

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра кормления и разведения  
сельскохозяйственных животных

*Е. В. Давыдович, Д. С. Долина*

## **СЕЛЕКЦИЯ РЫБ**

*Методические указания по изучению дисциплины  
и выполнению контрольной работы для студентов, обучающихся  
по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки  
БГСХА  
2017

УДК 639.3.032(072)

ББК 47.2я73

Д13

*Рекомендовано методической комиссией  
агробиологического факультета.  
Протокол № 9 от 31 мая 2016 г.*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Е. В. Давыдович*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Д. С. Долина*

Рецензент:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Портная*

**Давыдович, Е. В.**

Д13

Селекция рыб : методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / Е. В. Давыдович, Д. С. Долина. – Горки : БГСХА, 2017. – 95 с.

Перечислены вопросы, входящие в программу по дисциплине «Селекция рыб», раскрыты теоретические основы вопросов, связанных с селекцией рыб, даны примеры решения практических задач, выделены основные вопросы данного блока, представлены тестовые задания для выполнения и сдачи контрольной работы.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбководство.

УДК 639.3.032(072)

ББК 47.2я73

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы получения образования составлены в соответствии с программой учебного курса «Селекция рыб» 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство и тесно связаны с лекционным и практическим материалом по данной дисциплине.

Дисциплина «Селекция рыб» неразрывно связана с генетикой, вместе с тем она имеет свои задачи, предмет и методы исследования. Селекция рыб направлена на создание новых пород рыб и совершенствование существующих. Селекция рыб использует генетическую изменчивость, присущую всем живым организмам. Интенсификация рыбоводческой отрасли повышает роль селекции в совершенствовании существующих пород рыб и внутривидовых групп, требует применения более совершенных методов, с помощью которых использовалась бы не только аддитивная наследственность, но и комбинативный эффект генотипов в результате правильного подбора. Селекционно-генетические мероприятия необходимы при создании новых пород рыб, а также для их одомашнивания, при воспроизводстве озерно-речных, проходных и морских рыб, при обеспечении охраны запасов диких видов рыб, не воспроизводимых человеком.

В результате изучения учебной дисциплины «Селекция рыб» студент должен **знать**:

- состояние и перспективы развития товарного рыбоводства с учетом достижений науки и передового опыта;

- биологические и хозяйственные особенности, основные виды и породы рыб, их продуктивность и направления использования, теоретические основы и задачи племенной работы в прудовом рыбоводстве;

- основные методы селекционно-племенной работы, применяемые в прудовом и индустриальном рыбоводстве;

- породы рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах Республики Беларусь;

### **уметь**:

- разрабатывать и внедрять план селекционно-племенной работы в условиях конкретного рыбхоза;

- производить бонитировку производителей и формировать маточное стадо;

- организовать правильную систему воспроизводства и выращивания молоди в условиях хозяйства;

**владеть:** методами разведения и селекции, применяемыми в рыбоводстве.

Основными задачами учебной дисциплины являются: изучение породного и видового состава популяции прудовых рыб Беларуси, освоение методов разведения и приемов селекции, повышающих продуктивность рыбоводства.

В период сессии студенты слушают курс лекций и посещают лабораторные занятия в соответствии с тематическим планом. Посещение лекций, лабораторных занятий и положительная сдача контрольной работы является допуском к экзамену по дисциплине «Селекция рыб». Выполнение контрольной работы в форме тестовых заданий позволяет систематизировать знания и в логической последовательности изучить материал данной дисциплины. Примерный тематический план самостоятельной работы и аудиторных занятий приведен в таблице.

**Примерный тематический план лабораторных занятий**

№ п. п.	Название темы	Количество часов		
		Всего	Аудиторные	Самостоятельные
1	2	3	4	5
1	Общие принципы селекции. Основные методы селекции рыб	2		2
2	Изучение чешуйного покрова рыб	2	1	1
3	Изучение окраски покровов рыб	2	1	1
4	Изучение генотипической изменчивости признаков у рыб	2		2
5	Изучение фенотипической изменчивости признаков у рыб	2		2
6	Изучение скорости роста рыб и методов ее оценки	2	1	1
7	Изучение жизнеспособности и устойчивости рыб к заболеваниям	2	1	1
8	Изучение эффективности использования корма и пищевой ценности рыб	2		2
9	Изучение анатомической детерминации признаков пола у рыб	2		2
10	Изучение цитологической детерминации признаков пола у рыб	2		2
11	Изучение гормональной и генетической инверсии пола у рыб	2		2

## Окончание

1	2	3	4	5
12	Использование индуцированного гиногенеза и андрогенеза для картирования генов у рыб и решения определенных селекционных задач	2		2
13	Изучение плодовитости рыб и коэффициента зрелости	4	2	4
14	Изучение особенностей индивидуального развития рыб в эмбриональный период	2		2
15	Изучение особенностей индивидуального развития рыб в постэмбриональный период	2		2
16	Изучение скорости полового созревания рыб	2		2
17	Изучение приспособленности рыб к заводскому воспроизводству	2		2
18	Изучение экстерьерных и интерьерных признаков у рыб. Селекционные индексы	4	1	3
19	Изучение данных по биохимическому полиморфизму и группам крови у объектов товарного рыбоводства	4	1	3
20	Изучение форм полового размножения у рыб	2	1	1
21	Чистопородное разведение. Вычисление коэффициента инбридинга при работе с рыбами	4	1	3
22	Изучение различных типов скрещивания	4	1	3
23	Изучение гетерозиса у рыб	2	1	3
24	Изучение факторов, определяющих эффективность отбора	4	1	3
25	Породы рыб	2		2
26	Изучение племенной работы в рыбоводстве. Бонитировка и мечение рыб	4	1	3
Итого...		68	14	54

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бакай, А. В. Генетика / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – М.: Колос, 2006. – 461 с.
2. Генетика / А. А. Жученко [и др.]. – М.: Колос, 2003. – 505 с.
3. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика / И. Ф. Жимулев. – Новосибирск: Изд-во Сибир. ун-та, 2003. – 478 с.
4. Кирпичников, В. С. Генетические основы селекции / В. С. Кирпичников. – Л.: Наука, 1979. – 392 с.
5. Катаронов, В. Я. Селекция рыб с основами генетики / В. Я. Катаронов, Б. И. Гомельский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 420 с.
6. Катаронов, В. Я. Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В. Я. Катаронов, Н. Б. Черфас. – М.: Агропромиздат, 1986. – 184 с.
7. Картель, Н. А. Биоинженерия / Н. А. Картель. – Минск, 1989. – 143 с.
8. Привезенцев, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю. А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 386 с.

## 1. ПРОГРАММА КУРСА

### 1.1. Введение в курс «Селекция рыб»

Эффективность селекционной работы в рыбоводстве неразрывно связана с процессом направленного генетического совершенствования породного состава рыб различных видов. Для дальнейшего роста производства продуктов рыбоводства необходимо использование всех резервов селекционной работы, теоретической основой которой является генетика.

Данная тема знакомит студентов с предметом «Селекция рыб», ее основными направлениями, задачами и целью изучаемой дисциплины. Слово «селекция» переводится на русский язык как «отбор», но ее содержание не ограничивается отбором. По выражению Н. И. Вавилова, селекция представляет собой эволюцию, управляемую человеком.

Одной из главных задач селекционеров и генетиков, работающих над выведением новых пород прудовых и садковых рыб, является борьба за повышение резистентности рыб к массовым болезням, формирование у них устойчивости к экстремальным условиям и новым технологиям выращивания. Важным является повышение продуктивных качеств одомашненных форм за счет ускорения их роста, повышения адаптивной способности и устойчивости.

Исходя из представления Н. И. Вавилова о содержании и задачах селекции, можно считать, что в селекцию рыб входят следующие основные разделы:

1. Изучение породного и видового разнообразия рыб.

2. Анализ закономерностей наследования при гибридизации и мутационном процессе, основанный на данных частной генетики рыб.

3. Исследование роли водной среды в развитии признаков и свойств у селекционируемых рыб.

4. Разработка систем искусственного отбора, способствующих закреплению и усилению желательных признаков у организмов рыб.

Селекция включает в себя два элемента единого процесса: отбор и подбор. Отбор, подбор и различные типы скрещивания являются основными методами селекции.

#### **Изучаемые вопросы по теме:**

1. Предмет «Селекция рыб».
2. История возникновения и развития селекции как науки.
3. Важнейшие направления, цели и задачи селекции в целом и в товарном рыбоводстве в частности.
4. Общие принципы селекции в рыбоводстве.
5. Основные методы селекции рыб.
6. Роль крупных ученых в развитии селекции рыб.
7. Значение селекции рыб в увеличении производства продукции рыбоводства.
8. Селекционные программы.
9. Технологические требования при селекции рыб.
10. Апробация селекционного достижения.

### **1.2. Методы изучения качественных и количественных признаков изменчивости у рыб**

Все признаки у сельскохозяйственных животных делятся на две группы по характеру их изучения. Признаки, которые можно измерить с помощью измерительных приборов и выразить в конкретных единицах измерения, называют количественными признаками. Признаки, которые невозможно измерить, так как нет еще приборов (не изобретены), которые можно только сопоставить, сравнить, называют качественными, или альтернативными.

На первом этапе изучения селекции рыб необходимо знание наследования основных качественных признаков рыб. Большинство внешних качественных признаков альтернативного характера у всех видов рыб наследуется в большей степени в соответствии с законами Менделя. Некоторые гены, отвечающие за альтернативный признак, обладают плейотропным действием и нередко связаны с проявлением хозяйственно полезных признаков. Незнание этих фактов нередко приводит к

снижению жизнеспособности потомства и продуктивных качеств рыб.

Под качественными признаками понимают альтернативные контрастирующие особенности. Изменчивость по таким признакам выражена в ограниченном числе четко различающихся дискретных типов.

Среди промысловых рыб карп до недавнего времени был практически единственным объектом генетических исследований. Поэтому достаточно хорошо изучена изменчивость у карпа таких качественных признаков, как чешуйный покров и окраска тела.

По характеру чешуйного покрова карпы делятся на четыре основных типа:

– чешуйчатые – чешуя правильными рядами покрывает все тело ( $SSnn$ ,  $Ssnn$  – чешуйчатые);

– разбросанные – крупные («зеркальные») чешуи разбросаны по всему телу, иногда образуют более или менее правильные, прерывистые или непрерывные ряды ( $ssnn$  – разбросанные);

– линейные – крупные чешуи образуют ровный, как правило, непрерывный ряд вдоль боковой линии; иногда могут проявляться дополнительные ряды чешуи ( $SSNn$ ,  $SsNn$  – линейные);

– голые – тело практически лишено чешуи, немногочисленные чешуи могут находиться у основания плавников ( $ssNn$  – голые).

Разбросанных и линейных карпов иногда называют обобщенным термином «зеркальные».

Установлено, что тип чешуйного покрова у карпа определяется двумя парами аутосомных генов, не сцепленных друг с другом, каждый из которых имеет по два аллеля –  $S$ ,  $s$  и  $N$ ,  $n$ . Сочетание аллелей этих двух генов определяет следующие генотипы и фенотипы карпа по чешуйному покрову.

Аллель  $N$  в гомозиготном состоянии обладает детальным эффектом, поэтому карпы с генотипами  $SSNN$ ,  $SsNN$  и  $ssNN$  нежизнеспособны, эмбрионы, получившие два гена  $N$ , погибают на стадии вылупления или вскоре после выхода личинки из оболочки. Скрещивание карпов – носителей гена  $N$  дает в потомстве 25 % нежизнеспособных гомозигот  $NN$ .

Генетическая изменчивость по окраске тела у карпа (как и у других рыб) связана с мутациями генов, влияющих на синтез пигментов или на структуру пигментных клеток. Генетический анализ показал, что ряд типов окраски контролируется аутосомными генами, не сцепленными друг с другом и с генами чешуйного покрова.

Чешуйчатый карп и сазан обычно имеют серебристо-серую с зеле-

новатым отливом окраску тела, более темную со стороны спины и почти белую со стороны брюшка. У форм с редуцированным чешуйным покровом (разбросанные, линейные и голые) окраска кожи зеленовато- или желтовато-коричневая. Наряду с такими «нормальными» рыбами встречаются карпы с измененной окраской – хромисты.

Голубые карпы часто встречаются среди различных одомашненных породных групп. Наследуется голубая окраска, как простой рецессивный аллель. Скрещивание голубых карпов друг с другом дает в потомстве только голубых рыб.

Большое внимание при разведении особо ценных видов рыб в настоящее время уделяют изучению характера наследования биохимических различий, которое осуществляется в двух направлениях – иммуногенетика рыб и биохимический полиморфизм белков и ферментов. Важность этих исследований заключается в том, что определенно четко стало известно о взаимосвязи между составом белков крови или мышечной ткани с продуктивными показателями (скорость роста, воспроизводительные качества и др.). Выявлена положительная и отрицательная корреляционная зависимость между этими признаками.

#### **Исучаемые вопросы по теме:**

11. Качественные признаки у рыб: чешуйный покров.
12. Тип окраски и другие качественные признаки у рыб.
13. Фенодивианты у рыб.
14. Понятие о количественных признаках.
15. Особенности исследования и методы изучения количественных признаков.
16. Использование основных биометрических констант при изучении количественных признаков (генотипическая и фенотипическая изменчивость, коэффициент наследуемости, корреляционный и регрессионный анализ).
17. Значение количественных признаков в эволюции и селекции.
18. Полиплоидия в эволюции селекции рыб, перспективы ее использования в селекции.

### **1.3. Селекционные признаки продуктивности в товарном рыбоводстве**

Для повышения продуктивности рыб селекционеры используют различные способы:

а) ускорение роста за счет более полного использования корма на прирост (снижение кормового коэффициента), т. е. лучшего усвоения пищи;

б) ускорение роста за счет более полного выедания кормовых организмов, населяющих пруды;

в) повышение устойчивости рыб к неблагоприятным влияниям среды (резким колебаниям температуры, дефициту кислорода, загрязнению водоемов и т. д.);

г) повышение устойчивости рыб к инвазионным и инфекционным заболеваниям, характерным для данной местности и трудно поддающимся обычным мерам лечения и профилактики;

д) увеличение или уменьшение плодовитости рыб, изменение сроков нереста, растягивание или сжатие периодов размножения;

е) улучшение товарных качеств выращиваемых рыб.

Достижение этих целей требует проведения большой, хорошо продуманной и нередко очень длительной селекционной работы. Особенно трудно достигается изменение признаков, связанных с размножением. Не менее сложна и селекция на устойчивость к заболеваниям. При работе с одомашненными рыбами, разводимыми в измененных условиях обитания (садки, бассейны, водохранилища тепловых электростанций и другие искусственные водоемы), возникают дополнительные трудности, преодоление которых требует определенного опыта. Необходимо решение таких задач, как:

- приспособление к новой среде обитания;
- к новым видам кормов;
- к новым способам размножения.

Названные задачи включаются рыбоводами во все селекционные программы.

Задачи селекции при работе с неодомашенными пресноводными рыбами иные:

- сохранение сложной естественной популяционной структуры каждого вида;
- сохранение высокой гетерозиготности каждой популяции;
- ускорение роста и повышения устойчивости икры, личинок и молоди разводимых рыб;
- увеличение плодовитости;
- сокращение времени пребывания молоди проходных рыб в пресных водоемах;
- улучшение товарных качеств рыб и др.

В промысловом рыбном хозяйстве перед селекционерами стоит еще одна важная задача – сохранение запасов основных объектов промысла. Это прежде всего работа, направленная на предотвращение

вырождения вида (в частности измельчения) в результате чрезмерного или неправильно организованного вылова.

В разведении используются два термина, схожие по звучанию и разные по значению, – рост и развитие. Ускорение роста рыбы, т. е. увеличение ее массы и длины в более короткий промежуток времени, является основной задачей селекционной работы. Необходимо учитывать, что рост рыбы зависит от внутренних и внешних факторов. Процесс роста у рыб значительно замедляется с началом периода интенсивного развития организма. Выживание рыбы, т. е. сохранение ее жизнеспособности, также играет большое значение и стоит в первостепенных задачах в селекционной работе. Данный показатель является альтернативным, однако он позволяет оценить эффективность рыбоборазведения. Селекция на эффективность использования корма рыб должна быть направлена на снижение кормового коэффициента и адаптацию рыб к различным условиям кормления. Пищевая ценность рыбной продукции – это завершающая часть селекционной работы, направленная на выведение объектов рыбоводства с наиболее выгодным соотношением съедобных и несъедобных частей тела рыб для потребителя. Большое значение для маркетинга имеют вкусовые качества и химический состав мяса, а у некоторых видов рыб снижение костистости. Увеличение выхода съедобных частей и улучшение вкусовых качеств мяса рыб имеет большое хозяйственное значение для всей рыбоводной отрасли в целом.

#### **Изучаемые вопросы по теме:**

19. Скорость роста у рыб и методы ее оценки.
20. Жизнеспособность рыб.
21. Устойчивость рыб к заболеваниям.
22. Эффективность использования рыбами корма.
23. Пищевая ценность рыб.

### **1.4. Воспроизводительная способность рыб**

Размножение – это важнейший жизненный процесс, обеспечивающий воспроизводство популяции и сохранение вида. Этот процесс у рыб имеет ряд специфических черт, так как данные животные живут в воде. Прежде всего, это наружное оплодотворение и большое количество икры, оставляемой одной особью после выметывания.

Однако у большинства рыб оплодотворение и инкубация икры в воде влечет за собой большую гибель потомства на ранних стадиях онтогенеза, поэтому для сохранения вида в процессе эволюции у рыб

выработалась или большая плодовитость, или забота о потомстве. В рыбоводстве важны, прежде всего, показатели плодовитости самок. Различают три вида плодовитости: индивидуальную, относительную и рабочую плодовитость.

**Изучаемые вопросы по теме:**

24. Анатомическая и цитологическая детерминация признаков пола у рыб.

25. Гормональная и генетическая инверсия пола у рыб.

26. Использование индуцированного гиногенеза и андрогенеза для картирования генов у рыб и решения определенных селекционных задач.

27. Плодовитость рыб.

28. Скорость полового созревания.

29. Сроки созревания производителей в нерестовый период.

30. Приспособленность к заводскому воспроизводству.

### **1.5. Признаки, коррелирующие с признаками продуктивности у рыб**

Организм животного представляет собой целостную систему, в которой все признаки функционально связаны между собой. Селекция по какому-либо одному хозяйственно ценному показателю приводит к коррелятивному изменению многих других признаков: меняется внешний вид животного, строение и функционирование его внутренних органов, особенности поведения. Односторонний интенсивный отбор по показателям продуктивности может привести к ослаблению жизнеспособности животного. Так, следствием селекции на ускоренный темп роста у форели может быть церроидное перерождение печени.

**Изучаемые вопросы по теме:**

31. Морфологические признаки у рыб.

32. Физиологические признаки у рыб.

33. Экстерьерные и интерьерные признаки у рыб.

34. Физиологические показатели.

35. Биохимический полиморфизм у рыб.

36. Значение данных по биохимическому полиморфизму и группам крови в селекционной работе с объектами товарного рыбоводства.

37. Наследуемость биохимических различий.

### **1.6. Биологические особенности рыб как объектов селекции**

Основные биологические особенности рыб связаны с различиями в онтогенезе.

Основные этапы онтогенеза рыб – это эмбриональный и постэмбриональный периоды. Эмбриональный период – это развитие от момента оплодотворения до начала перехода на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка – запаса пищи, полученного от материнского организма. Этот период можно разделить на два подпериода:

- 1) подпериод икринки, или собственно эмбриона;
- 2) подпериод свободного эмбриона, или предличинки.

Постэмбриональный период включает в себя до шести последовательных стадий развития. Как объекты селекции рыбы обладают рядом ценных свойств, которые тесно связаны с процессом онтогенеза.

#### **Изучаемые вопросы по теме:**

38. Основные звенья жизненного цикла рыб.
39. Закономерности роста и развития рыб на различных этапах онтогенеза.
40. Роль человека в искусственной регуляции онтогенеза рыб.
41. Сроки наступления половой зрелости у самцов и самок различных пород рыб.
42. Стимуляция раннего наступления половой зрелости у различных пород прудовых рыб.
43. Методы регуляции пола у рыб и их использование в селекции.
44. Формы полового размножения у рыб: раздельнополость, естественный гиногенез и гибридогенез.
45. Особенности наследования при различных формах размножения.

### **1.7. Методы разведения рыб**

Существует два основных метода разведения рыб – чистопородное и различные формы скрещивания. Методы разведения классифицируются как по цели и форме, так и по результатам их применения. Биологическая сущность методов различна. При чистопородном разведении получают потомков с одинаковой наследственностью, которые по типу и продуктивным качествам сходны со своими родителями. Помесным животным присущи повышенная изменчивость и высокий уровень обмена веществ, нередко «пышное» развитие, что обусловлено гетерозисом. Племенные животные используются для воспроизводства и ремонта основного стада, а также для получения племенной продукции. Товарные животные предназначаются для получения различных видов животноводческой продукции и для дальнейшего разведения не используются.

### **Изучаемые вопросы по теме:**

46. Чистопородное разведение.
47. Разведение по линиям.
48. Значение выдающихся по продуктивным и воспроизводительным качествам особей и их роль в формировании линий основных пород прудовых рыб.
49. Инбридинг.
50. Аутбридинг.
51. Вычисление коэффициента инбридинга при работе с рыбами.
52. Проявление инбредной депрессии у рыб, опасность инбридинга в рыбоводстве.
53. Использование инбридинга как метода селекции.
54. Скрещивание.
55. Типы скрещивания, применяемые в селекции рыб: вводное, воспроизводительное, поглотительное и др.
56. Гетерозис.
57. Современные теории гетерозиса.
58. Проявление гетерозиса у рыб.
59. Методы оценки гетерозиса и селекция на гетерозис.
60. Промышленная гибридизация в рыбоводстве.
61. Методы получения промышленных гибридов (топкросс, простое промышленное скрещивание и др.).

### **1.8. Организация оценки и отбора в рыбоводстве**

В этом разделе изучаются понятия генотипа и фенотипа, особенности отбора по главным признакам для комплексной оценки животных: оценка и отбор по происхождению, конструкции и экстерьеру и т. д. Большинство хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственных животных обусловлено наследственными факторами, которые оказывают влияние на развитие ряда признаков. Оценку и отбор по фенотипу называют массовым отбором, а отбор по генотипу – индивидуальным. Для осуществления любого вида отбора необходимо сначала оценить животное по комплексу признаков. Оценка животного может проходить в три этапа. И только достоверное изучение всех этапов позволяет дать наиболее полную характеристику продуктивных качеств животного и его племенной ценности.

### **Изучаемые вопросы по теме:**

62. Теоретические основы оценки и отбора.
63. Формы и методы отбора.

- 64. Оценка рыб по морфологическим признакам.
- 65. Оценка рыб по физиологическим признакам.
- 66. Селекционные индексы.
- 67. Оценка производителей по экстерьеру, собственной продуктивности и качеству потомства.
- 68. Массовый и индивидуальный отбор.

### 1.9. Эффективность отбора в рыбоводстве

Автором учения об отборе, разработавшим основные его положения, является Ч. Дарвин, который установил, что образование новых форм живых организмов, изменение и совершенствование существующих идет благодаря естественному и искусственному отбору. Эффективность отбора зависит и от типа действия генов, т. е. в основе всех форм отбора лежит использование генетической изменчивости.

Критериями проведения массового отбора служат наследуемость и повторяемость отбираемого признака. Чем выше коэффициент наследуемости и повторяемости, тем эффективнее массовый отбор по фенотипу. Отбирая лучших по фенотипу рыб для воспроизводства, селекционер автоматически получает более ценное потомство по сравнению со средними показателями стада. При низких показателях наследуемости признака совершенствование продуктивных качеств затягивается на многие поколения и для более эффективного отбора необходимо использовать не массовый отбор как метод селекции, а применять определенные элементы индивидуального отбора.

1. Эффективность отбора по полигенным признакам за целое поколение вычисляется по формуле

$$R_i = Sd \cdot h^2. \quad (1)$$

Данный показатель в литературе может называться эффектом селекции и обозначаться по-разному ( $\Delta S = \Delta C = R$ ). Коэффициент наследуемости ( $h^2$ ), используемый в формуле, рассчитывается индивидуально по материалам первичного учета или берется из табличных данных (табл. 1).

2.  $Sd$  – селекционный дифференциал – это разница в средней величине до и после отбора:

$$Sd = \bar{X}_0 - \bar{X}_s. \quad (2)$$

3.  $h^2$  – коэффициент наследуемости признака (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты наследуемости некоторых селекционных и морфологических признаков у разных видов рыб

Признак	Вид рыб				
	Радужная форель	Карп	Канальный сомик	Тиляпия	Пелядь
Масса тела у молодежи	0,12	0,21	0,42	0,04	0,31
Масса тела у взрослых рыб	0,17	0,32	0,49	0,1	0,28
Длина тела у молодежи	0,24	0,21	0,12	0,06	0,14
Длина тела у взрослых рыб	0,17	0,3	0,61	0,12	0,43
Жизнеспособность	0,14	0,13	0,21	0,12	0,2
Относительная плодовитость	0,23	0,26	0,24	0,19	0,2
Общее число позвонков	0,66	0,65	0,71	0,68	0,9

4. Интенсивность отбора ( $i$ ) – это селекционный дифференциал, выраженный числом стандартных отклонений. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле или берется из табличных данных (табл. 2):

$$i = \frac{Sd}{\sigma}. \quad (3)$$

5. Исходя из вышепредложенной формулы можно рассчитать селекционный дифференциал по-другому:

$$Sd = i \cdot \sigma. \quad (4)$$

6. Подставив новые значения в формулу (1), получаем:

$$R = i \cdot \sigma \cdot h^2. \quad (5)$$

7. Коэффициент напряженности отбора ( $V$ ) – это количество отобранных особей, выраженное в процентах от общего количества. В работах с рыбами напряженность отбора колеблется в пределах от 0,1 до 50 %.

$$V = \frac{n \cdot 100 \%}{N}. \quad (6)$$

8. Коэффициент напряженности отбора ( $V$ ) тесно связан с интенсивностью отбора ( $i$ ) (табл. 2).

Таблица 2. Значения интенсивности отбора при разных значениях коэффициента напряженности отбора

$V, \%$	0	40	30	25	20	15	10	5	1	0,5	0,1
$i$	0,8	0,97	1,16	1,27	1,4	1,55	1,76	2,06	2,66	2,89	3,37

9. Интервал между поколениями ( $I$ ) вычисляется в годах. Данный показатель зависит от вида рыб и места их районирования. Например, для карпа, разводимого в нашей зоне,  $I = 5$  лет.

10. Для вычисления эффекта отбора из расчета на 1 год используют формулу (1).

**Изучаемые вопросы по теме:**

69. Факторы, определяющие эффективность отбора – селекционный дифференциал.

70. Напряженность отбора.

71. Интенсивность отбора.

72. Наследуемость признака. Значение показателя наследуемости при отборе.

73. Эффективность различных форм отбора.

74. Методы повышения эффективности отбора.

75. Величина коэффициентов наследуемости основных селекционных признаков у рыб.

76. Косвенные (коррелированные) последствия отбора, селекционное плато.

77. Требования к условиям выращивания рыб при селекции.

### **1.10. Специальные (генетические) методы селекции рыб**

Изменчивость – это свойство живых организмов, которое заключается в способности дочерних организмов отличаться от родителей морфологическими, физиологическими, биохимическими особенностями и отклонениями в индивидуальном развитии. Природа не допускает однообразия. И этим можно объяснить тот факт, что даже среди особей одного вида, породы, популяции и т. д. невозможно найти абсолютно идентичные экземпляры. Скачкообразное изменение наследственных признаков под влиянием мутагенных факторов называется мутацией.

**Изучаемые вопросы по теме:**

78. Индуцированный мутагенез у рыб.

79. Методы получения мутационных потомств.

80. Влияние мутагенов на прудовых рыб.

81. Индуцированный диплоидный гиногенез у рыб, его особенности и методы получения.

82. Генетические и рыбоводно-биологические особенности патогенетических потомств.

83. Основные направления использования индуцированного мутагенеза и гиногенеза в селекции прудовых рыб.

- 84. Получение полиплоидных форм у рыб.
- 85. Получение стерильных рыб с помощью экспериментальной полиплоидии.
- 86. Перспективы использования достижений генной инженерии и биотехнологии в селекции рыбохозяйственных объектов.
- 87. Генетическое маркирование в селекции рыб.
- 88. Отдаленная гибридизация и ее значение в селекции рыб.

### **1.11. Селекционные достижения в рыбоводстве**

Основываясь на изученных факторах эволюционного процесса и породообразования, следует дать научное определение породы, понять процесс ее становления, динамику и условия, оказывающие влияние на ее формирование, иметь представление о структуре породы, путях и методах улучшения пород, значении пород в сельскохозяйственном производстве.

К основным факторам породообразования относятся породно-географические, социально-экономические и тренинг.

В разведении и эволюции пород существенным аспектом является приспособление (акклиматизация) их к конкретным условиям. При изучении этого вопроса следует обратить внимание на факторы, способствующие лучшей акклиматизации, и на факторы, приводящие к перерождению, захудалости и вырождению.

#### **Изучаемые вопросы по теме:**

- 89. Понятие о породе и внутривидовой структуре.
- 90. Порода и породные группы.
- 91. Современные породы прудовых рыб и их особенности.
- 92. Продуктивность рыб различных пород.
- 93. Методы выведения новых пород рыб.
- 94. Породоиспытание.
- 95. Селекция карпа.
- 96. Межпородное и внутривидовое скрещивание карпа.
- 97. Селекционная работа с другими видами рыб.
- 98. Межвидовая промышленная гибридизация рыб.

### **1.12. Организация селекционно-племенной работы в рыбоводстве**

Племенное дело – это комплекс организационных и биотехнических мероприятий, направленных на обеспечение рыбоводных хозяйств не-

обходимым количеством производителей и рациональное использование маточных стад. Качество племенного материала зависит от условий содержания и племенной ценности производителей. Технологический цикл работ, связанный с выращиванием племенного материала, включает два основных периода: летний нагул и зимовку. Для производителей выделяют очень важный период – преднерестовый.

Бонитировкой называют качественную оценку племенных животных. По результатам бонитировки ремонтно-маточное стадо разделяют на несколько групп – категорий или классов, которые различаются по племенной ценности.

Неотъемлемой частью племенной работы с рыбами является их мечение. Серийное мечение применяют для маркировки групп, различающихся по происхождению, возрасту и полу рыб.

#### **Изучаемые вопросы по теме:**

99. Взаимосвязь племенного дела и селекции.
100. Схема организации селекционно-племенной работы в рыбоводстве Республики Беларусь.
101. Типы селекционно-племенных хозяйств.
102. Формы и методы селекционно-племенной работы с рыбами.
103. Биотехника выращивания племенных рыб.
104. Бонитировка производителей и ремонтной молоди.
105. Методы мечения племенных рыб.
106. Организация заводского воспроизводства рыб.
107. Значение искусственного осеменения и заводского метода получения потомства в селекции и племенном деле.
108. Формы отчетности в племенном рыбоводстве.

## **2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

### **2.1. Биологические особенности рыб как объектов селекции.**

#### **Факторы, оказывающие влияние на эффективность селекционной работы в рыбоводстве**

Рыбы как объекты селекции имеют ряд отличительных биологических особенностей, которые напрямую связаны с особенностями их онтогенеза. Онтогенез – это индивидуальное развитие организмов, которое начинается с момента оплодотворения. У рыб оплодотворение наружное. Этот процесс неразрывно связан с жизнью рыбы в водной среде. Выметанная в воду самкой икра при благоприятном гидрохимическом режиме водоема оплодотворяется во внешней (водной) среде сперматозоидами самца. Оплодотворенная икринка – это уже развивающийся

зародыш, это начало нового онтогенеза. Индивидуальное развитие заключается в постепенной реализации наследственной информации, полученной от родителей, которое происходит в ряд этапов. На этапе оплодотворения, после проникновения сперматозоида в икринку, наблюдаются сложные преобразования и перемещения ее содержимого. С момента оплодотворения начинается онтогенез, т. е. зарождается новая жизнь, которая у рыб отличается от наземных животных из-за особенностей протекания различных периодов в водной среде. Первый период – эмбриональный, второй – постэмбриональный.

Эмбриональный период – развитие от момента оплодотворения икринки до начала перехода на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка – запаса пищи, полученного от материнского организма. В эмбриональный период процессы синтеза (А – ассимиляция) в организме эмбриона преобладают над процессами распада сложных органических веществ (Д – диссимиляция). Эмбриональный период обычно довольно четко отграничен от послезародышевого выходом зародыша из лицевых и зародышевых оболочек. Зародышевый период состоит из трех этапов: дробления яйца, обособления зародышевых листков и формирования отдельных органов – органогенеза. Эмбриональный период можно разделить на два подпериода. Первый подпериод (А > Д) – подпериод икринки, или эмбриона (развитие происходит в оболочке). Второй подпериод (А > Д) – подпериод свободного эмбриона, или подпериод предличинки (развитие происходит вне оболочки). Во время эмбриогенеза у зародыша изменяется форма тела, обособляется хвостовой отдел, формируются отделы головного мозга, закладываются органы чувств и железы выщелпления.

В постэмбриональном периоде осуществляются формообразовательные процессы, определяемые, прежде всего, генотипом организма, а также факторами внешней среды. Различают следующие стадии постэмбрионального периода: личиночный, мальковый, неполовозрелого организма, половозрелого организма, старость и смерть.

Личиночный период – это первый этап развития рыбы в период постэмбрионального развития. Желточный мешок у предличинки вскоре полностью рассасывается, и личинка переходит на внешнее питание. Внешний вид и внутреннее строение личинки еще не принимают облика взрослой особи (А > Д).

Мальковый период – внешний вид малька близок к облику взрослого организма. Половые органы недоразвиты: вторичные половые признаки обычно отсутствуют (А > Д).

Период полувзрослого (неполовозрелого) организма (ювенальный период) – начинается быстрое развитие половых желез и вторичных половых признаков, но организм еще не способен к размножению ( $A > D$ ).

Период взрослого (половозрелого) организма – состояние, при котором в определенное время года организм способен воспроизводить себе подобных; вторичные половые признаки, если они свойственны данному виду, имеются ( $A = D$ ).

Период старости – половая функция затухает, рост в длину прекращается или замедляется ( $A < D$ ).

Смерть – естественная гибель организма.

Как объекты селекции рыбы обладают рядом ценных свойств, которые тесно связаны с процессом онтогенеза.

Свойства, позволяющие эффективно вести селекцию на рыбах:

1. Высокая плодовитость. Напряженность отбора на рыбах в десятки раз превышает максимально возможную напряженность отбора при селекции на других домашних животных.

Пример: у лососевых рыб число потомков, оставляемых самкой за один нерестовый сезон, достигает несколько тысяч. Плодовитость карповых рыб исчисляется сотнями тысяч; от отдельных самок удается получать более 1 млн. личинок.

2. Наружное оплодотворение. Возможность непосредственного экспериментального воздействия на мужские и женские половые клетки, а также на развивающийся эмбрион. Это существенно расширяет арсенал методов селекции и позволяет использовать такие приемы селекционной работы, которые в работе с другими домашними животными недоступны.

3. Высокая племенная ценность производителей. Это способность производителей рыб обладать высокой племенной ценностью, при этом не в ущерб потребительской ценности. Известно, что производители других сельскохозяйственных животных, обладая племенной ценностью, имеют и значительную потребительскую ценность, так как на их выращивание были затрачены значительные средства. У рыб общая масса товарной продукции потомства, получаемого за один нерестовый сезон от одной самки карпа, составляет примерно 150 ц. Повышение продуктивности на 10 % позволяет получить дополнительно от одной самки 15 ц продукции. (Например, у крупного рогатого скота повышение продуктивности составит в расчете на одну самку не более 1 ц данной продукции).

4. Низкие затраты на выращивание производителей. Небольшая

стоимость выращивания производителей рыб позволяет в одном хозяйстве вырастить многочисленное маточное стадо. В сочетании с высокой плодовитостью рыб в ограниченном числе хозяйств создаются благоприятные предпосылки для концентрации селекционной работы.

Особенности рыб, создающие серьезные трудности при проведении селекционной работы:

1. Позднее половое созревание. Например, у карпа смена поколений в обычных прудовых условиях происходит (в зависимости от климатических условий) через 4–6 лет. Таким образом, для получения 5–7 селекционных поколений карпа (необходимых для формирования породы) требуется не менее 25–30 лет.

2. Большая зависимость признаков у рыб от факторов внешней среды. Большая паратипическая изменчивость затрудняет выявление генетических различий у отселектированных рыб. Для оценки отдельных производителей или племенных групп рыб требуется постановка сложных опытов с большим числом повторностей.

3. Обитание рыб в водной среде. В процессе выращивания рыбы не могут быть подвергнуты прямому визуальному контролю. В связи с этим селекция по некоторым важным признакам (активность потребления корма) практически невозможна.

4. Невозможность контроля за условиями среды. При прудовом выращивании невозможно обеспечить стандартные условия, необходимые для оценки селекционируемого материала.

5. Сложно вести индивидуальный учет рыб. Некоторые способы мечения рыб применяются только на взрослых особях.

6. Трудность сохранения селекционируемого материала в чистоте. Массовость материала, мелкие размеры, наружное оплодотворение, разведение в открытых водоемах, большая подвижность, сложность лечения и другие причины не позволяют вести строгий контроль и сохранять селекционный материал в чистоте.

## **2.2. Бонитировка производителей и ремонтного поголовья карпа. Мечение племенных рыб**

Бонитировкой называют качественную оценку племенных животных. По результатам бонитировки ремонтно-маточное стадо разделяют на несколько групп – категорий или классов, которые различаются по племенной ценности.

При селекционной работе основная задача бонитировки состоит в выявлении генетически лучших производителей, что может быть до-

стигнуто с помощью специальных методов, включая оценку производителей по потомству.

Основная цель бонитировки промышленного стада состоит в распределении производителей на группы по готовности рыб к нересту, показателем которой служит выраженность вторичных половых признаков.

Второй очень важной задачей бонитировки является точная сортировка производителей по полу, поскольку присутствие среди самок хотя бы одного самца может вызвать неконтролируемый нерест в преднерестовых прудах.

Пол у самцов определяют обычно по выделению молок при надавливании на брюшко в области генитального отверстия. Однако при пониженной температуре самцы плохо или совсем не текут. В этих случаях для визуальной диагностики пола используют ряд дополнительных признаков: форму брюшка, строение генитального отверстия, наличие брачного наряда (у самцов).

Бонитировку племенных рыб в промышленных стадах проводят путем визуальной оценки ряда признаков, к числу которых относятся выраженность половых признаков, размер рыб (крупные, средние, мелкие), характер телосложения, отсутствие уродств, травм и признаков заболеваний. В результате такой оценки рыб разделяют на несколько классов.

Среди самок выделяют три класса. К первому классу относят лучших рыб с хорошо развитым, мягким брюшком, не имеющих признаков уродств и заболеваний. Таких самок используют в первую очередь. Рыбы, несколько уступающие самкам первого класса, но характеризующиеся в целом удовлетворительными показателями, а также молодые самки составляют второй класс (резервная группа). К третьему классу относят самок с очень слабо выраженными вторичными половыми признаками (таких самок трудно отличить от самцов), а также сильно отстающих в росте, травмированных и больных рыб. При достаточной численности маточного стада таких рыб выбраковывают.

Самцов при бонитировке также разделяют на три класса. К первому классу относят хорошо текущих самцов среднего возраста, отделяющих внешне нормальную сперму и имеющих удовлетворительные показатели массы и экстерьера. Производителей, уступающих по массе и экстерьеру рыбам первой группы, а также плохо текущих и очень молодых (впервые созревающих) самцов относят ко второму (резервному) классу. Третью группу составляют нетекущие самцы, а также силь-

но отставшие в росте, очень старые или больные рыбы, подлежащие выбраковке.

Ремонтное стадо при бонитировке делят на две группы, одну из которых (соответствующую стандарту) оставляют в стаде, другую выбраковывают. Интенсивность отбора планируют заранее с учетом установленных норм и необходимой численности рыб каждой возрастной группы. Визуальную оценку племенных рыб при бонитировке дополняют индивидуальными измерениями рыб, на основании которых позднее рассчитывают соответствующие индексы телосложения.

Неотъемлемой частью племенной работы с рыбами является их мечение. Серийное мечение применяют для маркировки групп, различающихся по происхождению, возрасту и полу рыб. Индивидуальное мечение, при котором каждая особь имеет свою метку, необходимо для учета производителей, их паспортизации, а также при специальных работах, таких, как оценка производителей по потомству, изучение возрастной и сезонной динамики селекционных признаков и т. п. Рыб мечают обычно весной, при бонитировке, реже во время осеннего учета.

Способы мечения племенного материала должны удовлетворять следующим основным требованиям: метки должны быть хорошо различимыми, сохраняться длительное время и не травмировать рыб; техника мечения должна быть достаточно проста, не слишком трудоемка, при мечении нельзя допускать длительного пребывания рыбы вне воды.

Наиболее широко в настоящее время используют подрезание плавников и мечение растворами красителей. Для рыб с мелкой чешуей удобным способом является криоклеймение.

Подрезание плавников (грудных, брюшных, хвостового) – наиболее простой способ серийного мечения. Плавники подрезают ножницами примерно на  $\frac{2}{3}$  их длины. В течение ближайшего после мечения вегетационного сезона плавники отрастают (особенно быстро у молодых рыб), однако на месте среза остается рубец, заметный в течение нескольких лет.

Подрезание парных плавников рекомендуется применять для мечения групп, различающихся по возрасту. Для маркировки групп, различающихся по полу, обычно подрезают хвостовой плавник; самкам подрезают верхнюю, самцам – нижнюю лопасти.

Мечение раствором красителей является достаточно эффективным способом при мечении рыб с крупной чешуей (например, чешуйчатые карпы, белые амуры и др.). Для мечения применяют стойкие красители, используемые в текстильной промышленности.

У рыб, тело которых покрыто чешуей, раствор красителя вводят с помощью шприца с иглой в чешуйные кармашки, у голых рыб – подкожно. Необходимо следить, чтобы раствор не попал в мышцы, так как это может вызвать сильное воспаление в области введения красителя.

Инъекцию растворов красителей широко используют для серийного и индивидуального мечения.

Для индивидуального мечения принята десятичная система обозначения меток, наносимых в области брюшка. Цвет красителя соответствует определенному разряду цифры (синий – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни), а место введения – значению цифры (от 1 до 9).

### **2.3. Основные селекционные признаки в рыбоводстве (скорость роста, жизнеспособность, эффективность использования корма и пищевая ценность рыб)**

Основные селекционные признаки в рыбоводстве связаны с признаками продуктивности. Под продуктивностью в рыбоводстве понимают суммарный прирост массы рыб, получаемый за определенный период с единицы площади или объема (пруда, бассейна и т. д.). Получение высококачественной продукции в наиболее кратчайшие сроки и с наименьшими затратами является важнейшей задачей, стоящей перед работниками сельхозпредприятий. Скорость роста является важным селекционным признаком. Рост рыбы зависит от совокупности внутренних и внешних факторов. При организации селекционных мероприятий необходимо учитывать следующие особенности роста рыб:

1. Рыбы растут в течение всей жизни, однако наиболее интенсивный рост наблюдается в период до достижения ими половой зрелости. У большинства видов самки крупнее, чем самцы (половой диморфизм), что связано с более ранним половым созреванием самцов, торозящим соматический рост.

2. Скорость роста рыб сильно подвержена влиянию условий среды. Как и у всех пойкилотермных животных, рост рыб зависит от температуры воды. Существенное влияние на рост рыб оказывают также обеспеченность их пищей, качество корма, гидрохимический режим водоема и т. п. Влияние любого из перечисленных факторов, особенно температуры и условий питания, приводит к огромным различиям по средней массе у особей одного и того же возраста и происхождения. У рыб при определенных благоприятных условиях возможна полная остановка роста в продукционном возрасте (чего обычно не наблюдается у теплокровных домашних животных).

Влияние окружающей среды на скорость роста обуславливает сильную модификационную изменчивость массы тела и затрудняет выявление генетических различий между отдельными индивидуумами и группами рыб. Наследуемость данного признака оказывается, как правило, относительно невысокой даже у тех видов рыб, которые почти не затронуты селекцией. Например, у карпа коэффициент наследуемости массы тела обычно не превышает 0,2, что определяет низкую эффективность массового отбора по этому признаку.

3. Изменчивость массы тела рыб характеризуется определенной динамикой. После завершения эмбриогенеза внутривидовая изменчивость обычно невелика: коэффициент вариации массы у личинок – 2–3 %; у мальков он гораздо выше – 40–50 %. В дальнейшем изменчивость несколько снижается, составляя у сеголетков 20–30 %, двухлетков – 15–20 %, трехлетков – 12–15 %, у старших возрастных групп – около 10 %.

Возрастное снижение изменчивости связано с уменьшением влияния условий среды на рост, а также с компенсационным ростом: отстающие особи догоняют остальных, что приводит к снижению общей изменчивости признака.

4. При совместном выращивании большое влияние на рост рыб может оказывать фактор взаимодействия – более крупные рыбы угнетают рост более мелких; последнее приводит к усилению индивидуальных различий.

Влияние фактора взаимодействия особенно четко прослеживается при сравнении результатов раздельного и совместного выращивания группы рыб, различающихся по массе. В обоих случаях рыбы с большей начальной массой оказываются, как правило, крупнее. Однако при совместном выращивании эти различия усиливаются и тем больше, чем выше плотность посадки рыб и, следовательно, конкуренция.

Рост рыбы является видовым приспособлением к условиям среды. При равных условиях особи малых размеров какого-либо вида обеспечивают существование многочисленных популяций, но нередко они усиленно выедаются хищниками. Поэтому для них характерна повышенная воспроизводительная способность или иные биологические приспособления, обеспечивающие поддержание численности на должном уровне (защитные приспособления, охрана икры и молоди, специфические особенности образа жизни и др.). Высокий темп роста и крупные размеры обеспечивают значительное ослабление пресса хищников, но для накопления численности им необходима большая и раз-

нообразная по составу кормовая база, способная обеспечить питание различных возрастных групп.

Скорость роста рыб, как и других сельскохозяйственных животных, изучают по трем основным направлениям:

1. Абсолютный прирост (АП), или массонакопление за период выращивания:

$$\text{АП} = M_{\text{к}} - M_{\text{н}}, \quad (7)$$

где  $M_{\text{к}}$  – масса рыбы в конце периода выращивания;

$M_{\text{н}}$  – масса рыбы в начале периода выращивания.

2. Относительный прирост (ОП) показывает, во сколько раз изменилась масса тела рыб в конце периода выращивания (АП) по отношению к исходному уровню ( $M_{\text{н}}$ ):

$$\text{ОП} = \frac{M_{\text{к}} - M_{\text{н}}}{M_{\text{н}}} = \frac{\text{АП}}{M_{\text{н}}}. \quad (8)$$

3. Среднесуточный прирост (СП) – прирост массы рыб за сутки откорма:

$$\text{СП} = \frac{M_{\text{к}} - M_{\text{н}}}{t} = \frac{\text{АП}}{t}, \quad (9)$$

где  $t$  – время откорма в сутках.

Жизнеспособность ( $V_{\text{выжив}}$ ) относится к количественным признакам. Однако по характеру индивидуального проявления этот селекционный признак является альтернативным (или рыба погибает, или выживает). Это затрудняет применение к данному признаку обычных методов отбора.

Для повышения интенсивности отбора по жизнеспособности проводят выращивание селекционного материала на так называемом «провокационном сроке», усиливая действие фактора, по которому ведется отбор. Менее устойчивые особи погибают, более приспособленные сохраняются.

Жизнеспособность находится под контролем естественного отбора и у отдельных видов рыб идет в противоположном направлении с естественным отбором. Трудность возникает при селекции рыб на устойчивость к заболеванию. Это связано с чрезвычайно медленным темпом селекционного процесса в сравнении с темпом эволюции самого возбудителя, что обеспечивает высокую приспособляемость последнего. Ведется селекционная работа на устойчивость рыб к разным токсическим веществам: детергентам, пестицидам, сточным водам животноводческих комплексов и другим промышленным стокам, попадающим в водоемы. Такую селекцию, однако, следует проводить очень осторожно и только в отношении токсикантов с коротким пери-

одом распада, так как у «устойчивых» рыб возможно прижизненное накопление токсических веществ, что может быть опасным для человека. Для вычисления процента отхода рыб используют формулу

$$O_T = \frac{n_{II} - n_0}{n_{II}} \cdot 100 \%. \quad (10)$$

Для вычисления жизнеспособности рыб вычисляют показатель сохранности, или выживаемости, по следующей формуле:

$$B_{\text{выжив}} = \frac{n_0}{n_{II}} \cdot 100 \%, \quad (11)$$

где  $n_{II}$  – количество рыб при посадке;

$n_0$  – количество рыб при облове.

Показатель сохранности выражается в процентах.

Селекция на эффективность использования корма рыб сопряжена с большими трудностями: во-первых, из-за невозможности прижизненного индивидуального учета съеденного корма, во-вторых, из-за потерь корма в результате его вымывания и смешивания с почвой ложа пруда и, в третьих, из-за присутствия в прудах трудно учитываемой естественной пищи. Указанные причины не позволяют определить величину фактически съеденного рыбами корма, поэтому в работах с рыбами возможна лишь косвенная селекция на оплату корма с использованием коррелятивно связанных признаков.

Положительную связь с оплатой корма имеет скорость роста. Быстрорастущий карп эффективнее использует корма, чем сазан. Соответствующие различия по оплате корма наблюдаются при сравнении хорошо отселекционированных по скорости роста пород карпа и беспородных карпов. Для повышения эффективности селекции по оплате корма важное значение может иметь учет некоторых физиологических признаков: активности пищеварительных ферментов, переваримости кормов, уровня и характера обмена веществ и других показателей, связанных с интенсивностью потребления корма и его усвоением.

Пищевая ценность рыбной продукции зависит от многих признаков, к числу которых относятся соотношение съедобных и несъедобных частей, вкусовое качество и химический состав мяса, а у некоторых видов рыб – число межмышечных косточек (костистость).

Увеличение выхода съедобных частей (убойный выход) представляет хозяйственный интерес применительно ко всем видам рыб. Показателями, которые можно использовать при селекции в указанном направлении, являются некоторые особенности телосложения: особи с большим выходом мясной продукции характеризуются меньшим размером головы, более округлой (мясистой) формой тела.

Среди интерьерных признаков, характеризующих качество мясной продукции, важнейшими являются содержание внутривисцерального и межмышечного жира, число межмышечных косточек (у карповых рыб). Внутривисцеральный жир у рыб, как правило, не представляет пищевой ценности. Высокое его содержание у производителей приводит к аномалиям в развитии гонад и снижению плодовитости. Слишком высокое содержание межмышечного жира приводит к снижению вкусовых качеств мяса. Снижение жирности мяса является одним из направлений селекции карпа в Венгрии. Однако методика прижизненного определения жирности еще не разработана, что затрудняет проведение селекции по этому признаку.

#### **2.4. Воспроизводительная способность рыб. Плодовитость. Сроки и скорость полового созревания**

Размножение – это важнейший жизненный процесс, обеспечивающий воспроизводство популяции и сохранение вида. Этот процесс у рыб имеет ряд специфических черт, так как данные животные обитают в воде. Прежде всего, это наружное оплодотворение и большое количество икры, оставляемой одной особью после выметывания.

Однако у большинства рыб оплодотворение и инкубация икры в воде влечет за собой большую гибель потомства на ранних стадиях онтогенеза, поэтому для сохранения вида в процессе эволюции у рыб выработалась или большая плодовитость, или забота о потомстве.

Плодовитость рыб намного больше, чем наземных позвоночных животных. Однако она сильно варьирует в зависимости от вида рыб. Наиболее плодовитыми являются рыбы, откладывающие плавающую (пелагическую) икру. Меньшую плодовитость имеют рыбы, откладывающие икру на растениях. У рыб, охраняющих или прячущих свою икру, плодовитость самая низкая (морской конек, теляпии, горчаки). У одного и того же вида плодовитость может сильно изменяться в зависимости от размера и возраста рыб, а также от условий питания.

В рыбоводстве важны, прежде всего, показатели плодовитости самок. Различают три вида плодовитости: абсолютная, или индивидуальная (АП), относительная (ОП) и рабочая (РП).

Абсолютная плодовитость (АП) – это общее количество икры, выметанное самкой за один нерестовый сезон при благоприятных условиях, общее число икринок в яичнике (тыс. шт.):

$$АП = M_r \cdot i, \quad (12)$$

где  $M_r$  – масса гонад, масса всей выметанной икры;

$i$  – число икринок в 1 г.

Относительная плодовитость (ОП) – это количество икры приходящееся на единицу массы тела самки:

$$\text{ОП} = \frac{M_r - i}{M_r}, \quad (13)$$

где  $M_r$  – масса тела самки.

Рабочая плодовитость (РП) – это количество икры, получаемое от одной самки при проведении искусственного осеменения в рыбоводной практике. Величина рабочей плодовитости близка к показателям абсолютной плодовитости. Многие рыбы (форель, сиговые и др.) выметывают в период нереста почти всю икру, и в этом случае рабочая плодовитость практически совпадает с абсолютной плодовитостью (РП = АП).

Важнейшей рыбоводной характеристикой является число личинок, получаемых от одной самки. Хотя данный показатель зависит от множества факторов (качества используемых самцов, условий и способов получения потомства и т. п.), он в целом тесно коррелирует с плодовитостью самок и может быть использован для ее оценки.

Все показатели плодовитости являются чрезвычайно изменчивыми признаками. Коэффициент вариации ( $C_v$ ) абсолютной и рабочей плодовитости у самок карпа составляет иногда более 30 %, у белого толстолобика до 50 %, у пестрого толстолобика – до 30 %, у пеляди равен 30–40 %. Столь же высокая изменчивость наблюдается по относительной плодовитости и коэффициенту зрелости.

Абсолютная плодовитость тесно коррелирует с массой тела рыб. Коэффициент корреляции между этими признаками составляет обычно 0,6–0,8 и более. Следовательно, селекция по массе тела может привести и к увеличению плодовитости рыб. Отбор более крупных рыб в годовалом возрасте привел к увеличению абсолютной рабочей плодовитости самок на 11 %, а относительной – на 5 %. Однако необходимо иметь в виду, что особенно крупные рыбы часто бывают яловыми. Не исключено, что очень быстрый рост приводит к нарушению физиологических процессов, регулирующих нормальное половое созревание рыб. Возможна и обратная причина: нарушение в развитии воспроизводительной системы снижает затраты на генеративный обмен и тем самым обеспечивает более интенсивный соматический рост.

Признаки плодовитости у рыб подвержены сильному влиянию внешней среды. Важное значение для рыбоводной практики имеют показатели, характеризующие качество половых продуктов. У самок

учитывают обычно величину (среднюю массу или средний диаметр) икринок, цвет икры и некоторые другие признаки.

Важнейшей характеристикой качества икры является выживаемость потомства в процессе эмбрионального развития.

Половая зрелость у разных видов рыб наступает в разном возрасте. Так, рыбы с коротким жизненным циклом созревают в годовом возрасте. Рыбы с продолжительным циклом (например осетровые), становятся половозрелыми в возрасте 6–12 лет (осетр) и даже 18–20 лет (белуга и калуга). Половозрелость очень сильно зависит от температуры воды и наличия пищи. Достигнув половой зрелости, рыбы совершают нерестовые миграции, перемещаясь от места нагула или зимовки к местам нереста, что является приспособлением к наиболее благоприятным условиям для эмбрионального и постэмбрионального развития.

Скорость полового созревания относится к числу важнейших характеристик воспроизводительной способности рыб. У рыб с медленным половым созреванием (осетровые, растительноядные рыбы и др.) получение зрелых производителей в более раннем возрасте позволяет снизить затраты на выращивание племенного материала, ускорить смену поколений и селекционный процесс в целом. В северных районах это направление селекции является весьма актуальным и для карповодства.

С хозяйственной точки зрения важно, чтобы половое созревание наступило после достижения рыбами товарного возраста, поскольку по мере приближения половой зрелости темп роста рыб существенно снижается. Замедление роста у самок наблюдается уже при переходе гонад в III стадию зрелости. Поэтому в южных районах иногда возникает необходимость селекции на более позднее половое созревание. Так, в Туркмении самцы карпа созревают в возрасте 1 года, а самки – 1–2 лет, что является одной из причин снижения рыбопродуктивности прудов. Этот вопрос особенно актуален при выращивании карпа в тепловодных хозяйствах, где самцы становятся текучими в возрасте нескольких месяцев.

Изменчивость по срокам наступления полового созревания отмечена у всех рыб. У ропшинского карпа в условиях Северо-Запада 60–70 % рыб созревают в возрасте 5 лет, а остальные – в возрасте 6 лет; отдельные самки дают потомство уже в 4-летнем возрасте. Внутрипопуляционная изменчивость по срокам наступления половой зрелости с колебаниями в 1–2 года отмечена также у белого и пестрого толстолобиков.

Время готовности производителей к нересту называется сроком

созревания, данный показатель представляет практический интерес в работах со многими видами рыб.

Изменчивость по времени полового созревания самок в нерестовом сезоне особенно свойственна видам, находящимся на начальной стадии одомашнивания (растительные рыбы, пелядь и др.). У белого и пестрого толстолобиков кривая распределения по срокам созревания бывает обычно многовершинной. Наличие разнородных по срокам нереста групп у данных видов является, скорее всего, следствием гетерогенности по этому признаку природных популяций. Высокий уровень повторяемости срока сезонного созревания (коэффициент повторяемости – свыше 0,7) выявлен и у традиционного объекта рыбоводства – форели.

Высокая изменчивость и повторяемость по срокам нереста позволяют предположить наличие большой наследственной гетерогенности по этому признаку и возможность эффективной селекции, что подтверждается уже достигнутыми результатами.

### 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

**Задача 1.** Определить процент отхода и выживаемость трехлетков стерляди в «Опытном рыбхозе «Селец», если известно, что 01.06.2008 г. в садок № 32 было посажено 374 головы, а 21.08.2008 г. осталось 312 голов.

**Решение:**

1. Воспользуемся формулой (10), подставим значения и вычислим процент отхода:

$$O_{\Gamma} = \frac{n_{\Pi} - n_0}{n_{\Pi}} \cdot 100 \% = \frac{374 - 312}{374} \cdot 100 \% = 16,8 \%$$

2. Определим выживаемость (сохранность) выращиваемой рыбы:

$$B_{\text{выжив}} = 100 - 16,6 = 83,4 \%$$

Ответ: в 2008 г. выживаемость стерляди составила 83,4 %.

**Задача 2.** Рассчитать убойный выход, если известно, что масса рыбы перед потрошением составляет 3,8 кг, а масса тушки – 2,5 кг.

**Решение:**

1. Переведем все предложенные первичные данные в граммы: 3,8 кг = 3 800 г; 2,5 кг = 2 500 г.

2. Убойный выход – это соотношение потрошенной тушки к ее массе перед потрошением, выраженное в процентах:

$$УВ = \frac{M_{\text{тушки}}}{M_{\text{тела}}} \cdot 100 \% = \frac{2\,500}{3\,800} \cdot 100 \% = 65,8 \%. \quad (14)$$

Ответ: убойный выход данного вида рыбы составляет 65,8 %, а отход – 34,2 %.

**Задача 3.** Вычислить по группе пятилетков карпа абсолютный, относительный и среднесуточный прирост, если известно, что на опытном участке рыбхоза откармливались три группы рыб разных отводков с 1 апреля по 1 сентября. Определить сохранность рыб по группам и в среднем за эксперимент. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Первичный материал**

Номер отводка	Кол-во, тыс. шт. при посадке	Масса, г		Кол-во, тыс. шт. при облове
		$M_0$	$M_k$	
1	24	2 500	3 100	22
2	31	2 400	3 300	30
3	33	2 200	4 100	30

**Решение:**

1. Определим сроки выращивания и откорма рыбы. Количество дней откорма с 1 апреля по 1 сентября составляет: 30 (дней в апреле) + 31 (дней в мае) + 30 (дней в июне) + 31 (дней в июле) + 31 (дней в августе) = 93 дня.

2. По формуле (7) рассчитаем абсолютный прирост по всем группам и результаты запишем в расчетную табл. 4. Для отводка 1:

$$AP = M_k - M_0 = 3\ 100 - 2\ 500 = 600 \text{ г и т. д.}$$

где  $M_k$  – масса рыбы в конце периода выращивания;

$M_0$  – масса рыбы в начале периода выращивания.

3. По формуле (8) рассчитаем относительный прирост по всем группам и результаты запишем в расчетную табл. 4. Для отводка 1:

$$OP = \frac{M_k - M_0}{M_0} = \frac{AP}{M_0} = \frac{3\ 100 - 2\ 500}{2\ 500} = \frac{600}{2\ 500} = 0,24.$$

4. По формуле (9) рассчитаем среднесуточный прирост по всем группам и результаты запишем в расчетную табл. 4. Для отводка 1:

$$СП = \frac{M_k - M_0}{t} = \frac{AP}{t} = \frac{600}{93} = 6,45 \text{ г.}$$

5. По формуле (11) рассчитываем выживаемость по отводку 1:

$$V_{\text{выжив}} = \frac{22}{24} \cdot 100 \% = 91,67 \%.$$

6. Заполняем табл. 4 расчетными данными.

Таблица 4. Расчетные данные

Прирост			Выживаемость, %
АП, г	ОП	СП, г	
600	0,24	6,45	91,67
900	0,34	9,68	96,77
1 900	0,86	20,4	90,91

**Задача 4.** При создании нивчанского внутривидового типа украинского карпа применили вводное скрещивание самок украинской породы с самцами ропшинской породы (улучшатель) до получения потомства третьего поколения. Потомство  $F_3$  скрестили между собой, а полученных потомков возвратно скрестили с украинскими карпами. Составить схему скрещивания и рассчитать долю кровности по исходным породам, участвующим в данном скрещивании.

**Решение:**

Необходимо принять условные обозначения для решения структурной родословной. Самки обозначаются кружком, самцы квадратом: ♀ × ♂. Различные породы при скрещивании окрашиваются в соответствующий оттенок. Потомки обозначаются как гибриды соответствующего поколения ( $F_1$ ;  $F_2$ ;  $F_3$ ;  $F_a$ ). Генотип рассчитывается как сумма генотипов родителей, деленная на 2.

$$F_1 = \frac{1Y + 1P}{2} = \frac{1}{2}Y + \frac{1}{2}P.$$

**Задача 5.** Для получения товарной рыбы провели простое промышленное скрещивание породы  $A$  и  $B$ . Определить, имеет ли смысл в дальнейшем проводить скрещивание этих пород, если средняя масса рыбы породы  $A$  равна 2 000 г,  $B$  – 2 500 г, а масса  $F_1$  составляет 2 700 г. Рассчитайте истинный, гипотетический и конкурсный гетерозис, если по требованиям селекционной программы масса рыбы данного вида в этом возрасте должна быть не менее 2 550 г.

**Решение:**

1. Вычислим среднее значение по массе рыб родительских отводков:

$$P_{\text{ср}} = \frac{A+B}{2} = \frac{2\,000 + 2\,500}{2} = \frac{4\,500}{2} = 2\,250 \text{ г.}$$

2. Рассчитаем гипотетический гетерозис:

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \cdot 100 \% = \frac{2\,700 - 2\,250}{2\,250} \cdot 100 \% = 20 \% \quad (15)$$

3. Рассчитаем истинный гетерозис:

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{луч}}}{P_{\text{луч}}} \cdot 100 \% = \frac{2700 - 2500}{2500} \cdot 100 \% = 8 \%. \quad (16)$$

4. Рассчитаем конкурсный гетерозис:

$$\Gamma_{\text{кон}} = \frac{F_1 - S_t}{S_t} \cdot 100 \% = \frac{2700 - 2550}{2550} \cdot 100 \% = 6 \%. \quad (17)$$

Ответ: дальнейшая гибридизация этих пород целесообразна, так как все виды гетерозиса были положительными и превосходили 5%-ный рубеж. Это означает, что эффективность при таком разведении товарной рыбы будет не ниже 8 % (как показывает истинный гетерозис).

**Задача 6.** При разведении форели был допущен целенаправленный инбридинг. Цель инбридинга – повышение оплаты корма. Для скрещивания использовали пять пар производителей. Соотношение самцов и самок 1:1. Определить коэффициент нарастания гомозиготности как за одно ( $F_x$ ), так и за пять поколений ( $F_t$ ) родственного скрещивания.

**Решение:**

1. Определяем общее количество рыб:  $N = 5 \text{ (пар)} \cdot 2 = 10 \text{ шт.}$

2. Рассчитываем коэффициент инбридинга за одно поколение:

$$F_x = \frac{1}{2N} = \frac{1}{2 \cdot 10} = \frac{1}{20} = 0,05. \quad (18)$$

3. Рассчитываем коэффициент инбридинга за пять поколений:

$$F_t = 1 - (1 - F_x)^t = 1 - (1 - 0,05)^5 = 0,23. \quad (19)$$

4. Согласно классификации значений коэффициента инбридинга, предложенной Д. А. Кисловским, при  $F = 25 \%$  и больше инбридинг тесный (кровосмешение), при  $F$  от 12,5 до 25 % инбридинг близкий, при  $F$  от 1,55 до 12,5 % инбридинг умеренный, при  $F \leq 1,55 \%$  – отдаленное родство – сопоставляем полученный результат.

Ответ: 0,23, или 23 %, – это от 12,5 до 25 % по классификации, что соответствует близкому родству.

**Задача 7.** Рассчитать интенсивность отбора и эффект селекции за одно поколение и 1 год, если известно, что средняя масса двухлетков карпа составляет 500 г. Средняя масса карпов, отобранных на племя, равна 725 г. Среднее квадратическое отклонение находится на уровне 75 г.

**Решение:**

1. Вычисляем селекционный дифференциал по формуле (2):

$$Sd = \bar{X}_0 - \bar{X}_s = 725 - 500 = 225 \text{ г.}$$

2. Воспользуемся формулой (3), подставим значения и вычислим интенсивность отбора:

$$i = \frac{Sd}{\sigma} = \frac{225}{75} = 3.$$

3. По данным табл. 1 определим коэффициент наследуемости по массе молоди карпов:  $h^2 = 0,21$ .

4. Подставив новые значения в формулу (5) или (1), вычисляем эффект селекции за одно поколение:  $R_i = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 3 \cdot 75 \cdot 0,21 = 47,25$  г, или  $R_i = Sd \cdot h^2 = 225 \cdot 0,21 = 47,25$  г.

5. Эффект селекции за один год определяем путем деления эффекта селекции за поколение на интервал между поколениями:

$$R_t = \frac{R}{I} = \frac{47,25}{5} = 9,45 \text{ г.} \quad (20)$$

Ответ: интенсивность отбора в данном хозяйстве находится на уровне 3. При такой селекции средняя масса двухлетков карпа за одно поколение (за 5 лет работы) увеличится примерно на 47 г. За 1 год рыба будет прибавлять не более чем 9,5 г.

**Задача 8.** Из 6 000 двухлетков карпа со средней длиной тела 24 см отобрали для воспроизводства 1 000 рыб. Коэффициент изменчивости ( $C_v$ ) по изучаемому признаку составил 10 %. Необходимо рассчитать эффект селекции за 1 год селекции, за одно и за пять поколений массового отбора.

**Решение:**

1. Определяем напряженность отбора по формуле (6):

$$V = \frac{n \cdot 100 \%}{N} = \frac{1\,000 \cdot 100}{6\,000} = 16,7 \text{ \%}.$$

2. Воспользуемся данными табл. 2 и определим интенсивность отбора:  $i = 1,5$ .

3. Вычисляем значение среднего квадратического отклонения (сигма) по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{C_v \cdot \bar{X}}{100 \%} = \frac{10 \cdot 24}{100} = 2,4 \text{ см.} \quad (21)$$

4. Определим по данным табл. 1 значение коэффициента наследуемости по длине тела молоди карпа:  $h^2 = 0,21$ .

5. Эффект селекции за одно поколение рассчитываем по формуле (5):

$$R_i = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 1,5 \cdot 2,4 \cdot 0,21 = 0,8 \text{ см.}$$

За 5 лет селекционной работы (это одно поколение у рыб) длина тела в среднем по популяции в данном рыбхозе увеличится и будет находится на уровне

$$\bar{X}_1 = 24 + 0,8 = 24,8 = 25 \text{ см.}$$

6. Ожидаемый селекционный эффект за пять поколений массового отбора составит:

$$R_t = R_5 = 0,8 \cdot 5 = 4 \text{ см.}$$

Через 25 лет селекционной работы (это пять поколений у рыб) длина тела в среднем по популяции в данном рыбхозе увеличится и будет находиться на уровне

$$\bar{X}_5 = 24 + 4 = 28 \text{ см.}$$

7. Эффект селекции за 1 год определяем путем деления эффекта селекции за поколение на интервал между поколениями:

$$R_t = \frac{R}{I} = \frac{0,8}{5} = 0,16 \text{ см.}$$

За 1 год селекционной работы длина тела увеличится незначительно – всего на 0,16 см.

**Задача 9.** Рассчитать число поколений селекции, необходимое для увеличения средней массы двухлетков карпа на 100 г при условии, что среднее квадратическое отклонение составляет 45 г, коэффициент наследуемости признака по массе тела равен 0,3, а селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 5 % от числа выращенных двухлетков. Средняя масса рыб до отбора находится на уровне 350 г. Необходимо при расчетах учитывать тот факт, что наследуемость в каждом поколении снижается на 10 %.

**Решение:**

1. Устанавливаем значение интенсивности отбора по данным табл. 2. При  $V = 5 \%$   $i = 2,06$ .

2. Рассчитываем:  $R_i = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 2,06 \cdot 45 \cdot 0,3 = 27,81 = 28 \text{ г.}$

3. Определяем суммарный эффект селекции, суммируя постепенно все эффекты за предыдущие поколения:  $R\Sigma = 28 + 25 = 53 + 22 = 75 + 20 = 95 + 19 = 114$ . Полученные результаты записываем в табл. 5.

Таблица 5. Расчет суммарного селекционного эффекта

Показатель	Поколение				
	1	2	3	4	5
$h^2$	0,3	0,27	0,24	0,22	0,2
$\sigma$	45	45	45	45	45
$i$	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
$R_i$	28	25	22	20	19
$R\Sigma$ – суммарный селекционный эффект	2	53	75	95	114
Масса рыбы, г	378	403	425	445	464

Выводы: как показывают результаты расчетов (табл. 5), увеличение средней массы карпа на 100 г и более можно будет ожидать только к

пятому поколению. Примерно через 25 лет селекционной работы в этом направлении средняя масса двухлетков карпа будет находиться на уровне  $350 + 114 = 464$  г, что на 32,6 % выше, чем было изначально.

**Задача 10.** Рассчитать индекс относительной высоты тела и коэффициент упитанности у производителей карпа, если известно, что живая масса находится на уровне 2,9 кг. Длина тела соответствует 45 см, высота тела – 13,8 см. Обосновать полученные результаты, если у карпа, отселекционированного по скорости роста,  $K_y = 3,2$  %.

**Решение:**

1. Вычисляем индекс относительной высоты тела (ИОВТ):

$$\text{ИОВТ} = \frac{l}{H} = \frac{45}{13,8} = 3,3. \quad (22)$$

2. Переведем массу карпа из килограммов в граммы:  $2,9 \text{ кг} = 2\,900 \text{ г}$ ;

3. Рассчитаем коэффициент упитанности:

$$K_y = \frac{P}{l^3} \cdot 100 \% = \frac{2\,900}{45^3} \cdot 100 \% = 3,18 \%. \quad (23)$$

4. Сравним полученный коэффициент упитанности с требуемым показателем по селекционной программе:  $K_y = 3,18 \approx K_{y, st} = 3,2$ .

Коэффициенты упитанности примерно равны. Селекционная работа в данном рыбхозе ведется.

**Задача 11.** В результате эволюции кариотип сельди изменился с 48 до 52 (фундаментальное число при этом остается неизменным ( $NF$ )). Как называются абберации, в результате которых произошло увеличение числа хромосом? Описать процесс увеличения хромосомного комплекса. Какое количество хромосом участвовало в мутагенезе? Привести расчеты.

**Решение:**

1. Узнаем количество хромосом, участвующих в эволюционном процессе:  $52 - 48 = 4$ .

2. Количество хромосом увеличилось – значит произошло центрическое деление хромосом, что привело к увеличению хромосомного аппарата.

3. В процессе эволюции участвовало 4 метацентрические хромосомы, которые разорвались в области первичной перетяжки и из 1 метацентрической хромосомы образовалось 2 телоцентрические. В нашем случае из 4 метацентрических образовалось 8 телоцентрических хромосом.

4. Определим количество хромосом, не участвующих в эволюции:  $48 - 4 = 44$ .

5. Проверим: количество не участвующих в эволюции хромосом и количество новых, образованных в результате центрических делений, должно соответствовать современному кариотипу сельди:  $44 + 8 = 52$ . Фундаментальное число при таких абберациях остается неизменным ( $NF$ ).

**Задача 12.** Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 8$ ,  $NF = 14$ ; 1 метацентрическая и 2 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

**Решение:**

1. Установим возможное количество плеч (фундаментальное число) в предложенном кариотипе:  $8 \cdot 2 = 16$ .

2. Разница в возможном и фактическом значении  $NF = 16 - 14 = 2$  плеча.

3. Из условия видно, что было распознано 3 хромосомы (1 метацентрическая и 2 субметацентрические) и они состоят из 6 плеч ( $NF = 3 \cdot 2 = 6$ ).

4. Из общего количества  $NF$  отнимаем 6 плеч, и остаются составные части неиспользованных хромосом, т. е. из которых построены оставшиеся, нераспознанные хромосомы:  $8 - 3 = 5$ .

5. На 5 нераспознанных хромосом приходится оставшиеся участки:  $NF = 14 - 6 = 8$ .

6. Если бы все 5 нераспознанных хромосом были полностью сформированными и состояли из 2 плеч, то содержали бы 10  $NF$  ( $NF = 5 \cdot 2 = 10$ ). У нас только 8  $NF$ .

7. Остается вариант, при котором из нераспознанных хромосом 3 акроцентрические и 2 телоцентрические хромосомы. На них приходится 8 плеч:  $3 \cdot 2 = 6$  ( $A$ ) и  $2 \cdot 1 = 2$  ( $T$ ),  $6 + 2 = 8$  ( $NF$ ).

8. Проверим: всего 8 хромосом кариотипа ( $2n$ ) должны содержать 14 плеч ( $NF$ ):

1 хромосома метацентрическая –  $1 \cdot 2 = 2$  ( $NF$ );

2 хромосомы субметацентрические –  $2 \cdot 2 = 4$  ( $NF$ );

3 хромосомы акроцентрические –  $3 \cdot 2 = 6$  ( $NF$ );

2 хромосомы телоцентрические –  $2 \cdot 1 = 2$  ( $NF$ );

$2 + 4 + 6 + 2 = 14$  ( $NF$ ) – решение верно.

**Задача 13.** У одной из разновидностей морской рыбы 2-аллельная доминантная система групп крови. Аллель  $A > B$ . При скрещивании самки и самца с группой  $B$  и  $A$  получили в  $F_1$  115 мальков. При разведении потомков первого поколения в себе в  $F_2$  получили 1 600 маль-

ков. Определить фенотипы и генотипы по группам крови у гибридов первого и второго поколений. Подтвердить схемой скрещивания.

**Решение:**

1. Установим группы крови в данной системе – 2-аллельная доминантная: 1-я группа (А) имеет два генотипа: АА и АБ, 2-я группа – только один генотип ББ.

2. Проведем первое скрещивание ( $F_1$ ), скрестим гомозиготных рыб с 1-й и 2-й группами крови: P: ♀АА×♂ББ.

3. Обе родительские особи чистой линии дают по одному типу гамет: мать – ♀А; отец – ♂Б.

4. В  $F_1$  получаем всех (100 %) рыб с 1-й группой крови и генотипом АБ. Таких по условию было 115 рыб.

5. Проведем второе скрещивание ( $F_2$ ), скрестим гибридных по группе крови рыб с генотипом АБ между собой ( $F_2 = F_1 \cdot F_1$ ): ♀АБ×♂АБ.

6. Гибридные родители дают по два типа гамет:  $G_A$  и  $G_B$ .

7. Всего в  $F_2$  получим четыре варианта групп скрещивания: АА; АБ; АБ; ББ.

8. В процентном соотношении по 25 % каждой группы рыб, или согласно нашему условию по 400 шт. рыб в каждой группе (1 600 : 4 = 400 шт.).

9. Согласно схеме скрещивания в  $F_2$  1 200 рыб имели 1-ю группу крови (генотипы АА и АБ) и 400 рыб имели 2-ю группу крови (генотип ББ).

**Задача 14.** У анчоуса 2-аллельная кодоминантная система определения групп крови. Аллели  $d_1$  и  $d_2$ . Произвели скрещивание самки с группой крови  $d_2$  с самцом, имеющим группу крови  $d_1$ . Полученных потомков скрестили между собой. В результате разведения в себе во втором поколении получено 1 200 мальков. Определить фенотип и генотип родителей и потомков по группам крови. Сколько групп крови в данной системе может быть у этих рыб?

**Решение:**

1. Установим группы крови в данной системе – 2-аллельной кодоминантной. Всего три группы крови: 1-я группа имеет один генотип  $d_1d_1$ ; 2-я группа один генотип  $d_2d_2$ ; 3-я группа имеет генотип  $d_1d_2$ .

2. Проведем первое скрещивание ( $F_1$ ), скрестим гомозиготных рыб с группой крови  $d_2d_2$  с самцами, имеющими первую группу крови  $d_1d_1$ : P: ♀ $d_2d_2$ ×♂ $d_1d_1$ .

3. Оба родителя чистой линии дают по одному типу гамет: мать –  $\text{♀}d_2$ ; отец –  $\text{♂}d_1$ .

4. В  $F_1$  получаем всех (100 %) рыб с 3-й группой крови и генотипом  $d_1d_2$ .

5. Проведем второе скрещивание ( $F_2$ ), скрестим гибридных с 3-й группой крови рыб с генотипом  $d_1d_2$  между собой ( $F_2 = F_1 \times F_1$ ):  $\text{♀}d_1d_2 \times \text{♂}d_1d_2$ .

6. Гибридные родители дают по два типа гамет:  $Gd_1$  и  $Gd_2$ .

7. Всего в  $F_2$  получим четыре варианта групп скрещивания:  $d_1d_1$ ;  $d_1d_2$ ;  $d_1d_2$ ;  $d_2d_2$ .

8. В процентном соотношении по 25 % каждой группы рыб, или согласно нашему условию по 300 шт. рыб в каждой группе ( $1\ 200 : 4 = 300$  шт.).

9. Согласно схеме скрещивания в  $F_2$  300 рыб имели 1-ю группу крови (генотип  $d_1d_1$ ), 600 рыб имели 3-ю группу крови (генотип  $d_1d_2$ ) и 300 рыб имели 2-ю группу крови (генотип  $d_2d_2$ ).

**Задача 15.** У сельди 3-аллельная доминантная система групп крови. Аллель  $I^A$  доминирует над аллелем  $I^B$  и нулевым аллелем  $i$ , аллель  $I^B$  доминирует над аллелем  $i$ .

Скрестили самку с генотипом группы крови  $I^A I^B$  с самцом, генотип которого  $ii$ , и получили 700 рыб. Какое расщепление по генотипу и фенотипу групп крови можно ожидать у потомства? Записать все возможные генотипы этих групп крови. Рассчитать структуру распределения особей потомства по фенотипу групп крови.

**Решение:**

1. Установим группы крови в данной системе – 3-аллельной доминантной. Всего три группы крови: 1-я группа имеет один генотип  $ii$ , 2-я группа – три генотипа:  $I^A I^A$ ,  $I^A i$ ,  $I^A I^B$  и 3-я группа с генотипом  $I^B I^B$ ,  $I^B i$ .

2. Проведем предложенное скрещивание ( $F_B$ ), скрестим самок с группой крови  $I^A I^B$  (2-я группа) с самцами, имеющими 1-ю группу крови  $ii$ :  $P: \text{♀}I^A I^B \times \text{♂}ii$ .

3. Отцовская форма чистой линии дает один тип гамет ( $G\text{♂}i$ ): мать гетерозиготна, дает два типа гамет ( $G\text{♀}I^A$ ;  $G\text{♀}I^B$ ).

4. В  $F_B$  получаем два варианта групп рыб:  $I^A i$  – 2-я группа крови и  $I^B i$  – 3-я группа крови. Всего по 350 рыб ( $750 : 2 = 350$  шт.).

**Задача 16.** У тунца 3-аллельная кодоминантная система групп крови. Аллели  $I^A$ ,  $I^B$  и нулевой аллель  $i$ . При скрещивании самца и самки

получили потомство всех четырех групп крови. В  $F_B$  всего получено 3 200 рыб.

Определить фенотип и генотип самки и самца. Записать генотипы потомства.

**Решение:**

1. Установим группы крови в данной системе – 3-аллельной кодоминантной. Всего четыре группы крови: 1-я группа имеет один генотип  $ii$ , 2-я группа – два генотипа  $I^A I^A$ ,  $I^A i$ , 3-я группа с генотипом  $I^B I^B$ ,  $I^B i$  и 4-я группа крови с генотипом  $I^A I^B$ .

2. Предложенное скрещивание возможно только при сочетании следующих генотипов: самки с группой крови  $I^A i$  (2-я гетерозиготная группа) с самцом, имеющим 3-ю гетерозиготную группу крови  $I^B i$ :  $P: \text{♀} I^A i \times \text{♂} I^B i$ .

3. Родительские формы гетерозиготны по группе крови и дают по два типа гамет: мать – ( $G \text{♀} I^A$  и  $G \text{♀} i$ ); отец ( $G \text{♂} I^B$  и  $G \text{♂} i$ ).

4. В  $F_B$  получаем четыре варианта групп рыб:  $I^A i$  – 2-я группа крови,  $I^B i$  – 3-я группа крови,  $ii$  – 1-я группа крови и  $I^A I^B$  – 4-я группа крови. Всего по 800 рыб ( $3\ 200 : 2 = 800$  шт.).

**Задача 17.** У сардины 4-аллельная кодоминантная система групп крови. Аллели:  $A, B, C, D$ . Скрестили самку с группой крови  $AC$  и самца с группой крови  $BD$ . В  $F_B$  получили 800 рыб. Записать все возможные генотипы и фенотипы потомства. Рассчитать структуру потомков по фенотипу.

**Решение:**

1. Установим группы крови в данной системе – 4-аллельной кодоминантной. Всего 10 групп крови. Изучаем варианты групп крови по решетке Пеннета (табл. 6).

Таблица 6. Решетка Пеннета по группам в 4-аллельной кодоминантной системе групп крови

Гаметы $G$	$A$	$B$	$C$	$D$
$A$	$AA-1$	$AB-2$	$AC-3$	$AD-4$
$B$	$AB-2$	$BB-5$	$BC-6$	$BD-7$
$C$	$AC-3$	$BC-6$	$CC-8$	$CD-9$
$D$	$AD-4$	$BD-7$	$CD-9$	$DD-10$

2. Скрещивание двух групп рыб возможно только при сочетании следующих генотипов: самки с группой крови  $AC$  (3-я гетерозиготная группа) с самцом, имеющим группу  $BD$  (7-я гетерозиготная группа крови):  $P: \text{♀} AC \times \text{♂} BD$ .

3. Родительские формы гетерозиготны по группе крови и дают по два типа гамет: мать – ( $G^{\ominus}A$  и  $G^{\ominus}B$ ); отец – ( $G^{\ominus}B$  и  $G^{\ominus}D$ ).

4. В  $F_B$  получаем четыре варианта групп рыб:  $AB$  – 2-я группа крови,  $AD$  – 4-я группа крови,  $BB$  – 5-я группа крови и  $BD$  – 7-я группа крови. Всего по 200 рыб ( $800 : 4 = 200$  шт.).

**Задача 18.** При скрещивании самки карпа, имеющей линейный тип чешуйного покрова ( $SsNn$ ), с самцом, не имеющим чешуйного покрова (голым карпом,  $ssNn$ ), получили 3 600 живых мальков. Составить схему скрещивания. Установить генотипы полученных потомков. Будут ли погибшие эмбрионы при данной схеме скрещивания?

**Решение:**

1. Составим схему предложенного скрещивания:  $P : \text{♀} SsNn \times \text{♂} ssNn$ .

2. Материнская форма дигетерозиготна по чешуйному покрову и дает по четыре типа гамет:  $G^{\ominus}SN$ ,  $G^{\ominus}Sn$ ,  $G^{\ominus}sN$ ,  $G^{\ominus}sn$ . Отцовская форма гетерозиготна по второй паре генов и дает два типа гамет:  $G^{\ominus}sN$  и  $G^{\ominus}sn$ .

3. В  $F_B$  получаем восемь вариантов групп рыб по чешуйному покрову.

Для их изучения составим решетку Пеннета (табл. 7).

Таблица 7. Решетка Пеннета по чешуйному покрову

Гаметы $G$	$sN$	$sn$
$SN$	$SsNN$ -гибель	$SsNn$ -линейные
$Sn$	$SsNn$ -линейные	$Ssnn$ -чешуйный
$sN$	$ssNN$ -гибель	$ssNn$ -голый
$sn$	$ssNn$ -голый	$ssnn$ -разбросанный

4. Из полученных восьми вариантов две группы не выжили из-за накопления и плейотропного влияния доминантного гена  $N$ .

5. Рассчитываем количество выживших шести групп рыб:  $3\ 600 : 6 = 600$  шт.

6. Из полученных расчетов, по теории вероятности, отход в двух группах составит 1 200 икринок ( $600 \cdot 2 = 1\ 200$  шт.).

7. Всего на инкубацию было заложено  $1\ 200 + 3\ 600 = 4\ 800$  шт. икринок.

**Задача 19.** Охарактеризовать показатели репродуктивных признаков самок карпа, если средняя масса тела равна 3,7 кг, масса икры – 580 г, число икринок в 1 г составляет 1 000 шт. Определить абсолют-

ную, относительную плодовитость и коэффициент зрелости самок карпа.

**Решение:**

1. Переведем все показатели массы в граммы: 3,7 кг = 3 700 г.

2. Определим абсолютную плодовитость (АП) по формуле (12):

$$\text{АП} = M_r \cdot i = 580 \cdot 1\,000 = 580\,000,$$

где  $M_r$  – масса гонад, масса всей выметанной икры;

$i$  – число икринок в 1 г.

3. Вычислим относительную плодовитость (ОП) по формуле (13):

$$\text{ОП} = \frac{M_r - i}{M_r} = \frac{\text{АП}}{M_r} = \frac{580\,000}{3\,700} = 156,8 \text{ раза.}$$

4. Рассчитаем коэффициент зрелости:

$$K_3 = \frac{M_r}{M_r} \cdot 100 \% = \frac{580}{3\,700} \cdot 100 \% = 15,7 \%. \quad (24)$$

#### 4. ЗАДАЧИ

1. При скрещивании чешуйчатых карпов между собой у мальков расщепления по чешуйному покрову не произошло. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схемы скрещиваний, которые являлись бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

2. При скрещивании самки карпа, имеющей чешуйчатый тип покрова, с самцом, у которого разбросанный тип чешуи, у мальков расщепления по чешуйному покрову не произошло. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

3. При скрещивании чешуйчатых карпов между собой у мальков расщепление по чешуйному покрову произошло в следующем отношении: 3 части чешуйчатых и 1 часть разбросанных. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

4. При скрещивании между собой карпов, имеющих линейный тип чешуйного покрова, у мальков расщепление по чешуйному покрову произошло в следующем соотношении: 25 % чешуйчатых, 50 % линейных, 8,3 % разбросанных, 16,7 % голых. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

5. При скрещивании самки карпа, имеющей чешуйчатый тип покрова, с самцом, имеющим линейный тип чешуи, у мальков расщепле-

ние по чешуйному покрову произошло в следующем соотношении: 1 часть чешуйчатых и 1 часть линейных. Определите возможные генотипы родителей. Составьте все возможные схемы скрещивания, которые являлись бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

6. При скрещивании самки карпа, имеющей линейный тип чешуйного покрова, с самцом, не имеющим чешуйного покрова, у мальков расщепление по чешуйному покрову произошло в следующем соотношении: 16,7 % чешуйчатых и 16,7 % разбросанных, 33,3 % линейных, 33,3 % голых. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

7. При скрещивании самки карпа, имеющей линейный тип чешуйного покрова, с самцом, не имеющим чешуйного покрова, у мальков расщепление по чешуйному покрову произошло в следующем соотношении: 33,3 % чешуйчатых и 66,7 % линейных. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

8. При скрещивании самки карпа, имеющей чешуйчатый тип покрова, с самцом, не имеющим чешуи, у мальков расщепление по чешуйному покрову произошло в следующем соотношении: 1 часть чешуйчатых, 1 часть линейных, 1 часть голых и 1 часть разбросанных. Определите возможные генотипы родителей. Составьте схему скрещивания, которая являлась бы доказательством определенных вами генотипов родителей.

9. У карпа признак «светлая окраска» контролируется доминантным геном  $L$ , обладающим летальным эффектом в гомозиготном состоянии, ген  $l$  – отсутствие светлой окраски (темно-серая). При скрещивании карпов со светлой окраской между собой получено 750 мальков. Запишите генотипы мальков. Какова структура мальков по фенотипу?

10. У карпа появление серой окраски связано с геном  $g_r$ , отсутствие серой окраски – с геном  $G_r$ . Провели два скрещивания обычного карпа с карпом, имеющим серую окраску. В первом случае получено 2 800 мальков, у которых расщепления по окраске не произошло. Во втором случае получено 2 400 мальков, у которых наблюдалось расщепление по окраске. Составьте схемы скрещиваний. Запишите генотипы и фенотипы мальков в количественном выражении в первом и втором случаях.

11. У карпа оранжевая окраска контролируется двумя рецессивными аллелями генов –  $b_1$  и  $b_2$ . Обычная окраска появляется, когда в генотипе присутствует хотя бы один доминантный аллель гена  $B_1$  или гена  $B_2$ . Провели скрещивание обычного карпа, гетерозиготного по обоим генам, с оранжевым. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы и фенотипы мальков, если в результате такого скрещивания их получено 4 800 шт.

12. У карпа появление золотистой окраски связано с геном  $g$ , отсутствие золотистой окраски – с геном  $G$ . Провели два скрещивания обычного карпа с карпом, имеющим золотистую окраску. В первом случае получено 2 500 мальков, у которых расщепления по окраске не произошло. Во втором случае получено 2 400 мальков, у которых наблюдалось расщепление по окраске. Составьте схемы скрещиваний. Запишите генотипы и фенотипы мальков в количественном выражении в первом и втором случаях.

13. У карпа обычная окраска, контролируемая геном  $R$ , преобладает над голубой, которая контролируется геном  $r$ , а наличие светло-желтого орнамента на голове, контролируемое геном  $D$ , преобладает над отсутствием этого орнамента (ген  $d$ ). Провели скрещивание карпов, гетерозиготных по обоим генам, между собой. Какое расщепление по генотипу и фенотипу будет наблюдаться у мальков, если количество полученного потомства составило 4 800 шт.?

14. У форели ген золотистой окраски  $G$  неполно доминирует над геном темно-серой окраски  $g$ , вызывая появление окраски «паломино». При скрещивании форели, имеющей окраску «паломино», с форелью темно-серой окраски получено 3 700 мальков. Какое расщепление по генотипу и фенотипу будет наблюдаться у потомства?

15. У канального сомика имеется альбиностический ген  $a$ . При скрещивании самца и самки, имеющих нормальную окраску, в потомстве появились альбиносы. Какое расщепление по генотипу и фенотипу будет наблюдаться у мальков, если их получено 3 200 шт.? Запишите схему скрещивания.

16. В результате эволюции кариотип сельди изменился с 48 до 52 (фундаментальное число при этом остается неизменным ( $NF$ )). Как называются абберации, в результате которых произошло увеличение числа хромосом? Опишите процесс увеличения хромосомного комплекса. Какое количество хромосом участвовало в мутагенезе? Приведите расчеты.

17. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную

карту кариотипа, если известно, что  $2n = 10$ ,  $NF = 17$ ; 3 метацентрические и 3 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

18. У одной из разновидностей морской рыбы двухаллельная доминантная система групп крови. Аллель  $R_1 > R_2$ . При скрещивании самки и самца с группой  $R_1$  и  $R_2$  получили в  $F_1$  500 мальков. При разведении потомков первого поколения в себе в  $F_2$  получили 1 600 мальков. Определите фенотипы и генотипы по группам крови у гибридов первого и второго поколения. Подтвердите схемой скрещивания.

19. У радужной форели двухаллельная кодоминантная система определения групп крови. Аллели  $v_1$  и  $v_2$ . Произвели скрещивание самки с группой крови  $v_1$  с самцом, имеющим группу крови  $v_2$ . Полученных потомков скрестили между собой. В результате разведения в себе во втором поколении получено 400 мальков. Определите фенотип и генотип родителей и потомков по группам крови. Сколько групп крови в данной системе может быть у этих рыб?

20. У сельди трехаллельная доминантная система групп крови ( $IA > IB > i$ ). Скрестили самку с генотипом группы крови  $Ia_i$  с самцом, генотип которого  $ii$ . Какое расщепление по генотипу и фенотипу групп крови можно ожидать у потомства? Запишите все возможные генотипы этих групп крови. Рассчитайте структуру распределения особей потомства по фенотипу групп крови.

21. У ручьевой форели трехаллельная кодоминантная система групп крови. Аллели  $IA$ ,  $IB$  и нулевой аллель  $i$ . Произвели скрещивание самки, имеющей группу крови  $AB$ , с самцом, у которого  $O$  группа крови. Запишите генотипы возможных групп крови у мальков. Рассчитайте структуру распределения мальков по фенотипу групп крови.

22. У сардины четырехаллельная кодоминантная система групп крови. Аллели:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ . Скрестили самку с группой крови  $C$  и самца с группой крови  $AD$ . Запишите все возможные генотипы и фенотипы потомства. Рассчитайте структуру потомков по фенотипу.

23. В результате эволюции кариотип русского осетра изменился с 250 до 258 (фундаментальное число при этом остается неизменным ( $NF$ )). Как называются абберации, в результате которых произошло увеличение числа хромосом? Опишите процесс увеличения хромосомного комплекса. Какое количество хромосом участвовало в мутагенезе? Приведите расчеты.

24. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 16$ ,  $NF = 28$ ; 7 метацентрических и 3 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

25. У одной из разновидностей морской рыбы двухаллельная доминантная система групп крови. Аллели  $L > l$ . При скрещивании самки с генотипом  $L_1$  с самцом, у которого группа крови  $l$ , получили потомство в количестве 600 шт. Установите генотипы и фенотипы по группам крови мальков. Запишите схемы скрещивания.

26. У анчоуса двухаллельная кодоминантная система определения групп крови. Аллели  $f_1$  и  $f_2$ . Произвели скрещивание самки с группой крови  $f_2$  с самцом, имеющим группу крови  $f_1$ . Полученных потомков скрестили между собой. В результате разведения в себе во втором поколении получено 1 200 мальков. Определите фенотип и генотип родителей и потомков по группам крови. Сколько групп крови в данной системе может быть у этих рыб?

27. У сельди трехаллельная доминантная система групп крови ( $IA > IB > i$ ). Скрестили самку с генотипом группы крови  $IBi$  с самцом, генотип которого  $ii$ . Какое расщепление по генотипу и фенотипу групп крови можно ожидать у потомства? Запишите все возможные генотипы этих групп крови в данной системе. Рассчитайте структуру распределения особей потомства по фенотипу групп крови.

28. У ручьевой форели трехаллельная кодоминантная система групп крови. Аллели  $IA$ ,  $IB$  и нулевой аллель  $i$ . При скрещивании самца и самки получили потомство, различающееся по группам крови: 50 % –  $A$ , 25 % –  $AB$ , 25 % –  $B$ . Определите фенотип и генотип самки и самца. Запишите генотипы потомства.

29. В результате эволюции кариотип амурского сазана изменился со 100 до 104 (фундаментальное число при этом остается неизменным ( $NF$ )). Как называются абберации, в результате которых произошло увеличение числа хромосом? Опишите процесс увеличения хромосомного комплекса. Какое количество хромосом участвовало в мутагенезе? Приведите расчеты.

30. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 8$ ,  $NF = 14$ ; 1 метацентрическая и 2 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

31. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 12$ ,  $NF = 22$ ; 2 метацентрические и 4 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

32. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 14$ ,  $NF = 24$ ; 5 метацентрических и 4 субметацентрические хромосомы в данном кариотипе.

33. Охарактеризуйте показатели гибридных самок в возрасте 4 года

и более, полученных в результате скрещивания пестрого и белого толстолобиков (табл. 8).

Таблица 8. Показатели плодовитости гибридных самок

Номер самки	Масса		Число икринок в 1 г ( <i>i</i> )	К <sub>з</sub>	Плодовитость	
	самок, кг (M <sub>г</sub> )	икры, г (M <sub>г</sub> )			абсолютная (АП)	относительная (ОП)
3	5,2	700	1 100			
12	4,4	500	900			
6	4,6	550	850			
9	6,3	600	950			

34. Рассчитайте откорректированные значения конечной средней массы (табл. 9), конечного, относительного и абсолютного приростов, используя коэффициент регрессии (поправочного коэффициента), у трехлетков пестрого толстолобика в опытных группах.

Таблица 9. Расчет откорректированных значений

Средняя масса, г		Номер	Ранжировка масса, г		Прирост, г	Статистические характеристики		Поправка	Откорректированные значения			
M <sub>0</sub>	M <sub>к</sub>		x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>		Π	x y		x <sup>2</sup>	R <sub>xy</sub> ' (x <sub>i</sub> - x)	M <sub>к</sub>	Π
830	1785	1										
824	1720	2										
817	1710	3										
828	1632	4										
826	1812	5										
			Σ	Σ		Σ	Σ	Σ = 0				

35. В результате эволюции кариотип сомообразных изменился с 46 до 92 (фундаментальное число при этом остается неизменным (*NF*)). Как называются абберации, в результате которых произошло увеличение числа хромосом? Опишите процесс увеличения хромосомного комплекса. Какое количество хромосом участвовало в мутагенезе? Приведите расчеты.

36. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 6$ ,  $NF = 12$ ; 2 метацентрические и 1 субметацентрическая хромосомы в данном кариотипе.

37. У анчоуса двухаллельная кодоминантная система определения групп крови. Аллели  $f_1$  и  $f_2$ . Произвели скрещивание самки с группой крови  $f_2$  с самцом, имеющим группу крови  $f_1$ . Полученных потомков скрестили между собой. В результате разведения в себе во втором поколении получено 4 000 мальков. Определите фенотип и генотип родителей и потомков по группам крови. Сколько групп крови в данной системе может быть у этих рыб?

38. Используя схематическое обозначение, составьте хромосомную карту кариотипа, если известно, что  $2n = 16$ ,  $NF = 28$ ; 4 метацентрические и 5 субметацентрических хромосом в данном кариотипе.

39. Для закрепления признаков устойчивости к краснухе у карпа провели близкородственное скрещивание. Использовали 12 пар производителей. Соотношение самцов и самок 1:1. Определите коэффициент нарастания гомозиготности как за одно ( $F_x$ ), так и за четыре поколения ( $F_t$ ) родственного скрещивания.

40. При создании сарбоянского карпа использовали помеси, полученные от скрещивания разбросанных белорусских карпов и амурских сазанов. Самки первого поколения ( $F_1$ ) были повторно скрещены с самцами белорусского карпа, самцы  $F_1$  – с самками ропшинского карпа. Таким образом, были заложены два отводка: северный тип и омский тип карпа. В результате скрещивания двух этих типов получили третий степной тип, который в дальнейшем разводили в себе до получения сарбоянского карпа. Составьте схему скрещивания и рассчитайте долю кровности по исходным породам, участвующим в скрещивании.

41. Для получения товарной рыбы провели простое промышленное скрещивание пород  $У$  и  $Б$ . Определите, имеет ли смысл в дальнейшем проводить скрещивание этих пород для получения товарной рыбы, если при проведении контрольного выращивания оказалось, что средняя живая масса рыбы породы  $У$  равна 440 г, породы  $Б$  – 465 г, у гибридов  $F_1$  ( $УБ$ ) средняя живая масса за данный откормочный период составила 575 г. Рассчитайте истинный и гипотетический гетерозис. Дайте обоснование полученным результатам.

42. При разведении карпа был допущен целенаправленный инбридинг. Цель инбридинга – закрепление признака устойчивости к жаберному заболеванию. Для близкородственного скрещивания использовали 10 пар производителей. Соотношение самцов и самок 1:1. Определите коэффициент нарастания гомозиготности как за одно ( $F_x$ ), так и за три поколения ( $F_t$ ) родственного скрещивания.

43. При создании нового типа карпа, устойчивого к краснухе и обладающего повышенной зимостойкостью, использовали трехпородное

скрещивание, состоящее из нескольких этапов: 1-й этап – скрещивали местный материал (М) с зимостойкой породой (З); 2-й этап – гибридов  $F_1$  скрещивали с породой, обладающей повышенной устойчивостью к краснухе (К); 3-й этап – полученных помесей трижды возвратно скрещивали с местной породой, адаптированной к условиям окружающей среды. Составьте схему скрещивания и рассчитайте долю кровности по исходным породам, участвующим в данном скрещивании.

44. Для получения товарной рыбы провели гибридное скрещивание карпа с амурским сазаном. Определите, имеет ли смысл в дальнейшем проводить скрещивание этих видов рыб, если были получены следующие результаты: средняя живая масса сеголетков карпа равна 60 г, амурского сазана – 55 г, гибридов  $F_1$  – 100 г. Стандартные показатели по районированному карпу и амурскому сазану составили 55 г. Рассчитайте истинный, гипотетический и конкурсный гетерозис. Дайте обоснование полученным результатам.

45. При разведении форели был допущен целенаправленный инбридинг. Цель инбридинга – повышение оплаты корма. Для скрещивания использовали 20 пар производителей. Соотношение самцов и самок 1:1. Определите коэффициент нарастания гомозиготности как за одно ( $F_x$ ), так и за два поколения ( $F_i$ ) родственного скрещивания.

46. При создании среднерусской породы карпа был применен принцип синтетической теории селекции. Отобрали четыре группы карпа различного происхождения: украинская (У), нивская (Н), курская (К) и загорская (З). Первые две породные группы отличались высоким темпом роста и красивым «карповым» экстерьером. Курский карп использовался в целях повышения жизнеспособности исходного материала, а загорский карп был взят за основу как аборигенный, хорошо адаптированный вид. На первом этапе проводили следующие скрещивания: К–Н, К–У, Н–У. На втором этапе полученных гибридов скрестили с загорским карпом. На третьем этапе гибридов КНЗ скрестили на КУЗ и НУЗ. Полученные отводки скрестили между собой. Составьте схему скрещивания и рассчитайте долю кровности по исходным породам, участвующим в данном скрещивании.

47. Для получения товарной рыбы провели простое промышленное скрещивание пород А и В. Определите, имеет ли смысл в дальнейшем проводить скрещивание этих пород, если средняя масса рыбы породы А составляет 2 000 г, В – 2 500, а масса  $F_1$  равна 2 700 г. Рассчитайте истинный и гипотетический гетерозис.

48. При разведении форели был допущен целенаправленный инбридинг. Цель инбридинга – повышение оплаты корма. Для скрещива-

ния использовали 20 пар производителей. Соотношение самцов и самок 1:1. Определите коэффициент нарастания гомозиготности как за одно ( $F_1$ ), так и за два поколения ( $F_2$ ) родственного скрещивания.

49. При создании нивчанского внутривидового типа украинского карпа применили вводное скрещивание самок украинской породы с самцами ропшинской породы (улучшатель) до получения потомства третьего поколения. Потомство  $F_3$  скрестили между собой, а полученных потомков возвратно скрестили с украинскими карпами. Составьте схему скрещивания и рассчитайте долю кровности по исходным породам, участвующим в данном скрещивании.

50. Для получения товарной рыбы провели переменное возвратное скрещивание пород  $A$  и  $B$  двумя способами: при 1-м способе порода  $A$  является улучшаемой, а порода  $B$  – улучшающей; при 2-м способе наоборот. Определите более экономически выгодный метод при условии, что масса шестилетков породы  $A$  составляет 3 500 г,  $B$  – 3 600 г, у помесей  $AB$  – 4 000 г,  $ABA$  – 4 500 г,  $ABB$  – 5 000 г.

51. Рассчитайте промеры телосложения у производителей карпа (табл. 10). Вычислите среднее значение по каждому промеру и индексу телосложения ( $\bar{X}$ ;  $\lim$ ;  $R$ ). Сделайте заключение о степени развития телосложения у самцов на основании полученных расчетов.

Таблица 10. Параметры телосложения

№ п.п.	Масса тела, P		Промеры					Индексы						
	кг	г	Длина тела, $l$		Длина головы $C$ , см	Высота тела $H$ , см	Ширина тела $B$ , см	Обхват тела $O$ , см	$K_y$ , %	$Cl$ , %	$OI$	$HI$ , %	$BI$ , %	$IH$
			см	$l^3$										
1	3,6		48		10,8	14,8	6,4	40,8						
2	3,2		43		10,6	14,2	6,9	41,5						
3	5,0		54		11,8	19,8	10,8	48,3						
4	2,6		46		10,2	13,7	6,7	32,8						
5	2,8		40		10,6	14,2	6,3	33,6						

52. У речной камбалы гетерогаметный пол у самки. Используя методы генетической инверсии пола самки или самца, докажите это. Запишите все возможные схемы скрещивания.

53. У радужной форели отмечена мужская гетерогаметность. При скрещивании самки радужной форели с инвертированным самцом получено 1 500 мальков. Какое расщепление по полу генотипически и фенотипически будет наблюдаться у мальков?

54. У пецилии отмечены случаи мужской и женской гетерогаметности. При скрещивании самки и инвертированного самца у потомства обнаружено следующее расщепление по полу: 3 части – самки и 1 часть – самцы. Какой в данном случае пол у пецилии гетерогаметный? Запишите схему скрещивания, генотипы родителей. Какова структура распределения мальков по генотипу и фенотипическому проявлению?

55. У серебряного карася гетерогаметный пол у самца. Используя методы генетической инверсии пола самки или самца, докажите это. Запишите все возможные схемы скрещивания.

56. При скрещивании инвертированной самки и обыкновенного самца радужной форели получено 1 600 мальков. Фенотипически расщепление по полу произошло следующим образом: 1 часть самок и 3 части самцы. Какой пол у радужной форели гетерогаметный? Запишите генотипы полученных мальков.

57. У тилипии отмечены случаи мужской и женской гетерогаметности. При скрещивании самки и инвертированного самца у потомства не обнаружено расщепления по полу. Какой в данном случае пол у тилипии гетерогаметный? Запишите схему скрещивания, генотипы родителей. Какие генотипы и фенотипы по полу возможны у мальков, полученных от такого скрещивания?

58. Рассчитайте число поколений селекции, необходимое для увеличения средней массы двухлетков карпа на 105 г при условии, что коэффициент изменчивости  $C_v$  равен 15 %, коэффициент наследуемости признака по массе тела равен 0,32, а селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 10 % от числа выращенных двухлетков (табл. 11). Средняя масса рыб до отбора находится на уровне 300 г. Необходимо при расчетах учитывать тот факт, что наследуемость в каждом поколении снижается на 8 %.

Таблица 11. Вычисление числа поколений селекции

Показатель	Поколение				
	1	2	3	4	5
$h_2$					
$\sigma$					
$i$					
$R_i$					
$R\Sigma$ – суммарный селекционный эффект					
Масса рыбы, г					

59. Охарактеризуйте показатели гибридных самок (табл. 12), полученных в результате скрещивания пестрого и белого толстолобиков.

Таблица 12. Показатели плодовитости гибридных самок

Номер самки	Масса		Число икринок в 1 г ( <i>i</i> )	K <sub>з</sub>	Плодовитость	
	самок, кг (M <sub>с</sub> )	икры, г (M <sub>г</sub> )			абсолютная (АП)	относительная (ОП)
3	6,3	800	1 080			
12	6,4	700	1 050			
6	6,6	750	1 000			
9	7,1	750	1 150			

60. Рассчитайте индекс относительной длины головы и коэффициент упитанности у производителей карпа, если известно, что живая масса находится на уровне 4,75 кг. Длина головы и тела – соответственно на уровне 13,2 и 58 см. Обоснуйте полученные результаты, если по стандарту породы отселекционированный по скорости роста карп имеет  $K_y = 3,2 \%$ .

61. Из 5 500 двухлетков карпа со средней длиной тела 30 см отобрали для воспроизводства 900 рыб. Коэффициент изменчивости  $C_v$  по изучаемому признаку составил 12 %. Рассчитайте эффект селекции за 1 год селекции, за одно и за пять поколений массового отбора.

62. Рассчитайте индекс относительной ширины тела и коэффициент упитанности у производителей карпа, если известно, что живая масса находится на уровне 3,95 кг. Наибольшая ширина тела и длина тела – соответственно на уровне 6,3 и 51 см. Обоснуйте полученные результаты, если по стандарту породы отселекционированный по скорости роста карп имеет  $K_y = 3,2 \%$ .

63. Рассчитайте интенсивность отбора и эффект селекции за одно и пять поколений селекции и 1 год, если известно, что средняя масса двухлетков карпа составляет 450 г. Средняя масса карпов, отобранных на племя, равна 750 г. Среднее квадратическое отклонение составляет 65 г.

64. Рассчитайте индекс относительной высоты тела и коэффициент упитанности у производителей карпа, если известно, что живая масса находится на уровне 2,9 кг. Наибольшая высота тела и длина тела – соответственно на уровне 13,8 и 45 см. Обоснуйте полученные результаты, если по стандарту породы отселекционированный по скорости роста карп имеет  $K_y = 3,2 \%$ .

65. Из 5 600 двухлетков карпа со средней длиной тела 32 см ото-

брали для воспроизводства 950 рыб. Коэффициент изменчивости  $C_v$  по изучаемому признаку составил 17 %. Рассчитайте эффект селекции за 1 год селекции, за одно и четыре поколения массового отбора.

66. Рассчитайте индекс относительного обхвата тела и коэффициент упитанности у производителей карпа, если известно, что живая масса находится на уровне 5,2 кг. Обхват и длина тела – соответственно на уровне 48,3 и 55 см. Обоснуйте полученные результаты, если по стандарту породы отселекционированный по скорости роста карп имеет  $K_y = 3,2 \%$ .

67. Рассчитайте интенсивность отбора и эффект селекции за одно и шесть поколений селекции и 1 год, если известно, что средняя масса двухлетков карпа составляет 555 г. Средняя масса карпов, отобранных на племя, равна 800 г. Среднее квадратическое отклонение составляет 70 г.

## 5. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Два варианта закрытых тестов с пятью вариантами ответов

### Вариант 1

1. Селекция – это:

- а) наука о создании новых пород;
- б) наука об изучении генотипа;
- в) наука об изучении питательности кормов;
- г) наука о болезнях рыб;
- д) нет правильных ответов.

2. Изменчивость может быть:

- а) генотипической;
- б) модификационной;
- в) средней;
- г) варианты а и б;
- д) нет правильных ответов.

3. К основным типам хромосом, встречающимся в кариотипе рыб, относятся:

- а) большие и малые;
- б) телоцентрические, субметацентрические, акроцентрические и телоцентрические;
- в) спутниковые и модифицированные;
- г) кольцевые;
- д) нет правильных ответов.

4. *Число, размер и форма хромосом – это:*
- а) фенотип;
  - б) генотип;
  - в) кариотип;
  - г) варианты а и б;
  - д) нет правильных ответов.
5. *Оплодотворенная яйцеклетка – это:*
- а) сперматозоид;
  - б) зигота;
  - в) яйцеклетка;
  - г) гония;
  - д) нет правильных ответов.
6. *Гонии – это:*
- а) зрелые половые клетки;
  - б) незрелые половые клетки;
  - в) гаметы;
  - г) клетки мышечной ткани;
  - д) клетки нервной ткани.
7. *Число хромосом в зрелой половой клетке находится на уровне:*
- а)  $2n$ ;
  - б)  $3n$ ;
  - в)  $n$ ;
  - г)  $4n$ ;
  - д) 100.
8. *Сколько сперматозоидов образуется из 400 сперматоцитов первого порядка сазана?*
- а) 400;
  - б) 800;
  - в) 1 200;
  - г) 1 400;
  - д) 1 600.
9. *Процесс созревания половых клеток (гамет) – это:*
- а) гаметогенез;
  - б) онтогенез;
  - в) филогенез;
  - г) варианты б и в;
  - д) нет правильных ответов.
10. *Процесс индивидуального развития организма – это:*
- а) гаметогенез;

- б) онтогенез;
- в) филогенез;
- г) сперматогенез;
- д) нет правильных ответов.

*11. Развитие зародыша, происходящее под контролем только материнской наследственности, – это:*

- а) гиногенез;
- б) андрогенез;
- в) сперматогенез;
- г) оогенез;
- д) нет правильных ответов.

*12. При выведении однополых женских потомков возможен:*

- а) гиногенез;
- б) андрогенез;
- в) сперматогенез;
- г) оогенез;
- д) нет правильных ответов.

*13. Способ определения пола у живых существ:*

- а) прогамный;
- б) сингамный;
- в) эпигамный;
- г) все ответы верны;
- д) нет правильных ответов.

*14. Сингамный способ определения пола – это:*

- а) развитие пола до оплодотворения яйцеклетки;
- б) развитие пола в момент оплодотворения яйцеклетки;
- в) развитие пола после оплодотворения яйцеклетки;
- г) при выклеве из икринок личинки;
- д) нет правильных ответов.

*15. К какому типу могут относиться рыбы хромосомной детерминации пола?*

- а) гонохористам;
- б) гермафродитам;
- в) варианты а и б;
- г) монополистам;
- д) нет правильных ответов.

*16. Стерильный организм – это:*

- а) организм с нормальной фертильностью;
- б) организм, способный продуцировать как женские, так и мужские половые клетки;

в) организм, не способный продуцировать половые клетки;

г) варианты а и б;

д) нет правильных ответов.

*17. При анатомической дифференцировке пола у рыб определяют:*

а) вторичные половые признаки;

б) тип гамет (мужские или женские половые клетки) в начале гаме-тогенеза;

в) способ прикрепления гонад к перитонеальному эпителию при помощи мезоварий;

г) первичные половые признаки;

д) нет правильных ответов.

*18. Прикрепление гонады к перитонеальному эпителию двумя мезовариями, в результате чего образуется овариальная полость, характерно:*

а) для самки;

б) самца;

в) гермафродита;

г) варианты б и в;

д) нет правильных ответов.

*19. Кто получится, если мальков женского пола кормить комби-кормом с добавлением мужских гормонов (тестостеронов)?*

а) самец-инверсант;

б) самка-инверсант;

в) гермафродит;

г) малек погибнет;

д) нет правильных ответов.

*20. Какие половые хромосомы содержит самка-инверсант при дрозофильном типе детерминации пола у рыб?*

а) XX;

б) XXX;

в) XYY;

г) XY;

д) YYY.

*21. Реакция агглютинации – это:*

а) разжижение крови;

б) обезвоживание организма;

в) склеивание эритроцитов крови;

г) варианты а и б;

д) нет правильных ответов.

22. Сколько групп относится к трехаллельной кодоминантной системе?

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 10;
- д) нет правильных ответов.

23. Генетическая система групп крови – это:

- а) совокупность групп крови, которые обусловлены антигенами, контролируемые аллелями одного локуса;
- б) группы крови, объединенные эритроцитарными антигенами;
- в) различные группы крови;
- г) варианты а и б;
- д) нет правильных ответов.

24. Антигены образуются:

- а) на эритроцитах;
- б) гемоглобине;
- в) лейкоцитах;
- г) плазме;
- д) нет правильных ответов.

25. Способны ли антигены изменяться?

- а) изменяются в течение жизни;
- б) не изменяются в течение жизни;
- в) изменяются в эмбриональный период;
- г) изменяются в постэмбриональный период;
- д) нет правильных ответов.

26. При какой комбинации антигенов и антител может произойти реакция агглютинации?

- а)  $A+\alpha$ ;
- б)  $A+\beta$ ;
- в)  $B+\alpha$ ;
- г)  $B+\beta$ ;
- д) варианты а и г.

27. Какие различия обуславливают изменчивость по эритроцитарным антигенам?

- а) между особями по иммунологическим признакам;
- б) между особями по группам крови;
- в) между особями по окрасам тела;
- г) между особями по типу телосложения;

д) варианты а и б.

28. Какие генотипы получатся при скрещивании рыб с группой крови  $ii$  и  $BB$ ?

а)  $ii$  и  $AB$ ;

б)  $Ai$  и  $Bi$ ;

в)  $AA$  и  $BB$ ;

г)  $AB$ ,  $AA$  и  $BB$ ;

д)  $Bi$ .

29. Белки крови у рыб необходимо изучать, так как они генетически связаны:

а) с уровнем продуктивности;

б) плодовитостью;

в) жизнестойкостью;

г) болезнью рыб;

д) все ответы верны.

30. Полиморфные системы – это:

а) наследственно обусловленные фракции;

б) масса тела рыб;

в) длина тела рыб;

г) варианты б и в;

д) нет правильных ответов.

31. Какие признаки у рыб являются качественными?

а) признаки, которые невозможно измерить, так как нет приборов и единиц измерения;

б) ценные признаки;

в) признаки, которые можно измерить с помощью измерительных приборов и для которых существуют единицы измерения;

г) варианты б и в;

д) нет правильных ответов.

32. Признак окраски тела у рыб:

а) количественный;

б) качественный;

в) альтернативный;

г) варианты б и в;

д) нет правильных ответов.

33. Число икринок в  $1\text{ г}$  – это признак:

а) количественный;

б) качественный;

в) альтернативный;

- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

34. К какому признаку относится коэффициент упитанности рыб?

- а) количественному;
- б) качественному;
- в) альтернативному;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

35. В чем измеряется коэффициент изменчивости ( $C_v$ )?

- а) кг;
- б) %;
- в) абсолютных величинах;
- г) относительных величинах;
- д) нет правильных ответов.

36. При каком значении коэффициента изменчивости ( $C_v$ ) изменчивость считается низкой?

- а) меньше 8 %;
- б) 8–15 %;
- в) 15–35 %;
- г) 35–100 %;
- д) больше 100 %.

37. В каких единицах измеряется показатель среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ )?

- а) относительных;
- б) абсолютных;
- в) дробных;
- г) %;
- д) именованных.

38. Какие типы чешуйного покрова выделяют у карпа?

- а) чешуйчатый, линейный, рябой и голый;
- б) чешуйчатый, линейный, разбросанный и голый;
- в) чешуйчатый, нечешуйный, линейный, разбросанный и голый;
- г) красивый, полезный, вредный, некрасивый;
- д) нет правильных ответов.

39. Каким генотипом определяется у карпа голый тип покрова?

- а)  $SSnn$ ,  $Ssnn$ ;
- б)  $ssnn$ ;
- в)  $SSNn$ ,  $SsNn$ ;
- г)  $ssNn$ ;

д) *AABB*.

40. С каким типом покрова получаютя мальки при скрещивании генотипов карпа *SSnn* и *ssnn*?

- а) чешуйчатым;
- б) голым;
- в) линейным;
- г) разбросанным;
- д) варианты б и в.

41. Какие периоды относятся к основным этапам онтогенеза у рыб?

- а) эмбриональный и постэмбриональный;
- б) доэмбриональный и мальковый;
- в) эмбриональный и личиночный;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

42. Как подразделяется эмбриональный период у рыб?

- а) один период – внутриутробного развития;
- б) два подпериода: икринки и свободного эмбриона;
- в) три подпериода: икринки, предличинки и личинки;
- г) четыре периода;
- д) нет правильного ответа.

43. Как растут рыбы в постэмбриональный период?

- а) равномерно, в течение всей жизни;
- б) интенсивно, до периода полового созревания;
- в) интенсивно, после периода полового созревания;
- г) в течение всей жизни, более интенсивно до периода полового созревания;
- д) нет правильного ответа.

44. В большей степени успех селекционной работы зависит:

- а) от наследственной и генотипической изменчивости;
- б) ненаследственной и модификационной изменчивости;
- в) случайных факторов;
- г) вида рыб;
- д) нет правильного ответа.

45. Отбор – это:

- а) сортировка рыб;
- б) влияние комплекса факторов;
- в) влияние изменчивости;
- г) влияние наследственности;

д) все ответы верны.

46. Какой отбор относится к искусственному?

- а) методический;
- б) стабилизирующий;
- в) косвенный;
- г) технологический;
- д) все ответы верны.

47. Какие генотипы выбирают и оставляют для воспроизводства при отборе по доминантному гену?

- а) AA;
- б) Aa;
- в) aa;
- г) варианты а и в;
- д) нет правильных ответов.

48. Одно поколение селекции у карпа – это:

- а) 1 год;
- б) 2 года;
- в) 3 года;
- г) 4 года;
- д) 5 лет.

49. Как называется отбор, если организм выживает и приспосабливается к условиям окружающей среды благодаря своим индивидуальным способностям?

- а) искусственный;
- б) естественный;
- в) технологический;
- г) нет правильных ответов;
- д) варианты а и в.

50. В каких направлениях работают селекционеры для повышения продуктивности рыб?

- а) ускорение темпов роста;
- б) повышение кормового коэффициента;
- в) повышение устойчивости рыб к неблагоприятным факторам окружающей среды;
- г) повышение устойчивости рыб к заболеваниям;
- д) все ответы верны.

51. При работе с неодомашенными пресноводными видами рыб селекция ведется:

- а) на сохранение сложной естественной популяционной структуры каждого вида;

- б) сохранение высокой гетерозиготности каждой популяции рыб;
- в) ускорение роста и повышение устойчивости икры;
- г) повышение устойчивости личинок и молоди;
- д) все ответы верны.

52. К каким свойствам относятся: огромная плодовитость, наружное оплодотворение, высокая племенная ценность производителей, сравнительно низкие затраты на выращивание производителей?

- а) свойства, позволяющие эффективно вести селекцию на рыбах;
- б) свойства, затрудняющие селекционную работу на рыбах;
- в) свойства, не мешающие вести селекцию на рыбах;
- г) свойства, позволяющие лечить рыбу;
- д) нет правильных ответов.

53. Важнейшими направлениями селекции с форелью являются:

- а) повышение эффективности использования корма;
- б) повышение общей жизнеспособности;
- в) повышение плодовитости;
- г) улучшение адаптивной способности;
- д) все ответы верны.

54. Важнейшими направлениями селекции с растительноядными рыбами являются:

- а) приспособленность к факторам доместикиации;
- б) приспособленность к заводскому воспроизводству;
- в) ускорение полового созревания;
- г) изменение сроков нереста;
- д) все ответы верны.

55. Продуктивность в рыбоводстве – это:

- а) суммарный прирост массы рыб, получаемый за определенный период с единицы площади или объема (пруда, бассейна и т. д.);
- б) темп взросления особи;
- в) увеличение жировых отложений;
- г) затраты корма на единицу прироста;
- д) нет правильных ответов.

56. Какие факторы необходимо учитывать при селекции по скорости роста у рыб?

- а) наиболее интенсивный рост наблюдается в период до достижения рыбами половой зрелости;
- б) сильная зависимость скорости роста от факторов окружающей среды;

в) сильное влияние фактора взаимодействия (угнетение крупными рыбами роста мелких рыб);

г) сильная зависимость скорости роста от типа кормления;

д) все ответы верны.

57. Жизнеспособность рыб определяется:

а) по количеству погибших особей;

б) способности рыб «обманывать» рыбаков;

в) выживаемости рыб, т. е. относительному количеству особей, выживших за определенный период;

г) затратам корма;

д) нет правильных ответов.

58. Выход тушки (соотношение съедобных и несъедобных частей) рассчитывают по следующей формуле:

а)  $K_3 = \frac{M_r}{M_r} \cdot 100 \%$ ;

б) Выход =  $\frac{M_{ГУ}}{Ж_M} \cdot 100 \%$ ;

в) Выживаемость =  $\frac{n_k}{n_n} \cdot 100 \%$ ;

г)  $K_y = \frac{M_r}{I^3} \cdot 100 \%$ ;

д) нет правильных ответов.

59. По какой формуле рассчитывают коэффициент зрелости производителей рыб?

а)  $K_3 = \frac{M_r}{M_r} \cdot 100 \%$ ;

б) Выход =  $\frac{M_{ГУ}}{Ж_M} \cdot 100 \%$ ;

в) Выживаемость =  $\frac{n_k}{n_n} \cdot 100 \%$ ;

г)  $K_y = \frac{M_r}{I^3} \cdot 100 \%$ ;

д) нет правильных ответов.

60. От чего зависит пищевая ценность рыб?

а) соотношения съедобных и несъедобных частей;

б) вкусовых качеств мяса;

в) количества межмышечных (интермышечных) косточек;

г) химического состава мяса;

д) все ответы верны.

61. Абсолютная плодовитость – это:

а) общее число икринок в яичнике;

б) число икринок, приходящееся на 1 кг массы рыбы;

в) количество икринок, полученное от одной самки в течение нерестового сезона;

г) масса гонад;

д) нет правильных ответов.

62. *Рыбы, размножающиеся на камнях, гравийных грунтах, – это:*

а) литофилы;

б) фитофилы;

в) псаммофилы;

г) пелагофилы;

д) нет правильных ответов.

63. *Рыбы с коротким жизненным циклом:*

а) ряпушка;

б) укля;

в) белуга;

г) осетр;

д) варианты а и б.

64. *Соотношение размеров различных частей тела – это:*

а) конституция;

б) телосложение;

в) экстерьер;

г) интерьер;

д) нет правильных ответов.

65. *Как называются внутренние конституциональные признаки, учитываемые при селекции?*

а) конституция;

б) телосложение;

в) экстерьер;

г) интерьер;

д) нет правильных ответов.

66. *Какие показатели учитывает селекция на приспособленность к заводскому способу воспроизводства?*

а) синхронность созревания производителей;

б) положительный ответ на стимуляцию гонадотропными гормонами;

в) повышение устойчивости к влиянию различных стрессовых факторов;

г) повышение жизнеспособности икры и молоди;

д) все ответы верны.

67. *Скрещивание животных неродственных групп – это:*

а) инбридинг;

- б) аутбридинг;
- в) кроссбридинг;
- г) топкросс;
- д) нет правильных ответов.

68. При инбридинге:

- а) частота гомозигот снижается;
- б) частота гомозиготных особей остается на прежнем уровне;
- в) частота гомозигот возрастает;
- г) увеличивается количество гетерозигот;
- д) нет правильных ответов.

69. При каком коэффициенте инбридинга ( $F$ ) родство считается отдаленным?

- а) 25 % и выше;
- б) 12,5–25 %;
- в) 1,5–12,5 %;
- г) ниже 1,5 %;
- д) нет правильных ответов.

70. К чему может привести бессистемный инбридинг?

- а) инбредной депрессии;
- б) мировому кризису;
- в) гибели всего потомства;
- г) повышению продуктивности;
- д) нет правильных ответов.

71. Целенаправленный инбридинг допустим:

- а) при чистопородном разведении;
- б) при закреплении ценных хозяйственно полезных признаков;
- в) при создании новых пород;
- г) все ответы верны;
- д) варианты а и б.

72. Допустим ли целенаправленный инбридинг в Республике Беларусь?

- а) допустим;
- б) разрешен;
- в) запрещен;
- г) можно применять частично;
- д) нет правильных ответов.

73. К чему может привести инбредная депрессия?

- а) к снижению продуктивности;
- б) снижению адаптивной способности;
- в) снижению воспроизводительной способности;

г) увеличению в потомстве аномалий, уродств и летальных исходов;

д) все ответы верны.

74. Как называют скрещивание рыб, принадлежащих к одной породной группе?

а) чистопородное разведение;

б) межпородное скрещивание;

в) межвидовое скрещивание;

г) гибридизация;

д) все ответы верны.

75. Коэффициент инбридинга за несколько поколений в рыбоводстве вычисляется по формуле:

а)  $F_x = \frac{1}{2N^2}$ ;

б)  $F_x = 1 - (1 - F_x)^t$ ;

в)  $F_x = \frac{1}{200N^2}$ ;

г)  $ИГ = \frac{2F}{P_o + P_M}$ ;

д) нет правильных ответов.

76. Методы разведения – это:

а) научно обоснованная система подбора;

б) получение товарных животных;

в) получение племенных животных;

г) закрепление хозяйственно полезных признаков;

д) все ответы верны.

77. Каких рыб принято называть в рыбоводстве «чистыми»?

а) стерильных рыб;

б) отмытых рыб;

в) потомков рыб, полученных от разведения внутри одной породы;

г) потомков рыб при чистопородном разведении;

д) варианты в и г.

78. Цель вводного скрещивания – это:

а) создание новой породы;

б) улучшение породы;

в) сохранение породы;

г) чистопородное разведение;

д) нет правильных ответов.

79. Каким способом вычисляют степень инбридинга?

а) А. Шапоружа;

- б) С. Райта;
- в) В. Я. Катасонова и Н. Б. Черфаса;
- г) Д. А. Кисловского;
- д) все ответы верны.

80. В каких единицах измеряется степень инбридинга по Д. А. Кисловскому?

- а) процентах;
- б) степенях, выраженных римскими цифрами;
- в) килограммах;
- г) баллах;
- д) все ответы верны.

81. Чему равен коэффициент инбридинга ( $F$ ) за одно поколение при использовании пяти пар производителей?

- а) 5 %;
- б) 10 %;
- в) 15 %;
- г) 20 %;
- д) 25 %.

82. Чем сопровождается скрещивание?

- а) увеличением гетерозисности;
- б) лучшим развитием потомков;
- в) увеличением конституционной крепости;
- г) увеличением плодовитости;
- д) все ответы верны.

83. У рыбы следующий генотип  $\frac{1}{4} A + \frac{1}{4} B + \frac{1}{4} C$ . Определите процентную структуру генотипа:

- а) 25 %  $A + 25$  %  $B + 50$  %  $C$ ;
- б) 25 %  $A + 50$  %  $B + 25$  %  $C$ ;
- в) 50 %  $A + 25$  %  $B + 25$  %  $C$ ;
- г) нет правильных ответов;
- д) все ответы верны.

84. Проявление гибридной силы у потомства наблюдается:

- а) при инбридинге;
- б) гетерозисе;
- в) аутбридинге;
- г) кроссировании;
- д) нет правильных ответов.

85. Частота гетерозигот при гетерозисе:

- а) возрастает;

- б) остается на прежнем уровне;
- в) снижается;
- г) увеличивается;
- д) нет правильных ответов.

86. *Комплекс мероприятий по обеспечению рыболовных хозяйств маточным поголовьем – это:*

- а) племенное дело;
- б) сельскохозяйственное дело;
- в) промышленное дело;
- г) экологическое дело;
- д) нет правильных ответов.

87. *Как определяют численность маточного стада?*

- а) количеством гнезд производителей;
- б) поголовьем товарной рыбы;
- в) поголовьем молоди;
- г) количеством выметанной икры;
- д) нет правильных ответов.

88. *Отбор на племя проводят:*

- а) среди годовиков;
- б) среди двухлетков;
- в) среди рыб, достигших половой зрелости;
- г) все ответы верны;
- д) нет правильных ответов.

89. *Какое количество среди годовиков и двухлетков отбирают на племя из общего числа рыб?*

- а) 50 %;
- б) 100 %;
- в) 5 %;
- г) 25 %;
- д) нет правильных ответов.

90. *Что относится к основным факторам, влияющим на летний нагул племенных рыб?*

- а) плотность посадки;
- б) кормление;
- в) условия содержания;
- г) нет правильных ответов;
- д) все ответы верны.

91. *Во время зимовки у племенных рыб:*

- а) повышается обмен веществ и рост рыбы;

- б) снижается обмен веществ и рост рыбы;
- в) обмен веществ и рост рыбы остаются без изменения;
- г) усиливается потребность в кормах;
- д) нет правильных ответов.

92. Оценка племенных животных – это:

- а) проверка;
- б) бонитировка;
- в) разделка;
- г) фотографирование;
- д) нет правильных ответов.

93. Сколько классов выделяют при бонитировке у самок и самцов?

- а) 10;
- б) 3;
- в) 30;
- г) 20;
- д) нет правильных ответов.

94. Кто дал количественную характеристику коэффициенту нарастания гомозиготности?

- а) Н. Б. Черфас;
- б) Д. Р. Кисловский;
- в) Н. И. Вавилов;
- г) Ч. Дарвин;
- д) В. Я. Катасонов.

95. По какой формуле рассчитывается абсолютный прирост?

а)  $СП = \frac{M_K - M_H}{t} = \frac{АП}{t}$ ;

б)  $АП = M_K - M_H$ ;

в)  $СП = \frac{M_K - M_H}{M_0}$ ;

г)  $ОП = \frac{M_K - M_H}{M_H} = \frac{АП}{M_H}$ ;

д)  $АП = M_{\Gamma} \cdot i$ .

96. Относительную плодовитость вычисляют по формуле:

а)  $СП = \frac{M_K - M_H}{t} = \frac{АП}{t}$ ;

б)  $ОП = \frac{M_{\Gamma} - i}{M_{\Gamma}}$ ;

в)  $СП = \frac{M_K - M_H}{M_0}$ ;

$$\text{г) ОП} = \frac{M_{\text{к}} - M_{\text{н}}}{M_{\text{н}}} = \frac{\text{АП}}{M_{\text{н}}};$$

$$\text{д) АП} = M_{\text{г}} \cdot i.$$

97. *Определите генотип потомства при скрещивании украинской самки с помесным самцом, у которого  $\frac{1}{2}$  генотипа польского карпа и  $\frac{1}{2}$  генотипа югославского:*

$$\text{а) } \frac{1}{2} \text{ У } \frac{1}{2} \text{ Ю } \frac{1}{2} \text{ П};$$

$$\text{б) } \frac{1}{2} \text{ У } \frac{1}{4} \text{ Ю } \frac{1}{4} \text{ П};$$

$$\text{в) } \frac{2}{4} \text{ У } \frac{1}{4} \text{ Ю } \frac{1}{4} \text{ П};$$

$$\text{г) } \frac{1}{4} \text{ У } \frac{1}{4} \text{ Ю } \frac{1}{4} \text{ П};$$

д) варианты б и в.

98. *Какую часть наследственности получает потомок от материнского организма?*

а) 1;

б) 100 %;

в)  $\frac{1}{2}$ ;

г) 50 %;

д) варианты в и г.

99. *Как называется однократное скрещивание местной породы или беспородной группы с породой-улучшителем?*

а) поглотительным;

б) воспроизводительным;

в) вводным;

г) промышленным;

д) ротационным.

100. *Истинный гетерозис вычисляют по формуле:*

$$\text{а) } \Gamma = \frac{F_1 - P_{\text{луч}}}{P_{\text{луч}}} \cdot 100 \%;$$

$$\text{б) } \Gamma = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \cdot 100 \%;$$

$$\text{в) } \Gamma = \frac{F_1 - S_f}{S_f} \cdot 100 \%;$$

$$\text{г) ИГ} = \frac{2F}{P_{\text{о}} + P_{\text{м}}} \cdot 100 \%;$$

д) нет правильных ответов.

101. *Разница между средними показателями селекционного признака отобранных для воспроизводства животных и исходной популяции – это:*

а) эффект селекции;

б) интенсивность отбора;

- в) селекционный дифференциал;
- г) среднее квадратическое отклонение;
- д) напряженность отбора.

102. Селекционный дифференциал вычисляют по формуле:

а)  $Sd = \bar{X}_0 - \bar{X}_s$ ;

б)  $\Delta S = S_d \cdot h^2$ ;

в)  $\sigma = \frac{C_v \cdot \bar{X}}{100 \%}$ ;

г)  $V = \frac{n \cdot 100 \%}{N}$ ;

д)  $R = i \cdot \sigma \cdot h^2$ .

103. Что свойственно культурным карпам, отселекционированным по типу роста?

- а) высокоспинность;
- б) округлая форма;
- в) более высокие показатели коэффициента упитанности;
- г) низкие показатели индекса  $I/H$ ;
- д) все ответы верны.

104. Чем обладают голые карпы?

- а) большей потребительской ценностью;
- б) пониженной продуктивностью;
- в) очень высокой интенсивностью жирового обмена;
- г) минимальным числом ветвистых лучей в спинном плавнике;
- д) все ответы верны.

105. Гипоксия – это:

- а) устойчивость к заболеваниям;
- б) кислородное голодание;
- в) нехватка корма;
- г) пониженное содержание гемоглобина;
- д) все ответы верны.

106. Что относится к методам селекции?

- а) отбор;
- б) подбор;
- в) система скрещивания;
- г) прогноз результатов;
- д) все пункты верны.

107. К межвидовым гибридам относятся:

- а) серебряный карась и золотой карась;
- б) стерлядь и белуга;
- в) карп и сазан;

- г) карась и карп;
- д) варианты б и г.

108. Достаточно многочисленная группа сельскохозяйственных животных одного вида, общего происхождения, сложившаяся под влиянием направленной деятельности человека в конкретных условиях и характеризующаяся определенными физиологическими и морфологическими свойствами, которые стойко передаются по наследству, – это:

- а) отводки;
- б) линии;
- в) порода;
- г) семейство;
- д) нет правильных ответов.

109. Сколько групп крови относится к трехаллельной доминантной системе?

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 10;
- д) нет правильных ответов.

110. Пять пар производителей – это:

- а) пять рыб разного пола;
- б) десять рыб разного пола;
- в) пятнадцать рыб разного пола;
- г) двадцать рыб разного пола;
- д) двадцать пять рыб разного пола.

## Вариант 2

1. Генетика – это наука:

- а) о наследственности;
- б) потомках;
- в) изменчивости;
- г) варианты а и в;
- д) нет правильных ответов.

2. Какая изменчивость обусловлена факторами окружающей среды?

- а) модификационная;
- б) генотипическая;
- в) высокая, низкая, средняя;

- г) мутационная;
- д) нет правильных ответов.

3. Как называют хромосомы, состоящие из двух хроматид, связанных между собой одной центромерой?

- а) зрелыми;
- б) незрелыми;
- в) спелыми;
- г) неспелыми;
- д) сложными.

4. Зрелая мужская гамета – это:

- а) сперматозоид;
- б) зигота;
- в) яйцеклетка;
- г) гония;
- д) нет правильных ответов.

5. Первые половые клетки (ППК) закладываются:

- а) на первой стадии эмбриогенеза;
- б) на второй стадии эмбриогенеза;
- в) после проклеывания личинки;
- г) в мальковой стадии;
- д) в ювенальный период.

6. На каком уровне находится количество хромосом в клетках мышечной ткани карпа?

- а) 50;
- б) 100;
- в) 150;
- г) 25;
- д) варианты а и г.

7. Сколько образуется зрелых икринок, готовых к оплодотворению, из 200 оогоний американского окуня?

- а) 200;
- б) 400;
- в) 600;
- г) 800;
- д) 1 000.

8. Андрогенез – это:

- а) женский партеногенез;
- б) мужской партеногенез;
- в) гаметогенез;

- г) сперматогенез;
- д) нет правильных ответов.

9. *Что можно изучить с помощью гиногенеза и андрогенеза?*

- а) вредное действие рецессивных генов;
- б) вредное действие доминантных генов;
- в) рост рыб;
- г) создание новых пород рыб;
- д) нет правильных ответов.

10. *Выведение однополых мужских потомков – это:*

- а) гиногенез;
- б) андрогенез;
- в) сперматогенез;
- г) оогенез;
- д) нет правильных ответов.

11. *Программный способ определения пола – это:*

- а) развитие пола до оплодотворения яйцеклеток;
- б) развитие пола в момент оплодотворения яйцеклеток;
- в) развитие пола после оплодотворения яйцеклеток;
- г) при выклеве из икринок личинки;
- д) нет правильных ответов.

12. *Гонохористы – это:*

- а) строго раздельнополые животные;
- б) организм, способный продуцировать как женские, так и мужские половые клетки;
- в) организм, не способный продуцировать половые клетки;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

13. *Дифференцировка пола у рыб подразделяется:*

- а) на анатомическую и цитологическую;
- б) гистологическую и морфологическую;
- в) генеалогическую и онтогенетическую;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

14. *Прикрепление гонады к перитонеальному эпителию с помощью одного мезовария, в результате чего образуется «грушевидное образование», характерно:*

- а) для самки;
- б) самца;
- в) гермафродита;

- г) варианты а и в;
- д) нет правильных ответов.

15. *Инверсия пола – это:*

- а) определение половой принадлежности;
- б) смена пола, при которой фактические половые признаки не соответствуют генетической программе;
- в) проявление вторичных половых признаков;
- г) дифференцировка пола;
- д) нет правильных ответов.

16. *Кто получится, если мальков мужского пола кормить комбикормом с добавлением женских гормонов (эстрагенов)?*

- а) самец-инверсант;
- б) самка-инверсант;
- в) гермафродит;
- г) малек погибнет;
- д) нет правильных ответов.

17. *Какие половые хромосомы содержит самец-инверсант при дрозофильном типе детерминации пола у рыб?*

- а) XX;
- б) XXX;
- в) XYU;
- г) XY;
- д) YUU.

18. *Иммуногенетика – это наука, изучающая:*

- а) группы крови;
- б) взаимоотношение антиген – антитело;
- в) иммунитет;
- г) все ответы верны;
- д) нет правильных ответов.

19. *Как называется совокупность групп крови, которые обусловлены антигенами, контролируемые аллелями одного локуса?*

- а) система групп крови;
- б) группа крови;
- в) тип крови;
- г) варианты а и б;
- д) нет правильных ответов.

20. *Сколько групп крови относится к двухаллельной кодоминантной системе?*

- а) 4;

- б) 3;
- в) 2;
- г) 10;
- д) нет правильных ответов.

21. С помощью каких методов можно изучать генетический полиморфизм?

- а) иммунологических;
- б) генетических;
- в) биохимических;
- г) морфологических;
- д) варианты а и в.

22. Иммуногенетический анализ систем групп крови используют:

- а) при иммунологической несовместимости;
- б) изменении иммунитета;
- в) отсутствии иммунитета;
- г) контроле за происхождением;
- д) все ответы верны.

23. В какой период образуются антигены?

- а) эмбриональный;
- б) постэмбриональный;
- в) мальковый;
- г) ювенальный;
- д) личиночный.

24. Антигены:

- а) не могут служить пожизненным показателем генетической структуры организма по контрастному локусу;
- б) могут служить пожизненным показателем генетической структуры организма по контрастному локусу;
- в) могут использоваться для лечения рыб;
- г) не могут использоваться для лечения рыб;
- д) нет правильных ответов.

25. Антигены – это:

- а) низкомолекулярные вещества полисахаридной природы;
- б) низкомолекулярные вещества белковой природы;
- в) высокомолекулярные вещества полисахаридной природы;
- г) высокомолекулярные вещества белковой природы;
- д) варианты в и г.

26. Какие генотипы получают при скрещивании рыб с группой крови *ii* и *AA*?

- а)  $ii$  и  $AB$ ;
- б)  $Ai$  и  $Bi$ ;
- в)  $AA$  и  $BB$ ;
- г)  $AB$ ,  $AA$  и  $BB$ ;
- д)  $Ai$ .

27. Структура белка кодируется:

- а) одним геном;
- б) несколькими генами;
- в) генотипом;
- г) фенотипом;
- д) варианты а и б.

28. Количественные признаки у рыб – это те, которые:

- а) невозможно измерить, так как нет приборов и единиц измерения;
- б) ценные признаки;
- в) можно измерить с помощью измерительных приборов, для которых существуют единицы измерения;
- г) варианты а и б;
- д) нет правильных ответов.

29. Масса тела у рыб – это:

- а) количественный признак;
- б) качественный;
- в) альтернативный;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

30. Каким признаком у рыб является чешуйчатый покров?

- а) количественным;
- б) качественным;
- в) альтернативным;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

31. Каким признаком является длина туловища у рыб?

- а) количественным;
- б) качественным;
- в) альтернативным;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

32. Каким признаком является индекс телосложения у рыб?

- а) количественным;
- б) качественным;

- в) альтернативным;
- г) варианты б и в;
- д) нет правильных ответов.

33. С помощью чего измеряют изменчивость количественных признаков?

- а) измерительных приборов;
- б) статистических показателей ( $C_v$ ,  $\sigma$ );
- в) таблицы умножения;
- г) термометра;
- д) нет правильных ответов.

34. При каком значении коэффициента изменчивости ( $C_v$ ) изменчивость считается высокой?

- а) меньше 8 %;
- б) 8–15 %;
- в) 15–35 %;
- г) 35–100 %;
- д) больше 100 %.

35. Для чего используется среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ )?

- а) вычисления коэффициента вариации;
- б) вычисления ошибок репрезентативности;
- в) расчета эффекта селекции;
- г) расчета селекционного дифференциала;
- д) все ответы верны.

36. Каким генотипом у карпа определяется чешуйчатый покров?

- а)  $SSnn$ ,  $Ssnn$ ;
- б)  $ssnn$ ;
- в)  $SSNn$ ,  $SsNn$ ;
- г)  $ssNn$ ;
- д)  $AABB$ .

37. Какой тип покрова будут иметь мальки при скрещивании генотипов карпа  $Ssnn$  и  $ssnn$ ?

- а) чешуйчатый;
- б) голый;
- в) линейный;
- г) разбросанный;
- д) варианты б и в.

38. В какой период онтогенеза процессы ассимиляции превосходят процессы диссимиляции ( $A > D$ )?

- а) только в эмбриональный период;

- б) в постэмбриональный период;
- в) до момента полового созревания;
- г) до малькового периода;
- д) нет правильных ответов.

39. *Эмбриональный период у рыб – это:*

- а) развитие малька в утробе матери;
- б) развитие эмбриона от момента оплодотворения до начала перехода на внешнее питание;
- в) развитие личинки в икринке;
- г) от оплодотворения до выклева;
- д) нет правильного ответа.

40. *Селекция – это наука:*

- а) о скрещивании различных живых организмов и повышении их продуктивных качеств;
- б) создании новых и совершенствовании различных сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов;
- в) подборе родительских пар для дальнейшего воспроизводства;
- г) разведении рыб;
- д) нет правильного ответа.

41. *Гены, обладающие плейотропным действием:*

- а) оказывают влияние на проявление одного признака;
- б) оказывают влияние на проявление нескольких признаков;
- в) не оказывают влияние на проявление признака;
- г) нейтральны;
- д) нет правильного ответа.

42. *Основные типы отбора:*

- а) искусственный;
- б) естественный;
- в) модификационный;
- г) генетический;
- д) варианты а и б.

43. *Основные формы отбора:*

- а) на доминантный ген;
- б) против доминантного гена;
- в) на регрессивный ген;
- г) против регрессивного гена;
- д) все ответы верны.

44. *К естественному отбору относятся основные типы:*

- а) стабилизирующий;

- б) движущий;
- в) дизруптивный;
- г) варианты а, б и в;
- д) нет правильных ответов.

45. *Что влияет на искусственный отбор?*

- а) селекция;
- б) естественный отбор;
- в) факторы окружающей среды;
- г) тип действия генов;
- д) все ответы верны.

46. *Какие генотипы выбирают и оставляют для воспроизводства при отборе по рецессивному гену?*

- а) AA;
- б) Aa;
- в) aa;
- г) варианты а и в;
- д) нет правильных ответов.

47. *Пять поколений селекции у карпа – это:*

- а) 1 год;
- б) 10 лет;
- в) 15 лет;
- г) 20 лет;
- д) 25 лет.

48. *При работе с одомашненными видами рыб, разводимых в измененных условиях обитания, селекция ведется:*

- а) на приспособленность к новой среде обитания;
- б) приспособленность к новым видам кормов;
- в) приспособленность к новым способам размножения;
- г) приспособленность к технологии;
- д) все ответы правильные.

49. *Позднее половое созревание, зависимость большинства признаков от факторов окружающей среды, обитание рыб в воде, отсутствие индивидуального учета и сложности, связанные с сохранением в «чистоте» отселекционированного материала, – это:*

- а) свойства, позволяющие эффективно вести селекцию на рыбах;
- б) свойства, затрудняющие селекционную работу на рыбах;
- в) свойства, не мешающие вести селекцию на рыбах;
- г) свойства, позволяющие лечить рыбу;
- д) нет правильных ответов.

50. Важнейшие направления селекции с карпом – это:

- а) повышение эффективности использования корма;
- б) повышение общей жизнеспособности;
- в) повышение устойчивости к опасным заболеваниям;
- г) создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям и технологиям выращивания;
- д) все ответы верны.

51. Важнейшие направления селекции с осетровыми – это:

- а) приспособленность к факторам доместикации;
- б) ускорение полового созревания;
- в) повышение темпа роста;
- г) улучшение адаптивной способности;
- д) все ответы верны.

52. От чего зависит рост рыбы?

- а) внутренних (эндогенных) факторов;
- б) внешних (экзогенных) факторов;
- в) совокупности внутренних (эндогенных) и внешних (экзогенных) факторов;
- г) не зависит от каких-либо факторов;
- д) нет правильных ответов.

53. Жизнеспособность рыб – это:

- а) устойчивость рыб к неблагоприятным факторам среды;
- б) условия жизни рыб в конкретном водоеме;
- в) способность рыб «обманывать» рыбаков;
- г) борьба за существование;
- д) нет правильных ответов.

54. Выживаемость рыб рассчитывают по следующей формуле:

а)  $K_3 = \frac{M_r}{M_t} \cdot 100 \%$ ;

б) Выход =  $\frac{M_{\Gamma Y}}{Ж_M} \cdot 100 \%$ ;

в) Выживаемость =  $\frac{n_k}{n_n} \cdot 100 \%$ ;

г)  $K_y = \frac{M_r}{l^3} \cdot 100 \%$ ;

- д) нет правильных ответов.

55. Коэффициент упитанности у рыб рассчитывается по следующей формуле:

а)  $K_3 = \frac{M_r}{M_t} \cdot 100 \%$ ;

б) Выход =  $\frac{M_{\Gamma Y}}{Ж_M} \cdot 100 \%$ ;

в) Выживаемость =  $\frac{n_k}{n_n} \cdot 100 \%$ ;

г)  $K_y = \frac{M_r}{l^3} \cdot 100 \%$ ;

д) нет правильных ответов.

56. *К репродуктивным признакам в рыбоводстве относят:*

а) плодовитость;

б) скорость полового созревания;

в) сроки нереста;

г) сезон нереста;

д) все ответы верны.

57. *Рабочая плодовитость – это:*

а) общее число икринок в яичнике;

б) число икринок, приходящееся на 1 кг массы рыбы;

в) количество икринок, полученное от одной самки в течение нерестового сезона;

г) масса гонад;

д) нет правильных ответов.

58. *Рыбы, размножающиеся среди растений, откладывающие икру на вегетирующие или отмершие растения, – это:*

а) литофилы;

б) фитофилы;

в) псаммофилы;

г) пелагофилы;

д) нет правильных ответов.

59. *Рыбы с продолжительным жизненным циклом:*

а) ряпушка;

б) укляя;

в) белуга;

г) осетр;

д) варианты в и г.

60. *Совокупность морфологических и физиологических признаков организма – это:*

а) конституция;

б) телосложение;

в) экстерьер;

г) интерьер;

д) нет правильных ответов.

61. *Внешние конституциональные признаки, учитываемые при селекции, – это:*

- а) конституция;
- б) телосложение;
- в) экстерьер;
- г) интерьер;
- д) нет правильных ответов.

62. Отводки в рыбоводстве – это:

- а) различные породы рыб;
- б) различные виды рыб;
- в) генетически обособленные племенные группы рыб внутри породы;
- г) различные возрастные группы рыб;
- д) нет правильных ответов.

63. Скрещивание животных, находящихся в родстве, – это:

- а) инбридинг;
- б) аутбридинг;
- в) кроссбридинг;
- г) топкросс;
- д) нет правильных ответов.

64. Тесным считается инбридинг, при котором коэффициент инбридинга ( $F$ ) находится на уровне:

- а) 25 % и выше;
- б) 12,5–25 %;
- в) 1,15–12,5 %;
- г) ниже 1,5 %;
- д) нет правильных ответов.

65. Разрешен ли бессистемный инбридинг в Республике Беларусь?

- а) допустим;
- б) разрешен;
- в) запрещен;
- г) можно применять частично;
- д) нет правильных ответов.

66. Меры борьбы с инбредной депрессией:

- а) не допускать бессистемный инбридинг;
- б) не допускать инбридинг в товарных хозяйствах;
- в) применять не родственное скрещивание (аутбридинг);
- г) разводить отводки «в чистоте»;
- д) все ответы верны.

67. Основной целью чистопородного разведения является:

- а) сохранение породы;
- б) совершенствование продуктивных качеств породы;

- в) совершенствование племенных качеств породы;
- г) закрепление ценных признаков;
- д) все ответы верны.

68. Коэффициент инбридинга за одно поколение в рыбоводстве вычисляется по формуле:

а)  $F_x = \frac{1}{2N}$ ;

б)  $F_x = 1 - (1 - F_x)^t$ ;

в)  $F_x = \frac{1}{200N}$ ;

г)  $ИГ = \frac{2F}{P_o + P_m}$ ;

- д) нет правильных ответов.

69. Индекс гетерозиса вычисляется по формуле:

а)  $F_x = \frac{1}{2N}$ ;

б)  $F_x = 1 - (1 - F_x)^t$ ;

в)  $F_x = \frac{1}{200N}$ ;

г)  $ИГ = \frac{2F}{P_o + P_m}$ ;

- д) нет правильных ответов.

70. Биологическая сущность методов разведения – это:

- а) получение чистопородных животных;
- б) получение животных с одинаковой наследственностью;
- в) повышение изменчивости у помесных рыб;
- г) увеличение уровня обмена веществ у рыб;
- д) все ответы верны.

71. Скрещивание, в котором используются животные двух или нескольких пород для получения новой породы с наиболее ценными качествами, – это:

- а) поглотительное скрещивание;
- б) вводное скрещивание;
- в) воспроизводительное скрещивание;
- г) смешанное;
- д) все ответы верны.

72. К межвидовому скрещиванию относятся:

- а) племенное;
- б) воспроизводительное;
- в) отдаленная гибридизация;

г) промышленное;

д) варианты а и в.

73. В каких единицах вычисляется степень родства по А. Шапоружу?

а) в процентах;

б) степенях, выраженных римскими цифрами;

в) килограммах;

г) баллах;

д) все ответы верны.

74. Инбредный минимум – это:

а) инбредная депрессия;

б) близкая гибридизация;

в) состояние инбредных линий, при котором показатель уже не ухудшается;

г) скрещивание «чистых» линий между собой;

д) нет правильных ответов.

75. Межпородный гибрид – это:

а) помесное животное;

б) чистопородное животное;

в) рыбы, полученные в результате межпородного разведения;

г) варианты а и в;

д) нет правильных ответов.

76. К чему приводит скрещивание?

а) объединению наследственности генетически разных особей;

б) обогащению наследственности;

в) улучшению существующих пород;

г) выведению новых пород;

д) все ответы верны.

77. При скрещивании самки карпа породы А и самца породы Б гибриды  $F_1$  будут иметь следующий генотип:

а) 75 % А + 25 % Б ( $\frac{3}{4}$  А +  $\frac{1}{4}$  Б);

б) 25 % А + 75 % Б ( $\frac{1}{4}$  А +  $\frac{3}{4}$  Б);

в) 50 % А + 50 % Б ( $\frac{1}{2}$  А +  $\frac{1}{2}$  Б);

г) 100 %;

д) нет правильных ответов.

78. Основные проявления гетерозиса у рыб:

а) повышение жизнеспособности и резистентности;

б) повышение конверсии корма и скорости роста;

в) повышение плодовитости и адаптивной способности;

- г) повышение резистентности;
- д) все ответы верны.

79. *Какого гетерозиса не бывает?*

- а) истинного;
- б) гипотетического;
- в) превосходного;
- г) конкурсного;
- д) нет правильных ответов.

80. *Специализированные хозяйства по размножению племенного материала – это:*

- а) родильные дома;
- б) инкубаторы;
- в) репродукторы;
- г) фермы;
- д) нет правильных ответов.

81. *Репродукторы реализуют рыбхозам:*

- а) взрослых производителей;
- б) личинку;
- в) малька;
- г) ремонтный молодняк;
- д) все ответы верны.

82. *Численность рыб в ремонтных группах определяют:*

- а) количеством товарной рыбы;
- б) объемом ежегодного пополнения маточных стад;
- в) поголовьем молодежи;
- г) количеством ремонтного молодняка;
- д) нет правильных ответов.

83. *Какое количество из общего числа рыб среди половозрелых производителей отбирают на племя?*

- а) 50 %;
- б) 100 %;
- в) 5 %;
- г) 25 %;
- д) 35 %.

84. *Технологический цикл по выращиванию племенного материала включает:*

- а) летний нагул племенных рыб;
- б) зимовку племенных рыб;
- в) преднерестовый период племенных рыб;

- г) инкубацию икры;
- д) все ответы верны.

85. *Преднерестовый период – это период, который наступает:*

- а) после зимовки до нереста;
- б) после осени до лета;
- в) не наступает вообще;
- г) после лета до зимы;
- д) нет правильных ответов.

86. *Бонитировку проводят:*

- а) ежемесячно при облове прудов;
- б) ежедневно при облове прудов;
- в) ежегодно весной при облове зимовальных прудов;
- г) еженедельно;
- д) нет правильных ответов.

87. *К основным задачам бонитировки относятся:*

- а) выявление лучших производителей;
- б) распределение производителей по готовности их к нересту;
- в) сортировка производителей по полу;
- г) распределение производителей по возрасту;
- д) все ответы верны.

88. *Способы мечения рыб:*

- а) подрезание плавников;
- б) мечение красителями;
- в) криоклеимение;
- г) биркование;
- д) все ответы верны.

89. *Кто разработал учение об отборе?*

- а) Н. Б. Черфас;
- б) Д. Р. Кисловский;
- в) Н. И. Вавилов;
- г) Ч. Дарвин;
- д) В. Я. Катасонов.

90. *Отводки изобелинского карпа:*

- а) столин XVIII;
- б) смесь чешуйчатая;
- в) три прим;
- г) смесь зеркальная;
- д) все ответы верны.

91. *К качественным признакам относится:*

- а) чешуйчатый покров;

- б) масса рыбы;
- в) длина рыбы;
- г) коэффициент упитанности;
- д) варианты б, в и г;

92. Относительный прирост вычисляют по формуле:

а)  $СП = \frac{M_K - M_H}{t} = \frac{АП}{t}$ ;

б)  $ОП = \frac{M_\Gamma - i}{M_\Gamma}$ ;

в)  $СП = \frac{M_K - M_H}{M_O}$ ;

г)  $ОП = \frac{M_K - M_H}{M_H} = \frac{АП}{M_H}$ ;

д)  $АП = M_\Gamma \cdot i$ .

93. Среднесуточный прирост вычисляют по формуле:

а)  $СП = \frac{M_K - M_H}{t} = \frac{АП}{t}$ ;

б)  $АП = M_K - M_H$ ;

в)  $СП = \frac{M_K - M_H}{M_O}$ ;

г)  $ОП = \frac{M_K - M_H}{M_H} = \frac{АП}{M_H}$ ;

д)  $АП = M_\Gamma \cdot i$ .

94. Абсолютная плодовитость вычисляется по формуле:

а)  $СП = \frac{M_K - M_H}{t} = \frac{АП}{t}$ ;

б)  $АП = M_K - M_H$ ;

в)  $СП = \frac{M_K - M_H}{M_O}$ ;

г)  $ОП = \frac{M_K - M_H}{M_H} = \frac{АП}{M_H}$ ;

д)  $АП = M_\Gamma \cdot i$ .

95. Доместикация – это фактор:

- а) кормления;
- б) племенного дела;
- в) одомашнивания;
- г) разведения;
- д) нет правильных ответов.

96. Для селекции на жизнестойкость рыбы проводят:

- а) отбор самок слабых рыб;
- б) создают провокационное поле;
- в) специально заражают рыбу;

г) усиленно кормят рыбу;

д) варианты б и в.

97. Сбалансированное взаимодействие генов в геноме – это:

а) фенотип;

б) генотип;

в) гетерозиготность;

г) геном;

д) нет правильных ответов.

98. Гетерозис конкурентный вычисляют по формуле:

а)  $\Gamma = \frac{F_1 - P_{\text{луч}}}{P_{\text{луч}}} \cdot 100 \%$ ;

б)  $\Gamma = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \cdot 100 \%$ ;

в)  $\Gamma = \frac{F_1 - S_f}{S_f} \cdot 100 \%$ ;

г)  $\text{ИГ} = \frac{2F}{P_o + P_m} \cdot 100 \%$ ;

д) нет правильных ответов.

99. Напряженность отбора вычисляют по формуле:

а)  $Sd = \bar{X}_0 - \bar{X}_s$ ;

б)  $\Delta S = S_d \cdot h^2$ ;

в)  $\sigma = \frac{C_v \cdot \bar{X}}{100 \%}$ ;

г)  $V = \frac{n \cdot 100 \%}{N}$ ;

д)  $R = i \cdot \sigma \cdot h^2$ .

100. Факторы, определяющие величину селекционного дифференциала:

а) наследуемость признака;

б) интенсивность отбора;

в) фенотипический уровень признака;

г) степень фенотипической изменчивости признака;

д) варианты б и г;

101. Какие индексы (%) характеризуют особенности телосложения рыб?

а)  $K_y$ ;

б)  $C/l$ ;

в)  $B/l$ ;

г)  $V/l$ ;

д) все ответы верны.

102. Что может вызвать чрезмерная «высокоспинность»?

- а) анатомический дефект;
- б) искривление позвоночника;
- в) снижение жизнеспособности;
- г) снижение темпа роста;
- д) все ответы верны.

103. Чем обладают голые карпы?

- а) медленной иммунологической реактивностью;
- б) минимальной устойчивостью к нагреву воды;
- в) очень низкой способностью к регенерации плавников;
- г) более высоким индексом высокоспинности;
- д) все ответы верны.

104. К чему приводит повышенное содержание гемоглобина в крови рыб?

- а) большей устойчивости к кислородному голоданию (гипоксии);
- б) повышенной жизнеспособности;
- в) улучшенной скорости роста;
- г) повышенному содержанию сухого вещества в мышцах;
- д) все ответы верны.

105. Д. П. Поликсенов стоял у истоков формирования:

- а) украинского карпа;
- б) белорусского карпа;
- в) югославского карпа;
- г) немецкого карпа;
- д) польского карпа.

106. Что относится к специальным генетическим методам селекции?

- а) индуцированный мутагенез;
- б) индуцированный диплоидный гиногенез;
- в) регуляция пола;
- г) получение стерильных рыб;
- д) все ответы верны.

107. Порода рыб расчленена на субпопуляции:

- а) внутривидовые типы;
- б) экологические типы;
- в) внутривидовые племенные группы;
- г) линии и семейства;
- д) все ответы верны.

108. Комплекс организационных и биотехнических мероприятий, направленных на обеспечение рыбоводных хозяйств необходимым количеством производителей и рациональное использование маточных стад, – это:

- а) разведение;
- б) селекция;
- в) племенное дело;
- г) генетика;
- д) нет правильных ответов.

109. Что происходит при поглотительном скрещивании?

- а) полное поглощение наследственности одной породы другой;
- б) неполное поглощение наследственности одной породы другой;
- в) поглощение не происходит вообще;
- г) поглощение наследственности одной породы другой на 20 %;
- д) нет правильных ответов.

110. Как называется отбор, при котором организмы благодаря своим индивидуальным способностям смогли приспособиться к условиям окружающей среды?

- а) искусственный;
- б) естественный;
- в) технологический;
- г) нет правильных ответов;
- д) варианты а и в.

## 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Критерии оценки при тестировании студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбководство на заочной форме получения высшего образования, представлены в таблице.

Критерии оценки

Отметка	Количество правильных ответов	
	шт.	%
10	60	100
9	58–59	96–99
8	56–57	93–95
7	54–55	89–92
6	50–53	83–88
5	42–49	69–82
4	36–41	59–68
3	27–35	45–58
2	12–26	19–43
1	11 и менее	18 и менее

Положительной считается отметка 4 балла и выше (36 ответов и более).

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	6
1. ПРОГРАММА КУРСА .....	6
1.1. Введение в курс «Селекция рыб» .....	6
1.2. Методы изучения качественных и количественных признаков изменчивости у рыб .....	7
1.3. Селекционные признаки продуктивности в товарном рыбоводстве .....	9
1.4. Воспроизводительная способность рыб .....	11
1.5. Признаки, коррелирующие с признаками продуктивности у рыб .....	12
1.6. Биологические особенности рыб как объектов селекции .....	12
1.7. Методы разведения рыб .....	13
1.8. Организация оценки и отбора в рыбоводстве .....	14
1.9. Эффективность отбора в рыбоводстве .....	15
1.10. Специальные (генетические) методы селекции рыб .....	17
1.11. Селекционные достижения в рыбоводстве .....	18
1.12. Организация селекционно-племенной работы в рыбоводстве .....	18
2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ .....	19
2.1. Биологические особенности рыб как объектов селекции. Факторы, оказывающие влияние на эффективность селекционной работы в рыбоводстве .....	19
2.2. Бонитировка производителей и ремонтного поголовья карпа. Мечение племенных рыб .....	22
2.3. Основные селекционные признаки в рыбоводстве (скорость роста, жизнеспособность, эффективность использования корма и пищевая ценность рыб) .....	25
2.4. Воспроизводительная способность рыб. Плодовитость. Сроки и скорость полового созревания .....	29
3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ .....	32
4. ЗАДАЧИ .....	44
5. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ .....	55
6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ .....	93

Учебное издание

**Давыдович** Елена Вячеславовна  
**Долина** Дануся Станиславовна

**СЕЛЕКЦИЯ РЫБ**

Методические указания по изучению дисциплины  
и выполнению контрольной работы

Редактор *Н. А. Матасёва*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *С. Н. Кириленко*

Подписано в печать 28.03.2017. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 4,12.  
Тираж 40 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.