

SHIYONG
WEISHENG SU
YU
RENTI
JIAN KANG

食用维生素与人体健康

1.2

食 品 出 版 社

食品出版社

87
R151.2
10
3

食用维生素与人体健康

沈梅生 编著

中国食品出版社

1987年·北京
B 373185

食用维生素与人体健康

沈梅生 编著

※

中国食品出版社出版

北京市广安门外湾子

石家庄市统计印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

※

187×1092毫米1/32开本 4.75印张103千字

1987年1月第1版

1987年1月第1次印刷

印数：1—7200册

I S E N 7—80044—011—7 / T S • 012

书号：15392·062 定价：0.96 元

内 容 简 介

食用维生素是人们日常饮食生活中重要营养素之一，它对人体健康、防治疾病起着重要作用。本书从维生素的基本知识入手，详细介绍了维生素的性质、功能、来源、缺乏症、需要量，对不同生理状况、恶劣环境、接触有害物质的人体防治效应，以及强化食品的应用等内容，使读者具体了解食用维生素在日常膳食生活中怎样合理利用并促进身体健康。

本书可供从事基础营养科学、强化食品加工、医务保健护理、膳食烹调等工作的广大职工、家庭主妇，离退休人员以及有关院校师生参阅。

前 言

饮食与人体健康和延年益寿有什么关系，人们往往十分关心而又不十分清楚。有些人在平时选择食品时，往往只考虑那些高级昂贵的滋补食物或者药物，如人参、鹿茸、银耳、海参、蜂王浆、白脱、巧克力等。这些食物和补药所供给人体的营养，固然有某一方面的重要功能，但并不全面，不能平衡机体内生理代谢上的需要，如果过量摄取这些食物，反而会导致失调甚至带来肥胖症、高血压、心脏病、糖尿病等难治之症。

为了保证人的机体正常生长发育，维持体内的各种生理活动，提高机体抵抗能力和免疫功能，必须合理地搭配和摄取各种食物营养素。当前人们在选择食物营养素时，最容易忽视、甚至受到轻视的是食物中各类维生素。维生素大部分不能在人体内合成，必须从食物中摄取。它在食物中含量虽然极少，但在维持人体生长发育、调节生理功能方面，以及对人体内的代谢平衡方面都起着重要作用。

营养学家早就指出：人类如果仅仅摄取含糖类、蛋白质、脂肪、矿物质的精制食物是难以生存的；只有在膳食中同时摄取各类维生素，才能维持生命。因为大多数维生素是许多生物化学反应过程中的特定辅酶，有的维生素则在体内转变成激素。早在17世纪就有记载，在远洋途中，虽然船上具备了充足的盐鱼腊肉，但由于海员们在膳食中缺乏维生素C，仍不能保住他们的生命。

为了使广大读者对各类维生素的特性、分布、功能、缺乏症、摄取量等有一个比较系统的认识，特编写本书奉献读者。期望它能对您的身体健康、延年益寿有一定的帮助，或对有关从业者在本工作岗位上能起到一定的作用。

目 录

前 言

一、对维生素的认识.....	(1)
(一) 维生素的发现.....	(1)
(二) 维生素的命名由来.....	(4)
(三) 各类维生素的特性.....	(6)
(四) 维生素的来源.....	(17)
(五) 维生素的需要量.....	(34)
(六) 维生素的生理功能.....	(40)
二、维生素缺乏症.....	(46)
(一) 造成维生素缺乏症的原因.....	(46)
(二) 缺乏病的临床症状及防治.....	(53)
三、维生素对恶劣环境下劳动者的营养效应.....	(66)
(一) 高温.....	(66)
(二) 低温.....	(68)
(三) 高原缺氧.....	(69)
(四) 深水环境.....	(70)
(五) 振动和噪声.....	(71)
四、维生素对接融有害物质者的保护作用.....	(73)
(一) 对放射线损伤者的保护作用.....	(73)

(二) 对接触有害物质作业者的防护作用.....	(77)
(三) 接触有害物质者的保健食.....	(84)
五、维生素对不同人体生理机能的营养作用.....	(87)
(一) 婴幼儿.....	(87)
(二) 学龄儿童及青少年.....	(89)
(三) 孕妇及乳母.....	(90)
(四) 老年人.....	(93)
(五) 运动员.....	(95)
六、维生素在强化食品中的应用.....	(99)
(一) 强化的意义.....	(99)
(二) 强化食品的发展情况.....	(103)
(三) 维生素强化剂的制取和强化方法.....	(107)
(四) 维生素强化食品的种类.....	(120)
七、维生素稳定性的保护.....	(132)
(一) 改变维生素自身的结构.....	(134)
(二) 添加稳定剂.....	(135)
(三) 改进加工工艺.....	(140)
(四) 改善包装和贮藏条件.....	(142)

参考资料

一、对维生素的认识

(一) 维生素的发现

维生素的发现概括起来可以分为三个阶段：

第一个阶段：1601~1900年，从人体上发现某些疾病是由于饮食的营养素不平衡而造成的。主要有三种症状：坏血病、脚气病、佝偻病，也就是现在所称的维生素缺乏症。但当时由于科学的限制，其病因是无法理解的。

1. 坏血病：大约在三百年前发现了这种疾病。这是当时海员们常患的疾病。由于在远洋航海途中，海员的膳食中缺少绿色蔬菜和鲜果而造成。1601年詹姆斯·兰卡斯特(James Lancaster)曾提出，在患者饮食中增添桔子和柠檬作为抗坏血病剂，结果获得成功。后来在航行途中，首先采用了这种预防措施。

2. 脚气病：该疾病曾流行于不少国家，每年有成千上万人死亡。这种病是由于只以一种精白米为主食而造成的。1882年日本海军医务总监高木兼宽发现在食物中增加蔬菜、鱼、肉，并用大麦替代精白米，就可治愈这种疾病。当时他还没有认识到这种病的病因，而仅认为是食物中蛋白质含量不足之故。但可以看到，当时已意识到食物营养不平衡的问题。

3. 佝偻病：这种疾病的发现和预防始于19世纪末。当时英法等学者一致认为这种病是因食物中脂肪不足而引起的，

并提出用鱼肝油治疗。

更值得注意的是，在1840年一位医学家巴德（Budd），曾推测食物中有抗坏血病维生素的存在，并表示坏血病是因为在食物中缺少某一种必需物质的原因。虽然他当时没有找到足够的证据，但对以后在动物体上进一步做试验，起了重要的推动作用。

第二阶段：动物性试验。1890~1897年，荷兰医学家艾兹克曼（Eijkman）发现鸡的脚气病，并通过试验，分别用精白米和未碾米喂养鸡，从而发现米糖类中具有这种疗效物质的存在。他同时用水和乙醇提取，确认了这种物质，并认为这种物质与蛋白质、脂肪、盐类本质上有区别。1901年，他的同事格里津斯（Grigins）曾提出，脚气病的发生，是由于食物中缺少中枢神经系统新陈代谢所必需的物质。这对发现维生素作出了重大贡献。

1907年，挪威科学家霍尔斯特（Holst）和弗罗利奇（Frolich），用不平衡的各类食物在豚鼠身上做脚气病试验。但结果产生了坏血病，当时确定了坏血病是由于食物中缺乏某些物质之故。在此基础上，他们进一步探讨哪些食物含有抗坏血病的物质，并对这种物质加热、贮存等进行试验，对以后维生素的研究奠定了基础。

维生胺的假说：1912年波兰生化家冯克（Funk）曾在米糖类中提取出抗脚气病的物质，并分离为纯品。经分析证明，其中含有胺，是一种胺类化合物，当时将这种纯品称之为抗脚气病维生胺。事实上冯克的发现，比我国唐代名医孙思邈（公元581~682年）迟了1200多年。当时孙思邈就认为脚气病是一种食米区的病，并将其分为肿、不肿、脚气入心三种表现，还提出防治这种病的药物有车前子、防风、杏仁、

大豆、槟榔等。经现代药物分析证明，这些药物均含有维生素 B₁，正是现在用来抗脚气病的维生素。冯克获得的含胺化合物纯品，当时认为是生命上的必需物质，故命名为维生胺。随后他又提取出抗坏血病、佝偻病等的维生胺纯品，这就是今天我们所采用的维生素。当然，今天我们所知道的维生素，并不完全属于胺类化合物，所以，有必要将维生胺名称改为维生素。

第三阶段：从人工合成饮食做试验。1888年艾哈赫（AyHuH）用精制的脂肪、蛋白质、碳水化合物、无机盐、水等营养素合成食物，进行喂鼠试验，结果老鼠不能生长发育。从而证明天然食物中，一定还含有微量的、还没有被人们认识到、但又是动物所必需的物质。后来德国 Sfapp 博士，将天然食物用乙醇及乙醚进行浸提处理，然后用残渣来饲养小鼠，结果小鼠不能生存。由此证明在天然食物中，一定还含有能溶于乙醇或乙醚的某些对生命很必需的物质。1905~1912年，佩凯尔哈林（Pekelharing）、霍普金斯（Hopkins）两人用精制的各种营养物喂大鼠，得到同样的结果。但每天仅用2~3毫升牛奶，大鼠就恢复正常发育，这样就确证了维生素的存在。

1913年，国际上将维生素 A 看作营养上的必需因素，缺乏后会导致夜盲症，证明鱼肝油可以治愈。在我国医学《巢氏病源》中对夜盲症称为“雀目”，这是公元7世纪的事。在我国第一部眼科专著《龙木论》中，还记载了用苍术、地肤子、细辛、决明子等中药材能治疗雀目。经分析证明这些药均含有维生素 A。

1915年美国姆科伦（Mccollum）、戴维斯（Davis）曾指明：实验性动物的死亡，至少是缺乏两种生长因素，一

种是存在于脂肪中，称为“脂溶性 A”因素；另一种存在于某些食物的水浸提液中，它不溶于脂肪，称“水溶性 B”。这就进一步表明动物体的必需生活物质，不只是一个辅助因素。不久以后，就进一步试验证明所谓“水溶性 B”物质，就是抗脚气病维生素，被称为维生素 B。而“脂溶性 A”的物质被发现可以防止或治疗其他的缺乏病，被称为维生素 A。

从此以后，许多维生素研究者，不断深入研究维生素，广泛探索了地球上不同区域内的储存量，寻找不同维生素的来源，调查不同国家和地区中的维生素缺乏病流行情况，并探讨这些疾病的病理学和维生素的饮食疗法的效应，理化特性的分析，作用机制的生理。经过大量的工作，近半世纪来，发表了成千篇的论文和著作，提供了许多有实用价值的科学依据。这对维生素广泛地应用于医学、畜牧、家禽等方面，特别是对人体的保健作用，作出了重大的贡献。

（二）维生素的命名由来

到目前为止，已经肯定的维生素，可以分为两大类，就是脂溶性维生素和水溶性维生素。

在刚发现维生素时，它们是从食物中分离出来的，仅知道是一种必需的营养成分，而不知道它们的化学结构，当时只好用英文字母来命名。但后来由于化学分析工作的进展，发现某些单一化合物的维生素活性是由多种化合物所组成。这样就产生了“维生素族”的命名，如维生素 B 族。后来又因化学研究发展，表明相同维生素活性的一些化合物，在不同动物体中，其化学结构又有差别。所以，后来提出在字母下加标记的命名办法，以示区别，如 A₁、A₂、D₁、D₂、

D₃……等。

维生素还有一些通俗名称，但不同国家所采用的俗名不同，很不规则，所以现在国际上已作了统一的规定。但一些维生素旧字母名称仍在沿用。

现将已确定的维生素名称和广泛使用的俗名列于表1。

表 1 已知维生素种类和主要名称

字母名称	俗 名
脂溶性维生素	
维生素 A ₁	视黄醇、抗干眼醇 } 抗干眼病维生素
A ₂	
D ₂	麦角钙化醇 } 钙化醇、抗软骨病维生素
D ₃	
E	α、β、I……生育酚、抗不育维生素
K ₁	叶绿醌、植物甲基萘醌
K ₂	合欢醌、甲基萘醌类、多导戊烯甲基萘醌类
K ₃	Z-甲基萘醌
水溶性维生素	
维生素 B ₁	硫胺素、抗神经炎素、抗神经炎维生素
B ₂	核黄素
PP	尼克酰胺、烟酰胺、尼克酸、烟酸抗糙皮病因子
B ₆	吡哆醇，包括吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺
B ₁₂	钴胺素、氰钴胺素 } 抗恶性贫血维生素
B ₁₂ b	
B ₁₂ C	
	(纯物质)
	羟钴胺素
	亚硝酸钴胺素

B ₅	泛酸、维生素G
M或B C	叶酸、乳酸菌酪因子
H	生物素
C	抗坏血酸、抗坏血病维生素
P	柠檬素，包括橙皮素、有关糖苷类
F	必需不饱和脂肪酸，（包括麻油酸、亚麻油酸、花生油酸）

（三）各类维生素的特性

1. 维生素 A（视黄醇 Retinol）

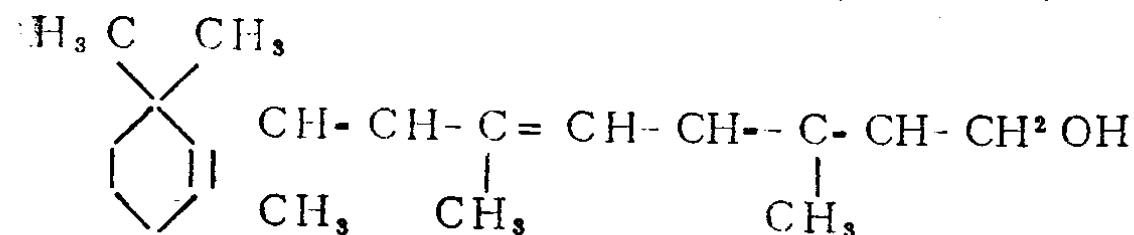
这种维生素从1909年霍普金（Hopkins）和斯蒂普（Sfepp）发现，到1913~1914年麦考勒（Mccollum）和戴维斯（Davis）从卵黄和奶油中摄取出这种维生素，命名为Vitamime A（维生素A）。1913年卡勒（Karrer）确定该维生素的化学结构式，并在1946~1947年Isler用人工合成了这种物质。目前广泛应用的是人工合成的维生素A。

化学性质：属于脂溶性长链醇，有许多异构体。活性最高并在哺乳动物组织中最常见的异构体是全反维生素A。这个醇通称为视黄醇。

维生素A为板条状黄色结晶，溶于脂肪和脂肪溶剂，不溶于水。植物界的维生素A原（胡萝卜素），往往以酯化形式存在。维生素A原的醋酸酯和软脂酸酯常应用医学和营养学。维生素A，特别是它的游离醇，对氧、酸、紫外线很敏感，在高温下，氧化破坏更加明显，但对热、酸和碱均较稳定。食物中若有磷脂、维生素E，抗坏血酸及其他抗氧化剂与维生素A及胡萝卜素同时存在时，可以提高后两者的稳定性；与大豆食品共同存在的维生素A不易破坏，用铁器加热。

时易破坏。

维生素 A 的分子式为 $C_{20}H_{30}O$ ，其结构式如下：



维生素 A 的前体（维生素 A 原）广泛分布于植物界，它们是类胡萝卜素。在一般动物体内均能将胡萝卜素在小肠粘膜内转变成维生素 A。胡萝卜素四种存在形式，即 α -、 β -、 γ -胡萝卜素及玉米黄素。在结构上， β -胡萝卜素含两个 β -紫香酮环，而其他三种胡萝卜素均含一个，因此一个分子 β -胡萝卜素可转变成二个分子的维生素 A，而其他三种只能转变成一个分子的维生素 A。 β -胡萝卜素的分子式为 $C_{40}H_{56}$ ，如经加水分解，即为二个分子的维生素 A（ $2C_{20}H_{30}O$ ）。

维生素的量通常以国际单位 (I.u) 表示。

1. μ 维生素 A = 0.6 微克 β -胡萝卜素

= 0.3 微克维生素 A 结晶体

2. 维生素 D (钙化醇 Calciferol)

1645年惠斯勒 (Whisler) 首先报道了软骨病。1890年柏姆 (Palm) 曾提出该病与阳光缺乏有关, 并在1919年首先讨论了用紫外线治疗软骨病的问题。30年代已进行了从天然产物和照射的维生素 D 原中分离活性固醇。1969年发现维生素 D 经照射转变为一种控制钙的激素。

化学性质：该维生素有几种天然存在形式，它们都是固醇类，只存在于动物体中。7-脱氢胆固醇在人的皮肤里，经紫外线照射可合成 D₃（胆钙化醇）。维生素 D₃存在于肝脏

油脂中。维生素D₂（麦角钙化醇）是有活性的合成产物，可治疗人的软骨病。

维生素D是一种无色结晶，不溶于水，易溶于酒精和其他有机溶剂。在植物油中的溶解度较小，比较稳定，在中性及碱性溶液中能耐高温，130℃下加热90分钟也不破坏。但在酸性溶液中则逐渐分解，脂肪的酸败也可引起它的破坏。维生素D₂的分子式是C₂₈H₄₄OH，D₃的分子式是C₂₇H₄₄OH。

国际单位维生素D = 0.025微克的纯结晶维生素D₃

3. 维生素E（生育酚 Tocopherol）

1920年，马特歇尔（Matfhill）和康克林（Conklin）首先发现了缺乏维生素E的后果。1922年，伊凡斯（Evans）和比绍（Bishop）也曾指出，动物不育症可用苜蓿的麦胚油来预防。1936年分离出这种因子，并在1938年进行了全合成。1959年美国食物和营养委员会确定维生素E为人类营养必需成分。

化学性质：维生素E是醇类化合物，它是由叶绿醇和一种三甲基氢醌衍生来的。它们这组化学上相类似的化合物包括有α、β、γ三型，以α型生物活性最大，β型次之，γ型更次之。它们的抗不生育剂量，平均分别为0.75、1.9、9毫克。从自然界可分离到一些相似的生育酚，但它们的生物学活性都低于α型。

α型生育酚是黄色的油状物，不溶于水，溶于有机溶剂，它很容易氧化，其醋酸盐具有相似的生物活性而且比较稳定。

4. 维生素K

1929年发现用低脂类食物喂鸡，结果鸡会出血，因此当

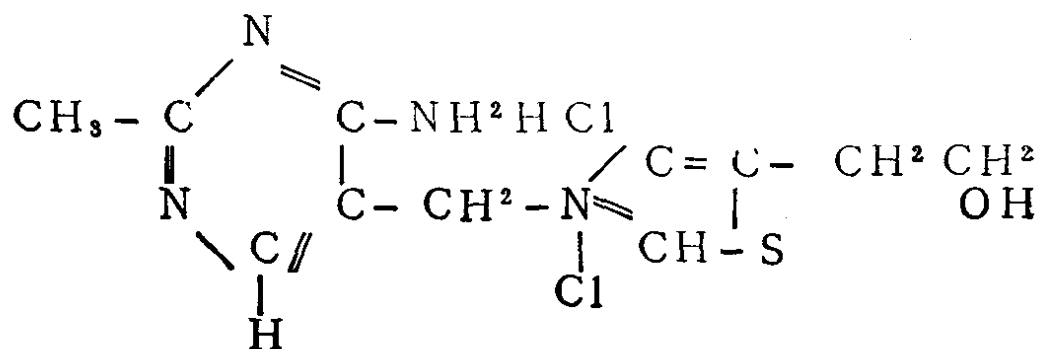
时认为食物中可能存在着抗出血因子。从1935~1939年，在不同原料中分离出一些类似的化合物，并于1939年完成了化学结构的测定和人工合成。

化学性质：维生素K并不是某一种具有特定化学结构的物质，而是一组醌类的化合物，它们的特征是都具有抗出血作用，与2-甲基-1,4-萘醌相似。维生素K₁是自然界存在的最重要的一种维生素K，它最初从紫苜蓿中分离得到。维生素K只溶于有机溶剂。目前已合成许多有活性的类似物，其中应用得最广的是α-甲基-1,4-萘醌二磷酸四钠盐。它是一种无色结晶的化合物，能溶于水，在溶液中稳定。

5. 维生素 B₁ (硫胺素)

早在公元前2600年，我国就有脚气病的记载。这可能是维生素缺乏症的最早文学记录。1884年，高木兼宽 (Takaki) 找到了用食物治疗脚气病的方法。1890年艾克曼 (Eijkman) 人为制造类似脚气病的多发性神经炎，并发现治疗的有效成分是一种存在于谷糖中的水溶性物质。1901年格里金斯 (Grijs) 首先指出，脚气病是由于食物中缺乏某些因子而引起的，对神经系统的新陈代谢有极大影响。1910年末，有效成分成功获得分离。到19世纪30年代，才测定出这种物质的结构，并首次合成维生素 B₁。

化学性质：因维生素 B₁分子中含有硫及胺基，故名为硫胺素。其结构式如下：



盐酸硫胺素为单斜晶系，无色结晶，易溶于水，在酸性溶液中稳定性很好，加热时也不破坏，而在中性或碱性溶液中则很不稳定，并易受紫外线破坏。盐酸硫胺素的熔点为 $249\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。在碱性环境中氧化即转变成脱氢硫胺素，具有浅蓝色荧光的黄色物质。此化合物在1935年由酵母中提出。

6. 维生素 B_2 (核黄素)

1920年，埃米特 (Emmelf) 首次发现在酵母提取液中，在抗神经炎因素被热破坏以后仍保留了一个促进生长的因子，这个因子叫做维生素 B_2 。到1935年弄清了这种物质的结构，并进行了化学合成。

化学性质：维生素 B_2 是橙黄色针状晶体，味苦， 280°C 即熔化并分解。在常温下，它是稳定的。在 120°C 下加热6小时也仅受少量破坏。另外，它不受空气中氧的影响。它微溶于水，溶液呈现出强的黄绿色荧光， $\text{pH}3\sim 9$ 之间荧光最强。但在强酸和强碱溶液中均要消失。它不溶于有机溶剂，在强酸溶液中是稳定的，在碱性条件下或者暴露于可见光或紫外线中时是不稳定的。在中性或弱酸性溶液中，核黄素经照射后，其全部侧链即失去，变成无黄绿色荧光的黄色物质——酸性光黄素。

维生素 B_2 的化学分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_6$ 。

7. 维生素 B_6 (吡哆醇)

维生素 B_6 缺乏症是在1926年从老鼠身上做饲料实验得到证实的。1934年确定与 B 族维生素的其他成分区分开来，并命名为 B_6 。1938~1939年完成了它的分离、结构测定和合成。

维生素 B_6 一般以三种形式存在，即 吡哆醇 ($\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}-\text{O}_3$) 吡哆醛 ($\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_3$)、吡哆胺 ($\text{C}_8\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$)。食品中大多加入吡哆醇。