



КОМИССИЯ ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Пункт 4.2 предварительной повестки дня

МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Двенадцатая сессия

Рим, 10–12 декабря 2024 года

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ГЕННЫХ БАНКОВ ДЛЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ПРАКТИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА 1) ПО СОХРАНЕНИЮ В ГЕННЫХ БАНКАХ ВИДОВ, ДАЮЩИХ НЕОРТОДОКСАЛЬНЫЕ СЕМЕНА И 2) ПО СОХРАНЕНИЮ МЕТОДОМ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

	Пункты
I. Введение.....	1–2
II. Справочная информация	3–6
III. Сохранение в генных банках видов, дающих неортодоксальные семена	7–11
IV. Сохранение методом криоконсервации	12–16
III. Проект решения.....	17

С документами можно ознакомиться по адресу www.fao.org

I. ВВЕДЕНИЕ

1. Девятнадцатая очередная сессия Комиссии по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (Комиссия) положительно оценила завершение работы над тремя практическими руководствами, подготовленными ФАО для содействия внедрению Стандартов генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (Стандарты генных банков)¹, и их публикацию. Приняв к сведению текущую работу над двумя дополнительными практическими руководствами, по сохранению методом криоконсервации и по сохранению в генных банках видов, дающих рекальцитрантные семена, Комиссия рекомендовала организовать в виртуальном режиме консультацию экспертов по этим руководствам и на основе полученных замечаний и предложений доработать руководства для рассмотрения Рабочей группой на ее следующей сессии².

2. В настоящем документе кратко описываются два недавно разработанных проекта практических руководств, представленные для рассмотрения Рабочей группой. Данные проекты представлены в документах "Проект практического руководства по использованию Стандартов генных банков применительно к генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства: сохранение в генных банках видов, дающих неортодоксальные семена"³ и "Проект практического руководства по использованию Стандартов генных банков применительно к генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства: сохранение методом криоконсервации"⁴.

II. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

3. Комиссия на своей четырнадцатой очередной сессии утвердила Стандарты генных банков⁵, разработанные согласно указаниям Комиссии⁶. Стандарты генных банков содержат рекомендации по сохранению генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (ГРРПСХ) *ex situ* в семенных фондах, полевых генных банках, в культурах *in vitro* и методом криоконсервации. Стандарты генных банков представляют собой важный инструмент для реализации Международного договора о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (Международный договор)⁷ и второго Глобального плана действий в области генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства⁸ (второй ГПД).

4. Комиссия на своей семнадцатой очередной сессии поручила ФАО подготовить практические руководства по применению стандартов генных банков⁹. Выполняя данное поручение, ФАО в сотрудничестве с Глобальным целевым фондом сохранения разнообразия сельскохозяйственных культур и техническими экспертами инициировала разработку практических руководств по применению Стандартов генных банков. На своей восемнадцатой очередной сессии Комиссия приняла к сведению три практических руководства: по сохранению ортодоксальных семян в семенных генных банках, по сохранению в полевых

¹ ФАО. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation of orthodox seeds in seed genebanks*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0021en>; ФАО. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation in field genebanks*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0023en>; ФАО. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation via in vitro culture*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0025en>.

² CGRFA-19/23/Report, пункт 52.

³ CGRFA/WG-PGR-12/24/4.2/Inf.1.

⁴ CGRFA/WG-PGR-12/24/4.2/Inf.2.

⁵ ФАО. 2015. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Издание второе, исправленное и дополненное. Рим. <https://www.fao.org/3/i3704r/i3704r.pdf>

⁶ CGRFA-14/13/Report, пункт 102.

⁷ <https://www.fao.org/plant-treaty/ru/>

⁸ <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/gpa/en/>

⁹ CGRFA-17/19/Report, пункт 65.

генных банках и по сохранению в культуре *in vitro*. Кроме того, Комиссия поручила ФАО разработать дополнительные практические руководства, прежде всего по таким вопросам, как сохранение в генных банках видов, дающих рекальцитрантные семена, и сохранение методом криоконсервации¹⁰.

5. Практические руководства подготовлены с целью представить информацию, содержащуюся в Стандартах генных банков, в более удобной для пользования форме, с подробным описанием последовательных действий, составляющих рабочие процессы генных банков, и таким образом способствовать более широкому применению Стандартов генных банков. Практические руководства опираются на основополагающие принципы управления всей деятельностью генных банков¹¹, описанные в главе 2 Стандартов генных банков. Генные банки могут использовать мероприятия, описанные в этих руководствах, как основу для разработки стандартных операционных процедур и систем контроля качества при сохранении коллекций зародышевой плазмы, детализируя проведение каждого мероприятия.

6. В работе над двумя новыми проектами практических руководств принимало участие более двадцати технических экспертов. Участники организованных в виртуальном режиме в октябре 2024 года консультаций экспертов представляли все регионы ФАО, национальные исследовательские институты, ботанические сады, научные круги, КГМСХИ, Глобальный целевой фонд сохранения разнообразия сельскохозяйственных культур и Секретариат Международного договора.

III. СОХРАНЕНИЕ В ГЕННЫХ БАНКАХ ВИДОВ, ДАЮЩИХ НЕОРТОДОКСАЛЬНЫЕ СЕМЕНА

7. Большинство видов растений, включая многие из важнейших продовольственных культур, дают ортодоксальные семена, которые могут быть высушены до низкого содержания влаги и храниться при низких температурах. Понижение содержания влаги и температуры хранения продлевает срок хранения ортодоксальных семян. Виды, которые дают ортодоксальные семена и, следовательно, могут храниться в семенных генных банках обычного типа, включают зерновые, зернобобовые, кормовые культуры, большинство овощных и ряд плодовых культур. Большинство диких сородичей этих культурных растений так же дают ортодоксальные семена. Некоторые культуры, обычно размножающиеся вегетативно, например картофель, дают ботанические (истинные) семена, являющиеся ортодоксальными.

8. Вместе с тем небольшая часть видов дает семена, которые нельзя отнести к ортодоксальным, поскольку:

- i) они не выдерживают высушивания до низкого содержания влаги (3–7 процентов от свежей массы) и низкой температуры (<0 °C) хранения; такие семена называются рекальцитрантными; либо
- ii) они выдерживают только частичное высушивание (до 10–12 процентов содержания влаги) и (или) демонстрируют аномальную реакцию на температуру; такие семена называются промежуточными.

9. Важно отметить, что существуют виды, дающие семена, которые являются ортодоксальными в том отношении, что переносят низкое содержание влаги и хранение при температуре <0 °C, но могут описываться как "промежуточные", поскольку продолжительность сохранения их жизнеспособности в условиях генных банков обычного типа для ортодоксальных семян крайне мала (максимум несколько лет). В настоящем документе эта проблема не рассматривается, но для видов, которые дают ортодоксальные семена непродолжительного хранения, как и для видов, дающих промежуточные или рекальцитрантные семена, могут рассматриваться альтернативные методы сохранения *ex situ*

¹⁰ CGRFA-18/21/Report, пункт 100.

¹¹ Основополагающие принципы управления деятельностью генных банков: идентификация образцов; поддержание жизнеспособности; поддержание генетической целостности в процессе хранения и восстановления всхожести; поддержание здоровья зародышевой плазмы; физическая безопасность коллекций; наличие, распределение и использование зародышевой плазмы; доступность информации; проактивное управление.

(в полевых генных банках, *in vitro* и (или) в криохранилищах).

10. Не для всех видов поведение семян в хранилище подтверждено результатами лабораторных исследований. Предполагается, что в целом 92 процента видов покрытосеменных растений дают ортодоксальные семена. При этом признается, что поведение рекальцитрантных семян в хранилище документировано только в пределах некоторых семейств растений). В случае получения или сбора семян видов, поведение которых во время хранения не документировано и предполагается, что это неортодоксальное поведение, генному банку рекомендуется провести исследования для описания поведения семян во время хранения¹². Независимо от того, известно ли поведение семян во время хранения или нет, может быть полезно или даже необходимо поддерживать некоторые семена в условиях контролируемой повышенной влажности, при которых семена не впитывают и не теряют влагу.

11. Проект практического руководства по сохранению видов, дающих рекальцитрантные семена, структурирован по аналогии с соответствующими разделами главы 6 Стандартов генных банков¹³ и содержит ссылки на ранее опубликованные практические руководства во избежание дублирования¹⁴. Руководство содержит подробную информацию о процедурах и передовых методах пополнения генного банка зародышевой плазмой, краткосрочного хранения в условиях повышенной влажности семян, описанных как рекальцитрантные, режимах хранения промежуточных семян от кратко- до среднесрочного и методах тестирования поведения семян с неизвестным, но предполагаемым неортодоксальным поведением, описывает подготовку материалов для долгосрочного хранения, стандарты документирования, стандарты рассылки промежуточных семян, стандарты дублирования для обеспечения надежного сохранения, стандарты безопасности и требования к персоналу. Каждый раздел сопровождается краткой схемой соответствующих мероприятий в последовательном порядке. Кроме того, в руководстве рассматривается рекомендуемая инфраструктура и оборудование для проектирования или модернизации существующих помещений семенного генного банка для работы с неортодоксальными семенами. В заключительном разделе приводятся ссылки на литературу, содержащую дополнительные рекомендации и (или) технические сведения о хранении видов, дающих рекальцитрантные семена. В приложении описаны потенциальные риски, связанные с различными операциями генного банка, и предложены меры по их предупреждению.

IV. СОХРАНЕНИЕ МЕТОДОМ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

12. Генетические ресурсы растений, подвергнутые криоконсервации, хранящиеся при температуре жидкого азота в живом состоянии, способны сохранять жизнеспособность в течение десятилетий, не требуя восстановления всхожести. Технологии криоконсервации были разработаны и внедрены во многих генных банках для хранения материалов, особенно в целях дублирования для надежного сохранения материалов, воспроизводство которых в других формах, таких как дублеты в полевых условиях, теплицах/изоляторах или *in vitro*, было бы дорогостоящим.

13. Хранение материалов в криогенных резервуарах, охлаждаемых жидким азотом, не является наиболее экономически эффективным методом хранения для стандартных ортодоксальных семян, которые десятилетиями и даже столетиями сохраняют жизнестойкость

¹² Стандарты генных банков для культуры *in vitro* и криосохранения, глава 5.

¹³ Стандарты генных банков для культуры *in vitro* и криосохранения, глава 6. Проект практического руководства по сохранению в генных банках видов, дающих рекальцитрантные семена, не содержит подробной информации о культуре *in vitro* или криоконсервации.

¹⁴ FAO. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation of orthodox seeds in seed genebanks*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0021en>; FAO. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation in field genebanks*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0023en>;

FAO. 2022. *Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation via in vitro culture*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0025en>

в холодильных камерах при температуре -18°C ¹⁵. Однако метод криоконсервации может быть особенно выгоден в случае с теми типами пропагул, успешное хранение которых в высушенном/замороженном состоянии невозможно. Хотя закладка материалов в криохранилище может быть трудоемкой и дорогостоящей, ежегодные затраты на их сохранение в жидком азоте зачастую гораздо ниже, чем затраты на содержание дублирующих коллекций в полевых условиях, в теплицах/изоляторах и *in vitro*, или на частое восстановление всхожести семян в связи с коротким сроком хранения.

14. Генные банки, использующие технологии криоконсервации для обеспечения надежности сохранения коллекций, часто выделяют отдельный участок для процедур криоконсервации, чтобы не дублировать единые требования к оборудованию на нескольких рассредоточенных участках. Такая схема требует тщательной координации между несколькими участками генного банка.

15. Некоторые генные банки полагаются на криоконсервацию как на предпочтительный метод дублирования коллекций, которые поддерживаются в другой форме; однако, если материалы в активных коллекциях будут утрачены, сохраняемый в криохранилище резерв может оказаться единственным оставшимся материалом. Другие генные банки могут выбрать стратегию использования жидкого азота только для сохранения образцов из отдельных коллекций. Это особенно актуально для коллекций рекальцитрантных и промежуточных семян, для которых в структуре генного банка соответствующих полевых коллекций может не быть.

16. Проект практического руководства по сохранению методом криоконсервации структурирован, насколько это возможно, по аналогии с соответствующими разделами главы 6 Стандартов генных банков¹⁶ и содержит ссылки на ранее опубликованные практические руководства во избежание дублирования¹⁷. Руководство содержит описание основных аспектов криоконсервации, подробную информацию о процедурах и передовых методах получения зародышевой плазмы, криоконсервации различных типов пропагул и долгосрочного хранения в жидком азоте; представлены такие темы, как оценка жизнеспособности/всхожести после криоконсервации, мониторинг пропагул, находящихся на криогенном хранении, восстановление/замена образцов, находящихся на криогенном хранении, оценка качества материала на этапах восстановления после криоконсервации, документирование, рассылка материалов в активные коллекции или резервы основного генного банка, дублирование образцов, находящихся на криогенном хранении, для обеспечения надежности, стандарты безопасности и требования к персоналу. Каждая из этих тем сопровождается краткой схемой мероприятий в последовательном порядке. Кроме того, в руководстве предлагаются инфраструктура и оборудование для проектирования или модернизации существующих помещений генного банка. В заключительном разделе приводится список литературы, содержащей рекомендации и (или) техническую информацию по операциям и управлению криоконсервацией. В приложении определены потенциальные риски, связанные с различными операциями генного банка, и предложены меры по их предупреждению.

V. ПРОЕКТ РЕШЕНИЯ

17. Рабочей группе предлагается рассмотреть и, при необходимости, пересмотреть проекты практических руководств по сохранению в генных банках видов, дающих неортодоксальные семена, и по сохранению методом криоконсервации и рекомендовать их публикацию и распространение.

¹⁵ Сохранение ортодоксальных или промежуточных семян методом криоконсервации применяется в тех случаях, когда долговечность семян в обычных условиях холодильного хранения невелика.

¹⁶ Стандарты генных банков для культуры *in vitro* и криосохранения, глава 6.

¹⁷ Там же.