

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(21)

2019 г.

## Учредитель

Государственное учреждение  
«Республиканский научно-  
практический центр  
радиационной медицины  
и экологии человека»

**Журнал включен в** Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

## Журнал зарегистрирован

Министерством информации  
Республики Беларусь,  
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 12.04.19  
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 110 экз.  
Усл. печ. л. 20,5. Уч.-изд. л. 11,8.  
Зак. 20.

Издатель ГУ «Республиканский  
научно-практический центр  
радиационной медицины и  
экологии человека»  
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП  
«Редакция газеты  
«Гомельская праўда»  
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

## Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

## Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора),  
В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор),  
А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Велякин (к.б.н., доцент),  
А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.),  
В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь),  
А.В. Жарикова (к.м.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор),  
И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент),  
А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент),  
С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н.),  
Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор),  
Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.),  
А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент),  
И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент),  
А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор),  
А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

## Редакционный совет

В.И. Жарко (Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск),  
О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск),  
С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург),  
Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва),  
Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва),  
А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва),  
М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва),  
К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург),  
Н.Г. Кручинский (д.м.н., Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск),  
Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург),  
Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск),  
В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск),  
В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

## Технический редактор

С.Н. Никонович

**Адрес редакции** 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,  
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала  
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97  
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: [mbp@rcrm.by](mailto:mbp@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека», 2019

№ 1(21)

2019

# Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

## **Founder**

Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

Journal registration  
by the Ministry of information  
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

**ISSN 2074-2088**

**Редакторская колонка**

- А.В. Рожко, Е.Л. Богдан**  
 ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» в системе минимизации медицинских последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС 6

**Обзоры и проблемные статьи**

- Е.М. Бредихин, А.В. Величко**  
 Субклинический синдром Кушинга. Современные подходы к диагностике и лечению 11
- Г.Н. Фильченков, Е.Г. Попов, И.А. Чешик, Е.Ф. Конопля**  
 Физиология стероид-транспортных белков крови в процессе старения (обзор) 21

**Медико-биологические проблемы**

- О.Н. Антипенко**  
 Эффективность нового ферроцианид-содержащего сорбента 30
- К.Н. Буздалькин**  
 Метод оперативной оценки доз облучения персонала, ожидаемых в результате ингаляции радионуклидов при тушении пожаров 36
- Н.Г. Власова**  
 Радиационные аварии 43
- Е.А. Дрозд, Н.Г. Власова**  
 Метод индивидуализации дозы внутреннего облучения населения, проживающего на загрязненной территории, при недостатке или отсутствии данных СИЧ-измерений 51
- Д.В. Кононенко, Т.А. Кормановская**  
 Оценка риска для здоровья населения субъектов Российской Федерации при равномерном пожизненном облучении радоном 56

**Editorial column**

- A.V. Rozko, E.L. Bogdan**  
 SI «The republican research center for radiation medicine and human ecology» in a system of minimizing the consequences of the chernobyl accident

**Reviews and problem articles**

- E.M. Bredihin, A.V. Velichko**  
 Subclinical Cushing syndrome. Modern approaches to diagnosis and treatment
- G.N. Filchenkov, E.H. Popoff, I.A. Cheshyk, E.F. Konoplya**  
 Physiology of steroid-specific transport proteins during aging (review)

**Medical-biological problems**

- O.N. Antipenko**  
 The efficacy of the new ferrocyanide-containing sorbent
- K.N. Bouzdalkin**  
 A method for rapid assessment of radiation exposure of personnel is expected as a result of the inhalation of radionuclides in case of fighting fires
- N.G. Vlasova**  
 The radiation accidents
- E.A. Drozd, N.G. Vlasova**  
 A method of internal dose individualization to population living on a contaminated territory in the absence of data from WB-measurements
- D.V. Kononenko, T.A. Kormanovskaya**  
 Risk assessment for the population of the regions of the Russian Federation from constant lifelong exposure to radon

- Т.А. Кормановская, Н.А. Королева, Е.С. Кокоулина, Т.А. Балабина**  
Природное облучение работников неураниевых отраслей промышленности в Российской Федерации 62
- Е.Ф. Мицура, Л.И. Волкова**  
Значение гематологических показателей в диагностике наследственного сфероцитоза у детей первого года жизни 68
- И.В. Орадовская, Т.Т. Радзивил**  
Мониторинг иммунного статуса персонала Сибирского химического комбината при наличии хронических заболеваний. Зависимость от возраста, сроков контакта с факторами профвредности и дозы облучения 73
- И. М. Хмара, Н.А. Васильева, Н.С. Корытко**  
Композиция тела у женщин с нормальной и избыточной массой тела в различные периоды репродуктивного здоровья 86

**Клиническая медицина**

- В.В. Зарецкий, С.А. Игумнов, Н.В. Коренский, Ю.В. Блыш**  
Био-психо-социальные особенности отклоняющегося поведения у подростков, характеризующихся сочетанным употреблением психоактивных веществ 98
- М.В. Белевцев, М.Г. Шитикова, И.Е. Гурьянова, С.О. Шарапова, Ю.С. Жаранкова, А.С. Купчинская, С.Н. Алешкевич, А.П. Саливончик, И.С. Сакович, Е.А. Полякова, Т.А. Углова, О.В. Алейникова**  
Иммунологические и генетические особенности общей варибельной иммунной недостаточности (ОВИН) у детей и взрослых в Республике Беларусь 104
- Е.В. Власова-Розанская**  
Медицинская реабилитация пациентов с системной красной волчанкой 112
- Ж.М. Козич, В.Н. Мартинков, Ж.Н. Пугачева, А.А. Ковалевич, Л.А. Смирнова**  
Иммунофенотипические маркеры CD56, CD117, CD33, CD20 и их роль при моноклональной гаммапатии неопределенного генеза и множественной миеломе у пациентов гомельского региона 117

**Clinical medicine**

- T.A. Kormanovskaya, N.A. Koroleva, E.S. Kokoulina, T.A. Balabina**  
Natural exposure of the workers of the non-uranium branches of industry in the Russian Federation
- E.F. Mitsura, L.I. Volkova**  
The importance of hematological indicators in the diagnostics of hereditary spherocytosis in children of the first year of life
- I.V. Oradovskaya, T.T. Radzivil**  
Monitoring of the immune status of personnel of Siberian chemical plant in the presence of chronic diseases. Dependence on age, terms of contact with factors of professional harm and dose of radiation
- I.M. Khmara, N.A. Vasilyeva, N.S. Korytko**  
Body composition in women with different weight during different periods of reproductive health

- V.V. Zaretsky, S.A. Igumnov, N.V. Karenski, Y.V. Blysh**  
The bio-psycho-social features of the adolescents with deviant behavior who using combined psychoactive substances
- M. Belevtsev, M. Shytikova, I. Gurianova, S. Sharapova, J. Zharankova, A. Kupchinskaja, S. Aleshkevich, A. Salivonchik, I. Sakovich, E. Poliarova, T. Uglova, O. Aleinikova**  
Immunological and genetic features of common variable immune deficiency (CVID) in children and adults in the Republic of Belarus
- E.V. Vlasova-Rozanskaya**  
Medical rehabilitation of patients with systemic lupus erthematosus
- Z.M. Kozich, V.N. Martinkov, Z.N. Pugacheva, A.A. Kavalevich, L.A. Smirnova**  
Significance of the expression of tumor antigens CD56, CD117, CD33, CD20 as prognostic factors in monoclonal gammopathy of undetermined significance and multiple myeloma

- С.А. Лихачев, Н.Н. Усова, А.Н. Цуканов, Д.А. Голубова, А.А. Мельников**  
Объективизация хронического болевого синдрома у пациентов с сахарным диабетом 124
- Ya. Navmenova, I. Savasteeva, M. Rusalenko, E. Mahlina, N. Holupko, T. Gavrylenko**  
Assessment of possible risk factors for the development of anxiety disorders in patients with diabetes mellitus type I 131
- Е.В. Родина, Н.И. Корженевская, Д.П. Саливончик, Д.И. Гавриленко**  
Роль предикторов электрической нестабильности миокарда предсердий в ранней диагностике пароксизмальной фибрилляции предсердий и их связь со структурно-функциональными изменениями сердца 138
- А.Е. Силин, Д.К. Новик, В.Н. Мартинков, И.Н. Козарь, В.В. Кошкевич, А.В. Воропаева, А.А. Силина, И.Б. Тропашко, С.М. Мартыненко**  
Молекулярно-генетическая и клинико-лабораторная характеристики пациентов с идиопатическим миелофиброзом 144
- С.А. Ходулева, И.П. Ромашевская, А.Н. Демиденко, Е.Ф. Мицура**  
Клиническая манифестация иммунной тромбоцитопении у детей 150

**Обмен опытом****Experience exchange**

- С.А. Иванов, В.А. Кривенчук, Д.Д. Редько, И.Д. Шляга, В.С. Волчек**  
Реконструкция крыла носа носогубным лоскутом и модифицированным пазл-лоскутом: сравнительная характеристика косметических результатов 156
- S.A. Ivanou, V.A. Krivenchuk, D.D. Radzko, I.D. Shlyaga, V.S. Volchek**  
Nasal ala reconstruction with nasolabial flap and with modified «puzzle» flap: comparative study of cosmetic outcomes

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО ФЕРРОЦИАНИДСОДЕРЖАЩЕГО СОРБЕНТА**

*Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС  
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, Беларусь*

В статье представлены результаты исследований проведения физиологического опыта на экспериментальных животных (кролики, самцы трехмесячного возраста породы белый паннон). В рацион кроликов был включен углеродный ферроцианидсодержащий сорбент на основе торфяного угля, разработанный в Институте природопользования НАН Беларуси. При вводе в составе комбикорма ферроцианидсодержащего сорбента в дозе 2 г/голову и 4 г/голову, в сравнении с ферроцином в дозе 0,2 г/голову, снижается накопление  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани животных в 1,8 и 2,6 раза соответственно. Включение углеродного ферроцианидсодержащего сорбента в рацион животных не оказывает отрицательного влияния на прирост живой массы. Экономическая эффективность от использования собственного сорбента  $^{137}\text{Cs}$  заключается в отказе от закупок импортного ферроцина.

**Ключевые слова:** сорбент, торф, ферроцин, кролики

**Введение**

После аварии на Чернобыльской АЭС, в результате которой значительные территории Республики Беларусь оказались загрязненными долгоживущими  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , актуальным является получение на этих территориях сельскохозяйственной продукции в пределах РДУ-99 [1, 2, 3].

К одному из направлений получения сельскохозяйственной продукции в рамках санитарно-нормативных требований относится использование в кормлении животных энтеросорбентов, связывающих и выводящих из желудочно-кишечного тракта радионуклиды. Известно, что энтеросорбенты относятся к препаратам различной структуры, осуществляющих связывание различных токсинов в желудочно-кишечном тракте путем адсорбции, ионообмена, комплексообразования [4, 5].

В Республике Беларусь для снижения поступления  $^{137}\text{Cs}$  апробированы и разрешены к широкому использованию ферроцианидсодержащие препараты, снижающие поступление радионуклида в продукцию животноводства (мо-

локо, мясо). Применение ферроцианидов в мясном скотоводстве в виде болюсов, солебрикетов или добавок к комбикорму позволяет получать «чистое» мясо практически во всех сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. Препарат используется также для снижения поступления радиоцезия в молоко. Использование ферроцианидсодержащих препаратов позволяет при различных уровнях загрязнения продуктов животноводства снизить содержание  $^{137}\text{Cs}$  в мясе и молоке соответственно в 4,5-6,6 и 5,0-12,0 раз [6, 7].

Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России для снижения перехода  $^{137}\text{Cs}$  из кормов в продукцию животноводства разрешено применение неорганических сорбентов из класса ферроцианидов. Действующим началом всех сорбентов является гексацианоферрат (II) железа (III), аммония или смешанная соль железа ((III)-калия.

Действие сорбентов основано на избирательной сорбции  $^{137}\text{Cs}$  из жидкой фазы химуса. При прохождении кормовых масс по желудочно-кишечному тракту сорбенты

прочно связывают радиоизотопы цезия и выводятся из организма с фекалиями.

В Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года в комплексе защитных мероприятий предусмотрено обеспечение ферроцинсодержащим комбикормом молочного скота личных подсобных хозяйств. Эта мера предназначена для тех населенных пунктов, где, по данным радиационного контроля учреждений государственной санитарного надзора, в любой год из последних трех отмечается производство молока с превышением РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  [8].

В соответствии с Государственной программой всего за период 2016-2020 гг. предусматривается произвести 452 тонны ферроцинсодержащего комбикорма. В настоящее время единственным изготовителем комбикорма с ферроцином в республике является ОАО «Калинковичхлебопродукт». Для производства комбикорма с сорбентом ферроцин приобретается за валютные средства в ООО НПП «Эксорб» в г. Екатеринбург Российской Федерации.

В настоящее время стоимость одного килограмма ферроцина, выпускаемого данным предприятием, которое является единственным производителем и поставщиком данного препарата на постсоветском пространстве, составляет 50 долларов США. При установленной норме ввода сорбента 6 кг/т комбикорма потребность в ферроцине для Республики Беларусь на пятилетний период составляет 2,7 т. Следовательно, для приобретения данного количества ферроцина необходимо изыскать бюджетные средства в сумме эквивалентной 135 тысячам долларов США.

С целью импортозамещения в Институте природопользования НАН Беларуси в период 1987-2017 гг. проведены исследования по получению сорбционных материалов, избирательно сорбирующих радиоцезий, на основе гексааноферратов меди, цинка, кобальта, железа, введенных в поры активированного

угля. По результатам лабораторных исследований модифицированные гексааноферратом железа активные угли показали результаты намного лучше, чем исходный ферроцин и препарат ЦИИ-ОМ (ферроцин, нанесенный на травяную муку). Коэффициент распределения радиоцезия в препарате ЦИИОМ составил  $5 \times 10^3$  мл/г, для модифицированного активного угля –  $5 \times 10^4$  мл/г.

Испытание препаратов на лабораторных крысах показало, что введение сорбента ферроцина в рацион питания крыс позволило на 5-7 суток снизить период полувыведения радиоцезия из организма животных, при этом, если для исходного ферроцина доза составляла 100 мг/кг живой массы, то в составе активного угля доза была снижена до 5 мг/кг при сохранении той же эффективности.

Итак, разработка нового препарата и его лабораторные исследования показали, что при создании производства и выпуска углеродного ферроцианидсодержащего сорбента для нужд животноводства можно отказаться от импорта и, соответственно, снизить расходы валютных средств и обеспечить импортозамещение. Наладить производство и выпуск препарата Институт природопользования НАН Беларуси планируется в рамках выполнения инновационного проекта с Министерством энергетики Республики Беларусь на опытной базе «Свислочь» института (Пуховичский район Минской области), где предусматривается производство активированных углей мощностью 100 т/год. Сырьевой базой для выпуска активированных углей определено торфопредприятие «Туршовка» (Крупский район Минской области).

Предусматривается, что экономическая эффективность от использования собственного сорбента  $^{137}\text{Cs}$  будет заключаться не только в отказе от закупок импортного ферроцина и экономии валютных средств, но и за счет повышенной сорбционной способности радионуклида. Потенциальными потребителями данного сор-

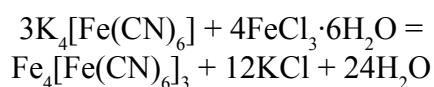
бента могут стать сопредельные с Гомельской областью территории Украины и Российской Федерации, также подвергшиеся радиоактивному загрязнению.

**Цель работы** – изучить сорбционную эффективность углеродного ферроцианидсодержащего сорбента белорусского производства на мелких сельскохозяйственных животных.

### **Материал и методы исследования**

В качестве исходных компонентов для получения углеродного ферроцианидсодержащего сорбента использовался торфяной активный уголь фосфорнокислотной активации, хлорное железо ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) и гексацианоферрат (II) калия в виде 5%-х водных растворов. К навеске активного угля весом 2,5 кг, предварительно смоченного дистиллированной водой в соотношении т : ж = 1,0 : 1,5, при постоянном перемешивании добавляли 3000 мл раствора гексацианоферрата (II) калия и 3500 мл раствора хлорного железа.

В результате взаимодействия компонентов получали гексацианоферрат железа – объемный студенистый осадок по реакции:



Осадок адсорбируется на поверхности активного угля. Полученную углеродсодержащую суспензию центрифугировали и осадок отмывали дистиллированной водой от избытка хлорного железа (проба с 3%-м раствором гексацианоферрата (II) калия) и ионов хлора (проба с 1%-ым раствором  $\text{AgCl}$ ), осадок сушили при температуре 110°C.

С целью установления сорбционной активности сорбента, модифицированного ферроцианидом, был проведен физиологический опыт на экспериментальных животных (кролики, самцы трехмесячного возраста породы белый паннон).

Опыт проводился на базе вивария РНИУП «Институт радиологии» в 2017 году. Для опыта были сформированы че-

тыре группы животных (контрольная и 3 опытных) численностью по три головы в каждой. Группы были подобраны по методу пар-аналогов. Взвешивание животных проводилось в начале и в конце опыта индивидуально. Продолжительность учётного периода опыта составила 30 дней, предварительного – 7 дней.

При формировании контрольной и опытных групп был выполнен ряд требований к аналогам. По происхождению использовались животные одной породы. Постановочная на опыт живая масса животных контрольной и опытной групп составляла 1,8-2,3 кг. Различие в возрасте подопытных животных не превышало двух месяцев. Для проведения эксперимента были отобраны здоровые животные, средней упитанности, для чего проведён их осмотр ветеринарным врачом и выполнен комплекс ветеринарных мероприятий по вакцинации и дегельминтизации подопытных животных.

Во время проведения опыта учитывались такие индивидуальные особенности подопытных животных, как состояние аппетита, темперамент, агрессивность.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)».

Контрольная и опытные группы животных во все периоды опыта получали основной комплекс (ОК) факторов кормления и содержания. В состав основного комплекса факторов кормления входило сено злаково-бобовое (0,06 кг на голову в сутки с удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  5500-6400 Бк/кг) и комбикорм-концентрат КК-92 для взрослых кроликов (ТУ РБ 600024008.125-2006) (0,15 кг на голову в сутки).

Все три опытные группы в предварительный период постепенно получали изучаемые факторы (А1; А2; А3) в соста-



ве стандартного комбикорма. Изучаемый фактор (А1) состоял из ферроцина в дозе 0,2 г на голову в сутки; изучаемый фактор (А2) – из сорбента, модифицированного ферроцианидом в дозе 2 г на голову в сутки; изучаемый фактор (А3) – из сорбента, модифицированного ферроцианидом, в дозе 4 г на голову в сутки. В главный период опытные группы получали изучаемый фактор в полном объёме. Во время опыта было организовано двухразовое кормление животных в 9.00 и 16.00 час. Раздача кормов осуществлялась равными порциями во время первого и второго кормления в соответствии с рационом. Водопоеание кроликов осуществлялось из индивидуальных поилок. Содержание и уход за подопытными животными были одинаковыми во всех группах.

В опыте изучали поедаемость кормов кроликами путём ежедневного учёта заданных кормов и несъедобных остатков, живую массу животных – путём индивидуального взвешивания в начале и конце исследований, среднесуточные приросты – расчётным путём.

Определение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг) в исследуемых образцах кормов, мышечной ткани выполнялось на  $\gamma$ -спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30%.

Полученный в результате исследований цифровой материал обработан стандартными статистическими методами по П. Ф. Рокицкому [9]. В процессе исследований использовались общенаучные методы и приемы (анализ и синтез, метод группировки, обобщения, сравнения, систематизации).

### **Результаты исследования**

Как показали наблюдения за животными, поедаемость кормов во время опыта у кроликов была примерно одинаковой. За время учетного периода животным было задано на группу по 13,5 кг комбикорма. При этом в группе с А1 содержание

ферроцина в составе комбикорма составило 6 г/голову за тридцать дней, в группе с А2 – 60 г/голову и в группе с А3 – 120 г/голову углеродного ферроцианидсодержащего сорбента. Учёт остатков комбикорма показал их в количестве от 1,06 до 2,1 кг на группу за время опыта, причём остатков комбикорма в группе с А3 было значительно меньше, чем в группе с А2. Из этого можно предположить, что углеродный ферроцианидсодержащий сорбент в дозе 4 г/голову не влияет отрицательным образом на аппетит животных.

Результаты взвешивания животных в конце опыта показали, что индивидуальные среднесуточные приросты животных во всех группах практически не различались и колебались в пределах 20-50 г/сутки.

На 30-ые сутки эксперимента был произведен забой подопытных животных с целью изучения состояния внутренних органов и установления перехода  $^{137}\text{Cs}$  в мышечную ткань. В результате патологоанатомического обследования внутренних органов животных видимых признаков патологического состояния и отклонений от нормы не было выявлено.

В результате спектрометрических измерений  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани кроликов было установлено, что максимальные значения удельной активности радионуклида наблюдались в контрольной группе, а минимальные – в третьей опытной группе (таблица).

Из табличных данных следует, что оба препарата показали достаточно высокую эффективность снижения накопления  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани. В сравнении с контролем кратность накопления радионуклида оказалась в 3,18-8,23 раза ниже. При этом в опытной группе №2 в сравнении с группой №1 в 1,4 раза меньше. Увеличение дозы углеродного ферроцианидсодержащего сорбента в два раза в группе №3, в сравнении с группами №2 и №1, позволило увеличить кратность снижения удельного содержания радионуклида соответственно в 1,8 и 2,6 раза.

**Таблица – Эффективность применения различных ферроцианидсодержащих препаратов на содержание  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани кроликов**

| Группа                   | Средняя удельная активность мяса кроликов в группе через 30 суток, Бк/кг | Кратность снижения по сравнению с контрольной группой |
|--------------------------|--|---|
| Контрольная (ОК)         | 501,00±226,34  | -   |
| Опытная №1.<br>(ОК + А1) | 157,33±45,00   | 3,18  |
| Опытная №2.<br>(ОК + А2) | 111,47±44,32   | 4,49  |
| Опытная №3.<br>(ОК + А3) | 60,87±16,23  | 8,23  |

### Заключение

Исследованиями установлено, что разработанный углеродный ферроцианидсодержащий сорбент на основе торфяного угля фосфорнокислой активации и гексацианоферрата железа при вводе в составе комбикорма в суточный рацион кроликов в дозе 2 г/голову и 4 г/голову, в сравнении с ферроцином в дозе 0,2 г/голову, позволяет снизить накопление  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани животных в 1,8 и 2,6 раза соответственно. Следовательно, модифицированный ферроцианид (5%) как сорбент значительно (до 2,6 раз) эффективнее, чем чистый ферроцин.

Включение углеродного ферроцианидсодержащего сорбента белорусского происхождения в рацион животных не оказывает отрицательного влияния на прирост живой массы животных.

### Библиографический список

1. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012-2016 годы. – Минск, 2012. – 122 с.
2. Карпенко, А.Ф. Радиоэкологическое состояние сельскохозяйственных земель Гомельщины / А.Ф. Карпенко // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. (г. Киров, 3-5

декабря 2018 г.). – Киров: ВятГУ, 2018. – С. 292-297.

3. Подоляк, А.Г. Научные аспекты сельскохозяйственного производства в постчернобыльских условиях: монография / А.Г. Подоляк, В.В. Валетов, А.Ф. Карпенко. – Мозырь, МГПУ им. И.П. Шамякина, 2017. – 242 с.

4. Алексахин, Р.М. Сельскохозяйственная радиология / Р.М. Алексахин, Н.А. Корнеев. – М.: Экология. 1991. – 398 с.

5. Губарева, О.С. Применение новых ферроциансодержащих комплексных кормовых добавок для снижения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке коров. / О.С. Губарева, Н.Н. Исамов, П.Н. Цыгвинцев // Радиация и риск. 2015. – Т. 24, № 4. – С. 35-40.

6. Карпенко, А.Ф. Эколого-экономические проблемы агропроизводства Гомельской области после Чернобыльской катастрофы: монография / А.Ф. Карпенко. – Брянск: Дельта, 2012. – 258 с.

7. Оценка радиологической эффективности комплексного применения смеси комбикормов с ферроциансодержащими препаратами в хозяйствах юго-западных районов Брянской области. / О.С. Губарева [и др.] // Радиация и риск. 2017. – Т. 26, № 1. – С. 89-96.

8. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011 – 2015 годы и на период до 2020 года. – Минск, 2011. – 132 с.

9. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – М.: Высшая школа, 1973. – 320 с.

**O.N. Antipenko**

**THE EFFICACY OF THE NEW FERROCYANIDE-CONTAINING SORBENT**

The paper discusses the results of our physiological experiment with 3 m.o. Pannon buck rabbits where we were feeding them daily rations supplemented with a new carbon ferrocyanide-containing sorbent based on peat coal – the drug developed by the Natural Resources Institute of the NAS of Belarus. Introduction of ferrocyanide -containing sorbent into the daily feed ration at the rates of 2 and 4 g per rabbit, vs. the alternative use of ferrocene medicine at the rate of 0,2 g per head, results in, respectively, 1,8 and 2,6 times reduction of <sup>137</sup>Cs accumulation in muscle tissues of animals. Introduction of this preparation into the daily ration of rabbits had no negative effects on their live weight gain. The cost effectiveness from using home-produced <sup>137</sup>Cs adsorbent manifests itself in no further relevance of using imported Prussian blue.

**Key words:** *sorbent, peat, ferrocyanide, rabbits*

*Поступила 18.03.2019*