

吉林省农村常用沼气 发酵原料产气潜力及特性研究

宋明芝 缪则学 刘淑环 赵哈乐

(吉林省农科院土肥所)

摘 要

本文报导了吉林省农村常用沼气发酵原料的产沼气潜力和特性。各种发酵原料产气量(升/公斤干料)表明:玉米秸为518,谷草为444.2,甜菜渣为415.6,大豆秸为336.3,向日葵秸为284.7,草炭为13.6,鸡粪为412.3,马粪为368.6,猪粪为362.6,牛粪为258.1,羊粪为164.5。畜粪类第一个月的产气量占总量的63—83%,农作物秸秆类中,草炭产沼气极少且集中在第一个月,除甜菜渣外,其它秸秆第一个月的为总量的53—63%,差别不大。甲烷含量在50%左右。发酵期内发酵液的pH变化情况是:畜粪类的没有明显下降且产气正常,草炭的pH基本无变化,为6.7—7.0,大豆秸、玉米秸、谷草、向日葵秸和甜菜渣的pH都下降,为4.5—5.05,除大豆秸外,其它秸秆原料都需调节pH,才能恢复产沼气。

1978年以来,我省农村沼气有较快的发展,发酵原料多利用农作物秸秆、人畜粪便,也有的地方利用草炭等。但对如何合理地利用原料、达到经济利用和提高产气率的研究较少。研究农村常用沼气发酵原料的产气潜力和特性对于研究发酵条件、工艺改革及池型设计可以提供基础资料。1982年我们作了部分原料的调查研究,总结如下。

试验材料与方法

(一) 发酵原料品种

玉米秸,谷子秸,豆秸,甜菜渣,向日葵秸,草炭,马粪,鸡粪,牛粪,羊粪,猪粪。

(二) 原料的处理

粪便取鲜样,暂储存于冰箱(4℃),测定总固体含量后,即投料发酵,作物秸秆风干后,用粉碎机粉碎,过2毫米孔径筛板。甜菜渣及草炭的处理与秸秆相同。

(三) 发酵方法

1. 发酵装置:1,000毫升细口瓶作发酵瓶,用排水集气法装置。
2. 发酵温度:35±1.5℃。
3. 原料浓度:干物质浓度2%。
4. 接种物及接种浓度:取猪粪及污泥(7:3干物质比),总浓度为6%,35℃恒温培养,至产气高峰,将此接种液用双层纱布过滤,按20%量接种。
5. 对照:以等量接种物和水混合作对照。
6. 每种原料及对照设三次重复。

(四) 调查及测定方法

1. 每天定时记录产气量。

2. 发酵起动后第3、5、7天测pH，以后每周测一次。仪器为ZD-2型自动电位滴定计。

3. 每天测定一次甲烷含量，仪器为102-G型气相层析仪。

4. 总固体测定用105—110℃重量法。挥发性固体测定用550±50℃灼烧法。原料全氮用凯氏法。原料全碳用丘林法。

结果及讨论

原料的基础分析结果列于表1，不同原料的沼气产量列于表2，产沼气潜力分析列于表3、甲烷含量列于表4，酸碱度测定结果列于表5。

表1 不同原料的基础分析 (%)

原料	全氮	全碳	总固体	挥发性固体
玉米秸	0.9650	80.4225	90.7573	93.70
谷子秸	0.5549	75.2011	89.5336	89.10
豆秸	0.5857	83.0069	86.3004	94.69
甜菜渣	1.4465	75.5243	90.8887	94.87
向日葵秸	0.3592	84.1160	87.0622	94.24
草炭	2.3450	75.4311	88.0024	73.47
马粪	0.8090	81.5128	22.8500	90.59
鸡粪	4.2196	61.2640	34.5500	69.28
牛粪	1.3883	81.2215	22.9000	85.37
羊粪	1.5874	61.2923	43.7750	61.57
猪粪	1.7665	74.3458	22.9750	82.58

由不同原料的沼气产量结果看出，原料间的产气潜力差别很大。从农作物秸秆残渣类看，产沼气量(升/公斤干料)的顺序为玉米秸(518) > 谷子秸(444.2) > 甜菜渣(415.6) > 豆秸(336.3) > 向日葵秸(284.7) > 草炭(13.6)。从畜粪类看，产沼气量(升/公斤干料)的顺序为鸡粪(412.3) > 马粪(368.6) > 猪粪(362.6) > 牛粪(258.1) > 羊粪(164.5)。

总体比较结果则为玉米秸 > 谷子秸 >

表2

不同原料的沼气产量

单位: 毫升

原料	1	6	11	21	31	41	51	61	71	81	第一月		第二月		第三月		总产气量
	5天	10天	15天	20天	25天	30天	35天	40天	45天	50天	产气量	占总量(%)	产气量	占总量(%)	产气量	占总量(%)	
玉米秸	1767	178	777	4020	1244	1363	480	338	248	133	6744	65	3077	30	537	5	10360
谷子秸	761	390	2003	2305	1379	896	539	181	187	243	5459	61	2814	32	611	7	8884
豆秸	510	597	1258	1425	1171	808	350	366	144	95	3700	56	2329	35	605	9	6725
甜菜渣	1960	247	210	54	1878	1494	764	242	540	923	2471	30	4136	60	1705	20	8312
向日葵秸	—	234	1545	1203	720	674	659	302	207	250	2982	53	1963	34	759	13	5694
草炭	173	19	17	62	0	0	0	0	0	0	270	100	0	0	0	0	271
马粪	493	1220	2286	1319	1072	845	137	—	—	—	5318	72	2054	28	—	—	7372
鸡粪	1283	1525	2446	1590	573	711	117	—	—	—	6844	83	1401	17	—	—	8245
牛粪	343	851	1240	837	971	870	50	—	—	—	3271	63	1891	37	—	—	5162
羊粪	233	401	810	631	518	279	417	—	—	—	2075	63	1214	37	—	—	3289
猪粪	557	1076	2053	1637	747	766	416	—	—	—	5323	73	1929	27	—	—	7252

甜菜渣 > 鸡粪 > 马粪 > 猪粪 > 豆秸 > 向日葵秸 > 牛粪 > 羊粪 > 草炭。从第一个月的产沼气量看则为，鸡粪 > 玉米秸 > 谷子秸 > 猪粪 > 马粪 > 豆秸 > 牛粪 > 向日葵秸 > 甜菜渣 > 羊粪 > 草炭。

产气高峰期，畜粪类都在11—20天，农作物秸秆残渣类中，向日葵秸产气高峰也在第

表3

不同原料的产沼气潜力分析

原 料	高 峰 期	最高日产气率	每公斤干 料产气量 (升)	原 料	高 峰 期	最高日产气率	每公斤干 料产气量 (升)
	(投料后·天)	(气容/料容·日)			(投料后·天)	(气容/料容·日)	
玉米 秸	21-30	0.58	518.0	马粪	11-20	0.34	368.6
谷子 秸	21-30	0.42	444.2	鸡粪	11-20	0.47	412.3
豆 秸	21-30	0.24	336.3	牛粪	11-20	0.20	258.1
甜 菜 渣	40-50	0.31	415.6	羊粪	11-20	0.11	164.5
向日葵秸	11-20	0.26	284.7	猪粪	11-20	0.34	362.6
草 炭	1-5	0.07	13.6				

表4

沼气中的甲烷含量

(%)

原 料	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周	第7周	第8周	第9周	第10周	第11周	第12周	平 均
玉米 秸	—	46.47	56.94	59.0	51.97	49.21	51.38	48.68	50.58	56.78	53.29	50.70	52.34
谷子 秸	—	64.52	55.56	55.90	50.46	52.65	54.14	45.24	49.93	37.96	46.72	54.60	51.61
豆 秸	—	48.00	57.63	52.45	54.09	52.91	32.58	47.62	39.63	38.69	37.96	48.36	46.36
甜 菜 渣	—	—	—	55.21	54.69	56.62	51.13	35.45	39.04	59.86	53.29	71.76	53.01
向日葵秸	—	62.60	54.87	58.32	44.42	50.53	54.64	46.03	42.59	39.79	35.77	53.04	49.33
草 炭	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
马 粪	56.59	37.17	56.62	48.62	43.39	46.73	48.18	48.18	—	—	—	—	48.19
鸡 粪	50.04	54.99	54.76	47.37	49.47	42.29	33.58	31.39	—	—	—	—	45.49
牛 粪	52.45	46.23	58.47	51.38	45.24	52.06	48.18	54.02	—	—	—	—	51.00
羊 粪	50.73	39.28	52.91	—	—	50.28	48.91	41.61	—	—	—	—	47.29
猪 粪	51.07	47.02	53.97	56.64	53.97	56.26	58.77	58.40	—	—	—	—	54.25

表5

发酵过程中酸碱度变化

原 料	第 1 周			第 2 周	第 3 周	第 4 周	第 5 周	第 6 周	第 7 周	第 8 周	第 9 周	第 10 周	第 11 周	第 12 周	备 注
	3 天	5 天	7 天												
玉米 秸	4.5	4.9	4.9	5.15	6.95	7.20	7.05	6.75	7.35	7.10	7.00	7.20	7.00	7.40	
谷子 秸	4.8	5.05	5.15	6.15	7.15	7.10	7.15	6.65	7.10	7.00	6.60	6.80	7.00	7.20	
豆 秸	5.05	5.6	5.6	6.40	6.75	7.00	6.65	6.50	7.10	6.70	6.70	6.60	6.90	7.10	
甜 菜 渣	4.2	4.3	4.2	5.15	5.20	6.20	6.05	7.10	7.75	7.70	7.40	7.50	7.60	8.00	
向日葵秸	4.9	5.1	5.1	5.30	7.00	7.20	6.85	6.50	7.25	7.20	7.00	7.00	7.00	7.30	
草 炭	6.7	6.95	6.7	6.80	7.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
马 粪	6.8	6.65	6.5	6.50	6.65	6.65	6.90	6.90	6.60	6.70	—	—	—	—	
鸡 粪	6.4	6.7	6.7	7.30	7.60	7.5	7.50	7.30	7.30	7.61	—	—	—	—	
牛 粪	6.6	6.55	6.3	6.60	6.65	6.60	6.50	6.20	6.61	6.70	—	—	—	—	
羊 粪	6.8	7.0	6.5	7.00	7.10	7.10	7.20	5.6	6.80	7.15	—	—	—	—	
猪 粪	6.4	6.2	6.15	6.65	6.90	6.75	7.00	6.80	7.00	7.00	—	—	—	—	

11—20天, 玉米秸、谷子秸和豆秸在第21—30天, 由于发酵初期pH降低, 可能使高峰期推后。甜菜渣由于pH长期过低, 使产气高峰期明显推后到第41—50天, 其中向日葵秸和

豆秸产沼气量较平稳。

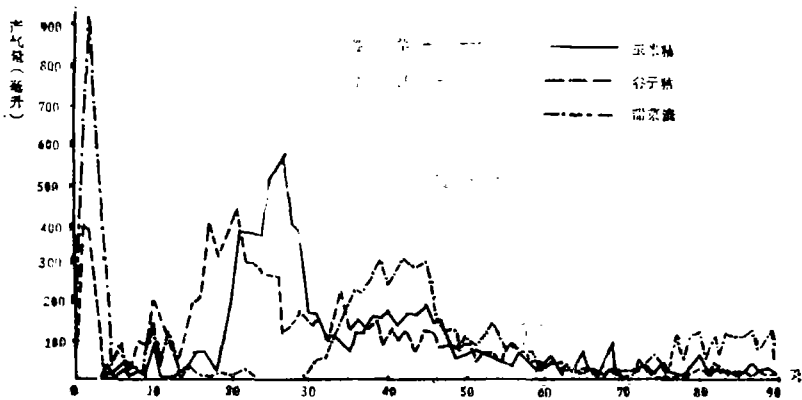


图1 玉米秸等产气曲线

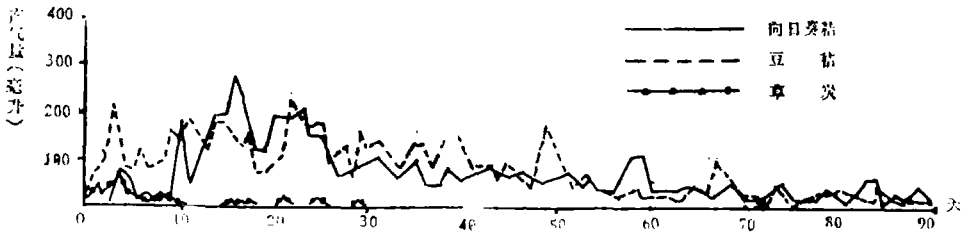


图2 向日葵秸等产气曲线

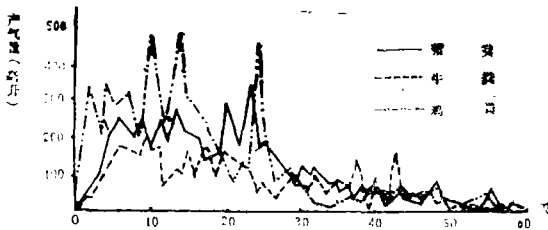


图3 猪粪等产气曲线

发酵期内沼气产量的分布情况，畜粪类第一个月产气量占总量的63—83%，其中鸡粪占的比率最大，为83%；农作物秸秆类中，草炭产沼气极少，集中在第一个月，除甜菜渣外，其余四种秸秆产气量占总量的53—65%，差别不大。

甲烷含量偏低，一般在50%左右，究竟是由于菌种的原因还是分析方法的原因所造成的，需要进一步研究。

从pH测定结果看，畜粪类投料后，pH没有明显降低现象，不需调节，产气正常。鸡粪发酵液pH偏高，从第2周开始，变动在7.3—7.6间，羊粪也略高，变动在6.8—7.5间，猪粪发酵液的变动在6.75—7.0，马粪和牛粪发酵液的pH偏低，分别为6.65—6.9和

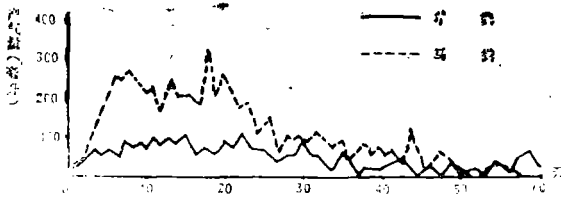


图4 羊粪、马粪产气曲线

6.2—6.7。农作物秸秆粪中，草炭发酵液的pH为6.7—7.0，豆秸投料后，pH降至5.05后逐渐回升，从第3周起，pH变动在6.5—7.1，玉米秸、谷子秸和向日葵秸投料后pH下降至4.5—4.9，第2周调pH后，才恢复产沼气，甜菜渣发酵液pH最低，调两次pH后才恢复产

沼气，以后逐渐上升，高于其它原料，最高达8.0。第3周后，玉米秸发酵液pH变动于6.75—7.4，谷子秸为6.65—7.2，向日葵秸为6.5—7.3。

从原料的全氮、全碳、挥发性固体分析结果看，与原料的产气量没有明显的关系。如草炭的全氮、全碳、挥发性固体含量，都不次于某些产沼气高的原料，但产气很少。牛粪的全碳和挥发性固体都比鸡粪高，而沼气产量却比鸡粪低37%。甜菜渣的碳/氮比玉米秸小，挥发性固体略高于玉米秸，而沼气产量却低于玉米秸等。今后工作中，如能增加无氮浸出物，纤维素，木质素等测定项目，可反映出与沼气产量的关系。

本试验中农作物秸秆发酵投料后多数出现酸化现象，今后需加大接种量，或改变用纱布过滤的作法从而减少污泥量。

STUDY ON THE BIOGAS PRODUCTION POTENCY AND CHARACTERISTICS OF RURAL RAW MATERIAL IN JILIN PROVINCE

Song Mingzhi et al.

(Institute of Soil and Fertilizer, Jilin Academy
of Agricultural Science)

ABSTRACT

The results of biogas production potency and characteristics of rural raw materials in Jilin province are reported in this paper. The volumes of biogas (L/Kg dry matter) produced by these raw materials as following: cornstalks-518, millet grass-444.2, feedroot residua-415.6, soybean stem-336.3, sunflower stem-284.7, peat-13.6, hen dung-412.3, horse dung-368.6, swine dung-362.6, cow dung-258.1 and sheep dung-164.5. The biogas production of animal manures obtained in first month about 63-83% of Total. Among the kind of agricultural crop straw, the gas

production of peat were least and centralized in first month, the gas production of other straws were obtained 53-65% of the total in first month. there were a little difference between them. Content of methane in biogas were 50% approximately. In fermentative period the PH of fermentative slurry were variable as following: the PH of animal manure as raw materials decreased a little and gas produced normally, the PH of peat as raw material were variable between 6.7-7.0, Sunflower stem, Cornstalk, millet grass, Sunflower stem and beetroot residua decreased the PH to 4.5-5.05. During 1-2 week fermentative period and the gas reproduced again after adjusting the PH to neutral, but beside the soybean stem as raw material.

《中国农业科学》1987年征订启事

《中国农业科学》是中国农业科学院主办的综合性农牧业科学学术性刊物。主要报道我国农牧业科学在基础理论和应用技术研究方面的学术论文，重要科研成果的专题报告，各学科研究的进展和综述等。读者对象是国内外农牧业科技工作者和院校师生，农业生产战线上的干部等。

本刊为双月刊，每册16开本96页，另附图版2—4页。国内发行每册定价0.80元，全年4.80元。全国各地邮局办理订阅，代号：2—138。1986年11月份开始收订1987年各期，请勿错过。

国外发行由中国国际图书贸易总公司（中国国际书店）承办，代号：BM43。

《中国麻作》1987年征订启事

《中国麻作》（季刊）是中国农业科学院麻类研究所主办的麻类作物专业刊物。国内外发行，16开本，48页，每期定价0.45元，全年1.80元，请直接向本刊发行组汇款订阅，若银行信汇湖南沅江县农业银行43107。