

普通高等教育“十一五”规划教材

果品蔬菜 加工工艺学

GUOPIN SHUCAI 尹明安 主编

>>>>>>> JIAGONG GONGYIXUE



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”规划教材

果品蔬菜加工工艺学

尹明安 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书全面系统地阐述了果品蔬菜各种加工方法的基本工艺和基本原理,同时介绍了国内外的最新工艺和最新技术,内容包括罐藏、制汁、酿酒、酿醋、干制、糖制、腌制、速冻、鲜切果蔬、超微果蔬粉、新含气调理果蔬产品、果蔬脆片、果蔬深加工及综合利用等。

本书可作为高等院校食品专业与园艺专业学生的教材,亦可作为有关技术人员的学习参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

果品蔬菜加工工艺学/尹明安主编. —北京:化学工业出版社, 2009.12

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-07091-3

I. 果… II. 尹… III. ①水果加工-高等学校-教材
②蔬菜加工-高等学校-教材 IV. TS255.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 208211 号

责任编辑: 尤彩霞
责任校对: 凌亚男

装帧设计: 韩 飞

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 414 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 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: 32.00 元

版权所有 违者必究

《果品蔬菜加工工艺学》编写人员名单

主 编 尹明安（西北农林科技大学）

副 主 编 韩舜愈（甘肃农业大学）

何 玲（西北农林科技大学）

冯 颖（沈阳农业大学）

参编人员（按姓氏拼音排序）

程顺昌（沈阳农业大学）

冯 颖（沈阳农业大学）

韩舜愈（甘肃农业大学）

何 玲（西北农林科技大学）

王 锋（湖南农业大学）

尹明安（西北农林科技大学）

周会玲（西北农林科技大学）

前 言

我国是世界上最大的果品蔬菜生产大国，但同时又是加工技术相对落后的国家，采后损失巨大。显然，采后加工技术关系到我国果品蔬菜生产的可持续发展问题，关乎国计民生，在国民经济中占有十分重要的地位。

果品蔬菜加工工艺学是各食品学院和园艺学院的骨干课程，主要讲授果品蔬菜的各种加工工艺流程和操作要点，同时介绍其基本原理和理论依据，涉及的是果品蔬菜加工中最直接的技术性问题，具有很强的实用性。

为了满足教学的需要，西北农林科技大学、甘肃农业大学、沈阳农业大学和湖南农业大学的任课教师联合编写了这本《果品蔬菜加工工艺学》教材，除了供大学本科的学生使用外，还可供广大的技术人员阅读参考。

在编写理念上，我们力争有新的内容，新的面貌。因此，依据教改的指导思想，按照教学大纲的要求，本书全面系统地阐述了各种果品蔬菜加工工艺的基本原理和基本方法，同时介绍了国内外的最新工艺和最新技术，努力做到理论与实际相结合，继承与发展相结合，学以启智，学以致用。在体系编排上，按照学科内容的内在知识关系安排章节顺序。每章之后附有复习思考题，便于启发学生思考问题，把握要点。

本书共十二章，第一章、第三章和第四章由尹明安编写，第二章由程顺昌编写，第五章和第十一章由冯颖编写，第六章由韩舜愈编写，第七章和第十章由周会玲编写，第八章由王锋编写，第九章和第十二章由何玲编写。各章均由副主编和主编进行了认真审阅，全书的最后统稿由尹明安完成。

因编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2009年9月

目 录

第一章	绪论	1
第一节	学习果品蔬菜加工工艺学的意义	1
第二节	果品蔬菜败坏的原因	3
第三节	果品蔬菜加工保藏的基本原理	3
	复习思考题	4
第二章	果蔬品质的化学组成及其加工特性	5
第一节	色素物质	5
第二节	风味物质	6
第三节	质地因子	10
第四节	营养物质	11
	复习思考题	12
第三章	果蔬加工的原料要求及预备处理	13
第一节	果蔬加工的原料要求	13
第二节	原料的预备处理	15
第三节	半成品的保存	23
	复习思考题	24
第四章	果蔬罐藏	25
第一节	果蔬罐藏的基本原理	25
第二节	罐藏容器	33
第三节	罐藏工艺	35
第四节	罐头败坏检验及贮藏	43
第五节	常见果蔬罐头的原料要求及工艺要点	46
	复习思考题	52
第五章	果蔬制汁	53
第一节	果蔬汁的种类及对原料的要求	53
第二节	果蔬汁加工工艺	57
第三节	果蔬汁加工实例	71
第四节	果蔬汁饮料加工工艺	73
	复习思考题	76
第六章	果蔬干制	78
第一节	果蔬干制的基本原理	78
第二节	干制原料的选择与处理	85
第三节	干制方法与设备	86
第四节	干制品的包装、贮藏和复水	95
第五节	果蔬干制实例	99
	复习思考题	103
第七章	果蔬糖制	104
第一节	果蔬糖制品的分类	104
第二节	果蔬糖制的基本原理	106
第三节	蜜饯类加工工艺	113

第四节	蜜饯类加工实例	118
第五节	果酱类加工工艺	122
第六节	果酱类加工实例	124
第七节	果蔬糖制常见质量问题	128
	复习思考题	129
第八章	蔬菜腌制	131
第一节	蔬菜腌制品的分类	131
第二节	蔬菜腌制的原理	132
第三节	发酵性腌制品工艺	142
第四节	非发酵性腌制品工艺	145
	复习思考题	157
第九章	果酒与果醋的酿造	158
第一节	果酒的分类	158
第二节	葡萄酒酿造基本原理	159
第三节	葡萄酒原料及改良	162
第四节	二氧化硫在葡萄酒酿造过程中的应用	163
第五节	葡萄酒酿造工艺	165
第六节	葡萄酒的陈酿	172
第七节	葡萄酒的澄清和稳定	175
第八节	葡萄酒的病害	180
第九节	起泡葡萄酒与白兰地简介	184
第十节	其它果酒的酿造工艺	187
第十一节	果醋酿造	188
	复习思考题	190
第十章	果蔬速冻	191
第一节	果蔬速冻原理	191
第二节	果蔬速冻工艺	197
第三节	速冻方法与设备	200
第四节	速冻果蔬的冻藏、流通与食用	204
第五节	速冻果蔬生产实例	208
	复习思考题	211
第十一章	果蔬加工新技术	212
第一节	鲜切果蔬	212
第二节	超微果蔬粉	215
第三节	新含气调理果蔬产品	217
第四节	果蔬脆片	219
	复习思考题	223
第十二章	果蔬综合利用	224
第一节	果蔬中天然色素的提取	224
第二节	果蔬中果胶的提取	228
第三节	果蔬中芳香油的提取	230
第四节	柑橘果实皮渣的综合利用	232
第五节	苹果果实皮渣的综合利用	234
第六节	葡萄皮渣的综合利用	236
	复习思考题	239
参考文献		240

第一章 绪 论

第一节 学习果品蔬菜加工工艺学的意义

一、果品蔬菜加工的意义

果品蔬菜加工指以新鲜的果品或蔬菜产品为原料,根据其加工适应性,采用一定的方法和手段,制成各种无生命特征的、能长期保藏的加工制品的过程。这是传统的关于果品蔬菜加工的定义,它以制品无生命特征为本质区别于果品蔬菜贮藏。后者是依靠维持产品本身的生命活动,即耐贮性和抗病性而使产品得以保存。随着科学技术的进步和产品花样的翻新,这一定义对于个别工艺显得已不适应,例如鲜切果品和蔬菜(Fresh-cut Fruits and Vegetables),它们可视为果品蔬菜贮藏学和果品蔬菜加工学的交叉产物。

果品蔬菜加工的意义首先体现在使产品得以长期保藏,减少损失。这也是果蔬加工的原初动因。果品蔬菜的特点是种类繁多,收获集中,地域性和季节性强;含水量高,新陈代谢旺盛,大多数不能长期贮藏。大量的产品集中上市,往往由于流通、贮藏和加工能力有限,造成滞销积压和腐烂,而淡季又没有产品供应。果品蔬菜加工可以终止产品的生命活动,抑制微生物的繁殖,是解决保存问题的重要途径。

其次,果品蔬菜加工可以增加食品的花色品种,满足人们日益增长的物质需求;同时也使果蔬产品升级增值,促进果业和蔬菜业的发展,帮助农民脱贫致富。我国是果品蔬菜种植业大国,但由于采后加工业的落后,果品蔬菜多以初始产品上市交易,加工制品花色品种少,质量较差,附加值低,经济效益不高,增产不一定增收。发达国家果蔬加工量占到总产量的60%以上,而我国的果蔬加工量仅占到总产量的10%。发达国家农产品消费70%以上是通过贮运和加工环节实现的。农产品采后产值与采收时自然产值的比例,发达国家一般为3:1,美国为3.7:1,我国为0.8:1。由此可见我国与发达国家之间差距之大。但同时也反映出我国食品加工业发展潜力之大。通过加工可以改变产品的食用形态,赋予产品新的食用品质,满足市场不同的商品需求,产品附加值高;同时也为产品开辟了新的销路,为剩余劳动力提供了就业岗位,可以带动一方的经济发展。以苹果汁加工为例,每出口1t浓缩苹果汁约可创汇600美元,其中原料成本约300美元,增加产值约1倍,同时带动了苹果产业的发展。

第三,果品蔬菜加工可以充分利用自然资源。一方面,通过深加工可以利用果蔬产品的残次品及皮、渣、籽等下脚料,提取果胶、色素、葡萄籽油、白藜芦醇等功能成分;另一方面,通过深加工可以利用野生水果,它们往往含有较丰富的维生素,如野刺梨、沙棘、黑加仑、山葡萄等可以制作果汁和果酒。

第四,果品蔬菜加工可以为特殊行业提供必需产品。野外作业的地质、测绘、石油勘探、航海、航天等工作人员,边防哨所、海岛、舰艇及战场上的解放军官兵等,由于环境艰

苦,补给困难,很难吃到新鲜的果品和蔬菜,果蔬罐头等加工品成了他们的必须选择。

二、果品蔬菜加工的历史和发展

可以想象,在人类历史上,当果品和蔬菜的供给出现季节性过剩的时候,就有了加工保藏的必要性。考古学发现,埃及古墓的浮雕描述了6000年前古埃及人栽培、采收和酿造葡萄酒的情景,这是可以考证的最早的葡萄酒制作记录;公元前2000年左右,人们懂得了用各种方法保藏食物,如美索不达米亚(两河流域)等地,已经有了利用太阳来晒干食物的做法,埃及人已使用盐腌的方法来长久保藏食物,人们还知道了用炒、烤、薰、煮、蒸等有效方法来保藏和加工食品。我国古籍《豳风·七月》(作于西周中期,约公元前1000年)中有世界上最早的用天然冰冷藏食品的文字记载:“二之月,凿冰冲冲,三之月,纳于凌阴。”(注:周历2、3月即夏历12月和1月)。西汉时(约公元前200年)编纂的《礼记·内则》中的“枣、栗,饴蜜以甘之”,是蜜渍果品的最早文字记载。在以后的漫长岁月中,随着经验的积累和文化的交流,人们不断丰富完善,发展创新,形成了各种各样的加工保藏方法。不过真正现代意义上的果蔬加工体系应该是在19世纪罐头食品的发明和微生物的发现之后建立起来的。微生物的发现,使人们对食品的腐烂原因和加工保藏的原理有了认识上的飞跃,为现代加工业的发展奠定了科学的基础。

时至今日,果品蔬菜加工业已经建立起了以罐藏、制汁、酿酒、干制、糖制、腌制、速冻等技术为主体的现代产业体系,并出现了鲜切果蔬、超微果蔬粉、新含气调理果蔬产品、真空冷冻干燥、冷杀菌、膜分离、超临界流体萃取等新产品和新技术。果蔬加工业已经成为国民经济的一支重要生力军。

当前,我国的果蔬加工业和发达国家相比较还相当落后,主要表现在三个方面:一是加工专用品种的选育和引种、原料基地的建设没有引起足够的重视,原料的质量和数量均没有保障;二是加工机械落后,机、电、仪一体化和自动化程度低,直接影响到产品的质量和生产效率;三是物料综合利用程度低,资源浪费大,经济效益差。我们应当正视差距,奋起直追。

三、果品蔬菜加工工艺学的研究内容

何谓工艺?工艺就是使各种原材料、半成品成为产品的过程和方法。果品蔬菜加工工艺学就是研究果品蔬菜加工过程和方法的一门学科。由定义可知,它研究的内容包括两个方面:一是加工过程,即工艺流程或工艺路线;二是加工方法,即每一道工序的具体操作规范。所有过程和方法的确定是否具有科学依据或试验依据,表明了该工艺技术水平的高低。所谓技术水平高包括工艺先进与设备先进两个部分。要做到工艺上先进,就必须了解和掌握工艺上的技术参数对于加工制品品质的影响。设备先进包括设备自身的先进性和对工艺水平的适应性。工艺技术的研究应该考虑到设备适应的可能性。在确定某一个具体加工工艺的时候,必须注意以下几点:

一是要有经济头脑。要把技术上的先进性与经济上的合理性结合起来,要考虑成本,要计算投入与产出的比值,要进行经济学上的可行性论证。

二是要有安全意识。任何食品的安全性都是第一位的,必须严格按照国家食品卫生标准执行。原料要新鲜无污染,水源要清洁,器械和环境要卫生,杀菌要到位,包装要符合标准,添加剂使用不得违规。

三是要有营养观念。营养是食品的基本属性,失去营养就失去了食用意义。因此,在工艺制定时应尽量保证营养成分少受损失。同时还要考虑到制品的感官属性。

四是要有环保精神。不选用对环境有污染的工艺技术。不得不选用时,要有配套的治污措施。

由此可见,果品蔬菜加工工艺学关注的是果品蔬菜加工中最直接的技术性问题,是一门

重要的应用性很强的学科，它的研究内容广泛，涉及物理学、化学、植物生理学、植物生物化学、食品化学、微生物学、食品工程等学科的相关知识。对这些相关知识的熟悉程度直接影响到对它的理解和掌握程度。

第二节 果品蔬菜败坏的原因

食品败坏指食品改变了原来的性质和状态，质量变差而不宜食用的现象。食品败坏一般表现为变色、变味、浑浊、沉淀、生花、长霉、腐烂等，而不仅仅是腐烂。引起果品蔬菜及其加工制品败坏的主要原因有微生物活动、化学反应和酶活性三个方面。

一、微生物活动

有害微生物的生长繁殖是导致果品蔬菜及一切食品败坏的首要原因。微生物可以利用所有的食品成分，全世界每年由微生物活动造成的食品原料损失达 20%。由微生物引起的败坏主要表现为变色、酸败、发酵、产气、浑浊、生花、长霉、腐烂等。微生物种类繁多，无处不在，原料、用水、加工机械、包装材料、车间环境等均有可能遭受它们的污染。另外，产品杀菌不彻底也是引起制品败坏的一个重要原因。引起果蔬败坏的微生物包括细菌、酵母菌和真菌三大类。细菌主要引起罐头、果汁和果酒等的败坏；酵母菌主要引起糖制品、蔬菜腌制品、果汁、果酒和果醋等的败坏；真菌则主要危害新鲜果蔬、果汁、干制品和蔬菜腌制品等。要避免微生物造成的危害，必须注意各个环节的清洁卫生，杜绝污染源头。一旦发生败坏，要查清具体原因，采取相应措施，防止再次发生。

二、化学反应

果品蔬菜在加工过程中或其制品在贮存过程中，均有可能发生各种各样的化学反应，如氧化、还原、分解、合成、溶解、晶析、沉淀等，对制品品质产生不利的影响，造成败坏。这些化学反应，有的是产品本身的化学成分在一定的条件下发生的变化，如叶绿素和花青素的分解；有的是产品的化学成分与氧气引起的，如维生素 C 的氧化；有的是产品的化学成分遇金属引起的，如黄酮类色素遇到铁盐会变成绿色或紫褐色。化学反应引起的败坏，与微生物败坏相比，程度较轻，主要表现为变色、变味、维生素损失等，一般无毒。化学反应很难完全避免，但可减轻。

三、酶

果品蔬菜含有各种各样的酶，它们会催化发生形形色色的生物化学反应，引起制品变色、变味、变软、营养价值降低等，从而造成败坏。如多酚氧化酶引起的酚类物质褐变、蛋白酶引起的蛋白质水解、脂氧合酶引起的脂肪酸分解、果胶酶引起的质地变软、抗坏血酸氧化酶引起的维生素 C 氧化等。在加工过程中，多采用热处理的办法来终止酶的活性。

第三节 果品蔬菜加工保藏的基本原理

果品蔬菜加工的基本意义是使其制品得以长期保藏。为什么能做到长期保藏，归纳总结起来，其基本原理主要有以下四点。

一、应用高浓度溶液或脱水干燥抑制微生物

高浓度的食糖和食盐溶液具有强大的渗透压和较低的水分活度。各种微生物耐受渗透压的能力都有一定的限度，当溶液的渗透压超过一定的阈值，微生物的生命活动便受到抑制。另外，当溶液的溶质浓度较大时，其水分活度便较低，微生物可利用的自由水分就少，微生

物的活动就会受到抑制。这就是糖制和腌制、原料和半成品保藏的基本原理。

利用热能或其它能源排除果蔬体内多余的水分,使其水分活度降低到微生物不能利用的程度,这便是干制品保藏的基本原理。

二、利用有益微生物的活动抑制有害微生物

利用有益微生物的发酵作用,如酵母菌的酒精发酵、醋酸菌的醋酸发酵、乳酸菌的乳酸发酵,产生和积累对其它微生物有毒害作用的生化物质,从而抑制有害微生物的生长繁殖,这便是果酒、果醋、泡菜、酸菜和乳酸饮料得以保藏的基本原理。

三、通过低温冷冻抑制微生物和酶

果蔬速冻的加工方法,是在低于 -35°C 的低温条件下使果蔬快速冻结,然后在 -18°C 的低温条件下长期保藏。在这种情况下,果蔬组织和微生物细胞均被冻结,酶的活性和微生物的生命活动双双受到抑制。

四、杀菌

利用热处理、辐射、微波、高频电流等手段杀灭果蔬表面的腐败微生物,使其数量被控制在安全线以下,同时通过密封包装防止再次污染,这便是罐藏的基本原理。热处理杀菌也叫热力杀菌,生产中最为常用,可分为巴氏杀菌法(100°C 以下)、常压杀菌法(100°C)和高压杀菌法(100°C 以上)三种,因加工产品不同而选用。



复习思考题

1. 何为果品蔬菜加工,它和果品蔬菜贮藏有何本质区别?
2. 果品蔬菜加工有何意义?
3. 果品蔬菜加工的方法主要有哪些?
4. 果品蔬菜加工工艺学的研究内容是什么?
5. 为什么要学习果品蔬菜加工工艺学这门课程?
6. 果品蔬菜及其加工制品败坏的主要原因是什么?
7. 果品蔬菜加工保藏的基本原理是什么?

(尹明安编写)

第二章 果蔬品质的化学组成及其加工特性

果蔬色、香、味及质地的差异是由于其组成成分的不同造成的，主要包括色素类物质（如叶绿素、类胡萝卜素、花青素、类黄酮类等）、风味物质（如糖、酸、单宁、糖苷、氨基酸、辣味物质）、营养物质（如维生素、矿物质、水分、糖类、脂肪、蛋白质、氨基酸等）和质地物质（如果胶类物质、纤维素、水分等）。

第一节 色素物质

色泽是人们感官评价果蔬质量的一个重要因素，在一定程度上反映了果蔬的新鲜程度、成熟度和品质的变化。因此，果蔬的色泽及其变化是评价新鲜果蔬及其加工制品品质的重要外观指标。

果蔬的色素种类很多，有时单独存在，有时几种色素同时存在，或显现或被遮盖。随着生长发育阶段、环境条件及贮藏加工方式不同，果蔬的颜色也会发生变化。为了保持或提高果蔬加工制品的感官品质，就需要对构成果蔬的基本色素及其变化做进一步的了解。

一、叶绿素类

叶绿素是由四个吡咯环的 α -碳原子通过次甲基相连接而成的复杂共轭体系的衍生物，是由叶绿酸、叶绿醇和甲醇三部分组成的酯。叶绿素a为蓝绿色，叶绿素b为黄绿色。在植物中叶绿素a和叶绿素b含量比大约为3:1。

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，在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。热烫处理有利于绿色的保护。

在酸性介质中，尤其是在加热时，叶绿素更易生成脱镁叶绿素，绿色消失，呈现褐色；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，叶绿酸呈鲜绿色，较稳定；当碱液浓度较高时，可生成绿色的叶绿酸钠（或钾）盐，则更稳定，绿色保持得更好。但是pH太高时，易使原料中酰胺和酯水解，而产生异味。所以在加工过程中一般用pH6.5~7.8的缓冲液进行护色处理。

此外，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。因此在绿色蔬菜加工时，为了保持加工品的绿色，人们常用一些盐类，如氯化锌（ ZnCl_2 ）、硫酸镁（ MgSO_4 ）及氯化钙（ CaCl_2 ）等进行护绿。

二、类胡萝卜素

这类色素在动、植物中均有存在，颜色从浅黄色到深红色。果蔬中类胡萝卜素有300多种，但主要有胡萝卜素、番茄红素、番茄黄素、辣椒红素、辣椒黄素和叶黄素等。

类胡萝卜素的耐热性强，即使与锌、铜、铁等金属共存时也不易破坏；遇碱稳定；但在

有氧条件下,易被脂肪氧化酶、过氧化物酶等氧化脱色,尤其是紫外线也会促进其氧化;但完整的果蔬细胞中的类胡萝卜素比较稳定。

胡萝卜素常与叶黄素、叶绿素同时存在,在胡萝卜、南瓜、番茄、辣椒、绿叶蔬菜、杏、黄桃中含量较高。果蔬中胡萝卜素的85%为 β -胡萝卜素,是人体膳食维生素A的主要来源。由于胡萝卜素分子的高度不饱和性,近年来有报道说胡萝卜素具有抗癌、防癌等营养保健功能。

番茄红素存在于番茄、西瓜、柑橘、葡萄、柚等果蔬中。番茄红素的最适合成温度为16~24℃,29.4℃以上的高温会抑制番茄红素的合成,这是夏季番茄果实着色不好的主要原因,但高温对其它果蔬番茄红素的合成没有抑制作用。

各种果蔬中均含有叶黄素,它与胡萝卜素、叶绿素共同存在于果蔬的绿色部分中,只有叶绿素分解后,才能表现出黄色。椒黄素、椒红素存在于辣椒中,黄皮洋葱中也有,椒黄素表现为黄色或白色。

三、花青素

花青素也称为花色素或花色苷色素,是形成果蔬色泽的一种重要成分,以糖苷形式存在于植物细胞液中,呈现红、蓝、紫色。花青素的基本结构是一个2-苯基苯并吡喃环,随着苯环上取代基的种类与数目的变化,颜色也随之发生变化。当苯环上羟基数目增加时,颜色向蓝紫方向移动,而当甲氧基数目增加时,颜色向着红色方向移动。

花青素的颜色还随着pH的增减而变化,呈现出酸红、中紫、碱蓝的趋势。因为在不同pH条件下,花青素的结构也会发生变化。因此,同一种色素在不同果蔬中,可以表现出不同的颜色;而不同的色素在不同的果蔬中,也可以表现出相同的色彩。

花青素是一种感光色素,充足的光照有利于花青素的形成。因此,山地、高原地带果品的着色往往好于平原地带。此外,花青素的形成和累积还受植物体内营养状况的影响,营养状况越好,着色越好,着色好的水果风味品质也较佳。

花青素很不稳定,加热对它有破坏作用,遇金属铁、铜、锡则变色,所以果蔬在加工时应避免使用这些金属器具。但花青素可与钙、镁、锰、铁等金属结合生成蓝色或紫色的络合物,色泽变得稳定而不受pH的影响。

四、黄酮类色素

黄酮类色素水溶液呈涩味或苦味。以游离或糖苷的形式存在于果蔬中。它的基本结构为2-苯基苯并吡喃酮,与花青素一样,也属于“酚类色素”,但比花青素稳定。黄酮类物质在酸性条件下无色,在碱性时呈黄色,与铁盐作用会变成绿色或紫褐色。

比较重要的黄酮类色素有圣草苷、芸香苷、橙皮苷,它们存在于柑橘、芦笋、杏、番茄等果实中,是维生素P的重要组分。维生素P又称柠檬素,具有调节毛细血管透性的功能。柚皮苷存在于柑橘类果实中,是柑橘皮苦味的主要来源。

第二节 风味物质

不同果蔬所含风味物质的种类和数量各不相同,因而风味各异,但构成的果蔬基本风味主要有香、甜、酸、苦、辣、涩、鲜等几种。

一、香味物质

醇、酯、醛、酮和萜等化合物是构成果蔬香味的主要物质。它们大部分是挥发性物质,且多具有芳香气味,故又称为挥发性物质或芳香物质。正是这些物质的存在赋予果蔬特定的香气和味感,它们的分子中都含有一定的基团如羟基、羧基、醛基、羰基、醚基、酯基、苯

基、酰胺基等。这些基团称为“发香团”，它们的存在与香气的形成有关，但是与香气种类无关。

果品的香味物质多在成熟时开始合成，进入完熟阶段时大量形成，产品风味也达到了最佳状态。但这些香气物质均为低沸点、易挥发的物质，因此果蔬贮藏加工过程中会造成芳香成分的含量因挥发和酶的分解而降低，使果蔬及其产品风味变差。

果蔬的风味物质是多种多样的（表 2-1），据分析，苹果含有 100 多种芳香物质，香蕉含有 200 多种，草莓中已经分离出 150 多种，葡萄中现已检测出 78 种。水果的香味物质以酯类、醇类和酸类物质为主，而蔬菜则主要是一些含硫化合物和高级醇、酚和萜等。

表 2-1 几种果蔬的主要香味物质（叶兴乾，2002）

名称	香味主要成分	名称	香味主要成分
苹果	乙酸异戊酯	萝卜	甲硫醇、异硫氰酸烯丙酯
梨	甲酸异戊酯	叶菜类	叶醇
香蕉	乙酸戊酯、异戊酸异戊酯	花椒	天竺葵醇、香茅醇
桃	乙酸乙酯、 γ -萘酸内酯	蘑菇	辛烯-1-醇
柑橘	蚁酸、乙酸、乙醇、丙酮、苯乙醇及甲酯和乙酯	蒜	二烯丙基二硫化物、甲烯丙基二硫化物、烯丙基
杏	丁酸戊酯		

二、甜味物质

糖及糖醇类物质是构成果蔬甜味的主要物质，一些氨基酸、胺等非糖物质也具有甜味。蔗糖、果糖、葡萄糖是果蔬中主要的糖类物质，此外还含有甘露糖、半乳糖、木糖、核糖，以及山梨醇、甘露醇和木糖醇等。

果蔬的含糖量差异很大，其中水果含糖量较高，而蔬菜中除西瓜、甜瓜、番茄、胡萝卜等含糖量较高外，大多都很低。大多水果的含糖量在 7%~15% 之间，而蔬菜含糖量大多在 5% 以下。常见果蔬的种类及含糖量见表 2-2。

表 2-2 常见果蔬糖的种类及含量（g/100g 鲜重）（叶兴乾，2002）

名 称	蔗 糖	转 化 糖	总 糖
苹果	1.29~2.99	7.35~11.61	8.62~14.61
梨	1.29~2.99	6.52~8.00	8.37~10.00
香蕉	1.29~2.99	10.00	17.00
草莓	1.85~2.00	5.56~7.11	7.41~8.59
桃	7.0	1.77~3.67	10.38~12.41
杏	1.48~1.76	3.00~3.45	8.45~11.90
白菜	—	—	5.00~17.00
胡萝卜	—	—	3.30~12.00
番茄	—	—	1.50~4.20
南瓜	—	—	2.5~9.00
甘蓝	—	—	1.50~4.50
西瓜	—	—	5.50~11.00

果蔬的甜味不仅与糖的含量有关，还与所含糖的种类相关。各种糖的相对甜味差异很大，若以蔗糖的甜度为 100，果糖则为 173，葡萄糖为 74。不同果蔬所含糖的种类，及各种糖之间的比例各不相同，甜度与味感也不尽相同。仁果类果实果糖含量较多，核果类、柑橘类果实蔗糖含量较多，而成熟浆果类如葡萄、柿果以葡萄糖为主。

果蔬甜味的强弱还受糖酸比的影响，糖酸比越高，甜味越浓，反之酸味增强，如红星、红玉苹果的糖含量基本相同，红玉苹果含酸约为 0.9%，而红星苹果的酸含量在 0.3% 左右，故红玉苹果有较强的酸味。

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有影响。

在加工过程中，当糖的含量大于 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，在温度低时容易产生结晶析出。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，配料之前的糖液含量一般控制在 55%~65%。

三、酸味物质

果蔬的酸味主要来自有机酸，主要包括柠檬酸、苹果酸和酒石酸，它们统称为果酸；除此之外果蔬中还含有少量的草酸、琥珀酸、苯甲酸和水杨酸。蔬菜的含酸量相对较少，除番茄外，大多都感觉不到酸味的存在。但有些蔬菜如菠菜、茭白、苋菜、竹笋含有较多的草酸，由于草酸会刺激腐蚀人体消化道内的黏膜蛋白，还可与人体内的钙盐结合形成不溶性的草酸钙沉淀，降低人体对钙的吸收利用，故不宜多食。不同种类和品种的果蔬，有机酸种类和含量不同。如苹果含总酸量为 0.2%~1.6%，梨为 0.1%~0.5%，葡萄为 0.3%~2.1%。常见果蔬中的主要有机酸含量如表 2-3 所示。

表 2-3 主要果蔬组织中主要有机酸含量 (%) (赵晋府, 2006)

种 类	柠檬酸	苹果酸	种 类	柠檬酸	苹果酸
草莓	0.91	0.10	菠萝	0.84	0.12
苹果	0.03	0.02	桃	0.37	0.37
葡萄	—	0.65	梨	0.24	0.12
橙	0.98	痕量	杏(干)	0.35	0.81
柠檬	3.84	痕量	洋李	0.03	0.92
香蕉	0.32	0.37	荚豌豆	0.03	0.13
甘蓝	0.14	0.10	南瓜	—	0.15
胡萝卜	0.09	0.24	菠菜	0.08	0.09
洋葱	0.02	0.17	花椰菜	0.21	0.39
马铃薯	0.51	—	番茄	0.47	0.05
甘薯	0.07	—			

有机酸的酸感也不完全一样。在有机酸中，酒石酸的酸性最强，并有涩味，其次是苹果酸、柠檬酸。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、缓冲效应和其它物质的含量，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和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压杀菌，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、果蔬的涩味

果蔬的涩味主要来自于单宁类物质，当单宁含量（如涩柿）达 0.25% 左右时就可感到明显的涩味。未熟果蔬的单宁含量较高，食之酸涩，难以下咽，但一般成熟果中可食部分的单宁含量通常在 0.03%~0.1% 之间，食之具有清凉口感。除了单宁类物质外，儿茶素、无色花青素以及一些羟基酚酸等也具涩味。

单宁又称鞣质，属于酚类化合物，其结构单体主要是邻苯二酚、邻苯三酚及间苯三酚。

在食品中,单宁物质是指具有涩味、能够产生酶褐变及与金属离子产生色泽变化的物质,主要有两大类:水解型单宁与缩合型单宁。

涩味的产生是由于可溶性的单宁物质使口腔黏膜蛋白质凝固,使之发生收敛性作用而产生的一种味感。单宁物质含量高时会给人带来很不舒服的收敛性涩感,但适度的单宁含量可以给产品清凉的感觉,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。随着果蔬的成熟,可溶性单宁的含量降低。

单宁与水果加工品的色泽有着密切的关系,在有氧的条件下极易氧化发生酶促性褐变,尤其在遇到铁等金属离子后,会加剧变色进程。此外单宁遇碱很快变成黑色,因此在果蔬碱液去皮处理后,一定要尽快洗去碱液。

在果汁加工过程中常利用单宁与蛋白质产生絮凝的性质类对果汁进行澄清。

五、苦味物质

果蔬中的苦味主要来自一些糖苷类物质,由糖基与苷配基通过糖苷键连接而成。当苦味物质与甜、酸或其它味感恰当组合时,就会赋予果蔬特定的风味。果蔬中的苦味物质组成不同,性质也各异。下面简单介绍几种常见的糖苷类物质。

(1) 苦杏仁苷 苦杏仁苷是苦杏仁素(氰苯甲醇)与龙胆二糖形成的苷,具有强烈苦味。普遍存在于桃、白果、李、樱桃、苦扁桃和苹果等果实的果核及种仁中。苦杏仁苷本身无毒,但生食桃仁、杏仁过多,会引起中毒,因为同时摄入的苦杏仁苷酶使苦杏仁苷水解为2分子葡萄糖、1分子苯甲醛和1分子剧毒的氢氰酸之故。因此,加工时要先进行脱毒去苦处理,以防中毒;而苯甲醛是重要的食品香料之一,工业上常用苦杏仁来提取苯甲醛。

(2) 茄碱苷 茄碱苷又称龙葵苷。主要存在于茄科植物中,以马铃薯块茎中含量较多。超过0.01%时就会感觉到明显的苦味,因为茄碱苷分解后产生的茄碱是一种有毒物质,超过0.02%时即可使人食后中毒。马铃薯所含的茄碱苷集中在薯皮和萌发的芽眼部位,当马铃薯块茎受日光照射表皮呈淡绿色时,茄碱含量显著增加,据分析,可由0.006%增加到0.024%。所以,发绿和发芽的马铃薯应将皮部和芽眼削去后方可食用。在未熟的绿色茄子中,茄碱苷的含量也较多,成熟后含量减少。

(3) 橘皮苷(橙皮苷) 主要存在于柑橘类果实中,尤以白皮层、种子、囊衣和轴心部分为多,具有强烈的苦味。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。在柚皮苷酶的作用下,可水解成糖基和苷配基,使苦味消失,这就是果实在成熟过程中苦味逐渐变淡的原因。据此,在柑橘加工业中常利用酶制剂来使柚皮苷和新橙皮苷水解,或者采用酸性加热,使橘皮苷逐渐水解,以降低橙汁的苦味。

六、辛辣味物质

适度的辛辣味具有增进食欲、促进消化液分泌的功效。辣椒、生姜及葱蒜等蔬菜含有大量的辛辣味物质,它们的存在与这些蔬菜的食用品质密切相关。

生姜中辛辣味的主要成分是姜酮、姜酚和姜醇,是由C、H、O所组成的芳香物质,其辛辣味有快感。辣椒中的辣椒素是由C、H、O、N所组成,属于无臭性的辣味物质。

葱、蒜等蔬菜中的辛辣味物质的分子中含有硫,有强烈的刺鼻辣味和催泪作用,其辛辣成分是硫化物和异硫氰酸酯类,它们在完整的蔬菜器官中以母体的形式存在,气味不明显,只有当组织受到挤压破坏后,母体才在酶的作用下转化成具有强烈刺激性气味的物质,如大蒜中的蒜氨酸,它本身并无辣味,只有在蒜组织受到挤压破坏后,蒜氨酸才在蒜酶的作用下分解生成具有强烈辛辣气味的蒜素。

芥菜中的刺激性辛辣味成分是芥子油,为异硫氰酸酯类物质。它们在完整组织中是以芥

子苷的形式存在，本身并不具辛辣味，只有当组织破碎后，才在酶的作用下分解为葡萄糖和芥子油，芥子油具有强烈的刺激性辛辣味。

七、鲜味物质

果蔬中的鲜味物质主要来自一些具有鲜味的氨基酸、酰胺和肽，其中以 L-天门冬氨酸、L-谷氨酰胺和 L-天门冬酰胺最多，它们广泛存在于果蔬中。在梨、桃、葡萄、柿子、番茄中含量较为丰富。此外，竹笋中含有的天门冬氨酸钠也具有天门冬氨酸的鲜味。另一种鲜味物质谷氨酸钠是我们熟知的味精，其水溶液有浓烈的鲜味。谷氨酸钠或谷氨酸的水溶液加热到 120℃ 以上或长时间加热时，则发生分子内失水，缩合成有毒、无鲜味的焦性谷氨酸。

第三节 质地因子

果蔬是典型的鲜活易腐产品，它们的共同特性是含水量高，细胞膨压大。对于这类商品，人们希望它们新鲜饱满、脆嫩可口。而对于叶菜、花菜等除脆嫩饱满外，组织致密、紧实也是重要指标。因此，果蔬的质地主要体现为脆、绵、硬、软、细嫩、粗糙、致密、疏松等，它们与品质密切相关，是评价品质的重要指标。在生长发育不同阶段，果蔬质地会有很大变化，因此质地又是判断果蔬成熟度、确定加工适宜度的重要参考依据。

果蔬质地的好坏取决于组织的结构，而组织结构由与其化学组成密切有关，化学成分是影响果蔬质地的最基本因素。

一、水分

水分对影响果蔬质地、口感、保鲜和加工工艺有着十分重要的作用。果蔬中的水分含量很高，一般在 90% 左右，有的高达 95% 以上。其中主要是自由水分（游离水），这种水分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丢失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。果蔬中的另一类水分是结合水，它是果蔬体内与大分子物质相结合的一部分水，常与蛋白质、多糖类、胶体等大分子以氢键的形式相互结合，这类水分不仅不蒸发，就是人工排除也比较困难。只有在较高的温度（105℃）和较低的冷冻温度下方可分离。

二、果胶物质

果胶是由半乳糖醛酸形成的长链。果胶物质是构成细胞壁的主要成分，也是影响果实质地的重要因素，果实的软硬程度和脆度与原料中果胶的含量和存在形式密切相关。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，渐渐分解为能溶于水的果胶，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。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，对于浑浊型果汁则具有稳定作用，对于果酱具有增稠作用。

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酸的相互作用，可以增加原料的硬度和脆度，对制品进行增硬增脆。

三、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。果实中的纤维素含量在 0.5%~2%