

9. Lushnikov V. P., Levina T. Yu., Zateev D. V. Meat productivity of Caucasian sheep depending on the natural and climatic zone of the Volga region. Sheep, goats, woolen business. 2022. No 3. Pp. 18-20.

10. Lushnikov V. P., Sergeev A. K., Molchanov S. A. Modern trends in improving sheep breeds of the Volga region in conditions of import substitution. Development of animal husbandry - the basis of food security: materials of the National Conference. Volgograd, 2023. Pp. 223-225.

11. Novopashina S. I., Sannikov M. Yu., Khatataev S. A., Kuzmina T. N., Khmelevskaya G. N., Stepanova N. G., Tikhomirov A. I., Marinchenko T. E. The state and promising directions for improving the genetic potential of small cattle: scientific. the analyte. review. M.: "Rosinformagrotech", 2019. 80 p.

12. Kolosov Y. A., Fedorov V. H., Illarionova N. F., Kaidalov A. F., Fedorova V. V., Chamurliov N. G., Vorontsova E. S. Regional problems of livestock production and import substitution. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 012143.

#### Информация об авторах

**Колосов Юрий Анатольевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Разведение сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. П. Е. Ладана», Донской государственной аграрной университеты (Российская Федерация, 346493, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, ул. Кривошлыкова, д. 24), e-mail: kolosov-dgau@mail.ru

**Чамурлиев Нодари Георгиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Частная зоотехния», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: zootechnia@mail.ru

**Шперов Александр Сергеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Частная зоотехния», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: shperov2011@mail.ru

#### Author's Information

**Kolosov Yuri Anatolyevich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Breeding of Farm animals, Private Zootechnics and Zoo Hygiene named after P. E. Ladan, Don State Agrarian University (Russian Federation, 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, village Persianovsky, Krivoslykova str., 24), e-mail: kolosov-dgau@mail.ru

**Chamurliov Nodari Georgievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Animal Science of the Volgograd State Agrarian University, (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy ave., 26), e-mail: zootechnia@mail.ru

**Shperov Aleksander Sergeevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Private Zootechny, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), e-mail: shperov2011@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-18

## THE EFFECT OF THE ALTERNATIVE PROTEIN RAW MATERIAL "GAPRIN" – A PRODUCT OF MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS ON THE PRODUCTIVE QUALITIES OF RAINBOW TROUT

**Randelin D. A., Novokshchenova A. I., Agapova V. N., Kravchenko Yu. V., Agapov S. Yu., Bryukhno O. Yu., Vorontsova E. S., Lipova E. A., Davudova T. M.**

*Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: triticumrbw@mail.ru

**Research was carried out within the framework of the consortium "Agropriority 2030" on the topic: "Development of optimized schemes for the use of alternative protein raw materials of microbial synthesis (gaprin) for rainbow trout, sterlet and tilapia, comprehensive physiological-biochemical, or technical and economic justification of its application in aquaculture"**

Received 20.09.2023

Submitted 08.02.2024

#### Summary

The protein component in the composition of combined feeds for salmon is of great importance. The shortage of protein raw materials in the domestic feed market leads to the need to search for alternative sources. The possibility of using the product of microbiological synthesis "Gaprin" as part of production salmon feeds has been experimentally proven. Experimentally revealed the advantage of compound feeds containing 50 and 75% of the substance "Gaprin", instead of fishmeal, which is the optimal rate of its input.

#### Abstract

**Introduction.** The quality and quantity of protein in the composition of combined feeds for salmon is of great importance. However, today there is a shortage of protein raw materials for the production of feed on the domestic market, and in this regard, alternative sources are being searched for. It is known that this quality can be: products of microbiological synthesis, meat flour, hydrolysis yeast, plant components, etc. The substance "Gaprin" is 70-79% crude protein. It is a protein product with a high content of B vitamins (in particular B12), amino acids and trace elements that fully meet the needs of animals in them. Therefore, the experimental determination of the norms for the input of biomass of the product of microbiological synthesis

"Gaprin" into compound feed for rainbow trout is an urgent direction. **Object.** Rainbow trout grown on domestic production feeds with the addition of the product of microbial synthesis "Gaprin". **Materials and methods.** The experiment was carried out in the installation of the Ultrasonic Research Center "Breeding of valuable sturgeon breeds" of the Volgograd State Agrarian University. The study was conducted using standard zootechnical experience – a method of comparing control and experimental groups and further evaluating their productive qualities. The effectiveness of the introduction of "Gaprin" into the diet was determined by weight gains, linear indicators, fatness and safety of individuals in each group. After the measurements, the absolute, average daily and relative increments were calculated. **Results and conclusions.** By evaluating the results of the experiment, by testing the productive qualities of the studied individuals of rainbow trout, the advantage of the effectiveness of compound feeds containing 50 and 75% of the substance "Gaprin", instead of fish meal, which is the optimal norm, has been proved.

**Keywords:** rainbow trout, closed-loop water supply system, trout feed, microbial synthesis products, Gaprin.

**Citation.** Randelin D. A., Novokshchenova A. I., Agapova V. N., Kravchenko Yu. V., Agapov S. Yu., Bryukhno O. Yu., Vorontsova E. S., Lipova E. A., Davudova T. M. The effect of the alternative protein raw material "Gaprin" – a product of microbiological synthesis – on the productive qualities of rainbow trout. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 163-172 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-18.

**Author's contribution.** All the authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the submitted final version.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

УДК 639.3.07

## ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО БЕЛКОВОГО СЫРЬЯ «ГАПРИН» – ПРОДУКТА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Ранделин Д. А., доктор биологических наук, профессор  
Новокшченнова А. И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Агапова В. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Кравченко Ю. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Агапов С. Ю., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Брюхно О. Ю., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Воронцова Е. С., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Липова Е. А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Давудова Т. М., преподаватель

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ  
г. Волгоград, Российская Федерация

**Исследования проведены в рамках консорциума «Агроприоритет 2030» по теме: «Разработка оптимизированных схем использования альтернативного белкового сырья микробного синтеза «Гаприн» для радужной форели, стерляди и тилапии, комплексное физиолого-биохимическое, зоотехническое и экономическое обоснование его применения в аквакультуре»**

**Актуальность.** Белковый компонент в составе комбинированных кормов для лососевых имеет большое значение. Однако, сегодня на отечественном рынке недостаток белкового сырья для производства кормов, в связи с этим ведется поиск его альтернативных источников. Известно, что в этом качестве могут выступать: продукты микробиологического синтеза, мясная мука, гидролизные дрожжи, растительные компоненты и т.д. Вещество «Гаприн» представляет собой 70-79 % сырого протеина. Это белковый продукт с высоким содержанием витаминов группы В (в частности В12), аминокислот и микроэлементов, полностью обеспечивающих в них потребности животных. Следовательно, экспериментальное определение норм ввода биомассы продукта микробиологического синтеза «Гаприн» в комбикорма для радужной форели является актуальным направлением. **Объект.** Радужная форель, выращенная на отечественных производственных кормах с добавлением продукта микробиального синтеза «Гаприн». **Материалы и методы.** Эксперимент проводился в установке УЗВ Научного центра «Разведение ценных пород осетровых» Волгоградского ГАУ. Исследование проводилось стандартным зоотехническим опытом – методом сравнения контрольной и опытных групп и дальнейшей оценке их продуктивных качеств. Результативность введения в рацион «Гаприна» определяли по приростам массы, линейных показателей, упитанности и сохранности особей в каждой группе. После промеров рассчитывался абсолютный, среднесуточный и относительный приросты. **Результаты и выводы.** Оценкой результатов опыта, по испытанию продуктивных качеств исследуемых особей радужной форели, доказано преимущество эффективности комбикормов, содержащих в составе 50 и 75% вещества «Гаприн», взамен рыбной муки, что и является оптимальной нормой.

**Ключевые слова:** радужная форель, система замкнутого водообеспечения, форелевый комбикорм, продукты микробного синтеза, «Гаприн».

**Цитирование.** Ранделин Д. А., Новокщёнова А. И., Агапова В. Н., Кравченко Ю. В., Агапов С. Ю., Брюхно О. Ю., Воронцова Е. С., Липова Е. А., Давудова Т. М. Влияние альтернативного белкового сырья «Гаприн» – продукта микробного синтеза на продуктивные качества радужной форели. *Известия НВ АУК*. 2024. 1(73). 163-172. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-18.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Результативность выращивания полноценной товарной рыбы в рыбоводстве имеет прямую зависимость от использования высококачественных сбалансированных кормов, так как основная цель товарного рыбоводства – получение наибольшего количества рыбы с единицы площади в кратчайшие сроки, что требует наличия кормов, обеспечивающих оптимальный энергетический и пластический обмен у рыб [1, 4, 5, 6, 7].

Белковый компонент в составе комбинированных кормов для лососевых рыб имеет большое значение, им обеспечивается деление и регенерация клеток, ускорение и регуляция физиологических процессов. Протеин участвует в транспорте кислорода, питательных веществ, работе иммунитета.

Усвоение рыбой протеина зависит от ее вида, возраста, температуры воды, происхождения белков и их концентрации в пище. Эффективность утилизации белков находится в связи с энергетической обеспеченностью пищи [7, 11, 14]. Однако, сегодня в индустриальном рыбоводстве РФ недостаток сырьевой базы протеина при производстве кормов, в связи с этим ведется подбор его альтернативных источников. Известно, что в этом качестве могут выступать: продукты микробиологического синтеза, мясная мука, гидролизные дрожжи, растительные компоненты и т.д. [11, 12, 13]. Соединение «Гаприн» – это 70-79 % сырого протеина с содержанием витамина В12, аминокислот и микроэлементов. Таким образом, цель исследований актуальна и заключается в экспериментальном определении норм ввода биомассы продукта микробиологического синтеза «Гаприн» в комбикорма для радужной форели.

**Задачи исследований:** 1. Изучить продуктивные показатели молоди радужной форели, при кормлении отечественным инновационным лососевым белковым кормом с использованием продукта микробиального синтеза «Гаприн» взамен рыбной муки;

2. Определение оптимальных норм ввода гаприна в комбикорма для молоди радужной форели;

3. Определение влияния гаприна на усвояемость питательных веществ корма.

**Материалы и методы.** Эксперимент проводился в установке УЗВ научного центра «Разведение ценных пород осетровых» Волгоградского ГАУ [8, 9, 10].

Объект исследований – особи радужной форели массой 50-55 г (таблица 1). Исследование проводилось стандартным зоотехническим опытом – методом сравнения контрольной и опытных групп и дальнейшей оценке их продуктивных качеств.

Таблица 1 – Схема опыта по применению белка микробиального синтеза «Гаприн» в кормлении радужной форели  
Table 1 – Scheme of experience on the use of the protein of microbial synthesis "Gaprin" in feeding rainbow trout

| Группа / Group                                                         | 1 контроль /<br>1 control    | 2 опытная /<br>2 Experienced                                                             | 3 опытная /<br>3 Experienced                                                               | 4 опытная /<br>4 Experienced                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Число особей в группе,<br>n / Number of individuals<br>in the group, n | 100                          | 100                                                                                      | 100                                                                                        | 100                                                                                       |
| Продолжительность<br>опыта, дней / Duration of<br>experience, days     | 60                           | 60                                                                                       | 60                                                                                         | 60                                                                                        |
| Особенности кормления /<br>Feeding features                            | Рыбная<br>мука /<br>Fishmeal | Замена 25%<br>рыбной муки<br>«Гаприном» /<br>Replacing 25%<br>of fishmeal with<br>Gaprin | Замена 50% рыб-<br>ной муки «Гапри-<br>ном» / Replacing<br>50% of fishmeal<br>with Gaprin. | Замена 75% рыб-<br>ной муки «Гапри-<br>ном» / Replacing<br>75% of Fishmeal<br>with Gaprin |

Кормление рыбы проводилось вручную 3 раза в сутки. Нормы кормления и размеры гранул подбирали с учетом  $t^{\circ}\text{C}$ , количества  $\text{O}_2$  и живой массы рыбы. Дозировки кормов регулярно пересматривались и зависели от итогов контрольного взвешивания. Гидрохимия воды в процессе эксперимента поддерживалась на уровне оптимальной для радужной форели.

Комбикорма были изготовлены из Российского сырья, партия которого специально для опыта была произведена Волгоградской компанией ООО «Инновация» методом экструдирования и вакуумного напыления жира. При формировании рецепта комбикормов комбинировали сырой протеин, углеводы жира и клетчатки, состав и концентрацию аминокислот. По методике в комбикормах опытных групп рыбную муку замещали «Гаприном» в долях 25, 50 и 75 %. Введение в комбикорм гаприна повлияло на повышение уровня сырого протеина во 2, 3 и 4 опытных группах на 0,85, 1,7 и 2,55% соответственно.

Пищевую активность рыб наблюдали визуально. Оценивали полное потребление корма. В случае отказа от корма, остаток взвешивался и учитывался в журнале лабораторных наблюдений.

Результативность введения в рацион «Гаприна» определяли по приростам массы, линейных показателей, упитанности и сохранности особей в каждой группе. После промеров рассчитывался абсолютный, среднесуточный и относительный приросты (рис. 1). Абсолютный прирост вычислялся по стандартной формуле [2, 3], путем вычитания от конечной массы начального веса. Относительный прирост определяли путем отношения абсолютного прироста живой массы к первоначальной, в процентах.



Рисунок 1 – Контрольные взвешивания в условиях научного центра ПНИЛ  
Figure 1 – Control weighings in the conditions of the PNIL scientific Center

Все результаты взвешиваний и измерений линейных показателей проходили статистическую обработку в программе Microsoft Excel, определялись статистические показатели: среднее значение, среднее отклонение, ошибка среднего арифметического, коэффициент вариации. Коэффициент вариации по изучаемым показателям для 1, 2, 3 и 4 экспериментальных групп (для каждого этапа измерений) находился в пределах 0,7-1,2.

**Результаты и обсуждение.** Перед началом эксперимента, молодь, была отсортирована, далее в бассейнах проводили опытное кормление.

На рисунке 2 можно увидеть, что по результатам первого месяца эксперимента, 2-опытная группа превосходила по массе контрольную на 4,8%, а 3 и 4 группы на 12,5 и 6,3% соответственно. В конце эксперимента превосходство 1-группы над опытными увеличилось на 7,0, 14,4 и 7,6% соответственно.



Рисунок 2 – Изменения живой массы испытуемой форели по периодам взвешивания, г  
Figure 2 – Changes in the live weight of the tested trout by weighing periods, g

Молодь форели в конце исследований отличалась высокой выравненностью и низкими отклонениями по размерно-весовым показателям.

В процессе опыта замечено, что молодь форели отличается повышенной нежностью при взвешивании и любых манипуляциях при извлечении рыбы из воды, поэтому, главным стресс-фактором в период исследований являлся процесс контрольных измерений (рисунок 3). Гибель рыбы была зафиксирована во всех группах на 2-3 сутки после первого взвешивания. Вскрытие погибшей рыбы показало механическое повреждение внутренних органов, и отсутствие связи отхода с используемыми кормами. Таким образом, к концу опыта в контрольной и опытных группах сохранность поголовья составила 98%.

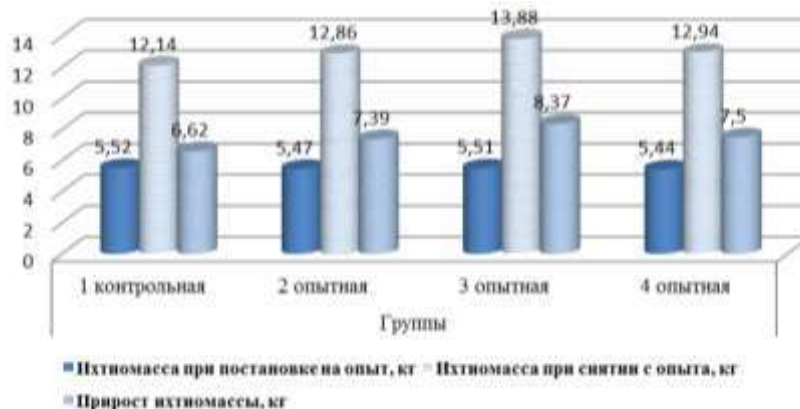


Рисунок 3 – Результаты приростов ихтиомассы опытной форели  
Figure 3 – Results of ichthyomass increments of experimental trout

Некоторый отход рыбы повлиял на суммарную ихтиомассу в каждой группе. На рисунке 3 видно, что контрольная группа уступала аналогам из 2, 3 и 4 групп по ихтиомассе на 5,5, 12,7 и 6,1% соответственно. При этом 4 опытная группа уступала 3 опытной группе на 6,77%.

По показателю «абсолютный прирост» на протяжении всего эксперимента особи контрольной группы уступали особям опытных (рисунок 4). Так, превосходство 2, 3 и 4 групп по абсолютному приросту с начала исследования и до его завершения, составило 11,9, 20,8 и 13,5% соответственно. Стоит отметить, что различия между 2 и 4 опытными группами за второй месяц выращивания были незначительными при недостоверной разнице.



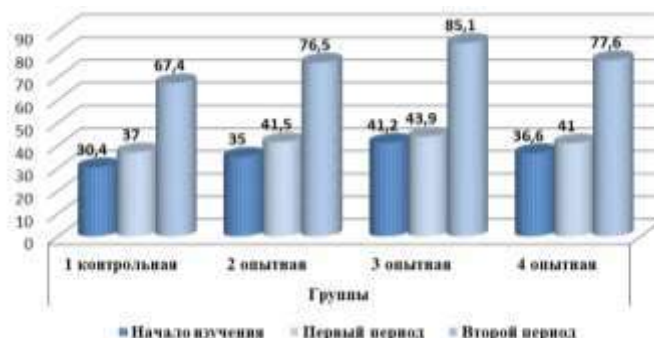


Рисунок 4 – Динамика показателя «абсолютный прирост» массы опытных групп, г  
Figure 4 – Dynamics of the indicator "absolute increase" in the mass of experimental groups, g

Для оценки конкуренции в росте, и выяснения ее причин, между группами исследуемых рыб был рассчитан относительный прирост живой массы (рисунок 4).

По данным рисунка 5 заметно, что во всех группах самый активный относительный прирост был в первые недели опыта.



Рисунок 5 – Динамика показателя «относительный прирост живой массы», %  
Figure 5 – Dynamics of the indicator "relative weight gain", %

Наименьший относительный прирост живой массы за весь период опыта имели особи 1 группы, значения этого показателя у них были ниже, чем у аналогов 2, 3 и 4 опытных групп на 12,9, 21,3 и 14,7 соответственно.

При анализе приростов длины тела после двух месяцев выращивания значительных различий между 1 контрольной и опытными группами зафиксировано не было. Так, 1 группа уступала сверстникам из 2, 3 и 4 опытных групп по данному показателю в первый месяц исследований на 3,6, 10,6, 4,3% соответственно (рисунок 6), а во второй месяц на 6,7, 9,5 и 7,8% соответственно.

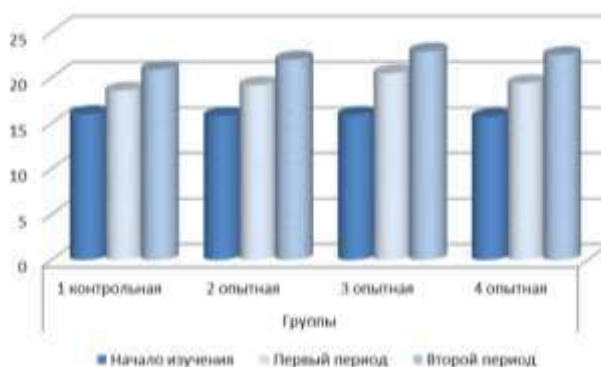


Рисунок 6 – Изменение показателя «длина тела» форели по периодам опыта, см  
Figure 6 – Change in the indicator "body length" of trout by periods of experience, cm

Таким образом, можно отметить, что наиболее значительные различия по показателю длина тела в сравнении с аналогами имела 3 опытная группа.

Доказано, что показатель «ширина тела» зависит от массы мышечной и жировой ткани, прирастающих за счет протеина и жира в рационе. Так вот, по данному параметру за первый месяц кормления было зафиксировано превосходство опытных 2, 3 и 4 групп перед контролем на 4,3, 12,0, 8,3%. Преобладание опытных групп во второй период составляло 10,7, 15,5, 7,4% соответственно.

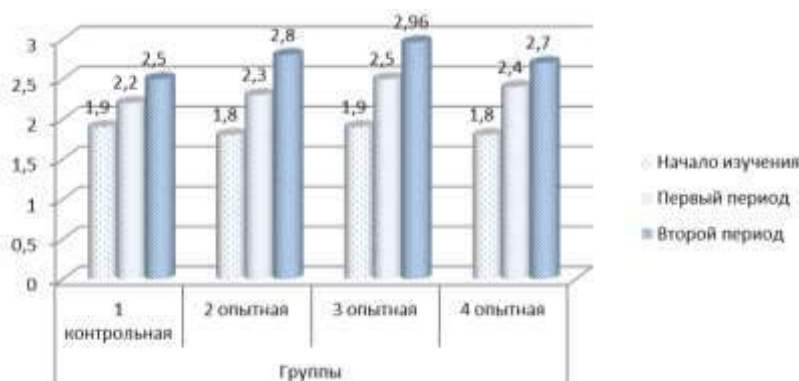


Рисунок 7 – Динамика признака «ширина тела» радужной форели за период опыта, см  
Figure 7 – Dynamics of the "body width" attribute of rainbow trout over the period of the experiment, cm

Из рисунка 7 заметна значительная разница исследуемого показателя между особями экспериментальных групп, что связано с повышенной массой тела рыбы. По нашему мнению при повышении концентрации гаприна в кормах не было зафиксировано значительного увеличения длины тела и в то же время, различия по ширине и высоте тела в опытных группах свидетельствуют о большем влиянии изучаемой кормовой добавки на отложение питательных веществ в мышечной ткани и внутренних органах.

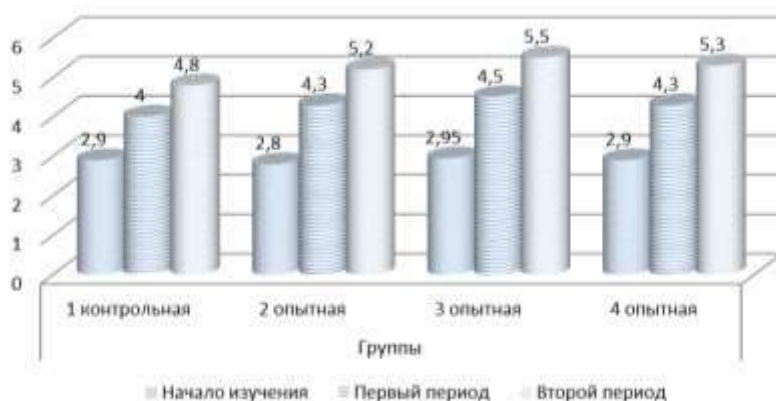


Рисунок 8 – Динамика признака «высота тела» за период опыта  
Figure 8 – Dynamics of the "body height" attribute over the period of experience

Анализ показателя «высота тела» также позволяет делать вывод о незначительных отличиях данного параметра между группами. Так, контрольная группа отставала по данному признаку на первом месяце исследований от второй, третьей и четвертой опытных групп на 7,0, 11,1 и 7,0% соответственно и на 7,7, 12,7 и 9,4% соответственно в конце исследований (рисунок 8).

Известно, что лососевым рыбам свойственна хорошая усвояемость питательных веществ корма, именно поэтому по методике исследования нормы кормления рассчитывались нами исходя из средней массы рыб в каждой группе. Суточная выдача корма пересматривалась после каждого контрольного взвешивания, а в итоге составляла 3,0 % от живой массы рыбы.

Величина потребления кормов за период исследований изменялась в такой последовательности: по итогу первого месяца опыта затраты корма составили в контрольной группе 3,5 кг. У опытных 3,7, 4,2 и 3,8 кг для 2, 3 и 4 групп соответственно. За второй месяц опыта расход кормов составил 4,0 кг, у контрольной и 4,2, 4,3 и 4,0 кг, для 2, 3 и 4 групп соответственно.

Результатами исследования выявлено, что кормовой коэффициент по группам имел заметные различия. Так, наименьшее количество кормов было затрачено на 1 кг прироста в контрольной группе, а наибольшее – в 3 опытной (рис. 9). Преобладание 3 группы по этому параметру над сверстниками из 1 контрольной, 2 и 4 опытными группами составило 11,8, 4,9 и 2,9%.

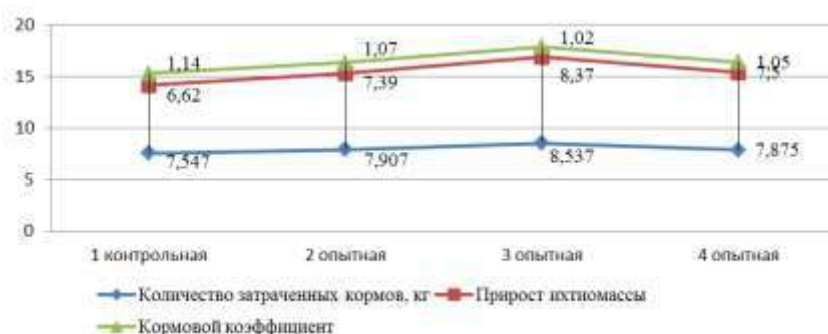


Рисунок 9 – Кормовой коэффициент и потребление кормов за период исследований, кг  
Figure 9 – Feed ratio and feed consumption during the research period, kg

Опытный лососевый корм для экспериментальных групп по аминокислотному составу имел некоторые различия в содержании незаменимых и заменимых аминокислот. Общее количество незаменимых аминокислот в кормах для (2, 3, 4 групп), в сравнении с 1 контрольной составило 0,26, 0,28 и 0,35%. А содержание заменимых аминокислот в контрольной группе было ниже, чем во 3 и 4 опытных группах на 0,09 и 0,14%. Содержание аминокислот по группам имело такую картину – корма 2, 3 и 4 групп превосходили контроль по содержанию гистидина, аргинина, треонина, валина, фенилаланина и метионина, но в то же время уступали ему по концентрации лейцина, изолейцина и триптофана. Контрольная группа же преобладала над 2, 3 и 4 опытными по содержанию лейцина, на 0,28, 0,51 и 0,73% соответственно. По сырому протеину 2, 3 и 4 опытные группы превосходили аналоги из 1 контрольной группы на 0,50, 1,54 и 2,48%, а по содержанию сырого жира на 0,59, 0,80 и 1,41%. Данные характеристики кормов позволили получить хороший результат по продуктивным приростам форели у групп, получавших в составе комбикормов 50 и 75% вещества «Гаприн», взамен рыбной муки.

**Заключение.** Таким образом, в результате эксперимента разработана рецептура и произведены комбикорма для рыб, включающие в свой состав биомассу «Гаприн» – соединения на основе белка микробиологического синтеза. Эффективность произведенных кормов определяется их высокой усвояемостью, влиянием на продуктивные качества особой радужной форели. Оценка данных параметров выявила высокую эффективность составов комбикормов, содержащих в составе 50 и 75% вещества «Гаприн», взамен рыбной муки, что и является оптимальной нормой.

**Conclusions.** As a result of the research, recipes were developed and mixed feeds for fish were produced, including "Gaprin" biomass – compounds based on microbiological synthesis protein. The effectiveness of the produced feeds is determined by their high digestibility, the effect on the productive qualities of aquaculture of rainbow trout.

The analysis of the productive qualities of experienced individuals of rainbow trout proved the advantage of the effectiveness of compound feeds containing 50 and 75% of the substance "Gaprin", instead of fishmeal, which is the optimal norm.

#### Библиографический список

1. Абросимова Н. А., Абросимова Е. Б., Абросимова К. С., Морозова М. А. Кормовое сырье и биологически активные добавки для рыбных объектов аквакультуры. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 156 с.
2. Власов В. А. Рыбоводство. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 352 с.



3. Комлацкий В. И., Комлацкий Г. В., Величко В. А. Рыбоводство. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 200 с. <http://e.lanbook.com>
4. Нечаева Т. А., Рыбалова Н. Б., Темирова С. У. Современные технологии в аквакультуре: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2018. 94 с. <http://biblioklub.ru/index.php?page=book&id=486923>
5. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 416 с. <http://e.lanbook.com>
6. Пономарев С. В., Баканева Ю. М., Федоровых Ю. В. Аквакультура. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 440 с. <http://e.lanbook.com>
7. Скляр В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 150 с.
8. Ранделин Д. А., Новокшенова А. И., Кравченко Ю. В. Изучение биотехники кормления и эффективности отечественных продукционных кормов в рационе молоди радужной (oncorhynchus mykiss) и янтарной форели (oncorhynchus mykiss walbaum) в условиях ПНИЛ «Разведение ценных пород осетровых». Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 356-361.
9. Ранделин Д. А., Новокшенова А. И., Кравченко Ю. В., Воронцова Е. С., Кузнецова Т. В., Рамазан А. К. Влияние кормовой добавки "Бета-Флора" в составе продукционных лососевых кормов на хозяйственно-биологические показатели радужной форели. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 225-232.
10. Ранделин Д. А., Новокшенова А. И., Кравченко Ю. В., Воронцова Е. С., Рамазан А. К. Влияние белкового концентрата "Агро-Матик" на продуктивные качества молоди радужной (oncorhynchus mykiss) и янтарной (oncorhynchus mykiss walbaum) форели. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 334-344.
11. Фаритов Т. А. Кормление рыб. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 348 с.
12. Хрусталева Е. И., Хайновский К. Б., Гончаренко О. Е., Молчанова К. А. Основы индустриальной аквакультуры. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 280 с. <http://e.lanbook.com>
13. Хрусталева Е. И., Курапова Т. М., Гончаренко О. Е., Молчанова К. А. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 416 с. <http://e.lanbook.com>
14. Хрусталева Е. И., Курапова Т. М., Гончаренко О. Е., Молчанова К. А. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 388 с.

#### References

1. Abrosimova N. A., Abrosimova E. B., Abrosimova K. S., Morozova M. A. Feed raw materials and biologically active additives for fish aquaculture facilities. St. Petersburg: Lan, 2019. 156 p.
2. Vlasov V. A. Fish farming. St. Petersburg: Lan, 2020. 352 p.
3. Komlatsky V. I., Komlatsky G. V., Velichko V. A. Fish farming. Saint Petersburg: Lan, 2021. 200 p. <http://e.lanbook.com>
4. Nechaeva T. A., Rybalova N. B., Temirova S. U. Modern technologies in aquaculture: a textbook. St. Petersburg: SPbGAU, 2018. 94 p. <http://biblioklub.ru/index.php?page=book&id=486923>
5. Ponomarev S. V., Grozescu Yu. N., Bakhareva A. A. Industrial fish farming. Saint Petersburg: Lan, 2021. 416 p. <http://e.lanbook.com>
6. Ponomarev S. V., Bakaneva Yu. M., Fedorov Yu. V. Aquaculture. Saint Petersburg: Lan, 2021. 440 p. <http://e.lanbook.com>
7. Sklyarov V. Ya. Feed and feeding of fish in aquaculture. M.: VNIRO Publishing House, 2008. 150 p.
8. Randelin D. A., Novokshchenova A. I., Kravchenko Yu. V. Study of feeding biotechnics and the effectiveness of domestic production feeds in the diet of rainbow trout (oncorhynchus mykiss) and amber trout (oncorhynchus mykiss walbaum) in the conditions of the PNIIL "Breeding of valuable sturgeon breeds". Innovative technologies in the agro-industrial complex in modern economic conditions: materials of the International Scientific and Practical Conference. Volgograd, 2021. Pp. 356-361.
9. Randelin D. A., Novokshchenova A. I., Kravchenko Yu. V., Vorontsova E. S., Kuznetsova T. V., Ramazan A. K. The effect of the feed additive "beta-flora" in the composition of production salmon feeds on the economic and biological indicators of rainbow trout. Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskogo kompleksa: Science and higher professional education. 2022. No 4 (68). Pp. 225-232.
10. Randelin D. A., Novokshchenova A. I., Kravchenko Yu. V., Vorontsova E. S., Ramazan A. K. The effect of protein concentrate "agro-matic" on the productive qualities of rainbow trout (oncorhynchus mykiss) and amber trout (oncorhynchus mykiss walbaum). News of the Nizhnevolzhsky Agro-University complex: Science and higher professional education. 2022. No 3 (67). Pp. 334-344.
11. Faritov T. A. Fish feeding. St. Petersburg: Lan, 2020. 348 p.
12. Khrustalev E. I., Khainovsky K. B., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. Fundamentals of industrial aquaculture. St. Petersburg: Lan, 2019. 280 p. <http://e.lanbook.com>
13. Khrustalev E. I., Kurapova T. M., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. Modern problems and prospects of aquaculture development. St. Petersburg: Lan, 2017. 416 p. <http://e.lanbook.com>
14. Khrustalev E. I., Kurapova T. M., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. Feed and feeding of fish in aquaculture. St. Petersburg: Lan, 2021. 388 p.

#### Информация об авторах

**Ранделин Дмитрий Александрович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: randelin\_dm@mail.ru

**Новокшенова Анна Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: anna.gustowa2012@yandex.ru

**Агапова Василина Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: v.agapova@volgau.com

**Кравченко Юрий Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: uriy34rus@mail.ru

**Агапов Сергей Юрьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: agapov\_s\_y@mail.ru

**Брюхно Ольга Юрьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: o.brukhno@yandex.ru

**Воронцова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: esvoronts@mail.ru

**Липова Елена Андреевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: lipova.elenka@mail.ru

**Давудова Туркан Мушфиговна**, преподаватель, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: t.davudova@volgau.com

#### Author's Information

**Randelin Dmitriy Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: randelin\_dm@mail.ru

**Novokshchenova Anna Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: anna.gustova2012@yandex.ru

**Agapova Vasilina Nikolaevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: v.agapova@volgau.com

**Kravchenko Yuriy Vladimirovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: uriy34rus@mail.ru

**Agapov Sergey Yuryevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Breeding of Farm Animals, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: agapov\_s\_y@mail.ru

**Bryukhno Olga Yuryevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Breeding of Farm Animals, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: o.brukhno@yandex.ru

**Vorontsova Elena Sergeevna**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: esvoronts@mail.ru

**Lipova Elena Andreevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Breeding of Farm Animals, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: lipova.elenka@mail.ru

**Davudova Turkan Mushfigovna**, Lecturer at Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: t.davudova@volgau.com

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-19

## FEATURES OF THE INTERMEDIATE METABOLISM OF BROILER CHICKENS WITH THE INTRODUCTION OF FULVOHUMATES IN THE DIET

**Nechitailo K. S., Sizova E. A.**

*Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences  
Orenburg, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: k.nechit@mail.ru

Received 28.08.2023

Submitted 12.11.2023

***The studies were performed in accordance to the plan of research works FSBRI FRC BST RAS  
carried out as part of the implementation of project No. 0761-2019-0005***

### Summary

The article presents the results of evaluation of the effect of fulvohumate on the energy metabolism of broiler chickens. The results of studies showed that fulvohumates influenced the productive effect of digestible nutrients of the diet, in particular, led to an increase in the coefficients of digestibility of crude fat, crude protein and nitrogen-free extractive substances. At the same time, the productive effect of fulvohumates is mediated by the effect on energy metabolism, in particular, by an increase in metabolizable energy, coefficient of useful utilization of metabolizable energy and reduction of energy losses with manure.