

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

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ ОТБОРА В РЫБОВОДСТВЕ

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1-74 03 03 Промышленное
рыбоводство*

Горки
БГСХА

2016

УДК 639.3(072)

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры.
Протокол № 3 от 24 ноября 2015 г.*

Авторы:

кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
Е. В. Давыдович, Д. С. Долина

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И. С. Серяков*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. В. Барулин*

Селекция рыб. Селекционные принципы отбора в рыбоводстве : методические указания к лабораторным занятиям / Е. В. Давыдович, Д. С. Долина. – Горки : БГСХА, 2016. – 28 с.

Представлены теоретические вопросы, связанные с механизмом отбора как основного метода селекции, задания для самостоятельной работы, вопросы и тесты для самоконтроля.

Для студентов специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Процесс совершенствования существующих пород рыб и создания новых в условиях интенсивного рыбоводства должен совершаться под действием методического отбора. Методический отбор – это отбор из общего поголовья особей, отвечающих требованиям селекционных программ, для дальнейшего воспроизводства.

Отбор – это не простая сортировка животных, а влияние и действие комплекса таких факторов, как изменчивость, наследственность и выживаемость, или сохранность, отселекционированного материала. Сущность отбора заключается в систематическом сохранении для воспроизводства части популяции с наиболее ценными признаками. В природных популяциях этот процесс протекает стихийно: выживают и оставляют потомство наиболее приспособленные особи, т. е. работает естественный отбор.

В каком направлении идет отбор, в том же направлении происходит и изменение признаков живых организмов. В условиях аквакультуры основную творческую роль играет искусственный отбор. На всех этапах совершенствования и создания новых пород рыб действие естественного отбора неизбежно. Его направление не совпадает с искусственным отбором и идет в противоположную сторону. Под влиянием естественного отбора закрепляются и усиливаются такие ценные качества рыб, как приспособленность к определенным условиям, выживаемость и устойчивость к опасным заболеваниям. Давление естественного отбора может быть различно и зависит от условий, в которых ведется селекция рыб на том или ином этапе развития технологии рыбоводства.

Данные методические указания позволят студентам последовательно разобраться с механизмом отбора как основного метода селекции и научиться использовать его основные принципы для совершенствования существующих и создания новых объектов аквакультуры.

Цель занятий – изучение теоретических основ отбора и обоснование факторов, методов, принципов и критериев отбора.

1. ОТБОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

1.1. Теоретические основы отбора сельскохозяйственных животных

Учение об отборе было основано Ч. Дарвином. Им также разработаны основные положения и установлено, что образование новых форм живых организмов, изменение и совершенствование существующих идут благодаря естественному и искусственному отбору.

Классификация отбора

| Естественный отбор | Искусственный отбор |
|--|--|
| Выживание и сохранение организмов, которые смогли приспособиться к условиям окружающей среды из-за своих индивидуальных способностей. Благодаря естественному отбору идет эволюция диких видов животных, растений и микроорганизмов | Действие человека, направленное на сохранение и размножение тех экземпляров животных, которые обладают для него наиболее желательными качествами. Другие особи при этом людей не интересуют |
| Типы естественного отбора <i>Стабилизирующий</i> , или центростремительный, – это стремление организма не отклоняться от нормы <i>Движущий</i> , или направленный, – это отбор, который направлен на возникновение и сохранение новых признаков <i>Дизруптивный</i> – отбор по разным направлениям, приводящий к разделению вида | Типы искусственного отбора <i>Бессознательный</i> , или бессистемный <i>Методический</i> – отбор, имеющий конкретную цель или направление (движущий) <i>Стабилизирующий</i> – отбор, направленный на оптимизацию какого-то среднего уровня признака и удерживание его в ряду поколений <i>Косвенный</i> – отбор, выполненный благодаря коррелятивным связям <i>Технологический</i> |

Селекция рыб направлена на создание новых пород рыб и совершенствование существующих. Селекционеры при этом используют генетическую изменчивость, присущую всем живым организмам. Только имея ясное представление о природе этой изменчивости и закономерностях наследования различных признаков, можно выработать эффективную программу селекционной работы и добиться успеха в ее осуществлении.

Эффективность искусственного отбора зависит от многих факторов: условий внешней среды, интенсивности отбора, интервала между поколениями, числа селекционных признаков, частоты генов в попу-

ляции, их сцепления и числа генов, детерминирующих образование признака и т. д.

Ч. Дарвин утверждал, что отбор совершался людьми еще в самые древние времена, но целью их было не создание новых пород, а создание более полезного и ценного животного, от которого можно получить больше потомков для дальнейшего разведения. Такой отбор называют бессистемным или бессознательным. Однако из поколения в поколение стадо любых животных под действием такого отбора совершенствовалось и улучшалось. Эффективность такого отбора может проявиться только по истечении большого количества времени. Для интенсивного развития рыбоводческой отрасли бессистемный отбор является неэффективным.

Н. П. Чирвинский считал искусственный отбор процессом, при котором право на существование и размножение отнимается у одного животного и даруется другому. При этом на племя оставляются не те животные, которые обладают выгодными для них самими особенностями, а особи, отвечающие вкусам и требованиям человека. Занимаясь искусственным отбором, человек направляет развитие любой популяции в желательную сторону, меняя ее генетическую структуру. **Популяция** (по Иогансену) – это группа генетически идентичных и однородных особей. Главным фактором существования свободно размножающейся популяции является свободное скрещивание, жизнеспособность полученного потомства и естественный отбор, при котором индивидуальные отклонения не наследуются.

Интенсификация рыбоводческой отрасли повышает роль селекции в совершенствовании существующих пород рыб и внутривидовых групп, требует применения более совершенных методов, с помощью которых использовалась не только аддитивная наследственность, но и комбинативный эффект генотипов в результате правильного подбора.

Селекционно-генетические мероприятия необходимы не только при создании новых пород рыб, но и при их одомашнивании, а также при воспроизводстве озерно-речных, проходных и морских рыб, обеспечении охраны запасов диких видов рыб, не воспроизводимых 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 продук-

тивных качеств одомашненных форм за счет ускорения их роста, повышения адаптивной способности и устойчивости рыб к различным заболеваниям.

Искусственный методический отбор может быть двух видов: односторонний и комплексный.

Односторонний отбор – это отбор животных по одному селекционному признаку, при этом основное селекционное давление оказывается на признак отбора. При одностороннем отборе выбирается и учитывается одно направление.

Комплексный, или комбинированный, – это отбор животных по нескольким признакам. В животноводстве разработаны три основных метода комплексного отбора (рис. 1).

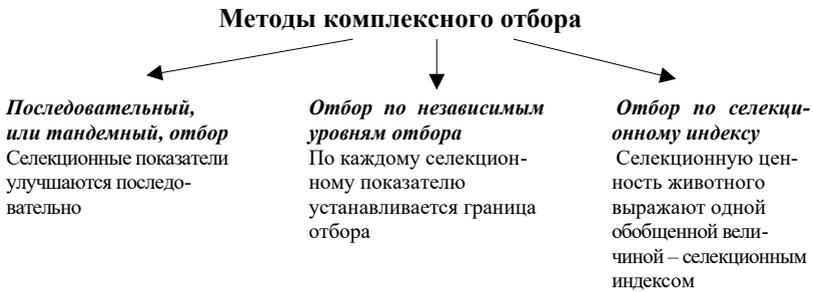


Рис. 1. Методы комплексного отбора

Прежде чем отобрать животных, их необходимо оценить. В зависимости от способа оценки отбираемых особей различают два основных метода отбора: массовый (групповой) и индивидуальный.

Массовый отбор является основным методом селекции рыб. При массовом отборе оценку и отбор особей проводят по их фенотипу (т. е. по собственной продуктивности, показателям развития, типу телосложения, конституции). На племя оставляют особей, наиболее полно удовлетворяющих желательному типу, а остальных выбраковывают, предполагая, что «хорошие» генотипы дадут в последующем более хорошее потомство.

Индивидуальный отбор – это отбор, основанный на оценке фенотипа ближайших родственников (по племенной ценности), так как непосредственная оценка генотипа невозможна.

Значения параметров, влияющих на эффективность селекции, при массовом и индивидуальном отборе различны, что определяет и различную эффективность этих методов.

Различия касаются, прежде всего, коэффициента наследуемости (h^2). Величина h^2 при индивидуальном отборе значительно выше, чем при массовом. Если при массовом отборе оценка племенной ценности проводится по фенотипу самой особи, то при индивидуальном отборе учитывается среднее значение фенотипа множества родственников, что резко повышает надежность оценки. При достаточно большом числе оцениваемых родственников и близких условиях выращивания надежность оценки генотипа отбираемой особи по фенотипу ее родственников и величина h^2 приближаются к 1, что и определяет соответствующую эффективность индивидуального отбора.

При массовом отборе численность оцениваемых особей бывает обычно гораздо больше, чем при индивидуальном. Это позволяет проводить отбор с высокой напряженностью, что обуславливает более высокий селекционный дифференциал. Данное обстоятельство имеет важное значение при работе с рыбами. Массовый отбор позволяет оперировать десятками и сотнями тысяч рыб, в то время как при индивидуальном отборе можно оценить не более нескольких десятков особей или семей. Обычно оценивают не более 20 семей прудовых рыб. При использовании для воспроизводства хотя бы пяти лучших из их числа (использование меньшего числа семей может привести к тесному инбридингу) напряженность отбора составит всего 25 %, а величина $i = 1,27$. При массовом отборе напряженность отбора может быть доведена до 0,1 %, значение $i = 3,37$ будет почти в три раза выше, чем при индивидуальном отборе. Таким образом, даже при сравнительно невысокой наследуемости признака ($h^2 = 0,1-0,2$) эффективность массового отбора на рыбах может быть выше эффективности индивидуального отбора за счет высокой интенсивности отбора. Применение индивидуального отбора становится необходимым лишь на поздних стадиях селекции, когда коэффициент наследуемости имеет очень низкие значения. Оценка и отбор животных с применением массового и индивидуального отбора носит название комбинированного. При комбинированном отборе можно достигнуть наибольшего эффекта селекции.

Схема комбинированного отбора

1. Массовый отбор. В потомстве, полученном от группового скрещивания производителей (15–20 пар), отбирают лучших по внешнему виду особей. Отбор по признакам продуктивности проводят в «товарном возрасте» рыб с напряженностью отбора 1–10 %. Отобранных рыб

выращивают до половой зрелости.

2. Оценка самцов по качеству потомства. Из числа выращенных производителей отбирают 15–20 пар наиболее крупных самцов. Последних скрещивают с любимыми, неродственными им самками и оценивают по качеству полученного потомства.

3. Отбор самок. Выращенных самок в течение 1–2 лет оценивают по репродуктивным качествам: плодовитости и качеству икры, способности отдавать икру после гипофизарных инъекций при заводском воспроизводстве. С учетом этих показателей отбирают лучших самок для воспроизводства.

4. Воспроизводство и массовый отбор в потомстве. Проводят групповое скрещивание 8–10 лучших самок с 8–10 лучшими (проверенными по потомству) самцами. В полученном потомстве осуществляют интенсивный отбор рыб по массе тела в товарном возрасте.

Далее весь цикл повторяется.

1.2. Оценка животных по комплексу признаков

Для осуществления любого вида отбора необходимо сначала оценить животное по комплексу признаков. Оценка животных может проходить в три этапа. Только достоверное изучение всех этапов позволит дать наиболее полную характеристику продуктивных качеств животного и его племенной ценности.

1-й этап. Предварительная оценка – оценка животных по их *происхождению* (генеалогии). Эта оценка может проходить еще до рождения животного. Оценивается продуктивность ближайших родственников. Такая оценка называется *оценкой по генотипу*. В селекции рыб такая форма оценки и отбора неприменима, так как оценка рыб по родословной не ведется.

2-й этап. Прижизненная оценка фенотипа животного. Животных оценивают по конституции, экстерьеру, фактическим продуктивным качествам и по технологическим признакам. В рыбоводстве такая форма отбора носит название *семейной селекции*. При такой оценке изучают видимые фенотипические различия между семьями, которые коррелируют с их генотипическими различиями. Иными словами, считается, что более «хорошие» семьи с лучшими показателями имеют и «лучшие» генотипы. Чем многочисленнее семья, тем достовернее может быть данная оценка. Получение достоверных данных при проведении семейной селекции зависит еще и от количества повторностей по каждой семье, так как на процесс выращивания рыб огромное

влияние оказывают факторы окружающей среды. Семейный отбор из-за перечисленных сложностей имеет ограниченное применение в рыбоводстве. Семейная селекция включает и оценку фенотипа самих отбираемых рыб: из лучших семей выбирают лучших особей. Если производители являются ценными и оценка их экстерьерных и интерьерных показателей нецелесообразна, допустимо оценивать по качеству их братьев и сестер (сисбов). Такая оценка называется *сиб-селекцией*. Семейный отбор применяли за рубежом в работах с лососевыми рыбами. В советские времена этот метод использовали в работах по созданию украинской, белорусской и ропшинской породы карпа.

3-й этап. Отбор и оценка животных по качеству потомства. Это заключительный этап, который может проходить уже после жизни животного. Данный тип отбора наиболее эффективен и широко используется в животноводстве. В рыбоводстве для этого каждого производителя скрещивают с несколькими производителями другого пола. По продуктивности полученного потомства судят о ценности производителей. В данном направлении работал Д. П. Поликсенев при формировании исходного ядра белорусского карпа. Несколько серий опытов по оценке производителей по качеству потомства провел В. С. Кирпичников при селекции ропшинского карпа. Данный тип оценки широко распространен за рубежом в работах с рыбами.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Оценка производителей зависит от физиологического состояния рыб, считается, что более крупные, хорошо развитые производители дают лучшее потомство.

2. Родительские наследственно обусловленные различия особенно сильно проявляются у потомков на ранних стадиях развития. У карпа влияние самцов проявляется в основном до достижения потомством возраста 1–2 мес, а влияние самок – до конца первого года выращивания.

3. Наиболее достоверную оценку производителей по качеству потомства нужно проводить при оценке сеголетков и двухлетков.

4. Для обеспечения надежной оценки проверяемых особей целесообразно использовать в качестве анализаторов несколько производителей. В рыбоводстве при использовании искусственного осеменения это не представляет сложности.

5. Получение достоверных результатов возможно: а) при раздельном выращивании потомства; б) при выращивании в сходных условиях; в) при проведении многочисленных повторностей.

1.3. Напряженность отбора

Напряженность отбора выражают через коэффициент напряженности отбора (V), под которым понимают количество отобранных особей, выраженное в процентах от общего количества. В работах с рыбами напряженность отбора колеблется в пределах от 0,1 до 50 % и вычисляется по формуле

$$V = \frac{n \cdot 100\%}{N}, \quad (1)$$

где n – число отобранных особей;

N – общая численность популяции.

1.4. Интенсивность отбора

В процессе совершенствования стада рыб каждый селекционер стремится устранить из разведения (выбраковать) неудовлетворяющих его требованиям особей в большом количестве и для замены их отобрать самых лучших. Интенсивность отбора (i) – это процент ежегодной выбраковки маточного поголовья или процент ввода в стадо пополнения из числа лучших рыб. В племенных рыбхозах процент выбраковки, как правило, выше, чем в обычных товарных рыбоводческих хозяйствах. Чем ценнее и продуктивнее популяция рыб, тем интенсивнее должен быть отбор. Если к животным селекционер предъявляет новые требования, интенсивность отбора еще больше увеличивается.

$$i = \frac{S_d}{\sigma}, \quad (2)$$

где S_d – селекционный дифференциал;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Среднее квадратическое отклонение (сигма) рассчитывается статистическим методом или по формуле

$$\sigma = \frac{C_v \cdot \bar{X}}{100}. \quad (3)$$

Выбраковка рыб происходит не только за низкие продуктивные и племенные качества, но также если они имеют признаки заболеваний и не приспособлены к определенной технологии. Желание укомплектовать стадо лучшими особями быстро осуществить невозможно, даже несмотря на большую плодовитость рыб. Для определения эффективности селекционной работы необходимо охарактеризовать результаты

статистическим методом.

Для нормального распределения характерны определенные значения интенсивности отбора в зависимости от предела напряженности отбора (прил. 1).

1.5. Эффективность отбора в рыбоводстве

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. Эффективность отбора по полигенным признакам определяется двумя основными показателями: наследуемостью признака (h^2), по которому ведется отбор, и селекционным дифференциалом ($S_d = \text{СД}$).

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.

Коэффициент наследуемости признака (h^2) рассчитывается и уточняется статистическим методом для каждого конкретного случая или используются табличные данные, полученные при изучении наследуемости признаков у разных видов рыб (прил. 2).

Селекционный дифференциал принадлежит к числу важных параметров для оценки отбора. Селекционный дифференциал – это разница в средней величине до и после отбора:

$$S_d = \bar{X}_o - \bar{X}. \quad (4)$$

Селекционный дифференциал различен для особей разных полов и видов рыбы.

Величину селекционного дифференциала можно выразить через произведение интенсивности отбора (i) и среднего квадратического отклонения (σ):

$$S_d = i \cdot \sigma. \quad (5)$$

Эффективность отбора в литературных источниках может назы-

ваться эффектом селекции или эффектом семейной селекции и по-разному обозначаться ($\Delta S = \Delta C = R = \Delta O$). Эффект селекции за одно поколение вычисляется по формуле

$$R = S_d \cdot h^2. \quad (6)$$

Соответственно интенсивность отбора – это величина селекционного дифференциала, выраженная числом стандартных отклонений.

С учетом планируемой напряженности отбора и значений коэффициента наследуемости можно рассчитать эффективность селекции как за одно, так и за несколько поколений:

$$R = i \cdot \sigma \cdot h^2. \quad (7)$$

Пример. Из 5000 двухлетков форели со средней массой 265 г отобрали для воспроизводства 500 особей. Коэффициент изменчивости C_v по изучаемому признаку составил 17 %. Необходимо рассчитать эффект селекции за четыре поколения массового отбора.

Методика расчета

1. Рассчитаем напряженность отбора по формуле (1):

$$V = \frac{n \cdot 100 \%}{N} = \frac{500 \cdot 100 \%}{5000} = 10 \%$$

2. Найдем значение интенсивности отбора (прил. 1): $i = 1,76$.

3. Вычислим по формуле (3) среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \frac{C_v \cdot \bar{X}}{100} = \frac{17 \cdot 265}{100} = 45,05 \text{ г.}$$

4. Определим значение коэффициента наследуемости (прил. 2): $h^2 = 0,12$.

5. Рассчитаем селекционный эффект за одно поколение по формуле (7):

$$R = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 1,76 \cdot 45,05 \cdot 0,12 = 9,5 \text{ г.}$$

6. Ожидаемый селекционный эффект за четыре поколения составит:

$$R_t = R_4 = 9,5 \cdot 4 = 38 \text{ г.}$$

Это значит, что через 20 лет ежегодной селекционной работы средняя масса двухлетков форели увеличится на 38 г и достигнет уровня 295 г.

1.6. Определение числа поколений селекции и интервала

между поколениями

При планировании селекционных работ следует рассчитывать число поколений селекции ($R\Sigma$), необходимых для получения запланированного селекционного эффекта. Эта величина определяется с помощью следующих показателей: коэффициента наследуемости (h^2), среднего квадратического отклонения (σ) и интенсивности отбора (i).

Пример. Необходимо 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 %.

Методика расчета

1. Установим значение интенсивности отбора (прил. 1): при $V = 5\%$ $i = 2,06$.
2. Рассчитаем эффект селекции за одно поколение:
$$R = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 2,06 \cdot 45 \cdot 0,3 = 27,81 = 28 \text{ г.}$$
3. Определим суммарный эффект селекции, для этого поэтапно суммируем все эффекты за предыдущие поколения:
$$R\Sigma = 28 + 25 = 53 + 22 = 75 + 20 = 95 + 19 = 114 \text{ г.}$$
4. Полученные результаты внесем в таблицу.

Расчет суммарного селекционного эффекта

| Показатель | Поколение селекции | | | | |
|--|--------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент наследуемости (h^2) | 0,3 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,2 |
| Среднее квадратическое отклонение (σ) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Интенсивность отбора (i) | 2,06 | 2,06 | 2,06 | 2,06 | 2,06 |
| Селекционный эффект за одно поколение (R) | 28 | 25 | 22 | 20 | 19 |
| Суммарный селекционный эффект ($R\Sigma$) | 28 | 53 | 75 | 95 | 114 |
| Масса рыбы, г | 378 | 403 | 425 | 445 | 464 |

Как показывают данные расчетов, представленные в сводной таблице, увеличение средней массы карпа на 100 г и более можно будет ожидать только к пятому поколению при таком значении интенсивности отбора. Примерно через 25 лет селекции средняя масса двухлетков

карпа будет находиться на уровне $350 + 114 = 464$ г, что на 32,6 % выше, чем было изначально.

Интервал между поколениями (L) – это количество лет, необходимое для созревания особи и получения от нее плодovитого потомства. В рыбоводной промышленности этот показатель зависит от вида исследуемой рыбы, климатической зоны рыборазведения и селекционных процессов в популяции и может варьировать от 1 года до 25–30 лет. Чем меньше интервал между поколениями, тем быстрее происходит обновление основного стада и тем выше эффект селекции.

Уменьшить интервал между поколениями можно путем повышения интенсивности отбора (i) сельскохозяйственных животных.

1.7. Организация мероприятий по выращиванию и отбору рыб при селекции

Известно, что разные породы животных, а также отдельные индивидуумы по-разному реагируют на условия содержания. Хорошо отселекционированные породы проявляют свойственную им высокую продуктивность только при достаточно высоком биотехническом уровне, в то время как при неблагоприятных условиях, и особенно при ограниченном питании, более продуктивными могут оказаться беспородные животные.

Таким образом, фенотипическое значение признака, по которому судят о племенной ценности животного, зависит от определенного сочетания наследственных факторов и условий среды. Взаимодействие «генотип – среда» особенно сильно проявляется у признаков с низкой наследуемостью, обладающих высокой паратипической изменчивостью, таких, как, например, рост и выживаемость.

У прудовых рыб особенно сильное влияние на результаты оценки относительной ценности разных групп может оказать разная плотность посадки при выращивании, уровень которой определяет обеспеченность рыб естественной пищей.

Фактор взаимодействия, таким образом, может оказать существенное влияние на результаты сравнительной оценки племенной ценности разных групп (или отдельных особей), что указывает на важность поддержания определенных условий среды при проведении селекции.

Соблюдение производственных условий до *достижения* рыбами «товарного возраста» необходимо при проведении всех селекционных мероприятий, включая сравнительную оценку продуктивности разных племенных *групп*, проведение массового и индивидуального отбора.

Эти же требования распространяются на специальные опыты, *связанные с селекцией*, такие, как изучение влияния инбридинга, оценка комбинационной способности разных племенных *групп*, определение коэффициента наследуемости признаков и др.

При проведении селекционных работ с рыбами необходимо соблюдать следующие основные методические требования:

1. При воспроизводстве селекционируемого материала должна поддерживаться его генетическая гетерогенность, что достигается определенной численностью производителей (15–20 пар и более).

2. Во избежание случайных стартовых различий, увеличивающих ненаследственную изменчивость в потомстве, необходим единовременный нерест всех используемых для воспроизводства производителей.

3. При заводском способе воспроизводства это условие выполнить несложно: потомство получают, смешивая половые продукты от всех самок и самцов.

4. Выращивание племенных рыб целесообразно проводить в одном, достаточном по площади пруду. В случае выращивания в нескольких прудах последующее объединение рыб недопустимо, так как это может привести к существенному увеличению паратипической изменчивости, снижающей эффективность отбора.

5. Основной отбор рыб по росту следует проводить в «товарном возрасте»: при двухлетнем обороте – среди двухлетков, при трехлетнем – среди трехлетков. В более раннем или более позднем возрасте проведение интенсивного отбора неэффективно, так как корреляция величины массы тела у рыб разного возраста с интенсивностью роста сравнительно невысока.

6. Выращивание племенных рыб до проведения основного отбора следует проводить в условиях, близких к производственным.

2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Рассчитать число поколений селекции, необходимое для увеличения средней массы двухлетков карпа на 105 г, при условии, что коэффициент изменчивости равен 15 %, коэффициент наследуемости признака по массе тела – 0,3, а селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 10 % от числа выращенных двухлетков. Средняя масса рыб до отбора находится на уровне 300 г. Необходимо учитывать, что наследуемость в каждом поколении снижается на 5 %.

Расчет суммарного селекционного эффекта

| Показатель | Поколение | | | | |
|--|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h^2 | | | | | |
| σ | | | | | |
| i | | | | | |
| R_i | | | | | |
| R_{Σ} – суммарный селекционный эффект | | | | | |
| Масса рыбы, г | | | | | |

Задание 2. Рассчитать интенсивность отбора и эффект селекции за одно и пять поколений селекции и один 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.

Задание 3. Рассчитать число поколений селекции, необходимое для увеличения средней длины самок кумжи на 5 см, при условии, что среднее квадратическое отклонение составляет 3,15 см, коэффициент наследуемости признака по длине тела равен 0,24, а селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 15 % от числа выращенных рыб. Средняя длина тела рыб до отбора находится на уровне 75 г. Необходимо учитывать, что наследуемость в каждом поколении снижается на 10 %.

Расчет суммарного селекционного эффекта

| Показатель | Поколение | | | | |
|--|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h^2 | | | | | |
| σ | | | | | |
| i | | | | | |
| R_i | | | | | |
| R_{Σ} – суммарный селекционный эффект | | | | | |
| Длина рыбы, г | | | | | |

Задание 4. Рассчитать число поколений селекции, необходимое для увеличения коэффициента упитанности карпа на 1,5 %, при условии, что средний коэффициент упитанности по стаду рыб составляет 2,5 %, коэффициент наследуемости признака по данному признаку равен 0,32, а селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 20 % от числа выращенных производителей. Необходимо учиты-

вать, что наследуемость в каждом поколении снижается на 5 % ($C_v = 12\%$).

Расчет суммарного селекционного эффекта

| Показатель | Поколение | | | | |
|--|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h^2 | | | | | |
| σ | | | | | |
| i | | | | | |
| R_i | | | | | |
| R_{Σ} – суммарный селекционный эффект | | | | | |
| $K_{\Sigma}, \%$ | | | | | |

Задание 5. Из 5600 двухлетков карпа со средней длиной тела 32 см отобрали для воспроизводства 950 рыб. Коэффициент изменчивости по изучаемому признаку составил 17 %. Рассчитать эффект селекции за один год селекции, за одно и за четыре поколения массового отбора.

Задание 6. Коэффициент наследуемости массы тела взрослых самок форели составляет 0,2. Средняя масса форели трехлеток равна 1,3 кг, коэффициент изменчивости по массе – 17 %. Селекционной программой предусмотрен отбор на племя не более 25 % от числа выращенных производителей.

Расчет суммарного селекционного эффекта

| Показатель | Поколение | | | | |
|--|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h^2 | | | | | |
| σ | | | | | |
| i | | | | | |
| R_i | | | | | |
| R_{Σ} – суммарный селекционный эффект | | | | | |
| Масса рыбы, г | | | | | |

Рассчитать число поколений селекции, необходимое для увеличения средней массы трехлеток форели на 50 г, при условии, что наследуемость в каждом поколении снижается на 5 %.

Задание 7. Рассчитать интенсивность отбора и эффект селекции за одно и шесть поколений селекции и один год, если известно, что средняя масса трехлеток карпа составляет 755 г. Средняя масса карпов, отобранных на племя, равна 950 г. Среднее квадратическое отклонение составляет 70 г.

Задание 8. Рассчитать эффект селекции за одно и четыре поколения селекции при выращивании самок горбуши по массе тела (прил. 5), если селекционной программой предусмотрена интенсивность отбора на уровне 1,0 ($h^2 = 0,4$).

Задание 9. Рассчитать эффект селекции за одно и шесть поколений селекции при подращивании личинок пеляди по длине тела (прил. 4), если селекционной программой предусмотрена напряженность отбора на уровне 30 %.

3. ВОПРОСЫ И ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

3.1. Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение понятиям «селекция», «отбор» и «популяция».
2. Характеристика искусственного и естественного отбора.
3. Факторы, влияющие на эффективность искусственного отбора.
4. Классификация искусственного методического отбора.
5. Схема комбинированного отбора.
6. Оценка животных по комплексу признаков. Использование отдельных приемов при селекции рыб.
7. Интенсивность отбора в рыбоводстве.
8. Показатели, характеризующие эффективность отбора в рыбоводстве.
9. Напряженность отбора в рыбоводстве.
10. Массовый отбор. Критерии проведения массового отбора.
11. Индивидуальный отбор.
12. Организация мероприятий по выращиванию и отбору рыб при селекции. Взаимодействие «генотип – среда».
13. Основные методические требования, которые необходимо соблюдать при селекционной работе с рыбами.
14. Коэффициент упитанности как показатель, характеризующий уровень селекционной работы, проводимой с рыбами.

3.2. Тестовые задания

1. Учение по отбору основал:

- а) М. М. Щепкин;
- б) Н. П. Червинский;

- в) Ч. Дарвин;
- г) Д. П. Поликсенов;
- д) В. С. Кирпичников.

2. *Образование новых форм животных организмов и изменение существующих возможно благодаря:*

- а) естественному отбору;
- б) искусственному отбору;
- в) отбор не участвует;
- г) варианты а и б;
- д) по воле неизвестных факторов.

3. *Естественный отбор – это:*

а) выживание и сохранение более приспособленных к окружающей среде организмов;

б) выживание и сохранение экземпляров животных организмов имеющих более выгодные индивидуальные особенности и сочетания признаков;

в) действие человека, направленное на сохранение и размножение только тех экземпляров животных, которые обладают для них наиболее желательными качествами;

- г) выбраковка человеком нежелательных особей из популяции;
- д) варианты а и б.

4. *Типы естественного отбора:*

- а) бессознательный и методический;
- б) стабилизирующий и дизруптивный;
- в) косвенный и технологический;
- г) движущий;
- д) варианты б и г.

5. *Искусственный отбор – это:*

а) выживание и сохранение более приспособленных к окружающей среде организмов;

б) выживание и сохранение экземпляров животных организмов имеющих более выгодные индивидуальные особенности и сочетания признаков;

в) действие человека, направленное на сохранение и размножение только тех экземпляров животных, которые обладают для них наиболее желательными качествами;

- г) выбраковка человеком нежелательных особей из популяции;
- д) варианты в и г.

6. *Типы искусственного отбора:*

- а) бессознательный, методический;
- б) стабилизирующий и дизруптивный;
- в) косвенный и технологический;
- г) движущий;
- д) варианты а и в.

7. *Отбор – это:*

- а) сортировка животных;
- б) влияние изменчивости;
- в) влияние наследственности;
- г) влияние выживаемости;
- д) все ответы верны.

8. *Сущность отбора:*

- а) систематическое сохранение части популяции;
- б) организация воспроизводства отобранных особей;
- в) выбраковка негодных экземпляров;
- г) варианты а, б и в;
- д) нет правильных ответов.

9. *Под влиянием естественного отбора:*

- а) усиливается приспособленность рыб к окружающей среде;
- б) увеличивается выживаемость;
- в) усиливается устойчивость к опасным заболеваниям;
- г) улучшается способность рыб к заводскому способу воспроизводства;

д) варианты а, б и в.

10. *Группа особей, генетически идентичных и однородных, свободно скрещивающихся, дающих плодовитое потомство, называется:*

- а) критерием вида;
- б) видом;
- в) популяцией;
- г) линией;
- д) нет правильных ответов.

11. *Эффективность искусственного отбора зависит:*

- а) от условий внешней среды и интенсивности отбора;
- б) интервала между поколениями и числом селекционируемых признаков;
- в) частоты генов в популяции и числа групп сцепления генов;
- г) получения наиболее адаптированных к внешней среде потомков;
- д) все ответы верны.

12. *Цель бессистемного отбора:*

- а) получение новой породы;
- б) получение животных, приспособленных к заводской технологии;
- в) получение потомства с наиболее полезными и желательными признаками;
- г) получение потомков, наиболее адаптированных к внешней среде;
- д) все ответы верны.

13. Методический отбор – это:

- а) систематическая оценка определенных признаков и свойств у рыб и отбор более лучших экземпляров;
- б) форма искусственного отбора;
- в) процесс совершенствования существующих и создание новых пород рыб;
- г) целеустремленность в получении заранее намеченных результатов;
- д) все ответы верны.

14. Оценка животных по комплексу признаков осуществляется:

- а) в 5 этапов;
- б) 4 этапа;
- в) 3 этапа;
- г) 2 этапа;
- д) 10 этапов.

15. Оценка животных до их рождения по продуктивности их ближайших родственников – это оценка:

- а) по генотипу;
- б) фенотипу;
- в) качеству потомства;
- г) качественным признакам;
- д) количественным признакам.

16. Оценка рыб по собственной продуктивности, конституции, экстерьеру, воспроизводительной способности и адаптированным качествам называется оценкой:

- а) по генотипу;
- б) фенотипу;
- в) качеству потомства;
- г) качественным признакам;
- д) количественным признакам.

17. Заключительный этап оценки животных, который может происходить уже после гибели оцениваемого животного называется оценкой:

- а) по генотипу;

- б) фенотипу;
- в) качеству потомства;
- г) качественным признакам;
- д) количественным признакам.

18. Сиб-селекция – это оценка:

- а) по собственной продуктивности;
- б) продуктивным качествам «братьев и сестер»;
- в) продуктивности «бабушек и дедушек»;
- г) все ответы верны;
- д) нет правильных ответов.

19. Оценка рыб по видимым фенотипическим различиям между семьями, которые коррелируют с их генотипическими различиями, называется:

- а) сиб-селекцией;
- б) массовым отбором;
- в) индивидуальным отбором;
- г) семейной селекцией;
- д) комплексной оценкой.

20. Оценка производителей зависит:

- а) от физиологического состояния рыб;
- б) возраста оцениваемых рыб;
- в) количества оцениваемых рыб;
- г) способа и условий содержания рыб;
- д) все ответы верны.

21. Процесс ежегодной выбраковки маточного поголовья или процесс ввода в стадо пополнения из числа лучших рыб называется:

- а) напряженность отбора;
- б) среднее квадратическое отклонение;
- в) селекционный дифференциал;
- г) интенсивность отбора;
- д) коэффициент наследуемости.

22. Причиной выбраковки являются:

- а) низкая продуктивность животных;
- б) низкие племенные качества;
- в) низкое качество получаемой продукции;
- г) плохая адаптивная способность;
- д) все ответы верны.

23. Наиболее высокими показателями интенсивности отбора отличаются:

- а) племенные хозяйства;
- б) репродукторы;
- в) товарные хозяйства;
- г) варианты а и б;
- д) нет правильных ответов.

24. Эффективность отбора в селекции принято обозначать:

- а) ЭО;
- б) R ;
- в) ЭС;
- г) S_d ;
- д) варианты а, б и в.

25. Эффективность отбора за одно поколение вычисляется по формуле:

- а) $S_d = \bar{X}_o - \bar{X}$;
- б) $R = S_d \cdot h^2$;
- в) $S_d = i \cdot \delta$;
- г) $ЭС = i \cdot \delta \cdot h^2$;
- д) варианты б и г.

26. Количество отобранных особей, выраженное в процентах от общего количества, называется:

- а) напряженность отбора;
- б) среднее квадратическое отклонение;
- в) селекционный дифференциал;
- г) интенсивность отбора;
- д) коэффициент наследуемости.

27. Разница в средней величине до и после отбора называется:

- а) напряженность отбора;
- б) среднее квадратическое отклонение;
- в) селекционный дифференциал;
- г) интенсивность отбора;
- д) коэффициент наследуемости.

28. Массовый отбор увеличивает свою эффективность:

- а) при высоких показателях коэффициента наследуемости;
- б) низких показателях коэффициента наследуемости;
- в) высоких показателях коэффициента повторности;
- г) низких показателях коэффициента наследуемости;
- д) варианты а и в.

29. Селекционный эффект за одно поколение по массе рыб равен 10 г. За пять поколений и за один год селекции эффект селекции

составит:

- а) 45 г и 1 г;
- б) 50 г и 2 г;
- в) 55 г и 3 г;
- г) 60 г и 41 г;
- д) 65 г и 4,5 г.

30. При массовом отборе характерны:

- а) небольшая численность оцениваемых особей (единицы, несколько десятков);
- б) большая численность оцениваемых особей (десятки, сотни рыб);
- в) большая напряженность отбора;
- г) варианты а и в;
- д) варианты б и в.

31. Оценка и отбор животных с применением массового и искусственного отбора носит название:

- а) искусственный отбор;
- б) естественный отбор;
- в) стабилизирующий отбор;
- г) комбинированный отбор;
- в) нет правильных ответов.

32. Схема комбинированного отбора включает следующие этапы:

- а) 1 – отбор самок;
2 – оценка самцов по качеству потомства;
3 – массовый отбор;
4 – воспроизводство и массовый отбор в потомстве;
- б) 1 – воспроизводство и массовый отбор в потомстве;
2 – отбор самок;
3 – отбор самцов;
4 – массовый отбор;
- в) 1 – отбор самцов;
2 – отбор самок;
3 – воспроизводство и массовый отбор в потомстве;
4 – массовый отбор;
- г) 1 – индивидуальный отбор;
2 – массовый отбор;
3 – отбор самок;
4 – воспроизводство и массовый отбор в потомстве;
- д) 1 – массовый отбор;
2 – оценка самцов по качеству потомства;
3 – отбор самок;

4 – воспроизводство и массовый отбор в потомстве.

33. На фенотипическое проявление признака оказывают влияние:

- а) антропогенные факторы;
- б) абиотические среды;
- в) биотические факторы;
- г) наследственные факторы;
- д) варианты б и г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д у б и н и н, Н. П. Горизонты генетики / Н. П. Дубинин. – М.: Просвещение, 1970. – 560 с.
2. Состояние работ по селекции среднерусского карпа / В. Я. Катасонов [и др.]. – М.: ВНИИПРХ, 1980. – С. 3–23.
3. К а т а с о н о в, В. Я. Селекция рыб с основами генетики / В. Я. Катасонов, Б. И. Гомельский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
4. К а т а с о н о в, В. Я. Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В. Я. Катасонов, Н. Б. Черфас. – М.: Агропромиздат, 1986. – 183 с.
5. К и р п и ч н и к о в, В. С. Биохимический полиморфизм и процессы микроэволюции у рыб. Биохимическая генетика рыб: сб. науч. ст. / В. С. Кирпичников. – Л., 1973. – 210 с.
6. К и р п и ч н и к о в, В. С. Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников. – Л.: Наука, 1987.
7. К и р п и ч н и к о в, В. С. Теория селекции рыб. Генетика, селекция и гибридизация рыб: сб. науч. ст. / В. С. Кирпичников. – М.: Наука, 1975. – С. 44.
8. К и р п и ч н и к о в, В. С. Селекционно-генетические исследования и состояние племенного дела в прудовом рыбоводстве. Генетика и селекция рыб: сб. науч. ст. / В. С. Кирпичников, В. Я. Катасонов. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – С. 3–50.
9. К о ж и н, Н. И. Задачи генетики и селекции рыб. Генетика и селекция рыб: сб. науч. ст. / Н. И. Кожин. – М.: Наука, 1975. – С. 65.
10. М а к е е в а, А. П. Анализ гиногенетического потомства белого толстолобика по морфологии и биохимическим маркерам. Генетика и селекция прудовых рыб: сб. науч. ст. / А. П. Макеева, Н. Д. Корешкова. – М.: ВНИИПРХ, 1982. – С. 185–211.
11. М е р к у р ь е в а, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – М.: Колос, 1983. – 400 с.
12. Распределение типов трансферрина и картина эстераз у карпа. Биохимическая генетика рыб: сб. науч. тр. / Л. И. Московкин [и др.]. – Л.: ВНИИПРХ, 1973. – С. 120–128.
13. П а қ, И. В. Предварительная оценка генетической структуры восточно-казахстанского стада карпов по некоторым белковым системам сыворотки крови и белых скелетных мышц. Генетика и селекция прудовых рыб: сб. науч. тр. / И. В. Пак. – М.: ВНИИПРХ, 1982. – С. 91.
14. Бочкова, И. П. Перспективы медицинской генетики / И. П. Бочкова. – М.: Медицина, 1982. – 400 с.
15. П о п о в, О. М. Применение гематологического анализа для характеристики племенных групп карпа. Генетика и селекция прудовых рыб: сб. науч. тр. / О. М. Попов. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – С. 188.
16. С и м а к о в, Ю. Г. Генетика рыб: учеб. пособие / Ю. Г. Симаков. – М.: ВЗИПП, 1984. – 89 с.
17. Смишек, Я. Генетические исследования карпа в ЧССР. Генетика и селекция рыб: сб. науч. тр. / Я. Смишек. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – С. 140.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Интенсивность отбора при разных значениях напряженности отбора

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| <i>V</i> , % | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| <i>i</i> | 0,8 | 0,97 | 1,16 | 1,27 | 1,4 | 1,55 | 1,76 | 2,06 | 2,66 | 2,89 | 3,37 |

Приложение 2

Наследуемость некоторых селекционных и морфологических признаков у разных видов рыб

| Признак | Радужная форель | Карп | Канальный сомик | Тиляпия | Пелядь |
|----------------------------|-----------------|------|-----------------|---------|--------|
| Масса тела у молодежи | 0,12 | 0,21 | 0,42 | 0,04 | 0,11 |
| Масса тела у взрослых рыб | 0,17 | 0,32 | 0,49 | 0,1 | 0,29 |
| 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 | 0,3 |
| Жизнеспособность | 0,14 | 0,13 | 0,18 | 0,15 | 0,2 |
| Относительная плодовитость | 0,2 | 0,3 | 0,26 | 0,32 | 0,2 |
| Общее число позвонков | 0,66 | 0,65 | 0,71 | 0,68 | 0,9 |

Приложение 3

Рост разных групп карпа при различной плотности посадки

| Плотность посадки, шт/га | Прирост, г | | | | | |
|--------------------------|------------|-----|-----|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 × 2 | 1 × 3 | \bar{X} |
| 10700 | 264 | 278 | 394 | 378 | 383 | 357 |
| 6500 | 297 | 352 | 517 | 454 | 457 | 450 |
| 6500 | 367 | 479 | 593 | 505 | 535 | 545 |
| 3200 | 468 | 795 | 874 | 725 | 740 | 815 |

Размер личинок пеляди

| Масса тела (М), г | Длина, мм | | | Высота, мм | | |
|-------------------|-----------|---------|------------------------|---------------|---------------|---------------------------------|
| | тела (L) | головой | грудного плавника (НР) | тела (H), max | тела (h), min | спинного плавника (НД), складка |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3,36 | 15,90 | 8,23 | 11,73 | 8,4 | 3,58 | 1,49 |
| 3,04 | 16,4 | 9,0 | 12,1 | 8,0 | 3,3 | 1,7 |
| 2,96 | 16,6 | 8,1 | 12,3 | 9,5 | 4,0 | 1,6 |
| 3,11 | 17,0 | 7,4 | 13,3 | 7,6 | 3,5 | 0,9 |
| 2,09 | 14,6 | 7,8 | 10,9 | 7,8 | 3,0 | 1,2 |
| 2,46 | 14,8 | 7,2 | 10,9 | 9,4 | 4,0 | 2,0 |
| 3,48 | 15,6 | 7,9 | 11,2 | 7,5 | 3,6 | 2,1 |
| 4,12 | 17,0 | 9,1 | 13,2 | 8,6 | 3,8 | 1,5 |
| 3,45 | 16,9 | 8,5 | 12,0 | 8,9 | 3,9 | 1,6 |
| 4,2 | 17,3 | 9,2 | 13,6 | 9,9 | 4,1 | 2,3 |
| 2,0 | 15,0 | 8,4 | 12,6 | 8,8 | 3,7 | 2,0 |
| 2,16 | 15,4 | 8,4 | 11,7 | 8,6 | 3,6 | 1,5 |
| 4,1 | 15,0 | 7,2 | 11,0 | 8,4 | 3,5 | 1,48 |
| 4,0 | 14,4 | 7,3 | 10,9 | 9,6 | 4,0 | 1,3 |
| 3,65 | 14,9 | 9,0 | 10,9 | 9,5 | 4,1 | 0,9 |
| 3,96 | 15,3 | 8,2 | 12,0 | 9,5 | 4,1 | 0,9 |
| 2,84 | 16,8 | 8,6 | 13,4 | 7,6 | 2,8 | 1,1 |
| 3,12 | 16,4 | 8,9 | 13,0 | 7,8 | 2,9 | 1,6 |
| 4,08 | 17,1 | 9,1 | 13,5 | 8,0 | 3,0 | 2,0 |
| 2,0 | 14,3 | 7,2 | 10,9 | 7,3 | 2,8 | 0,7 |
| 2,22 | 16,7 | 9,0 | 13,4 | 8,4 | 3,1 | 1,4 |
| 3,48 | 17,2 | 7,6 | 13,6 | 8,2 | 3,1 | 1,6 |
| 4,07 | 15,4 | 7,8 | 11,6 | 8,9 | 3,4 | 1,1 |
| 4,0 | 15,6 | 7,9 | 11,2 | 8,7 | 3,5 | 1,0 |
| 3,24 | 14,8 | 8,4 | 10,9 | 9,0 | 3,9 | 0,9 |
| 3,76 | 14,9 | 8,9 | 11,0 | 8,9 | 3,8 | 0,7 |
| 3,5 | 15,4 | 9,0 | 11,5 | 8,5 | 3,4 | 1,0 |
| 2,0 | 17, | 9,1 | 13,5 | 7,8 | 2,9 | 2,0 |
| 3,17 | 15,4 | 8,0 | 11,4 | 7,9 | 3,0 | 1,4 |
| 4,1 | 16,3 | 8,6 | 12,4 | 8,4 | 3,5 | 1,8 |
| 2,08 | 14,6 | 8,5 | 10,9 | 8,2 | 3,4 | 1,0 |
| 3,25 | 14,9 | 7,4 | 10,9 | 9,5 | 3,9 | 0,9 |
| 3,44 | 15,3 | 7,6 | 11,9 | 9,1 | 3,9 | 0,8 |
| 3,96 | 15,4 | 7,3 | 11,4 | 9,6 | 4,1 | 1,2 |
| 4,06 | 16,0 | 9,0 | 12,4 | 7,6 | 2,9 | 1,1 |
| 3,74 | 17,1 | 9,0 | 13,0 | 7,8 | 3,0 | 1,6 |
| 2,25 | 15,3 | 8,4 | 12,0 | 8,5 | 3,5 | 1,8 |
| 3,4 | 14,3 | 8,0 | 10,9 | 8,6 | 3,6 | 1,0 |

| | | | | | | |
|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2,35 | 17,1 | 8,3 | 13,1 | 8,6 | 3,6 | 1,8 |
| 4,2 | 15,6 | 7,8 | 12,4 | 9,0 | 3,9 | 1,2 |
| 4,0 | 15,5 | 7,9 | 12,1 | 7,8 | 2,9 | 1,3 |
| 3,2 | 15,7 | 9,1 | 11,8 | 7,8 | 3,0 | 1,2 |
| 2,0 | 15,9 | 7,6 | 11,9 | 9,8 | 4,1 | 1,6 |
| 2,6 | 17,2 | 7,5 | 13,1 | 9,0 | 3,8 | 2,1 |
| 2,4 | 14,8 | 9,0 | 10,9 | 8,5 | 3,4 | 0,7 |
| 4,1 | 14,3 | 9,2 | 10,9 | 8,8 | 3,5 | 0,8 |
| 3,7 | 15,3 | 9,2 | 11,3 | 8,7 | 3,6 | 1,1 |
| 3,3 | 15,5 | 8,0 | 13,5 | 7,5 | 2,9 | 1,4 |
| 3,48 | 17,1 | 8,5 | 13,0 | 8,5 | 3,6 | 1,9 |
| 3,55 | 15,5 | 8,7 | 12,0 | 9,0 | 3,9 | 1,5 |

Показатели развития самок горбуши

| № п. п. | Масса, г | Длина, см |
|---------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 940 | 48,1 | 26 | 500 | 38,9 | 51 | 375 | 40,1 | 76 | 940 | 48,8 |
| 2 | 1605 | 57,3 | 27 | 1200 | 38,9 | 52 | 1480 | 56,0 | 77 | 520 | 45,6 |
| 3 | 277 | 38,9 | 28 | 1450 | 42,6 | 53 | 1320 | 50,3 | 78 | 760 | 47,7 |
| 4 | 870 | 50,4 | 29 | 1030 | 54,3 | 54 | 1200 | 49,5 | 79 | 395 | 43,0 |
| 5 | 1200 | 49,0 | 30 | 1120 | 50,5 | 55 | 295 | 38,9 | 80 | 475 | 44,0 |
| 6 | 1120 | 56,4 | 31 | 1040 | 48,6 | 56 | 418 | 39,6 | 81 | 805 | 48,6 |
| 7 | 950 | 48,6 | 32 | 970 | 43,5 | 57 | 516 | 40,1 | 82 | 745 | 47,3 |
| 8 | 990 | 49,0 | 33 | 980 | 390 | 58 | 770 | 43,4 | 83 | 760 | 47,8 |
| 9 | 1350 | 50,4 | 34 | 1110 | 40,6 | 59 | 880 | 48,6 | 84 | 1035 | 50,3 |
| 10 | 1420 | 52,1 | 35 | 1350 | 42,1 | 60 | 940 | 47,7 | 85 | 1100 | 51,0 |
| 11 | 950 | 46,3 | 36 | 1480 | 53,3 | 61 | 900 | 49,0 | 86 | 1455 | 52,6 |
| 12 | 860 | 49,6 | 37 | 1300 | 57,0 | 62 | 935 | 49,9 | 87 | 490 | 44,2 |
| 13 | 370 | 38,9 | 38 | 970 | 50,6 | 63 | 1020 | 53,6 | 88 | 740 | 47,1 |
| 14 | 540 | 39,9 | 39 | 950 | 38,9 | 64 | 1050 | 94,7 | 89 | 370 | 43,9 |
| 15 | 620 | 41,0 | 40 | 1250 | 57,0 | 65 | 745 | 44,4 | 90 | 890 | 48,9 |
| 16 | 300 | 38,9 | 41 | 900 | 54,2 | 66 | 385 | 39,0 | 91 | 795 | 47,0 |
| 17 | 390 | 39,0 | 42 | 870 | 43,5 | 67 | 470 | 40,6 | 92 | 676 | 46,6 |
| 18 | 420 | 40,6 | 43 | 1500 | 39,4 | 68 | 540 | 42,3 | 93 | 550 | 45,7 |
| 19 | 450 | 41,1 | 44 | 1100 | 56,5 | 69 | 917 | 49,9 | 94 | 600 | 46,6 |
| 20 | 980 | 48,6 | 45 | 1230 | 47,3 | 70 | 860 | 48,7 | 95 | 1000 | 50,1 |
| 21 | 1020 | 49,8 | 46 | 1280 | 49,3 | 71 | 1400 | 55,5 | 96 | 745 | 47,3 |
| 22 | 1550 | 56,6 | 47 | 1110 | 50,1 | 72 | 1535 | 56,0 | 97 | 895 | 48,8 |
| 23 | 1055 | 50,4 | 48 | 1200 | 53,6 | 73 | 1570 | 56,3 | 98 | 945 | 49,8 |
| 24 | 1500 | 55,5 | 49 | 1370 | 54,0 | 74 | 1600 | 57,0 | 99 | 990 | 50,4 |
| 25 | 400 | 39,6 | 50 | 980 | 40,0 | 75 | 1400 | 55,2 | 100 | 1050 | 50,9 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Отбор сельскохозяйственных животных..... | 4 |
| 1.1. Теоретические основы отбора сельскохозяйственных животных..... | 4 |
| 1.2. Оценка животных по комплексу признаков..... | 8 |
| 1.3. Напряженность отбора..... | 10 |
| 1.4. Интенсивность отбора..... | 11 |
| 1.5. Эффективность отбора в рыбоводстве..... | 11 |
| 1.6. Определение числа поколений селекции и интервала между поколениями... | 13 |
| 1.7. Организация мероприятий по выращиванию и отбору рыб при селекции..... | 14 |
| 2. Задания для самостоятельной работы..... | 15 |
| 3. Вопросы и тесты для самоконтроля..... | 18 |
| 3.1. Вопросы для самоконтроля..... | 18 |
| 3.2. Тестовые задания..... | 18 |
| Литература..... | 26 |
| Приложения..... | 27 |

Учебное издание

Давыдович Елена Вячеславовна
Долина Дануся Станиславовна

СЕЛЕКЦИЯ РЫБ

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ ОТБОРА В РЫБОВОДСТВЕ

Методические указания к лабораторным занятиям

Редактор *О. Г. Толмачёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать 10.06.2016. Формат 60^х 84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,27.
Тираж 75 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.