

Modified Atmosphere Packaging for
Fresh-Cut Fruits and Vegetables

鲜切果蔬气调 保鲜包装技术

[美] 亚伦 L. 布洛迪 (Aaron L. Brody)

[美] 庄 弘 (Hong Zhuang)

主编

[美] 仲 H. 韩 (Jung H. Han)

章建浩 胡文忠 郁志芳 等译

庄 弘 (Hong Zhuang) 校



Modified Atmosphere Packaging for
Fresh-Cut Fruits and Vegetables

鲜切果蔬气调保鲜包装技术

[美] 亚伦 L. 布洛迪 (Aaron L. Brody)

[美] 庄弘 (Hong Zhuang)

主编

[美] 仲 H. 韩 (Jung H. Han)

章建浩 胡文忠 郁志芳 等译

庄弘 (Hong Zhuang) 校



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

鲜切果蔬气调保鲜包装技术/[美]布洛迪(Brody, A. L.),
[美]庄弘(Zhuang, H.), [美]韩(Han, J. H.)主编;
章建浩等译. —北京: 化学工业出版社, 2016. 4

书名原文: Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut
Fruits and Vegetables

ISBN 978-7-122-26136-6

I. ①鲜… II. ①布…②庄…③韩…④章… III. ①水果-气
调保鲜-保鲜包装②蔬菜-气调保鲜-保鲜包装 IV. ①TS206.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第015388号

Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables, 1st edition/by
Aaron L. Brody PhD, Hong Zhuang PhD and Jung H. Han (editors).

ISBN 9780813812748

Copyright © 2011 by Wiley-Blackwell. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Wiley-
Blackwell.

本书中文简体字版由 Wiley-Blackwell 授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2014-7139

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 边涛

文字编辑: 张春娥
装帧设计: 史利平

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市胜利装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张17½ 字数309千字 2016年7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: 88.00元

版权所有 违者必究

本书翻译人员名单

章建浩	王佳媚	龙 门	马 磊	刘桂超	黄明明
胡文忠	姜爱丽	李婷婷	陈 晨	冯 可	萨仁高娃
穆师洋	闫媛媛	王运照	纪懿芳	郁志芳	姜 丽
蒋林惠	周 翔	宦 晨	薛研君		

庄弘 (Hong Zhuang) 校

Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables

译者前言

鲜切果蔬作为一种新兴食品工业产品，起源于20世纪50年代的美国，从20世纪90年代起，方便、新鲜、营养和自然的鲜切果蔬日益受到欧美、日本等发达国家消费者的青睐。在我国，鲜切果蔬作为一种新兴轻加工农产品正在快速兴起；随着人们生活水平的提高、现代生活节奏的加快和休闲消费的快速发展，鲜切果蔬因其方便快捷的消费方式、即食即用的优势和能高度保持原有新鲜品质而日益受到消费者的广泛关注和欢迎。鲜切果蔬丰富了人们的生活，也逐渐改变着人们的消费方式。

新鲜果蔬经鲜切加工后，由于表层细胞组织结构受到伤害、原有的保护系统被破坏而容易导致褐变、失水、组织结构软化、微生物侵染等问题。因此，如何对鲜切果蔬进行有效的保鲜包装、维持流通销售过程中的生鲜品质至关重要。近年来，MAP保鲜包装技术已广泛应用于食品深加工产业，在鲜切果蔬保鲜包装领域也有应用开发，但目前国内关于鲜切果蔬MAP保鲜包装技术的专著或参考书很少。为适应我国鲜切果蔬作为新兴产业的快速发展，应化学工业出版社的邀请，引进Wiley-Blackwell新出版的《Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables》进行翻译出版，旨在为我国果蔬食品保鲜包装相关专业，尤其是鲜切果蔬领域的科研开发、生产流通、贸易技术及管理专业人员提供实用的参考书。

本书由以南京农业大学章建浩教授、大连民族大学胡文忠教授和南京农业大学郁志芳教授为主的译者团队共同完成翻译。翻译工作分工：前言由王佳媚翻译，第1、12章由章建浩、马磊和王佳媚翻译，第2、3章由姜丽、蒋林惠、宦晨、郁志芳翻译，第4章由周翔、宦晨、郁志芳翻译，第5章由郁志芳、薛研君、姜丽翻译，第6、7章由胡文忠、姜爱丽、穆师洋、闫媛媛、王运照翻译，第8章由胡文忠、陈晨、纪懿芳翻译，第9章由胡文忠、李婷婷、冯可、萨仁高娃翻译，第10、11章由龙门、王佳媚、章建浩翻译，第13章由王佳媚、马磊、章建浩翻译，第14、15章由黄明明、刘桂超、王佳媚翻译。全书由章建浩教授统稿，由原著作者——美国农业部ARS农产品保鲜包装研究专家庄弘（Hong Zhuang）教授校核。

由于本译著为综合应用技术书籍，涉及的知识内容广泛，加之我们学识水平有限，书中错误与不当之处在所难免，敬请读者不吝指正。

译者

2015年10月

Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables

前言

鲜切水果和蔬菜是指产品原始形态发生物理变化，但仍然是新鲜状态的任何一种新鲜水果、蔬菜或者任何形式的混合物 [国际鲜切产品协会 (IFPA)]。鲜切果蔬为消费者提供了营养成分齐全、口味新鲜的健康方便产品，目前已成为历史上增长速度最快的方便食品之一。气调包装，通常叫作 MAP，是通过改变包装内部食品周围的空气 (20.9% 氧气、71% 氮气、0.03% 二氧化碳) 组分比例来延长新鲜或加工食品货架期的一种技术。经过中央工厂准备并在零售商店销售或用于食品服务业务的鲜切产品的成功应用，MAP 在其中发挥了重要作用。

在过去十几年里，自从鲜切果蔬成为流行产品，该领域的研究和发展成为关注的热点，在几乎所有发表的关于鲜切果蔬的专著中都包含 MAP 技术。然而，关于 MAP 的讨论还是限于 MAP 理论、产品的生理学和质量影响。在三年多以前，当我们在一起探讨本书以及已经出版的书籍中隐藏的观点时，我们认为鲜切果蔬的气调包装技术对于鲜切产业和研究具有较高的价值，但是，我们必须使这本书与其他已经出版的专著有所区别，Dr. Brody 特别强调此书的目标人群是鲜切产业人员。为了实现目标，我们尽力邀请在鲜切企业工作或有过工作经验的人员作为参编者。

基于此种基础目标，我们预期这本书能够使目前在鲜切果蔬企业工作的人员和那些在每日工作中与包装打交道的人员受益，其中包括研发人员、生产线管理人员和机械操作工程人员。因此，我们希望这本书不仅包含 MAP 的基础知识，还要包括实际生产的经验。

本书包括以下三个部分。

- (1) 气调包装，此部分主要包括鲜切果蔬 MAP 的基础理论、物理及质量影响。
- (2) 气调包装材料和机械，此部分主要包括鲜切果蔬工业常用的薄膜材料和机械。
- (3) 包装新技术，主要探讨了最新包装的发展变革以及对鲜切果蔬产品的影响。

各位编写人员对本书的贡献非常大，没有大家的努力，就不会有本书的出版。他们从自己繁忙的工作和家庭事务中挤出宝贵的时间来撰写此书。我们非常感激他们愿意

与他人分享自己的宝贵经验和专业知识，并在如此紧迫的时间里完成书稿。同时，我们也要特别感谢 Blackwell 出版社委托编辑 Mark Barrett 和 Susan Engelken，感谢他们的鼓励、建议和准备出版过程中的耐心，感谢 Blackwell 出版社全体人员为本书出版所作的贡献。

Aaron L. Brody

Hong Zhuang

Jung H. Han

Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables

目 录

第 1 章 ▶ 引言	1
参考文献	4

第 1 部分 气调包装

7

第 2 章 ▶ MAP 的数学建模	9
2.1 引言	9
2.2 呼吸速率测量与设计	10
2.3 温度对呼吸速率的影响	12
2.4 O_2 和 CO_2 浓度对 RR 的影响	13
2.5 MAP 的建模	15
2.6 带孔气调包装模型	18
2.6.1 有孔 MAP 的 Fick 定律	18
2.6.2 Del-Valle 表达式	20
2.6.3 Maxwell-Stefan 方程	22
2.6.4 水力流	23
2.6.5 Emond lumped-capacity 模型	23
2.7 结论	24
参考文献	25
第 3 章 ▶ MAP 鲜切产品的呼吸和褐变	26
3.1 引言	26
3.2 呼吸作用	27
3.3 褐变	36
3.4 结论	44
参考文献	44
第 4 章 ▶ MAP 鲜切产品的微生物学	49
4.1 引言	49
4.2 气调包装 (MAP)	49
4.3 MAP 鲜切果蔬中的腐败微生物	50
4.4 MAP 鲜切产品中的食源性致病菌	52

4.4.1 直接关注的微生物	52
4.4.2 MAP (低 O ₂) 和/或冷藏温度条件下生长的病原菌	55
4.4.3 其他相关病原菌	57
4.5 总结	58
参考文献	58
第 5 章 ▶ MAP 鲜切果蔬产品感官及其相关品质	62
5.1 引言	62
5.2 鲜切水果	62
5.2.1 苹果	62
5.2.2 罗马甜瓜	64
5.2.3 蜜露甜瓜	66
5.2.4 菠萝	67
5.2.5 草莓	68
5.2.6 西瓜	69
5.3 鲜切蔬菜	70
5.3.1 青花菜 (西兰花)	70
5.3.2 甘蓝 (绿)	71
5.3.3 胡萝卜	72
5.3.4 芹菜	74
5.3.5 生菜	75
5.3.6 双孢蘑菇	76
5.3.7 洋葱 (黄皮葱头)	78
5.3.8 甜椒	78
5.3.9 菠菜 (整片叶子、切碎的叶子)	80
5.3.10 番茄	81
5.4 结论	83
参考文献	84
第 6 章 ▶ 控制和改善气氛包装鲜切果蔬的植物化学变化	89
6.1 引言	89
6.2 果蔬中的植物化学物质	91
6.2.1 酚类物质	93
6.2.2 类胡萝卜素	96
6.2.3 芥子油苷	98
6.3 CA 和 MAP 条件下水果中相关植物化学变化	102
6.3.1 苹果	102
6.3.2 樱桃	103
6.3.3 葡萄	104
6.3.4 瓜	105
6.3.5 桃	106

6.3.6 梨	106
6.3.7 草莓	108
6.3.8 其他	110
6.4 蔬菜中植物化学变化与 CA 和 MAP 的关系	111
6.4.1 西兰花	111
6.4.2 胡萝卜	115
6.4.3 莴苣	116
6.4.4 菠菜	117
6.4.5 其他	117
6.5 总结	118
参考文献	118
第 7 章 ▶ 主动 MAP	125
7.1 引言及背景知识	125
7.2 使用气体释放剂和吸收剂主动调节包装气体组成	125
7.3 气体充气置换在主动 MAP 中的应用	129
参考文献	130

第 2 部分 气调包装材料和机械

131

第 8 章 ▶ 用于鲜切产品 MAP 的包装聚合膜	133
8.1 引言	133
8.2 聚烯烃	133
8.2.1 聚乙烯	133
8.2.2 乙烯基聚合物复合或含取代基团烯烃聚合物	142
8.2.3 聚酯	148
8.3 聚合薄膜中影响渗透性的变量	150
8.3.1 名词解释	152
8.3.2 缩写	161
参考文献	166
第 9 章 ▶ Breatheway® 膜技术与 MAP	167
9.1 引言	167
9.2 新鲜产品包装中的挑战	167
9.2.1 不同产品有不同的适宜气调环境	168
9.2.2 耗氧量的需求是可变的	169
9.2.3 产品耗氧量随温度的升高而增加	169
9.3 Breatheway® 膜技术	171
9.3.1 侧链可结晶的聚合物	171
9.3.2 提供较高的渗透性包装	173

9.3.3 调节 CO_2 TR/OTR 渗透性的比率	177
9.4 包装技术指标	179
9.4.1 包装比率	179
9.4.2 在 MAP 包装中的压力均衡化	179
9.4.3 包装的渗透性随温度而增加	179
9.4.4 温度开关	180
9.5 军需新鲜产品的包装	183
9.5.1 哈密瓜	183
9.5.2 卷心莴苣	184
9.6 总结	186
参考文献	186
第 10 章 ▶ 新鲜农产品微孔薄膜包装	187
10.1 微孔薄膜对新鲜农产品包装的益处	187
10.2 微孔薄膜的优缺点	189
10.3 无微孔薄膜聚合物材料用于制作完整包装的局限性 (连续性薄膜)	190
10.4 微穿孔包装高效应用的技术需求	191
10.5 微孔膜及其在典型新鲜产品中的应用	193
10.6 微孔薄膜在其他鲜切产品中的应用	194
参考文献	195
第 11 章 ▶ MAP 包装机械的选择和规范	196
11.1 引言	196
11.2 常见设备注意事项	197
11.3 产品与包装	198
11.4 供应商	199
11.5 设备的选择	199
11.5.1 垂直式填充密封机和流动式包装机	199
11.5.2 水平式填充密封机	200
11.5.3 托盘封口机	201
11.5.4 管式包装机	202
11.6 结论	204
参考文献	204
第 12 章 ▶ 机械卫生设计	205
12.1 引言	205
12.2 危害分析和关键控制点	206
12.3 十大卫生设计原则	207
12.4 3-A 卫生标准	208
12.5 材料选择和机械制造过程中的卫生设计	209
参考文献	211

第 13 章 ▶ 纳米结构包装技术	215
13.1 引言	215
13.2 纳米复合技术	216
13.2.1 蒙脱土纳米复合材料	216
13.2.2 生物可降解或可分解性的纳米复合材料	223
13.2.3 抗菌纳米复合材料	227
13.3 纳米 TiO_2 活性包装/智能包装	229
13.3.1 可控活性氧指示剂	230
13.3.2 光催化降解去除乙烯	231
13.4 纳米材料在食品包装中的可接受度和安全问题	233
13.5 结论	234
参考文献	235
第 14 章 ▶ 鲜切果蔬的活性包装	239
14.1 引言	239
14.2 鲜切果蔬加工过程中生理活性变化	240
14.3 鲜切果蔬的包装需求	241
14.4 鲜切果蔬的活性包装	242
14.4.1 活性包装	243
14.4.2 果蔬智能包装技术	248
14.5 活性及智能包装的相关法律法规	250
14.6 总结	250
参考文献	251
第 15 章 ▶ 果蔬 MAP 的包装可持续性	254
15.1 果蔬 MAP 的包装可持续性概述	254
15.2 为果蔬提供更具可持续性的 MAP	254
15.2.1 应用于果蔬 MAP 的摇篮到摇篮概念	255
15.2.2 应用于果蔬 MAP 的 LCA/LCI	256
15.3 果蔬 MAP 聚合材料的选择及其可持续性	258
15.3.1 生物聚合物的可降解性	258
15.3.2 生物聚合物的选择	259
15.4 结论	260
参考文献	260
索引	261

第 1 章

引言

作者: Hong Zhuang

译者: 章建浩、马磊、王佳媚

鲜切果蔬是指经过初微加工,可供给消费者立即食用或使用的果蔬产品。鲜切果蔬方便健康,且新鲜如刚收获的果蔬。鲜切果蔬的加工过程包括分选、去杂或去除不可使用部分、清洗、去柄/削皮/去籽/去核和切割(切段、削片、刨丝、分块和剁碎)。鲜切果蔬不经过热处理,只需经清洗就包装在袋子或容器中,曾被称为是最初微加工的农产品,而且是历史上发展最快的方便食品。鲜切果蔬在北美餐饮和零售市场的销售额每年约为 120 亿美元,占目前所有新鲜果蔬产品销售额的 17% (Christie, 2008)。在美国零售最多的鲜切蔬菜是鲜切蔬菜沙拉,销售额近 50 亿美元 (Christie, 2009)。鲜切果蔬产品中增长最快的是零售鲜切水果,2004 年三百五十万单位的鲜切蔬菜被售出,带来了 7.19 亿美元的销售额;在 2005 年 1 月和 2 月之间,销售总数比 2004 年上升了 17% (Warren, 2005)。

鲜切果蔬产品能够在市场上成功,其很大程度上依靠气调保鲜包装技术(modified atmosphere packagine, MAP),以及在冷链和加工处理技术上的改进(Gorny, 1997)。MAP 是一个包装技术,它可以改善包装产品正常的气氛条件(20.95% O_2 、78.09% N_2 、0.93% 氩气和 0.038% CO_2),从而达到增加食品保质期的目的。在一些文献或报道中,控制气氛(CA)和改善气氛(MA)通常被互换使用,但含义不同:CA 贮藏产品周围的有益气氛环境与 MA 一样也是不同于正常空气,但其气体成分被持续调控,且产品通常存储在储藏室或运输集装箱中。与此不同,MA 包装中气体成分不被严密监控,且产品被限制于包装容器中,如塑料袋或包装盒(包装内的气体成分有时亦可通过一个含吸附材料的小包来监控,这种情况下 MAP 亦可以归类为 CA 包装)。MAP 气体成分的调节可以主动或被动地实现,主动 MAP 的一个例子是充气包装,其在密封前用理想气体组成替代空气达到调节包装气体的目的;被动 MAP 是利用食品呼吸和食品相关微生物的新陈代谢及包装材料的透气性来改变包装中的气体成分。然而,对于鲜切果蔬产品,其新鲜度需要氧气来维持,在加工处理后产品会继续呼吸氧气和释放 CO_2 。不管采用哪种气调方法(主动 MAP、被动 MAP 或 CAP),在均衡时

内部气氛部分或完全依赖于可调控气体环境的因素：鲜切果蔬的呼吸速率和包装材料的透气率，以及两者之间的平衡。

使用改善和控制气氛来维持或延长食品质量并不是一项新技术。据历史记载，此技术可追溯到至少 2000 年前在地下储藏粮食的实践应用。在储藏过程中，直接进入地下储藏室是非常危险的，由于粮食的呼吸作用导致地下储藏室内的 O_2 消耗和 CO_2 积累；那时候贮藏环境中气体组分的变化不是人为调控的，尽管有一定的应用意义，例如可以保护粮食免受啮齿动物和害虫的侵害，维持粮食的品质和延长贮存期 (Beaudry, 2007)。

第一个有记载的关于 MA 对果实质量影响的科学研究是由法国蒙彼利埃医药学院的教授贝拉尔德完成的，其研究结果于 1821 年发表，他发现收获的果实可吸收 O_2 并释放 CO_2 。当水果被放在一个不含氧气的包装内时，其成熟速度低于在空气中 (Robertson, 2006)。富兰克林·基德于 1918 年在英格兰首先利用 CA 贮藏水果并进行大量的系统化研究，探索了各种存储温度和气体组分对不同水果的影响：气体组分变化是由水果呼吸作用导致，依赖于包装在不透气材料中的水果对 O_2 的消耗量以及 CO_2 的释放量 (Robertson, 2006)。1930 年，英格兰的基利弗证明了羊肉、猪肉、鱼肉在 100% CO_2 气体环境下，低温保鲜时间可延长 2 倍 (Robertson, 2006)。基于对气调包装和肉品质的进一步研究结果，在 20 世纪 30 年代 CA 和 MA 两种方法已被用于冷冻牛肉胴体的运输中，使用含有 10% CO_2 的气体、1℃ 低温下贮藏，冷冻牛肉胴体保质期可长达 40~50 天 (Inns, 1987)。

20 世纪 40 年代，数学模拟方法被引入到气调包装中。Platenius (1946) 使用透气率数据推测出 O_2 通过透明薄膜的扩散速度不足以满足包装产品的呼吸需求。Allen 和 Allen (1950) 指出气调包装可以抑制番茄成熟，他们建议如果使用密封包装需要对包装高聚物进行穿孔或者使用氧气渗透率高的聚合物。关于 MAP 保鲜的第一批重要的零售应用发生在 20 世纪 50 年代末，即是用真空包装肉、鱼和咖啡 (Inns, 1987)，自此以后，气调保鲜的商业应用稳步增加。

20 世纪 70 年代，关于用 MAP 延长鲜切果蔬货架期的研究成果和专利陆续发表，MA 被用于延长鲜切蔬菜、处理过的袋装沙拉和生菜的保质期。Priepke 等 (1976) 用空气或含有 10.5% CO_2 和 2.25% O_2 的气体组分包装蔬菜沙拉和什锦蔬菜沙拉，在 4.4℃ 贮藏 2 周后，发现 MAP 方法有利于延长鲜切果蔬的货架期。Rahman 等 (1976) 发表了一种延长皱叶莴苣贮存期的方法，称清洗后用低 O_2 、低 CO_2 和低水蒸气透过率的 PVC 醋酸共聚物薄膜包装皱叶莴苣可明显延长其保质期。Dave (1977) 申请了关于贮藏生切叶类蔬菜的专利 (包括包装方法)，称生切菜和绿色生切卷心菜经氯气清洗后用聚酯薄膜包装的保质期是

3~4周,大大超过了传统聚乙烯袋包装大约8~10天的保质期。1979年,Woodruff申请了一项专利,证明包装袋(如可透过CO₂、CO和O₂的低密度聚乙烯袋)可以延长果蔬保质期,如鲜切生菜、红球甘蓝丝、西兰花、花菜和芹菜等,他得出结论:包装材料的透气性要能够阻止二氧化碳的浓度上升到20%以上,同时阻止氧气浓度下降至2%以下,才能有效延长果蔬保质期。

20世纪80年代,关于研究和开发利用鲜切果蔬产品MAP的许多综述在杂志上发表。McLachlan和Browning(1983)总结了MAP在即食产品零售包装上的使用并得出结论:被测试包装中的最终气体组分是产品呼吸作用、包装薄膜透气性、产品类型及数量、薄膜类型及厚度与贮藏温度综合作用的结果。因此,选择正确的贮藏条件对阻止由气体不合适所引起的潜在的植物组织伤害和有害微生物生长是至关重要的。Barmore(1987)指出,MAP作为一种新技术可用来延长初加工产品的保质期。Myers(1989)发表在“Food Technology”杂志上的综述中讨论了用于初加工水果和蔬菜的包装条件。同年(1989),Fresh Express,美国最大的鲜切果蔬生产制造商,生产了第一个即食包装田园沙拉并在全国的杂货店进行销售。自此以后,MAP新鲜水果和蔬菜的总销售额在北美从接近于零持续增加(Beaudry,2007),到2009年时达到约120亿美元(Christie,2009)。鲜切产品的品种已经从生菜沙拉扩大到几乎各种产品,鲜切产品尽力满足餐饮和零售市场对各种鲜切、混合、包装和规格大小的要求。随着MAP技术的快速发展,相关研究也越来越多,包括确定单个商品(或单个鲜切包装产品)最适宜的MAP条件(包括包装材料、包装尺寸、不同气透性的薄膜材料和贮藏条件),以及利用数学模型预测不同鲜切果蔬产品的最适气体成分。包装方式也从被动MAP转向主动MAP。包装材料由普通的聚乙烯和聚丙烯材料向智能薄膜转化,无穿孔薄膜或大穿孔薄膜向微穿孔薄膜发展。尽管MAP对鲜切果蔬产品是至关重要的,而有关MAP发展综述仅仅作为出版的鲜切果蔬专著的一个章节。我们感到应该有一本专著讨论鲜切果蔬MAP,《鲜切果蔬气调保鲜包装技术》由此而编写出版。

本专著介绍了MAP技术在鲜切水果和蔬菜上的应用,书的开始介绍了MAP的基本原理,包括用于鲜切果蔬的MAP数学模型,以及MAP对鲜切果蔬的生理和生化、微生物、品质和植物生理方面的影响。随后讨论了MAP的包装材料和包装机械,既介绍了已经存在的气调热塑包装薄膜和机械,又列举了两个正在开发的薄膜材料,即微孔薄膜和Breatheway[®](智能薄膜的一部分),这些产品显示出了在鲜切果蔬产品上应用的潜力。MAP技术在鲜切产业上的应用是这本书的价值所在并被着重讨论。例如,对MAP功能的介绍中,使用数学模型而不仅仅是文字摘要来介绍气调包装理论。关于MAP鲜切果蔬的生理生化反

应,本书只重点讨论了呼吸作用和褐变反应。MAP 对产品质量影响的综述基于鲜切果蔬产品本身。Apio 公司首席科学家 Raymond Clarke,应邀详细描述了 Apio 公司的智能薄膜技术 (Breatheway®) 及其在鲜切产品上的应用。Roger Gates 受邀与大家分享他的关于微孔薄膜在鲜切果蔬中的应用经验。Chris van Wandelen, CVP 系统有限公司 (该公司是包装设备制造商) 的副总裁,对 MAP 机械和鲜切果蔬行业的卫生设计做了非常有价值的总结。

第三部分包括纳米结构包装、活性包装 (含抑菌包装) 和可持续包装,介绍了三种食品包装技术的发展趋势和方向,我们邀请相关领域的专家在本书中对这些食品包装技术的发展趋势和方向给予了详细介绍,希望为研究或从事食品 MAP 的读者提供新的想法和思路。

我希望这本书中关于鲜切果蔬的理论及应用方面的独特基础和有益的内容,可以对鲜切果蔬加工业的应用和研究提供有价值的帮助。本书适用于所有的读者,包括进行鲜切果蔬研究的科学家以及鲜切果蔬的研发人员和工程师。

参考文献

- Allen AS and Allen N. 1950. Tomato-film findings. *Mod Packag* 23:123-126, 180.
- Barmore CR. 1987. Packing technology for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *J Food Qual* 10:207-217.
- Beaudry R. 2007. MAP as a basis for active packaging. In: Wilson CL, editor. *Intelligent and Active Packaging for Fruits and Vegetables*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 31-55.
- Brecht JK, et al. 2004. Fresh-cut vegetables and Fruits. *Hortic Rev* 20:185-251.
- Christie S. 2008. Some segments see triple-digit increases. *Fresh Cut* (January). <http://www.freshcut.com/pages/arts.php?ns=794> (accessed May 2010).
- Christie S. 2009. New packaging, promotions "re-invent" the bagged salad line. *Fresh Cut* (December). <http://www.freshcut.com/pages/arts.php?ns=1562> (accessed May 2010).
- Dave BA. 1977. Package and method for packaging and storing cut leafy vegetables. US Patent 4,001,443.
- Gorny JR. 1997. Modified atmospheres packaging and the fresh-cut revolution. *Perishables Handl Newslett* 90:4-5.
- Huxsoll CC, Bolin HR, and King AD. 1989. Physicochemical changes and treatments for lightly processed fruits and vegetables. *ACS Symp Ser* 405:203-215.
- Inns R. 1987. Modified atmosphere packaging. In: Paine FA, editor. *Modern Processing, Packaging and Distribution Systems for Food*, Volume 4. Glasgow, UK: Blackie, pp. 36-51.
- McLachlan A and Brown TH. 1983. The suitability of fruits and vegetables for marketing in forms other than canned and frozen products. *Technical Memorandum/Campden Food Preservation Research Association* No. 353.
- Myers RA. 1989. Packaging considerations for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 43:129-131.
- Platenius H. 1946. Films for produce: their physical characteristics and requirements. *Mod Packag* 20:139-143, 170.
- Priepke PE, Wei LS, and Nelson AI. 1976. Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J Food Sci* 41:379-382.
- Rahman AR, et al. 1976. Method of extending the storage life of cut lettuce. US Patent 3,987,208.
- Robertson GL. 2006. *Food Packaging Principles and Practice*, 2nd ed. Boca Raton, Fla, London, New York: CRC Taylor & Francis.

- Shewfelt RL. 1987. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *J Food Qual* 10:143–156.
- Warren K. 2005. Category offers promise for processors, retailers. *Fresh Cut*. June. <http://www.freshcut.com/pages/arts.php?ns=117>, (accessed May 2010).
- Woodruff RE. 1980. Process and package for extending the life of cut vegetables. US Patent 4,224,247.