



粮食和农业遗传资源委员会

暂定议程议题 8.3

第二十八届例会

2025 年 3 月 24–28 日，罗马

用于食品加工和涉农产业工艺的微生物

目 录

	段 次
I. 引言	1 - 5
II. 主要结论	6 - 18
III. 今后工作考虑因素	19 - 20
IV. 征求指导意见	21

I. 引言

1. 粮食和农业遗传资源委员会（遗传委）第十七届例会通过了《粮食和农业微生物和无脊椎动物遗传资源可持续利用和保护工作计划》（《工作计划》）¹。《工作计划》将微生物和无脊椎动物分为若干功能组，² 预计将在遗传委第二十届例会上审议的两个功能组是：(i) 用作食品/饲料膳食组分的食用菌和无脊椎动物；(ii) 用于食品加工和涉农产业工艺的微生物³。

2. 《工作计划》规定，将根据以下内容讨论各功能组工作：

- (a) 根据遗传委以往工作和现有文献，总结保护、利用和获取以及惠益分享现状和趋势，并酌情进行开放式调查，汇编可持续利用和保护方面的最佳做法；
- (b) 梳理与功能组最密切相关的区域和国际组织以及其他机构，并明确潜在战略合作领域；
- (c) 分析差距和需求以及遗传委和成员予以解决的可能性⁴。

3. 应《工作计划》安排，粮农组织委托编制一份有关用于食品加工和涉农产业工艺的微生物可持续利用和保护的研究文件。由于一些涉农产业工艺，特别是有关营养循环、生物防治和生物刺激的工艺，在近期根据《工作计划》编写的其他背景研究文件中已有述及，目前的研究侧重于微生物在食品加工和将涉农产业材料加工成非食品增值产品工艺中的应用。

4. 粮食和农业微生物和无脊椎动物遗传资源政府间技术工作组（工作组）第一届会议注意到该研究报告草案，并提供了书面反馈意见。修订版研究草案载于文件《农业粮食体系内发酵用微生物可持续利用和保护研究草案》⁵。

5. 本文件借鉴了研究草案的结论，概述了用于食品加工和涉农产业工艺的微生物这一功能组的保护和可持续利用工作现状⁶。报告还提出了工作组关于遗传委及其成员今后在该功能组方面开展工作的结论，并寻求遗传委在为此提供指导。

¹ CGRFA-17/19/Report, 附录 E。

² CGRFA-17/19/Report, 附录 E, 第 8-14 段。

³ CGRFA-17/19/Report, 附录 E, 第 14 段。

⁴ CGRFA-17/19/Report, 附录 E, 第 16 段。

⁵ CGRFA-20/25/8.3/Inf.1。

⁶ 本概述的更详尽版本见 CGRFA/WG-MIGR-1/24/3 Rev.1 号文件。

II. 主要结论

微生物在食品加工和涉农产业工艺中的作用

6. 微生物在食品加工和非食品涉农产业工艺中的应用是农业粮食体系中的重要组成部分。长久以来，传统发酵工艺一直关乎着世界许多地区人民的粮食安全和生计。最近在此领域正取得的进展包括制定可能为改善粮食安全及应对气候和生物多样性危机发挥重要作用的新方案。

7. 食品加工领域中涉及使用微生物的用途大致可分为以下几类：通过传统发酵工艺生产发酵食品；利用生物质生产发酵衍生食品；以及运用精准发酵技术生产发酵衍生食品。

8. 发酵食品和发酵衍生食品生产的主要优势包括：利用微生物生长速度快的特点，缩短生产时间；减少对土地和水的利用；有可能将农业副产品和食品废弃物变废为宝；供应稳定；减少了对气候/天气条件特征的依赖，生产地点灵活。

9. 如今，发酵食品的生产涵盖多种规模，包括作为牛奶等原材料低成本保存技术的家庭发酵，以及旨在满足日益增长的消费需求的大规模工业生产。为实现产品标准化、加强对微生物群落控制并降低污染风险，目前正着力于发酵剂设计，具体做法包括识别自然群落中的关键菌株、采用非常规菌株，以及构建包含遗传工程体或进化体的半合成群落。

10. 世界各地生产的发酵食品逾 5000 种，反映了用于传统发酵工艺中微生物的多样性，包括细菌、酵母和其他真菌种类。这些微生物的遗传资源是传统知识的产物，因为发酵相关微生物群落的组成和结构与所选基质以及发酵工艺的设计密切相关，设计内容包括选择决定最终食品特性的微生物菌株。

11. 尽管关于这一生物多样性状况的信息有限，但传统做法流失意味着相关微生物群落丧失。伴随着全球化和工业化进程，越来越多投入使用的发酵剂由 1-3 种已完成驯化且具有全面特征描述的微生物菌株组成，而非通过传统途径生产的复杂微生物群落。通过对后一种微生物群落进行特征描述，可识别出具备有益特性的微生物物种，以便用于其他生物工艺的设计。

12. 就非食品工艺而言，发酵在农业粮食体系中也有多种成熟应用，例如制作青贮饲料。精准发酵领域目前正在开拓新的契机，利用源自农业粮食体系的各种材料（通常是副产品或是被视为废弃物的材料），作为多种石油化工体系产品替代品的生产基础。

13. 尽管发酵食品可在促进粮食安全的工作中发挥潜在作用，但目前给予其的政策关注有限。制约因素包括对于相关健康益处以及如何手工生产中实现食品安全和产品标准化缺乏了解。就发酵衍生食品而言，推广方面的技术障碍包括亟需提高全球发酵能力，特别是在资源有限的地区。

保护措施状况

14. 保护微生物多样性关乎食品加工和涉农产业领域微生物应用的今后发展，因此，对可持续生物经济发展至关重要。培养物保藏中心在这一方面发挥着关键作用，有利于长久保存自然界分离的微生物或工程微生物。此类保藏中心包括根据国际协议可公开访问的大型公共资源库，以及学术机构或产业研究实验室中的研究保存库。

15. 世界各地已建立了众多培养物保藏中心，全球培养物保藏中心信息库中记录共有 859 个，遍布于 80 个国家，保存着超过 400 万种微生物。目前，世界各地正在兴起各种与发酵食品、发酵衍生食品和相关微生物保护有关的全球和区域研究及产业网络。然而，在世界许多地区，资金短缺（尤其是无法满足高昂的长期运营成本）、基础设施不足和专业知识匮乏，制约了识别、鉴定和保存与发酵应用相关的分离物的机会。另一项主要制约因素是微生物群落保存方面的技术挑战。

政策和制度框架

16. 鉴于与发酵相关的微生物遗传资源是传统知识的产物，具有巨大的商业化潜力，就此类资源的获取及公平公正分享其研发利用所产生惠益作出安排是重要的政策问题。

17. 与生物多样性的其他组成部分一样，《生物多样性公约》和《名古屋议定书》为此提供了全球法律框架。然而，与遗传委近年来处理的其他微生物和无脊椎动物功能组一样，这些文书的应用也产生了意料之外的影响，包括由于围绕采样和协作鉴定工作所开展的双边谈判进程复杂冗长，限制了培养物保藏中心和微生物生物资源中心的拓展。这对学术研究人员和生物技术公司均产生影响，可能阻碍使用具有应用前景的微生物菌株。

差距、需求和潜在行动

18. 根据研究草案的结论，可确定以下差距、需求和可能采取的应对行动：

- (a) 需建立为培养物保藏中心和微生物生物资源中心提供长期财政支持的框架。其中一项途径是促进私营行业参与维护并为培养物保藏中心和微生物生物资源中心供资。另一个办法是通过国际组织为集中式保藏中心供资，并根据相关国际协议提供清晰简单的资源访问渠道。

- (b) 在全球目前不具备此类能力或较为薄弱的地区，需开展相关的基础设施和技能建设，以保存和鉴定当地发酵食品背后的微生物群落以及来自不同环境领域可能有潜力利用非食品涉农产业材料生产平台化学品和高价值化合物的微生物菌株，并促进发酵剂的研发。
- (c) 加强记录与发酵食品有关的传统知识将有助于促进粮食安全、保护文化遗产以及鉴定具有产业化潜力的新型微生物菌株。在传统方式日渐式微的地区，需要探索振兴传统的机会，并在相关情况下给予支持。
- (d) 需建立法律和政策框架，以便(a)围绕土著人民和地方社区开发的食品加工技术，保障其对相关微生物遗传资源的权利，(b)促进公平公正的国际研究合作，(c)尽量减少由于准则不明确和官僚程序冗长而对获取造成的限制。可以探索多边解决方案。特别是考虑到工程生物学应用的发展，有必要确定如何处理涉及发酵相关微生物的数字序列信息。
- (e) 需克服发展商业化发酵能力的制约因素，以满足对生产发酵衍生食品的预期需求。
- (f) 统一关于发酵技术的定义（如精准发酵），可能是确保相关技术应用管理政策协调一致的首要步骤，政策内容涵盖标签要求，这对促进消费者关于新型食品的认知具有重要影响。
- (g) 需要将发酵技术纳入农业实践中，作为将副产品和废弃物就地变废为宝的手段，促进生产体系的循环发展，并解决发酵衍生食品生产可能影响粮食主权的关切问题。探索在农业生产者与发酵食品/发酵衍生食品生产者之间建立伙伴关系的机会和框架，可进一步支持实现上述目标。
- (h) 需加强关于发酵食品在健康膳食中作用的研究，以及围绕发酵技术、发酵食品和发酵衍生食品产品的科学传播和认识提高工作。在适当的质量控制和认证程序配合下，加深对于可实现健康益处的发酵食品成分的认识，可确保消费者充分了解市场上各种产品的健康和营养价值。通过微生物组科学研究发现的新证据可为进一步完善基于食物的膳食指南提供依据，将一系列发酵食品的消费纳入其中。
- (i) 为有效发挥利用涉农产业材料进行非食品产品生物制造的潜力，特别是用于替代石油化工生产，需要共同努力，将包括公共和私营部门投资在内的资源用于最具经济可行性和可持续生产潜力的化合物生产上。这需要产业界与学术界之间保持有效沟通。改善大学和公共机构的技术转让条件也有助于减少实现商业化的阻碍。

III. 今后工作考虑因素

19. 工作组第一届会议审议了遗传委及其成员今后在该功能组方面开展的工作。为此，工作组：

- (a) 强调需加强所需的技术和人员能力，用于鉴定并加强利用当地发酵食品背后的微生物群落以及其他在循环经济背景下有可能应用于食品加工或非食品涉农产业工艺的微生物，包括物种内部的鉴定⁷；
- (b) 建议各国酌情记录或改进与发酵食品有关的传统知识，解决发酵能力不足的问题，以便满足对发酵食品的需求⁸；
- (c) 建议各国通过适当的监管文书和其他措施，加强将发酵工艺纳入农业粮食体系⁹；
- (d) 指出需确保提供充足资金，用于在培养物保藏中心内长期保存和提供可能用于食品加工和非食品涉农产业工艺微生物及其相关数据¹⁰；
- (e) 强调需改善非原生境保护的基础设施，并在国家和国际层面协调该领域的活动¹¹；
- (f) 指出需完善食品加工和非食品涉农产业工艺相关微生物遗传资源的获取安排，确保公平公正分享微生物遗传资源及其传统知识利用所产生的惠益，包括微生物和无脊椎动物遗传资源的数字序列信息¹²；
- (g) 建议统一循环经济背景下食品加工和非食品涉农产业工艺中使用的微生物相关术语¹³；
- (h) 强调需要加强能力，改进与食品加工和非食品涉农产业工艺中使用微生物有关的合作研究及宣传科普，克服涉及使用微生物的有益食品加工和非食品涉农产业技术商业化的障碍¹⁴；
- (i) 指出需制定在发酵食品标签上提供微生物名称的标准，确保商业食品中使用微生物的透明度¹⁵；
- (j) 强调需促进研究发酵食品作为健康、安全和营养膳食组成部分的作用¹⁶。

⁷ CGRFA-20/25/8.1，第9段。

⁸ CGRFA-20/25/8.1，第10段。

⁹ CGRFA-20/25/8.1，第11段。

¹⁰ CGRFA-20/25/8.1，第11段。

¹¹ CGRFA-20/25/8.1，第11段。

¹² CGRFA-20/25/8.1，第12段。

¹³ CGRFA-20/25/8.1，第12段。

¹⁴ CGRFA-20/25/8.1，第13段。

¹⁵ CGRFA-20/25/8.1，第13段。

¹⁶ CGRFA-20/25/8.1，第14段。

20. 应指出，虽然遗传委原则上能够在工作组提到的大多数或所有领域为行动做出贡献，无论是监督国家层面活动支持工具和指南的开发或制定情况，还是制定全球政策应对措施，但迄今为止，遗传委尚未专门就这一功能组提出具体行动建议。以上列出的一些意见，包括与获取和惠益分享以及非原生境保护有关的意见，涉及微生物和无脊椎动物遗传资源的若干功能组，可能作为跨领域问题加以探讨。

IV. 征求指导意见

21. 遗传委不妨：

- (i) 建议将研究草案定稿，作为背景研究文件发布并广泛宣传；
- (ii) 请各国(a)加强与发酵食品有关的传统知识记录工作，(b)采取支持行动，解决发酵能力不足的问题，以满足对发酵食品的需求，(c)采取适当的监管手段和其他措施，促进将发酵工艺纳入农业粮食体系。