

### Влияние экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* на развитие ленского осетра

Лидия Владимировна Карпунина<sup>1</sup>, Ирина Васильевна Поддубная<sup>1</sup>, Алексей Алексеевич Васильев<sup>2</sup>,  
Галина Тимофеевна Урядова<sup>1</sup>, Гульсара Есенгельдиевна Рысмухамбетова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Россия

e-mail: karpuninal@mail.ru

**Аннотация.** Изучено влияние экзополисахарида (ЭПС) молочнокислых бактерий *Streptococcus thermophilus* на развитие ленского осетра при выращивании в условиях экспериментальной аквариумной установки. Показано, что добавление в корм осетровых рыб ЭПС *S. thermophilus* способствует увеличению скорости роста и развития рыб, не оказывая негативного влияния на организм рыб, а также улучшает органолептические показатели (вкус и консистенцию) мяса рыбы.

**Ключевые слова:** экзополисахариды; молочнокислые бактерии; *Streptococcus thermophilus*; рыбы; корм; осетр.

**Для цитирования:** Карпунина Л. В., Поддубная И. В., Васильев А. А., Урядова Г. Т., Рысмухамбетова Г. Е. Влияние экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* на развитие ленского осетра // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 62–65. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i12pp62-65>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

### Influence of the exopolysaccharide *Streptococcus thermophilus* on the development of the Lena sturgeon

Lidia V. Karpunina<sup>1</sup>, Irina V. Poddubnaya<sup>1</sup>, Alexey A. Vasiliev<sup>2</sup>, Galina T. Uryadova<sup>1</sup>, Gulsara E. Rysmukhambetova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russia

e-mail: karpuninal@mail.ru

**Abstract.** The influence of exopolysaccharide (EPS) of lactic acid bacteria *Streptococcus thermophilus* on the development of the Lena sturgeon when grown in an experimental aquarium was studied. It has been shown that the addition of EPS *S. thermophilus* to the feed of sturgeon fish contributes to an increase in the rate of growth and development of fish without adversely affecting the fish organism, and also improves the organoleptic characteristics (taste and texture) of fish meat.

**Keywords:** exopolysaccharides; lactic acid bacteria; *Streptococcus thermophilus*; fish; feed; sturgeon.

**For citation:** Karpunina L. V., Poddubnaya I. V., Vasiliev A. A., Uryadova G. T., Rysmukhambetova G. E. Influence of the exopolysaccharide *Streptococcus thermophilus* on the development of the Lena sturgeon. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(12):62–65. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i12pp62-65>.

**Введение.** Бактериальные полисахариды находят широкое применение в сельском хозяйстве [8, 10, 11]. Например, они входят в состав кормов для некоторых животных [1, 15, 17]. В аквакультуре также ведется поиск способов повышения рыбопродуктивности ценных видов рыб, основанных не только на применении биологически активных кормовых добавок с добавлением микроэлементов, аминокислот и витаминов в легкоусвояемой форме [2, 4, 6, 14], но и веществ бактериального синтеза. Однако этот вопрос еще не достаточно изучен. Поэтому весьма интересным и важным является изучение влияния полисахаридов на жизнедеятельность рыб.

Цель данной работы – изучение влияния ЭПС *Streptococcus thermophilus* на рост и развитие ленского осетра (*Acipenser baeri stenorrhynchus* Nikolsky).

**Методика исследований.** Объект исследования – ЭПС [16] пробиотической бактерии *Streptococcus thermophilus*. Данный биополимер – это порошок светло-коричневого цвета, без запаха, состоящий из рамнозы, галактозы и маннозы с присутствием следов глюкозы, молекулярной массой 20 кДа.

Эксперимент проводили на базе научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова. Были сформированы 2 группы рыб в аквариумах (250 л): контрольная и опытная, со средней массой примерно 630 г. Контрольная группа получала полнорационный гранулированный продукционный комбикорм для осетров Supreme-10, Sorrens, а опытной группе добавляли к корму экзополисахарид в концентрации 0,04 г на 1 кг массы рыбы соответственно. Продолжительность эксперимента составила 15 недель.

Нормы кормления и количество вводимого полисахарида определяли на основе результатов контрольных взвешиваний по общепринятой методике. Взвешивание рыб осуществляли на весах платформенных электронных «Меркурий 330». Ежедневно проводили контроль температуры воды и анализ содержания кислорода термооксиметром.

Эффективность введения экзополисахарида в рацион ленского осетра при выращивании в аквариумной установ-



ке определяли в конце опыта по рыбоводно-биологическим, физиологическим и товарным показателям. Биохимические показатели крови осетровых рыб определяли на биохимическом анализаторе СЕМ WELL.

Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в кишечнике рыб определяли методом последовательных разведений [9] на мясопептонном агаре (МПА), количество молочно-кислых бактерий – на среде лактобакагар (ЛБА). Инкубацию осуществляли при 30 °С на 72 ч – для общего микробного числа и при 37 °С – для молочнокислых бактерий.

Органолептические показатели мяса рыбы, приготовленного из осетра ленского, оценивали по следующим показателям: внешний вид, цвет, консистенция, вкус, запах. Бульон оценивали (по 5-балльной шкале) по внешнему виду (прозрачность), цвету, вкусу и запаху [5, 12].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли по стандартным методам [3] с использованием параметрического t-критерия Стьюдента (достоверными считали различия при вероятности ошибки  $p < 0,05$ ).

**Результаты исследований.** Для обеспечения наилучших условий для жизнедеятельности рыб, в том числе потребления кормов, поддерживали соответствующие оптимальной физиологической норме температурный режим (18–19 °С), уровень кислорода и рН.

Использование ЭПС *S. thermophilus* в рационе опытной группы сопровождалось увеличением интенсивности роста рыбы: прирост ихтиомассы был выше на 8,2 % по сравнению с контрольной группой (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели роста и развития ленского осетра

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Ихтиомасса в начале эксперимента, г	3200,0±15,00	3140,0±17,00*
Ихтиомасса в конце эксперимента, г	5140,0±25,00	5240,0±30,00*
Абсолютный прирост 1 особи за опыт, г	388,0±9,00	420,0±9,00*
Относительный прирост, %	48,5±1,00	52,4±1,00*
Среднесуточный прирост, г	3,7±0,09	4,0±0,08*
Выживаемость, %	100,0±0,00	100,0±0,00

\*  $p < 0,05$  относительно контроля (здесь и далее).

Опытная группа опережала контроль по интенсивности роста и среднесуточному приросту на 3,9 и 8,1 % соответственно. Выживаемость во всех группах составила 100 %.

Чтобы оценить влияние экзополисахарида на физиологическое состояние ленского осетра, на интенсивность потребления кормов и их усвояемость, была проведена оценка таких показателей, как прирост ихтиомассы и затраты корма (табл. 2). Затраты корма на конец эксперимента в опытной группе были на уровне контрольных значений, но на 1 кг прироста затраты корма в опытной группе были ниже на 0,12 кг. Это свидетельствует об эффективности выращивания ленского осетра с использованием в кормлении экзополисахарида *S. thermophilus*.

Таблица 2

Затраты корма для выращивания ленского осетра, кг

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Ихтиомасса рыбы в конце опыта	5,14±0,02	5,24±0,04*
Прирост ихтиомассы за опыт	1,94±0,01	2,10±0,02*
Затраты корма на группу	2,79±0,01	2,77±0,02
Затраты корма на 1 кг прироста	1,44±0,01	1,32±0,01*

Изучение биохимических показателей крови не выявило значительных различий между особями опытной и контрольной групп (табл. 3). Как видно из представленных данных, разница была обнаружена только в отношении аспаратаминотрансферазы. Коэффициент де Ритиса, судя по литературным данным [7], был в пределах нормальных значений 1,3–1,75 у рыб подопытных групп, что свидетельствует о нормальной работе таких жизненно важных органов, как печень и сердце.

Таблица 3

Влияния экзополисахарида *S. thermophilus* на биохимические показатели крови осетровых рыб

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Билирубин общий, мкмоль/л	6,5±0,6	8,5±0,8
Билирубин прямой, мкмоль/л	3,0±0,5	2,5±0,5
Аспаратаминотрансфераза, ед./л	73,5±2,3	62,0±3,2*
Аланинаминотрансфераза, ед./л	35,0±4,3	53,6±5,3
Белок общий, г/л	65,7±2,6	60,6±6,2
Креатинин, мкмоль/л	93,0±2,8	103,5±11,6
Глюкоза, ммоль/л	12,0±1,0	7,7±0,9
Щелочная фосфатаза, ед./л	56,8±3,5	66,5±3,0
Холестерин, ммоль/л	1,8±0,3	1,5±0,5





При изучении влияния экзополисахарида *S. thermophilus* на микрофлору кишечника осетровых рыб определяли КМАФАнМ и количество молочнокислых бактерий. Общая обсемененность в опытной группе рыб по окончании эксперимента была меньше чем в контроле, а количество молочнокислых бактерий в 1,9 раза больше (табл. 4).

Таблица 4

Влияние ЭПС *S. thermophilus* на микрофлору кишечника осетровых рыб

Количество бактерий, КОЕ/см <sup>3</sup>	Группа	
	контроль	опыт
КМАФАнМ	3,0·10 <sup>6</sup> ±0,6	1,1·10 <sup>6</sup> ±0,2*
Молочнокислые бактерии	1,5·10 <sup>5</sup> ±0,5	2,8·10 <sup>5</sup> ±0,5*

В процессе дальнейших исследований были определены органолептические показатели мяса осетровой рыбы (опытной и контрольной групп) и бульона, приготовленного из него. Результаты исследований представлены в табл. 5–7.

Таблица 5

Критерии оценки мяса осетровой рыбы

Органолептические показатели	Балл (5–1), характеристика				
	5	4	3	2	1
Внешний вид	в виде целого сваренного куска	куски рыбы нарезаны аккуратно, но местами с бахромкой	разделка рыбы неправильная	куски деформированы	брюшная полость рыбы плохо зачищена (сгустки крови, черная пленка), оставлены плавники, поверхность ослизлая
Консистенция	мягкая, допускается легкое расслаивание	слегка крошащаяся	сухая	дряблая (рыба сильно переварена) или крупитчатая	плотная (недоваренная) или сильно сухая
Запах	рыбный с ароматом специй	без изменений	рыбы, не смягченной кореньями и специями	посторонний	посторонний, порочащий, прокисшего блюда
Вкус	рыбы	без изменений	несоленая	холодное	пересоленный, с привкусом окислившегося жира, недоброкачественной рыбы, посторонний
Цвет	мяса в разрезе – белый или светло-серый	без изменений	слегка темный (незначительное заветривание)	поверхности кусков – темные с заветриванием	с желтоватым оттенком (окислившегося жира)

Таблица 6

Критерии оценки бульона из мяса осетровой рыбы

Органолептические показатели	Балл (5–1), характеристика				
	5	4	3	2	1
Внешний вид (прозрачность)	однородная жидкость, без взвешенных частиц, прозрачный	наличие мелких хлопьев (легкая опалесценция)	легкая муть	мутный	сильная муть, с хлопьями свернувшегося белка, на поверхности вспенивание
Вкус	бульон с привкусом кореньев, специй, умеренно-соленый	без изменений	без привкуса кореньев, специй, недосоленный	пересолен, водянистый	осалившегося жира, прокисшего бульона
Запах	приятный, экстрактивных веществ рыбного бульона, аромат кореньев, специй	без изменений	кореньев, специй отсутствует	слабый или неароматный	затхлой рыбы, прокисания, резко соленый
Цвет	прозрачный, светлый	светло-коричневый	светло-серый	с серым оттенком	темный с серым оттенком

Таблица 7

Результаты органолептической оценки рыбного бульона и осетра отварного

Образец	Органолептическая оценка, средний балл	
	бульон рыбный	осетр отварной
Контроль	4,62±0,09	4,22±0,18
Опыт	4,52±0,06	4,72±0,13*

Как видно из результатов эксперимента, представленных в табл. 7, разницы по вкусовым качествам бульонов практически не было выявлено, а вот отварное мясо рыб опытной группы было вкуснее и плотнее по консистенции, чем мясо рыб контрольной группы.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование экзополисахарида молочнокислых бактерий *S. thermophilus* в рационе ленского осетра в условиях аквариумной установки способствует увеличению массы рыб, уменьшению затрат кормов, не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние рыб. Кроме того, способствует улучшению органолептических показателей (вкуса и консистенции) рыбного мяса.

1. Буряков Н. П., Косолапов А. В. Жидкие полисахариды в кормлении высокопродуктивных коров // Российский ветеринарный журнал. 2013. № 3. С. 34–36.
2. Влияние йода на продуктивность ленского осетра / А. А. Васильев [и др.] // Рыбное хозяйство. 2014. № 3. С. 82–84.
3. Воробьев В. Я., Елсуков А.И. Теория и эксперимент. Минск: Высш. шк., 1989. 109 с.
4. Головина Н. А., Романова Н. Н., Корабельникова О. В. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб // Рыбное хозяйство. 2008. № 4. С. 63–66.
5. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания (Переиздание). Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
6. Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., Шульга Е. А. Биологическая эффективность применения пробиотика «Субтилис» в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 4. С. 49–52.
7. Гулиев Р. А., Мелякина Э. И. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 85–91.
8. Ибрагимова С. А., Фомкина М. М. Использование микробных полисахаридов для обработки семян // Огарев-online. 2016. № 24. Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/ispolzovanie-mikrobnux-polisaxaridov-dlya-obrabotki-semyan>.
9. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М.: Медицина, 1978. 394 с.
10. Анализ влияния ризобияльных экзополисахаридов на семена и проростки клевера красного (*Trifolium pratense*) / А. М. Лавина [и др.] // Вестник защиты растений. 2016. 3(89). С. 91–93.
11. Экзопалисахариды бактерий родов *Azotobacter*, *Pseudomonas* и *Bacillus* для создания биофунгицидов пролонгированного действия / Я. О. Логинов [и др.] // Аграрная Россия. 2009. Специальный выпуск. С. 125–126.
12. Методические указания по лабораторному контролю качества пищи. Ч. II. Органолептический анализ. Киев: ППП УкрНИИТИ, 1982. 168 с.
13. Отраслевой стандарт ГОСТ 155 372-87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы // StandartGost.ru/g/OST.
14. Поддубная И. В., Васильев А. А. Теоретическое и практическое обоснование использования органического йода в кормлении осетровых рыб; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. Саратов, 2017. 252 с.
15. Полисахариды в кормлении молочного скота / Н. П. Буряков [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2017. № 6. С. 51–54.
16. Выделение экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* / Г. Т. Урядова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Саратов, 2015. С. 109–113.
17. Фокина Н. А., Урядова Г. Т., Карпунина Л. Влияние бактериального экзополисахарида на морфологические и микробиологические показатели у птицы // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4(20). С. 117–123.

## REFERENCES

1. Buryakov N. P., Kosolapov A. V. Liquid polysaccharides in feeding highly productive cows. *Russian Veterinary Journal*. 2013;(3): 34–36. (In Russ.).
2. Effect of iodine on the productivity of the Lena sturgeon / A. A. Vasiliev et al. *Fisheries*. 2014;(3):82–84. (In Russ.).
3. Vorobyov V. Ya., Elsukov A. I. Theory and experiment. Minsk: Higher. School; 1989. 109 p. (In Russ.).
4. Golovina N. A., Romanova N. N., Korabelnikova O. V. Testing in aquaculture of biologically active preparations that increase the immunophysiological status of fish. *Fisheries*. 2008;(4):63–66. (In Russ.).
5. GOST 31986-2012. Catering services. Method for organoleptic evaluation of the quality of public catering products (Reprint edition). Introduction 2015-01-01. Moscow: Standartinform; 2019. 12 p. (In Russ.).
6. Grozesku Yu. N., Bakhareva A. A., Shulga E. A. Biological efficiency of the use of the probiotic “Subtilis” in the composition of starter feed for sturgeons. *Fish farming and fisheries*. 2011;(4):49–52. (In Russ.).
7. Guliyev R. A., Melyakina E. I. Some biochemical parameters of the blood of delta fish. *Bulletin of ASTU. Ser. Fish farm*. 2014;(2): 85–91. (In Russ.).
8. Ibragimova S. A., Fomkina M. M. The use of microbial polysaccharides for seed treatment. *Ogarev-online*. 2016. No. 24. URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/ispolzovanie-mikrobnux-polisaxaridov-dlya-obrabotki-semyan>. (In Russ.).
9. Labinskaya A. S. Microbiology with the technique of microbiological research. M.: Medicine; 1978. 394 p. (In Russ.).
10. Analysis of the effect of rhizobial exopolysaccharides on seeds and seedlings of red clover (*Trifolium pratense*) / A. M. Lavina et al. *Bulletin of Plant Protection*. 2016;3(89):91–93. (In Russ.).
11. Exopolysaccharides of bacteria of the genera *Azotobacter*, *Pseudomonas* and *Bacillus* for the creation of biofungicides of prolonged action / Ya. O. Loginov et al. *Agricultural Russia*. 2009;(Special issue):125–126. (In Russ.).
12. Guidelines for laboratory food quality control. Part II. Organoleptic analysis. Kyiv: PPP UkrNIINTI; 1982. 168 p. (In Russ.).
13. Industry standard OST 155 372-87. Protection of Nature. Hydrosphere. Water for fish farms. General requirements and norms // StandartGost.ru/g/OST. (In Russ.).
14. Poddubnaya I. V., Vasiliev A. A. Theoretical and practical substantiation of the use of organic iodine in feeding sturgeons; FGBOU VO Saratov State Agrarian University. Saratov; 2017. 252 p. (In Russ.).
15. Polysaccharides in feeding dairy cattle / N. P. Buryakov et al. *Cheese making and butter making*. 2017;(6):51–54. (In Russ.).
16. Isolation of exopolysaccharide *Streptococcus thermophilus* / G.T. Uryadova et al. Actual problems of veterinary medicine, food and biotechnology: materials of the All-Russian scientific-practical. conf. Saratov; 2015. P. 109–113. (In Russ.).
17. Fokina N. A., Uryadova G. T., Karpunina L. Influence of bacterial exopolysaccharide on morphological and microbiological parameters in poultry. *Tauride Bulletin of Agrarian Science*. 2019;4(20):117–123. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 14.04.2022; одобрена после рецензирования 14.05.2022; принята к публикации 26.05.2022.  
The article was submitted 14.04.2022; approved after reviewing 14.05.2022; accepted for publication 26.05.2022.

