

XIANDAI NONGYE JISHU GAILUN

XIANDAI NONGYE JISHU GAILUN

XIANDAI NONGYE JISHU GAILUN

XIANDAI NONGYE JISHU GAILUN

XIANDAI NONGYE JISHU GAILUN

# 现代农业技术 概论 (下册)

李乃祥 丁得亮 主 编

于战平 王松文 副主编  
柴慈江 陶秉春

南开大学出版社

责任编辑 李正明 封面设计 丁沙铃

# 现代农业技术 概论

(下册)

ISBN 7-310-02330-7



9 787310 023301 >

ISBN 7-310-02330-7  
S·3 定价: 28.00元

# 现代农业技术概论

(下册)

李乃祥 丁得亮 主编

于战平 王松文 柴慈江 陶秉春 副主编

南开大学出版社

天 津

**图书在版编目(CIP)数据**

现代农业技术概论. 下册 / 李乃祥, 丁得亮主编.  
—天津: 南开大学出版社, 2005. 8  
ISBN 7-310-02330-7

I. 现... II. 李... III. 农业技术—概论 IV. S

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 046796 号

**版权所有 侵权必究**

**南开大学出版社出版发行**

**出版人: 肖占鹏**

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022)23508339 23500755

营销部传真: (022)23508542 邮购部电话: (022)23502200

\*

河北省迁安万隆印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 16 开本 17.75 印张 443 千字

**定价: 28.00 元**

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022)23507125

## 内容简介

本书以大农业为背景，全面、系统地介绍了现代农业技术。其中包括现代农业种植技术、现代农业养殖技术、现代农产品加工技术、现代农业经营管理技术、现代农业生物技术和现代农业信息技术等内容，几乎涉及农业的所有领域和各个阶段，能够为读者搭建一个完整的农业技术知识框架体系。

本书分上下两册，全书高度概括了农业生产的一般规律，深入浅出地介绍了农业领域的新技术和新方法，尤其是向读者展现了农业生物技术和农业信息技术的概貌。

本书每章后都配有习题，适于作为农业院校非农、近农专业的通用教材，参考授课时间为 80 学时（第一篇：20 学时；第二篇：20 学时；第三篇：10 学时；第四篇：10 学时；第五篇：20 学时）。也可供有关技术人员学习和了解现代农业技术时参阅。

# 序

我国是世界第一农业大国，人口众多，但农业资源有限，现代科学技术的应用对于农业的可持续发展意义重大。正如邓小平同志所说，农业最终要靠科技解决问题。当前，生物、信息等高新技术在农业领域的应用进展迅速，最新的技术与最古老产业的结合，必将带来一场新的革命，其实施则要依靠大批新型的农业技术人才。

高等农业院校作为培养农业技术人才的基地，不仅要注重对“农科”学生的现代科学技术教育，更为重要的是要加强对非农、近农专业学生的农业背景知识教育，为专业知识与农业的结合做好铺垫。基于以上考虑，我们编写了这样一本介绍现代农业技术的教材，用于计算机、信息、管理、食品、机电、水文等非农、近农专业的公共课教学，以满足农林院校非农、近农专业构建专业特色教学所需。

本书分上下两册，上册包括“绪论”、“现代农业种植技术”、“现代农业养殖技术”，下册介绍“现代农产品加工技术”、“现代农业经营管理技术”、和“现代农业高新技术”，内容几乎涉及到了农业的所有领域和各个不同阶段，旨在为读者构建一个完整的农业技术知识框架。

作为一本非农、近农专业的农业技术公共课教材，本书立意新颖，特色突出，主要体现在以下几个方面：

1. 较好地把握了概论性教材的特点，在通俗易懂的前提下，在适当深度上对现代农业技术进行了深入浅出的介绍。

2. 较为全面地反映了农业领域的新技术，内容较为新颖。尤其是鉴于生物、信息等高新技术对农业的重要作用，专门用一篇对农业生物技术和农业信息技术进行了介绍。

3. 突出整体性与系统性，对各部分内容进行了合理规划与编排。例如，各篇中涉及生物、信息技术的内容均放在农业高新技术篇进行系统介绍。另外，同一篇中不同专业门类之间的共性技术内容也归结到一起予以介绍，这样，有效避免了篇与篇、章与章之间的交叉重复。

4. 强调概括性与代表性，对内容进行了精心提炼。着重一般规律、技术和方法的介绍，而不是面面俱到，从而大大压缩了篇幅和学时。

本书是天津农学院不同专业教师共同合作的结果，参加本书编写的有农学、园艺、水产、动科、食品、经管和计算机共七个系的十名教师。其中绪论和第一篇第一、二章由丁德亮执笔，第三、四章由柴慈江执笔，第二篇第一、二章由周淑云和段县平执笔，第三章由陶秉春执笔，第三篇由张平平和任小青执笔，第四篇由于战平执笔，第五篇第一章由王松文执笔，第二章由李乃祥执笔，全书由李乃祥统稿。

参加本书审定的有邢克智、孙守钧、马衍忠、刘庆山、靳润昭、孟庆田和刘金福教授，他们在繁忙的工作中抽出时间，详细审阅了书稿内容，并提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心感谢。

本书的编写得到了天津农学院领导、教务处和有关各系的大力支持与帮助，张孝义老师为本书的出版作了大量的组织协调工作，南开大学出版社也对本书的出版给予了热情支持与指导，在此谨表谢意。此外，在本书的编写过程中，编者参阅了大量相关书籍和文献资料，

也借此机会向有关作者表示感谢。

由于编者水平所限，加之本书涉及面广、成稿时间仓促，书中难免存在错误与疏漏，恳请有关专家和读者提出宝贵意见。

编者

2004. 7. 15

# 目 录

<b>第三篇 现代农产品贮藏与加工技术</b> .....	1
<b>第一章 概论</b> .....	1
第一节 农产品贮藏与加工的内容 .....	1
第二节 农产品贮藏与加工的意义和发展趋势 .....	3
习题与思考题 .....	5
<b>第二章 现代农产品贮藏技术</b> .....	6
第一节 园艺产品贮藏技术 .....	6
第二节 谷物产品储藏技术 .....	26
习题与思考题 .....	31
<b>第三章 现代农产品加工技术</b> .....	32
第一节 农产品加工技术原理 .....	32
第二节 植物类农产品加工技术 .....	38
第三节 动物类农产品加工技术 .....	52
习题与思考题 .....	60
参考文献 .....	60
<b>第四篇 现代农业经营管理技术</b> .....	62
<b>第一章 中国农业经济制度</b> .....	62
第一节 中国农业经济制度的演变 .....	62
第二节 现行中国农业经济的重要制度规定 .....	67
习题与思考题 .....	73
<b>第二章 农业现代化</b> .....	74
第一节 发达国家农业现代化的实践 .....	74
第二节 中国特色农业现代化建设 .....	83
第三节 中国农业生产经营组织现代化 .....	85
第四节 农业结构调整与优化 .....	91
习题与思考题 .....	96
<b>第三章 加入 WTO 与中国农业国际化</b> .....	98
第一节 WTO 基础知识 .....	98
第二节 WTO 有关农业协议规定和中国农业的承诺 .....	101
第三节 中国应对入世影响和实现农业国际化的对策 .....	105

习题与思考题 .....	108
<b>第四章 农业经营管理技术 .....</b>	<b>110</b>
第一节 经营管理基础知识 .....	110
第二节 经营预测与经营决策 .....	118
第三节 经营核算 .....	122
第四节 现代农产品营销技术 .....	127
习题与思考题 .....	132
参考文献 .....	133
<b>第五篇 现代农业高新技术 .....</b>	<b>134</b>
<b>第一章 现代农业生物技术 .....</b>	<b>134</b>
第一节 基因工程 .....	134
第二节 细胞工程 .....	159
第三节 酶工程 .....	165
第四节 发酵工程 .....	170
第五节 生物技术 在农业上的应用 .....	174
第六节 基因组工程 .....	176
第七节 蛋白质工程和蛋白质组学 .....	184
第八节 生物信息学技术及其应用 .....	187
习题与思考题 .....	193
参考文献 .....	194
<b>第二章 现代农业信息技术 .....</b>	<b>198</b>
第一节 农业信息技术概论 .....	198
第二节 农业生产计算机测控技术 .....	209
第三节 农业信息查询与管理技术 .....	219
第四节 虚拟农业和主要支撑技术 .....	226
第五节 智能化农业管理与决策技术 .....	242
第六节 “3S”技术与“精细农业” .....	250
习题与思考题 .....	269
参考文献 .....	271

# 第三篇 现代农产品贮藏与加工技术

## 第一章 概论

### 第一节 农产品贮藏与加工的内容

#### 一、相关概念

##### (一) 农产品

农业生产的主要目的是获得农产品，农产品有狭义和广义之分。狭义农产品是指以种植业为主体所获得的植物性产品，如粮食、植物油脂、果蔬等产品。而广义的农产品是指整个农业部门生产的动植物主副产品的总称，包括养殖业生产中所获得的畜产品和水产品等动物性产品，包括粮食、油脂、果蔬、肉类、蛋奶类、茶叶、棉花、麻类、烟草、食用菌、药材、花卉等，范围广泛，种类繁多。

##### (二) 农产品贮藏

农产品贮藏从狭义上讲，是为了防止农产品腐败变质而采取的物理、化学、生物工程等技术手段，是与加工相对应而存在的。但从广义上讲，贮藏与加工是互相包容的。因为加工的重要目的之一是贮藏农产品，为了达到贮藏的目的，必须采用合理的、科学的加工。农产品贮藏的目的是为了保持农产品的营养成分和自然品质，没有贮藏的农业是不完全的农业。通常，对于不同种类的农产品贮藏，叫法往往不太一样，如常说园艺产品的贮藏、谷物产品的储藏、畜产品的保藏等。

##### (三) 农产品加工

所谓加工，是指对原材料实施各种操作，如改变其尺寸、形状或性质，提高精度或纯度，使其达到预期的要求。农产品加工是指以农产品为基础原料，采用物理、化学、生物工程等技术，改变农产品外观及其生物属性，制成供食用、工业用或医药用的成品或半成品的过程。按照国家统计局的统计标准，农产品加工业包括工业中的 12 个行业，具体可分为食品工业、纺织及服装工业、木材及其制品行业、造纸及印刷制品行业、橡胶工业等等。其中，食品工业和纺织及服装工业所占比例最大，占农产品加工业总量的 67%~80%，其中的食品工业在主要经济指标方面已由第二位上升为第一位，食品工业是农产品加工业的主体。

#### (四) 食品工业

食品工业指在食品工厂中,运用机械设备和科学的方法,对食品原料进行加工,以供人们食用为目的的工业。食品工业发展很快,它不仅能提供营养丰富、品种繁多、经久耐贮的各种食品,以满足人们日常生活的需要,而且还能在贮备物资、调剂货源、调节市场、保证供应、防荒救灾以及开辟新的食物资源、创造新型食品等方面为国家做出贡献,因而深受世界各国重视。目前许多国家的科学家、经济学家和政界人士,都把食品生产同人口问题、能源问题、生态问题列在一起,作为当今世界重要的战略问题来考虑。

食品工业按行业分为食品加工业、食品制造业、饮料制造业和烟草加工业等四大行业,其中食品制造业又分为粮食及饲料加工业、植物油加工业、制糖业、屠宰及肉类蛋类加工业、水产品加工业、盐加工业等行业;食品制造业又分为糕点糖果制造业、乳制品制造业、罐头食品制造业、发酵制品业、调味品制造业和其他食品制造业等;饮料制造业又分为酒精及饮料酒制造业、软饮料制造业、制茶业和其他饮料制造业等;烟草加工业又分为烟叶复烤业、卷烟制造业和其他烟草制造业等。各分行业又细分为六十多种。

食品工业按功能划分可分成四个主要部分,即原料生产、加工、运输和销售。原料生产包括耕种技术、园艺、养殖和捕捞等,具体包括动植物品种的选育、培养、耕作、收获和屠宰以及原料的储存和运输。加工是将农产品原料转化为食品的过程。加工包括许多单元操作和过程,一般被认为是食品技术的核心。运输涉及运输方式、运输工具、运输条件和产品的加工、包装、称重、堆放、储存要求、储存稳定性以及影响产品销售的各种因素等具体内容。销售是指产品的商业销售,它包括批发、零售和餐饮业等。由此可见,食品工业的各部分是由各个环节连续运转的,这种运转方式能保证高度有组织和有节奏地发挥各个部门的功能。于是,大公司往往拥有农场或种植园、加工和运输设备以及销售自己制造的产品的批发商店,以保证公司顺利地运作和获得高额利润。食品工业还与许多工业行业,如机械工业、化学工业、包装工业以及服务行业等密切相关。因此,无论从宏观的角度,还是从企业的具体行为来看,食品工业都是涉及领域非常广泛、内容非常繁杂的国民经济中最重要的产业。

#### (五) 食品科学

目前,食品科学在世界范围内已发展为一门独立的学科。在美国就有四十多所大学可授予食品科学的学位。目前我国把“食品科学与工程”作为一级学科(专业),其下面分为食品科学、粮油及蛋白质工程、农产品贮藏与加工工程、水产品加工等4个二级学科。食品科学(food science)可定义为将基础学科和工程学的理论用于研究食品基本的物理、化学和生物化学性质以及食品加工原理的一门学问。有时人们又把研究食品生产的具体过程称为食品工艺学(food technology),定义为运用食品科学原理来从事食品的选择、保藏、加工、包装及销售的过程。由于食品与人类的繁衍、人们的健康直接相关,因此人们对食物的安全、营养和卫生等要求越来越高,食品科学研究的内容越来越多,越来越深入。可见,食品科学是一门涉及范围很广的学科,包括了物理学、化学、生物学、工程学、营养学、卫生学、心理学以及管理学等众多学科的理论和技术。随着社会、经济、科技的发展,食品科学的内涵将更加广泛和丰富。

## 二、农产品贮藏与加工的主要内容

### (一) 农产品贮藏的主要内容

农产品贮藏指采用某些措施,如控制农产品的环境条件,抑制产品的呼吸作用,减缓产品的败坏,增加产品的稳定性来达到较长时间储存的目的。农产品贮藏包括园艺产品贮藏、粮油储藏和畜产品保藏。园艺产品贮藏主要是蔬菜、果品、食用菌、花卉的贮藏,有时也称之为保鲜。粮油储藏主要是指小麦、玉米等谷物类粮食和大豆等油料作物的现代储藏方法、管理和设施。畜产品保藏主要是指肉、蛋、奶等畜产品的保藏的基本理论、方法、技术和设施等。注意,这里贮藏、储藏和保藏三者是有细微差别的。

### (二) 农产品加工的主要内容

农产品加工是指把农产品按其用途分别制成成品或半成品的生产过程。针对原料的加工程度而言,农产品可分为初加工和深加工。加工程度浅、层次少,产品与原料相比,理化性质、营养成分变化小的加工过程可称为初加工。加工程度深、层次多,经过若干道加工工序,原料的理化特性发生较大变化,营养成分分割很细,并按需要进行重新搭配,这种多层次的加工过程称为深加工。按原料来分,农产品加工主要包括粮油产品加工、果蔬产品加工、畜产品加工、水产品加工等。

#### 1. 粮油产品加工

采用多种工程技术措施将粮食、油料等农业原料加工成供人们食用以及工业用的制成品或半成品的过程。粮油加工的主要内容:粮食作物加工,如稻谷加工、小麦加工、玉米和薯类加工(淀粉;淀粉制品、淀粉衍生物、淀粉发酵制品等);豆类加工,其制品有豆油、豆制品、发酵制品、蛋白制品、罐头制品、油炸制品、膨化制品等;油料作物加工,其制品有粗制油、精炼油等;粮油加工、副产物综合再生利用等。

#### 2. 果蔬产品加工

果蔬产品加工是以果品、蔬菜为主要原料,将其加工成食品的过程。因为果品、蔬菜的种类繁多,其加工产品的品种非常多,所以为了研究方便,通常把它们归纳为罐头、果酱、果蔬汁、蜜饯、脱水干制品等几种类型。

#### 3. 畜产品加工

畜产品加工是将肉、奶、蛋等畜产品加工成供人们食用的各种制成品或半成品。如中式肉制品中的腌腊制品、酱卤制品、烧烤制品、灌肠制品、烟熏制品、发酵制品、干制品、油炸制品和罐头制品等;西式肉制品中的香肠、火腿和培根等。乳制品有饮料、奶粉、酸奶、干酪、冰淇淋等。蛋制品有皮蛋、咸蛋、蛋黄粉等。

#### 4. 水产品加工

水产品加工是将水产品(淡水和海水中的鱼、虾、贝类、藻类等)加工成供人们食用或工业用的成品或半成品的过程。其主要品种有罐头、干制品、鱼糜制品等。

## 第二节 农产品贮藏与加工的意义和发展趋势

### 一、农产品贮藏与加工的意义

农产品加工始终是一个战略问题。食品问题是世界四大问题之一,任何时候、任何国家

都把食品问题看作国家兴衰存亡的头等大事。随着社会的发展和人们生活水平的提高，人们对食品的要求不仅局限在吃饱、吃好，还要求方便、多样化，初级的农产品是不能满足人们的需要的，因此，发展农产品加工业与人民的生活水平和生活质量息息相关。

农产品产后的增值潜力巨大。世界发达国家均将农产品的贮藏、保鲜和加工业放在农业的首要位置。从农产品的产值构成来看，农产品的产值 70%以上是通过产后的储运、保鲜和加工等环节来实现的。

农产品贮藏与加工是农产品参与大流通的必要措施。农产品大多是以鲜活的形式产出的，许多农产品很难在自然条件下长时间内保持它们特有的商品性状，即很难使它们在大范围、长时间内流通。搞好产后加工处理，或保持其鲜活的商品性状，或保留其特有的风味和营养品质，才能在较长的时间内参加世界市场的大流通。

农产品贮藏与加工是克服农产品产后大量损失的有效途径。农产品产后损失在全世界普遍存在。发展中国家的果品、蔬菜产后损失率在 30%~70%。就我国当前的生产水平，每年果品、蔬菜产后损失率约为 20%~40%，损失量超过 1.5 亿吨，粮食产后损失率约为 15%，损失量超过 600 亿公斤。这是非常巨大的浪费，而有些发达国家依靠良好的农产品贮藏与加工处理，使得果品、蔬菜产后损失率降到了 5%以内。这充分说明了农产品贮藏与加工对减少农产品产后损失的作用。

农产品贮藏与加工是农村产业结构调整 and 促进农村经济发展的有力保证。农产品加工不仅可以极大地提高农业的附加值，同时对农业发展具有很强的推动、拉动作用和导向作用，促进农业结构的调整。同时科学技术的发展将大量农业劳动力从土地中解放出来，发达国家的经验告诉我们，开展农产品加工能够就地安排这些对农产品有深入了解和深厚感情的劳动力，由此促进了农村产业的升级和城镇化建设的发展，带来了农村社会经济的繁荣。

## 二、农产品加工的发展趋势

农产品加工业是我国的传统产业。经过几十年的建设和发展，取得了巨大的成就，尤其是改革开放以来，随着社会经济的发展和城乡居民收入水平的逐步提高，农产品加工业发展明显加快，现已成为门类齐全、产品日益丰富、技术不断进步、网络基本健全的完整的产业体系，已成为国民经济的支柱产业。但与发达国家相比以及与社会经济快速发展的要求相比，我国农产品加工业仍然存在着一定的差距和问题，主要表现在：加工比重少，深加工少，加工程度很低，产品数量少；产业配套较差，产业化、规模化程度低；产业结构和布局不够合理；技术力量薄弱，科技投入少，企业技术水平和管理水平较差。随着全球经济一体化的加快和科学技术的飞速发展以及人们生活节奏加快、生活方式的改变，人们对食品的要求是营养、方便、安全、卫生、天然、保健。根据国内外农业和农产品加工业的发展态势，在农产品加工方面呈现出如下的发展趋势：市场国际化、技术高新化、组织一体化、企业规模化、品种多样化、质量安全化、管理科学化、产地特色化、资源利用多级化、消费品牌化等 10 个方面，对我国未来农产品加工业的发展提出了全面的更高的要求，也为我国农产品加工业发展指明了方向。

## 习题与思考题

### 一、名词解释

1. 农产品      2. 农产品加工      3. 农产品贮藏      4. 食品工业      5. 食品科学

### 二、简答

1. 农产品贮藏与加工的主要内容是什么？
2. 农产品贮藏与加工的意义是什么？
3. 农产品贮藏与加工的发展趋势是什么？

# 第二章 现代农产品贮藏技术

## 第一节 园艺产品贮藏技术

### 一、影响园艺产品贮藏的因素

园艺产品贮藏的效果在很大程度上取决于采收后的处理措施、贮藏环境条件及管理水平，在适宜的温度、湿度和气体条件下，再加上科学的管理，就有可能保持园艺产品良好的商品质量，使贮藏期和货架期（shelf life）得以延长，损耗率降低。同时，不同种类及品种园艺产品的生理特性、生态条件、农业技术措施等采前诸多因素都会或多或少地、直接或间接地对园艺产品的商品质量与贮藏性产生影响。因此，为了保持园艺产品良好的商品质量，提高贮藏效果，既要重视采收后贮藏运输中的各个技术环节，同时也要对影响园艺产品生长发育的采前诸多因素予以足够重视。

#### （一）采前因素对园艺产品品质和耐贮性的影响

##### 1. 产品本身因素

（1）种类和品种（variety and species）园艺产品的种类很多，不同种类园艺产品的商品性状与贮藏特性差异很大。一般来说，产于热带地区或高温季节成熟，并且生长期短的园艺产品不耐贮藏；生长于温带地区、生长期较长，并且在低温冷凉季节成熟收获的园艺产品，一般具有较好的贮藏性。按照园艺产品组织结构来比较，果皮和果肉为硬质的园艺产品较耐贮藏，而软质或浆质的耐藏性较差。一般晚熟品种耐贮藏，中熟品种次之，早熟品种不耐贮藏。

（2）田间生长发育状况 园艺产品在田间的生长发育状况包括树龄大小、长势强弱、营养状况、载量、个体大小及其着生部位等，都会对园艺产品的贮藏性产生影响。幼龄树营养生长旺盛，结果数量少而致果实体积较大、组织疏松、果实中氮钙比值大，因而果实在贮藏期间的呼吸水平高，品质变化快，易感染寄生性病害和发生生理性病害。老龄树地上、地下部分的生长发育均表现出衰老退化趋势，根部营养物质吸收能力变弱，地上部光合同化能力降低，因此，果实体积小，干物质含量少，着色差，抗病力下降，其品质和贮藏性都发生不良变化。果实体积大小是其重要的商品性状之一，大果具有与幼树果实性状类似的原因，所以贮藏性较差。一般认为，中等和中等偏大的果实具有较好的贮藏性。植株负载量适当，可以保证果实营养生长与生殖生长的基本平衡，收获后的果实质量好，耐贮藏。不同部位果实的生长发育和贮藏性的差异，是由于田间光照、温度、空气流动以及植株生长阶段的营养状况等不同所致。

（3）成熟度（maturity）成熟度是评判水果及许多种蔬菜成熟状况的重要指标。只有达到一定成熟度或者发育年龄的园艺产品，收获后才会具有良好的品质和贮藏性能。适宜收获

成熟度的确定，应根据各种园艺产品的生物学特性、采后用途、市场距离、储运条件等因素综合考虑。随着园艺产品的成熟或者发育年龄增大，干物质积累不断增加，新陈代谢强度相应降低，表皮组织加厚并且变得完整，对于贮藏的园艺产品来说，这不仅使其外观色彩更鲜艳，更重要的意义在于它的生物学保护功能，即对园艺产品的呼吸代谢、蒸腾作用、病菌侵染等产生抑制、防御作用，因而有利于园艺产品的贮藏。

## 2. 生态因素

园艺产品栽培的生态环境和地理条件如温度、光照、降雨、土壤、地形地势、经纬度、海拔高度等对园艺产品的生长发育、质量和贮藏性能够产生很大影响，而且这些影响往往是先天性的，不易被人们所控制。

(1) 温度 温度是影响园艺产品栽培的主要因素之一。每种园艺产品都有其生长发育的适宜温度范围和积温要求，在适宜的温度范围内，园艺产品的生长发育随温度升高而加快。自然界每年气温变化很大，在园艺产品生长发育过程中，不适当的高温和低温对其生长发育、产量、质量及贮藏性均会产生不良影响。

(2) 光照 光照对园艺产品的质量及贮藏性等有重要的影响。光照不足，园艺产品的化学成分特别是糖和酸的形成为明显减少，不但降低产量，而且影响质量和贮藏性。光照充足，昼夜温差大，是花青素形成的最重要的环境因素。陕西渭北地区和甘肃天水地区的“元帅”、“富士”等品系的苹果红色浓艳，品质极佳，与当地良好的光照、温度条件密切相关。

(3) 降雨 水分是园艺产品生长发育不可缺少的条件，降雨量多少和降雨时间分布与园艺产品的生长发育、质量及贮藏性密切相关。土壤水分缺乏时，园艺产品的正常生长发育受阻，表现为个体小，着色不良，品质不佳，成熟期提前，不耐贮藏。降雨量过多，则不但土壤中的水分直接影响园艺产品的生长发育，而且对环境的光照、温度、湿度条件产生影响，这些因素对园艺产品的产量、质量及贮藏性都有不利的影晌。

(4) 土壤 土壤是园艺产品赖以生存的基础，土壤的理化性状、营养状况等都会影响园艺产品的生长发育。园艺产品种类不同，对土壤的要求和适应性有一定的差异。

(5) 地理条件 纬度、地形、地势、海拔高度等地理条件与温度、光照强度、降雨量、空气湿度等园艺产品的生长发育条件会对园艺产品产生影响。实践证明，许多园艺产品的名特产区，首先在于该地区的自然生态条件适合于某种作物的生长发育要求。例如：新疆的葡萄、哈密瓜，四川的红橘、甜橙，浙江的温州蜜柑，福建的芦柑，河北的鸭梨等，都与栽培地区优越的地理和气候条件密切相关。实践证明，丘陵山地生产的同种果品比平原的着色好，品质佳，耐贮藏。

## 3. 农业技术因素

施肥、灌溉、病虫害防治、整形修剪、疏花疏果等园艺产品栽培管理中的农业技术因素对园艺产品的生长发育、质量状况及贮藏性有显著影响，其中许多措施与生态因素的影响有相似之处，两者常常表现为联合、互补或者相克的关系。

(1) 施肥 (fertilization) 土壤中有有机肥料和矿物质的含量、种类、配合比例、施肥时间等对园艺产品的产量、质量及贮藏性都有显著的影响，其中以 N 素的影响最大，其次是 P、K、Ca、Mg 等矿质元素。

(2) 灌溉 (irrigation) 土壤中水分供应不足，园艺产品的生长发育受阻，产量减少，质量降低。例如桃在整个生长过程中，只要采收前几周缺水，果实就难长大，果肉坚韧呈橡皮质，产量低，品质差。但是，供水太多又会延长果实的生长期，风味淡薄，着色差，采后

容易腐烂。在现代化耕作的果园和菜园，采用喷灌或滴灌，既能节约用水，又能满足园艺产品对水分的需要，使园艺产品的产量、质量及贮藏性更有保证。

(3) 喷药 在水果和蔬菜栽培中，喷洒植物生长调节剂、杀菌灭虫的农药等，可达到提高产量和质量、控制病虫害发生等目的。这些药剂除了达到栽培之目的外，对园艺产品的贮藏性也或多或少地产生有利或不利的影晌。田间喷药既能控制害虫对园艺产品造成的直接影晌，也可减轻腐烂病害发生。虽然园艺产品收获后用某些杀菌灭虫药剂处理有一定的效果，但这种效果是建立在田间良好的管理包括病虫害防治的基础之上的，控制园艺产品储运病虫害工作的重点应放在田间管理上。田间病虫害防治工作应坚持“预防为主，防治结合，综合防治”的方针。在使用化学药剂时，必须贯彻执行国家有关农药使用的标准和规定，严禁滥用和乱用药物，以免影晌食品的卫生与安全。

(4) 修剪和疏花疏果 修剪是为了调节树体各部分的平衡生长，增加树冠内部的透光性和结果部位。修剪对果实的贮藏性有直接或间接的影响。如果修剪过重，那么会造成枝叶旺长，结果量减少，枝叶与果实生长对水分和营养的竞争突出，使果实中 Ca 含量降低，易导致发生多种缺 Ca 性生理病害。重剪也造成树冠郁闭，光照不良，果实着色差，着色差的苹果贮藏中易发生虎皮病。疏花疏果是许多果树、蔬菜、花卉生产中采用的技术措施，目的是保证叶、果的适当比例，使叶片光合作用制造的养分能够满足果实正常生长发育的需要，从而使果实具有一定的大小和良好的品质。疏花疏果影响到细胞的数量与大小，也就决定着果实体积的大小，在一定程度上也就影响到果实的品质及贮藏性。

## (二) 贮藏条件的影晌

贮藏环境的温度、湿度以及  $O_2$  和  $CO_2$  浓度是影响园艺产品贮藏的重要条件，即人们通常所说的影响贮藏的三要素——温度、湿度和气体。

### 1. 温度

温度对园艺产品贮藏的影响表现在对呼吸、蒸腾、成熟衰老等多种生理作用上。在一定范围内随着温度的升高，各种生理代谢加快，对贮藏产生不利影晌。因此，低温是各种园艺产品贮藏和运输中普遍采用的技术措施。各种园艺产品都有其适宜的贮藏温度，能够保持园艺产品固有耐藏性的温度，应该是使园艺产品的生理活性降低到最低限度而又不会导致生理失调的温度水平。为了控制好贮藏适温，必须搞清楚贮藏园艺产品所能忍受的最低温度，贮藏适温就是接近于其不致发生冷害或冻害的这一最低温度。另外，贮藏温度的稳定也很重要，冷库温度的变化一般不要超过贮藏适温的  $\pm 1^\circ C$ 。

### 2. 湿度

在贮藏中提高环境湿度、减少蒸腾失水是园艺产品贮藏中必不可少的措施，因园艺产品采后的蒸腾失水不仅造成明显的失重和失鲜，对其商品外观造成不良影晌，更重要的是在生理上带来很多不利影晌，促使园艺产品走向衰老变质，缩短贮藏期。对于大多数种类的园艺产品而言，在低温库贮藏时，应保持较高湿度，一般为 RH 90%~95%。在常温库或者贮藏适温较高的园艺产品，为了降低贮藏中的腐烂损失，湿度可适当低一些，保持 RH 85%~90%较为有利。有少数种类的园艺产品如洋葱、大蒜、西瓜、哈密瓜、南瓜、冬瓜等则要求较低的湿度，其中洋葱、大蒜要求湿度最低，为 RH 65%~75%，瓜类稍高，为 RH 70%~85%。提高库内湿度可以有效地减少园艺产品蒸腾失水，降低由于失水萎蔫而引发的各种不良生理反应。生产中应根据园艺产品的特性、贮藏温度、是否用保鲜袋包装等来确定贮藏的湿度条件。