



农村科学实验丛书

人工瘤胃发酵饲料

《人工瘤胃发酵饲料》科研协作组 编



科学出版社

农业学大寨



农村科学实验丛书

人工瘤胃发酵饲料

《人工瘤胃发酵饲料》科研协作组 编

科学出版社

1976

内 容 简 介

人工瘤胃发酵饲料,是我国养猪的粗饲料加工调制的一种新技术,并已在一些省、区养猪生产中推广应用。本书是一本科学技术普及读物,内容分绪言、科学依据和应用原理、制作方法、应用效果和科学饲养方法等四章。文中比较系统地总结了国内有关单位多年实验研究的成果和推广应用的经验,文字通俗。供农村社队饲养员、基层畜牧兽医人员、知识青年阅读;也可作为农业院校和技术培训班,以及中学农业基础的参考教材。

人工瘤胃发酵饲料

《人工瘤胃发酵饲料》科研协作组

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学出版社印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1976年12月第一版 开本:787×1092 1/32

1976年12月第一次印刷 印张:1 3/4

印数:0001—106,550 字数:36,000

统一书号:16031·36

本社书号:811·16

定价: 0.15 元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

农业学大寨

什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

毛主席语录

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。

猪的饲料是容易解决的，某些青草，某些树叶，番薯藤叶和番薯都是饲料，不一定要精料，尤其不一定要用很多的精料。

目 录

第一章 绪言	1
第二章 科学依据和应用原理	5
一、猪与牛、羊消化过程的比较	5
二、瘤胃微生物及其作用	7
三、瘤胃发酵和人工瘤胃	12
(一) 瘤胃像一具连续生产的活体发酵罐	12
(二) 人工瘤胃	12
四、农村条件下制造人工瘤胃发酵饲料的若干原则	14
(一) 必须是物理的、化学的和微生物的综合措施	14
(二) 发酵缸内保持比较稳定的温度 (38—41°C)	15
(三) 发酵缸内保持乏氧状态	15
(四) 种子料(液)扩大培养	15
(五) 以作物秸秆作为原料, 须补充氮源和食盐	16
(六) 补充碱源, 中和发酵所产生的有机酸	17
五、猪饲喂人工瘤胃发酵饲料的消化特点	17
第三章 制作方法	19
一、原料、用具和发酵设备	19
(一) 原料和用具	19
(二) 发酵设备和保温方法	19
二、发酵饲料的制作过程	23
(一) 种子料的制作	23
(二) 发酵饲料的调制	31
三、调制过程中需要注意的几个技术环节	32
第四章 应用效果和科学饲养方法	36

一、应用效果	36
(一) 改善了饲料品质, 提高了饲料的营养价值	36
(二) 促进育肥增膘速度, 提高了精饲料的利用率	40
(三) 提高猪群繁殖生产能力, 促进猪场大群增产	42
二、科学的饲养方法	45
(一) 要保证人工瘤胃发酵饲料质量	45
(二) 日粮要注意青、粗、精合理搭配	47
(三) 改进饲养方法, 实行科学的饲养管理	48

第一章 绪 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，广大贫下中农在党组织领导下，遵照毛主席关于发展养猪业的指示精神，认真贯彻执行“**以粮为纲，全面发展**”的方针，我国养猪事业有了很大发展。特别是无产阶级文化大革命以来，在“**农业学大寨**”群众运动的推动下，深入地批判了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线，通过批邓和反击右倾翻案风，在养猪战线上加强了党的领导，坚持了党的基本路线，贯彻执行了“积极发展集体养猪，继续鼓励社员养猪”的方针和有关具体政策，广大农村社队集体养猪事业又有了新的发展。集体猪场大批兴办，猪群数量有较大增长。不仅许多省、市、地区、县已经达到《全国农业发展纲要(草案)》规定的养猪规划指标，各地还涌现出一大批实现一人一猪、一亩一猪的猪多、肥多、粮多的高产先进典型。

在养猪生产中，广大工农兵群众和革命科技人员，遵照毛主席关于“**猪的饲料是容易解决的，某些青草，某些树叶，番薯藤叶和番薯都是饲料，不一定要精料，尤其不一定要用很多的精料**”的教导，从我国农村实际条件出发，认真执行“以青粗饲料为主”的原则，广泛开辟饲料来源，大搞粗饲料加工调制、合理利用。在广大农村，粗饲料的各种发酵办法及其革新技术层出不穷，对促进养猪事业的大发展，起了一定作用。人工瘤胃发酵粗(青)饲料的喂猪技术，就是在养猪大发展的形势推动下，在“群众、领导和技术人员”三结合的方针指导下，在养猪生产中大搞群众性科学实验运动，经过反复试验和应用才制作成功的。这一新技术，目前已在我国北方地区和长江

流域的部分地方推广应用。这是文化大革命以来，在毛主席革命路线指引下，在养猪战线上广泛开辟饲料来源、合理利用粗料的一项可喜成果。

我国农村各地的农作物副产品种类很多，数量较大。如：稻草、麦秸、玉米秸、豆秸和豆毛（除去豆籽及豆秸的残屑）、秕谷、高粱壳（高粱穗脱粒后的残屑）等各种打场后的副产物等等，这些秸秆类粗饲料，每年将有几亿吨以上。如能按照科学方法加以调制利用，作为养猪饲料，就可较好地解决养猪的饲料来源，做到“变废为宝”和“以粗代精、以粗省精”，将会有力地促进农村社队集体养猪事业的发展。因此，自力更生开辟饲料资源，研究解决粗饲料的合理调制和利用问题，就成为我国发展养猪事业的重要问题之一。

我国实现人民公社化后，在毛主席关于发展养猪业的一系列指示的鼓舞下，为了研究解决养猪生产大发展的饲料来源问题，于六十年代初期，国内少数农业院、校和科研单位，就开始了人工瘤胃发酵饲料的试验摸索工作。当时，在瘤胃食团，胃液抽取，瘤胃微生物继代培养和制曲，营养液配方和添加效果，发酵粗料调制技术以及饲料营养分变化和饲养试验等方面，曾取得了初步结果。但在刘少奇反革命修正主义科研路线的干扰下，致使这项科研工作未能继续进行，也未能在养猪生产中推广应用。直至文化大革命以来，在毛主席的无产阶级科研路线指引下，实行了开门办科研，大搞群众性科学实验运动，科技人员深入生产实际，实行“群众、领导和技术人员”，“试验、示范和推广”，“教学、科研和生产劳动”等三结合，有计划地组织协作，这项工作才有了较快的进展。有些单位，通过试点突破了生产应用难关，在技术方法上有了许多改进与创新。经过近几年各地试验、应用，适于各地区条件应用的生产流程和调制技术方法，已基本配套；喂猪的生产效果较

好，深受贫下中农和生产单位欢迎。目前已在吉林、辽宁、黑龙江、甘肃、河南、内蒙古、安徽、江苏等省、区，开始试验、示范，逐步开始推广。其中有些省份，正在扩大推广普及范围，在养猪生产中收到实效。这些事实无可争辩地说明了：工农兵是科学实验的主力军；养猪饲料的科学技术与其他战线一样，不断涌现出新的成果。它有力地批判了邓小平“三项指示为纲”的修正主义路线，也是对右倾翻案风的有力回击。

人工瘤胃发酵饲料，是养猪粗料的一种调制办法，与其他发酵饲料不同，是运用牛、羊瘤胃能分解粗硬纤维的原理，在体外模拟牛瘤胃基本生理条件制成“人工瘤胃”，对粗饲料进行发酵的。它用牛瘤胃液中多种共生的微生物，接种于粉碎的粗料，经发酵作用使部分粗硬纤维素分解；同时，增加了微生物蛋白，从而提高了粗饲料营养价值，能被猪体更好地利用。因此，它是一种比较科学的调制粗饲料的办法。人工瘤胃发酵饲料，除具备其他发酵粗料一般特点外，还有一些突出优点：设备比较简单，不需要制曲等特殊设备和用具、物品；制作方法简便，容易掌握，不需消毒；瘤胃液菌种随时可取，只要正确继代培养，就可长期使用；调制好的发酵饲料不但无毒，而且有利于消化，减少疾病；发酵后的粗料，营养价值有一定提高，可以节省或代替一部分粮谷饲料；还能促进育肥增重、提高母猪繁殖力等等。综上所述，这种发酵饲料，是当前粗饲料发酵中比较有效的方法，如加以大力普及推广，将会对开辟养猪粗料来源，促进养猪发展起到应有作用。

这种发酵饲料虽有上述这些优点，但是由于应用的时间不长，试验研究还不够深，特别是粗饲料本身又有其固有弱点，因此不可避免地还存在着一些缺点或不足之处。譬如，现行的生产流程所发酵出来的饲料质量，还不够十分理想，有待设法改善；促进猪体增重的幅度还不够大，需要进一步提高；

在生产实践中，如何合理配合各类饲料日粮，还有待系统总结、完善。这些技术问题，只有通过大搞群众性科学实验运动，在今后推广应用中，边应用、边试验，加以研究解决。

在以华主席为首的党中央领导下，我们坚决同背叛马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，篡改毛主席指示，搞修正主义、搞分裂、搞阴谋诡计的“四人帮”反党集团作斗争，进一步贯彻落实毛主席有关发展养猪业的指示，为大办农业和普及大寨县服务，使这种发酵饲料能迅速普及、正确应用，以及便于在推广应用中更好地开展群众科学实验活动，使它得到提高、完善和发展。兹就各地的经验和成果，加以归纳整理，编写成《人工瘤胃发酵饲料》这本科学技术小册子，供从事养猪工作同志参考应用。

第二章 科学依据和应用原理

一、猪与牛、羊消化过程的比较

猪是单胃的杂食动物,一般都以植物性饲料饲喂。在我国广大农村,猪的日粮则以青粗饲料为主,适当搭配精料。青料和精料都比较容易为猪所消化利用。

粗料包括作物秸秆、干草和秕谷等,特点是含粗纤维(干草约含25—30%,秸秆类可达25—50%或以上)含量较高。粗纤维中的木质素不仅自身难于消化,而且构成作物茎秆的嵌银物质,妨碍各种酶对其他营养分的消化作用。粗料内含糖类¹⁾较少,而且不易消化的比例较高。蛋白质含量禾本科秸秆很低。此外,粗料含维生素很少,矿物质含量也不匀称。粗料不仅含营养分低,而且消化利用困难。因为猪的胃肠道所分泌的消化液,如唾液、胃液、胰液、肠液、胆汁等,虽然含有分解淀粉、双糖、蛋白质、脂肪等各种营养分的消化酶,但是唯独没有分解纤维素的酶。因此,在胃和小肠内,粗纤维就不被分解;而只有栖居在猪大肠内的一些微生物,能产生纤维素分解酶,所以在大肠内才开始进行纤维素的消化。猪对饲料中粗纤维的分解率一般不高,约为15—20%。如何提高粗饲料中粗纤维的分解率,以增加它的营养价值,是解决“以粗代精”促进养猪业进一步发展的重要课题。

1) 不包括纤维素在内的碳水化合物。本书中的糖类泛指单糖(如葡萄糖)、双糖(如蔗糖)、多糖(如果聚糖、淀粉)。

牛、羊则与猪不同，是复胃的草食反刍动物，能比较充分利用秸秆、干草等粗料，可分解其中的粗纤维达 70% 左右。因此，即使完全饲喂粗料，牛、羊也能生活良好。

牛、羊的复胃由瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃四室组成。只有皱胃有胃腺分泌胃液，相当于猪、马的单胃，所以又称真胃。前三胃都没有胃腺，主要靠微生物的发酵作用消化饲料。瘤胃的容积很大，牛有 130—200 升，约占四胃全部容积的 80% 左右。

牛、羊采食粗料后，先进行咀嚼，混入大量碱性唾液 (pH 8.1)，初步嚼细润湿后，形成食团吞咽入瘤胃，在瘤胃内浸泡。隔一定时间反刍时逆呕到口腔中，再仔细反复咀嚼，将粗料的细胞组织进一步撕裂、磨碎，然后再吞咽入瘤胃内由微生物发酵分解。瘤胃和与其紧密连接相通的网胃，还不断地进行周期性运动 (休息时每分钟平均约 1.8 次，采食时约 2.8 次，反刍时约 2.3 次)，将瘤胃食糜充分搅拌，有利于微生物对饲料的充分作用。瘤胃的消化作用在牛、羊的整个消化过程中占特别重要地位，饲料内 70—85% 可消化干物质和粗纤维的 50% 是在瘤胃内分解的。

从上述牛、羊与猪消化的简单比较中，就可看出，单胃和复胃动物都要靠胃肠道内微生物对粗纤维进行消化作用。猪和牛、羊的大肠内都只能消化 15—20% 左右。但是，猪的胃内不能消化粗纤维，而牛、羊的瘤胃却能消化粗纤维，并且消化率高达 50% 左右 (图 1-A、B)。这正是牛、羊能充分利用秸秆等粗料，而猪则利用很差的根本原因。因此，我们很容易联想到，如果给猪装一具人工的“瘤胃”，不是也可以提高对粗料的利用吗？

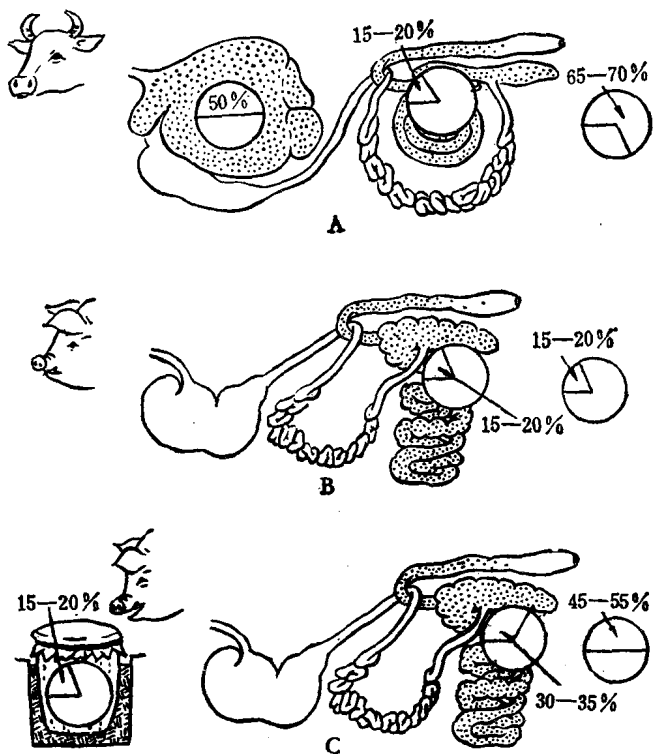


图1 牛、猪的消化道对粗纤维的消化能力,以及饲喂人工瘤胃发酵饲料后的变化

- A. 牛的消化道及其对粗纤维的消化率(瘤胃和大肠有分解粗纤维的能力)
- B. 猪的消化道及其对粗纤维的消化率(只有大肠有分解粗纤维的能力)
- C. 猪饲喂人工瘤胃发酵饲料时对粗纤维的消化率

图内有黑点的胃肠道部位表示具有消化粗纤维的能力,空白部位缺乏分解粗纤维的能力。圆圈内数字表示粗纤维分解率。

二、瘤胃微生物及其作用

瘤胃内有大量微生物,主要为细菌和纤毛虫。一克瘤胃

内容物中，约有细菌 150—250 亿个和纤毛虫 60—100 万个，总体积约占瘤胃液的 3.6%，其中细菌和纤毛虫约各占一半。

取一滴新鲜瘤胃液在低倍显微镜下观察，就可看到形态、大小不完全相同的椭圆形纤毛虫正在运动。根据虫体的纤毛数量和分布情况，可分为全毛和贫毛两大类(图 2-A)。全毛

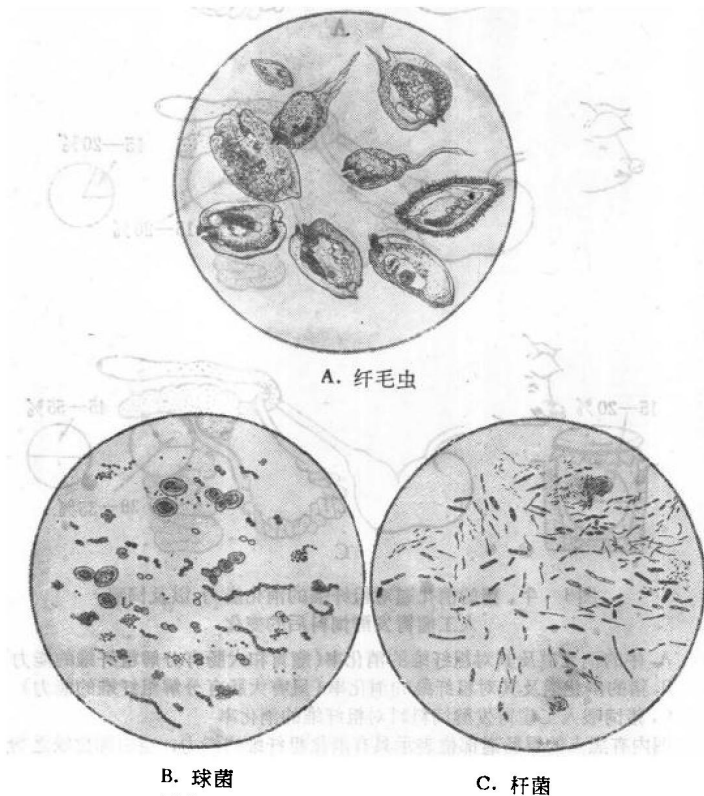


图 2 瘤胃微生物显微镜观察的一般形态

虫全身生长纤毛，牛瘤胃内数量很少，一般不到纤毛虫总数的 1%；羊则较多，可达 6—7%。它们的作用主要是分解淀粉和产生乳酸，以及合成支链淀粉储存在虫体内。贫毛类一般只

在口部或体周生长纤毛,可分数类。有一类叫内毛虫,体型较小(约 70×45 微米),数量最多,约占瘤胃纤毛虫总数的60—70%,也是主要分解淀粉;另一类叫双毛虫,体型稍大,能分解果胶、半纤维素和纤维素,对青粗饲料的消化起一定的作用。此外,纤毛虫还具有水解脂类,氢化不饱和和脂肪酸,分解蛋白质及吞噬细菌的能力。纤毛虫的上述消化代谢能力,完全靠有关酶的作用来完成。已经确定含有分解糖类的酶系统(如淀粉分解酶,蔗糖酶和果聚糖酶等)、蛋白分解酶类(如蛋白酶、脱氨基酶)及纤维素分解酶类(如半纤维素酶和纤维素酶)。因此,饲料经纤毛虫发酵作用后,一般产生挥发性脂肪酸(主要为乙酸、丙酸、丁酸)、乳酸、二氧化碳、氢等。

瘤胃细菌同其他细菌一样,一般菌体很小,在高倍显微镜下才能看到。它们不仅数量大,而且种类也多。从形态上看,主要有各种球菌、杆菌、弧菌及有芽孢的梭菌等(图2-B、C)。从生理作用上看,除了能发酵糖类以及分解乳酸为琥珀酸的细菌区系外,还有分解纤维素、分解蛋白质、蛋白质合成和维生素合成等类细菌。这些细菌除含有一种主要酶外,一般还含有其他几种酶。因此,例如纤维素分解菌类中的厌气杆菌(*Bacteroides succinogenes*, 又名琥珀酸拟杆菌),除能分解纤维素外,还能分解纤维二糖及果胶等,产生甲酸、乙酸及琥珀酸;其他如溶纤丁酸弧菌(*Butyrivibrio fibrisolvens*)、梭菌(*Clostridium*)和瘤胃球菌(*Ruminococcus*)等也具有分解纤维素等能力。瘤胃内还有一种大型嗜碘性多细胞菌——颤螺菌(*Oscillospira guillemontii*),大小 $2.0-5.0 \times 8.0-50$ 微米,具有强大的分解纤维素能力。合成蛋白质的细菌主要是一些嗜碘菌,在合成蛋白质同时,菌体内嗜碘性多糖生成也有增加。

多种细菌往往相互共生、共同作用,组成某种细菌区系,

完成饲料营养分的分解和利用。例如，瘤胃内存在多种同时能利用尿素与分解纤维素的细菌区系，因此，粗饲料补加适量尿素，可使粗纤维消化率显著提高。纤维素分解活性与蛋白质合成之间存在内在联系，对于瘤胃内消化代谢，具有特殊重要意义。

不仅瘤胃细菌之间存在共生关系，在细菌与纤毛虫之间也存在相互制约、相互共生的关系。例如，一方面纤毛虫部分地赖吞食细菌所产生酶类来消化营养物质；另一方面，纤毛虫含有刺激素，能提高细菌分解纤维素的能力。在瘤胃没有纤毛虫情况下，细菌的数量大幅度增加，往往仍能维持瘤胃内各种代谢过程于原来的水平。

瘤胃内微生物的共生关系，对粗纤维的分解具有重要意义。由于瘤胃内同时存在各种纤维素分解菌和多种酶，它们紧密配合，按次地参与瘤胃内纤维素分解过程。此外，尚有其他许多微生物，虽然并不直接分解纤维素，但能发酵由纤维素分解的代谢产物，或提供给纤维分解菌以蛋白质分解产物作为营养分，从而有助于纤维素的继续分解。因此，这样综合的“多兵种协同”的消化代谢过程，使瘤胃内纤维素分解率，远远超过纯培养的纤维素分解菌“单兵种作战”的水平。

瘤胃微生物不仅彼此之间存在共生关系，微生物同寄主（牛、羊）也存在共生关系。例如，瘤胃微生物蛋白质提供牛、羊每日所消化利用蛋白质的五分之三左右。另一方面，牛羊所吃饲料的种类，明显地影响瘤胃微生物的区系。在饲喂干草、秸秆等类含粗纤维较高的饲料时，瘤胃内分解纤维素微生物种类和数量显著增加。纤维素和糖类分解后主要产物是挥发性脂肪酸（短链脂肪酸）和二氧化碳、沼气（甲烷）等。挥发性脂肪酸在瘤胃就可被吸收进入循环血流，输送到机体各组织，成为供给能量，以及转化为葡萄糖、乳脂和体脂的来

