



猪的消化生理

韩正康 毛鑫智 编著

科学出版社

猪的消化生理

韩正康 编著
毛鑫智

内 容 简 介

本书包括绪论、口腔消化、胃的消化、胰腺、胆汁、小肠消化、大肠消化、吸收、仔猪的消化生理特点、消化器官的整体活动，以及按照猪的消化生理特点，合理利用各种饲料，提高饲料利用效率等章。书中除叙述基本知识外，并引用作者实验室历年有关研究资料以及国内一些单位的研究报道；适当吸取国外近20年来的主要研究成果；对于研究猪消化生理所应用的慢性瘘管方法，也作了重点介绍。本书可供基层畜牧兽医技术人员、农村知识青年阅读，亦可作为农业院校及生物系有关专业的参考教材。

猪 的 消 化 生 理

韩 正 康 编著
毛 鑫 智

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1977年12月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1977年12月第一次印刷 印张：5 1/4

印数：0001—33,110 字数：116,000

统一书号：13031·675

本社书号：977·13—10

定 价：0.43 元

前 言

猪是我国最主要的家畜,数量之多,在世界上占首屈一指的地位。猪不但是我国人民主要的肉食来源,更重要的是,猪多、肥多、粮多,发展养猪,是农牧结合,以牧促农的重要环节。

我国劳动人民有着丰富的养猪生产实践经验,应当加以科学的总结提高,用以解决生产中存在的问题,这对于促进我国养猪业的发展,将发挥更大的作用。

我们的伟大领袖和导师毛泽东主席早已英明地指出:
“牲畜的最大敌人是病多与草缺,不解决这两个问题,发展是不可能的。”养猪生产中的主要问题是疾病和饲料,解决好这两大问题是发展养猪的重要前提。后者除了合理组织和广辟饲料来源外,同时应当注意饲料的合理利用,以提高利用效率。关于防治疾病问题,首先重点应放在预防上,因此,必须重视合理的饲养管理。上述这些问题,无不与猪的消化生理有着不同程度的联系。了解猪的消化生理特点,是畜牧兽医工作人员应当具备的基本知识,运用这些知识,可提高猪的合理饲养管理水平,增加饲料利用效率。

因此,我们想写这方面一本小书,以供广大基层畜牧兽医工作人员的需要。但我们对国内外有关猪的消化生理资料看到的不多,除了本着“洋为中用”原则,采用了国外发表的一些材料外,原南京农学院家畜生理教研组在六十年代和江苏农学院家畜生理组近年在这方面的一些研究结果以及国内一些单位的有关资料也尽量予以利用,使之为我国社会主义建设服务。此外,还须说明一点,由于猪是家养的杂食动物,许多生

理情况,尤其在消化生理方面,与人类比较近似,因此,猪作为实验医学的试验动物,近年来在国外应用已日见普及。鉴于这种新的要求,在本书中,对于有关的生理手术方法,也作了一些介绍。

由于我们缺乏生产实践经验。虽然,在理论联系实际的教学和科研过程中,向有生产实践经验的同志们学习,也作了一些调查研究,但书内仍恐难免存在错误的地方,希望读者批评指正。

本书承江苏农学院牧医系解剖组同志提供自绘的猪消化器官和消化腺组织学插图,第十一章承家畜饲养组陆沉年同志审校,一併表示谢意。

编著者

1976年5月于江苏农学院

目 录

前言	v
第一章 绪论	1
一、猪消化器官的结构和发育	2
二、消化过程	5
三、研究猪消化生理的主要方法——永久性瘘管法	6
第二章 口腔消化	9
一、咀嚼	9
二、唾液腺	9
三、唾液	11
(一)唾液的组成与分泌量	11
(二)唾液的作用	12
四、腮腺的分泌活动	12
(一)猪腮腺分泌的特点	12
(二)各种饲料对猪腮腺分泌的影响	13
五、唾液腺分泌的耗竭	15
六、颌下腺的分泌	16
第三章 胃的消化	17
一、猪胃的解剖结构及年龄性发育特征	17
二、研究猪胃消化的方法	19
三、胃腺的分泌活动	22
(一)猪胃液分泌的神经反射期	22
(二)猪胃液分泌的胃相	24
(三)一昼夜间的胃液分泌	27
四、胃液	31
(一)盐酸	31

(二) 胃消化酶	32
五、各种饲料及日粮对猪胃液分泌的影响	33
(一) 各种营养分直接注入大胃内	33
(二) 单项饲料饲喂后的影响	34
(三) 发酵饲料	34
(四) 三种日粮制度下猪胃腺的分泌活动	38
六、猪胃运动及排空	39
(一) 猪胃运动	39
(二) 猪胃内容物的排空	42
七、胃内的消化过程	44
(一) 研究方法	44
(二) 胃液在饲料中渗透	45
(三) 酸度与消化力的关系	47
(四) 不同日粮制度下猪胃内的消化	50
(五) 胃内的发酵过程	51
(六) 胃内的脂肪消化	52
第四章 胰腺	54
一、胰腺的结构	54
二、永久性胰瘻管手术	54
三、胰液分泌	56
四、胰液及其消化作用	57
五、不同饲料或日粮对胰腺分泌的影响	58
第五章 胆汁	60
一、研究猪胆汁分泌和输出的胆管体外吻合瘻管方法	60
二、胆汁的性状、组成和作用	63
三、胆汁的分泌	64
四、胆汁的输出	69
第六章 小肠消化	71
一、肠液分泌	71
(一) 肠液的性状和所含酶类	71

(二) 肠腺的分泌活动	72
二、猪小肠的体外吻合瘻管方法	73
三、十二指肠区食糜的性状、组成及通过情况	77
四、主要消化液总量	81
五、小肠运动	82
六、应用“三桥”手术方法(十二指肠、胰管、胆管体外吻 合瘻管), 观察猪十二指肠区消化活动的若干规律性	84
七、小肠内的生化过程	89
第七章 大肠消化	92
一、猪大肠的解剖结构特征	92
二、大肠运动	93
三、大肠内微生物及其生存的内环境	94
四、大肠内纤维素分解	96
(一) 影响纤维素分解的因素	96
(二) 纤维素分解菌在养猪生产中的应用	98
五、大肠内淀粉和其他营养分的消化和代谢	99
第八章 吸收	101
一、吸收原理	101
(一) 物理的过程	101
(二) 生理的过程	101
二、各种营养物的吸收	102
(一) 糖类	102
(二) 蛋白质	103
(三) 脂肪	103
(四) 水分	104
三、猪的各段消化道的吸收	104
(一) 胃内消化和吸收	104
(二) 小肠内消化和吸收	106
(三) 大肠内消化和吸收	107
第九章 仔猪的消化生理特点	108

一、唾液分泌的年龄性特征	108
二、胃消化的年龄性特征	109
(一) 胃的分泌机能	109
(二) 胃的运动和排空	112
(三) 胃内消化	114
三、仔猪肠内消化的年龄性特征	115
四、仔猪合理饲养的消化生理基础	117
第十章 消化器官的整体活动	121
一、消化腺的分泌水平与消化液总量	121
二、饲料通过消化道的速度	123
三、各消化器官和消化过程间的反射性联系	125
四、营养物质在消化道与循环血液之间的交换	128
第十一章 按照猪的消化生理特点, 合理利用各种 饲料, 提高饲料的利用效率	133
一、青、粗饲料为主, 适当搭配精料	133
(一) 青料、粗料和精料的营养特点	133
(二) 配合日粮的重要性及其对饲料消化利用的 影响	135
二、全价饲养的重要性及其与饲料消化利用的关系	138
(一) 蛋白质	139
(二) 矿物质	143
(三) 维生素	147
三、改善加工调制和饲喂方法, 以提高饲料利用效率	149
(一) 加工调制对猪饲料利用的影响	150
(二) 饲喂方法对猪饲料利用的影响	152
主要参考资料	156

第一章 绪 论

我国是世界上养猪最多的国家，广大农村都普遍养猪。建国以来，养猪业更获得了迅速发展。它不仅为我国人民提供主要肉食；而更重要的是，每一头猪又是一个小化肥厂，为农业提供主要有机肥料；此外，猪还供给轻工业的原料，猪肉出口换取外汇，为社会主义建设积累资金。

毛主席、党中央历来十分重视发展养猪事业，在制定“以农业为基础、工业为主导”发展国民经济的总方针的同时，又提出以养猪为中心，全面发展畜牧业，精辟地阐明种植业与畜牧业并举的辩证关系。

饲料是养猪的物质基础。发展养猪首先必须解决饲料问题。贯彻党的饲料政策，农牧结合，增加饲料的生产和提留，广泛利用农副产品，是解决饲料问题的根本办法；在农村中以青粗饲料为主，适当搭配精料，是发展养猪的有效措施；研究和应用现代科学知识，提高饲料的营养价值和饲料在猪体内的利用效率，则是解决饲料问题的另一重要方面。我国养猪头数以亿计，如果每头猪每增重1斤能节省精料数两，则一年内就可节省数十亿斤粮食。

饲料在猪体内的利用，必须通过消化和代谢过程即营养过程才能实现。饲料对消化器官的活动有很大影响，消化器官的活动状态，又决定着饲料的利用。因此，阐明猪消化器官活动的特点和规律性，了解不同饲料和饲养因素对猪消化器官活动的影响，乃是进行合理饲养管理，提高饲料利用效率，增加生产，降低成本的理论依据。

一、猪消化器官的结构和发育

猪的消化器官由一条长的消化管和与消化管相连的一些消化腺所组成(图 1-1)。

消化管起始于口腔,向后依次为咽、食管、胃、小肠(包括十二指肠、空肠和迴肠)、大肠(包括盲肠、结肠和直肠),最后终止于肛门。

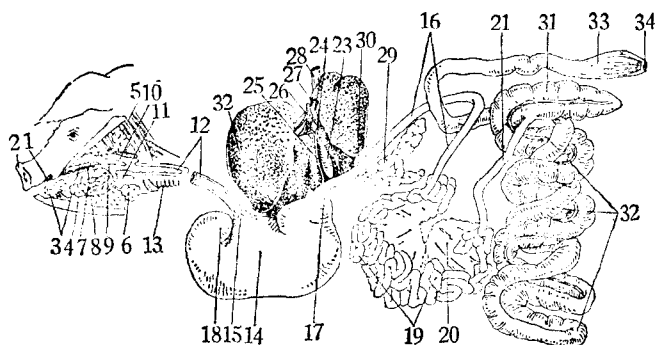


图 1-1 猪的消化系统

1. 口腔; 2. 吻突; 3. 齿; 4. 舌; 5. 腮腺; 6. 颌下腺;
7. 舌下腺; 8. 硬腭; 9. 软腭; 10. 咽; 11. 会厌; 12. 食管;
13. 气管; 14. 胃; 15. 贲门; 16. 十二指肠; 17. 幽门;
18. 胃憩室; 19. 空肠; 20. 肠系膜; 21. 回肠; 22. 肝脏;
23. 胆囊; 24. 肝管; 25. 胆管; 26. 肝动脉; 27. 门静脉;
28. 后腔静脉; 29. 胰腺; 30. 胰管; 31. 盲肠; 32. 结肠;
33. 直肠; 34. 肛门。

消化管壁一般由三层构成,内层为粘膜,中层是肌层,外层为外膜或浆膜。

粘膜被覆上皮细胞,表面常有粘液而保持湿润,主要起吸收和保护作用。

肌层除食管由横纹肌构成外,其余消化管的肌层都由平

滑肌构成。根据肌纤维排列的方向，通常分为内层的环行肌和外层的纵行肌两层（胃有三层肌层，多一层斜肌层）。环行肌收缩，可使消化管缩小，纵行肌收缩，可使消化管缩短，它们协调地收缩和舒张，引起消化管的运动，使食物与消化液充分混合以及沿消化管向后移动。

外膜为光滑而有弹性的浆膜，分泌少量浆液，起保护和润滑作用。

消化腺分壁内腺和壁外腺。壁内腺位于消化管壁内，如胃腺、肠腺等。壁外腺位于消化管壁外，而以导管与消化管相通连，如三对主要唾液腺、胰腺、肝脏等。

消化腺制造消化酶，分泌消化液，经导管输送到消化管内，促使饲料中的蛋白质、脂肪和糖类发生水解作用，由复杂的不能吸收的大分子物质转变为较简单的可被吸收的小分子物质，而被猪所吸收和利用。

猪消化器官的解剖结构随个体生长而发生变化。在出生时，猪的消化器官已充分形成，但重量和容积都很小，结构和机能也不够完善。哺乳期间（出生后2个月左右）生长发育最为迅速。例如胃的容积由25毫升增长到1.5—1.8升，约增大60—70倍；小肠长度约增加4倍，容积约增大50—60倍；大肠长度约增加4—5倍，容积约增大40—50倍。断乳至6—8月龄仍然保持生长发育的高水平。此后，生长速度显著降低，约400—450日龄时消化器官接近于它们的最终大小。在消化器官的生长旺盛期，对于外界不良因素的抵抗力比较薄弱，因此，日粮和饲料的更换应特别小心，对饲料品质以及食槽、猪舍的清洁卫生也应严格要求，以防止诱发胃肠疾病。

猪在胚胎期，小肠的生长发育显著超过胃和大肠。小肠的容积和重量在出生时几乎占全部胃肠道的60—70%左右；出生后，小肠的生长发育始终不及胃和大肠，所占的重量

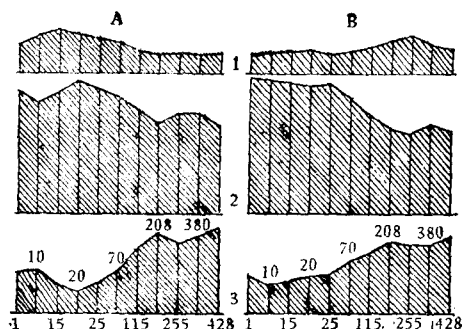


图 1-2 随年龄增长猪消化器官比例的变化

(自 A. B. Квасникий)

1. 胃; 2. 小肠; 3. 大肠; A: 占消化器官总重量的百分比; B: 占消化器官总容积的百分比; 横轴表示猪的日龄, 纵轴为各段消化管占全部消化管的百分比。

和容积百分比均随年龄而逐渐下降。胃的生长发育在哺乳期最为迅速, 容积和重量百分比之大肠和小肠有着显著的增长。而在哺乳期以后, 生长速度开始明显变慢, 胃占消化道总容积由 20—22% 减少至 11—12%, 小肠也由 60% 左右降至 50%。反之, 大肠的生长发育在断乳以后迅速增加, 并显著地超过胃和小肠而居首位, 其容积由占 22% 增加至 40% 左右, 直至整个消化器官生长发育基本结束为止。

猪消化器官生长发育的年龄变化, 不仅表明各生长发育阶段的消化吸收的机能状态, 同时反映了饲养及饲料的影响。在哺乳期, 乳能引起胃和小肠的强烈活动, 而对大肠则不起重大刺激; 断乳后, 由于日粮中粗料比重增加, 于是, 大肠迅速生长发育。自幼年期即喂给大量粗料和多汁料, 可以促进消化器官的生长发育, 使消化器官尤其是大肠和胃的重量及容积大为增加。据研究报道, 主要喂粗料和多汁料的猪较主要喂精料的猪全部消化器官的重量和容积都有增加。例如体重 61 公斤的猪, 精料组消化道的总容积为 27.8 升, 而粗料组猪为

34.5 升,其中胃(尤其是憩室部分)可增加一倍多,大肠长度可增加一半以上。

二、消化过程

猪采食后,饲料进入消化道内,对消化道进行物理的和化学的刺激,消化道则产生相应的反应——咀嚼、分泌消化液、胃肠道运动等。通过消化器官的分泌、运动和微生物的作用,饲料由复杂的结构分解为简单的组成,最后,并为胃肠道所吸收利用。

咀嚼和胃肠道运动,可说是物理的消化过程,作用在于将饲料磨碎,与消化液混合形成食糜,并将食糜向后段消化道推送。

消化液呈碱性或酸性反应,其中含有能分解饲料内蛋白质、糖类¹⁾、脂肪等的各种酶,促进饲料的分解,属于化学的消化过程。此外,植物性饲料中也含有酶,在猪胃肠道适宜的条件下,也参与消化作用。

猪的胃肠道内还栖居大量微生物,它们所产生的酶,促进饲料分解,可说是微生物的消化过程。植物性饲料中含有大量纤维素,而猪消化液中并不含有纤维素分解酶。因此,微生物则由于能产生纤维素分解酶,对饲料中纤维素在猪消化道内分解起了主要作用。

物理的、化学的和微生物的消化过程并不是彼此孤立的,而是三者相互联系共同作用的,只是在消化道某一部位和某一消化阶段,某种消化过程居于主导地位。例如,口腔消化以

1) 不包括纤维素在内的碳水化合物。本书泛指单糖(如葡萄糖)、双糖(如蔗糖)和多糖(包括淀粉)。

咀嚼最为重要；在胃与小肠中则由所分泌的消化液的化学作用，对饲料内淀粉、蛋白质的分解起主要作用；而饲料纤维素则几乎完全靠大肠内微生物的作用。

消化过程中，饲料与消化道是相互作用、相互联系的矛盾过程的两个侧面。除了上面谈到的消化道对饲料进行消化的一面外，还有饲料对消化道作用的另一面，例如，猪的消化活动对不同的日粮制度反应不同。喂青粗饲料的猪，无论消化腺的酶活性，还是消化道内的微生物区系，都不同于喂精料的猪，明显地表现出消化活动对饲料的适应性。

三、研究猪消化生理的主要方法—— 永久性瘘管法

研究猪的消化生理，阐明饲料在猪的消化道内如何被消化和吸收利用，无论在理论和实践上都有一定的意义。随着科学发展和研究方法的改进，人们对于这个问题的认识，也由现象到本质，由片面到全面，而逐步深化和逐步完善。

猪消化生理的研究密切依赖于养猪生产、医学和生理学的发展。在十九世纪以前，人们研究消化生理所用的研究方法大都是急性实验法，包括直接将动物杀死，观察各消化器官的活动情况，从分析消化道各段内容物的性状来推断其功能；从机体分离出某一器官或组织，如一段肠管，给以一定的环境条件，研究它的活动（离体器官法）；将动物麻醉，经过一定的手术处理，如找出某消化腺的输出管，在其中插入导管，研究消化腺的分泌机能（活体解剖法）等等。应用这些方法研究猪消化生理问题获得的资料，虽然对于阐明某一个别消化器官的机能提供了一些有用的实验依据，但由于研究对象处在麻醉或离体状态，割断了消化系统各器官间的紧密联系，割断了

消化系统与其他系统特别是神经系统的依赖关系，也割断了机体与周围环境之间的正常的相互联系。因此，所获得的实验结果往往是片面的，不可能完全反映健康动物体内的实际情况。

自从发明了永久性瘘管法，并广泛应用于消化生理的实验研究以后，促进了医学和生理学的迅速发展，也使猪消化生理的研究进入了一个新的阶段。

永久性瘘管法(或慢性实验法)按照消化器官及手术方法有好多种，它的基本原理是根据实验研究的具体要求，先给动物进行外科手术，在消化管不同部位安装瘘管，使消化管腔与外界相通，或者是将消化腺的导管引出体外，待动物完全恢复健康以后，在动物清醒状态下研究消化管内的消化过程和消化腺的分泌机能。

例如，利用装有普通胃瘘和肠瘘的猪可以研究猪在正常情况下胃和肠道内的消化过程(胃肠食糜的性状和组成，营养分在胃内和肠内的分解、胃和肠的运动等)以及各种因素对胃肠消化的影响；利用装有隔离小胃瘘和胰瘘的猪可以研究胃腺和胰腺的分泌机能以及各种因素对胃液和胰液分泌的影响；利用同时装有十二指肠体外吻合瘘和迴盲体外吻合瘘的猪可以分别研究饲料在胃、小肠、大肠内消化的特点；而利用装有“三桥瘘”(同时有十二指肠体外吻合瘘、胰瘘和胆管体外吻合瘘)的猪，则不仅可以同时研究胰液分泌、胆汁分泌和输出以及十二指肠食糜排空的特点，而且可以研究它们之间的相互关系。

永久性瘘管法具有许多急性实验法无法比拟的优点。首先，用这种方法研究时，动物处在健康、清醒的状态。不仅体内各器官系统间保持着密切的相互联系，而且与周围环境间也保持正常联系，因此，所得结果基本上符合完整机体内消化

过程的实际情况。

第二，应用永久性瘘管法除了可以研究各个消化器官的生理机能外，还可以综合研究整个机体的营养过程。

第三，装有永久性瘘管的动物，如果饲养管理良好，一般能生存较长时间，可供多次重复地进行实验。猪虽是速长动物，装置瘘管后，一般也能使用数周或数月之久。

当然，应用永久性瘘管法也并不排斥应用急性实验法相互补充和验证。特别在分组饲养试验条件下，为了分阶段观察有关的消化情况，每隔一定时期从试验组及对照组抽取样本猪，进行宰杀，测定有关消化生理指标，可获取年龄性或阶段性动态变化的试验资料。