup>, DING Wen-feng<sup>1</sup>, YAN Hong<sup>2</sup>, GONG Yan-hao<sup>2</sup>, GAO Ming<sup>2</sup>, YAO Jing<sup>3</sup>

(1. Linyi Soil Fertilizer Workstation, Linyi 276001, China; 2. Mengyin County Soil Fertilizer Workstation, Mengyin 276200, China; 3. Shandong Provincial Agricultural Broadcasting and Television School Linyi City Branch, Linyi 276001, China)

**Abstract:** Replacing chemical fertilizer with organic fertilizer is an important measure to improve the supply quality of agricultural products and the agricultural ecological environment. Mengyin county, Shandong province, has undertaken the project of the Ministry of Agriculture to replace chemical fertilizers with organic fertilizers for fruits, vegetables and tea since 2017. On the basis of a large number of experiments, the technical model of organic fertilizer replacing chemical fertilizer suitable for the region was explored. The application effects of different ratios of conventional fertilization and self-made organic fertilizer on apples were analyzed. The organic fertilizer produced by high temperature aerobic fermentation with animal manure and waste branches can replace chemical fertilizer in a certain range, improve fertilizer utilization efficiency, fruit quality and orchard ecological environment

**Key words:** Mengyin county; organic fertilizer instead of chemical fertilizer; apple; effect study

随着生活水平的不断提高,人们对果蔬品质的要求也越来越高,绿色、有机食品的需求越来越大,因此,发展绿色、生态农业成为实现农业现代化和农业可持续发展的必然选择<sup>[1-3]</sup>。近年来由于化肥的过量投入,导致土壤板结、土壤养分结构失衡、肥料利用率较低,造成了农产品品质下降及环境污染等一系列问题<sup>[4-8]</sup>。在这一背景下,2017年2月农业部印发了《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》的通知,在水果、蔬菜、茶叶等用肥量较大的作物上开展有机肥替代化肥行动,探索节本增效、提质增效、产品安全、资源节约、环境友好的现代农业发展道路,蒙阴县作为果品生产大县和革命老区,入选了第一批果菜茶有机肥替代化肥试点地区。

蒙阴县位于沂蒙山区腹地,总面积1 601.6 km<sup>2</sup>,山地、丘陵占总面积的94%,水源地保护区占总面积的87%。全县果园面积稳定在6.7万hm<sup>2</sup>,其中,蜜桃4.3万hm<sup>2</sup>,苹果2.1万hm<sup>2</sup>,其它杂果2 000 hm<sup>2</sup>,有“中国蜜桃之都”“中国桃乡”“全国果品综合强县”等一系列荣誉称号。两年来,根据农业部果菜茶有机肥替代化肥技术方案,结合当地丰富的养殖资源,在大量试验的基础上,蒙阴县探索出了适合本地区苹果栽培的有机肥替代化肥技术模式,以期指导当地果农施肥。

1 材料与方法

1.1 试验材料

田间小区设在蒙阴县野店镇北坪村,苹果面积约33 hm<sup>2</sup>,供试有机肥为利用当地的兔粪添加粉碎后的果木枝条进行高温好氧发酵生产的自制有机肥,供试化肥由当地农户提供。供试作物为苹果,品种为烟富3号,树龄为8年。

1.2 试验设计

于2017年10月初,将自制有机肥与化肥根据不同处理混合施入苹果园的土壤中。实验共设8个处理,每个处理重复5次;常规施肥:化肥折纯用量N、P、K分别为30.5 kg/667 m<sup>2</sup>、22.5 kg/667 m<sup>2</sup>、32.5 kg/667 m<sup>2</sup>(氮、磷、钾折纯用量为20户果农调查结果的平均值),共分三次施入,一般在采摘、谢花和入秋后,农家肥平均1 t/667 m<sup>2</sup>,秋季沟施、穴施,一次施入;优化施肥:按照当地果树测土配方施肥技术优化的施肥处理,化肥折纯用量N、P、K分别为22.3 kg/667 m<sup>2</sup>、15 kg/667 m<sup>2</sup>、25.5 kg/667 m<sup>2</sup>,化肥、农家肥施用方法与常规施肥相同,具体如表1所示。

表1 试验处理及设计  
Table 1 Test treatment and design

| 处理编号 | 施肥量                                          |
|------|----------------------------------------------|
| T1   | 常规施肥                                         |
| T2   | 优化施肥                                         |
| T3   | 90%用量常规施肥+750(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥   |
| T4   | 80%用量常规施肥+750(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥   |
| T5   | 60%用量常规施肥+750(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥   |
| T6   | 90%用量常规施肥+1 500(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥 |
| T7   | 80%用量常规施肥+1 500(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥 |
| T8   | 60%用量常规施肥+1 500(kg/667 m <sup>2</sup> )自制有机肥 |

1.3 样品的采集

2018年10月17日,随机取样,每个处理取10个苹果,苹果形态常规且无病虫害。

1.4 测定的项目与方法

1.4.1 苹果叶片的湿质量与干质量

在树外围选取发育枝,取其中部成熟完整的叶片25片,采下后用天平测量湿质量,然后叶片在80℃烘干箱内放置48 h烘干,烘干后称其干质量。

1.4.2 单果质量、单株结果量、产量

单果质量使用电子天平进行称量;单株结果量与产量按每个处理随机抽取5棵,取平均数计算。

1.4.3 苹果果形指数

果形指数是指苹果的最大纵径与最大横径的比值。利用数显游标卡尺测量苹果的最大纵径与最大横径。通常苹果果形指数是0.8~0.9为圆形或近圆形,0.8~0.6为扁圆形,0.9~1.0为椭圆形或圆锥形,1.0以上为长圆形。

1.4.4 苹果品质指标

果实硬度,采用GY-1型果实硬度计在每个果实赤道部位去皮后分别测量;可溶性固形物,采用日本WYT-4型糖量计测定(国标GB/T12295-1990);可滴定酸,去除不可食部分,四分法将可食部分切碎混匀,采用GB/T12293-1990测定;可溶性固形物,采用蒽酮比色法测定。

1.5 数据处理

所有数据利用IBM SPSS Statistic 21.0进行一维方差显著性分析(使用Duncan多重比较法),显著性水平为0.05,利用Excel进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对苹果叶片质量的影响

由表2可知,5月份,叶片湿质量、干质量T3处理最

高,与其他处理差异显著;除 T8 处理外,其他处理均大于 T1。7 月份,叶片湿质量、干质量均以 T6 最高,与其他处理具有显著差异,湿质量、干质量较 T1 对照处理分别增加 15.03%、14.10%,T3 与 T4 之间差异未达到显著水平,其他处理两两之间存在显著差异。9 月份,湿质量、干质量以 T6 最高,与其他处理具有显著差异,较 T1 对照处理湿质量、干质量分别增加了 12.53%、11.42%。有机肥与化肥配施的 6 种方式,都有增加叶片湿质量与干质量的趋势,在一定程度上促进了干物质的积累。其中 T6 处理对于提高叶片质量和促进干物质积累效果最好。

表 2 不同施肥处理对叶片湿质量及干质量的影响

Table 2 Effects of different fertilization treatments on fresh and dry weight of leaves

| 处理 | 5 月               |                   | 7 月               |                   | 9 月               |                   |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|    | 湿质量/g             | 干质量/g             | 湿质量/g             | 干质量/g             | 湿质量/g             | 干质量/g             |
| T1 | 6.10 <sup>d</sup> | 2.69 <sup>d</sup> | 7.25 <sup>f</sup> | 3.12 <sup>d</sup> | 7.50 <sup>f</sup> | 3.41 <sup>d</sup> |
| T2 | 6.80 <sup>e</sup> | 2.64 <sup>d</sup> | 7.55 <sup>e</sup> | 3.20 <sup>d</sup> | 8.22 <sup>b</sup> | 3.62 <sup>b</sup> |
| T3 | 7.59 <sup>a</sup> | 3.08 <sup>a</sup> | 8.05 <sup>e</sup> | 3.47 <sup>b</sup> | 8.04 <sup>e</sup> | 3.63 <sup>b</sup> |
| T4 | 7.36 <sup>b</sup> | 3.05 <sup>a</sup> | 8.04 <sup>e</sup> | 3.45 <sup>b</sup> | 7.59 <sup>e</sup> | 3.50 <sup>c</sup> |
| T5 | 6.26 <sup>e</sup> | 2.48 <sup>e</sup> | 7.80 <sup>d</sup> | 3.36 <sup>c</sup> | 7.83 <sup>d</sup> | 3.52 <sup>c</sup> |
| T6 | 7.49 <sup>b</sup> | 2.95 <sup>b</sup> | 8.34 <sup>a</sup> | 3.56 <sup>a</sup> | 8.44 <sup>a</sup> | 3.80 <sup>a</sup> |
| T7 | 6.56 <sup>d</sup> | 2.77 <sup>c</sup> | 8.26 <sup>b</sup> | 3.47 <sup>b</sup> | 7.80 <sup>d</sup> | 3.55 <sup>c</sup> |
| T8 | 5.96 <sup>f</sup> | 2.51 <sup>e</sup> | 7.23 <sup>f</sup> | 3.14 <sup>d</sup> | 7.75 <sup>e</sup> | 3.46 <sup>d</sup> |

注:不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ );表 3~5 同。

## 2.2 有机肥对苹果产量的影响

表 3 不同施肥处理对产量的影响

Table 3 Effect of different fertilization treatments on yield

| 处理 | 单果质量/g               | 单株结果量/个          | 单株产量/kg           | 产量/(kg/667 m <sup>2</sup> ) |
|----|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| T1 | 313.06 <sup>f</sup>  | 118 <sup>e</sup> | 36.9 <sup>e</sup> | 2 298.4 <sup>e</sup>        |
| T2 | 398.21 <sup>a</sup>  | 129 <sup>c</sup> | 51.4 <sup>b</sup> | 3 174.2 <sup>b</sup>        |
| T3 | 370.90 <sup>c</sup>  | 141 <sup>b</sup> | 52.3 <sup>b</sup> | 3 235.4 <sup>b</sup>        |
| T4 | 354.85 <sup>d</sup>  | 138 <sup>b</sup> | 49.0 <sup>c</sup> | 3 032.6 <sup>c</sup>        |
| T5 | 336.02 <sup>e</sup>  | 114 <sup>c</sup> | 38.3 <sup>c</sup> | 2 377.4 <sup>e</sup>        |
| T6 | 381.56 <sup>b</sup>  | 161 <sup>a</sup> | 61.4 <sup>a</sup> | 3 795.8 <sup>a</sup>        |
| T7 | 378.61 <sup>bc</sup> | 132 <sup>c</sup> | 50.0 <sup>c</sup> | 3 091.4 <sup>c</sup>        |
| T8 | 372.26 <sup>c</sup>  | 125 <sup>d</sup> | 46.5 <sup>d</sup> | 2 879.9 <sup>d</sup>        |

表 3 显示了不同施肥处理对产量的影响。由表可以看出,T2 的单果质量最大,达 398.21 g,显著大于其他处理;T1 处理单果质量最小,与其他处理之间存在显著差异;其中,T6 处理显著大于 T1、T3、T4、T5、T8 处理,T1、T4、T5 处理之

间存在显著差异。各处理的单果质量相比于 T1 对照处理,分别增加了 85.15、57.84、41.79、22.96、68.5、65.55、59.2 g。

就单株结果量而言,T6 处理的结果量最大,显著大于其他处理。其中 T3、T4 处理的结果量无显著差异,但显著大于 T1、T2、T5、T7 和 T8 处理;T2 处理与 T7 处理之间无显著差异,T1 处理与 T5 处理之间无显著差异。就单株产量而言,T6 单株产量最大,为 61.4 kg,显著大于其他处理,T1 处理单株产量最小,与其他处理差异显著;T2 处理与 T3 处理之间的差异未达显著水平;其中,T4 与 T7 处理之间无显著性差异;相较于 T1,各处理的单株产量分别增加 14.4、15.4、12.0、22.9、24.5、13.0、9.6 kg。

每 667 m<sup>2</sup> 的产量与单株产量的影响一致,以 T6 (90%常规施肥+1 500 kg/667 m<sup>2</sup> 有机肥)增产效果最显著,且显著大于其他处理,T1 处理每 667 m<sup>2</sup> 的产量最小,与其他处理存在显著性差异;T2 处理与 T3 处理之间的差异未达显著水平,但显著大于 T1、T5、T8 处理;其中,T4 与 T7 处理之间无显著性差异,但与 T1、T5、T8 处理之间存在显著性差异。相较于 T1,各处理每 667 m<sup>2</sup> 的产量分别增加 875.8、937.0、734.2、79.0、1497.4、793.0、581.5 kg,其中 T6 产量增加最大,说明适量减少化肥用量、增加有机肥使用量可显著提高产量。

## 2.3 不同施肥处理对苹果果形指数的影响

表 4 不同施肥处理对苹果果形指数的影响

Table 4 Effects of different fertilization treatments on apple fruit shape index

| 处理 | 纵径/mm               | 横径/mm               | 果形指数              |
|----|---------------------|---------------------|-------------------|
| T1 | 67.35 <sup>cd</sup> | 82.73 <sup>c</sup>  | 0.81 <sup>b</sup> |
| T2 | 70.44 <sup>c</sup>  | 85.57 <sup>a</sup>  | 0.82 <sup>b</sup> |
| T3 | 73.85 <sup>b</sup>  | 84.47 <sup>ab</sup> | 0.87 <sup>b</sup> |
| T4 | 70.16 <sup>c</sup>  | 84.63 <sup>a</sup>  | 0.83 <sup>b</sup> |
| T5 | 71.56 <sup>c</sup>  | 84.07 <sup>b</sup>  | 0.85 <sup>b</sup> |
| T6 | 80.28 <sup>a</sup>  | 85.97 <sup>a</sup>  | 0.93 <sup>a</sup> |
| T7 | 71.45 <sup>c</sup>  | 84.78 <sup>b</sup>  | 0.84 <sup>b</sup> |
| T8 | 65.78 <sup>d</sup>  | 80.07 <sup>d</sup>  | 0.82 <sup>b</sup> |

表 4 显示了不同施肥处理对苹果果形指数的影响。由表可以看出,T6 处理的纵径最大,为 80.28 mm,显著大于其他处理;T3 处理的纵径为 73.85 mm,显著大于 T1、T2、T4、T5、T7、T8 处理,其中,T2、T4、T5、T7 处理的纵径显著大于 T8 处理,但 T2、T4、T5、T7 处理之间差异未达显著

水平。就苹果横径来看,T3、T4、T5、T7处理之间差异未达显著水平,且T2、T4、T6处理的苹果横径显著大于T1、T5、T7、T8处理,但T3处理与T5、T7处理之间的差异不显著,T3处理显著大于T1与T8处理;T8处理的苹果横径最小,显著小于其他处理。表4还显示,T6处理的果形指数最大,为0.93 mm,与其他处理具有显著差异,但其他处理之间果形指数差异不显著,但相较于T1对照处理,其他处理的果形指数都有所增加,但增加程度不同,其中T6处理最大,增加了14.8%。

以上结果表明,有机肥与常规化肥配施的6种施肥方式,均能不同程度地提高苹果纵径、横径及纵横比,其中以T6(90%常规施肥+1 500 kg/667 m<sup>2</sup>)效果最为显著。

2.4 不同施肥处理对苹果品质指标的影响

表5 不同施肥处理对苹果品质的影响

Table 5 Effects of different fertilization treatments on apple quality

| 处理 | 苹果硬度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 可溶性<br>固形物/%        | 可溶性<br>糖含量/%      | 可滴定酸<br>/%         | 糖酸比                |
|----|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| T1 | 7.92 <sup>e</sup>             | 14.43 <sup>b</sup>  | 7.29 <sup>d</sup> | 0.306 <sup>a</sup> | 23.82 <sup>f</sup> |
| T2 | 8.09 <sup>f</sup>             | 14.95 <sup>a</sup>  | 7.92 <sup>c</sup> | 0.293 <sup>b</sup> | 27.03 <sup>d</sup> |
| T3 | 8.37 <sup>d</sup>             | 14.59 <sup>b</sup>  | 8.25 <sup>b</sup> | 0.263 <sup>c</sup> | 31.37 <sup>b</sup> |
| T4 | 8.26 <sup>b</sup>             | 14.14 <sup>c</sup>  | 7.73 <sup>c</sup> | 0.278 <sup>c</sup> | 27.81 <sup>c</sup> |
| T5 | 8.18 <sup>e</sup>             | 14.21 <sup>c</sup>  | 7.43 <sup>d</sup> | 0.302 <sup>a</sup> | 24.60 <sup>e</sup> |
| T6 | 9.27 <sup>a</sup>             | 14.62 <sup>a</sup>  | 8.53 <sup>a</sup> | 0.223 <sup>e</sup> | 38.25 <sup>a</sup> |
| T7 | 8.77 <sup>b</sup>             | 14.44 <sup>ab</sup> | 7.72 <sup>c</sup> | 0.267 <sup>c</sup> | 28.91 <sup>c</sup> |
| T8 | 8.68 <sup>c</sup>             | 14.22 <sup>bc</sup> | 7.74 <sup>c</sup> | 0.245 <sup>d</sup> | 31.59 <sup>b</sup> |

苹果硬度与果实表层果肉细胞壁所含果胶量相关。硬度影响果实的口感,是水果贮运性能的重要表征指标之一。由表5可以看出,有机肥与化肥配施及化肥减量可以一定程度上提高苹果的硬度,相比T1,其他处理的硬度也会有不同程度的提高,各处理的硬度分别提高了2.27%、5.68%、3.28%、4.65%、3.27%、17.05%、10.73%、9.59%。

可溶性固形物的主要成分有可溶性糖、可滴定酸和纤维素等,是评价果实内在品质的一项重要指标,提高苹果可溶性固形物有利于增强果实的耐储运性。表5的分析数据表明,在化肥减量到一定程度不利于提高苹果中可溶性固形物含量,但化肥减量在合理的范围内有利于增加苹果的可溶性固形物含量,提高苹果的品质。所有处理的苹果可溶性固形物含量均高于国家标准(GB10651-

2008)对优等富士鲜苹果规定13%的指标要求;T6处理的可溶性糖含量最高,显著大于其他处理;T2、T4、T5、T7、T8处理之间的可溶性糖含量未达到显著水平;以T6处理的可溶性糖的含量最高,相比T1对照处理显著提高了17.01%;以T6处理的可滴定酸的含量最小,较T1对照处理减少了27.12%;T6处理相较于T1对照处理糖酸比提高了60.57%。有机肥与常规化肥配施的6种施用方式均能不同程度增加苹果硬度、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和糖酸比,其中以T6处理的影响效果最为明显。

3 讨论

试验表明,在农民常规施肥的基础上,减少40%的化肥用量,对苹果产量、叶绿素含量、叶片的湿质量与干质量、果实硬度、固酸比、果实的明亮度及色泽比等指标均大于对照处理,这说明农民的施肥量已经远远超过了果树的需肥量,同时,随着有机肥施用量的提高,各项指标均有显著提升,增施有机肥对苹果的生长状态与经济性状有显著的影响。其中,90%常规施肥量+1 500(kg/667 m<sup>2</sup>)自制有机肥效果最佳。可见,适当的减少化肥用量、增加有机肥用量会对苹果产量产生一定的影响,这说明有机肥可以在有限范围内替代化肥,纯粹的化肥减量不能很好地满足果树对肥料的持续需求;利用畜禽粪便及废弃的果木枝条进行高温好氧发酵后有机肥可以替代化学肥料用于果树栽培,有机肥与化肥配施能很好地提高苹果产量与品质。

相关专家学者在我国不同地区、不同作物上做了大量的有机肥替代化肥的探索与研究<sup>[9-14]</sup>,一致认为,不同地区应根据当地的种植习惯、产业特点、气候条件、地理条件等因素选择适合本地的有机肥替代化肥技术模式,才能达到化肥减量增效、增加农民收入的目的。

参考文献:

[1] 谢宇,黄兆祥.生态农业——实现农业可持续发展的必然选择[J].江西科学,2001,19(3):177-180.  
[2] 刘宏.坚持绿色生态理念,推动农业可持续发展[J].江苏农村经济,2018,395(5):70.  
[3] 韩同超.生态农业发展路径分析[D].郑州:河南财经政法大学,2016.  
[4] 史常亮,朱俊峰.我国粮食生产中化肥投入的经济评价和分析[J].干旱区资源与环境,2016,30(9):57-63.

(下转第91页)

# 玉波黄地球葡萄的选育及种植关键技术

韩鹏<sup>1</sup>, 韩玉波<sup>1</sup>, 潘月庆<sup>2</sup>, 张德合<sup>3</sup>

(1. 山东省江北葡萄研究所, 山东 平度 266713; 2. 平度市农业农村局, 山东 平度 266700;  
3. 平度市白沙河街道农业服务中心, 山东 平度 266700)

**摘要:** 玉波黄地球葡萄品种是由达米娜做母本, 红地球做父本, 通过有性杂交选育而成。该品种为晚熟鲜食大粒, 结果枝率 78.5%, 果穗圆柱形, 果粒大小整齐, 成熟后呈金黄色, 可溶性固形物 21%~24.3%, 耐贮运, 抗病力强。本文主要介绍了该品种的选育技术路线和程序, 从植物形态、果实性状、生长习性以及与其他品种的性状对比等几个方面分析了玉波黄地球的品种优势, 并总结了该品种的种植管理要点, 以期为该品种的推广提供技术支持。

**关键词:** 葡萄; 新品种; 玉波黄地球; 晚熟品种; 鲜食; 大粒; 选育

中图分类号: S663 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0076-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.017

## Breeding and Key Planting Techniques of "Yubohuangdiqu" Grape

HAN Peng<sup>1</sup>, HAN Yu-bo<sup>1</sup>, PAN Yue-qing<sup>2</sup>, ZHANG De-he<sup>3</sup>

(1. Jiangbei Grape Research Institute of Shandong Province, Pingdu 266713, China; 2. Pingdu Agricultural and Rural Bureau, Pingdu 266700, China; 3. Baishahe Street Agricultural Service Center, Pingdu 266700, China)

**Abstract:** "Yubohuangdiqu" grape variety is bred by sexual hybridization with "Damina" as female parent and "Red earth" as male parent. The late ripening fresh food of this variety is big grain, the branch yield is 78.5%, the ear is cylindrical, the grain size is neat, after ripening, it is golden yellow, the soluble solid content is 21%~24.3%, the storage and transportation resistance is very strong. This paper briefly introduced the technical route and procedure of breeding the variety, analyzed the variety advantages of the variety from the aspects of plant morphology, fruit character, growth habit and the character comparison with other varieties, and summarized the key points of planting management of the variety, so as to provide technical support for the popularization of the variety.

**Key words:** Grape; new variety; "Yubohuangdiqu"; late maturing variety; fresh food; large grain; breeding

由于葡萄种植效益相对较高, 种植户积极性持续高涨, 使种植面积不断增加。尽管栽培面积和产量不断扩

大, 但葡萄栽培品种较为单一, 主栽品种有巨峰、红地球、夏黑、无核白、克瑞森等<sup>[1-3]</sup>。近年来, 为满足更多居民的

收稿日期: 2019-08-15

作者简介: 韩鹏(1988—), 男, 硕士, 主要从事葡萄育种研究工作

消费习惯,选育出了许多优质的葡萄品种。

玉波黄地球是由达米娜做母本,红地球做父本,通过有性杂交选育而成。该品种果穗圆柱形,果粒大小整齐,成熟后金黄色,耐贮运,抗病能力强,因此受到了消费者的青睐。本文简要介绍了该品种的选育程序,分析了其植物形态、果实性状、生长习性以及品种优势等,总结了关键种植技术,以期为该品种的推广提供技术支持。

1 亲本特性

玉波黄地球葡萄的母本为达米娜,欧亚种,由罗马尼亚格拉卡葡萄实验站杂交育成,1996年引入中国。该品种粒大、色艳、外观美,果实具有玫瑰香味,果粒牢固,不掉粒,不裂果,耐贮运,是抗病性优良的晚熟鲜食葡萄品种。

父本为红地球,1995年由辽宁兴城果树研究所引进。该品种果穗和果粒大,色泽好,果肉硬脆,挂果期长,耐储运,是一个适应性广泛的晚熟品种。

2 选育技术路线和程序

2.1 选育技术路线

资源调查→有性杂交→实生优株→单株选育→接穗采集→嫁接繁殖→棚架栽培→多点试验→品比试验

2.2 选育方法

玉波黄地球为有性杂交,当年获取516粒种子,进行种子处理、沙藏、冬储。2008年2月15日,温室播种,共出实生苗177株,对其进行精心管理。2011年开始,对代号08-01-10单株进行选育,以此株作为原种采穗母株,采集接穗在夏黑、可瑞森、巨峰等成龄树上进行高接换头,并做好调查记录。又利用棚架栽培进行长期观察研究。同时,在青岛金玉江北、无棣大河畔、大泽山半岛、弥勒红土地4个不同区域(区划)进行试验,经过2011—2016年共6年时间对葡萄进行观察,结果发现,该品种生长结果性状稳定。

3 品种特性

3.1 植物形态

嫩梢绿色,背面无绒毛,一年生成熟枝紫褐色,叶片为深5裂,叶片背后绒毛浓密、上裂较浅,下缺裂基部形状为V形,叶柄呈红色带绒毛;一次副梢叶片为5裂,较深,形状稍重叠,下缺裂基部形状为V形;新梢叶片主脉基部和叶柄上端呈淡红色,一次副梢叶片主脉基部叶柄呈红色;新梢叶缘锯齿状,叶片平展,较锐利,双侧直,新梢叶柄圆形;11月中旬落叶,较紫地球晚5~6d;卷须排列规则,每隔两节有一节不着生卷须;多数花序着生在3~4节。据调查,自根系苗花序在第3节上占86%,嫁接苗在第4节上占89.5%,花序初现时较小,逐渐伸长成大花序,果穗中大,很小的花序也能结出300~500g果穗。

3.2 果实性状

果穗圆柱形,平均穗质量710g,最大穗质量1890g,平均纵径31.5cm,横径20cm;果粒大,长圆形,着生松散均匀,平均粒质量10.2g,最大粒质量13.9g,成熟一致,成熟后金黄色,果粉少,较美观;果肉硬脆,味甜,带有浓郁玫瑰香味,可溶性固形物21%~24.3%,果皮在口中无涩酸感觉,口感佳;果肉脆可切薄片;果实果刷长,成熟后用手捏住其中一粒,可将整穗葡萄提起,耐贮运性极强,比亲本耐储藏。

3.3 生长习性

该品种自根苗根系发达,长势旺盛,枝条节间中等长,平均长5~9cm,主干生长中庸,建园双十字立架株行距2.5m×2.8m,每667m<sup>2</sup>栽植120~260株;独龙干小棚架株行距1m×(3~4)m,每667m<sup>2</sup>栽植170~222株;两年生平均株产量2.5kg,最高6kg;第三年株产量7.5kg,最高12kg。大泽山地区4月5~12日萌芽,6月上旬开花,9月下旬成熟采收,较红地球晚熟8~10d,从萌芽到果实成熟140d左右,果穗成熟后,可延迟到10月下旬采收,果肉风味、品质更优。该品种适宜于有效积温3000~3500℃的干旱、半干旱及部分南方地区栽培。

表1 玉波黄地球的果实性状

Table 1 Fruit characters of "Yubohuangdiqu" grape

| 品种    | 果粒 |    |      |          |            | 果穗   |        |       |         |         |         |
|-------|----|----|------|----------|------------|------|--------|-------|---------|---------|---------|
|       | 色泽 | 果粉 | 果粒形状 | 平均单粒质量/g | 可溶性固形物含量/% | 结果系数 | 结果枝率/% | 双穗率/% | 平均穗质量/g | 平均纵径/cm | 平均横径/cm |
|       |    |    |      | /g       | %          |      | %      | %     | /g      | /cm     | /cm     |
| 玉波黄地球 | 金黄 | 少  | 圆形   | 10.2     | 21~24.3    | 1.5  | 78.5   | 50.8  | 710     | 30.5    | 20      |

表 2 玉波黄地球与其他中晚熟葡萄品种主要性状的对比

Table 2 Comparison of main character indexes between "Yubohuangdiqiu" and other middle late ripening grape varieties

| 指标名称     | 紫地球(晚熟) | 红地球(晚熟) | 达米娜(晚熟) | 美人指(晚熟) | 玫瑰香(中熟) | 玉波黄地球(中晚熟) |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 可溶性固形物/% | 15~17.3 | 12~14   | 16.5    | 16~19   | 18~20   | 24.3       |
| 单果质量/g   | 14.7    | 16.3    | 8.5     | 11.5    | 5       | 14.3       |
| 抗病性      | 较强      | 较弱      | 较强      | 较弱      | 较强      | 强          |

### 3.4 与其他品种的对比

表 2 显示了玉波黄地球与其他中晚熟葡萄品种主要品质性状指标的对比。由表可知,该品种在产量、品质、外观等综合性状方面优于亲本红地球和达米娜,抗病性优于红地球。在欧亚种中晚熟葡萄品种能够成熟的地区均可种植,在南方栽培均优于红地球。2018 年 11 月在中华人民共和国农业农村部非主要农作物新品种管理登记处登记成功。

## 4 种植要点

### 4.1 繁殖技术

采用优质苗木定植建园,合理密度,2013 年定植苗木,双十字立架篱架栽培,在立柱地面向上 1.2 m 处两面南北向各拉一道铁丝,然后再向上 40 cm 处固定 60 cm 长的木方或角铁,再向上 40 cm 处固定 1.2 m 长木方或角铁,这样形成一个三带模式,即地上 1.2 m 为通风带,再向上是结果带,然后是营养带;利用绿枝嫁接方法快速繁育,2014 年开始结果,2015 年进入丰产期,2016 年进入盛果期。

### 4.2 建园

选择透气性好、土质肥沃、不易积水的砂壤土建园,避免在积水、涝洼地和空气被污染的地区建园<sup>[4-5]</sup>。选择根系发达、茎粗 0.5~0.9 cm、具有 3~5 个成熟饱满芽的自根苗或嫁接苗,山东省以南地区尽量在 11 月~翌年 1 月定植,山东省以北在 3 月土层解冻后开始定植;营养袋苗在 5 月上旬定植。苗木栽植前挖深 0.6~0.8 m、宽 0.8~1 cm 的定植沟,沟底铺 15~20 cm 秸秆或杂草,每 667 m<sup>2</sup> 施腐熟有机肥 3 500~5 000 kg,并混施少量复合肥,灌水沉实后栽苗。

### 4.3 土肥水管理

每年秋天 8~9 月施基肥,以有机肥为主。追施适量有机肥、复合肥、氮磷钾(适宜比例 1:1:1)的均衡肥。10 cm 以下土壤田间持水量不低于 60%时不浇水,春夏季小

水勤灌,秋后不灌水或少灌水,雨后及时排水。

### 4.4 整形修剪

采用小棚架或篱棚架整形。小棚架采用龙干形或扇形整枝,即定植当年留 1 条主蔓,长 1.2~1.8 m 时摘心,顶端副梢留 4~8 片叶摘心,其余副梢留 1~2 片叶摘心。冬剪主蔓延长枝长留 1~1.5 m,其余枝留 2 芽短截,每 667 m<sup>2</sup> 留 0.9 万~1.2 万个芽,每隔 15~20 cm 选留 1 个新梢做结果枝。采用小棚架整形,不仅能加大有效结果架面,有利于丰产;而且使果穗远离地面,减轻了真菌病害,避免了果实日烧病的发生。

双十字立篱棚架均采用独干,延第一道铁丝水平留 1~1.5 m,即定植当年留 1 条主蔓,长 0.8~1.5 m 摘心促发副梢,主蔓上所有副梢留 6~8 片叶摘心。冬剪时主蔓上所有副梢留 2 芽短截,每 667 m<sup>2</sup> 留结果母枝 1 600~1 900 条,果穗 2 500~3 500 个,产量控制在 2 000 kg 左右。

### 4.5 病虫害防治

病虫害对葡萄植株的生长发育、产量品质影响很大。特别是在多雨地区和遭遇多雨的年份,常造成病害猖獗流行,给葡萄生产带来重大损失。葡萄病虫害种类繁多,发生规律复杂,给防治带来较大困难<sup>[6-8]</sup>。“预防为主,综合防治”是葡萄病虫害防治的基本原则。在葡萄生产中,要随时观察疫情发生动态,做到提前预防。即使疫情尚未发生,也应预先喷药保护。综合防治要以农业防治为基础,同时,因地制宜、合理运用化学防治、生物防治、物理防治等措施,经济、安全、有效地控制病虫害,以达到提高产量、质量的目的<sup>[9-11]</sup>。

萌芽前喷 5 °Be 石硫合剂,清除枝蔓、架材和地面上的病原菌。新梢长到 30 cm 时喷 78% 科博可湿性粉剂 500~600 倍液或 1:0.5:240 的波尔多液。树体完全萌芽后开始预防霜霉病、绿盲蝽、黑痘病等。防治霜霉病可使用 80% 烯酰吗啉成分 2 500 倍液。绿盲蝽可用新烟碱类成分加菊酯类成分,如 25% 噻虫嗪 2 000 倍液,4.5% 高效氯

氰菊酯 800 倍液,也可使用吡虫啉、啉虫脒等成分,搭配联苯菊酯<sup>[12]</sup>;在用药的同时,可添加有机锌 1 500 倍液+有机硼 1 000 倍液。防治黑痘病、穗轴褐枯病、灰霉病,均可使用 12%氟唑菌酰胺·苯醚甲环唑 1 000 倍液防治真菌病害;套袋后每隔 10~15 d 可使用苯醚甲环唑搭配啞霉胺成分,10%苯醚甲环唑 2 000 倍液 40%啞霉胺 1 000 倍液。在整个生长期,以预防为主,减少病虫害的发生。

#### 参考文献:

- [1] 韩玉波, 张书辉. 苹果梨大樱桃葡萄[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.
- [2] 单洪友. 葡萄栽培实用新技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [3] 唐晓萍, 陈俊, 马小河, 等. 鲜食无核葡萄新品种——‘晶红宝’的选育[J]. 果树学报, 2014, 31(1): 159–160.
- [4] 陶建敏, 章镇, 高志红, 等. 优质晚熟葡萄新品种‘钟山红’[J]. 园艺学报, 2012, 39(10): 2082–2084.
- [5] 晁无疾, 李德美. 设施葡萄无公害栽培关键技术问答[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [6] 田卫国. 大棚葡萄的病虫害防治[J]. 中国果菜, 2019, 39(8): 83–86.
- [7] 孙文平. 江淮分水岭地区葡萄品种的选择及栽培技术要点[J]. 园艺与种苗, 2019, 39(1): 21–24.
- [8] 苏海兰, 陈清西, 王玉玲. 葡萄抗病性研究进展 [J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(1): 43–48.
- [9] 王林德. 黑美人葡萄组培育苗技术研究 [J]. 甘肃科技, 2016, 32(19): 62–63.
- [10] 吕秀兰, 苟琳, 龚荣高, 等. 葡萄对霜霉病抗性鉴定的生化指标研究[J]. 植物病理学报, 2004, 34(6): 512–517.
- [11] 韩玉波, 韩鹏, 高文胜, 等. 中晚熟鲜食大粒葡萄新品种‘玉波一号’和‘玉波二号’的选育[J]. 中国果树, 2017(05): 32–33.
- [12] 刘辉. 葡萄病毒病及早防治[J]. 中国果菜, 2002(3): 34–35.
- 
- (上接第 71 页)
- [57] ZHANG B, LIU R, HE F, et al. Copigmentation of malvidin-3-O-glucoside with five hydroxybenzoic acids in red wine model solutions: experimental and theoretical investigations [J]. Food chemistry, 2015, 170(170): 226–233.
- [58] ROBERTA S, MANN T R, ROSELIA S, et al. Moderate red wine and grape juice consumption modulates the hydrolysis of the adenine nucleotides and decreases platelet aggregation in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. Cell biochemistry & biophysics, 2013, 65(2): 129–143.
- [59] DMYTRO N, REBECCA L, GEORG G, et al. Probing the antioxidant activity of polyphenols by CIDNP: from model compounds to green tea and red wine [J]. Chemistry – a European journal, 2010, 16(23): 7008–7016.
- [60] PATTICHIS K, LOUCA LL, JARMAN J, et al. 5-hydroxytryptamine release from platelets by different red wines: implications for migraine [J]. European journal of pharmacology environmental toxicology and pharmacology section, 1995, 292(2): 173–177.
- [61] ROSSATO MF, TREVISAN G, CRISTIANI IBW, et al. Eriodictyol: A flavonoid antagonist of the TRPV1 receptor with antioxidant activity [J]. Biochemical Pharmacology, 2011, 81(4): 544–551.

# 不同榨菜的品种比较试验

曹亮亮<sup>1</sup>,冯明慧<sup>1</sup>,马常念<sup>1</sup>,马良<sup>1</sup>,孟秋峰<sup>2\*</sup>

(1. 桐乡市农业技术推广服务中心,浙江 桐乡 314500;2. 宁波市农业科学研究院,浙江 宁波 315040)

**摘要:**为了筛选出适合桐乡市栽培的榨菜新品种,本试验以萧山缩头种为对照,对 4 个榨菜品种进行了比较试验,结果表明,甬榨 5 号生长势最强,瘤状茎质量、纵径、横径、茎形指数等经济指标都比对照品种要好,产量增加了 22.4%,产量优势明显。

**关键词:**榨菜;品种;生育期;植物学性状;比较试验

中图分类号:S637.3

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2019)11-0080-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.018

## Comparison of Different Varieties of Tuber Mustard

CAO Liang-liang<sup>1</sup>, FENG Ming-hui<sup>1</sup>, MA Chang-nian<sup>1</sup>, MA Liang<sup>1</sup>, MENG Qiu-feng<sup>2\*</sup>

(1. Tongxiang Agricultural Technology Extension Service Center, Tongxiang 314500, China; 2. Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo 315040, China)

**Abstract:** In order to select new varieties of tuber mustard suitable for cultivation in Tongxiang city, four varieties of tuber mustard were compared with "Xiaoshan Suotouzhong". The results showed that "Yongzha No. 5" had the strongest growth potential. The economic indexes such as weight, longitudinal diameter, transverse diameter and stem shape index of tuberculate stem were better than those of "Xiaoshan Suotouzhong". The yield increased by 22.4%, and the yield advantage was obvious.

**Key words:** Tuber mustard; variety; growth period; botanical properties; comparison test

浙江种植榨菜始于 21 世纪 30 年代,自 1931 年从四川引种成功以后,桐乡才开始种植榨菜<sup>[1-2]</sup>。80 多年来,桐乡榨菜生产发展很快,目前以南日、史桥、高桥、屠甸、百桃等地种植最多<sup>[3]</sup>,加工产品出口新加坡、马来西亚及香

港、澳门等地,其中桐乡市高桥镇作为全国榨菜的三大主产地之一,通过多年的品牌打造,榨菜加工年产值逾两亿元,榨菜食品在国内市场占到约 25% 的份额。浙江北部的榨菜产区主要是桐乡市、海宁市,其中桐乡市面积最

收稿日期:2019-07-16

基金项目:宁波市科技局公益类重大专项(2015C110010)

作者简介:曹亮亮(1987—),女,农艺师,主要从事蔬菜新品种示范推广工作

\* 通信作者:孟秋峰(1980—),男,高级农艺师,主要从事蔬菜遗传育种与栽培技术研究工作

大。桐乡市是浙江省榨菜的发源地,历史悠久,文化底蕴深厚;该地生产的榨菜具有鲜、香、嫩、脆的独特风味,产品畅销全国,并远销港澳地区、东南亚和西欧诸国,在我国榨菜产业中占有一席之地<sup>[4-10]</sup>。桐乡的榨菜品种长期以来以萧山缩头种为主,为改变品种单一的现状,本试验从宁波市农科院引进了2个新品种<sup>[3]</sup>,选择3个榨菜品种进行比较试验,以期筛选出适合桐乡栽培的榨菜新品种,为榨菜产业的健康发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 参试品种

供试品种有3个,分别为甬榨2号、甬榨5号、桐农1号,以萧山缩头种为对照品种。

1.2 试验设计及田间管理

试验在桐乡市农业技术推广服务中心进行。2018年10月2日播种,11月7日定植。随机区组试验设计,3次重复。畦宽(连沟)1.5 m,小区面积6.67 m<sup>2</sup>,株距15 cm,行距25 cm。基肥每667 m<sup>2</sup>施复合肥50 kg;其它田间管理与大田榨菜生产相同。

1.3 记载测定性状及数据处理

2019年3月27日调查病毒病情况,分小区调查病毒病发病率和病情指数。

榨菜收获时,每小区随机选择5株,测定株高、开展度、最大叶长、最大叶宽等植物学性状,结果取平均值,并进行方差分析和显著性检验。在分小区将全部植株收割时,挑选5个典型植株,将其他植株去根、去叶(如果有侧芽生长应与其他植株分开放置,并记录植株数)。然后分别测定瘤状茎质量、纵径、横径、叶片质量,计算茎形指数(瘤茎纵径/瘤茎横径)和茎/叶,结果取平均值。

称重后,在商品瘤状茎中随机选择10个瘤状茎进行横剖,统计其空心情况,计算其空心率和空心指数。所有瘤状茎性状和产量按照随机区组设计方法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 生育期

表1显示了不同榨菜品种的生育期,从榨菜整个生育期来看,甬榨5号、甬榨2号和桐农1号、缩头种生育期为175~185 d。

表1 各品种生育期比较(日/月)

Table 1 Growth period comparison of varieties(day/month)

| 品种    | 播种期<br>(日/月) | 定植期<br>(日/月) | 采收期<br>(日/月) |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| 甬榨2号  | 2/10         | 31/10        | 3/4          |
| 甬榨5号  | 2/10         | 31/10        | 28/3         |
| 桐农1号  | 2/10         | 31/10        | 3/4          |
| 萧山缩头种 | 2/10         | 31/10        | 3/4          |

2.2 植物学性状

表2 各品种株高和开展度及最大叶长、宽的对比(cm)

Table 2 Comparison of plant height, width, maximum leaf length and width among varieties(cm)

| 品种    | 株高                 | 开展度1                | 开展度2               | 最大叶长               | 最大叶宽               |
|-------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 甬榨2号  | 59.0 <sup>ab</sup> | 60.5 <sup>ab</sup>  | 43.1 <sup>ab</sup> | 57.2 <sup>ab</sup> | 22.1 <sup>ba</sup> |
| 甬榨5号  | 63.1 <sup>a</sup>  | 62.4 <sup>a</sup>   | 44.5 <sup>a</sup>  | 60.6 <sup>a</sup>  | 23.2 <sup>a</sup>  |
| 桐农1号  | 58.8 <sup>ab</sup> | 60.0 <sup>abc</sup> | 42.8 <sup>ab</sup> | 57.2 <sup>ab</sup> | 22.0 <sup>ba</sup> |
| 萧山缩头种 | 57.1 <sup>c</sup>  | 58.9 <sup>c</sup>   | 41.4 <sup>c</sup>  | 55.8 <sup>cb</sup> | 21.7 <sup>ba</sup> |

注: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( $P<0.01$ );下表同。

方差分析和多重比较结果见表2,由表可知,4个参试品种在株高、开展度、最大叶长和宽方面存在差异。株高以甬榨5号最大,为63.1 cm,其它3个品种的株高为57.1~59.0 cm;甬榨5号株高极显著大于对照萧山缩头种。开展度以甬榨5号(62.4 cm×44.5 cm)最大;甬榨5号的最大叶长和最大叶宽为最大,且极显著、显著大于对照品种。从整个生长过程来看,甬榨5号植株生长势和其他3个品种差异较大,明显强于其它3个品种。

2.3 瘤状茎性状

榨菜瘤状茎性状试验结果见表3(见下页),由表可知,4个参试的榨菜品种在瘤状茎质量、瘤状茎纵、横径、叶质量以及茎形指数、茎/叶方面存在一定的差异。单个瘤状茎质量以甬榨5号(403.7 g)最大;并且极显著大于对照缩头种。瘤状茎纵径以甬榨5号(12.1 cm)最大。瘤状茎横径以甬榨5号(11.8 cm)最大。在叶质量方面,甬榨5号最大,为479.0 g。甬榨5号的茎形指数(1.03)较接近1,是4个参试品种中较好的。在茎/叶方面,甬榨5号的茎/叶为0.84。

表 3 榨菜瘤状茎性状的差异显著性比较

Table 3 Comparison of differences in tuberous stem characters of mustard

| 品种     | 瘤状茎质量               | 纵径                | 横径                 | 叶质量                | 茎形指数               | 茎/叶                |
|--------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 甬榨 2 号 | 375.3 <sup>ab</sup> | 11.6 <sup>b</sup> | 11.4 <sup>ab</sup> | 440.0 <sup>b</sup> | 1.02 <sup>ab</sup> | 0.85 <sup>ab</sup> |
| 甬榨 5 号 | 403.7 <sup>a</sup>  | 12.1 <sup>a</sup> | 11.8 <sup>a</sup>  | 479.0 <sup>a</sup> | 1.03 <sup>b</sup>  | 0.84 <sup>b</sup>  |
| 桐农 1 号 | 374.3 <sup>bc</sup> | 10.9 <sup>c</sup> | 10.7 <sup>c</sup>  | 431.0 <sup>b</sup> | 1.02 <sup>ab</sup> | 0.86 <sup>a</sup>  |
| 萧山缩头种  | 368.0 <sup>b</sup>  | 10.9 <sup>c</sup> | 10.7 <sup>c</sup>  | 430.0 <sup>b</sup> | 1.02 <sup>ab</sup> | 0.86 <sup>a</sup>  |

2.4 产量表现

表 4 参试各品种产量比较

Table 4 Comparison of yield of different varieties

| 参试品种   | 小区产量               |                                   | 较 CK 增减/% |
|--------|--------------------|-----------------------------------|-----------|
|        | 瘤状茎小区<br>产量/kg     | 折合产量<br>/(kg/667 m <sup>2</sup> ) |           |
| 甬榨 2 号 | 39.6 <sup>ab</sup> | 3 960                             | 8.2       |
| 甬榨 5 号 | 44.8 <sup>a</sup>  | 4 480                             | 22.4      |
| 桐农 1 号 | 39.1 <sup>ab</sup> | 3 910                             | 6.8       |
| 萧山缩头种  | 36.6 <sup>ab</sup> | 3 660                             | —         |

参试各品种产量结果见表 4，由表知小区瘤状茎总产量以甬榨 5 号最高，为 44.8 kg，折合产量为 4 480 kg/667 m<sup>2</sup>，每 667 m<sup>2</sup> 产量比对照缩头种增加 22.4%。

2.5 空心情况

表 5 各参试品种的空心率和空心指数

Table 5 Hollow heart percentage and hollow heart index of each variety

| 品种     | 空心率 |    |     |                    | 空心指数  |       |       |                     |
|--------|-----|----|-----|--------------------|-------|-------|-------|---------------------|
|        | I   | II | III | 平均                 | I     | II    | III   | 平均                  |
| 甬榨 2 号 | 10  | 32 | 18  | 20 <sup>a</sup>    | 0.065 | 0.118 | 0.085 | 0.089 <sup>a</sup>  |
| 甬榨 5 号 | 12  | 16 | 18  | 15.3 <sup>ab</sup> | 0.048 | 0.098 | 0.032 | 0.059 <sup>ab</sup> |
| 桐农 1 号 | 10  | 26 | 10  | 15.3 <sup>ab</sup> | 0.145 | 0.075 | 0.064 | 0.095 <sup>a</sup>  |
| 萧山缩头种  | 20  | 18 | 16  | 18 <sup>a</sup>    | 0.086 | 0.092 | 0.084 | 0.087 <sup>a</sup>  |

不同品种空心情况见表 5，由表知参试的 4 个品种均有不同程度的空心现象。甬榨 5 号空心率在 12%~18% 之间，平均空心率为 15.3%；空心指数 0.032~0.098，平均为 0.059。萧山缩头种的空心率为 16%~20%，平均为 18%；空心指数 0.084~0.092，平均为 0.087。

2.6 病毒病发生情况

试验结果分析表明（见表 6），参试的 4 个品种均有病毒病发生。其中甬榨 5 号的发病率为 10.54%~14.52%，

病情指数为 0.026~0.040，是所有参试品种中最低的。

表 6 各小区参试品种的病毒病发病率和病情指数

Table 6 Percentage and disease index of virus disease in each plot of the tested varieties

| 品种     | 发病率   |       |       |                       | 病情指数  |       |       |                     |
|--------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------|
|        | I     | II    | III   | 平均                    | I     | II    | III   | 平均                  |
| 甬榨 2 号 | 15.24 | 14.86 | 15.64 | 15.25 <sup>bcAB</sup> | 0.034 | 0.032 | 0.020 | 0.029 <sup>bc</sup> |
| 甬榨 5 号 | 12.86 | 10.54 | 14.52 | 12.64 <sup>bc</sup>   | 0.040 | 0.038 | 0.026 | 0.035 <sup>bc</sup> |
| 桐农 1 号 | 13.08 | 16.56 | 18.86 | 16.17 <sup>ab</sup>   | 0.08  | 0.16  | 0.24  | 0.16 <sup>ab</sup>  |
| 萧山缩头种  | 20.08 | 19.88 | 18.24 | 19.40 <sup>a</sup>    | 0.22  | 0.15  | 0.18  | 0.183 <sup>a</sup>  |

3 结论

综合上述试验结果发现，各品种生长势存在一定差异，其中甬榨 5 号生长势最强；甬榨 5 号瘤状茎质量、纵径、横径、茎形指数等经济指标都比对照好，瘤茎美观；产量比对照增加 22.4%，产量优势明显；甬榨 5 号的空心率和空心指数、抗病性指标都优于对照。综合评价可以得出，甬榨 5 号无论是植物学性状还是瘤状茎经济性状、产量、抗病性均较对照品种萧山缩头种优越。

参考文献：

[1] 孟秋峰, 王毓洪, 黄芸萍, 等. 榨菜品种资源和高效生产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018.

[2] 郑华章, 张庆, 孟秋峰, 等. 滨海平原特色蔬菜栽培与加工技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2017.

[3] 孟秋峰, 诸渭芳, 陈承, 等. 宁波 7 个榨菜品种比较试验[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(11): 2040–2041.

[4] 汪炳良. 榨菜品种和栽培关键技术 [M]. 北京: 中国三峡出版社, 2006.

[5] 刘佩瑛. 中国芥菜[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.

[6] 范永红, 沈进娟, 董代文. 芥菜类蔬菜产业发展现状及研究前景思考[J]. 农学报, 2016, 6(2): 65–71.

[7] 孟秋峰, 汪炳良, 胡美华, 等. 不同生态类型的茎瘤芥（榨菜）品种与栽培模式[J]. 中国蔬菜, 2009(21): 45–46.

[8] 范永红. 榨菜种植和粗加工[M]. 北京: 中国三峡出版社, 2010.

[9] 孟秋峰, 王毓洪, 汪炳良, 等. 芥菜分类及茎瘤芥（榨菜）育种技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(11): 184–187.

[10] 周光凡, 范永红, 刘义华, 等. 茎瘤芥（榨菜）研究进展及其对产业化发展的贡献 [R]. 中国十字花科蔬菜研究进展, 2008.

# 苹果树重茬病防治措施

周卫东,陈涛

(甘肃省平凉市林业科学研究所,甘肃 平凉 744000)

**摘要:**果树重茬病,即再植病,主要是指在同一块土地上重复栽种种类相同的果树,因发病严重而抑制了后茬果树的生长,降低了水果产量,影响了质量。因此,目前果树重茬病的防治备受关注。本文以苹果树为例,对重茬病的发生原因及防治措施展开了深入探讨,旨在推广苹果树重茬病的防治方法,提升苹果产量和质量。

**关键词:**苹果树;重茬病;发病原因;防治方法

中图分类号:S436 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2019)11-0083-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.019

## Control Measures of Continuous Cropping Disease on Apple Tree

ZHOU Wei-dong, CHEN Tao

(Forestry Research Institute of Planliang City, Gansu Province, Pingliang 744000, China)

**Abstract:** The continuous cropping disease of fruit tree is seriously ill, that is, replanting disease, mainly refers to repeated planting of the same kind of fruit trees on the same piece of land. The serious disease inhibits the growth of the fruit tree, which reduces the fruit yield and affects the quality. Therefore, the prevention and control of fruit trees in the current disease has received much attention. Taking apple tree as an example, the author had carried out in-depth discussion on the causes and prevention measures of apple tree rickets, aiming to promote the prevention and control methods of apple tree rickets and improve the yield and quality of apples.

**Key words:** Apple tree; continuous cropping disease; cause of disease; prevention method

苹果重茬病,俗称再植病,即在同一块土地上连续多年进行苹果树的栽植,后茬苹果树受到抑制或病害的发生严重,导致苹果树成活率下降至 40%~60%,抑制了后茬苹果树的生长,使产量降低 20%~50%<sup>[1]</sup>。特别是在苹果大面积种植区,连续栽培的重茬地发病非常普遍,危害较严重,给不少果农造成了较大的经济损失。

### 1 苹果树重茬病的原因

#### 1.1 土壤理化性质的改变

苹果树栽培离不开土壤,土壤能为苹果树的生长发育提供充足的水分与营养元素<sup>[2]</sup>。良好的土壤结构可以满足苹果树对水、肥、气、热等条件的需要,是丰产的一个决定性因素。在重茬果园,因受前茬苹果树的影响,土壤中

收稿日期:2019-04-19

作者简介:周卫东(1969—),男,林业高级工程师,主要研究方向为林果业科研及推广

含有大量的根皮苷、根皮素等代谢产物,会产生有毒物质,改变果园土壤的理化性质,毒害后茬幼苗根系,将影响后茬苹果树的生长发育。

### 1.1.1 土壤结构的改变

相同树种的连续种植,导致土壤中苹果树所需元素不断减少,且积累了大量对苹果树生长无关紧要的元素;片面消耗营养元素,会让土壤团粒结构遭到破坏,物理性状日趋恶化,土壤板结,透气性变差;当一定浓度的  $\text{CO}_2$  和有害气体大量聚集在根系附近,会导致根系中毒,使苹果树无法正常生长发育<sup>[9]</sup>。

### 1.1.2 土壤酸碱度及有害盐类含量的影响

土壤酸碱度与苹果树的生长关系很大,比如影响有机质、矿物质元素等土壤中各个元素的分解和利用,以及微生物的活动<sup>[4]</sup>。如果土壤的酸碱度和有害盐类含量超出了果树根系生长的适应范围,会出现 pH 值过高或过低,形成不利于苹果树生长的土壤酸碱度,对苹果树的根系产生毒害作用。

在重茬苹果园中,由于受前茬苹果树的影响,土壤中苹果生长所需的元素就会越来越少,但前茬果树根系分泌的有毒物质却越来越多,以致于出现毒害或元素间拮抗现象,打破土壤酸碱平衡,导致单盐毒害发生<sup>[9]</sup>。土壤中有有害盐类浓度在苹果树正常的耐盐浓度以上,便会阻碍果树的生长发育,若情况严重,就会导致整株死亡。

## 1.2 土壤生物侵害苹果树根系造成的危害

### 1.2.1 线虫危害

线虫可破坏苹果树根系的内部结构,抑制果树生长,例如根腐线虫、根结线虫等是几种主要对果树根系造成侵害的线虫。根腐线虫既能够单独伤害果树根部,也可与其它土壤微生物一起破坏果树根部,抑制根系生长,使果树无法大量产生幼树新根,减少吸收营养的须根或使其坏死,最终导致地上部矮化、叶片褪绿、树势衰弱<sup>[6]</sup>。根结线虫以危害根为主,有火柴头或米粒大小的瘤子寄生于生长的细根上,不间断地形成根瘤,大大减弱新根的能力,导致根变细变硬,严重时停止生新根,最终枯死。

### 1.2.2 土壤微生物危害

腐霉属、疫霉属的真菌为苹果树根系的主要土壤微生物,严重危害苹果树的生长;真菌中的木霉会抑制苹果树的生长;细菌中芽孢杆菌、放线菌也都会危害果树的根毛,阻碍苹果树生长,因此,在重茬果园,由于前茬果树的

影响,新栽果树的发育受到侵染性病害(真菌、细菌、病毒等)以及绵虫等虫害的继续危害,即使土壤中的肥料充足,也会使产量降低。所以,重茬果树一方面加深了果树与土壤环境之间的矛盾,另一方面也会影响果树的正常生长发育,致使土壤衰竭<sup>[7]</sup>。

## 2 苹果树重茬病防治措施

### 2.1 土壤的综合处理

#### 2.1.1 深翻改土

深翻改土即深翻换土,移出定植穴内的土(通常长宽在 115 cm 左右,深不超过 1.6 m),填入没有种植过苹果树的新鲜土壤。或是在 6~8 月时,把穴内土壤置于阳光下暴晒,2~3 个月之后再继续进行新苹果树的种植。

#### 2.1.2 土壤消毒

消毒能够把土壤中的病原微生物杀死,通常选择在入冬前进行。主要有药剂消毒和高温消毒两种方法。药剂消毒多是使用 40% 的甲醛或含 37% 甲醛的福尔马林喷洒<sup>[8]</sup>;具体方法有两种:第一种是把定植穴或栽植沟内的土壤移出,回填土的同时进行药剂喷洒,并进行盖膜,时间在 10 d 左右;第二种是使用 70% 溴甲烷与 30% 氯化苦的混合物喷洒,把 50 g 的溴甲烷与 2 215 g 的氯化苦混合物充分搅拌每 1  $\text{cm}^2$  的土壤内;或者单独把 100 g 溴甲烷施入 1  $\text{cm}^2$  的土壤中。高温消毒是在夏季天气晴朗时,采用地膜把果园内的土壤覆盖,让土温超过 70  $^{\circ}\text{C}$ ,且维持 1~2 h,从而把土壤中的有害微生物杀死。

### 2.2 合理施肥

实践证明,适量增加磷肥能防治重茬病<sup>[9]</sup>。若苹果树已患重茬病,则可通过增施磷肥,加强综合管理,能有效减轻重茬病的危害。同时,增施磷肥能加快有益微生物的繁殖,大幅增加菌根数量,提高根系吸收能力,有助于根系的生长。施肥前,最好进行土壤化验分析,以针对性施肥,保证施肥的科学性,从而满足苹果树对各种营养元素的需求,使之抗病能力增强。

为了弥补根部吸肥能力的不足,在生长季需增加根外追肥的次数,可选择的肥料有 0.3%~0.5% 尿素、0.2%~0.3% 磷酸二氢钾、400 倍光合微肥等<sup>[10]</sup>。

### 2.3 果园覆草

覆草能够改善苹果树根际的水、气、热状况,使土壤

(下转第 88 页)

# 公主岭市常见蔬菜的营养特性及生长习性

丁爱国

(吉林省公主岭市毛城市镇农业技术推广站,吉林 公主岭 136100)

**摘要:**公主岭市是吉林省的粮食主产区、农业大市,韭菜、茄子、大白菜等是广泛种植的蔬菜品种。每一种蔬菜都具有独特的生长习性及其特点,根据这些特点加以管理,是获得优质稳产、增效增收的重要措施之一。本文对公主岭市播种面积较大的几种蔬菜的生长习性及其营养价值进行了分析,有利于指导农户有针对性地进行农事管理,促进蔬菜健壮生长,确保蔬菜的产量及质量,实现增收增效。

**关键词:**公主岭市;常见蔬菜;生长习性;营养特点

中图分类号: S626 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0085-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.020

## Nutrition Characteristics and Growth Habit of Several Common Vegetables in Gongzhuling City

DING Ai-guo

(Agricultural Technology Extension Station of Maochengzi Town, Gongzhuling City, Jilin Province,  
Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** Gongzhuling city is the main grain producing area and agricultural city of Jilin province. Leek, eggplant, cabbage, are widely planted vegetable varieties. Each kind of vegetable has its unique growth habits and characteristics. According to these characteristics, cultivation and management is one of the important measures to obtain high quality and stable yield, increase income and increase efficiency. In this paper, the growth habit and nutrition of vegetables with large planting area in Gongzhuling city were analyzed, which was conducive to the targeted cultivation and management of farmers, so as to promote the healthy growth of crops, ensure the yield and quality of vegetables, and realize the desire of increasing income and efficiency.

**Key words:** Gongzhuling city; several kinds of regular vegetables; growth habits; nutrition characteristics

公主岭市隶属于吉林省,是中温带湿润地区大陆性季风气候,温度、雨量、光照等季节性变化显著,冬冷夏

热,四季分明,年平均气温 5.6℃,年平均降水量 594.8 mm,无霜期 144 d。韭菜、茄子、大白菜是公主岭市菜农常

收稿日期: 2019-06-19

作者简介: 丁爱国(1973—),男,农艺师,主要从事农业技术推广工作

播的蔬菜品种,依托于现代栽培管理技术,三种蔬菜的产量及质量持续稳定,深受消费者的欢迎,既满足了市场需求,又增加了菜农收入。

本文介绍了三种常见蔬菜的生长习性和营养特点。栽培过程中,种植户要充分了解各类蔬菜的生长习性,才能更好地进行栽培管理,促进蔬菜长势,实现产量稳定、品质上乘,进一步增加收入。

## 1 韭菜的营养及生长习性

### 1.1 韭菜的营养特点

韭菜,别名起阳草、长生韭、壮阳草等,属百合科多年生草本植物,多年生宿根蔬菜,中医称之为“洗肠草”,在我国南北各地均有栽培。韭菜营养丰富,含维生素 C、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、尼克酸、胡萝卜素,以及碳水化合物、矿物质及纤维素等,这些营养物质是人体所必需的养分。适量食用韭菜,能够减少人体对胆固醇的吸收、促进肠道蠕动、预防大肠癌,对预防动脉硬化、冠心病等高发疾病也具有显著的作用。

### 1.2 生长习性

#### 1.2.1 温度

韭菜性喜冷凉,抗寒耐热,耐阴性强,喜湿,但不耐涝,耐肥力强,适应性广,南方部分地区可常年生产,在北方地区冬季地上部分枯死,但地下部处于休眠状态。待春季地表土解冻之时,可萌发生长。适宜种子萌发的温度为 15~18℃,温度低于 12℃种子发芽缓慢,当温度低于 2~3℃时种子不发芽。适宜幼苗生长的温度为 12~18℃,当温度高于 25℃时生长缓慢。适宜叶片生长的温度为 15~25℃,当温度低于 10℃,叶片生长不良<sup>[1]</sup>。植株不耐高温,当温度高于 25℃时,生长缓慢;当温度高于 30℃时,会导致叶片发黄、枯萎。南方品种地上部较耐低温,地下部分耐低温能力弱。

#### 1.2.2 光照

韭菜耐阴性强,适宜的中等强度光照条件有利于光合效率,促进分蘖和干物质的形成,从而提高产量和品质;反之,会造成分蘖少、弱化、早衰、产量低。

#### 1.2.3 水分

韭菜喜湿,但不耐涝,适宜的土壤湿度为 80%~90%,适宜的空气湿度为 60%~70%。种子吸水缓慢,发芽期土壤湿度宜保持在 70%以上。韭菜根系弱小,吸水能力差,

苗期要保持土壤湿润。生长初期,土壤湿度宜保持在 70%~90%,即见干见湿的状态。生长盛期,土壤湿度宜保持在 80%~95%,土壤过干会造成叶肉纤维增多,质地粗硬,影响质量。

#### 1.2.4 养分

韭菜喜有机肥,且耐肥力强,每生产 1 000 kg 韭菜,需吸收氮 1.5~1.8 kg、磷 0.5~0.6 kg、钾 1.7~2.0 kg<sup>[2]</sup>,在保证三大主肥的同时,还要及时补充微量元素,如钙、镁、硫、硼、锰、锌、铜、铁等。养分不足时,轻则叶片窄、质量差,重则会使叶片出现条斑状且失绿,变小变厚、扭曲变形、黄化枯死,严重时减产<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.5 土壤

韭菜对土壤条件要求不严格,砂土、壤土、粘重土壤均可栽培。适宜在养分充足、土层深厚、通透性好、保肥保水能力强、pH 为 5.5~6.5 的土壤中栽培<sup>[4]</sup>。

## 2 茄子的营养及生长习性

### 2.1 茄子营养特点

茄子属茄科植物,其果是重要的蔬菜,根、茎、叶可入药。我国各地均有栽培,是北方夏季主要蔬菜品种之一。茄子营养丰富,含有蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素等养分及钙、磷、铁等多种人体不能缺少的微量元素。

适量食用茄子,能够增强人体毛细血管的弹性,防止微血管破裂出血,抑制消化道肿瘤细胞生长,降低胆固醇。另外,有痛经、慢性胃炎及肾炎水肿的病人,适量食用茄子,对病症有辅助治疗作用。

### 2.2 茄子的生长习性

#### 2.2.1 温度

茄子喜温耐热不耐寒冷,根系发达,需水量较大,但又不耐湿。适宜生长的温度为 23~27℃,当温度低于 20℃生长迟缓,当温度低于 15℃时停止生长,适宜同化作用的温度为 20~25℃<sup>[5]</sup>。适宜种子发芽的温度为 26~30℃,当温度低于 11℃或高于 40℃不发芽。适宜幼苗生长的温度为 22~30℃,当温度低于 10℃或高于 33℃时幼苗停止生长。当温度低于 7℃茎叶出现冻害。当温度在 -2~-1℃时,会冻死幼苗。温度过高或过低都不利于开花坐果,适宜开花结果的温度白天为 25~30℃,夜间为 18~20℃,地温宜在 17~20℃。如白天温度在 35℃以上或 20℃以下,会影响茄子授粉受精和果实的发育<sup>[6]</sup>。

### 2.2.2 光照

茄子喜光,适宜的光照条件能够促进植株长势健壮,使花芽质量好,着色佳,有利于干物质的形成和累积,提高果实的产量和品质。光照不足光合作用下降,植株弱化,影响果实着色,造成产量下降。

### 2.2.3 水分

茄子喜水,但又怕涝不耐湿。茄子枝繁叶茂,蒸腾量大,产量高,因此需水量多。不同生育阶段对水分的要求有所不同,生长期内适宜的土壤湿度为70%~80%,空气相对湿度为70%~80%,土壤湿度及空气相对湿度过高或过低,都不利于植株的生长<sup>[7]</sup>。土壤湿度过高,易沤根烂根,还易引发多种病害;土壤过干则不利于花芽分化和坐果。苗期以保持土壤湿润为主,开花坐果期以不早不浇水为原则,果实膨大期水分宜保持充足的状态。

### 2.2.4 养分

茄子喜肥耐肥,产量高,需肥量大。每生产1 000 kg果实需氮3~4.3 kg、磷0.7~1.0 kg、钾4~6.5,对氮、磷、钾的需求量以钾最多,氮次之,磷最少。适时适量的补充养分,能够促进种子发芽、苗期发育、花芽分化、植株生长、果实成熟;反之,则会严重影响芽苗生长发育、花芽分化及开花坐果,导致减产。在满足氮磷钾肥的同时,还要及时补充钙、镁、铁等微量元素,镁元素不足,会造成叶脉变黄失绿;钙元素不足,叶片变褐呈“铁锈”状;镁元素不足,主叶脉变黄。铁元素不足,会使幼叶呈黄白色,叶脉残留绿色。

### 2.2.5 土壤

茄子是深根性作物,对土壤适应性强,各种土壤均可栽培,适宜在有机质含量丰富、土质疏松、土层深厚、保水保肥能力强、排水良好、pH为6.5~7.5的土壤中栽培<sup>[8]</sup>。

## 3 大白菜的营养特点及生长习性

### 3.1 营养特点

大白菜属十字花科蔬菜,原产于我国北方,是东北及华北地区冬、春两季的主要蔬菜之一。大白菜喜冷凉,较耐寒,长日照蔬菜,根系较浅,喜水喜肥不耐渍<sup>[9]</sup>。大白菜含有丰富的维生素、多种微量元素、膳食纤维和抗氧化物质,早在《本草纲目拾遗》中就有记载。适量食用大白菜,对促进肠道蠕动效果明显。大白菜热量低,对于减肥人士来说是一种很好的选择。

### 3.2 生长习性

#### 3.2.1 温度

大白菜喜冷凉,较耐寒,能耐轻霜,适宜生长的温度为10~25℃<sup>[10]</sup>,当温度高于30℃,生长不良,当温度低于10℃,生长迟缓,当温度在5℃以下,停止生长。当低于-2℃时,叶球出现冻害但仍可恢复,当温度低于-5℃时受冻且无法恢复。适宜种子发芽的温度为20~25℃,温度过高,易造成幼苗生长不良;温度过低,发芽迟缓。适宜苗期生长的温度为22~25℃,如遇高温干旱,易发生病毒病。适宜结球期生长的温度为16~20℃,昼温较高和较低夜温有利于叶球的形成。适宜莲座期生长的温度为17~22℃,温度过高,叶片徒长,多病害;温度过低,生长迟缓,延迟结球。包心期温度不宜低于-3℃,否则易出现冻害。适宜的温度条件,有利于养分的贮存和积累。

#### 3.2.2 水分

大白菜叶片多,叶面积大,蒸腾作用强,产量高,需水量大,不同生长期需水量也有所不同。发芽和幼苗期需水量不大,吸水能力很弱,土壤宜控制在见干见湿状态。此时的土壤湿度不宜过高也不宜过干,否则不利于种子发芽及幼苗生长。莲座期需水量较多,土壤以保持湿润状态为宜,但酌情进行中耕蹲苗。结球期是大白菜生长旺盛期,也是决定产量的关键期,此阶段需水量最多,土壤宜湿不易干。但结球后期要适量控制水分,否则叶球不耐贮藏或叶球开裂。充足的水分才能满足叶球迅速生长对水分的需求。大白菜生长期田间相对湿度以70%左右为宜,高湿或干旱条件都不利于其生长发育。

#### 3.2.3 光照

大白菜是长日照蔬菜,光照强度直接影响其生长和结球。适宜的光照能够促进叶片生长,提高光合作用效率,增强营养物质的制造能力,从而促进产量。光照不足,叶片小,发育受阻,会导致大白菜产量和品质下降。

#### 3.2.4 养分

大白菜喜肥,产量高,吸收养分多,每生产1 000 kg需氮1.8~2.6 kg、磷0.9~1.1 kg、钾3.2~3.7 kg<sup>[11]</sup>。不同生长期所需养分也有差别。幼苗期需求养分量相对最少,莲座期吸收量迅速增多,结球期吸收养分量最多。在满足氮、磷、钾肥的同时还要适时适量的施加微肥,如钙、铁、镁、铜、钼、硼等。缺钙会出现干烧心病;缺铁幼叶叶脉黄化,内叶发黄,植株矮小;缺镁易出现叶面褪绿,植株矮化;缺

铜时幼叶瘦小,失绿;缺钼会出现叶脉先天失绿和枝叶下垂;缺硼会出现叶柄严重开裂、变褐,影响品质。

### 3.2.5 土壤

大白菜根系较浅不耐渍,适宜在土质疏松、土层深厚、养分充足、灌排水良好、通透性强、pH 为 6.5~7.0 的沙壤土、壤土或粘壤土中栽培<sup>[12]</sup>。适宜的土壤条件对大白菜的生长发育具有良好的促进作用。

#### 参考文献:

- [1] 冉立. 浅谈韭菜生长习性 & 需肥特点[J]. 新农村(黑龙江), 2014(24): 157.
- [2] 孙俊岭. 韭菜栽培技术[J]. 农民致富之友, 2015(22): 185.
- [3] 曹娟, 钟霞, 王红静. 韭菜施肥技巧[J]. 农业知识, 2016(29): 7-8.

- [4] 尹守恒, 刘宏敏, 原毅彬, 等. 韭菜对生态环境条件的适应性反应与生产应用对策[J]. 安徽农学通报, 2008(12): 66, 110.
- [5] 徐云民. 茄子生长习性与环境条件[J]. 吉林农业, 2017(12): 86.
- [6] 任毛飞, 邵秀丽, 李宇, 等. 温度和浸种时间对茄子种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 河南农业, 2016(30): 45-46.
- [7] 赵静. 大棚茄子种植技术[J]. 新农业, 2019(17): 26-27.
- [8] 程智慧, 孟焕文, 陈书霞, 等. 茄子生产关键技术百问百答[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [9] 白凤珍. 简析大白菜高效栽培技术[J]. 南方农机, 2019(11): 65.
- [10] 乔莉. 大白菜秋季种植技术[J]. 现代农村科技, 2019(6): 27.
- [11] 王学忠. 秋季大白菜幼苗期和莲座期的肥水管理[J]. 天津农林科技, 2003(4): 40.
- [12] 郑建波. 大白菜需肥特点及施肥技术[J]. 农业与技术, 2016, 36(17): 89.

(上接第84页)

有机质含量增加,为果树根系生长与微生物的活动创造良好的条件,减轻苹果树重茬病的发生。在覆草前,需浇透全园,适合中耕时根据覆草量的 1%撒施尿素,再做浅锄处理,之后再覆草。

### 2.4 插作绿肥或农作物

防治苹果重茬病的一种最有效的方法是插作<sup>[14]</sup>。插作最好超过 2 年,每年耕翻次数需保持在 2 次或以上,对土壤进行翻晒,并在其中翻入绿肥和粉碎的作物秸秆。要重视土壤的排水与培肥,以改善通气状况。诸如豌豆、大豆、花生、玉米等作物均可选为插作的农作物。

### 2.5 采用大苗定植

大苗通常指的是苗龄超过 2 年的壮苗,该类苗木已基本发育成熟,所以能够较好地适应土壤。在重茬地进行大苗的种植,存活率较高,减轻了重茬病的危害。值得重视的是,在移植大苗的过程中,应保证根系的完整性,定植后需适当重剪地上部分。

### 2.6 苗木消毒和激素浸根

通常选择 3~5 °Be 石硫合剂浸泡苗木,时间控制在 10~20 min,或利用 1 000 倍多效灵液、1 000 倍高锰酸钾溶液、100 倍兰砒水溶液浸泡苗木 30 min,之后用清水把根部冲洗干净,能够将苗木所带病菌有效杀灭,对定植后的健壮成长起到促进作用<sup>[15]</sup>。浸根的激素通常选用 1 000 mg/kg 萘乙酸或 100 mg/kg ABT2 号生根粉,浸泡根部 3~8 s,能

使定植后的苗木新根发得多,加快生长。

#### 参考文献:

- [1] 赵甲成, 蒋国军. 果树重茬病的发生与防治[J]. 农民致富之友, 2010(5): 61.
- [2] 彭伟, 胡德勇. 大樱桃重茬病发生原因与防治措施[J]. 西北园艺(果树), 2012(5): 11-12.
- [3] 康亚芝. 茄子重茬病害的防治措施[J]. 农民致富之友, 2016(5): 98.
- [4] 姜殿东, 于艳霞, 李静. 警惕苹果树重茬病[J]. 新农业, 2008(9): 29.
- [5] 张福峥, 倪士亭, 于秀水, 等. 苹果重茬病及其防治技术[J]. 中国果菜, 2003(2): 22.
- [6] 曹立耘. 老果园建植应注意防治重茬病[J]. 农药市场信息, 2015, 4(7): 21.
- [7] 王农. 三措施克服苹果树再植障碍[J]. 西北园艺(果树), 2012(5): 9.
- [8] 吴晔. 农药喷施优化措施[J]. 中国果菜, 2018, 38(6): 38-41.
- [9] 张秉宇, 刘秀春. 生物菌剂防治苹果树重茬效果的研究[J]. 安徽农业科学, 2011(6): 3371-3373.
- [10] 崔顺泉. 苹果再植病及其防治途径[J]. 农业知识, 2013(05): 53-54.
- [11] 马少岐, 李海瑞, 王建勋. 提高新栽苹果树成活率的关键措施[J]. 现代园艺, 2018(14): 30.
- [12] 赵其年. 苹果重茬再植障碍影响程度调查[J]. 山西果树, 2005(06): 40.

# 湘南春茬西瓜大棚立架栽培技术

邓朝艳<sup>1,2</sup>, 郑维威<sup>1</sup>, 喻志勇<sup>1\*</sup>, 杨颂<sup>1</sup>, 骆夏辉<sup>1</sup>, 唐志敏<sup>1</sup>

(1. 郴州市农业科学研究所, 湖南 郴州 423000; 2. 国家土壤质量郴州观测实验站, 湖南 郴州 423000)

**摘 要:** 湘南西瓜一般以露地栽培为主, 西瓜上市晚、价格低, 产业优势不明显。本文通过生产实践总结了一套湘南春茬西瓜大棚立架栽培技术, 涉及种植前准备、田间管理、采收等方面, 可实现湘南西瓜的提早上市, 能填补市场淡季, 提高土地利用率, 取得更好的经济效益。

**关键词:** 西瓜; 立架栽培; 品种选择; 种植管理; 采收

中图分类号: S651      文献标志码: A      文章编号: 1008-1038(2019)11-0089-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.021

## Vertical Cultivation Techniques of Spring Watermelon in Southern Hunan

DENG Chao-yan<sup>1,2</sup>, ZHENG Wei-wei<sup>1</sup>, YU Zhi-yong<sup>1\*</sup>, YANG Song<sup>1</sup>, LUO Xia-hui<sup>1</sup>, TANG Zhi-min<sup>1</sup>

(1. Chenzhou Agricultural Science Institute, Chenzhou 423000, China; 2. National Soil Quality Chenzhou Observation and Experiment Station, Chenzhou 423000, China)

**Abstract:** The watermelon in southern Hunan is mainly cultivated in open field, which is late in coming into market and low in price industry advantage is not obvious. Through production practice this paper summarized a set of cultivation techniques of watermelon in spring in Southern Hunan province, including pre planting preparation, field management, harvest and so on, which could enrich watermelon varieties in Southern Hunan market, fill the market slack season early, improve land use efficiency, and obtain better economic benefits.

**Key words:** Watermelon; vertical cultivation; variety selection; planting management; harvesting

湖南省郴州市地处湘南, 年均降水量约 1 500 mm, 年均气温 17.4 ℃, 年日照时数约 1 500 h, ≥10 ℃有效积温约 6 300 ℃, 无霜期 332 d。郴州气候条件好, 土壤肥沃, 适宜栽种西瓜。当地以露地栽培大果型有籽瓜为主, 西

瓜上市时间晚、价格低, 而大棚种植西瓜能够控制温湿度, 促进西瓜的生长, 使西瓜提前上市, 抢占市场, 提高瓜农收益。西瓜大棚栽培属于精细集约栽培, 技术性很强, 必须采取综合配套措施, 才能取得早熟、丰产、高效益的

收稿日期: 2019-07-23

基金项目: 农业基础性长期性科技工作国家土壤质量数据中心观测监测(ZX02S901900); 湖南省引进国外智力项目经费资助(2019YZ30198)

作者简介: 邓朝艳(1990—), 女, 农艺师, 主要从事蔬菜栽培、土肥研究工作

\* 通信作者: 喻志勇(1976—), 男, 助理农艺师, 主要从事果树栽培技术研究工作

目的。本文对大棚立架栽培春茬西瓜的种植前准备、田间管理、采收等技术要点进行了总结,以期为提高瓜农栽培管理水平提供技术支持。

## 1 种植前准备

### 1.1 品种选择

立架栽培宜选用优质、高产、耐贮、味甜、商品性好的早熟品种,无籽西瓜可选洞庭3号、金丽黄、绿虎等<sup>[1]</sup>,有籽西瓜可选泉鑫2号、珍冠等。

### 1.2 浸种催芽

3月上中旬浸种,无籽西瓜浸种4 h,有籽西瓜浸种7~8 h,水温以不烫手为宜,浸种有利于缩短出芽和出苗的时间<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.1 洗种

用30%~35%的石灰水浸泡西瓜种子10 min左右,然后用手搓洗,直到去掉西瓜种子表面的黏性物质,再用清水漂洗几遍,沥水,洗种有利于种子消毒杀菌和去滑。

#### 1.2.2 嗑种

无籽西瓜需嗑种(有籽西瓜可不嗑种),嗑种前用吸水性好的毛巾将种子擦拭干净,用牙齿将种子尖端嗑开,切勿嗑烂种胚。

#### 1.2.3 催芽

可用恒温培养箱,温度以32℃为宜,用吸水性好的毛巾包裹适量的西瓜种子,切忌过湿过干,30 h左右出芽整齐即可播种。

## 1.3 播种育苗

### 1.3.1 拌基质

基质可用草炭土、珍珠岩10:1配置,穴盘可选用54孔;装盘,切忌过满或过少,用水浇透,再用300~500倍多菌灵消毒<sup>[3]</sup>。

### 1.3.2 播种

播种深度要适宜,不宜过深过浅,种子应平放,切勿弄断种子的根,可用镊子操作,每穴播1粒西瓜种。播种后薄覆土1 cm,覆土后不浇水。播好后将育苗盘整齐排放在大棚内,以方便苗期管理。

### 1.3.3 控制育苗环境

搭小拱棚控制育苗环境,温度过低可覆两层膜,出苗前不放风,不浇水,如白天温度超过35℃可打开膜两端通风降温,晚上再盖膜;无籽瓜需去帽(有籽西瓜无需去帽),种子80%出土即可去帽;当80%以上出苗即可掀膜。

### 1.3.4 肥水管理

一叶一心时可用0.3%的复合肥水或者腐熟的稀菜

籽饼水追肥一次。长势较弱的瓜秧可多追肥1次。

## 2 田间管理

### 2.1 定植

3月底~4月都可定植。定植前将复合肥50 kg/667 m<sup>2</sup>,商品有机肥100 kg/667 m<sup>2</sup>与土混匀沟施;整地要精细,开沟起垄,沟宽0.5 m,沟深0.3 m,垄宽1.6 m,行距1.2 m,株距0.5 m<sup>[4]</sup>,每667 m<sup>2</sup>栽1 000~1 100株<sup>[5]</sup>,以2叶1心~3叶1心定植最佳,定植后浇透水,覆膜可增温保墒除草。

### 2.2 整蔓留瓜

#### 2.2.1 引蔓

垄两端可用钢管搭T字架,高度2 m为宜,每垄拉两根铁丝,钢丝吊纤维绳引蔓,瓜蔓长至30 cm即可引蔓,每株西瓜需留2蔓<sup>[6]</sup>。瓜蔓生长速度快时,每3 d需引蔓一次(或者每长30 cm引蔓一次),一定要及时引蔓,以免瓜蔓折断影响结果。

#### 2.2.2 留瓜

##### (1) 定瓜

定瓜位置宜在蔓高1~1.5 m处,即每株瓜苗第1个雌花不留,宜选留第2~3个雌花授粉坐果,每株留1个瓜,但小果型西瓜如绿虎、泉鑫2号、珍冠等可留2个瓜<sup>[6-7]</sup>。

##### (2) 授粉

无籽西瓜种植时,每667 m<sup>2</sup>需按10:1配种有籽瓜(可选泉鑫2号、珍冠),早晨9:00前采用当天开的有籽瓜雄花的花粉蘸无籽瓜雌花的柱头,1朵雄花授粉1~3朵雌花为宜,并做好授粉标记,以便及时采收。有籽瓜一般自然授粉,也可人工授粉促进结果<sup>[8]</sup>。

##### (3) 打顶

选择瓜形正、颜色鲜亮的留瓜,摘除歪、病、虫、伤瓜,每株瓜蔓坐住瓜后掐顶,以便集中养分长瓜。

##### (4) 吊瓜

在瓜长至鸡蛋大小时即可吊瓜,可选用专用网袋吊瓜或者用纤维绳吊瓜。吊瓜要及时,否则瓜容易掉落或拉伤瓜蔓,影响瓜生长。

## 2.3 肥水管理

### 2.3.1 提苗肥

定植7~10 d后追施提苗肥,可用0.3%的复合肥水或者腐熟的稀菜籽饼水,追施2次,长势慢的瓜苗可多追施1次<sup>[9]</sup>。

### 2.3.2 伸蔓肥

瓜蔓长至30~40 cm时,可在瓜兜40~50 cm处开沟

追肥,每 667 m<sup>2</sup> 施硫酸钾 10~15 kg、复合肥 15~20 kg,如遇天气干旱,及时浇水可促进养分吸收。瓜苗弱可酌情增加施肥量,瓜苗长势旺应控制施肥量。

### 2.3.3 膨瓜肥

西瓜膨大期,每 667 m<sup>2</sup> 施硫酸钾复合肥 20 kg、尿素 20 kg,分 3 次施用,第 1 次在西瓜拳头大小追施,以后每 5 d 追施 1 次。天旱时要及时灌溉,下雨时要及时排灌,忌干旱或积水。

## 2.4 病虫害防治

雨天防病,晴天防虫。

苗期常见病害有猝倒病、立枯病。病要提前预防,防治上可用 50%多菌灵 800 倍、75%百菌清 600 倍、70%甲基托布津 800 倍等交替喷施。生长期常见病害有白粉病、霜霉病、枯萎病、疫霉病、炭疽病等<sup>[10]</sup>。防治可用 75%百菌清 600 倍、25%多菌灵 400 倍、65%代森锰锌 500 倍等喷药防治,10 d 防治 1 次,连续防治 2~3 次,每次选用 1~2 种药,交替用药。

主要虫害有萤火虫、蚜虫、菜青虫、红蜘蛛,主要选择高效、安全的农药进行防治。防治方法上萤火虫用 90%敌百虫晶体 800 液,蚜虫用 10%吡虫啉 2 000 倍液防治,菜青虫用 5%高效氯氰菊酯 2 000 倍液或 5%阿维菌素 2 000 倍液,同时阿维菌素对防治红蜘蛛效果也较好。发现虫情及时防治,低龄若虫防治效果好,隔 5 d 防治 1 次,连续多次。

## 3 采收

采摘时间的确定,一是可根据雌花开放到果实成熟时间来推算,早熟品种 28~30 d,中熟品种 32~35 d,晚熟

品种 40~45 d<sup>[11]</sup>;二是可根据果柄和卷须的情况来判断,果实成熟时,果柄收缩且绒毛脱落,果脐凹陷,坐瓜节位处的卷须干枯。如有每日气象信息,还可根据从开花到成熟积温来判断,早熟品种需积温 700 ℃,中熟品种需 800 ℃,晚熟品种需 900 ℃。

可在下午或清晨采收,本地销售可在 9~10 成熟时采摘,运输外地销售的可在 8~9 成熟时采摘<sup>[12]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 周泉,马陆平,罗中钦,等.无籽西瓜新品种‘绿虎’的选育[J].中国瓜菜,2018,38(01):23-27.
- [2] 葛长军.爬架式礼品西瓜栽培技术[J].长江蔬菜,2018(23):39-40.
- [3] 袁卫建,曾小分,文蓉,等.赣中南西瓜栽培与病虫害防治技术研究[J].农业技术与装备,2019(08):71,73.
- [4] 文帅,肖光辉,李赛群.小果型西瓜春季露地栽培技术[J].湖南农业科学,2011(14):19-20,26.
- [5] 许文连.早春大棚西瓜优质早熟栽培[J].中国果菜,2013(11):32-34.
- [6] 杨霖霞.大棚西瓜栽培技术[J].中国果菜,2013(11):3-4.
- [7] 王辉.小拱棚西瓜栽培技术[J].河南农业,2019(01):48.
- [8] 王永强.大棚早熟西瓜栽培技术重点环节分析[J].南方农业,2018,12(36):30-31,33.
- [9] 刘俊臣.西瓜的需肥特点及施肥技术[J].中国果菜,2019,39(03):79-81.
- [10] 于伟民.论无公害西瓜栽培技术[J].农民致富之友,2019(11):53.
- [11] 崔海洋.论西瓜栽培技术[J].农民致富之友,2019(11):46.
- [12] 张艳芳,李娟,陆晴,等.薄皮甜瓜早春小拱棚栽培技术[J].中国瓜菜,2018,31(05):47-48.
- [5] 周鑫鑫.设施农业肥料高投入对土壤环境次生盐渍化的影响研究[D].上海:东华大学,2013.
- [6] 陈志怡,李金月.新型高效环保型肥料综述[J].现代农业科技,2013(24):65-66.
- [7] 滕伟超,刘东林,刘喜.玉米田增施生物菌肥及化肥减量肥效试验研究[J].基层农技推广,2019(04):41-43.
- [8] 陈科技,王丽.提高果园土壤肥力的有效措施[J].果农之友,2015(9):22-23.
- [9] 温明霞,刘高平,王允饴,等.黄岩区柑橘有机肥替代化肥应用研究初报[J].浙江柑橘,2018(3):41-44.
- [10] 吕凤莲,侯苗苗,张弘弢,等.土冬小麦-夏玉米轮作体系有机肥替代化肥比例研究[J].植物营养与肥料学报,2018,24(1):22-32.
- [11] 张祥明,孙义祥,王文军,等.有机肥部分替代化肥对水稻土壤供氮特征和氮素表观盈亏的影响[J].农学学报,2018,8(12):33-39.
- [12] 赵会芳,刘双安,王文凯,等.苹果园有机肥替代化肥的洛川经验[J].西北园艺(果树),2017(5):45-47.
- [13] 管恩江,杨怀亮,牟敦宝,等.微生物有机肥对茶园土壤肥力、产量和质量的影响[J].中国果菜,2005(2):24.
- [14] 姜立文,张喜印,李岩,等.生物有机肥(普通型)在马铃薯上应用效果[J].中国果菜,2010(7):26.

# 高山“花椰菜-薤白”轮作模式优化

李关发<sup>1</sup>, 薛珠政<sup>2\*</sup>

(1. 福建省宁德市屏南县经济作物技术推广站, 福建 宁德 352300; 2. 福建省农业科学院作物研究所, 福建 福州 350000)

**摘要:**为解决近年来屏南县高山花椰菜种植面积锐减、规模化生产下降、品质变差等突出问题,近 3 年试验示范探索出“花椰菜-薤白”轮作模式。本文从良种优选、适时育苗、培育壮苗、中耕除草、综合防治等方面总结了该模式的栽培要点。实践证实,“花椰菜-薤白”轮作模式能够结合传统栽培方法,提高土地的整体利用率,增加经济效益。

**关键词:**花椰菜;薤白;轮作;新模式

中图分类号: S1574

文献标志码: A

文章编号: 1008-1038(2019)11-0092-04

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.022

## Optimization of Rotation Mode of "Cauliflower and Allium" in Alpine Region

LI Guan-fa<sup>1</sup>, XUE Zhu-zheng<sup>2\*</sup>

(1. Economic Crop Technology Extension Station of Pingnan County Ningde City, Fujian Province, Ningde 352300, China; 2. Crop Research Institute of Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350000, China)

**Abstract:** In order to solve the outstanding problems such as the sharp decrease of planting area, the decline of large-scale production and the decline of quality of high mountain cauliflower in Pingnan county in recent years, a new pattern of seasonal "caulifloner-allium" rotation has been explored in the recent three years. The cultivation key points of this pattern have been summarized from the aspects of good seed selection, timely seedling raising, strong seedling cultivation, weeding and comprehensive control. Practice has proved that the model can combine traditional cultivation methods to improve the overall utilization rate of land and increase economic benefits.

**Key words:** Cauliflower; Allium macrostemon allium; rotation; new model

收稿日期: 2019-08-15

基金项目: 国家特色蔬菜产业技术体系(CARS-24-G-07)

作者简介: 李关发(1975—),男,教授级高级农艺师,主要从事经济作物技术推广研究工作

\* 通信作者: 薛珠政(1971—),男,研究员,主要从事蔬菜育种和栽培研究工作

屏南县属典型的高山贫困县,平均海拔 830 m,是福建省平均海拔最高的县份之一,年平均气温 15℃,为理想的生态旅游和休闲避暑胜地,也是福建省重要的高山蔬菜生产基地。屏南县常年种植蔬菜面积 1 万 hm<sup>2</sup>。高山夏秋花椰菜、薹白闻名省内外,深受当地人们的喜爱,高山花椰菜是屏南县的农业支柱产业,随着国家对农业的大力扶持和先进栽培技术在生产上的应用,高山蔬菜生产水平和规模走在全省前列,在茬口调整、品种选择和技术创新上取得新进展。但是由于长年种植花椰菜,土壤连作障碍严重,近年来屏南县高山花椰菜种植面积锐减、规模化生产下降、品质下滑等问题凸显。

鉴于此,本文通过实践探索,总结出夏秋时令花椰菜-冬春薹白轮作模式,改一年三熟制为一年两熟制,以期探索缓解连作障碍、改良土壤环境、实现单位面积土地高产的途径。

## 1 茬口安排和良种选择

夏秋花椰菜于 4 月下旬~5 月上旬采用小拱棚保温育苗,5 月底定植,8 月中、下旬采收。冬春薹白于 9 月上旬定植,翌年 4~5 月初采收。

夏秋花椰菜优选当地主栽品种禾峰 65 天、农福 cc-65 天、高山宝 60 天等耐热性较强的早中熟品种。薹白优选耐寒性强的品种木蕻<sup>[1]</sup>。

## 2 夏秋花椰菜栽培

### 2.1 苗床准备

选择地势高燥、通风凉爽、排灌良好、土壤肥沃的地块做苗床,于播种前深翻晾晒,耙碎土块,每 667 m<sup>2</sup> 施腐熟过筛的农家粪肥 1 500 kg、复合肥 5~8 kg,混匀土肥。整成宽 1.3 m、长 6~8 m 的畦;畦与畦之间挖宽 30 cm、深 10~15 cm 的沟,与排水沟相连,以利排水。

### 2.2 播种

在夏秋高温多雨季节多采用营养块育苗。苗床浇透水,耙耘 10 cm 表土且抹平畦面,然后按 6 cm×6 cm×5 cm 的规格在苗床上划方格,稍晾晒后,在方格上用手指扎深约 0.5 cm 小孔穴,按穴播种,每穴 1 粒,播种后覆盖厚 0.5 cm 的过筛营养土,并覆盖一层稻草或遮阳网,保湿防晒,2~3 d 后撤去遮盖物。

### 2.3 苗期管理

出苗后及时搭盖遮阴棚,可用遮阳网加塑料薄膜做

成小阴棚,防暴雨、暴晒,但盖膜切忌盖严,四周离地面 30 cm,以利通风降温,防止烤苗。遮阳网要按时揭盖,阴天不盖,大雨时临时加盖薄膜,至定植前 5 d 完全揭去小阴棚进行炼苗。当幼苗真叶张开后及时在幼苗根际薄覆营养土 1 次,避免根部外露倒伏,还可保墒,降低土温,调节小气候。苗期可视苗情长势,追施 1~2 次 0.2% 尿素液,并注意防控立枯病、猝倒病、霜霉病、蚜虫、跳甲等病虫害危害。

## 2.4 大田栽培管理

### 2.4.1 园地准备

选择土壤肥沃,能灌能排的田块栽培,施足底肥,夏秋季栽培花椰菜为早中熟品种,生长期短,对土壤营养需求迫切,底肥应以速效的 45% 复混肥 25 kg 与腐熟的农家肥 3 000 kg 或商品有机肥 500 kg 混合施用,按畦带沟宽 1.3 m,双行“品”字型定植,株行距 50 cm×50 cm,每 667 m<sup>2</sup> 种植 1 600 株左右。

### 2.4.2 移栽

由于夏季种植早中熟品种,整个生育期都处在高温环境中,植株生长较快且易早花,应严格控制苗龄在(20±3) d;当幼苗长到 4 叶 1 心时,提前 1 d 浇透水,以便定植时起坨;起苗时要做到土不松坨,不伤根,随起随栽;定植后立即浇透定根水,以利缓苗。

### 2.4.3 田间管理

为获得高产优质的花球,务必在春化之前生长出强大的叶簇作保证,因此,叶簇生长期间要及时满足其对水分和养分的要求,使叶簇适时旺盛生长。缓苗后进行第一次追肥,每 667 m<sup>2</sup> 施尿素 7~8 kg 或浓缩海藻肥 5 kg 兑水浇施;追肥后约 7 d 进行第二次追肥,每 667 m<sup>2</sup> 施浓缩海藻肥 8 kg 或氮磷钾复合肥 15 kg 兑水浇施;浇两水后浅中耕一次,以后视植株生长情况再施 1~2 次薄肥。当心叶开始旋拧时,现蕾花球达 3~5 cm 后,每 667 m<sup>2</sup> 用复合肥 20 kg 加硫酸钾 10 kg 或相当数量的草木灰兑水浇施。对缺硼、镁、锌、钼元素的地块,要及时根外追施硼、镁、锌、钼肥 1~2 次。在高温干旱时,除正常肥水管护外,可沟灌“跑马水”降温保湿,促进根系生长。总之,定植后保持土壤湿润,营养充足,不受涝、不受旱,在整个生育期内肥水管理要一促到底。

### 2.4.4 病虫害防治

夏秋季花椰菜的病害主要有立枯病、猝倒病、霜霉

病、黑腐病、软腐病、细菌性黑斑病等。虫害主要有菜青虫、小菜蛾、蚜虫、黄曲条跳甲、斜纹夜蛾、小地老虎等。

#### (1) 霜霉病

在发病初期,用金雷 68%精甲霜锰锌水分散粒剂 1 000 倍液或 72%克露(霜脲·锰锌)可湿性粉剂 800 倍液防治或 69%安克锰锌可湿性粉剂 1 000 倍液喷雾,每 5~7 d 喷一次。

#### (2) 立枯病和猝倒病

两种病可兼治,幼苗期用床土消毒法,把苗床底水打好,用绿亨一号(95%恶霉灵)4 000 倍液淋湿苗床,播种后,每 10 m<sup>3</sup> 用 75%百菌清可湿性粉剂 30~50 g 拌火烧土或细土 80 kg 左右,覆盖在种子上面。发病初期,用绿亨一号 4 000 倍液或 2.5%适乐时悬浮剂(咯菌腈)800~1 000 倍液喷洒茎部,每隔 3 d 左右喷 1 次,一般喷 1~2 次。

#### (3) 细菌性黑斑病、软腐病、黑腐病

发病初期喷洒 77%可杀得可湿性粉剂 500 倍液,或 20%噻菌铜(龙克菌)悬浮剂 800 倍液,或 72%农用硫酸链霉素可溶性粉剂 4 000 倍液,5~7 d 喷一次,连防 2~3 次。

#### (4) 菜青虫和小菜蛾

防治菜青虫和小菜蛾,可每 667 m<sup>2</sup> 用 4.5%高效氯氰菊酯乳油 1 000 倍液,或 2.5%联苯菊酯乳油 800 倍液,或 1.8%阿维菌素乳油 1 000 倍液或 5%抑太保乳油 2 000 倍液喷雾防治,喷药后应仔细观察效果,如药效不够应及时补喷。

#### (5) 黄曲条跳甲

防治上要注意清除菜地残株落叶及杂草,消灭其越冬场所。药剂的选择可用 20%甲氰菊酯乳油 1 000 倍液或 25%噻虫嗪水分散粒剂 1 500 倍液或 20%啉虫·哒螨灵微乳剂 2 000 倍液喷雾。

#### (6) 斜纹夜蛾和地老虎

可用黑光灯或糖醋盆等诱杀斜纹夜蛾和地老虎成虫,也可用 5%抑太保乳油 1 000 倍液、20%灭扫利乳油 3 000 倍液、4.5%高效氯氰菊酯 1 000 倍液等喷雾。

### 2.5 收获

花椰菜要分批采收。当小花球拳头大小时,束叶盖花防晒,最好选择无病斑老叶,将其扭转到中央将花球遮盖。当花球肥大、质地致密、表面平整,花球无散开时为采

收适期,采收过早影响产量,过晚则会使品质下降。

## 3 薤白栽培技术

### 3.1 良种选择

种薤务必选择无病区的健壮薤白鳞茎作种,选用适应性广、高产抗病的“鸡腿形”良种,如木藁<sup>[1]</sup>。木藁分蘖能力较弱,2~4 个鳞茎并生;适应性广,耐瘠,耐阴,耐寒性强,不耐热,抗病虫能力强。宜选大小均匀,鳞茎横径达 1.0 cm 以上,无虫蛀、无病害,符合品种特征的种薤,栽种时应修剪掉枯枝、黄叶。

### 3.2 整地作畦

前茬花椰菜采收后及时深翻暴晒,整地作畦,施足基肥。基肥以有机肥为主,667 m<sup>2</sup> 施火烧土杂肥或腐熟农家肥 2 000 kg、硫酸钾复合肥 30 kg、硼锌铁镁肥 1 kg。在整好的地块上作畦,沟宽 30 cm,沟深 10~15 cm,4 行平行穴栽植<sup>[2]</sup>。

### 3.3 适时种植

适合于越冬栽培,南方高山区宜在前茬作物收获后,于 9 月中旬~10 月上旬直播。过早种植薤白芽尚未萌动;过迟种植在年内生长时间短,因气温低、生长慢而影响产量<sup>[3]</sup>。按行距 25 cm,株距 10 cm 将薤白按顺序斜放在种植沟内,再覆盖 3~4 cm 厚的细土,注意覆土厚度不宜太浅,否则后期薤白易外露变绿影响外观及品质,四周覆盖稻草保湿防草。每 667 m<sup>2</sup> 薤白用种量约 100 kg,每穴放种薤 2 粒为宜,每 667 m<sup>2</sup> 栽 1 万~1.2 万穴。

### 3.4 精准施肥

为达到高产优质必须重视有机肥和钾肥的合理搭配施用,特别是钾肥的合理使用,增产效果显著<sup>[4]</sup>。薤白整个生长期需要追肥 3~4 次。在出苗后(即茎叶露芽 1.5 cm)每 667 m<sup>2</sup> 浇施腐熟的人粪肥 500 kg、硫酸钾复合肥 10 kg。翌年立春后气温回升,是薤白产量形成的关键时期,每 667 m<sup>2</sup> 施尿素 20 kg、硫酸钾 10 kg;当薤白进入鳞茎膨大期,每 667 m<sup>2</sup> 施硫酸钾复合肥 20 kg。合理适时施肥有利于促进分蘖旺盛,当肥料施用量过多时,易造成茎叶紧茂,产量减少并诱发病害;施用过迟,则推迟鳞茎膨大,使产量下降<sup>[5]</sup>;每次施肥应均匀施于根际周围,避免离根头部太近造成伤根,同时结合施肥进行中耕除草培土。

### 3.5 及时培土

培土是薤白高产、优质、高效生产的关键性措施,特

别是新开垦种植区域和冬春季雨水频繁的南方区,后期培土尤为重要<sup>[6,7]</sup>。在薹白生长中后期,地下鳞茎膨大迅速,如种植时未覆盖稻草,鳞茎易暴露于表土,在阳光照射下,容易变绿,成为“绿籽”。“绿籽”食味差,并有低毒,直接影响其商品性和经济效益。培土一般在鳞茎膨大时进行,连续 1~2 次,把根茎部裸露的鳞茎全部覆盖<sup>[8]</sup>。

### 3.6 适时灌溉

薹白为极耐旱的作物,可在不灌溉情形下生长,但土壤长期干旱则产量下降、品质不佳。在疏松的砂质土下栽培、灌“跑马水”,可增加鳞茎产量,提升品质<sup>[9]</sup>。气温高时,灌水宜选择午后阳光弱时进行,避免土壤温度太高,突然灌水造成根系伤害。

### 3.7 病虫害防治

薹白的病虫害较轻,在生产实践中对虫害主要采取综合防治措施<sup>[10]</sup>:一是选择无病区的健壮鳞茎作种薹;二是轮作,连续种植 2~3 年后与其他科的作物进行轮作,最好采用水旱轮作;三是清排水沟,降低田间湿度,特别是降低土壤田间持水量;四是重视配方施肥,改变重氮肥轻磷、钾肥的施肥方法,增加钾肥的施用量;五是药剂防治,薹白的病害以黑斑病和炭疽病为主,发病初期可用 68%金雷(精甲霜锰锌)水分散粒剂 1 000 倍液或瑞毒霉或克露可湿性粉剂 800 倍液或 25%咪鲜胺乳油 1 000 倍液喷雾防治。薹白的虫害以蓟马为主,可用 10%吡虫啉 1 500 倍进行防治。

### 3.8 采收与贮藏

2 月下旬~4 月上旬陆续采收青薹,每 667 m<sup>2</sup> 产出 750~1 000 kg,薹白叶将枯的时候为最适采收期,5 月上中旬采收,每 667 m<sup>2</sup> 产薹白约 1 100 kg。叶枯后如果不采收,则鳞茎开裂,销售时应剥去鳞茎外皮,提高商品性<sup>[11-12]</sup>。采收方法是将地下部连根拔起装于箩筐中,移入

室内处理,以防鳞茎脱离分散。收获的鳞茎,平放于通风的室内,可贮藏数月,不致腐烂,或用枯萎的叶,将数 10 个鳞球扎成束,吊挂于通风之处亦可,但需注意避免阳光直射和雨水淋湿。

### 参考文献:

- [1] 中国蔬菜栽培学/中国农业科学院蔬菜花卉研究所 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [2] 袁祖华, 彭莹. 长江流域薹头高产栽培技术 [J]. 长江蔬菜, 2015(13): 39-41.
- [3] 刘晖, 谭再良, 徐卫宏, 等. 湘阴县薹头栽培技术开发试验示范效果概述[J]. 农业科技通讯, 2011(12): 171-172.
- [4] 朱慧斌, 方子卫, 刘道调, 等. 薹头种植技术[J]. 现代农业科技, 2013(24): 108.
- [5] 陈学军, 程和生, 万新建, 等. 绿色食品薹头栽培技术规程 [J]. 江西农业学报, 2009, 21(8): 97-98.
- [6] 陈学军, 杨兰根, 张爱民, 等. 江西生米薹头栽培试验及其主要农艺性状相关分析[J]. 江西农业学报, 2009, 21(4): 50-52.
- [7] 汤世平, 吴兰军, 陈利球, 等. 薹头施肥及需肥规律试验研究[J]. 农业工程技术, 2018(23): 28-28, 30.
- [8] 王苏影, 刘宗发, 熊清云, 等. 不同钾肥用量及微肥对薹头产量及生长发育的影响[J]. 湖南农业科学, 2018(3): 49-52.
- [9] 周向荣, 夏延斌, 潘小红, 等. 薹头素特征波谱皂苷类型及稳定性探讨[J]. 食品与机械, 2008(2): 58-61.
- [10] 吕佩珂, 苏慧兰, 高振江, 等. 中国现代蔬菜病虫害原色图鉴[M]. 呼和浩特: 远方出版社, 2008.
- [11] 何运智, 冯健雄, 熊慧薇. 薹头加工方法的现状与展望[J]. 江西农业学报, 2007, 19(12): 91-92.
- [12] 纪远中. 薹白研究近况及开发前景[J]. 天津药学, 2005, 17(1): 54-56.

# 芒果栽培管理技术

石金<sup>1</sup>,赵兴东<sup>2</sup>,杨丽华<sup>2</sup>,白亚东<sup>2</sup>,朱海山<sup>1</sup>,周玲<sup>1</sup>,彭磊<sup>1\*</sup>

(1. 云南农业大学园林园艺学院,云南 昆明 650201;2. 元江县农业技术推广服务中心,云南 元江 653300)

**摘要:**芒果是热带水果,具有丰富的营养价值和药用价值,深受大众喜爱,因此具有广阔的市场前景。加强芒果树体管理技术是保障和提高芒果产量的关键,本文从整形修剪、花果管理、病虫害防治及水肥管理四个方面介绍了芒果的栽培管理技术。

**关键词:**芒果;栽培技术;整形修剪;花果管理;水肥措施

中图分类号:S667.7 文献标志码:A 文章编号:1008-1038(2019)11-0096-04

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.023

## Cultivation and Management Technology of Mango

SHI Jin<sup>1</sup>, ZHAO Xing-dong<sup>2</sup>, YANG Li-hua<sup>2</sup>, BAI Ya-dong<sup>2</sup>, ZHU Hai-shan<sup>1</sup>, ZHOU Ling<sup>1</sup>, PENG Lei<sup>1\*</sup>

(1. School of Horticulture and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Yunnan 650201, China;

2. Yuanjiang Agricultural Technology Extension Service Center, Yuanjiang 653300, China)

**Abstract:** Mango is one of tropical fruits, which has rich nutritional and medicinal value and is deeply loved by the public. So mango has a broad market prospect. Strengthening mango tree management technology is the key to guarantee and improve mango yield. This paper introduced the cultivation techniques of mango from four aspects, that is pruning, flower and fruit management, pest control and water and fertilizer management.

**Key words:** Mango; cultivation techniques; plastic trimming; flower and fruit management; sewage sludge measures

芒果(*Mangifera indica* L.)是漆树科常绿大乔木,原产印度,为著名的热带水果之一,果实含有糖、蛋白质、粗纤维;所含有的维生素 A 的前体——胡萝卜素成分较高,是所有水果中少见的。芒果的维生素 C 含量较高,而

且矿物质、蛋白质、脂肪、糖类等,也是其主要营养成分。芒果加工品种类较多,可制成果汁、果酱、罐头、腌渍、酸辣泡菜及芒果奶粉、蜜饯等。

芒果深受大众喜爱,具有广阔的市场前景,芒果产业

收稿日期:2019-06-13

基金项目:云南省水果产业技术体系建设(2019KJTX0012-07);云南省高水平大学创新人才培养基地——园艺学创新创业训练计划项目(云教高[2015]57);云南省重大科技专项·绿色食品国际合作研究中心专项课题·低纬高原果蔬产业升级关键技术研究(2019ZG00907)

作者简介:石金(1995—),女,在读硕士研究生,研究方向为早熟柑橘果实品质提升措施探索

\* 通信作者:彭磊(1969—),男,教授,主要从事热带果树生理生化教学与研究工作

热带地区的特色产业。高产优质高效的配套种植技术是实现芒果“高产、优质、高效、无公害”栽培的关键。因此,加强芒果树体管理技术已成为一项保障和提高芒果产量的重要研究。

## 1 整形修剪

修剪是保证芒果速生、早结果、丰产稳产、优质的关键措施。对树体修剪是为了实现芒果生长和结果的均衡,改善大小年结果、隔年结果、植株间通风透光,避免病虫害发生,从而增加果实产量,提升果实质量和商品价值。

### 1.1 幼树整形修剪

对芒果幼树的修剪主以短截、疏剪为主,以轻剪为原则,及时对芒果幼树的徒长枝、重叠枝、病害枝进行清理,适时调整骨干枝位置,改变其生长势,为树体的后期生长创造良好的条件<sup>[1]</sup>。

### 1.2 结果树整形修剪

结果树的修剪方式要依据生长的时期而定。生长期修剪以抹芽疏剪为主,留 1~3 个新梢即可。花芽分化前期,也要抹除萌芽,疏除多余的枝条<sup>[2]</sup>。采果后以短剪为主,将拖地枝、下垂枝及过密枝、干枯枝、病虫害枝剪掉,将生长过旺、长度较长或多余的枝条做短截处理<sup>[3]</sup>。芒果修剪前应先确定树形,后根据树形从中心大枝修剪开始,视情况修剪,切忌从基部全部疏除;多用短剪或回缩的方式修剪,短截或回缩要留叶片。

## 2 花果管理

### 2.1 物理措施促进花芽分化

芒果树环割时幼树可在主干进行,成年树可在中心主干或主枝进行,一般在开花前一个月进行,用刀环割一圈深至木质部,环割不易过深或过浅(过深容易导致果树死亡,过浅效果不明显)。环割中断了有机物、矿物质营养的运输,抑制了营养生长,促进了生殖生长和花芽分化。环割促花效果虽好,但会导致流胶病严重,生产上不宜采用<sup>[4]</sup>。

### 2.2 控梢促花

对芒果叶面喷施多效唑会抑制赤霉素合成,减缓细胞生长,达到控梢促花的作用,也可对芒果根部喷施多效唑。对叶面喷施乙烯利,可加速芒果开花,一般在第二次秋梢老熟后到次年 1 月对芒果树叶面喷施 0.03% 乙烯利 1~2 次,喷到叶面布满露点、欲滴未滴为宜<sup>[5]</sup>。早春时芒果

树大量抽生新梢,在嫩梢不超过 5 cm 时,喷施 0.08%~0.1% 多效唑加 0.03%~0.05% 乙烯利混合液,在低温条件下,可使春梢停止生长,嫩梢卷曲脱落,顶芽侧芽转化为花芽<sup>[6]</sup>。正常在花期前一个月,喷一次 2 000 倍液乙烯利,可促进花穗抽生,增加花穗数量和芒果产量。

### 2.3 催花控花

对于施肥不合理、施氮肥过量导致的结果母枝营养生长过旺、结果量下降的芒果树,可在年末采用刻伤、环割等方式,调节芒果树营养生长与生殖生长的矛盾,以促进其果树的花芽分化。

对小年结果的芒果树一般喷施芒果催化剂 1、2 号或乙烯利,能加速果树开花,并在 11 月或 12 月对树冠喷施 2~3 次。若芒果盛花期遭遇阴雨天气,或花开的过早,应采取摘花的方式对花期进行调整<sup>[7]</sup>。在早春发生倒春寒时,适时摘花,也可降低低温对芒果花芽分化造成的影响,增加芒果产量。

### 2.4 保花保果

#### 2.4.1 促进授粉受精

花期时可放蜜蜂,加强传粉,增加授粉受精机会;或人工授粉,用花粉(上午 8~10 时采集)+0.1% 硼砂+15% 蔗糖于上午 7~10 时喷布花穗<sup>[8]</sup>。

#### 2.4.2 调节营养供求矛盾

大年疏花疏果,每花穗留 1~3 个果,使营养集中供应,小年减少肥料使用,控春梢发芽,旺树环割、环剥,使营养生长转为生殖生长,促进花芽分化,以提高结果率。

#### 2.4.3 应用生长调节剂

在芒果盛花期,每隔 2~3 周喷施 30~100 mg/L  $GA_3$ 、5~8 mg/L 2,4-D 或 15~20 mg/L 萘乙酸,对树冠喷施 2~3 次,可提高坐果率<sup>[9]</sup>。

### 2.5 疏花疏果

芒果开花率达末级枝梢数超过 80% 的果树应保 70% 的花芽,剩余全部疏除。疏花时注意的问题是花序位置方向、花序旁叶片数保证留花质量,花谢后至果实发育 15~30 d 内疏果,将过密果、畸形果、病果、生长不良果全部疏除,每穗最多留果 3~4 个<sup>[10]</sup>。

## 3 病虫害防治

### 3.1 病害防治

芒果病害主要以白粉病、炭疽病和流胶病为主。芒果

病害的防治中,需要坚持预防为主以及综合治理的原则,提倡采用农业、生物以及物理结合化学方法进行防治,保证芒果能够健康的生长。

### 3.1.1 农业防治

农业防治主要是加强对果园的管理,创造出芒果生长的良好生态环境,冬季加强对果园的清理工作,把一些枯枝以及病虫害影响的树枝进行集中烧毁,彻底切断病源,保证来年的芒果能够健康生长。

### 3.1.2 生物防治

在保护果园方面,生物防治能够发挥着十分重要的作用,第一是选择矿物源、植物源的农药进行喷洒;第二是利用生物活体或其代谢产物对害虫、病菌、杂草、线虫、鼠类等有害生物进行防治,或者是通过仿生合成具有特异作用的农药制剂进行防治;第三是在芒果生长的季节中,不能大量使用昆虫剂进行防治,从而使得芒果能够在天然的环境下进行生长,不仅能够有效地保证芒果的外形美观,而且还可以有效地应对病虫害。

### 3.1.3 物理防治

物理防治在保护果园方面也至关重要,在第二次生理落果后,及时套袋护果,防止病害侵染果实。注意袋口折叠要利于导流,捆扎紧密,防止雨水进入袋内。及时锯除枯死大枝,并用波尔多浆涂封锯口,避免病害传播。使用诱虫灯诱杀夜间活动的害虫等,避免害虫危害伤口或蜜露为病害创造条件。

### 3.1.4 化学防治

#### (1) 白粉病

芒果白粉病以菌丝体在侵染的较老叶片及枝条组织内越冬。第二年春天环境条件适宜时,越冬菌丝体产生分生孢子,通过气流传播进行侵染。温度是影响芒果白粉病发生的主要因素。湿度影响较小,当相对湿度 70% 左右时有利于病害发生,但在干旱条件同样发病严重。施氮肥过多,枝叶组织柔软,也易感染白粉病。

发生白粉病时,要从开花初期开始喷药,每隔 15~20 d 喷 1 次。有效药剂有 20% 粉锈灵乳油 3 000 倍液、15% 粉锈灵可湿性粉剂 3 000~4 000 倍液、40% 多硫胶悬浮剂 350~500 倍液、250~300 筛目硫磺粉等。要注意硫剂在温度过高时不宜使用,以免发生药害。

#### (2) 炭疽病

芒果炭疽病发生时在叶片、花序、果实和枝梢上均有

发生。病叶初期出现褐色小斑点,周围有黄晕。病斑扩大后呈圆形或不规则形,黑褐色,数个病斑融合后形成大斑,使叶片大部分枯死。嫩叶受害后病斑突起,最后穿孔。花序感病后产生黑褐色小点,扩展形成圆形或条形斑,多在花梗上。严重时整个花序变黑干枯,花蕾脱落,使芒果全部或部分不开花。未熟果实感病后,产生黑褐色小斑点。若果柄、果蒂感病,则果实很快脱落。接近成熟或成熟果实感病,初期形成黑褐色圆形病斑,扩大后呈圆形或不规则形,黑色,中间凹陷。

防治芒果炭疽病一般在开花期自三分之二的花开放起,喷布甲基托布津 800 倍和氧氯化铜 800 倍的混合液 6~8 次,每次间隔 10~14 d,效果较好,可兼防细菌角斑病。芒果采后用 52~55 ℃ 的苯莱特或多菌灵 500 mg/kg 热液处理 15 min,也能较好地防治贮运期的炭疽病。

#### (3) 流胶病

芒果流胶病多发生在茎干、枝条、果实和叶片上。在茎干上,首先出现褐色病斑,后变黑色,流出胶液,故称流胶病。病斑扩大环绕枝条后,病部以上部分枯死。病斑向下扩展,不断扩大。如果是幼树,主要发生在幼苗茎基部,被害部皮层变黑褐色,最后导致枝条枯死。

流胶病发生后可用刀削开病部,涂 10% 波尔多液<sup>[1]</sup>进行防治。还要加强成年芒果树的果园管理,增强树势,清除病残物并烧毁,减少菌源;清沟排渍以降湿;增施磷钾,避免氮磷钾比例失调;加强天牛等害虫的防治,减少虫害伤口。加强苗圃管理,选择抗病品种作嫁接材料,从健壮母株选取芽条;嫁接工具要消毒,改善苗圃通透性,嫁接成活后定期喷药保护。对大枝或茎干患部可割除病部用药涂敷伤口,可选择 30% 氧氯化铜原液。

## 3.2 虫害防治

芒果虫害以蓟马、小食蝇、叶象甲雌虫为主。蓟马主要以取食芒果嫩枝、嫩芽以及幼果及花为主,严重影响芒果嫩叶和幼果的发育,导致芒果减产。防治方法主要以化学防治与物理防治为主,加强果园管理,收果后及时修剪,使果园内果树抽梢一致,利于防治或在芒果抽梢、花穗、幼果期,结合其他虫害防治,用 20% 吡虫啉可湿性粉剂 3 000~4 000 倍液喷雾防治<sup>[12]</sup>。芒果小食蝇主要危害即将成熟的果实,导致落果减产。采前 30~35 d 套袋为最有效的预防措施或在果实发育后每隔 10 d 喷 90% 敌百虫或 800 倍液除虫菌,收获前 15 d 停止喷施。切叶象甲雌

虫会产卵于嫩叶上,主要以幼虫为害芒果嫩叶,导致叶片生长不良,虫害发生时,应在叶片三分之一或四分之一处将叶片剪短处理。

## 4 水肥管理

### 4.1 水分管理

当花穗伸长期遇到干旱时,应适当浇水,在花期遇异常高温时,除灌水保温外,可在上午 10~12 时、下午 3~5 时对树冠喷水,利用果树水分蒸发起补水作用,坐果后要立即浇水<sup>[13]</sup>。芒果生长期内需要有充足的水分,但园地不能积水。幼树定植后遇旱每 5~7 d 灌水 1 次,保持树盘土壤湿润。花芽分化期适当干旱利于分化;果实膨大期忌骤干骤湿,以免裂果;采收前适当控水,利于减少贮藏后熟期间病害的发生。

### 4.2 肥料管理

施肥是获得芒果高产的关键,肥料的供应,就是营养的供应。肥料供应不及时,树体营养吸收不足,果树生长受到抑制,导致产量下降。采摘完成后,也需及时进行施肥处理,为第二年丰产打下基础,让果树获得更好的生长。在施肥的时候,应以氮磷钾肥料为主<sup>[14]</sup>。

#### 4.2.1 采果前施肥

采果前施肥以根外追肥为主。芒果挂果较多时,营养供应不足,就会导致结果小,产量下降。在采摘之前一个月左右要喷洒相应的药物进行疾病的预防;同时混合喷洒含钾叶面肥,能够增加芒果产量,在喷洒肥料会使果树光合作用加强,果实品质提高,更好地满足人们需求。

#### 4.2.2 喷洒壮花肥

早春时芒果花芽大量萌发,喷施壮花肥,可促进花发育提高花质量。阴雨天气果树抵抗能力较弱,容易受到外界环境干扰,喷洒壮花肥,可以提高坐果率。

#### 4.2.3 喷施壮果肥

芒果在每年 4~6 月开始坐果,此时是果实的膨大期,给果树喷洒壮果肥可提高芒果果实品质。

### 参考文献:

- [1] 张清树. 芒果幼树管理技术 [J]. 四川农业科技, 2013(11): 38.
- [2] 杨奋, 黄妹. 芒果栽培新技术 [J]. 农技服务, 2009, 26(09): 87, 97.
- [3] 潘启城. 芒果树修剪技术 [J]. 中国园艺文摘, 2010, 26(09): 173.
- [4] 王丽. 芒果栽培技术[J]. 农技服务, 2008(08): 107-108.
- [5] 李琳. 芒果结果期高产栽培管理技术 [J]. 农业与技术, 2016, 36(13): 107-108.
- [6] 魏启亮. 云南山地芒果高产优质种植技术 [J]. 中国热带农业, 2012(02): 68-71.
- [7] 许文. 浅谈海南芒果结果期高产栽培管理技术 [J]. 中国农业信息, 2017(17): 76-77.
- [8] 吴翠荣, 王振辉. 台农 1 号芒果高效栽培管理技术[J]. 现代农业科技, 2009(14): 120, 130.
- [9] 喻良. 元阳县芒果栽培管理技术 [J]. 云南农业科技, 2014 (05): 38-39.
- [10] 陈朋. 芒果高产栽培技术[J]. 南方农业, 2017, 11(12): 17-18.
- [11] 农学明. 芒果栽培技术[J]. 现代农业科技, 2017(13): 87-88.
- [12] 林成卫. 海南芒果高产栽培技术的探讨[J]. 农业科技通讯, 2017(10): 274-275.
- [13] 陆英. 浅析百色优质晚熟芒果栽培技术 [J]. 农业与技术, 2019, 39(08): 93-94.
- [14] 翟培舜. 叶面喷施硼肥对猕猴桃产量及品质的影响 [J]. 中国果菜, 2019, 39(9): 31-34.

# 冬枣高效栽培措施

李志欣,刘进余,岳雷,张卫东,孙月丽,孙一,邱旭东

(沧州市农林科学院,河北 沧州 061001)

**摘要:**冬枣果皮光亮赭红、皮薄肉脆、细嫩多汁、甘甜清香,品质极佳。为大幅度提高冬枣栽培的经济效益,本文介绍了冬枣建园、土肥水管理、整形修剪、花果期管理、病虫害防治、果实贮藏及保鲜等技术,促进冬枣的高效栽培。

**关键词:**冬枣;高效;栽培技术;贮藏保鲜

中图分类号:S665.1

文献标志码:A

文章编号:1008-1038(2019)11-0100-03

DOI:10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.024

## High Efficiency Cultivation Measures of Winter Jujube

LI Zhi-xin, LIU Jin-yu, YUE Lei, ZHANG Wei-dong, SUN Yue-li, SUN Yi, QIU Xu-dong

(Cangzhou Academy of Agriculture and Forestry Science, Cangzhou 061001, China)

**Abstract:** The skin of winter jujube is bright ochre red, thin and crisp, the flesh is tender and juicy, sweet and fragrant, the quality is excellent. The cultivation techniques were introduced such as the establishment of winter jujube garden, soil fertilizer and water management, shaping and pruning, flower and fruit period management, pest control, fruit storage and preservation technology, which can greatly improve the economic benefits of winter jujube cultivation, to promote the efficient cultivation of winter jujube.

**Key words:** Winter jujube; high efficiency; cultivation technology; storage and preservation

冬枣是一种晚熟鲜食果品,在河北沧州一般 10 月上中旬成熟,形状像苹果,平均单果质量 20 g,果皮光亮赭红、皮薄肉脆、细嫩多汁、甘甜清香,品质极佳,营养丰富,可食率达 93.8%,有“百果王”之名<sup>[1]</sup>。冬枣主要是鲜食,本身皮薄质脆,采用适宜的保鲜贮藏技术实现冬枣在元旦、春节期间上市,可以大幅度提高经济效益<sup>[2-3]</sup>。

### 1 建园

冬枣适应性较强,但最适合的土质是较肥沃的壤土或沙壤土,所产的冬枣产量高,品质好。冬枣属于温带落叶果树,其生长发育要求较高的温度,所以萌芽晚,落叶较早。园地应选择光照充足、浇水便利、交通方便、地形开阔无污染的地方<sup>[4]</sup>。选择健壮、无病虫害的苗木,根系完整且长度在 20 cm 以上,嫁接口愈合良好,苗高 120~150

收稿日期:2019-08-19

作者简介:李志欣(1966—),女,副研究员,主要从事果树新品种选育、栽培及加工研究

cm,嫁接部位以上5 cm处茎粗达到1.2 cm以上。砧木可选用金丝小枣或酸枣,按照株行距3 m×4 m栽植<sup>[5-6]</sup>。

## 2 土肥水管理

在冬枣生长季节要及时进行中耕除草,保持土壤疏松。果实采收后,秋施基肥,以优质土杂肥,腐熟畜禽粪便、圈肥等有机肥为主,幼树每株施有机肥25~50 kg,配合磷酸二铵或尿素0.2~0.4 kg;结果树每株施有机肥100~150 kg,配合磷酸二铵或尿素0.5~1 kg,草木灰10 kg或硫酸钾1.5 kg。根部追肥每年两次,萌芽前,以追施速效氮磷为主,幼树每株施磷酸二铵0.1~0.2 kg,成龄树每株施磷酸二铵0.3~0.4 kg;7月上旬幼果膨大期追施氮磷钾复合肥,幼树每株施0.4~0.5 kg,成龄树每株施0.6~1 kg。追肥要在树冠投影外围,多穴施入,深度20 cm左右<sup>[7]</sup>。根外追肥从5月下旬开始至果实采收前一个月进行,每隔半月左右叶面喷肥一次。7月份前可喷施0.3%尿素,后期喷0.3%磷酸二氢钾肥。花期喷尿素和0.2%硼砂混合液,可提高坐果率。推广配方施肥,做到控氮、稳磷、增钾,提倡施用微生物肥、复合肥、冬枣专用肥,有针对性地使用微肥。适时适量施用氮肥,收获前30 d禁止使用化肥,减少其对冬枣的污染。正确使用植物生长调节剂。在枣树萌芽期、花期和果实膨大期,结合追肥各灌溉一次,保证枣园小气候环境的湿度,减轻日灼病的伤害<sup>[8]</sup>,入冬前浇封冻水,雨季注意排涝,防止枣园积水。

## 3 整形修剪

整形修剪是密植枣园生产的关键技术,主要目的是维持树势平衡,保持树冠通风透光,使枝条分布均匀,并有计划地对结果枝更新复壮,保持树体年年丰产。只有采用合理的树形和修剪方法,才能实现枣园的年年丰产。

### 3.1 不同年龄树的修剪

树形主要采用自由纺锤形、多主枝自然圆头形和小冠疏层形。幼龄树要注意增加枝量,加速树冠的形成,提高早期产量。成龄树修剪主要是稳定产量、增强树势、提高果实品质。

### 3.2 不同时期的修剪

整形修剪采取冬夏结合、随树造形的方法。冬季修剪时,对幼龄树按照所整形的结构要求,对于骨干枝上萌发的1~2年生发育枝尽量保留,在主干适当部位采用刻芽、重截和选留自然萌生枣头的方法,培养骨干枝;随着

骨干枝生长,以培养骨干枝同样的方法,促使骨干枝发生枣头,经过摘心控制生长势,使其转化为结果枝组;骨干枝以外的枣头,可先做辅养枝保留利用;结果树的修剪要有计划地对结果枝组进行更新复壮,从而维持较长结果年限,主要通过处理竞争枝,清理徒长枝,回缩延长枝,疏除过密枝、重叠枝、细弱枝、并生枝、损伤枝和病虫枝,改善树冠通风透光条件。夏季修剪,主要是抹芽、疏除过密枣头,调整枝组方向和开张角度,枣头摘心等,可通过调整控制各个新枝的长势和角度,提高坐果率和果实品质。在实际生产中,同一株枣树上,北部、内部和下部由于枝条的遮挡,不会遭受日灼病危害,因此,可在修剪时调整结果枝条的分布,降低日灼病伤害。

## 4 花果期管理

肥水条件好的枣园和5年生以上的壮旺树,在枣树盛花初期进行开甲。5月上旬开始加强对骨干枝、结果枝组间萌生新枣头的管理,不准备做延长枝和结果枝组培养的要基部抹掉。从5月上旬至7月底有计划地依次进行。对留做培养枝组和利用结果的枣头,根据树势强弱和空间大小进行不同程度的摘心。对直立生长的枣头,开花前将其拉成水平状态。如树体一边缺枝或偏冠,可利用拉枝调整树形,增加结果部位;在初花期将蜂箱放入枣园内,能有效提高坐果率,使坐果均匀。如果花期持续高温干旱,可在盛花期每隔2~3 d叶面喷清水一次,一般进行2~3次,喷水时间以傍晚为宜。喷肥和激素可以同时进行。盛花期喷10~15 mg/kg的赤霉素加0.3%~0.5%的尿素溶液,也可喷施0.3%~0.5%的硼砂。一般在6月中下旬疏果2次。

## 5 病虫害防治

### 5.1 农业防治

加强枣园管理,保持树势健壮。秋季可在树干绑草把诱杀越冬害虫,在发芽前刮除树干及枝杈处的翘裂树皮及老皮,清除枯枝落叶,消灭越冬病虫<sup>[9]</sup>。

### 5.2 物理防治

人工捕杀或用黑光灯、性诱剂诱杀桃小食心虫、枣粘虫等成虫<sup>[10]</sup>,或者在树干上涂抹适量的粘虫胶<sup>[11]</sup>,其在上树时会被粘住,不能继续为害,并及时摘除病虫叶和枣果,剪除病虫枝。

### 5.3 生物防治

推广生物防治技术,减少对天敌的伤害。利用天敌是防治虫害的有效手段,不仅能达到防控害虫的目的,还可保护生态环境。桃小食心虫的寄生性天敌有甲腹茧蜂、中国齿腿姬蜂;草蛉是蚜虫、红蜘蛛和绿盲蝽等害虫的天敌,在冬枣园内注意保护天敌,可以对防治以上害虫起到有效作用。

### 5.4 化学防治

早春萌芽时果园喷施石硫合剂,减少越冬病虫基数。防治病虫害的农药应选用高效低毒、低残留且对天敌安全的农药。禁止使用高毒农药,减少病虫害的抗药性,提高防治效果。采收前 20 d 禁止使用一切农药。

#### 5.4.1 绿盲蝽

绿盲蝽主要危害嫩芽、叶、花蕾和幼果,常造成叶片残缺、落花落果,防治不力会严重影响冬枣的产量和品质。绿盲蝽白天隐蔽,夜晚上树为害,可在傍晚时对枣树及树下杂草进行喷药,效果良好。4月中旬至6月根据枣园虫害发作程度及时用药物防治,可选用对天敌危害程度低的药剂实施防治,如万灵和乐斯本。

#### 5.4.2 桃小食心虫

桃小食心虫以幼虫蛀果为害,幼虫在果核周围为害,将虫粪留在果内,严重影响冬枣的产量和品质。用 16% 乐斯本 2 kg 或 48% 辛硫磷乳油 500 g 与细土 15~25 kg 混合,均匀撒施在树干周围的地面上,进行地表防治;在幼虫初孵期喷施 20% 杀灭菊酯乳油 2 000 倍液进行防治。

#### 5.4.3 枣粘虫

枣粘虫以幼虫危害嫩芽、叶、花蕾和果实,可造成受害果早落,发生严重时造成减产甚至绝收。可用溴氰菊酯 5 000~10 000 倍液或杀灭菊酯 4 000~6 000 倍液加 40% 氧化乐果 1 500 倍液配成混合药剂喷雾防治。

#### 5.4.4 枣瘿蚊

枣瘿蚊以幼虫危害冬枣的嫩叶、花蕾和幼果,严重时导致开花少,影响产量。幼果受害后很快变黄脱落,可在 5、6 月份枣瘿蚊为害期间,每间隔 15 d 左右喷 1 次灭幼脉 3 号 2 000 倍液,喷施 3~4 次。

## 6 果实采收及保鲜

贮藏和运输的枣果应适期采收,脆熟期采收最适宜,河北沧州一般为 10 月 8~15 日。需要人工采摘,保证每个枣果都带果柄,轻拿轻放,避免损伤。

采摘后严格分级,剔除有机械损伤、病虫害及畸形的枣果。分级后清洗消毒,消毒吹干后进行预冷,预冷室温度保持在 4~5 ℃,预冷时要使枣果温度在 24 h 内冷却至 5~8 ℃。从采收到预冷的时间不能超过 12 h,最好随采摘随贮藏。

贮藏方法可采用普通恒温贮藏、地窖贮藏、气调贮藏。普通恒温贮藏时要将已预冷的冬枣移入冷库中,一般每箱容量 10 kg。装运时轻装轻放,防止碰伤。装好后快速封口,并在袋侧面打直径 10 mm 的孔各 8~10 个。冷库温度控制-2~1 ℃。地窖贮藏时将预冷之后的冬枣用聚乙烯薄膜袋包装,放入地窖中贮藏。在地窖中安装制冷机,地窖温度控制在 4 ℃ 以下。气调贮藏时要将预冷之后的冬枣放入具有气调设备的冷库中,冷库要求空气相对湿度 95% 左右、氧气含量 3% 左右、二氧化碳含量 3% 左右<sup>[12]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 吕倩. 冬枣病虫害无公害控制措施 [J]. 农家科技, 2014, 7 (3): 7-8.
- [2] 张立树, 刘进余, 肖家良, 等. 提升枣产品高附加值关键问题研究[J]. 农业科技管理, 2013, 32(4): 90-93.
- [3] 张立树, 刘明霞, 岳雷, 等. 沧州枣产业发展的 SWOT 分析研究[J]. 河北林果研究, 2016, 31(3): 257-261.
- [4] 王继贵, 陈超. 沧州枣业栽培现状及发展对策[J]. 天津农业科学, 2009, 15(3): 65-68.
- [5] 李志欣, 刘进余, 张立树, 等. 优质加工型枣新品种沧蜜 1 号特征特性及配套栽培技术[J]. 现代农业科技, 2010(17): 140.
- [6] 刘进余, 刘英敏, 张立树, 等. 沧州市金丝小枣产业现状及稳定持续发展对策 [J]. 河北科技师范学院学报, 2017, 31 (3): 67-71.
- [7] 李志欣, 刘进余, 张立树 等. 优质大果加工型枣新品种‘沧蜜 1 号’[J]. 园艺学报, 2009, 36(7): 1087.
- [8] 薛晓敏, 韩雪平, 陈汝, 等. 果园生草的生态环境效应研究进展[J]. 烟台果树, 2017(2): 1-5.
- [9] 吴逸群, 贾碧云, 马聪. 冬枣主要虫害及防治技术 [J]. 北方园艺, 2018(15): 203-207.
- [10] 于洁, 杨立荣, 贾文军. 枣园桃小食心虫性诱剂测报及防治研究[J]. 中国果树, 2007(3): 40-42.
- [11] 吴静. 冬枣园绿盲蝽发生消长规律及药剂防治研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [12] 安文. 气调包装对果蔬保鲜效果的影响因素[J]. 中国果菜, 2019, 39(6): 20-22, 26.

# 玉田县大白菜种植常见气象灾害及预防措施

庞博

(河北省唐山市玉田县气象局, 河北 唐山 064100)

**摘要:**随着全球气候的不断变暖,异常气象灾害给农业生产造成的危害也越发严重。大白菜作为玉田县的特色农产品之一,在生产过程中时常会遭遇气象灾害,严重影响了大白菜的质量和品质。鉴于此,本文根据玉田县的地理区域位置和气候情况,分析了玉田县大白菜种植的气候条件,并对大白菜生长过程中常遇的气象灾害进行了探讨,最后提出了气象服务措施。

**关键词:**大白菜;气候条件;气象灾害;预防措施

中图分类号: S436 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0103-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.025

## Common Meteorological Disasters and Preventive Measures of Chinese Cabbage Planting in Yutian County

PANG Bo

(Meteorological Bureau of Yutian County, Tangshan City, Hebei Province, Tangshan 064100, China)

**Abstract:** With the global warming, the harm of meteorological disasters to agricultural production is more and more serious. As one of the characteristic agricultural products in Yutian county, Chinese cabbage often encounters meteorological disasters in the production process, which seriously affects the quality of Chinese cabbage. In view of this, according to the geographical location and climate situation of Yutian county, this paper analyzed the climate conditions of Chinese cabbage planting in Yutian county, and discussed the meteorological disasters often encountered in the growth process of Chinese cabbage, and finally put forward the meteorological service measures.

**Key words:** Chinese cabbage; meteorological condition meteorological disaster; preventive measures

大白菜原产于我国,为东北及华北冬、春季主要蔬菜。大白菜可供炒食、生食、盐腌、酱渍等,外层脱落的菜

叶可作为饲料。玉田县隶属于河北唐山市,地处燕山南麓、渤海之滨,境内属北温带大陆性季风性气候,雨热同

收稿日期: 2019-07-08

作者简介: 庞博(1990—),女,助理工程师,主要从事气象观测工作

季,土壤肥沃,非常适合大白菜的生长。玉田县大白菜种植历史悠久,2002年玉田县被河北省农业厅命名为“河北省大白菜之乡”;2008年玉田包尖白菜地理标志证明商标在国家商标局成功注册,成为河北省唯一注册的蔬菜类地理标志证明商标。近年来,玉田县积极整合品牌蔬菜地标产品——玉田包尖白菜的传统特色优势和资源优势,扩大规模,白菜产业已经成为促进县域农业经济发展和农民增收的重要特色产业。但是在全球气候变暖的大背景下,气象灾害频发,给大白菜种植带来一些不良影响。因此,本文重点探讨了玉田县大白菜种植过程中主要的气象灾害以及预防措施。

## 1 玉田县大白菜种植所需气候条件分析

### 1.1 温度

大白菜属于半耐寒性蔬菜,在不同生长阶段所需温度条件有所差异。种子萌发适宜温度为20.0~25.0℃。若温度适宜、土壤保持湿润,大白菜播种3 d后幼苗即可出齐。若温度太高且气候较干燥,则会在苗期出现病毒病<sup>[1]</sup>。大白菜莲座生长阶段要求的适宜温度为17.0~22.0℃;在结球阶段通常需要温和凉爽的气候,所需的适宜温度为12.0~18.0℃。在适宜的热量条件下,白天日照充足,光合作用强,对于大白菜营养物质的生成十分有利;夜间保持冷凉气候,较大的昼夜温差,对于营养物质的储存和积累比较有益<sup>[2]</sup>。玉田县气候温和,四季分明,年平均气温11.6℃,春季(3~5月)平均气温为12.7℃,夏季(6~8月)平均温度为25.0℃,秋季(9~11月)平均温度为12.2℃,冬季(12~翌年2月)平均温度为-3.4℃。玉田县的温度条件非常有利于大白菜的生长发育。

### 1.2 水分

大白菜在幼苗阶段需水量较小,但若土壤含水量低于10%,则会对大白菜发芽及正常出苗带来不利影响;过湿土壤透气性差,对大白菜种子发芽及幼苗出土不利<sup>[3]</sup>。大白菜在苗期及莲座阶段所需水分较多,在适当浇灌后应及时进行中耕,确保大白菜田间表土疏松干燥,下层土壤持水状态良好。通常以20 cm深处土壤含水量处于17%~19%比较适宜。结球阶段为大白菜生长需水量最多的阶段,应确保地面湿润,20 cm深处土壤含水量应大于或等于20%较适宜。据相关资料显示,玉田县年平均降水量为645.7 mm,春季平均降水量为72.6 mm,夏季降水

最为集中,平均降水量为471.1 mm,秋季平均降水量为91.1 mm,冬季平均降水量为10.9 mm。此外,玉田县地下水中偏硅酸及锶的含量达到国家饮用矿泉水标准的界限标准,降水条件以及清澈的水系能保证所产大白菜的品质优良。

### 1.3 光照

大白菜生长过程中需要中等光强<sup>[4]</sup>。一般大白菜光照补偿点为1 500~2 000 lux,饱和点为40 000 lux。充分同化量的最低日照长度约为8 h。大白菜生殖生长要求较长的日照时数,约12 h。玉田县年平均日照时数为2 500 h,充足的光照条件为大白菜的生长提供了保障。

## 2 玉田县大白菜生长过程中常见的气象灾害

### 2.1 低温冻害

大白菜冻害生理温度是0~2℃,在大白菜生长过程中若遇到短期的低温冻害(0~2.0℃),生长还可恢复正常,但若长期处于2.0℃低温状况或更低温度时,则无法恢复<sup>[5]</sup>。玉田县从11月~翌年3月这段时间内出现低温冻害概率较大,一旦大白菜受到冻害可能会出现叶子发黄现象,使大白菜产量下降<sup>[6-7]</sup>。

### 2.2 干旱

由于玉田县年际降水时空分布不均,所以干旱频繁发生,一旦发生在大白菜生长需水关键期,则会造成严重危害<sup>[8]</sup>。玉田县秋季和冬季降水稀少,若在大白菜播种后出现干旱则会使土壤缺水而导致种子无法正常发芽出苗;干旱还会导致大白菜生长滞缓,引发病虫害,影响大白菜正常光合作用,使大白菜减产。此外,干旱天气使大白菜鲜嫩组织丧失,粗纤维增多,影响品质。

### 2.3 涝害

涝害是玉田县的一种主要农业气象灾害。玉田县夏季降水特别集中,易发生暴雨洪涝灾害,轻则使菜园积水严重,大白菜发生机械损伤,引发各种病虫害,降低品质与产量<sup>[9]</sup>,严重的还会导致河水泛滥,菜园被冲毁,致使大白菜绝收,给种植户造成严重经济损失<sup>[10]</sup>。

## 3 气象灾害的应对措施

### 3.1 加强灾害天气应对措施研究

#### 3.1.1 干旱灾害防治措施

强化玉田县土壤墒情的监测,一旦监测到干旱灾害,应充分借助于手机短信、农业气象灾害预警平台发布干

旱灾害预测预报,使农户及时应对,并结合天气情况适时进行人工增雨作业。此外,还应指导农户对大白菜进行合理灌溉。

### 3.1.2 低温冻害防治措施

应及时掌握低温冻害天气发生发展规律,科学调整大白菜生产布局,避免低温冻害的威胁;应充分运用小气候生态环境,增强大白菜抗御低温冷害的能力;同时积极采取地膜覆盖、土壤增温剂等保温措施助力大白菜防御低温冻害<sup>[11]</sup>。

### 3.1.3 涝害防治措施

气象部门应密切关注雨情水情,及时发布强降雨预警信息以及防御要求。对于积水严重的菜园应及时清沟排水,避免积水形成渍涝灾害;对于受灾的大白菜,应科学指导农户做好菜园的精细化管理,确保大白菜能够正常生长。

## 3.2 加强对主要种植区小气候的监测

应在上级气象部门和涉农单位的支持,科学指导农户在大白菜种植的田间装设小气候自动监测仪,强化大白菜生长发育气候条件的长时间监测,确保玉田县大白菜产区各类气候要素监测数据的准确性和完整性,为玉田县大白菜产业提供更为全面、可靠的气象数据资料<sup>[12]</sup>。

## 3.3 组建大白菜种植服务队伍,提升服务水平

应积极和涉农部门、蔬菜公司等相关单位进行沟通合作,为玉田县大白菜产业的发展提供科技指导,增强大白菜种植的科技含量,提升玉田县大白菜产业的核心竞争力。可以结合当地人力资源以及大白菜种植实际,组建一支为大白菜产业服务的技术人才队伍,大幅提升气象服务水平。根据大白菜生长发育的关键时节,为大白菜

种植户提供多层面的技术培训以及种植新技术的指导。特别是强化低温冻害、干旱等气象灾害防御措施的培训及指导,增强种植户防灾减灾能力,尽可能降低灾害给大白菜种植造成的损失。

### 参考文献:

- [1] 徐尧. 浅析大白菜病虫害防控综合技术 [J]. 中国果菜, 2018, 38(07): 87-89.
- [2] 姚腾龙. 大白菜农业气候条件分析[J]. 甘肃气象, 1988(01): 17-18.
- [3] 马蕴贤, 安志信. 京、津地区气候条件和大白菜生产[J]. 北京农业, 1995(12): 65-66.
- [4] 康艳青, 曾颖, 姚敦秋. 冷江市大白菜产量与气象条件分析[J]. 自然科学(文摘版), 2016, 03(12): 182-183.
- [5] 董艳丽, 刘艳霞, 徐树军. 气象灾害对蔬菜的影响 [J]. 农民致富之友, 2007(10): 19.
- [6] 陈芳, 谷晓平, 梁平, 等. 低温冻害对大白菜形态变化的影响[J]. 气象与环境科学, 2017(2): 55-59.
- [7] 于广胜, 冷华, 邹清志. 春季低温冷害对棚室蔬菜生产的影响及预防措施[J]. 北方园艺, 2005(4): 24-25.
- [8] 朱白婢, 周曼, 肖日新. 海南省主要气象灾害对蔬菜生产的影响及防御措施[J]. 长江蔬菜, 2016(1): 55-56.
- [9] 曾月丽, 黎婉珊, 梁智馨. 云浮主要气象灾害对蔬菜生产的影响及对策[J]. 农业与技术, 2016(22): 41-42.
- [10] 古松, 梅再胜, 张经纶, 等. 长江流域主要气象灾害对蔬菜的影响及对策研究[J]. 科学种养, 2018(11): 5-9.
- [11] 何永梅. 蔬菜冷害的发生与防治办法 [J]. 蔬菜, 2014(3): 31-32.
- [12] 王春燕, 刘子宁, 张国华, 等. 平乡县“滏河贡白菜”气象服务要点[J]. 乡村科技, 2019(5): 116-117.

# 马铃薯缺素症状及应对措施

朱默涵

(吉林省公主岭市园艺特产管理站,吉林 公主岭 136100)

**摘要:**马铃薯喜肥,生长过程中需要氮、磷、钾、钙、硼、镁、硫、锌等多种养分,无论缺少哪种元素,都会出现相应的缺素症状。缺素症是生产中常见的一种病症,主要症状为叶片皱缩,导致植株生长态势弱化,严重影响产量和品质。本文分析了马铃薯的需肥特点,总结了马铃薯对各种养分的需求规律及缺素症状,最后提出了马铃薯的施肥技术,以期指导马铃薯种植的科学施肥、合理追肥,达到稳产增产、优质增收的目的。

**关键词:**马铃薯;需肥特点;施肥技术;缺素症状;应对方法

中图分类号: S432 文献标志码: A 文章编号: 1008-1038(2019)11-0106-03

DOI: 10.19590/j.cnki.1008-1038.2019.11.026

## Lacking Element Symptoms and Countermeasures of Potato

ZHU Mo-han

(Gongzhuling Horticultural Specialty Management Station, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** Potato is fond of fertilizer. It needs a variety of nutrients, such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, boron, magnesium, sulfur, zinc in the growth process. No matter which element is lacking, there will be corresponding deficiency symptoms. Deficiency is a common disease in production. The main symptom is leaf shrinkage, which leads to the weakening of plant growth and seriously affects the yield and quality. This paper analyzed the characteristics of potato's fertilizer demand, summarized the laws of potato's demand for various nutrients, the symptoms of lack of nutrients, and the fertilization technology of potato, in order to guide the scientific fertilization and rational topdressing of potato planting, and achieve the purpose of stable production, high quality and income.

**Key words:** Potato; characteristics of fertilizer requirement; fertilization technology; symptom of lack of element; coping method

马铃薯产量高,需肥量大,因此及时追肥补肥,才能够满足其正常生长发育的需要<sup>[1-3]</sup>;缺肥不仅会影响马铃

薯的长势,更会因为养分不足而出现相应的缺素症状,严重影响马铃薯的产量和品质。

收稿日期: 2019-08-25

作者简介: 朱默涵(1986—),女,农艺师,主要从事陆地蔬菜种植技术研究工作

## 1 马铃薯需肥特点

马铃薯属于浅根性作物,根为须根,根系多分布在土壤表层下 40 cm,一般不超过 70 cm<sup>[4-5]</sup>,在砂质土壤中,根深可达 1 m 以上。虽然马铃薯是浅根性作物,但其根系庞大、须根多,吸肥能力较强<sup>[6-7]</sup>。据研究每生产 1 000 kg 马铃薯,需氮 4.4~6.0 kg、磷 1.8~2.8 kg、钾 7.9~12 kg<sup>[8]</sup>。马铃薯喜肥,生育前期需肥量少于后期,是典型的喜钾作物,其次是氮,磷最少。幼苗期长势相对较慢,所吸收的养分也较少,现蕾、开花期长势逐渐加快,需肥量加大<sup>[9]</sup>,生育后期进入生长迅速期,需肥量迅速增多。一般苗期需肥量约占总需肥量的 10%,发棵期约占 30%,结薯期高达 50%以上。

马铃薯需钾量大,苗期需氮、钾量约占总需求量的 20%,磷约占 15%;现蕾、开花期需钾量最多,约占需钾总量的 70%,氮磷约为 50%。生育后期,需钾量迅速下降,约占总量的 5%,对氮、磷吸收多于钾,分别约占总量的 30%和 20%。

马铃薯的生长也离不开多种微量元素,微量元素对于产量和质量的作用与氮磷钾元素同等重要,而且微量元素对于马铃薯品质的作用远高于对产量的作用<sup>[10]</sup>。微量元素还与多种病虫害的发生有密切的关系,适量的微量元素能够平衡植物体内养分。经科学调查和大田生产试验证实,平衡的植物养分能够防治或减轻许多植物病虫害<sup>[3-4]</sup>。

## 2 各种养分的作用及缺素症状

马铃薯喜肥,生长过程中需要氮、磷、钾、钙、硼、镁、硫、锌等多种养分,无论缺少哪种元素,都会出现相应的缺素症状。缺素症是生产中常见的一种病症,主要症状为叶片皱缩,叶脉间具青铜色斑点,导致植株生长态势弱化,严重影响产量和品质。生产中,在加强栽培管理的同时,更要掌握施肥追肥的时机,避免缺素症的出现,保证植株长势良好、薯块正常,确保产量品质和收益。

### 2.1 氮

适量的氮肥能够促进茎叶生长,促使叶色浓绿,提高光合效率,增加有机物质的积累。缺氮时,苗期植株矮小,长势弱化,叶色浅,严重缺氮时叶片变黄。生长后期,基部小叶失绿皱缩,有时呈火烧状,叶片逐渐脱落。氮肥过量,植株徒长,块茎成熟晚,影响产量。缺氮时,可用

0.2%尿素溶液或含氮复合肥叶面喷施。

### 2.2 磷

适量的磷肥能够促进植株生长,增加淀粉含量,提高块茎品质,实现增产。缺磷时,叶片和植株长势均会受到影响,光合作用下降,影响养分的转换与运输,造成减产。严重缺乏时,薯块空心、硬化,影响品质。缺磷时,可用 0.2%~0.3%磷酸二氢钾或 0.5%~1%过磷酸钙水溶液叶面喷施。

### 2.3 钾

适量的钾肥能够促使植株健壮生长,提高马铃薯淀粉和维生素的含量,增强抗病能力,增加产量。缺钾时,会抑制植株生长,造成植株矮化,节间变短,叶小,叶色暗绿,严重时变褐枯死。薯块缺钾时,外形长形或纺锤形,薯肉呈灰黑色。缺钾时,可用 0.2%~0.3%磷酸二氢钾或 1%草木灰浸出液叶面喷施 2~3 次。也可开沟施入硫酸钾、草木灰。

### 2.4 钙

适量的钙元素能够促进茎叶的生长发育,提高叶片的光合作用,利于薯块对养分的吸收,促进产量。缺钙时,顶芽幼叶出现浅绿色条带,逐渐萎缩,顶芽或腋芽坏死。严重缺钙时,块茎小,易畸形,根部易坏死。缺钙时,可用 0.3%~0.5%氯化钙水溶液叶面喷施,3~4 d 喷 1 次,连喷 2~3 次。

### 2.5 硼

适量的硼元素能够提高叶片的光合作效率,对薯块肥大、防治薯块龟裂、提高马铃薯品质具有重要作用。缺硼时,根端、茎端生长点坏死,造成生长停止;叶片粗糙,卷曲,质脆且厚;叶色变浅,逐渐枯萎;块茎呈棕色,坏死。缺硼时,可用 0.1%~0.2%硼砂水溶液叶面喷施,5~7 d 喷 1 次,连喷 2~3 次。

### 2.6 镁

适量的镁元素能够促进叶片生长,使叶色浓绿,提高光合效率。缺镁时,老叶出现黄色病斑,发展后叶片中间或叶缘上生出黄化斑,后期老叶脱落;叶片增厚且质脆。缺镁时,可用 1%~2%硫酸镁水溶液叶面喷施,2 d 喷 1 次,每周喷 3~4 次。

### 2.7 硫

适量的硫元素能够促进植株长势,使叶片繁茂,提高光合效率;使马铃薯块茎变大,皮薄,蛋白质含量高。缺硫时,叶片生长缓慢,多数叶片发黄,幼叶卷曲,严重时叶片上生有褐色斑块;块茎小,皮厚,易畸形。缺硫时,可施用 0.5%硫酸镁等含硫肥料 1~2 次。

## 2.8 锌

适量的锌元素能够促使植株长势健壮,叶片生长良好,利于光合作用及养分的转换。缺锌时,会抑制植株生长,叶片小,叶缘向上卷曲,节间短;严重缺锌时,叶柄、茎上会生出棕色病斑点。缺锌时,可用0.5%硫酸锌溶液叶面喷施2~3次。

## 2.9 铜

适量的铜元素能够增强植株呼吸能力,增加叶绿素含量,延缓叶片衰老,增强抗旱能力,提高薯块的蛋白质含量,实现增产。缺铜时,植株长势较弱,叶色淡,叶绿素含量低,叶片早衰;植株抗病力下降,易染病,导致减产。一般土壤pH高和氮肥用量大的地块易缺铜。缺铜时,可喷洒0.1%硫酸铜溶液,补充铜元素。

## 2.10 铁

适量的铁元素能够促进叶片及植株的生长发育,增加叶绿素,增强叶片的光合效率。缺铁时,幼叶失绿黄化,心叶白化;褪绿组织向上卷曲,严重时叶子变黄,甚至变白。缺铁时,可用0.5%~1%硫酸亚铁溶液,叶面喷洒2~3次。

# 3 马铃薯生产过程中的施肥技术

## 3.1 底肥

马铃薯生育期较短,喜凉爽、养分充足的土壤环境。结合整地施足底肥,底肥以充分腐熟的有机肥为主。一般每667 m<sup>2</sup>施2 000~4 000 kg腐熟的有机肥,并配施尿素、磷酸二铵、硫酸钾各30~50 kg<sup>[1]</sup>。当地力不足,钙、镁元素不足时,要适量增施。顺播沟条施或穴施在种薯上,再覆土,覆土层要适宜。通过施肥补肥,能够有效地改善土壤种植环境,为植株提供适宜的生长环境和生长条件,为增产增收奠定基础。

## 3.2 追肥

地力好、底肥足的地块苗期可不追肥,反之要适量追肥,以促进幼苗长势健壮。可在80%幼苗高12~16 cm时,追施速效氮肥15~20 kg的保苗肥。现蕾前结合中耕除草、松土培土时进行追肥,可追施5~8 kg氮肥。现蕾、开花期,株高40 cm左右时要及时追施90 kg氮肥。现蕾、开花期追肥要及时,以促进现蕾、开花、结薯,此期以追钾肥为主,追施氮肥不宜过多,避免植株徒长,可追施粪肥800~1 000 kg,钾肥15~20 kg。追施促薯肥,能够有效满足结薯期所需要的养分,从而早结薯,多结薯。可追施史丹利高氮高钾复合肥25~30 kg,追肥不宜过迟,否则会造成茎叶徒长,结

薯缓慢,产量下降。结薯后期,为避免植株早衰,可根外追肥0.5%尿素溶液和0.2%磷酸二氢钾溶液等<sup>[2]</sup>。

## 3.3 叶面追肥

马铃薯生产中,在满足氮磷钾肥的同时,还要满足其对微量元素如钙、镁等的需求。要根据地力、植株长势等方面的具体情况,酌情进行叶面追肥。一般可在幼苗期进行1~2次叶面追肥,现蕾、开花、结薯期喷施2次叶面肥。尤其是在块茎形成期和膨大期,及时适量地进行叶面喷肥,能够降低因缺素造成的许多病症,确保马铃薯的产量和品质,一般叶面喷施0.5%尿素和0.3%磷酸二氢钾2~3次<sup>[3]</sup>,根据植株长势酌情掌握间隔时间,不可盲目为了追求产量而喷施膨大素等生长调节剂。需要注意的是,叶面肥宜在晴好天气的早晚进行,不宜在雨天喷施,否则雨水会稀释肥料,影响喷肥效果。根外追肥要控制好浓度,避免浓度过高或过低。

## 参考文献:

- [1] 李维忠. 定西地区马铃薯施肥技术研究初报 [J]. 中国马铃薯, 1998(2): 94-96.
- [2] 李清和. 马铃薯施肥技术[J]. 农村实用科技信息, 2012(3): 23.
- [3] 李云平. 马铃薯施肥效应与施肥技术研究 [J]. 陕西农业科学, 2007(5): 150-151.
- [4] 马建国. 马铃薯施肥技术试验与效益分析 [J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(5): 32-33.
- [5] 陈永兴. 马铃薯缺素症状诊断和防治方法 [J]. 中国蔬菜, 2006, 1(8): 53-55.
- [6] 朱富春. 马铃薯缺素症状与预防措施[J]. 耕作与栽培, 2013(4): 58-58.
- [7] 陈永波, 赵清华, 袁明山, 等. 微量元素缺乏与过量对脱毒马铃薯苗生长的影响[J]. 中国马铃薯, 2005, 19(1): 10-12.
- [8] 张文忠. 马铃薯的生长习性 & 需肥特点 [J]. 农业与技术, 2013, 243(22): 34.
- [9] 龙胜碧, 张玉梅, 黄万花, 等. 黔东南低山盆坝地区冬种马铃薯肥料利用率分析[J]. 耕作与栽培, 2018(1): 9-11.
- [10] 赵丽娟. 马铃薯施肥存在问题及改进方法 [J]. 现代畜牧科技, 2012(1): 246-246.
- [11] 黎应文. 冬种马铃薯不同施肥量对产量及主要经济性状的影响[J]. 中国马铃薯, 2015(4): 41-42.
- [12] 赵继军. 马铃薯几种施肥技术[J]. 农民致富之友, 2016(12): 48.
- [13] 李佩华, 彭徐. 马铃薯叶面喷施稀土肥料效应研究[J]. 黑龙江农业科学, 2012(11): 44-47.