



联合国
粮食及
农业组织

Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

粮食和农业遗传资源委员会

暂定议程议题 6

森林遗传资源政府间技术工作组

第三次会议

2014年7月7-9日，意大利罗马

应用并整合生物技术 促进粮食和农业遗传资源的保护与可持续利用

目录

	段次
I. 引言	1-2
II. 粮农组织近期在生物技术方面开展的技术活动	3-6
III. 生物技术在粮食和农业遗传资源保护与可持续利用方面的近期应用与整合	7-23
IV. 寻求的指导意见	24

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 网站获取。

I. 引言

1. 粮食和农业遗传资源委员会（委员会）第十三届例会决定在第十五届例会上审查各工作组在应用并整合生物技术促进粮食和农业遗传资源的保护与可持续利用方面的工作¹。另外，委员会上届会议要求粮农组织在委员会第十五届例会上介绍粮食和农业相关微生物与无脊椎动物特征描述、保护和利用方面的最新发展情况，届时委员会将审查政府间技术工作组就近期生物技术在粮食和农业遗传资源保护与可持续使用方面应用和整合开展的工作²。

2. 本文简要梳理了粮农组织在生物技术方面开展的技术活动，并审查了粮农组织与委员会下属各工作组在应用并整合生物技术促进粮食和农业遗传资源的保护与可持续利用方面的相关工作。报告的时间跨度为 2011 年 7 月到 2014 年 5 月。2011 年 7 月，委员会决定审查各工作组在生物技术应用和整合方面的工作；2014 年 5 月本文最终成稿。

II. 粮农组织近期在生物技术方面开展的技术活动

3. 委员会第十三届例会审议了用于保存和可持续利用粮农遗传资源的生物技术的现状和趋势。委员会要求粮农组织增加相关努力，提高发展中国家在开发和适当使用生物技术进行粮农遗传资源特性鉴定、保护和利用的国家 and 区域能力；加强粮农组织通过当前数据库、网络和简报定期发布关于生物技术在粮农遗传资源特性鉴定、保护和利用方面作用最新事实信息的活动，同时也要重视向公众宣传生物技术的发展动态；探索与相关国际组织未来开展合作的机制，包括促进南北和南南合作，充分发掘并分享生物技术在粮农遗传资源特性鉴定、保护和利用方面的惠益³。

4. 2013 年，粮农组织启动了《生物技术助力小农户：种植业、养殖业和渔业领域的发展中国家案例研究》⁴。该出版物收录了 19 个案例研究（种植业 7 个，养殖业 7 个，渔业 5 个）。在这些案例中，农业生物技术被用于可持续利用遗传资源，以期满足发展中国家小农户的需求。涉及的生物技术包括一些被认为是非常传统的技术，如人工授精和发酵，以及其他一些更为现代的技术，如运用基于 DNA 的方法检测病原体，但并不包括遗传修饰。这些案例研究由直接参与相关倡议的科学家编写，他们描述了项目背景、成绩、障碍、挑战以及从各个案例研究中获得的经验教训。该书还介绍了 19 个案例研究中获得的 10 个相互关联的一般性经验教训，

¹ CGRFA-14/13/Report, 附录 F。

² CGRFA-14/13/Report, 第 90 段。

³ CGRFA-13/11/Report, 第 45 段。

⁴ 《生物技术助力小农户：种植业、养殖业和渔业领域的发展中国家案例研究》，J.Ruane, J.D. Dargie, C. Mba, P. Boettcher, H.P.S.Makkar, D.M.Bartley 和 A. Sonnino 整理。粮农组织，罗马，2013 年 (<http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>)。

以期引导生物技术方面未来的农业研究投资。这些经验包括：在项目和计划规划与实施过程中必须获得政府的政策支持，以及捐赠方、政府间机构、公共部门内外各个合作伙伴以及农民本身的支持；同时还要留有灵活性，以便对不断变化的环境做出适当响应；认识到尽管科技投资非常重要，生物技术的成功应用还需要与其他来源的科学和传统知识进行适当的结合。案例研究获得的其他经验教训为，生物技术方面的农业研究不能被遗传资源获得或使用，或知识产权问题等束缚，且通过生物技术开发出的产品无需满足特定的生物安全和食品安全规范或标准。最后，研究表明，加强用于农业开发的生物技术的规划、监督和评价非常重要。目前，这些领域的制度安排和技能较为薄弱或尚未形成，因而应予以加强，以便支持政府和捐赠方适当评价并佐证他们为农业生物技术配置的资金和其他投入。预计成功案例的展示将促进这些技术的更大范围采纳，从而推动粮农组织成员国在实施《第二份全球行动计划》时提高能力和效率。

5. 2012 和 2013 年，粮农组织生物技术论坛⁵主办了两次电子邮件会议。第一次电子会议于 2012 年 11 月 5 日到 12 月 2 日召开，讨论了“研究储备中的转基因生物：发展中国家种植业、林业、畜牧业、水产养殖业和农业产业领域未来五年的发展走向”⁶；第二次电子会议的召开时间为 2013 年 3 月 4-24 日，讨论了“基因组学和其他‘学科’对发展中国家种植业、林业、畜牧业、渔业和农业产业领域的影响”⁷。每次电子会议召开之前都会编写背景文件，介绍相关主题的最新情况。两次会议的参与者提供了一手信息，并交换了观点、意见和建议。

6. 2013 年，粮农组织开展了一次国际调查，旨在收集贸易商品中转基因作物低水平混杂问题的程度和性质的相关信息。调查结果被用于进一步分析转基因作物低水平混杂的贸易和经济影响，以及其他相关的食品/饲料监管问题。另外，粮农组织就食品和饲料中转基因作物低水平混杂的监管问题编写了技术背景文件⁸，并就国际食品和饲料贸易中转基因作物低水平混杂问题开展了一次调查和经济分析⁹。2014 年 3 月 20-21 日，粮农组织在其罗马总部召开了“国际食品及饲料贸易中转基因作物低水平混杂问题技术磋商会”。

⁵ <http://www.fao.org/biotech/biotech-forum/en/>

⁶ <http://www.fao.org/docrep/017/ap998e/ap998e.pdf>

⁷ <https://listserv.fao.org/cgi-bin/wa?A0=Biotech-Room3-L>

⁸ TC-LLP/2014/2: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/topics/LLP/AGD803_2_Final_En.pdf

⁹ TC-LLP/2014/3: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/topics/LLP/AGD803_3_Final_En.pdf ;
TC-LLP/2014/4: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/topics/LLP/AGD803_4_Final_En.pdf

III. 生物技术在粮食和农业遗传资源保护与可持续利用方面的 近期应用和整合

粮食和农业植物遗传资源

7. 各国部署分子生物学工具和应用的能力持续快速提升。这一发展动态是设备物资成本持续大幅下降以及更加有力的分析和计算基础设施与机器人技术不断推陈出新共同作用的直接结果。这些技术支持的高通量以及生成的巨大数量的数据对粮农植物遗传资源的保存和利用产生了深远的影响。目前，分子工具已经常规性地用于种质特性鉴定，快速、可靠和经济有效地确定相关性状的遗传基础，追踪遗传规律。截至 2015 年 8 月，49 个不同物种的 55 个全基因组序列已经发布¹⁰。

8. 第二代和第三代测序技术在短时间内就可以更低的成本生成长度达数千万倍的 DNA 序列，测序鉴定基因型 (GBS) 技术现已成为优选的种质特性鉴定方法。随着 GBS 技术不断进入日常应用，作物改良方法 – 包括导入新的等位基因 – 将会显著受益于关联映射、等位基因挖掘、驯化和基因组选择的相关日常应用¹¹。1000 种植物 (oneKP 或 1KP) 倡议 (一个致力于 1000 多种植物物种测序的国际联合体¹²)，以及中国深圳华大基因研究院的 1000 个动植物参考基因组项目¹³都是一些之前不可想象的活动，这些项目利用能力的数量级增长以及成本的相应下降生成大量的可公共获取的数据。

9. 《第二份粮食和农业植物遗传资源全球行动计划》(《第二份全球行动计划》) 在委员会与植物遗传资源工作组的指导下编写完成，并于 2011 年 12 月由粮农组织理事会通过。《第二份全球行动计划》指出，“分子和基因组方法的近期发展”是重点科技领域的一项重大进步，对《全球行动计划》的重点领域产生了深远影响。因而，优先活动 9 呼吁各国政府认识到为在粮农植物遗传资源管理中日常运用创新的生物技术工具、计算生物学以及信息技术提供充分支持的重要意义，特别是在种质特性鉴定以及推动将理想性状导入育种材料方面。根据优先活动 10，各国政府还应运用生物技术推动扩展作物的遗传基础。另外，《第二份全球行动计划》中其他优先活动的顺利实施也需要有较强的能力，以便配置和运用生物技术描绘和更好地评价植物遗传多样性的程度、分布和侵蚀情况，并通过遗传多样性的循证开发促进其可持续利用。

¹⁰ Todd P. Michael 和 Scott Jackson。2013 年。前 50 个植物基因组。《植物基因组》，2013 年 7 月，第 6 卷第 2 期：1-7 页。

¹¹ Mahendar Thudi, Yupeng Li, Scott A. Jackson, Gregory D. May 和 Rajeev K. Varshney。2012 年。植物基因组研究测序技术的当前发展水平。《功能基因组学概论》。第 11 卷第 1 期：3-11

¹² <https://sites.google.com/a/ualberta.ca/onekp/>

¹³ <http://www.1dl.genomics.cn/page/pa-research.jsp>

10. 委员会第十二届例会认同了修订 1994 年《基因库标准》的必要，目的是确保基于当前和现有的技术和科学知识使植物遗传资源能够在满足适当公认标准的条件下得到保存。委员会要求粮农组织与合作伙伴共同开展这一审核工作。在审议涉及正常型种子保存的《基因库标准》初稿草案时，委员会第十三届例会同意，《基因库标准》还应涵盖非正常型种子和无性繁殖植物。《基因库标准》¹⁴ 于 2013 年 4 月由委员会第十四届例会通过，包括正常型种子、非正常型种子和无性繁殖植物的标准。《基因库标准》反映了种子保存技术、生物技术以及信息和通讯技术方面的科学进步，包括分子标志技术和基因组学的进步。

11. 委员会第十四届例会要求粮农组织编写《国家粮食和农业植物遗传资源战略准则》草案，交由工作组在会上审查。该战略涉及贯穿粮农植物遗传资源链条的一整套行动，包括生物技术相关的行动。

粮食和农业动物遗传资源

12. 基因组学继续保持快速发展，以更低的成本创造出更多的信息。由此衍生的工具提高了动物遗传资源分子特性鉴定的精确度，并对其可持续利用产生直接和间接的影响。多数主要牲畜物种的基因组都已完成测序并加以注释；针对牛等物种，数百头动物都已测定基因组序列。高通量基因型分析的商业开发提高了分子特性鉴定的精确性，并为“基因组选择”（一种专业化的标志辅助选择）的应用创造了机遇。在保存工作中运用这些分析的理论基础已经通过研究得以确立。

13. 新的基因组生物技术主要在工业化国家运用，用于最具商业意义的物种和品种（如跨境奶牛品种）。但是，国际合作为发展中国家提供了获得这些技术开展特性鉴定的渠道。在可持续利用方面，除资金关切外，发展中国家的多数动物遗传资源都缺少基因组选择所需的历史表型数据，以及配送通过这些分析确定的优良遗传动物种质所需的基础设施。国际跨境品种标志和表型之间的统计关联性在地方品种上应用极少。

14. 在一个种群内部，基因组选择可以根据系谱关系降低选择相关遗传变异性的损失；但某些结果表明，基因组选择技术被采纳后，遗传变异性的损失事实上是在不断加速。

15. 目前正在加快对遗传修饰的“基因组编辑”方法的研究。这种方法支持特定区域的基因组修饰，包括单体核苷酸的改变。与传统基因转移的方法相比，这种方法的效率高几个数量级。与传统转基因方法一样，基因修饰动物均未获批进行商业化的食品生产。

¹⁴ <http://www.fao.org/docrep/019/i3704e/i3704e.pdf>

16. 粮食和农业动物遗传资源因特拉肯会议和遗传资源委员会呼吁粮农组织继续编写技术准则，继续协调培训计划，支持各国实施《动物遗传资源全球行动计划》。应这些要求，粮农组织开发了各类生物技术相关的活动。委员会通过了粮农组织编写并经由委员会动物遗传资源工作组审核的准则，分别是《动物遗传资源分子特性鉴定准则》¹⁵，《动物遗传资源深低温保藏准则》¹⁶，以及《动物遗传资源活体保存准则》¹⁷，即通过保持活体动物种群的方式保存一个物种。后一出版物旨在为打算以合理方式设立、实施和监督活体保存计划的组织或个体提供所需的技术背景。该出版物描述了为预防物种灭绝、推动可持续利用而应完成的任务和采取的行动。另外，诸如分子标志和各类繁殖技术的各种生物技术的运用在其中也有涉猎。

粮食和农业水生微生物和小型无脊椎动物遗传资源

17. 水产养殖密度增加（特别是对虾养殖）在某些情况下带来了环境和养殖问题，如抗生素使用增多、疾病多发以及产量损失。为应对这些问题，越来越多人开始使用益生菌 – 能够在水产养殖系统中生存的微生物。益生菌可用于：

- 改善水质，
- 作为饲料添加剂，
- 加强疾病预防。

18. 益生菌的使用在世界最大的水产生产国中国尤为重要。中国多所科研院所和高校都在努力遴选效率更高、特异性更强的益生菌菌株为水产养殖所用。很多公司已自行开发出益生菌菌种，目前正在扩大生产规模，以期满足市场需求。据报道，2011年中国水产养殖业对益生菌产品的需求为30,000吨。经过数十年的研发，益生菌的使用目前在养殖对虾的商业生产中十分普遍。

森林遗传资源

19. 新技术（包括生物技术）的发展以及在树木培育和遗传资源保护中的应用范围不断扩大，但在发展中国家以及在整个热带地区的发展速度滞后很多。总的来说，生物技术在林业方面的应用可以粗分为三类：以分子标记为基础的应用，加强无性繁殖的应用（如微繁殖），以及实现林木遗传修饰的应用。天然再生林和人工种植林研究中使用的生物技术工具差别不大。

¹⁵ <http://www.fao.org/docrep/014/i2413e/i2413e00.pdf>

¹⁶ <http://www.fao.org/docrep/016/i3017e/i3017e00.pdf>

¹⁷ <http://www.fao.org/docrep/018/i3327e/i3327e00.htm>

20. 对于天然再生林而言，分子标志和基因组可为种群内和种群间的遗传变异提供重要信息。另外，生物技术还能为整个热带森林生态系统的性质提供重要视角，包括林木和与其互动的土壤微生物群落之间的关系。

21. 对于人工种植林而言，视管理强度水平和使用的遗传材料，使用的生物技术工具包括无性繁殖中的组织培养，到分子标志、数量性状基因座分析、全基因组测序，以及遗传修饰。这些工作目前用于多种用途，涵盖不同数量的物种。在《世界森林遗传资源状况》的编写过程中，各国向粮农组织报告了 700 多个树种；在树木改良计划中，有 241 个树种被纳入了生物技术研究。

22. 很多国家报告表示运用生物技术为一些具有经济价值的树种（如桉树，柚木）开发了大规模的克隆种植园，包括巴西、智利、刚果共和国、印度、南非等。

23. 《森林遗传资源养护、可持续利用和开发全球行动计划》在委员会及其工作组的引导下编写完成，于委员会上届会议获批，2013 年粮农组织大会上通过¹⁸。《全球行动计划》指出，新技术（包括生物技术）的使用是国际社会应当支持的一项战略重点。特别是，战略重点 21 呼吁制定特别着眼于现代技术（如生物技术）的推广和教育模块，支持国家的森林教育能力和森林遗传资源的管理。

IV. 寻求的指导意见

24. 委员会或许希望请求粮农组织继续开展以下工作：

- (i) 提高发展中国家在开发和适当使用生物技术进行粮食和农业遗传资源特性鉴定、保护和利用方面的国家和区域能力；
- (ii) 加强粮农组织通过当前数据库、网络和简报定期发布关于生物技术在粮食和农业遗传资源特性鉴定、保护和利用方面作用最新事实信息的活动，同时也要重视向公众宣传生物技术的发展动态；
- (iii) 探索与相关国际组织未来开展合作的机制，包括促进南北和南南合作，充分发掘并分享生物技术在粮食和农业遗传资源特性鉴定、保护和利用方面的惠益。

¹⁸ C 2013/REP, 第 77 段。