



普通高等教育“十二五”规划教材



饮料工艺学

Beverage Technology

阮美娟 徐怀德 主编

 中国轻工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

饮料工艺学

主编 阮美娟 徐怀德

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饮料工艺学 / 阮美娟, 徐怀德主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2013. 1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-9004-7

I. ①饮… II. ①阮…②徐… III. ①饮料 - 生产工艺 - 高等学校 - 教材 IV. ①TS27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 226809 号

责任编辑: 张 靓 张 磊

策划编辑: 张 靓 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 晋 洁 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 28

字 数: 649 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-9004-7 定价: 56.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

100020J1X101ZBW

前 言

饮食维持着人的生命，饮是人体对水需要的补充，是不可缺少的饮食之一。饮料都具有一定的滋味和口感，而且十分强调色、香、味、质。饮料的口味出现多样化、综合化，饮料的新产品、新品牌层出不穷，包装形式也是五彩缤纷，天然、营养、安全、绿色、环保成为我国饮料工业的发展方向。新技术、新工艺、新设备被大量采用，新法规、新标准不断颁布和实施，迫切需要新的饮料专业教科书指导教学和生产。

由赵晋府主编的《软饮料工艺学》是我国饮料专业第一部权威专业书，自中国轻工业出版社出版后被国内相关大专院校、饮料企业广泛使用，多次重印，对饮料行业的技术进步做出了贡献。本书是在《软饮料工艺学》的基础上，根据我国饮料工业和学科发展的现状和趋势，针对高等人才培养理论和实践并重的需要进行编写的，融入了安全、绿色、环保等理念，增加了饮料安全生产管理、清洁化生产等内容，并根据《饮料通则》(GB 10789—2007)将书名定为《饮料工艺学》。

本书由阮美娟、徐怀德主编，赵晋府主审。编写人员和分工如下：第一章由阮美娟编写；第二章、第四章第一节由于有伟编写；第四章第三节、第十二章由张民编写；第三章、第十章由李文钊编写；第四章第二、四、五、六节由徐怀德编写；第五章由邓芳明编写；第六章由余小领编写；第七章由黄霞、汪超编写；第八章由汪建明编写；第九章由韩舜愈编写；第十一章由田洪磊编写；第十三章由刘赛编写。

本书可作为相关高等院校食品科学与工程专业的教材，也是饮料行业技术人员的参考书。

在本书编写过程中，得到了中国饮料工业协会马泽生等的帮助以及各位编者所在单位的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

本书涉及学科多、知识面广，参阅了大量同行专家的科研成果和资料。由于作者水平有限，不妥之处在所难免，敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

目 录

| | |
|------------------|-----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第二章 饮料用原辅材料 | 14 |
| 第一节 饮料用原料 | 14 |
| 第二节 饮料用辅料 | 26 |
| 第三章 饮料用水 | 45 |
| 第一节 饮料用水概述 | 45 |
| 第二节 水的处理 | 49 |
| 第四章 饮料生产基本技术 | 77 |
| 第一节 饮料感官修饰技术 | 77 |
| 第二节 饮料生产杀菌技术 | 83 |
| 第三节 饮料灌装技术 | 94 |
| 第四节 膜技术在饮料生产中的应用 | 99 |
| 第五节 酶技术在饮料生产中的应用 | 109 |
| 第六节 饮料生产清洗 | 119 |
| 第五章 果蔬汁饮料 | 135 |
| 第一节 果蔬汁饮料概述 | 135 |
| 第二节 果蔬汁饮料生产技术 | 140 |
| 第三节 典型果蔬汁加工案例 | 171 |
| 第六章 蛋白饮料 | 177 |
| 第一节 蛋白饮料概述 | 177 |
| 第二节 含乳饮料 | 178 |
| 第三节 植物蛋白饮料 | 184 |
| 第四节 典型蛋白饮料加工案例 | 189 |
| 第七章 茶饮料 | 195 |
| 第一节 茶饮料概述 | 195 |
| 第二节 茶饮料加工基本工艺 | 200 |
| 第三节 茶饮料的护色及增香技术 | 214 |
| 第四节 典型茶饮料加工案例 | 215 |
| 第八章 固体饮料 | 221 |
| 第一节 概述 | 221 |
| 第二节 固体饮料生产技术 | 225 |
| 第三节 固体饮料干燥 | 232 |
| 第四节 典型固体饮料加工案例 | 258 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第九章 碳酸饮料 | 263 |
| 第一节 碳酸饮料概述..... | 263 |
| 第二节 二氧化碳及其处理..... | 265 |
| 第三节 碳酸饮料生产技术..... | 268 |
| 第四节 典型碳酸饮料加工案例..... | 290 |
| 第十章 包装饮用水 | 294 |
| 第一节 饮用天然矿泉水..... | 294 |
| 第二节 其他包装饮用水..... | 301 |
| 第十一章 其他饮料 | 309 |
| 第一节 谷物饮料..... | 309 |
| 第二节 特殊用途饮料..... | 319 |
| 第十二章 饮料包装 | 332 |
| 第一节 饮料包装的作用与要求..... | 332 |
| 第二节 玻璃瓶包装..... | 335 |
| 第三节 金属包装..... | 341 |
| 第四节 纸包装..... | 345 |
| 第五节 塑料包装..... | 349 |
| 第六节 外包装..... | 356 |
| 第七节 包装材料的回收与环境保护..... | 357 |
| 第八节 饮料包装的新动向..... | 363 |
| 第十三章 饮料安全生产管理和环境保护 | 367 |
| 第一节 饮料安全生产管理技术..... | 367 |
| 第二节 饮料生产工厂的环境保护..... | 400 |
| 附录 | 408 |
| 一、温度换算表..... | 408 |
| 二、水蒸气压强与温度的关系..... | 409 |
| 三、压力与温度对照表..... | 410 |
| 四、压力单位换算表..... | 410 |
| 五、流量单位换算表..... | 411 |
| 六、白利糖度—波美度换算表..... | 411 |
| 七、蔗糖糖液的白利糖度、相对密度、波美度的比较..... | 412 |
| 八、蔗糖和蔗糖溶液的比热容..... | 418 |
| 九、蔗糖溶液黏度表..... | 419 |
| 十、糖液温度引起的容积变化率..... | 420 |
| 十一、蔗糖溶于 20℃ 水时所增加的容积..... | 421 |
| 十二、20℃ 糖液的相对密度..... | 422 |
| 十三、蔗糖计 (20℃ 为标准) 读数的温度修正表..... | 423 |
| 十四、糖浆制备速算表..... | 424 |
| 十五、柠檬酸水溶液的相对密度 (15℃)..... | 425 |

| | |
|-------------------------|------------|
| 十六、酒石酸水溶液的相对密度 (15℃) | 425 |
| 十七、磷酸水溶液的相对密度 (15℃) | 426 |
| 十八、含果糖 42% 的葡萄糖果糖液糖换算表 | 427 |
| 十九、含果糖 55% 的果糖葡萄糖液糖换算表 | 428 |
| 二十、碳酸气吸收系数表 | 428 |
| 二十一、碳酸饮料因温度上升而压力增加数值 | 431 |
| 二十二、340g 罐装碳酸饮料温度与压力的关系 | 431 |
| 二十三、海拔高度与罐内真空度的关系 | 431 |
| 二十四、果蔬汁浓缩时原料汁需要量 | 432 |
| 二十五、水的硬度表 | 433 |
| 参考文献 | 434 |

第一章 绪 论

学习目标

1. 明确饮料工艺学的概念与研究内容，了解饮料工艺学课程的特点。
2. 了解饮料的概念与分类。
3. 了解我国饮料工业概况，熟悉高新技术在饮料工业中的应用现状。

一、饮料工艺学的研究对象与内容

饮料工艺学是食品工艺学的一个分支，和食品工艺学一样，饮料工艺学是根据技术上先进、经济上合理的原则，研究饮料生产用原材料、半成品和成品的加工过程与方法的一门应用科学。

在饮料加工中，技术上的先进必须由工艺和设备两方面来体现。在工艺方面，要体现先进，就需要了解和掌握工艺技术参数对加工制品品质的影响。实际上就是要掌握外界条件和饮料生产中的物理、化学、生物学之间的变化关系，这就需要切实掌握物理学、化学和生物学方面的基础知识，特别是食品生物化学和食品微生物学的基础知识。在此基础上，将过程发生的变化和工艺技术参数的控制联系到一起，并寻找到工艺控制上的最佳水准。设备先进包括设备自身的先进性和对工艺水平适应的程度。一般地说，工艺技术的研究应该考虑到设备对工艺水平适应的可能性，因此需要了解有关单元操作过程的一般原理，掌握食品工程原理这门学科。总之，达到技术先进需要有多学科的知识，这是饮料工艺学进行研究所需要的基础条件。而经济上合理，就是要求投入和产出之间有一个合理的比例关系。任何一个企业的生产，一项科学研究的确定，都必须考虑这个问题。这需要有社会科学中有关的管理学科的知识作指导，使生产和科研能在权衡经济利益的前提下决定取舍或如何进行。因此，它是饮料工艺学进行研究的必要条件。

饮料工艺学所研究的对象是从加工用原材料到制成的成品饮料。对它们的品质规格要求、性质和加工中的变化必须能够充分地把握，才能正确地制定合理的工艺技术要求。这就需要具有食品化学分析品质评价的本领。因而食品化学分析和食品品质评价也是重要的学科，只有获得了准确的数据依据，才能正确地确定工艺技术参数。

饮料工艺学所研究的内容主要包括加工过程和方法。加工过程是指从原料到成品的必要工序，也可以说是工艺流程，一种饮料的加工可能有多种途径，采用哪个途径就需要遵循技术上先进、经济上合理的原则进行研究，研究各个加工过程的特点，在此基础上才能做出合理的选择。而对于每一个确定的过程，具体的方法与条件及相应的设备等同样需要进行研究与选择。工艺参数的科学性就表明了该产品生产技术水平的高低和先进程度。这都需要有扎实的相关多学科基础知识，只有具有较全面的知识，在生产实践和科学研究中不断地创新和提高，才能使这门学科不断地进步。

二、饮料的概念与分类

(一) 饮料的概念

1. 饮料的定义

饮料是经过原料处理、配料、灌装、灭菌、包装等加工制作，供人饮用的食品，它以提供人类生活必需的水分和营养成分，达到生津止渴和增进身体健康为目的。饮料的种类繁多，各具其独特的风味，有的可使人提神兴奋、消除疲劳，有的具有一定的营养价值和疗效，有的是嗜好品，但都很强调其色、香、味及口感。

饮料按酒精含量可以分为酒精饮料和非酒精饮料两大类，酒精饮料包括各种酒类如啤酒、白酒、黄酒、葡萄酒等；非酒精饮料指酒精含量低于0.5%（质量分数）的饮品，在我国也称其为软饮料，与其相对应的酒精饮料也称为硬饮料。

饮料按其组织形态可分为液态饮料、固态饮料和共态饮料三大类。液态饮料是指固形物含量在5%~8%（浓缩者达到30%~50%），没有一定形态，容易流动的饮料；固态饮料是指以糖（或不加糖）、果汁（或不加果汁）、植物提取物及其他配料为原料，经混合、成型、干燥等加工而制成的颗粒状、粉末状或块状等需经冲溶后饮用的制品，该制品水分含量一般控制在5%以内；共态饮料是指组成成分中既有固态成分，又有液态成分，形态上处于过渡状态的饮料如冰淇淋、冰棍、冰砖、雪糕等。

2. 软饮料的定义

软饮料的概念众说纷纭，至今没有一个确切的定义，一般认为不含酒精的饮料即为软饮料（soft drinks），各国规定有所不同。如美国《软饮料法》把软饮料定义为：人工配制的、酒精（用作香精等配料的溶剂）含量不超过0.5%的饮料，但不包括纯果汁、纯蔬菜汁、乳制品、大豆制品、茶叶、咖啡、可可等以植物性原料为基础的饮料，它可以充碳酸气，也可以不充碳酸气，还可以浓缩加工成固体粉末。日本将软饮料称为清凉饮料，包括碳酸饮料、水果饮料、固体饮料，但不包括天然蔬菜汁。英国法规把软饮料定义为：任何供人类饮用而出售的需要稀释或不需要稀释的液态产品，包括各种果汁果肉饮料、汽水（苏打水、奎宁汽水、甜化汽水）、姜啤以及加药或植物的饮料，不包括水、天然矿泉水（包括强化矿物质的）、果汁（包括加糖和不加糖的、浓缩的）、乳及乳制品、茶、咖啡、可可或巧克力、蛋制品、粮食制品（包括加麦芽汁含酒精的，但不能醉人的除外）、肉类、酵母或蔬菜等制品（包括番茄汁）、汤料、能醉人的饮料以及除苏打水外的任何不甜的饮料。欧盟其他国家的规定基本与英国相似。

我国新标准《饮料通则》（GB 10789—2007）直接用饮料代替原软饮料一词，并作了新的概述。《饮料通则》（GB 10789—2007）中规定：饮料是指经过定量包装的，供直接饮用或用水冲调饮用的，乙醇含量不超过质量分数0.5%的制品，不包括饮用药品。

(二) 饮料的分类

1. 按国家标准分类

根据《饮料通则》（GB 10789—2007）规定，按照原辅料或产品形式的不同，可以将饮料分为以下11个类别及相应的品种。

(1) 碳酸饮料（汽水）类 碳酸饮料类是指在一定条件下充入二氧化碳气的饮料，

不包括由发酵法自身产生的二氧化碳气的饮料。碳酸饮料又分为果汁型、果味型、可乐型及其他型四种类型。

(2) 果汁和蔬菜汁类 果汁和蔬菜汁类是指用水果和(或)蔬菜(包括可食的根、茎、叶、花、果实)为原料,经加工或发酵制成的饮料。该类可分为果汁(浆)和蔬菜(浆)、浓缩果汁(浆)和蔬菜(浆)、果汁饮料和蔬菜饮料、果汁饮料浓浆和蔬菜饮料浓浆、复合果蔬汁(浆)及饮料、果肉饮料、发酵型果蔬汁饮料、水果饮料、其他果蔬汁饮料九种类型。

(3) 蛋白饮料类 蛋白饮料类以乳或乳制品为原料,或以有一定蛋白质含量的植物的果实、种子或种仁等为原料,经加工或发酵制成的饮料。蛋白饮料类可分为含乳饮料、植物蛋白饮料、复合蛋白饮料三种类型。

(4) 包装饮用水类 包装饮用水类是指密封于容器中可直接饮用的水。包装饮用水类包括天然矿泉水、饮用天然泉水、其他天然饮用水、饮用纯净水、饮用矿物质水、其他包装饮用水六类。

(5) 茶饮料类 茶饮料类是以茶叶的水抽提液或浓缩液、茶粉等为原料,经加工制成的饮料。茶饮料包括茶饮料(茶汤)、茶浓缩液、调味茶饮料、复(混)合茶饮料四种类型。

(6) 咖啡饮料类 咖啡饮料是以咖啡的提取液或速溶咖啡粉为原料,经加工制成的饮料。咖啡饮料类可分为浓咖啡饮料、咖啡饮料、低咖啡因饮料三种类型。

(7) 植物饮料类 植物饮料类是以植物或植物抽提物(水果、蔬菜、茶、咖啡除外)为原料,加工制成的饮料。植物饮料类可分为食用菌饮料、藻类饮料、可可饮料、谷物饮料、其他植物饮料五种类型。

(8) 风味饮料类 风味饮料类是以实用香精(料)、食糖和(或)甜味剂、酸味剂等作为调整风味主要手段,经加工制成的饮料。风味饮料类包括果味饮料、乳味饮料、茶味饮料、咖啡味饮料和其他风味饮料五种类型。

(9) 特殊用途饮料类 特殊用途饮料类是通过调整饮料中营养素的成分和含量,或加入具有特定功能成分的适应某些特殊人群需要用的饮料。包括运动饮料、营养素饮料和其他特殊用途饮料三种类型。

(10) 固体饮料类 固体饮料类是用食品原料、食品添加剂等加工制成粉末状、颗粒状或块状等固态料的供冲调饮用的制品。如果汁粉、豆粉、茶粉、咖啡粉、果味型固体饮料、固态汽水(泡腾片)、姜汁粉。

(11) 其他饮料类 以上分类中未能包括的饮料。

2. 按作用分类

(1) 单纯以补充水分为主的或作稀释用的饮料 如饮用纯净水、苏打水。

(2) 带有滋味或仅以滋味为主的饮料 如碳酸饮料、茶饮料、咖啡饮料。

(3) 带有营养的饮料 营养指热能、蛋白质、无机盐、维生素等。

热能饮料: 高热能饮料(如高糖葡萄汁)、低热能饮料(如无糖可乐汽水)。

蛋白质饮料: 植物蛋白饮料、乳饮料、蛋白型固体饮料。

无机盐饮料: 饮用天然矿泉水、盐汽水。

维生素饮料：果汁、蔬菜汁。

(4) 其他作用的饮料 运动饮料、营养素饮料。

3. 按工艺分类

(1) 采集型 采集天然资源，不加工或只经过简单的过滤、杀菌等处理制成的产品，如瓶装饮用水。

(2) 提取型 天然植物经破碎、压榨或浸取、提取等工艺制成的饮料，如果汁、蔬菜汁、植物蛋白饮料、茶饮料。

(3) 配制型 以天然原料和添加剂配制而成的饮料，包括充二氧化碳的汽水，如碳酸饮料、运动饮料。

(4) 发酵型 由酵母或乳酸菌等发酵制成的饮料，包括灭菌和不灭菌的，如发酵蔬菜汁、乳酸菌饮料。

三、饮料工业的发展现状和趋势

饮料作为一种独具特色的食品，深受广大消费者的喜爱，是人们日常生活必不可少的一部分。在我国食品工业中，饮料工业起步较晚，但改革开放以后我国饮料工业迅速发展，已成为我国食品工业的重要组成部分。近 30 年来全国的饮料业在产量、品种及其结构、生产规模上都有长足进展。

改革开放初期的 1980 年全国饮料年总产量为 28.8 万吨，1985 年增至 100 万吨，1997 年达到 1069 万吨，比 1980 年增长 36 倍，年均增幅为 23.7%，提前三年实现 2000 年规划目标产量 1000 万吨。

2000 年全国饮料产量近 1500 万吨，其中瓶装饮料产量第一，达到 554 万吨；碳酸饮料为 420 万吨；茶饮料为 185 万吨。2005 年饮料产量 3380 万吨，年均增幅 17.8%，其中瓶装饮料产量仍居榜首，达到 1385.8 万吨，所占比重为 41%；碳酸饮料为 804.45 万吨（占 23.8%）；果汁及果汁饮料 643.56 万吨（占 18.8%）；茶饮料约 300 万吨（占 8.9%）。2008 年饮料产量达到 6501 万吨，是 1980 年的 210 倍，年均增幅 21%，我国成为世界第二大饮料生产国，其中瓶装饮料产量为 2538.39 万吨，所占比重为 39%，碳酸饮料为 1105.17 万吨（占 17%）；果汁及果汁饮料 1170.18 万吨（占 18%）；茶饮料 354 万吨（占 6%）。2009 年全国饮料总产量为 8130 万吨，是 2005 年的 2.4 倍。其中瓶装饮料产量为 3159 万吨，所占比重为 38.8%，碳酸饮料为 1254.2 万吨（占 15.4%）；果汁及果汁饮料 1447.6 万吨（比重 17.8%）；茶饮料约 700 万吨（比重 8.6%）。2010 年饮料产量为 9983.6 万吨，其中瓶装饮料产量为 4249.61 万吨，所占比重为 42%，碳酸饮料为 1265.24 万吨（占 13%）；果汁及果汁饮料 1762.17 万吨（占 18%）。

我国近 30 年饮料工业总产量增长情况见图 1-1。

如图 1-1 所示，我国饮料产量增长的速度之快，预计在未来的五年中我国饮料总产量将保持 12%~15% 的年均增速。我国饮料产量增长的同时，规模以上的饮料生产企业的发展，使原有饮料企业数量少、产量低的局面急速改变。1983 年时多数汽水厂的年产量在几百吨到几千吨之间，只有广州亚洲汽水厂和上海汽水厂年产量超过 5 万吨；1992 年我国前 20 名饮料企业的年产量合计刚超 100 万吨，随着我国饮料工业规模逐渐扩大，至 2007 年，前 20 名企业的平均年产量达到 141 万吨，年产量达到 100 万吨以上的企业共

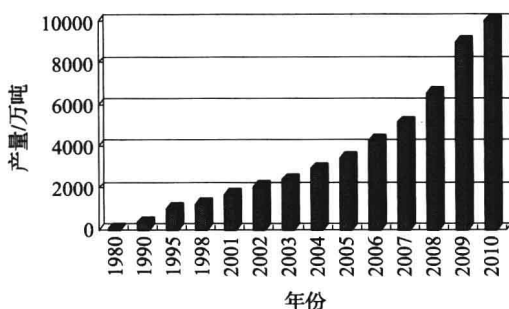


图 1-1 近 30 年我国饮料总产量

7 家。据不完全统计，2007 年规模以上企业达到 1226 家、2009 达到 1672 家。规模以上企业的从业人员数量也不断增加，2009 年达到 32.54 万人。1999 年产生“中国饮料十强”企业，2008 年产生“中国饮料二十强”企业。

从饮料品种看，改革开放初期的 20 世纪 80 年代初，我国饮料品种单一，汽水就是饮料的代名词，经过近三十年的努力，饮料品种不断丰富，目前已发展为包括碳酸饮料、果蔬汁饮料、蛋白饮料、包装饮用水、茶饮料、咖啡饮料、植物饮料、风味饮料、特殊用途饮料和固体饮料在内的 11 大类和 48 个小类，饮料的名称也由“软饮料”（Soft drinks，以碳酸饮料为主）改变为“饮料”（Beverage）。随着科学的发展，人们健康意识的增强，饮料新品种将不断涌现以满足现代消费者的不同需要，产品趋向更安全健康营养，在果蔬汁饮料、蛋白饮料、茶饮料等将继续发展的同时，各种谷物饮料的“跨界”和“混搭”饮料将成为近两年新产品开发的主要趋势，成分互补、口味互补、颜色互补、概念互补和成本互补的混搭互补及“补水解渴、营养补餐、健康诉求和功能诉求的功能四清晰”理念将会更充分地体现在饮料品种设计上。

从饮料的消费情况看，我国饮料的人均消费量在不断增长，2001 年约为 13kg，2005 年为 26kg，2008 年为 43kg，2009 年全国人均饮料年消费量达到 60kg，是 2005 年的 2.3 倍。然而与世界消费水平相比，尤其是发达国家（如美国 357kg/人、英国 230kg/人），我国还有不小的差距。这从另一个角度说明我国饮料市场还有很大的发展空间。

近三十多年来我国饮料行业取得的成就可以归纳为产量高速增长、质量稳步提高、品种丰富多彩且结构日趋合理、包装不断更新，饮料“主剂化生产”的产业政策开始实施，饮料企业的加工技术与装备水平、管理水平不断提升，环保、节能降耗意识不断提高并初见成效，各类质量安全标准逐渐完善，发展形成了一批集团化企业和知名品牌。与此同时随着安全生产意识不断提高，安全管理体系、相关标准规范日趋完善。我国饮料工业的发展前景广阔。

在我国饮料工业发展过程中有待改善的主要问题有：我国目前还存在大量规模较小的中小型企业，专业化程度较低，技术装备水平及经营管理水平比较落后；产品品种、口味、包装相对较薄弱，需要开发更多新技术、新产品、新包装；产品质量稳定性需要进一步提升，除了加强加工用原料源头的关注与加工管理外，产业工人素质、技能的提升与“主剂化生产”模式应用进一步实施将有助于产品质量稳定性的提高。

四、高新技术在饮料生产中的应用

随着科学技术的发展，饮料工业作为食品工业的分支也朝着大型化，产业化、系列化，科技化、知识化，营养化、保健化、绿色化和有机化的新动向发展。积极地将高新技术应用于本（饮料）工业的科研与各项加工环节中，从而提高产品质量，改善产品品质与风味，保证营养与卫生安全，提高生产效率并节能、降耗、减排，进行环保加工。

目前国内外先进企业已在生产中采用了许多高新技术，包括加工新技术、包装新技术、杀菌新技术及生物技术等，如超微粉碎技术、微胶囊技术、固膜分离技术、超临界CO₂萃取技术、无菌包装技术和生物技术等一系列高新技术在饮料行业得到了应用推广，有力地促进了饮料行业的发展。

（一）生物技术的应用

生物技术一般包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等新技术。在饮料生产中主要用于资源利用、产品开发、工艺改进和质量改善。应用较多的是酶工程和发酵工程。

酶工程在饮料生产中用于改善饮料风味，如消除橘汁苦味（柚苷酶-黄酮化合物糖苷酶）、消除橘子汁柠碱（柠碱酶）、消除大豆腥臭（醛脱氢酶-醛氧化酶）等；用于澄清果汁、提高出汁率，提升果汁加工技术，如大家熟知的苹果清汁生产中用果胶酶或果胶复合酶（纤维素酶、半纤维素酶、淀粉酶、蛋白酶）澄清果汁等；在茶饮料生产中应用酶技术可以实现茶汁的低温浸提，促进茶汁的澄清，从而改善茶饮料的感官品质。目前已开发可应用于茶饮料的酶制剂有单宁酶、果胶酶、纤维素酶、半纤维素酶、葡萄糖氧化酶、蛋白酶、淀粉酶等。用单宁酶处理茶提取液可以降低浑浊度，增加可溶性固形物含量，提高风味强度，因为单宁酶能切断儿茶素上没食子酸的酯键，释放没食子酸。游离的没食子酸又能同茶黄素、茶红素竞争咖啡碱，形成相对分子质量较小的水溶物。早在1993年，日本就有添加单宁酶和 β -环状糊精（ β -CD）改善茶提取物品质的报道；用细胞降解酶处理提高茶汁浸提率，因为茶汁浸提时细胞降解酶（包括果胶酶、纤维素酶、半纤维素酶等）破坏了细胞壁的结构，有利于茶叶有效成分的扩散、浸出，这不仅增加了可溶性固形物含量，还使茶汤色泽明亮透明，同时由于低温酶法提取使茶叶香气成分在提取过程中散失较少，大部分香气成分得到保留，从而明显改善速溶茶香气；在红茶饮料加工中应用多酚氧化酶可减轻速溶红茶苦涩味，增加香气，改善滋味；用 α -淀粉酶和葡萄糖淀粉酶处理乌龙茶茶汤，可以防止成品中沉淀产生。

发酵工程在饮料中的应用主要是通过对微生物的选择与培育，以及对发酵条件的优化控制，开发生产出许多含有对人体极为有利物质，又能提升饮料的营养、风味及功能性的产品。在发酵型乳饮料生产中利用乳酸菌等微生物对乳的乳酸发酵作用既能生产含有益生菌的饮料，也能制得含有半乳糖、SOD等许多有利于健康的饮料，丰富产品的营养，增强饮料的功能性，如利用瑞士乳杆菌作为发酵菌种之一生产的发酵复合大豆乳饮料含有抑制血管紧张素转化酶的短肽，具有辅助降血压功能，而且瑞士乳杆菌在发酵过程中产生胞外多糖，赋予产品黏稠滑润的质构，可改善发酵豆乳质地脆弱，连续性不强的不足。

在发酵植物蛋白饮料和发酵果蔬汁饮料生产中选用适宜的菌种进行合理发酵控制不仅能保证和丰富饮料的营养成分、赋予发酵产品特有的香味与口味，而且能除去某些植物蛋

白原料的特殊异味。

在饮料生产中还可以通过生物技术这一手段，研制出适合饮料生产特点的生理活性成分，并将其用于饮料而制成产品，如保健饮料的生产。

基因工程和细胞工程主要用于饮料新资源的开发和保健饮料功能性物质的生产，如通过动物或植物细胞大量培养，生产免疫球蛋白、促细胞生产素、生物酸、类黄酮、辣椒素、香豆素和甜叶菊苷等各种保健饮料的有效成分及天然食用添加剂，用于保健饮料的生产；利用基因工程生产乳酸菌类（乳酸杆菌、双歧杆菌和德氏乳杆菌等），亦可采用转基因手段，制造有益于人类健康的保健因子或有效因子。如将一种有助于溶解血栓作用的酶基因克隆到牛或羊体内，便可以在牛乳或羊乳中得到这种酶，用以制作具有溶栓作用的功能性饮料，为心血管疾病患者造福。冰核活性细菌可应用于果汁的冷冻浓缩。

生物技术还应用于饮料加工废水的处理。饮料加工废水常有残存的糖、蛋白质、有机酸、悬浮物、菌体等，废水中 BOD、COD 很高，不能直接排放到江河湖海中，必须进行处理。通常，可以采用生物转盘、生物塔式滤池、活性污泥法、厌氧发酵法处理，或用活性污泥法和厌氧发酵法结合处理，使 BOD、COD 大大降低，达到排放标准。

（二）膜分离技术

膜分离技术是以选择性透过膜为分离介质，当膜两侧存在某种推动力（如压力差、浓度差、电位差、温度差等）时，原料一侧组分选择性地透过膜，以达到分离、提纯的目的。按照膜孔径的大小，膜分离技术可以进一步细分为微滤、超滤、纳滤、反渗透技术等。目前已经工业化应用的膜分离技术有微滤（MF）、超滤（UF）、反渗透（RO）、渗析（D）、电渗析（ED）、气体分离（GS）、渗透汽化（PV）、乳化液膜（ELM）等。

膜分离技术是一项新型高效分离技术，具有以下优点：① 节约能源；② 在常温下进行，特别适用于热敏性物质的处理，能够防止食品品质的恶化和营养成分及香味物质的损失；③ 食品的色泽变化小，能保持食品的自然状态；④ 设备体积小且构造简单，费用较低，效率较高；⑤ 适用范围广，有机物和无机物都可浓缩，可用于分离、浓缩、纯化、澄清等工艺。正由于膜分离技术的上述特点，特别是不需要加热，可防止热敏物质失活和杂菌污染，特别适合在饮料生产中应用。目前，在饮料生产中膜技术已经得到广泛应用，主要用于饮料的澄清过滤、浓缩和除菌以及饮用水的净化。

如在果蔬汁生产中，采用微滤、超滤技术进行澄清过滤，超滤法澄清时，果汁中的蛋白质、淀粉、果胶及一些悬浮颗粒可全部去除，而风味物质、糖、维生素得以保留，同时还可去除果蔬汁中的杂菌，从而获得保存性良好的无菌态的高品质果蔬清汁；采用纳滤、反渗透技术进行果蔬汁浓缩，用反渗透技术浓缩的果汁，不仅使果汁成分的稳定性提高，还能除去不良物质，改善果蔬汁风味，比如说果蔬汁中的芳香成分，其在蒸发浓缩过程中几乎全部失去，冷冻脱水法也只能保留大约 8%，而用反渗透技术则能保留 30%~60%。

在茶饮料生产膜分离技术也得到比较广泛的应用，目前也主要用于膜澄清过滤和浓缩。膜澄清过滤主要有超滤膜过滤、陶瓷膜过滤、生物膜过滤等技术，其中超滤技术应用最为普遍，可以明显提高茶饮料的澄清率。因为茶提取液中含有蛋白质、果胶、淀粉等大分子物质，其中的茶多酚类及其氧化产物易与咖啡碱等物质形成络合物，使茶汁产生浑浊及沉淀，这也是茶饮料生产中的关键技术之一。传统的澄清方法易使茶汁中许多有效成分去除，造成风味严重损失。如用超滤膜处理绿茶汁和红茶汁可有效去除茶汁中的大部分蛋

白质、果胶、淀粉等大分子物质，而茶多酚、氨基酸、咖啡碱等特色成分含量损失很少。使茶汤固有的纯正香气和醇厚滋味品质得到保持，茶汁清澈透明，而且清茶汁不易二次浑浊和变质。膜浓缩多采用反渗透 RO 膜分离技术，用于茶浓缩汁加工工艺中。传统的茶浓缩汁生产均采用蒸发浓缩技术，如降膜蒸发器、离心蒸发器等。蒸发浓缩工艺有蒸发效率高的优点，但产品香味损失、香气缺乏、滋味迟钝、茶叶特征成分也有损失，稀释配制成茶饮料后易产生浑浊和沉淀。采用反渗透技术浓缩的产品不仅能较好地保持风味和营养成分，还有能耗低，操作简单的优点。

膜技术在饮料生产中的另一个典型应用是饮料生产用水的处理。在我国目前水处理多应用膜分离技术，根据原水的水质结合本企业的实际采用电渗析（ED）、反渗透（RO）等膜分离技术进行饮料用水处理；应用膜分离过程制备饮用水和超纯水已实现工业化，尤其是某些需保持特殊成分或风味的饮料采用微孔膜过滤后除去的是饮料中的杂质、悬浮物及生物菌体等，而水中的微量元素和营养物质却能最大限度地保存，如天然饮用矿泉水。

膜技术还可应用于饮料生产废水的处理。如 Kloyuncu 等人分别采用低压纳滤及二级反渗透系统对牛乳工业废水进行处理。纳滤的 COD 去除率达 98%，电导率可削减 98% 以上，Cr、Pb、Ni、Cd 等有毒重金属离子的去除率均达 100%；而二级反渗透系统对 COD、电导率和悬浮固体的去除率均在 99% 以上。

陶瓷膜分离技术在饮料生产中应用也开始研究，如用陶瓷膜过滤浓缩果汁、除去茶饮料中的大分子物质，使茶饮料保持澄清的外观并且可以有效改善茶饮料沉淀现象。因为陶瓷膜是以性能稳定的 TiO_2 和 Al_2O_3 为无机膜材料，这些材料通过溶胶凝胶法镀在陶瓷的载体上，实为无机膜，与有机膜材相比较，其具有耐高温、耐腐蚀，清洗方便，膜易消毒处理，机械性能良好，膜的使用寿命长等特点，故其应用受到高度关注，不久的将来将会向超滤一样广泛应用于饮料生产中。

生物膜过滤是指将相关的酶固定化在超滤膜上，茶汤滤过时利用酶的活力分解大分子，从而起到保持茶汤原有的品质之作用。如将果胶酶和纤维素酶固定化于超滤膜或反渗透膜上，可大大提高茶汤的渗透率，也可提高茶汤的澄清度。据日本专利介绍，将单宁酶固定于中空纤维超滤膜上，当茶叶提取物通过膜表面时，单宁酶即分解茶汤中的茶乳酪，超滤膜截留大分子物质，由此得到澄清的茶饮料。目前，由于生物膜的成本较高，应用还不太广，在生产中应用得较多的是超滤膜技术。

此外，膜分离技术还应用于保健饮料的生产，如在大豆蛋白肽的功能饮料生产中采用膜分离技术提纯酶解大豆蛋白粗品后，再制造出具有特定功能性和营养性的富含大豆蛋白肽的功能饮料；又如芦荟保健饮料的生产中采用超滤膜（料液浓度为 $0.2\% \pm 0.05\%$ ），循环速度 $0.75\text{m}^3/\text{h}$ ，操作压力 $0.2 \sim 0.35\text{MPa}$ ，在常温下处理芦荟凝胶汁，有效去除了产品中微生物和部分褐变色素及苦味前体，基本保留了芦荟凝胶汁中的营养成分，大大改善了产品的品质和口感。

膜联合技术在饮料生产中也得到了应用。如超滤和反渗透两种膜技术联合对果汁进行浓缩，克服了单一膜分离过程的缺点，不仅能提高果汁的浓缩程度，而且能提高膜的利用率。因为一般果汁中除含有糖、酸等可溶性成分外，还含有果胶、蛋白质、纤维素及半纤维素等悬浮物，所以果汁的黏度较大。如直接用反渗透浓缩，因膜污染严重和高渗透压而造成较低的透水速率，很难以一级方式把果汁浓缩到蒸发法所达到的浓度。而超滤适用于

如蛋白质、胶体、多糖等分子与无机盐和低分子有机物等小分子溶液的分离，微滤同样适用于细菌、微粒等的分离。如果在反渗透以前，用超滤或微滤除去果汁中的果胶等悬浮性固形物，就可有效降低黏度，减少膜污染程度，从而显著提高反渗透的透水速率。据报道，FMC公司和杜邦公司的合资企业 SeparasystemLP 研制出一套联合的膜分离装置，称为 Freshnote 系统，生产能力达每小时处理 7.5m^3 的蜜橘原汁，每小时可得到 2m^3 的浓缩汁，浓缩橙汁浓度达到 60°Bx 以上，而且几乎完全保留了鲜果汁的风味芳香成分。

膜分离技术在饮料中的应用日益广泛的同时也看到了它存在的不足，如用于果汁浓缩时浓缩的程度仍有所限制；膜的反冲洗较为繁琐；膜的通透性、选择性和适用性（有时其适用范围受到限制，因加工温度、食品成分、pH、膜的耐药性、膜的耐溶剂性等的不同，有时不能使用分离膜）不能满足饮料工艺要求。所以希望膜性能在透过率、选择性、不易污染性、清洗和杀菌简单、膜装置便捷等方面得到改善，开发出透过率高、选择性强、不易发生污染的膜；用简单的清洗方法即可清除污染的膜和膜装置以及具有全自动反冲洗装置的膜分离系统；用简单的热蒸汽杀菌即可杀菌的膜和膜装置以及膜清洗和保护技术，以更充分展现膜分离技术的优势，进一步扩大其在饮料生产中的应用。

（三）超微粉碎技术

超微粉碎技术起源于 20 世纪 70 年代，是指利用机械或流体动力的方法克服固体内部凝聚力使之破碎，将 3mm 以上的物料颗粒粉碎至 $10\sim 25\mu\text{m}$ 的操作技术。超微细粉末是超微粉碎的最终产品，具有一般颗粒所没有的特殊理化性质，如良好的溶解性、分散性、吸附性、化学反应活性等。

目前，超微粉碎技术在饮料生产中的应用主要是生产各种固体饮料，利用气流微粉碎技术已开发出的饮料有茶粉、豆类固体饮料和超微骨粉配制的富钙饮料等。

将茶叶在常温、干燥状态下制成茶粉（粒径小于 $5\mu\text{m}$ ），可提高人体对其营养成分的吸收率。将茶粉加到其他食品中，还可开发出其他的茶制品。

植物蛋白饮料是以富含蛋白质的植物种子和各种果实为原料，经浸泡、磨浆、均质等操作单元制成的乳状制品。磨浆时用胶体磨磨至粒径 $5\sim 8\mu\text{m}$ ，再均质至 $1\sim 2\mu\text{m}$ 。在这样的粒度下，可使蛋白质固体颗粒、脂肪颗粒变小，从而防止蛋白质下沉和脂肪上浮。

（四）微胶囊技术

微胶囊技术是把分散的固体物质颗粒、液滴或气体完全包埋在一层膜中形成球状微胶囊的一种技术。微胶囊形成的方法很多，如喷雾干燥法、喷雾凝冻法、相分离法、粉末床法、囊心交换法、分子包囊法等。

微胶囊技术已经广泛地用于饮料生产中。在固体饮料生产中采用微胶囊技术生产的固体饮料为微颗粒状晶体，具有独特、浓郁的香味；在冷热水中均能迅速溶解，形成乳浊液。乳浊液中颗粒分布均匀，色泽与新鲜果汁相似，不易挥发，固体饮料能长期保存等特点。应用微胶囊技术同时也可根据人体不同需要，微胶囊中填充不同类型的营养素或保健成分，可加工成不同类型的饮料，满足不同人群的特殊需要。在液体饮料中添加部分可食性微胶囊，微胶囊中包覆着与液体部分相同或不同的液体。胶囊可以是同一颜色，也可以是多种不同颜色。这种色彩鲜艳、大小均一的微胶囊均匀地悬浮在液体中，可大大提高饮料的感官特性，如微胶囊复合果蔬饮料。同样可以在微胶囊中填充各种营养物质或保健食品，加工成儿童营养饮料、老人保健饮料等各种液体饮品。实际应用中，很多颗粒果肉都

可以制成微胶囊饮料以达到仿真和回归自然的效果。

(五) 超临界流体萃取技术

超临界流体萃取技术是利用压力和温度对超临界流体溶解能力的影响来分离和提取所需要的物质的一项新技术。在超临界条件下,使超临界流体与待分离的物质充分接触,该流体就能有选择地将极性大小不同、沸点高低不同以及分子质量大小不同的成分,先后依次萃取出来。超临界的 CO_2 常被用作萃取剂。

超临界流体萃取技术工艺流程简单,萃取温度低,对营养成分破坏极少,目前已经在食品工业中得到广泛应用。

在饮料生产中,超临界 CO_2 萃取技术主要用于保健饮料的生产,从原料中提取功能性物质、活性物质,用于保健饮料的生产,比起传统的提取方法,可以明显提高产品的产率、纯度和质量。

(六) 非热杀菌技术

“非热杀菌”是一种新兴的食品加工技术,包括超高压、高压脉冲电场、高压二氧化碳、电离辐射和脉冲磁场等技术。与传统的“热杀菌”相比,“非热杀菌”具有杀菌温度低、更好保持食品原有的色香味品质等特点,特别是对热敏性食品的功能性及营养成分具有很好的保护作用,同时,非热加工还对环境污染小、加工能耗与污染排放少。

目前研究最多、商业化程度最高的非热杀菌技术是超高压杀菌。超高压杀菌是将密封在柔软包装中的食品物料置于高压装置中用 200MPa 以上的压力 (200 ~ 1000MPa) 进行一定时间的高压处理,由于高压作用导致微生物的形态结构、生物化学反应、基因机制以及细胞壁、细胞膜发生多方面的变化,从而影响微生物原有的生存技能,甚至使原有功能被破坏或发生不可逆变化,导致微生物死亡而达到杀菌、灭酶的目的。超高压杀菌技术在饮料生产中也得到很好的应用,日本采用超高压杀菌的果汁早已进入市场。超高压杀菌的果汁口味极像新鲜水果,说明了该技术能最大限度地保留饮料固有的色、香、味、形和营养的特点,证明了非热杀菌技术能克服热杀菌给饮料带来的不足,能有效改善和提高饮料的品质。

高压脉冲电场杀菌技术是通过高压电脉冲电场所产生的强脉冲对食品中的有害细菌产生膜穿孔效应而实现食品的非加热灭菌。高压脉冲电场杀菌不仅具有良好的杀菌效果,而且能较好地保留食品的营养成分、色泽、风味和质地,并具有广泛的适用范围,几乎可适用于所有的可以流动的食品物料的杀菌;与高温杀菌相比还具有能耗小、成本低、设备投资少的优点。杀菌是饮料生产中的关键技术环节,高压脉冲电场杀菌的特点正是饮料生产所要寻找的杀菌技术。食品人正在积极展开高压脉冲电场杀菌在饮料生产中的应用研究。

Qin 等人对脉冲电场杀菌技术对果汁产品的品质影响作了研究,结果表明:经脉冲电场处理的浓缩苹果汁,在 22 ~ 25℃ 贮藏,货架寿命可到达 4 周,感官特征与非脉冲电场处理的苹果相比没有明显的变化;新鲜苹果汁经脉冲电场处理后,在 4 ~ 6℃ 冷藏 3 周以后,新鲜苹果汁与用脉冲处理后的苹果汁相比没有明显差别。Simpson 等人用脉冲电场强度为 50kV/cm、脉冲数为 10 次、脉宽为 2s、在温度 45℃ 下处理苹果汁,产品的货架期为 28d,处理前、后维生素 C、糖分及感官质量没有变化,而没有经过处理的鲜榨苹果汁货架期只有 7d。

Mingyu Jia 在 1999 年通过 SPME - GC 连用分析了脉冲处理后的香蕉汁中所含的五种