

冯叙桥 主编

现代食品科技丛书

农产品贮藏运销学

冯叙桥 冯有胜 谭兴和 等编著

X
D
S
P
K
J

成都科技大学出版社

冯叙桥 主编

现代食品科技丛书

农产品贮藏运销学

主 编： 冯叙桥
副主编： 冯有胜 谭兴和
编 著： 冯叙桥 冯有胜 谭兴和
 李效静 周文斌 张瑞宇
 熊凤麒 袁吕江 陈秀伟
 王 熙 顾采琴 徐 俐
 陈 彦 袁艳春
总 审： 张百超
审 稿(以姓氏笔划为序)：
 万兆良 任昌福 杨大旗
 何庆邦 张国政 陈宗道
 邵庭富 曹自强 戴思锐

成都科技大学出版社

1996 年 · 成都

(川)新登字 015 号

冯叙桥 主编 现代食品科技丛书

农产品贮藏运销学

冯叙桥 冯有胜 谭兴和 等编著

成都科技大学出版社出版发行

西南农业大学印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:18

1994 年 8 月第 1 版 1996 年 7 月第 2 次印刷

字数:448 千字 印数:800—2000

ISBN 7-5616-1429-2/S.46

定价:15.40 元

内 容 提 要

本书详细地论述了有关农产品采后贮藏原理、技术和设施、商品化处理技术、运输和销售等各方面的问題,内容包括农产品品质的化学构成、农产品贮藏生理、农产品贮藏方式、农产品商品化处理、农产品运输、农产品购销、果品贮藏、蔬菜贮藏、粮油贮藏和其它农副产品贮藏等十章。本书是在广泛收集资料、调查研究、科研成果和教学实践的基础上撰写而成的,具有由浅入深、内容丰富、结构合理、图文并茂等特点以及较强的实用性、系统性、科学性和先进性,不仅可作为食品工业有关的贮藏、运输、销售、研究、技术、生产和管理等人员的工具书和参考书,而且可作为大专院校食品类专业、果树、蔬菜专业和农学类专业的教学用书,或作为技术培训教材。

《现代食品科技丛书》顾问委员会

主 任：肖德润

副主任：尹宗伦·张学元

委 员（以姓氏笔划为序）：

尹宗伦 刘长江 肖德润 张百超 张学元 赵增煜
黄圣明 萧家捷 顾景范 蔡同一

《现代食品科技丛书》编委会

主 编：冯叙桥

副主编：李新华 赵 静 刘兴华

编 委（以姓氏笔划为序）：

马 勇	王 岩	王 颀	王 熙	王文生	王兰莉
王代蓉	白卫东	刘兴华	冯有胜	叶兴乾	孙昌波
冯叙桥	石彦国	杨 文	李代发	李丽萍	吴厚玖
余群力	李新华	邱澄宇	张 平	陈 敏	张小侠
张凤宽	张华云	周纪侃	陈发河	陈永胜	陈绍军
张培正	张崇礼	孟素荷	赵 静	胡小松	段长青
侯彩云	赵颖怡	姜子涛	秦礼康	徐红华	高海生
黄金忠	舒 阳	谢 良	蒲 彪	谭书明	谭兴和

《现代食品科技丛书》合作单位

(排名不分先后)

西南农业大学食品科学学院
西北农业大学食品科学系
中国食品科技学会
山西农业大学食品科学系
河北农业技术师范学院食品系
四川农业大学食品工程学院
仲恺农业技术学院食品科学系
中国食品报社
无锡轻工大学食品科学与工程系
福建农业大学食品科学系
北京农学院食品科学系
甘肃农业大学食品工程系
扬州大学农学院食品科学系
广西农业大学食品科学系
天津轻工业学院食品工程系
吉林农业大学食品科学系
贵州农学院食品科学系
长春农业科学院园艺研究所
辽宁高等商业专科学校食品科学系
西北农业大学园艺系
山西大学生命科学系
绵阳经济技术高等专科学校应用技术系

沈阳农业大学食品科学系
中国农业大学食品科学学院
南京农业大学食品科学系
黑龙江商学院食品工程系
湖南农业大学食品科技系
莱阳农学院食品科学系
河北农业大学食品科学系
新疆农业大学食品科学系
渝州大学生物系
《食品与机械》杂志社
浙江农业大学食品科技系
重庆师范学院生物系
石河子农学院食品科学系
天津商学院食品工程系
厦门水产学院食品工程系
江西农业大学职业师范学院
山东农业大学食品科学系
东北农业大学食品科学系
河南农业大学园艺系
哲里木畜牧学院农学系
中国农业科学院柑桔研究所

《现代食品科技丛书》序

食品工业的发达程度和人们饮食水平的高低,是衡量一个国家文明程度和经济发展的重要标志。80年代以来,在我国实行以经济建设为中心和改革开放方针的现代化建设进程中,各级政府都十分重视食品工业,制订了一系列支持食品工业发展的政策,加上农业的发展、人民生活水平的普遍提高和科学技术的进步,促进了我国食品工业的发展,初步形成了门类比较齐全、产品日益丰富、技术比较先进、运销网络畅通的生产经营体系。“八五”期间,我国食品工业发展的年平均递增率为12%,并形成了较为完整的工业结构,在工业部门中仅次于机械、纺织工业而居第三位。经过大规模的技术改造,各行业都有了一批规模较大的、用现代技术和装备武装起来的骨干企业,在近4年中共有600多家企业进入国家大型企业序列,占全国大型企业的12%。

但是,与发达国家相比,我们的差距还很大。日本十大食品企业的总产值超过660亿美元,为我国食品工业总产值的1.5倍;韩国一个口香糖厂的年产值即相当于我国食品工业总产值的1/10;美国十大食品企业的年产值约1174亿美元,大大超过我国2000年食品工业总产值7010亿元的预测数;全世界十大食品企业总产值为2070亿美元,比我国2010年食品工业总产值的预测数17400亿元还多。因此,必须加速我国食品工业的发展速度。八届全国人大四次会议通过的《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》,给支柱产业之一的食品工业指明了发展方向,提出了更高更严的要求。既要在效益上有所突破,为国家建设积累更多的资金,又要保证生产与消费协调发展,最大限度地满足人民生活的需求,还要促进和导向农业、相关工业以及地方经济的稳定健康发展。

目前,我国正在力争加入世界贸易组织,参加国际经济大循环,我国食品工业必将面对与世界发达国家的激烈竞争;同时,我国现代化建设事业正进入新的发展阶段,到2000年人民生活将达到小康水平,对食品工业也提出了更高的要求。毫无疑问,我国食品工业在面对严峻挑战的同时,也获得了新的发展机遇。为了使我国食品工业在竞争中立于不败之地,并在竞争中求得不断的发展,我们必须在各个方面努力拼搏,而人才的培养就是一个十分重要的、必不可少的方面。

现代科学技术发展日新月异,进入90年代以来,食品工业科技领域开发了生物技术、速冻技术、冷冻干燥技术、真空技术、超临界萃取技术、膜技术、超微粉碎技术、高压灭菌技术和微电子技术等一大批新技术。要推广应用这些新技

术,使新的成果形成生产力,必须要造就大量高水平的人才。食品科技的不断发展也要求食品工业从业人员不断地学习,从而不断地获取新知识。

以前,我国食品工业人才的培养主要在轻工院校中进行。为了与食品工业发展的要求相适应,西南农业大学经农业部批准,于1983年率先在全国农业院校中创办了食品系并招收4年制本科生。之后,全国大部分农业院校和部分其它院校都陆续成立了食品专业,为食品工业培养了大批人才,满足了食品工业发展的急需。但是,在教材建设方面,各院校大多使用自编教材,相互间的交流和学习较少,不利于教学质量的进一步提高。已经出版的教材因编写的时间较早,大多已过时、陈旧,不能满足培养现代食品科技人才的需要。而目前已经出版的食品科技书籍虽然较多,但真正能用作教材的却很少。

鉴于上述原因,我们决定组织编写《现代食品科技丛书》,以满足食品工业人才培养和科技人员更新知识的需要。这是一项跨世纪的工作,也是我国出版的第一套食品科技方面的丛书,整套书将在1996年至2005年之间陆续分册出版。为了保证丛书的质量,编委会要求各分册主要编写人员都必须是从从事所编书目方面的专家,并采取成熟一本、出版一本的方式组织编写和出版。各书目的编写,除了要求具有高校教材和科技书籍出版的基本条件外,还必须具有较强的科学性、先进性、系统性和实用性,能反映出本门学科的最新成果和发展动态。在编写内容的取舍上,要求必须照顾到全国各地的情况,以满足各地科技人员参考和学生毕业后能适应各地工作的需要。

本丛书是各方面广泛合作的结果,成都科技大学出版社为丛书的出版提供了鼎力支持;我国食品界前辈肖德润、尹宗伦、张学元、萧家捷、顾景范、黄圣明、蔡同一、张百超、刘长江、赵增煜等专家、教授为丛书的编写提供了指导、支持和帮助;西南农业大学食品科学学院、沈阳农业大学食品科学系和西北农业大学食品科学系等单位的一些同志为丛书的组织、编写和出版做了大量工作,特在此一并致谢!

相信本丛书的出版,不仅会填补我国至今尚无食品科技丛书出版的空白,而且还会为促进我国食品工业的发展和人才培养起到应有的作用。但是,本丛书的编写不能不说是一种新的尝试,敬请读者和使用单位批评指正,以利不断改进、完善与提高。

《现代食品科技丛书》主编 冯叙桥

1996年7月10日

于山城重庆北碚

序

当今世界,在科技、经济和社会不断发展的同时,也产生了一些影响着甚至于威胁着人类生存的危机,需要各国政府和人民共同努力,一起寻求解决的途径和办法。人口、食物、环境和能源就是目前公认的世界面临的四大危机,其中的人口和食物危机是许多国家特别是发展中国家急需解决和处理的难题。

人口的数量和食物的供应密切相关,目前的实际状况是人口的增长大于食物生产的增长。虽然某些国家的食物生产过剩,但是在世界范围内食物供应的增加远远不能满足人口增长的需要,饥饿仍然是许多地区和国家不得不面对的现实。

对于中国这样一个拥有 12 亿人口的大国来讲,人口和食物的危机十分严峻。自党的十一届三中全会以来,中国的经济在改革开放的国策下得到了快速的发展,人民生活水平有了普遍的提高。但是,我们不得不承认这样的现实:在中国的某些贫困和落后地区,人们现在仍然还在为解决温饱问题而进行着不懈的努力。

在一定的条件下,人口和食物的问题是一个人口和食物之间的平衡问题。显然,这一问题可以通过两个途径来解决,一是增加食物的供给,一是控制人口的增长。而增加食物的供给又包括两个方面,一方面是增加农产品产量,另一方面是减少农产品采后损失。

在世界各地,农产品都是人们生活不可缺少的食物主要来源。正因为农产品这样重要,各国政府都将其作为一种战略物资来考虑,把农业生产作为国民经济的基础来发展。为了增加农产品的产量,已投入了大量的资金进行研究,并取得了很大的成绩。但是,相对而言,在减少农产品的采后损失方面,却没有引

起足够的重视。这可能是由于下列原因造成的：在增加农产品产量方面的潜在吸引力很高，人们总是期望通过努力而不断地提高单位面积产量；而在减少采后损失方面的潜在吸引力却很小，因为不管控制采后损失的技术有多么先进，即使假定能将其减少到事实上是不可能的零的水平，最多也只能保持采前的产量不减少而已。在中国，如何减少农产品采后损失的问题直到 70 年代末才受到了一定的注意，提到了议事日程上来。

其实，农产品的采后损失是相当惊人的，所造成的经济损失十分巨大。据联合国粮农组织估计，世界粮食采后损失达收获量的 20%，某些高温潮湿地区的发展中国家损失高达 50%，新鲜易腐果蔬的采后损失占产量的 25~80%。这些损失已超过了发展中国家所能承受的平均极限水平，使本来就不充足的农产品供应更为紧张，人口与食物的矛盾更为突出。毫无疑问，减少农产品的采后损失无论从解决人口与食物危机方面，还是从提高经济效益、保障有丰富充足的农产品提供消费等方面来讲，都具有十分重大的意义。

减少农产品的采后损失涉及到采后农产品的贮藏、运输和销售等各个方面，其中有技术的问题，也有经济和管理的问题，可惜至今未见将农产品的采后损失与上述各方面综合起来进行论述的专著出版。《农产品贮藏运销学》的问世正好填补了这方面的空白，相信这本书的出版在有关减少农产品采后损失的科学研究和生产实际中，将会起到应有的作用。

西南农业大学校长  教授

1994 年 6 月 6 日

于西南农业大学

前 言

民以食为天,食品是人类生命活动不可缺少的物质来源。新鲜、优质的食物与人类健康关系密切,它是人类繁衍、科学进步、社会昌明的动力,也是现代物质文明与精神文明的重要标志。

几千年的人类社会发展史表明,随着世界工业的发展、人口的增加和城市化进程的加快,食品短缺已成为除少数发达地区以外的全球性的问题。而食品缺少的主要原因,在战争、自然灾害、政治动乱等因素以外,就要算因食品贮藏管理不善而带来的损失了。据联合国粮农组织(FAO)估计,世界粮食产后损失达收获量的五分之一,某些国家高达二分之一。

我国是一个发展中的社会主义国家,又是以农立国、视农为国民经济基础之人口大国,迄今为止,全国尚有 8000 万人口处于温饱线之下,是全国上下扶贫攻坚的目标。此外,我国目前农产品产后损失是相当惊人的,每年均在 40~50 亿元左右。因此,加强农产品产后贮运保鲜、改善经营管理、搞好产地加工,即可为国家和社会节约大笔财富,为农村脱贫致富奔小康创造更为有利的条件。

随着我国社会主义市场经济体制的逐步完善,在国际上我国即将加入关贸总协定和世界贸易组织,国内农产品生产必然面临激烈的市场竞争;国人生活水平的逐步提高,更对农产品质量提出了更新更高的要求。因此,农产品产地贮运保鲜和加工业必将随着我国社会主义大农业、大流通体系的建立和发展而得到长足的发展;先进、合理、有序的,与国际农产品贮运保鲜技术处于同一水平的我国农产品现代贮运工程体系亦会随之而迅速建立。

由冯叙桥、冯有胜、谭兴和等同志编著的这本《农产品贮藏运销学》,以现代
试读结束, 需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

农产品采后生理学为理论基础,以农产品在产后贮、运、销过程中的保鲜技术为重点,系统地阐明了农产品商品化处理的若干理论与技术,有助于读者深入浅出地学习和掌握该学科领域的有关知识与技能,具有特色鲜明、文理通顺、重点突出、可读实用等优点,是从事农产品贮运工作的科技人员和大专院校食品、果树、蔬菜、农学等专业师生以及乡镇企业干部均可采用的一本重要专业教科书和参考书。

西南农业大学食品科学学院院长

刘勤晋

教授

1994年6月12日

目 录

《现代食品科技丛书》序	冯叙桥(I)
序	刘鸿仁(II)
前言	刘勤晋(V)
第一章 农产品品质的化学构成	
第一节 农产品之色	(1)
第二节 农产品之香	(4)
第三节 农产品之味	(7)
第四节 农产品之营养素	(15)
第五节 农产品之质地	(27)
第二章 农产品贮藏生理	
第一节 农产品呼吸生理	(29)
第二节 农产品蒸腾生理	(39)
第三节 农产品成熟与衰老生理	(42)
第四节 农产品休眠生理	(54)
第五节 农产品成熟与衰老的调节	(58)
第三章 农产品贮藏方式	
第一节 常温贮藏	(67)
第二节 机械冷藏	(76)
第三节 气调贮藏	(84)
第四节 物理贮藏	(94)
第四章 农产品商品化处理	
第一节 农产品商品化处理的目的意义	(105)
第二节 农产品商品化预处理	(106)
第三节 农产品销售前的商品化处理	(114)

第五章 农产品的运输

第一节 农产品装卸	(122)
第二节 农产品运输的意义和要求	(124)
第三节 农产品运输方式	(126)
第四节 农产品运输业务	(135)
第五节 农产品合理运输与保险	(145)
第六节 农产品集装化运输	(151)

第六章 农产品购销

第一节 农产品质量	(155)
第二节 农产品标准与标准化	(157)
第三节 农产品收购与检验	(160)
第四节 农产品销售	(162)

第七章 果品贮藏

第一节 柑桔贮藏	(167)
第二节 苹果、梨贮藏	(175)
第三节 葡萄贮藏	(182)
第四节 香蕉贮藏	(185)
第五节 桃、李贮藏	(189)
第六节 荔枝贮藏	(191)
第七节 猕猴桃贮藏	(192)
第八节 核桃、板栗贮藏	(195)

第八章 蔬菜贮藏

第一节 大白菜贮藏	(198)
第二节 花椰菜贮藏	(201)
第三节 蒜薹贮藏	(203)
第四节 萝卜、胡萝卜贮藏	(206)
第五节 番茄贮藏	(209)
第六节 黄瓜贮藏	(212)
第七节 辣椒贮藏	(214)

第八节 洋葱贮藏.....	(216)
第九节 马铃薯贮藏.....	(218)
第十节 大蒜贮藏.....	(220)
第十一节 生姜贮藏.....	(221)
第十二节 食用菌贮藏.....	(223)
第九章 粮油贮藏	
第一节 稻米贮藏.....	(226)
第二节 小麦贮藏.....	(229)
第三节 玉米贮藏.....	(231)
第四节 高粱贮藏.....	(232)
第五节 大豆贮藏.....	(233)
第六节 蚕豆贮藏.....	(235)
第七节 花生贮藏.....	(236)
第八节 油菜籽贮藏.....	(237)
第九节 甘薯贮藏.....	(238)
第十章 其它农副产品贮藏	
第一节 鲜蛋.....	(241)
第二节 鱼类.....	(245)
第三节 蜂蜜.....	(247)
第四节 干菜类.....	(250)
第五节 食用菌类.....	(252)
第六节 调味品类.....	(254)
第七节 茶叶.....	(257)
主要参考文献	(262)
中文索引	(264)
英文索引	(269)
后记	冯叙桥(273)

第一章 农产品品质的化学构成

农产品品质的评价包括感官指标和理化指标两个方面。感官指标主要指农产品的色、香、味、形和质地等；理化指标包括碳水化合物、脂肪、蛋白质、维生素和矿物质等营养成分的质和量。从农产品的商品价值考虑，还包括产品的整齐度、耐藏性和加工运输适性等。农产品的品质主要决定于种属遗传因素，同时又随栽培环境、管理水平和贮藏加工条件而变化。

第一节 农产品之色

农产品因种类、品种、栽培条件、成熟度和贮藏加工条件不同而呈现不同的颜色，这是因为所含色素(pigment)的种类及其含量和比例不同而引起的。一般情况下，水果、蔬菜和粮食种子的绿色随着成熟度提高或贮藏时间的延长而由深变浅，最终完全消失而呈现不同颜色。所以，色泽以及颜色深浅是评价农产品成熟度、新鲜度以及品质和商品价值的重要感官指标之一。农产品的色素主要包括叶绿素、类胡萝卜素和多酚类色素三大类。

一、叶绿素

(一)叶绿素的结构

叶绿素(chlorophyll)是鲜活绿色农产品的代表色素。叶绿素是叶绿酸(二羧酸)与叶绿醇及甲醇形成的二酯，其绿色来自叶绿酸残基。叶绿素的主要结构是由四个吡咯环的 α 碳原子经四个次甲基($=CH-$)连接形成的环状共轭体系，即卟吩环结构，所以叶绿素为吡咯类色素。它与另一种天然吡咯色素即血红素的主要区别，仅在卟吩环上的取代基和环中结合的金属元素不同，叶绿素结合的是 Mg^{2+} ，而血红素结合的是 Fe^{2+} 。叶绿素有五种类型，高等植物的叶绿素是由叶绿素a和b混合组成，低等植物只含c、d、e型。叶绿素a与b在结构上的主要区别仅在于Ⅱ吡咯环中 β 碳原子上的取代基不同，取代基是甲基($-CH_3$)为叶绿素a，取代基是醛基($-CHO$)为叶绿素b。在高等植物中叶绿素a和b的含量比通常为3:1，海藻类为1.3:1，褐藻类为1.9:1。

(二)叶绿素的性质

1. 物理性质 叶绿素a和b都不溶于水，可溶于乙醇、丙酮、乙醚、氯仿、苯等有机溶剂。叶绿素a可溶于石油醚，叶绿素b几乎不溶于石油醚。叶绿素a为兰黑色粉末，熔点为117~120℃，其乙醇溶液显兰绿色，并有深红色荧光(fluorescence)。叶绿素b为深绿色粉末，熔点120~130℃，其乙醇溶液显黄绿色，有红色荧光。在植物细胞中，叶绿素与蛋白质结合成叶绿蛋白存在，使之呈现绿色。当细胞死亡后，叶绿素则从叶绿体中游离出来。游离叶绿素很不稳定，对光和热都敏感，受光辐射时，由于光敏氧化作用而裂解为无色产物。

2. 与稀酸作用 叶绿素用稀酸处理时，其中的 Mg^{2+} 被两个 H^+ 所取代，生成褐色的去镁叶绿素a或褐绿色的去镁叶绿素b，原有的绿色消失。去镁叶绿素能很快地与其他金属盐(如铜盐或锌盐)作用，Cu或Zn进入叶绿素分子中填补原先Mg的位置而再次呈现绿色，而

且比原来的绿色更稳定,不被光所氧化(oxidation)。

3. 与稀碱作用 叶绿素在稀碱溶液中较稳定,加热则水解成叶绿醇、甲醇和叶绿酸钠(钾)盐,叶绿酸呈鲜绿色,较稳定。用 CuSO_4 处理叶绿酸(盐),便可制得易溶于水的叶绿素铜钠(钾)盐。

4. 叶绿素分解酶的作用 在叶绿素分解酶的作用下,叶绿素分解成绿色的叶绿酸甲酯和叶绿醇。此时若用碱处理,叶绿酸甲酯则水解成叶绿酸盐和甲醇。

二、类胡萝卜素

类胡萝卜素(carotenoid)广泛存在于动植物性食物中,是一类呈现黄、橙、红色的脂溶性色素。类胡萝卜素多与叶绿素和蛋白质共同结合成色素蛋白体存在于鲜活农产品中,当叶绿素存在时,绿色占优势,类胡萝卜素的颜色被淹没,一旦叶绿素被分解,则呈现类胡萝卜素的颜色。成熟果实的颜色转变以及秋天绿叶变黄的原因都在于此。

类胡萝卜素是由 40 个碳组成的一类化合物,根据呈色不同分为橙黄色类和红色类。按结构和溶解性质的差异分为胡萝卜素类(caroten)和叶黄素类(xanthophyll)。

(一)类胡萝卜素的结构

1. 胡萝卜素类色素的结构 胡萝卜素类色素有许多种,其中最重要的是 α 、 β 、 γ 三种。胡萝卜素类色素均含有一条由八个异戊二烯单位组成的共轭多烯链,两端各连接着一个 β -紫罗酮环者为 β -胡萝卜素,两端分别连接一个 β -紫罗酮环和一个 α -紫罗酮环者为 α -胡萝卜素,两端分别连接一个 β -紫罗酮环和一个开环者为 γ -胡萝卜素,两端分别连接一个开环者为番茄红素(lycopene)。

2. 叶黄素类色素的结构 叶黄素类色素是胡萝卜类色素的含氧衍生物,大多数都在紫罗酮环上连有羟基。如叶黄素是 α -胡萝卜素的含氧衍生物,玉米黄素是 β -胡萝卜素的含氧衍生物。这类色素包括叶黄素、玉米黄素、隐黄素、番茄黄素、柑桔黄素、虾黄素和胭脂树橙色素等。

(二)类胡萝卜素的性质

1. 溶解性 类胡萝卜素是一类脂溶性色素,可溶解于脂溶性溶剂。胡萝卜素类色素微溶于甲醇、乙醇,而叶黄素类色素易溶于甲醇和乙醇,所以可将二者分开。

2. 稳定性 类胡萝卜素与蛋白质结合存在于果蔬细胞中,结合态的类胡萝卜素相当稳定,经提取或与蛋白质分离后,稳定性(stability)下降。此类色素对热较稳定,即使在 Zn 、 Cu 、 Fe 等金属存在的条件下也不易破坏。由于此类色素含双键多,在 O_2 的存在下,特别是在光线中易被氧化裂解失去颜色,因此在透明塑料或玻璃缸中容易褪色。此外,不饱和双键易被脂肪氧化酶、过氧化酶氧化褪色褐变,尤其是在 pH 和水分过低时更易氧化。

3. 呈色反应 类胡萝卜素与三氯化锑的氯仿溶液反应多呈兰色,与浓硫酸作用均显兰绿色,与浓盐酸反应则只有 α -胡萝卜素呈灰绿色。由此常用作对这类色素进行定性检测。

4. 维生素 A 元 α -、 β -、 γ -胡萝卜素和玉米黄素等分子中均含有与维生素 A 的结构相同的 β -紫罗酮环,这类色素在体内经酶的作用裂解生成具有生物活性的维生素 A,故称为维生素 A 元。分子中不含 β -紫罗酮环结构的类胡萝卜色素没有维生素 A 的功能,所以不属维生素 A 元之列,如番茄红素。

三、多酚类色素

这是一类水溶性植物色素,包括花青素类色素、花黄素类色素和儿茶素类色素三种类型。