

В. В. Шумак

НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ТОВАРНОЙ РЫБОЙ

Исследования по выращиванию товарного карпа *Cyprinus carpio* L. из племенного материала проводились на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» (Минская обл., Республика Беларусь) в 2012 г. Предложена методика, позволяющая рассчитать прирост сухого вещества, протеина, липидов и минеральных веществ в организме рыбы в течение всего вегетационного периода. Приводятся биохимические показатели посадочного материала и товарной рыбы, рыбохозяйственные показатели эффективности использования питательных веществ кормов при выращивании товарной рыбы, полученные с использованием разработанной методики. Результаты исследований позволяют по-иному оценить производственную деятельность и представляют собой основу для разработки новых и совершенствования традиционных технологий выращивания как карпа, так и других ценных видов рыб.

Ключевые слова: карп *Cyprinus carpio* L., прирост живой массы, комбикорм, прирост сухого вещества, протеин, липиды, минеральные вещества.

Введение

Разработка новых методов изучения как изменений в организме выращиваемой рыбы, так и организации или реализации производственных процессов в аквакультуре позволяет вывести реализуемые технологии рыбоводства на более высокий уровень интенсификации.

По принципам ранее отработанных наукой и практикой интенсивных технологий реализуются рыбохозяйственные мероприятия в Республике Беларусь по получению посадочного материала и товарной продукции в планируемые сроки и необходимого качества. Развитие рыночного хозяйства требует широкого внедрения принципиально новых подходов к ведению рыбоводства, поэтому исследования по разработке и использованию новых подходов для оценки эффективности технологий при проведении работ как с традиционными, так и новыми объектами рыбоводства приобретают особую актуальность. По утверждению В. К. Виноградова [1], первостепенное значение приобретают проблемы конструирования высокопродуктивных экосистем и управления их функционированием. 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, при этом основным объектом прудового рыбоводства остается карп *Cyprinus carpio* L.

На пути к достижению более высокой экономической эффективности отрасли выделяют важнейшие пути решения рыбохозяйственных проблем. В их числе внедрение и разработка 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.

Цель нашего исследования состояла в разработке нового подхода к оценке эффективности технологического процесса на основе определения накопления сухого вещества в товарной рыбе по истечении периода выращивания и затрат необходимых комбикормов.

Материал и методы исследования

Исследования племенного материала (изобелинский карп, отводка 3'; лахвинский чешуйчатый карп; черепетский карп) проводились в 2012 г. на базе селекционно-племенного участка (СПУ) «Изобелино» (Минская обл., Республика Беларусь), который расположен в климатических условиях среды, соответствующей II зоне рыбоводства по градации, принятой в Советском Союзе. Выращивание сеголетка карпа требовало достаточного количества качественного комбикорма К-110. Выращивание товарного двухлетка карпа требовало комбикорма К-111.

Исследования по изучению эффективности развития рыбного хозяйства в целом и по применению различных кормов в частности многочисленны [2, 3]. Применение комбикормов подразумевает обеспечение посадочного материала необходимым количеством питательных веществ, витаминов и микроэлементов. Эффективность использования кормов изучается давно [4, 5], но впервые нами исследовался процесс прироста массы с позиций накопления сухого вещества в организме рыбы за счет потребления искусственных комбикормов.

Выращивание товарных двухлетков карпа требовало кормления искусственным кормом К-111 с начала мая, содержание сырого протеина составляло 23 %. Определение содержания воды и сухого вещества проводили в соответствии с практическим руководством для рыбоводов, разработанным А. П. Ивановым [6]. Структура тела карпа была изучена еще в начале XX в. Питательность мяса карпа высока (протеин – 21,9 %, жир – 1,1 %, вода – 76,8 %) [7].

Расчёты динамики прироста сухого вещества в организме карпа базировались на данных биохимического анализа структуры посадочного материала карпа и товарной рыбы. Все значения пересчитывались на 1 га площади нагульного пруда для соизмерения полученных значений. Пропорции рассчитывались по имеющимся рыбоводным и биохимическим данным.

Массу сухого вещества в посадочном материале рассчитывали по формуле

$$M_{с.в.п} = (M_{п} \cdot P_{п}) / 100 \%;$$

массу сухого вещества в товарной рыбе – по формуле

$$M_{с.в.т} = (M_{т} \cdot P_{т}) / 100 \%,$$

где $M_{п}$ и $M_{т}$ – масса посадочного материала и товарной рыбы на единице площади соответственно; $P_{п}$ и $P_{т}$ – содержание сухого вещества в структуре тела посадочного материала и товарной рыбы соответственно, %.

Далее определяли прирост сухого вещества в рыбе на 1 га за вегетационный период:

$$M_{п.с.в} = M_{с.в.т} - M_{с.в.п},$$

а также количество сухого вещества корма, затраченное на получение товарной продукции на единице площади:

$$C_{в.к} = M_{к} - (M_{к} \cdot P_{в}) / 100 \%,$$

где $M_{к}$ – масса комбикорма К-111, затраченного на выращивание товарной рыбы на единице площади; $P_{в}$ – содержание влаги в структуре комбикорма, %.

Затем определяли количество сухого вещества комбикорма, затраченное на прирост сухого вещества в организме товарной рыбы, %:

$$П_{с.в.р} = (M_{п.с.в} / C_{в.к}) 100 \%.$$

Остальная часть комбикорма была израсходована на обмен и потери, %:

$$ОиП = 100 \% - П_{с.в.р}.$$

На следующем этапе определяли количество сырого протеина в потребленном корме в натуральном выражении:

$$M_{п.к} = (M_{к} \cdot P_{п.к}) / 100 \%,$$

где $M_{к}$ – масса комбикорма; $P_{п.к}$ – содержание сырого протеина в комбикорме К-111 (23 %) и его использование на формирование прироста товарной рыбы, %, для расширения возможности адекватной оценки результатов:

$$П_{п.к} = ((M_{т} \cdot P_{п.т}) - (M_{п} \cdot P_{п.п})) / M_{п.к},$$

где $P_{п.п}$ и $P_{п.т}$ – содержание протеина в структуре тела посадочного материала и товарной рыбы соответственно, %.

Подобным образом определяли также использование липидов комбикорма на формирование прироста товарной рыбы в натуральном выражении и в процентах и использование минеральных веществ. Данный метод позволил рассчитать затраты на прирост, обмен и потери организма в течение всего технологического периода.

Результаты исследований и их обсуждение

По итогам выращивания в 2012 г. на базе СПУ «Изобелино» был получен товарный карп. Данные биохимических исследований структуры организма рыб представлены в табл. 1. Отмечается накопление сухого вещества и структурных элементов к концу периода выращивания.

Таблица 1

Биохимические показатели посадочного материала и товарной рыбы, СПУ «Изобелино», 2012 г.

Содержание, %							
сухого вещества	протеина	липидов	золы	сухого вещества	протеина	липидов	золы
Посадочный материал – годовик				Товарная рыба – двухлеток			
Изобелинский карп, отводка 3'							
23,1	14,1	6,1	2,9	26,5	15,8	8,0	2,7
Лахвинский чешуйчатый карп							
20,8	13,0	5,0	2,8	25,4	14,6	8,2	2,6
Черепетский карп							
18,5	12,5	3,5	3,0	25,1	14,6	7,8	2,7

Рыбохозяйственные показатели выращивания товарной рыбы представлены в табл. 2. Период выращивания товарной рыбы – 05.04–08.10.2012 г.

Таблица 2

Рыбохозяйственные показатели выращивания товарной рыбы, СПУ «Изобелино», 2012 г.

Среднеступная масса, г	Количество, шт./га	Общая масса, кг	Выход, %	Среднеступная масса, г	Общая масса, кг	Расход корма, кг	Кормовой коэффициент
Посадочный материал				Товарная рыба			
Изобелинский карп, отводка 3'							
33,1	3 000	99,3	90	648,0	1 750	6 475	3,7
Лахвинский чешуйчатый карп							
31,2	3 000	93,6	90	675,8	1 825	6 570	3,6
Черепетский карп							
26,5	3 000	79,5	87	615,4	1 643	6 079	3,7

Показатели эффективности использования питательного вещества кормов при выращивании товарной рыбы представлены в табл. 3. Расчеты проведены по описанной выше методике.

Таблица 3

Показатели эффективности использования питательных веществ кормов при выращивании товарной рыбы, СПУ «Изобелино», 2012 г.

Сухое вещество, кг/га				Затраты							
посадочного материала,	товарной рыбы	прирост сухого вещества	комбикорма	на прирост сухого вещества в организме рыбы, %	комбикорма на обмен, %	протеина комбикорма, кг	протеина на прирост, %	липидов комбикорма, кг	липидов на прирост, %	минеральных веществ комбикорма, кг	минеральных веществ на прирост, %
Изобелинский карп, отводка 3'											
22,93	463,7	440,8	5 439,0	8,11	91,89	1489,2	17,62	518,0	25,85	129,5	34,26
Лахвинский чешуйчатый карп											
19,46	463,5	444,0	5 518,8	8,05	91,95	1511,1	16,82	525,6	27,58	131,4	34,11
Черепетский карп											
14,70	412,3	397,6	5 106,3	7,79	92,21	1398,1	16,44	486,3	25,77	121,5	34,52

В соответствии с физиологическим состоянием каждому виду рыбы свойственны оптимальные соотношения влаги и сухого вещества, которые отражают процессы обмена веществ.

Рост рыб одного и того же вида в различном возрасте сопровождается нормативными значениями для каждого технологического периода. Отдельные значения, соответствующие норме на ранних стадиях развития, заметно изменяются с течением времени.

Так, для сеголетков карпа норма сухого вещества принята 24 %, тогда как для двухлетков – 24–28 % [8]. Товарная рыба, выловленная осенью 2012 г., по содержанию сухого вещества удовлетворяла предъявляемым требованиям.

Содержание протеина в комбикорме К-111 составляло 23 %, кормили по поедаемости – в соответствии с потребностью рыбы. Кормовой коэффициент достигал значений 3,5–3,7, что вполне удовлетворяет рыболовным требованиям применяемой технологии выращивания товарной рыбы. На меньший коэффициент не рассчитывали, т. к. ресурсы естественной кормовой базы очень ограничены и были использованы рыбой еще в первые дни после зарыбления без возможности к восстановлению. Планируемая и фактическая рыбопродуктивность составляла около 16,0–18,0 ц/га.

В ходе исследований все расчеты затрат сухого вещества комбикорма К-111 на обеспечение роста рыбы и обмен были проведены с использованием приложения Excel, что позволило осуществлять большое количество расчетов с высокой достоверностью. Математические методы, применяемые в рыбном хозяйстве, позволяют детализировать многие физиолого-биохимические процессы в организме рыбы, что дает возможность разработки новых методических подходов к изучению.

Согласно данным табл. 3, затраты корма на прирост массы и сухого вещества рыбы незначительны – около 8 %, тогда как затраты на обеспечение обмена веществ, непереваренная часть пищи и потери составили около 92 % всего внесенного комбикорма. Самые высокие значения эффективных затрат минеральных веществ на прирост организма карпа соответствовали 34 %. Затраты липидов на прирост составили около 25–27 %, затраты сырого протеина на прирост – около 16–18 %.

Катаболические траты могут быть выражены в весовых единицах белка, жира и углеводов, а также в калорийном выражении этих трат – обычно в ккал/(кг · сут) [9], но нами в рамках исследований изучались физиологические процессы накопления сухого вещества, а именно протеина, липидов и минеральных веществ в организме рыбы как комплексный показатель, выраженный в процентах.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований получены следующие результаты:

- разработан метод оценки эффективности комбикорма К-111 при организации товарного выращивания рыбы, позволяющий комплексно определить количество сухого вещества корма, использованного организмом на прирост живой массы, и затраты на физиологический обмен и потери;

- предложено новое направление исследований эффективности использования кормов, которое позволяет сравнивать корма с разным содержанием питательных и минеральных веществ и их использование на прирост живой массы рыбы, что дает возможность повышать эффективность рыбохозяйственной деятельности.

Изучение использования корма в процессе выращивания позволяет сделать ряд выводов:

- прирост сухого вещества в организме рыбы отражает эффективность использования сухого вещества корма, потребленного в течение процесса выращивания;

- обмен веществ и потери при выращивании рыбы получают комплексную оценку;

- ростом рыбы подтверждается ведущая роль системы накопления в ее организме питательных и минеральных веществ корма;

- переваривание корма и выделение продуктов обмена может быть принято за основу при закладке технологических показателей производства кормов для аквакультуры;

- обеспечение технологического процесса качественными кормами позволяет решать вопросы ресурсо- и энергосбережения при организации производства и повышает эффективность процесса выращивания рыбы.

Разработанный метод обеспечил получение подробной расшифровки прироста сухого вещества, протеина, липидов и минеральных веществ в организме рыбы в течение всего вегетаци-

онного периода. Расчеты дали основания для разработки новых подходов к производству комбикормов. Биохимические параметры роста рыбы при использовании приложения Excel создают основу для расчетов технологических параметров производства и качества корма.

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. *Резников В. Ф., Баранов С. А., Стариков Е. А., Толчинский Г. И.* Стандартная модель массонакопления рыб // Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах: сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1978. Вып. 22. С. 182–196.
3. *Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств* / под ред. В. И. Федорченко. М.: ВНИИПРХ, 1985. 56 с.
4. *Щербина М. А., Гамыгин Е. А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО, 2006. 360 с.
5. *Баранова В. П., Максимова Л. П., Сахаров А. М.* Определение количества потребленного рыбами естественного и искусственного корма по уравнению энергетического баланса. Интенсификация разведения карповых рыб // Изв. ГОСНИОРХ. 1974. Т. 88. С. 47–64.
6. *Иванов А. П.* Химический анализ рыб и их кормов. Методическое пособие. М.: Рыбное хозяйство, 1963. 38 с.
7. *Гримм О. А.* Рыбоводство: научные основы и практика рыбоводства. М.; Л.: Госсельхозиздат, 1931. 263 с.
8. *Лиманский В. В., Яржомбек А. А., Бекина Е. Н., Андроников С. Б.* Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыб. М.: ВНИИПРХ, 1984. 55 с.
9. *Аминева В. А., Яржомбек А. А.* Физиология рыб. М: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 200 с.

Статья поступила в редакцию 05.02.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шумак Виктор Викторович – Республика Беларусь, 225714, Барановичи; Барановичский государственный университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры теоретической и прикладной экономики; vshumak@yandex.ru.



V. V. Shumak

NONVOLATILE SOLID ACCUMULATION BY COMMODITY FISH

Abstract. The research on commodity carp *Cyprinus carpio* L. cultivation from breeding material was held at the selective breeding fish farm "Izobelino" (Minsk Oblast, Belarus Republic) in 2012. There was used the technique of calculating the growth of nonvolatile solid, protein, lipids and mineral substances in a fish body during vegetation period. The article gives biochemical characteristics of seeding and commodity fish, commercial fishery data and data of efficient use of feeding stuff in the process of cultivating commodity fish with the help of technique mentioned. The research results give different assessment of productive activity and serve as the basis for developing new technologies and mastering traditional technologies of fish cultivation, such as carp and other valuable fish species.

Key words: carp *Cyprinus carpio* L., increase of live mass, combined feed, nonvolatile solid accumulation, protein, lipids, mineral substances.

REFERENCES

1. Vinogradov V. K. Kratkie itogi akklimatizatsii predstavitelei kitaiskogo ravninnogo i severoamerikanskogo kompleksov i drugih vidov ryb na territorii Rossii [A brief summary of acclimatization of representatives of the Chinese flat and North American complexes and other fish species in the territory of Russia]. *Aktual'nye voprosy presnovodnoi akvakul'tury. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2002. Iss. 78. P. 188–193.
2. Reznikov V. F., Baranov S. A., Starikov E. A., Tolchinskii G. I. Standartnaia model' massonakopleniia ryb [Standard model of weight accumulation of fishes]. *Mekhanizatsiia i avtomatizatsiia rybovodstva i rybolovstva vo vnutrennikh vodoemakh. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, VNIIPRKh, 1978. Iss. 22. P. 182–196.
3. *Rybovodno-biologicheskie normy dlia ekspluatatsii prudovykh khoziaistv* [Fish-breeding and biological norms for pond farms operation]. Pod redaktsiei V. I. Fedorchenko. Moscow, VNIIPRKh, 1985. 56 p.
4. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Feeding fishes in the fresh-water aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2006. 360 p.
5. Baranova V. P., Maksimova L. P., Sakharov A. M. Opredelenie kolichestva potreblennogo rybami estestvennogo i iskusstvennogo korma po uravneniiu energeticheskogo balansa [Definition of quantity of the natural and artificial forage consumed by fishes on the equation of power balance]. *Intensifikatsiia razvedeniia karpovykh ryb. Izv. GOSNIORKh*, 1974, vol. 88, pp. 47–64.
6. Ivanov A. P. *Khimicheskii analiz ryb i ikh kormov. Metodicheskoe posobie* [Chemical analysis of fishes and their foodstuff. Workbook]. Moscow, Rybnoe khoziaistvo, 1963. 38 p.
7. Grimm O. A. *Rybovodstvo: nauchnye osnovy i praktika rybovodstva* [Fish breeding: scientific bases and practice of fish breeding]. Moscow; Leningrad, Gossel'khizdat, 1931. 263 p.
8. Limanskii V. V., Iarzhombek A. A., Bekina E. N., Andronikov S. B. *Instruktsiia po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryb* [Instruction on physiology-biochemical analyses of fishes]. Moscow, VNIIPRKh, 1984. 55 p.
9. Amineva V. A., Iarzhombek A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fishes]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1984. 200 p.

The article submitted to the editors 05.02.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shumak Viktor Viktorovich – Republic of Belarus, 225714, Baranovichi; Baranovichsky State University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Theoretical and Applied Economy; vshumak@yandex.ru.

