

教育部高职高专规划教材



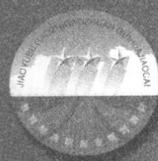
果蔬加工技术

杨清香 于艳琴 主编
葛 亮 主审



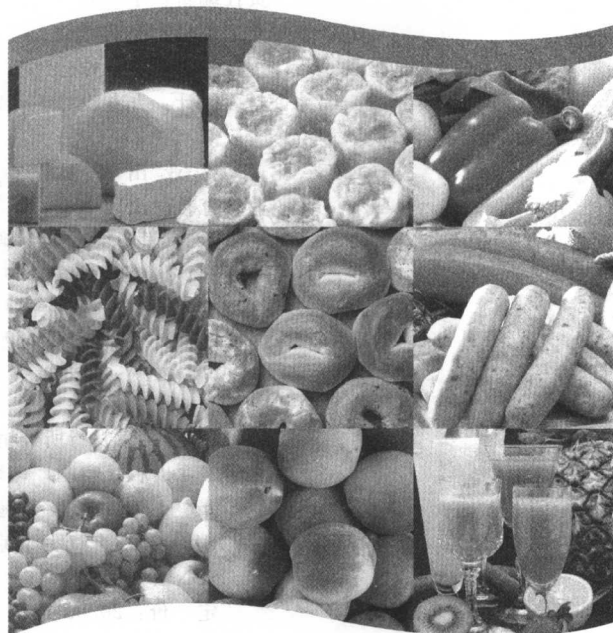
化学工业出版社
职业教育教材出版中心

教育部高职高专规划教材



果蔬加工技术

杨清香 于艳琴 主编
葛 亮 主审



化学工业出版社
职业教育教材出版中心
· 北 京 ·

本书是按照高等职业教育食品类专业规定的职业培养目标编写的。全书共分九章,在介绍果蔬原料的基础上,主要介绍了果蔬的保鲜技术、速冻技术、干制技术、糖制和腌制技术、罐头加工技术、果蔬汁(粉)生产技术、果蔬发酵技术、果蔬综合利用技术的工艺流程和技术要点,并针对各种加工技术的主要设备做了较为详细的介绍。

本书可作为高职高专食品类专业的教材,也可作为果蔬食品生产企业培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬加工技术/杨清香,于艳琴主编. —北京:化学工业出版社,2006.5

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-8848-5

I. 果… II. ①杨…②于… III. ①水果加工-高等学校:技术学院-教材②蔬菜加工-高等学校:技术学院-教材 IV. TS255.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 058686 号

教育部高职高专规划教材

果蔬加工技术

杨清香 于艳琴 主编

葛 亮 主审

责任编辑:于 卉

文字编辑:温建斌

责任校对:洪雅姝

封面设计:九九设计工作室

*

化学工业出版社 出版发行
职业教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 298 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8848-5

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

高职高专食品类专业规划教材

编审委员会

主 任 金长义

副主任 葛 亮 盛成乐 徐恒山 阎保平 臧大存

张立彬 张 泰 朱 珠

委 员 陈剑虹 陈 志 杜克生 葛 亮 胡永源

姜淑荣 冷士良 李晓华 梁传伟 穆华荣

潘 宁 孙来华 唐 突 王 莉 王亚林

文连奎 熊万斌 杨登想 杨清香 杨士章

杨永杰 叶 敏 于艳琴 展跃平 张晓燕

张 妍 张英富 赵思明 周凤霞 周光理

朱乐敏 朱 珠

(按姓氏汉语拼音排序)

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

“十一五”期间，要大力发展职业教育，形成有中国特色的职业教育。教育部 2006 年职业教育工作要点指出：坚持以服务为宗旨、以就业为导向，深化教育教学改革，加强教材建设。这就要求编写出适合高职高专使用的优质教材。本教材是以高职高专食品专业学生的培养目标为依据编写的，遵循的原则是“必需够用”，始终围绕以下五点：一是基本的科学文化知识必须具备；二是专业基础知识必需够用；三是基本的专业技能和操作能力必须掌握；四是适应岗位变化的基本素质和应变能力必须培养和初步具备；五是在工作中应具有的创新精神、开拓意识和创业能力必须强化。在编写过程中广泛征求了相关职业院校、食品企业专家的意见。本书以果蔬制品加工单独成册，增加了实验内容，突出了技术要点，既可作为高职学生专业教材用书，又满足了专业人员的需求，充分体现了全面性、专业性和实用性。

本书由杨清香、于艳琴主编。第一、二、五、六章由于艳琴编写，第三章由郭永编写；第四、七章由杨清香编写；第八、九章由谢亚利编写。

全书由葛亮负责主审，他对本教材提出了非常宝贵的建设性意见，在此谨表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2006 年 4 月

目 录

第一章 果蔬原料	1
第一节 果蔬原料及其加工特性	1
一、水分	1
二、碳水化合物	1
三、有机酸	3
四、含氮物质	3
五、单宁物质	3
六、酶	4
七、色素物质	4
八、糖苷类物质	5
九、维生素	6
十、矿物质	7
十一、芳香物质	7
第二节 影响果蔬加工的其他因素	7
一、农药残留	7
二、原料中含有的工业有害物质	8
三、食品添加剂	8
四、食品容器、包装材料	9
思考题	10
第二章 果蔬保鲜技术	11
第一节 气调保鲜	11
一、气体成分	11
二、温度	13
三、湿度	14
第二节 果品的涂层	16
一、涂层的作用	16
二、涂料的种类	16
三、涂膜的方法	17
思考题	18
第三章 果蔬速冻	19
第一节 果蔬冷冻基本原理	19
一、果蔬的冻结	19
二、冻结速度和冰晶分布	22
三、冷冻对果蔬的影响	22
第二节 速冻果蔬生产技术	25
一、工艺流程	25
二、技术要点	25

三、速冻果蔬产品加工实例	29
第三节 果蔬速冻方法和设备	30
一、隧道式鼓风冷冻机	30
二、流态化冻结装置	31
三、间接接触冻结装置	32
四、直接接触冻结装置	35
第四节 速冻果蔬的营销	36
一、食品冷藏链的分类	36
二、食品冷藏链的要求	37
三、速冻果蔬的营销环节	37
思考题	37
第四章 果蔬干制技术	38
第一节 果蔬干制原理	38
一、果蔬中水分的状态	38
二、干制机理	41
三、果蔬干燥速度和温度的变化	42
四、影响干燥速度的因素	43
五、原料在脱水过程中的变化	44
第二节 干制方法与主要设备	48
一、干制方法概述	48
二、常用的干制设备	48
三、其他干燥方法	50
第三节 果蔬干制技术	54
一、原料的选择	54
二、原料的处理	55
三、干制技术	56
第四节 干制品的包装、贮藏和复水	59
一、包装前的处理	59
二、干制品的包装	61
三、干制品的贮藏	61
四、复水	62
思考题	63
第五章 果蔬的糖制和腌制	64
第一节 果蔬的糖制	64
一、果蔬糖制的基本原理	64
二、果脯蜜饯的加工工艺	65
三、果脯蜜饯加工中的品质控制	67
四、蜜饯加工实例（苹果脯）	68
第二节 泡菜	69
一、蔬菜腌制的原理	69
二、泡菜加工工艺	70

第三节 咸菜和酱菜	71
一、咸菜加工	71
二、酱菜加工	72
思考题	73
第六章 果蔬罐头加工技术	74
第一节 果蔬罐头的分类及原料	74
一、分类	74
二、果蔬原料的特点	74
三、果蔬原料的预处理	75
四、原料的热烫与漂洗	77
五、原料的抽空处理	78
第二节 罐头加工原理	78
一、罐头杀菌的目的和要求	78
二、罐头食品中的微生物	78
三、影响罐头热杀菌的因素	79
四、罐头热杀菌的工艺条件	81
第三节 糖水水果罐头加工技术及品质控制	84
一、糖水水果罐头的工艺综述	84
二、糖水水果罐头的加工实例	86
第四节 蔬菜罐头加工工艺及品质控制	88
一、蔬菜罐头的工艺综述	88
二、蔬菜罐头的加工实例	89
第五节 罐头加工的主要设备	91
一、分级设备	91
二、杀菌设备	93
三、封罐设备	98
思考题	100
第七章 果蔬汁、果蔬粉加工技术	101
第一节 果蔬汁种类	101
一、果蔬汁分类	101
二、果蔬汁工业发展趋势	102
第二节 果蔬汁、果蔬粉加工技术	102
一、果蔬汁对原料的要求	102
二、榨汁理论基础	103
三、各种果蔬汁加工技术	104
第三节 果蔬汁中常见质量问题及控制措施	112
一、影响果蔬汁质量的因素	112
二、各种影响因素的交替作用	115
三、预防措施	116
第四节 发酵蔬菜汁制造技术	116
一、天然发酵法	117

二、乳酸菌发酵法·····	117
第五节 果蔬汁、果蔬粉生产实例·····	117
一、果蔬汁饮料加工技术·····	117
二、蔬菜汁饮料生产实例（番茄汁）·····	118
三、果品（原）汁生产实例（杏子甜果汁）·····	118
四、番茄粉生产技术·····	119
第六节 果蔬汁加工的主要机械设备·····	119
一、清洗设备·····	119
二、输送设备·····	122
三、榨汁、制浆设备·····	124
四、均质设备·····	129
五、浓缩设备·····	133
六、杀菌设备·····	135
七、喷雾干燥设备·····	136
八、灌装设备·····	138
思考题·····	139
第八章 果蔬发酵技术·····	140
第一节 果酒酿造技术·····	141
一、果酒的分类·····	141
二、果酒酿造原理·····	143
三、工艺流程·····	149
四、常见质量问题及控制·····	153
第二节 果醋酿造技术·····	155
一、果醋发酵理论·····	155
二、果醋酿造工艺·····	156
第三节 果蔬发酵的主要设备·····	158
一、发酵桶·····	158
二、发酵池·····	158
三、专门发酵设备·····	159
思考题·····	160
第九章 果蔬的综合利用·····	161
第一节 色素的提取·····	161
一、概述·····	161
二、山楂红色素的提取·····	164
三、葡萄红色素的提取·····	165
四、番茄红色素的提取·····	165
第二节 果胶的提取·····	166
一、概述·····	166
二、从柑橘果皮渣中提取果胶·····	167
三、从苹果皮渣中提取果胶·····	167
四、从甜菜渣中提取果胶·····	168

第三节 膳食纤维的提取	168
一、概述	168
二、从苹果皮渣中提取纤维	169
三、梨渣膳食纤维提取技术	170
四、椰子渣中膳食纤维提取技术	171
第四节 籽油的提取	172
一、概述	172
二、番茄籽油的提取	172
三、葡萄籽油的提取	172
四、从柑橘籽中提取柑橘籽油	174
第五节 有机酸的提取	175
一、概述	175
二、柠檬酸的提取	175
三、酒石酸的提取	176
思考题	179
实验	180
实验一 速冻西兰花	180
实验二 脱水洋葱的制作	180
实验三 山楂蜜饯的制作	181
实验四 糖水梨罐头的制作	182
实验五 桃子汁饮料的制作	183
实验六 苹果酒的制作	184
参考文献	186

第一章 果蔬原料

【学习目标】

1. 了解果蔬原料的分类与化学组成。
2. 掌握影响果蔬加工的内在因素和外在因素。

第一节 果蔬原料及其加工特性

果蔬原料在加工贮藏过程中，其化学成分会发生各种各样的变化，有些变化是我们所需要的，有些变化则对原料的保藏、产品的质量极为不利。这些不利变化导致果蔬及制品保质期的缩短、腐败变质的发生、营养成分的损失、风味和色泽的变差及质地的变劣。在果蔬加工过程中，应该防止食品腐败变质，最大限度地保存食品中的营养成分，降低加工和贮藏过程中的色、香、味和质地变化。因此，了解和掌握果蔬中的化学成分及其在加工中性质的变化，对合理选用加工工艺和参数具有重要意义。

果蔬加工常用的水果有：仁果类、核果类、坚果类、浆果类、热带水果、杂类（如柿、枣等）；蔬菜有：根茎类、茎菜类、叶菜类、花菜类、果菜类、食用菌类。

果蔬的化学成分十分复杂，按在水中的溶解性质可将其分为两大类：一类是水溶性成分，另一类是非水溶性成分。水溶性成分主要是：糖类、果胶、有机酸、单宁物质、水溶性维生素、水溶性色素、酶、部分含氮物质、部分矿物质等。非水溶性成分主要是：纤维素、半纤维素、木质素、原果胶、淀粉、脂肪、脂溶性维生素、脂溶性色素、部分含氮物质、部分矿物质和部分有机酸盐等。

一、水分

水分对果蔬的质地、口感、保鲜和加工工艺的确定有着十分重要的影响。果蔬中的含水量很高，一般在90%左右，有的高达95%以上。按照水分的存在形式，可将果蔬中的水分分为两大类。一类是自由水分（游离水），在果蔬中占大部分。这部分水存在于果蔬组织的细胞中，可溶性物质就溶解在这类水中。自由水容易蒸发，果蔬在贮存和加工期间所失去的水分就是这一类水分；在冻结过程中结冰的水分也是这一类水分。果蔬中的另一类水是结合水，它是果蔬体内与大分子物质相结合的一部分水分，常与蛋白质、多糖类、胶体大分子以氢键的形式相互结合，这类水分既不蒸发，就是人工排除也比较困难，只有较高的温度（105℃）和较低的冷冻温度下方可分离。

二、碳水化合物

碳水化合物是果蔬干物质中的主要成分，在新鲜原料中的含量仅次于水分，主要包括糖类、淀粉、纤维素、半纤维素、果胶等物质。

1. 糖类

果蔬中的糖类含量以蔗糖、葡萄糖、果糖最多。一般情况下，水果中的总糖含量为10%左右，其中仁果类和浆果类中还原糖类较多，核果类中蔗糖含量较多，坚果类中糖的含量较少。蔬菜中除了甜菜以外，糖的含量较少。

糖类因种类不同而甜度差别较大，糖的含量以及糖酸比对制品的口味有很大影响。糖酸比是原料或产品中糖的含量和酸的含量的比例，在使用香精对产品进行调味时，只有在接近天然原料糖酸比的条件下，才能使风味能较好地体现。

在较高的pH或较高的温度下，蔗糖会生成羟甲基糠醛、焦糖等物质；还原糖则易与氨基酸和蛋白质发生美拉德反应，对产品的颜色和风味带来影响。

当糖液浓度大于70%时，黏度较高，生产过程中的过滤和管道输送都会有较大的阻力，在降低温度时还容易产生结晶析出。但在浓度较低时，由于渗透压较小，在暂存或保存时产品容易遭受微生物的污染。故在生产过程中，配料之前的糖液浓度一般控制在55%~65%。

2. 淀粉

淀粉是由葡萄糖分子经缩合而成的多糖，相对分子质量很大。淀粉不溶于冷水，在60℃左右的水中首先发生膨胀，进一步受热则完全糊化。糊化之后的淀粉呈分散状，具有较高的黏度。淀粉含量高的原料加工成清汁类罐头或果蔬汁时，经常由于淀粉而引起沉淀，严重时汁液变成糊状。为了防止这类现象发生，在生产过程中，一方面要控制好原料的成熟度，另一方面就是要选择合适的工艺参数。

3. 果胶物质

果胶是由半乳糖醛酸形成的长链。果蔬中的果胶物质以原果胶、果胶和果胶酸三种形式存在。在未成熟的果实中，果胶物质大部分是以原果胶的形式存在。原果胶不溶于水，与纤维素结合成为细胞壁的主要成分，并通过纤维素把细胞与细胞及细胞与皮层紧密地结合在一起，此时果实显得既硬且脆。随着果实的成熟，原果胶在原果胶酶的作用下，渐渐分解未能溶于水的果胶，并与纤维素分离，存在于细胞液中。此时的细胞液黏度增大，细胞间的结合变得松软，果实随之变软且皮层也容易剥离。随着果实的进一步成熟，果胶在果胶酶的作用下水解为果胶酸，此时细胞液失去黏性，原料质地呈软烂状态，原料失去加工或食用价值。根据果胶分子中的羧基被甲醇酯化的程度，可以将其分为高甲氧基果胶和低甲氧基果胶。通常将甲氧基含量为7%以上的果胶称为高甲氧基果胶，7%以下的果胶称为低甲氧基果胶。果胶溶液具有较高的黏度，故果胶含量高的原料在生产果汁时，取汁困难，要提高出汁率则需将果胶水解。同样由于果胶的高黏度，对于混浊型果汁则具有稳定作用，对于果酱具有增稠作用。低甲氧基果胶在有 Ca^{2+} 存在的条件下可形成凝胶，据此可以生产低糖果冻或果酱。将含有果胶的原料在一定浓度 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 的溶液中浸泡一段时间，通过高价离子与果胶的相互作用，可以增加原料的硬度和脆度，对制品进行增硬保脆。

4. 纤维素和半纤维素

纤维素和半纤维素在植物界分布极广，数量很多。纤维素和半纤维素都是植物的骨架物质，是细胞壁和皮层的主要成分，对果蔬的形态起支持作用。纤维素不能被人体吸收，但能刺激肠道蠕动，有助于消化。纤维素具有很大的韧性，不溶于水、稀酸、稀碱，但能溶于浓硫酸。

半纤维素在水果、蔬菜中既有类似纤维素的支持功能，又有类似淀粉的贮藏功能。半纤维素也不溶于水，能溶于稀碱，也易被稀酸水解成单糖。

纤维素和半纤维素含量高的原料在加工中除了会影响到产品的口感外，还会使饮料和清

汁类产品产生混浊现象。

三、有机酸

有机酸是果蔬中的主要呈酸物质。果蔬中含有多种有机酸，主要是柠檬酸、苹果酸和酒石酸，它们通称为果酸；除此之外果蔬中还含有少量的草酸、苯甲酸和水杨酸等。果蔬原料及果蔬的加工中所用的酸主要是有机酸，除磷酸外，果蔬饮料产品的配方中极少采用无机酸，这主要是因为无机酸的酸根离子大多带有苦涩味且酸感强烈，而有机酸口感柔和。

有机酸的酸感是不一样的。酸感的产生除了与酸的种类和浓度有关外，还与体系的温度、缓冲效应和其他物质（主要是糖和蛋白质）的含量有关。体系缓冲效应增大，可以增大酸的柔和性。在饮料及某些产品的加工过程中，使用有机酸的同时加入该酸的盐类，其目的就是为了使体系形成一定的缓冲能力，改善酸感。

酸与加工工艺的选择、确定有十分密切的关系。酸含量的高低对酶褐变和非酶褐变有很大的影响；酸还能影响花色素、叶绿素及单宁色泽的变化；酸能与铁、锡反应，对设备和容器产生腐蚀作用；在加热时，酸能促进蔗糖和果胶等物质的水解。酸是确定罐头杀菌条件的主要依据之一，低酸性食品一般要采用高温杀菌，酸性食品则可以采用常压杀菌。另外，在某些加工过程如长时间的漂洗等加工过程中，为了防止微生物繁殖和色泽发生变化，往往也要进行适当的调酸处理。因此掌握酸的加工特性是非常重要的。

四、含氮物质

果蔬中含氮物质的种类主要有蛋白质、氨基酸、酰胺、氨的化合物及硝酸盐等。果实中除了坚果外，含氮物质一般比较少，在 0.2%~1.5% 之间。果蔬中的蛋白质虽然不是人体所需蛋白质的主要来源，但是从营养角度讲，它具有提高谷物中的蛋白质在人体中的吸收率的作用；从加工角度讲，它与加工工艺的选择和确定有十分密切的关系。

蛋白质和氨基酸的存在是产生美拉德反应的基础，该反应对产品的色泽具有很大的影响。游离氨基酸的含量越多，pH 越高，温度越高，还原糖的含量越高，该反应越易产生。生产过程中除了从 pH、还原糖的含量、温度、蛋白质和氨基酸的含量几个方面控制以外，用亚硫酸盐具有很好的效果。用亚硫酸盐的基本原理是亚硫酸盐能够与羰基化合物反应生成磺酸基。如在室温下，pH 为 4.5 时亚硫酸盐就能够和葡萄糖反应生成葡萄糖磺酸盐。

酪氨酸虽不参与美拉德反应，但是它能够参与酶促褐变，它是酶促褐变反应的重要底物。如马铃薯在未钝化酶之前发生的褐变主要就是由于酪氨酸的作用引起的。

蛋白质在加工过程中易发生变性而凝固、沉淀，这一现象在饮料和清汁类罐头的加工中经常遇到，在等电点附近更易产生。采用适当的稳定剂、乳化剂及采用酶法改性工艺可以防止这类现象发生。蛋白质与单宁物质能够产生絮凝，利用这一性质可以对果蔬汁进行澄清。

蛋白质和氨基酸与产品的口味有很大关系，对饮料口味的影响尤为突出。蛋白质含量高时能够增加产品的质感，使产品的口味更加圆润柔和。除此之外，许多氨基酸、肽是多种风味的呈味物质。

含氮物质中的硝酸盐对金属罐具有加速腐蚀的作用。

五、单宁物质

单宁又称鞣质，属于酚类化合物，单宁与食品的涩味和色泽的变化有十分密切的关系。

在食品中,单宁物质是指具有涩味、能够产生褐变及与金属离子产生色泽变化的物质,主要有两大类:水解型单宁和缩合型单宁。水解型单宁也称焦性没食子酸单宁,如单宁酸和绿原酸。这类单宁在热、酸、碱或酶的作用下水解成单体。缩合型单宁也叫儿茶酚单宁,如儿茶素。这类单宁在酸或热的作用下不是分解为单体而是进一步缩合,成为高分子的无定形物质——红粉,也称栲鞣红。

单宁与产品的口味有很大的关系,是引起涩味的主要成分。单宁含量高时会给人带来很不舒服的收敛性涩感。但是适度的单宁含量可以给产品带来清凉的感觉,也可以强化酸味的作用。这一点在清凉饮料的配方设计中具有很好的使用价值。

有些原料的单宁含量较高,在进行加工前或食用前要进行脱涩处理。通常采用的脱涩方法有以下几种。

- (1) 温水浸泡法 将涩果浸泡在 40℃ 的水中,保持 10~15h。
- (2) 酒浸泡法 将涩果置入容器中,喷洒 40% 的蒸馏酒,密封并置暖处放 5~10d。
- (3) 二氧化碳脱涩法 将涩果放在二氧化碳含量 50% 的容器中保持数日。
- (4) 乙烯脱涩法 将涩果放在密闭的容器中,充入乙烯并保存一定时间。

单宁常常引起果蔬制品变色。单宁是多酚类物质,可以作为多酚氧化酶的底物而发生酶促褐变(见“酶”部分),使产品颜色变红;在较低的 pH 下,尤其是在 pH 小于 2.5 时,单宁能够自身氧化缩合而生成红粉,加热时该反应更容易产生;单宁遇铁变黑色(水解型单宁呈微蓝的黑色,缩合型单宁呈发绿的黑色),与锡离子长时间共热呈玫瑰色;单宁遇碱变黑,在使用碱液去皮时应特别注意这一点。

单宁与蛋白质产生絮凝,在果汁澄清中常利用这一性质。

六、酶

果蔬中的酶类多种多样,其中主要有两大类,一类是水解酶类,一类是氧化酶类。

水解酶类主要包括果胶酶、淀粉酶、蛋白酶。

果胶酶包括能够降解果胶的任何种酶,主要有四类:果胶酯酶、果胶酸酯水解酶、果胶裂解酶和果胶酸酯裂解酶。在加工过程中,由于果胶酶对果胶的水解作用,有利于果汁的澄清和出汁率的提高。但有时则要抑制果胶酶的水解作用。如在生产混浊果汁、果冻或果酱等产品时,为了保持产品的黏度和稠度,则需要破坏原料中的天然果胶酶,防止其对果胶产生水解作用。

淀粉酶主要包括 α -淀粉酶、 β -淀粉酶、 β -葡萄糖淀粉酶和脱支酶。它们都不能使淀粉完全降解。

蛋白酶可以将蛋白质降解,从而降低因蛋白质的存在而引起的混浊和沉淀。

果蔬中的氧化酶是多酚氧化酶,俗称很多,有酪氨酸酶、儿茶酚酶、酚酶、儿茶氧化酶、马铃薯氧化酶等。该酶诱发酶促褐变,对加工中产品色泽的影响很大。加工过程中主要采用加热破坏酶的活力、调 pH 降低酶的活力、加抗氧化剂、与氧隔绝几种方法来防止酶促褐变。

七、色素物质

按照溶解性质,可将果蔬中的色素分为两大类,一类是脂溶性色素,一类是水溶性色素。脂溶性色素为叶绿素和类胡萝卜素,水溶性色素为一大类广义的类黄酮色素。

叶绿素是由叶绿酸、叶绿醇和甲醇三部分组成的酯，叶绿素分为叶绿素 a 和叶绿素 b。叶绿素 a 为蓝绿色，叶绿素 b 为黄绿色。叶绿素不耐光也不耐热，光照或加热时，叶绿素生成脱镁叶绿素，呈暗绿色至绿褐色或紫褐色，故加工过程中采用高温短时处理和避光保存的方法有利于绿色的保护；果蔬加工预处理时的热烫却有利于绿色的保护，其原因是经过热烫驱除了果蔬组织中的空气，一方面可以使绿色更加容易显示，另外由于空气的去除，避免叶绿素的氧化，从而有利于绿色的保护；在酸性条件下，尤其是在加热时，叶绿素更易生成脱镁叶绿素；在弱碱中，叶绿素能够水解成为叶绿醇、甲醇及水溶性叶绿酸，叶绿酸呈较稳定的鲜绿色；当碱液浓度较高时，则生成叶绿素的钾盐和钠盐，也显示为绿色，但是 pH 太高时，易使原料中的酰胺和酯水解，而产生异味，故加工过程中一般用 pH6.5~7.8 左右的缓冲液进行护色；叶绿素中的镁离子可以被铜、锌所取代而显示出稳定的绿色；叶绿体中含有叶绿素分解酶，当叶绿体受破坏时，则表现出活性，可使叶绿素分解成脱叶叶绿醇基叶绿酸和叶绿醇，脱叶叶绿醇基叶绿酸也呈绿色。

类胡萝卜素在动物、植物中均有存在，有与脂肪酸结合成酯或与叶绿素和蛋白质共同络合成色素蛋白等形式，颜色从浅黄色到深红色，这类色素分为两大类，一类是胡萝卜素类，一类是叶黄素类，它们的区别是在结构上是否发生氧化。胡萝卜素类色素有 α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、 γ -胡萝卜素和番茄红素。除番茄红素外，其他三种均具有不等的维生素 A 的功能。叶黄素类色素主要有叶黄素、玉米黄素、隐黄素、辣椒红素、虾青素等，其中隐黄素可以生成维生素 A。这类色素对热稳定，颜色不易产生变化。但因类胡萝卜素分子中含有多个双键，因而在光照、氧和脂肪氧化酶存在的情况下，会被氧化褪色。

类黄酮色素，分为花色素、无色花色素和花黄素。

花色素也称花青素或花色苷色素，是形成果蔬色泽的一种重要成分。除了 pH 会影响其色调以外，某些金属离子如 Ca、Mn、Mg、Fe、Al 能够与花色素形成络合物，此后其色泽不再受 pH 的影响，但与原先的色泽有所不同。花色素遇铁变成灰紫色，遇锡变成紫色。另外，花色素与 K^+ 、 NH_4^+ 等以盐的形式存在时，其色泽也不受 pH 的影响。花色素受光照和加热的作用会褪色或变褐，受氧化还原作用也会褪色。如二氧化硫可使其褪色，但是当将二氧化硫除去之后，色泽又会恢复。抗坏血酸存在时，尤其在加热时，会分解褪色，受酚酶作用也会氧化褪色。

无色花色素具有单宁的某些性质，在酸性环境中加热时可生成花色素，使原先无色的制品带上颜色，故加工中也要多加注意。

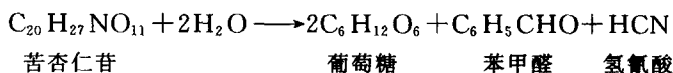
花黄素与某些金属离子如 Al、Pb、Cr、Fe 等能够形成颜色较深的络合物。花黄素的色泽也受 pH 的影响，以橙皮苷为例，当 pH 较低、橙皮苷为无色；当 pH 升高，橙皮苷为黄色、橙色或褐色。此变化是可逆的。花黄素在空气中久置则易氧化而成为褐色沉淀。

八、糖苷类物质

果蔬中的糖苷类物质很多，主要有以下几种。

1. 苦杏仁苷

苦杏仁苷存在于多种果实的种子中，核果类原料的核仁中苦杏仁苷的含量较多，在食用含有苦杏仁苷的种子时，应事先加以处理，除去所含的氢氰酸。



2. 橘皮苷（橙皮苷）

橘皮苷是柑橘类果实中普遍存在的一种苷类，在皮和络中含量较多。其次是在囊衣中含量较多，橘皮苷是维生素 P 的重要组成部分，具有软化血管的作用。橘皮苷不溶于水，而溶于碱液和酒精中。

橘皮苷在碱液中呈黄色，溶解度随 pH 升高而增大。当 pH 降低时，溶解了的橘皮苷会沉淀出来，形成白色的混浊沉淀，这是柑橘罐头中白色沉淀的主要成分。原料成熟度越高，橘皮苷含量越少。在酸性条件下加热，橘皮苷会逐渐水解，生成葡萄糖、鼠李糖和橘皮素。

3. 黑芥子苷

黑芥子苷为十字花科蔬菜辛辣味的主要来源，含于根、茎、叶和种子中。黑芥子苷在酶或酸的作用下水解，生成具有特殊刺激性辣味和香气的芥子油、葡萄糖和硫酸氢钾。这种变化在蔬菜的腌制中十分重要。

4. 茄碱苷

茄碱苷又称龙葵苷，是一种剧毒且有苦味的生物碱，含量在 0.02% 时即可引起中毒。茄碱苷主要存在于马铃薯的块茎中，在番茄和茄子中也有。在马铃薯中，此物质正常的含量为 0.001%~0.002%，主要集中在薯皮和萌发的芽眼附近，受光发绿的部分特别多，故发芽之后的马铃薯不宜食用。在未熟的绿色茄子和番茄中，茄碱苷的含量也较多，成熟后含量减少。茄碱苷不溶于水，溶于热的酒精和酸的溶液中，在酶的作用下能够水解为葡萄糖、半乳糖、鼠李糖和茄碱。

九、维生素

水果和蔬菜中含有多种维生素，是人体维生素的主要来源之一。加工过程中如何保持原料中原有的维生素和强化维生素是经常遇到的问题。

1. 维生素 C

维生素 C 是己糖衍生物，天然存在且生物效价最高的有 L-抗坏血酸，其化学结构是烯醇式己糖酸内酯，其分子中相邻的烯醇式羟基极易离解，释放出氢离子，因而具有很强的酸性和还原性。

人类饮食中 90% 的维生素 C 是从果蔬中得到的，而维生素 C 在加工过程中又是很易损失的。维生素 C 是一种水溶性的维生素，在酸性溶液和浓度较大的糖溶液中比较稳定，在碱性条件下不稳定，受热易破坏，也容易被氧化，在高温和有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 存在的条件下，更易被氧化。维生素 C 也是一种重要的抗氧化剂。

2. 维生素 B₁

维生素 B₁ 易溶于水，在酸性环境中很稳定，在中性及碱性条件下易被氧化，加热不易被破坏，但受氧、氧化剂、紫外线及 γ 射线的作用很易被破坏。当 pH 大于 4 时，有些金属离子（如 Cu^{2+} ）、亚硫酸根可使其降解，在 pH 小于 3 时该反应进行得十分缓慢。

3. 维生素 A

维生素 A 是脂溶性的，只存在于动物性食品中，在植物性食品中只含有胡萝卜素。一分子 β -胡萝卜素在动物体内可产生两分子的维生素 A， α -胡萝卜素和 γ -胡萝卜素及隐黄素可产生一分子维生素 A。维生素 A 耐热，在加工过程中损失较少，仅在较强氧化剂存在时可因氧化而失去活性，在有光线照射的条件下会加速氧化进程。