

МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ К ГЕНОМНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ



Как создают более урожайные,
устойчивые и качественные формы
организмов?



ПОЧЕМУ СЕЛЕКЦИЯ СЕГОДНЯ ОСОБЕННО ВАЖНА

Рост населения, дефицит ресурсов и климатические риски требуют сортов и пород, которые дают высокий результат при меньших затратах. Поэтому селекция все чаще опирается на методы, ускоряющие отбор и повышающие его точность.



ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР КАК ОСНОВА СЕЛЕКЦИИ

СОХРАНЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ

Искусственный отбор позволяет оставлять для размножения особей с нужными свойствами: крупными плодами, высокой продуктивностью, скороспелостью, холодостойкостью и устойчивостью к болезням.

01

ДВА ПРАКТИЧЕСКИХ ПОДХОДА

Массовый отбор применяют, когда важна общая выраженность признака у большой группы, например у перекрестноопыляемых растений. Индивидуальный отбор нужен там, где важно точно сохранить удачную комбинацию признаков.

02

ГИБРИДИЗАЦИЯ И ЭФФЕКТ ГЕТЕРОЗИСА



Объединение наследственности

Гибридизация соединяет признаки разных форм и создает новые сочетания генов. В селекции используют внутривидовое, межсортовое и отдаленное скрещивание, чтобы расширить набор полезных свойств.

Преимущество первого поколения

У гибридов F1 нередко проявляется гетерозис: они растут сильнее, дают больший урожай или лучше противостоят стрессам, чем исходные родительские формы.

Практическая значимость

Именно поэтому гибриды широко используют в кукурузе, томате, пшенице и животноводстве, где важно сочетание продуктивности, выносливости и выравненности потомства.



СРАВНЕНИЕ СРОКОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ СЕЛЕКЦИИ

Чем точнее метод, тем раньше можно выделить перспективные линии и сократить число бесперспективных вариантов на ранних стадиях.

Переход к молекулярным технологиям заметно сокращает срок селекционной работы без потери качества отбора.

Обобщение учебных данных по методам селекции; сроки приведены как типичные диапазоны из описания темы.



ИНБРИДИНГ, АУТБРИДИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЛИНИЙ

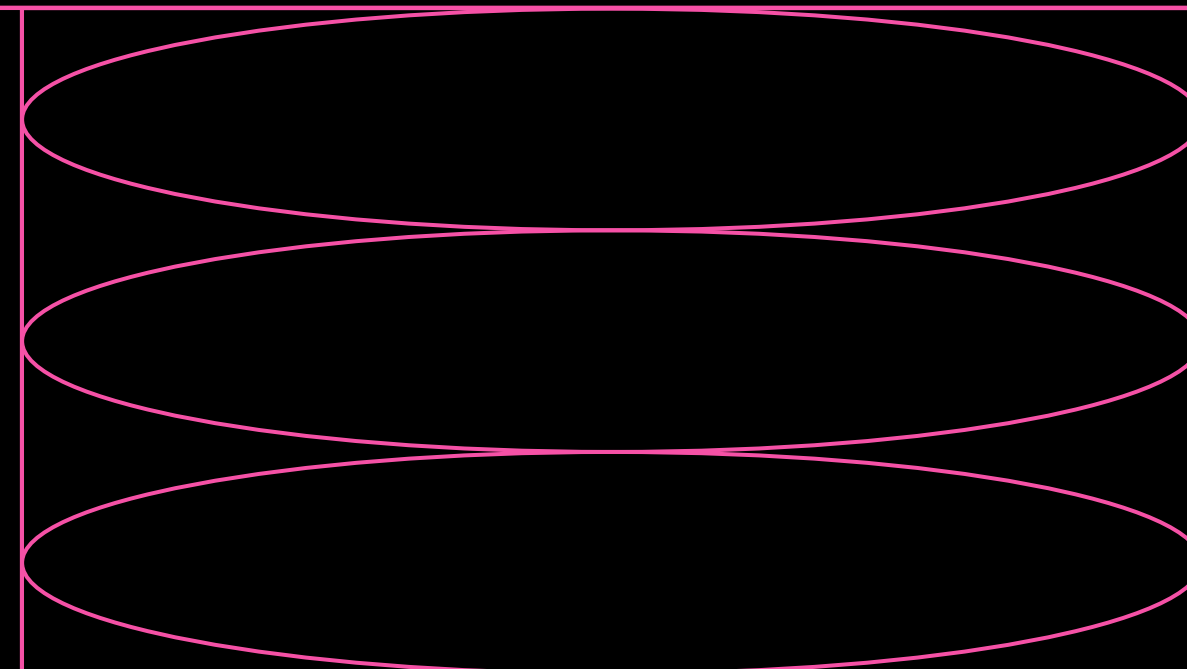
Инбридинг повышает гомозиготность и помогает закрепить ценные признаки в потомстве, что особенно важно при создании устойчивых линий и племенных групп с предсказуемыми свойствами.

01

РИСК ИНБРЕДНОЙ ДЕПРЕССИИ

Слишком тесное родство может ухудшать жизнеспособность, плодовитость и устойчивость организмов. Поэтому инбридинг применяют осторожно, контролируя состояние потомства и итоговую продуктивность.

02



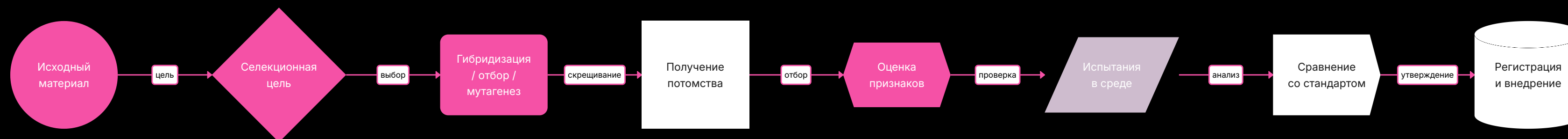
СОЧЕТАНИЕ С АУТБРИДИНГОМ

Аутбридинг увеличивает генетическое разнообразие и часто усиливает жизнеспособность гибридов. В практике селекции оба подхода сочетают: сначала закрепляют линии, затем получают более продуктивное потомство.

03

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО СОРТА ИЛИ ЛИНИИ

Последовательность отражает общий путь селекционной работы от исходного материала до внедрения в производство.



МУТАГЕНЕЗ КАК СПОСОБ РАСШИРЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ



ИСТОЧНИК НОВЫХ ВАРИАНТОВ

Искусственный мутагенез используют химические вещества и ионизирующее излучение, вызывающие изменения в ДНК. Это расширяет исходное разнообразие и дает селекционеру больше материала для отбора.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Благодаря мутагенезу получены сотни сортов сельскохозяйственных растений. Метод особенно полезен тогда, когда в природе не хватает нужных вариантов признака.

ОГРАНИЧЕНИЯ МЕТОДА

Одновременно возникает много нежелательных изменений, поэтому после обработки требуется многократный отбор, проверка потомства и жесткая оценка стабильности признаков.

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СЕЛЕКЦИИ

Метод	Источник	Скорость	Пример
Отбор	Естественная изменчивость	Средняя	Породы, сорта
Гибридизация	Новые комбинации генов	Средняя	Гибриды F1
Мутагенез	Искусственные мутации	Выше средней	Новые линии
Биотехнологии	Клетки, ДНК, маркеры	Высокая	Клонирование, MAS

Таблица показывает, чем различаются классические и молекулярные подходы по источнику изменчивости, скорости и сфере применения.

Классические методы проще и универсальнее, а молекулярные технологии быстрее и точнее, но требуют большей технологической базы.



КЛЕТОЧНАЯ СЕЛЕКЦИЯ И КУЛЬТУРА ТКАНЕЙ



ОЗДОРОВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Культура меристем помогает получать посадочный материал с высоким санитарным статусом, что особенно важно для картофеля, банана, орхидей и редких сортов.



СТЕРИЛЬНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ

Клетки и небольшие фрагменты тканей выращивают в контролируемых условиях, где можно точно управлять питанием, светом и составом среды.



БЫСТРОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Метод позволяет получать большое число одинаковых растений из ценного образца, не теряя его полезных признаков и хозяйственной ценности.

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗВИРУСНОГО МАТЕРИАЛА



СОХРАНЕНИЕ СОРТА

Микроклональное размножение позволяет получать множество растений, полностью повторяющих исходный генотип. Это особенно важно для ценных сортов, где недопустима потеря хозяйственно полезных признаков при массовом размножении.

01

РАБОТА С МЕРИСТЕМОЙ

В культуре *in vitro* используют верхушечные меристемы и другие небольшие фрагменты тканей, которые часто свободны от вирусов. Такой подход помогает начать размножение с оздоровленного материала и снизить риск скрытых инфекций.

02

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Метод широко применяют для картофеля, плодовых и декоративных культур, а также редких растений. Он ускоряет получение большого количества одинаковых саженцев и повышает санитарное качество посадочного материала.

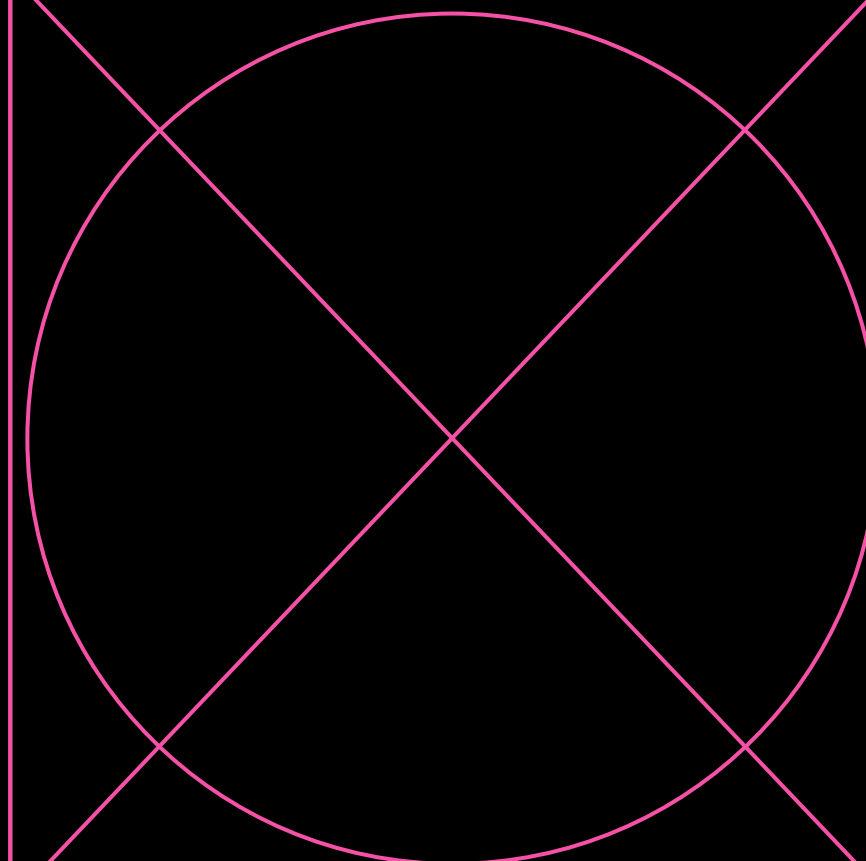
03

КАКИЕ ПРИЗНАКИ УСТОЙЧИВОСТИ НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Приоритеты отражают реальные потери урожая в разных регионах и помогают выбирать, на какие признаки устойчивости направлять отбор в первую очередь.

Наиболее значимы устойчивость к болезням и засухе: именно они чаще всего определяют сохранение урожая в поле.

МАРКЕР-АССОЦИИРОВАННАЯ СЕЛЕКЦИЯ: ОТ МАРКЕРА К ОТБОРУ



Поиск маркеров

Сначала определяют ДНК-маркеры, тесно связанные с нужным геном или участком хромосомы. Это позволяет анализировать материал еще до проявления признака и работать с большим числом образцов.

01

Скрининг потомства

Затем у молодых растений или животных проверяют наличие нужных маркеров и быстро исключают нежелательные варианты. Особенно полезно это для сложных признаков, которые трудно оценить визуально на ранней стадии.

02

Закрепление результата

После отбора перспективных форм проводят дальнейшую проверку качества, урожайности или устойчивости. Так селекционер экономит время и повышает точность работы по сравнению с отбором только по внешним признакам.

03

ГЕНОМНАЯ СЕЛЕКЦИЯ И РАБОТА С БОЛЬШИМИ МАССИВАМИ ДАННЫХ

ТРЕБОВАНИЯ К ДАННЫМ

Для анализа нужны большие массивы генотипических и фенотипических данных, а также вычислительные модели. Поэтому метод особенно эффективен там, где есть лабораторная база и накопленные селекционные коллекции.

04

ПРОГНОЗ ПО ГЕНОМУ

Геномная селекция опирается на тысячи маркеров, распределённых по всему геному. Математическая модель оценивает селекционную ценность особи ещё до полного проявления признаков в потомстве.

01

УЧЕТ МНОГИХ ГЕНОВ

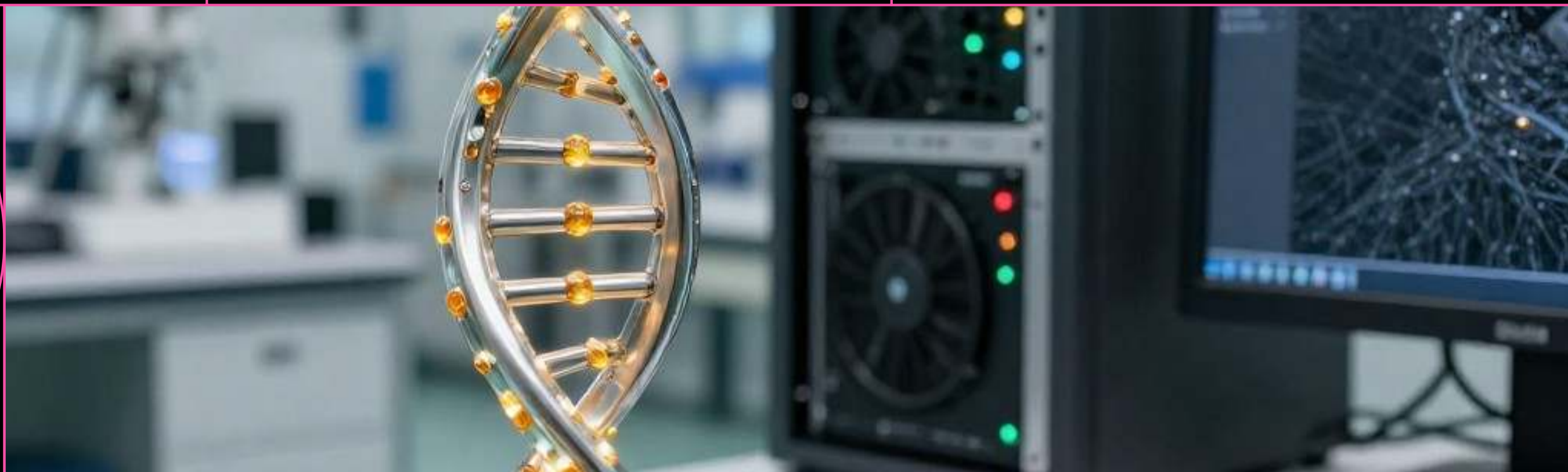
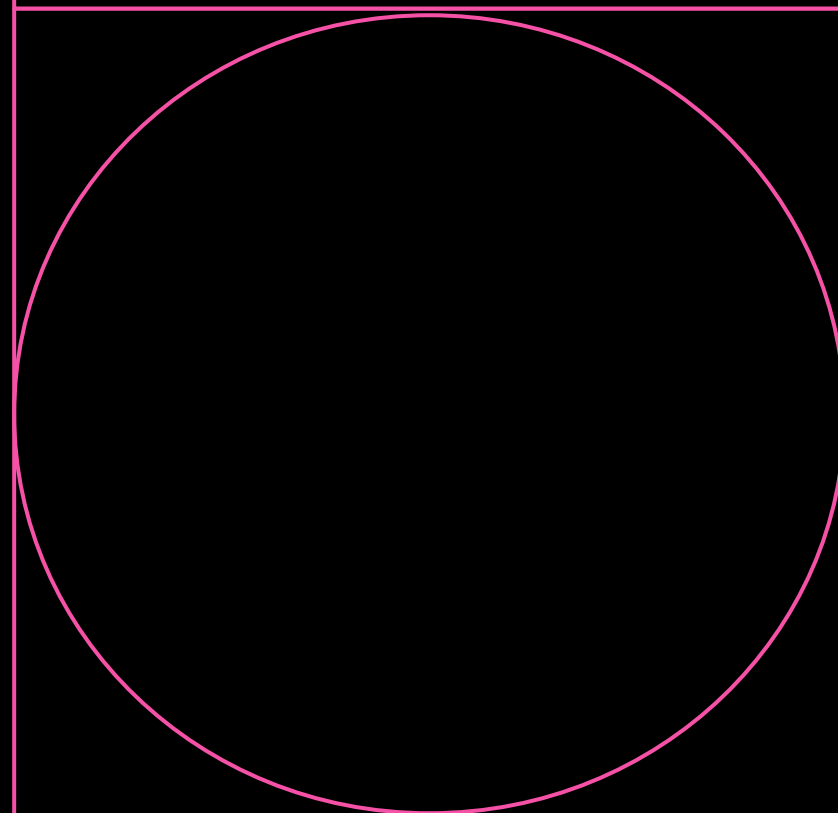
Метод особенно полезен для количественных признаков, которые формируются под действием множества генов. К ним относятся продуктивность, качество мяса, жизнеспособность и общая устойчивость к стрессам.

02

СОКРАЩЕНИЕ ПОКОЛЕНИЙ

При точном прогнозе можно раньше отбраковывать слабые линии и быстрее оставлять перспективные. Это уменьшает число циклов скрещивания и ускоряет создание новых форм в животноводстве и растениеводстве.

03



ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕНОМА



Точечные изменения

Генная инженерия позволяет вносить целевые изменения в ДНК, а системы CRISPR/Cas делают это особенно точно. В результате можно усиливать устойчивость, улучшать качество продукции и менять отдельные физиологические свойства.

Два подхода

Трансгенез вводит в организм новый генетический материал, а редактирование генома изменяет собственную последовательность ДНК без обязательного добавления чужих генов. Оба подхода расширяют возможности селекции, но требуют разной оценки рисков.

Безопасность и контроль

Применение таких технологий связано с обязательной проверкой биобезопасности, наследования изменений и соблюдения правовых норм. Это особенно важно, когда речь идёт о пищевых культурах и долгосрочном воздействии на агроэкосистемы.

ПРИМЕРЫ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Таблица показывает, что современные методы работают как в растениеводстве, так и в животноводстве, а результатом становится сочетание продуктивности и устойчивости.

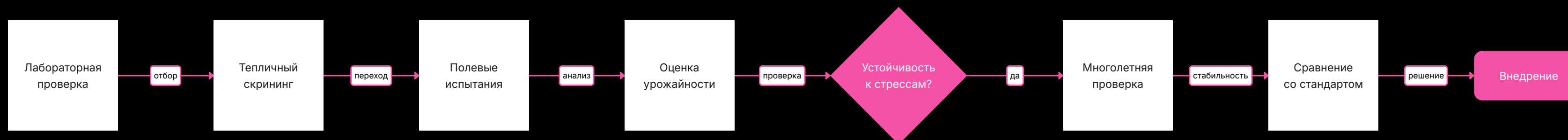
Даже в кратком наборе примеров видно, что классические и биотехнологические методы дополняют друг друга; аналогичные решения применяют и для томатов, и для молочного скота.

Объект	Признак	Метод	Результат
Пшеница	Ржавчина	Отбор	Устойчивый сорт
Кукуруза	Гетерозис	Гибридизация	Высокий урожай
Картофель	Вирусы	Культура тканей	Оздоровлённый материал

Обобщение примеров из учебной и селекционной практики

КАК ОЦЕНИВАЮТ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Поэтапная схема отбора от первичной проверки до решения о внедрении



ЭТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ



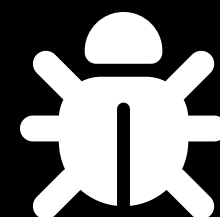
БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Селекция не должна сводить сельское хозяйство к одной линии или одному сорту. Сохранение разнообразия генетических ресурсов снижает риск массовых потерь при болезни, засухе или смене условий выращивания.



ОЦЕНКА БИОРИСКОВ

При использовании биотехнологий необходимы проверка безопасности, контроль наследования изменений и анализ возможного влияния на окружающую среду. Такие меры особенно значимы для ГМО и редактированных форм.



СНИЖЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Новые формы должны помогать уменьшать потребность в пестицидах и других обработках. Это важно для защиты почв, воды и полезных организмов, включая опылителей и естественных врагов вредителей.



СОХРАНЕНИЕ РЕСУРСОВ

Ответственная селекция учитывает плодородие почв, устойчивость агроэкосистем и сохранение диких родичей культурных растений. Без этого долгосрочный прогресс в производстве становится уязвимым.

ЧТО ВЛИЯЕТ НА ВЫБОР МЕТОДА СЕЛЕКЦИИ

Оценка зависит не только от биологии объекта, но и от бюджета, оборудования, сроков программы и доступности специалистов для анализа данных.

Классические методы проще и дешевле, а молекулярные быстрее и точнее; на практике выбирают тот вариант, который лучше решает конкретную задачу.

***СЕЛЕКЦИЯ
БУДУЩЕГО — ЭТО
ТОЧНОСТЬ,
СКОРОСТЬ
И ОТВЕТСТВЕННО
СТЬ***



Современная селекция уже не ограничивается отбором по внешним признакам: она соединяет классические приёмы с генетикой, молекулярными маркерами и биотехнологиями, чтобы быстрее создавать устойчивые и качественные формы.