沼气的技术与应用

郭春晖（黑龙江省畜牧研究所161005）马万国（黑龙江省鸡西市鸡冠区畜牧局158100）罗新义（黑龙江省畜牧研究所161005）

摘要：我国资源严重短缺，同时常规农业资源浪费却十分严重，并造成了严重的环境污染，只有发展生态农业才是我国农业的根本出路。生态农业强调循环、再生和可持续发展，而沼气发酵是实现生态农业系统能量转换、物质循环及农业废弃物综合利用的最佳途径和中心环节，是联系生态系统中生产者、消费者和分解者的纽带。

由于发酵产物沼气、沼液和沼渣等能在农业生态农业工程的建设中发挥作用，所以近年来以沼气为纽带的各种农业生态工程技术模式得到快速发展，尤其在减少畜禽养殖业污染物排放等方面产生了良好的效果。

1沼气的产生原理

1.1沼气成分及性质

沼气是一种可燃性气体混合物，主要成分是55～70%甲烷、25～40%CO_2、少量H_2、H_2S、CO、N等。

沼气的主要成分是甲烷。甲烷是无色、无臭的气体，分子式CH4，分子量为16.04，在0°C101325Pa标准状态下，甲烷对空气的相对密度为0.5548，沼气约为0.94；甲烷的热值为35.9MJ/m^3，沼气低热值2025MJ/m^3[1]。

1.2沼气发酵的基本原理

沼气发酵的实质是微生物自身物质代谢和能量代谢的一个生理过程。

沼气发酵过程中，微生物在厌氧情况下为了取得进行自身的生活和繁殖所要的能量，而将一些高能量的有机物分解，有机物质在转变为简单的低能量成分的同时释放能量以供微生物代谢之用[2]。

沼气的发酵过程

1.2.1第一阶段是液化阶段。由微生物的包外酶（如纤维素酶、淀粉酶和蛋白酶等）对有机物质进行体外酶解，将多糖水解成单糖或二糖、蛋白质分解成多肽和氨基酸。通过体外酶解将固体物质转变成可溶于水的物质，这些物质进入微生物细胞，参与细胞内的生物化学反应。

1.2.2第二阶段是产酸阶段。上述的水解产物可以进入微生物细胞，在胞内酶的作用下，进一步分解成小分子化合物，例如低级挥发性脂肪酸、醇、醛、酮、脂类、中性化合物、氢气、二氧化碳、游离态氨。其中主要的挥发性酸乙酸最大，约占80%，参与这一阶段的细菌统称为产酸菌。

1.2.3第三阶段是产甲烷阶段。在这一阶段中，产氨细菌大量繁殖和活动，氨态氮浓度增高，挥发酸浓度下降，为产甲烷菌创造了适宜的生活环境，产甲烷菌大量繁殖。

a．由醇和二氧化碳形成甲烷

$2CH_3CH_2OH+CO_2\rightarrow 2CH_3COOH+CH_4$

$4CH_3OH\rightarrow 3CH_4+CO_2+2H_2O$

b．由挥发酸形成甲烷

$2CH_3CH_2CH_2COOH+2H_2O+CO_2\rightarrow 4CH_3COOH+CH_4$

c．二氧化碳被氢还原形成的甲烷

$CO_2+4H_2\rightarrow CH_4+2H_2O$[3]

沼气发酵的三个阶段是相互连接、交替进行的，它们之间保持动态平衡。在正常情况下，有机物质的分解消化速度和产气速度相对稳定。如果平衡被破坏，就会影响产气。若液化阶段和产酸的发酵速度过慢，产气率就会很低，发酵周期就变长，原料分解不完全，料渣就多。但如果前两个阶段的发酸速度过快而超过产甲烷的速度，则会有大量的有机酸积累起来，出现酸阻抑，也会影响产气，严重时会出现“酸中毒”，而不能产生沼气。

2沼气发酵原料及预处理

2.1发酵原料的选用

日常生活中的农作物秸秆、杂草、树叶等，猪、牛、羊、鸡等畜禽的粪便,农业、工业产品的废水废物（如豆制品的废水、酒糟）等。为了方便进料和出料，达到管理方便，产气率高的目的，须认真选择好沼气发酵原料。

为了确切表示固体或液体中有机物质的含量，一般采用如下方法：

总固体（Totalsolid,TS），又称干物质，是指发酵原料除去水分以后剩下的物质。测定方法为；把样品放在105°C的烘箱中烘干至恒重，此时的质量就是该样品的总固体质量。

挥发性固体（Volatilesolid,VS）,是指原料总固体中除去灰分以后剩下的物质。测定方法为：将原料总固体样品在500～550°C温度下灼烧1小时，其减轻的质量就是该样品的挥发性固体质量，余下的物质是样品的灰分，其质量是该样品灰分的质量[4]。

为了保证沼气池启动和发酵有充

足而稳定的发酵原料，在投料前，需要选择有营养适合的牛粪、猪粪、或马粪作启动的发酵原料。因为这些粪便原料颗粒较细，含有较多的低分子化合物，氮素的含量高，其C：N都小于25：1，都在适宜发酵碳、氮比之内[5]。所以，选择以上粪便做发酵原料启动快，产气好。不要单独用鸡粪、人粪和红薯渣启动，因为这类原料在沼气细菌少的情况下，料液容易酸化，使发酵不能正常进行。

2.2发酵物的预处理

当接种物用量小于10%，或原料为风干粪、鲜人粪、鲜禽粪、羊粪时，在入池前必须进行堆沤预处理，使发酵细菌大量生长繁殖，减缓酸化作用，还能防止料液入池后干粪漂浮于上层而结壳，或产酸过多使发酵受阻。其方法是采用池外堆沤：将干粪、鲜鸡粪等加水或沼液、老沤塘水等拌匀。

加水量以料堆下部不出水为宜，料堆上加盖塑料膜，以便聚集热量和菌种的繁殖[6]。一般夏秋季堆沤2～4天，冬季堆沤7天以上。但不要在温室大棚内堆沤发酵原料，以免产生氨气，使农作物受害。

3沼液和沼渣的利用

清除出料间的浮渣和杂物，并从出料间取中层沼液，经过滤后加入饲料中。添加沼液喂养前，应对猪进行驱虫、健胃和防疫，并把喂熟食改为喂生食。按生猪体重确定每餐投喂的沼液量，每日喂食3～4餐。观察生猪饲喂沼液后有无异常现象，以便及时处置[7]。

沼渣是沼气发酵后残留在沼气发酵后残留在沼气池底部的半固体物质，含有丰富的有机质，腐质酸、粗蛋白、氮、磷、钾和多种微量元素等，是一种缓速兼备的优质有机肥。

4沼气为纽带的生态农业模式

以沼气为纽带的生态农业模式依据生态学原理，以沼气建设为纽带，将养殖业、种植业等有机地结合在一起，通过模式各单元之间的合理布置和匹配，使得物质和能量实现梯级利用，从而使农业生产达到高产、高效、优质、低耗的目的，实现农业生产的生态化和可持续化。

4.1以沼气为纽带的生态温室模式

以沼气为纽带的生态温室模式的主要组成要件包括：沼气池，日光温室，畜禽舍。在此基础上，还可以增加厕所、

蚯蚓养殖槽等内容。这种类型的生态农业模式较典型的有北方“四位一体”模式和中部“生态温室”模式。其中北方“四位一体”生态农业模式是辽宁省在20世纪90年代研究探索出来的一种农业模式，目前已在我国北方农村得到了大范围的推广，取得了显著的经济、能源和生态效益。

这种模式的特点可以归结为以下6点

a多业结合，集约经营；

b合理利用资源，增值资源；

c物质循环，相互转化，多级利用；

d保护和改善自然环境与卫生条件；

e有利于开发农村智力资源，提高农民素质；

f社会效益、经济效益、生态效益提高[8]。

4.2以沼气为纽带的生态农场模式

随着畜牧业的快速发展，畜禽粪便的产量也在不断增加。据有关部门研究，1999年中国规模化养殖场的粪便的排放量不足17亿吨，而实际排放的
粪便污水总量却超过200亿吨，其数量是粪便量的10多倍[9]
。为了控制养殖业带来的日益严重的环境污染问题，国家环保总局2001年12月发布了“畜禽养殖业污染物排放标准”（GB18596—2001），该指标2003年1月1日开始实施。对规模化养殖场废气物的处理，目前多采用以生物处理为主的方法加以处理，其中以沼气处理技术为核心处理养殖粪便污水的能源与环境工程，由于其所具有的处理技术过程符合生态学规律，运行成本相对较低，且能使废气物实现资源化利用等特点日益受到了重视，成为很多规模化养殖场处理污染物的首选工艺。

5沼气的利用价值及前景展望

沼气等可再生能源作为清洁能源，是未来可持续能源系统的重要组成部分。发展农村沼气等可再生能源是全面建设小康社会和建设社会主义新农村的重要内容，是发展循环经济、实现农业可持续发展的有效措施，对改善能源结构、保障国家能源安全、保持经济社会可持续发展具有重要意义[9]。近年来，各地认真贯彻“因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益”和“开发与节约并举”的农村能源建设方针，大力发展以农村沼气为重点的可再生能源建设，取得了明显成效。但我省农村沼气等可再生能源还存在发展不平衡、投入少、服务体系不完善、产业化运作水平低等问题。

各级、各部门要从落实科学发展观，建设资源节约型、环境友好型社会，大力推进社会主义新农村建设的高度，充分认识加快发展农村沼气等可再生能源的重要意义，切实抓紧、抓好农村沼气等可再生能源建设。

参考文献

[1]张全国.沼气技术及应用[M].北京：化学工业出版社，2006

[2]苑瑞华.沼气生态农业技术[M].北京：中国农业出版社，2006

[3]谢祖琪，屈峰，梅自力.农村户用沼气技术图解[M].北京：中国农业出版社，2006

[4]王兆骞.中国生态农业与农业可持续发展[M].北京：北京出版社，2001

[5]张壬午.农业生态工程技术[M].郑州：河南科学技术出版社，2000

[6]周孟津.沼气实用技术.北京：化学工业出版社，2002

[7]马世俊，李松华.中国的农业生态工程[M].北京：科学出版社，1987

[8]张培栋.“四位一体”生态农业模式能流研究[C].兰州：甘肃农业大学，2002

[9]张百良.农村能源技术经济及管理[M].北京：中国农业出版社，1995

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/91120.html