

功能性食品及其加工技术丛书

补血功能食品

刘志伟 编著



化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

补血功能食品/刘志伟编著. —北京:化学工业出版社,2005.2
(功能性食品及其加工技术丛书)
ISBN 7-5025-6510-8

I. 补… II. 刘… III. 补血-疗效食品-研究
IV. TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 139394 号

功能性食品及其加工技术丛书

补血功能食品

刘志伟 编著

责任编辑:王蔚霞

文字编辑:杨欣欣

责任校对:凌亚男

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 259 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6510-8/TS·235

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

贫血作为世界范围内重要的公共性营养卫生问题之一，已引起高度重视和广泛关注。在世界各地，贫血广泛分布，属于一种常见病，尤以发展中国家为甚。由于某些营养素缺乏而引起的营养性贫血又是贫血中最常见的类型，如铁缺乏症或缺铁性贫血已成为威胁人类健康的大敌之一。世界人口的10%~20%存在缺铁现象，约30%~40%的儿童、育龄妇女存在不同程度的缺铁症。

我国的营养性贫血人群分布现状更不容乐观，据最近的调查统计，婴幼儿和中小学生缺铁性贫血者高达64.4%，妇女达47%。一些落后地区孕妇不同阶段的贫血率均在70%以上，晚期甚至高于90%。近十年来，我国现代城镇居民贫血发生率每年以10%~15%的速度增长。同时值得关注的是，那些过度追求减肥瘦身和排毒而导致的饮食不均衡、营养素摄入不足、代谢机能紊乱或减弱增加了新的贫血人群。这也成为一种新的现代都市文明病。

营养性贫血引发的一系列健康损害不容忽视，特别是明显的贫血能引起儿童智力发育和行为障碍。即使是未达到贫血程度的轻度到中度铁缺乏亦可对机体的组织功能产生损害，尤其是对婴儿及儿童的认知功能和精神运动发育造成不可逆的损伤。但是，只要我们有针对性地加以预防，特别是通过合理膳食、均衡营养，及时补充可能缺乏的营养素等，则可有效地防患于未然。这也正是编著本书的根本出发点。即旨在通过对人体贫血的医学知识了解，合理研究、开发生产补血功能食品，以这种功能（保健）食品的摄食来实现对营养性贫血状况的改善。

《中国食物与营养发展纲要（2001~2010年）》指出：“从新世纪开始，我国人民生活在总体达到小康水平的基础上继续改善，向全面建设小康社会迈进。今后十年，将是我国居民食物结构迅速变

化和营养水平不断提高的重要时期，加快食物发展，改善食物结构，提高全民营养水平，增进人民身体健康，是国民整体素质提高的迫切需要，也是我国社会主义现代化建设的重大任务。”在这一背景下，针对我国大量的营养性贫血分布人群，大力发展补血功能食品，也是实现上述总体目标的重要措施之一。

近些年来，改善营养性贫血功能食品的研究与开发，随着我国保健食品行业的发展而取得了长足的进步，但相对于营养性贫血人群现状而言，可谓任重而道远，还有很多工作要做，同时其研究开发的整体规模和发展水平均有待提高。本书的推出，可望能起到抛砖引玉的作用，以促进补血功能食品的快速健康发展。

本书共分十章，其主要内容包括，从人体血液的生成与调控、贫血及其生理机制，到常见的贫血疾病，贫血的饮食营养治疗，改善营养性贫血功能食品的研究与开发、主要的生产技术、生产工艺、功能学评价程序与检验方法等内容。本书力求融科学性、技术性、通俗性、实用性于一体，不仅可供从事功能食品，特别是补血功能食品研究与开发的科研与生产技术人员和大专院校食品科学、营养与卫生、医药类等相关专业师生参考，还可为广大普通读者科学认识贫血及如何通过功能食品有效改善营养性贫血等提供一份科学读物。

在本书的编撰过程中，中国疾病预防控制中心营养与食品安全所，武汉工业学院食品科学与工程学院、医学院，华中农业大学食品科技学院等单位和个人提供了积极配合与支持，特别是刘秀梅研究员、吴谋成教授给予了诸多指导和关心，在此表示由衷的感谢。同时也感谢被本书所参考引用的那些著作者，也因为他们的工作成果才推动了本书的出版。

本书的第二章、第三章由武汉工业学院医学院程清洲副教授编写，全书由吴谋成教授主审。

本书的编著参阅了许多国内外有关贫血及补血功能食品研究与开发的最新著述，由于其涉及面广，与预防医学、现代营养学、食品科学与工程、生物工程等学科有着广泛关联和交叉，且新的开发

生产技术日新月异，不断引入，有很强的可借鉴性。但是书中的有关述及难以面面俱到，加之作者学识水平有限，疏漏之处在所难免，望专家、同仁及广大读者批评指正。

刘志伟

于中国疾病预防控制中心营养与食品安全所

2004年9月

E-mail: liuzhiwei988@hotmail.com

目 录

第一章 绪论	1
一、人体贫血及其表现	1
二、贫血人群分布现状	4
三、贫血的发病原因	7
四、改善营养性贫血功能食品的研究与开发	8
五、中国补血功能食品的生产现状及展望	10
第二章 贫血及其生理机制	12
第一节 人体血液的生成与调控	12
一、人体血液的生成	12
二、造血细胞生成调控	19
第二节 贫血及其类型	23
一、红细胞的化学组成及代谢	23
二、贫血的定义	30
三、贫血的病理生理	30
四、贫血的类型	31
第三章 常见的贫血疾病	35
第一节 缺铁性贫血	35
一、发病情况	35
二、铁的代谢	35
三、病因及发病机理	37
四、临床表现	39
五、实验室检查	40
第二节 再生障碍性贫血	41
一、病因	41

二、发病机理	43
三、临床表现	44
第三节 铁粒幼细胞性贫血	45
一、分类	45
二、发病机理	45
三、临床表现	45
第四节 营养性巨幼细胞性贫血	47
一、叶酸及维生素 B ₁₂ 的代谢	47
二、病因及发病机理	48
三、临床表现	50
四、实验室检查	51
第五节 溶血性贫血	53
一、分类	53
二、发病机理	55
三、临床表现	57
第六节 血红蛋白病	58
一、珠蛋白生成障碍性贫血	58
二、异常血红蛋白病	63
第七节 妊娠期贫血	72
一、病因	73
二、临床表现	73
第八节 小儿贫血	73
一、小儿贫血的常见病因	74
二、小儿贫血的分度及临床特点	75
第九节 老年人贫血	76
一、老年人贫血的国内诊断标准	76
二、老年人贫血的临床表现	76
三、老年人常见的贫血	77
第四章 贫血的饮食营养治疗	81
第一节 食疗保健的特点	81
一、历史悠久、文献丰富，有大量行之有效的经验	82

二、独特的食养卫生学说	82
三、以中医理论为基础指导食疗实践	82
四、具有民族和地方特色	83
第二节 饮食营养治疗的原则	83
第三节 贫血的中医学理论及补血食疗药膳	86
一、从中医的角度认识人体贫血	86
二、贫血治疗原则	87
三、常用的补血中药和食物	88
四、常用的补血食疗药膳方	88
第四节 营养性贫血的饮食营养治疗	93
一、缺铁性贫血饮食治疗	93
二、营养性巨幼红细胞贫血的饮食治疗	97
第五章 以中药材、真菌等为主要原料的补血功能食品开发	99
第一节 开发的指导原则和要求	99
一、开发的指导原则	99
二、开发的一般要求	101
第二节 益气养血类主要原料	103
一、养血类主要原料	103
二、益气类主要原料	112
第三节 补血剂的组成配伍方法探析	115
一、补气以生血	116
二、健脾以生血	117
三、益精以生血	118
四、补血须活血	118
五、温阳以生血	119
第四节 中药材有效成分的提取与分离	120
一、提取	120
二、分离与精制	121
第五节 开发与应用	123
一、补血新方的药理研究概况	124
二、应用开发应注意的问题	125
三、开发实例	126

第六章 以营养强化剂为主要原料的补血功能食品开发	128
第一节 强化铁营养素	129
一、铁的化学特性	129
二、含铁化合物	130
三、铁的生理功能	131
四、铁的需要量和推荐每日供给量	133
五、铁在天然食物中的存在	135
六、铁的过量及毒性问题	136
第二节 铁在营养强化食品中的应用	141
一、食品的铁强化应注意的问题	141
二、铁强化剂的选择	144
三、卫生部批准具改善营养性贫血功能的部分物质及其批准号	146
四、各类铁营养强化的食品	157
第三节 铁强化食品的开发实例	160
一、强化铁或锌元素儿童营养肠的开发	160
二、某保健品改善缺铁性贫血的实验观察	162
第四节 强化叶酸	164
一、叶酸的理化特性	164
二、叶酸的稳定性	165
三、食品加工对叶酸的影响	166
四、叶酸的来源、吸收及需要量	167
五、关于叶酸的强化应用	168
六、关于叶酸的提取及检测	170
第五节 强化维生素 B ₁₂	172
一、维生素 B ₁₂ 结构	172
二、维生素 B ₁₂ 稳定性	173
三、食品加工对维生素 B ₁₂ 的影响	173
四、维生素 B ₁₂ 的营养功能	174
五、维生素 B ₁₂ 的食物来源	174
六、大剂量维生素 C 对维生素 B ₁₂ 的影响	175
七、维生素 B ₁₂ 的营养需要量	175
第七章 以动物副产品为主要原料的补血功能食品开发	177
一、猪血的功能特性	177
二、猪血制品的开发	179

三、猪血提取“功能性肽-Fe”生产技术研究	188
四、阿胶补血作用机理探析	190
第八章 补血功能食品的现代生产技术	196
第一节 微胶囊技术	197
一、微胶囊的基本组成和作用	197
二、微胶囊化的方法和壁材料的选择	198
三、微胶囊在营养保健食品中典型应用	199
四、微胶囊技术的功能特性	201
五、微胶囊造粒的主要制备方法	202
第二节 萃取与过滤技术	203
一、液液萃取技术	203
二、超临界流体萃取技术	205
三、过滤技术	208
第三节 沉降、分离与混合技术	211
一、沉降技术	211
二、离心分离技术	212
三、膜分离技术	217
四、混合技术	221
第四节 浓缩、蒸发与干燥技术	223
一、冷冻浓缩和反渗透浓缩	223
二、蒸发技术	225
三、干燥技术	228
第五节 超微粉碎和高压加工技术	233
一、超微粉碎技术	233
二、食品高压加工技术	234
第六节 热力杀菌和无菌包装技术	236
一、热力杀菌	236
二、超高温杀菌方法	239
三、无菌包装	240
第九章 各剂型补血功能食品加工工艺	242
第一节 颗粒剂、散剂类补血功能食品的加工工艺	242
一、颗粒剂	242
二、散剂	245

第二节 胶囊类补血功能食品的加工工艺	246
一、硬胶囊	246
二、软胶囊	248
三、胶囊的质量检查	249
第三节 口服液类补血功能食品的加工工艺	250
一、口服液的概念及特点	250
二、口服液的制作方法	250
三、口服液的质量检查	251
四、加工实例	251
第四节 片剂类补血功能食品的加工工艺	252
一、片剂的特点	252
二、片剂的种类	252
三、片剂的制作方法	253
四、片剂的质量检查	256
第五节 丸剂类中药保健食品的制作工艺	256
一、丸剂的概念	256
二、丸剂的特点	256
三、丸剂的制作方法	257
第十章 改善营养性贫血功能食品的功能学评价程序及检验方法	261
第一节 功能学评价程序	261
一、功能评价的基本要求	261
二、试验项目、试验原则及结果判断	263
第二节 功能学评价检验方法	264
一、动物实验	264
二、人体试食试验	273
附录	282
一、食品营养强化剂使用卫生标准 (GB 14880—1994) 节选	282
二、卫生部批准既是食品又是药品的品种名单	287
三、保健食品良好生产规范 (GB 17405—1998)	288
参考文献	297

第一章

绪论

一、人体贫血及其表现

人体的血液是由血细胞和血浆两部分组成的，这两部分即通常所说的全血。血浆基本上是晶体物质溶液加上血浆蛋白，故也可认为血液由血细胞、晶体物质和血浆蛋白三种成分组成。血浆成分非常复杂，包含有多种不同性质、不同功能的化学物质，如白蛋白、球蛋白、各种凝血和抗凝血因子、补体、抗体、酶、激素、脂质、电解质、营养物质、各种代谢产物以及许多其他化学物质。血细胞为血液的有形成分，主要包括红细胞、白细胞、血小板等。

贫血（anemia）是指单位容积的循环血液内红细胞数、血红蛋白量以及血细胞比容均低于正常标准值的一种病理状况。亦即血液中红细胞的数量或红细胞中血红蛋白的含量不足，其中以血红蛋白最为重要。由于全身循环血液中红细胞总量的测定技术比较复杂，所以临床上一般指外周血中血红蛋白的浓度低于患者同年龄组、同性别和同地区的正常标准。人体血红蛋白的正常值可因年龄、性别、生活地区、海拔高度的不同而有差异。一般情况下，血红蛋白的降低多伴有红细胞总数或血细胞比容的低下。1972年，世界卫生组织（WHO）制订的贫血标准为血红蛋白量低于下列数值：

6 个月~6 岁婴幼儿	110g/L
6~14 岁儿童	120g/L
成年男性	130g/L
成年女性	120g /L
妊娠妇女	105g/L

我国的贫血标准略低于上述指标，成年男性的血红蛋白如低于 120g/L (12.0g/dL)、成年女性低于 110g/L (11.0g/dL)、妊娠妇女低于 105g/L，一般均可认为贫血。12 岁以下的儿童的血红蛋白量比成年男子的正常值约低 15%，男孩和女孩的差别不明显，青春期后才逐渐明显。海拔高的地区一般要高些。

根据血红蛋白、红细胞减低的程度，通常将贫血分为四级：

① 轻度 成年男性血红蛋白 <120g/L，成年女性 <110g/L，症状轻微。

② 中度 血红蛋白 <90g/L，体力劳动后感心慌气短。

③ 重度 血红蛋白 <60g/L，休息时已感心慌气短。

④ 极度贫血 血红蛋白 <30g/L，常合并贫血性心脏病。

贫血是临床最常见的表现之一，是一种症状，而不是一种具体而独立的疾病，可能是一种基础的或有时是较复杂疾病的重要临床表现。许多疾病都可伴有贫血，贫血不是一个最后诊断，要确诊，必须了解贫血的类型、程度，同时查明贫血的原因或原发病。如果许多原因不同的贫血具有类似的临床表现和血细胞学的特征，则可归纳为一种综合征，如缺铁性贫血、再生障碍性贫血等。

贫血分为多种类型，有缺乏性贫血、先天性贫血、造血器官出现障碍、有毒物质引起的贫血等。贫血的种类不同，改善或治疗的方法也截然不同，因此，必须考虑诸多因素对贫血的影响，根据具体情况判断贫血是否存在或其所属类别。

引起贫血的因素很多，其中常见的也是主要的原因是膳食中铁的摄入量不足，其他影响红细胞合成的营养素如维生素 B₁₂、叶酸、铜、维生素 B₆、维生素 B₂、维生素 C 和蛋白质等也是常见的因素，这些因各种原因引起机体缺铁和缺乏叶酸与维生素 B₁₂ 等个

别 B 族维生素所引起的贫血，通常又称为营养性贫血（nutritional anemia）。因为铁、叶酸、维生素 B₁₂ 等都是早已认定的营养素。

这类由于营养素缺乏而造成的营养性贫血，是贫血中最常见的类型，营养性贫血中最多见的也是影响人类健康最有实际意义的是缺铁性贫血（iron deficiency anemia, IDA），它占各类贫血的 50%~80%。所以，甚至许多文献并不严格区分缺铁性贫血与营养性贫血。本书阐述的重点将以缺铁性贫血为中心展开。

血红蛋白中含有铁，铁对于血红蛋白与氧的结合起着重要作用。当铁缺乏时，机体不能正常制造血红蛋白，血液的携氧能力降低，人就会感到疲乏，出现头晕目眩、心跳加快，甚至昏厥、休克等严重后果。据测定，一个正常成人一天要排出 1mg 左右的铁，而女性由于生理上的原因，在月经、妊娠、分娩等时期体内铁的平衡更易被破坏。

贫血症状的有无或轻重，取决于贫血的程度、贫血发生的速度、循环血量有无改变、病人的年龄以及心血管系统的代偿能力等。贫血发生缓慢，机体能逐渐适应，即使贫血较重，尚可维持生理功能；反之，如短期内发生贫血，即使贫血程度不重，也可出现明显症状。年老体弱或心、肺功能减退者，症状较明显。贫血时，会直接造成组织缺氧，同时出现一系列因缺氧产生的生理性代偿反应。

贫血的一般症状、体征大致有如下几种：

① 软弱无力 疲乏、困倦，是因肌肉缺氧所致。为最常见和最早出现的症状。

② 皮肤、黏膜苍白 皮肤、黏膜、结膜受皮肤毛细血管的分布和舒缩状态等因素的影响。一般认为睑结合膜、手掌大小鱼际及甲床的颜色比较可靠。

③ 心血管系统 心悸为最突出的症状之一，有心动过速，在心尖或肺动脉瓣区可听到柔和的收缩期杂音，称为贫血性杂音，严重贫血可听到舒张期杂音。严重贫血或原有冠心病，可引起心绞痛、心脏扩大、心力衰竭。

④ 呼吸系统 气急或呼吸困难，大都是由于呼吸中枢低氧或高碳酸血症所致。

⑤ 中枢神经系统 头晕、头痛、耳鸣、眼花、注意力不集中、嗜睡等均为常见症状。晕厥甚至神志模糊可出现于贫血严重或发生急骤者，特别是老年患者。

⑥ 消化系统 食欲减退、腹部胀气、恶心、便秘等为最常见的症状。

⑦ 生殖系统 妇女患者中常有月经失调，如闭经或月经过多。在男女两性中性欲减退均多见。

⑧ 泌尿系统 贫血严重者可有轻度蛋白尿及尿浓缩功能减低。

二、贫血人群分布现状

贫血是世界性公共性营养卫生问题之一，在世界各地属于一种常见病，在发展中国家以及血红蛋白病或葡萄糖-6-磷酸脱氢酶变异的地区，贫血问题尤为突出。

世界卫生组织（WHO）的调查统计初步表明：全球约有 30 亿人不同程度贫血，世界人口的 10%~20% 存在缺铁现象。男性发病率约 10%，女性大于 20%，亚洲发病率高于欧洲，发展中国家的发病率高于发达国家。每年因患贫血引致各类疾病而死亡的人数上千万。约有 30%~40% 的婴幼儿患有贫血，主要是由于母体贫血造成的连锁反应，致使新生儿从母体中吸收的生血物质的补给不足，体格及智力发育受到严重影响，产生厌食、挑食、对各种感染抵抗力减退等。妇女的贫血发病率为 64.4%，女性的月经期、怀孕时自身及胎儿对生血物质的双重需求、分娩出血都是直接原因。过去贫血的主要原因是营养不良，近年来因减肥而造成营养失调，特别是不少年轻女性为单纯追求减肥瘦身而不正确地节食，形成了缺铁性贫血增多的又一人群。

缺铁性贫血已成为威胁人类健康的大敌之一，全世界现有的缺铁性贫血患者大多数是发展中国家的妇女和儿童，还有近 10 亿人患有轻度铁缺乏症。据估计，发展中国家有 30%~40% 的幼儿和

育龄妇女缺铁。我国 1992 年第三次全国营养调查表明，以铁缺乏为主的贫血患病率平均为 20%。其中儿童、孕妇和老年人患病率较高。我国上海、天津等地的调查表明，缺铁性贫血在儿童、妇女及老年人中患病率达 9.2%~48.3%。在一些生活水平较低的发展中国家，最严重的地区可达 90%。

1998 年，我国卫生部门一项对全国育龄妇女及孕妇贫血情况的调查结果显示，全国育龄妇女贫血患病率为：未孕未哺乳妇女为 35.6%（城市 26.6%，农村 37.7%）；哺乳妇女 47.6%（城市 43.9%，农村 48.4%）；孕妇 42.1%（城市 35.5%，农村 43.6%）。全国育龄妇女血红蛋白平均值为：未孕未哺乳妇女 12.5 g/dL（城市 12.7g/dL，农村 12.2g/dL），哺乳妇女 12.1g/dL（城市 12.5g/dL，农村 11.5g/dL），孕妇 11.4g/dL（城市 11.6g/dL，农村 11.1g/dL）。

卫生部也曾在 20 世纪 80 年代对全国 24 个省、市、自治区进行过学龄前儿童贫血情况的调查。结果显示：患病率平均为 35.3%，个别地区高达 72.6%。约有 40% 的儿童患不同程度的营养性缺铁性贫血，农村高达 50%~60%。而据最近的统计（2000 年），婴幼儿和中小學生缺铁性贫血者高达 64.4%，妇女达 47%。北京市城区学龄前儿童贫血患病率为 32.2%，郊区为 48.9%。湖北省天门市孕妇早期贫血率为 70.6%、中期为 89.3%、晚期为 90.3%。

以上资料表明，全国约有 1/3 的未孕未哺乳妇女贫血，而哺乳妇女及孕妇近一半贫血，我国育龄妇女的贫血状况比较严重；哺乳母亲及孕妇贫血情况更为严重；农村育龄妇女贫血情况较城市妇女重，血红蛋白均值表明，农村育龄妇女基本处在贫血状况下。

有资料表明，工业化国家孕妇贫血患病率为 13%，美国为 17%；发展中国家孕妇贫血患病率为 40%~80%。我国孕妇贫血患病率 42.1%，相当于发展中国家的水平，为工业化国家孕妇贫血率的 3 倍多。我国贫困县未孕未哺乳妇女、哺乳妇女及孕妇贫血率均为 60% 以上，尤其哺乳妇女贫血率高达 75.9%，说明贫困地

区妇女贫血情况十分严重。

育龄妇女贫血分为轻度、中度及重度。全国轻、中、重度贫血构成情况是：未孕未哺乳妇女分别为 56.1%、41.8%、2.1%；孕妇分别为 56.4%、41.7%、1.9%；哺乳妇女分别为 38.3%、56.4%、5.3%。未孕未哺乳妇女及孕妇贫血中，中、重度占近一半，而哺乳妇女占近 2/3。中、重度贫血是必须予以治疗的。

近 10 余年，我国包括营养性贫血在内的各种贫血症的发病率居高不下，现代城镇居民贫血发生率每年以 10%~15% 的速度增长，过去由于生活水平限制所导致的营养不足性贫血，已被今天由于饮食不均衡、新陈代谢机能下降和过度追求减肥与排毒而导致的营养性贫血所替代，同时也成为现代都市文明病中的一种。尤其是女性青春期、孕产期、更年期三大特殊生理阶段有 30% 以上的人不同程度地存在贫血问题。

叶酸或维生素 B₁₂ 缺乏引起的巨幼红细胞性贫血的发病率，因地区不同而有明显差异。我国近年来的调查报告显示，山西、陕西、四川等山区农村巨幼红细胞性贫血的发病率最高者占该地区贫血的 50%~60%。其发病的主要原因是由于混合性营养缺乏，且与其饮食习惯有关。

骨髓增生低下所致的再生障碍性贫血发病率相对较低，我国为 0.74/10 万，青壮年（40~47 岁）发病居多。其中，由于药物或化学物质诱发的再障，近年来明显增多；肝炎后发生再生障碍性贫血的比例也在不断上升，其发病率以远东地区较高，可能与病毒流行较重有关。

血红蛋白病可分为异常血红蛋白病和海洋性贫血两种，其发病者在全世界已超过 1 亿人。据国际血红蛋白情报中心（IHIC）统计，已发现的异常血红蛋白有 622 种，其中约有 25% 可致病。异常血红蛋白病在我国发病率为 0.242%，以云南、贵州、广西、新疆等地最高，现已发现异常血红蛋白 67 种，包括 α 链（34 种）、 β 链（26 种）、 γ 链（4 种）异常等，其中 19 种为我国首次发现。地中海性贫血以地中海沿岸和东南亚各国较多见，我国多发于华南和