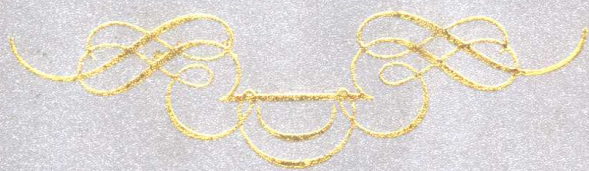


李里特 著



# 食品物性学

中国农业出版社

991577

# 食品物性学

李里特 著

中国农业出版社

## 作者简介

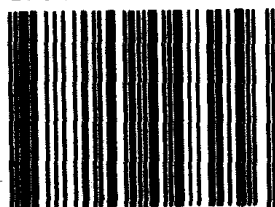
李里特, 男, 1948年出生, 食品工程学博士、教授、博士生导师。1982—1988年先后在日本北海道大学研究生院食品工程专业学习并取得博士学位, 在日本食品综合研究所、山崎面包公司中央研究所研修食品加工科学。1989年至今在中国农业大学(原北京农业工程大学)食品工程系工艺教研室任教。担任食品工艺学、食品物性学、食品工程动态讲座等课程教学。1993年10月至1994年10月作为联合国大学研究员在日本食品综合研究所食品制造工学研究室进行了一年博士后研究。主要从事食品流变品质鉴定和食品电磁场处理加工等研究。历任本校食品工艺教研室主任、食品工程系副主任、系主任。现任中国农业大学副校长。

联系电话: 010-62336442 (办); 010-62337031 (宅)

通讯地址: 100083 北京海淀区清华东路

中国农业大学东校区 113 信箱

ISBN 7-109-04825-X



9 787109 048256 >

## 食品物性学

李里特 著

\* \* \*

责任编辑 彭明喜 段丽君

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科报印刷厂印刷

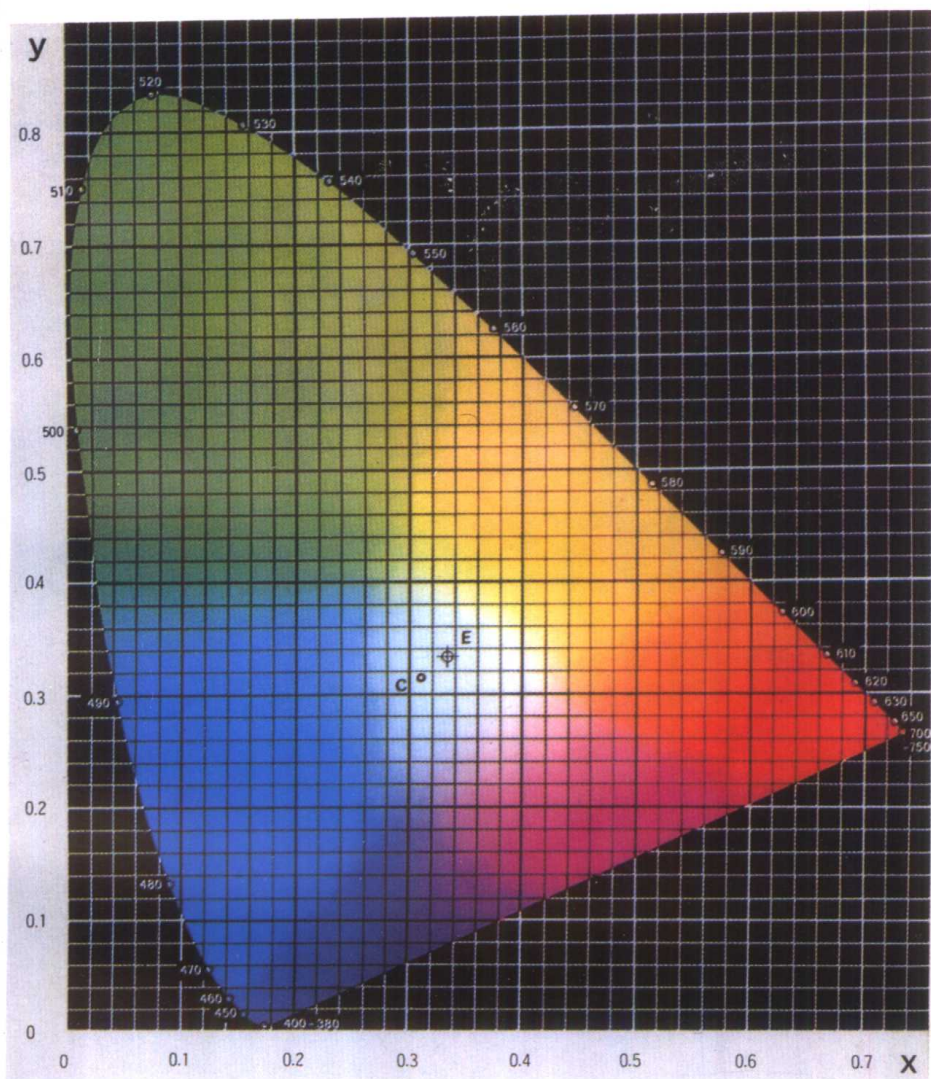
850mm×1168mm32开本 14.75印张 2插页 370千字

1998年2月第1版 1998年2月北京第1次印刷

印数 1—2000册 定价47.50元

ISBN 7-109-04825-X/R·28

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



彩图 6—17 XYZ 表色系统色品图

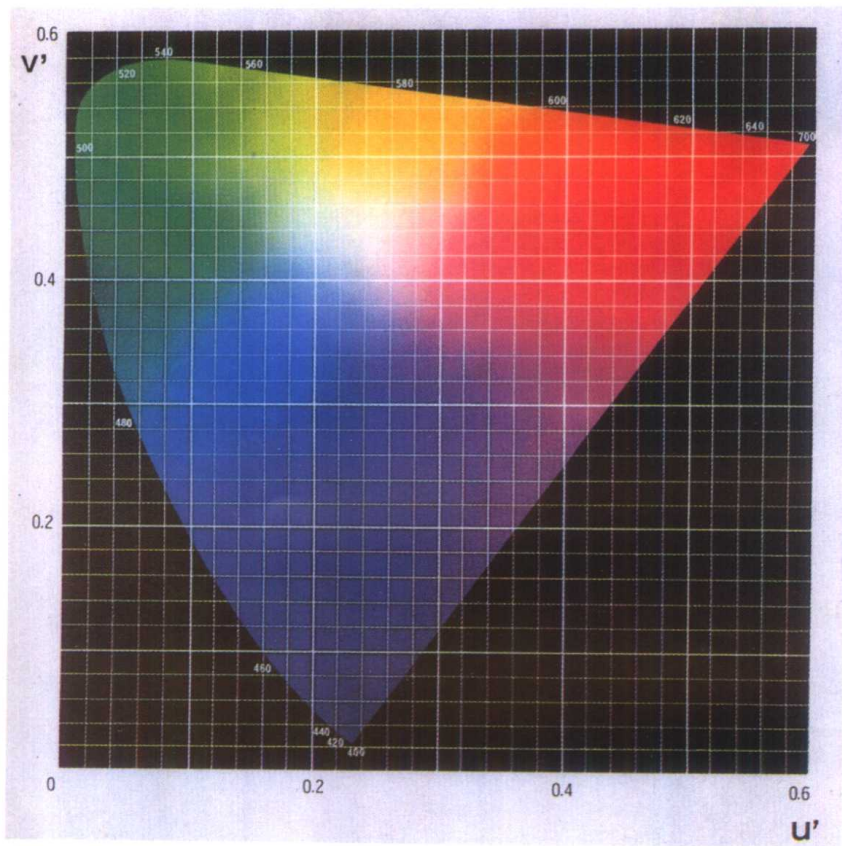
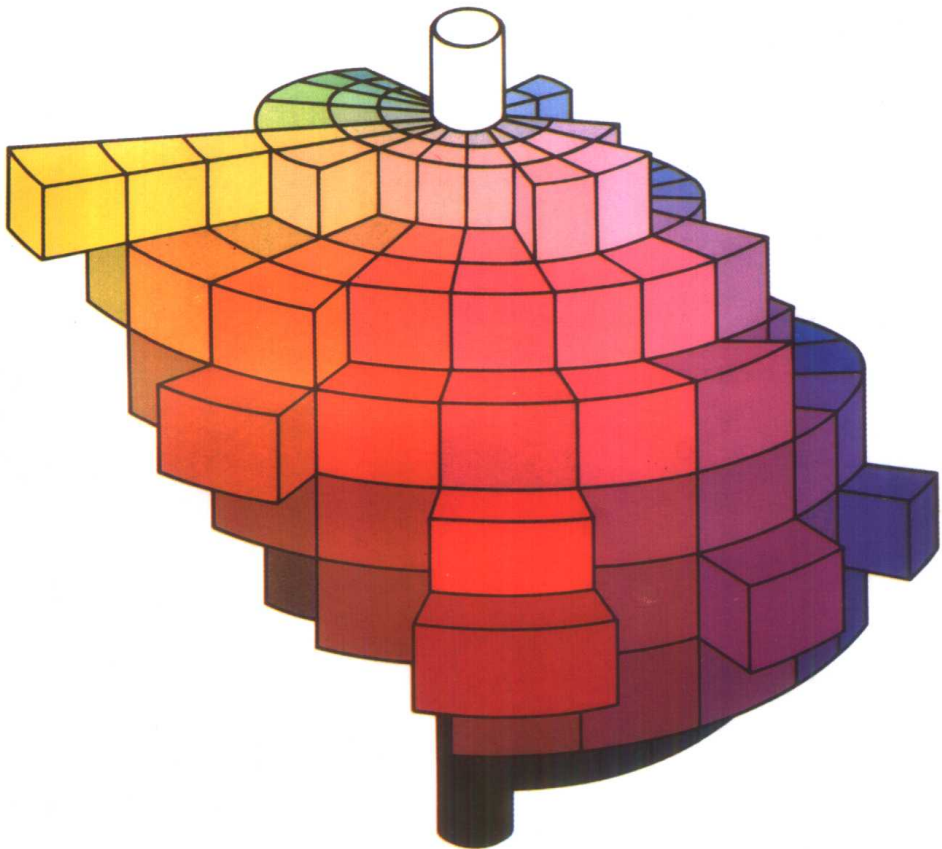
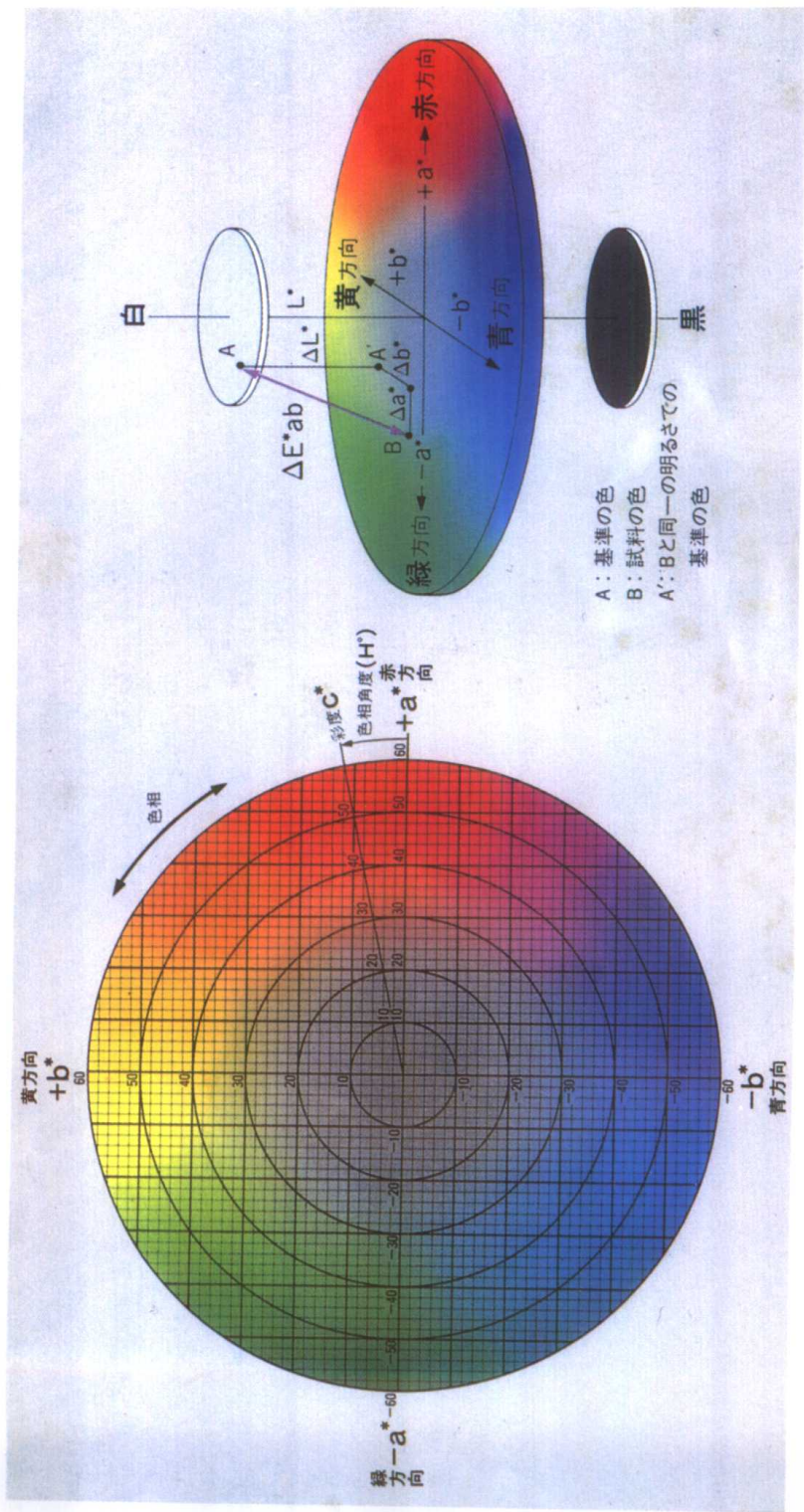


图 6—22 CIE1976USC 色品图



彩图 6—24 孟塞尔颜色立体



彩图 6—26 CIE  $L^*a^*b^*$  表色立体(右)及色品图(左)  
 (A. 标准色 B. 试样色  $A'$ . 和 B 在同一明度上的合作标准色)

## 内 容 简 介

食物物性学是食品加工研究的基础。本书通过对食物物性学领域的基础理论和国内外最新研究成果的介绍，总结分析了食物物性学的研究内容、研究方法和应用实例；系统论述了食物的力学性质、热学性质、电学性质和色光性质。本书将食物的力学性质作为重点，归纳了液状食物、固体和半固体食物（粉体食物、多孔状食物、纤维组织食物）的物性学特点及研究测试方法。在食物的热学性质、电学性质和色光性质等方面也编写了丰富的基础理论和最新研究成果。为了论述食物感官评价和仪器测试的知识，本书也写入了心理物理学内容。本书还通过大量实例，介绍了食物物性学的典型研究和试验方法，如肉嫩度的测定，面团、面条、米饭黏弹性和感官评价，食物色彩的测定评价，等等。该书不仅可作为食物工程、烹饪科学等专业的大学生、研究生、科研人员及教师的教学参考书或教材，也是食物工厂技术人员学习查阅的基本手册。



## 序

随着我国农业和农村经济的发展，以食品加工为中心，农产品加工利用技术日显重要。为此，我国农业教育部门和研究机关近年纷纷设立了食品科学与工程专业或与食品加工有关的研究部门。从这些专业的发展来看，这些年虽然取得很大进步，但尚处在不断完善的过程之中。迄今为止，食品加工领域的专业书籍主要分为两部分内容，一是以食品化学、食品生化为中心的食品科学类知识；二是以食品机械为中心的食品工程类知识。也就是说对于食品的研究，一方面注重它的化学成分和性质，一方面着重设备与机械的开发。而中间缺少了一个连接这二者的重要部分，即食品物理性质的研究。设计食品加工设备和机械必然要涉及食品的物理性质，而食品的物理性质又与食品的化学成分密不可分。因此，在国外食品化学、食品物性学和营养生理学被称为是食品加工利用研究领域非常重要的三大基础学问。我国食品加工技术与发达国家相比还有相当大差距，而食品物性学研究方面的滞后不能不说是造成这一差距的主要原因之一。改革开放以来，我国食品工业迅速发展，从国外引进了许多食品加工生产线和品质检测仪器，但由于对食品工程理论，尤其是食品物性学方面的知识欠缺，大大影响了技术、科研人员对这些新技术的消化吸收，甚至给国家造成重大经济损失。国际贸易、农林作物育种和国内食品工业都极待解决粮食、果蔬等农产品的品质鉴定标准化、国际化问题，食品物性学研究自然是解决这个问题的关键之一。

当前世界各国食品工业的发展都很快，无论是从加工技术的角度，还是从人们的消费倾向来看，对食品品位的要求越来越高。

决定品位的高低不再仅仅是营养成分和卫生的标准，竞争的焦点往往是对其物理性质的要求。比如，对许多食品，它的“软硬”、“弹性”、“酥脆”、“色泽”成了满足人们嗜好的最重要因素。因此，从70年代开始，关于食品物性的研究在国外迅速展开，80年代初步形成学科领域，出现了较多的研究论文和一些著作、教材。而我国在这方面还几乎是空白。李里特教授所著《食品物性学》的出版为填补我国在此领域论著的不足，促进食品物性学研究在我国的发展，实在是一件可喜可贺的好事。

李里特教授是中国农业大学食品学院的博士导师，同时还兼任中国农学会副会长、农业部科技委委员，我本人这些年也参与了这些学术工作和从事国家食物与营养发展战略的研究，因此，了解一些他的研究和本书的内容。我认为这部《食品物性学》是一本既有高的理论价值，又有广的实用价值的好书。这部书的特点可以概括为三个字：“新”、“广”、“实”。

“新”指该书的内容比较新。书中的许多内容是第一次与国内读者见面。在关于食品力学性质的论述中不仅介绍了流变学，而且涉及胶体化学、界面化学等对食品流变性质的影响，这在国内同类书中尚不多见。过去的著作涉及食品流变学内容主要是从力学角度进行论述，而此书结合食品是复杂分散系统这一特点，不仅从普通力学角度对食品流变学进行了归纳，而且以胶体化学、界面化学、高分子化学知识为基础，论述了以亲水胶体为基本材料的食品流变学特征。这些都说明了此书具有较高的理论水平和严谨的知识体系。

值得一提的是，李里特博士在国外留学期间和在国内教学研究中长期从事食品流变品质鉴定和食品电磁场处理加工等研究，在这些方面他发表了不少具有最新水平的论文，书中一些内容正是基于这些研究论文。例如，食品电物性与加工应用等章节的一些内容。这些内容在国外的同类论著中也很少提及，它的入书可以说是对食品物性学知识体系形成的重要贡献。

另外，书中关于食品质地学、质地的感官评价、食品色彩学及食品热学性质的许多内容也都是第一次被介绍给国内读者，相信这些将为丰富我国读者食品物性学方面的知识提供可贵的信息。

“广”指该书所论及的内容丰富，知识系统。这部著作不仅以食品的力学性质、光学性质、热学性质、电磁学性质为基本体系，全面论述了食品物性学的知识系统，而且，对每种性质的分析都包含了广泛的相关学科内容。对食品力学性质扩充了食品质地学的内容，使读者能认识到食品质地学不仅与力学性质有关，还与心理学、生理学等知识密不可分。著者在书中注意到这方面知识的完整性、系统性，编写了感官评价的原理及其与仪器测定的关系，为读者理解食品力学性质研究的特殊性作了很好的说明。

在对液态食品的论述中除了从乳胶体的稳定性、泡沫形成理论进行了分析外，还写进了关于水构造、水分子团及感官黏性的最新研究成果；在对固态、半固态食品物性论述中按凝胶状食品、组织状食品、多孔状食品、粉体状食品作了系统介绍。这方面的丰富内容一定会使读者对食品物性学知识的掌握更加全面、更加系统。

过去同类书中对食品光学性质的论述大多只有物理光学的内容，然而这部书依据食品品质要求的特点，详细介绍了食品色彩感官评价与颜色光学的基础知识。在食品光学测定一节增加了近红外线测定食品成分的原理和研究现状。这些可以说是对过去同类著作的补充和完善。

在食品的热物性、电物性方面本书也写进了丰富的基础理论和最新研究成果。例如，对于食品差示扫描热量测定分析、食品电物性的测定、食品的电磁加工原理等等内容的论述，在国内尚属首次。

“实”指该书所介绍的知识具有很强的实用价值。食品物性学既是食品加工技术的基础理论，同时它又是实用性很强的科学。本

书的可贵之处就是充分注意到这一点，在每一章基本理论描述之后，还着重介绍了它们在食品加工或食品品质分析中的应用原理和方法。例如，在食品质地一章中详细介绍了感官评定和仪器测定的理论与操作；在颜色光学部分介绍了目前有关食品色泽测定的基本原理和常用测试手段。作者还特别注意到电磁场处理在食品加工技术上应用的诱人前景，在食品电物性部分增加了关于电物性在食品加工中应用的原理和方法一节。这部分所介绍的静电场处理、电渗透脱水、通电加热、微波处理及远红外加热等多是目前食品加工领域的热门新技术。尤其是本书还通过大量实例，介绍了食品物性学的典型研究和试验方法，如肉嫩度的测定，面包、面团、面条、米饭粘弹性和感官评价，水果蔬菜色彩的测定评价，等等。这些内容即使对从事食品技术开发一线的技术人员也有很好的参考价值。

总之，该书无论从知识的系统性、理论的深度来看，还是从信息的新颖性和实用性来看，都可以说是一部难得的好著作。它的出版不仅填补了我国在此专业图书方面的空白，而且相信它会对食品物性学研究在我国的全面展开起到大的推动作用。

中国工程院 院士 副院长  
中国农学会 名誉会长  
国家食物与营养咨询委员会主任

卢良恕

1997年2月12日

## 前 言

“食品物性学”是关于研究食品物理性质的一门科学。在国外，食品物性学和食品化学、营养生理学这几门学问被称为是食品科学与食品工程研究领域极为重要的基础学科。随着农业生产和食品工业的发展，无论是从加工、流通领域，还是从人们的消费倾向来看，对食品及其原料品质的评价，不再仅仅是营养成分和卫生的要求，而且对其物理性质的研究和控制日显重要。比如，对许多食品，它的“酥”、“脆”、“柔嫩”、“形美”、“色艳”成了满足人们嗜好的最重要因素。食品机械的开发也越来越离不开对加工对象物性的把握。因此，从70年代，关于食品物性的研究在国外兴起。80年代初步形成体系，并有一些为数不多的论著、教材问世，而我国在这方面还几乎是空白。

改革开放以来，我国食品工业迅速发展，从国外引进了许多食品加工生产线和品质检测仪器，但由于对食品工程理论，尤其是食品物性学方面的知识欠缺，大大影响了技术人员对这些新技术的消化吸收，甚至给国家造成重大经济损失。食品国际贸易、作物育种和国内食品工业都亟待解决包括农产品在内的食品品质鉴定标准化、国际化问题。因此，普及食品物性学知识、开展这方面研究成为当务之急。

作者曾在日本学习食品工程专业，从事多年食品物性学研究，归国后在大学执教8年来，给研究生开了食品物性学课程，深受学生们欢迎。为了填补我国在此领域论著的不足，促进食品物性学的研究发展和为广大食品科研、技术人员提供较为系统的食品物性学知识，作者根据自己多年的研究成果，并汇集国内外有关

研究之大成，编写了此书。

本书共分八章，不仅有食品流变学等基本内容，而且还有许多国内外最新研究成果，如泡沫食品、粉体食品、多孔状食品、纤维状食品的物性，食品色彩学，食品质地学，食品电物性及电磁加工等。书中既有食品物性学学科全面系统的理论分析，又有其在食品加工和品质测试中的应用实例。本书不仅系统地论述了食品的物理性质，而且也对其涉及的物理化学、胶体化学、高分子科学、电磁学、色彩学的相关内容进行了介绍。为了论述食品感官评价和仪器测定的知识，本书也写入了心理物理学内容。本书的出版填补了我国空白，对促进我国食品科学与工程研究的进步有积极意义。

本书内容涉猎面较广，作者水平有限，加以脱稿仓促，错误和不妥之处也在所难免，敬请广大读者批评和指正。

作 者

1996年12月于中国农业大学

# 目 录

序

前言

第一章 绪论 .....	1
第一节 食物物性学的定义和内容 .....	1
一、食物的力学性质 .....	2
二、食物的热学性质 .....	2
三、食物的电学性质 .....	3
四、食物的光学性质 .....	3
第二节 食物物性学研究的目的是方法 .....	4
一、食物物性学研究的目的是 .....	4
二、食物物性学研究方法是 .....	6
第三节 食物物性学研究的现状和发展 .....	7
第二章 食物的力学基础 .....	11
第一节 食物物质的胶黏性 .....	11
一、食物物性构成体系与力学性质的复杂性 .....	11
二、胶体的概念 .....	12
三、分散系统的胶体 .....	12
四、食物的胶黏性与食品加工 .....	18
第二节 食物流变学 .....	19
一、食物流变学概论 .....	19
二、黏性 .....	21
三、黏弹性 .....	36
第三章 食物质地学基础 .....	100
第一节 食物质地的概念 .....	100
一、食物质地的定义 .....	100

二、食品的美味和质地 .....	100
第二节 食品质地的感官评价 .....	101
一、感觉的种类 .....	101
二、感觉的敏感度 .....	103
三、感官试验的种类 .....	106
四、食品质地的感官表现 .....	108
五、感官鉴定评审组的确定 .....	115
六、感官鉴定的方法 .....	116
七、感官鉴定的应用和分析 .....	125
第三节 食品质地的仪器测定 .....	128
一、压缩破坏型测试仪器 .....	130
二、剪断型测试仪 .....	136
三、切断型测试仪 .....	138
四、插入型测试仪 .....	141
五、搅拌型测试仪 .....	144
六、食品流变仪 .....	147
七、剪压测试仪 .....	148
第四节 质地测试仪器的选择 .....	150
一、仪器测定和感官评价的特点 .....	150
二、仪器的选择与结果分析 .....	151
第四章 液态食品的物性 .....	155
第一节 液体的稳定性 .....	155
一、水的构造和分子团结构 .....	155
二、溶液中粒子的稳定性 .....	161
三、乳胶体的形成和稳定 .....	167
第二节 液态食品流变性质及测定 .....	175
一、液态食品的一般流变特性 .....	175
二、液态食品流变性的测量 .....	182
第三节 泡沫和气泡的形成与性质 .....	193
一、泡沫形成原理 .....	194
二、泡沫的稳定性 .....	203
三、气泡的性质 .....	209



四、消泡原理 .....	214
第四节 液态食品的物理黏度与感官黏性 .....	215
一、牛顿流体、非牛顿流体的黏度与黏性感觉 .....	216
二、液态食品的黏性识别阈 .....	218
<b>第五章 固态与半固态食品的物性 .....</b>	<b>219</b>
第一节 凝胶状食品的物性 .....	219
一、凝胶的分类 .....	220
二、溶胶与凝胶的转化 .....	221
三、凝胶状食品的物性 .....	230
第二节 组织状食品的物性 .....	235
一、细胞状食品的物性 .....	235
二、纤维状食品的物性 .....	242
第三节 多孔状食品的物性 .....	245
一、多孔状食品的概念 .....	245
二、多孔状食品物性的测定 .....	245
三、几种多孔状食品质地的评价 .....	250
四、多孔状食品的制造 .....	254
第四节 粉体食品的物性 .....	262
一、粉体粒子的状态 .....	262
二、粉体的堆积状态 .....	273
三、粉体的力学性质 .....	277
<b>第六章 食品色彩与光学性质 .....</b>	<b>287</b>
第一节 食品与色泽 .....	287
一、食品的色泽与感官评价 .....	287
二、食品色泽的偏见与误区 .....	290
三、食品的色光性质与品质测定 .....	290
第二节 颜色光学基础 .....	292
一、视觉生理与光度 .....	292
二、色度学基础 .....	298
三、颜色的感觉和心理 .....	309
四、颜色的分类与色彩图 .....	316
五、CIELAB 表色系统 .....	323