

2011年5月



منظمة الأغذية  
والزراعة  
للأمم المتحدة

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  
Agricultura  
y la  
Alimentación

## 暂定议程议题 2.1

### 粮食和农业遗传资源委员会

#### 第十三届例会

2011年7月18-22日，罗马

### 粮食和农业遗传资源保护及利用领域生物技术的应用现状和趋势以及与其未来发展相关的事项

#### 概要

本文件旨在概述粮食和农业遗传资源特性鉴定、保护及利用领域生物技术的应用现状，以及生物技术相对于传统技术的比较优势。本文件还介绍了遗传委第十届例会确定的最适合进一步开展工作的领域的最新进展。本文件已根据政府间技术工作组提供的评论意见做出了修订，并希望遗传委就今后在生物技术及保护和利用遗传资源方面应开展的活动提供咨询意见。

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。

---

## 目 录

---

	段 次
I. 引言	1 - 5
II. 背景	6 - 13
III. 粮食和农业遗传资源保护及利用领域生物技术的应用现状	14 - 52
IV. 与未来生物技术发展相关的事项	53 - 73
V. 征求指导意见	74 - 76

---

## 粮食和农业遗传资源保护及利用领域生物技术的应用现状和趋势以及与其未来发展相关的事项

---

### I. 引言

1. 粮食和农业遗传资源委员会（遗传委）第十二届例会审议了文件《粮农组织涉及粮食和农业生物技术的政策和技术援助以及关系到行为守则、准则或其他方法的事项》。<sup>1</sup>

2. 遗传委注意到，过去 15 年来，在对粮食和农业遗传资源进行保护和可持续利用的过程中，对生物技术工具的使用有增无减；遗传委还强调了粮农组织在以下两方面发挥的作用，即在发展中国家考虑应用和整合相关生物技术的过程中，向其提供了咨询意见、技术援助、能力建设和资料；并向其成员提供了一个中立论坛。<sup>2</sup>

3. 遗传委请粮农组织编制一份概要文件，描述目前用于保护和利用粮食和农业遗传资源的生物技术的范围、这些技术的应用现状以及与这些技术未来发展相关的事项，包括其他国际论坛的相关政策进展，供遗传委下一届例会审议。<sup>3</sup>正如“实施《多年工作计划》的 2010-2017 年战略计划”中所指出的那样，遗传委要求其工作组审查该概要文件。<sup>4</sup>

4. 动物遗传资源工作组、森林遗传资源工作组及植物遗传资源工作组审查了该文件，并提出了若干意见和建议，详见工作组各届会议报告。<sup>5</sup>本文件已经根据这些审查意见作了修订。

5. 本文件概述了与保护和利用粮食和农业遗传资源相关的生物技术，以及遗传委第十届例会确定的最适合开展进一步工作的领域的最新进展，供遗传委各工作组审议。本文件还希望遗传委就今后应开展的与生物技术相关的活动提供咨询意见，尤其是考虑到遗传委将根据其《多年工作计划》，审查在遗传资源保护和利用工作中应用和整合生物技术的方法和手段的背景。<sup>6</sup>文件《用于管理

---

<sup>1</sup> CGRFA-12/09/17; CGRFA-12/09/Report, 第 70 段。

<sup>2</sup> CGRFA-12/09/Report, 第 71 段。

<sup>3</sup> CGRFA-12/09/Report, 第 72 段。

<sup>4</sup> CGRFA-12/09/Report, 附录 G, 第 31 页。

<sup>5</sup> CGRFA-13/11/8; CGRFA-13/11/12; CGRFA-13/11/14。

<sup>6</sup> CGRFA-13/11/20。

粮食和农业遗传资源的生物技术》<sup>7</sup>对本文件载列的各部门具体技术信息做出了补充。

## II. 背景

### 与生物技术相关的粮农组织政策及技术活动

6. 粮农组织在协助成员国发掘科技潜力以改进农业<sup>8</sup>以及其国民对粮食的获取、同时确保其充分应对与科技应用相关的影响和风险方面，发挥着不可或缺的作用。粮农组织通过制定粮食和农业生物技术方面的政策，以及提供此方面的技术援助，发挥着多边催化作用，具体工作包括：

- 在各成员国开展制定国家生物技术战略和生物安全框架等工作时，向其提供咨询意见；
- 向各成员国的能力建设提供技术援助；
- 提供高质量的、平衡的、基于科学的最新信息；以及
- 为各国提供一个论坛，推动制定国际标准和协定<sup>9</sup>，并主办重要会议、技术会议和专家磋商会议。<sup>10</sup>

7. 2010年，粮农组织在墨西哥瓜达拉哈拉组织了“发展中国家农业生物技术国际会议”。该会议的一项重要目标是评估发展中国家不同粮食和农业部门对生物技术的应用情况，以吸取过去的经验教训，确定将来应对粮食不安全、气候变化和自然资源退化挑战的方法。本文件提到了该会议的综合文件，包括会议报告<sup>11</sup>和文件汇编<sup>12</sup>。

### 生物技术与遗传委

8. 除具体部门主题之外，遗传委还关注生物技术等跨部门事项，因为这些事项与粮食和农业遗传资源有关。1989年，遗传委第三届例会要求粮农组织草

---

<sup>7</sup> 第52号背景研究文件。

<sup>8</sup> 在此文件中，农业包括种植业、畜牧业、渔业和水产养殖业和林业。

<sup>9</sup> 这里应特别提到食品法典委员会、《国际植物保护公约》、《粮食和农业植物遗传资源国际条约》以及《负责任渔业行为守则》。

<sup>10</sup> CGRFA-12/09/17。

<sup>11</sup> CGRFA-13/11/Inf.8。

<sup>12</sup> 生物技术促进农业发展：发展中国家农业生物技术国际技术会议文件汇编：种植业、林业、畜牧业、渔业和涉农产业应对粮食不安全和气候变化挑战的选择与机遇（技术大会）。

拟一份《生物技术行为守则》，因为《行为守则》可以影响对植物遗传资源的保护和利用<sup>13</sup>，粮农组织理事会于 1991 年同意了该请求。遗传委第四届例会审议了文件《生物和植物遗传资源以及生物技术行为守则的要点》<sup>14</sup>并商定了《守则》的各项目标。<sup>15</sup>

9. 粮农组织与广泛的利益相关者开展协商后编制了《行为守则》初步草案<sup>16</sup>，遗传委第五届例会审议了该草案。遗传委建议，粮农组织应进一步制定《守则》第 5-10 条（最大限度地发挥生物技术的积极作用，尽量减少其负面影响），并建议，为避免重复和不一致，应将《守则》中的“生物安全和其他环境问题”组成部分作为一项投入，纳入《生物多样性公约》正在制定的《生物安全议定书》中。<sup>17</sup>

10. 遗传委在其第六届例会上收到了一份“与《植物生物技术行为守则》<sup>18</sup>草案有关的最新国际情况报告”，并同意将进一步拟定《守则》草案的工作推迟到目前为修改《国际条约》进行的谈判结束之后。<sup>19</sup>

11. 继 1995 年遗传委职责扩大之后，遗传委在第九届例会上审查了文件《与粮食和农业遗传资源有关的〈生物技术行为守则〉草案现状：对粮农组织成员及其利益相关者的调查报告》。<sup>20</sup>尽管遗传委商定应把重点放在与粮食和农业遗传资源有关的生物技术上，但各成员就下列问题表达了不同意见，即：应对挑战和把握机遇的最佳方法是修改和更新《守则》草案，还是采取审议补充备选方案的分阶段方法。<sup>21</sup>因此，要求编写一份研究报告，查明其他论坛上就该文件所提出问题已经开展的工作和有待开展的工作，确定哪些问题与粮农组织，特别是与遗传委相关。<sup>22</sup>

---

<sup>13</sup> CPGR/89/REP，第 54 段。

<sup>14</sup> CPGR/91/12。

<sup>15</sup> CPGR/91/REP，第 93 和 96 段。

<sup>16</sup> CPGR/93/9。

<sup>17</sup> CPGR/93/REP，第 67 和 68 段。

<sup>18</sup> CPGR-6/95/15。

<sup>19</sup> CPGR-6/95/REP，第 35 段。

<sup>20</sup> CGRFA-9/02/18。

<sup>21</sup> CGRFA-9/02/REP，第 64 段。

<sup>22</sup> CGRFA-9/02/REP，第 65 段。

12. 遗传委在第十届例会上审议了文件《与粮食和农业遗传资源有关的〈生物技术行为守则〉草案的进展：政策问题、差距和重复部分》<sup>23</sup>，并确定在该文件所列的所有领域中，下列领域最适合开展进一步工作：

- 粮食和农业遗传资源原产地中心保护和非原生境收集品；
- 应用于粮食和农业遗传资源的适当生物技术；
- 有关应用于粮食和农业遗传资源的生物技术获取和利益共享问题；
- 国家能力建设与国际合作；
- 生物安全与环境关切；
- 遗传应用限制技术；
- 转基因生物基因流动和责任问题；以及
- 旨在推广适宜生物技术的激励措施<sup>24</sup>。

13. 遗传委将该文件转交第十一届例会，并决定在编写《多年工作计划》时考虑这些已确定的领域。<sup>25</sup>遗传委在第十二届例会中商定，将在第十三届例会上审查用于考虑在保护和利用遗传资源时应用和整合生物技术的方式、方法，作为遗传委《多年工作计划》的跨部门事项之一。

### **III. 粮食和农业遗传资源保护及利用领域 生物技术的应用现状**

14. 在特性鉴定、保护和利用粮食和农业遗传资源方面，生物技术相对于传统技术而言，拥有比较优势或可提高传统技术的效率。的确，《粮食和农业植物遗传资源保护和可持续利用全球行动计划》及《动物遗传资源全球行动计划》都确定了农业生物技术在一些重点领域中的直接或间接作用。

15. 本节简要概述了在特性鉴定、保护和利用粮食和农业遗传资源方面，生物技术的应用现状。在本文件中，生物技术的定义为：“使用生物系统、活生物体或其衍生物，以制作或改进特定用途的产品或工艺过程的任何技术应用。”<sup>26</sup>。

---

<sup>23</sup> CGRFA-10/04/13。

<sup>24</sup> CGRFA-10/04/REP，第80段。

<sup>25</sup> CGRFA-10/04/REP，第82段。

<sup>26</sup> <http://www.cbd.int/convention/articles.shtml?a=cbd-02>。

16. 诸如生物技术产品的健康或环境风险等问题不在本文件讨论范围内。传统选育技术也不作详细讨论。不过应该认识到，过去，传统选育技术为作物和牲畜部门带来了巨大好处，今后还将继续发挥有利作用。另一方面，对许多水生生物种而言，迄今还没有实现控制繁殖和驯养。总体来说，这些物种的基因还没有改良到和作物和牲畜相似的程度，因此无法显著得益于选育技术。对于林业而言情况同样如此。林业中大多为长寿命有机体，种群内部和种群之间的差异很大，种群的表型可塑性对于应对和适应未来的（尤其是与气候变化有关的）环境状况非常关键。

### **粮食和农业遗传资源的特性鉴定**

17. 特性鉴定是明确遗传资源并对其进行优先排序以便进行保护的前提，也是在资源有限的情况下优化合理配置的基础。特性鉴定还与保护和利用有关，因为特性鉴定能明确原生境和非原生境保护遗传资源的独特和有价值的特征，以便将其纳入育种计划。

18. 遗传资源可以在以下方面进行界定：表型、形态性状、遗传多样性、种群规模和结构、地理分布、濒危程度等。用于特性鉴定的生物技术包括分子标记和所谓的“组学”<sup>27</sup>技术。

### **分子标记**

19. 分子标记是在基因组内特定位置发现的可遗传、可识别的 DNA 序列，可用于检测 DNA 的多态性。最初广泛使用的标记是同工酶<sup>28</sup>，目前仍在使用（如用于界定林木）。然而，同工酶的多态性水平不高、不够丰富，而且在很多情况下，已被更敏感的技术代替。

20. 目前有多种分子标记系统，如限制性片段长度多态性(RFLPs)、随机扩增多态 DNA(RAPDs)、扩增片段长度多态性(AFLPs)、单核苷酸多态性(SNPs)和微卫星。这些标记系统不受环境条件的影响，只需少量易于运输和储存的生物材料。它们还可在任何成长阶段使用，这对于林木等长寿物种来说尤为有利。

21. 分子标记还可以多种不同方式界定粮食和农业遗传资源，即用于：

---

<sup>27</sup> 组学是一个用于描述分析基因组和蛋白质组等多种组中生物信息体相互作用的广泛科学与工程学科的通用术语。

<sup>28</sup> 同工酶是酶的一种基因变体。一种酶的同工酶具有相同功能，但可能在活性水平上有差异，这是由它们氨基酸序列的细微差异造成的。

- 评估种内遗传多样性（如在捕捞渔业中，用于识别相互之间存在有限基因流动、因而可能需要作为不同种群加以管理的单位）；
- 评估遗传距离，以识别与驯化物种最为亲近的野生种群，并研究假设的原产地中心（如类蜀黍是玉米的祖先）；
- 在难以确定物种形态的情况下探测种间变异（对于林业和渔业部门尤为重要）；
- 估测有效群体规模( $N_e$ )是一项确定物种濒危程度的关键指标，特别是当难以获得（如野生物种）系谱数据、种群调查等信息时；
- 调查驯化物种与其野生亲缘种之间的基因流动；以及
- 确定数量性状位点(QTLs)<sup>29</sup>。

22. 此外，分子标记对于制定基因库的取样战略具有极大价值（例如，确定在种内或种间发现的最大变异是否会影响对收集品个样的选择）。这些标记在下述方面还有助于高效管理基因库的运作：

- 查明收集品中的缺口（缺失的/比例偏低的种群）和冗余信息（与安全性复制相对的重复登记材料），以指导今后的条目添加工作并提高成本效益。目前，基因库中所有的 740 万份植物种质材料中，清楚无误的估计不到 30%。根据计算，（基本数据一经核实）利用分子特性分析方法来查明重复材料的额外成本，大约比作为另一种登记材料来保护和分配材料的成本低 12 倍；
- 评估周期性再生和繁殖后的基因完整性。可运用标记来核查登记材料的特性，探测意外的种子混合，并监测等位基因/等位基因频率的变化；以及
- 建立核心收集品，即仅包括全部收集品中较小比例的材料、但具有广泛的基因变异范围的子集。

23. 各种分子标记体系在技术要求、所需时间、资金和劳动力、探测到的多态性水平以及基因组内可探测到的基因标记数量上有所不同。不论采用何种分子标记，技术基础设施和专门技能以及相对昂贵的消耗品都是必要的，但多路

---

<sup>29</sup> 数量性状位点就是等位基因的数量性状变异所在的位点，例如产量、耐非生物胁迫性等。

复用基于聚合酶链反应(PCR)的标记能够显著提高基因分型的速度和效率，从而减少成本和劳动力。确定数量性状位点的另一项挑战是绘制种群图谱、记录有意义的表现型以及汇编基因图方面复杂的技术因素。然而，由于标记开发的成本高于操作（即采用已知的标记分型）成本，所以各国（包括发展中国家）的标记研究和开发工作，可受益于现有的针对许多物种的大量标记。

24. 分子标记信息应与其他信息来源（例如表现型性状和种群数据）同时使用，以帮助做出有关保护的决策，特别是因为分子标记通常不适于揭示适应性变异。

### **基因组学技术**

25. 基因组学是关于生物体 DNA 基因组的研究。迄今为止，人类已排列出植物、动物、鱼类<sup>30</sup>、森林树种、微生物和无脊椎动物等 1000 多种生物体的基因组。通过转录组学、蛋白质组学和代谢组学等功能基因组技术来阐明基因表达和基因功能的模式，进一步加强基因组排序工作的成果，从而提供一份详尽无遗的基因清单。鉴于整个基因网络（相对于单个基因而言）能够以空间和/或时间方式、以比传统技术更为迅捷的方式加以分析，那么利用这些信息，并同时运用生物信息学来分析，便能以创新方式鉴定和利用粮食和农业植物遗传资源。

26. 基因组信息极大地加快了基因组内的分子标记生成，并为绘制高密度的连锁图<sup>31</sup>以及确定控制相关特性的基因内标记提供帮助，从而形成了更有效的选择战略。微生物基因组学的进展阐明了植物与微生物的相互作用、林木中的真菌共生物以及牲畜的瘤胃微生物过程。

27. 基因组学的专业领域是整合来自大量来源的信息，以便从可用的巨量基因组学数据中受益。例如，获得范本/关键物种的序列之后，比较基因组学促进了对亲缘物种候选基因的预测工作（这对于利用资源不足的孤生作物物种和不常见的牲畜物种的基因多样性尤为重要）。

28. 建立和维护能够提供“基因组学”设施的实验室/中心需要大量财政投资和专门知识。另外，训练有素的科学家、良好的互联网接入和计算机设备对于利用公众可获得的序列信息及生物信息学工具至关重要。因此，目前仅在发展中

---

<sup>30</sup> 该术语还包括水生无脊椎动物，例如软体动物、棘皮动物和甲壳类动物。

<sup>31</sup> 连锁图是一种线形或环形图，可以显示基因在由重组率确定的某一染色体上的相对位置。

国家各个不同农业部门的一些案例中采用这些技术。尽管如此，基因组排序的成本正在稳步降低。

### **粮食和农业遗传资源保护**

29. 目前有两种主要的保护战略<sup>32</sup>。原生境保护允许物种根据环境变化不断地进化和适应。虽然物种更具动态性，但将遭受自然灾害和/或人类干扰对其栖息地的破坏。非原生境保护可用于确保随时方便地获取繁殖材料。上一节所描述的方法可用于监测原生境和非原生境保护的物种和/或种群。

30. 这两种保护战略之间的有效联系非常重要。例如，非原生境保护的收集品可以用来加强原生境保护的种群，或者甚至重新引进野生的稀有/濒危物种。有效的保护战略往往综合了这两种战略的要素，将要保护的物种生物学、技术和财政因素以及可获得的基础设施和人力资源都考虑在内，设计出最优战略。

### **超低温保存**

31. 超低温保存是指在超低温的条件下储藏种质资源（通常在-196°C 的液氮中），在这种情况下，所有生物活动都会中止。这是一个具有成本效益的备选办法，适合长期储存，可降低损失风险，仅需有限的空间和最少的维护，并可提供灭绝/选定的遗传物质，以便在日后改良育种方式。

32. 超低温保存是一种非常有用的方法，可用于长期储存动物种质资源、无性繁殖的作物和树种以及产生顽拗性种子<sup>33</sup>的物种。然而，由于没有可靠的电力供应及缺乏价格低廉的液氮，超低温保存的常规使用在发展中国家受到限制。

33. 超低温保存实用性强，甚至对于存在其他备选办法的植物种类来说也是如此。近期，一项研究比较了保护一个大型咖啡实地收集中心的成本和热带农业研究和培训中心建立一个咖啡种子超低温收集中心的成本；结果显示，单位材料的超低温保存成本低于野外基因库的保护成本，而且随着超低温收藏材料份数的增加，材料成本进一步下降。

---

<sup>32</sup> 根据《生物多样性公约》和《粮食和农业植物遗传资源国际条约》，原生境保护是指保护生态系统和自然生境，在物种所处的自然环境中维护和恢复其可存活的种群。对于驯化或培育的物种，则保护其发展成独特特性的环境。非原生境保护是指在物种的自然生境外保护生物多样性的组成部分。

<sup>33</sup> 在干燥和低温储藏条件下无法存活的种子。

34. 一些发展中国家已采用超低温技术来储存动物遗传资源，虽然目前该技术尚未发展成熟，而且仅适用于一些物种。对鱼类来说，卵子和胚胎的超低温储存仍然是一个难题（主要是由于雌配子的生物化学构成所造成的），但许多养殖鱼类和贝类精子的超低温储存已获得成功，虽然此项运用在发展中国家仍然受到限制。选择何种遗传物质进行超低温储存取决于代际间隔和物种的繁殖率，还必须考虑成本。例如，收集和冷冻家畜的胚胎比精液昂贵得多，但从繁殖的角度来说，使用胚胎比使用精液更快、更便宜。

### **试管慢生长储存**

35. 作物和森林遗传资源中的大部分材料被作为基因库种子加以保护。大量无法结出传统种子<sup>34</sup>或以无性方式繁殖的作物和森林物种，可在野外基因库或在试管储存。

36. 野外基因库的维护成本很高，需要更多的空间，且不太安全。因此，若需要在短期和中期内保护无性繁殖的作物或林木，则最好通过试管慢生长储存，即作为营养凝胶上的无菌组织/试管苗。通常可通过下列做法限制生长：降低温度和/或光照强度，调整培养基中的营养成分，以及减低含氧量。

37. 这一方法的优点包括：减少了储藏空间，可在无菌环境中保护大量外植体；降低了对频繁进行次代培养的需求；可能具有较高的无性繁殖率；降低了种质资源流动和交换过程中的检疫需求。但是，试管储存是一项费时费力的工作，需要专门设备，而且由于污染或贴错标签的原因，发生体细胞无性系变异<sup>35</sup>和损失的风险也会上升。一些发展中国家报告具备试管慢生长储存设备。

### **繁殖生物技术**

38. 对于家畜和鱼类保护来说，繁殖生物技术具有相当大的潜力，可促进遗传资源的存储、最终繁殖及传播并降低疾病传播风险。在家畜领域，今后可通过人工受精和胚胎移植这两种方式来使用以超低温方式储存的粮食和农业遗传资源。但在目前，这些技术并不主要用于这一目的，而是作为提高动物产量的工具，即开发产量最高的商业品种。这种重产量的做法可能会导致当地品种的丧失。

---

<sup>34</sup> 这类种子可被烘干至只含少量水分，可在低温下存储，并在很长的时间内不会丧失生存力。

<sup>35</sup> 该术语指体外培养的植物细胞在愈伤组织阶段发生的表观遗传或遗传改变。

39. 在发展中国家，人工授精是使用最广的繁殖技术，其中大部分人工授精服务由公共部门提供，虽然非洲和西南太平洋地区的许多国家尚无此类服务。一般来说，人工授精不太昂贵，可由受过培训的农民操作。然而，胚胎移植费用高昂，需要高技能专业人员加以操作。例如，最近在墨西哥开展的一项胚胎移植研究显示，只有提供实质性补贴，该技术才能让农民获利。

40. 还有一项可用作保护的繁殖技术是克隆技术，该技术在物种濒临灭绝的情况下尤为适用。虽然一些发展中国家已培育了克隆动物，但由于费用高昂，对技术要求高，该技术仍处于试验阶段。但是，动物克隆技术的发展使得通过低温储存体细胞而非生殖细胞来保护动物遗传资源变为现实。这一战略能大幅降低收集和储存遗传物质所需的成本和专业技术水平，但对大部分物种来说，这建立在下述假设基础之上：只有当未来的技术进步能提高克隆效率、降低成本并减少对动物福利的影响，才有必要使用该物质繁殖新的动物。

### **粮食和农业遗传资源的利用**

41. 遗传资源是农业发展和自然种群持续生存的原材料。因此，遗传资源的可持续利用对全球粮食安全和经济福祉来说至关重要。目前，生物技术正越来越多地被用于巩固农业和粮食遗传资源，而且如下所列，已经对粮食和农业遗传资源的有效利用产生了深刻影响。

#### **繁殖生物技术**

42. 除之前提到的繁殖技术外，精子和胚胎的性别鉴定允许家畜业优先养育某一性别的品种（如雌性动物用以产奶）。精子性别鉴定的成功运用受到限制，因为性控精液价格昂贵，且精子的成活率和繁殖率较低。水产养殖业利用激素处理来控制繁殖时间（如在环境条件抑制雌性产卵时，从而使产卵时间同步），以及养育单性群体（如雄性罗非鱼因为生长速度快而优于雌性罗非鱼）。化学合成的激素相对便宜，而且使用方便。

#### **用于疫病诊断和预防的生物技术**

43. 疫病是粮食和农业遗传资源可持续利用的一个主要障碍。基于酶联免疫吸附试验<sup>36</sup>和聚合酶链反应的生物技术可用于病原体筛选和疾病诊断，因此在所

---

<sup>36</sup> 免疫试验是一项基于抗体的技术，用以在混合样本中诊断特定分子的存在和数量。

有农业部门中都很重要，并能有助于提高动植物疫病控制和食品安全。生物技术已广泛用于预防牲畜和鱼类疾病的疫苗开发。

### **染色体组操作**

44. 染色体组操作在农业中的用途广泛。渔业利用该技术创建了三倍体不育生物体（该生物体有利于生产，因为不对配子生产贡献能量；也有利于旨在预防逃离个体基因渗入从商业种群进入自然群体的保护计划）。染色体组操作能有效探测数量性状位点。

45. 在植物方面，一个诱导不育性（如繁殖无籽水果）的快速且成本效率高的方法是创建三倍体。采用体外单雄生殖和染色体加倍培养出的加倍单倍体对繁殖计划非常有价值，因为它们是 100%同型结合，并能大大缩短挑选期望品系所需的时间。但要求熟练工人对大型群体进行测试，会造成成本增加。

### **基于组织培养的技术**

46. 种间杂交（广泛杂交）用于获得具有良好杂种优势<sup>37</sup>的杂交品种，但需要投入大量时间和专门科学知识。生物科技方法对克服性不亲和性以及加速该过程至关重要。例如，体外胚胎拯救和花药培养在“非洲新稻米行动”各种品种的创建中举足轻重，这些品种已在 30 个非洲国家推广，并在提高大米收成方面发挥着关键作用。

47. 微型繁殖是一种克服致病原在无性繁殖植物中积聚的快速且低成本的方法，已在 30 多个发展中国家和转型国家用于标准型和无病物质的大规模克隆繁殖。在一些发展中国家展开的社会经济影响研究已表明，微型繁殖物质的使用提高了生产力并改善了农村生计。

### **分子标记辅助选择**

48. 一个替代传统表型选择的办法是分子标记辅助选择，通过提高选择的准确性和减少所需时间能极大加速遗传改良（当表型筛选困难时尤其如此）。分子标记辅助选择对开发新品种的植物育种尤为有效，但尽管潜力巨大，发展中国家在育种计划中使用得较少。这是因为一项有效的分子标记辅助选择战略要求足够的实验室能力、数据管理、训练有素的人员和运作资源。虽然采用分子

---

<sup>37</sup> 杂种优势是指杂交个体在体积、产量、生产力和生长率增长等方面都优于双亲的程度。

标记辅助选择的相对成本比传统方法高，但分子标记辅助选择的成本正日益降低。根据国际农业研究磋商组织近期的一份事前影响分析总结，大米和木薯的分子标记辅助选择带来的效益比传统育种大得多。

## **突变**

49. 化学、辐射或体细胞无性系突变能用以加速自发突变的过程以创建新表型。由于粮农组织/国际原子能机构的伙伴关系对辐射技术方法的技术转让有所帮助，突变是少数在发展中国家比其他地方应用更广的生物技术之一。已在大约 170 个物种中开发了近 3,000 个改良作物品种，并推广至约 100 个国家，为农民带来经济效益。畜牧部门一般不采用该技术。但是，已有 30 个国家在抑制/根除一些家畜有害生物方面使用了不孕昆虫技术。突变也被广泛用于提高微生物具体特性，以及增加食品加工方面的代谢物产量。

## **基因工程**

50. 基因工程这一生物技术近几年在世界上一直备受争议。据估算，2010 年基因作物的种植面积为 1.48 亿公顷，其中美国、巴西、阿根廷、印度和加拿大分别占总种植面积的 45%、17%、16%、6%和 6%。包括 13 个发展中国家在内的 17 个国家各种植了 50,000 公顷。据估算，转基因大豆、玉米、棉花和双低油菜各占总转基因作物的 50%、31%、14%和 5%。据报道，中国种植了约 400 公顷转基因林木（杨树）。转基因家畜和鱼类已经开发，但尚未商业化。虽然在发达国家常用基因工程改善微生物菌种，但发展中国家现在才刚开始将其用于这一用途。

## **展望**

51. 生物技术在过去二十年间有了很大发展，正如本文所回顾的，生物技术已作出了重大贡献，并在粮食和农业遗传资源管理方面有极佳的前景。可通过各种途径应用分子标记来鉴定遗传资源，以确定优先重点遗传资源，并更加有效地管理非原生境收集品；试管技术是一种与传统保护方法互补的技术；组织培养等技术为克服生殖障碍提供了手段。尽管发展中国家已广泛采纳并应用了人工受精和微型繁殖等生物技术，但其他生物技术的引进却比较缓慢。某一生物技术的成功应用通常取决于存在的互补因素（如培训和推广服务），而不是生物技术本身的有效性。

52. 发展中国家通常都拥有丰富的遗传资源。农业往往是经济不可或缺的一部分，捕捞业、林业和狩猎业中野生群体的产量对经济和文化都很重要。然而，它们并没有充分发挥这些遗传资源的潜力。原因有很多，其中包括欠缺适当的政策、人力和体制能力有限、研发能力不足、投资较低、基础设施不齐全以及财政投资较低。因此，面临的困难依然是有效管理粮食和农业遗传资源，从而保护并提高遗传多样性；与此同时，可持续利用该资源，以提高农业生产力并确保未来的粮食安全。

#### IV. 与未来生物技术发展相关的事项

53. 如前所述，<sup>38</sup>遗传委在第十届例会上酌情确定了要进一步开展工作的有关生物技术领域的数个方面。本节将审查这八个方面的发展情况，以帮助遗传委在第十三届例会上审查在粮食和农业遗传资源保护及利用领域生物技术的应用和整合工作。<sup>39</sup>

##### 粮食和农业遗传资源原产地中心保护和非原生境收集

54. 有关粮食和农业遗传资源保护的全球政策文书和论坛包括《生物多样性公约》、《粮食和农业植物遗传资源国际条约》和遗传委。2002年，《生物多样性公约》缔约方大会通过了《植物保护全球战略》，到2010年要实施16项目标，这些目标已为2011-2020年期间进行了更新。《植物保护全球战略》的目标3和目标8分别包括制定和共享非原生境保护方法的优先事项，以及通过可获得的非原生境收集品来保护濒危植物物种，最好是在起源国家。

55. 对于原产地中心的粮食和农业遗传资源保护，遗传委于1989年<sup>40</sup>要求就植物（包括作物近缘野生种）和动物遗传资源的原生境保护地区建立一个网络，并于第十二届例会上编制了一份背景研究文件<sup>41</sup>。

56. 全球作物多样性基金于2004年由粮农组织和国际生物多样性组织（代表国际农业研究磋商组织）启动，该基金是《粮食和农业植物遗传资源国际条

---

<sup>38</sup> 见第12段。

<sup>39</sup> CGRFA-12/09/Report, 附录G。

<sup>40</sup> CPGR/89/REP, 第32-37段。

<sup>41</sup> Establishment of a network for the in situ conservation of crop wild relatives: status and needs, Maxted N. 和 Kell S. (2009年), 第39号背景研究文件。

约》供资战略的根本要素，并有两套互补和互相促进的战略（区域和作物）支持作物非原生境保护。

57. 最大的植物非原生境收集由国际农业研究磋商组织各中心根据《粮食和农业植物遗传资源国际条约》框架在公共领域展开，确保这些登记材料的基因完整性非常重要。在此方面，国际农业研究磋商组织于 2005 年通过了《关于国际农业研究磋商组织中心解决非原生境收集中转基因无意出现可能性的政策制定指导原则》<sup>42</sup>，此后又为玉米、马铃薯和水稻制定了针对具体作物的准则。

58. 传统种子的保护有一个基因库标准，国际农业研究磋商组织已制订了一些针对具体作物更新的指导意见。<sup>43</sup>此外，国际生物多样性组织已为实地管理和体外作物种质收集制定了技术准则。粮农组织还制定了动物遗传资源超低温保存的技术准则草案并作为资料文件提交。<sup>44</sup>

59. 尽管建立并维护基因库可能是保护粮食和农业遗传资源的重要部分，但是必须有能力确定有用的基因并更有效地利用遗传多样性。为促进在基因库生成并交换植物种质的标准分子标记数据，国际生物多样性组织制定了一份描述符清单，尽管就总体而言这份清单的特性鉴定数据非常不足。这种情况在发展中国家更为严重，使用分子标记的登记材料比例不足 12%；近东区域是一个例外，此类材料的比例达 64%。缺乏足够的特性鉴定是粮食和农业遗传资源可持续使用的主要障碍（尽管收到的登记材料数量在不断增多），因此必须优先对基因库中保存的大量收集品进行特性鉴定。

### **应用于粮食和农业遗传资源的适当生物技术**

60. 不存在专门评价和确定适当生物技术的国际公认标准。非转基因生物技术往往不如转基因生物技术的讨论受重视，同时缺乏有关非转基因生物技术应用及其潜在的社会经济影响的信息/准确评估。

61. 由于各部门、物种、区域和国家间存在实质性差异，因此没有一刀切的解决方案。此外，在发展中国家内存在有关供资和农业研究能力的巨大差异。因此需要根据可靠的事前分析（例如针对具体部门的要求和与小生产者需求的

---

<sup>42</sup> CGRFA-11/07/14 Rev.1。

<sup>43</sup> 遗传委于第十二届例会上请其粮食和农业遗传资源政府间工作组审查基因库标准（CGRFA-12/09/Report，附录 G，第 11 页）。基因库标准修订草案载列于文件 CGRFA-13/11/9。

<sup>44</sup> CGRFA-13/11/Inf.21。

相关性)、事后分析(例如采用率和遗传影响评估)及现有发展战略内的可持续性仔细考虑后,决定哪些生物技术是合适的并加以开发和采用。

### **有关应用于粮食和农业遗传资源的生物技术的获取和利益共享问题**

62. 迄今为止,两份具有国际法律约束力的文书,即《生物多样性公约》和《粮食和农业植物遗传资源国际条约》规定了遗传资源的获取和利益共享。

《生物多样性公约》旨在保护和可持续利用生物多样性,并共享利用生物多样性得到的利益;《粮食和农业植物遗传资源国际条约》的主要目标与《生物多样性公约》互补。《生物多样性公约》缔约方大会获取和利益共享开放性特设工作组制定了《关于获取遗传资源并公正和公平分享通过其利用所产生惠益的波恩准则》(于2002年通过)。2010年10月,《生物多样性公约》缔约方大会第十次会议通过了《生物多样性公约关于获取遗传资源和公正和公平分享其利用所产生惠益的名古屋议定书》。

63. 遗传委在第十二届例会上审议了目前粮食和农业遗传资源获取和利益共享的政策环境,要求秘书处就国际制度问题与谈判各方密切合作,并汇报结果。<sup>45</sup>

### **国家能力建设和国际合作**

64. 目前已有一系列关于生物技术以及粮食和农业遗传资源管理的国际协定。由于许多发展中国家签署了这些协定,因此他们尤其需要注意确保其国家生物技术政策/战略框架的规则、知识产权以及获取和利益共享事项与全球法律构架保持一致。粮农组织积极向成员国提供建议并分享专门知识,以加强各国为粮食和农业生物技术设定重点并制定政策的能力,但是仍然存在重要能力不足的问题。事实上,发展中国家农业生物技术国际会议的一项关键结论是“粮农组织和其他相关国际组织及捐助者应当更加努力地支持加强国家在开发和适当使用扶贫型农业生物技术的能力,这些生物技术应当针对发展中国家小农户、消费者、生产者和以生物技术为基础的小企业的需要。”<sup>46</sup>

65. 通过开展培训活动以及与国家农业研究和推广系统发展伙伴关系,国际农业研究磋商组织和国际遗传工程和生物技术中心为提高生物技术能力做出了

---

<sup>45</sup> CGRFA-12/09/Report, 第11、12和13段,谈判结果报告参见文件CGRFA-13/11/5。

<sup>46</sup> CGRFA-13/11/Inf.8, 第38段。

重大贡献。数家联合国机构也开展了能力开发活动，如联合国环境规划署、联合国贸易和发展会议、联合国开发计划署和联合国工业发展组织等。

### **生物安全性与环境关切**

66. 已采取多项努力协调国际生物技术监管框架，目前各项努力仍在继续。《生物多样性公约卡塔赫纳生物安全议定书》、《奥胡斯公约》、《世界贸易组织实施卫生与植物卫生措施协定》、世贸组织《技术性贸易壁垒协定》以及《国际植物保护公约》都是应对生物安全问题的具有法律约束力的文书。对于《卫生与植物检疫措施应用协定》而言，相关的标准设定组织包括粮农组织/世卫组织联合食品标准计划食品法典委员会、管理植物卫生的《国际植物保护公约》和管理动物卫生的世界动物卫生组织。相关的不具约束力的规范、准则和文件除其他外，包括粮农组织《负责任渔业行为守则》和经济合作与发展组织的共识文件。包括粮农组织在内的多家联合国组织已实施多项发展中国家生物安全能力发展举措。

67. 解决外来入侵物种问题的国际文书和组织除其他外，包括《生物多样性公约》、《国际植物保护公约》和世界动物卫生组织等。根据《生物多样性公约》缔约方大会第九次会议第 IX/4 号决定，请粮农组织渔业委员会注意缺乏应对外来入侵物种问题的国际标准，并审议进一步采取方法填补此类缺口，因为这与渔业和水产养殖业引入外来物种相关。

### **遗传应用限制技术**

68. 《生物多样性公约》缔约方大会在农业生物多样性的背景下解决了遗传应用限制技术的问题，而且遗传委为缔约方大会关于遗传应用限制技术的讨论贡献颇多。<sup>47</sup>目前并没有遗传应用限制技术实例，部分原因是各方广泛认为缔约方大会第五次会议第 V/5 号决定实际上要求暂停使用遗传应用限制技术。在缔约方大会第六次会议上设立了遗传应用限制技术特设技术专家小组，以进一步分析对小农户、土著、本地社区和农民权利的潜在影响。缔约方大会第八次会议上重申了第 V/5 号决定。

---

<sup>47</sup> CGRFA-9/02/17；CGRFA-9/02/17 附件。

## 转基因生物基因流动和责任问题

69. 转基因生物基因流动和责任/补救问题在《卡塔赫纳议定书》中得到了解决。在缔约方大会第一次会议，即《卡塔赫纳议定书》缔约方会议上，成立了责任和补救问题法律及技术专家开放性特设工作组，以针对该问题的国际规则和程序进行协商。随后，在《卡塔赫纳议定书》缔约方大会第四次会议上成立了主席之友小组以继续开展进程。《卡塔赫纳生物安全议定书关于赔偿责任和补救的名古屋—吉隆坡补充议定书》于 2010 年 10 月缔约方大会第五次会议上通过。新条约正开放签署，将于第四十份批准、接受、核准或加入书交存之日后第九十天生效。

70. 2007 年为遗传委编制的背景研究文件<sup>48</sup>中概述了转基因流动对遗传应用限制技术的保护及可持续使用的影响。

## 推广适宜生物技术的激励措施

71. 有利的环境和合理的政策对于促进应用适宜的生物技术非常关键。旨在推广适宜生物技术的激励措施包括实施合理的知识产权管理，加强公私部门的伙伴关系，改善市场准入以及通过合作平台和举措进行技术共享。

72. 在生物技术及粮食和农业遗传资源方面，管理知识产权的全球商定法律框架包括国际保护植物新品种联合会和世贸组织《与贸易有关的知识产权协定》。此外，世界知识产权组织知识产权与遗传资源、传统知识和民间文学艺术政府间委员会正在就保护传统知识、传统文化表达/民间文学艺术和遗传资源进行谈判。

73. 遗传委在第十一届例会上要求秘书处定期提供知识产权和遗传资源政策制定的相关资料<sup>49</sup>，并针对相同主题为第十二届例会编制一份背景研究文件<sup>50</sup>。研究文件《知识产权的趋势》<sup>51</sup>汇报了该领域的更多新进展。

---

<sup>48</sup> 《(转)基因流对遗传资源保护与可持续利用所产生影响的类型学》，Heinemann, J.A. (2007 年)，第 35 号背景研究文件，Rev.1。

<sup>49</sup> CGRFA-11/07/Report，第 72 段。

<sup>50</sup> 《与粮食和农业遗传资源相关知识产权的发展趋势》，Correa, C.M. (2009 年)，第 47 号背景研究文件。

<sup>51</sup> 第 58 号背景研究文件。

## V. 征求指导意见

74. 请遗传委根据其工作组提供的指导文件，要求粮农组织：
- i) 加大力度提升发展中国家在粮食和农业遗传资源的特性鉴定、保护和利用方面确定优先重点和制定生物技术政策的能力；
  - ii) 加大活动力度，通过现有的数据库、网络和通讯，同时强调向公众宣传生物技术的发展，定期宣传与生物技术在粮食和农业遗传资源的特性鉴定、保护和利用中所发挥作用的最新资料；
  - iii) 寻找机制以推动与相关国际组织在将来的合作，包括加强北南合作和南南合作，以及利用生物技术在粮食和农业遗传资源的特性鉴定、保护和利用中的效益。
75. 请遗传委根据其工作组提供的指导文件，要求粮农组织：
- i) 为选定部门制定针对具体部门的粮食和农业遗传资源分子特性鉴定标准和技术协议草案<sup>52</sup>，进而生成可复制的参照数据，供政府间技术工作组审议；
  - ii) 为选定部门编制针对具体部门的有关粮食和农业遗传资源生物技术的投资、回报和社会生态影响的分析。
76. 鉴于今后应用生物技术保护并利用粮食和农业遗传资源的工作是一个跨部门事项，遗传委：
- i) 赞赏地注意到粮农组织关于发展中国家农业生物技术国际会议：种植业、林业、畜牧业、渔业和涉农产业应对粮食不安全和气候变化挑战的选择和机遇；
  - ii) 审议是否/如何继续制定《生物技术行为准则》草案；
  - iii) 拟议将任何有关生物技术的问题纳入《多年工作计划》。

---

<sup>52</sup> 《动物遗传资源分子遗传特性鉴定准则》草案载于资料文件 CGRFA/-13/11/Inf.20。