

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛОШАДЕЙ ПРИ ВВОДЕ В РАЦИОН ЭНТЕРОСОРБЕНТА ЦЕЗИЯ-137

**А. Ф. КАРПЕНКО, А. А. ЦАРЕНОК, Н. В. ЧУЕШОВА,
Е. А. ЩУРОВА, В. М. ЩЕМЕЛЕВ**

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246007*

О. Н. АНТИПЕНКО

*Аппарат НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, 220072*

(Поступила в редакцию 27.03.2025)

В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ) Гомельской области, сохраняется высокий радиационный фон. В заповеднике имеется экспериментально-хозяйственная зона (ЭХЗ), на полях которой выращиваются культуры для их использования в кормлении лошадей. Разведением лошадей в ПГРЭЗ занимаются с 1996 года, и он входит в число ведущих племенных хозяйств Беларуси по разведению лошадей русской тяжеловозной породы. По мере убывания со временем радиоактивного загрязнения в заповеднике предусматривается расширение полей ЭХЗ для производства кормов и увеличения поголовья лошадей. При использовании загрязненных цезием-137 кормов, практическое значение имеет применение энтеросорбентов. Рассматриваются показатели крови животных, а также результаты радиологической эффективности белорусского энтеросорбента на основе торфяного активированного угля, гексацианоферрата (II) калия и хлорного железа, избирательно сорбирующего цезий-137 в рационе лошадей.

Установлено, что использование углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационе лошадей с уровнем цезия 19,5–20,2 кБк/сутки в дозе 40 г/голову позволяет на 15,1 % снизить содержание цезия в мышечной ткани животных, по сравнению с контрольной группой. При этом на такие показатели крови, как общий белок, альбумин, холестерин, ТГ, ЩФ, АСТ, АЛТ, глюкоза, магний, хлориды, мочевины, мочевая кислота, железо, кальций, креатинин, фосфор, натрий, калий, а также эритроциты, гемоглобин, гематокрит, тромбоциты, лейкоциты, лимфоциты, нейтрофилы, моноциты, эозинофилы и базофилы, включение сорбента в состав рациона не оказало отрицательного влияния.

Ключевые слова: заповедник, цезий-137, лошади, сорбент, показатели крови.

In the Polesie State Radiation and Ecological Reserve (PSREZ) of the Gomel Region, high radiation levels remain. The reserve has an experimental economic zone (EZ), in the fields of which crops are grown for use in feeding horses. Horse breeding has been carried out in the PSREZ since 1996 and it is one of the leading breeding farms in Belarus for breeding Russian heavy draft horses. As radioactive contamination decreases over time, the reserve plans to expand the EZ fields for feed production and an increase in the horse population. When using feed contaminated with cesium-137, the use of enterosorbents is of practical importance. The

blood parameters of animals are considered, as well as the results of the radiological effectiveness of a Belarusian enterosorbent based on peat activated carbon, potassium hexacyanoferrate (II) and ferric chloride, which selectively sorbs cesium-137 in the diet of horses. It was found that the use of carbon ferrocene-containing sorbent in the diet of horses with a cesium level of 19.5–20.2 kBq/day at a dose of 40 g/head allows to reduce the cesium content in the muscle tissue of animals by 15.1 %, compared to the control group. At the same time, the inclusion of the sorbent in the diet did not have a negative effect on such blood parameters as total protein, albumin, cholesterol, TG, ALP, AST, ALT, glucose, magnesium, chlorides, urea, uric acid, iron, calcium, creatinine, phosphorus, sodium, potassium, as well as erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, platelets, leukocytes, lymphocytes, neutrophils, monocytes, eosinophils and basophils.

Key words: *reserve, cesium-137, horses, sorbent, blood parameters.*

Введение. В настоящее время в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ) республики сохраняются земли, имеющие высокий радиационный фон. На территории заповедника часть бывших сельскохозяйственных земель отведена под экспериментально-хозяйственную зону (ЭХЗ). На полях ЭХЗ выращиваются культуры для кормления лошадей. Заготовленные для лошадей на зимне-стойловый период грубые и сочные корма с полей ЭХЗ заповедника соответствуют нормативным требованиям и используются в кормлении разводимого поголовья лошадей [1]. Из-за наличия большого количества поголовья ПГРЭЗ присвоен статус ведущего племенного хозяйства Беларуси по разведению лошадей русской тяжеловозной породы.

На территории отдельных производственных участков мощность экспозиционной дозы достигает 1,0–1,5 мкЗв/час. По мере убывания со временем радиоактивного загрязнения в заповеднике предусматривается расширение полей ЭХЗ с целью наращивания производства кормов и соответственно увеличения поголовья лошадей. Поэтому, с практической точки зрения, важно оценить перспективы развития коневодства.

Среди мер, способствующих получению коневодческой продукции в рамках санитарно-гигиенических нормативов, при наличии и использовании загрязненных цезием-137 кормов, особое значение имеет применение энтеросорбентов в кормлении лошадей. Для этих целей в Институте природопользования НАН Беларуси разработан и получен углеродный ферроцинсодержащий энтеросорбент (УФЭ) избирательно сорбирующий цезий-137, в состав которого входят торфяной активированный уголь вместе с солями гексацианоферрата (II) калия и хлорного железа [2].

При применении новых нейтрализаторов и сорбентов требуются исследования по их влиянию на физиологическое состояние организма животных [3] с тем, чтобы убедиться в их безвредности [4, 5].

Цель исследований заключалась в изучении влияния УФЭ цезия-137 Института природопользования НАН Беларуси на показатели крови лошадей.

Основная часть. Для решения поставленной задачи, согласно схеме проведения эксперимента, в ПГРЭЗ были отобраны 6 голов взрослых (возраст 3–5 лет) лошадей русской тяжеловозной породы и разделены на две группы – контрольную и опытную. Живая масса отобранных лошадей составляла 530–550 кг перед постановкой на опыт. Все лошади клинически были здоровы. Рацион кормления в период эксперимента состоял из 12 кг/гол. сена злакового с естественных угодий и 2 кг/гол. овсяной муки. Кормление лошадей было двухразовым: утром и вечером в кормушки задавали по 6 кг/гол. сена злакового. Муку овсяную в количестве 2 кг/гол. раздавали утром, причём опытной группе смешивали с 40 г/гол. УФЭ.

Лошади содержались в одинаковых условиях, в двух станках, на глубокой подстилке. Водопоение осуществлялось в станках из корыт.

Рацион обеих групп по содержанию основных питательных веществ был практически одинаков. Учет задаваемых кормов проводился ежедневно, их поедаемость – раз в 10 дней за 2 смежных дня. Во время опыта овсяная мука в обеих группах потреблялась без остатков, а потребление сена в опытной группе составило 10,8 кг/сутки, контрольной – 10,4 кг.

В результате радиометрического анализа кормов установлено, что удельное содержание цезия-137 в сене составило 1,873 кБк/кг и муке овсяной – 34,1 Бк/кг. На основании фактически съеденных кормов среднесуточное поступление радиоцезия в организм животных контрольной группы показано как 19,547 кБк/сутки, опытной – 20,296 кБк/сутки.

Показатели прижизненной дозиметрии мышечной ткани лошадей фиксировались как в начале, так и через каждые 5 дней опыта. Достоверная разница показателей прижизненной дозиметрии между группами на 10, 15, 25 и 30 сутки соответственно составила 65,3, 68,8, 273,0 и 108,0 Бк/кг. За всё время опыта удельная активность мышечной ткани в группе с УФЭ на 112,5 Бк/кг или на 15,1 % оказалась ниже, чем в контроле.

Для изучения показателей крови её пробы отбирались дважды у всех лошадей в начале опыта и в конце (табл. 1). Полученные биохимические и гематологические показатели сравнивали между группами

при первом и втором отборах, а также с показателями крови клинически здоровых лошадей в нормальном физиологическом состоянии, заимствованных из литературных источников [6, 7, 8, 9].

Таблица 1. Показатели крови лошадей

Показатели	Группа животных			
	контрольная		опытная	
	1-й отбор	2-й отбор	1-й отбор	2-й отбор
Общий белок, г/л	69,55	65,46	65,99	66,80
Альбумин, г/л	45,05	31,10	43,02	33,00
Холестерин, ммоль/л	2,42	1,55	2,06	1,64
ТГ, ммоль/л	0,35	0,12	0,40	0,36
АЛТ, Ед/л	8,49	5,56	12,15	12,11
ЩФ, Ед/л	83,08	79,97	104,06	94,95
АСТ, Ед/л	298,6	126,98	200,28	225,40
Глюкоза, ммоль/л	4,12	5,76	3,70	6,42
Магний, ммоль/л	0,67	0,51	0,61	0,54
Хлориды, ммоль/л	84,51	79,99	81,85	73,03
Мочевина, ммоль/л	5,00	1,99	4,19	1,78
Мочевая кислота, мкмоль/л	40,33	39,63	85,16	41,48
Железо, мкмоль/л	27,01	10,55	26,42	17,44
Кальций, ммоль/л	2,72	2,11	2,55	2,45
Креатинин, кмоль/л	153,25	99,37	132,04	129,49
Фосфор, ммоль/л	0,80	0,68	1,03	0,76
Натрий, ммоль/л	131,81	164,43	143,24	154,28
Калий, ммоль/л	4,05	1,28	5,29	2,00
Эритроциты, $10^{12}/л$	11,2		11,3	8,4
Гемоглобин, г/л	155,7	129,5	152,3	121,0
Гематокрит, %	50,3	41,7	52,4	38,2
Тромбоциты, $10^9/л$	115,7	89,5	79,3	99,0
Лейкоциты, $10^9/л$	10,8	11,2	11,2	8,9
Лимфоциты, %	42,7	55,0	60,3	62,7
Нейтрофилы: сегментоядерные, %	53,7	38,5	31,7	28,3
палочкоядерные, %	0,3	0,5	0,3	0,3
Моноциты, %	3,0	3,5	6,7	4,3
Эозинофилы, %	-	2,0	0,3	3,0
Базофилы, %	0,3	0,5	0,7	1,3

Показатель общего белка крови информативен в диагностике и мониторинге течения заболеваний почек и печени, нарушений обмена веществ и др. Его уровни колебались в группах от 65,09 до 69,55 г/л, при диапазоне для лошадей 55–75 г/л. В контрольной группе после завершения опыта общего белка было на 4,09 г/л меньше, а в опытной группе на 0,81 г/л больше. Разница показателей между группами не достоверна.

Альбумины выполняют 2 важнейшие функции: управляют распределением воды внутри организма, помогают крови переносить витамины,

минералы и лекарства. Альбумины участвуют в образовании тканевой жидкости, мочи, лимфы, а также отвечают за процесс всасывания воды в кишечнике. Другая их важная функция – транспортная. Благодаря альбуминам в крови переносятся катионы и анионы, билирубин, соли жёлчных кислот, витамины, гормоны и др. При диапазоне справочных значений 30–50 г/л содержание альбуминов в обеих при первом отборе составляло 43,02–45,05 г/л, при втором – 31,1–33,0 г/л, что было меньше на 10,02–13,95 г/л. Некоторое снижение содержания альбуминов может быть обусловлено особенностями кормления животных.

Холестерин – важный показатель жирового обмена. При 1-м и 2-м отборах показатели холестерина в крови в группах имели близкие значения. При втором отборе у лошадей он был ниже на 0,42–0,87 ммоль/л, чем в первом. В контрольной группе во 2-м отборе он ниже на 0,05 ммоль/л нижнего предела справочных значений.

Тиреоглобулин – белок, принимающий участие в синтезе тиреоидных гормонов Т3 и Т4, оказывающих значительное влияние на функционирование всех органов и систем организма. Показатели ТГ в группах при диапазоне средних значений 0,1–0,32 ммоль/л были установлены в пределах 0,12–0,40 ммоль/л.

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) – фермент, находящийся преимущественно в клетках печени, поэтому анализ на АЛТ помогает выявить её заболевания. При диапазоне у здоровых животных от 4 до 20 ед/л в обеих группах показатели АЛТ не выходили за указанные единицы.

Щелочная фосфатаза (ЩФ) – группа ферментов, отделяющие фосфор от органических соединений и переносящие его в клетки тканей и органов. При диапазоне колебаний ЩФ 100–420 ед/л у подопытных лошадей она показана как 79,97–104,06 ед/л, что свидетельствует о незначительном снижении данного фермента.

Анализ содержания аспартатаминотрансферазы (АСТ) в крови – важный методом выявления опасных поражений печени и миокарда. В контрольной группе установлен уровень фермента в 298,6 ед/л при 1-м отборе и 126,9 ед/л во 2-м, что несколько выше и ниже диапазона справочных значений. От оптимальной концентрации глюкозы в крови зависит функционирование всего организма. В обеих группах содержание глюкозы находилось в рамках 3,70–6,42 ммоль/л, что соответствует её показателям у здоровых животных.

С наличием магния связана нормальная работа как нервной, так и мышечной систем. Если по литературным данным нормой магния является 0,65–1,17 ммоль/л, то у подопытных лошадей его колебания

отмечены в диапазоне 0,51–0,67 ммоль/л, что свидетельствует о некотором сдвиге к нижнему пределу.

Если в начале опыта содержание железа в крови было примерно одинаково в обеих группах, то через 30 суток его показатели снизились в контрольной группе на 16,46 ммоль/л и в опытной – на 9,0 ммоль/л. Однако, содержание железа соответствовало диапазону колебаний 13–23 ммоль/л, свойственному для здоровых животных.

Кальций необходим для работы нервов и мышц, строения кости скелета и зубов и др. Содержание кальция в крови лошадей установлено в количестве 2,11–2,72 ммоль/л, что свидетельствует о примерно одинаковом его содержании в крови обеих групп.

Алкалоз в организме развивается в случае потери хлоридов, ацидоз – при их избытке. У подопытных животных содержание хлоридов установлено от 73,03 до 84,51 ммоль/л, что несколько ниже предела 94,0 ммоль/л.

При почечной недостаточности уровень мочевины в крови возрастает. При её колебаниях у здоровых лошадей 3,0–8,4 ммоль/л у подопытных животных её содержание находилось в рамках 1,78–5,00 ммоль/л.

Длительно повышенная мочевая (МК) приводит к развитию подагры – болезни, при которой МК откладывается в суставах. У подопытных лошадей количество МК варьировало от 41,48 до 83,16 ммоль/л при допустимом содержании до 120 ммоль/л.

Из наиболее важных показателей функции почек является концентрация в крови креатинина. При концентрации 100–180 ммоль/л у здоровых лошадей у подопытных лошадей его содержание находилось в пределах 99,37–153,25 ммоль/л.

В сыворотке крови подопытных лошадей отмечено содержание фосфора от 0,76 до 1,03 ммоль/л, что является характерным для здоровых животных (0,7–1,7 ммоль/л).

Натрий необходим для функционирования нервов и мышц. Около 85% натрия находятся в лимфе. У подопытных животных концентрация натрия определена в количестве 131,81–164,43 ммоль/л, при его диапазоне у здоровых лошадей в количестве 130–150 ммоль/л.

Калий играет важную роль в функционировании нервной системы, мышц, поддержании кровяного давления и сахара. Его содержание в крови подопытных лошадей находилось в пределах 1,28–5,29 ммоль/л. Разбежка показателей оказалось несколько ниже и выше имеющихся в литературных источниках (3,0–5,0 ммоль/л).

Количество эритроцитов в крови лошадей при диапазоне 5–11 $10^{12}/л$ показано в пределах 8,4–11,3 $10^{12}/л$, гемоглобина – 80–150 г/л и 121,0–155,7 г/л, тромбоцитов – 100–700 $10^9/л$ и 79,3–115,7 $10^9/л$, лейкоцитов –

4,5–12,0 10^9 /л и 8,9–11,2 10^9 /л соответственно. Среди данных элементов крови достоверной разницы между группами не установлено.

Подсчёт лейкограммы крови указал на незначительное повышение количества лимфоцитов в крови опытной группы до 62,7 % при норме 18,0–60,0 %.

Нейтрофилы – объемная популяция лейкоцитов, выполняющая защитную функцию в организме. При норме 30–75 % в крови опытной группы при 2-м отборе их установлено в количестве 28,3 %.

Незначительное увеличение моноцитов в крови опытной группы отмечено в начале и конце опыта. Количество эозинофилов и базофилов находилось в пределах ошибки определения.

Заключение. Использование углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационе лошадей с уровнем цезия-137 19,5–20,2 кБк/сутки в дозе 40 г/голову позволяет на 15,1 % снизить его содержание в мышечной ткани животных. При этом дача сорбента не оказывает отрицательного влияния на основные биохимические и гематологические показатели крови животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы / Н. Н. Цыбулько [и др.]. // Нац. акад. наук Беларуси, Мин-во сельск. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, Ин-т почв. и агр. Минск: ИВЦ Минфина. – 2021. – 142 с.
2. Композиционный энтеросорбент на основе торфяного активированного угля / А. Э. Томсон [и др.] // Природопользование, 2018. – №2. – С. 128–133.
3. Физиология сельскохозяйственных животных / А. П. Костин [и др.]. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
4. Измайлович, И. Б. Нанопорошки биоминералов в роли нейтрализаторов кормовых патогенов / И. Б. Измайлович, Е. В. Трояновская // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – №2 (53). – С. 39–43.
5. Швед А. В. Показатели крови при вводе в рацион телят лецитинсодержащей кормовой добавки / А. В. Швед, И. С. Серяков // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – №2 (53). – С. 34–38.
6. Васильева Е. А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
7. Медведева М. А. Клиническая лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей. – М.: «Аквариум Принт», 2009. – 416 с.
8. Справочник основных клинических лабораторных показателей / Н. Э. Варварюк [и др.]. – Кишинев: Картя Молдовеняска, 1990. – 136 с.
9. Кудрявцев, А.А. Клиническая гематология животных / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева. – М.: «Колос», 1974. – 399 с.