

К. В. Коновалов¹, А. В. Мамаев¹, Р. А. Мерзленко²

Электрофизиологическая прижизненная оценка уровня контаминантов в организме овец

Аннотация.

Цель: изучение содержания контаминантов – мышьяк As, кадмий Cd, медь Cu, свинец Pb, цинк Zn, в организме овец с разной биоэлектрической активностью поверхностно локализованных биологически активных центров и изучение мясной продуктивности опытных баранчиков.

Материалы и методы. Исследования проведены на поголовье овец романовской породы. В результате обследования баранчиков, осеннего окота, романовской породы, 6 - 6,5 месячного возраста, методом пар-аналогов сформированы две опытные группы по уровню биопотенциала - высокий и низкий(контроль), по семь голов в каждой. Основываясь на метамерно-структурной организации центров, сегментарной теории взаимосвязи нервных центров с разными органами и системами животного организма, выбраны поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ) молодняка овец, расположенные в зонах прохождения наибольшего числа сплетений симпатической и парасимпатической нервных систем. Измерение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ проводили в утренние часы (до кормления) 3 дня подряд с помощью прибора ЭЛАП. Топографический поиск и измерение биоэлектрического потенциала. По окончании процедур по измерению уровня биоэлектрического потенциала в ПЛБАЦ, проводили убой по три головы опытных животных из каждой группы, на основании данных контрольного убоя изучали количественные характеристики мясной продуктивности, а затем производили отбор образцов органов и тканей для дальнейших исследований. В день убоя отобранные образцы (печень, длиннейшая мышца спины и бедренная кость) были переданы в лабораторию для определения содержания мышьяка As, кадмия Cd, меди Cu, свинца Pb, и цинка Zn на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICAР 6300 Duo.

Результаты. Установлено, что у животных с более высокой концентрацией тяжелых металлов и мышьяка в органах, средний биоэлектрический потенциал центров достоверно выше, чем у животных с низким средним биоэлектрическим потенциалом центров. Самые высокие концентрации контаминантов зафиксированы в костной ткани животных с более низким биоэлектрическим потенциалом центров, достоверно отличавшихся по этому показателю от баранчиков с более высоким средним биоэлектрическим потенциалом. В результате проведенных исследований установлена обратная коррелятивная взаимосвязь среднего уровня биоэлектрического потенциала поверхностно локализованных биологически активных центров и содержания контаминантов в организме овец романовской породы, выращиваемых в Ливенском районе Орловской области.

Заключение. Полученные данные позволяют разработать недорогой способ экспресс оценки степени накопления контаминантов в организме овец в раннем возрасте, и своевременно принять меры для корректировки концентрации контаминантов в продуктах убоя.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-316-90042.

Ключевые слова: биоэлектрический потенциал; ПЛБАЦ; овцы; романовская порода; контаминанты; тяжелые металлы; мышьяк; токсиканты, мясная продуктивность.

Авторы:

Коновалов Константин Валерьевич — аспирант; e-mail: kostian-lirey@mail.ru;

Мамаев Андрей Валентинович — доктор биологических наук, профессор; e-mail: shatone@mail.ru;

Мерзленко Руслан Александрович — доктор ветеринарных наук, профессор; e-mail: merzlenko2012@yandex.ru

¹ «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»; 302019, Россия, г.Орел, ул. Генерала Родина, д. 69.

² «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я.Горина»; 308503, Россия, Белгородская обл., Белгородский р-н, п.Майский, ул.Вавилова 1.

Введение. В последнее время приобретает актуальное значение вопросы техногенного характера, связанные с проблемой загрязнения окружающей среды. Для предприятий сельского хозяйства, а особенно животноводческих организаций, данный вопрос является первостепенным [1]. В некоторых городах России, и в частности Орловской области все чаще наблюдается превышение уровня предельно допустимой концентрации токсических веществ — контаминантов (пестицидов, тяжелых металлов, бытовых отходов) в воде, воздухе, почве, и животных кормах [2, 3]. К тяжелым металлам по мнению большинства исследователей относятся свинец Pb, медь Cu, цинк Zn, никель Ni, кадмий Cd, кобальт Co, сурьма Sb, олово Sn, висмут Bi, ртуть Hg. Например тяжелые металлы при превышенной концентрации попадая в окружающую среду проявляют себя как токсиканты (яды) и экотоксиканты [4]. В свою очередь к токсикантам относятся элементы и соединения, оказывающие негативное воздействие на отдельный организм или биологическую систему, а экотоксикантами являются отравляющие вещества, способные загрязнять окружающую среду и накапливаться в ее компонентах.

Среди токсических металлов специалисты в области охраны окружающей среды выделяют приоритетную группу, в которую входят свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, медь, никель, хром и цинк как наиболее вредоносные для живых организмов, как человека так и животных. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны. Поступление данных токсичных загрязнителей в окружающую среду непосредственно связано с динамичной деятельностью людей: промышленные выбросы, выхлопные газы автотранспорта, установки по сжиганию мусора, котельные установки и предприятия сельского хозяйства. К загрязняющим окружающую среду контаминантами, относятся такие отрасли промышленности,

как: производство керамики, стекла, черных и цветных металлов, предприятия по добыче топлива (твердого и жидкого), горно-обогатительные комбинаты, электроэнергетическое производство и др. В сельском хозяйстве пестициды и удобрения характеризуют как контаминанты, загрязняющие почву [5]. Идентификация и содержание, оценка распространения, и действия негативных факторов внешней среды, а также поиск методов и путей по снижению отрицательного воздействия на организм животных и человека является актуальной задачей для сельского хозяйства как с научной точки зрения так и на практике [6].

Чрезмерное накопление контаминантов в питьевой воде и кормах, потребляемых животными, доходит до отметок, способных оказать негативное влияние на продуктивные характеристики и общее состояние здоровья животных [7,8,9]. Тяжелые металлы и их соединения занимают особое место среди экотоксикантов. В отличие от других веществ они не разлагаются и имеют тенденцию к накоплению [10].

Цель исследований — изучение содержания контаминантов- мышьяк As, кадмий Cd, медь Cu, свинец Pb, цинк Zn, в организме овец с разной биоэлектрической активностью поверхностно локализованных биологически активных центров и изучение мясной продуктивности опытных баранчиков.

Материалы и методы Исследования проведены в животноводческом предприятии ООО СельхозИнвест, сельского поселения Навесное, Ливенского района, Орловской области, на поголовье овец романовской породы.

В результате обследования баранчиков, осеннего окота, романовской породы, 6-6,5 месячного возраста, методом пар-аналогов были сформированы две опытные группы по уровню биопотенциала — высокий и низкий(контроль), по семь голов в каждой.

Таблица 1. Мясная продуктивность баранчиков с разным УБП ПЛБАЦ, $M \pm m$

Показатели	Романовская порода	
	1-ая группа, низкий УБП (контроль), n=3	2-в группа, высокий УБП, n=3
Средний УБП ПЛБАЦ, мкА	44,3 $\pm$ 0,43	48,73 $\pm$ 0,12**
Предубойная живая масса, кг	32,27 $\pm$ 0,62	34,16 $\pm$ 0,14**
Масса убойной туши, кг	12,65 $\pm$ 0,12	14,28 $\pm$ 0,32**
Масса парной туши, кг	12,33 $\pm$ 0,04	13,41 $\pm$ 0,22**
Убойный выход, %	39,20 $\pm$ 0,14	41,81 $\pm$ 0,16**
Масса охлажденной туши, кг	12,14 $\pm$ 0,11	13,25 $\pm$ 0,05*

Примечание: разница статистически достоверна по сравнению с контролем: *P<0,5; **P<0,01.

Основываясь на метамерно-структурной организации центров, сегментарной теории взаимосвязи нервных центров с разными органами и системами животного организма, были выбраны поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ) молодняка овец №5,10,59,64, расположенные в зонах прохождения наибольшего числа сплетений симпатической и парасимпатической нервных систем [11]. Измерение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ проводили в утренние часы (до кормления) 3 дня подряд с помощью прибора ЭЛАП [12,13].

Топографический поиск и измерение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ проводили по методике А.М. Гуськова, А.В. Мамаева (1996). Электрод с зажимом надежно закрепляли на безволосой части тела животного (внутренняя поверхность тела, пах). Места контактирования электродов смачивали водой, прикладывали щуповой электрод надавливая до максимального отклонения стрелки, фиксировали измеряемый биопотенциал ПЛБАЦ [12,13].

Места локализации ПЛБАЦ:

№5. (Грудная клетка) — на дорсомедиальной линии между 8-м и 9-м остистыми отростками грудных позвонков;

№10. (Пояснично-брюшной отдел) — на дорсомедиальной линии между 3-м и 4-м остистыми отростками поясничных позвонков;

№59. (Грудная клетка) — билатерально, в 6-ом межреберье краниально 13-го ребра, на уровне верхнего края плечевого сустава;

№64. (Пояснично-брюшной отдел) — билатерально, каудально 13-го ребра на 1 ширину ладони и 2 поперечника пальца и дорсально БАЦ 63 на два поперечника пальцев [11].

По окончании процедур по измерению уровня биоэлектрического потенциала в ПЛБАЦ, проводили убой по три головы опытных животных из каждой группы, на основании данных контрольного убоя изучали количественные характеристики мясной продуктивности, а затем производили отбор образцов органов и тканей для дальнейших исследований. В день убоя отобранные образцы (печень, длиннейшая мышца спины и бедренная кость) были переданы в лабораторию для определения содержания мышьяка As, кадмия Cd, меди Cu, свинца Pb, и цинка Zn на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICAP 6300 Duo.

Результаты и обсуждение.

1 этап. В результате исследований установлено, что мясная продуктивность была выше для мяса, полученного от баранчиков с высоким уровнем БП ПЛБАЦ. Также установлено, что у группы №2 (высокий уровень БП ПЛБАЦ) была максимально высокая масса охлажденных туш, которая в 6-6,5 мес. составила $13,25 \pm 0,05$ кг, это

Таблица 2. Концентрация контаминантов в организме опытных овец

Показатели		1-ая группа, низкий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ (контроль) n=3	2-ая группа, высокий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ n=3
Биоэлектрический потенциал ПЛБАЦ, мкА		$44,3 \pm 0,43$	$48,73 \pm 0,12^{**}$
Печень, мг/кг	As	$0,013 \pm 0,002$	$0,011 \pm 0,002$
	Pb	$0,031 \pm 0,002$	$0,022 \pm 0,002^{**}$
	Cd	$0,018 \pm 0,002$	$0,016 \pm 0,001$
	Zn	$6,10 \pm 0,15$	$6,01 \pm 0,14$
	Cu	$0,85 \pm 0,02$	$0,76 \pm 0,03^*$
Костная ткань, мг/кг	As	$0,009 \pm 0,001$	$0,008 \pm 0,001$
	Pb	$0,068 \pm 0,003$	$0,061 \pm 0,002^{**}$
	Cd	$0,008 \pm 0,001$	$0,004 \pm 0,002^{**}$
	Zn	$16,95 \pm 0,14$	$16,83 \pm 0,2$
	Cu	$1,20 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,01^{**}$
Длиннейшая мышца спины, мг/кг	As	$0,026 \pm 0,005$	$0,024 \pm 0,002$
	Pb	$0,02 \pm 0,001$	$0,018 \pm 0,002$
	Cd	$0,013 \pm 0,002$	$0,011 \pm 0,002$
	Zn	$13,2 \pm 0,3$	$13,65 \pm 0,08$
	Cu	$0,97 \pm 0,05$	$0,96 \pm 0,06$

Разница статистически достоверны : *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

превышало аналогичные показатели контрольной группы с более низким уровнем БП ПЛБАЦ на 8,4 % при достоверных различиях относительно контроля ($P < 0,5$). В результате исследований установлена прямолинейная зависимость уровня биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ с показателями живой массы, опытных баранчиков. Так, животные контрольной группы с более низким уровнем БП ПЛБАЦ отличались более низкой живой массой от баранчиков опытной группы на 5,6 % (романовской породы) ($P < 0,01$), при высокодостоверных различиях. Туши баранчиков отличавшихся до убоя высоким уровнем БП ПЛБАЦ, по убойной массе — на 11 %, по массе парной туши — на 8 %, по убойному выходу — на 6 % превышали эти показатели у контрольных животных, при высокодостоверных различиях ($**P < 0,01$; $***P < 0,001$). Показатели убойных характеристик туш также сохранили прямую взаимосвязь с уровнем БП ПЛБАЦ опытных животных. В итоге, сравнивая туши баранчиков группы с высоким уровнем БП и контрольной можно отметить, что туши баранчиков с высоким БП были более массивными, имели округлую компактную форму, равномерный подкожный жир — покрывающий всю поверхность туши, образующий полив. Мясо баранчиков этой группы имело мраморную структуру — более равномерное распределением жировой ткани между мышечными волокнами. Масса внутренних субпродуктов, а именно: печени 12,8 %, легких 6,4 %; селезенки 6,7 %; и почек 6,2 % у группы баранчиков с высоким уровнем БП ПЛБАЦ превышает эти показатели относительно контрольных животных. Так же следует отметить превосходство по общей массе крови у баранчиков с высоким уровнем БП в 6-6,5-мес. возрасте эти показатели составили соответственно: 0,27 кг 4,8 % (табл.1) [11].

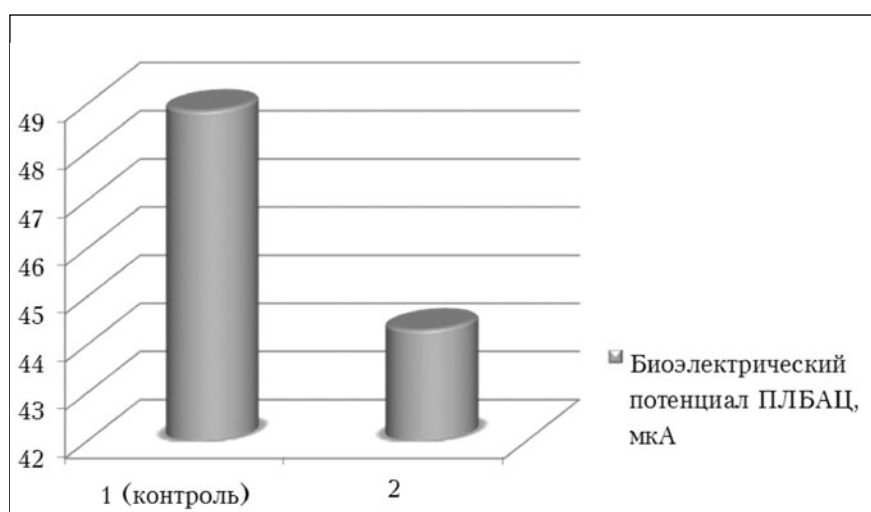


Рис. 1. Средние показатели уровня биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ овец, мкА

2 этап. В результате исследований установлено, что концентрация мышьяка и тяжелых металлов в печени, костной ткани и мясе были выше, чем в образцах полученных от молодняка овец романовской породы с низким средним уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ. Так же установлено, что у животных первой опытной группы (низкий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ) была максимальная концентрация свинца в костной ткани (бедренная кость), которая в 6-6,5 месячном возрасте составила $0,068 \pm 0,003$ мг/кг, это превышало аналогичные показатели у животных второй опытной группы, с более высоким средним уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ на 10,3 %, при достоверных различиях относительно контроля ($P < 0,01$) (табл. 2, рис. 2). Концентрация Pb в печени и длиннейшей мышце спины животных контрольной группы превышал показатели второй опытной группы на 29,0 % и 10 %, соответственно. Содержание мышьяка в печени, костной ткани и в длиннейшей мышце спины у животных контрольной группы также превышали показатели концентрации этих контаминантов у животных второй опытной группы. Самое большое содержание цинка обнаружено в длиннейшей мышце спины животных второй опытной группы и составило $13,65 \pm 0,08$ мг/кг, что отмечается как тенденция к увеличению относительно контрольных животных.

Результаты исследований содержания контаминантов в различных тканях баранчиков романовской породы в возрасте 6-6,5 месяцев, с различным биоэлектрическим потенциалом ПЛБАЦ представлены в таблице 2. Так, при высоко достоверном ($P \leq 0,01$) увеличении среднего биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ у баранчиков второй опытной группы на 4,47 мкА (рис. 1), среднее содержание мышьяка, кадмия и цинка в печени, мышьяка и цинка — в костной ткани, мышьяка, свинца, кадмия и меди — в длиннейшей мышце спины, имело тенденцию к снижению. Среднее содержание цинка в длиннейшей мышце животных стремилось к увеличению с ростом среднего биопотенциала ПЛБАЦ баранчиков. С увеличением среднего биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ у баранчиков достоверно и высоко достоверно увеличилось содержание от-

дельных загрязнителей в исследуемых тканях. Такая же зависимость отмечается по количеству меди и кадмия в тканях опытных животных. Так, среднее количество меди в печени (рис. 3) и костной ткани баранчиков второй опытной группы было достоверно меньше относительно контроля на 10,6 % и 2,5 % ($P \leq 0,5$), соответственно. Среднее содержание кадмия в костной ткани баранчиков второй опытной группы, с более высоким средним биопотенциалом ПЛБАЦ, было высоко достоверно ниже относительно контрольных животных на 50 % ($P \leq 0,01$).

В итоге, сравнивая показатели содержания загрязнителей в отобранных образцах внутренних органов баранчиков с разным уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ, установлено, что у животных с более высокой концентрацией тяжелых металлов и мышьяка в органах, средний биопотенциал центров достоверно выше, чем у животных с низким средним биоэлектрическим потенциалом ПЛБАЦ. Необходимо отметить, что самые высокие концентрации загрязнителей наблюдаются в костной ткани животных контрольной группы, достоверно отличавшихся более низким средним биоэлектрическим потенциалом ПЛБАЦ и показателями мясной продуктивности от баранчиков с более высоким средним биоэлектрическим потенциалом.

Заключение. Таким образом, установлено, что уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ опытных баранчиков имеет прямолинейную взаимосвязь с показателями их мясной продуктивности. А также в результате проведенных исследо-

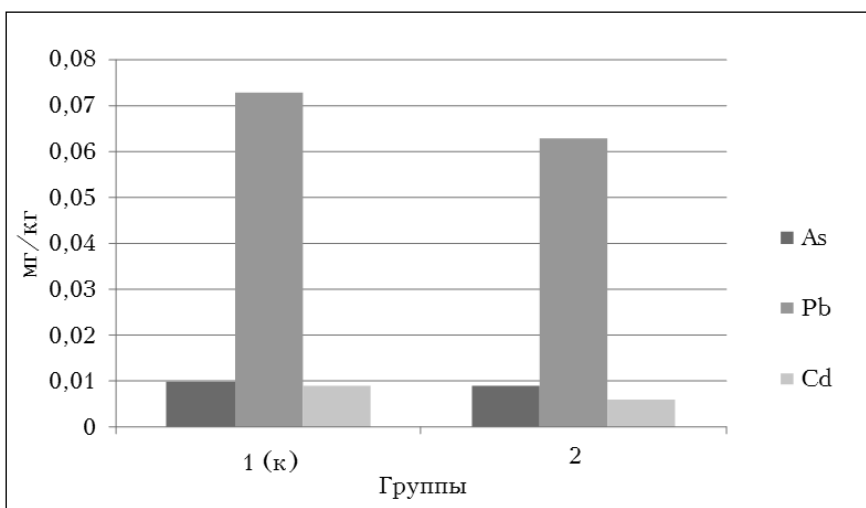


Рис. 2. Концентрация As, Pb, Cd в бедренной кости, мг/кг

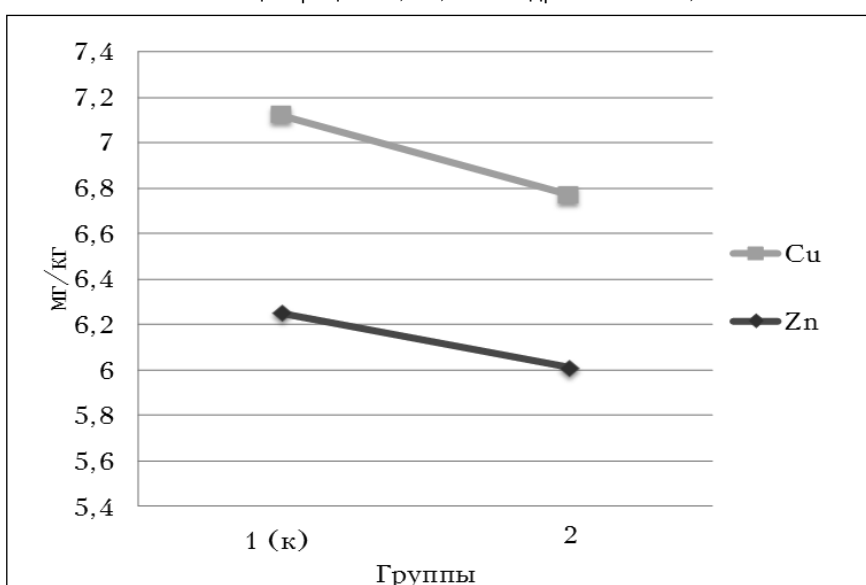


Рис. 3. Концентрация Cu и Zn в печени, мг/кг

ваний установлена обратная коррелятивная взаимосвязь концентрации загрязнителей в организме опытных животных и уровня среднего биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ и мясной продуктивности овец романовской породы, выращиваемых в Ливенском районе Орловской области. Полученные данные позволяют разработать недорогой способ экспресс оценки степени накопления загрязнителей в организме овец в раннем возрасте, и своевременно принять меры для корректировки концентрации загрязнителей в продуктах убоя.

Литература

1. Папуниди К. Х. Техногенное загрязнение окружающей среды как фактор заболеваемости животных / К. Х. Папуниди, И. А. Шкуратова // Ветеринария сельскохозяйственных животных. — 2005. — № 6. — С. 80.
2. Митрохин О. В. Оценка транслокального загрязнения как составная часть социально-гигиенического мониторинга / О. В. Митрохин // Здоровье населения и среда обитания. — 2001. — № 9. — С. 11–14.

3. Савельев С. И. Гигиеническая оценка выполненных мероприятий по организации санитарно-защитных зон предприятиями Липецкой области / С. И. Савельев, В. Н. Морозов и др. // Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения. — 2008. — Вып. 12. — С. 110–112.
4. Авакьянц Б. М. Отравление животных солями тяжелых металлов и мышьяка / Б. М. Авакьянц, Л. А. Попова, Т. И. Коток // Ветеринарный консультант. — 2006. — №15. — С.12–17.
5. Новиков В. А. Техногенное воздействие тяжелых металлов на окружающую среду и животных / В. А. Новиков, М. Я. Трмасов // Ветеринария. — 2004. — №11. — С. 51–55.
6. Ревич Б. А. Проблемы прогнозирования, «горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России // под ред. В.М. Захарова. — 2007. — С. 15.
7. Епимахов В. Г. Установление количественных закономерностей исхода острого лучевого поражения овец / В. Г. Епимахов, Г. В. Козьмин // East European Scientific Journal. — 2016. — № 6. — С. 144–148.
8. Федяева Ю. А. Токсикокинетика тяжелых металлов в организме овец /Ю.А. Федяева // Материалы международной научной конференции, посвященной 125-летию КГАВМ. — Казань. — 1998. — Ч. 2. — 168 с.
9. Kisdavova S. Effects of cadmium on the rumen protozoan population in sheep / S. Kisdavova, P. Sviatco, I. Zelenak // Vet. Med. — 2000. — №45, №12. — P. 343–346.
10. Донник И. М. Оценка здоровья сельскохозяйственных животных при техногенном загрязнении среды / И. М. Донник, А. Г. Исаева // Агроэкологические проблемы сельхоз. производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем. — Казань. — 2002. — Ч. 2. — С. 253–255.
11. Коновалов К. В. Биоэнергетическая оценка потенциала мясной продуктивности баранчиков северокавказской и романовской пород [Текст] / К. В. Коновалов, А. В. Мамаев // Вестник аграрной науки. — 2021. — №2(89). — С. 93–99.
12. Гуськов А. М., Мамаев А. В. Методическое пособие для проведения научных исследований аспирантами, соискателями и студентами в области животноводства. — Орел. — 1996. — С.39.
13. Коновалов К. В. Identification and morphological features of biologically active centers of sheep / К. В. Коновалов, Л. Д. Самусенко, А. В. Мамаев // материалы международной научно-практической конференции. — Орел 2019. — С. 111–114.

Kononov K.¹, Mamaev A.¹, Merzlenko R.²

Lifetime electrophysiological assessment of the level of contaminants in the body of sheep

Abstract.

Purpose: the research was conducted to study the content of contaminants - arsenic As, cadmium Cd, copper Si, lead Pb, zinc Zn, in the body of sheep with different bioelectric activity of superficially localized biologically active centers and to study the meat productivity of experimental sheep.

Materials and methods. Research was conducted at the number of sheep of the Romanov breed. As a result of the examination of the lamb, autumn oster, Romanovsky breed, 6 - 6.5 months of age, two experimental groups are formed by the level of biopotentials - high and low (control), seven heads in each. Based on the metamer and structural organization of centers, the segmental theory of the relationship of nervous centers with various organs and systems of the animal organism, superficially localized biologically active centers (plubs) of young sheep, located in the areas of the greatest number of plexus of sympathetic and parasympathetic nervous systems. The dimension of the bioelectric potential Plbats was carried out in the morning (before feeding) for 3 days in a row using the ELAP device. Topographic search and measurement of bioelectric poten-

tial. At the end of the procedures for measuring the level of bioelectric potential in the PLbats, three heads of experienced animals from each group were slaughtered, on the basis of control slaughter, the quantitative characteristics of meat productivity were studied, and then they selected samples of organs and tissues for further research. On the day of slaughter, selected samples (liver, the longest back muscle and femoral bone) were transferred to the laboratory to determine the content of arsenic AS, cadmium CD, PB lead, and zinc zn on an atomic-emission spectrometer with an inductive ICAP 6300 Duo plasma.

Results. The amount of contaminants in liver samples, the longest back muscle and femur bones of Romanov sheep aged 6–6.5 months with different levels of bioelectric potential of superficially localized biologically active centers was studied. In experiments, it was found that in animals with a higher concentration of heavy metals and arsenic in the organs, the average bioelectric potential of the centers is significantly higher than in animals with a low average bioelectric potential of the centers. The highest concentrations of contaminants were recorded in the bone tissue of animals with a lower bioelectric potential of centers that significantly differed in this indicator from sheep with a higher average bioelectric potential. As a result of the conducted studies, an inverse correlation was established between the average level of bioelectric potential of superficially localized biologically active centers and the content of contaminants in the body of Romanov sheep raised in the Livensky district of the Oryol region.

Conclusion. The data obtained allow us to develop an inexpensive method for rapid assessment of the degree of accumulation of contaminants in the body of sheep at an early age, and timely take measures to adjust the concentration of contaminants in slaughter products.

The research was carried out with the financial support of the RFBR in the framework of scientific project No. 20-316-90042.

Key words: bioelectric potential; PLBATS; sheep; Romanov breed; contaminants; heavy metals; arsenic; toxicants, meat productivity.

Author:

Kononov K. – post-graduate student; e-mail: kostian-lirey@mail.ru;

Mamaev A. – Dr. Habil. (Biol. Sci), professor; e-mail: shatone@mail.ru;

Merzlenko R. – Dr. Habil. (Biol. Sci), professor; e-mail: merzlenko2012@yandex.ru

¹ Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 302019, Orel, 69 Generala Rodina str.

² Belgorod State Agrarian University named after V.Ya.Gorin, 308503, Belgorod Region, Belgorod district, Maysky village, 1 Vavilov str.

References

1. Papunidi K. Kh. The technogenic pollution of the environment as a factor in the incidence of animals / K. H. Papunidi, I. A. Shkuratov // Veterinary medicine of agricultural animals. – 2005. – №. 6. – P. 80.
2. Mitrokhin O. V. Assessment of translocal pollution as an integral part of socio-hygienic monitoring / O. V. Mitrokhin // Population and environmental health. – 2001. – №. 9. – P. 11–14.
3. Saveliev S. I. A hygienic assessment of the measures for organizing sanitary protection zones by enterprises of the Lipetsk region / S. I. Savelyev, V.N. Morozov and others // Socio-hygienic monitoring of public health. – 2008. – Issue. 12. – P. 110–112.
4. Avakayantz B. M. Poisoning of animals with salts of heavy metals and arsenic / B. M. Avakayantz, L. A. Popova, T. I. Kotok // Veterinary consultant. – 2006. – №. 15. – P. 12–17.
5. Novikov V. A. Technogenic effects of heavy metals on the environment and animals / V. A. Novikov, M. Ya. Tremasov // Veterinary medicine. – 2004. – №. 11. – P. 51–55.
6. Revich B. A. Problems of forecasting, “hot spots” of chemical pollution of the environment and health of the population of Russia // Ed. V.M. Zakharova. – 2007. – P. 15.
7. Epimakhov V. G. The establishment of the quantitative patterns of the outcome of the acute radiation defeat of the sheep / V. G. Epimakhov, G.V. Kozmin // East European Scientific Journal. – 2016. – №. 6. – P. 144–148.
8. Fedyaeva Yu. A. toxicokinetics of heavy metals in the body of sheep / u.A. Fedyaeva // Materials of the International Scientific Conference dedicated to the 125th anniversary of KGAVM. – Kazan. – 1998. – Part 2. – 168 p.

9. Kisdayova S. Effects of Cadmium on the Rumen Protozoan Population in Sheep / S. Kisdayova, P. Sviatco, I. Zelenak // Vet. Med. — 2000. — №. 45, 12. — P. 343–346.
10. Donnik I. M. Assessment of the health of agricultural animals with technogenic environmental pollution / I. M. Donnik, A. G. Isaeva // Agroecological problems of agricultural. production in conditions of technogenic pollution of agroecosystems. — Kazan. — 2002. — Part 2. — P. 253–255.
11. Konovalov K. V. Bioenergetic assessment of the potential of the meat productivity of the ramers of the North Caucasus and Romanovsky breeds [Text] / K. V. Konovalov, A. V. Mamaev // Bulletin of Agrarian Science. — 2021. — №. 2 (89). — P. 93–99.
12. Guskov A.M., Mamaev A.V. Methodological manual for conducting scientific research by graduate students, applicants and students in the field of livestock. — Eagle. — 1996. — P.39.
13. Konovalov K.V. Identification and Morphological Features of Biological Active Centers of Sheep / K. V. Konovalov, L. D. Samusenko, A. V. Mamaev // Materials of the International Scientific and Practical Conference. — Eagle 2019. — P. 111–114.