

PENGRAN HUAXUE

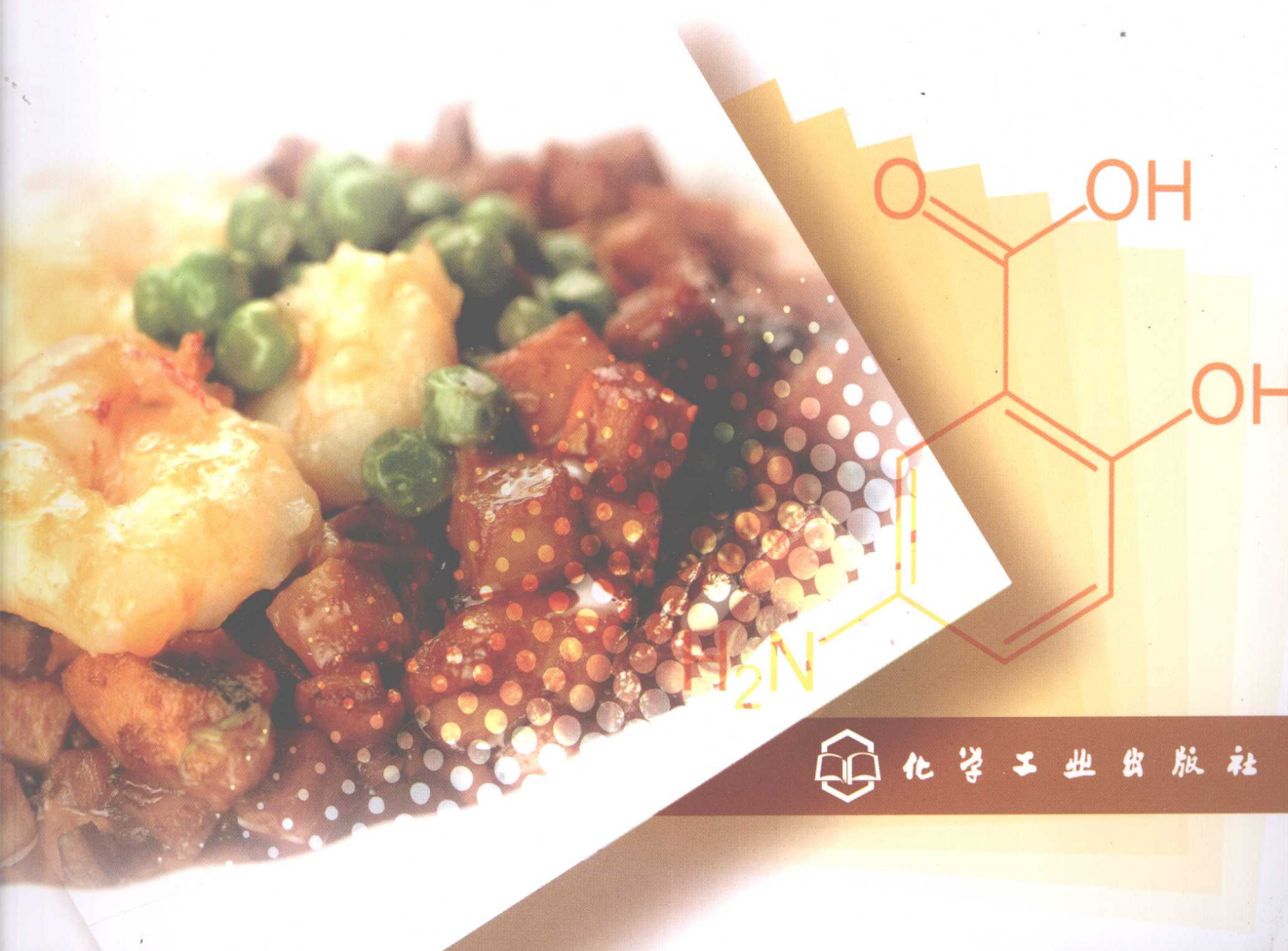


高职高专“十一五”规划教材

烹饪化学

谷 绒 主编

徐大好 主审



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

烹饪化学

谷 绒 主编

徐大好 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书作为烹饪专业进行专业基础课教学的必备教材,围绕原理够用、注重与烹饪实际操作过程相结合的编写原则,重点介绍了人体所需的水、无机盐、蛋白质、脂类、糖类、维生素六大营养素以及酶和激素等的组成、结构、物理化学性质,并且突出介绍了这些物质在烹饪中的应用;介绍了烹饪中味的相关化学知识。为增加学生对相关知识的直观理解,最后还配有一些实验,具有很强的实用性。此外,本教材语言通俗易懂,另配教学课件,便于教学和学生自学。

通过本书的学习,要求学生在掌握基本化学原理的基础上,学会如何运用化学原理解释一些烹饪现象,实现理论和实践的融合,为今后的实践操作打好基础。

本书可作为高职院校和部分普通高校的烹饪专业、烹饪中专、烹饪职业高中以及其他烹饪专业培训班的教学专用教材。

图书在版编目(CIP)数据

烹饪化学/谷绒主编. —北京:化学工业出版社,
2009.9
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-06558-2

I. 烹… II. 谷… III. 烹饪-应用化学-高等学校:
技术学院-教材 IV. TS972.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第161689号

责任编辑:旷英姿 陈有华
责任校对:郑捷

文字编辑:向东
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 装:北京市彩桥印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张8 $\frac{1}{4}$ 字数209千字 2009年10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:18.00元

版权所有 违者必究

高职高专“十一五”规划教材 《烹饪化学》

主编 谷 绒

主审 徐大好

编者 (按姓名笔画排列)

谷 绒 陆志群 赵 敏 隋大鹏

前 言

《烹饪化学》是烹饪专业进行专业基础课教学的必备教材，但由于原来教材中包含太多过深而且很抽象的化学理论知识，学生相当怕学，对有些问题很难理解。出现这种情况的根本原因在于：化学的原理没能和实际的应用联系起来，使学生不能把学习的理论知识联系到烹饪实践中去，更不能灵活地运用理论来解释一些实际现象，即“学不能致用”。针对目前高等职业教育的培养目标：专门培养“高素质、高技能的专门人才和技术运用型人才”，特编写了这本教材，既没有高等教育教材那么高深，又有别于中专教育的教材。使学生在理论够用的基础上真正学会用理论来解决实际问题。

本书是高等职业技术教育专业基础教材，重点突出高职高专教材以实用为主的特色。本着实用的原则从无机到有机，将化学理论和烹饪过程的实践紧密结合起来，注重每个重要原理在烹饪实践中的应用。主要目的为后续的实践性教学提供更多的、更坚实的理论基础。本书可作为高职院校和部分普通高校的烹饪专业、烹饪中专、烹饪职业高中、烹饪专业培训班的教学专用教材。

本书内容包括：烹饪原料当中的主要成分，即水、无机盐、蛋白质、脂类、糖类、维生素、酶和激素等的物质的组成、结构、物理化学性质；重点突出这些物质在烹饪中的应用，在烹调加工中的变化，控制物质流失和破坏的方法等。

在编写过程中，始终围绕原理够用这一大前提，注重与烹饪实际操作过程相结合，将烹饪过程相关的理论呈现出来。理论结合实践，系统性较强，更符合高职培养目标。通过本书的学习，要求学生掌握基本的化学原理，使学生学会如何用化学原理来解释烹饪过程，实现理论和实践的融合，能在今后的实践操作中正确应用。本教材提供了许多辅助手段帮助学生的学习：每章开始都预先说明本章的学习目的，以便使学生预先了解本章的有关概念及内容；每章结束，有本章小结，帮助学生回顾本章的主要内容，并且配有思考题。教材另配有教学课件，直观性很强，具有实用性的和拓展性。

本书由江苏食品职业技术学院旅游烹饪系谷绒主编。编写人员具体分工是：谷绒编写第一章、第六章；江苏食品职业技术学院赵敏编写第二、第五、第九、第十章；青岛酒店管理学院烹饪学院隋大鹏编写第三、第八章；杭州第一技师学院陆志群编写第四、第七章；全书由谷绒统稿，江苏食品职业技术学院徐大好主审。

在编写过程中，受到了很多同行的协助和指导，向各位老师表示真诚的感谢；另外还得到相关编写学校领导的大力支持和帮助，在此也向他们深表感谢！在编写过程中参考、引用了一些书籍、学术期刊、论文、报刊的内容，在此向相关的作者致以衷心的感谢。

由于编写时间仓促、编者知识水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各位专家、同行和读者多批评、指正。

编 者
2009年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 烹饪概述	1
第二节 烹饪化学概述	2
第三节 学习烹饪化学的方法	3
第二章 水	5
第一节 水的概述	5
一、水的结构和重要性质	5
二、烹饪原料中的水分	7
第二节 水分活度	8
一、水分活度的定义和表示方法	8
二、水分活度的意义和应用	10
第三节 烹饪加工中水分的变化及控制	11
一、水分在烹饪中的作用	12
二、食物原料在烹调中水分的变化	13
三、烹饪原料中水分的控制	14
第三章 无机盐	17
第一节 无机盐概述	17
一、无机盐的定义	17
二、无机盐的分类	17
三、无机盐的生理酸碱性	18
第二节 烹饪原料中的无机盐	18
一、植物性烹饪原料中的无机盐	18
二、肉类原料中的无机盐	19
三、乳类中的无机盐	19
第三节 无机盐在烹饪加工中的变化及其 应用	20
一、烹饪加工中无机盐的变化	20
二、无机盐在烹饪中的应用	21
第四章 蛋白质	23
第一节 蛋白质概述	23
一、蛋白质的化学组成	23
二、蛋白质的分子结构	27
三、蛋白质的分类	29
第二节 蛋白质的理化性质及其在烹饪中的 应用	31
一、蛋白质的变性	31
二、两性性质和等电点	34
三、吸水性和持水性	35
四、溶胀现象	36
五、黏结性	38
六、起泡性和稳定性	40
七、蛋白质的水解	42
八、加热对氨基酸的影响	43
第五章 脂类	46
第一节 概述	46
一、脂类的分类	46
二、油脂的化学结构	47
三、脂肪酸	47
第二节 油脂的理化性质	49
一、油脂的物理性质	49
二、油脂的化学性质	51
三、加成	52
四、油脂的酸败	53
第三节 油脂在烹饪中的应用	55
一、传热	55
二、菜肴的保温	56
三、赋予菜肴的香气	56
四、提高菜肴的色泽	56
五、润滑作用	56
六、起酥作用	57

七、乳化作用	57	二、油脂的热氧化	58
第四节 油脂在烹调加热中的变化	57	三、油脂的热聚合	58
一、油脂的热分解	58	四、油脂的老化	59
第六章 糖类	61		
第一节 糖类概述	61	三、主要的单糖和双糖及其在烹饪中的 应用	66
一、糖类的存在与功能	61	第三节 多糖及其在烹饪中应用	70
二、糖类的概念与分类	61	一、淀粉	70
第二节 单糖和双糖	63	二、多聚糖及其衍生物	74
一、物理性质	63		
二、化学性质	64		
第七章 维生素	78		
第一节 维生素概述	78	四、维生素 K	80
一、维生素的定义	78	第三节 水溶性维生素	81
二、维生素的分类	79	一、B族维生素	81
第二节 脂溶性维生素	79	二、维生素 C	83
一、维生素 A	79	第四节 维生素在贮藏及烹饪过程中的变化	83
二、维生素 D	80	一、维生素损失的原因	83
三、维生素 E	80	二、维生素在贮藏和烹饪过程中的变化	84
第八章 酶和激素	87		
第一节 酶概述	87	一、淀粉酶	89
一、酶的化学本质及组成	87	二、蛋白酶	90
二、酶的特性	88	三、脂肪酶	90
第二节 酶的作用机制及影响因素	88	第四节 激素	91
一、酶的活性中心	88	一、激素概述	91
二、酶的作用机制	88	二、动物激素	91
三、影响酶促反应的因素	88	三、植物激素	92
第三节 主要酶类在烹饪领域中的应用	89	四、激素在烹饪中的应用	92
第九章 烹饪中的味	94		
第一节 味和风味	94	五、味觉及相关原料	100
一、味	94	第三节 嗅觉之味	109
二、风味	94	一、嗅觉	109
第二节 味觉之味	94	二、影响嗅觉的因素	109
一、味觉器官	95	三、菜肴香气的形成	110
二、滋味的种类	95	四、嗅觉的种类	111
三、呈味阈值	96	五、香味及香味原料	111
四、影响味觉的因素	96		
第十章 实验部分	119		
实验一 蔗糖的性质	119	实验二 油脂的性质	120

实验三 脂肪含量的测定	122	实验六 蛋白质的性质	126
实验四 乙酸乙酯的制作	124	实验七 蛋白质含量的测定	128
实验五 叶绿素的分离、提取及变化	125	实验八 蛋白质的溶胀性	130
参考文献			131

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 了解烹饪加工过程中常见的物质变化。
2. 掌握烹饪化学的定义、研究对象和研究的内容。
3. 了解学习烹饪化学的方法。

第一节 烹 饪 概 述

1. 烹饪的概念

烹饪是一门科学，是以原料学、营养学、中医学、化学、物理学、美学等多种学科知识来研究饮食的一门科学。烹饪也是一种技艺。随着人类文明的进步，烹饪也从简单发展到复杂、由低级发展到高级。食物原料种类繁多、丰富多彩，除少数可直接生吃外，大多数都必须经过烹调后才能食用。烹饪就是对食物原料用特定的方法、进行一定程度的加工与制作，使其成为具有一定标准的菜点的过程。

烹饪就是烹和饪的组合，“烹”就是煮的意思，“饪”是指熟的意思。简单地说，烹饪是对食物原料进行热加工，将生的食物原料加工成熟的过程；具体地说烹饪是指对食物原料进行合理选择调配，加工洗净，加热调味，使之成为色、香、味、形、质、养兼美的安全无害的、利于人体吸收消化的、益人身体健康的、强人体质的饭食菜品，包括调味熟食，也包括调制生食。

2. 烹饪加工过程中常见的物质变化

烹饪过程包括原料选择、加工切配、风味调制、制熟方式、食品保健等内容。烹饪过程是烹饪原料发生变化的过程，简单地说是转变成一个最佳的可食用状态的过程。在这看似简单的变化中，却发生着复杂的、微观的化学变化。例如肉类及禽蛋类食物原料在加热烹调时会发生不同程度的形态、颜色、状态的变化，如个体的收缩、肌肉组织由红变白、凝固等，而这些变化的本质是原料中丰富的蛋白质物质在加热的条件下发生的变性作用；又如干货原料再次用水浸泡后仍然可以恢复到新鲜时的水润和弹性；面粉加水拌和、揉团后则具有较好的筋力、弹性、延伸性，可以抻成面条，而米粉则不能，这些又与原料中蛋白质的吸水作用有关；再如对菜肴勾芡收汁，是因为淀粉在水分和热量的作用下由结合紧密的结晶状态变成糊化状态，其本质是淀粉吸水膨胀直至分子间氢键断裂；焙烤、煎、炸可以赋予食品焦黄的色泽以及特有的焦香味，这主要是糖在高温下的焦糖化反应以及糖类的羰基与蛋白质或氨基酸的氨基结合所发生的羰氨反应。

可见，食品原料加工成成品的过程中发生着复杂的而又非常重要的化学变化，而这些变化又直接决定着成品的品质。成品所呈现出的色、香、味、形也是由烹饪加工中特定的化学反应决定的。

第二节 烹饪化学概述

1. 烹饪化学定义

烹饪过程中发生着复杂的化学变化，也正是因为有这些化学反应才能赋予原料独特的品质。烹饪化学就是从化学的角度来探讨烹饪现象和本质的一门学科。它以普通化学、有机化学、生物化学为基础来探讨和解释烹饪原料的组成、性质、烹饪加工过程中的物质变化以及形成色、香、味的原理。

2. 烹饪化学研究的对象

烹饪的对象即所有可以直接或者加工后可以食用的原料，而烹饪的最终结果就是将各式原料加工成各种菜肴以及面点制品，所以烹饪化学研究的对象包括各类的原料和加工出的成品。简单地说，自然界一切与吃有关的物质都是烹饪化学研究的对象。

3. 烹饪化学研究的内容

在烹饪加工过程中，原料的结构和性质会随着条件的改变发生变化，这些变化可能是有利的但也可能带来不利的影响，因此研究烹饪化学就是要用化学的理论来指导烹饪活动的整个过程。烹饪化学研究的内容包括以下方面。

(1) 研究烹饪原料各种化学成分的结构、物理性质、化学性质及其对形成和保持食品的感官及营养价值所起的作用 烹饪原料种类繁多，但它们都不同程度的含有一些共同的化学成分，即水分、蛋白质、脂肪、糖类、无机盐及维生素。特别是水分、糖类、脂肪、蛋白质，它们的含量决定了食品的性能和品质。了解这些化学成分的结构、物理性质、化学性质，将为烹饪过程提供有效的理论依据，在确保最大程度保护营养价值的前提下，提高食品的感官特性。例如，蛋白质含量高的原料，如豆类、禽畜肉、禽蛋、鱼虾、乳等，生吃不能被人体消化、吸收，还会引起过敏、中毒等不良情况，因此利用蛋白质能在加热、酸碱及有机溶剂等的作用下变性的性质，可以提高高蛋白原料的食用性，使其营养价值更高、更安全卫生，如各种加热制熟制品、发酵酸奶、卞蛋、醉虾等。又如，凉的馒头、米饭放置一段时间后会变得坚硬和干缩，这是因为淀粉的老化现象，老化的淀粉口感变差，消化吸收率也降低，所以需贮存的馒头、面包、糕点、米饭等，不宜存放在冰箱保鲜室，最好把它们放入冷冻室速冻起来。因此，清楚认识了原料的性质才能正确地利用原料和贮藏原料。

(2) 研究烹饪加工过程中原料间的相互作用规律，并加以合理的利用和控制 果蔬类原料长期放置会出现组织软烂、汁液渗出，一方面是因为微生物诸如霉菌、酵母菌以及少部分细菌的致腐作用。另一方面在于果蔬中特有的酶，如果胶酶，它可以分解果蔬中的原果胶逐步形成果胶和果胶酸，使组织结构变得稀软；而其中的多酚氧化酶则氧化果蔬中的酚类物质形成红棕色素或紫褐色素，给加工造成影响。因此，认识到原料在烹饪加工中成分的相互作用规律，才能采用合适的加工手段予以避免和控制。

(3) 研究形成和保持烹饪制品的色、香、味、形等感官特性的原理 烹饪加工过程中一些生色、增香、增味反应可以提高菜肴以及面点制品的档次，增加食用者的食欲。例如，在烤鸭、烤鸡时，先在原料上涂抹一层麦芽糖，可以增加焦糖化作用，使制品带上诱人的红褐色；又如，烘烤和炸制面点都带有不同程度的黄色和棕红色，并且还具有特殊的焦香味，这在于淀粉不完全水解产生的糊精在高温作用下焦化，生成了焦糊精的作

用；再如，制作一些特色面点，如山西的刀削面、猫耳朵，山东的硬面馒头时，要求面团具有很好的韧性，则需要冷水和面，可以使面筋蛋白充分吸水膨胀，形成面筋，使制品口感筋道。因此，合理地利用烹饪原料中物质的化学变化，可以带给制品良好的色、香、味、形。

(4) 研究用合理烹饪来减少营养成分损失，提高使用价值及营养成分 随着社会生活水平的提高，老百姓的日子也过得越来越好，现代的膳食也更加丰富、更加美味，但我们时常会在烹调过程中忽略食物营养价值的保护问题，使营养素会在烹饪过程中被破坏、流失，如蛋白质、脂肪在高温作用下不同程度的水解；含淀粉的原料在低温下老化；果蔬中的维生素的流失、矿物质元素的损失等，都会影响食物的营养价值。如何避免这些不利因素，这就需要了解物质变化的原理，在烹饪的各个环节，诸如原料的选择、烹调方法的选择等，采用合理的烹饪来减少营养物质的损失，烹调出营养、卫生并具有膳食美感的膳食。

第三节 学习烹饪化学的方法

烹饪化学是结合无机化学、有机化学、生物化学等课程的一门基础课程，也是烹饪专业中重要的一门基础理论课，它是后续课程，如烹饪工艺学、面点工艺学、烹饪营养学和烹饪卫生学的基础课程。通过对烹饪化学的学习，掌握烹饪中的基本原理和规律，从化学的角度来探讨烹饪中的诸多现象，学会理解和分析烹饪过程中的变化，找到烹饪中复杂的科学机理；更重要的是用合理的化学理论来指导烹饪过程，为烹饪技术提高提供必要的理论基础。

1. 熟练掌握物质的结构、理化性质等基础知识

烹饪的对象是各种不同的食物原料，烹饪过程绝大多数是将食物原料由“生”变“熟”的过程，在这一过程中，其实质在于其中各种物质的变化。因此，对于物质的结构、理化性质的熟悉掌握是非常必要的。学习烹饪化学的首要任务就是熟练掌握各种物质的基本结构、性质。

2. 学会应用化学知识解释烹饪过程中的各种现象

烹饪化学的理论建立在化学以及烹调实践的基础之上，同时这套理论可以帮助我们合理地解释烹饪过程中的各种现象，它们相辅相成，不断提高。例如，如何解释鸡蛋煮熟会凝固；瘦肉加热会变色；又用什么样化学理论来解释食物在烹饪过程中色、香、味、形的变化。为什么冷水面团可以具有很好的筋性、韧性、延伸性，而热水面团却筋性差，但是却有较好的可塑性？为什么油酥面可以做成酥脆可口的千层酥？这些奇妙的变化都需要我们用化学知识来解释它们，来认识这些现象背后的秘密。

3. 学会用化学知识来指导烹饪技术及其创新

我们除了学会用基本的化学理论来解释发生在烹饪过程中食物的变化之外，还要学会在此基础上的烹饪技术的创新研究。例如，干货原料的涨发是利用了蛋白质吸水膨胀的性质，但是在实际操作中，通常会因水温、时间、水量控制不当等因素造成涨发的失败，那么如何找到不同原料涨发的最佳条件，这时需要我们用化学知识加以指导；另外，我们还可以利用物质的特殊性质进行烹饪技术的创新，淀粉的老化现象通常是我们要避免的，但是却可利用这个性质来制作新的食品，如粉条、虾片等。

4. 勤学、勤发现

学习任何一门课程都离不开勤奋、主动地学习，烹饪化学也不例外。烹饪化学有较多的理论知识、缜密的科学原理，在够用和实用的前提下，我们要认真、主动地学习，不能有排斥的心态，激发我们学习的热情和钻研科学的精神；并且更为关键的是在学习过程中，要善于思考、发现问题，并学会用正确的方法解决问题；积极地使理论联系实际，勤于发现，使所学知识能在实际中体验和验证。这些才是作为新一代烹饪工作者应具备的专业精神。

本章小结

烹饪是对食物原料进行热加工，将生的食物原料加工成熟的过程，包括原料选择、加工切配、风味调制、制熟方式、食品保健等内容。烹饪过程是烹饪原料发生变化的过程，由不可食状态变成可食状态，看似简单的变化中，却发生着复杂的、微观的化学变化。

烹饪化学就是从化学的角度来探讨烹饪现象和本质的科学。

烹饪化学研究的对象包括：各类的原料和加工出的成品。

烹饪化学研究的内容包括：研究烹饪原料各种化学成分的结构、物理性质、化学性质以及对形成和保持食品的感官及营养价值所起的作用；研究烹饪加工过程中原料间的相互作用规律，并加以合理的利用和控制；研究形成和保持烹饪制品的色、香、味、形的基本知识；研究用合理烹饪来减少营养成分损失，提高使用价值或营养成分。

烹饪化学的学习对烹饪专业的重要性是不言而喻的，如何学好烹饪化学，要努力做到以下方面：熟练掌握物质的结构、理化性质等基础知识；学会应用化学知识解释烹饪过程中的各种现象；学会用化学知识来指导烹饪技术及其创新；勤学、勤发现。

思考题

1. 什么叫烹饪化学？
2. 简述烹饪化学可以解决哪些问题。
3. 谈谈你将如何学好烹饪化学。

第二章 水

【学习目标】

1. 了解食物中水的存在形式、结构和性质。
2. 掌握水分活度的意义及其应用。
3. 掌握水分在烹饪过程中的变化及控制。

第一节 水的概述

水是一切生命活动所必需的物质，没有水就没有生命。水是人体中含量最多的成分，约占人体的 2/3 以上，在生物体内具有重要的生理功能。

大多数烹饪原料都含有大量的水分，尤其是新鲜的原料含水量更高，水果、蔬菜的含水量可达到 90%~95%，肉、鱼、虾、乳、蛋等也含有大量的水。含水量的高低和水分的存在状态，不仅对原料的品质（如新鲜度、硬度、脆度、光滑度等）起着重要的作用，而且对原料的营养价值和保藏能力有很大的影响，具体情况可参见表 2-1。

表 2-1 自然含水量对烹饪原料的影响

对原料的影响	含水量多	含水量少
新鲜度	新鲜	萎蔫
硬度	强	弱
脆度	脆	软
光滑度	光滑	粗糙
营养价值	相对较高	相对较低
保藏能力	容易腐败,不易保藏	相对保藏期较长
适宜烹调方法	适宜使用旺火速成的烹调方法,如爆、炒等	适宜使用中小火长时间加热的烹调方法,如烧、炖等

水分在烹饪原料中会因蒸发而散失，可以被微生物利用，会影响原料的腐败变质，同时也会对食物的风味存在影响，所以要注意控制好烹饪原料的含水量。

一、水的结构和重要性

（一）水的结构

水分子是由一个氧原子和两个氢原子组成的，其化学式为 H_2O 。氧原子受到 4 个电子对包围，其中有两个与氢原子共享形成两个共价单键，称为成键电子对；剩下的就是由氧原子提供的两个电子对，由于不参与共价键的形成，所以叫做孤对电子。其结果如图 2-1 所示。

由于电子对之间的斥力不同，其中以孤对电子间的斥力最大，在两对孤对电子的压迫下，造成了水分子的“V”形结构。如图 2-2 所示。在水分子的结构中，氧原子和两个氢原子形成一个夹角为 104.5° 的共价键。这种“V”形结构使水分子正负电荷向两端集中，氧原子一端带负电荷，呈阴性，而氢原子一端带正电荷，呈阳性。氢原子与氧原子之间形成的共价键是极性的，因此水是极性分子，它能溶解离子化合物和极性化合物。

极性使得水分子之间存在氢键，如图 2-3 所示。在液态水中，水分子中的氢原子有较强的正电性，容易被另一个水分子中的氧原子上的孤对电子所吸引而形成氢键，使水分子彼此缔合起来，而形成 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 水分子团。水分子的缔合与水的温度有关，温度越低缔合程度越大。在 0°C 时全部的水分子缔合在一起形成一个巨大的分子团，我们冬天看到的冰块就是这样形成的，其实冰结晶就是水分子按一定的排列方式靠氢键连接在一起的结构。



图 2-1 氧原子电子分布示意图

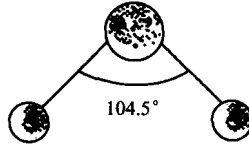


图 2-2 水分子结构图

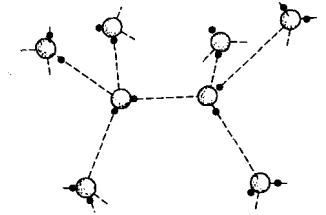


图 2-3 水分子的氢键 (虚线表示氢键) 示意图

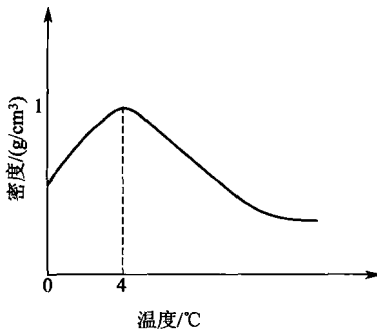


图 2-4 不同温度下水的密度曲线图

(二) 水的物理性质

在常温、常压下，纯净的水是没有颜色、没有味道、没有气味的、透明的液体。在 101.3kPa 的压强下，水的凝固点（熔点）为 0.00°C ，沸点为 100.00°C 。水的密度比较特殊。在 $0\sim 4^\circ\text{C}$ 随着温度的升高密度不是减小而是增大， 0°C 时为 $0.999841\text{g}/\text{cm}^3$ ，到 4°C 时达到最大值为 $1.000000\text{g}/\text{cm}^3$ ， 4°C 以后和一般物质一样随温度升高而逐渐减小。不同温度下水密度的变化规律如图 2-4 所示。

为了全面地了解水的性质，我们还要了解一下常温、常压下水的一些物理常数，具体如表 2-2 所示。

表 2-2 水的物理常数

参数	相对分子质量	熔点	沸点	熔化热(0°C)	蒸发热(100°C)	升华热(0°C)
数值	18.015	0.000°C	100.000°C	$6.012\text{kJ}/\text{mol}$	$40.63\text{kJ}/\text{mol}$	$50.91\text{kJ}/\text{mol}$

从表中数据不难看出：水具有异常高的熔点、沸点，比蛋白质变性的温度高得多，由此可见，水可以作为一种很好的传热介质，有助于将很多烹饪原料加热成熟，同时也为烧、煮、烩、炖、焖、煨、焐等水烹方法奠定了良好的基础。水的熔化热、蒸发热和升华热也特别大，这就意味着冰融化成水的过程中要吸收大量的热能，非常有利于对海鲜的冷藏保鲜和暴冰保鲜；同时也意味着蒸汽冷凝成水的过程中会释放出很大的热量，这种热量不仅可以使烹饪原料成熟，为汽蒸的烹调方法奠定了基础，而且这种烹调方法对原料的鲜味成分和营养成分都具有良好的保护作用，所以一般情况下，高档原料或鲜味比较足的原料都采用汽蒸烹调法来加工。

水具有特别大的表面张力、介电常数、热容及相变热，表现出异常的膨胀特性。水的密度较低，在 4°C 时密度最大为 $1.000000\text{g}/\text{cm}^3$ 。水在凝固时体积会增大，水结成冰时的体积大约增大 9% 左右。这种现象容易导致水果蔬菜或动物肌肉细胞组织在冻结贮存时挤压被破坏，解冻后会导致汁液流失、组织溃烂、滋味改变。因此在合理贮藏、保管和运输的过程中要特别注意对原料的包藏，避免使新鲜原料受冻而影响品质。

(三) 水的化学性质

水的化学性质非常活泼，它可以和许多活泼的金属及金属氧化物发生化学反应，也能和许多非金属及非金属氧化物发生化学反应。如金属灶具的锈蚀，在很大程度上都与水有关系，在水或水蒸气的作用下，许多金属灶具极容易锈蚀。水的溶解过程并非都是物理过程，溶剂水和溶质之间也会发生化学作用。如在烹调过程中，三大热能营养素（碳水化合物、脂类、蛋白质）会发生不同程度的水解反应，这非常有利于人体对食物的消化吸收。

二、烹饪原料中的水分

(一) 水在生物体内的分布

水是生物体最基本的组成成分，动植物性烹饪原料在生鲜状态下都含有一定量的水分，但不同种类的生物体，其含水量有所差异，一般来说，大多数生物体的含水量为 60%~80%，也有一些原料的含水量可高达 98% 左右，如海蜇等。有些原料即使属于同一种生物体的肌肉，其含水量也因生长年龄的不同而存在差异性，比如小鸡肌肉的含水量就比老鸡的多，另外，水在同一种生物体内不同部位之间分布也是不均匀的，比如动物性原料的肌肉、脏器、血液中的含水量最高，为 70%~80%；皮肤里含水量次之，为 60%~70%；骨骼的含水量最低，为 12%~15%。对于植物性烹饪原料来说，不同品种之间，同种植物不同的组织、部位之间，同种植物不同的成熟度之间，在水分含量上都存在着较大的差异。一般来说，叶菜类较根茎类含水量要高得多；营养器官（如植物的叶、茎、根）含水量较高，通常为 70%~90%；繁殖器官（如植物的种子）含水量较低，通常只有 12%~15%。烹饪中常用的一些食物原料含水量可参见表 2-3 所示。

表 2-3 常见烹饪原料的含水量

食物	含水量/%	食物	含水量/%	食物	含水量/%
猪肉	53~60	蔬菜	85~97	面包	35
牛肉	50~70	野菜	87~94	果酱	28
鸡肉	74	蘑菇	88~95	面粉	8~12
羊肉	58~70	豆类(干)	12~15	奶酪	37
内脏	72	薯类	60~80	蜂蜜	2
鱼	67~81	香蕉	75	奶油	16
贝	72~86	苹果	85	奶粉	4
卵	73~75	梨	85~90	稀奶油	53.6
乳	87~89	草莓	90~95	油料种子	3~4

(二) 烹饪原料中水分的存在状态

水分在烹饪原料中存在两种不同的状态，即结合水和体相水，它们具有不同的物理特性、化学特性及生物活性，在很大程度上决定着烹饪原料的性质。在我们所用的烹饪原料中，如新鲜叶菜、瓜果类被切开后，组织细胞被破坏，水分便会流出来，而含水量较高的肉类再怎么挤压也出不了水。这就说明水分在烹饪原料中的存在状态不同。

1. 结合水

烹饪原料中的糖类、蛋白质都含有大量的亲水基团，如—OH、—COOH、—NH₂、—CONH₂等，这些亲水基团中的氧原子和氢原子很容易与水分子中的氢原子和氧原子形成牢固的氢键，从而与水分子发生水合作用。除此之外，这些官能团还能通过静电引力而发生水合作用，这种作用的结果是：使得这部分水受到一定的束缚，在一般情况下，这部分水很难从食物中逃逸出来，因此这些水被称为“束缚水”，也叫“结合水”或“化合水”。

结合水通常可分为4种：即构成水、邻近水、多层水、微毛细管水。

构成水是指与烹饪原料中其他亲水基团结合最紧密的那部分水，并与非水物质构成一个整体。

邻近水是指亲水物质的强亲水基团周围缔合的单层水分子膜，它与非水成分主要依靠水-离子、水-偶极强氢键缔合作用结合在一起。

多层水是指单分子水化膜外围绕亲水基团形成的另外几层水，主要依靠水-水氢键缔合在一起。虽然多层水亲水基团的结合强度不如邻近水，但由于它们与亲水物质靠得足够近，以至于性质也大大不同于纯水的性质。

微毛细管水是指存在于一些细胞壁中的微毛细管（毛细管半径小于 $0.1\mu\text{m}$ ）中的水，由于受微毛细管的物理限制作用，被强烈束缚，也属于结合水的范畴。

烹饪原料中的结合水主要是被原料中的极性基团所束缚，结合水的含量与原料中的极性基团的数量成正比。据测定，1g蛋白质可结合 $0.3\sim 0.5\text{g}$ 的水；1g淀粉能结合 $0.3\sim 0.4\text{g}$ 水。结合水的特点是冰点低于 0°C ，甚至在 -40°C 时不结冰，不易流失，不易蒸发除去，不参与化学和生物化学反应，也不被微生物利用，又称不可利用水。虽然烹饪原料中结合水的含量不高，但对食品的口感和风味有很大影响，当结合水被强行与食物分离时，食物的风味和质量将会发生很大改变。

2. 体相水

烹饪原料中的体相水通常可分为游离水和截留水两种。游离水是指在烹饪原料中可以自由流动的那部分水。而截留水是指被物理作用截留在细胞内、细胞间隙以及大分子凝胶骨架中的水。体相水可作为溶剂，也可被微生物利用，这部分水在 0°C 或略低于 0°C 时容易结冰，沸点在 100°C 左右，具有良好的生物活性和化学活性。在鲜活的动植物原料中，这部分水的含量很大。当体相水大部分失去时，蔬菜、水果就会发生萎蔫现象；相反，如果动物性原料的体相水含量充足的话，原料则显得非常鲜嫩；如果植物性原料的体相水含量充足的话，原料则显得非常新鲜、脆嫩。从这个意义上来说，原料中体相水的含量指标也是我们日常对原料进行选择的重要指标之一。

烹饪原料中的水分绝大部分都属于截留水，截留水的含量往往反映了烹饪原料持水能力的大小，因此它对灌肠、鱼丸、肉饼、果蔬等产品的品质有着直接的影响。当烹饪原料的毛细管半径大于 $1\mu\text{m}$ 时，这部分水很容易被挤压出来，原料因此而出现老、韧、萎蔫、不新鲜等现象。对于生鲜状态下的烹饪原料，又因为其毛细管半径大都在 $10\sim 100\mu\text{m}$ ，所以很容易造成汁液的流失。如用冷冻方法处理烹饪原料时，特别是那些含水量较高的原料，截留水在结冰后体积增大，冰晶会对烹饪原料产生一定的膨胀压力，从而使组织受到一定的破坏，解冻后组织不能复原，造成汁液的流失从而导致烹饪原料的持水性能下降，直接影响烹饪产品的质量。但是在有些烹饪过程中，我们也可以利用此特点对含水量较大的原料进行部分除水处理，如用蔬菜作饺子馅时，为增加馅心的黏稠度，就需要将多余的水分挤去，也可以用此特点来榨取果汁和蔬菜汁等。

第二节 水分活度

一、水分活度的定义和表示方法

烹饪原料在长期贮藏过程中会发生劣变，其易腐性与它的含水量之间有着密切的关系。

如通过脱水干燥的木耳、香菇、海参等烹饪原料，可以有效地除去水分（体相水），延长其贮藏期。但是含水量相同的烹饪原料，贮藏期也有很大的差别。这是因为烹饪原料中的水分存在状态不同，在烹饪原料腐败变质过程中所起的作用也不同。所以我们需要找到一个可以定量地反映烹饪原料中水分存在状态的指标。水分活度正是这样一个指标。

（一）水分活度的定义

水分活度也称水分活性，通常用 A_w 表示，是指在一定条件下，在一密闭容器中，烹饪原料中水分的饱和蒸气分压（ p ）与同条件下纯水的饱和蒸气压（ p_0 ）的比值。

（二）水分活度的表示方法

1. 水分活度的定义表达式

可用下式来表示：

$$A_w = \frac{p}{p_0}$$

式中， p 和 p_0 分别为烹饪原料中水分的蒸气压和纯水的蒸气压。对于纯水来说，因 $p = p_0$ ，故水分活度 A_w 为 1；当烹饪原料为绝对干货原料时，含水量为 0，则 p 值为 0，水分活度 A_w 的值也为 0。一般情况下，烹饪原料都是具有不同水分含量的物质，含水量在 0~100%，所以水分活度值在 0~1。常见原料的水分活度如表 2-4 所示。

表 2-4 不同烹饪原料的水分活度

原料名称	含水量/%	水分活度	原料名称	含水量/%	水分活度
鱼	70~80	0.97	新鲜蔬菜	90	0.98
肉	70~80	0.95	水果	92	0.97
禽	70~80	0.96	干果	30~40	0.75
蛋	70~80	0.97	动物性干货原料	5~10	0.4~0.5
海蜇	98	0.98	植物性干货原料	4 以下	0.3~0.5

从表中数据看出：原料中水分的含量虽然与水分活度有一定的联系，但绝不是成正比关系，造成这种结果的原因很多，其中较为重要的是原料中体相水和自由水的比例不一样，可溶解于水的物质含量也不一样。

2. 拉乌尔定律的数学表达式

$$p = p_0 x$$

$$A_w = \frac{p}{p_0} = x = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

式中， x 为溶液中溶剂的摩尔分数； n_1 为溶液中溶剂的物质的量； n_2 为溶液中溶质的物质的量。这说明烹饪原料的水分活度与其组成有关。烹饪原料含水量越大，水分活度越高；反之，含亲水性的非水物质越少，烹饪原料的水分活度越高。

3. 利用环境的相对湿度（RH）表达式

$$A_w = \frac{RH}{100}$$

用这种方法计算水分活度时，要求烹饪原料中的水分与外界环境中水分的饱和蒸气压保持平衡。当烹饪原料处在流通过程中，其相对湿度对水分活度有很大的影响，即当烹饪原料的水分活度乘以 100，其值比环境的相对湿度低的情况下，烹饪原料在流通过程中吸湿。如在梅雨季节，因为空气湿度很大，干燥食品极易吸湿、发霉。相反，高水分活度食品在低湿度下放置，水分活度也会下降。如新鲜的蔬菜，在低湿度条件下容易发生萎蔫现象。