



С.Н. Пантелей, В.Д. Сенникова, М.Н. Исаенко

РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Республика Беларусь

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА БЕЛОГО АМУРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. В статье приведено обоснование необходимости исследований, направленных на увеличение эффективности производства посадочного материала белого амурского карпа и, следовательно, увеличение его производства в условиях прудовой аквакультуры Беларуси. Приведен краткий анализ существующих проблем в этой области и определены основные пути их решения. Приведены предварительные результаты исследований в избранном направлении, в частности, материалы по количественным и качественным характеристикам питания молоди белого амурского карпа на различных этапах выращивания, полученные в ходе исследований рыбоводные результаты, данные по биохимическому составу сеголетков при разных вариантах выращивания в монокультуре в конце вегетационного сезона. Также приведен сравнительный анализ результатов зимовки белого амурского карпа, выращенного в различных условиях, в частности, оценены выживаемость, биохимические и физиологические показатели у полученных годовиков белого амурского карпа.

В ходе исследований установлена перспективность выбранного направления исследований, а также использованных способов повышения эффективности получения посадочного материала белого амурского карпа и его зимовки в условиях прудовой аквакультуры республики. Установлено, что подращивание личинки белого амурского карпа при совместном использовании живых и концентрированных кормов является эффективным приёмом увеличения выживаемости на начальных этапах выращивания молоди и обеспечивает высокие производственные показатели — выживаемость и темп роста. Установлены существенные отличия в характеристиках питания молоди белого амурского карпа по сравнению с другими прудовыми карповыми рыбами по истечении ориентировочно 40-суточного периода жизни. Выявлено, что организмы зоопланктона, являющиеся



целевыми объектами при стимулировании развития кормовой базы прудов, составляют основу питания молоди белого амура только на протяжении 20 (в случае подрощенной личинки) — 35 суток содержания в прудах. За такой период выраженный эффект может дать только навоз, используемый в полной дозе до залития прудов и используемый зоопланктоном в качестве источника углерода почти непосредственно, использование минеральных удобрений малоэффективно. При выращивании белого амура в монокультуре во всех вариантах достигнуты высокие показатели рыбопродуктивности (348–361 кг/га). В вариантах, зарыбленных подрощенной личинкой, средняя индивидуальная навеска сеголетков была выше, чем в вариантах с непдрощенной. Выживаемость в варианте с непдрощенной личинкой была более низкой. Сеголеток, полученный из подрощенной личинки, обладал, на уровне тенденции, более благоприятным для зимовки биохимическим составом, поскольку им накоплено большее количество питательных веществ при более высокой средней индивидуальной массе (25,8 г). Годовик, полученный из подрощенной личинки, не проявил в заметной степени разницы с годовиком из непдрощенной личинки по выживаемости в ходе зимовки. Выживаемость составила 80 и 78 %, соответственно. Однако в биохимическом составе наблюдались некоторые различия: годовик, полученный из подрощенной личинки, обладал несколько лучшими биохимическими показателями по сравнению с годовиком, полученным из непдрощенной личинки. Гематологические показатели у всех годовиков белого амура после зимовки были в пределах возрастной нормы, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии годовиков белого амура и способности адаптироваться к условиям выращивания.

Ключевые слова: белый амур, монокультура, посадочный материал, личинка, сеголетки, годовики, питание, биохимический состав, физиологическое состояние

Sergey N. Panteley, Violetta D. Sennikova, Marina N. Isaenko

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Republic of Belarus

RESULTS OF RESEARCH ON INCREASING THE EFFICIENCY OF WHITE AMUR PLANTING MATERIAL PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract. The article provides a justification for the need for research aimed at increasing the production efficiency of grass carp planting material and, consequently, increasing its production in the conditions of pond aquaculture



in Belarus. A brief analysis of the existing problems in this area is given and the main ways to solve them are identified. Preliminary results of research in the chosen direction are presented, in particular, materials on quantitative and qualitative characteristics of feeding of grass carp juveniles at various stages of cultivation, fish-breeding results obtained during research, data on the biochemical composition of fingerlings with different variants of growing in monoculture at the end of the growing season. A comparative analysis of the results of wintering of the grass carp, grown in various conditions, is also given, in particular, the survival rate, biochemical and physiological indicators of the obtained yearlings of the grass carp are evaluated.

In the course of the research, the prospects of the chosen research direction, as well as the methods used to increase the efficiency of obtaining grass carp seeds and its wintering in the conditions of pond aquaculture of the republic were established. It has been established that the rearing of the larva of the grass carp with the combined use of live and concentrated feeds is an effective method of increasing survival at the initial stages of growing juveniles and provides high production indicators — survival and growth rate. Significant differences have been established in the feeding characteristics of the juvenile grass carp compared with other pond carp fish after an approximately 40-day life period. It has been revealed that zooplankton organisms, which are the target objects for stimulating the development of the pond feeding base, form the basis of feeding of the young grass carp only for 20 (in the case of an undergrown larva) — 35 days of keeping in ponds. During such a period, only manure used in full dose before flooding ponds and used by zooplankton as a carbon source almost directly can give a pronounced effect, the use of mineral fertilizers is ineffective. When growing grass carp in a monoculture, high fish productivity indicators (348–361 kg/ha) were achieved in all variants. In the variants stocked with an undergrown larva, the average individual weight of fingerlings was higher than in the variants with an ungrown one. The survival rate in the variant with an untamed larva was lower. The fingerling obtained from an undergrown larva had, at the trend level, a more favorable biochemical composition for wintering, since it accumulated more nutrients with a higher average individual weight (25,8 g). The yearling obtained from the undergrown larva did not show a noticeable difference with the yearling from the ungrown larva in survival during wintering. Survival rates were 80 and 78 %.

Keywords: grass carp, monoculture, seeds, larva, fingerlings, yearlings, nutrition, biochemical composition, physiological state

Введение. По данным ФАО белый амур является видом, объём производства которого как в количественном, так и в стоимостном выражении является наибольшим. С 2010 до 2020 г его производство выросло с 3,80 до 5,32 % от общей продукции аквакультуры. Приоритет белого амура в прудовой аквакультуре обусловлен низкой себестоимостью



(на 8–9 % ниже по сравнению с карпом), более высокими по сравнению с толстолобиками пищевыми и кулинарными качествами, более низкой стоимостью кормов и значительным сокращением потребности в применении дорогостоящих животных белков для обеспечения рациона, что важно с точки зрения устойчивого роста производства и продовольственной безопасности.

В настоящее время наблюдается снижение уровня производства рыбы в условиях прудовой аквакультуры Беларуси. Общий вылов в 2020 г составил 10626 т, что составляет менее 80 % к уровню 2016 г. Это обусловлено рядом объективных причин и в первую очередь высокой стоимостью комбикормов. Дефицит средств в хозяйствах определяет снижение показателей интенсивности эксплуатации площадей, поскольку при более разреженных посадках затраты кормов на единицу площади ниже. В то же время эффективность эксплуатации площадей снижается, а относительные затраты труда увеличиваются.

В таких условиях применение усовершенствованных технологий выращивания рыбы может позволить нивелировать создавшуюся ситуацию. В частности, выращивание товарной рыбы в прудах в поликультуре является научно обоснованным способом увеличения продуктивности рыбоводческих прудов, соответствующие технологии, используемые в рыбоводстве Беларуси, основаны на результатах многолетних исследований, направленных на изучение взаимоотношений различных видов в поликультуре, максимальное использование доступных ресурсов и минимальную конкуренцию за них отдельных видов. В большинстве прудов имеется достаточное количество доступных ресурсов (макрофитов) для увеличения показателей рыбопродуктивности на 5–10 % за счёт увеличения доли белого амура в поликультуре. Однако в настоящее время такой подход сопряжен с определёнными сложностями, обусловленными дефицитом посадочного материала белого амура.

Потомство белого амура в Беларуси может быть получено только в специальных условиях. Имеющиеся возможности единственного хозяйства, способного осуществлять воспроизводство растительноядных рыб, ограничены объёмом около 40 млн личинки за сезон, из них на белого амура приходится 40–50 %. Этот фактор обуславливает экстенсивный тип производства данного вида по традиционным технологиям.

При анализе материалов по производственным показателям прудовой аквакультуры за последние годы можно констатировать, что выход сеголетка от полученного количества личинки белого амура (около



20 млн экз.) составил 12,7 % (норматив 25–30 %, в зависимости от условий выращивания). Если обратить внимание на значительное расхождение фактических производственных показателей производства посадочного материала белого амура с нормативными (12,7 и 27,5 % для сеголетка, соответственно), очевидными становятся как возможный подход к решению проблемы и потенциальная цель исследования (увеличение выживаемости при выращивании посадочного материала и сохранение его жизнестойкости при зимовке), так и необходимость к выработке доступных способов достижения этой цели.

Существующая практика выращивания младших возрастных групп тех же видов, обусловленная рядом экономических причин, экологически несовершенна. В первый год жизни совместное содержание белого амура с другими видами рыб менее эффективно по сравнению с монокультурой по следующим причинам:

- ♦ Личинкой карпа пруды зарыбляют в сроки, более ранние по сравнению с личинкой белого амура, поскольку созревание производителей белого амура требует большей суммы эффективных температур. Карп начинает питаться раньше, имеет более крупные размеры и поэтому в конкуренции за пищевые ресурсы имеет более выгодное положение;
- ♦ При облове выростных прудов, в которых карп и белый амур выращивались совместно, сортировка, как правило, не осуществляется для снижения затрат труда и исключения избыточной травматизации рыбы. Белый амур более чувствителен к условиям зимовки, поэтому при совместном содержании наблюдается его повышенная смертность;
- ♦ В весенний период совместно содержащийся посадочный материал также зарыбляется совместно, без определения доли отдельных видов, что зачастую не позволяет достигать оптимальных соотношений видов в поликультуре при выращивании товарной рыбы для достижения максимальных производственных показателей.

Для изменения существующей ситуации нужна реструктуризация производства, которая не является кардинальной и сводится к разделению площадей, используемых для выращивания отдельных видов, с отработкой оптимальных режимов кормления и других рыбоводно-биологических параметров выращивания сеголетков белого амура в монокультуре, а также к организации зимовки, позволяющей содержать



более чувствительный к неблагоприятным воздействиям окружающей среды материал способами, минимизирующими это воздействие. Своевременная реализация мелиоративных мероприятий (органическое, минеральное удобрение прудов, другие способы стимулирования развития компонентов естественной кормовой базы, ограниченное кормление) обеспечит достижение приемлемых рыбоводных показателей (4–5 ц/га). При этом выживаемость выращиваемых сеголетков приблизится к нормативным показателям (25–30 %). Экономический эффект в данном случае будет формироваться за счёт интенсификации использования основных производственных площадей для производства посадочного материала карпа, за счёт чего общий объём будет сохранен. За счёт централизации производства карпа будет высвобождена часть площадей, ранее использовавшиеся с недостаточной интенсивностью из-за высокой стоимости комбикормов и по другим объективным причинам. Они будут использованы для выращивания сеголетков белого амура в монокультуре. Кормление на этих площадях может осуществляться более дешевыми малокомпонентными кормами. За счёт этого высвободятся средства, необходимые для обеспечения достаточного уровня интенсификации производства посадочного материала карпа. Раздельное содержание видов позволит осуществлять также раздельную посадку на зимовку, не прибегая к трудозатратной и травматичной для посадочного материала ручной сортировке. Это упростит дальнейшую работу по получению продукции за счёт возможности чёткого контроля качества и количества посадочного материала при посадке на выращивание в нагульные производственные пруды, что необходимо для получения прогнозируемых результатов, расчёта норм кормления и необходимых объёмов мелиоративных мероприятий.

Учитывая изложенное, изучение условий, позволяющих получать посадочный материал белого амура с улучшенными производственными показателями в монокультуре, включая отработку комплекса мелиоративных мероприятий, плотностей посадок, необходимых объёмов кормления, других рыбоводно-биологических параметров, в том числе организации зимовки, позволяющей поддерживать выживаемость полученного посадочного материала и его физиологические показатели в оптимальных пределах, является одной из приоритетных целей научно-исследовательской деятельности в сфере прудовой аквакультуры.

Цель настоящего исследования — изучить питание молоди белого амура на различных этапах выращивания в условиях монокультуры,



биохимический состав сеголетков при разных вариантах выращивания в конце вегетационного сезона, провести сравнительный анализ результатов зимовки белого амура, содержавшегося в различных условиях: выживаемость, биохимические и физиологические показатели у полученных годовиков белого амура.

Ставились следующие задачи:

- ♦ Изучить количественные и качественные характеристики питания молоди белого амура на различных этапах выращивания;
- ♦ Оценить рыбоводные результаты, определить биохимический состав сеголетков при разных вариантах выращивания в конце вегетационного сезона;
- ♦ Провести сравнительный анализ результатов зимовки белого амура, содержавшегося в различных условиях: выживаемость, биохимические и физиологические показатели у полученных годовиков белого амура.

Материалы и методы исследований. Объект исследований — сеголетки и годовики белого амура, выращиваемые в монокультуре, содержащее их кишечника.

Тогда же был отобран материал для определения биохимических и физиологических показателей выращиваемой рыбы.

Исследования проводились в 2021 г. на базе двух рыбоводческих хозяйств — рыбхоза «Вилейка» и СГК «Изобелино». В ходе исследований отрабатывалось два основных направления увеличения производственных показателей по целевому объекту (сеголетку белого амура). На основании анализа доступной информации одним из таких направлений было определено подращивание личинки до более крупных размеров, обладающей развитой пищеварительной системой и навыками поиска корма, в том числе искусственного. Исходя из этого, было осуществлено на базе цеха воспроизводства и подращивания СГК «Изобелино» 16-суточное подращивание полученной из отделения «Белоозёрское» ОРХ «Селец» 3–5-суточной личинки белого амура. Также одним из стандартных подходов к увеличению производственных показателей сеголетков карповых рыб является направленное формирование кормовой базы, использование невысоких плотностей посадок, организация полнорационного кормления рыбы, что является основой традиционных технологий выращивания рыбы. Такой подход, оправдывающий себя при выращивании сеголетков карпа, а также зоопланктофагов — толстолобиков, как выяснилось при анализе характера питания, не



в полной мере соответствует биологическим потребностям сеголетков белого амура, выращиваемым в монокультуре.

Исследования включили 2 варианта опытов, основанных на зарыблении прудов в первом случае (с учётом высокой смертности непродрощенной личинки на начальных этапах) при создании более высокой плотности посадки (60 тыс. экз/га), во втором случае более низкой плотности (40 тыс. экз/га), создаваемой за счёт подрощенной личинки. При этом общие затраты полученной из отделения «Белоозёрское» 3–5-суточной личинки, использованной на каждый вариант, различались незначительно, так как 33 % личинок погибло в ходе подращивания.

На этом этапе исследований применялась стандартная методика стимулирования развития кормовой базы сеголетков карповых рыб. Использовался компостированный навоз (2,5 т/га), сульфаммофос (260 кг/га) и карбамид (215 кг/га), при этом минеральные удобрения вносились в течение сезона дробно, из расчёта 25 кг/га в декаду. Кормление концентрированными кормами осуществляли из расчёта планируемой рыбопродуктивности 400 кг/га и природной рыбопродуктивности прудов 120 кг/га, кормового коэффициента 4. Исходя из этого, общий расход комбикормов в прудах всех вариантов составил 1120 кг/га.

Определение количественных и качественных характеристик питания молоди белого амура на различных этапах выращивания, биохимического состава сеголетков, выживаемости, биохимических и физиологических показателей у полученных годовиков белого амура осуществлялись по общепринятым методикам [1–5].

Основная часть. Количественные и качественные характеристики питания личинки белого амура. В ходе проведенных исследований установлено, что в ходе подращивания актуально совместное кормление живыми (науплии артемии) и концентрированными (высокобелковые стартовые смеси) кормами. При этом на смешанное питание личинка переходит на 5–6 сутки жизни и в первые 5 суток подращивания науплии артемии в пищу не использует (ввиду их высокой подвижности и относительно крупных размеров). В ночное время личинка не питается, при 6-разовом кормлении в течение светлого времени суток из расчёта 100 % от массы личинки в сутки поддерживаются приемлемые (310–460 %₀₀) индексы наполнения кишечника. При снижении нормы кормления комбикормами встречаемость науплиев артемии в содержимом кишечника не увеличивается, а индекс наполнения кишечника эквивалентно снижается (110–180 %₀₀ при суточном рационе 50 % от



массы личинки). При увеличении интенсивности кормления комбикормами в этот период в резервуарах остаётся значительное количество неиспользуемого корма, ухудшаются гидрохимические показатели, при этом заметного увеличения интенсивности питания не происходит.

На 6 сутки подращивания (при средней температуре 20,2 °С) в содержимом кишечника появляются науплии артемии, а также мелкие формы зоопланктона (копеподы), попадающие в резервуары для подращивания с водой из водоисточника (до 10 %). На следующие сутки живой корм, задававшийся с этого момента в количестве 50 % от массы личинки, составлял 40–45 % содержимого кишечника подращиваемой личинки белого амура. Поскольку поедаемость концентрированных кормов эквивалентно снизилась, интенсивность кормления ими также снизили до 50 % от массы личинки. Индексы наполнения кишечника составляли в этот период подращивания 110–350 ‰. Следует отметить, что наименьшая интенсивность питания (110–140 ‰) была отмечена при снижении температуры поступающей в цех воды до 17,5–17,9 °С, обусловленном естественным температурным фоном.

В течение периода подращивания средняя масса личинок увеличилась более чем в 20 раз (с 1,5 до 31,0 мг), выживаемость составила 67 %.

Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что подращивание личинки белого амура при совместном использовании живых и концентрированных кормов обеспечивает высокие производственные показатели — выживаемость и темп роста. В первые 5 суток кормления использование живых кормов нецелесообразно, оптимальный рацион, обеспечиваемый высокобелковыми стартовыми кормами — 100 % от массы личинки в сутки. В следующие 10 суток оптимальный рацион — 50 % науплиев артемии и 50 % концентрированных кормов от общей массы подращиваемой личинки. Важным моментом при организации подращивания является то, что личинка в ночное время, а также при температуре ниже 18 °С практически не питается.

Количественные и качественные характеристики питания молоди белого амура в прудах при выращивании в монокультуре. Одним из стандартных подходов к увеличению производственных показателей сеголетков карповых рыб является направленное формирование кормовой базы, использование невысоких плотностей посадок, организация полнорационного кормления рыбы, что является основой традиционных технологий выращивания рыбы. Такой подход, оправдывающий себя при выращивании сеголетков карпа, а также зоопланктофагов — толстоло-



биков, как выяснилось при анализе характера питания, не в полной мере соответствует биологическим потребностям сеголетков белого амура, выращиваемым в монокультуре.

В ходе исследования были установлены существенные отличия в характеристиках питания молоди белого амура по сравнению с другими прудовыми карповыми рыбами по истечении ориентировочно 40-суточного периода жизни. До этого периода основу питания молоди белого амура составлял зоопланктон (50–90 %содержимого кишечника) и комбикорм. При этом индексы наполнения кишечника были относительно невысокими (190–270 ‰). В дальнейшем доля зоопланктона в питании существенно снизилась, основу содержимого кишечника составляли колониальные водоросли и другая водная растительность. Таксономическое определение в связи с чрезвычайно высокой степенью измельчения растительной пищи в кишечнике методами прямой микроскопии практически нереализуемо. Доля комбикорма была на уровне 25–35 %. При проявлении такого характера питания индексы наполнения кишечника в период наиболее активного питания (3 декада июня — 2 декада августа) существенно возросли, сохраняясь на уровне 450–600 ‰ и практически не различаясь в двух вариантах исследований.

Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что организмы зоопланктона, являющиеся целевыми объектами при стимулировании развития кормовой базы прудов, составляют основу питания молоди белого амура только на протяжении 20 (в случае подрощенной личинки) — 35 суток содержания в прудах. За такой период выраженный эффект может дать только навоз, используемый в полной дозе до заливки прудов и используемый зоопланктоном в качестве источника углерода почти непосредственно. Использование минеральных удобрений при выращивании сеголетков белого амура, возможно, неактуально. Достаточный уровень количественного развития доступной для питания сеголетков белого амура водной растительности (нитчатых водорослей, рдестов, ряски и т.п.), а также кормление концентрированными кормами является необходимым условием обеспечения высокой интенсивности питания и, соответственно, роста этой рыбы на первом году жизни.

Результаты выращивания сеголетков белого амура в монокультуре. Биохимический состав сеголетков при разных вариантах выращивания.



Как уже говорилось, варианты исследований отличались плотностями посадки и, соответственно, схемой кормления на разных этапах выращивания, корректируемых на основании результатов контрольных ловов.

Динамика роста в разных вариантах эксперимента отличалась. Так, при выращивании сеголетка из непродрощенной личинки средняя масса молоди в конце июня составила 2,8 г, в июле 7,8 г, в августе 14,7 г, в 1 декаде сентября 16,5 г. При выращивании из подрощенной личинки средняя масса молоди в конце июня составила 3,9 г, в июле 9,1 г, в августе 21,1 г, в 1 декаде сентября 22,6 г.

При выращивании белого амура в монокультуре во всех вариантах достигнуты высокие показатели рыбопродуктивности (348–361 кг/га).

В вариантах, зарыбленных подрощенной личинкой, средняя индивидуальная навеска сеголетков была выше (25,8 г), чем в вариантах с непродрощенной (17,4 г).

Выживаемость в варианте с непродрощенной личинкой была более низкой по сравнению со вторым вариантом исследований (16,7 %). При первоначальной плотности посадки 60000 экз/га выловлено 10020 экз/га.

Исходя из полученной рыбопродуктивности (348 кг/га), фактические затраты комбикорма на единицу прироста составили 4,9 ед.

В варианте с подрощенной личинкой выживаемость составила 35,5 % от зарыбленного объема или 23,8 % от первоначального количества, использованного в подращивании. Из зарыбленных 39400 экз/га выловлено 13992 экз/га. Исходя из полученной рыбопродуктивности (361 кг/га), фактические затраты комбикорма на единицу прироста составили 4,6 ед.

С использованием полученного материала были проведены биохимические исследования сеголетков белого амура из разных вариантов проведенного эксперимента.

Полученный во втором варианте (из подрощенной личинки) посадочный материал отличался на уровне тенденции несколько более высокой жирностью (1,8 %) по сравнению с сеголетком белого амура, полученному из непродрощенной личинки (1,5 %), однако статистически достоверной разницы на этом этапе исследований выявлено не было. Также мало различалось содержание протеина и зольность. Так, у сеголетка, выращенного из подрощенной личинки, эти показатели составили 16,6 % и 1,5 %, соответственно, у сеголетка, выращенного из непродрощенной личинки, 15,9 % и 1,5 %, соответственно.



Исходя из приведенных цифр, сеголеток, полученный из подрошенной личинки, обладает, на уровне тенденции, более благоприятным для зимовки биохимическим составом, поскольку им накоплено большее количество питательных веществ при более высокой средней индивидуальной массе (25,8 г).

Сравнительный анализ результатов зимовки белого амура, выращенных в различных условиях. Выживаемость, биохимические и физиологические показатели у полученных годовиков белого амура.

Зимовка сеголетков, полученных в этих вариантах исследований, проводилась отдельно при сходных плотностях посадки. Годовик, полученный из подрошенной личинки, не проявил в заметной степени разницы с годовиком из неподошенной личинки по выживаемости в ходе зимовки. Выживаемость составила 80 и 78 %, соответственно. Однако в биохимическом составе наблюдались некоторые различия (табл. 1).

Таблица 1. Динамика величин основных биохимических показателей у молоди белого амура, полученной в различных условиях, в ходе зимовки, СПУ «Изобелино», 2021–2022 гг.

Table 1. Dynamics of the values of the main biochemical parameters in young Amur whites obtained under various conditions during wintering, SPU «Isobelino», 2021–2022

Вариант	Влаж-ность, %	Сухое Вещест-во, %	Зола в веществе, %		Жир в веществе, %		Протеин в веществе, %	
			сухом	сыром	сухом	сыром	сухом	сыром
1*, перед зимовкой	-	-	-	1,5	-	2,8	-	16,6
после зи-мовки	77,3	22,7	4,1	0,9	14,3	3,2	57,1	13,0
2*, перед зимовкой	-	-	-	1,5	-	2,5	-	15,9
после зи-мовки	78,0	22,1	3,6	0,8	13,9	3,1	58,4	12,9

Примечание. 1* — посадочный материал, полученный из подрошенной личинки; 2* — посадочный материал, полученный из неподошенной личинки.

Исходя из данных, приведенных в табл. 1, годовик, полученный из подрошенной личинки, обладал несколько лучшими биохимическими показателями по сравнению с годовиком, полученным из неподошенной личинки. Так, содержание золы в сыром веществе уменьшилось на



0,6 % и 0,7 %, соответственно. Содержание протеина составило в конце зимовки 13,0 и 12,9 %, соответственно, содержание жира 3,2 и 3,1 %. В то же время показатели биохимического состава во всех вариантах укладывались в нормативные пределы. Таким образом, способ летнего выращивания посадочного материала не оказывал существенного влияния на результаты зимовки молоди белого амура.

Обращает на себя внимание тот факт, что содержание жира в тканях белого амура после зимовки было выше по сравнению с показателями, наблюдавшимися у сеголетков после вылова из выростных прудов.

Это объясняется, вероятно, ранними сроками облова (начало 3 декады сентября), поскольку в этот период процессы подготовки организма рыб к зимовке ещё не завершены, так что накопление жира за счёт биотрансформации веществ, составляющих ткани, продолжалось в зимовальных прудах и сопровождалось накоплением жира.

В апреле 2022 г. с целью изучения физиологического состояния годовиков белого амура были проведены гематологические исследования. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о зависимости изменений форменных элементов крови от физиологического состояния рыб и от условий их обитания [6–14]. Поэтому одним из объективных методов контроля физиологического состояния организма рыб является морфологический анализ крови. Основным приемом этого метода является дифференцированный подсчет клеток крови, потому что клетки различных категорий на разных этапах своего развития функционально неравнозначны, кроме того, картина крови меняется в процессе роста и созревания рыб [7].

Кровь была взята у годовиков белого амура непосредственно после зимовки при весеннем облове зимовальных прудов. Пробы крови отбирали из сердца и фиксировали гепарином. Дальнейшую обработку проб крови проводили по общепринятым методикам, определяли количество гемоглобина, число эритроцитов и лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и лейкоцитарную формулу [6–13]. Полученные материалы были обработаны статистически с определением средней, ошибки средней, среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации.

В списке физиологических констант, принятых для сельскохозяйственных животных, содержание гемоглобина в крови рыб изменяется в интервале 70–120 г/л [15]. В работах ряда авторов отмечается, что общей для всех изученных форм и видов рыб является тенденция к увеличению с возрастом содержания гемоглобина и числа эритро-



цитов [15–19]. Как установлено настоящими исследованиями, у годовиков белого амура средняя концентрация гемоглобина в красной крови составляет $88,00 \pm 2,0$ г/л, изменяясь в пределах 62,0–110,0 г/л (табл. 2). В перечне основных физиологических констант сельскохозяйственных животных указан диапазон изменения числа эритроцитов в крови разных видов рыб, который составляет 0,7–3,5 млн/мкл. У молоди количество эритроцитов в красной крови находится в пределах 0,7–1,5 млн/мкл, у рыб старшего возраста — 1,5–3,5 млн/мкл [15]. Как видно из данных, приведенных в табл. 2, концентрация эритроцитов в крови годовиков белого амура составляет достаточно значительную величину — $1,24 \pm 0,07$ млн/мкл. Таким образом, физиологическое состояние годовиков белого амура после зимовки было удовлетворительным.

Таблица 2. Средние показатели крови годовиков белого амура, ХРУ «Изобелино», апрель 2022 г.

Table 2. Average blood counts of yearlings of the white Amur, HRU «Isobelino», April 2022

Показатели крови	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение	Ошибка средней	Коэффициент вариации, %
Гемоглобин, г/л	88,0	1,60	2,00	20,30
СОЭ, мм/час	3,17	1,08	0,85	24,69
Число эритроцитов, млн/мкл	1,24	0,15	0,07	21,69
Число лейкоцитов, тыс./мкл.	26,53	2,81	1,19	16,57
Лейкоцитарная формула, %				
Лимфоциты	75,0	3,40	2,5	12,8
Моноциты	5,5	3,88	3,12	14,1
Нейтрофилы	17,5	2,44	3,28	11,1
Эозинофилы	2,0	1,24	2,50	10,3

Достаточно высокое содержание гемоглобина в крови годовиков белого амура после зимовки свидетельствует о хорошей адаптации белого амура к условиям выращивания.

Лейкоциты содержатся в крови рыб в меньших количествах, чем эритроциты. По мере роста рыб их число возрастает. В соответствии с перечнем гематологических показателей, принятых в качестве основных физиологических констант сельскохозяйственных животных (25–50 тыс./мкл), количество лейкоцитов в крови годовиков белого



амура после зимовки находится в пределах нормативных значений и составляет $26,53 \pm 1,19$ тыс./мкл [6–8, 15].

Как показали проведенные исследования, кровь годовиков белого амура относится к лимфоцитарному типу. Среднее количество основных иммунокомпетентных клеток — лимфоцитов — в белой крови годовиков белого амура для данной возрастной группы было высоким ($75 \pm 2,5$ %), что говорит о хорошем иммунитете рыб. В связи с высоким количеством лимфоцитов в белой крови у годовиков белого амура, роль нейтрофилов в поддержании иммунитета наряду с лимфоцитами, выполняющих фагоцитарную функцию и выделяющих бактерицидные вещества, закономерно снижалась и составила в среднем $17,5 \pm 3,28$ % (норма — 30–50 % у молоди, 10–15 % у взрослой рыбы). Доля моноцитов и эозинофилов, уничтожающих продукты распада клеток и инактивирующих токсины, в белой крови у годовиков белого амура после зимовки составила в среднем $5,5 \pm 3,12$ % и $2,0 \pm 2,5$ %, соответственно (норма — до 10–12 % у молоди, у взрослых рыб — в пределах 1 %) [10–14]. СОЭ составила $3,17 \pm 0,85$ мм/час, что не выходит за пределы нормативных показателей и говорит об отсутствии воспалительных процессов у рыб (норма СОЭ для молодых рыб в пределах 2 — 10 мм/час).

Таким образом, исходя из проведенных исследований, можно констатировать, что гематологические показатели у годовиков белого амура после зимовки были в пределах возрастной нормы, а некоторые из них даже превышали таковую (отмечено высокое количество основных иммунокомпетентных клеток — лимфоцитов в белой крови годовиков белого амура), что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии годовиков белого амура и способности адаптироваться к условиям выращивания.

Выводы. Установлено, что при подращивании на смешанное питание личинка белого амура переходит на 5–6 сутки жизни и в первые 5 суток подращивания науплии артемии в пищу не использует. В ночное время личинка не питается, при 6-разовом кормлении в течение светлого времени суток из расчёта 100 % от массы личинки в сутки поддерживаются приемлемые ($310\text{--}460$ ‰) индексы наполнения кишечника. При снижении нормы кормления комбикормами встречаемость науплиев артемии в содержимом кишечника не увеличивается, а индекс наполнения кишечника эквивалентно снижается ($110\text{--}180$ ‰ при суточном рационе 50 % от массы личинки).



Установлено, что зоопланктон (науплии артемии и копеподы) появляются в питании личинок белого амура на 6 сутки подращивания (при средней температуре $20,2^{\circ}\text{C}$) в количестве до 10 % от содержимого кишечника. На следующие сутки живой корм, задававшийся с этого момента в количестве 50 % от массы личинки, составлял 40–45 % содержимого кишечника подращиваемой личинки белого амура. Поедаемость концентрированных кормов эквивалентно снижается, поэтому целесообразно с этого момента уменьшить расход концентрированных кормов до 50 % от массы личинки. Индексы наполнения кишечника составляли в этот период подращивания $110\text{--}350\text{‰}$. Наименьшая интенсивность питания ($110\text{--}140\text{‰}$) отмечена при снижении температуры поступающей в цех воды до $17,5\text{--}17,9^{\circ}\text{C}$, обусловленном естественным температурным фоном.

Выявлено, что в течение периода подращивания средняя масса личинок увеличилась более чем в 20 раз (с 1,5 до 31,0 мг), выживаемость составила 67 %. Таким образом, подращивание личинки белого амура при совместном использовании живых и концентрированных кормов обеспечивает высокие производственные показатели — выживаемость и темп роста;

Установлены существенные отличия в характеристиках питания молоди белого амура по сравнению с другими прудовыми карповыми рыбами по истечении ориентировочно 40-суточного периода жизни. До этого периода основу питания молоди белого амура составлял зоопланктон (50–90 % содержимого кишечника) и комбикорм. При этом индексы наполнения кишечника были относительно невысокими ($190\text{--}270\text{‰}$). В дальнейшем доля зоопланктона в питании существенно снизилась, основу содержимого кишечника составляли колониальные водоросли и другая водная растительность. Доля комбикорма была на уровне 25–35 %. При проявлении такого характера питания индексы наполнения кишечника в период наиболее активного питания (3 декада июня — 2 декада августа) существенно возросли, сохраняясь на уровне $450\text{--}600\text{‰}$ и практически не различаясь в двух вариантах исследований. Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что организмы зоопланктона, являющиеся целевыми объектами при стимулировании развития кормовой базы прудов, составляют основу питания молоди белого амура только на протяжении 20 (в случае подрощенной личинки) — 35 суток содержания в прудах. По истечении этого периода достаточный уровень количественного развития доступной



для питания сеголетков белого амура водной растительности (нитчатых водорослей, рдестов, ряски и т.п.), а также кормление концентрированными кормами является необходимым условием обеспечения высокой интенсивности питания и, соответственно, роста этой рыбы на первом году жизни;

Доказана высокая рыбоводная эффективность выращивания белого амура в монокультуре, поскольку во всех вариантах достигнуты высокие показатели рыбопродуктивности (348–361 кг/га). Несколько более высокие рыбоводные показатели наблюдались в варианте с использованием подрощенной личинки: средняя индивидуальная навеска сеголетков была выше (25,8 г), чем в вариантах с непдрощенной (17,4 г), выживаемость в варианте с непдрощенной личинкой была более низкой по сравнению со вторым вариантом исследований (16,7 % и 23,8 % от первоначального количества, соответственно), рыбопродуктивность составила 348 и 361 кг/га, соответственно. Исходя из полученной рыбопродуктивности, фактические затраты комбикорма на единицу прироста были заметно выше в варианте с непдрощенной личинкой (4,9 и 4,6 ед., соответственно).

Отмечено, что полученный из подрощенной личинки посадочный материал отличался на уровне тенденции более высокой жирностью, содержанием протеина и зольностью. Таким образом, сеголеток, полученный из подрощенной личинки, обладает, вероятно, более благоприятным для зимовки биохимическим составом, поскольку им накоплено большее количество питательных веществ при более высокой средней индивидуальной массе (25,8 г).

При анализе результатов зимовки установлено, что годовик, полученный из подрощенной личинки, не проявил в заметной степени разницы с годовиком из непдрощенной личинки по выживаемости в ходе зимовки. Выживаемость составила 80 и 78 %, соответственно. В биохимическом составе наблюдались незначительные различия, однако показатели биохимического состава во всех вариантах укладывались в нормативные пределы. Таким образом, способ летнего выращивания посадочного материала не оказывал существенного влияния на результаты зимовки молоди белого амура.

Гематологические показатели у годовиков белого амура после зимовки были в пределах возрастной нормы, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии годовиков белого амура и способности адаптироваться к условиям дальнейшего выращивания.

**Список использованных источников**

1. Алекин, О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алекин, А.Д. Семенов, Б.А. Скопинцев. — Л. : Гидрометеиздат, 1973. — 269 с.
2. Киселев, И.А. Методы исследования планктона / И.А. Киселев // Жизнь пресных вод СССР : в 5 т. / Акад. наук СССР, Зоол. ин-т ; под ред. Е.Н. Павловского, В.И. Жадина. — М. ; Л., 1956. — Т. 4, ч. 1. — С. 183–265.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва, Акад. наук СССР, Зоол. ин-т ; [сост.: А.А. Салазкин и др.]. — Л. : ГосНИОРХ, 1984. — 51 с.
4. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Акад. наук СССР, Науч. совет по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биол. ресурсов водоемов ; редкол.: Е.В. Боруцкий (отв. ред.) [и др.]. — М. : Наука, 1974. — 254 с.
5. Иванов, А.А. Физиология рыб : учеб. пособие / А.А. Иванов. — М. : Мир, 2003. — 280 с.
6. Головина, Н.А. Гематология прудовых рыб / Н.А. Головина, И.Д. Тромбицкий. — Кишинев : Штиинца, 1989. — 158 с.
7. Аминова, В.А. Физиология рыб : учебник / В.А. Аминова, А.А. Яржомбек. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. — 200 с.
8. Житенева, Л.Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб : справочник / Л.Д. Житенева, О.А. Рудницкая, Т.Н. Калужная ; Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — Ростов н/Д : Молот, 1997. — 151 с.
9. Житенева, Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб / Л.Д. Житенева, Т.Г. Полтавцева, О.А. Рудницкая ; Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — Ростов н/Д : Рост. кн. изд-во, 1989. — 111 с.
10. Иванова, Н.Т. Материалы к морфологии крови рыб : учеб. пособие / Н.Т. Иванова ; Рост. гос. пед. ин-т. — Ростов н/Д : [б. и.], 1970. — 136 с.
11. Иванова, Н.Т. Система крови. Материалы к сравнительной морфологии системы крови человека и животных / Н.Т. Иванова ; Рост. гос. пед. ин-т. — Ростов н/Д : РГПИ, 1995. — 156 с.
12. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб: сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб / Н.Т. Иванова. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1983. — 80 с.
13. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб : утв. М-вом сел. хоз-ва и продовольствия Рос. Федерации 02.02.1999, № 13-4-2-/1487. — М. : Департамент ветеринарии, 1999. — 36 с.
14. Пищенко, Е.В. Гематология пресноводной рыбы : учеб. пособие / Е.В. Пищенко ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. — Новосибирск : [б. и.], 2002. — 47 с.
15. Физиология сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А.Н. Голиков [и др.] ; под ред. А.Г. Голикова. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Агропромиздат, 1991. — 432 с.
16. Сенникова, В.Д. Сравнительная характеристика гематологических показателей разновозрастных годовиков ленского осетра / В.Д. Сенникова,



- С.И. Докучаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2016. — Вып. 32. — С. 162–168.
17. Сенникова, В.Д. Сравнительная характеристика гематологических показателей сеголеток веслоноса и ленского осетра / В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2015. — Вып. 31. — С. 110–116.
18. Сенникова, В.Д. Сравнительная характеристика гематологических показателей сеголеток веслоноса и ленского осетра / В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева // Тезисы докладов 6 съезда NACEE, Горки, 18–22 мая 2015 г. — Горки, 2015. — С. 57.
19. Сенникова, В. Сравнительная характеристика гематологических показателей разновозрастного сибирского осетра / В. Сенникова, С. Докучаева // Международная научно-практическая конференция «Аквакультура осетровых: современные тенденции и перспективы» (Херсон, 18 мая 2016 г.) / Херсон. гос. аграр. ун-т [и др.]. — Херсон, 2016. — С. 171–176.

References

1. Alekin O.A., Semenov A.D., Skopintsev B.A. *Guidelines for the chemical analysis of land waters*. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1973. 269 p. (in Russian).
2. Kiselev I.A. Plankton research methods. *Zhizn' presnykh vod SSSR. T. 4. Ch. 1* [Life of fresh waters of the USSR. Vol. 4. Pt. 1]. Moscow, Leningrad, 1956, pp. 183–265 (in Russian).
3. Salazkin A.A. (comp.) [et al.]. *Guidelines for the collection and processing of materials for hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products*. Leningrad, State Research Institute of Lake and River Fisheries, 1984. 51 p. (in Russian).
4. Borutskii E.V. (ed.). *Methodical manual for the study of nutrition and food relations of fish in natural conditions*. Moscow, Nauka Publ., 1974. 254 p. (in Russian).
5. Ivanov A.A. *Physiology of fish*. Moscow, Mir Publ., 2003. 280 p. (in Russian).
6. Golovina N.A., Trombitskii I.D. *Hematology of pond fish*. Chisinau, Shtiintsa Publ., 1989. 158 p. (in Russian).
7. Amineva V.A., Yarzombek A.A. *Fish physiology*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1984. 200 p. (in Russian).
8. Zhiteneva L.D., Rudnitskaya O.A., Kalyuzhnaya T.N. *Ecological and hematological characteristics of some fish species: a reference book*. Rostov-on-Don, Molot Publ., 1997. 151 p. (in Russian).
9. Zhiteneva L.D., Poltavtseva T.G., Rudnitskaya O.A. *Atlas of normal and pathologically altered blood cells in fish*. Rostov-on-Don, Book publishing house, 1989. 111 p. (in Russian).
10. Ivanova N.T. *Materials for the morphology of fish blood*. Rostov-on-Don, 1970. 136 p. (in Russian).



11. Ivanova N.T. *Blood system. Materials for the comparative morphology of the blood system of humans and animals*. Rostov-on-Don, Rostov State Pedagogical Institute, 1995. 156 p. (in Russian).
12. Ivanova N.T. *Atlas of fish blood cells: comparative morphology and classification of blood cells in fish*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 80 p. (in Russian).
13. *Guidelines for conducting hematological examination of fish: approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation 02.02.1999, no. 13-4-2-/1487*. Moscow, Department of Veterinary Medicine, 1999. 36 p. (in Russian).
14. Pishchenko E.V. *Hematology of freshwater fish*. Novosibirsk, 2002. 47 p. (in Russian).
15. Golikov A.N., Bazanova N.U., Kozhebekov Z.K., Meshcheryakova M.F., Parshutin G.V., Safonov N.A. *Physiology of farm animals*. 3rd ed. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991. 432 p. (in Russian).
16. Sennikova V.D., Dokuchaeva S.I. Comparative characteristics of hematological parameters of different-sized yearlings of the Lena sturgeon. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2016, iss. 32, pp. 162–168 (in Russian).
17. Sennikova V. D., Dokuchaeva S. I. Comparative characteristics of hematological parameters of the yearlings of the paddlefish and the Lena sturgeon. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2015, iss. 31, pp. 110–116 (in Russian).
18. Sennikova V.D., Dokuchaeva S.I. Comparative characteristics of hematological parameters of the yearlings of the paddlefish and the Lena sturgeon. *Tezisy dokladov 6 s"ezda NACEE, Gorki, 18–22 maya 2015 g.* [Abstracts of the 6th NACEE Congress, Gorki, May 18–22, 2015]. Gorki, 2015, p. 57 (in Russian).
19. Sennikova V., Dokuchaeva S. Comparative characteristics of hematological parameters of the Siberian sturgeon of different ages. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Akvakul'tura osetrovyykh: sovremennye tendentsii i perspektivy» (Kherson, 18 maya 2016 g.)* [International scientific and practical conference «Sturgeon aquaculture: current trends and prospects» (Kherson, May 18, 2016)]. Kherson, 2016, pp. 171–176 (in Russian).

Сведения об авторах

Пантелей Сергей Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru



Исаенко Марина Николаевна — младший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Information about the authors

Sergey N. Panteley — Ph.D. (Agriculture), Head of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Violetta D. Sennikova — Senior researcher of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Marina N. Isaenko — Junior researcher at the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru