

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.09.2025 10:58:44
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323

 <p>МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p>	Фонд оценочных средств по дисциплине «Практическая генетика» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--------

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Практическая генетика

Направление подготовки (специальность)
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)
Генетика

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная

Год (ы) набора: 2023

Челябинск, 2025 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профили): Генетика

Дисциплина: **Практическая генетика**

Семестры изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Практическая генетика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-1	Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	ПК-1.1 Применяет принципы анализа информации, принципы работы современной аппаратуры и вычислительных средств.	Знать: Для достижения индикатора ПК-1.1: знать основные направления, по которым ведется современная селекционная работа Для достижения индикатора ПК-1.4: знать основные термины и понятия, используемые в современной селекции; свободно ориентироваться в принципах в селекции символах и обозначениях; опираясь на полученные знания Уметь: Для достижения индикатора ПК-1.2: уметь адекватно формулировать и решать практические и научные задачи, предполагающие знание различных вопросов (в том числе дискуссионных и активно разрабатываемых в настоящее время) современной генетики.
		ПК-1.2 Использует теоретические знания в лабораторной работе.	
		ПК-1.3 Составляет научно-техническую документацию.	
		ПК-1.4 Использует теоретические знания об основных биологических закономерностях.	
		ПК-1.5 Использует методы работы с современной аппаратурой и вычислительными средствами; методы статистической обработки полученных экспериментальных данных	

			<p>Для достижения индикатора ПК-1.5: уметь анализировать полученные результаты в статистических пакетах, составлять электронные таблицы, графики и диаграммы для наглядного представления полученных результатов.</p> <p>Владеть: Для достижения индикатора ПК-1.3: владеть навыками решения задач по генетике и селекции.</p>
ПК-2	Способен применять методы исследования генетического материала на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях	<p>ПК-2.1 Обладает базовыми представлениями об основных методах генетики и селекции, генетики человека и животных.</p> <p>ПК-2.2 Использует навыки планирования исследований, направленных на определение генотипа отдельного индивида и генофонда популяции в целом.</p> <p>ПК-2.3 Применяет методы работы с современной аппаратурой и вычислительными средствами.</p>	<p>Знать: Для достижения индикатора ПК-2.1: знать современные методы, используемые для решения теоретических и прикладных задач генетики и селекции</p> <p>Уметь: Для достижения индикатора ПК-2.2 уметь решать генетические задачи, составлять схемы скрещиваний, направленные на определение генотипа отдельного индивида и генофонда популяции в целом.</p> <p>Владеть: Для достижения индикатора ПК-2.3: навыками определения целей и задач исследования, подбора методов, адекватных поставленным задачам.</p>

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	<p>ПК-1</p> <p>Знать: Для достижения индикатора ПК-1.1: знать основные направления, по которым ведется современная селекционная работа Для достижения индикатора ПК-1.4: знать основные термины и понятия, используемые в современной селекции; свободно ориентироваться в принципах в селекции; символах и обозначениях; опираясь на полученные знания</p> <p>Уметь: Для достижения индикатора ПК-1.2: уметь адекватно формулировать и решать практические и научные задачи, предполагающие знание различных вопросов (в том числе дискуссионных и активно разрабатываемых в настоящее время) современной генетики. Для достижения индикатора ПК-1.5: уметь анализировать полученные результаты в статистических пакетах, составлять электронные таблицы, графики и диаграммы для наглядного представления полученных результатов.</p> <p>Владеть: Для достижения индикатора ПК-1.3: владеть навыками решения задач по генетике и селекции.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет, задачи, методы практической генетики и селекции. 2. История появления и развития селекции в России. 3. Селекция самоопыляющихся растений. 4. Селекция перекрестноопыляющихся растений. 5. Полиплоидия и отдаленная селекция. 	<p>Устный опрос, реферативное сообщение</p>	<p>Вопросы к зачету № 1 - 10</p>

		<p>ленная гибридизация. 6. Применение методов селекции в животноводстве. 7. Современные методы селекции, основанные на достижениях генетики.</p>		
2	<p>ПК-2 Знать: Для достижения индикатора ПК-2.1: знать современные методы, используемые для решения теоретических и прикладных задач генетики и селекции Уметь: Для достижения индикатора ПК-2.2 уметь решать генетические задачи, составлять схемы скрещиваний, направленные на определение генотипа отдельного индивида и генофонда популяции в целом. Владеть: Для достижения индикатора ПК-2.3: навыками определения целей и задач исследования, подбора методов, адекватных поставленным задачам</p>	<p>3. Селекция самоопыляющихся растений. 4. Селекция перекрестноопыляющихся растений. 5. Полиплоидия и отдаленная гибридизация. 6. Применение методов селекции в животноводстве. 7. Современные методы селекции, основанные на достижениях генетики.</p>	Устный опрос, реферативное сообщение	Вопросы к зачету № 11-38

Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2 Содержание оценочных средств

Оценочные средства промежуточной аттестации» представлены перечнем вопросов для зачета.

3.2.1 Теоретические вопросы к зачету:

1. История развития селекции в России.

Начало организованной селекционной работы в России относится к концу XIX в. В 1877 г. в Петербурге и в 1881 г. в Москве создаются станции по контролю за качеством семян. В 1884 г. основано Полтавское опытное поле, в 1886 г. – Немерчанская и Уладово-Люлинецкая опытные станции. В 1896 г. П.А. Костычев основал Шатиловскую (ныне

Орловскую) сельскохозяйственную опытную станцию. В 1903 г. Д.Л. Рудзинский организовал селекционную станцию при Московском сельскохозяйственном институте (ныне Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева). В 1909–1912 гг. создается целый ряд опытных станций с отделами селекции: Харьковская, Саратовская, Краснокутская, Одесская, Мироновская. В советский период создаются зональные селекционные учреждения (НИИ сельского хозяйства Северо-Востока, Юго-Востока, Сибири, Центральные районы Нечерноземной зоны, Центральные районы Черноземной зоны, Белоруссии, Украины, а также специализированные институты по озимой пшенице (Краснодар), сахарной свекле (Киев, Воронеж), по масличным культурам (Краснодар), по кукурузе (Днепропетровск), зернобобовым и крупяным культурам (Орел), по рису (Узбекистан).

2. Генетика как теоретическая основа селекции. Метод чистых линий.

Генетика является теоретической основой селекции. Все современные методы селекции опираются на использование генетических принципов. Положения генетики о дискретной природе наследственности, учение о мутационной и модификационной изменчивости, установление закономерностей расщепления признаков, понятия доминантности и рецессивности, гомо- и гетерозиготности и другие составляют основу селекционной работы в настоящее время. Чистые линии - поколение, которое берет начало от одной особи и путем родственного скрещивания (инбридинга) у животных и самоопыления у растений в течение нескольких следующих поколений приобретает генетическую однородность. Все особи чистой линии имеют одинаковый генотип, т.е. гомозиготные по всеми аллельными парами хромосомного набора. Термин «чистые линии» ввел в 1903 г. биолог В.Л. Йогансен. Он экспериментально доказал, что отбор по фенотипу в чистые линии не дает эффекта, а применяя такой отбор в популяции, можно разложить ее на чистые линии в течение нескольких поколений. Практически чистые линии не могут быть полностью гомозиготными. Между чистыми линиями хоть и изредка, но происходят процессы обмена наследственной информацией. У растений, даже самоопыляющиеся, случаются особи, цветущие открыто и опыляются перекрестно. Кроме этого, спонтанно возникают различные мутации, которые нарушают однородность чистой линии. Вследствие инбридинга чистые линии (особенно в пересчете перекрестноопыляющихся растений) характеризуются пониженной жизнеспособностью. Но при скрещивании двух чистых линий гетерозиготность восстанавливается и, как правило, возникает явление гетерозиса. Это практически применяют в селекции. напр., урожайность гетерозисных гибридов кукурузы, полученных от межлинейного скрещивания, на 25-30% выше урожайность др. сортов этой самой культуры. Наивысшую производительность имеют т.н. двойные межлинейные гибриды, получаемые, скрещивая два простых (двухлинейные) гибриды. Скрещивание двух межлинейных гибридов усиливает гетерозис в 1-м поколении. Но уже во 2-м поколении уровень его снижается, а в следующих поколениях вследствие расщепления он исчезает совсем. Экономическое значение имеют лишь межлинейные гибриды 1-го поколения. Поэтому, чтобы получать гибридные семена, необходимо ежегодно проводить межлинейные скрещивания, чтобы удешевить этот процесс у кукурузы и некоторых др. культур, используют цитоплазматическую мужскую стерильность.

3. Отбор - основной метод селекции.

Различают естественный и искусственный отбор.

Естественный отбор. Этот вид отбора происходит под действием климата, почвенных условий, влияния рельефа и живых организмов. Естественный отбор искореняет все

неприспособленные к данным условиям произрастания биотипы, оставляя только те, которые смогли адаптироваться к конкретным условиям. Т.е. естественный отбор – это выживание более приспособленных организмов в борьбе за жизнь. В результате естественного отбора сохраняются любые жизненно важные признаки, действующие на пользу организма и вида в целом, и образуются новые формы и виды. Естественный отбор встречается в форме центростремительного (стабилизирующего), центробежного (деструктивного) и линейного (направленного) отборов.

Центростремительный (стабилизирующий) отбор – это отбор, при котором в случае, сохранения среднего уровня условий среды обитания сохраняются особи со средними показателями признаков. Особи, отклоняющиеся от модального типа, элиминируются из популяции. Этот отбор сохраняет в популяции определенную однородность особей, то есть стабилизирует популяцию.

Центробежный (деструктивный, разрывающий) отбор – это естественный отбор, который осуществляется в том случае, когда исходная популяция является неприспособленной к условиям среды и любое отклонение особи от модального поддерживается отбором в процессе репродукции. При деструктивном отборе исходная популяция расчленяется на ряд менее объемных, но более локально приспособленных популяций.

Линейный (направленный, движущий) отбор – это естественный отбор, когда при размножении преимущество получают формы с отклонением признаков в определенном направлении от среднего для популяции типа. В этом же направлении в процессе непрерывного линейного отбора сдвигается и модальный тип популяции.

Искусственный отбор. Этот вид отбора проводится человеком. В результате этого отбора на основе наследственности и изменчивости создаются новые хозяйственно ценные формы и сорта.

Массовый отбор - это отбор лучших экотипов (климатипов, эдафотипов). Массовый отбор осуществляется на основании результатов исследования географических и экологических культур.

4. Гибридизация.

Гибридизация – это скрещивание особей, различающихся одним или несколькими наследственно обусловленными признаками. Гибридизация бывает естественной (спонтанной) и искусственной (экспериментальной).

Естественная гибридизация подразделяется на аллопатрическую (скрещиваются особи двух дифференцированных видов в зоне контактов их ареалов, например, лиственница сибирская и даурская, ель сибирская и европейская), симпатрическую (скрещивание особей двух генетически обособленных видов в пределах одной географической области, например, осины и тополя белого) и интрогрессивную (особый вид гибридизации, при которой происходят возвратные скрещивания спонтанных межвидовых гибридов с исходными родительскими видами, обнаружена среди видов дуба, ивы, тополя). Различают также внутривидовую, межродовую и межсемейственную гибридизацию. Скрещивание особей различных форм и сортов, принадлежащих к одному виду, называется внутривидовой гибридизацией. Скрещивание особей принадлежащих к разным видам одного рода, разным родам и разным семействам, называют отдаленной межвидовой, межродовой и межсемейственной гибридизацией.

Гибридизация, как метод селекции, включает комплекс приемов, направленных на получение гибридных растений с изменением наследственности и использованием ее для выведения новых сортов. Создавая гибридизацией нужный исходный материал, удается значительно ускорить ход селекционного процесса. Последовательным скрещиванием наследственно расщепляющихся родительских форм селекционеры создают новые

формы растений.

5. Полиплоидия. Мутагенез.

Полиплоидия очень распространена в селекции растений. Полиплоидные особи демонстрируют более высокую жизнеспособность, чем диплоидные. Кроме того, избыток хромосом, полученных после полиплоидии, повышает устойчивость растений к бактериям, вирусам, грибам и прочим патогенным организмам, а также к различным неблагоприятным факторам (химическому воздействию, радиации и пр.). Когда повреждаются гомологичные хромосомы, одна или даже две, аналогичные повреждения не подвергаются. Проведение в конце XIX века гибридизации пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*) дало возможность получить в результате аллополиплоидии формы зерновых, названные тритикале (*Triticale*). В 1930-е годы селекционер Николай Васильевич Цицин скрестил пшеницу и пырей, получив высокоурожайные и устойчивые к полеганию пшенично-пырейные гибриды.

Искусственный мутагенез:

1. Метод начал применяться после открытия результатов воздействия на растения различных мутагенов — химических факторов и излучений. Мутагены дают возможность добиваться широкого спектра мутаций.
2. Искусственный мутагенез подталкивает геномные мутации, которые приводят к полиплоидии. В частности, полиплоидные формы получают, обрабатывая алкалоидом колхицином семена во время прорастания. Если обработать зародыш во время первого митоза его клеток (на стадии метафазы), микротрубочки разрушатся, хромосомы разойдутся случайно. Одна из клеток может стать не диплоидной, а тетраплоидной. Вторая вовсе не получит хромосом. Тетраплоид далее будет делиться митозом.
3. Следствием мутагенеза являются многие генные и хромосомные мутации, приводящих к возникновению сортов с новыми характеристиками.

6. Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова и его значение в биологии.

Николай Иванович Вавилов имел научные интересы в широких сферах, но более всего он известен как ботаник-селекционер и генетик. Исследуя параллелизм в наследственной изменчивости, в 1920 году он открыл и обосновал закон гомологических рядов, который звучит так: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в рядах их изменчивости. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейства».

7. Понятие генетического анализа, его основные элементы, задачи.

Основным методом генетики является генетический анализ, основателем которого является известный отечественный ученый А. С. Серебровский (1892–1948), автор книги «Генетический анализ» (издана только в 1970 г.), которая не потеряла актуальности и сегодня. Генетический анализ – комплекс методов исследования генотипа и фенотипа. Генотип – совокупность генов, а фенотип – совокупность признаков конкретного организма. Особенностью генетического анализа является то, что изучение генов осуществляется через контролируемые ими признаки. В связи с этим предметом генетического анализа является фенотип организма и его отдельные признаки. Признаком в генетике называют любое свойство, особенность, по которым организмы могут отличаться

друг от друга. Это могут быть морфологические, биохимические, физиологические, анатомические и другие отличия. Подобно тому, как генотип можно разложить на элементарные наследственные единицы – гены, фенотип особи можно представить как совокупность элементарных единиц – фенов. Каждый фен контролируется одним конкретным геном. Фен – есть простой элементарный признак. Сложный признак контролируется несколькими генами, представляя собой сочетание фенов или фенотип.

Изучение элементарных признаков (фенов) позволяет выявить связь между геном и контролируемым им признаком, то есть изучить функцию гена. Анализ сложных признаков проливает свет на механизмы взаимодействия генов, которые приводят к проявлению того или иного фенотипа. Задачами генетического анализа являются: изучение характера наследования отдельных признаков (ядерное или неядерное наследование), идентификация гена (установление его функции), изучение его взаимодействия с другими генами, определение его локализации на конкретной хромосоме, а также местоположения в пределах группы сцепления, изучение генотипа изучаемого организма. Кроме того, в задачу генетического анализа входит выяснение структуры и функции гена, его молекулярной организации.

8. Правила проведения генетического анализа. Требования к исходному материалу, технике посева и скрещивания.

Исходный материал селекции — обнаруженные среди культивируемых сортов, в дикорастущей флоре или искусственно созданные с помощью гибридизации, мутагенеза и полиплоидии в той или иной мере разнообразные популяции, которые служат источником ценных форм для отбора. Удачный выбор исходного материала в значительной мере предопределяет успех селекционной работы. Исходный материал должен обладать определенными качествами. Во-первых, он должен быть достаточно разнообразным по сочетаниям хозяйственно важных признаков. Во-вторых, взятая в качестве исходного материала популяция растений должна быть возможно больше насыщена формами, соответствующими цели селекционной работы.

9. Понятие о сорте, породе, штамме.

Объектами и конечным результатом селекционного процесса является породы, сорта и штамма.

Порода животных - это совокупность особей в пределах определенного вида животных, яко имеет генетически обусловленные стабильные характеристики (свойства и признаки), отличающие ее от других совокупностей особей этого вида животных, устойчиво передают их потомкам и является результатом интеллектуальной деятельности человека. Животные одной породы похожи по типу телосложения, производительностью, плодовитостью, мастью. Это позволяет отличать их от таких другой породы. В породе должно быть достаточное количество животных, иначе ограничивается возможность применения отбора, быстро приводит к вынужденному родственного спаривания и, как следствие, к вырождению породы. Кроме высокой производительности и численности, порода должна быть достаточно распространенной. Это увеличивает возможности для создания в ней различных типов, что способствует ее дальнейшему улучшению. Большое влияние на формирование особенностей пород имеют природно-географические условия - особенности почв, растений, климата, рельефа местности и тому подобное. При завозе животных в новые природно-климатические условия в их организме происходят физиологические изменения, причем в одних случаях глубокие, в других - этажные. Перестройка систем организма тем глубже, чем больше разница между новыми и прежними условиями существования. Процесс приспособления животных к новым условиям существования

называется акклиматизацией, длиться она может несколько поколений.

Сорт растений - группа культурных растений, которые в результате селекции получили определенный набор характеристик (полезных или декоративных), которые отличают эту группу растений от других растений того же вида. Каждый сорт растений имеет уникальное название и сохраняет свои свойства при многократном выращивании.

Штамм микроорганизмов - чистая культура определенного вида микроорганизмов, морфологичнии физиологические особенности которой хорошо изучены. Штаммы могут быть выделены из различных источников (почвы, воды, пищевых продуктов) или из одного источника в разное время. Поэтому один и тот же вид бактерий, дрожжей, микроскопических грибов может иметь большое количество штаммов, отличающихся по ряду

свойств, например с чувствительностью к антибиотикам, способностью к образованию токсинов, ферментов и других факторов. Штаммы микроорганизмов, которые используются в промышленности для микробиологического синтеза белков (в частности ферментов), антибиотиков, витаминов, органических кислот и т.п., значительно продуктивнее (в результате селекции), чем дикие штаммы.

10. Генетически регулируемый гетерозис у растений.

Гетерозис – это особое свойство организмов, которое характеризуется повышением выносливости, силы, производительности у потомков первого поколения в сравнении с родителями. Каждое следующее поколение становится слабее, теряя полезные качества вплоть до полного исчезновения.

11. Селекция самоопыляющихся растений.

Потомство одной самоопыляющейся особи называется чистой линией. Таким образом, индивидуальный отбор приводит к выделению отдельных чистых линий. Самоопыление ведет к появлению гомозиготных форм (вспомните моногибридное скрещивание, в результате которого все время уменьшается число гетерозигот и возрастает число гомозигот). Таким образом, индивидуальный отбор обычно приводит к получению сорта представляющего собой одну или несколько чистых линий, которые, будучи гомозиготными, сохраняют постоянство генотипа. Разумеется, и в пределах чистых линий происходят мутации, так что это постоянство не является абсолютным.

12. Синтетическая селекция.

Синтетическая селекция - это селекция, основанная на использовании для отбора исходного материала, создаваемого путем гибридизации (синтеза) различных сортов и форм. Синтетическая селекция осуществляется путем рекомбинации и трансгрессии. При комбинационной синтетической селекции в одном гибридном растении сочетаются признаки и свойства двух или более родительских форм. Задача селекционера - отобрать и генетически стабилизировать гибридные растения, наиболее полно сочетающие эти признаки и свойства. Трансгрессивная синтетическая селекция основана на отборе в расщепляющихся после гибридизации поколений особей с трансгрессией, т. е. с положительными признаками, выраженными в большей степени, чем у лучшего родителя. При трансгрессивной синтетической селекции успех работы зависит от отыскания родительских форм, способных при скрещивании давать трансгрессии.

13. Отдаленная гибридизация.

Отдаленная гибридизация — это такое скрещивание, при котором выбранные пары относятся к разным видам или родам, то есть отдаленные друг от друга не географиче-

ски, а родственно.

Цель отдаленной гибридизации заключается в получении особей, которые сочетают в себе ценные признаки и свойства различных видов. Проводят гибридизацию, как растений, так и животных. Она играет особую роль в эволюции и селекции.

Отдаленная гибридизация растений

Выделяют два вида: межвидовая (пшеница мягких сортов и твердых) и межродовая (пшеница и рожь).

Селекционер в процессе получения гибридов постоянно сталкивается с рядом проблем. Основные из них:

Трудности в скрещивании генетически разных видов;
полученные гибридные семена не всходят;
гибриды первого поколения бесплодны.

14. Спонтанные мутации. Индуцированный мутагенез.

Спонтанные – это мутации, которые возникают самопроизвольно, без участия со стороны экспериментатора. Индуцированные – это те мутации, которые вызваны искусственно, с использованием различных факторов мутагенеза. Процесс образования мутаций называется мутагенезом, а факторы, вызывающие мутации – мутагенами.

15. Генетические особенности селекции перекрестноопыляющихся растений.

Огромное число видов растений размножается с помощью системы перекрестного опыления. Перекрестное опыление, или аллогамия, - это такая система размножения, при которой мужские половые клетки одного растения оплодотворяют женские половые клетки другого растения. Оплодотворение происходит при помощи ветра или насекомых, а в отдельных случаях - в водной среде. Одни виды растений, как и животные, характеризуются полным разделением полов, у других генеративные органы разделены на одном и том же растении, третьи имеют двуполые цветки и генетические механизмы, предотвращающие самоопыление. Указанные различия обуславливают существование видов с развитым перекрестным опылением, а также видов, которые могут сохранять и систему самоопыления.

16. Массовый отбор. Семейный отбор и метод половинок.

Отбор как самостоятельный метод селекции растений основан на использовании природной внутривидовой изменчивости растений.

В селекции методы отбора используются в зависимости от задач конкретных селекционных программ и особенностей селективируемой культуры (самоопылитель, перекрестник, вегетативно размножающееся растение) и генетической структуры будущего сорта (самоопыленная линия, клон, сорт-популяция, гибрид простой или сложный, сорт, состоящий из отдельных линий или семей

В селекции растений широко применяют гибридизацию и отбор — массовый (без учета генотипа) и индивидуальный. В растениеводстве по отношению к перекрестноопыляющимся растениям нередко применяется массовый отбор. При таком отборе в посеве сохраняют растения только с желательными качествами. При повторном посеве снова отбирают растения с определенными признаками. Индивидуальный отбор сводится к выделению отдельных особей и получению от них потомства. Индивидуальный отбор приводит к выделению чистой линии — группы генетически однородных (гомозиготных) организмов. Путем отбора были выведены многие ценные сорта культурных растений. Для внесения в генофонд создаваемого сорта растений или породы животных ценных генов и получения оптимальных комбинаций признаков применяют гибридизацию с

последующим отбором. При скрещивании разных пород животных или сортов растений, а также при межвидовых скрещиваниях в первом поколении гибридов повышается жизнеспособность и наблюдается мощное развитие. Это явление получило название гибридной силы, или гетерозиса. Оно объясняется переходом многих генов в гетерозиготное состояние и взаимодействием благоприятных доминантных генов.

17. Гетерозисные линейные гибриды.

Гетерозис в широком смысле – это все положительные эффекты, ведущие к превосходству гибридов F1 над родительскими формами.

Гетерозис в полной мере проявляется в F1. При генеративном размножении в последующих поколениях он теряется. У вегетативно размножаемых растений гетерозис передаётся потомству стойко. Для практического использования гетерозиса у генеративно размножаемых видов необходимо в больших масштабах скрещивать определённые родительские формы (линии, сорта). Селекцией на гетерозис называют создание гибридов F1, отличающихся высоким гетерозисом по урожайности, качеству продукции и другим хозяйственно важным признакам. При селекции на гетерозис скрещивание служит для массового получения гибридных семян и их дальнейшего использования в производстве. Гетерозисные гибриды по урожайности превышают обычные свободноопыляющиеся сорта на 30–50%. Явление гетерозиса широко используют в селекции кукурузы, сорго, подсолнечника, томата и других культур.

Явление гетерозиса объясняется тремя основными гипотезами:

1. Гипотеза сверхдоминирования объясняет проявление гетерозиса гетерозиготным состоянием гибридов.
2. Гипотеза доминирования исходит из того, что к гетерозису ведёт вызванное скрещиванием накопление доминантных аллелей продуктивности.
3. Гипотеза генетического баланса объясняет гетерозис физиологической сбалансированностью процессов обмена веществ. На сбалансированность гибридов влияют также ядерно-плазменные взаимоотношения, например, если в гибридном идеотипе присутствуют генетически различные митохондрии (усиливаются дыхание и энзиматическая активность).

Различают следующие типы гибридов производственного использования:

1. Межлинейные (простые – скрещивают две самоопылённые линии; трёхлинейные – простой межлинейный гибрид x самоопылённую линию; двойные – скрещивают два простых межлинейных гибрида; сложные межлинейные – скрещивают более четырёх самоопылённых линий).
2. Сортолинейные (простые – сорт x линию; сложные – сорт x простой межлинейный гибрид).
3. Линейно-сортные – простой гибрид x сорт.
4. Межсортные гибриды.
5. Гибридные (синтетические) популяции получают путём смешения семян простых гибридов и их свободного переопыления.

18. Цитоплазматическая мужская стерильность и андрогенез.

Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС, англ. Cytoplasmic male sterility, CMS) — явление полной или частичной стерильности андроеца высших растений, причиной которого является наличие особой мутации в митохондрионе, т.е. в геноме митохондрий, фертильность растений восстанавливается полностью или частично при наличии доминантного аллеля ядерного гена-восстановителя фертильности. Впервые описана Маркусом М. Роудсом у кукурузы, описана также у петунии, капусты, подсол-

нечника и других растений. Для ЦМС характерен так называемый материнский тип наследования. Цитоплазматическая мужская стерильность проявляется во взаимодействии ядерного генома с митохондрионом. Митохондрии и пластиды как органеллы, ведущие своё происхождение от эндосимбионтных прокариотических микроорганизмов, имеют свой уникальный геном, и хотя в процессе эволюции эукариотической клетки они потеряли большую часть своей автономности и утратили большинство генов, часть важных белков ещё кодируются под контролем генов митохондрий и пластид.

19. Апомиксис.

Апомиксис — это развитие семян без полового процесса. Следовательно, размножение растений такими семенами является бесполом, или вегетативным. Наибольшее значение имеет тип апомиксиса, в котором полностью исключен мейоз. Семя образуется непосредственно из диплоидной клетки, которая может быть нередуцированной мегаспорой материнской клетки или какой-либо клетки из материнской зародышевой ткани. В результате апомиксиса гетерозиготные перекрестноопыляющиеся растения генетически точно воспроизводят себя в потомствах.

20. Автополиплоидия. Особенности мейоза автополиплоидов.

Автополиплоидия — наследственное изменение, кратное увеличение числа наборов хромосом в клетках организма одного и того же биологического вида. На основе искусственной автополиплоидии синтезированы новые формы и сорта ржи, гречихи, сахарной свёклы и других растений.

Образование автополиплоидов. В процессе неудачного мейоза диплоидной клетки образуются диплоидные гаметы, которые сливаются с образованием тетраплоидной зиготы.

Автополиплоидия представляет собой многократное повторение в клетке одного и того же хромосомного набора (генома). Этот тип полиплоидии характерен для низших эукариот и покрытосеменных растений. У многоклеточных животных автополиплоидия встречается крайне редко: у дождевых червей, некоторых насекомых. Экспериментально получены автополиплоиды у некоторых земноводных. Автополиплоиды у человека и других высших позвоночных погибают на ранних стадиях внутриутробного развития.

Существуют сбалансированные и несбалансированные автополиплоиды. Сбалансированными полиплоидами называются полиплоиды с чётным числом хромосомных наборов, а несбалансированными — полиплоиды с нечётным числом хромосомных наборов, например:

несбалансированные полиплоиды	сбалансированные полиплоиды
гаплоиды 1 х	диплоиды 2 х
триплоиды 3 х	тетраплоиды 4 х
пентаплоиды 5 х	гексаплоиды 6 х
гектаплоиды 7 х	октоплоиды 8 х
эннеаплоиды 9 х	декаплоиды 10 х

Автополиплоидия часто сопровождается увеличением размеров клеток, пыльцевых зерен и общих размеров организмов. Например, триплоидная осина ($3x = 57$) достигает гигантских размеров, долговечна, её древесина устойчива к гниению. Среди культурных растений широко распространены как триплоиды (земляника, яблоня ($3x = 51$), арбузы, бананы, чай, сахарная свекла), так и тетраплоиды (рожь, клевер, виноград). Эти растения отличаются повышенной сахаристостью, повышенным содержанием витаминов. В природных условиях автополиплоидные растения обычно встречаются в экстремальных условиях (в высоких широтах, в высокогорьях); более того, здесь они могут вытеснять

нормальные диплоидные формы. Автополиплоидные клетки нормально делятся путем митоза, поскольку митоз нормально протекает при любом числе хромосом. Однако все автополиплоиды характеризуются различными нарушениями в мейозе, что приводит к пониженной фертильности (пониженной плодовитости) или стерильности (полному бесплодию). У диплоидных организмов в профазе мейоза I образуются биваленты, а у полиплоидов – структуры, состоящие из множества хромосом – поливаленты, или мультиваленты.

К поливалентам относятся триваленты (состоят из трех хромосом), квадриналенты (из четырех хромосом) и т.д. При этом в одной точке могут конъюгировать только две хромосомы. При наличии унивалентов первое деление мейоза может быть эквационным, то есть к полюсам могут расходиться однохроматидные хромосомы. В этих случаях правильная сегрегация хромосом (в соотношении 1:1, 2:2, 3:3 и т.д.) нарушается, а плодовитость таких организмов сильно снижена.

У несбалансированных автополиплоидов хромосомы представлены нечетным числом гомологов. Например, у триплоидов каждая хромосома представлена тремя гомологами. Тогда в профазе мейоза I наряду с бивалентами образуются структуры, состоящие из одной хромосомы (униваленты) или из трех хромосом (триваленты). Вероятность того, что у одного полюса окажутся два полных хромосомных набора $2n$, а у другого полюса – один полный хромосомный набор n , очень мала. Поэтому несбалансированные автополиплоиды практически бесплодны (стерильны).

21. Аллополиплоидия.

Аллополиплоидия — это сложение хромосомных наборов разных видов или родов.

Полиплоиды, возникающие в результате сложения геномов разных видов, называются аллополиплоидами, или амфиплоидами. Они образуются в результате скрещиваний различных видов.

Часто отдаленные гибриды оказываются бесплодными (например, гибриды ржи с пшеницей, редьки с капустой и др.). Это связано с особенностями мейоза у аллополиплоидов. Например, объединены геномы S (рожь) и T (пшеница). У гибрида будет два генома — T и S, по 7 хромосом в каждом. В мейозе образуются 14 унивалентов, поскольку хромосомы одного вида не имеют гомологии с хромосомами другого. В анафазе они будут беспорядочно расходиться к полюсам.

Гаметы могут иметь от 0 до 14 хромосом ($7T+7S$). Большинство из них являются несбалансированными, т.к. число хромосом в них некратно n , а потому и нежизнеспособными. Однако у такого гибрида часть как мужских, так и женских гамет будут нести оба набора хромосом ($7T+7S$). Такие гаметы называются сбалансированными, или нередуцированными. При их объединении образуется зигота с удвоенным набором хромосом каждого вида — аллотетраплоид, или амфидиплоид. Он оказывается фертильным.

22. Анеуплоидия.

Анеуплоидии — наиболее частый клинически значимый тип хромосомных нарушений у человека, наблюдаемый, по крайней мере, в 5% клинически распознанных беременностей. Большинство анеуплоидных пациентов имеют или трисомии (три хромосомы вместо двух в норме), или, реже, моносомии (только одна конкретная хромосома). Как моносомии, так и трисомии бывают с серьезными фенотипическими последствиями. Трисомия может захватывать любую часть генома, но трисомия целой хромосомы редко совместима с жизнью. Наиболее частый тип трисомии у живорожденных младенцев — трисомия 21 (кариотип $47.XX$ или $XY.+21$), хромосомная конституция,

наблюдаемая у 95% пациентов с синдромом Дауна. Другие трисомии, встречающиеся у живорожденных детей, — трисомия 18 и трисомия 13. Примечательно, что все эти три (13, 18 и 21) аутосомы — с самым низким числом генов; возможно, трисомии аутосом с большим числом генов в большинстве случаев детальные.

23. Гаплоидия.

Гаплоидия — это явление уменьшения числа хромосом, когда в соматической клетке присутствует только гаплоидный набор хромосом. Гаплоидом называют организм, имеющий в соматических клетках гаплоидный набор хромосом.

Естественная гаплоидия встречается в жизненном цикле пчел (трутень), спорообразующих грибов и одноклеточных водорослей.

У высших растений гаплоид впервые был обнаружен у дурмана в 1921 г., затем гаплоиды были найдены у пшеницы, кукурузы. В настоящее время гаплоидия известна у 71 вида.

Фенотип гаплоидов имеет следующие особенности:

1. Проявляются рецессивные гены, так как их не прикрывают доминантные аллели.
2. По внешнему виду, как правило, онисходны с соответствующими диплоидными организмами, но мельче их. Исключение – трутень.
3. Клетки имеют меньший размер, что может объясняться уменьшением дозы генов.
4. Гаплоиды почти бесплодны, так как у них в мейозе не образуются полноценные гаметы: хромосомы не имеют гомологов, в силу чего они не конъюгируют и расходятся случайно, образуя несбалансированные гаметы. В редких случаях весь набор хромосом отходит к одному полюсу. Из этих клеток образуются гаметы с нередуцированным гаплоидным числом хромосом. При встрече таких гамет образуется диплоид, гомозиготный по всем генам.

Растения, полученные от гаплоида путем вегетативного размножения, имеют фенотип, полностью соответствующий генотипу. Изучая гаплоидные растения, можно выявлять полезные и вредные рецессивные мутации.

24. Особенности наследования количественных и качественных признаков у животных.

В генетике выделяют два класса признаков — качественные и количественные. Они различаются по характеру изменчивости и особенности наследования. Качественные признаки характеризуются прерывистой, а количественные — непрерывной изменчивостью. Первые из них дают четкие границы при расщеплении на доминантные или рецессивные признаки. Это связано с тем, что каждый из них обычно контролируется одним аллельным геном. Количественные признаки не дают четких границ расщепления при разных вариантах скрещивания, хотя отличаются от качественных более высокой степенью изменчивости. Особенностью количественных признаков является сложный характер наследования. Каждый из них детерминируется не одним, а множеством локусов в хромосомах. Такой тип наследования, когда один признак обуславливается многими генами, носит название полигенного. Уровень развития количественного признака зависит от соотношения доминантных и рецессивных генов, других генетических факторов и степени модифицирующего действия факторов внешней среды. Изменчивость по количественному признаку в популяции складывается из генетической и паратипической (внешнесредовой) изменчивости.

25. Пороговые признаки.

Пороговые признаки проявляются под воздействием факторов обусловленных на-

следственностью и средой обитания. Как правило, отбор, осуществленный по совокупности этих признаков, бывает весьма успешным. Любой из количественных продуктивных признаков характеризуется своей степенью изменчивости. Наследственностью определяются лишь ее границы, вот почему стабильность среды содержания и численность стада отражаются на скорости того, как осредненные показатели приближаются к обусловленным наследственным признакам.

26. Полимерная модель наследования генов.

Полимерия – это взаимодействие неаллельных генов - однозначных генов разных генов с одинаковым действием. Тип наследования, при котором развитие признака обусловлено многими генами, каждый из которых сам по себе оказывает слабое действие, а вместе они оказывают определённую степень развития признака – аддитивное или суммарное или аккумулятивное действие.

Гибридологический анализ при полимерном взаимодействии генов.

Обычно доминантные полимерные гены обозначают одной и той же буквой с разными индексами, например, доминантные гены - (A)A₁, (B) A₂, (C)A₃, (D)A₄, их рецессивные аллели - (a)a₁, (b)a₂, (c)a₃, (d)a₄.

Признак не развивается лишь в том случае, когда все пары генов находятся в рецессивном состоянии (a₁a₁a₂a₂a₃a₃). Обычно, чем больше доминантных полимерных генов содержит организм, тем сильнее выражен признак (эффект аккумулятивного – суммарного действия генов).

Полимерия лежит в основе наследования количественных признаков. У человека по типу полимерии наследуются: цвет кожи, рост.

27. Концепция полигенов К. Мазера.

До обнаружения явления переопределения генетической организации сложного признака в генетике количественных признаков господствовала концепция полигенного наследования Кеннета Мазера, суть которой состояла в следующем: любой мерный признак детерминируется, подобно качественному признаку, традиционными «менделевскими» генами, их много (поэтому они названы полигенами), вклад каждого гена в признак — небольшой. Спектр локусов и набор аллелей в каждом локусе, однозначно детерминирующие уровень и генетическое варьирование признака, стабильны для каждой особи популяции. Набор локусов, основные эффекты которых детерминируют аддитивную генетическую изменчивость признака, есть генетическая формула признака.

Средовая изменчивость признака имеет в основе изменения активности полигенов в стабильном наборе генов полигенной системы признака. Полагалось, что любые колебания средовых условий порождают экологическую изменчивость, меняя лишь активность локусов константной по набору генов полигенной системы, поэтому нет необходимости контролировать конкретные факторы среды, надо лишь измерить экологическую изменчивость, вычесть ее оценку из фенотипической, чтобы получить оценку генетической изменчивости.

Концепция К. Мазера в сочетании с подходами и методами Р. Фишера, С. Райта, Д. Лаша позволяла оценить генетические параметры популяции в данной конкретной среде, на данном этапе онтогенеза и при данной структуре ценоза. Но она в принципе не могла прогнозировать направление и силу сдвигов генетических параметров популяции при изменении средовых и ценотических условий.

28. Средний эффект генов и селекционная ценность особи.

Селекционной или репродуктивной ценностью данной особи называется значение

особи, полученное из средней величины ее потомков.

В отличие от среднего эффекта, селекционная ценность может быть измерена непосредственно. Если некоторая особь спаривается со множеством случайно выбранных особей, то ее селекционная, или репродуктивная, ценность равна удвоенному среднему отклонению ее потомков от популяционного среднего. Удвоение отклонения обусловлено тем, что каждый рассматриваемый родитель передает своим потомкам только половину их генов. Другая часть генов потомков приходит случайно из всей популяции.

Селекционную ценность можно измерить в абсолютных единицах или рассчитать. При расчете ее удобнее выражать в величинах отклонения от популяционного среднего.

Определенная в понятиях среднего эффекта селекционная ценность особи оказывается равной суммарному среднему эффекту генов, которые она несет.

Если действие генов носит аддитивный характер, то оба значения селекционной ценности (практическое — как среднее значение признака потомков и теоретическое — в понятиях среднего эффекта генов) будут одинаковыми. Неаддитивность действия генов обуславливает неравнозначность этих определений.

Из определения селекционной ценности видно, что в популяции, находящейся в харди—вайнбергском равновесии (которое будет рассмотрено ниже), ее среднее должно быть нулевым. Другими словами, если селекционная ценность выражается в абсолютных единицах, то среднее их оценки должно равняться среднему генотипическому или среднему фенотипическому признаку.

Это может быть доказано следующим образом. Известно, что частоты генотипов A_1A_1 , A_1A_2 и A_2A_2 в равновесных популяциях по одному локусу равны соответственно p^2 , $2pq$ и q^2 (см. главу 13). Тогда, умножив селекционную ценность (ее значение приведено в последней колонке табл. 10.6) на частоту каждого генотипа и сложив эти произведения вместе, получим среднюю селекционную ценность, выраженную в величинах отклонения от популяционного среднего:

$$p^2 2q\alpha + 2pq(q-p)\alpha + q^2(-2p\alpha) = 2pq\alpha(p + q - p - q) = 0. \quad (10.11)$$

Селекционную ценность иногда обозначают как аддитивный генотип, и изменчивость ее приписывается аддитивному эффекту генов, обозначаемому символом A .

29. Понятие о трансгенных организмах, методы их получения.

Трансгенный организм — живой организм, в геном которого искусственно введен ген, который не может быть приобретен при естественном скрещивании.

Первоначально под трансгенными организмами подразумевались любые организмы, в геном которых были при помощи методов генной инженерии введены отсутствующие там гены, однако в настоящее время организмы, в геном которых были введены гены организмов, одного с ними вида или видов, с которыми они скрещиваются в естественных условиях называются цисгенными (введен ген с «собственными» регуляторными участками) либо интрагенными (введен ген с регуляторными участками других генов).

Ген вводится в геном хозяина в форме так называемой «генетической конструкции» — последовательности ДНК, несущей участок, кодирующий белок, и регуляторные элементы (промотор, энхансер и пр.), а также в некоторых случаях элементы, обеспечивающие специфическое встраивание в геном (например, т. н. «липкие концы»). Генетическая конструкция может нести несколько генов, часто она представляет собой бактериальную плазмиду или её фрагмент.

Целью создания трансгенных организмов является получение организма с новыми свойствами. Клетки трансгенного организма производят белок, ген которого был внедрен в геном. Новый белок могут производить все клетки организма (неспецифическая экспрессия нового гена), либо определенные клеточные типы (специфическая экспрессия

нового гена).

Создание трансгенных организмов используют:

- в научном эксперименте для развития технологии создания трансгенных организмов, для изучения роли определенных генов и белков, для изучения многих биологических процессов; огромное значение в научном эксперименте получили трансгенные организмы с маркерными генами (продукты этих генов с легкостью определяются приборами, например, зелёный флуоресцентный белок визуализируют с помощью микроскопа, так легко можно определить происхождение клеток, их судьбу в организме и т. д.);
- в сельском хозяйстве для получения новых сортов растений и пород животных;
- в биотехнологическом производстве плазмид и белков.

В настоящее время получено большое количество штаммов трансгенных бактерий, линий трансгенных животных и растений. Близко по смыслу и значению к трансгенным организмам находятся трансгенные клеточные культуры. Ключевым этапом в технологии создания трансгенных организмов является трансфекция — внедрение ДНК в клетки будущего трансгенного организма. В настоящее время разработано большое количество методов трансфекции. В русской научной литературе существовали попытки ввести термины «трансгенез», «трансгеноз» и «трансгенология» для технологии создания трансгенных организмов и соответствующей области знания, но эти термины используются редко.

30. Эмбриокультура.

Эмбриокультура — выращивание зародышей (растений, животных) и регенерация растений в культуре *in vitro* из зародышей на ранней стадии их развития. Зародыш отделяется от семени или яйцеклетки и помещается на соответствующую питательную среду, где продолжается его развитие и происходит прорастание как из обычного семени. Эмбриокультура по условиям поддержания аналогична культуре ткани.

31. Гаплоидная технология.

Основным преимуществом гаплоидной технологии является быстрое получение гомозиготных линий. Такие линии происходят либо из отцовского, либо из материнского геномов репродуктивных клеток, имеют максимальную гомозиготность в отличие от соматических клеток, для которых характерна гетерозиготность. Значение гаплоидной технологии было сразу оценено селекционерами из-за значительного сокращения времени для создания гомозиготных линий и получения быстрой информации о ценности тех или иных комбинаций в ранних поколениях.

Гаплоидные растения при культивировании пыльников получены более чем у 70 видов, в том числе у пшеницы, ячменя, риса, кукурузы. Поскольку гаплоиды, полученные в культуре пыльников, несут генотип мужской гаметы, этот процесс называется андрогенезом *in vitro*. Андрогенез может быть прямым и косвенным. Прямой андрогенез — образование гаплоидных растений-регенерантов благодаря пыльцевому эмбриогенезу, т.е. из эмбриоидов, формирующихся путем деления микроспор. Возникновение гаплоидных растений из каллусов, которые образуются в результате дедифференциации микроспор, называется косвенным андрогенезом. Не все растения, регенерировавшие из каллусов, являются гаплоидными, поэтому для массового получения гаплоидов необходимо индуцировать пыльцевой эмбриогенез.

32. Клеточная селекция.

Клеточной селекцией называется отбор в культуре *in vitro* клеток с заданными свойствами. Преимуществом отбора *in vitro* по сравнению с традиционной селекцией является возможность манипулировать миллионами генотипов в малом объеме. Если вы-

садить в поле растения, по количеству соответствующие числу клеток в одной колбе (а это примерно 100 миллионов), они займут десятки гектаров. Затраты на обработку такого поля и проведение селекционных мероприятий будут гораздо больше, чем в случае применения клеточной селекции. Кроме того, работы в лабораторных условиях не зависят от сезона и погоды. При использовании клеточной селекции время, необходимое для создания нового сорта, сокращается на 2—4 года.

33. Методы генной инженерии в селекции.

Генная инженерия может быть выполнена с использованием нескольких методов. Перед созданием генетически модифицированного организма (ГМО) необходимо выполнить ряд шагов. Генные инженеры должны сначала выбрать, какой ген они хотят вставить, изменить или удалить. Затем необходимо выделить ген и включить его вместе с другими генетическими элементами в подходящий вектор. Затем этот вектор используется для вставки гена в геном хозяина, создавая трансгенный или измененный организм. Возможность генетической инженерии организмов основана на многолетних исследованиях и открытиях того, как функционируют гены и как мы можем ими манипулировать. Важные достижения включают открытие рестрикционных ферментов и ДНК-лигаз и разработку полимеразной цепной реакции и секвенирования.

. Это позволило получить интересующий ген быть изолированным и затем включенным в вектор. Часто добавляли область промотора и терминатора, а также ген селективируемого маркера. На этом этапе ген можно дополнительно модифицировать, чтобы заставить его экспрессировать более эффективно. Затем этот вектор вставляют в геном организма-хозяина. У животных ген обычно вставляют в эмбриональные стволовые клетки, тогда как у растений он может быть вставлен в любую ткань, которую можно культивировать в полностью развитом растении. Обычные методы включают микро-инъекцию, вирус-опосредованную, опосредованную *Agrobacterium* или биолистику. На полученном организме проводятся дальнейшие тесты, чтобы гарантировать стабильную интеграцию, наследование и экспрессию. Потомки первого поколения гетерозиготны, что требует их инбредности для создания гомозиготного паттерна, необходимого для стабильного наследования. Гомозиготность должна быть подтверждена на образцах второго поколения.

Традиционные методы случайным образом вставляли гены в геном хозяина. Достижения позволили вставлять гены в определенные места в геноме, что снижает нежелательные побочные эффекты случайной вставки. Ранние системы нацеливания основывались на мегануклеазах и нуклеазах цинковых пальцев. С 2009 года были разработаны более точные и простые в реализации системы: эффекторные нуклеазы, подобные активатору транскрипции (TALENs) и система Cas9-guideRNA (адаптированная из CRISPR), являются двумя наиболее часто используемыми. Они потенциально могут быть полезны в генной терапии и других процедурах, требующих точного или высокопроизводительного нацеливания.

34. Основные направления в селекции микроорганизмов.

Микроорганизмам свойственна наследственная изменчивость – мутации. С помощью отбора мутаций создаются активные штаммы микроорганизмов, ценных для человека. Особенно широко и успешно в создании новых штаммов используется искусственный (индуцированный) мутагенез. Методы селекции микроорганизмов. В основном это те же методы, которые используются и в селекции других организмов. Но микроскопические размеры и огромная скорость размножения микроорганизмов обуславливают разработку особых методов, ускоряющих процесс получения новых высокопродуктивных

штаммов.

35. Метод микроинъекций.

Микроинъекция ДНК в клетки млекопитающих стала возможной с появлением прибора для изготовления микропипеток диаметром 0.1-0.5 микрона и микроманипулятора (рис. 45). Так, плазмиды, содержащие фрагмент вируса герпеса с геном тимидинкиназы (ТК) и плазмиду рBR322, были инъецированы в ТК--клетки и было показано, что ТК-ген проник в ядра и нормально в них реплицировался. Метод введения ДНК с помощью микроинъекций был разработан в начале 70-х годов Андерсоном и Диакумаком. В принципе, при наличии хорошего оборудования можно за 1 час инъецировать 500-1000 клеток, причем в лучших экспериментах в 50% клеток наблюдается стабильная интеграция и экспрессия инъецированных генов. Преимущество описываемого метода заключается также в том, что он позволяет вводить любую ДНК в любые клетки, и для сохранения в клетках введенного гена не требуется никакого селективного давления.

36. Перенос генов ретровирусами.

Трансфекция соответствующих клеток-мишеней является первым решающим этапом процесса переноса генов, поэтому разработка методов переноса генов представляет собой огромное поле для исследований. В работах по переносу генов в клетки сосудистой системы используют как вирусные, так и безвирусные векторы. Общей особенностью этих методов является эффективная доставка генов в клетки. Однако векторы различаются по способам процессинга чужеродной ДНК и частоте интеграции в хромосомную ДНК. В случае ретровирусных и лентивирусных векторов переносимые последовательности стабильно интегрируются в хромосомную ДНК клетки-мишени. Эти векторы чаще всего рассматривают с точки зрения их применения для генной терапии в условиях *ex vivo*. Осуществление переноса генов с помощью других методов приводит к внедрению чужеродной ДНК в ядро клетки-мишени в неинтегрированной форме. Этими методами удается получить высокую, но временную экспрессию гена. Такие векторы, в т.ч. аденовирус, аденосвязанный вирус и катионные липосомы, используют в основном для изучения переноса генов в условиях *in vivo*. Ретровирусы были первыми векторами, которые в 1980-х гг. использовали для изучения переноса генов. Первоначальный интерес к ретровирусам был связан с тем, что эти векторы стабильно трансдуцируют 100% пролиферирующих и культуре клеток-мишеней. Сначала ретровирусные векторы использовали при изучении переноса генов сосудистой системы в основном в исследованиях *ex vivo*, однако их применение было ограничено низкой эффективностью трансфекции. Недавно ретровирусные векторы нашли применение в клинических исследованиях по генной терапии для лечения тяжелого комбинированного иммунодефицита. К сожалению, в одном из исследований у двух детей выявили осложнение в виде внедрения ретровируса и онкогенный сайт хромосомы X, что привело к развитию лейкемии. Аденовирусы типа 2 и 5 — это два серотипа, которые используют в качестве векторов при переносе генов ССС. Геном аденовируса представлен линейной двухцепочечной ДНК длиной 36 тыс. п.н., разделенной на генетической карте на 100 единиц, длина каждой из которых составляет 360 п.н. И конце генома молекула ДНК содержит короткие инвертированные терминальные повторы (ITR, inverted terminal repeats), необходимые для репликации вирусной ДНК.

37. Перенос трансформированных ядер генеративных и соматических клеток.

Перенос ядер трансформированных генеративных и соматических клеток в яйцеклет-

ку, или соматический ядерный перенос (somatic nuclear transfer), еще один способ, используемый в практике трансгеноза. Было показано, что ядра эмбриональных клеток различных животных при переносе в энуклеированную яйцеклетку иногда способны обеспечивать развитие целого нового организма. После непродолжительного культивирования даже ядра из некоторых дифференцированных клеток способны обеспечивать развитие до жизнеспособной особи. Так, например, знаменитая овечка Долли была клонирована в 1997 г. слиянием культивируемых (3-6 пассажей) клеток эпителия молочной железы (вымени) взрослого шестилетнего животного с лишённой ядра яйцеклеткой. Хотя нельзя исключить, что для клонирования случайно была взята недифференцированная клетка, присутствующая в донорском эпителии. Клонирование Долли из ядра дифференцированной клетки и трех других овец из ядер эмбриональных клеток удалось осуществить благодаря переносу ядер из клеток, находящихся в стадии покоя (G0), и, возможно, особенностям эмбриогенеза этого животного. В зиготах овец в течение первых трех делений, занимающих несколько суток, происходит только репликация ДНК, ни один из генов не экспрессируется. Предполагается, что за это время введенная ДНК освобождается от специфичных для клетки регуляторных белков, а соответствующие гены эмбрионального развития связываются с инициаторными эмбриональными белковыми факторами из цитоплазмы яйцеклетки.

38. Использование сперматозоидов как переносчиков ДНК.

Сперматозоиды являются природным вектором, доставляющим ДНК в клетку. Использование спермиев в качестве переносчиков одной ДНК рассматривается как один из перспективных методов генетической модификации животных. В опытах Lavitrano (1989) 30% мышей полученных после оплодотворения обработанной ДНК спермой, оказались трансгенными и передавали трансген по наследству. Многочисленные попытки в других лабораториях неуспешными.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитываются успешность ответов на вопросы опроса, подготовка рефератов.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончании учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос, реферат). Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

4.2 Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1 Критерии оценивания теоретического вопроса зачета

Зачтено. Студент получает оценку «зачтено», если он владеет основными

понятиями практической генетики, представлениями о месте практической генетики в системе генетической науки, знает основные методы генетических исследований, способность планировать практическую деятельность в области практической генетики.

Не зачтено. Студент получает оценку «не зачтено», если он продемонстрировал незнание основных понятий практической генетики, не владеет представлениями о месте практической генетики в системе генетической науки, не знает основные методы цитогенетических исследований, не способен планировать практическую деятельность в области практической генетики.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат зачета	Требования к знаниям
Зачтено	Студент получает оценку «зачтено», если он владеет основными понятиями практической генетики, представлениями о месте практической генетики в системе генетической науки, знает основные методы генетических исследований, способность планировать практическую деятельность в области практической генетики.
Не зачтено	Студент получает оценку «не зачтено», если он продемонстрировал незнание основных понятий практической генетики, не владеет представлениями о месте практической генетики в системе генетической науки, не знает основные методы цитогенетических исследований, не способен планировать практическую деятельность в области практической генетики.

**06.03.01 Биология, направленность (п рофиль) Генетика, ФОС РПД
Практическая генетика, форма обучения очная**

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.2025 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры радиационной биологии

Протокол заседания № 7 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой согласовано А.В. Аклеев

Автор (составитель) Е.В. Стяжкина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**