

В. В. Шумак, В. В. Пекун

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ – ОСНОВА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ

На базе исследований роста карпа *Cyprinus carpio* L. в прудовых условиях Республики Беларусь и Украины разработаны основы программ технологического процесса выращивания рыбы. Результаты исследований внедрены в производственную деятельность, представляют собой основу для разработки новых технологий выращивания как карпа, так и других ценных видов рыб. По итогам разработанных программ выращивания карпа можно сделать заключение, что получены все составляющие процесса выращивания при обычных сроках для III зоны рыбоводства и при более раннем сроке – получения личинки карпа для IV зоны рыбоводства. Текущие затраты на обеспечение производственного процесса получали подробную расшифровку по каждому суткам в течение всего вегетационного периода. Расчеты давали также полную сумму расходов и позволяли рассчитать себестоимость единицы товарной продукции, т. е. 1 кг сеголеток карпа. Обоснования для принятия решения руководством при избрании варианта деятельности по применению того или иного оборудования получали экономически выверенные значения. Использование новых формул расчета коэффициента массонакопления рыбы, среднештучной массы особи в любой момент времени позволяет при товарном выращивании разрабатывать программы и закладывать основы производственных технологий при определенных условиях содержания, которые отражают весь производственный процесс с детализацией до 1 суток. При использовании приложения Excel для разработки программы производственной деятельности закладывали биологические параметры роста рыбы и климатические условия как основу для расчетов технологических параметров. Возможности технического решения задач и обоснования суммы текущих затрат позволяют сделать вывод об эффективности производственного процесса.

Ключевые слова: карп *Cyprinus carpio* L., программа, рост, коэффициент массонакопления, пруд, живая масса, технология.

Введение

Существует необходимость в разработке новых методов изучения и прогнозировании возможных изменений в организме выращиваемой рыбы, в организации и реализации производственных процессов в аквакультуре. Основные рыбохозяйственные мероприятия в Республике Беларусь ориентированы на продолжение крупномасштабного рыбоводства по принципам интенсивных технологий, уже отработанных наукой и практикой. Однако в новых условиях эти технологии являются высокозатратными, не отражают в полной мере всего комплекса рационального использования резервов, имеющихся в наличии. Для реализации возможностей развития рыбного хозяйства необходимо уделить внимание разработке альтернативных, принципиально новых подходов к ведению рыбоводства в республике. В связи с этим исследования по разработке и использованию новых эколого-экономических подходов при проведении работ с традиционными и новыми объектами рыбоводства имеют особую актуальность. По утверждению В. К. Виноградова [1], первостепенное значение приобретает проблема конструирования высокопродуктивных экосистем и управление их функционированием.

Согласно данным статистики, максимальный вылов рыбы в 21,3 тыс. т из водоемов Республики Беларусь был достигнут в 1989 г. Из них 18,0 тыс. т было выращено в прудовых хозяйствах и только около 3,3 тыс. т было выловлено из других водоемов и водных систем. Наблюдавшееся снижение объемов производства товарной рыбы до 3,9 тыс. т в 1998 г. было связано с медленной перестройкой рыбохозяйственной отрасли вследствие разрыва налаженных отношений и взаимосвязей, общего ухудшения экономического состояния республики. В последние годы отрасль рыбного хозяйства Республики Беларусь активно наращивает объемы производства товарной рыбы. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в 2012 г. в Республике Беларусь произведено рыбы, вместе с уловом из естественных водоемов, 21,1 тыс. т.

Основным объектом прудового рыбоводства в Республике Беларусь по-прежнему остается карп. В объеме производства прудовой рыбы за последние годы доля карпа составляет 84–88 % [2]. В связи с этим расширение спектра выращиваемых видов рыб является весьма актуальным для экономики республики.

В числе важнейших путей при решении рыбохозяйственных проблем выделяют внедрение и разработку новых технологий, экологически чистых, мало- и безотходных технологий, позволяющих использовать имеющиеся природные ресурсы с максимальной отдачей для производства товарной продукции с лучшими потребительскими качествами. Крупномасштабное прудовое хозяйство уступает место компактному и интенсивному выращиванию рыбы. Популярность выращивания рыбы среди населения, арендаторов, фермеров в Республике Беларусь растет.

Цель нашего исследования состояла в разработке нового подхода к использованию биологической модели роста рыб как к основе программы выращивания с переходом к определению технологических показателей и технических параметров при расчете затрат минимального количества необходимых экономических ресурсов.

Материал и методы исследования

Организация и экономика рыбного хозяйства являются предметом постоянного изучения.

Многочисленные исследования посвящены изучению опыта специалистов Республики Беларусь и зарубежного опыта эффективного развития рыбного хозяйства [3–6].

В 2014 г. программировалось выращивание сеголеток карпа по обычным срокам проведения заводского воспроизводства и зарыбления для ОАО «Рыбхоз «Полесье» (Брестская область, Республика Беларусь) и ЗАО «Ольшанка» (Черкасская область, Украина).

Рыбхоз «Полесье» расположен в климатических условиях среды, соответствующей III зоне рыбоводства (по принятой в Советском Союзе градации), поэтому получение личинок карпа проводили в третьей декаде мая. Выращивание сеголеток карпа с начала июня требовало своевременной подготовки выростных прудов и достаточного количества качественного комбикорма К-110.

ЗАО «Ольшанка» расположено в условиях температуры окружающей среды, соответствующей IV зоне рыбоводства, поэтому получение личинок проводили в первых числах мая. Выращивание сеголеток карпа с начала мая требует своевременной подготовки выростных прудов и достаточного количества качественного комбикорма. Для первого месяца выращивания была рассчитана потребность в комбикорме и подкачке свежей воды с целью поддержания благоприятного кислородного режима в ночное время. Содержание сырого протеина в комбикорме для личинок карпа составляло 32–34 %. Общая масса комбикорма, использованного в течение месяца, составила около 1000 кг.

Алгоритм расчёта динамики роста организма рыб на примере сеголеток карпа базировался на формуле определения коэффициента массонакопления K_m , который рассчитывался путем извлечения корня T -й степени из отношения конечного значения средней живой массы M_T по истечении периода времени T к начальному значению средней живой массы M_0 :

$$K_m = (M_T / M_0)^{1/T}.$$

Тогда определение массы рыбы M_t в любой период времени t , при условии, что $1 \leq t \leq T$, будет проводиться по следующей формуле:

$$M_t = M_0(K_m)^t.$$

Применение данного метода позволит рассчитать ожидаемую среднештучную массу особи в любой период времени в течение технологического периода.

Подача воды предусматривалась с 23.00 до 6.00 в соответствии с потребностью в кислороде, которая рассчитывалась по следующей формуле:

$$Q = mk / (O_1 - O_2),$$

где m – масса рыбы в пруду, кг; k – потребление кислорода, мг/(кг · ч); O_1 – содержание кислорода в воде на входе, мг/кг; O_2 – содержание кислорода в воде на выходе, мг/кг [7].

Ночной тариф на оплату электроэнергии на Украине на 40 % ниже дневного тарифа, что более приемлемо для рыбоводства, т. к. именно в ночное время заметно снижается содержание кислорода в воде прудов в связи с прекращением процессов фотосинтеза.

Потребление кислорода представляет собой сумму различных составляющих, определение которых связано с дополнительными исследованиями процесса выращивания:

$$k = k_1 + k_2 + k_3,$$

где k_1 – потребление кислорода рыбой в процессе дыхания, мг/(кг · ч); k_2 – поглощение кислорода разлагающимся, не использованным рыбами кормом, мг/(кг · ч); k_3 – поглощение кислорода экскрементами рыб на процессы окисления, мг/(кг · ч).

В ходе исследования проводилась интегральная оценка возможного состояния, поэтому за сумму в одном значении, в соответствии с указаниями В. А. Аминева, А. А. Яржомбека [8], принимали 300 мг/(кг · ч).

Была определена потребность в кормах на каждые сутки выращивания сеголеток карпа. Имея определенное число кормушек, по общему количеству потребности в комбикорме определяли периодичность их загрузки, что позволяло планировать затраты труда на обеспечение кормления рыбы.

Нормативная посадка личинок карпа на выращивание в России и Республике Беларусь составляет 40 тыс. шт./га [9], средняя масса выращенных сеголеток – 25 г. Этот показатель был принят нами как контроль.

За исходное значение потребности в обеспечении необходимого количества кислорода принимали тот объем свежей воды, содержащей 8 мг/кг, который обеспечивал комфортное состояние среды при условии остаточного содержания кислорода в сбросной воде 4 мг/кг.

Результаты исследований и их обсуждение

В ОАО «Рыбхоз «Полесье» планировалось получить посадочный материал сеголеток карпа среднештучной массой 30 г. Кормовой коэффициент рассчитывали как отношение общего количества расходуемого корма M_k к общей массе выращенной рыбы M_p :

$$K_k = M_k / M_p.$$

При этом рыбопродуктивность была рассчитана как отношение общей массы выращенной рыбы к площади выростного пруда S по следующей формуле:

$$P_n = M_p / S.$$

По итогам планирования можно сделать заключение, что все составляющие процесса выращивания, текущие затраты на его обеспечение получали подробную расшифровку по каждому суткам в течение всего вегетационного периода.

Осенью 2014 г. вылов сеголеток карпа из опытного пруда рыбхоза «Полесье» составил 9,84 т среднештучной массой 35 г. Таким образом, на 1 кг выращенной рыбы по плану было затрачено 3,5 кг комбикорма, по факту – 3,2. Рыбопродуктивность составила 12,3 ц/га и была рассчитана как отношение общей массы выращенной рыбы к площади выростного пруда, равной 8 га.

В ЗАО «Ольшанка» планировалось получить посадочный материал сеголеток карпа среднештучной массой 90 г, осенью 2014 г. в опытном пруду ЗАО «Ольшанка» были получены сеголетки массой 94 г.

Отметим, что при создании условий для получения потомства почти на месяц раньше (климатические особенности на Украине позволяют это сделать с незначительными затратами), составление подобной программы позволяет рассчитать преимущества такого варианта производственного процесса. Разработанная альтернативная программа, в целях сравнения с вариантом выращивания в Республике Беларусь, была использована для расчета возможностей роста сеголеток карпа при создании комфортных условий в течение более длительного периода выращивания на Украине. Содержание протеина в комбикорме составило 32–34 % для первого месяца выращивания, общая масса – около 1500 кг. Для дальнейшего выращивания содержание протеина в комбикорме составило 28–30 %, общая масса – около 33 т. Подача свежей воды с 23.00 до 6.00 предусматривалась в соответствии с потребностью. Кормовой коэффициент не достигал значения 2,5. На меньший коэффициент рассчитывать не приходилось, т. к. ресурсы естественной кормовой базы очень ограничены и использовались рыбой без возможности к восстановлению. Следует отметить, что планируемая и фактическая рыбопродуктивность составляла около 25,0 ц/га на площади выростного пруда 6 га.

Для каждого варианта (имеются в виду Беларусь по одному варианту и Украина по второму указанному варианту, т. е. – получение потомства на месяц раньше и более длительный период выращивания) была также определена потребность в кормах на каждые сутки выращи-

вания сеголеток карпа. Все расчеты позволяли планировать затраты труда на обеспечение кормления и содержания рыбы. Было рассчитано также необходимое количество свежей воды, содержащей 8 мг/кг кислорода, который обеспечивал комфортность среды обитания при условии остаточного содержания его в сбросной воде 4 мг/кг. Коэффициент массонакопления рассчитан только по последнему месяцу выращивания, по всем остальным месяцам оставался тем же, одинаковым для обоих вариантов.

Количество комбикорма, необходимого для обеспечения процесса выращивания, снизилось почти в 2 раза, себестоимость комбикорма повысилась. Однако возможность вылова большего количества рыбы (более чем 2 раза) и более крупной рыбы говорит о повышении эффективности использования рыбоводных площадей. Следует также отметить, что затраты на приготовление кормов и, соответственно, на выращивание рыб в течение месяца возрастали.

Заключение

Изучение научной литературы и собственные экспериментальные исследования динамики роста рыб позволили разработать подход, достаточно адекватно описывающий процесс роста отдельной особи.

Предлагаемый метод планирования производственной деятельности при организации товарного выращивания рыбы и других сельскохозяйственных животных позволяет определить основные статьи затрат, оценить эффективность производственного процесса.

Закладывать основы и реализовывать новые технологии необходимо своими силами, с привлечением инвестиций в уже разработанные, как действующие, функционирующие направления рыбохозяйственной деятельности, так и получившие положительное экономическое обоснование. Разработка новых методов повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности весьма актуальна в современных условиях.

Программирование процесса выращивания позволяет сделать ряд выводов:

1) составленная модель роста отражает, с известной долей допущения, происходящие изменения среднештучной массы рыбы в течение как отдельного технологического периода, так и всего процесса выращивания;

2) динамика роста в течение суток принята как структурная единица биологического цикла обмена вещества и энергии в теле рыбы;

3) подтверждается ведущая роль систем, обеспечивающих накопление в теле питательных веществ корма и выделения продуктов обмена при закладке основных технологических показателей;

4) техническое обеспечение технологического процесса позволяет решать вопросы ресурсо- и энергосбережения при организации производства;

5) программа выращивания позволяет определить сложные места в организации производственного процесса и наметить пути решения возможных проблем;

6) программы выращивания могут быть использованы для расчета многих вариантов организации и ведения рыбного хозяйства, являются основами технологий и указывают на эффективность или неэффективность производственного процесса.

По итогам внедрения разработанных программ можно сделать заключение, что даны все составляющие процесса выращивания сеголеток карпа при обычных сроках и при более раннем сроке получения личинок, текущие затраты на его обеспечение получали подробную расшифровку по каждому суткам в течение всего вегетационного периода. Расчеты давали основания для принятия решения руководством по избранию варианта деятельности.

Использование новых формул расчета коэффициента массонакопления рыбы, среднештучной массы особи в любой период времени позволяет при товарном выращивании разрабатывать программы и закладывать основы производственных технологий при определенных условиях содержания, которые отражают весь производственный процесс с детализацией до 1 суток. При использовании приложения Excel для разработки программы производственной деятельности использовались биологические параметры роста рыбы и климатические условия как основа для расчетов технологических параметров. Возможности технического решения задач и обоснования суммы текущих затрат подтверждены актом внедрения ОАО «Рыбхоз «Полесье» (Республика Беларусь), справкой о возможности использования ЗАО «Ольшанка» (Украина).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградов В. К.* Краткие итоги акклиматизации представителей китайского равнинного и североамериканского комплексов и других видов рыб на территории России // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. М.: Изд-во ВНИРО, 2002. Вып. 78. С. 188–193.
2. *Таразевич Е. В.* Система селекционно-генетических методов выведения и использования белорусских пород карпа: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Горки, 2012. 44 с.
3. *Жуков П. И.* Рыбные ресурсы Белоруссии. Минск: Ураджай, 1983. 128 с.
4. *Костоусов В. Г.* Методические рекомендации по определению запасов рыб в водоемах Беларуси. Минск: БДП, 2004. 24 с.
5. *Кисилев В. К., Кисилева Р. А.* Экономика воспроизводства рыбных запасов. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 192 с.
6. *Романов Е. А.* Экономика рыбохозяйственного комплекса России. М.: Мир, 2005. 336 с.
7. *Черномашенцев А. И., Мильштейн В. В.* Рыбоводство. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 272 с.
8. *Аминева В. А., Яржомбек А. А.* Физиология рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 200 с.
9. *Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств.* М.: ВНИИПРХ, 1985. 56 с.

Статья поступила в редакцию 27.04.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шумак Виктор Викторович – Республика Беларусь, 225710, Пинск; Полесский государственный университет; канд. биол. наук, доцент; зав. кафедрой промышленного рыбодоводства и переработки рыбной продукции; vshumak@yandex.ru.

Пекун Владимир Владимирович – Республика Беларусь, 225710, Пинск; Полесский государственный университет; ассистент кафедры экономики предприятий; vpekun@gmail.com.



V. V. Shumak, V. V. Pekun

PROGRAMMING FISH PRODUCTION – A FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES

Abstract. On the basis of the studies of growth of the carp *Cyprinus carpio* L. in pond conditions of the Republic of Belarus and of Ukraine the fundamentals of the programs of technological process of fish production are developed. The research results are introduced in production activities, represent the basis for the development of new technologies of cultivation of carp and other valuable fish species. According to the results of the developed programs on the cultivation of carp it can be concluded that all the components of the process of growing with normal terms for III zone fisheries and with earlier term of obtaining of the larvae of carp for IV zone of fish farming were received. The current costs of provision of the production process received a detailed interpretation for each day throughout the growing season. The calculations resulted in the full amount of costs and allowed to calculate the unit cost of marketable products, that is, 1 kg of carp fingerling. The justifications for decision-making by the authorities while choosing an activity option on the use of this or that equipment received cost-adjusted values. The use of new formulas of calculating the coefficient of accumulation ratio of the fish weight, average mass of individuals at any point in time allows for commercial farming to develop the programs and to lay the foundations of the industrial technologies under certain conditions, which reflect the entire production process with specification to 1 day. Using Excel to develop the program of the production activity the biological parameters of fish growth and climatic conditions were put as the basis for calculation of the technological parameters. The technical problem solution and justification of the amount of current expenditures allow us to conclude about the efficiency of the production process.

Key words: carp *Cyprinus carpio* L., program, growth, weight accumulation ratio, pond, live weight, technology.

REFERENCES

1. Vinogradov V. K. Kratkie itogi akklimatizatsii predstavitelei kitaiskogo ravninnogo i severoamerikanskogo kompleksov i drugikh vidov ryb na territorii Rossii [The results of the acclimatization of representatives of the Chinese and North American plains complexes and other fish species in Russia]. *Aktual'nye voprosy presnovodnoi akvakul'tury. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2002. Iss. 78, pp. 188–193.
2. Tarazevich E. V. Sistema selektsionno-geneticheskikh metodov vyvedeniia i ispol'zovaniia belorusskikh porod karpa. Avtoreferat dis. ... d-ra s.-kh. nauk [System of selection and genetic methods of breeding and using the Belarusian breeds of carp. Abstract dis. doc. of agrikult. sci.]. Gorki, 2012. 44 p.
3. Zhukov P. I. *Rybnye resursy Belorussii* [Fish resources of Belarus]. Minsk, Uradzhai Publ., 1983. 128 p.
4. Kostousov V. G. *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniiu zapasov ryb v vodoemakh Belarusi* [Methodical recommendations about definition of fish stocks in ponds of Belarus]. Minsk, BDP, 2004. 24 p.
5. Kisilev V. K., Kisileva R. A. *Ekonomika vosproizvodstva rybnykh zapasov* [Economy of reproduction of fish stocks]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 192 p.
6. Romanov E. A. *Ekonomika rybokhoziaistvennogo kompleksa Rossii* [The economy of the fisheries complex of Russia]. Moscow, Mir Publ., 2005. 336 p.
7. Chernomashentsev A. I., Mil'shtein V. V. *Rybovodstvo* [Fish Breeding]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 272 p.
8. Amineva V. A., Iarzhombek A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fishes]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1984. 200 p.
9. *Rybovodno-biologicheskie normy dlia ekspluatatsii prudovykh khoziaistv* [Fish-biological standards for the operation of pond farms]. Moscow, VNIIPRKh, 1985. 56 p.

The article submitted to the editors 27.04.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shumak Viktor Viktorovich – Republic of Belarus, 225710, Pinsk; Polesky State University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Head of the Department of Industrial Fish Breeding and Processing of Fish Production; vshumak@yandex.ru.

Pekun Vladimir Vladimirovich – Republic of Belarus, 225710, Pinsk; Polesky State University; Assistant of the Department of Business Economy; vpekun@gmail.com.

