

**Заключение.** Таким образом, добавление в питательную среду Мурасиге-Скуга ауксина ИМК способствовало увеличению у растений-регенерантов красной смородины количества корней в 1,7–2 раза, их суммарной длины в 1,5 раза по сравнению с контролем, при этом средняя длина немного уменьшалась. Суммарный прирост в вариантах с концентрацией ИМК 0,5 и 1,0 мг/л был практически одинаков. Экогель в концентрации 0,5 мг/л оказывал благоприятное влияние на процесс корнеобразования.

#### Библиографический список

1. Агафонов Н.В., Фаустов В.В. Применение регуляторов роста в плодоводстве. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1972. – 64 с.
2. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
3. Володина Е.В. Смородина. – Л.: Колос, 1983. – 90 с.
4. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учеб. пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 318 с.
5. Поздняков А.Д. Смородина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 128 с.
6. Поздняков А.Д., Белов В.Ф. Смородина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 138 с.
7. Регуляторы роста растений / К.З. Гамбург [и др.]. – М., 1979. – 246 с.
8. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В.С. Шевелуха [и др.]. – М.: Высшая школа, 2008. – 416 с.
1. Agafonov N. V., Faustov V.V. Application of Growth Regulators in Fruit Growing. Moscow. VNIITEISKH. 1972. 64 p. [in Russian].
2. Pozdnyakov A.D. Currant. Moscow. Agropromizdat. 1985. 128 p. [in Russian].
3. Vitkovskij V.L. Fruit Plants of the World. St. Petersburg. Lan. 2003. 592 p. [in Russian].
4. Volodina E.V. Currant. Leningrad. Kolos. 1983. 90 p. [in Russian].
5. Pozdnyakov A.D., Belov V.F. Currant. Moscow. Agropromizdat. 1988. 138 p. [in Russian].
6. Gamburg K.Z. [et al.]. Plant Growth Regulators. Moscow. 1979. 246 p. [in Russian].
7. Kalashnikova E.A. Cell Plant Engineering. Moscow. RGAU-MSHA. 2012. 318 p. [in Russian].
8. Sheveluha V.S. et al. Agricultural Biotechnology. Moscow. 2008. 416 p.

УДК 591.1

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.019

Т.М. Прохорова, А.А. Алексеев

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИЛИРУБИНА У ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ

**Ключевые слова:** печень, гепатит, билирубин, поведение, крыса.

*В статье изложены результаты исследований поведения и некоторых показателей пигментообразования печени у лабораторных белых крыс при экспериментально вызванном токсическом хроническом гепатите. Анализ показателей ориентировочно-исследовательского поведения выявил угнетение всех форм поведения у опытной группы в сравнении с контрольной: основная активность снизилась на 34 %, активность в виде центральных и периферических стоек на 66 и 28 % соответственно. В тесте «Т-образный лабиринт» были установлены следующие поведенческие реакции: угнетение, локализация животного в затемненных местах, снижение двигательной активности. Значительно понизилось количество грумिंगа и актов дефекации. После курса гепатопротекторов Берлитион и Легалон-М наблюдалось улучшение ориентировочно-исследовательского поведения животных: основная активность животных повысилась*

на 31 (Берлитион) и 19,7% (Легалон-М) соответственно относительно контроля. При изучении параметров билирубина у крыс с экспериментально вызванным хроническим токсическим гепатитом было выявлено увеличение показателей общего билирубина в 2,07 раза, по сравнению с контрольной группой. После проведения терапии гепатопротекторами Берлитион и Легалон-М наблюдается снижение токсического эффекта, показатели общего билирубина снизились на 23,3 (Берлитион) и 14,9% (Легалон-М).

**T. Prokhorova, A. Alekseev**

## **CHANGING BEHAVIOR AND INDICATORS OF BILIRUBIN IN LABORATORY RATS WITH CHRONIC TOXIC HEPATITIS**

**Keywords:** liver, hepatitis, bilirubin, behavior, rat.

*The article presents the results of studies of the behavior and some indicators of liver pigmentation in laboratory white rats with experimentally induced toxic chronic hepatitis. The analysis of indicators of orienting research behavior revealed that the experimental group was inhibited from all forms of behavior in comparison with the control group: main activity decreased by 34%, activity in the form of central and peripheral racks by 66% and 28%, respectively. In the test "T-shaped labyrinth" the following behavioral reactions were established: inhibition, localization of the animal in dark places, decreased motor activity. Significantly decreased the number of grooming and bowel movements. After a course of hepatoprotectors Berlition and Legalon-M, an improvement in the orientation and research behavior of animals was observed: the main activity of animals increased by 31% (Berlition) and 19.7% (Legalon-M), respectively, relative to the control. When studying the parameters of bilirubin in rats with experimentally induced chronic toxic hepatitis, an increase of 2.07 times in total bilirubin was revealed compared with the control group. After therapy with the hepatoprotectors "Berlition" and Legalon-M, a toxic effect decreased, the total bilirubin decreased by 23.3% (Berlition) and 14.9% (Legalon-M).*

**Прохорова Татьяна Михайловна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Морфология, патология животных и биология»; e-mail: prokhorovatm@yandex.ru

*Tatyana M. Prokhorova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Morphology, animal pathology and biology Chair; e-mail: prokhorovatm@yandex.ru*

**Алексеев Алексей Александрович**, студент 5 курса; e-mail: aleksey\_alekseev\_98@bk.ru

*Aleksey A. Alekseev, 5th year student; e-mail: aleksey\_alekseev\_98@bk.ru*

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, Россия

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia*

**Введение.** Системообразующими факторами в организме являются различные физиологические показатели, определяющие нормальное течение метаболизма организма в целом, а также результаты поведенческой деятельности. Токсические поражения печени являются одной из актуальных проблем современной медицины. Печень являет-

ся метаболическим центром организма, связывая между собой различные его системы и тем самым определяет поддержание гомеостаза. Болезни печени составляют значительный процент незаразных болезней животных, их достаточно трудно диагностировать на ранних этапах развития. Зачастую проблемы со здоровьем у животных выявляются

слишком поздно, что нередко приводит к летальным исходам [1, 2, 5]. Хронический гепатит – это воспалительно-дегенеративное, длительно развивающееся заболевание печени. Несмотря на большое количество гепатопротекторов, не всегда удается добиться стабилизации течения гепатита, повышения регенераторной активности печени. В связи с этим поиски новых лекарственных препаратов, обладающих широким спектром фармакологической активности, остается актуальной проблемой.

Исходя из вышеизложенного, **целью исследования** явилось изучение изменения поведения и показателей билирубина у крыс с моделированным экспериментальным хроническим токсическим гепатитом при использовании гепатопротекторов Берлитион и Легалон-М.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в лаборатории кафедры морфологии, патологии животных и биологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». В качестве объекта для экспериментального создания хронического гепатита использовались белые крысы весом 180-200 г в возрасте 4-5 месяцев. Исследования проводились в соответствии с Европейской директивой по защите животных, используемых в научных целях [6]. Животные находились в отдельных клетках при искусственном освещении в режиме 12:12; температуре  $+ 26 \pm 1^\circ\text{C}$  и содержались на стандартном рационе. Потребление корма и воды не ограничивали.

Моделирование хронического гепатита проводили путем внутрибрюшинного введения 50 % раствора те-

трахлорметана ( $\text{CCl}_4$ ) на оливковом масле из расчета 1 мл на кг массы тела два раза в неделю, в течение 20 дней.

Оценку исследовательской активности животных проводили в Т-образном лабиринте и методом «открытое поле», для этого животное помещали на «стартовую» площадку и в течение 5 минут визуально регистрировали его поведенческие акты [4].

Поведенческую активность изучали методом «открытое поле». Проводили количественный учет следующих форм поведения: бодрствование, вставание на задние лапы, горизонтальная активность, прием пищи, питьё, груминг и мелкая двигательная активность. Тестирование проводили в одно и то же время суток, по десять минут. Каждое животное тестировали 10 раз. Количественный учет реализуемой поведенческой функции осуществляли каждые 15 секунд [3].

Определение общего и прямого билирубина проводили с помощью набора реагентов для количественного определения содержания общего и прямого билирубина в сыворотке крови фирмы «Диакон-ДС».

Цифровой материал подвергался статистической обработке с использованием критериев Стьюдента и программы вариационной статистики Microsoft Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Первым этапом исследований было изучение поведения белых крыс в тесте «открытое поле» при вызванном хроническом гепатите, а также изменение поведенческой деятельности после введения гепатопротекторов Берлитион и Легалон-М. Результаты исследований представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Показатели ориентировочно-исследовательского поведения (ОИП) белых крыс в тесте «открытое поле» ( $M \pm m$ )

Показатели ОИП	Контрольная группа	Опытная группа 1 (50 % раствор $CCl_4$ )	Опытная группа 2 Берлитион	Опытная группа 3 Легалон-М
Латентный период первого перемещения, сек.	4,5±0,8	5,8±0,44*	4,92±0,7	5,1±0,8
Число пересеченных периферических квадратов, шт.	20,33±1,4	13,66 ±0,65*	18,33±1,1	16,34±1,3
Число пересеченных центральных квадратов, шт.	2,66±0,25	1,66 ± 0,15*	1,85±0,25	1,87±0,15
Число периферических стоек, шт.	3,66±0,42	2,33 ± 0,18*	2,83±0,25	2,93±0,33
Число центральных стоек, шт.	1,0±0,10	0,33 ± 0,02*	0,65±0,10	0,41±0,15
Груминг, шт.	3,0±0,12	1,66± 0,12*	2,0±0,12	1,7±0,12
Болюсы, шт.	1,66±0,18	0,66± 0,15*	0,86±0,15	0,76±0,10
Основная активность (ОА), шт.	27,35±1,23	17,98± 1,25*	23,7±1,25	21,53±1,15

\*  $p \leq 0,05$

Анализ параметров общего исследовательского поведения у контрольной и опытной группы 1 (50 % раствор  $CCl_4$ ) показал, что латентный период первого перемещения у обследованных крыс варьировал в среднем от 4 до 6 сек у контрольной и опытной группы 1. Животные опытной группы 1 (50 % раствор  $CCl_4$ ) двигались, в основном, по периферии «открытого поля», реже выходили в центральную его часть. Груминг у опытной группы 1 был снижен на 45% по сравнению с контрольной. Исследования выявили, что животные из опытной группы 1, в отличие от контрольной, пересекали меньше периферических квадратов, реже делали стойки на периферии и в центре поля. При этом они давали на 60 % меньше болюсов, чем животные из контрольной группы. У опытной группы 1 были отмечены угнетения всех форм поведения в сравнении с контрольной, основная активность снизилась на 34%, активность в виде центральных и периферических стоек – на 66 и 28% соответственно. После курса гепатопротекторов латентный период первого перемещения по сравнению с опытной группой 1 снизился на 15 и 12% у 2 и 3 групп соответственно. Число пересеченных периферических квадратов возросло на 34,5 и 19,8%, а число пересеченных централь-

ных квадратов – на 11,4 и 12,6% у опытной группы 2 и опытной группы 3 соответственно. После лечебной терапии основная активность животных по сравнению с группой 1 возросла на 31% у группы 2 и 19,7 % у группы 3.

При изучении поведения в Т-образном лабиринте у крыс при вызванном хроническом гепатите исследование выявило уменьшение числа дефекаций у опытной группы 1 на 40 %, по сравнению с контрольной, уменьшение числа входов в аллеи лабиринта на 36% и уменьшение количества вертикальных стоек на 46 %. В тесте «Т-образный лабиринт» в случае крыс, зараженных гепатитом, были установлены следующие поведенческие реакции: угнетение, локализация животного в затемненных местах, снижение двигательной активности. После курса гепатопротекторов было выявлено, что у опытной группы 3 (Легалон-М) по сравнению с группой 1 показатели груминга и дефекаций практически остались неизменными, входы в аллеи возросли на 14,3%, а вертикальные стойки – на 12,6%. У животных опытной группы 2 (Берлитион) наблюдалось повышение активности по сравнению с группой 1: вертикальные стойки увеличились на 32 %, входы в аллеи – на 25,75 % соответственно.

**Таблица 2** – Показатели поведения белых крыс в тесте «Т-образном лабиринт»

Поведенческие акты, (шт)	Контрольная группа	Опытная группа 1 (50% раствор CCl <sub>4</sub> )	Опытная группа 2 Берлитион	Опытная группа 3 Легалон-М
Вертикальные стойки	13,66±2,08	7,33±1,52*	9,68±1,88	8,26±2,10
Входы в аллеи	7,33±1,52	4,66±0,57*	5,86±1,15	5,33±1,25
Дефекации	3,33±0,57	2,0±1,0*	2,13±0,25	2,0±0,33
Грумминг	2,33±0,57	1,7±0,57*	1,96±0,35	1,73±0,35

\* p≤0,05

Таким образом, в результате проведенных исследований изменения ориентировочно-исследовательского поведения у группы с вызванным хроническим гепатитом были отмечены угнетения всех форм поведенческих реакций, в сравнении с контрольной, после курса

гепатопротекторов наблюдалось улучшение ориентировочно-исследовательского поведения.

Следующим этапом исследований было изучение показателей билирубина у контрольной и опытных групп. Результаты исследования представлены в таблице 3.

**Таблица 3** – Показатели содержания билирубина в сыворотке крови белых крыс при моделировании токсического гепатита (мкмоль/л)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1 (50% раствор CCl <sub>4</sub> )	Опытная группа 2 Берлитион	Опытная группа 3 Легалон-М
Общий билирубин	7,13±0,33	14,74±0,57*	11,30±0,24*	12,54±0,26*
Прямой билирубин	0,59±0,04	2,18±0,08*	0,87±0,03*	0,94±0,02*
Непрямой билирубин	6,55±0,23	12,56±0,42*	10,44±0,15*	12,40±0,32*

Примечание: достоверность различий относительно контроля: \* – p≤0,05

В результате исследования было установлено, что после введения 50 % раствора тетрахлорметана показатели общего билирубина у опытной группы 1 увеличились в 2,07 раза по сравнению с контрольной группой. Средняя концентрация прямого билирубина у опытной группы 1 повысилась в 3,7 раза, а средняя концентрация непрямого билирубина – в 1,9 раза, по сравнению с контрольной группой. После проведения лечебной терапии препаратами Берлитион и Легалон-М наблюдалось снижение показателей билирубина: показатели уровня общего билирубина снизились в 1,3 раза после препарата Легалон М и в 1,2 раза – после препарата Берлитион. Средняя концентрация прямого билирубина понизилась в 2,5 и 2,3 раза, а средняя концентрация непрямого билирубина в 1,2 и 1,1 раза у опытной группы 1 и опытной группы 2 соответственно, по сравнению с контрольной группой.

**Заключение.** Таким образом, в результате вызванного экспериментального хронического гепатита у белых крыс наблюдается угнетение всех показателей ориентировочно-исследовательского поведения, а также происходит изменение показателей пигментобразования печени вследствие воспалительных и деструктивных процессов в гепатоцитах. После курса гепатопротекторов Берлитион и Легалон-М наблюдалось улучшение ориентировочно-исследовательского поведения животных и показателей билирубина, вследствие снижения токсического эффекта.

#### Библиографический список.

1. Жерлицын С.Н. Обзор встречаемости и классификация основных заболеваний печени у животных // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 2 (44). – С 40-42.

2. Пудовкин Н.А., Салаутин В.В., Прохорова Т.М. Влияние различных стресс-факторов на свободнорадикальное окисление липидов и поведение белых крыс // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2017. – № 3 (35). – С. 3-7.

3. Курьянова Е.В., Укад А.С., Жукова Ю.Д. Половые и типологические различия поведенческой активности нелинейных крыс в тесте «открытое поле» // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С.46-54.

4. Токаев Э.С., Блохина Н.П., Некрасов Е.А. Биологически активные вещества, улучшающие функциональное состояние печени / Вопросы питания. – 2007. – № 4. – С.4-9.

5. Толстикова Т.Г., Жукова Н.А., Семенов Д.Е. и др. Биохимические показатели крови и количество гепатоцитов в печени крыс с токсическим гепатитом при действии аланинамида бетулоновой кислоты // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 5. – С. 120-123.

6. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance): European Commission: Brussels. 2010.

1. Zherlitsyn S.N. A review of the incidence and classification of major liver diseases

in animals. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2016. No 2 (44). pp. 40-42. [in Russian].

2. Pudovkin N.A., Salautin V.V., Prokhorova T.M. The influence of various stress factors on the free radical oxidation of lipids and the behavior of white rats. *Aktualnyye voprosy veterinarnoy biologii*. 2017. No 3 (35). pp. 3-7 [in Russian].

3. Kuryanova E.V., Ukad A.S., Zhukova Yu.D. Sexual and typological differences in the behavioral activity of nonlinear rats in the Open Field test. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013. No 5. pp. 46-54 [in Russian].

4. Tokaev E.S., Blokhina N.P., Nekrasov E.A. Biologically active substances that improve the functional state of the liver. *Voprosy pitaniya*. 2007. No 4. pp. 4-9 [in Russian].

5. Tolstikova T.G., Zhukova N.A., Semenov D.E. et al. Biochemical blood counts and the number of hepatocytes in the liver of rats with toxic hepatitis under the action of botulonic acid alaninamide. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2012. No 5. pp.120-123 [in Russian].

6. Directive 2010/63 / EU of the European Parliament and of the Council of September 22, 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance): European Commission: Brussels. 2010.