

продукте из-за неправильного хранения. Не если в смесь ввели компонент, который имеет свой запах, например, антибиотики, то ГОСТ допускает наличие такого запаха готового продукта.

Заключение. Развитие кормопроизводства в РФ является стратегическим направлением в развитии всего сельского хозяйства. Оно крайне необходимо для того, чтобы обеспечить самодостаточность производства животноводческой продукции. Также, кормовое производство крайне важно для рационального пользования природными ресурсами, улучшения окружающей среды и общего здоровья нации. В этой связи одной из главных задач является контроль за качеством комбикормовой продукции для продуктивных животных.

Литература: 1. ГОСТ 9268-2015 Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. 2. ГОСТ 10199-2017 ГОСТ 10199-2017. Межгосударственный стандарт. комбикорма-концентраты для овец и коз. Общие технические условия. 3. ГОСТ 23462-2019 Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. 4. Кошелева Г. Проблемы санитарной чистоты кормов и пути ее решения // Комбикорма. 2002. - № 7. - С. 59-61. 5. Санцевич Б. Средства против плесени и микотоксинов / Б. Санцевич // Комбикорма. -2003. №4. - С. 55-56. 6. Таланов Г.А. Современные задачи ветеринарной санитарии по охране кормов и продуктов животноводства от загрязнения токсическими элементами // Сб. науч. тр. ВНИИВС / Всесоюз. науч. иссл. ин-т ветеринарной санитарии. 1985. - С. 46-53.

УДК 636.15(476):796.012.5

ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ И ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛОШАДЕЙ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Антипенко О.Н., Карпенко А.Ф., Царенок А.А.

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

Ведение. В настоящее время Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) остается уникальным местом, где сохраняется повышенный радиационный фон. Здесь сосредоточено около 30% ^{137}Cs , более 70% ^{90}Sr и около 97% трансурановых элементов [1, 2, 3]. С 1996 года на территории заповедника содержатся лошади русской тяжеловозной породы.

Цель работы – изучить радиологическую условия кормления и показатели крови взрослых лошадей на территории ПГРЭЗ.

Материалы и методы исследований. Измерение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах проводили аппаратным способом на бета-гамма-радиометре «Атомтех» МКС АТ1315. Питательность рационов и содержание

радионуклидов определяли по фактическому потреблению кормов [4, 5]. Измерение прижизненного содержания ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей проводили с помощью радиометра дозиметра МКС-01 «Советник». Биохимический и гематологический состав крови определяли в условиях ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси» [6, 7, 8]. Данные обрабатывались методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0) [9].

Результаты исследований. Уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах определяли в течение 2020-2021 годов. С этой целью проводился отбор проб кормов, получаемых с сенокосно-пастбищных угодий и полей севооборотов, расположенных на территории экспериментально-хозяйственной зоны ПГРЭЗ, с последующим определением в них содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr . Плотность загрязнения почв сенокосов и пастбищ на площади 349 га и полей зерновых культур на площади 271 га составляла по ^{137}Cs 15–25 Ки/км² (555–925 кБк/м²), по ^{90}Sr – от 1,0 до 2,0 Ки/км² (37–74 кБк/м²). В 2020 году удельное содержание ^{137}Cs в зеленой массе травостоев сенокосов варьировало от 17 до 32 Бк/кг, ^{90}Sr от 129 до 150 Бк/кг, пастбищ – ^{137}Cs от 21 до 63 Бк/кг, ^{90}Sr от 168 до 191 Бк/кг. Накопление ^{90}Sr в зелёной массе сенокосов было выше в 4,7– 7,6 раз, пастбищ – в 3,0–8,0 раз в сравнении с накоплением ^{137}Cs . В сене злаковом содержалось ^{137}Cs от 27 до 49 Бк/кг и ^{90}Sr от 164 до 331 Бк/кг. Превышение содержания ^{90}Sr в сене превосходило содержание ^{137}Cs в 6,1–6,8 раз. В 2021 году удельное содержание ^{137}Cs в зеленой массе травостоев сенокосно-пастбищных угодий колебалось от 14,2 до 112 Бк/кг, ^{90}Sr от 33,8 до 133,3 Бк/кг. Удельное содержание ^{90}Sr превышало аналогичное содержание ^{137}Cs в 1,2–2,4 раза. В сене злаковом содержание ^{137}Cs варьировало от 14,2 до 112 Бк/кг, ^{90}Sr – от 33,8 до 298 Бк/кг. В сравнении с 2020 годом в сене установлено несколько меньшее накопление ^{90}Sr . В отношении концентрированных кормов показано, что в урожае зерновых 2020 года содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в зерне овса находилось соответственно на уровне 10 Бк/кг и ^{90}Sr 35 Бк/кг, зерне тритикале 10,1 Бк/кг и 40,8 Бк/кг и зерне ячменя 8,4 Бк/кг и 49 Бк/кг. Также установлено, что в урожае зерновых культур 2021 года содержание ^{137}Cs в зерне овса находилось в количестве 10,0 Бк/кг, ^{90}Sr – 35 Бк/кг, соответственно в зерне тритикале – 5,0 Бк/кг и 40,8 Бк/кг, в зерне ячменя – 7,5 Бк/кг и 49 Бк/кг. Такие показатели удельного содержания радионуклидов свидетельствуют о том, что зерновые корма пригодны для скармливания лошадям без ограничений.

Заготовленные для лошадей на зимне-стойловый период грубые и сочные корма с полей экспериментально-хозяйственной зоны заповедника соответствовали нормативным требованиям (содержание ^{137}Cs в зеленой массе до 165 Бк/кг, сене злаковом до 1300 Бк/кг). Согласно требованиям РДУ-99, удельная активность ^{137}Cs в конине (мышечная ткань) не должно превышать 370 Бк/кг. Для этого общее содержание ^{137}Cs в суточном

рационе лошадей в возрасте трех лет должно быть не более 5200 Бк/сутки. В соответствии с РДУ-99 содержание ^{90}Sr в конине не нормируется.

При радиологическом анализе кормления животных было установлено, что среднее содержание в суточном рационе лошадей 3-х летнего возраста, в зимне-стойловый период 2021 года, составило по ^{137}Cs – 731,5 Бк/сутки, по ^{90}Sr – 1929 Бк/сутки. Удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей находилась на уровне $298,7 \pm 0,8$ Бк/кг. В летне-пастбищный период 2021 года среднее содержание в рационе лошадей ^{137}Cs определено как 1574 Бк/сутки, ^{90}Sr – 4069 Бк/сутки. Удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани установлена на уровне $239,8 \pm 0,6$ Бк/кг. В зимне-стойловый период в организме лошадей ^{137}Cs и ^{90}Sr накапливается более интенсивно, чем в летне-пастбищный период. Результаты прижизненной дозиметрии лошадей (109 голов) не выявили превышения содержания ^{137}Cs в их мышечной ткани выше 300 Бк/кг.

Использование биохимических методов исследования позволяет оценить влияние факторов окружающей среды на физиологическое состояние организма животных (табл. 1).

Таблица 1 – Биохимические показатели сыворотки крови лошадей

Показатели	Жеребцы		Кобылы	
	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период
Общий белок, г/л	77,4±10,3	72,4±3,8	71,3±6,8	76,7±4,8
Альбумин, г/л	30,8±6,0	37,6±3,3 ^x	25,7±4,1	33,5±2,4 ^x
АЛТ, ед/л	11,0±2,9	10,8±8,0	11,3±5,7	6,6±1,2 ^x
АСТ, ед/л	215,7±40,2	189,8±114	176,5±33,6	150,5±27,8
Щел-я фосфатаза, ед/л	82,3±25,3	89,0±28,5	108,6±30,7	100,6±26,7
ЛДГ, ед/л	416,5±64,9	455,3±113	425,6±106,2	437,4±84,2
Холестерин, ммоль/л	1,5±0,3	1,5±0,2	1,2±0,2	1,2±0,2
ТГ, ммоль/л	0,2±0,1	0,4±0,2	0,2±0,2	0,3±0,2
Амилаза, ед/л	1,81±0,7		1,71±0,8	
Креатинин, мкмоль/л	120,9±11,1	111,3±10,6	90,4±17,0	109,2±19,1 ^x
Креатинкиназа, ед/л	476,8±250	95,5±45,0 ^x	217,1±72,1	91,4±41,4 ^x
Cl, ммоль/л	75,1±11,9	79,3±12,5	73,1±11,2	83,7±12,7
Na, ммоль/л	109,7±15,8	77,9±40,0	111,7±15,2	83,9±9,8
K, ммоль/л	7,9±0,5	1,1±0,2 ^x	7,5±0,6	1,6±0,7 ^x
Ca, ммоль/л	2,3±0,2	2,4±0,2	2,2±0,2	2,3±0,3
Мочевина, ммоль/л	4,1±0,7	3,3±0,4 ^x	5,0±0,9	2,9±0,6 ^x
Глюкоза, ммоль/л	5,6±0,8	3,4±0,5 ^x	5,9±2,4	3,2±0,3 ^x
Общие липиды, г/л	3,4±1,2	5,2±0,9 ^x	2,4±0,9	4,9±0,9 ^x

x – достоверность различий при $p < 0,05$

Результаты биохимического анализа крови показывают, что все основные показатели сыворотки крови жеребцов находились в пределах физиологической нормы или были близки к ним. Отмечено достоверное снижение в зимне-стойловый период уровней креатинкиназы, калия, мочевины и глюкозы ($p < 0,05$) по отношению к их уровням в летний период. Следует отметить, что уровень альбумина достоверно был выше на 6,8 г/л в зимний период, общих липидов в сыворотке крови жеребцов был выше физиологической нормы, как в летний, так и в осенний период кормления. Установлено достоверное снижение ($p < 0,05$) уровня калия в осенний период с $7,94 \pm 0,5$ ммоль/л до $1,14 \pm 0,2$ ммоль/л при физиологической норме 2,8–4,7 ммоль/л. Гиперкалиемия может быть обусловлена поеданием большого количества молодой травы или зеленой массы растений, выращенных на обильно удобренных калийными удобрениями угодьях. Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что в крови кобыл количество альбумина и креатинина в осенний период было достоверно увеличено, однако находилось в пределах физиологической нормы. Содержание общих липидов было на 2,35 г/л выше нормативных значений. В пределах физиологической нормы наблюдалось достоверное снижение таких показателей как аланинаминотрансфераза (АЛТ) – на 4,7 ед/л, креатинкиназы – на 125,7 Ед/л, мочевины – на 2,1 ммоль/л, глюкозы – на 2,7 ммоль/л. Наблюдается достоверное снижение (ниже физиологической нормы, $p < 0,05$) уровня содержания в сыворотке крови калия в осенний период, что также было характерно и для других групп животных как результат перехода на зимний рацион. Отмечается пониженная концентрация в крови хлоридов на уровне 73 ммоль/л, что характерно для состояний, сопровождающихся потерей жидкости организмом в летний период. Исследованиями установлено, что половозрастные группы лошадей характеризуются различными гематологическими показателями (табл. 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели крови лошадей

Показатели	Жеребцы		Кобылы	
	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период
Эритроциты, $10^{12}/л$	$10,1 \pm 1,9$	$8,9 \pm 0,6$	$7,94 \pm 1,5$	$8,0 \pm 0,7$
Гемоглобин, г/л	$150,2 \pm 21,6$	$128,2 \pm 3,5x$	$124,9 \pm 22,1$	$125,5 \pm 8,6$
Гематокрит, %	$47,6 \pm 7,1$	$41,5 \pm 1,5$	$39,6 \pm 6,4$	$40,8 \pm 3,3$
Тромбоциты, $10^9/л$	$112,2 \pm 32,5$	$180,7 \pm 34,8x$	$136,9 \pm 42,0$	$137,5 \pm 49,6$
Лейкоциты, $10^9/л$	$11,9 \pm 2,8$	$10,4 \pm 1,1$	$10,4 \pm 2,2$	$10,9 \pm 2,3$

x – достоверность различий при $p < 0,05$

Так, достоверно более высокими показателями гемоглобина отличались жеребцы в летне-пастбищный период (150,2 г/л) и тромбоцитов в зимне-стойловый период ($180,7 \times 10^9/л$). По сравнению с содержанием

тромбоцитов и гемоглобина, различие по содержанию эритроцитов менее выражено. Повышение количества эритроцитов в крови в летне-пастбищный период указывает на сгущение крови в результате дефицита жидкости в организме, как следствие повышения гематокрита (при обезвоживании, кислородном голодании и др.). Установлена также внутригрупповая изменчивость содержания эритроцитов и гемоглобина, обусловленная наследственными особенностями. Анализ данных содержания лейкоцитов показывает незначительное снижение в зимне-стойловый период и находится в пределах нормы для данного вида животных.

Данные в таблице 2 свидетельствуют о том, что гематологические показатели сыворотки крови кобыл отличаются незначительно независимо от времени отбора крови и находятся в пределах физиологической нормы. Анализ лейкограммы крови показывает достоверное увеличение количества лимфоцитов в крови жеребцов в осенний период до 58 % при норме, которая находится в пределах 25,0–44,0 % (табл. 3).

Таблица 3 – Лейкограмма крови лошадей

Показатели	Жеребцы		Кобылы	
	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период	летне-пастбищный период	зимне-стойловый период
Лимфоциты, %	43,0±7,3	58,0±6,6 ^x	42,2±11,7	45,3±11,8
Нейтрофилы, %				
Сегментоядерные	44,5±7,2	34,8±6,1 ^x	50,3±11,2	47,9±10,8
Палочкоядерные	0,8±1,0	0,80±0,84	0,7±0,5	0,5±0,5
Моноциты, %	6,5±1,9	2,0±2,35	2,8±2,9	2,7±2,5
Эозинофилы, %	3,8±2,1	3,4±2,4	2,4±1,7	2,2±1,6
Базофилы, %	1,3±1,0	1,0±0,7	1,67±2,0	1,5±1,9

x – достоверность различий при $p < 0,05$

Как видно из представленных данных, установлено достоверное снижение сегментоядерных нейтрофилов в образцах крови отобранных в осенний период в среднем до 34,8% (при норме 45–62%). В образцах крови данного периода также отмечено снижение, в пределах нормы, содержание моноцитов, эозинофилов, базофилов. Лейкограммы крови кобыл незначительно отличаются независимо от времени отбора крови и находятся в пределах физиологической нормы для данной группы животных.

Заключение. Исследование радиологических показателей и кормления лошадей ПГРЭЗ свидетельствует, что плотность загрязнения почв кормовых угодий ^{137}Cs колеблется от 15 до 25 Ки/км², ^{90}Sr – от 1,0 до 2,0 Ки/км². Среднее содержание ^{137}Cs в суточном рационе лошадей в зимне-стойловый период 2021 года составляло около 731,5 Бк/сутки, ^{90}Sr – 1929 Бк/сутки, в летне-пастбищный период соответственно 1574 Бк/сутки и

4069 Бк/сутки. В мышечной ткани лошадей прижизненной дозиметрией установлено содержание ^{137}Cs не более 300 Бк/кг при действующем нормативном значении 370 Бк/кг. Данные о величинах биохимических и гематологических показателей крови лошадей востребованы при принятии решений о развитии племенного и продуктивного направления коневодства на загрязненных радионуклидами территориях [3].

Литература. 1. История преодоления последствий Чернобыльской катастрофы / Департамент по ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2020. – 319 с. 2. Карпенко, А.Ф. Биогеохимия почв юго-востока Беларуси как основа кормопроизводства / А.Ф. Карпенко. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. – 233 с. 3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы / Н.Н. Цыбулько [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с. 4. Кормовые нормы и состав кормов : справ.пособие / А.П. Шпаков, В.К. Назаров, И.Л. Певзнер, Б.С. Маковский. – Мн. : Ураджай, 1991. – 384 с. 5. Дубежинский, Е. В. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Коневодство» / Е. В. Дубежинский, С. Н. Почкина. – Горки, 2011. – 201 с. 6. Смолин, С.Г. Физиология системы крови: метод.указания / С.Г. Смолин // Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 50 с. 7. Биохимические показатели сыворотки крови у различных видов животных [Электронный ресурс]. – 2021.– URL:<https://www.ld.ru/reviews/ilist-4422.html> (дата доступа 19.05.2021). 8. Холод, В.М. Справочник по ветеринарной биохимии / В.М. Холод, Г.Ф. Ермолаев // Мн. Ураджай, 1988. – 168 с. 9. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 318 с.

УДК: 577.15:612.1:636.1/2

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА В КРОВИ У КОРОВ И КОБЫЛ

Васильева С.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Введение. Важным фактором нормального функционирования организма является поддержание гомеостаза внутренней среды организма. Это постоянство обеспечивает слаженная работа регуляторных систем, в том числе и регуляция активности ферментов.

Данные об активности ферментов позволяют узнать об особенностях обмена веществ в организме животного. Важную информацию даёт измерение таких ферментов окислительного метаболизма, как аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспаратаминотрансфераза (АСТ), лактатдегидрогеназа (ЛДГ) и гидроксibuтиратдегидрогеназа (ГБДГ). Все эти ферменты катализируют ключевые реакции углеводного или белкового обмена, и имеют самое прямое отношение к энергетическому метаболизму [1].