



燕麦

营养与技术

原著 YiFang Chu 主译 杨月欣

OATS

NUTRITION AND TECHNOLOGY

WILEY



北京大学医学出版社

燕麦营养与技术

Oats Nutrition and Technology

原 著 YiFang Chu

主 译 杨月欣

译 者 (按姓名汉语拼音排序)

陈月晓 冯妹元 何 梅 李 东

刘逸群 马姗姗 王 鑫 王学敏

魏九玲 向雪松 杨月欣 朱 婧

北京大学医学出版社

YANMAI YINGYANG YU JISHU

图书在版编目 (CIP) 数据

燕麦营养与技术 / (美) 朱一帆原著; 杨月欣主译

—北京: 北京大学医学出版社, 2018.5

书名原文: Oat Nutrition and Technology

ISBN 978-7-5659-1791-2

I. ①燕… II. ①朱… ②杨… III. ①燕麦—食品营
养 IV. ①R151.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 070782 号

北京市版权局著作权合同登记号: 图字: 01-2018-0214

Oats nutrition and technology

YiFang Chu

ISBN 978-1-118-35411-7

This edition first published 2014 © 2014 by John Wiley & Sons, Ltd.

All rights reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Peking University Medical Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

本书简体中文版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons, Ltd. 公司授予北京大学医学出版社。未经许可, 不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

Simplified Chinese translation copyright © 2018 by Peking University Medical Press.

All rights reserved.

燕麦营养与技术

主 译: 杨月欣

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumppress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 董采萱 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 710mm × 1000mm 1/16 印张: 23.75 字数: 478 千字

版 次: 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1791-2

定 价: 110.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

原著者名单

Nancy Ames, PhD Research Scientist, Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, Canada

Jenna A. Bell, PhD, RD Chair-Elect (2012–2013), The Sports, Cardiovascular and Wellness Nutrition Dietetic Practice Group, Academy for Nutrition and Dietetics, Chicago, IL, USA

Nicolas Bordenave, PhD Associate Principal Scientist, Global R&D Technical Insights – Analytical Department, PepsiCo Inc., Barrington, IL, USA

Robert C. Brown, R&D Nutrition Senior Director, Global R&D Nutrition, PepsiCo Inc., Barrington, IL, USA

YiFang Chu, PhD Senior Manager, Quaker Oats Center of Excellence, PepsiCo R&D Nutrition, Barrington, IL, USA

Chad M. Cook, PhD Senior Scientist/Medical Writer, Biofortis Clinical Research, Addison, IL, USA

Shaowei Cui, MPS Technician, Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, NY, USA

Jennifer Mitchell Fetch, Research Scientist (oat breeding), Cereal Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, Canada

Robert Fitzsimmons, Harvard College, Cambridge, MA, USA

Judith Frégeau-Reid, PhD Research Scientist (grain quality), Eastern Cereal and Oilseed Research Center, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON, Canada

Adam Friedman, MD, FAAD Assistant Professor of Medicine (Dermatology)/Physiology and Biophysics, Director of Dermatologic Research, Associate Residency Program Director, Division of Dermatology, Department of Medicine, Montefiore Medical Center, Bronx, New York, USA, Department of Physiology and Biophysics, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, New York, USA

Apeksha A. Gulvady, R&D Nutrition Senior Scientist, Global R&D Nutrition, PepsiCo Inc., Barrington, IL, USA

Bruce Hamaker, Whistler Center for Carbohydrate Research, Purdue University, West Lafayette, IN, USA

Stephanie Jew, RD Sector Specialist – Regulation, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON, Canada

Madhuvanti Kale, Whistler Center for Carbohydrate Research, Purdue University, West Lafayette, IN, USA

Prabhakar Kasturi, Global R&D Technical Insights – Analytical Department, PepsiCo Inc., Barrington, IL, USA

Chor San Khoo, PhD Nutritionist, Mt. Laurel, NJ, USA

Renee Korczak, MS Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, St. Paul, MN, USA

Penny Kris-Etherton, PhD RD Distinguished Professor, Department of Nutritional Sciences, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA

Allison Kutner, MS IV Research Fellow, Division of Dermatology, Department of Medicine, Montefiore Medical Center, Bronx, New York, USA

Rui Hai Liu, MD, PhD Professor, Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, NY, USA

Joy Makdisi, Research Fellow, Division of Dermatology, Department of Medicine, Montefiore Medical Center, Bronx, New York, USA

Kevin C. Maki, PhD Chief Science Officer, Biofortis Clinical Research, Addison, IL, USA

Mohsen Meydani, DVM, PhD, FAAA, FASN Professor of Nutrition, Friedman School of Nutrition Science and Policy, Tufts University Senior Scientist and Director of Vascular Biology Laboratory, Jean Mayer USDA Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University, Boston, MA, USA

Tia M. Rains, PhD Principal Scientist, Biofortis Clinical Research, Addison, IL, USA

Camille Rhymer, MSc Research Assistant, Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, Canada

Joanne Slavin, PhD, RD Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, St. Paul, MN, USA

Joanne Storsley, MSc Cereal Research Biologist, Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, Canada

Susan M. Tosh, PhD Research Scientist, Guelph Food Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Guelph, ON, Canada

Mitchell L. Wise, PhD Research Chemist, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Cereal Crops Research, Madison, WI, USA

Weikai Yan, PhD Research Scientist (oat breeding), Eastern Cereal and Oilseed Research Center, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON, Canada

译者前言

作为谷物的一种，燕麦从研究到应用是一个极好的现代化、营养化、数据化的例子。我们翻译了这本书，试图从燕麦的种植、生产加工、消费引导、健康研究及政策中学习其工作脉络，为我国其他农作物生产研究提供帮助，并从营养、健康的角度去剖析每一种古老作物。

目前，燕麦的用途与加工产品的种类在不断扩大，在燕麦与健康关系的研究上也积累了大量的证据，客观上推动了燕麦产业的快速发展。我国从事燕麦生产、加工的队伍不断壮大，然而与产业的快速发展不相适应的是，有关燕麦种植、加工、营养及政策的综合性著作还较少。本书为从事燕麦或谷物研究的相关科研工作者提供了目前研究的综合信息，相关原作者均为行业的知名研究者和技术专家。

本书涉及燕麦的种植生产、加工工艺、营养研究及国外健康声称等内容。全书分为六部分，概述了燕麦生产与科研发展史以及燕麦育种、加工和产品生产现状，重点介绍了燕麦营养成分和生物活性成分的营养价值及相关健康效应，同时还介绍了燕麦相关公共卫生政策，并展望了燕麦与健康研究的未来。本书可作为从事燕麦研究与产业开发的科研技术人员的参考用书。

需要说明的是，由于译者较多或水平有限，译文难免有一定的出入或错误。另外，由于新的研究报告发布，某些观点可能会得到加强，或与书中的看法存在冲突，我们愿意与读者交流。请把您的看法和意见递交给我们（邮箱地址：13581836884@163.com），让我们共同努力，为健康中国出力。

译者 杨月欣

2018年4月于北京

原著前言

为什么要写一本关于燕麦生命周期的书呢？

据我们所知，还没有一本关于燕麦从农场生产到成品再到健康和政策的完整生命周期的书籍。因此，我们认为这样一个多学科交叉的文章汇编将是有趣而且具有教育意义的。

《燕麦营养与技术》为植物科学家、食品科学家、营养学家、政策制定者和私营部门认识燕麦、开发健康燕麦产品方面的研究工作进行了综合全面的综述。将许多领域的专业知识整合在一起，必然创造出我们所熟知的当代食品体系（即从“农场到餐桌”）的连续体。读者将会对最佳农业生产和加工实践的重要性有一个很好的理解，这对燕麦食品以及当今食品体系的其他方面都是非常重要的。本书综述了燕麦产品的农业种植实践、涉及燕麦加工的食品科学、燕麦的健康效应以及它们对营养政策的影响。各章节总结了燕麦育种和加工、燕麦含有的多种生物活性化合物及其健康益处。关于后者，我们综述了燕麦对健康的益处，以及燕麦中与慢性病、肠道健康和皮肤健康相关的成分。本书对食品标签实践，特别是燕麦相关的食品标签实践进行了全面的总结。

本书从多学科角度出发：植物育种和加工、燕麦（即营养和生物活性成分）的营养价值及相关的健康效应，以及与食品标签和健康声称有关的营养政策。虽然我们对燕麦食品体系已经有了很多认识，但现实情况是，所有这些领域还有待进一步研究，从而使农民和加工企业开发出最好且最具成本效益，并且尽可能有利于消费者健康的燕麦产品。此外，燕麦及其产品必须满足消费者的品质需求，比如相关的感官偏好和营养期望。同时，燕麦在外观、质地、口味和香味方面应能够被消费者接受。

本书是为了让读者熟悉燕麦产品生命周期的各个阶段而编排的，并且强调了它建立在每个学科贡献的科学发现和知识的基础上，以及这一过程对未来燕麦产品发展的重要性。

本书共 17 章，分为 6 个部分，包括介绍燕麦营养研究和生产的章节（第 1 章）。其余 5 个部分分别为：第Ⅱ部分“燕麦育种、加工以及产品生产”，第Ⅲ部分“燕麦营养及化学”，第Ⅳ部分“燕麦营养与健康研究前沿”，第Ⅴ部分“燕麦

相关公共卫生政策和消费者反应”，以及第Ⅵ部分“对未来的建议”。每一部分都为读者提供了对当前研究、问题和机遇的深入见解。

第Ⅱ部分“燕麦育种、加工以及产品生产”：本部分包括两章（第2章和第3章），重点介绍燕麦育种的重要性以及当前养殖业和农业面临的挑战。读者将对燕麦食品体系中重要的农业生产和加工实践的重要性有一个很好的认识，同时也将了解到当今食品生产、农业挑战和产品开发的复杂性。

第Ⅲ部分“燕麦营养及化学”：本部分包括五章（第4—8章），内容涵盖所有燕麦化学和营养成分。讨论还包括最近在燕麦中发现的具有强抗氧化特性和潜在健康效应的生物活性化合物/植物化学物，如燕麦生物碱；还讨论了生物活性化合物的生物合成。

第Ⅳ部分“燕麦营养与健康研究前沿”：本部分包括7章（第9—15章），涵盖了有关脂质和脂蛋白代谢、血压、体重和饱腹感、糖尿病和碳水化合物代谢、肠道健康和皮肤健康的新兴研究，介绍了有关燕麦和全谷物对疾病和健康效应的研究现状。

第Ⅴ部分“燕麦相关公共卫生政策和消费者反应”：本部分包括一章（第16章），提供了美国、加拿大和欧盟在监管要求、实证要求和卫生政策方面的全球见解。这章还讨论了健康声称对政府公共教育计划（食品标签和广告）的影响、燕麦产品和销售中的食品工业创新，以及消费者和专业人员对燕麦产品的反应。

第Ⅵ部分“对未来的建议”：本部分对前面16章的内容进行了总结，并讨论了未来的研究需求和建议。有很多机会可以扩展我们对燕麦及其发展的认识，以优化其营养、生产和可持续性。

本书旨在为这一领域的科学家和健康从业者提供有关燕麦整体的信息，旨在引发人们的思考，并激发读者解决与燕麦生命周期和食品体系相关的众多研究问题。

原著 Yi Fang Chu

原著致谢

在营养学领域，有机会参与燕麦的研究工作并编辑一本有关它们的书是一件真正的幸事。我非常感谢 Marianne O'Shea 和 Richard Black 赋予我这个特权。我也感谢我的同事和导师，他们让这个过程变得有趣并富有价值：Yuhui Shi, Alan Koechner, Yongsoo Chung, Sarah Murphy, Debbie Garcia 和 Maria Velissariou。特别感谢 Chor San Khoo，有了他的激励和点拨，这本书才得以更加完善。

我衷心感谢此书的贡献者们，他们花时间提供了对当前科学的优秀评论，并帮助我们进一步认识燕麦研究所面临的挑战。每一章的精彩都离不开你们的勤奋和努力。

我还要感谢那些在各方面帮助编辑本书的同事、朋友和合作者：Andrea Bruce, John St. Peter, Prabhakar Kasturi, Jan-Willem van Klinken, Debra Kent, Gary Carder, Laura Harkness, Mike Morello, John Yen, John Schuette, Nancy Moriarity, Jeanette Ramos, Ellen Moreland, Michelle Slimko, Bonnie Johnson, Steve Bridges, Tia Bradley, Tiffany Richardson, Chris Visconti, Lori Romano, Renuka Menon, Boxin Ou 和 David McDade。

我深深地感激我的父母 Pi-Chi 和 Li-Chiu，他们坚定不移的爱已成为我生命中永恒的支点。最后，感谢 April, Winston 和 Isis——你们让我的生活充满了简单、朴实的欢乐，每一天都让我成为世上最幸福的人。

目 录

第 I 部分 绪 论	1
第 1 章 绪论：燕麦营养、健康和产量下降对消费的潜在影响	3
1.1 一个里程碑式的健康声称	3
1.2 对燕麦和健康的关注持续增加	3
1.3 产量下降对燕麦摄取量增长造成威胁	5
第 II 部分 燕麦育种、加工以及产品生产	7
第 2 章 理想磨粉燕麦的育种：挑战及策略	9
2.1 引言	9
2.2 单种性状的育种：基因型与环境交互作用	11
2.3 针对多种性状进行育种：非必需性状的相关性	18
2.4 理想磨粉燕麦的育种策略	25
2.5 讨论	29
第 3 章 整个价值链中食用燕麦的品质	35
3.1 引言：价值链背景下的燕麦质量	35
3.2 燕麦的物理质量	38
3.3 燕麦的营养质量	42
3.4 影响物理及营养质量的农业学因素	48
3.5 燕麦终端产品的质量	48
3.6 真菌毒素	59
3.7 小结	60
第 III 部分 燕麦营养及化学	73
第 4 章 燕麦和其他全谷类的营养比较	75
4.1 引言：燕麦是一种谷物籽粒	75
4.2 燕麦营养组成概述	76

第 5 章 燕麦淀粉	95
5.1 引言	95
5.2 天然燕麦淀粉的组成结构：从分子水平到颗粒水平	96
5.3 淀粉其他成分分离以及提取	104
5.4 超越天然淀粉颗粒：凝胶化、糊化、回生以及和其他多糖的 相互作用	107
5.5 产业应用	114
5.6 结论及展望	115
第 6 章 燕麦 β -葡聚糖：物理化学特性和营养特性	121
6.1 引言	121
6.2 分子结构及特性	122
6.3 提取	129
6.4 溶液特性	133
6.5 燕麦 β -葡聚糖的营养特性	141
6.6 结论及展望	155
第 7 章 燕麦植物化学物的健康效应	167
7.1 引言	167
7.2 燕麦植物化学物	168
7.3 燕麦植物化学物的健康效应：流行病学证据	181
7.4 小结	184
第 8 章 燕麦生物碱：化学和生物合成	191
8.1 引言	191
8.2 命名法	192
8.3 合成	194
8.4 化学稳定性	195
8.5 抗氧化特性	196
8.6 燕麦生物碱的溶解度	197
8.7 燕麦生物碱的分析	197
8.8 燕麦生物碱的生物合成	198
8.9 维多利亚长蠕孢毒素敏感性	202
8.10 环境对燕麦生物碱合成的影响	204

8.11 羟基肉桂酰基 - 辅酶 A: 羟基邻氨基苯甲酸 N- 羟基肉桂酰基 转移酶 (HHT)	206
8.12 HHT 的克隆	207
8.13 燕麦生物碱的代谢流	210
8.14 燕麦生物碱生物合成的定位	212
8.15 植物防御激活剂	214
8.16 假发芽	215
8.17 结论	217
第IV部分 燕麦营养及健康研究前沿	223
第9章 燕麦及燕麦 β- 葡聚糖对血脂蛋白及心血管疾病风险的影响	225
9.1 引言	225
9.2 膳食纤维的降胆固醇作用	225
9.3 燕麦及燕麦 β - 葡聚糖的降胆固醇作用	227
9.4 结论	229
第10章 燕麦及燕麦 β- 葡聚糖对血压和高血压的作用	235
10.1 引言	235
10.2 膳食模式与血压	235
10.3 燕麦和燕麦 β - 葡聚糖: 对血压及高血压的影响	241
10.4 结论	246
第11章 燕麦生物碱, 具有潜在健康效应的燕麦特征成分	251
11.1 引言	251
11.2 燕麦生物碱, 燕麦中的生物活性酚类物质	252
11.3 燕麦生物碱的抗炎症及抗增殖活性	254
11.4 结论	256
第12章 燕麦对肥胖、体重控制以及饱腹感的影响	261
12.1 引言	261
12.2 燕麦及燕麦 β - 葡聚糖对体重的影响	262
12.3 燕麦对食欲的影响	267
12.4 可能的作用机制	270
12.5 结论	272

第 13 章 燕麦对碳水化合物代谢的影响	277
13.1 引言	277
13.2 流行病学	277
13.3 餐后血糖下降机制	278
13.4 使用全燕麦产品进行的临床研究	280
13.5 以燕麦麸皮产品开展的临床研究	282
13.6 以燕麦来源的 β -葡聚糖制品开展的临床研究	285
13.7 剂量反应	285
13.8 长期血糖控制	287
13.9 结论	289
第 14 章 燕麦及燕麦 β-葡聚糖对肠道健康的影响	295
14.1 燕麦及燕麦 β -葡聚糖	295
14.2 消化系统健康	295
14.3 短链脂肪酸及膳食纤维可发酵性	297
14.4 全谷物对大肠的影响	297
14.5 不同膳食纤维的发酵	298
14.6 益生元	299
14.7 燕麦肠道功能效应潜在的其他机制	302
14.8 结论	302
第 15 章 燕麦与皮肤健康	307
15.1 胶态燕麦的使用历史	307
15.2 燕麦的结构和成分	308
15.3 临床特性	309
15.4 燕麦的临床应用	314
15.5 燕麦相关的不良反应	319
15.6 结论	321
第 V 部分 燕麦相关公共卫生政策和消费者反应	327
第 16 章 燕麦产品的健康声称：一种全球性视角	329
16.1 引言	329
16.2 健康声称的定义	330
16.3 健康声称的论证	330

16.4	燕麦产品的健康声称及膳食推荐	332
16.5	健康声称的益处	336
16.6	营养信息和健康声称：如何确保健康声称清晰而不混乱	341
16.7	开展健康声称论证研究的思考	342
第VI部分	对未来的建议	351
第17章	概述：燕麦与健康的现状及未来展望	353
17.1	章节总结	353
17.2	与营养和饮食团体以及医疗界的关联	356
17.3	未来需求和建议	357

第 I 部分 绪 论

