



四川农业大学 动物营养研究所

ANIMAL NUTRITION INSTITUTE, SICHUAN AGRICULTURAL UNIVERSITY

国家重点学科 • 长江学者特聘教授设岗单位 • 四川省重点实验室

NATIONAL KEY DISCIPLINE CHANGJIANG SCHOLAR PROFESSORSHIP POSITION SICHUAN PROVINCIAL KEY & OPEN LAB

# 第九章： 维生素营养

Chapter 8 Vitamin Nutrition



四川农业大学 动物营养研究所

ANIMAL NUTRITION INSTITUTE, SICHUAN AGRICULTURAL UNIVERSITY

国家重点学科 • 长江学者特聘教授设岗单位 • 四川省重点实验室

NATIONAL KEY DISCIPLINE CHANGJIANG SCHOLAR PROFESSORSHIP POSITION SICHUAN PROVINCIAL KEY & OPEN LAB

# 一、在动物营养中重要的维生素

按照溶解性质分

- 脂溶性维生素
- 水溶性维生素

# 脂溶性维生素

- | • 维生素 | 化学名称 |
|-------|------|
| • VA  | 视黄醇  |
| • VD2 | 麦角固醇 |
| • VD3 | 胆钙化醇 |
| • VE  | 生育酚  |
| • VK  | 苯萘醌  |

# 水溶性维生素

维生素	维生素
B <sub>1</sub> (硫氨素)	叶 酸
B <sub>2</sub> (核黄素)	胆 碱
B <sub>3</sub> (烟 酸)	B <sub>12</sub> (钴氨素)
B <sub>6</sub> (吡多醇)	肌 醇
泛 酸	VC
生物素	

## 二、脂溶性和水溶性维生素性质比较

	脂溶性维生素	水溶性维生素
吸收	+脂肪形成微粒	溶解扩散
储存	肝、脂肪中储存	几乎不储存
排泄	主要通过粪	主要通过尿
过量	有毒	几乎无毒
体内合成	不能合成	发酵合成

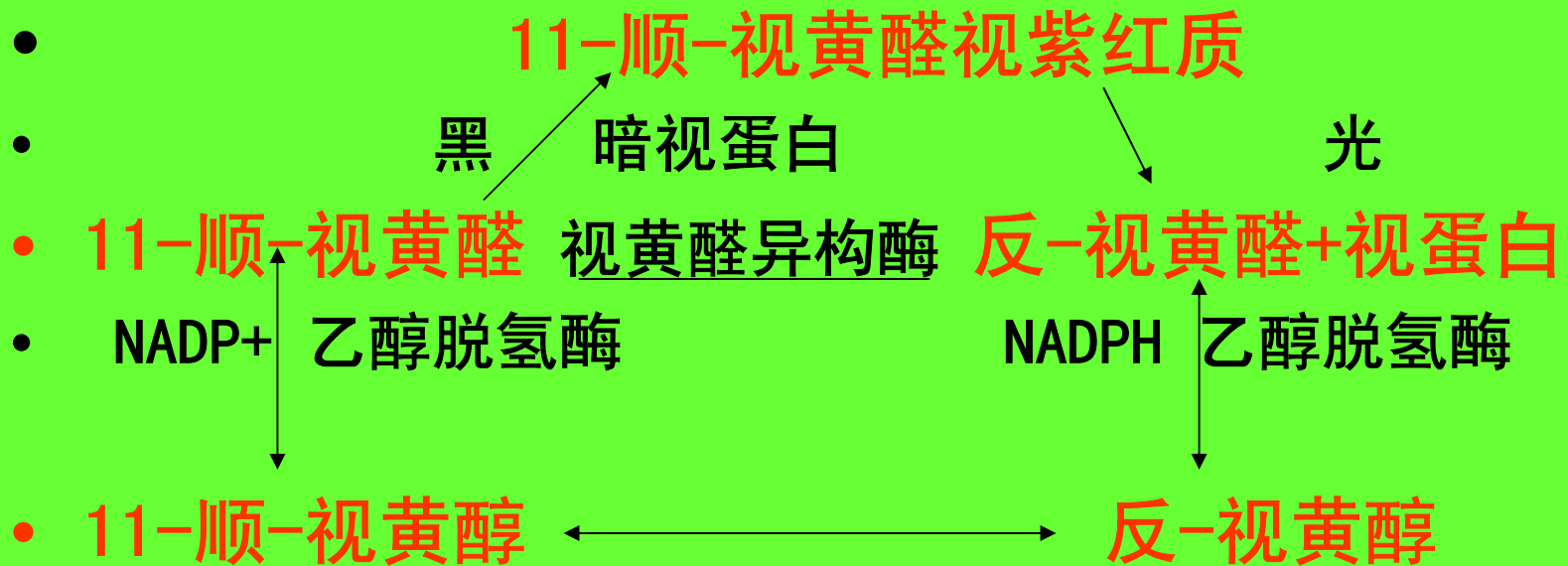
## 三、维生素A

# (一) 维生素A的结构和性质

- A、化学组成： $\beta$ -白芷酮环的多不饱和一元醇
- B、活性物质：视黄醇、视黄醛、视黄酸
- C、活性单位的换算：  
1IU=0.30 $\mu$ g视黄醇=0.55  $\mu$ g棕榈酸维生素A

## (二) 维生素A的功能和缺乏的影响

- 第一、保证视觉正常



典型缺乏症：      夜盲症、干眼病



# 维生素A的功能和缺乏的影响

## 第二、维持上皮组织的正常

-----上皮细胞糖蛋白合成有关，皮肤角化有问题，病原微生物乘虚而入

-----抗氧化能力,保证生物膜结构完整性

## 第三、骨骼正常

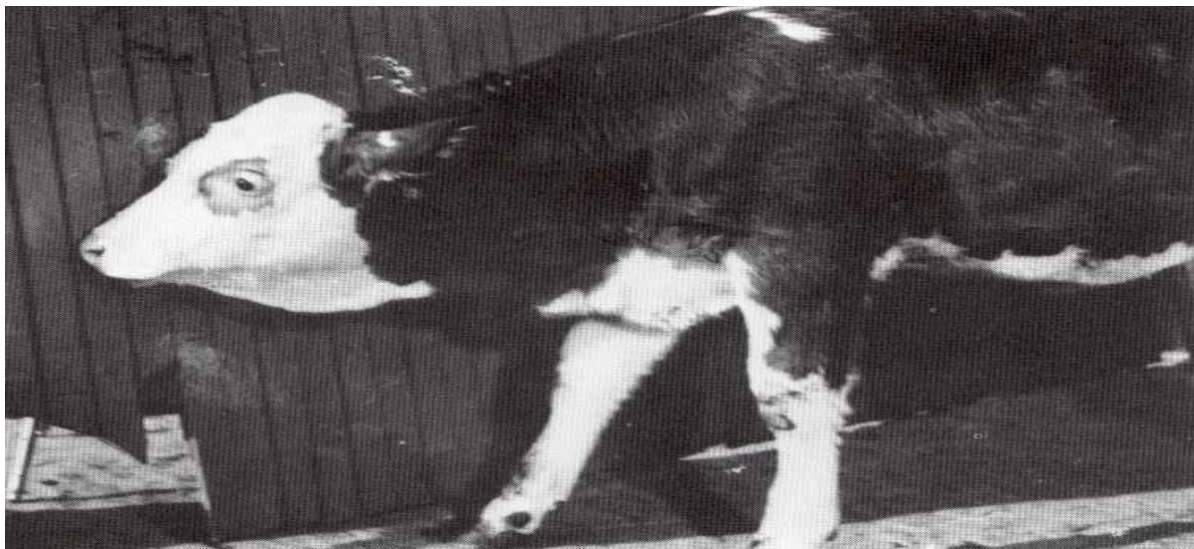
-----粘多糖合成有关

## 第四、繁殖的关系

-----抗氧化能力,保证生殖道上皮细胞和生殖细胞结构正常



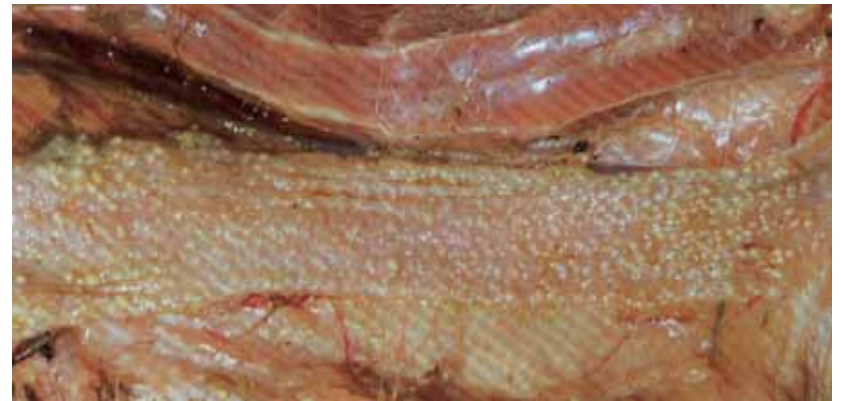
干眼病—眼睑被白色乳酪状渗出物封住



犊牛  
眼瞎



粘膜角质化—  
对微生物抵抗力减弱



口腔及食管黏膜过度角化





仔猪畸形

# 维生素过量的影响

- 第一、生长受阻
- 第二、骨异常（强度下降、易碎）
- 第三、新生儿先天畸型

# 注意的几个问题

- 第一、维生素的前体物质虽可以转化为维生素A，但是不同动物的转化能力不同，因此，应正确估计效力：
- 不同动物 $\beta$ -胡萝卜素转化能力
- 鼠      100      鸡   100      猪   30      牛   24
- 绵羊   20      马   33      狗   67      人   33

# 生产中注意的问题

第二、维生素A容易失活（a、光、热，b、微量元素、C、多不饱和物质 D、氧化脂肪）

第三、日粮因素影响VA效率

A、蛋白和能量 B、脂肪（促进吸收）

C、锌（影响视黄醇连接蛋白，锌缺乏引起降低视黄醇水平） D、VE E、矿物油

第四、VA在自然情况下，稳定性差，因此在生产上使用稳定化的维生素（包被产品）

## 四、VD



# VD的结构和效价

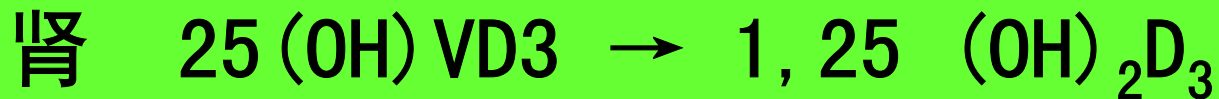
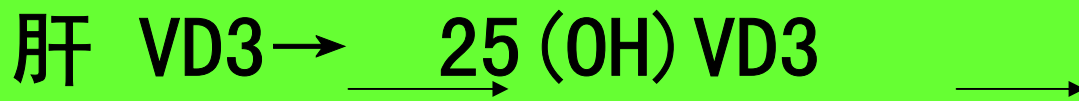
- A、结构组成：是固醇类物质，在25种这种形式的固醇类似物中只有VD<sub>2</sub>（麦角钙化醇：存在于植物中）和D<sub>3</sub>（胆钙化醇，存在于动物中）两种有营养学意义。
- B、效价：
  - 所有动物：1IU=0.025μgD<sub>3</sub>
  - （哺乳动物：1IU=0.025 μgD<sub>2</sub>）

# VD前体物质的转化

- 动物体中：
  - **胆固醇** 皮或小肠壁 **7-脱氢胆固醇** 230-300 $\mu$ mUV **VD3 (胆钙化醇)**
- 植物上：
  - **麦角固醇** 230-300 $\mu$ mUV **VD2 (麦角钙化醇)**

# VD的功能

- 主要作用：VD以 $1, 25 (OH)_2 D_3$ 形式促进肠道钙、磷的吸收，通过促进钙结合蛋白的合成起作用。
- VD的代谢：



# VD缺乏的影响

- 1、引起动物生产性能下降
- 2、骨骼异常和蛋壳质量下降：出现典型的缺乏症：佝偻病



VD缺乏的羊---  
腿向两侧弯曲  
(X腿)



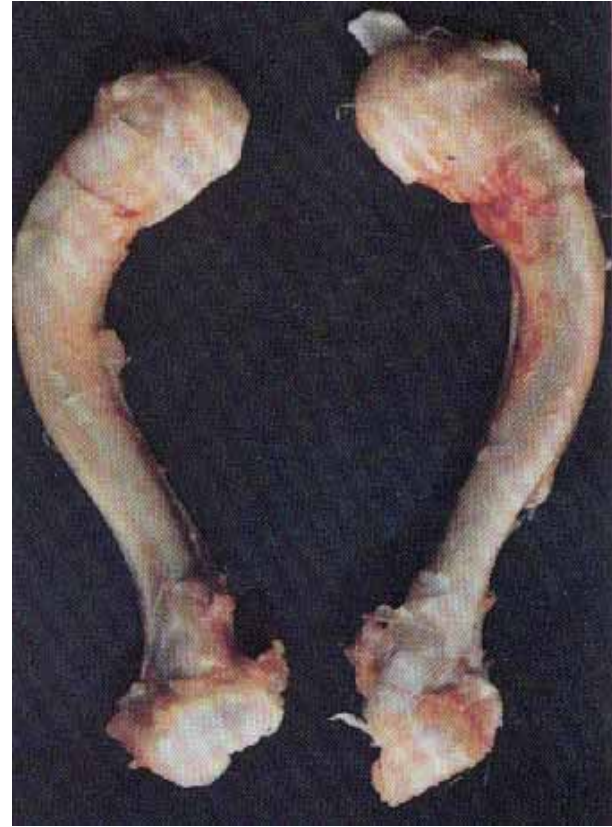
小鸡佝偻病，喙软化



猪---佝偻病



肢腿变形



青年蛋鸡股骨严重弯曲

# VD过量的影响

- 剂量：一般4-10倍VD3
- 出现中毒时间：连续60天可以引起中毒
- 主要表现：
  - 增加钙沉积，钙化过度，引起骨的韧性下降，出现骨折
  - 蛋壳易碎，

# 注意的几个问题

- 第一、不同动物VD<sub>2</sub>和D<sub>3</sub>的效价不一样
- 猪：VD<sub>3</sub>>VD<sub>2</sub>      奶牛：VD<sub>3</sub>--2-4倍D<sub>2</sub>
- 禽：VD<sub>3</sub>=30D<sub>2</sub>
- 第二、出现骨和蛋壳异常并非完全是VD缺乏
- 第三、VD的供给量必需考虑以下因素（品种、健康状况、生理阶段、日粮中Ca、P含量和利用情况、环境状况等）
- 第四、VD的稳定性差（光、热、氧化脂肪、金属离子）



## 五、VE

# VE的结构和特性

- 1、结构：酚类物质--生育酚，在自然界存在的VE有 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 四种生育酚，但是 $\alpha$ 生育酚是VE中的活性最大的物质
- 活力： $\beta$ 生育酚=0.15-0.40  $\alpha$  生育酚
- $\gamma$  生育酚= 0.08-0.20 $\alpha$  生育酚
- $\delta$  生育酚=0.0037-0.007  $\alpha$  生育酚
- 2、活力单位：1IUVE=1mgd-  $\alpha$  生育酚  
乙酸酯或dL-  $\alpha$  生育酚乙酸酯

# VE的作用

- 1、生物抗氧化作用（和硒结合在一起）
- 2、促进生物活性物质的合成：
  - \* 促进前列腺素的合成
  - \* 涉及磷酸化反应：VC、泛酸、VB12合成
  - \* DNA合成调节
- 3、提高动物的免疫力（提高抗体形成量）
- 4、解毒作用：减小镉、砷、汞、银的毒性

# VE缺乏的影响

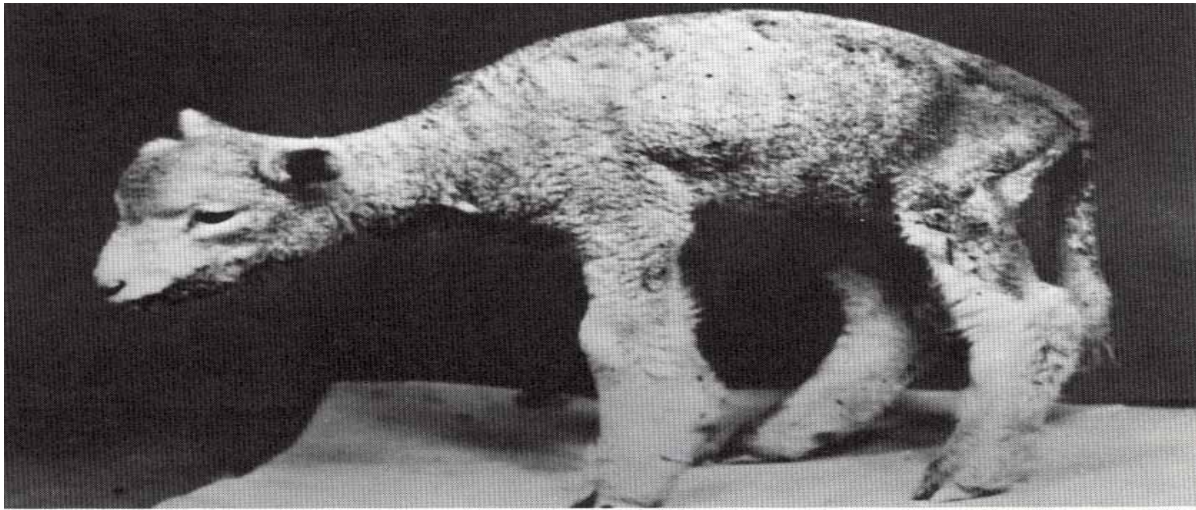
- 1、脑软化（在家禽）
- 2、肌肉营养不良（白肌病）：所有动物
- 3、渗出性素质：家禽
- 4、繁殖障碍：死胎、胎儿吸收、睾丸退化、孵化率下降



幼鸭VE缺乏症：典型的“海豹”姿势——肌肉营养不良



幼鸭VE缺乏症——肌肉瘦弱，发育受阻



羔羊VE缺乏——肌肉营养不良



小脑软化（狂鸡病）

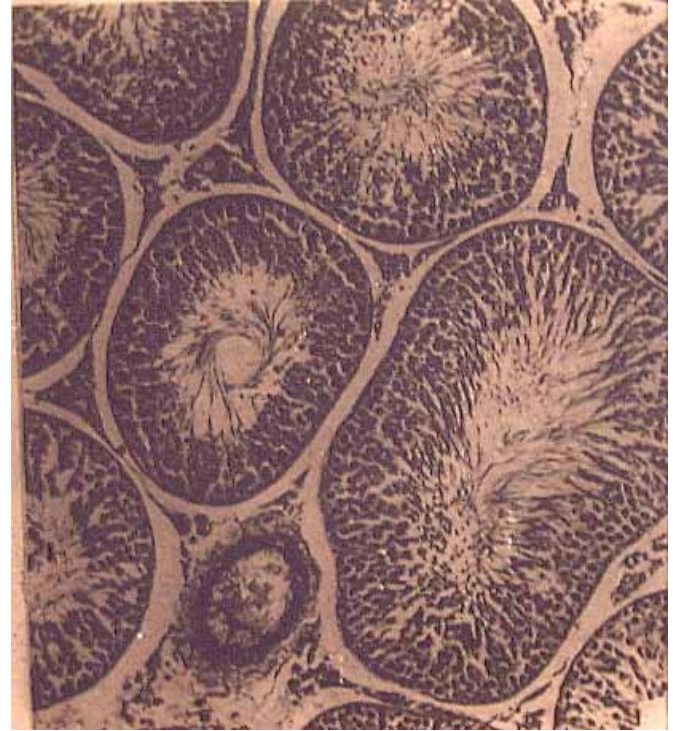


小脑出血（左为健康对照）





患病大鼠睪丸退化情况



正常老鼠的睪丸切片

# VE缺乏对胚胎发育的影响





# 注意的几个问题

- 第一、不同的饲料都含有一定量的**VE**
- 青绿饲料：220-400mg 小麦：15-18
- 玉米： 0.5-3.0 豆粕：1
- 鱼粉： 21 豆油：100
- 第二、出现类似**VE**缺乏症并非都是**VE**缺乏
- 第三、许多因素都会引起**VE**供应量增加(动物的生理阶段，环境变化，饲料的组成和质量，生产目的，加工、**VE**形式)

六、VK

# VK的结构和性质

- 结构：萘醌类化合物
- 天然存在的活性物质：VK1（叶绿醌），VK2（甲萘醌）

# VK的作用

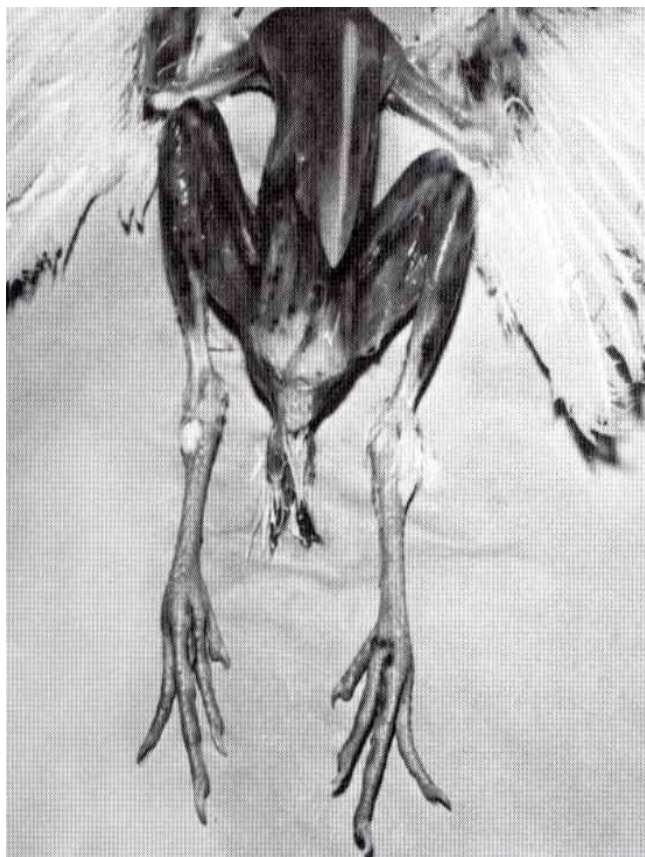
- 第一、凝血作用



- 第二、与钙结合蛋白有关,在骨钙化中起作用

# VK缺乏的影响

- 1、出血：凝血延长，皮下、小肠上皮出血
- 2、严重的引起动物死亡



皮下组织出血



鸡的贫血

# 注意的几个问题

- 1、动物的消化道类内可以合成维生素K
- 2、维生素K的供应量必需考虑多种因素（使用的药物、肠道健康等）
- 3、注意植物中VK拮抗物--双香豆素和磺胺喹沙啉
- 4、VK虽耐热，但是对碱、酸、光不稳定，加工对其损失影响大