

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Н.И. ВАВИЛОВА»**

**V Национальная  
научно-практическая конференция**

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УДК 639.3:639.5  
ББК 47.2  
С23

Редакционная коллегия:  
Васильев А.А., Кузнецов М.Ю., Руднева О.Н., Сивохина Л.А.

Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград – 22-23 октября 2020 г. / под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2020. – 252 с.

ISBN 978-5-9758-1707-5

В сборнике материалов V национальной научно-практической конференции приводятся результаты исследования по актуальным проблемам аквакультуры, в рамках решения вопросов продовольственной безопасности, ресурсосберегающих технологий производства рыбной продукции и импортозамещения. Для научных и практических работников, аспирантов и обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 35.00.00 сельское, лесное и рыбное хозяйство.

Статьи даны в авторской редакции в соответствии с представленным оригинал-макетом.

**Сборник подготовлен и издан при финансовой поддержке  
ООО «Научно-производственное объединение «Собский рыбоводный завод»»  
Генеральный директор Д. Н. Колесников**

ISBN 978-5-9758-1707-5

© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020

УДК: 639.3.07

## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СПЛАВА CU-ZN И ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ВЕТОМ 1.1 НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДИ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

А.Е. АРИНЖАНОВ, Е.П. МИРОШНИКОВА, Ю.В. КИЛЯКОВА, Н.С. КОМПАНИЕЦ

A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Y.V. Kilyakova, N.S. Kompaniets

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по использованию пробиотического препарата Ветом 1.1 (*Bacillus subtilis*) и ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn (соотношение 40:60,  $d=55\pm 15$  нм) в кормлении молоди ленского осетра (*Acipenser baerii stenorrhynchus Nikolsky*). Установлено, что включение в рацион молоди ленского осетра как пробиотического препарата, так и ультрадисперсных частиц сопровождается повышением интенсивности роста рыбы. Анализ крови показал, что значения основных показателей опытных рыб находились в пределах физиологической нормы.

**Ключевые слова:** медь, цинк, ленский осетр, кормление, пробиотики.

**Abstract.** The article presents the results of research on the use of probiotic drug Vetom 1.1 (*Bacillus subtilis*) and ultrafine particles of Cu-Zn alloy (40:60 ratio,  $d=55\pm 15$  nm) in feeding young Lena sturgeon (*Acipenser baerii stenorrhynchus Nikolsky*). It was found that the inclusion of both probiotic preparation and ultrafine particles in the diet of young Lena sturgeon is accompanied by an increase in the intensity of fish growth. The blood test showed that the values of the main indicators of experimental fish were within the physiological norm.

**Key words:** copper, zinc, Lena sturgeon, feeding, probiotics.

Наукой накоплен значительный багаж знаний в части изучения качества и количества продукции, получаемой от сельскохозяйственных животных при использовании в питании пробиотических препаратов совместно с минеральными соединениями. Принципиально эти эффекты связаны с изменением состава микрофлоры пищеварительного, в том числе через коррекцию эндогенных потерь [1, 2].

Пробиотики обычно определяются как «живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах, оказывают благоприятное влияние на здоровье организма хозяина».

Одним из перспективных направлений является создание и использование ультрадисперсных кормовых добавок. Это наглядно подтверждается разработками международных, правительственных, межправительственных и общественных организаций: ВОЗ, ФАО, OECD (Organization of Economic Cooperation and Development), EFSA (European Food Safety Authority, Евросоюз), SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Евросоюз), DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, Великобритания), FSA (Food Standards Agency, Великобритания), FDA (Food and Drug Administration, США), US EPA (Environmental Protection Agency, США), ISO (International Organization for Standardization), NATO PEN (Project on Emerging Nanotechnologies), ILSI и др [3, 4].

Цель исследования – изучить влияние пробиотического препарата Ветом 1.1 и ультрадисперсных частиц (УДЧ) сплава Cu-Zn на рост и развитие ленского осетра.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения исследований методом пар-аналогов были сформированы 3 группы (n=10) молоди ленского осетра выращенные в условиях ООО «Оренбургский осётр» (г. Оренбург). Исследования проведены в условиях аквариумного стенда кафедры «Биотехнология животного сырья и аквакультуры» Оренбургского государственного университета.

Контрольная группа получала полнорационный комбикорм (ОР), I опытная – комбикорм с добавлением пробиотического препарата Ветом 1.1 (дозировка 25 г/кг корма), II опытная - комбикорм с УДЧ сплава Cu-Zn (соотношение 40 %:60 %,  $d=55\pm 15$  нм;  $\zeta = 31\pm 0,1$  мВ,  $S_{уд} = 9\pm 0,8$  м<sup>2</sup>/г) в дозировке 2,84 мг/кг корма (таблица 1).

Основной рацион сбалансирован по питательным веществам комбикорм, содержащий 54 % белка, 0,5 % клетчатки, 15 % жира, 9,1 % золы.

Пробиотический препарат Ветом 1.1: культура клеток *Bacillus subtilis* (свидетельство госрегистрации №: 35/35-Д1-5.3/00248 № КГМ-Д1-1.8/0089 от 25.10.2013); производство ООО НПФ "Исследовательский центр", (г. Новосибирск) с содержанием не менее  $10^9$  клеток *Bacillus subtilis*.

УДЧ сплава меди и цинка приобретен у компании «Передовые порошковые технологии» (Россия, г. Томск). Материаловедческая аттестация УДЧ (размер частиц, полидисперсность, объёмность, количественное содержание фракций, площадь поверхности) включала электронную сканирующую, просвечивающую и атомно-силовую микроскопию с использованием LEX T OLS4100, JSM 7401F, JEM-2000FX («JEOL», Япония). Размерное распределение частиц исследовалось на анализаторе наночастиц Brookhaven 90Plus/BIMAS Zeta PALS и Photocor Compact («Фотокор», Россия). Препараты НЧ были приготовлены путем диспергирования водных смесей частиц ультразвуком в течение 30 мин.

В ходе эксперимента суточную норму кормления определяли в количестве 3 % от массы рыб, в соответствии общепринятой технологией выращивания. Кормление подопытной рыбы осуществлялось 4 раза в сутки. Контроль над ростом проводился еженедельно, путем индивидуального взвешивания утром, до

кормления ( $\pm 1$  г), с последующим расчетом среднесуточного прироста. Определения содержания кислорода в воде проводились – ежедневно.

Гематологические исследования проводились по стандартизированным методикам в Испытательном центре ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) и включили определение морфологических и биохимических параметров крови.

Статистический анализ проводили путём сравнения опытных групп с контрольной, используя SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Значение с  $P \leq 0,05$  считалось статистически значимым.

**Результаты исследований.** Наилучшие показатели по интенсивности роста рыбы были получены при введении в рацион УДЧ сплава Cu-Zn, так на третьей неделе эксперимента динамика роста молоди ленского осетра превышала контроль на 10,8 %, на четвертой на 21 % ( $P < 0,001$ ), и на пятой-шестой неделе на 30,4 % ( $P < 0,001$ ) (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди ленского осетра

Показатели	Группа		
	Контроль	Опытная I	Опытная II
Масса рыб в начале эксперимента, г	232 $\pm$ 3,0	231 $\pm$ 5,5	230 $\pm$ 3,0
Масса рыб в конце эксперимента, г	334 $\pm$ 5,2	370,6 $\pm$ 6,5*	435,5 $\pm$ 6,8***
Абсолютный прирост, г	102	139,6	205,5
Среднесуточный прирост, г	2,429	3,264	4,893
Относительный прирост, %	44	60,4	89
Сохранность, %	100	100	100
Период выращивания, сут	42	42	42

*Примечание:* \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

Гематологический анализ крови молоди ленского осетра показал, что уровень эритроцитов и гемоглобина в группах находится на уровне, характерном для рыб, выращиваемых в промышленных условиях. Во II опытной группе эритроциты и гемоглобин достоверно выше по отношению к контролю на 44,3 и 38,9%, соответственно (таблица 2). Повышение данных показателей у рыб говорит о высоком уровне гидратации крови и окислительных процессов на фоне стресса.

Похожая картина наблюдалась с гематокритом – в контроле и I опытной группе показатель находился в норме. Во II опытной группе уровень гематокрита выше на 92 % по сравнению с контрольной группой, однако различия недостоверны.

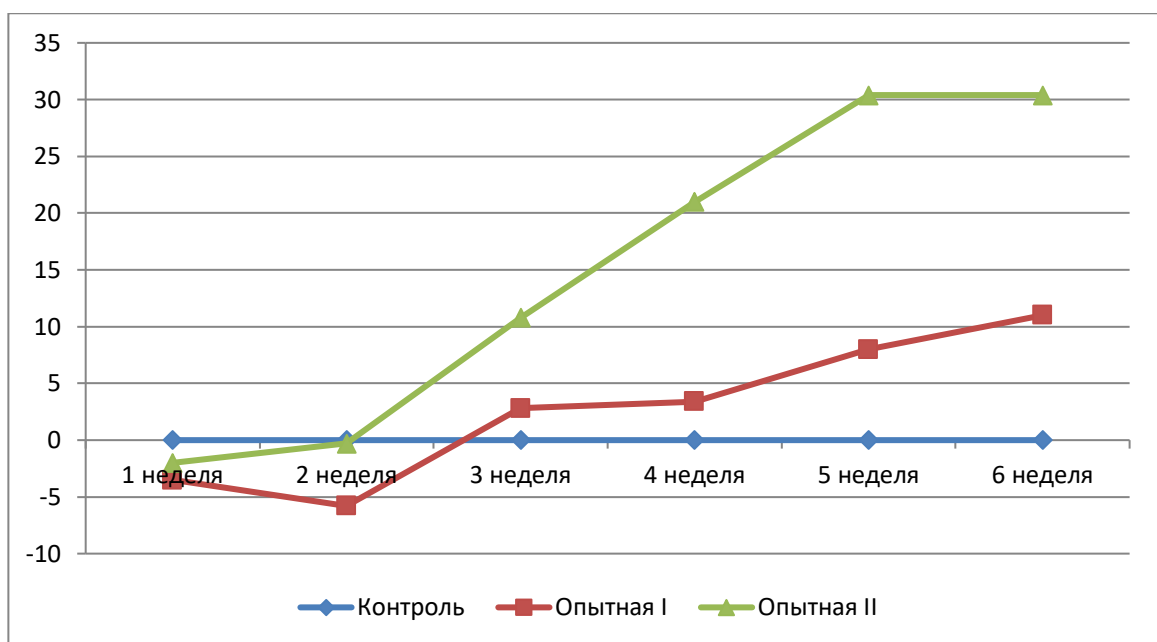


Рисунок 1 - Динамика разницы живой массы опытных групп по сравнению с контрольной группой, %

Таблица 2 – Гематологические показатели крови молоди ленского осетра

Показатель	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$0,88 \pm 0,066$	$0,91 \pm 0,196$	$1,27 \pm 0,138^*$
Гемоглобин, г/л	$88,3 \pm 10,2$	$85,0 \pm 11,1$	$122,7 \pm 2,5^*$
Гематокрит, %	$15,1 \pm 1,5$	$14,5 \pm 2,1$	$29,0 \pm 2,1$
Общий белок, г/л	$23,9 \pm 0,8$	$25,5 \pm 2,2$	$26,5 \pm 1,8$
Тромбоциты, $10^9/л$	$167 \pm 9,2$	$100,6 \pm 8,8^*$	$193 \pm 10,1$
Тромбокрит, %	$0,21 \pm 0,045$	$0,22 \pm 0,051$	$0,33 \pm 0,031^*$
Глюкоза, ммоль/л	$1,29 \pm 0,07$	$3,93 \pm 0,09^{***}$	$2,25 \pm 0,08^{**}$
Альбумин, г/л	$6 \pm 0,8$	$7 \pm 1,0^*$	$7 \pm 1,0$
Лейкоциты, $10^9/л$	$124,0 \pm 7,7$	$130,1 \pm 7,3$	$138,4 \pm 7,9$
Железо, мкмоль/л	$14,3 \pm 0,7$	$17,5 \pm 2,5$	$18,9 \pm 1,6$
Кальций, ммоль/л	$1,70 \pm 0,11$	$1,69 \pm 0,07$	$1,72 \pm 0,10$
Фосфор, ммоль/л	$5,53 \pm 0,09$	$5,68 \pm 0,13$	$6,13 \pm 0,09$
Лейкоцитарная формула:			
Лимфоциты, %	$86,6 \pm 2,5$	$89,0 \pm 0,9$	$90,0 \pm 3,1$
Число лимфоцитов, $10^9/л$	$80,8 \pm 5,5$	$76,6 \pm 3,5$	$80,6 \pm 3,0$
Моноциты, %	$6,7 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,3$
Число моноцитов, $10^9/л$	$7,5 \pm 0,7$	$6,6 \pm 0,6$	$7,5 \pm 0,5$
Гранулоциты, %	$7,0 \pm 1,2$	$7,0 \pm 0,8$	$7,5 \pm 0,7$
Число гранулоцитов, $10^9/л$	$8,0 \pm 0,4$	$7,7 \pm 0,3$	$8,0 \pm 0,4$

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

Уровень тромбокрита в I опытной группе не отличается от контрольной группы. Во II опытной группе уровень тромбокрита выше контроля на 66,7 % ( $P \leq 0,05$ ). Повышенный уровень тромбокрита показывает на наличие стрессовой ситуации.

Повышение гемоглобина и эритроцитов во II опытной группе говорит о высоком повышении окислительных процессов, как ответная реакция на добавления УДЧ сплава Cu-Zn, что говорит о более интенсивном обмене веществ у рыб. По эффекту воздействия данное повышение показателей схоже с использованием в качестве добавок витаминов С и В<sub>12</sub>. В контрольной группе и опытных группах содержание эритроцитов, гемоглобина и гематокрита находилось в пределах физиологической нормы для молоди ленского осетра. Также на хорошее физиологическое состояние влияет уровень тромбокрита, который был выше во II опытной группе по сравнению с контрольной группой.

Изучение лейкоцитарной формулы молоди ленского осетра показал, что разницы между контрольной и опытными группами нет. Это показывает, что корм с добавлением Ветом 1.1 и УДЧ Cu-Zn не оказывает влияния на лимфоциты. По показателям лейкоцитарной формулы, которые находятся в физиологической норме у молоди, говорят о высоком иммунитете у подопытных рыб, а также указывает на то, что в организме у подопытных рыб нет патологических процессов.

**Заключение.** Включение в рацион молоди ленского осетра как пробиотического препарата Ветом 1.1, так и УДЧ сплава Cu-Zn сопровождается повышением интенсивности роста рыбы. При этом наилучшие показатели роста рыб были получены при использовании УДЧ сплава Cu-Zn – повышение интенсивности роста до 30 % ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Анализ гематологических показателей молоди ленского осетра показал, что введение в рацион пробиотика и наночастиц не оказывает отрицательного воздействия на физиологическое состояние рыб - значения основных показателей находились в пределах физиологической нормы.

#### Список литературы:

1. Влияние пробиотических препаратов и наномеди на гематологические показатели крови цыплят / Е.П. Мирошникова, О.В. Кван, В.А. Сердаева, М.С. Мирошникова // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2017. - №9 (209). - С. 27-33.
2. Особенности влияния биологически активных препаратов на содержание химических элементов в теле кур-несушек / С.А. Мирошников, О.Н. Суханова, С.В. Лебедев, О.В. Кван, О.Ю. Сипайлова // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. - № 6. - С.244 – 247.
3. Nanoparticles in feed: Progress and prospects in poultry research / Sheeana Gangadoo, Dragana Stanley, Robert J. Hughes, Robert J. Moore, James Chapman // Trends in Food Science & Technology. – 2016. – Vol. 58. – P. 115-126.
4. Comparative Sensitivity of the Luminescent Photobacterium phosphoreum, Escherichia coli, and Bacillus subtilis Strains to Toxic Effects of Carbon-Based Nanomaterials and Metal Nanoparticles / D.G. Deryabina, L.V. Efremova, I.F. Karimov, I.V. Manukhov, E.Y. Gnuchikh, S.A. Miroshnikov // Mikrobiologiya. – 2016. - №85(2). – P.177-186.