

现代果蔬花卉深加工与应用丛书



# 果蔬花卉提取 技术与应用

李建颖 主编



化学工业出版社

现代果蔬花卉深加工与应用丛书



# 果蔬花卉提取 技术与应用

李建颖 主编

贵州师范学院内部使用



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了果蔬花卉原料的物理和化学特性、提取的物质的种类和特点、常用的提取技术的原理和操作方法,从果品、蔬菜、观赏植物和药食同源类产品四个方面论述了色素、果胶、多糖、油类物质和功能性物质的提取方法、工艺流程和操作方法,内容翔实,实用性强。

本书可供从事果蔬花卉深加工的企业、高等及大专院校和科研院所的专业人员阅读和参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬花卉提取技术与应用/李建颖主编. —北京:化学工业出版社, 2019. 8  
ISBN 978-7-122-34615-5

I. ①果… II. ①李… III. ①果蔬加工②花卉加工 IV. ①TS255.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 111310 号

责任编辑:张艳 刘军  
责任校对:宋玮

文字编辑:杨欣欣  
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司  
710mm×1000mm 1/16 印张12½ 字数230千字 2019年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888 售后服务:010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究



# “现代果蔬花卉深加工与应用丛书”

## 编委会

主 任：李树和 李建颖

委 员（按汉语拼音排序）：

卜路霞 池 明 董丽君 段亚云 高海燕

关文强 李建颖 李 明 李树和 刘建霞

刘玉冬 石 军 王梦怡 张桂霞 赵彦巧

郑金锐 郑 覃



---

## 前言 FOREWORD

---

随着人们生活水平的提高,果蔬花卉产业不断发展,且其产量持续增长。果蔬花卉产品中含有丰富的色素、果胶质、多糖等有益物质,但在果蔬花卉食用、观赏和深加工的过程中,存在着严重的资源浪费。果蔬皮渣约占果蔬产品的30%~40%,这些加工过程中产生的副产物很多时候被当作废弃物处理,不仅污染环境,也是有效成分的浪费。科学有效地对这些果蔬副产品进行深加工,对有益成分进行提取利用,提高经济效益,十分必要。

本书介绍了果蔬花卉原料的物理和化学特性、提取物质的种类和特点、常用提取技术的原理和操作技术,从果品、蔬菜、观赏植物和药食同源类产品四个方面论述了色素、果胶、多糖、油类物质和功能物质的提取方法、工艺流程和操作技术。全书共分六章。第一章介绍了果蔬花卉原料的特点、有效提取成分的种类以及常用的提取试剂和设备。第二章对现代主要提取技术的原理和特点进行了分类介绍,包括超临界流体萃取技术、超声波提取技术、固相萃取技术等。第三~六章详细介绍了果品、蔬菜、观赏植物、药食同源类产品中色素、果胶、多糖、油类物质等有效成分的提取技术和实例。

本书内容翔实,语言通俗易懂,实用性较强,为读者在果蔬花卉提取技术领域提供了较全面的参考资料。

本书由李建颖主编。在此对在本书编写过程中提供各种支持的卜路霞、李明等表示衷心感谢。天津市科学技术普及项目——普及食品添加剂知识读本(13KPXM01SY008)对本书的出版给予了支持。

由于笔者水平有限,加之时间仓促,在本书中难免有疏忽和不足之处,恳请各位专家、同行及广大读者批评指正。

主编

2019年5月于天津商业大学



---

## 目 录 CONTENTS

---

### 01 | 第一章 概 述 / 001

#### 第一节 果蔬花卉原料的特性与选择 / 001

##### 一、果蔬花卉原料的物理特性 / 002

##### 二、果蔬花卉原料的成分及化学特性 / 002

#### 第二节 提取物质的种类 / 004

##### 一、果胶类物质 / 004

##### 二、色素类物质 / 006

##### 三、油类物质 / 007

##### 四、除果胶外的其他多糖类物质 / 009

##### 五、功能性物质 / 009

#### 第三节 果蔬花卉产品提取技术中常用的试剂与设备 / 013

##### 一、常用试剂 / 013

##### 二、主要设备 / 014

### 02 | 第二章 果蔬花卉产品的现代提取技术 / 016

#### 一、超临界流体萃取技术 / 016

#### 二、超声波提取技术 / 017

#### 三、微波溶样及微波辅助萃取技术 / 018

#### 四、固相萃取技术 / 019

#### 五、酶法提取技术 / 020

#### 六、其他萃取技术 / 021

### 03 | 第三章 果品的提取技术与实例 / 023

#### 第一节 果胶的提取技术与实例 / 023

一、西番莲中果胶的提取技术	/ 023
二、柿子皮中果胶的提取技术	/ 025
三、猕猴桃中果胶的提取技术	/ 026
四、柚子中果胶的提取技术	/ 027
五、苹果中果胶的提取技术	/ 029
六、菠萝中果胶的提取技术	/ 030
第二节 色素的提取技术与实例	/ 031
一、葡萄皮中色素的提取技术	/ 031
二、枣中色素的提取技术	/ 033
三、草莓中色素的提取技术	/ 034
四、板栗壳中色素的提取技术	/ 035
五、橘皮中色素的提取技术	/ 036
六、木莓中色素的提取技术	/ 039
七、石榴皮中色素的提取技术	/ 039
八、柿子中色素的提取技术	/ 040
九、柚子皮中色素的提取技术	/ 042
十、桑椹中色素的提取技术	/ 044
十一、苹果皮中色素的提取技术	/ 044
第三节 油类物质的提取技术与实例	/ 045
一、核桃中油类物质的提取技术	/ 045
二、葡萄籽和皮中油类物质的提取技术	/ 048
三、柑橘中油类物质的提取技术	/ 051
第四节 多糖的提取技术与实例	/ 054
一、大枣中多糖的提取技术	/ 054
二、无花果中多糖的提取技术	/ 056
三、桂花中多糖的提取技术	/ 058
第五节 功能性物质的提取技术与实例	/ 059
一、菠萝中纤维的提取技术	/ 059
二、银杏叶中功能性物质的提取技术	/ 061
三、葡萄中蛋白质的提取技术	/ 062
四、猕猴桃中超氧化物歧化酶的提取技术	/ 063
五、无花果中蛋白酶的提取技术	/ 065
六、木瓜中功能性物质的提取技术	/ 066

## 04 | 第四章 蔬菜的提取技术与实例 / 069

第一节 果胶的提取技术与实例	/ 069
----------------	-------

一、胡萝卜中果胶的提取技术	/ 069
二、甜菜渣中果胶的提取技术	/ 070
三、马铃薯中果胶的提取技术	/ 072
四、西兰花茎叶中果胶的提取技术	/ 073
五、南瓜中果胶的提取技术	/ 074
第二节 色素的提取技术与实例	/ 075
一、胡萝卜中色素的提取技术	/ 075
二、萝卜中色素的提取技术	/ 077
三、辣椒中色素的提取技术	/ 080
四、番茄中色素的提取技术	/ 083
五、莴笋叶中色素的提取技术	/ 085
六、苋菜中色素的提取技术	/ 086
七、紫菜薹茎皮中色素的提取技术	/ 087
八、紫甘蓝中色素的提取技术	/ 088
九、甜菜中色素的提取技术	/ 089
十、茄子皮中色素的提取技术	/ 090
十一、南瓜中色素的提取技术	/ 091
十二、芹菜叶舌中色素的提取技术	/ 092
十三、黄姜中色素的提取技术	/ 093
十四、牛蒡叶中色素的提取技术	/ 094
十五、荸荠皮中色素的提取技术	/ 094
第三节 油类物质的提取技术与实例	/ 095
一、大蒜中油类物质的提取技术	/ 095
二、姜中油类物质的提取技术	/ 098
三、洋葱油类物质的提取技术	/ 100
四、芥菜种子中油类物质的提取技术	/ 101
五、甜瓜籽中油类物质的提取技术	/ 101
第四节 多糖的提取技术与实例	/ 102
一、木耳中多糖的提取技术	/ 102
二、南瓜中多糖的提取技术	/ 104
三、金针菇中多糖的提取技术	/ 106
四、香菇中多糖的提取技术	/ 108
五、苦瓜中多糖的提取技术	/ 111
六、牛蒡根中多糖的提取技术	/ 112
七、甜菜块茎中多糖的提取技术	/ 113

八、魔芋中多糖的提取技术 / 114

九、荸荠中多糖的提取技术 / 116

#### 第五节 功能性物质的提取技术与实例 / 117

一、芦笋中芦丁的提取技术 / 117

二、甘薯中纤维的提取技术 / 118

三、菊芋中菊糖的提取技术 / 120

四、姜中功能性物质的提取技术 / 122

五、辣椒中辣椒精的提取技术 / 123

六、葛根中葛粉的提取技术 / 124

七、油菜籽中单宁的提取技术 / 124

八、茴香中功能性物质的提取技术 / 125

九、豌豆中蛋白质的提取技术 / 127

## 05

### 第五章

#### 观赏植物的提取技术与实例 / 130

##### 第一节 色素的提取技术与实例 / 130

一、紫叶小檗叶子中色素的提取技术 / 130

二、牵牛花中红色素的提取技术 / 131

三、虎杖茎叶中色素的提取技术 / 132

四、栀子果实中色素的提取技术 / 132

五、一串红中色素的提取技术 / 136

六、万寿菊中色素的提取技术 / 136

七、灵芝中色素的提取技术 / 137

八、紫荆花中色素的提取技术 / 138

九、黄刺玫果实中色素的提取技术 / 139

十、黑眼菊中色素的提取技术 / 140

十一、女贞果实中色素的提取技术 / 140

##### 第二节 多糖的提取技术与实例 / 141

一、芦荟中多糖的提取技术 / 141

二、灵芝中多糖的提取技术 / 143

##### 第三节 功能性物质的提取技术与实例 / 146

一、苜蓿中食用蛋白质的提取技术 / 146

二、荷叶中黄酮的提取技术 / 148

三、金银花抗氧化剂的提取技术 / 149

四、菊花中黄酮类物质的提取技术 / 150

06 | 第六章  
药食同源类产品的提取技术与实例 / 151

第一节 油类物质的提取技术与实例 / 151

- 一、薄荷中精油的提取技术 / 151
- 二、丁香中挥发油的提取技术 / 152
- 三、花椒中精油的提取技术 / 154

第二节 多糖的提取技术与实例 / 155

- 一、白果（银杏果）中多糖的提取技术 / 155
- 二、茯苓中多糖的提取技术 / 156
- 三、百合中多糖的提取技术 / 157
- 四、桔梗中多糖的提取技术 / 159
- 五、枸杞中多糖的提取技术 / 161
- 六、佛手中多糖的提取技术 / 162
- 七、黄精中多糖的提取技术 / 163
- 八、人参中多糖的提取技术 / 165
- 九、甘草中多糖的提取技术 / 166

第三节 功能性物质的提取技术与实例 / 168

- 一、白芷中香豆素的提取技术 / 168
- 二、八角茴香中莽草酸的提取技术 / 169
- 三、百合中皂苷的提取技术 / 170
- 四、麦芽中原花青素的提取技术 / 171
- 五、槐米中芦丁的提取技术 / 172
- 六、黑果枸杞中花色苷的提取技术 / 174

附 录 / 176

- I 生化产品的安全生产和防护 / 176
- II 常用酸碱的相对密度和浓度的关系 / 180
- III 常用缓冲溶液的配制方法 / 180
- IV 常用易燃有机溶剂的性能 / 183

参考文献 / 185



# 第一章 概述

Chapter

果蔬花卉原料的提取技术是指利用物理、化学、生化的原理和方法，在不破坏有效成分的结构和功能的条件下，较高纯度地分离出有效成分的技术方法。它是一项严格、细致、复杂的工艺过程，涉及多方面的知识和操作技术。由于分离纯化的有效成分的结构和理化性质不同，分离方法也会不同，即使是同一类有效成分，其原料不同，使用的方法差别也很大。因此，不可能有一个统一的方法。

一般情况下，从植物材料中提取有效成分的过程大体可分为六个阶段：①原料的选择和预处理；②原料的粉碎；③从原料中提取有效成分，制成粗品；④纯化粗制品；⑤干燥及保存；⑥制成成品或制剂。

不是每种提取技术都完整地具备以上六个阶段，也不是每个阶段都截然分开。选择性提取，包含着分离纯化；沉淀分离包含着浓缩；选择分离纯化的方法及各种方法的先后次序也因材料而异。选择性溶解和沉淀是经常交替使用的方法，贯穿整个分离过程中。各种柱色谱分离技术常放在纯化的靠后阶段，只有在原料达到一定纯度后进行结晶才能收到良好的效果。总之，不论是哪个阶段，使用哪种操作技术，都必须注意在操作中有效成分的分子不被破坏，防止有效成分发生变性和降解。

## 第一节 果蔬花卉原料的特性与选择

水果、蔬菜、花卉除可提供人们丰富的维生素、矿物质及膳食纤维外，还可以提供有机酸、含氮物质、色素、芳香物质、酶、糖苷类等生理活性物质，从中可提取香精油、果胶、有机酸、食用色素和功能性物质等。此外，许多植物中还含有生物碱、强心苷、黄酮、皂苷、鞣质等众多药理成分，如银杏、葛根、芦荟等。从植物中提取有效功能性物质已逐渐引起重视，提取物品种逐年增加，因

为它们是保健食品及生物制药的原料。

## 一、果蔬花卉原料的物理特性

果蔬的物理性状测定是确定采收成熟度、识别品种特性、进行产品标准化的必要措施。新鲜果实是活的有机体，采取适当措施降低其生物反应活性是保证贮藏特性的主要手段，如低温、惰性气体等。欲控制适合于新鲜果蔬的环境，首先就要测定其在贮藏期中的物理性状，了解其在不同环境中的变化。

### 1. 重量

取若干待测果蔬，分别称重，记录单果重，并求其平均果重。

### 2. 色泽鲜度

观察记载果蔬的表皮薄厚、底色及面色状态。如叶菜类蔬菜的底色可分为深绿、绿、淡绿、绿黄、浅黄和乳白等。也可用特制的颜色卡片进行比较，分成若干级。果蔬因种类不同，显出的面色也不同。应记录颜色的种类、深浅及占果蔬表面积的百分数。

### 3. 容重

果蔬容重是指  $1\text{m}^3$  容积内果蔬的重量，单位为  $\text{kg}/\text{m}^3$ ，它与果蔬的包装、运输和贮藏关系十分密切。

### 4. 硬度

果蔬的硬度是指果蔬抗压能力的强弱，以单位面积上承受的压力表示，单位为 Pa。果蔬抗压能力愈强，其硬度就愈大，也愈耐贮藏。果蔬硬度大小是衡量果蔬本身特性和贮藏过程中及结束贮藏时果蔬品质好坏的重要指标之一。

## 二、果蔬花卉原料的成分及化学特性

果蔬花卉原料中的化学成分很复杂，每一种植物都可能含有多种成分。进行植物化学成分提取分离时，如果方法和处理条件不当，可能会使某些化学成分发生结构上的变化，从而使它们的生理活性也发生改变。因此，对植物有效成分的提取，必须缜密、全面地进行。

### 1. 水分

果蔬花卉原料中的水分存在两种状态：一种是游离水，可溶性物质就溶于这类水中，易蒸发；另一种是胶体结合水，不仅不易蒸发，就是人工排除也十分困难，只有在高温或低温冷冻的条件下才可分离。植物的生理和生化变化离不开水分，水分的减少可以激活植物中的某些酶，常常引起原料中化学成分的改变，从而使原料的品质劣变。

### 2. 糖类物质

果蔬花卉原料中的糖类物质（又称碳水化合物）种类很多，可以分为单糖

(如葡萄糖、果糖)、二糖(如蔗糖)、多糖(如淀粉、纤维素、半纤维素、果胶等)。淀粉是一种不溶于水的糖类物质,相对密度在1.5~1.6之间。淀粉在一些植物中的含量因其成熟度不同而异,在未成熟前含量多,随着果实的成熟或后熟而减少。淀粉可转化为糖,而糖也可转化为淀粉。纤维素是植物细胞壁的主要成分,是构成植物的“骨架”物质,它们的含量与存在状态决定着细胞壁的弹性、伸缩强度和可塑性。

### 3. 含氮物质

含氮物质主要是蛋白质、氨基酸和酰胺,另外有极少量的硝酸盐。蛋白质对植物体内的各种代谢方式和速度有很大影响。蛋白质在50℃以上可与单宁(鞣质)结合,发生聚合反应。

### 4. 维生素

维生素一般分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。脂溶性维生素主要有维生素A、维生素D、维生素E、维生素K等;水溶性维生素有B族维生素、维生素C等。维生素的分解速度受温度、pH、金属离子及紫外线等的影响。高温贮藏与加工会导致维生素C的分解和破坏;Cu、Ag、Fe等金属离子及紫外线能促进维生素被氧化。所以在加工中应使用不锈钢的工具和设备,并将原料贮存在避光处。

### 5. 有机酸

果蔬的酸味主要来自一些有机酸,除包含柠檬酸、苹果酸和酒石酸外,还包含少量的琥珀酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、绿原酸、咖啡酸、阿魏酸、水杨酸等。蔬菜的含酸量相对较少,但有些蔬菜如菠菜、茭白、苋菜、竹笋等含有较多的草酸。

### 6. 芳香物质

醇、酯、醛、酮和萜等化合物,是构成果蔬香味的主要物质。它们大多是挥发性物质,且多具有芳香气味,故称为芳香物质,也称精油。正是这些物质的存在赋予果蔬花卉特定的香气和味感。它们的分子中都含有一定的基团如羟基、羧基、醛基、醚基、酯基、苯基、酰氨基等。这些基团称为“发香团”,它们的存在与香气的形成有关,但与香气种类无关。

### 7. 单宁物质

果蔬花卉体内广泛存在着单宁物质,未成熟的果实中含量较多,随着果实成熟,单宁物质含量逐渐减少。单宁物质易溶于水,具有收敛性涩味。单宁物质易被氧化而变色。许多水果去皮或切开后,在空气中会产生褐变,即由单宁引起。单宁遇 $\text{Fe}^{3+}$ 等金属离子也会发生变色,所以在原料的采收、贮运时应尽量采取保护措施,避免原料的机械损伤;提取成分尽量避免与铁制器具接触。

### 8. 色素

水果、蔬菜、花卉能呈现五彩缤纷的颜色,是由于其体内存在的多种色素。

在植物中最常见的色素物质有叶绿素、类胡萝卜素、黄酮色素、花青素和酯类化合物。叶菜类蔬菜含有大量的叶绿素；植物果实的果皮、果肉中含有花青素和黄酮类化合物。色素受温度、光线、细胞内 pH、金属离子影响较大。

### 9. 矿物质

果蔬花卉原料中含有多种矿物质，主要的组成元素有 Ca、K、Fe、Mg、P、S、Si 等。这些元素有的以硫酸盐、磷酸盐、硅酸盐和有机酸盐等状态存在，有的则与果胶质等有机物质结合在一起形成络合物。80% 的矿物元素是 Na、K、Ca 等金属元素，磷和硫等非金属元素约占 20%。

### 10. 酶

酶是由活细胞产生的具有催化活性的一类蛋白质。生物体内的代谢反应，几乎全部是在酶的催化作用下进行的。可以说，没有酶，就没有代谢反应，生命将停止运动。植物体内含有丰富的酶类，它们催化各种各样的生物代谢反应，与原料的贮藏加工有着密切的关系。酶对环境因子十分敏感，温度、pH、金属离子都能显著改变酶的活性，使酶活性受到抑制或激活。因此，在贮藏和提取过程中如果处理不当，会降低有效成分的提取率。然而，巧妙地运用酶的活性可以提高有效成分的含量，从而提高提取率。

## 第二节 提取物质的种类

### 一、果胶类物质

果胶是一种高分子植物性天然胶体物质，是植物细胞壁的组成部分，广泛存在于果蔬花卉中。果胶本身无味，也没有什么营养价值。果胶主要存在于植物的果实、直根、块根、块茎、花器等植物器官中。水果中含有较多的果胶物质，如山楂、苹果、杏、李、梨、柑橘等果实中含量甚丰。蔬菜中果胶含量也很高，但高甲氧基果胶含量低，所以其果胶的凝胶能力也低。

#### 1. 果胶的化学结构

果胶类物质在植物体内以原果胶、果胶和果胶酸三种形式存在。从广义上说，“果胶”为原果胶、果胶和果胶酸三者的总称。果胶是一种线型多糖聚合物，其分子的链状结构短于纤维素而长于淀粉分子，分子量为  $5 \times 10^4 \sim 2 \times 10^5$ 。

(1) 原果胶 原果胶是细胞壁中胶层的组成部分，不溶于水，与纤维素结合在一起，在植物的细胞间具有黏结作用，能影响组织的强度和密度。未成熟的果实细胞壁内有原果胶存在，所以组织坚硬。在水果成熟的过程中，由于原果胶酶的作用，原果胶被逐渐分解为果胶和纤维素，因而成熟的水果组织也就随之松弛而变软。原果胶在水或酸性溶液中加热，同样也会水解成果胶。

(2) 果胶 果胶是很多 D-半乳糖醛酸分子经  $\alpha$ -1,4-位碳原子由氧桥连接而成的链状聚合物, 其部分羧基被甲醇所酯化。每个分子含几百至 1000 个聚合单元。

理论上, 果胶的羧基全部被酯化时, 甲氧基约占分子量的 16.32%, 但实际上羧基不可能完全被酯化, 故最高值只有 12%~14% (以灰分干基计算)。通常将甲氧基含量为 7% 以上的果胶称为高甲氧基果胶, 而将甲氧基含量低于 7% 的称为低甲氧基果胶或低酯化果胶。果胶为白色无定形物质, 无臭无味, 可溶于水。果胶在凝果胶酶或在稀酸与稀碱的作用下, 极易水解 (脂解) 脱去甲氧基而生成果胶酸和甲醇。

(3) 果胶酸 果胶酸是果胶的甲氧基全部被脱去, 羧基完全游离的多聚半乳糖醛酸, 不溶于水。果胶酸的部分羧基有时与  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  等离子结合, 生成果胶酸盐, 因此又可将其分为水溶性的果胶酸盐和不溶性的果胶酸盐。

## 2. 果胶的胶凝特性

果胶是亲水胶体物质, 它的水溶液在适当条件下可形成有弹性的凝胶。果胶溶液的温度、含糖量、pH、分子量、酯化度都可以影响果胶形成凝胶。温度过低不能形成凝胶, 而糖起脱水剂作用, 酸则能消除果胶分子的负电荷。含糖量低于 50%、pH 高于 4 时, 不易形成凝胶。在含糖量、温度、pH 适当的情况下, 影响果胶胶凝能力的主要因素是果胶的分子量和酯化程度。果胶的胶凝能力与果胶的分子量成正比。随着分子量的增加, 在标准条件下形成凝胶的能力也随之增强。

高度酯化的果胶中如果存在  $Ca^{2+}$ , 不能直接形成凝胶。只有在缺少  $Ca^{2+}$ 、含糖量超过 50%、低 pH 的情况下才形成凝胶。低酯化 (低甲氧基) 果胶在没有糖存在时也能形成稳定的凝胶, 但必须有二价金属离子 (如  $Ca^{2+}$ ) 在果胶分子间形成交联键才能形成凝胶。这种凝胶用来加工不含糖或低糖的营养果酱或果冻。

## 3. 果胶的用途

果胶的胶凝性质早在几百年前就已被发现, 但商用果胶的分离仅仅开始于 20 世纪初。今天, 果胶生产技术的发展已使人们能生产出许多类型的果胶, 使果胶成为食品及医药等工业中广泛使用的稳定剂和质构添加剂。

### (1) 食品加工

① 棒冰、冰淇淋。起乳化稳定作用, 可增加浆料黏度, 促进脂肪乳化, 保持乳状液的均匀稳定, 使冰淇淋口感细腻、滑爽。

② 果酱、果子冻。可有效地改善果酱的细腻度, 使其具有良好的流动性, 易灌注, 适合各种风味果酱的生产。

③ 果冻。添加的果胶的胶凝使果冻增加弹性和韧性的组织，并可补充天然果胶含量不足，减少胶体的脱水收缩，增添香味，使口感顺滑爽口。

④ 乳酸饮料。果胶的耐酸性胶体，对酸牛奶和酸乳酪饮料起稳定作用，可延长制品的保存期。

⑤ 果汁。果胶在果汁中有明显的增稠作用，其黏度特性使果汁具有鲜榨果汁的风味，能够达到天然饮料的逼真效果。

⑥ 带果肉型饮料。可解决含果肉悬浮饮料的分层、粘壁问题，可增强果肉的悬浮效果，给予制品纯正的口感。

⑦ 软糖。果胶可使软糖晶莹透明，富有弹性，不粘牙，酸甜可口，提高产品品质，是高级糖果的理想添加剂。

⑧ 焙烤食品。果胶通过与面筋中的麦醇溶蛋白相互作用，有助于提高冷冻面团的持气性，增加成品体积，同时增强口感，延长面包的货架寿命，还可用于三明治、月饼等焙烤制品中。

(2) 医药保健 众所周知，膳食纤维能为健康带来很多好处。最近，研究重点已经转移到可溶性纤维及其在一些药物中的作用。研究结果显示果胶在各种反应机制及新陈代谢途径中都有显著效果，这使其成为一种令人感兴趣的配料。研究显示，果胶可能对大肠杆菌具有一定抗菌效果。果胶在治疗饮食过量引起的肥胖时有降低体重的效果。果胶作为一种天然的预防性药物在处理从消化道进入人体的  $Pb^{2+}$ 、 $Hg^{2+}$  等有毒离子时非常有效。另外，果胶还有抑制血糖浓度、降低胆固醇及抗癌的功效。

(3) 其他工业 在其他工业中，果胶可用作水油乳浊液的乳化稳定剂。天然果胶制成的薄膜可被生物降解并易于回收利用，在某些体外医疗中也得到了应用，从而引起了人们的极大兴趣。另外由于果胶具有成膜特性，可用作造纸和纺织的施胶剂，制备超速离心膜和电渗析膜，制备铅蓄电池中的硫酸溶胶。将 1% 的果胶与硫酸混合可制备无气泡溶胶。

在食品、医药和其他工业中，果胶被广泛用作组织成形剂、乳化剂和稳定剂。用果胶制作的饮料吸管，当液体流过吸管时，果胶层中的色素和风味物质就会释放出来。因此，开发和改造现有果胶提取工艺，获得理想品质的果胶，具有重要的现实意义。

## 二、色素类物质

果蔬花卉呈现五彩缤纷的颜色，是由于体内存在的多种色素物质。植物色素是构成人类食用天然色素的主体。天然植物色素分别存在于果蔬花卉的花、果、皮、茎、叶和根中。作为重要的食品添加剂，天然植物色素可以广泛应用于饮料、糖果、糕点、酒类等食品的着色，也可以用于医疗保健品、化妆品的着色。

植物色素的研究和开发有着广阔的前景和发展潜力。

### 1. 色素的分类

根据植物色素的溶解性差异,可分为水溶性色素和脂溶性色素两大类。水溶性色素一般易溶于水或酒精,不溶于乙醚、氯仿等有机溶剂,如甜菜红色素、花青素等。脂溶性色素一般不溶于水,易溶于酒精、乙醚和氯仿等有机溶剂。常见的脂溶性植物色素有叶绿素、叶黄素、胡萝卜素、番茄红色素和辣椒红色素等。

果蔬花卉中的天然色素按其化学结构的不同可分为四大类:

(1) 吡咯衍生物类色素 吡咯衍生物类色素是以四个吡咯环构成的卟吩为基础的天然色素,广泛地存在于绿色植物的叶绿体中,叶绿素是其主要代表。在高等植物中,叶绿素主要有两种类型,即叶绿素A(呈蓝绿色)和叶绿素B(呈黄绿色)。叶绿素广泛存在于绿色植物叶中,是一种含有镁原子的卟啉衍生物。

(2) 多烯类色素 多烯类色素是以由异戊二烯( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ )为单元组成的共轭双键长链为基础的一类色素,为脂溶性色素,主要存在于绿色植物的果实中,如类胡萝卜素、番茄红素、辣椒红素和叶黄素等。

(3) 酚类色素 酚类色素为水溶性或醇溶性色素,是多元酚的衍生物,可分为黄酮类、花青素类和单宁类三大类。如矢车菊色素、天竺葵色素、飞燕草色素、芍药色素、牵牛花色素和橙皮素等。

(4) 酮类和醌类衍生物色素 酮类和醌类衍生物色素种类较少,主要存在于植物的地下茎和霉菌分泌物及红甜菜中,如姜黄色素、甜菜红素等。

### 2. 植物色素的性质

(1) 溶解性 不同种色素在各种溶剂中溶解性能不同。一般能很好溶解于水中的称水溶性色素;而不溶于水只溶解于石油醚、乙酸乙酯、丙酮、酒精等有机溶剂的称脂溶性色素。例如栀子黄色素就是水溶性色素, $\beta$ -胡萝卜素就是脂溶性色素。提取某一种色素时,必须了解其在各主要溶剂中的溶解情况。

(2) 稳定性 天然色素一般比合成色素稳定性差。对天然色素产品来说,稳定性一般包括:对光、热的稳定性,对氧的稳定性及对各种金属盐离子的稳定性。

## 三、油类物质

果蔬花卉中的油类物质可以分为挥发性油和植物油脂两类。

### 1. 挥发性油(精油)

挥发性油又称精油,是存在于植物体中的一类可随水蒸气蒸馏,且具有一定香味的挥发性油状液体的总称。挥发性油是形成果蔬花卉芳香的物质。挥发性油存在于果蔬花卉的各部分,有的全株植物中都有,有的则在花、果、叶、根或根茎、籽等部分器官中含量较多。如柑橘类和作为香辛料的伞形科和唇形科蔬菜苗