

Поллютанты в системе «почва – корма – молоко» в условиях интенсивного земледелия

Ю.А. Карнаухов, к.с.-х.н., Башкирский ГАУ

Увеличение производства и повышение качества животноводческой продукции является важнейшей народнохозяйственной задачей. В этой связи разработка новых подходов, направленных на повышение количества и качества молока, является весьма актуальной и перспективной задачей, т.к. молоко – незаменимый продукт питания [1, 2]. При этом из года в год наблюдается тенденция загрязнения окружающей среды. Развитие промышленности, транспорта, использование минеральных удобрений привели к тому, что концентрация тяжёлых металлов становится опасной, поскольку с пищевыми продуктами в организм человека поступает

до 70% токсикантов [3, 4]. Проблема загрязнения экосистем приобретает особую актуальность в индустриально развитых регионах, к которым относится и Южный Урал [5]. В результате повышенной техногенной нагрузки появились неоаномальные территории с повышенным содержанием в них тяжёлых металлов (цинка, кадмия, ртути, мышьяка, никеля, меди и др.), обнаружены изменения состава и свойств молока [6, 7]. Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о недостаточности оценки экологической безопасности продукции чистопородных чёрнопёстрых животных и их помесей с голштинами [8].

Таким образом, изучение влияния проводимой голштинизации на экологические характеристики

молока, оценка загрязнённости сельскохозяйственных территорий в зоне интенсивного земледелия Южного Урала являются актуальными и представляют научный и практический интерес.

Целью настоящих исследований было выявление наиболее приспособленных генотипов крупного рогатого скота, пригодных для производства молока в условиях интенсивного земледелия. В этой связи одной из поставленных задач было определение уровня загрязнённости тяжёлыми металлами цепи «почва – растение (корма) – молоко».

Материал и методы. Научно-производственный опыт был проведён в СПК «Базы» Республики Башкортостан, который характеризуется интенсивным ведением сельскохозяйственного производства. Объектом исследования были полновозрастные коровы, из которых по принципу аналогов сформировали три группы животных по 10 гол. в каждой. В I гр. входили чистопородные коровы чёрно-пёстрой породы, во II – полукровные помеси по голштинской породе, в III – голштинизированные помеси третьего поколения. Животных подбирали с учётом возраста в лактациях, физиологического состояния, продуктивности за прошлую лактацию и живой массы. Содержание подопытных животных в стойловый период было беспривязным. Летом коровы находились на пастбище, где получали подкормку зелёной массой и концентратами.

Химический состав и наличие тяжёлых металлов в почве были определены в агрохимической лаборатории.

Расчёт количества тяжёлых металлов, поступающих в организм подопытных коров, производили с учётом их содержания в кормах. Анализ токси-

коэлементов осуществляли атомно-абсорбционным спектрофотометрическим методом. Определение содержания тяжёлых металлов проводили в соответствии с действующими ГОСТами. Экологическую безопасность определяли в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01. Коэффициенты перехода (КП) тяжёлых металлов из рациона в молоко устанавливали по формуле:

$$КП = \frac{C_i \cdot 100}{A_i},$$

где КП – процентное соотношение;

C_i – концентрация i -го вещества в молоке, мг/кг;

A_i – концентрация i -го вещества в суточном рационе, мг.

Результаты исследований. Проведённый мониторинг земель сельскохозяйственного назначения определил низкое содержание цинка, меди и марганца, а также среднее содержание кобальта.

В результате проведённых исследований установлено, что корма хозяйства являются экологически безопасными. Анализ показал, что различные корма, полученные в идентичных условиях окружающей среды, способны по-разному накапливать в себе тяжёлые металлы (табл. 1).

По содержанию кадмия в сухом веществе сенажа, силоса и комбикорма, подсолнечного жмыха существенных различий не установлено, количество его составляло 26,7% от МДУ. В цепи «зелёная масса – сено – зернофураж» количество данного металла повышается. Наиболее низкое содержание кадмия было в свекловичном жоме. В свежей траве его содержание было 2,4% МДУ, в сене – 16% МДУ, а в зернофураже показатель

1. Содержание тяжёлых металлов в кормах, мг/кг

Корм	Тяжёлый металл							
	Cd	Pb	Hg	Co	Cu	Zn	Fe	Mn
Сено	<u>0,20</u> 0,30*	<u>0,8</u> 5,00*	не обн.	<u>0,2</u> 1,0***	<u>4,8</u> 30,00*	<u>13,50</u> 50,00*	<u>54,5</u> 100,0*	<u>129</u> 60***
Сенаж	<u>0,08</u> 0,30*	<u>0,6</u> 5,00*	не обн.	<u>0,28</u> 1,00*	<u>2,8</u> 30,00*	<u>7,50</u> 50,00*	<u>25,7</u> 100,0*	<u>13,5</u> 60,0*
Силос	<u>0,08</u> 0,30*	<u>0,4</u> 5,00*	<u>0,04</u> 0,05*	<u>0,33</u> 1,00*	<u>4,4</u> 30,0*	<u>12,50</u> 50,00*	<u>125,5</u> 100,0*	<u>29</u> 60*
Жмых подсолнечный	<u>0,08</u> 0,50*	<u>1,0</u> 5,0*	<u>0,03</u> 0,10*	<u>0,15</u> 1,00*	<u>7,5</u> 30,0*	<u>42</u> 50*	<u>90</u> 100,0*	<u>42</u> 60*
Жом сухой	<u>0,12</u> 0,50*	<u>1,0</u> 5,0*	<u>0,03</u> 0,10*	<u>0,6</u> 0,15*	<u>4,8</u> 30,0*	<u>7,5</u> 50,0*	<u>114,5</u> 100,0*	<u>58</u> 60*
Патока	не обн.	не обн.	не обн.	<u>0,4</u> 1,0*	<u>4,3</u> 30,0*	<u>20,9</u> 50,0*	<u>283</u> –	<u>29</u> 60*
Зернофураж	<u>0,24</u> 0,30*	<u>0,6</u> 5,00*	<u>0,03</u> 0,10*	–	<u>3,2</u> 30,0*	<u>15,75</u> 50,00x	<u>70,9</u> 100,0*	<u>56</u> 60*
Комбикорм	<u>0,08</u> 0,30*	<u>0,6</u> 3,0*	не обн.	<u>0,1</u> 1,0*	<u>2,8</u> 30,0*	<u>12,75</u> 50,00*	<u>34,3</u> 100,0*	<u>40</u> 60*
Зелёная масса	<u>0,12</u> 5–10*	<u>1,0</u> 10–20*	не обн.	<u>0,2</u> 1,0*	<u>4,0</u> 15–40**	<u>12,00</u> 150–500*	<u>40,0</u> –	<u>23</u> 60*

Примечание: * – максимально допустимый уровень (МДУ), утверждён Главным управлением ветеринарии Госагропрома СССР 07.08.87; ** – критический уровень содержания тяжёлых металлов в растениях; *** – содержание микроэлементов в кормах

2. Коэффициенты перехода тяжёлых металлов в молоко из кормов (X ± Sx)

Показатель	Порода, породность	Тяжёлый металл									
		Cd	Pb	Hg	Co	Cu	Zn	Fe	Mn		
Поступило с кормом, мг	чёрно-пёстрая	4,45± 0,021	21,89± 0,136	0,90± 0,005	10,82± 0,067	160,21± 0,598	499,46± 2,181	3438,14± 16,508	1836,20± 6,35		
Содержится в суточном удое, мг		0,19± 0,01	1,87± 0,097	-	0,34± 0,017	2,25± 0,116	23,76± 1,232	9,92± 0,514	0,99± 0,051		
Коэффициент перехода, %		4,20± 0,219	8,55± 0,447	-	3,11± 0,163	1,40± 0,073	4,76± 0,249	0,29± 0,015	0,05± 0,003		
Поступило с кормом, мг	1/2 голштин × 1/2 чёрно-пёстрая	4,49± 0,021	22,12± 0,116	0,92± 0,005	10,98± 0,066	162,70± 0,849*	505,03± 2,37	3486,89± 18,750	1847,51± 8,561		
Содержится в суточном удое, мг		0,14± 0,009	1,43± 0,087	-	0,41± 0,025*	2,05± 0,125	28,68± 1,743*	14,34± 0,872***	1,23± 0,075*		
Коэффициент перехода, %		3,19± 0,189	6,48± 0,383	-	3,73± 0,219*	1,26± 0,074	5,67± 0,336*	0,41± 0,024**	0,07± 0,004		
Поступило с кормом, мг	7/8 голштин × 1/8 чёрно-пёстрая	4,60± 0,012***	22,72± 0,079***	0,95± 0,003***	11,39± 0,043***	167,97± 0,489***	519,88± 1,349***	3617,54± 9,653***	1885,71± 2,791***		
Содержится в суточном удое, мг		0,67± 0,025***	1,78± 0,670	-	0,31± 0,012	4,45± 0,167***	27,36± 1,027*	17,8± 0,668***	0,67± 0,025		
Коэффициент перехода, %		3,38± 0,129	7,84± 0,299	-	2,74± 0,105	2,65± 0,101***	5,26± 0,201	0,49± 0,019***	0,04± 0,001		

был наиболее приближен к критическому уровню и составил 80% от МДУ.

Содержание свинца уменьшается в ряду «зелёная масса, жом, жмых подсолнечный, сено, комбикорм, сенаж, зернофураж». При этом количество этого металла в сенаже, зернофураже и комбикорме было равным и составляло 0,6 мг/кг, т.е. в 8,3 раза ниже МДУ.

В образцах сена, сенажа, комбикорма, зелёной массы содержание ртути вообще не было установлено, а в силосе и зернофураже её содержалось в количествах, не превышающих МДУ, причём в силосе концентрация составляла 80% от его уровня. Количество кобальта в кормах повышалось в следующей последовательности: комбикорм – жмых подсолнечный – сено, зелёная масса – сенаж – силос – патока – жом сухой.

Установлено снижение концентрации меди в последовательности: жмых подсолнечный – жом, сено – силос – патока – зелёная масса – зернофураж – комбикорм, сенаж.

Снижение концентрации цинка происходило в ряду: жмых подсолнечный – патока – зернофураж, сено – комбикорм – силос – зелёная масса – жом, сенаж. Мониторинг зафиксировал снижение железа в ряду: патока – силос – жом сухой – жмых подсолнечный – зернофураж – сено – зелёная масса – комбикорм – сенаж, причём концентрация его в данных кормах была ниже МДУ в 3,9–1,1 раза, однако в силосе количество данного металла превышало МДУ на 25,5%, а в патоке – на 41,5%.

Количество марганца убывало в последовательности: сено – жом – зернофураж – жмых подсолнечный – комбикорм – силос – патока – зелёная масса – сенаж, при этом разница в содержании данного элемента между кормами достигала 9,6 раза.

Таким образом, из кормов, подверженных мониторингу, лидирующее положение по содержанию ТМ занимали подсолнечный жмых и силос. При этом в комбикорме и зернофураже содержание поллютантов было в пределах МДУ, поскольку основная часть данных кормов состояла из семян. В результате проведённого мониторинга установили, что по содержанию всех изучаемых металлов (Cd, Pb, Hg, Co, Cu, Zn, Mn) корма характеризовались относительным благополучием.

Поскольку нами установлена разница в потреблении кормов между группами, то и поступление ТМ в организм коров было различным (табл. 2).

Разница в потреблении тяжёлых металлов с кормами между чёрно-пёстрыми и голштинизированными коровами составила: по меди – в группе полукровных животных 1,6%, у помесей третьего поколения – 4,8%; по цинку – 1,1 и 4,1%; свинцу – 1,05 и 3,8%; по кадмию – 0,9 и 3,4%; по железу – 1,4 и 5,2%, ртути – 2,2 и 5,6%; марганцу – 0,6 и 2,6%; кобальту – 1,47 и 5,3% соответственно.

Суммарное суточное поступление всех тяжёлых металлов составило у чистопородных 5972,06 мг, у помесей первого поколения – 6040,62 мг ($P < 0,95$), у помесей третьего поколения – 6230,77 мг ($P > 0,999$). При этом доля отдельных металлов в общем количестве составляла: меди – 8,34–8,36%, свинца – 0,36–0,37%; кадмия – 0,07%, железа – 57,57–58,06%, ртути – 0,01–0,02%, марганца – 30,26–30,75%; кобальта – 0,18%.

Установленная разница выводимых с молоком металлов из организма, вероятно, связана с различиями между генотипами и межгрупповыми различиями в удоях. Так, содержание меди в суточном удое чистопородных коров было в 1,98 раза меньше, чем у помесей третьего поколения, имевших наиболее высокий её показатель ($P < 0,95$). Минимальным количеством данного элемента в суточном удое отличились полукровные помеси, которые на 53,9% уступали по данному показателю животным III гр. Лидирующее положение по содержанию цинка в молоке занимали полукровные помеси. Они превосходили по оцениваемому показателю чистопородных и высококровных помесей на 17,2% ($P < 0,95$) и 4,6% ($P > 0,95$). По свинцу в суточном удое достоверных межгрупповых различий не установлено, однако по его количеству преимущественное положение занимали чистопородные животные, в суточном удое которых содержание этого элемента было больше на 30,8 и 6,3%, чем у помесей первого и третьего поколений ($P < 0,95$). Количество кадмия, выведенного с молоком из организма помесей третьего поколения, было больше по сравнению с чистопородными на 71,6% ($P > 0,999$). По содержанию железа в суточном удое обнаружены значительные различия: помесные животные первого и третьего поколений выделили его больше на 44,5% ($P > 0,999$) и 79,4% ($P > 0,999$) по сравнению с чистокровными сверстницами. Минимальное количество марганца установлено в группе высококровных помесей, а разница между показателями полукровных и чистопородных животных достигла 24,2% в пользу последних ($P > 0,95$). По количеству кобальта достоверные различия были обнаружены между чистопородными и помесными коровами первого поколения 20,6% ($P > 0,95$).

Анализ конверсии тяжёлых элементов выявил значительные различия по коэффициенту перехода меди в продукцию помесных коров третьего поколения. Данный показатель у высококровных животных оказался выше в 1,9 раза ($P \geq 0,999$) по сравнению с чистопородными коровами.

Коэффициент перехода цинка в молоко по группам составил 4,76–5,67. Достоверная разница установлена по коэффициенту трансформации железа: между чистопородными и помесными третьего поколения в 40,8% ($P > 0,999$).

Вывод. Проведёнными исследованиями установлено, что голштинизация чёрно-пёстрого

скота не ухудшает экологических характеристик молочного сырья.

Литература

1. Левахин В.И., Косилов В.И., Салихов А.А. Эффективность промышленного скрещивания в скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 1. С. 9.
2. Андриянова Э.М., Тагиров Х.Х. Мониторинг экологической безопасности молочной продукции в зоне интенсивного земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (22). С. 270–271.
3. Горлов И.Ф., Мосолова Н.И., Злобина Е.Ю. Методы повышения экологической безопасности продукции животноводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 54–56.
4. Миронова И.В., Исламгулова И.Н. Использование природного минерала для повышения экологической чистоты говядины // Молодёжная наука и АПК: проблемы и перспективы: матер. междунар. науч.-практич. конф. молодых учёных. Уфа: Башкирский ГАУ, 2010. С. 126–128.
5. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Качество мясной продукции кастратов красной степной породы и её помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 26–27.
6. Белоусов А.М., Юсупов Р.С., Тагиров Х.Х., и др. Использование генофонда голландских голштинов в молочном скотоводстве Башкортостана: монография. Уфа, 2012. 166 с.
7. Миронова И.В., Исламгулова И.Н. Применение глауконита для повышения экологической чистоты мясного сырья // Научное обеспечение инновационного развития АПК: матер. всерос. науч.-практич. конф. в рамках XX юбилейной специализированной выставки «Агрокомплекс 2010». Уфа: Башкирский ГАУ, 2010. С. 286–289.
8. Миронова И.В., Тагиров Х.Х. Рациональное использование биоресурсного потенциала бестужевского и чёрно-пёстрого скота при чистопородном разведении и скрещивании. М.: Издательство «Лань», 2013. 400 с.