

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 639.2/.3

<https://agroconf.sgau.ru>

### **Влияние комплекса хитозан - $\beta$ - циклодекстрин с эвгенолом на биохимические показатели крови молоди осетра**

**Гуркина О.А., Поддубная И.В., Руднева О.Н.**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

**Аннотация.** Проведены исследования по изучению влияния комплекса хитозан- $\beta$ -циклодекстрин с эвгенолом на биохимические показатели крови осетра. Авторами было выявлено, что отсутствуют достоверные отличия по биохимическим показателям крови у опытных групп относительно контрольной группы. Таким образом, данный комплекс  $\beta$ -циклодекстринов с эвгенолом не оказывает отрицательного воздействия на состояние крови.

**Ключевые слова:** осетр, комплекс хитозан- $\beta$ -циклодекстрин с эвгенолом, биохимические показатели крови

**Для цитирования:** Гуркина О.А., Поддубная И.В., Руднева О.Н. Влияние комплекса хитозан - $\beta$ - циклодекстрин с эвгенолом на биохимические показатели крови молоди осетра // Аграрные конференции. 2025. № 50(2). С. 26-32. <http://agroconf.sgau.ru>

## AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

### **Effect of chitosan- $\beta$ -cyclodextrin complex with eugenol on blood biochemical parameters of juvenile sturgeon juveniles**

**Gurkina O.A., Poddubnaya I.V., Rudneva O.N.**

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

**Abstract.** Studies on the effect of chitosan- $\beta$ -cyclodextrin complex with eugenol on biochemical indices of blood of sturgeon were carried out. The authors revealed that there were no reliable differences in biochemical blood indices in the experimental groups relative to the control group. Thus, this complex of  $\beta$ -cyclodextrins with eugenol has no negative effect on blood condition.

**Key words:** sturgeon, chitosan- $\beta$ -cyclodextrin complex with eugenol, blood biochemical indices

**For citation:** Gurkina O.A., Poddubnaya I.V., Rudneva O.N. Effect of chitosan- $\beta$ -cyclodextrin complex with eugenol on biochemical parameters of sturgeon juvenile blood // Agrarian Conferences, 2025; (50(2)): 26-32 (InRuss.). <http://agroconf.sgau.ru>

**Введение.** Инновационным подходом к увеличению эффективности антибактериальных препаратов является разработка новых лекарственных форм путем инкапсулирования препарата в различные виды микро- и наночастиц из биосовместимых и биodeградируемых полимеров, липидов и т.д. Данный подход направлен на повышение растворимости и биодоступности гидрофобных органических молекул, а также на преодоление побочных эффектов. При оптимизации фармакокинетических характеристик антибактериальных препаратов и снижении терапевтической дозы можно значительно уменьшить их токсичность. Фторхинолоны имеют выраженную антимикробную активность, но вместе с тем они ограниченно растворимы в биологических средах и характеризуются низкой биодоступностью. Поэтому интерес ученых направлен на создание эффективных систем доставки фторхинолонов с улучшенными фармакокинетическими характеристиками [3].

Биохимические показатели крови позволяют провести оценку состояния организма [1,2].

Цель исследования - изучить влияние комплекса хитозан - $\beta$ -циклодекстрин с эвгенолом в различной дозировке левофлоксацина на биохимические показатели крови осетровых рыб.

**Методика исследований.** Эксперимент был выполнен в лаборатории «Прогрессивных биотехнологий» Вавиловского университета. Все подопытные группы гидробионтов содержались в пяти аквариумах. Для исследований были сформированы подопытные группы по принципу пар-аналогов в количестве 10 экземпляров в группе согласно схеме (таблица 1). Масса осетровых в среднем составила 240,0 г в начале эксперимента.

Для проведения этой серии испытаний непосредственно перед применением корм смешивали с комплексом хитозан - $\beta$ -циклодекстрин с эвгенолом и различным количеством левофлоксацина согласно запланированным нормам и кратности кормления. Для получения достоверного эффекта от использования комплексов хитозан- $\beta$ -циклодекстринов рыбе 2-ой контрольной группы в течении 10 дней до начала опыта и во время эксперимента давали корм с истекшим сроком хранения, с перекисным числом  $24,68 \pm 2,22$ , что привело к модельному нарушению пищеварения.

Вначале каждого опыта по 6 особей из всех подопытных групп травмировали, проводили дорсальные надрезы кожных покровов длиной 2 см и глубиной 0,5 см для определения влияния исследуемых комплексов с антибиотиком на обсемененность резаных ран и процесс заживления.

Для проведения этой серии испытаний непосредственно перед применением корм смешивали с комплексом хитозан - $\beta$ -циклодекстрин с эвгенолом и различным количеством левофлоксацина согласно запланированным нормам и кратности кормления.

Таблица 1 – Схема опыта

| Группа        | Состояние рыбы                | Тип кормления                                                       |
|---------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| контрольная-1 | повреждена                    | Основной рацион качественный корм (ОР)                              |
| контрольная-2 | повреждена                    | Основной рацион некачественный корм (ОРН)                           |
| 1-опытная     | повреждена и получает лечение | ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин-эвгенол с 20 % левофлоксацина |
| 2-опытная     | повреждена и получает лечение | ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин-эвгенол с 15 % левофлоксацина |
| 3-опытная     | повреждена и получает лечение | ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин-эвгенол с 10 % левофлоксацина |

Для биохимического анализа сыворотки крови на 8-е и 14-е сутки была взята кровь непосредственно из сердца. В сыворотке анализировали: билирубин общий, билирубин прямой, АсТ, АлТ, белок общий, креатинин, глюкозу, щелочную фосфатазу, кальций и фосфор [6].

На рисунке 1 демонстрируется взятие крови из сердечной мышцы подопытных осетров.



Рисунок 1. Взятие крови у подопытных рыб

**Результаты исследований.** Информация по биохимии сыворотки крови на 8 сутки эксперимента представлена в таблице 2.

Общий и прямой билирубин в контрольных группах имели незначительные отличия. Общий билирубин в крови опытных осетров был в пределах нормы от 8,77 до 12,90 ммоль/л. Однако наблюдалась тенденция к повышению данного показателя в опытных группах рыб в сравнении со 2-й контрольной группой 8,50 ммоль/л.

Таблица 2 – Биохимия крови на 8 сутки

| Показатель         | Ед. изм.  | Группа         |                |            |            |              |
|--------------------|-----------|----------------|----------------|------------|------------|--------------|
|                    |           | контрольная -1 | контрольная -2 | 1-опытная  | 2-опытная  | 3-опытная    |
| Билирубин общий    | мкмоль /л | 9,80±0,80      | 8,50±2,01      | 8,77±0,48  | 8,90±0,25  | 12,90±1,42 * |
| Билирубин прямой   | мкмоль /л | 1,67±0,41      | 1,40±0,46      | 2,90±1,79  | 2,33±1,02  | 3,83±0,85    |
| АсТ                | ед./л     | 32,23±5,58     | 32,00±4,71     | 39,60±3,26 | 31,90±1,91 | 42,8±2,99    |
| АлТ                | ед./л     | 33,77±8,19     | 21,13±0,57     | 23,40±7,95 | 18,83±1,91 | 20,33±1,44   |
| Белок общий        | г/л       | 72,43±1,51     | 73,23±3,30     | 70,80±3,56 | 64,43±2,38 | 67,53±5,45   |
| Креатинин          | мкмоль /л | 94,17±2,25     | 98,37±4,53     | 88,57±5,37 | 80,40±7,14 | 87,83±9,55   |
| Глюкоза            | ммоль/ л  | 4,07±0,22      | 4,27±0,27      | 3,43±0,57  | 3,47±0,80  | 3,70±0,37    |
| Щелочная фосфатаза | ед./л     | 68,90±6,90     | 81,37±8,37     | 77,87±5,39 | 84,00±8,15 | 83,07±7,98   |
| Кальций            | ммоль/ л  | 3,47±0,32      | 3,73±0,33      | 3,80±0,53  | 3,63±0,53  | 4,20±0,19    |
| Фосфор             | ммоль/ л  | 2,13±0,29      | 2,33±0,36      | 2,43±0,25  | 2,20±0,44  | 2,80±0,25    |

\*P≥0,95

Аминотрансферазы связывают белковый, углеводный и липидный обмены и поэтому служат важнейшим компонентом обмена веществ [4].

Коэффициент де Ритиса в группе контроль –1 составил 0,95, в контроле – 2 соответственно 1,51. Отношение АсТ к АлТ в 1-й опытной группе составило 1,69, во 2-й соответственно – также 1,69, в 3-й – 2,11. Аланин- и аспартатаминотрансфераза участвуют в аминокислотном обмене, в образовании лейкоцитов, которые являются клетками иммунной системы. Судить о тяжести поражения органов можно по соотношению АСТ к АЛТ, что называется коэффициентом де Ритиса. Норма коэффициента де Ритиса варьирует в пределах от 1,3 до 1,75. Если отношение АСТ к АЛТ составляет больше 2 единиц, то это говорит о поражении сердца. Если коэффициент де Ритиса меньше единицы, это свидетельствует о поражении печени. В нашем исследовании коэффициент де Ритиса был в границах нормы, что говорит о благополучном состоянии печени и сердца у рыб контрольной и экспериментальных групп [16].

В результате эксперимента установлено повышенное содержание общего белка в обеих группах: в 1-й контрольной 72,43 г/л и во 2-й контрольной 73,23 г/л. Общий белок снизился в 1-ой опытной группе на 1,63 г/л, по сравнению с 1-

й контрольной группой, на 8,0 г/л - во 2-й опытной группе, на 4,9 г/л - в 3-й опытной группе.

Значение креатинина также снизилось по сравнению со 2-й контрольной группой у 1-й опытной на 9,8 мкмоль/л, у 2-й опытной на 17,97 мкмоль/л, у 3-й опытной на 10,54 мкмоль/л.

Уровень углеводного обмена характеризуется содержанием глюкозы в сыворотке крови. Глюкоза считается основным поставщиком энергии и снижение данного показателя в сыворотке крови демонстрирует улучшение обмена веществ. Во всех подопытных группах величина глюкозы находилась примерно на одном уровне и не выходила за пределы нормальных значений [5].

Активность щелочной фосфатазы находилась ниже нормативных значений (100,0 – 190,0 ед/л) и составила в 1-й контрольной группе 68,90 ед/л, во 2-й контрольной группе – 81,37 ед/л. По щелочной фосфатазе максимальное значение отмечено у 2-й опытной группы и составило 84,00 ед./л, а минимальное у 1-й контрольной группы 68,90 ед./л.

Результаты содержания макроэлементов кальция и фосфора в крови сеголетков, выявили, что данные показатели практически не отличаются между контрольными группами.

Результаты биохимии сыворотки крови на 14 сутки эксперимента отражает таблица 3.

Таблица 3 – Биохимия крови на 14 сутки

| Показатель            | Ед. изм. | Группа           |                   |                  |                   |               |
|-----------------------|----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|
|                       |          | контроль-<br>я-1 | контрольная<br>-2 | 1-опытная        | 2-опытная         | 3-опытная     |
| Билирубин<br>общий    | мкмоль/л | 7,93±0,52        | 9,87±0,18*        | 7,32±0,21        | 7,83±0,27         | 10,83±0,40*   |
| Билирубин<br>прямой   | мкмоль/л | 1,27±0,11        | 1,80±0,07*        | 2,00±0,07*<br>*  | 1,63±0,11         | 2,37±0,15**   |
| АсТ                   | ед./л    | 33,53±0,22       | 34,40±0,46        | 33,27±0,18       | 34,00±0,21        | 43,73±0,22*** |
| АлТ                   | ед./л    | 32,40±0,19       | 26,83±0,11*<br>** | 23,00±0,14       | 21,17±0,40        | 22,87±0,47*** |
| Белок<br>общий        | г/л      | 74,5±0,39        | 72,03±0,18*<br>*  | 65,17±0,15       | 61,67±0,25        | 68,10±0,19    |
| Креатинин             | мкмоль/л | 87,57±0,43       | 93,73±0,41*<br>** | 82,97±0,32<br>** | 82,60±0,25        | 85,07±0,29    |
| Глюкоза               | ммоль/л  | 3,13±0,23        | 4,30±0,07**       | 3,27±0,15        | 3,23±0,11         | 4,07±0,11*    |
| Щелочная<br>фосфатаза | ед./л    | 67,10±0,19       | 81,50±1,54*<br>** | 72,07±0,23       | 84,13±0,29*<br>** | 83,30±0,19    |
| Кальций               | ммоль/л  | 2,80±0,19        | 3,10±0,19         | 3,17±0,22        | 2,93±0,39         | 4,23±0,11**   |
| Фосфор                | ммоль/л  | 1,97±0,11        | 2,17±0,18         | 2,27±0,15        | 2,07±0,23         | 2,27±0,15     |

\*P≥0,95, \*\*P≥0,99, \*\*\*P≥0,999

Значение общего билирубина к 14 суткам эксперимента снижается во всех подопытных группах, за исключением 2-й контрольной, где его значение возрастает на 1,37 мкмоль/л. Концентрация прямого билирубина уменьшается во всех группах.

Таким образом, к этому времени наблюдается тенденция к восстановлению печени и нормализации ее функций.

Соотношение аминотрансфераз в 1-й контрольной группе составило 1,03, во 2-й контрольной группе 1,28, в 1-й опытной 1,45, во 2-й опытной группе 1,61, в 3-й опытной 1,91. Повышение значений аминотрансфераз на 8 сутки свидетельствует о травмировании рыбы, а возврат их к физиологической норме на 14 сутки свидетельствует о ранозаживляющем процессе.

По концентрации общего белка лидировала 1-я контрольная группа, минимальное его значение отмечено во 2-й опытной группе разница составила 12,83 г/л. На 14-е сутки по сравнению с 8-ми сутками произошло снижение значений белка во 2-й контрольной, 1-й и 2-й опытных группах, что также косвенно подтверждает нормализацию состояния печени.

На 14-е сутки активность креатинина в подопытных группах была ниже по сравнению с контрольными группами, кроме того, при сопоставлении его значений с 8-ми сутками отмечено снижение во всех группах, за исключением 2-й опытной группы, где показатель увеличился на 2,2 мкмоль/л.

По содержанию глюкозы максимальное значение отмечено у особей из 2-й контрольной группы 4,30 ммоль/л, минимальное значение было у осетров из 1-й контрольной группы 3,13 ммоль/л. По сравнению с предыдущим периодом эксперимента концентрация глюкозы снизилась в 1-й контрольной, 1-й и 2-й опытных группах, в остальных группах она незначительно увеличилась.

Параметры щелочной фосфатазы незначительно снизились по сравнению с 8-ми сутками в 1-й контрольной и 1-й опытной группах, в остальных группах они, напротив, увеличились во 2-й контрольной на 0,13 ед./л, во 2-й опытной на 0,13 ед./л, и в 3-й опытной на 0,23 ед./л.

По макроэлементам произошло незначительное уменьшение показателей на 14-е сутки во всех подопытных группах, за исключением 3-й опытной группы, где значение кальция увеличилось на 0,03 ммоль/л.

**Заключение.** Показатели биохимических показателей крови свидетельствуют о том, что введение в рацион совместно с кормом комплекса хитозан -β- циклодекстрин с эвгенолом и различной дозировкой левофлорксацина не оказало негативных изменений и все изученные показатели находились в границах физиологических норм.

### Список литературы

1. Ахметова В.В., Басина С.Б. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области// Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.

2. Гулиев Р.А., Мелякина Э.И. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 85-90.
3. Дейген И.М., Егоров А.М., Кудряшова Е.В. Структура и стабильность комплексов фторхинолонов с гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрином для создания новых лекарственных форм противотуберкулезных препаратов // Вестник Московского университета. – Серия 2. Химия. – 2015. – Т.56, №6. – С. 387-392.
4. Дмитриевич Н.П. Биохимические показатели крови молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* (Brandt)) при применении суспензии водорослей в качестве биодобавки в комбикорма // Вестник Полесского государственного университета. 2018. № 2. С.50-55.
5. Иванов А.А., Головин П.П., Романова Н.Н., Корабельникова О.В. Оценка физиологического состояния ленского осетра при выращивании в условиях индустриальных хозяйств // Известия ТСХА, № 4, 2008. - С 81-85.
6. Камышников В.В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М.: МЕДПресс-информ, 2004. С. 56–60.

### References

1. Akhmetova V.V., Basina S.B. Evaluation of the morphological and biochemical picture of the blood of carp fish grown in Rybkhoz LLC in the Ulyanovsk district of the Ulyanovsk region // Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural academy. - 2015. - No. 3 (31). - P. 53-58.
2. Guliev R.A., Melyakina E.I. Some biochemical parameters of the blood of fish in the Volga delta // Bulletin of the ASTU. Series: Fisheries. - 2014. - No. 2. - P. 85-90.
3. Deigen I.M., Egorov A.M., Kudryashova E.V. Structure and stability of fluoroquinolone complexes with hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin for the creation of new dosage forms of anti-tuberculosis drugs // Bulletin of Moscow University. - Series 2. Chemistry. - 2015. - Vol. 56, No. 6. - P. 387-392.
4. Dmitrovich N.P. Biochemical parameters of the blood of juvenile Lena sturgeon (*Acipenser baeri* (Brandt)) when using algae suspension as a bioadditive in compound feed // Bulletin of Polesie State University. 2018. No. 2. P. 50-55.
5. Ivanov A.A., Golovin P.P., Romanova N.N., Korabelnikova O.V. Evaluation of the physiological state of the Lena sturgeon during cultivation in industrial farms // Bulletin of the TSKhA, No. 4, 2008. - P. 81-85.
6. Kamyshnikov V.V. Handbook of clinical and biochemical research and laboratory diagnostics. Moscow: MEDPress-inform, 2004. P. 56-60.

*Статья поступила в редакцию 12.01.2025; одобрена после рецензирования 14.03.2025; принята к публикации 28.03.2025.*  
*The article was submitted 12.01.2025; approved after reviewing 14.03.2025; accepted for publication 28.03.2025.*