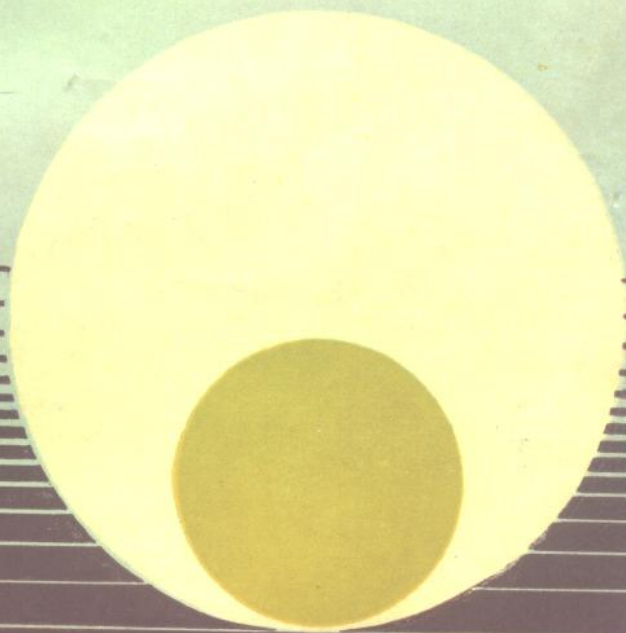


DANBAIZHI SHIWU DE
YINGYANG PINGJIA

蛋白质食物的营养评价

[美] P.L.佩利特 V.R.扬 主编

范文洵 李泽英 赵熙和 译



人 民 卫 生 出 版 社

蛋白质食物的营养评价

〔美〕 P. L. 佩利特 主编
V. R. 扬

范文洵 李泽英 赵熙和 译

人 民 卫 生 出 版 社

**Nutritional Evaluation
of Protein Foods**

Edited by Peter L. Pellett
and Vernon R. Young

(The United Nations University World
Hunger Programme Food and Nutrition
Bulletin Supplement 4)

The United Nations University, 1980

范君焜 责任编辑

蛋白质食物的营养评价

〔美〕 P. L. 佩利特 V. R. 扬 主编

范文洵 等译

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

天津市武清县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 7 $\frac{1}{2}$ 印张 160千字
1984年12月第1版 1984年12月第1版第1次印刷

印数：00,001—12,000

统一书号：14048·4832 定价：1.15元

〔科技新书目 81—71〕

前 言

在食物与营养董事会国际营养规划委员会的赞助下，于1962年在美国华盛顿市召开了评价蛋白质质量的国际小组会议，此会由 N. S. Scrimshaw 任主席。有关这次会议所做的工作以及其后大量的通讯及讨论，发表在美国科学院-国家研究协会出版的《蛋白质质量评价》一书 (NAS-NRC Publ. 1100) 中。此书的编辑为 Peter L. Pellett 博士。随着评价蛋白质质量方法的迅速发展，日益需要对此出版物进行修订。为此目的，国际营养科学联合会 (IUNS) 第一执行委员会第七委员会 (蛋白质食物的生物及临床评价) 的特别工作组于 1974 年 3 月 4~6 日在美国麻省剑桥开会。这次会议由联合国系统的蛋白质热量顾问小组共同发起，以 Vernon Young 博士为主席，小组成员有 A. W. Bender, R. Bressani, K. J. Carpenter, D. M. Hegsted, J. M. McLaughlan, M. Milner, H. N. Munro, P. L. Pellett, B. S. Narasinga Rao, N. S. Scrimshaw 及 V. R. Young 等博士们。

遗憾的是，由于出版工作的延误使这一修订本因本学科领域的进展迅速而显得过时。为此，IUNS 的第一执委会第七委员会下的一个工作组在联合国大学 (UNU) 世界饥饿问题规划的赞助下，以 Ricardo Bressani 博士为主席又在 1979 年 9 月 5~7 日在美国麻省剑桥开会。工作组的成员有：Bjorn Eggum, J. M. McLaughlan, Hamish Munro, Peter Pellett, William Rand, Kenneth

Samonds, Lowell Satterlee, Nevin Scrimshaw 和 Vernon Young 等博士。新版本在旧版的基础上, 补充了最新成果并作了不少修正; 新版还规定应包括有关各种操作步骤的资料, 以便该资料能具有世界性意义。专题的单篇论文交到工作组后仍进行不少修改和补充, 因此工作组作为一个整体对发表的意见和观点负责。

工作组曾将此次会上制订的修改版再次广泛散发给下列成员征求意见, 并采纳了其意见和建议。收到文件的有: Drs. M. Araya-Lopez, Santiago, Chile; A. Bender, London, UK; C. E. Bodwell, United States Department of Agriculture (USDA), Beltsville, Maryland, USA; S. Fomon, Iowa City, Iowa, USA; D. Calloway, Berkeley, California, USA; K. Carpenter Berkeley, California, USA; A. Harper, Madison, Wisconsin, USA; D. M. Hegsted, USDA, Washington, D. C., USA; D. Hopkins, St. Louis, Missouri, USA; G. R. Jansen, Fort Collins, Colorado, USA; F. M. Lajolo, São Paulo, Brazil; J. Mauron, La Tour-de-Peilz, Switzerland; D. S. Miller, London, UK; P. R. Payne, London, UK; H. Rafalski, Lodz, Poland; Z. Sabry, FAO, Rome, Italy; D. Southgate, Norwich, UK; B. Torun, Guatemala City, Guatemala.

C. E. Bodwell, D. Calloway, G. R. Jansen, J. Mauron, P. R. Payne 和 B. Torun 等均提供了特别详尽和有益的批评和评论。在 P. L. Pellett 和 V. R.

Young 主编的最后一版中对有关修改、补充、评论和批评的全部意见均尽最大可能予以考虑。

本书打算对应用于蛋白质质量评价方面的问题和步骤提出概括的看法，还就适用于各种目的的评价膳食蛋白质质量的方法提供了许多实用的建议。旨在提高营养价值的植物育种程序也在本书考虑之内。凡提出的每一种方法，均尽可能地设法提供必要的细节。本书还包括一项词汇汇编，试图将书中所用的蛋白质质量评价的术语和比值的意义加以阐明和标准化。A. Y. Pellett 编写了索引，并将所列参考资料作了最后校订。

创办联合国大学的目的是通过奖学金、研究工作、进一步深造和传递情报等途径来解决全球性最紧迫的问题。世界饥饿问题规划的重点是如何与世界性饥饿作斗争，它是最初的三大规划之一；其他两个规划是自然资源的利用和管理及人类和社会发展规划。在世界饥饿问题规划里包括“食物和营养政策”、“收获后的食物保藏”、“适合发展中国家条件的营养需要量”等三个次级规划。1979年9月召开的工作组会议和本书的编辑出版均系世界饥饿问题规划所支持。

联合国大学世界饥饿问题规划高级顾问

Nevin S. Scrimshaw

序 言

自从《蛋白质质量评价》一书(1)在1963年出版以来在蛋白质质量评价方面进行了大量的工作,不仅规定了营养素需要量,而且从实际需要出发在食物生产、加工和出售过程中对蛋白质的质量进行了监测和控制。在这方面,有些政府的法规制订部门已将蛋白质质量标准作为指标订入食品标准,以保证加工食品的最低蛋白质价值,并为商品食物的质量提供了标准。

世界人口的增加和食物供应之间的不平衡性正在增长,这样一个新出现的急迫问题,也就强调了蛋白质质量及其评价的重要性。显然由于食物短缺现象长期普遍存在,就更需要尽可能有效地利用食物资源。看来发展中国家的口增长正在加剧对食物供应的压力,这就不大可能再增加动物蛋白质的生产以改善膳食蛋白质质量。因此强调改善基本的植物性食物中蛋白质的质和量是十分必要的,特别是谷类、豆类和根类作物。所以不论从国家的或国际的食物与营养政策上来看,对蛋白质质量给予关注是十分重要的。

蛋白质质量问题也引起农业研究单位的注意(2、3)。当考虑到从食用作物的培育方面来改善营养价值,特别是改善蛋白质的质与量时尤其突出。当前对谷类(大米、小麦、玉米和高粱),豆类(普通豆类、豇豆、绿豆、木豆、大豆和其他食用豆类)及根类作物(土豆和木薯)进行品种改良所作的一切努力都包含着对蛋白质质量的评价。因此植物育种学家现已证实从大量栽培品系中对蛋白质的质与量进行筛选

是很必要的。

过去十年中，在评定食物和饲料蛋白质营养价值的方法方面做了大量的研究工作。但是现已看出在前版出版时所通用的方法有一定的局限性。尤以诸如蛋白质效能比值(PER)和生理价值(BV)等标准的生物分析法为甚。现在许多人并不认为它们能较好地预测出蛋白质在满足营养需要方面的能力。因此有必要对评定蛋白质质量的方法予以重新评价。关于评价蛋白质质量的建议，本版是在充分考虑了最新进展后提出的。

膳食蛋白质的营养价值在很大程度上取决于它们为体内合成含氮化合物所能提供的必需氨基酸的量和模式。欲评定食物蛋白质的营养价值，所有方法均以此概念作为基础。不同的生理功能需要的氨基酸的量和模式有所不同，因此，蛋白质质量可随所测量的功能而异。

蛋白质质量的综合评价工作开始于含氮量的测定，食物中主要含氮成份的鉴定以及用体内及体外方法进行包括测定消化率在内的营养价值评定。最后一步是测定蛋白质在满足不同年龄人群营养需要方面的能力。本书第一部分各章节介绍了蛋白质质量评价的各个方面。讨论了评定膳食蛋白质营养价值的各种方法和步骤，以及它们的意义和局限性。文章开始先简短地综述了人类蛋白质和氨基酸需要量，为以后考虑蛋白质质量问题奠定了基础。然后讨论了测定蛋白质和氨基酸的化学、微生物和酶学方法以及根据蛋白质和氨基酸来筛选大量样品时可能有用的间接方法。本书有一章专门介绍用氨基酸谱式和消化率的数据来评价蛋白质的质量。这种方法可以比较容易地得到一种蛋白质或蛋白质混合物的近似营养价值，也很有可能作为判断一种蛋白质资源是否有发展前途

的唯一手段。化学法和体外实验法虽可提供有关一种蛋白质可能具有的营养价值的最初资料，但最好能够而且经常有必要进行体内实验以阐明蛋白质营养价值。因为将食物蛋白质资源直接供人食用时，要求对蛋白质质量进行实验评定，而且在引进非惯用蛋白质食物以及改变通常的膳食蛋白质来源时，评价一下蛋白质质量对人的营养作用极为重要，所以本书既从动物也从人两个方面来讨论蛋白质质量的生物分析。有单独一章介绍如何评价和选择特殊的分析方法。

本书第二部分还为参与各方面蛋白质质量评价的工作人员提供了详细的方法学资料。讨论的方法范围较广，从比较简单的化学步骤直到人体试验的建议方案均包括在内。本报告中所包括的方法步骤并不意味着它们已经过特殊批准，只是想对设备条件大不相同的世界各国的研究人员提供广泛可行的方法。第二部分的最后一章扼要地介绍了一些与蛋白质质量评价所涉及的数据处理有关的统计技术。

由于除本书外，其他国家也使用一些术语和比值，所以在本书第三部分中作了蛋白质质量评价的词汇汇编，试图对这些术语和比值的定义加以阐明并使之标准化。

鉴于有必要发展新的和改良的作物品种，故应对植物育种的方法及程序给予关注。联合国蛋白质热能顾问小组(PAG)关于这方面的建议(4)刊于附录A中。有关蛋白质评价方面的综述和文章以及联合国蛋白质热能顾问小组及联合国大学世界饥饿问题规划的有关文件分别在附录B中列出。

本书不准备对蛋白质质量评价的问题及其步骤作详尽无遗的综述。只是要对在实际中有可能用来评价膳食蛋白质质量的各种方法的优缺点提供一个概括的看法和评论。然而本书确实尽可能地对许多已被采用的和新建立的方法作了详细

描述，便于那些不易找到原始资料的人员使用这些方法。

参 考 资 料

1. Committee on Protein Malnutrition, Food and Nutrition Board, National Research Council, *Evaluation of Protein Quality*. ed. P. L. Pellett, NAS-NRC Publ. 1100 (National Academy of Sciences, Washington, D. C., 1963).
2. J. H. Hulse, K. O. Rachie, and L. W. Billingsley, eds., *Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders*, IDRC-TS7e (International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1977).
3. *Nutritional Evaluation of Cereal Mutants*, proceedings of an Advisory Group meeting, Vienna, July 1976, ST1/Pub.444 (International Atomic Energy, Agency, Vienna, Austria, 1977).
4. "Protein Methods for Cereal Breeders as Related to Human Nutritional Requirements", PAC Guideline No. 16, *PAG Bulletin*, V(2):22-48 (1975).

目 录

前言	〔5〕
序言	〔9〕
参考资料	〔12〕

第一部分 蛋白质质量评价的技术：背景和讨论

第一章 人体蛋白质和氨基酸的需要量及其与蛋白质质量评价的关系	1
蛋白质需要量	2
必需氨基酸需要量	5
参考资料	7
第二章 食物氮和氨基酸含量的测定法	10
食物蛋白质和其他含氮组分	10
食物中个别氨基酸的分析	13
食物中“可利用”氨基酸的测定	18
结论	27
参考资料	28
第三章 蛋白质质量的化学测定法与微生物测定法	43
计分法的基本原理	43
单用氨基酸谱式或与蛋白质消化率共用的测定法	47
微生物测定法	51
优缺点	53
结论	58
参考资料	58
第四章 用实验动物进行蛋白质的质量评价	65
生物测定法的局限性	65

动物测定法的评价与选择·····	67
基于体重改变的测定法·····	72
基于氮存留量的测定法·····	78
食物和饲料氨基酸在体内的利用率·····	80
测定蛋白质质量的其他方法·····	81
结论：与人体蛋白质营养有关的动物测定法·····	82
参考资料·····	84
第五章 评价蛋白质质量的临床方法·····	92
评价标准·····	96
结论·····	108
参考资料·····	109
第六章 测定法的评价与选择·····	117
参考资料·····	124
第七章 对研究工作的建议·····	124

第二部分 评价蛋白质质量的技术：方法学

第八章 评价蛋白质质量的一些化学和微生物测定法·····	128
A. 推荐的用于测定总氮量的凯氏法·····	129
B. 测定纯蛋白质和蛋白质食物中氨基酸组成的方法·····	133
C. 微生物测定法和蛋白质效能比值 (PER) 的预测·····	142
参考资料·····	148
第九章 某些大鼠的和人体的生物测定法·····	149
动物测定法的标准化·····	150
蛋白质效能比值和净蛋白质比值的测定法·····	151
用大鼠测定净蛋白质利用率——体氮法·····	153
用大鼠测定净蛋白质利用率($TD \times BV/100$)的方法学·····	156
用大鼠测定氮生长指数·····	157
相对蛋白质价值的大鼠测定法·····	159
相对净蛋白质比值的大鼠测定法·····	162

人体研究·····	163
参考资料·····	167
第十章 统计学问题·····	169

第三部分 评价蛋白质质量所用词汇汇编

对国际单位系统的注解——换算系数及推荐的术语·····	194
-----------------------------	-----

附 录

A. 为早期世代及较先进遗传物质的评价所推荐的特殊步骤·····	195
总论·····	195
理化评定步骤——推荐作为野外实验室用的测试法·····	196
参考资料·····	200
B. 参考书及文件·····	201
1. 评价蛋白质质量有关的书籍及综述·····	201
2. 联合国蛋白质热能顾问小组及联合国大学世界饥饿问题规划的有关文件·····	204

中英文名词对照表

译后语·····	220
----------	-----

第 一 部 分

蛋白质质量评价的技术： 背景和讨论

第一章 人体蛋白质和氨基酸的 需要量及其与蛋白质质量 评价的关系

本章将对有关蛋白质和氨基酸的需要及其需要量的测定作简单的介绍，从而为规定食物和膳食中蛋白质的质量要求奠定基础。对人体的蛋白质需要问题已研究了一个多世纪了。人体氨基酸需要量的研究始自 Rose 等人在 Illinois 大学对年轻男子，和 Leverton 等人对年轻妇女的经典工作（1、2）。任一年龄人所需要的必需氨基酸的量和比例直接关系到成年人用以维持身体蛋白质，儿童用以生长的膳食蛋白质的利用程度。

粮食与农业组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）定期发表了人体蛋白质和氨基酸的估计需要量，最近美国国家研究委员会也发表了这方面的资料（1）。FAO/WHO 专家委员会（2）1973 年的“热能与蛋白质需要量”的报告综述了有关这一领域的知识。1975 年 FAO/WHO 的非正式性专家会议（3）和 1977 年第一次 FAO/WHO 专家顾

问会对热能摄入和蛋白质需要量的讨论(4)以及联合国大学发表的“发展中国家现状下的蛋白质-热能需要量”一文(5),都对上述1973年“热能与蛋白质需要量”的报告内容给予了充实,因此,对人体的蛋白和氨基酸需要量的某些方面只须作简短介绍即可。

蛋白质需要量

测定成年人膳食蛋白质需要量的方法有二:一是根据给予受试者极低蛋白质含量或无蛋白质膳食时所丢失的氮量,二是根据达到氮平衡所需的不同来源蛋白质的量。前一方法即“因素法”,是使健康成年人在短期适应无蛋白质膳食后,测定由尿、粪、皮肤和其他次要途径所丢失的氮(N)。所丢失N的总量,即必然丢失的氮量,可代表机体对膳食蛋白质的最低需要量。在美国和其他地区,在这些实验条件下所进行的大量研究结果甚为一致:平均尿氮排出量为37mg/kg体重/日,粪氮约为12mg/kg体重,由皮肤损失的氮量约为3mg/kg体重(2),由其他次要途径损失的氮量约为2mg/kg体重。所以,一个成年人在摄食无氮膳食时氮的损失总量约为54mg/kg体重。设若膳食蛋白质可以完全被利用,则相当于排出54mgN/kg体重的膳食蛋白质应为0.34g/kg体重,即成年人每日每公斤体重摄食0.34g膳食蛋白质应能补偿必然丢失的氮量并达到氮平衡。

对上述论点曾用人体的实验验证。给予成年人全蛋蛋白质或蛋清蛋白,并观察能否达到氮平衡(6~9),结果表明,即使是优质蛋白质,如蛋和牛乳,所给予的量也必须超过54mgN/kg/日才能使人体到达氮平衡。当受试者的实验膳食蛋白质来源为乳、蛋、酪蛋白;或是实验膳食中含有相当量

的动物性蛋白质时,每日约需 70mgN/kg 即 0.44g 蛋白质/kg 才能达到氮平衡 (2)。

考虑了全部资料的情况后,1971 年 FAO/WHO 专家委员会 (2) 用 30% 折算率校正在摄入低蛋白质时和在需要量水平时蛋白质利用率的差别。最近资料建议了更高的折算率 (10)。

增加 30% 以校正上述由于粪、尿、汗液等因素所损失的氮量,再增加 30% 以补偿明显相似的个体之间的需要量差别。估计成年男子若摄入优质蛋白质的量为 0.57g/kg/日,对于绝大部分的人可满足所需,对成年妇女,若不计月经损失,估计其摄入量为 0.52g/kg/日,与成年男子的相似。因此,在成年人蛋白质供给量标准方面,没有按男、女性别分别予以提出。

关于优质蛋白质的供给量是根据较短的实验期的实验结果提出的。以后又进行了系统的研究,以期阐明摄入此一水平的鸡蛋蛋白质,对热量摄入适宜的青年男子是否可以长期维持氮平衡。结果表明在 2~3 个月后,身体蛋白质状况发生了改变 (11、12),从⁴⁰钾 (⁴⁰K) 和 24 小时尿肌酐排出量的测定结果中看出瘦体重下降,血清蛋白质和血红蛋白含量减低,有几例受试者的血清转氨酶活力增高。若每日每公斤体重给予牛肉蛋白质 0.8g,三个月后上述改变全部消失。但尚未试过更低的蛋白质水平是否可以,因此对长期维持氮平衡所需的最低蛋白质供给量在含义上还应有更明确的规定。

1973 年 FAO/WHO 的一篇报道中曾指出 (2): 在传染病的急性发作期间体氮遭到一定损失,因而影响蛋白质的需要量……,很难说清楚传染病对个体的蛋白质需要在量方面的影响,因为需要量很可能受多方面的影响,例如传染

病的发病频率、严重程度和疾病性质以及宿主的，包括营养状况在内的，其他内因。

发展中国家普遍存在的一些情况，例如对蛋白质的吸收能力下降，以及在传染病恢复期对蛋白质需要量周期性的增高，也可导致蛋白质需要量的增加。

联合国大学工作组在关于“发展中国家现状下的蛋白质-热能需要量”的报告中（5），也强调了传染病在量方面的影响，并指出摄取不同种类膳食的人群，其蛋白质和热能的消化率是不同的。

正在生长的儿童，其需要量的最好评价指标就是生长。进行长期喂养实验时，蛋白质按估计需要量水平供给，同时热量和所有的必需营养素的供给也适宜，在这种状况下如果儿童出现正常生长并维持着正常蛋白质的营养状况，则证明该估计需要量是可靠的。婴儿从出生到3月龄，蛋白质需要量约为2.4g/kg，3~6月龄为1.85g/kg，6~9月龄为1.6g/kg，9~11月龄为1.4g/kg。有些研究者，例如 Fomon（13）规定的蛋白质需要量水平较低，不足4月龄的为1.8g/kg，4~12月龄的为1.4g/kg/日。对童年后期的蛋白质需要量的估计是用每日平均生长速度的内插法求得的，因而可靠性较差。

上述的蛋白质需要量水平是假定日生长速度为年生长的1/365而估计的。最近的工作强调指出（5），膳食应允许正常速度有一定程度的波动，即在某段时间内，正常生长速度可较日生长速度1/365这个数字高3~4倍。对患腹泻与急性传染病而在恢复期的儿童，生长速度可较非卧床农村儿童高8或9倍，对住院患重度蛋白质-热量营养不良的患儿，在恢复期的生长速度可较健康的、营养良好的儿童高达18