

食用与保健大麦： 科学、技术与产品

Barley for Food and Health:
Science, Technology, and Products

Rosemary K. Newman, C. Walter Newman 著
张国平 等译



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



WILEY

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal

Barley for Food and Health :
Science , Technology , and Products

食用与保健大麦 :
科学、技术和产品

Rosemary K . Newman , C . Walter Newman 著
张国平 等译



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

食用与保健大麦: 科学、技术和产品 / (美) 纽曼
著; 张国平等译. —杭州: 浙江大学出版社, 2010. 11
ISBN 978-7-308-08022-4

I. ①食… II. ①纽…②张… III. ①大麦—食物养
生 IV. ①S512.3②R247.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 198101 号

浙江省版权局著作权合同登记图字: 11—2010—108

Barley for Food and Health:

Science, Technology, and Products

Copyright © 2008 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Published simultaneously in Canada.

All Rights Reserved. This translation published under license.

食用与保健大麦: 科学、技术和产品

Barley for Food and Health: Science, Technology, and Products

Rosemary K. Newman, C. Walter Newman 著

张国平等译

责任编辑 许佳颖

封面设计 俞亚彤

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州中大图文设计有限公司

印刷 杭州浙大同心教育彩印有限公司

开本 710mm×1000mm 1/16

印张 15.5

字数 270 千

版次 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-08022-4

定价 36.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

译者前言

大麦是全球栽培的第四大禾谷类作物,种植历史悠久,栽培区域广阔,产品用途多样。早在一万年以前,人类的祖先就采集和利用野生大麦,并由此促进了野生大麦向栽培大麦的演化。大麦耐瘠、耐盐、抗旱、适应性广,且品种类型丰富,因此种植分布很广,在充分利用土地和光温等自然资源上具有独特的优势。在不少地区,大麦曾是最主要的粮食作物,与人类生存和社会文明发展休戚相关。目前,大麦除食用外,更多用于饲料与啤酒生产。随着经济发展和人们生活水平的提高,大麦需求呈不断增加的趋势。此外,大麦籽粒富含有益于人类健康的 β -葡聚糖、食用纤维、母育酚等化学成分,在保健食品的开发与利用上具有巨大的潜力。

我国是最早栽培大麦的国家之一,其中青藏高原是栽培大麦的起源中心,遗传资源十分丰富。大麦历来是我国的主要农作物,种植面积曾达近 700 万公顷,在保障粮食安全、促进畜牧业和啤酒工业发展上发挥着积极作用,现仍是藏区人民的主粮。由于各种原因,20 世纪 90 年代中期以来,我国大麦种植面积锐减,近年来栽培面积仅在 100 万公顷左右,远远不能满足日益扩大的啤酒和饲料工业的需求。

因此,我国的大麦生产已引起政府有关部门的高度重视。“十一五”期间,农业部分别设置了大麦公益性行业计划和产业体系,集聚大麦科学工作者协作攻关,解决科研难题,研发技术成果,推动产业发展,取得了很好的效果。改善大麦品质是提高市场竞争力、促进大麦生产发展的关键内容,需要进一步改善食用大麦(青稞)的营养与蒸煮品质,从而稳定与扩大消费群体;需要显著改进饲用大麦的营养品质,特别是要降低抗营养成分的含量,从而促进饲料企业接受与增加利用大麦原料;需要明显提高啤用大麦的加工品质,从而提高国产啤用大麦的市场竞争力,降低啤酒工业对进口啤用大麦的依赖性。以上这些品质性状的改善,实质上是改变籽粒中一些化学成分含量或酶活性。

由美国蒙大纳州立大学资深教授纽曼夫妇(Newman)撰写、威利(Wiley)出版社出版的《食用与保健大麦：科学、技术和产品》一书，系统地介绍了大麦的多种营养成分及其遗传控制，无疑对育种、生产和加工均具有很好的参考价值。纽曼夫妇毕生从事大麦营养成分和食品加工研究，成果显著，著述颇丰，特别是率先研究了 β -葡聚糖和食用纤维的营养保健作用以及功能食品，在谷物和食品化学上取得了不少开创性成果。该书还采撷汇聚了世界各地的大麦佳肴制作方法，谙熟厨艺的读者不妨一试，或许可以得到几道奇妙之作。

参加本书翻译的人员有金晓丽(第1章)、张海涛(第2章)、邱龙(第3章)、戴飞(第4章)、韩勇(第5章、附录)、蔡圣冠(第6章)、叶玲珍(第7章)、吴德志(第8章)、陈明贤(第9、10章)，全书由张国平校阅。在译、校过程中，我们尽力以求文句达意、通顺，但限于水平，译作与“信、达、雅”的要求距离甚远，可能还有一些不妥甚至谬误之处，敬请读者谅解，并祈求批评指正。

感谢农业部国家大麦产业体系对本译著出版的支持。本译著初稿曾发送国家大麦产业体系的同仁，各位拨冗阅读和充分肯定是对我们工作的鼓励与支持，在此谨致谢意。

张国平

2010年10月于杭州华家池

作者前言

本书介绍大麦在食品加工上的用途及其前景。由于其他谷物生产量大,并能提供与大麦类似的众多营养成分,因此,作为营养学家,我们常被问及对大麦食品的态度。大麦作为营养和保健品的潜在供应源以及改变口感的配料产品,具有无与伦比的优势。希望本书介绍的内容有助于促进食品加工企业用大麦生产营养合理、真正有益健康的食品;使专业人员和学生能更好地了解食品科学和大麦食品的营养特性。

人类与大麦的关系可追溯至纪元前。在有大麦栽培的早期文明历史中,大多有大麦有益健康的记载(如健身、强壮和复元),以及具有宗教和精神价值等。大麦与小麦、大麻以及豆类一样,起源于野生植物,通过人类有目的的选择与利用而驯化为栽培作物。大麦及其他粮食作物的驯化与栽培是人类生存和发展的最基本元素。大量考古学证据显示,古代栽种的大麦与现代大麦品种并无多大差异,也有裸粒和有壳以及二棱和六棱之分。

本书第2章介绍了大麦的个性及其与其他禾谷类作物的共性。第3、4章讨论了大麦育种和转基因大麦研究进展、大麦基因组中影响营养成分的主要基因、加工与产品组成。大麦营养成分的遗传控制对产品开发具有深远的影响。现有的食品科学研究为大麦新产品的开发提供了富有实用价值的信息,告诉人们哪些大麦食品曾尝试过,哪些值得尝试,哪些不值得尝试。第8章为本书的核心,以事实为依据阐述了大麦在保健相关领域的应用,展示了大麦的独特成分对消费者健康的积极作用。

第9、10章介绍了全球大麦生产和利用现状,并收集了世界各地的大麦传统加工处方。另外,附录中列出了大麦品种资源机构的联系地址,并提供了植物学、食品 and 营养以及当前认可的大麦术语等索引。

致 谢

感谢蒙大纳农业试验站和蒙大纳小麦与大麦委员会对蒙大纳大学大麦研究的支持。正是 Sigvard Thomke 和 Per Åman 教授的热情邀请,我们赴瑞典乌普萨拉农业大学进行了学术休假,启动了促进大麦用于食物的长期研究。十分感谢朋友与同事们对我们坚持从事大麦食品开发研究的鼓励。许多从事营养与产品研发的大麦研究者以他们出色的工作激励着我们,他们的研究是本书的基石。

感谢以下人士拨冗审阅和编辑有关章节:Phil Bregitzer, Dale Clark, Peggy Lemaux, Charles McGuire, Graeme McIntosh, Birger Svihus 和 Steve Ullrich。传统的大麦佳肴处方承蒙 Hannu Ahoka, Bung-Kee Baik, Lars Munck 和 Tatiyana Shamliyan 等馈赠。感谢 Milana Lazetich 对书稿的精心帮助,感谢 Angioline Loredó 的大力支持。最后,感谢本书的编辑 Jonathan Rose 对我们的鼎力相助。

目 录

1 大麦历史:人类历史和大麦的关系	1
1.1 引 言	1
1.2 大麦驯化和食用	2
1.2.1 栽培大麦的起源	2
1.2.2 肥沃月亮湾	3
1.2.3 北 非	4
1.2.4 南 欧	5
1.2.5 欧洲西南部、中部和北部	7
1.2.6 东 亚	9
1.2.7 南、北美洲	10
1.3 小 结	12
参考文献	12
 2 大麦分类学、形态学和解剖学	17
2.1 引 言	17
2.2 分类学	17
2.3 形态学和解剖学	19
2.3.1 根	20
2.3.2 分 蘖	20
2.3.3 叶	21
2.3.4 穗	22

2.3.5 籽粒	23
2.4 小结	27
参考文献	27
3 大麦生物技术:育种与转基因	29
3.1 引言	29
3.2 大麦作物改良	30
3.2.1 大麦传统育种	31
3.2.2 大麦常规育种	31
3.2.3 突变育种	33
3.2.4 单倍体育种	34
3.2.5 种间和属间杂交	35
3.2.6 分子标记辅助选择育种	36
3.3 转基因大麦	37
3.3.1 转基因简介	37
3.3.2 传递系统	38
3.3.3 靶标组织	39
3.3.4 离体培养	40
3.3.5 改变性状	40
3.3.6 转基因大麦的风险:事实还是臆想?	41
3.4 小结	42
参考文献	43
4 大麦遗传学和营养组分	52
4.1 引言	52
4.2 营养成分和遗传学	53
4.2.1 碳水化合物	54
4.2.2 淀粉	55
4.2.3 糖类	57
4.2.4 非淀粉类多糖	58

4.2.5 蛋白质	62
4.2.6 脂 质	66
4.2.7 维生素	68
4.2.8 矿物质	71
4.2.9 植物化学物质	73
4.3 遗传学和物理特性	75
4.3.1 棱 型	75
4.3.2 种子大小、重量和容重	76
4.3.3 籽粒均匀性	76
4.4 小 结	77
参考文献	77
5 大麦加工:方法和产品组成	92
5.1 引 言	92
5.2 整粒加工	93
5.2.1 清理、分级和调制	93
5.2.2 脱壳和碾皮	94
5.2.3 粗 磨	99
5.2.4 精 磨	100
5.2.5 制 麦	107
5.3 二次加工	111
5.3.1 挤压膨化	111
5.3.2 碎 麦	114
5.3.3 磨 片	114
5.3.4 红外加工	114
5.4 分离技术	116
5.4.1 空气分级	116
5.4.2 筛 分	117
5.5 特色和多用途加工	118
5.6 小 结	119
参考文献	120

6 食品质量评价	127
6.1 引言	127
6.2 客观评价	127
6.2.1 发酵面包评价	128
6.2.2 大饼(扁面包)评价	131
6.2.3 速食面包、蛋糕和曲奇的评价	131
6.2.4 面食评价	132
6.3 感官评价	133
6.4 小结	134
参考文献	134
7 大麦食品研究及进展	137
7.1 引言	137
7.2 大麦健康宣言	138
7.3 保健大麦	139
7.4 β -葡聚糖:大麦作为食物的挑战	139
7.5 大麦粉制作的发酵面包	142
7.6 大麦粉制作的面饼	148
7.7 大麦粉制作的发酵类烘烤面包产品	151
7.8 大麦粉制作的面食	153
7.9 大麦酿酒后的麦糟在食品上的应用	156
7.10 大麦米饭和其他大麦食品	157
7.11 食品中的麦芽产品	159
7.12 丰富的大麦产品	160
7.13 小结	160
参考文献	161

8 大麦食品的保健作用	170
8.1 引 言	170
8.2 大麦与心脏病	171
8.2.1 胆固醇作用的响应机制	172
8.2.2 人体临床研究	172
8.2.3 提取的 β -葡聚糖作为食品添加剂	174
8.3 食用碳水化合物的血糖反应	175
8.3.1 大麦对碳水化合物代谢的作用	177
8.3.2 对糖尿病患者的研究	180
8.3.3 直链淀粉与支链淀粉的比率和抗性淀粉	181
8.3.4 食物形态和加工对血糖指数的影响	182
8.3.5 第二餐作用	183
8.4 大麦抗性淀粉对肠道的有益作用	185
8.5 小 结	185
参考文献	186
9 世界大麦生产、利用现状	198
9.1 大麦生产	198
9.2 大麦利用	200
9.3 大麦食物展望	201
参考文献	202
10 大麦食品:传统烹饪精选	203
10.1 引 言	203
10.2 中 东	204
10.3 东 欧	204
10.4 东非:埃塞俄比亚	207
10.5 斯堪的纳维亚	207
10.6 芬 兰	209

10.7 大不列颠	209
10.8 亚 洲	211
10.9 小 结	211
参考文献	212
附录 1 词汇表:植物学和植物	213
附录 2 词汇表:食品与营养	215
附录 3 术语:大麦相关术语	217
附录 4 量度换算表	219
附录 5 大麦来源和大麦产品	220
附录 6 大麦品种资源机构	227



大麦历史：人类历史和大麦的关系

1.1 引言

在人类的进化过程中,有大量历史记载和考古证据说明大麦一直是人类的食物来源。事实上,从远古时候到 20 世纪初,大麦是最重要的食用谷物之一。各种古文书籍中也经常提到大麦酒精饮料和发酵食品。由于其他实用谷物(如小麦、燕麦和黑麦)越来越充裕,大麦便沦为“穷人的面包”(Zohary 和 Hopf,1988)。现在的消费者注重营养和健康,也许可以重拾大麦在人类饮食中的重要地位。

本章介绍了大麦的起源、驯化以及仍在食用的早期食品。对于大麦的史前史研究大部分来自于考古研究。结合考古和历史资料,科学家们利用遗传学、生物化学、形态学数据研究大麦从野生植物到栽培的农作物的进化过程。一般认为,野生大麦转变为栽培农作物发生在几千年前(Zohary 和 Hopf,1988)。穗易断裂是野生大麦的一个重要性状,麦粒在成熟时易散落,这使大麦种子的收获非常困难。假设穗不易断裂的野生大麦有更大更多的种子,自然就会受欢迎、易被采猎者选作食物,自然就会种植得多。因此猜想,农业就诞生于有意或者无意地种植这些植物,从而产生了“大麦作物”。

第一种大麦食品也许非常简单——直接生吃麦粒,后来发现通过浸泡、烧煮的方法去掉有壳类大麦的皮壳可以改善大麦的质地和风味。由此推测古人就这样学会发酵、制造酒精饮料。

1.2 大麦驯化和食用

1.2.1 栽培大麦的起源

虽然有一些假说,但是大多数研究者认为,现代栽培大麦(*Hordeum Vulgare* L.)的祖先在很多方面与现存的一年生野生大麦 *Hordeum spontaneum* C. Koch 相同。一年生野生大麦在亚洲和北非的很多地方都有发现(Harlan 和 Zohary, 1966; Zohary, 1969; Harlan, 1978; Molina-Cano 和 Conde, 1980; Xu, 1982; Zohary 和 Hopf, 1988; Nevo, 1992)。栽培大麦和一年生野生大麦之间杂交可育,它们的差异在于麦粒在穗上的着生方式。一年生野生大麦穗轴脆,成熟时麦粒易散落。考古学家和其他科学家试图更好地揭示人类历史发展和人类在大麦农业上的活动,但对大麦进化和种植的确切地区尚未达成共识。

Harlan(1978)认为,大麦首次在肥沃月亮湾(横跨现在的以色列、叙利亚的北部、土耳其的南部和伊朗的东、西部)驯化。这一理论被普遍认可,但也存在一些争议。著名的俄罗斯农学家瓦维洛夫提出,大麦起源于两个不同的地方:埃塞俄比亚山脉和亚洲西南部(Vavilov, 1926)。埃塞俄比亚山脉和广阔的亚洲地区都有大麦早期栽培的大量史料记载(Harlan, 1978; Molina-Cano 等, 2002)。瓦维洛夫基于这些地区栽培大麦的形态多样性提出上述结论。在后来发表的文章中,瓦维洛夫认为大麦不太可能在埃塞俄比亚山脉发生驯化,因为那里尚未发现古代的祖先(Vavilov, 1940)。虽然研究者普遍认同埃塞俄比亚在大麦类型上是一个遗传多样性中心,但并不认同它是大麦的起源中心,而 Bekele(1983)的研究表明这种可能性也是存在的。有研究表明在爱达荷州阿伯丁郡的世界大麦收集中心收藏有来自埃塞俄比亚的一年生野生大麦(Molina-Cano 等, 2002),这为 Bekele 的观点提供了很有意义的依据。

在青藏高原发现一年生野生大麦支持了大麦可能是在中国西藏驯化的观点(Xu, 1982)。Molina-Cano 引用的大量证据显示,东亚和印度的野生大麦虽然在形态和生化特征上截然不同,但都有一年生野生大麦穗轴脆的特点。这一证据充分说明野生大麦的驯化在亚洲东西部都有发生,但亚洲西部的驯化时间要晚一些(Xu, 1982)。根据在摩洛哥南部发现一年生野生大麦的事实,北非地区的野生大麦分布可推断至其边界(Molina-Cano 和 Conde, 1982)。和中国西藏的大麦一样,在摩洛哥发现的大麦和阿富汗、伊朗、以色列、黎巴嫩等地的大麦在形态

特征上存在很大差异(Molina-Cano 等,2002)。他们同时提供了证据说明,在新石器时期,伊比利亚半岛就存在野生大麦群体。因此可以推测,在古代,一年生野生大麦的分布十分广泛,始于地中海区域,横跨北非,延伸至亚洲西部、东部和南部,这意味着先人可以利用和驯化野生大麦。

虽然 Harlan(1978)支持肥沃月亮湾是栽培大麦真正的起源中心的观点,但在过去 20 年间收集的一些证据显示,大麦有多个起源中心(Molina-Cano 等,2002)。大麦的起源地研究具有学术意义,因为大麦是最早被人类利用的食物,在人类文明发展史上具有重要作用。最近在一些史前遗址上发现的大麦残体大概只有几千年的时间,这在人类发展的历史长河中只是一个瞬间,因此在古代历史面纱下掩盖的真相必定很多。

1.2.2 肥沃月亮湾

亚洲、北非、欧洲的很多文化古籍都有关于“大麦是重要的食物组成”的记载。在很多考古场发现的可识别的大麦及其他谷物完整种子和破碎种子残体早于文字记载。在以色列的加利利海西南海岸,在发掘的史前遗迹中发现了野生大麦种子(Nadel 等,2004)。通过¹⁴C 检测出这些遗迹大约在 23000 年前,这可能是已知的人类最早使用大麦的地点。此前,最早的大麦残体是在埃及南部接近阿斯旺的 Wadi Kubbanyia 考古点发现的(Wendorf 等,1979),这个考古点属于典型的后旧石器时代,可以追溯到 11700~11800 年前。其中,一些保存完好的炭化大麦种子得以复原,且有一些保持了完整的细胞结构。麦粒的大小和形状与野生大麦及现代栽培大麦类似。

据最新发现,肥沃月亮湾地区的古人使用大麦的证据可以追溯到 10000 年前。这一证据在 AliKosh 的 Bus Mordeh、邻近伊朗的 Deh Luran 以及叙利亚的 Tell Mureybat 考古点上都有发现。这些地方也发现了野生小麦,但在叙利亚、巴勒斯坦、美索不达米亚和小亚细亚,大麦品种比小麦更丰富。从现有的证据上看,伊拉克山麓的 Jarmo 在公元前 7000—公元前 6500 年已大规模栽种大麦。约旦南部北 Petra 的 Beiha 挖掘出大量二棱皮大麦残体。六棱裸大麦出现在公元前 7000—公元前 6000 年的 Ali Kosh 和安那托利亚的 Hacilar 和 Catal Huyuk。

考古学家从低美索不达米亚的古闪族处发现了一块约公元前 2700 年的黏土碑,它描述一种用大麦酒、大麦油混合药草、果实的干粉制成膏药的药方,闪族人的一些手抄本也记录有正确种植大麦的方法。同样,尼普尔发现了公元前

1700 年记载有楔形文字的陶器碎片,它描述了种植大麦时灌溉和湿度的影响。

在底格里斯河和幼发拉底河低地临近基什古城的两个挖掘地发现了一些瓶罐,这些容器内保存有大麦籽粒。这些大麦籽粒的年代大约在早期闪族人时代(约公元前 3500 年)(Hill,1937)。闪族人饮食中最基本的食物是大麦、小麦、稷、豆类、洋葱、大葱和韭菜等。闪族人喜欢酒精饮料,发明了八种大麦酒、八种小麦酒以及三种混合谷物酒(Tannahill,1988)。Perry(1983)介绍过一种来自中世纪阿拉伯文化的奇特配方,将未经发酵、未干燥的大麦面团放入密闭的容器腐烂(发酵)40 天。面团干燥后碾碎放到食物中,然后和盐、香料、小麦粉和水混合,制成一种叫“murri”的液体调味品;如果与牛奶混合就叫做“kamakh”。其他古农业史料表明,公元前 3000 年开始栽种大麦(Bishop,1936)。很多证据显示,农业和大麦的使用从亚洲的西南部开始,随着新石器时代移民的迁徙,西至北非、北至欧洲和东至印度平原扩展(Weaver,1950;Clark,1967)。据现有文献记载,大麦作为栽培作物最先开始于肥沃月亮湾,但该理论已经受到权威性挑战。

1.2.3 北 非

文献证据充分显示,从埃塞俄比亚、埃及及横跨地中海南部海岸至摩洛哥和摩洛哥南部,这些北非地区将大麦作为最主要的食用谷物已有几千年的历史。

在新石器早期,埃及人同时食用大、小麦,面包和麦片粥都是日常很普遍的食物。在埃及文学作品中,大麦和埃及的第一个王朝一样早,大麦经常被称为“上埃及”大麦、“下埃及”大麦或白大麦、红大麦。在埃及新石器文化遗址中,发现了地面挖掘的天然谷仓,保存着完好的大、小麦籽粒,这意味着公元前 6000—公元前 5000 年,就已有人定居。史前大麦与发现当时埃及种植的大麦十分相似。在大约 6000 年前的一个古埃及墓中发现的尸体消化道残留物中确认存在大麦而无小麦(Jackson,1933)。

埃及的历史记录提供了当时高度重视大麦的大量证据。麦穗出现在很多埃及硬币上,从第五、第七和第十七王朝的记载中,可以发现大麦的重要性。大麦和埃及的宗教仪式、庆典关系密切。在葬礼上,大麦被认为是神的祭品,甚至被认为是埃及传说中的角色。古埃及记载着大麦是女神伊希斯的礼物,发芽的大麦谷粒象征着女神——地狱判官的复苏。除了一般的使用和食用外,大麦还用于酿造、作为交易的兑换物以及治疗等(Weaver,1950)。大麦主要以麦片粥、面包等作为主粮而受青睐,后来也作为啤酒或饮料而被称为“大麦酒”。在此期间,从尼罗河红大麦中酿造出了一种类似浅色啤酒的饮料“haq”(Harlan,