

ПОВЫШЕНИЕ САНИТАРНОГО КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА КОРОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ АГРОЭКОСФЕРЫ

А. Р. ТАИРОВА,
доктор биологических наук, профессор,
Л. Г. МУХАМЕДЬЯРОВА,
кандидат биологических наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет
(457100, г. Троицк, ул. Гагарина, д. 13)

Ключевые слова: техногенная агроэкосфера, коровы, молоко, химические элементы, хитозан, пробиотик, безопасность.

В настоящее время в мире повсеместно происходит разрушение окружающей среды. Неблагоприятный экологический фон оказывает существенное влияние на состояние здоровья животных и их продуктивность. На современном этапе развития молочного скотоводства особое значение имеет качество молока и разработка новых технологий, предусматривающих производство сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям. В статье представлены данные по изучению влияния хитозана водорастворимого с молекулярной массой 38 кДа и степенью деацетилирования 85 % в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» на качественные характеристики и экологическую безопасность молока коров, содержащихся на территориях загрязненных никелем, свинцом и кадмием. Установлено, что применение хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» в условиях техногенной агроэкосистемы существенно снижает в крови и молоке коров избыточное содержание железа и меди, повышает содержание цинка, тем самым способствует сбалансированности эссенциальных микроэлементов. Высокие адгезионные свойства хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» проявляет по отношению к свинцу и кадмию – потенциально опасным веществам. Содержание свинца в крови коров к 40 и 60 дням исследований достоверно снижается, по сравнению с исходным уровнем, на 31,86 и 62,25 %, а кадмия – в 1,32 и 2,36 раза, соответственно по дням исследований. В эти же сроки в молоке коров содержание свинца уменьшилось в 1,79–4,22 раза, а кадмия – в 2,17–5,5 раза. Хитозан в сочетании с пробиотиком увеличивает концентрацию общего белка, казеина, жира, лактозы и СОМО в молоке.

IMPROVEMENT OF SANITARY QUALITY AND ENSURING ECO-SAFETY OF MILK FROM COWS KEPT IN ANTHROPOGENIC AGRICULTURAL ECOSYSTEM

A. R. TAIROVA,
doctor of biological sciences, professor,
L. G. MUKHAMEDJAROVA,
candidate of biological sciences, assistant professor,
South Ural Agrarian University
(13 Gagarina Str., 457100, Troitsk)

Keywords: anthropogenic ecosystem, cows, milk, chemical elements, chitosan, probiotic, safety.

Today environment everywhere in the world is being destroyed by anthropogenic factors. The adverse ecological background has significant effect on the state of health of animals and their productivity. At the present stage of development of dairy cattle breeding, quality of milk and development of the new technologies of agricultural production meeting the sanitary and hygienic requirements has special value. This article presents data on the influence of water-soluble chitosan with a molecular weight of 38 kD and extent of deacetylation of 85% in combination with a probiotic EM-Vita on quality characteristics and ecological safety of milk of the cows kept in the territories polluted by nickel, lead and cadmium. It is established that use of water-soluble chitosan in combination with the probiotic EM-Vita in the conditions of an anthropogenic agricultural ecosystem significantly reduces excessive content of iron and copper in blood and milk of cows, increases zinc content, thereby balance is promoted by the essential minerals. High adhesive properties water-soluble chitosan in combination with a probiotic EM-Vita shows in relation to lead and cadmium – potentially dangerous substances. Content of lead in blood of cows by 40 and 60 days of research accurately decreases, in comparison with initial level, by 31.86 and 62.25 %, and cadmium – in 1.32 and 2.36 times, respectively on days of research. In the same terms in milk of cows content of lead decreased by 1.79–4.22 times, and cadmium – by 2.17–5.5 times. Chitosan in combination with a probiotic increases concentration of general protein, casein, fat, lactose and SOMO in milk.

Положительная рецензия представлена М. И. Барашкиным, доктором ветеринарных наук, профессором, заведующим кафедрой хирургии и акушерства Уральского государственного аграрного университета.

Проблема производства экологически безопасной продукции животноводства неразрывно связана с постоянно возрастающим антропогенным загрязнением окружающей среды токсикантами [1]. Уральский регион, где концентрация промышленного производства превышает средний уровень Российской Федерации в 4,5 раза, является одним из самых неблагоприятных в экологическом отношении [4]. Объемы ежегодных выбросов в атмосферу постоянно увеличиваются, что приводит к повышению содержания солей тяжелых металлов, вредных химических веществ и их соединений в объектах окружающей природной среды. Загрязнение биосферы экотоксикантами в существенной степени оказывает воздействие на уровень продуктивности животных, а также на биологическую ценность животноводческой продукции, в том числе молока. В последние годы удельный вес проб молока и молочных продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям повысился и оказался наибольшим среди всех групп пищевых продуктов [1, 8, 9, 10].

В связи с напряженной экологической ситуацией в ряде регионов России особую актуальность и практическую значимость в вопросах получения экологически безопасной продукции животноводства представляет разработка и применение нового поколения биологически активных веществ, сорбентов, позволяющих при включении в рацион повысить естественную резистентность животных, снизить воздействие техногенных факторов, повысить качество и обеспечить экологическую безопасность животноводческих продуктов [6, 7]. Особый интерес в этом плане представляют препараты на основе хитина/хитозана и пробиотиков [2, 3, 5].

Цель и методика исследований. Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось изучение влияния хитозана водорастворимого с молекулярной массой 38 кДа и степенью деацетилирования 85 % в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» на качественные характеристики и экологическую безопасность молока коров, содержащихся на территориях загрязненных никелем, свинцом и кадмием.

Научно-производственный опыт был поставлен на базе ООО «Заозерный» Варненского района Челябинской области, в объектах окружающей среды которого нами были установлены высокие уровни содержания никеля, свинца и кадмия. Объектами исследований служили кровь и молоко коров черно-пестрой породы, подобранных по принципу аналогов с живой массой 450–500 кг, 3 лактации. По принципу аналогов коров разделили на 2 группы по 30 голов в каждой. Кормление и уход за животными были аналогичными.

В ходе эксперимента I группа животных служила контролем. Коровам II группы задавали с кормом 3 % раствор хитозана водорастворимого с молекулярной массой 38 кДа и степенью деацетилирования 85 % из расчета 2 мл/кг массы тела животного и пробиотик «ЭМ-Вита» из расчета 20 мл на животное, препараты применяли один раз в сутки в течение трех 10-дневных курсов с интервалом 7 дней.

Кровь для исследований брали перед опытом, а затем на 20, 40 и 60 дни с момента применения препаратов. Определение содержания минеральных элементов в молоке коров проводили в те же сроки.

В крови и молоке коров концентрацию химических элементов (железа, меди, цинка и никеля) устанавливали методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ГОСТ 26929–94 «Сырье и продукты пищевые»). Содержание свинца и кадмия, как потенциально опасных веществ, определяли согласно ГОСТ 26932–86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца» и ГОСТ 26933–86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия».

В молоке коров, наряду с определением химических элементов, устанавливали массовую долю жира (ГОСТ 5867–90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»), белка (ГОСТ 23327–98 «Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка»), СОМО (ГОСТ 3626), а также казеина и лактозы.

Результаты исследований. Результаты исследований, представленные в табл. 1, показали, что на фоне применения хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» отмечается тенденция к снижению концентрации железа. Так, на 40 день исследований концентрация железа в крови составила $24,12 \pm 1,28$ мкмоль/л, что на 24,98 % ниже по сравнению с исходным уровнем и на 21,81 % – относительно коров контрольной группы. К 60 дню снижение концентрации железа было наивысшим и составило 45,10 % и 44,79 %. Необходимо отметить, что на 20 день опыта снижение уровня железа в крови коров (II группа), получавших хитозан водорастворимый в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита», было незначительным и составило 10,41 %. Вероятно, это связано с ответной реакцией организма на действие препаратов, направленной на защиту клеток от возможного дополнительного токсического действия свободных ионов железа путем связывания их в прочные комплексы с белками.

В крови коров контрольной группы содержание железа в течение всего опытного периода изменяется незначительно и достоверных различий с исходными значениями не имеет. Аналогичная закономерность отмечается и по меди. Так, в крови коров контрольной группы концентрация меди находи-

Таблица 1
Динамика минеральных элементов в крови коров на фоне применения хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» ($\bar{O} \pm S\bar{x}$, n = 30)

Table 1
Dynamic of mineral elements in blood of cows upon applying water-soluble chitosan with the probiotic EM-Vita ($\bar{O} \pm S\bar{x}$, n = 30)

Элемент, мкмоль/л <i>Element, mcM/l</i>	Норма <i>Normal range</i>	Группа <i>Group</i>	Фон <i>Background</i>	Дни исследований <i>Research days</i>		
				20	40	60
Железо <i>Iron</i>	16,1–19,7	I	30,46 ± 1,42	31,74 ± 1,51	30,85 ± 1,62	31,97 ± 1,58
		II	32,15 ± 1,53	28,63 ± 1,39	24,12 ± 1,28	17,65 ± 0,75
Медь <i>Copper</i>	14,1–15,7	I	19,73 ± 0,89	20,46 ± 0,87	19,76 ± 0,84	20,06 ± 0,92
		II	19,44 ± 0,87	19,85 ± 0,94	16,66 ± 0,71	12,43 ± 0,52
Цинк <i>Zinc</i>	19,9–26,0	I	12,92 ± 0,61	12,35 ± 0,54	13,00 ± 0,51	12,90 ± 0,55
		II	13,04 ± 0,57	14,09 ± 0,68	17,62 ± 0,76	18,24 ± 0,89
Никель <i>Nickel</i>	0,12	I	11,56 ± 0,43	11,93 ± 0,56	12,25 ± 0,54	14,02 ± 0,69
		II	11,33 ± 0,50	12,08 ± 0,59	9,88 ± 0,41	3,46 ± 0,12
Свинец <i>Lead</i>	0,50	I	1,92 ± 0,07	2,10 ± 0,06	2,47 ± 0,10	2,33 ± 0,09
		II	2,04 ± 0,09	2,41 ± 0,09	1,39 ± 0,04	0,77 ± 0,01
Кадмий <i>Cadmium</i>	–	I	0,63 ± 0,02	0,56 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,61 ± 0,01
		II	0,66 ± 0,03	0,69 ± 0,03	0,50 ± 0,02	0,28 ± 0,01

лась в пределах от 19,73 ± 0,89 мкмоль/л до 20,46 ± 0,87 мкмоль/л. В группе коров, получавших хитозан водорастворимый в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита», происходит достоверное снижение концентрации меди на 14,30 % (40 день) и 36,06 % (60 день). Противоположная тенденция характерна для цинка – элемента, ответственного за иммунную систему, содержание которого в крови коров II опытной группы достоверно увеличивается на 40 (35,12 %) и 60 (39,88 %) дни исследований по отношению к исходному уровню. У коров контрольной группы увеличение уровня цинка составило 35,54 % и 41,39 % на 30 и 60 дни соответственно.

При совместном применении препаратов (хитозан водорастворимый и «ЭМ-Вита») концентрация никеля в крови коров при исходном уровне 11,33 ± 0,50 мкмоль/л на 40 день опыта снижается до 9,88 ± 0,41 мкмоль/л и 3,46 ± 0,12 – на 60 день. У коров контрольной группы концентрация никеля в крови находилась в пределах от 11,56 ± 0,43 мкмоль/л до 14,02 ± 0,69 мкмоль/л.

Необходимо отметить, что снижение в крови коров концентрации никеля к концу периода наблюдений способствовало повышению содержания цинка в крови вследствие образования цинк-тионина, что является положительным моментом в ходе коррекции хитозаном водорастворимым в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» при хронических поступлениях в организм коров солей тяжелых металлов, так как синтез цинк-тионинов предшествует и является обязательным для синтеза ДНК при регенерации печени.

Высокие адгезионные свойства хитозан водорастворимый в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» проявляет по отношению к свинцу и кадмию – по-

тенциально опасным веществам. Как показывают данные табл. 1, содержание свинца у коров II группы на 20 день опыта возрастает относительно фоновых значений на 18,14 %. Однако к 40 и 60 дням исследований отмечается достоверное снижение концентрации свинца по сравнению с исходным уровнем на 31,86 % и 62,25 %, соответственно по дням исследований. По-видимому, на эффективную элиминацию свинца в кровь оказало влияние равномерное повышение в организме коров уровня содержания цинка, являющегося физиологическим антагонистом свинца.

Кровь теряет большую часть кадмия достаточно длительное время, что подтверждается резким снижением его в крови только на 60 день до 0,28 ± 0,01 мкмоль/л при исходном уровне 0,66 ± 0,03 мкмоль/л. В контрольной группе коров концентрация кадмия во все сроки исследований в среднем составила 0,58 ± 0,02 мкмоль/л.

Анализ полученных результатов доказал значительное влияние комбинированного применения хитозана водорастворимого и пробиотика «ЭМ-Вита» на минеральный состав молока коров (табл. 2).

Так, к концу опыта (60 день) под влиянием хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» содержание железа в молоке коров снижается, по сравнению с фоном, на 17,27 %. На 40 и 60 дни исследований происходит и снижение уровня меди в молоке коров II опытной группы на 18,00 % и 22,94 % соответственно по дням исследований. Уровень цинка в молоке коров II опытной группы достоверно повышается к концу опыта на 21,78 %.

По отношению к токсикоэлементам – никелю, свинцу и кадмию – совместное применение хитозана водорастворимого и пробиотика проявилось

Таблица 2
Динамика минеральных элементов в молоке коров на фоне применения хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» ($\bar{O} \pm S\bar{x}$, n = 30)

Table 2

Dynamic of mineral elements in milk of cows upon applying water-soluble chitosan with the probiotic EM-Vita ($\bar{O} \pm S\bar{x}$, n = 30)

Элемент, мкмоль/л Element, mcM/l	Группа Group	Фон Background	Дни исследований Research days		
			20	40	60
Железо Iron	I	68,70 ± 2,42	67,12 ± 2,59	70,10 ± 2,26	68,95 ± 2,14
	II	65,84 ± 2,33	72,59 ± 2,98	68,31 ± 2,81	54,47 ± 1,73
Цинк Zinc	I	56,17 ± 1,98	55,14 ± 2,89	53,00 ± 2,11	53,90 ± 1,87
	II	53,25 ± 2,07	53,76 ± 2,12	59,00 ± 1,76	64,85 ± 2,49
Медь Copper	I	17,39 ± 0,58	17,25 ± 0,11	18,25 ± 0,72	16,95 ± 0,68
	II	18,22 ± 0,64	19,86 ± 0,10	14,94 ± 0,39	14,04 ± 0,44
Никель Nickel	I	2,65 ± 0,11	2,53 ± 0,06	3,02 ± 0,14	2,73 ± 0,12
	II	2,45 ± 0,10	3,03 ± 0,14	1,18 ± 0,04	0,46 ± 0,01
Свинец Lead	I	0,62 ± 0,02	0,70 ± 0,03	0,74 ± 0,02	0,69 ± 0,03
	II	0,59 ± 0,01	0,77 ± 0,03	0,33 ± 0,01	0,14 ± 0,008
Кадмий Cadmium	I	0,10 ± 0,008	0,10 ± 0,001	0,11 ± 0,001	0,11 ± 0,001
	II	0,11 ± 0,009	0,10 ± 0,001	0,06 ± 0,02	0,02 ± 0,001

высокими адгезионными свойствами. Достоверное снижение уровня указанных элементов наблюдается на 40 и 60 дни исследований. Концентрация никеля в молоке коров II группы оказалась ниже исходного уровня в 2,08 и 5,33 раза; свинца – 1,79 и 4,22 раза и кадмия – 2,17 и 5,50 раза, соответственно на 40 и 60 дни исследований. В молоке контрольной группы коров содержание никеля, свинца и кадмия, наоборот, продолжает увеличиваться, по сравнению с фоновым значением.

На фоне снижения в молоке коров II группы (хитозан водорастворимый + «ЭМ-Вита») железа, меди, никеля, свинца и кадмия и повышения уровня цинка происходит улучшение качественных характеристик молока – общего белка, казеина, жира, лактозы и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Так, в молоке коров II опытной группы содержание общего белка на 40 день исследований увеличивается на 17,24 %. На 60 день увеличение составило 22,76 %. В молоке коров контрольной группы этот показатель достоверно не изменяется.

Концентрация основного белка молока – казеина, являющегося показателем питательной ценности молока, – повышается к концу опыта у коров II группы на 31,44 % по сравнению с фоном. При этом содержание казеина в молоке коров контрольной группы увеличивается незначительно и не имеет достоверных различий с исходными показателями.

Применение препаратов оказало влияние и на содержание жира в молоке опытных коров. Наиболее

значительное увеличение содержания жира в молоке коров отмечено на 40 (11,83 %) и 60 дни опыта (17,46 %). Одновременно с увеличением содержания жира в молоке наблюдается тенденция к увеличению концентрации сухого обезжиренного молочного остатка. Так, уровень СОМО в молоке коров, получавших хитозан водорастворимый в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» при исходном уровне 8,25 ± 0,14 % к 40 и 60 дням исследований увеличивается на 6,54 %.

Выводы. Рекомендации. Полученные результаты и выявленные закономерности свидетельствуют, что применение хитозана водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» в условиях техногенной агроэкосистемы существенно снижает в крови и молоке коров содержание потенциально опасных веществ (никеля, свинца и кадмия), способствует сбалансированности таких микроэлементов как цинк и медь; увеличивает концентрацию общего белка, казеина, жира, лактозы и СОМО.

С целью повышения санитарного качества и обеспечения экологической безопасности молока коров, содержащихся в условиях техногенной агроэкосферы, рекомендуется применять хитозан водорастворимый с молекулярной массой 38 кДа и степенью деацетилирования 85 % из расчета из расчета 2 мл/кг массы тела животного и пробиотик «ЭМ-Вита» из расчета 20 мл на животное, один раз в сутки в течение трех 10-дневных курсов с интервалом 7 дней.

Литература

1. Веротченко М. А. Система мероприятий по снижению содержания тяжелых металлов в трофической цепи для сельскохозяйственных предприятий в зонах техногенного загрязнения. Дубровицы, 2010. 43 с.
2. Горелик В. С. Эффективность использования препаратов хитозана в молочном скотоводстве // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 2. С. 17–22.

3. Горелик В. С. Качество молока коров на фоне применения хитозана // Известия ОГАУ. 2014. № 1. С. 79–81.
4. Донник И. М. Деградация природных экосистем в районах промышленных предприятий как фактор риска для ведения животноводства // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: теория и практика : мат. II междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2012. С. 130–133.
5. Донник И. М. Элементный состав молока коров при применении кормовых добавок // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2. С. 56–67.
6. Таирова А. Р. Особенности адаптации крупного рогатого скота зарубежной селекции в современных условиях техногенеза // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее : мат. III междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2014. С. 763–768.
7. Таирова А. Р. Оценка влияния хитозана на выраженность адаптивных процессов в организме коров симментальской породы австрийской селекции в новых эколого-хозяйственных условиях Южного Урала // Успехи современного естествознания. 2012. № 1. С. 94–96.
8. Токкужина А. Б. Молочная продуктивность и качество молока коров в условиях полиметаллического загрязнения агроэкосистем // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2013. С. 112–116.
9. Шкуратова И. А., Донник И. М., Исаева А. Г., Кривоногова А. С. Эколого-биологические особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 42–46.
10. Шкуратова И. А., Донник И. М., Исаева А. Г., Кривоногова А. С. Экологический мониторинг аграрных предприятий Среднего Урала // Сборник статей науч.-практ. конф., посв. 85-летию со дня рождения академика Л. К. Эрнста и 80-летию подготовки зоотехников в Вятской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. С. 444–448.

References

1. Verotchenko M. A. System of actions for decrease in content of heavy metals in a trophic chain for agricultural enterprises in zones of anthropogenic pollution. Dubrovitsy, 2010. 43 p.
2. Gorelik V. S. Efficiency of use of medicines based on chitosan in dairy cattle breeding // Feeding of farm animals and a forage production. 2016. № 2. P. 17–22.
3. Gorelik V. S. Quality of milk of cows against the background of use of chitosan // OGAU News. 2014. № 1. P. 79–81.
4. Donnik I. M. Degradation of natural ecosystems in areas of industrial enterprises as risk factor for maintaining livestock production // Modern problems of health and safety: theory and practice : proc. II intern. scient. and pract. symp. Kazan, 2012. P. 130–133.
5. Donnik I. M. Element composition of milk of cows in case of application of feed additives // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 2. P. 56–67.
6. Tairova A. R. Features of adaptation of cattle of foreign selection in modern conditions of anthropogenic influence // Modern problems of health and safety: present and future : proc. III intern. scient. and pract. symp. Kazan, 2014. P. 763–768.
7. Tairova A. R. The assessment of chitosan impact on expressiveness of adaptive processes in cows of Simmental breed of the Austrian selection in new ecological and economic conditions of South Ural // Achievements of modern natural sciences. 2012. № 1. P. 94–96.
8. Tokkuzhina A. B. Dairy productivity and quality of milk of cows in the conditions of polymetallic pollution of agricultural ecosystems // Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine named after N. E. Bauman. 2013. P. 112–116.
9. Shkuratova I. A., Donnik I. M., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Ecological and biological features of cattle in the conditions of anthropogenic influence // Questions of standard legal regulation in veterinary science. 2015. № 2. P. 42–46.
10. Shkuratova I. A., Donnik I. M., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Environmental monitoring of the agrarian entities of Central Ural Mountains // Collection of articles of scient. and pract. symp. dedicated to the 85th anniversary of the academician L. K. Ernst and to the 80th anniversary of training of livestock specialists in the Vyatka state agricultural academy. 2015. P. 444–448.