

果蔬贮藏加工原理与技术

总编 彭坚 朱俊晨 李论

下 册

果蔬加工原理与技术

主编 李秀娟 李小梅 李雷斌

中国农业科学技术出版社

TS 255.3
57
V.2

果蔬贮藏加工原理与技术

总 编 彭 坚 朱俊晨 李 论

下册 果蔬加工原理与技术

主 编 李秀娟 李小梅 李雷斌

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬贮藏加工原理与技术/彭坚等总编. - 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002.10

ISBN 7-80167-449-9

I. 果… II. 彭… III. ①水果-贮藏 ②水果-加工
③蔬菜-贮藏 ④蔬菜-加工 IV. S609-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 065024 号

责任编辑
责任校对
出版发行
经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

冯凌云
马丽萍
中国农业科学技术出版社 邮编: 100081
新华书店北京发行所
北京奥隆印刷厂
787mm×960mm 1/16 印张: 16.25
1~3 000 册 字数: 280 千字
2002 年 10 月第 1 版, 2002 年 10 月第 1 次印刷
50.00 元 (上、下册)

总 编 彭 坚 (深圳职业技术学院)
朱俊晨 (深圳职业技术学院)
李 论 (深圳职业技术学院)

下册主编 李秀娟 (湛江海洋大学)
李小梅 (中山学院)
李雷斌 (浙江金华职业技术学院)

编 者 (按拼音顺序排名)
黄国清 (韶关大学)
黄 峰 (广西职业技术学院)
黄东光 (广东省深圳市青年科学家协会)
李秀娟 (湛江海洋大学)
李小梅 (中山学院)
李雷斌 (浙江金华职业技术学院)
区胜祥 (广东省农业管理干部学院)
彭 坚 (深圳职业技术学院)
朱俊晨 (深圳职业技术学院)

编写说明

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。我国加入“WTO”组织后的经济、科技和社会发展形势也对高等职业技术人才培养提出了许多新的、更高的要求。高等职业技术教育已成为社会当前关注的热点，面临着大好的发展机遇。但是，我国高等职业技术学院教材短缺，已严重影响了当前教学的开展和教育改革工作。为此，在中国农业科学技术出版社的组织下编写了这本教材，供全国普通高等职业技术学院、普通高等专科学校、普通高等本科院校下设的职业技术学院及普通中专高职班的果蔬园艺类专业和果蔬贮藏加工专业及食品加工或农产品加工相关专业使用。

本教材是21世纪职业技术学院系列教材的组成部分，是上述专业的主要专业课教材。教材在吸取国内有关院校相关教材编写经验的同时，注重理论知识与专业技术知识的相互联系，突出了应用性、实用性、综合性与先进性。教材定位是：理论以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点，以应用为目的，注重学生技术应用基础能力的培养。教材分为上、下两册，涵盖了传统果蔬贮藏加工学的内容。上册为果蔬采后贮藏保鲜的内容，着重阐述了果蔬贮藏保鲜的生物学基本原理；并注重介绍各种果品和蔬菜采后商品化处理方式，如采收、清洗、分级、包装、预冷等提高农产品价值，实现商品化的各种措施和手段；同时还介绍了不同果蔬贮藏场所（库）中的温度、湿度和气体管理基本技术；详细地叙述了南北常见的40多种果品和蔬菜行之有效的、可操作性强的具体贮藏保鲜方法与技术。下册为果蔬采后加工制作的内容，属食品加工范畴。下册简述了果蔬加工用水处理、果蔬原料加工预处理及食品添加剂应用的基础知识，详细地介绍了果蔬常见加工品的加工制作原理与实用加工技术，包括果蔬腌渍制品、果酱类制品、果蔬罐头、果蔬汁、果酒与果醋、果蔬速冻制品及果蔬综合利用的其他制品。本教材力求反映该领域国内外的最新研究进展，并在每章专门安排了相关的思考问题。各地可结合当地实际情况择情运用，组织教学。但是，由于果蔬种类品种繁多，限于篇幅不能尽述，在运用与教学时，尚需参考其他书籍与资料。

本教材由彭坚、朱俊晨和李论同志担任总主编。席嘉宾、区胜祥、黄峰同志担任教材上册的主编，李秀娟、李小梅、李雷斌同志担任教材下册的主编。编写分工是：李秀娟编写教材上册的第1章和下册的第8章；黄峰编写教材上

册的第2章及下册的第6章；李雷斌编写教材上册第3章部分内容及教材下册第1章的“1.1 果蔬加工用水处理”和“1.2 食品添加剂在果蔬加工中的应用”；李小梅编写教材上册第3章部分内容及教材下册第4章；孙莉娜编写教材上册第4章；朱俊晨编写教材下册第1章“1.3 果蔬加工原料处理”部分内容；彭坚编写绪言和教材下册的第1章“1.3 果蔬加工原料处理”部分内容及下册的第2章和第5章；区胜祥编写教材下册的第3章；黄国清编写教材下册的第7章；黄东光编写教材下册的第9章。席嘉宾、李论负责教材上册的统稿工作，彭坚、李秀娟负责教材下册的统稿工作。最后由彭坚和朱俊晨同志负责全书的统稿工作。

本教材打破了以往教材编写人员仅由同类院校专家组成的体系，由普通高等本科院校、普通高等职业技术学院、行业协会的相关专家学者参与编写，汇集了各方的力量，取材结合实际，既有最新理论和技术，又触及到果蔬贮藏加工领域中最具体的生产实践问题，努力做到理论和实践有机联系为一体，既可作为教材，又可作为从事实际工作的生产技术人员的参考书。由于果蔬贮藏加工领域涉及的知识面广，内容丰富，编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏与错误之处在所难免，恳请诸位同仁和读者指正。

编 者

2002年6月8日

目 录

第 1 章 果蔬加工用水及原料处理和食品添加剂	(1)
1.1 果蔬加工用水处理	(1)
1.1.1 果蔬加工用水要求	(1)
1.1.2 水中悬浮杂质的去除	(3)
1.1.3 水的消毒	(4)
1.1.4 水的软化与除盐	(5)
1.2 食品添加剂在果蔬加工中的应用	(9)
1.2.1 调味剂	(9)
1.2.2 着色剂	(9)
1.2.3 硬化剂	(11)
1.2.4 抗氧化剂	(11)
1.2.5 防腐剂	(11)
1.3 果蔬加工原料预处理	(14)
1.3.1 原料选别、分级与洗涤	(14)
1.3.2 针刺、磨皮、去皮	(20)
1.3.3 果蔬原料的去心和去核	(23)
1.3.5 果蔬的破碎与打浆及细化处理	(24)
1.3.6 保脆和硬化	(27)
1.3.7 烫漂	(28)
1.3.8 工序间的护色	(29)
第 2 章 果蔬腌渍制品	(32)
2.1 糖腌渍制品	(32)
2.1.1 果蔬糖腌渍制品的分类	(32)
2.1.2 糖与果蔬糖腌渍制品加工有关的特性	(34)
2.1.3 果蔬蜜饯类制品加工工艺	(38)
2.1.4 果脯类制品加工工艺	(47)
2.1.5 凉果类制品加工工艺	(52)
2.1.6 话化类制品加工工艺	(56)
2.2 盐腌果蔬制品	(58)

2 果蔬贮藏加工原理与技术

2.2.1 食盐的保藏作用	(58)
2.2.2 盐腌果蔬一般工艺	(58)
2.2.3 盐腌制品工艺应用实例	(61)
2.3 酱腌制品——酱菜	(65)
2.3.1 酱菜生产基本工艺	(66)
2.3.2 酱菜加工应用实例	(67)
2.4 糖醋腌制品——糖醋菜	(69)
2.4.1 糖醋蒜	(70)
2.4.2 糖醋黄瓜	(70)
2.4.3 糖醋芥头	(71)
2.5 发酵型腌制品	(71)
2.5.1 果蔬低盐腌制过程中微生物的发酵作用	(72)
2.5.2 蛋白质的分解作用	(73)
2.5.3 亚硝基化合物的形成	(73)
2.5.4 影响果蔬乳酸发酵腌制的主要因素	(74)
2.5.5 发酵型果蔬腌渍品制作实例	(75)
第3章 果酱类制品	(78)
3.1 果胶的胶凝作用	(78)
3.1.1 果胶的种类和特性	(78)
3.1.2 果胶的胶凝作用及影响因素	(79)
3.2 果酱类制品加工一般工艺	(79)
3.2.1 原料选择	(80)
3.2.2 原料的预处理	(80)
3.2.3 软化打浆与榨汁	(80)
3.2.4 配料配比	(80)
3.2.5 加热浓缩	(81)
3.2.6 装罐密封	(82)
3.2.7 杀菌冷却	(82)
3.3 果酱类制品加工实例	(82)
3.3.1 果酱	(82)
3.3.2 果泥	(83)
3.3.3 果糕	(85)
3.3.4 果冻	(87)
3.3.5 果丹皮	(88)

第4章 果蔬的罐藏	(90)
4.1 罐藏容器	(90)
4.1.1 罐头食品对罐藏容器的要求	(91)
4.1.2 罐藏容器的类型	(91)
4.2 果蔬罐藏原料的选择和处理	(91)
4.2.1 果蔬罐藏原料的选择 (介绍常用及有发展前途的品种)	(92)
4.2.2 果品罐藏原料的选择	(92)
4.2.3 蔬菜罐藏原料的选择	(93)
4.2.4 果蔬原料的处理	(94)
4.3 装罐前准备	(95)
4.3.1 空罐准备	(95)
4.3.2 装罐原料准备	(95)
4.3.3 填充液准备	(96)
4.4 装罐、排气与密封、杀菌与冷却	(96)
4.4.1 装罐	(96)
4.4.2 排气与密封	(97)
4.4.3 杀菌与冷却	(101)
4.4 果蔬罐头的检验及包装和贮存	(105)
4.4.1 果蔬罐头的检验主要内容及方法	(105)
4.5 果蔬罐头制作生产实例	(107)
4.5.1 糖水果品罐头	(107)
4.5.2 蔬菜罐头	(113)
第5章 果蔬的干制	(120)
5.1 果蔬脱水干制的原理	(120)
5.1.1 果蔬中的水分与干制的关系	(120)
5.1.2 果蔬干制过程中的水分蒸发与扩散	(121)
5.1.3 影响果蔬干制过程中的因素	(123)
5.1.4 果蔬干制过程出现的重要现象	(124)
5.1.5 果蔬干制的有关计算	(129)
5.2 果蔬干制原料的选择与处理	(132)
5.2.1 果蔬原料的选择	(132)
5.2.2 果蔬原料的处理	(135)
5.3 果蔬干制的方法和设备	(136)

4 果蔬贮藏加工原理与技术

5.3.1	烤房	(136)
5.3.2	箱式干燥器	(137)
5.3.3	隧道式干制机	(138)
5.3.4	带式烘干机	(140)
5.3.5	滚筒式干燥机	(141)
5.3.6	常规真空干燥	(142)
5.3.7	流化床干燥机	(143)
5.3.8	气流干燥器	(144)
5.3.9	喷雾干燥	(145)
5.3.10	泡沫簇干燥	(146)
5.3.11	果蔬干制技术新进展	(147)
5.4	干制品的回软、包装与贮藏	(149)
5.4.1	干制品的回软	(149)
5.4.2	干制品包装前的防虫处理	(149)
5.4.3	干制品的包装	(150)
5.4.4	干制品的贮藏	(151)
5.5	果蔬干制工艺要点	(151)
第6章	果蔬汁的制取	(155)
6.1	果蔬汁的种类	(155)
6.1.1	澄清果蔬汁	(155)
6.1.2	混浊果蔬汁	(155)
6.1.3	浓缩果蔬汁	(156)
6.1.4	加糖果汁	(156)
6.2	果蔬汁的一般生产工艺	(157)
6.2.1	果蔬取汁	(157)
6.2.2	各种果蔬汁的特殊工艺	(158)
6.2.3	果蔬汁的调整和拼配	(166)
6.2.4	果汁的杀菌、包装与贮藏	(166)
第7章	果实的酿酒与制醋	(168)
7.1	果酒的酿造	(168)
7.1.1	果酒发酵期间的生物化学变化	(168)
7.1.2	果酒酿制工艺	(173)
7.1.3	果酒的病害及防治	(187)
7.1.4	蒸馏果酒和起泡果酒的制造工艺	(188)

7.1.5 果酒的制作实例	(189)
7.2 果醋的酿造	(195)
7.2.1 果醋发酵原理	(195)
7.2.2 醋酸发酵菌种的培养	(197)
7.2.3 果醋酸酿造工艺	(198)
7.2.4 澄清、装瓶、杀菌、贮存	(201)
7.2.5 果醋酸造实例	(201)
第8章 果蔬的速冻保藏	(203)
8.1 果蔬的冻结过程及其产生的影响	(203)
8.1.1 果蔬的冻结过程	(203)
8.1.2 冻结对果蔬的影响	(206)
8.1.3 冻结对微生物的影响	(208)
8.2 冻结前的原料处理	(210)
8.2.1 果蔬原料的选择	(210)
8.2.2 果蔬原料的预冷	(211)
8.2.3 果蔬原料的选别、分级、洗涤	(211)
8.2.4 果蔬原料的去皮、去核、切分	(211)
8.2.5 果蔬原料的烫漂与冷却	(212)
8.2.6 快速冻结	(212)
8.2.7 包装	(213)
8.2.8 防止变色的措施	(213)
8.3 果蔬速冻方法及设备	(214)
8.3.1 冷却空气冷却	(214)
8.3.2 间接接触冷冻	(215)
8.3.3 直接接触冷冻	(216)
8.4 果蔬速冻产品的冻藏与解冻使用	(218)
8.4.1 果蔬速冻产品的冻藏	(218)
8.4.2 果蔬速冻产品的解冻使用	(218)
8.5 果蔬速冻工艺实例	(219)
8.5.1 荔枝的速冻工艺	(219)
8.5.2 芒果的速冻工艺	(220)
8.5.3 油梨的速冻工艺	(220)
8.5.4 草莓的速冻工艺	(221)
8.5.5 桃的速冻工艺	(222)

8.5.6	葡萄的速冻工艺	(222)
8.5.7	青刀豆的速冻工艺	(222)
8.5.8	豌豆的速冻工艺	(223)
8.5.9	速冻蘑菇的生产工艺	(223)
8.5.10	豇豆的速冻工艺要点	(225)
8.5.11	嫩蚕豆的速冻工艺要点	(225)
8.5.12	毛豆的速冻工艺要点	(225)
第9章	果蔬的其他制品	(227)
9.1	果胶的提取	(227)
9.1.1	原料的选择	(227)
9.1.2	原料的处理	(227)
9.1.3	果胶的提取	(228)
9.1.4	提取液的处理	(228)
9.1.5	果胶的洗涤沉淀	(229)
9.2	香精油的提取	(229)
9.2.1	蒸馏法	(230)
9.2.2	磨榨法	(230)
9.2.3	浸提法	(231)
9.2.4	吸附法	(232)
9.3	色素的提取	(232)
9.3.1	葡萄红色素的提取	(233)
9.3.2	山楂色素的提取	(233)
9.3.3	萝卜色素的提取	(234)
9.3.4	叶绿素的提取	(234)
9.3.5	红色树莓、醋栗色素的提取	(234)
9.4	功能性物质的提取	(234)
9.4.1	橙皮苷的提取	(234)
9.4.2	银杏叶黄酮类物质的提取	(235)
9.4.3	魔芋精粉的提取	(236)
9.5	果蔬超微粉的加工	(237)
9.5.1	超微粉的优点	(237)
9.5.2	超微粉的加工方法	(237)
9.6	新含气调理的加工	(238)
9.6.1	新含气调理的加工工艺	(239)

9.6.2 新含气调理加工的设备	(240)
9.6.3 新含气调理食品的保存特性	(240)
9.7 鲜切果蔬的加工	(241)
9.7.1 鲜切果蔬的微生物	(241)
9.7.2 鲜切果蔬的生理生化	(241)
9.7.3 鲜切果蔬的加工操作	(242)
9.7.4 延长货架寿命的方法	(243)
主要参考文献	(244)

第1章 果蔬加工用水及原料处理和食品添加剂

1.1 果蔬加工用水处理

水是果蔬加工很重要的原料之一。其用量很大，如原料的预处理用水，设备的清洗、杀菌、冷却用水，锅炉用水，生活用水等。通常加工 1t 果蔬罐头要用 55~85t 水。果蔬加工不仅用水量大，而且对水质要求也高。果蔬加工用水必须符合要求，否则，应经处理符合标准后才能使用。

1.1.1 果蔬加工用水要求

1.1.1.1 水质与果蔬加工的关系

普通水中往往含有氯化物、硫酸盐、硝酸盐及碳酸盐类，又可能有动植物的腐烂残余，会有细菌等微生物，对果蔬加工带来不利影响。

1. 硬度过大的水对果蔬加工质量的影响 所谓水的硬度，是以 1L 水中含钙、镁离子 (Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 多少来衡量的。国内常用的硬度单位是用每升水中所含 CaCO_3 的毫克数来表示，也可用毫摩尔/升 (mmol/L) 表示。此外，在国外资料或以前的书刊上也常有用德国度 (H°) 表示的。它们之间的换算关系为：

$$2.8\text{H}^\circ = 50\text{mg/L CaCO}_3$$

极软水的硬度在 50mg/L 以下，软水在 50~150mg/L；中软水在 150~300mg/L；硬水在 300~450mg/L；极硬水在 450mg/L 以上。

硬水又可分为永久硬水和暂时硬水。所谓永久硬水，是指含钙、镁的硫酸盐、氯化物的水，所谓暂时硬水，是指含钙、镁碳酸盐的水。

在生产上用来制作饮料的水，硬度为 265~285mg/L，制作罐头的水，硬度为 320mg/L。锅炉应用软水。只有制蜜饯、果脯、蔬菜腌制时才可使用硬度较大的水，它会使腌制品保持鲜嫩，使糖制品制作时不易软烂。

那么，如果水的硬度过大，会给果蔬加工品带来何种影响呢？由于硬度过大的水中含有较多的钙、镁离子，它会与果蔬汁饮料中的有机酸结合，产生沉淀物，影响感官品质；如果水中镁离子超过 40mg/L，就会尝出苦味来，影响

风味,如果硬度过大的水用作罐头填充液,则会使果肉变粗糙,如用来处理橘瓣的囊衣时,会造成囊衣脱除困难;如果锅炉中使用硬水,由于硬水中的酸式碳酸盐经加热煮沸后会变成溶解度很小的碳酸盐沉淀,影响锅炉升温,严重时还会引起锅炉爆炸。

2. 水中含其他离子时对果蔬加工质量的影响 如果水中含有较多的铜(Cu^{2+})离子,会加速果蔬原料中维生素 C 损失,如果水中含有较多的铁(Fe^{3+})离子,会给果蔬加工品带来不愉快的铁锈味,铁还能与原料中单宁物质反应产生蓝绿色,如再有蛋白质同时存在,则会使产品变黑,如果水中含氮量过高,表示这种水正在或曾经被微生物感染,如将这种水用作葡萄酒发酵,则会抑制酵母菌生长,作饮料用水,会使产品产生异味,如水中含硫过多,会与产品中蛋白质结合,产生硫化氢,发出臭鸡蛋的臭味,而且还会腐蚀罐壁,生成黑色的硫化铁,如将含铝(Al^{3+})离子过多的水用作制白葡萄酒的原料,则会使产品失去应有的色泽,如果水中含有放射性元素,食用后会使人致癌,致畸。

3. 水中的 pH 值与果蔬加工品杀菌的关系 如果水中的 pH 值呈酸性反应,说明这种水含氢离子过多,水的污染严重,特别当水中含有很多嗜热性细菌时,不仅使食品受到污染,不符合卫生要求,同时会给杀菌工序带来麻烦。

1.1.1.2 果蔬加工用水的要求

凡是与果蔬原料直接接触的用水,不应含有重金属盐类,不宜含有会使产品发生黑色的铁盐;水中不允许有致病菌和耐热性细菌及寄生虫卵存在;应澄清透明、无悬浮物、无异味、不含对人类健康有害的物质。关于加工用水的具体标准,可参照国家基本建设委员会和卫生部 1976 年颁发的我国《生活饮用水卫生标准》规定(表 1-1)。但生产不同加工产品对水质硬度的要求可有不同。例如,制作蜜饯、泡菜等以硬水为宜,可增进制品脆度,有利于保持原料形态。脱水制品也可使用中等硬水,使组织不致软化。罐头制品、速冻制品、制果蔬汁时以软水为好。

根据上述水质要求,来源于地下深井或自来水厂的水,一般可直接作加工用水,但不适宜作锅炉用水。若来源于江河、湖泊、水库的水,必须经过澄清、消毒、软化等项净化处理后才能使用。

表 1-1 我国饮用水标准

编号	项目	标准
感官性状指标		
1	色	色度不超过 15 度，并不得呈现其他异色
2	混浊度	不超过 5 度
3	臭和味	不得有异臭、异味
4	肉眼可见物	不得含有
化学指标		
5	pH	6.5~8.5
6	总硬度 (以 CaO 计)	不超过 250mg/L
7	铁	不超过 0.3mg/L
8	锰	不超过 0.1mg/L
9	铜	不超过 1.0mg/L
10	锌	不超过 1.0mg/L
11	挥发酚类	不超过 0.002mg/L
12	阴离子合成洗涤剂	不超过 0.3mg/L
毒理学指标		
13	氟化物	不超过 1.0 mg/L, 适宜浓度 0.5~1.0mg/L
14	氰化物	不超过 0.05mg/L
15	砷	不超过 0.04mg/L
16	硒	不超过 0.01mg/L
17	汞	不超过 0.001mg/L
18	镉	不超过 0.01mg/L
19	铬 (六价)	不超过 0.05mg/L
20	铅	不超过 0.01mg/L
细菌学指标		
21	细菌总数	1ml 水中不超过 100 个
22	大肠杆菌群	1L 水中不超过 3 个
23	游离性余氯	在接触 30min 后应不低于 0.3 mg/L。集中式给水除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水不低于 0.05 mg/L

1.1.2 水中悬浮杂质的去除

1.1.2.1 水的澄清

水中混杂着不溶性的固体物质，必须经过沉淀使水得以澄清。通常采用静止沉淀法，即让其静置于水池中自然澄清，约可除去 60%~70% 的悬浮物及泥沙。亦可加入混凝剂促使水质澄清。如明矾 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ ，在混浊水中用 200~400mg/L，较澄清的水中用 80~100mg/L。处理数量大时，可用硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ ，使用量为 5~10mg/L，其价格比较便宜。

1.1.2.2 水的过滤

天然水经过混凝沉淀处理后，仍需进行过滤，才可达到要求。过滤过程是一个综合处理过程，它包括阻力截留，重力沉降，接触凝聚3个方面。这3个过程是在同一个过滤系统中进行的。

1. 阻力截留 滤层的滤料（砂子等）上细下粗，上层的孔眼小，下层的孔眼大，当原水由上而下时，水中直径大的悬浮杂质首先被截留在上层滤料层的孔隙中，使表面滤料层的孔隙越来越小，从而拦截后来的颗粒，逐渐在上层形成一薄膜，起到过滤作用。

2. 重力沉降 原水经过滤料层时，众多的滤料颗粒提供了大量的沉降面积（ 1m^3 粒径为 $5 \times 10^{-2}\text{cm}$ 的球形砂粒，可供悬浮物沉降的有效面积约 400m^2 ）。当原水经过滤层时，水中的悬浮物因重力作用就不断的沉降。

3. 接触凝聚 滤层有巨大的表面积，它和水中悬浮物之间有着吸附作用。是因砂粒在水中带有负电荷，吸附带正电荷的微粒，使砂粒表面逐步形成带正电荷的薄膜，因而能使水中带负电荷的胶粒凝聚在砂粒上。

当原水中含有机物、细菌及其他杂质较少且用水量不大时，可用砂棒过滤器（表 1-2）对水进行过滤。砂滤棒过滤器的外壳为金属铸成锅形的密封容器，内部结构分上下两层，中间有隔板隔开，上为待滤水，下为砂滤水。每个过滤器中有一至数十根砂棒。砂滤棒又称砂蕊，这是硅藻土与骨粉混合成型，在高温下焙烧而成，形成直径在 $0.00016 \sim 0.00041\text{mm}$ 的孔隙，处理水在外压作用下（ $1 \sim 2\text{kg}/\text{cm}^2$ ）将原水中的有机物、细菌过滤截留在砂棒的表面，被过滤的水基本无菌。

表 1-2 几种主要国产砂棒过滤器规格

型号	规格 高 × 直径 × 厚度 (mm)	每台砂棒根数 (根)	压强 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 流量 kg/h
101 型铝合金滤水器	800 × 500 × 20	19	1 500
106 型铝合金滤水器	450 × 320 × 10	12	800
112 型铝合金滤水器	400 × 300 × 10	6	600

1.1.3 水的消毒

在水质处理过程中，会有不少微生物由于经过混凝、过滤而被除去，为了达到饮用水标准，确保饮食卫生和消费者的健康，还应进行消毒。

水的消毒是指杀灭水中的致病菌，并非杀灭水中的所有微生物。氯化消毒法是目前最常用的廉价而有效的消毒方法。大型果蔬加工厂可直接用液态氯处理，中小型工厂一般用漂白粉 [$\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Ca}(\text{ClO})_2$ 混合物]（有效氯