

台港及海外中文报刊资料专辑

农业



书目文献出版社

第 7 辑

1996



农 业 (7)

——台港及海外中文报刊资料专辑 (1986)
北京图书馆文献信息中心剪辑

书目文献出版社出版

(北京市文津街七号)

北京百善印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 1/16开本 6 印张 154 千字

1987年3月北京第1版 1987年3月北京第1次印刷

印数1—2,000册

统一书号: 16201·1 定价: 1.55元

[内部发行]

出版说明

由于我国“四化”建设和祖国统一事业的发展,广大科学研究人员,文化、教育工作者以及党、政有关领导机关,需要更多地了解台湾省、港澳地区的现状和学术动态。为此,本中心编辑《台港及海外中文报刊资料专辑》,委托书目文献出版社出版。

本专辑所收的资料,系按专题选编,照原报刊版面影印。对原报刊文章的内容和词句,一般不作改动(如有改动,当予注明),仅于每期编有目次,俾读者开卷即可明了本期所收的文章,以资查阅;必要时附“编后记”,对有关问题作必要的说明。

选材以是否具有学术研究和资料情报价值为标准。对于某些出于反动政治宣传目的,蓄意捏造、歪曲或进行人身攻击性的文章,以及渲染淫秽行为的文艺作品,概不收录。但由于社会制度和意识形态不同,有些作者所持的立场、观点、见解不免与我们迥异,甚至对立,或者出现某些带有诬蔑性的词句等等,对此,我们不急于置评,相信读者会予注意,能够鉴别。至于一些文中所言一九四九年以后之“我国”、“中华民国”、“中央”之类的文字,一望可知是指台湾省、国民党中央而言,不再一一注明,敬希读者阅读时注意。

为了统一装订规格,本专辑一律采取竖排版形式装订,对横排版亦按此形式处理,即封面倒装。

本专辑的编印,旨在为研究工作提供参考,限于内部发行。请各订阅单位和个人妥善保管,慎勿丢失。

北京图书馆文献信息中心

目次

农业比较

美国与欧洲共同体之农业比较

林文杰译 1

台湾稻米

台湾地区稻米之生产改进

黄正华 10

猪饲料

高粱在猪只饲料中的比较饲养价值

沈添富译 43

不同单宁酸浓度之高梁对猪之饲养效果

林美村译 53

猪饲料营养需要量

一

维生素营养

颜宏达 七

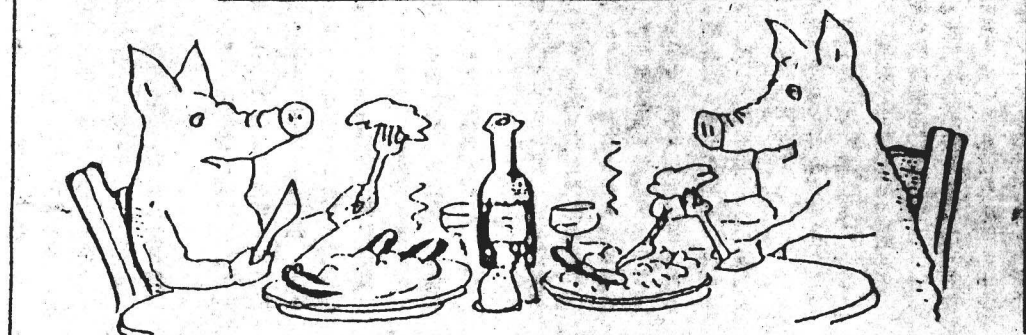
黄豆及其副产品之使用

卢更煌 二七

用纤维质饲料养猪可以降低成本

司 农 三二

猪飼糧營養需要量



豬隻飼料利用效率受許多因素的影響，如基因型、生產階段、管理作業、環境與飼料加工等是屬於非營養性因素，而其它像飼料量、飼料品質、生物利用率、以及營養分之間相互的關係則屬於營養性因素。

飼糧不足會抑制基因表現。各個生產階段如配種、懷孕、哺乳、小豬、生長及肥育期都有其個別而特殊的營養需求。管理方式會影響個體的性能表現——例如：為了避免懷孕母豬過重，就必須由飼料配方着手考慮；而哺乳期與生長、肥育期間採任食，又需要另外製作飼料配方，豬舍內每欄飼養隻數與採食空間亦會影響豬隻的行為模式及生長效率。豬隻遭受冷緊迫時，需要利用到飼料能量來維持體溫（表一）。長期的冷緊迫也會導致屠體脂肪量與屠體長度減少，以及屠體肌肉品質降低。反之，熱緊迫會影響食慾，致豬隻攝食量減少，以降低體溫攝食量減少意味著必須增加飼料中胺基酸、維生素與礦物質含量，如此纔能符合豬隻每日的營養需求。

飼料原料的加工可以改變飼料的營養價值。例如：以穀類為主的飼料若加工製成粒狀飼料，通常會具有較高的利用效率。並且打粒後，玉米中磷及玉米筋料中色胺酸（tryptophan）的利用率也會增加。烘烤的加工過程可以破壞大豆所含有的胰蛋白酶抑制因子，使得大豆有效地作為蛋白質與能量的來源。烘烤的玉米（攝氏100—110度，由烘烤機取出時，玉米之核心溫度為華氏212—248度）可提高生長肥育豬的能量利用率。但是，溫度太高則會降低離胺酸（lysine）的生物利用率。此外，烘烤過程尚可減少黃麴毒素污染。

一、在臨界溫度⁽¹⁾以下，環境溫度每降低1°F，對豬隻生長性能的影響

	體重，公斤		
	20.5	59.1	100
每日增重減少，公克	14	11	9
每日需要額外的飼料，公克	7	16	20

(1)臨界溫度指代謝活動增加以維持體溫之前的溫度，受動物種類、營養與環境因素的影響。

水分含量高的玉米若使用有機酸保存時，其中所含胡蘿蔔素與生育醇維生素A與E的先成物）會大量流失。磷之利用率可藉磷酸（酒渣）改進之。而染患鏽病的大麥其可消化能要比正常大麥降低3—10%。玉米中含有黃麴毒素時，豬隻攝食量會因此而顯著地減少。

蛋白質的含量與品質（胺基酸種類與利用率）變化較大，與蛋白質輔助飼料的來源有關。表二所列出的飼料粗蛋白質含量是以玉米—大豆粉或胺基酸平衡飼料為主。玉米—大豆粉混合飼料的蛋白質含量可供給豬隻增重或生產所需要的必需胺基酸，如表所示。如果是以其它穀類代替玉米，或以其它蛋白質輔助飼料取代大豆粉，則必須以胺基酸需要量為衡量的標準，以免發生胺基酸缺乏或不平衡的情況。

近年來，營養專家們仍然致力於研究改善飼料中胺基酸含量的標準，希望達到最有效的生產利用率。有一項研究結果顯示，對於在3—4週齡離乳的仔豬而言，飼料中離胺酸之需要量隨著蛋白質含量（175-215%）而變動，每增加1%蛋白質，就需要增加0.4%離胺酸。倘若飼料中含有20%粗蛋白質，則必須含有1.15%離胺酸，方能達到最好的利用率（表11）。

豬飼料配方首先需要考慮的胺基酸是離胺酸、甲硫胺酸及色胺酸。如果這三種胺基酸足供所需，則其它必需胺基酸就少有缺乏的情形了。以玉米為主的飼料應優先考慮離胺酸與色胺酸含量。

在某些情況下，添加結晶離胺酸來取代大豆粉（或其它等值的蛋白質來源）是相當經濟的。由表二所列蛋白質水準看來，一般飼料的蛋白質含量不

得低於標準含量的2個百分點，否則，除了離胺酸之外，其餘的胺基酸含量都會受到影響。豬對於玉米和大豆粉中離胺酸的利用率約為70—75%，而對於結晶離胺酸的利用率卻為100%。因此，玉米—黃豆粉混合飼料之蛋白質一旦由16%減少為14%，則離胺酸約減少0.14%。此時若添加0.11%結晶離胺酸（其生物利用率等於玉米—大豆粉混合飼料中0.4%離胺酸之生物利用率）於粗蛋白質14%的飼料中，則生長豬之性能表現將與飼糧粗蛋白質16%的豬隻相同。以玉米為主的飼料，同時添加離胺酸與色胺酸時，則飼料之粗蛋白質含量可再降低一些，而不致於產生不良影響。如果使用「高離胺酸」玉米，則可以提高合成胺基酸的使用量，而減少使用蛋白質輔助飼料。近來研究顯示，經過改良後的麥精（*triticle*）利用率不錯，肥育豬飼以麥精加離胺酸（另添加維生素與礦物質）的飼料，其增重與飼料效率和飼糧玉米—大豆粉飼料的豬隻一樣好。明瞭了改進飼糧需要量的必要性，胺基酸與能量的關係就愈來愈重要了。表二建議的消化能及代謝能是目前最新資料，數據以乾物質（*dry-matter*）為基準，雖然成熟穀物的水分含量可能有顯著的差異，但是每單位乾物質的能量價值根本上是相同的。

至於幾種礦物質之間的相互關係，以及飼糧中含量的確定，目前正繼續研究中，然而，研究結果各有不同，尤其是考慮到鈣與磷時，變異特別大。「生長快速的公豬與候補女豬是否比達91公斤上市體重的閹公豬及女豬需要更多的鈣與磷？」此一問題尚未有決定性的答案。目前有證據顯示，在圈飼種畜群中所觀察到的「跛腳」與「發蹄」徵候，多半

是由於自然環境與管理上的缺失，而並非由鈣或磷所引起的。表二所列出的礦物質需要量足供圈飼豬隻所需。

根據NRC (National Research Council) 豬隻營養需要量 (Nutrient Requirements of Swine, No. 2, 1979) 建議，教槽料與小豬料的含硒量為0.15ppm，而在大多數情況下，此種含量已相當充裕了。但是又發現現在某些豬群裡，額外的硒（超過0.15ppm）可以降低初離乳仔豬的死亡率。研究顯示，介於4—8週齡的豬隻對於補充硒的需求量逐漸降低，並且初離乳仔豬祇要補充0.32ppm硒，即可防止維生素E—硒缺乏症。因此豬飼料中可以添加0.3ppm的硒，直到體重約達23公斤為止。

飼料中含有0.35%食鹽，足可提供豬隻充分的氯與鈉。

豬飼糧維生素需要量方面的研究雖然不如胺基酸和礦物質那麼普遍，近年來仍舊有關於維生素生物利用率和需要量的研究報告發表。維生素D₂（麥角鈣化固醇）及D₃（膽鈣化固醇）均可為豬隻利用。NRC所建議的核黃素（*riboflavin*）需要量並無法供應懷孕母豬長時期之生產需要，因此目前推薦含量為44毫克/公斤飼料（表四）。

豬飼糧添加油脂可增加飼料能量，改善嗜口性、減少胡蘿蔔素的流失、減輕揚塵、改善飼料的物理性狀、保護混合機械設備減低磨損率，以及減少飼料浪費。懷孕後期與哺乳期間的母豬料中添加油脂，可以增加乳脂含量，提高泌乳量。有時亦可改善仔豬存活率。對於3週齡離乳而飼養至8週齡的仔豬而言，需要攝取的能量高達3663千卡代謝能

表二、圈飼豬隻胺基酸蛋白質與能量需要量

	體重或生產階段				
	小豬期	生長期 ⁽¹⁾	肥育期 ⁽¹⁾	繁殖期 ⁽²⁾	
	4.6-13.6公斤	13.6-54.6公斤	54.6公斤至上市重	懷孕期	哺乳期 ⁽³⁾
(佔飼糧的百分比)					
胺基酸 ^{(4),(5)}					
離胺酸	1.15	0.74	0.60 ⁽⁶⁾	0.42	0.60
甲硫胺酸 ⁽⁷⁾	0.60	0.50	0.30	0.28	0.36
色胺酸 ⁽⁸⁾	0.14	0.12	0.11	0.08	0.13
精胺酸	0.53	0.36	0.21	— ⁽⁹⁾	0.34
組胺酸	0.34	0.23	0.14	0.13	0.26
異白胺酸	0.70	0.52	0.40	0.37	0.39
白胺酸	0.84	0.67	0.45	0.40	0.79
苯丙胺酸 ⁽¹⁰⁾	0.63	0.50	0.40	0.37	0.40
蘇胺酸	0.66	0.45	0.37	0.30	0.51
纈胺酸	0.67	0.46	0.36	0.40	0.68
蛋白質 ⁽¹¹⁾	20	16	14 ⁽¹²⁾	12 ⁽¹³⁾	14
能量，仟卡/公斤乾物質 ⁽¹⁴⁾					
可消化能	3,596	3,674	3,674	3,630	3,674
代謝能	3,432	3,476	3,498	3,476	3,476

表三、圈飼豬隻礦物質需要量

	體重或生產階段				
	小·豬期	生長期	肥育期	繁殖期 ⁽¹⁾	
	4.6-13.6公斤	13.6-54.6公斤	54.6公斤至上市重	懷孕期	哺乳期
鈣，%	0.80	0.60	0.60	0.75	0.75
磷 ⁽²⁾ ，%	0.60	0.50	0.50	0.50 ⁽³⁾	0.50
氯化鈉(食鹽)，%	0.35	0.35	0.25	0.35	0.35
微量礦物質 ⁽⁴⁾ ，毫克/公斤(ppm)					
鐵 ⁽⁵⁾	140.8(140)	79.2(80)	39.6(40)	79.2(80)	79.2(80)
銅	5.06(5)	3.96(4)	3.08(3)	5.06(5)	5.06(5)
錳	3.96(4)	3.08(3)	2.2(2)	9.9(10)	9.9(10)
鋅	99(100)	59.4(60)	50.6(50)	50.6(50)	50.5(50)
碘	0.132(0.14)	0.132(0.14)	0.132(0.14)	0.132(0.14)	0.132(0.14)
硒 ⁽⁶⁾	0.154(0.15)	0.154(0.15)	0.11(0.10)	0.198(0.15)	0.154(0.15)

表四、飼養豬隻維生素需要量

飼養中	體重或生產階段				
	小豬期	生長期	肥育期	繁殖期 ⁽¹⁾	
	4.6-13.6公斤	13.6-54.6公斤	54.6公斤至上市重	懷孕期	哺乳期
脂溶性					
A I.U./公斤 ⁽²⁾	3,300	3,300	3,300	5,500	3,000
或胡蘿蔔素, 毫克	13.2	13.2	13.2	22	13.2
D I.U./公斤	660	330	165	330	330
E I.U./公斤 ⁽³⁾	11	11	11	11	11
K 毫克/公斤 ⁽⁴⁾	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
水溶性					
B ₁ 毫克/公斤	3.3	2.2	1.76	2.2	2.2
菸鹼酸, 毫克/公斤	26.4	17.6	13.2	17.6	17.6
泛酸, 毫克/公斤	13.2	11	11	11	11
胆鹼, 毫克/公斤	1,320	880	770	990 ⁽⁶⁾	990 ⁽⁴⁾
B ₁₂ 鈔克/公斤	19.8	13.2	8.8	13.2	13.2

(1)成熟公豬之維生素需要量可參考懷孕母豬一欄。

(2)飼料配方中玉米之維生素A不具任何效用，因為①貯存過程中，胡蘿蔔素被破壞；②豬利用β-胡蘿蔔素，1毫克之生物價約等於維生素A 250-350I.U.，因此，需要利用維生素輔助飼料來補足維生素A。

(3)假定飼料中含有足夠的硒；此處維生素E需要量其實是指在田間狀況下可以減輕因維生素E缺乏而表現出來的症狀。

(4)補充量。

(5)玉米、小麥、粟米的菸鹼酸根本不能被豬利用，所以必須由維生素輔助飼料充分供應。

(6)此為最低限度的供給量，更精確的需要量尚未測出來。

／公斤飼料，然而，目前所生產的豬飼料通常無法達到此種水準；因此，既然油脂所含能量幾乎是同等重量的碳水化合物或蛋白質的2.5倍，自然就成為補充能量的良好來源。不過，油脂類（牛油、豬油、脂油等）通常比較昂貴，不容易與其它飼料成分混合均勻，貯存時間有限，並且飼料的流動性不如理想（尤其在使用自動飼槽時）。高油（7.5%）（玉米、加熱過（烘烤或溶劑提油）的大豆（18%油脂）、葵花籽（41%油脂）以及去殼葵花籽（52%油脂）都是補充飼料能量的有效來源，並且在飼料的混合、處理與貯存上不會產生任何困擾（見表六代謝能一欄的數值）。但是，種籽中所含油脂的代謝能通常會比提煉出來的油脂要低10-20%（例如：玉米中所含油脂與玉米油的比較，烘烤後的大豆中所含油脂與大豆油的比較）。當飼料添加油脂之後，還必須注意能量與胺基酸的比例。對生長—肥育豬而言，在炎熱氣候下於飼料中添加油脂，比在寒冷氣候下添加更可以促進飼料效率。

飼料中營養分的生物利用率顯著地影響整個飼料的營養價值。例如：豬隻對於玉米和其它穀類中所含菸鹼酸的利用率極低，因此，飼料中必須再添加足夠的菸鹼酸，方能符合豬隻的需求。各種飼料所含磷的可利用性各不相同，玉米為8-16%，大麥為17-43%，小麥為18-51%，乾燥的高粱為2-19%，而大豆粉則為17-27%。磷之利用率在含水量多的高粱可高達40%，而在水分含量高高的玉米則可高達40-48%。棉籽粕內的磷基本上無法為豬隻利用。表五列出幾種飼料原料「可利用磷」的最

表五、豬隻對於幾種飼料原料中磷的生物利用率

飼料原料	磷，%	
	總含量	生物利用率
苜蓿粉	0.27	0.07
大麥	0.42	0.13
玉米	0.25	0.03
玉米，高濕度	0.25	0.13
玉米，打粒後	0.25	0.03
燕麥	0.35	0.08
米糠	1.70	0.42
小麥	0.40	0.19
麸皮	1.17	0.41
粗麥粉	0.91	0.40
棉籽粕	1.00	0.00
花生粕	0.60	0.07
大豆粉	1.00	0.25
大豆粉，去殼	0.65	0.25
魚粉	3.00	3.00

轉載自 Cormwell, 1980.

表六、豬隻飼料原料之可消化能與代謝能

飼料原料	仟卡/公斤乾物質 ⁽¹⁾	
	可消化能	代謝能
大麥，磨製法	3,546	3,296
玉米，磨製法	3,705	3,595
玉米突變種 (Opaque-2)，磨製法	3,740	3,630
玉米 (高油，7.5%)，磨製法	4,057	3,773
粟，磨製法	3,777	3,595
燕麥，磨製法	3,018	2,897
燕麥，碾製法	4,220	3,890
麥精	3,520	3,423
大豆，烤製法	4,052	3,885
大豆，壓榨法	4,312	4,222
葵花籽	4,644	4,400
葵花籽，去殼	5,896	5,599
小麥，磨製法	3,817	3,595

新資料。大多數磷輔助飼料的利用性都不錯，如磷酸鈉、磷酸鈣與第二磷酸鈣為98~100%，蒸製骨粉、磷酸一氫鈣及去氫磷酸鈣為90~95%，而奎拉索島磷酸鈣 (Curacao Island Phosphate) 約為70%，軟石磷酸鈣 (soft rock phosphate) 則約

為33%。

水分是最容易得到的東西，往往也最容易被人忽略，其實它也是最重要的營養分，應該供應新鮮、清潔的飲水。正常情況下，豬隻每日飲水量約為飼料量的2~5倍，飼料吃得愈多，水的消耗量愈

大。飲食不可受有害物質的污染，如有毒的化學藥品、硝酸鹽或致病性微生物。

圈飼豬隻的飼養標準與性能表現可採用表七做為評估的指南。如果整個豬群的性能表現不符合表上所列標準，即需檢討飼養方式與管理作業；如果

表現優於所列標準，則表示飼料的營養價值很高，而管理作業也極為成功。
本文各表格中所列資料都是經過研究而得到的數據。有些營養成分的需要量尚未制定，而是由某

些資料得來的估計值。由於營養需要量會受到(1)管理與環境及(2)常用飼料中營養分之生物利用率的影響，因此，飼養標準也必須包括安全限量 (margin of safety) 在內。本文所提供的營養需要量是以

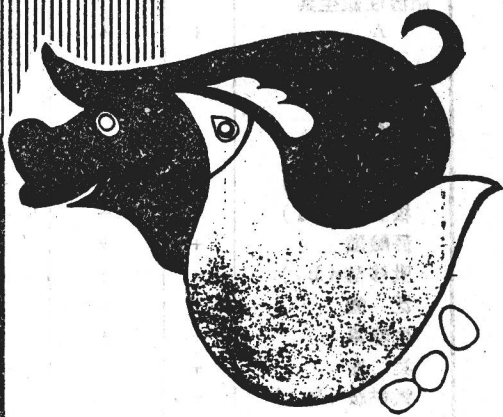
玉米、大豆粉混合飼料，或其他相當的飼糧為主，可供給圈飼健康豬隻的需要。但是在某些情況下，對於患病或遭受緊迫的豬隻則比較缺乏其個別之標準。

(下轉第 9 頁)

苜蓿粉	1,619	1,399
苜蓿粉·脫水	2,035	1,791
脫脂乳粉 ⁽²⁾	4,171	3,905
乳清粉	3,850	3,397
玉米粉渣	4,019	3,839
麸皮	2,715	2,497
粗麥粉	3,465	3,300
麵粉下脚	3,155	2,996
乾啤酒粕	2,649	2,380
乾啤酒粕·5%乾啤酒酵母	2,840	2,499
玉米筋料	3,045	2,618
乾酒渣	2,013	1,808
可溶乾酒渣	3,014	2,706
食用酵母	3,421	3,315
棉籽餅	3,054	2,596
魚粉		
墨罕敦魚粉 ⁽²⁾	3,654	2,996
鯪魚粉	3,806	3,197
白魚粉	3,520	2,992
肉骨粉	2,048	1,597
油菜籽餅	3,287	2,794
大豆餅		
粗蛋白質49%	4,224	3,595
粗蛋白質44%	4,116	3,498
肉骨屑(加工剩餘物)	2,715	2,200
糖蜜	3,278	3,058
花生餅	3,485	3,186
米糠	3,850	3,696
胡麻餅	3,751	3,432
椰子油	9,790	—
玉米油	7,612	7,348
豬脂	7,766	7,700
大豆油	7,568	7,260
牛油	8,118	7,898

(1)由數種不同之測定及估計方法彙集而得。

(2)最近據研究調查顯示此一數值可能低於實際量。



維生素營養

台灣養豬科學研究所 顏宏達博士

前言

現代畜禽生產所遭遇到最大的經濟上損失來自飼養和畜舍的改變。畜舍通常被放置在清潔的室內，與陽光、牧草和糞便隔離。同時，飼料成分的改變，純化的飼料原料常被用在飼料的調製上，又飼料的加工製造和長期的貯存更影響到維生素的數量和穩定性。增加生產速率，在數量例如提高瘦肉量的生產方式，也導致維生素需要的改變。當然，飼料中補充高量的某些維生素，例如維生素D，並非

對家畜有益，這種補充對畜禽生產者而言是一種損失。所以，瞭解飼料中補充適當用量的各種維生素以獲致最佳的生長和繁殖性能是非常重要的。有關維生素的正確資料應加以收集，這包括天然飼料原料的含量，對生長和繁殖的影響（表一），維生素機能 and 代謝，與其他營養分的關係和維生素需要以生化敏感度和性能測定的標準。

維生素營養

維生素可歸類為有機化合物，其

性質是(1)維生素用之於正常機能的數量少(μg或mg)，(2)維持動物正常機能之所需，(3)不為動物組織所合成(或僅少量之合成)，以及(4)缺乏會產生嚴重的病變。

通常家畜需要十幾種維生素，包括四種脂溶性維生素(A, D, E和K)和多種水溶性維生素，如噁胺(B₁)，核黃素(B₂)，菸鹼酸，吡哆醇(B₆)，泛酸，生物素，葉酸，胆鹼和維生素B₁₂和C(表二)。

現在吾人瞭解到維生素可能並非一單一成分而是一些具有維生素活力的化合物。同時，在某些例子中的維

生素並非是有活力的化合物而是在產生維生素活力前轉變成為活性的代謝產物。

這些化合物經過化學變化後，便有維生素的功能者，稱之為維生素先質或前身(Provitamins或Vitamin precursors)。例如α-胡蘿蔔素(α-carotene)及一些固醇類皆是。許多維生素易因氧化而破壞，而熱、光和某些金屬如鐵，均使這種破壞速度加快(表三、四)。食物貯藏的狀況會影響維生素最終的效力。某些市售維生素丸或劑，常以蠟或膠類包被形成保護層，以避免氧化。

表1. 維生素對生產和繁殖性能之影響(Christensen, 1980)

	增重	飼料利用	肉產量	肉品質	皮	繁殖	運動神經系統	免疫反應
脂溶性維生素								
A	+	+			+	+	+	+
D	+					+	+	+
E				+	+	+	+	+
K					+			
水溶性維生素								
噻 胺 (B ₁)	+	+	+	+			+	
核黃素 (B ₂)	+	+	+	+	+	+	+	
菸鹼酸	+	+	+	+	+		+	
吡哆酸 (B ₆)	+	+	+	+	+	+	+	+
泛 酸	+	+	+	+	+	+	+	
生物素	+	+	+	+	+	+	+	
葉 酸	+		+	+	+	+	+	+
氰鈷胺 (B ₁₂)	+	+	+	+	+	+	+	+
胆 鹼	+			?		+	+	+
C						+	+	+

表2. 重要維生素

維 生 素 化 學 名 稱		
脂溶性維生素 (fat-soluble vitamins)		
A	視覺醇	(retinol)
D ₂	麥角沈鈣醇	(ergocalciferol)
D ₃	胆成骨醇	(cholecalciferol)
E	生殖醇	(tocopherol)
K	葉 醇	(phylloquinone)
水溶性維生素 (water-soluble vitamins)		
維生素B群		
B ₁	噻 胺	(thiamine)
B ₂	核黃素	(riboflavin)
	菸鹼醯胺	(nicotinamide)
B ₆	吡哆醛	(pyridoxine)
	泛 酸	(pantothenic acid)
	生物素	(biotin)
	葉 酸	(folacin)
	胆 鹼	(choline)
B ₁₂	氰鈷胺	(cyanocobalamin)
C	抗壞血酸	(ascorbic acid)

表3. 影響維生素穩定性的因子(Oser, 1952; Christensen, 1980)

維 生 素	水	空 氣	熱	時 間	光 線	酸	微生物
脂溶性維生素							
A (和胡蘿蔔素)		++	+	+	++	+	
D						+	
E		++	+	+			
K		++			+		
水溶性維生素							
噻 胺 (B ₁)	+		++	+		+	
核黃素 (B ₂)	+			+	++	+	
菸鹼酸	+						
吡哆酸 (B ₆)	+				+		
泛 酸	+		+			++	
生物素	+						
葉 酸	+				+	+	
氰鈷胺 (B ₁₂)	+						+
胆 鹼	+					+	
C	+	++	+	+	+	+	

+ = 影響 ++ = 極度影響

表4. 熱處理對不同來源維生素K₃的影響(Charlès, 1974)

溫度 (°C)	乾 熱		蒸 氣	
	MPB	MSBC	MPB	MSBC
70	95	95	92	0.005
80	93	93	79	ND
100	93	83	71	ND
120	96	74	43	ND
130	96	35	ND	ND

ND 表無法測得

MPB = menadione pyridinol bisulphite

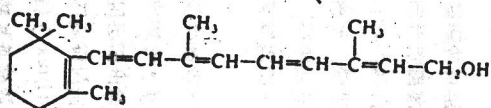
MSB (C) = menadione sodium bisulphite (complex)

雖然維生素命名常以字母表示，十分方便。但現在的趨勢，則漸以化學名稱呼。
至少有十五種維生素已被認為是飼料的必需因子，其他尚有少數的因子亦是，但並非每一種都是必需的。在此只討論一些在飼料中常會缺乏的維生素。

一維生素 A

化學性質

維生素 A (vitamin A) 化學名稱為視黃醇 (retinol)，為不飽和一元醇 (unsaturated monohydric alcohol)，其結構式如下：



維生素 A (C₂₀H₃₀OH)

維生素A為淡黃色結晶，不溶於水而溶於脂肪和其他脂肪溶劑中，曝露於空氣和陽光下會迅速地被氧化。相似的化合物有維生素A₂ (vitamin A₂, 3-dehydroretinol)，化學式為C₂₈H₄₄O，最早是在魚體內發現。

來源

維生素A貯存於肝臟中，故肝臟是維生素A的最佳來源，其含量因動物種類和所餵飼料之不同而異。表五列出不同動物肝臟中維生素A之含量，各動物間的差異很大。

魚肝油，特別是來自鱈魚和大比目魚者，為重要的維生素A來源，蛋黃和乳脂肪亦為豐富的來源，但其含量受飼料的影響很大。

維生素A已能用工業方法加以合成，市面上可得到純粹的維生素A。

事實上，維生素A並不存在於植物中，而是以某些類胡蘿蔔素 (carotenoids) 存在，這些物質稱維生素先質，動物可將其加以轉變而成維生素A。至少有八〇種維生素A先質，這包括α、β、γ、ε、ζ、η、θ、ι、κ、λ、μ、ν、ξ、ο、π、ρ、σ、τ、υ、φ、χ、ψ、ω、Ω、A₁、A₂、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇、A₈、A₉、A₁₀、A₁₁、A₁₂、A₁₃、A₁₄、A₁₅、A₁₆、A₁₇、A₁₈、A₁₉、A₂₀、A₂₁、A₂₂、A₂₃、A₂₄、A₂₅、A₂₆、A₂₇、A₂₈、A₂₉、A₃₀、A₃₁、A₃₂、A₃₃、A₃₄、A₃₅、A₃₆、A₃₇、A₃₈、A₃₉、A₄₀、A₄₁、A₄₂、A₄₃、A₄₄、A₄₅、A₄₆、A₄₇、A₄₈、A₄₉、A₅₀、A₅₁、A₅₂、A₅₃、A₅₄、A₅₅、A₅₆、A₅₇、A₅₈、A₅₉、A₆₀、A₆₁、A₆₂、A₆₃、A₆₄、A₆₅、A₆₆、A₆₇、A₆₈、A₆₉、A₇₀、A₇₁、A₇₂、A₇₃、A₇₄、A₇₅、A₇₆、A₇₇、A₇₈、A₇₉、A₈₀、A₈₁、A₈₂、A₈₃、A₈₄、A₈₅、A₈₆、A₈₇、A₈₈、A₈₉、A₉₀、A₉₁、A₉₂、A₉₃、A₉₄、A₉₅、A₉₆、A₉₇、A₉₈、A₉₉、A₁₀₀、A₁₀₁、A₁₀₂、A₁₀₃、A₁₀₄、A₁₀₅、A₁₀₆、A₁₀₇、A₁₀₈、A₁₀₉、A₁₁₀、A₁₁₁、A₁₁₂、A₁₁₃、A₁₁₄、A₁₁₅、A₁₁₆、A₁₁₇、A₁₁₈、A₁₁₉、A₁₂₀、A₁₂₁、A₁₂₂、A₁₂₃、A₁₂₄、A₁₂₅、A₁₂₆、A₁₂₇、A₁₂₈、A₁₂₉、A₁₃₀、A₁₃₁、A₁₃₂、A₁₃₃、A₁₃₄、A₁₃₅、A₁₃₆、A₁₃₇、A₁₃₈、A₁₃₉、A₁₄₀、A₁₄₁、A₁₄₂、A₁₄₃、A₁₄₄、A₁₄₅、A₁₄₆、A₁₄₇、A₁₄₈、A₁₄₉、A₁₅₀、A₁₅₁、A₁₅₂、A₁₅₃、A₁₅₄、A₁₅₅、A₁₅₆、A₁₅₇、A₁₅₈、A₁₅₉、A₁₆₀、A₁₆₁、A₁₆₂、A₁₆₃、A₁₆₄、A₁₆₅、A₁₆₆、A₁₆₇、A₁₆₈、A₁₆₉、A₁₇₀、A₁₇₁、A₁₇₂、A₁₇₃、A₁₇₄、A₁₇₅、A₁₇₆、A₁₇₇、A₁₇₈、A₁₇₉、A₁₈₀、A₁₈₁、A₁₈₂、A₁₈₃、A₁₈₄、A₁₈₅、A₁₈₆、A₁₈₇、A₁₈₈、A₁₈₉、A₁₉₀、A₁₉₁、A₁₉₂、A₁₉₃、A₁₉₄、A₁₉₅、A₁₉₆、A₁₉₇、A₁₉₈、A₁₉₉、A₂₀₀、A₂₀₁、A₂₀₂、A₂₀₃、A₂₀₄、A₂₀₅、A₂₀₆、A₂₀₇、A₂₀₈、A₂₀₉、A₂₁₀、A₂₁₁、A₂₁₂、A₂₁₃、A₂₁₄、A₂₁₅、A₂₁₆、A₂₁₇、A₂₁₈、A₂₁₉、A₂₂₀、A₂₂₁、A₂₂₂、A₂₂₃、A₂₂₄、A₂₂₅、A₂₂₆、A₂₂₇、A₂₂₈、A₂₂₉、A₂₃₀、A₂₃₁、A₂₃₂、A₂₃₃、A₂₃₄、A₂₃₅、A₂₃₆、A₂₃₇、A₂₃₈、A₂₃₉、A₂₄₀、A₂₄₁、A₂₄₂、A₂₄₃、A₂₄₄、A₂₄₅、A₂₄₆、A₂₄₇、A₂₄₈、A₂₄₉、A₂₅₀、A₂₅₁、A₂₅₂、A₂₅₃、A₂₅₄、A₂₅₅、A₂₅₆、A₂₅₇、A₂₅₈、A₂₅₉、A₂₆₀、A₂₆₁、A₂₆₂、A₂₆₃、A₂₆₄、A₂₆₅、A₂₆₆、A₂₆₇、A₂₆₈、A₂₆₉、A₂₇₀、A₂₇₁、A₂₇₂、A₂₇₃、A₂₇₄、A₂₇₅、A₂₇₆、A₂₇₇、A₂₇₈、A₂₇₉、A₂₈₀、A₂₈₁、A₂₈₂、A₂₈₃、A₂₈₄、A₂₈₅、A₂₈₆、A₂₈₇、A₂₈₈、A₂₈₉、A₂₉₀、A₂₉₁、A₂₉₂、A₂₉₃、A₂₉₄、A₂₉₅、A₂₉₆、A₂₉₇、A₂₉₈、A₂₉₉、A₃₀₀、A₃₀₁、A₃₀₂、A₃₀₃、A₃₀₄、A₃₀₅、A₃₀₆、A₃₀₇、A₃₀₈、A₃₀₉、A₃₁₀、A₃₁₁、A₃₁₂、A₃₁₃、A₃₁₄、A₃₁₅、A₃₁₆、A₃₁₇、A₃₁₈、A₃₁₉、A₃₂₀、A₃₂₁、A₃₂₂、A₃₂₃、A₃₂₄、A₃₂₅、A₃₂₆、A₃₂₇、A₃₂₈、A₃₂₉、A₃₃₀、A₃₃₁、A₃₃₂、A₃₃₃、A₃₃₄、A₃₃₅、A₃₃₆、A₃₃₇、A₃₃₈、A₃₃₉、A₃₄₀、A₃₄₁、A₃₄₂、A₃₄₃、A₃₄₄、A₃₄₅、A₃₄₆、A₃₄₇、A₃₄₈、A₃₄₉、A₃₅₀、A₃₅₁、A₃₅₂、A₃₅₃、A₃₅₄、A₃₅₅、A₃₅₆、A₃₅₇、A₃₅₈、A₃₅₉、A₃₆₀、A₃₆₁、A₃₆₂、A₃₆₃、A₃₆₄、A₃₆₅、A₃₆₆、A₃₆₇、A₃₆₈、A₃₆₉、A₃₇₀、A₃₇₁、A₃₇₂、A₃₇₃、A₃₇₄、A₃₇₅、A₃₇₆、A₃₇₇、A₃₇₈、A₃₇₉、A₃₈₀、A₃₈₁、A₃₈₂、A₃₈₃、A₃₈₄、A₃₈₅、A₃₈₆、A₃₈₇、A₃₈₈、A₃₈₉、A₃₉₀、A₃₉₁、A₃₉₂、A₃₉₃、A₃₉₄、A₃₉₅、A₃₉₆、A₃₉₇、A₃₉₈、A₃₉₉、A₄₀₀、A₄₀₁、A₄₀₂、A₄₀₃、A₄₀₄、A₄₀₅、A₄₀₆、A₄₀₇、A₄₀₈、A₄₀₉、A₄₁₀、A₄₁₁、A₄₁₂、A₄₁₃、A₄₁₄、A₄₁₅、A₄₁₆、A₄₁₇、A₄₁₈、A₄₁₉、A₄₂₀、A₄₂₁、A₄₂₂、A₄₂₃、A₄₂₄、A₄₂₅、A₄₂₆、A₄₂₇、A₄₂₈、A₄₂₉、A₄₃₀、A₄₃₁、A₄₃₂、A₄₃₃、A₄₃₄、A₄₃₅、A₄₃₆、A₄₃₇、A₄₃₈、A₄₃₉、A₄₄₀、A₄₄₁、A₄₄₂、A₄₄₃、A₄₄₄、A₄₄₅、A₄₄₆、A₄₄₇、A₄₄₈、A₄₄₉、A₄₅₀、A₄₅₁、A₄₅₂、A₄₅₃、A₄₅₄、A₄₅₅、A₄₅₆、A₄₅₇、A₄₅₈、A₄₅₉、A₄₆₀、A₄₆₁、A₄₆₂、A₄₆₃、A₄₆₄、A₄₆₅、A₄₆₆、A₄₆₇、A₄₆₈、A₄₆₉、A₄₇₀、A₄₇₁、A₄₇₂、A₄₇₃、A₄₇₄、A₄₇₅、A₄₇₆、A₄₇₇、A₄₇₈、A₄₇₉、A₄₈₀、A₄₈₁、A₄₈₂、A₄₈₃、A₄₈₄、A₄₈₅、A₄₈₆、A₄₈₇、A₄₈₈、A₄₈₉、A₄₉₀、A₄₉₁、A₄₉₂、A₄₉₃、A₄₉₄、A₄₉₅、A₄₉₆、A₄₉₇、A₄₉₈、A₄₉₉、A₅₀₀、A₅₀₁、A₅₀₂、A₅₀₃、A₅₀₄、A₅₀₅、A₅₀₆、A₅₀₇、A₅₀₈、A₅₀₉、A₅₁₀、A₅₁₁、A₅₁₂、A₅₁₃、A₅₁₄、A₅₁₅、A₅₁₆、A₅₁₇、A₅₁₈、A₅₁₉、A₅₂₀、A₅₂₁、A₅₂₂、A₅₂₃、A₅₂₄、A₅₂₅、A₅₂₆、A₅₂₇、A₅₂₈、A₅₂₉、A₅₃₀、A₅₃₁、A₅₃₂、A₅₃₃、A₅₃₄、A₅₃₅、A₅₃₆、A₅₃₇、A₅₃₈、A₅₃₉、A₅₄₀、A₅₄₁、A₅₄₂、A₅₄₃、A₅₄₄、A₅₄₅、A₅₄₆、A₅₄₇、A₅₄₈、A₅₄₉、A₅₅₀、A₅₅₁、A₅₅₂、A₅₅₃、A₅₅₄、A₅₅₅、A₅₅₆、A₅₅₇、A₅₅₈、A₅₅₉、A₅₆₀、A₅₆₁、A₅₆₂、A₅₆₃、A₅₆₄、A₅₆₅、A₅₆₆、A₅₆₇、A₅₆₈、A₅₆₉、A₅₇₀、A₅₇₁、A₅₇₂、A₅₇₃、A₅₇₄、A₅₇₅、A₅₇₆、A₅₇₇、A₅₇₈、A₅₇₉、A₅₈₀、A₅₈₁、A₅₈₂、A₅₈₃、A₅₈₄、A₅₈₅、A₅₈₆、A₅₈₇、A₅₈₈、A₅₈₉、A₅₉₀、A₅₉₁、A₅₉₂、A₅₉₃、A₅₉₄、A₅₉₅、A₅₉₆、A₅₉₇、A₅₉₈、A₅₉₉、A₆₀₀、A₆₀₁、A₆₀₂、A₆₀₃、A₆₀₄、A₆₀₅、A₆₀₆、A₆₀₇、A₆₀₈、A₆₀₉、A₆₁₀、A₆₁₁、A₆₁₂、A₆₁₃、A₆₁₄、A₆₁₅、A₆₁₆、A₆₁₇、A₆₁₈、A₆₁₉、A₆₂₀、A₆₂₁、A₆₂₂、A₆₂₃、A₆₂₄、A₆₂₅、A₆₂₆、A₆₂₇、A₆₂₈、A₆₂₉、A₆₃₀、A₆₃₁、A₆₃₂、A₆₃₃、A₆₃₄、A₆₃₅、A₆₃₆、A₆₃₇、A₆₃₈、A₆₃₉、A₆₄₀、A₆₄₁、A₆₄₂、A₆₄₃、A₆₄₄、A₆₄₅、A₆₄₆、A₆₄₇、A₆₄₈、A₆₄₉、A₆₅₀、A₆₅₁、A₆₅₂、A₆₅₃、A₆₅₄、A₆₅₅、A₆₅₆、A₆₅₇、A₆₅₈、A₆₅₉、A₆₆₀、A₆₆₁、A₆₆₂、A₆₆₃、A₆₆₄、A₆₆₅、A₆₆₆、A₆₆₇、A₆₆₈、A₆₆₉、A₆₇₀、A₆₇₁、A₆₇₂、A₆₇₃、A₆₇₄、A₆₇₅、A₆₇₆、A₆₇₇、A₆₇₈、A₆₇₉、A₆₈₀、A₆₈₁、A₆₈₂、A₆₈₃、A₆₈₄、A₆₈₅、A₆₈₆、A₆₈₇、A₆₈₈、A₆₈₉、A₆₉₀、A₆₉₁、A₆₉₂、A₆₉₃、A₆₉₄、A₆₉₅、A₆₉₆、A₆₉₇、A₆₉₈、A₆₉₉、A₇₀₀、A₇₀₁、A₇₀₂、A₇₀₃、A₇₀₄、A₇₀₅、A₇₀₆、A₇₀₇、A₇₀₈、A₇₀₉、A₇₁₀、A₇₁₁、A₇₁₂、A₇₁₃、A₇₁₄、A₇₁₅、A₇₁₆、A₇₁₇、A₇₁₈、A₇₁₉、A₇₂₀、A₇₂₁、A₇₂₂、A₇₂₃、A₇₂₄、A₇₂₅、A₇₂₆、A₇₂₇、A₇₂₈、A₇₂₉、A₇₃₀、A₇₃₁、A₇₃₂、A₇₃₃、A₇₃₄、A₇₃₅、A₇₃₆、A₇₃₇、A₇₃₈、A₇₃₉、A₇₄₀、A₇₄₁、A₇₄₂、A₇₄₃、A₇₄₄、A₇₄₅、A₇₄₆、A₇₄₇、A₇₄₈、A₇₄₉、A₇₅₀、A₇₅₁、A₇₅₂、A₇₅₃、A₇₅₄、A₇₅₅、A₇₅₆、A₇₅₇、A₇₅₈、A₇₅₉、A₇₆₀、A₇₆₁、A₇₆₂、A₇₆₃、A₇₆₄、A₇₆₅、A₇₆₆、A₇₆₇、A₇₆₈、A₇₆₉、A₇₇₀、A₇₇₁、A₇₇₂、A₇₇₃、A₇₇₄、A₇₇₅、A₇₇₆、A₇₇₇、A₇₇₈、A₇₇₉、A₇₈₀、A₇₈₁、A₇₈₂、A₇₈₃、A₇₈₄、A₇₈₅、A₇₈₆、A₇₈₇、A₇₈₈、A₇₈₉、A₇₉₀、A₇₉₁、A₇₉₂、A₇₉₃、A₇₉₄、A₇₉₅、A₇₉₆、A₇₉₇、A₇₉₈、A₇₉₉、A₈₀₀、A₈₀₁、A₈₀₂、A₈₀₃、A₈₀₄、A₈₀₅、A₈₀₆、A₈₀₇、A₈₀₈、A₈₀₉、A₈₁₀、A₈₁₁、A₈₁₂、A₈₁₃、A₈₁₄、A₈₁₅、A₈₁₆、A₈₁₇、A₈₁₈、A₈₁₉、A₈₂₀、A₈₂₁、A₈₂₂、A₈₂₃、A₈₂₄、A₈₂₅、A₈₂₆、A₈₂₇、A₈₂₈、A₈₂₉、A₈₃₀、A₈₃₁、A₈₃₂、A₈₃₃、A₈₃₄、A₈₃₅、A₈₃₆、A₈₃₇、A₈₃₈、A₈₃₉、A₈₄₀、A₈₄₁、A₈₄₂、A₈₄₃、A₈₄₄、A₈₄₅、A₈₄₆、A₈₄₇、A₈₄₈、A₈₄₉、A₈₅₀、A₈₅₁、A₈₅₂、A₈₅₃、A₈₅₄、A₈₅₅、A₈₅₆、A₈₅₇、A₈₅₈、A₈₅₉、A₈₆₀、A₈₆₁、A₈₆₂、A₈₆₃、A₈₆₄、A₈₆₅、A₈₆₆、A₈₆₇、A₈₆₈、A₈₆₉、A₈₇₀、A₈₇₁、A₈₇₂、A₈₇₃、A₈₇₄、A₈₇₅、A₈₇₆、A₈₇₇、A₈₇₈、A₈₇₉、A₈₈₀、A₈₈₁、A₈₈₂、A₈₈₃、A₈₈₄、A₈₈₅、A₈₈₆、A₈₈₇、A₈₈₈、A₈₈₉、A₈₉₀、A₈₉₁、A₈₉₂、A₈₉₃、A₈₉₄、A₈₉₅、A₈₉₆、A₈₉₇、A₈₉₈、A₈₉₉、A₉₀₀、A₉₀₁、A₉₀₂、A₉₀₃、A₉₀₄、A₉₀₅、A₉₀₆、A₉₀₇、A₉₀₈、A₉₀₉、A₉₁₀、A₉₁₁、A₉₁₂、A₉₁₃、A₉₁₄、A₉₁₅、A₉₁₆、A₉₁₇、A₉₁₈、A₉₁₉、A₉₂₀、A₉₂₁、A₉₂₂、A₉₂₃、A₉₂₄、A₉₂₅、A₉₂₆、A₉₂₇、A₉₂₈、A₉₂₉、A₉₃₀、A₉₃₁、A₉₃₂、A₉₃₃、A₉₃₄、A₉₃₅、A₉₃₆、A₉₃₇、A₉₃₈、A₉₃₉、A₉₄₀、A₉₄₁、A₉₄₂、A₉₄₃、A₉₄₄、A₉₄₅、A₉₄₆、A₉₄₇、A₉₄₈、A₉₄₉、A₉₅₀、A₉₅₁、A₉₅₂、A₉₅₃、A₉₅₄、A₉₅₅、A₉₅₆、A₉₅₇、A₉₅₈、A₉₅₉、A₉₆₀、A₉₆₁、A₉₆₂、A₉₆₃、A₉₆₄、A₉₆₅、A₉₆₆、A₉₆₇、A₉₆₈、A₉₆₉、A₉₇₀、A₉₇₁、A₉₇₂、A₉₇₃、A₉₇₄、A₉₇₅、A₉₇₆、A₉₇₇、A₉₇₈、A₉₇₉、A₉₈₀、A₉₈₁、A₉₈₂、A₉₈₃、A₉₈₄、A₉₈₅、A₉₈₆、A₉₈₇、A₉₈₈、A₉₈₉、A₉₉₀、A₉₉₁、A₉₉₂、A₉₉₃、A₉₉₄、A₉₉₅、A₉₉₆、A₉₉₇、A₉₉₈、A₉₉₉、A₁₀₀₀、A₁₀₀₁、A₁₀₀₂、A₁₀₀₃、A₁₀₀₄、A₁₀₀₅、A₁₀₀₆、A₁₀₀₇、A₁₀₀₈、A₁₀₀₉、A₁₀₁₀、A₁₀₁₁、A₁₀₁₂、A₁₀₁₃、A₁₀₁₄、A₁₀₁₅、A₁₀₁₆、A₁₀₁₇、A₁₀₁₈、A₁₀₁₉、A₁₀₂₀、A₁₀₂₁、A₁₀₂₂、A₁₀₂₃、A₁₀₂₄、A₁₀₂₅、A₁₀₂₆、A₁₀₂₇、A₁₀₂₈、A₁₀₂₉、A₁₀₃₀、A₁₀₃₁、A₁₀₃₂、A₁₀₃₃、A₁₀₃₄、A₁₀₃₅、A₁₀₃₆、A₁₀₃₇、A₁₀₃₈、A₁₀₃₉、A₁₀₄₀、A₁₀₄₁、A₁₀₄₂、A₁₀₄₃、A₁₀₄₄、A₁₀₄₅、A₁₀₄₆、A₁₀₄₇、A₁₀₄₈、A₁₀₄₉、A₁₀₅₀、A₁₀₅₁、A₁₀₅₂、A₁₀₅₃、A₁₀₅₄、A₁₀₅₅、A₁₀₅₆、A₁₀₅₇、A₁₀₅₈、A₁₀₅₉、A₁₀₆₀、A₁₀₆₁、A₁₀₆₂、A₁₀₆₃、A₁₀₆₄、A₁₀₆₅、A₁₀₆₆、A₁₀₆₇、A₁₀₆₈、A₁₀₆₉、A₁₀₇₀、A₁₀₇₁、A₁₀₇₂、A₁₀₇₃、A₁₀₇₄、A₁₀₇₅、A₁₀₇₆、A₁₀₇₇、A₁₀₇₈、A₁₀₇₉、A₁₀₈₀、A₁₀₈₁、A₁₀₈₂

胡蘿蔔素在小腸壁和肝臟中轉變為維生素A。理論上，一分子胡蘿蔔素水解產生三分子維生素A，但轉變率很少到達於此理論值，且胡蘿蔔素並不能如維生素A一樣有效的為消化道吸收。英國 Agriculture Research Council (1967) 建議飼料中，6 μ g 的胡蘿蔔素和 1 μ g 的維生素A醇 (vitamin A alcohol) 的效力相同。反刍動物為 5 μ g 的胡蘿蔔素和 1 μ g 的維生素A醇效果一樣，而家禽的轉換率在 1~4 μ g 之間，但實用上則以 3 μ g 較適宜。

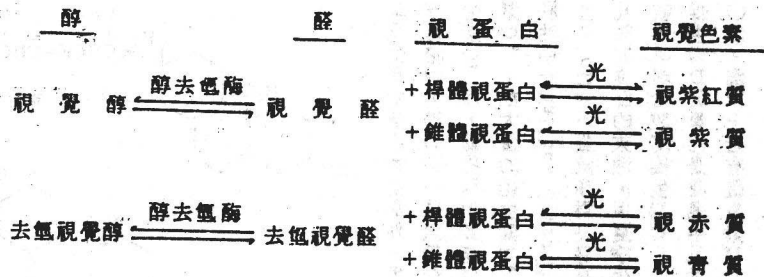
飼料中維生素A是以國際單位 (international units, IU) 表示。一個 IU 的維生素A相當於 0.34 μ g 維生素A醇結晶的活力。胡蘿蔔素通常以 mg/kg 表示，亦即等於百萬分之二 (ppm)。

代謝

維生素A在動物體內依其作用部位在眼睛或在一般系統而有二種不同的功用。

在眼睛、視覺醇 (retinol) 即維生素A) 和去氫視覺醇 (dehydro-

retinol) 即維生素A₂) 的功用是傳遞眼睛接受光線的刺激到大腦。此兩維生素分別和特殊蛋白質結合 (此蛋白質稱視蛋白 opsin) 以形成一種視覺色素 (visual pigment)。在脊椎動物這種色素已被證實分為四類：視紫紅質 (rhodopsin) 和視赤質 (porphyropsin) 存在視網膜桿體 (rods)；視紫質 (iodopsin) 和視青質 (cyanopsin) 存在視網膜錐體 (cones)。在動物眼睛之視網膜中，這兩種感光細胞，視網膜桿體與弱光或黑暗時之視覺有關而視網膜錐體則負責可強光和辨色時之視覺。為了在視覺系統中有所作用，維生素A預先轉變成為有活性的視覺醇 (retinal) 再與視蛋白結合，如下圖：



種中供應。

維生素A的另一任務是參與黏多糖 (mucopolysaccharide) 的合成，可保護黏液性膜及生長中骨骼的構造，但在這方面其真正的生化功能尚未明瞭。

缺乏症狀

在微弱光線中的視覺能力靠視紫紅質再合成的能力，若維生素A缺乏則視紫紅質的形成會減弱，故維生素A最早缺乏的症狀之一是夜間或弱光下的視力消失如盲人，此種症狀一般稱之夜盲症 (night blindness)，幾乎所有的動物皆會發生。

成年牛隻維生素A中度的缺乏會導致被毛粗糙和皮膚粗糙，如果缺乏時間加長，則眼角膜水樣滲出過多，軟化，霧狀，而導致乾眼病 (xerophthalmia)，其特徵是結膜 (conjunctiva) 乾涸。在仔牛，則因骨腔狹窄，使經過骨腔孔的視神經道受壓迫而全盲。種公牛缺乏維生素A導致性能衰退，精子數和活力降低，同時精子畸形率增加。母畜則發情期延長，胎兒在子宮中被重吸收、死胎、流產或胎兒虛弱、眼睛、畸形或死亡。母畜在缺乏維生素A不嚴重的狀況下產生的仔畜，因其體內貯存維生素A量少，可強制餵飼含抗體和維生素A很高的初乳 (colostrum)，不然這些動物易感染疾病而下痢。

，若不很快補充足量，則容易因肺炎而死亡。

通常成年動物除非長期缺乏，否則少有發生嚴重的維生素A缺乏之症狀。放牧動物可自牧草攝取多量的維生素A先質並貯存於肝臟，如果多季或無新鮮牧草供應的牛隻能餵給保存良好的乾草或青貯料亦不致發生缺乏之症狀。舍飼牛隻餵給高穀物飼料，則需要多量的維生素A之補充。

母羊缺乏維生素A除發生夜盲症外，其仔羊易虛弱或死亡，但放牧羊隻均不致發生維生素A缺乏之症狀。

豬缺乏維生素A導致眼睛疾病，如乾眼病或全盲，懷孕母豬所生仔豬瞎眼或畸型。如缺乏不嚴重則致食慾差，生長受阻。豬隻放牧除非多天無草，否則不致於缺乏維生素A。如豬隻餵飼精料，則需要維生素A之補充。

家禽攝食缺乏維生素A飼料，則死亡率通常很高，孵化率下降，雛雞早期死亡率高。早期症狀包括生長停滯、衰弱、羽毛差和步行蹣跚。成年家禽產蛋率與孵化率低下。大部分的家禽飼料中維生素A或維生素A先質均缺乏或不足，故必需添加維生素A

，其來源有黃玉米、乾草或其他綠色食物、魚肝油或濃縮維生素A。

二、維生素D

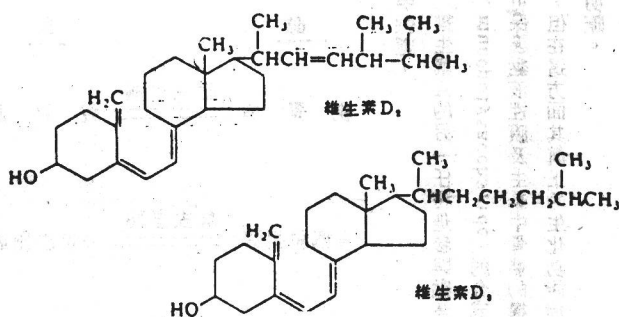
化學性質

現知有許多種不同形態的維生素D存在，但並非全存在於自然界。其中有兩種最重要的形態，維生素D₂（麥角鈣醇，ergocalciferol）和維生素D₃（膽成骨醇，cholecalciferol）。較早的維生素D₁亦為一具活性的膽固醇，現已知其主要成分仍是D₂，故D₁已不再被提及。維生素D₂和D₃的構造式如下：

維生素D不溶於水，但溶於脂肪溶劑中。維生素D的衍生物存在於牛乳中，可溶於水。D₂或D₃均較維生素A不易氧化，而D₂又較D₃穩定。

來源

此種維生素分佈不廣，除了日曬



乾草及生長中植物的落葉外，很少存於植物體內，動物除一些魚類含豐富維生素D₂外，動物只少數能儲存維生素D₂，如大量的維生素D₂存於魚肝油中（halibut liver and cod liver oil）。蛋黃亦為良好來源。牛乳並非良好的來源，但夏季牛乳通常較多季者含較高維生素D₂。初乳含維生素D₂的量約是普通牛乳的六、一〇倍。臨床上若有維生素D及其他

維生素的缺乏症狀，都以注射該種維生素來治療。

第三章已提到二種固醇類，麥角固醇和7-去氫膽固醇分別為維生素D₂和D₃先質。這些維生素先質都無維生素的效力，需先轉變成鈣固醇（calciferol）才能被動物所利用。此一轉變需要供給相當的能量，如日光中之紫外線、人工產生的輻射能或物理上的處理等，一般皆以日光為主。日光之紫外線照射可使植物中之麥角固醇，轉變為麥角鈣固醇即維生素D₂。動物來源之7-去氫膽固醇存在皮膚、牛乳和蛋黃中，經紫外線照射轉變為膽成骨醇或維生素D₃。這類固醇其轉變的效能，視日照時間長短和紫外線密度的影響。通常陽光能力達最有效轉變率是在波長290~315 nm之間，這範圍太小，且紫外光穿透能力因地區和大氣而不同。雲層、煙和塵埃均減低其照射能力，熱帶地區較溫帶的輻射線效能高，夏季較多季強，高緯度比低緯度弱，中午比早晚強，且又因紫外線不能穿過玻璃，故舍飼家畜較不易獲得適量照射。日光照射效能又以皮膚較薄和色淺者致力大，如皮厚、色黑或被毛厚

者效力差。治療軟骨病者可以用魚肝油塗抹皮膚藉日光照射致活，經皮膚吸收或舌的舔食而治療，但若日照時間太長，則維生素D本身會轉變成有毒的化合物。

維生素D需要量通常以國際單位(IU)表示。1IU維生素D為0.025 μ g維生素D。結晶的活力。

代謝

雖然維生素D在鈣代謝中的重要性質早已知道，但其在生化上的功能，至今尚未完全了解。在代謝研究上以放射元素標示維生素D顯示出沈鈣固醇在肝中轉變成25-羥膽成骨醇(25-hydroxycholecalciferol)運至腎臟，再轉變成最具活力的1, 25雙羥膽成骨醇的作用與固醇類激素相似，調節DNA在小腸絨毛(microvilli)的複製，可增加傳訊-RNA(mRNA)的合成，刺激鈣結合蛋白質(cal-cium binding protein)的產生。此1, 25雙羥膽成骨醇在小腸的吸收有關。維生素D的轉變途徑如圖1所示。

此外，維生素D與動物生長、骨

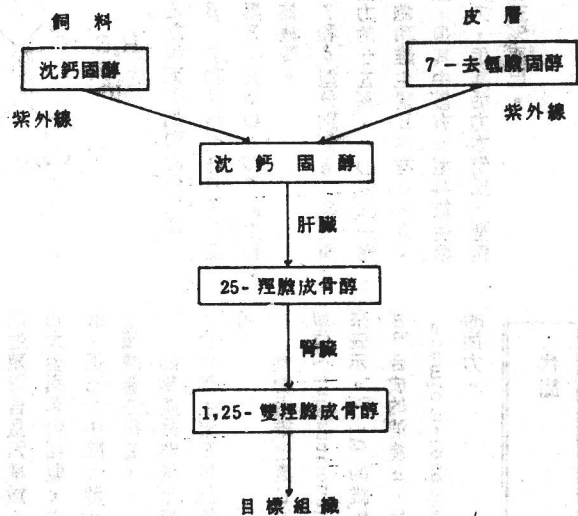


圖1. 維生素D代謝途徑及其過程的產物

缺乏症狀

幼年動物缺乏維生素D導致佝僂病(rickets)，此乃由於生長中骨骼的鈣和磷沈積受阻，以致骨骼脆弱易

斷和牙齒的鈣沈積，腎臟中磷酸鹽的再吸收，骨骼中檸檬酸鹽(citrate)的沈著和副甲狀腺素(parathyroid hormone)作用有關及扮演一個合成mRNA的角色。

斷和腿骨彎曲。幼牛的缺乏症狀包括膝蓋和飛節腫大、背部弓曲。豬的症狀是關節腫大，骨骼脆弱易斷裂，關節僵直，有時發生麻痺癱瘓(paralysis)。通常對生長均有不良的影響。

佝僂病指幼年生長動物而言，而較年老動物缺乏維生素D引起鬆骨症(osteomalacia)，此乃已沈積的骨骼被重吸收而造成。由於維生素D引起之鬆骨症通常並不多見，但却易在

懷孕和泌乳動物中發現，故這些動物鈣和磷的需要量須增加。佝僂病和鬆骨症並非完全是由於維生素D缺乏所引起，如缺乏鈣和磷或鈣和磷比例的不平衡亦可能引起。

家禽缺乏維生素D引起骨骼和鳥嘴軟化、生長受阻和腿彎曲。母雞產蛋率下降，蛋品質降低。除魚粉外，大部分家禽和豬隻飼料僅含少量或沒有維生素D之存在，故舍飼動物，其飼料中通常應補充魚肝油或合成維生素D。

牛和羊飼料對維生素D的需要，可能不如豬和家禽的迫切，因成年的反芻動物能由乾草取得大量的維生素D，故放牧時可由紫外光照射在體內製造維生素D。由於乾草維生素D量差異非常大，故採食冬季日糧的懷孕或幼年反芻動物可能需要維生素D的補充。維生素D₃和D₂對牛、羊和豬均具有相同的活力，但對家禽而言，維生素D₃僅有維生素D₂活力的3%而已。

某些食物具有引起佝僂的性質(rachitogenic property)，如新鮮的綠色穀類及酵母，均會引起哺乳動物的佝僂病。另外，生肝臟與大豆蛋

白對於家畜亦有相同的影響。據研究欲克服此種引起佝僂病因子的作用，可增加十倍維生素D的補充或加熱亦可破壞此種引起佝僂病因子的活性（rachitogenic activity）。

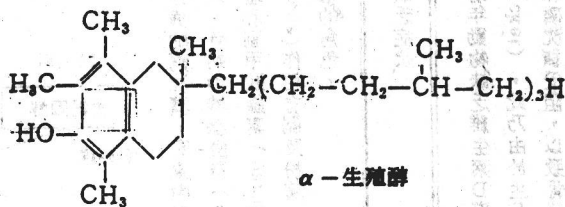
至於維生素D的生化功能及其與基衍生物在骨骼系統中對鈣的協調與代謝機構，尚未完全了解。

三維生素E

大概在六〇年前，Evans和Bishop (1922) 首先確證維生素E為動物營養所必需的物質。但有關各種動物缺乏維生素E產生的病變，以及維生素E與其他飼料成分，如硒素（selenium）、多不飽和脂肪酸（polyunsaturated fatty acid）、含硫胺酸（sulphur containing amino acids）和抗氧化劑（antioxidants）等關係最近才逐漸的建立。

化學性質

維生素E或稱生育醇（tocopherol）為一群性質相似的醇類化合物，自然界發現者有八種，但其因側鏈



上的分子是飽和或不飽和而分二類。
α、β、γ和δ型生育醇為四個飽和維生素E，其中以α型最具生物活力和分佈最廣。
β、γ和δ型分別僅有α型生育醇生物活力的廿五%、一〇%和一%而已。不飽和維生素E亦有α、β、γ和δ型，但其中僅有α型具維生素E生物活力，但其活力亦僅為α型飽和者的廿五%而已。

來源

維生素E廣泛存在於食物中，綠色植物為α型生育醇的良好來源，幼嫩植物含量又較成熟植物為高。葉內維生素E含量為莖內的二〇—三〇倍高。日曬乾草將損失九〇%以上的維生素E，但如製作青貯料或人工快速脫水，則損失量很少。

穀類亦為良好維生素E的來源，但生育醇含量因種類不同而異。小麥和大麥與草料相似，主要含α型生育醇，但玉米中除α型生育醇外，γ型生育醇量亦很高。

動物產品非維生素E的良好來源。合成維生素E現已能供商業上的應用。

食物中維生素E的效力常以國際單位（International Units; IU）來表示。1 IU的維生素E表示1 mg合成的消旋α-生育醇醋酸鹽（racemic α-tocopherol acetate）的活力。

代謝

維生素E的真正生物作用未明，但一般均認為其在動物體內的作用為一非特定的生物性抗氧化劑。試驗已證實這點，即以其合成抗氧化劑，如美藍（methylene blue）可抑制部分由維生素E缺乏所引起的疾病。維生素E的另一功能是与硒結合防止重要細胞器官脂膜形成過氧化物。當過氧化物形成後，可被含硒的胱胺基硫過氧化酶（glutathione peroxidase）所分解。故維生素E可視為防止過氧化物形成的第一道防線，而與含硒的酵素構成第二道防線，在細胞未受損傷之前破壞已形成的過氧化物。另外維生素E能阻止不飽和脂肪酸，特別是亞麻油酸（linoleic acid）被氧化成過氧化物。維生素E亦被認為是一種輔酶，其作用為氫轉移系統（hydrogen-transferring system）的供氧者。故維生素E被認為體內所有細胞維持正常代謝所必需。

缺乏症狀

早期報告指出老鼠採食缺乏維生素E飼料導致不育，以致維生素E最早亦被稱為抗不孕維生素（anti-se-