

2012年8月

|   |  |                    |   |   |   |  |
|---|--|--------------------|---|---|---|--|
|  | منظمة الأغذية<br>والزراعة للأمم<br>المتحدة | 联合国<br>粮食及<br>农业组织 | Food and<br>Agriculture<br>Organization<br>of the<br>United Nations | Organisation des<br>Nations Unies<br>pour<br>l'alimentation<br>et l'agriculture | Продовольственная и<br>сельскохозяйственная<br>организация<br>Объединенных<br>Наций | Organización<br>de las<br>Naciones Unidas<br>para la<br>Alimentación y la<br>Agricultura |
|---|--|--------------------|---|---|---|--|

# 粮食和农业遗传资源委员会

## 暂定议程议题 6

### 粮食和农业动物遗传资源政府间技术工作组

#### 第七届会议

2012年10月24—26日，罗马

### 微生物促进反刍动物消化的现状和趋势

## 目 录

|                             | 段 次   |
|-----------------------------|-------|
| I. 导 言.....                 | 1-4   |
| II. 微生物与反刍动物消化：知识现状和趋势..... | 5-11  |
| III. 今后可能开展的研究和创新.....      | 12-15 |
| IV. 征求指导意见.....             | 16    |

为尽量减轻粮农组织工作过程对环境的影响，促进实现对气候变化零影响，本文件印数有限。敬请各位代表、观察员携带文件与会，勿再索取副本。粮农组织大多数会议文件可从互联网 [www.fao.org](http://www.fao.org) 网站获取。

---

## 微生物促进反刍动物消化的现状和趋势

---

### I. 引言

1. 粮食和农业遗传资源委员会第十二届例会强调，需要评估与粮食和农业相关的微生物的现状和趋势。因此，会议要求委员会秘书处就微生物的现状和趋势以及微生物促进反刍动物消化、涉农工业加工和食品加工等领域编写材料，供委员会第十四届例会进一步分析研究。<sup>1</sup>
2. 委员会第十三届例会重申，有必要继续与相关国际组织和科学机构合作推进这项工作，同时还要求各政府间技术工作组审查其专业知识领域内的相关评估报告。<sup>2</sup>
3. 本文件简要介绍一份研究报告，题为“微生物与反刍动物消化：现有知识、趋势和未来前景”。研究报告完整版本题为“背景研究文件”。<sup>3</sup>
4. 该研究报告介绍了瘤胃微生物研究取得进展的历史记录，并概述了目前对瘤胃微生物生态系统所掌握的情况。研究还提到新的 DNA 测序技术为提高畜牧生产力所提供的机遇，以及畜牧生产系统对环境造成的影响。

### II. 微生物与反刍动物消化：知识现状和趋势

5. 过去十年中，人口增长、土壤退化造成的可耕地减少、城市化、工业化以及随之增加的畜牧产品需求，导致全球反刍动物养殖部门（牛、绵羊、山羊、水牛、骆驼和牦牛）发生巨大变化。这些变化包括区域家畜头数规模以及反刍动物管理和饲养系统类型的转变。对畜牧业要具备更多品质属性的要求会越来越多，不仅针对产品本身，还包括生产过程中所使用的方法。因此，畜牧部门将不仅要应对提高畜牧业生产力的挑战，同时还要保护环境和人类健康并确保自然资源的保护和可持续使用，包括粮食和农业生物多样性的所有组成部分。
6. 面对近期全球畜牧生产趋势，反刍动物前胃中的瘤胃微生物生态学和微生物多样性的重要性得到越来越多关注。反刍动物消化道中的微生物对饲料转化成终端产品有着深远的影响，而终端产品又对动物和环境产生影响。随着畜牧部门在数量和生产力方面的发展，特别是在发展中国家，人们将更加需要了解这些过程，以更好地管理和使用用以生产饲料的自然资源和其他自然资源，为可持续饲养系统的发展奠定基础。
7. 直到最近，人们对反刍动物肠道微生物的认识主要是通过传统的组织培养技术获得的，仅占瘤胃微生物菌群的 10% 至 20%。肠道菌群及其元基因组（被称

---

<sup>1</sup> CGRFA-12/09/Report, 第 60 段。

<sup>2</sup> CGRFA-12/11/Report, 第 91 段。

<sup>3</sup> CGRFA 背景研究文件第 61 号：微生物与反刍动物消化：知识现状、趋势和未来前景。

为微生物群)含有的基因估计约为宿主动物的 100 倍,并为反刍动物提供了宿主未能自身进化的遗传和代谢能力,包括水解和发酵无法获取的营养成分和毒素的能力。这种过程需要多种瘤胃微生物的参与,人们将其归为三大类,即:细菌(真细菌)、古细菌(甲烷菌)和真核生物(纤毛虫原生动物和厌氧瘤胃真菌)。

8. 以 16r RNA基因系统发育为基础的微生物分子生态学所取得的进步,使瘤胃中的正常菌群能够得以鉴别和量化。微生物分类系统与瘤胃DNA深度测序相结合,揭示了为适应环境条件(饲料基础等)和动物肠道生理学,存在着与反刍动物宿主共同进化而来的复杂菌群。虽然不同动物种类和品种之间的肠道菌群存在差别<sup>4</sup>,但新证据也同时显示,从营养成分利用方面看,即便采用相同饲料进行饲喂,同一品种动物瘤胃中的细菌微生物群和代谢潜力也有差别。

9. 基于对公共数据库中可用的全球数据的分析,大部分(超过 90%)瘤胃古菌与种类密切相关;甲烷短杆菌(*Methanobrevibacter*, 超过 60%)、甲烷微菌(*Methanomicrobium*, 约 15%)和一组通常被称为瘤胃集群 C(RCC, 约 16%)或功能尚未明确的热原体附属系列(TALC)的非培养瘤胃古菌。最近,元基因组学方法无需隔离有机体就能从混合培养菌中重组 RCC 甲烷菌的基因组。这揭示了一项新的代谢活动,RCC 甲烷菌借此可产生更多与自养甲烷短杆菌(*Methanobrevibacter*)相关的甲烷。

10. 重要的是,RCC 甲烷菌是若干种类反刍动物体内(如饲养在中国中部一个独特农业经济区域的牦牛、牛和绵羊等)的主要菌群。相比于预期的工业化国家用传统生产饲料饲养的反刍动物体内的微生物结构,这些动物体内的甲烷菌种群相互之间更加类似。这为环境条件和动物生理条件之间的相互作用提供了进一步证据,这种相互作用决定了成年动物体内微生物群的获取、定殖和最终结构。熟化瘤胃中甲烷菌的种群数量构成对甲烷(温室气体)排放量非常重要,因为取决于由基因组决定的代谢途径,一些甲烷菌会产生更多的甲烷。因此,环境条件可以决定出生时获取的甲烷菌种群,从而决定成年动物体内的甲烷菌群落结构,进而影响甲烷生产潜力。

11. 此外,有着实用和经济重要性的瘤胃细菌种类显然具有遗传多样性。例如,研究证明,能解除具经济价值的豆科植物银合欢饲料中毒素的瘤胃细菌琼氏互养菌(*Synergistes jonesii*)在不同地理区域具有不同的遗传多样性。这种细菌从海外反刍动物引入澳大利亚牛类,因为后者缺乏这种细菌,容易因银合欢中的含羞草素而中毒。该细菌所具有的遗传多样性能够为依赖银合欢生产系统区域所养殖的反刍动物引入更强效的脱毒菌株,为实现可持续生产进一步提供了机会。

---

<sup>4</sup> 最新数据显示,亚洲牛类品种的瘤胃微生物群落与霍斯坦牛相比有明显区别,支持了宿主基因型是决定微生物群落构成的重要因素这一观点。

### III. 今后可能开展的研究和创新

12. 最近十年，随着价格低廉的基于核酸的技术的出现，以及研究综合微生物生态系统多样性的免培养法 DNA 测序平台的迅速发展，该领域出现了许多包括元基因组学在内的重要创新。这些技术有潜力掌握并研究瘤胃中综合微生物群落的整体微生物群（最主要的基因组），以测定群落结构（“它们是谁”）及其功能（“它们在干什么”）。

13. 用以鉴定基因功能的可公开获得的注释工具和计算平台的快速发展，也使越来越多的研究单位可获得并可负担得起对个体微生物的基因组测序和解读。这使得公布的已测定基因组序列的瘤胃微生物数量（大于 20）有所增加，但有关瘤胃厌氧真菌和纤毛虫原生动物基因组成的信息较少，这些生物体的基因组从未公布过。

14. 为解决这些问题，由先进的瘤胃微生物学实验室、公共资助的大型 DNA 测序机构和国际公共培养组织收集负责人形成的联合体共同创建了一个“瘤胃微生物基因组网络”。该联合体将促进瘤胃微生物基因组测序和发展，以获得与瘤胃微生物群落相关的方法、基因组测序和甲烷菌数据。将利用超过 1 000 组瘤胃微生物分离菌提供的基因组参考信息，建立一个对公众开放的瘤胃微生物基因目录（数据库），并鉴定这些基因的功能，以此为框架鉴定不同反刍动物基因型的瘤胃微生物群以及不同饮食和环境条件下的瘤胃微生物群。这些信息将用于支持发起旨在了解瘤胃功能、以实现粮食生产和温室气体排放平衡的国际基因研究工作。此次参考信息的收集可能会偏向于工业化生产系统中的反刍动物微生物，除非开展协调工作，让一些动物在自然环境中进化并适应的地区和国家，特别是热带地区国家的实验室共同参与。

15. 新兴和发展中国家反刍动物实验室有机会提供从适应当地条件的品种的瘤胃样本和瘤胃分离培养物获得的 DNA，作为对该目录的贡献，从而使该目录能够代表与许多农业经济地区以及环境条件相关的、更广泛的微生物种群地理普查情况。此外，对瘤胃微生物学感兴趣的发展中国家营养实验室将从今后与先进实验室的互动中获益，当地科学家可以通过这些实验室获得有关微生物分子生态学的最新技术咨询和培训。

#### IV. 征求指导意见

16. 工作组可建议委员会：

- 对研究报告“微生物和反刍动物消化：知识现状、趋势和未来前景”表示欢迎，并强调瘤胃微生物的多样性在与品种和膳食多样性、全球畜牧生产及环境和健康相关挑战方面的重要性；
- 要求粮农组织在委员会第十五届例会审查政府间技术工作组应用和整合生物技术以保护和可持续利用粮食和农业遗传资源方面工作时，报告该领域的相关发展情况；
- 要求粮农组织继续监测和报告该领域的发展情况，可酌情在《世界粮食和农业动物遗传资源状况》第二份报告或《世界粮食和农业生物多样性状况》中研究该问题。