

УДК 636.2:614.876:591.1:637.505(470.325)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И КАЧЕСТВО МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ВЫРАЩЕННОГО В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ТЕХНОГЕННЫХ ЗОНАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Бойко И.А., Добудько А.Н., Семихатская И.А.*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,
Белгород, e-mail: info@bsaa.edu.ru*

На примере Белгородской области проведены исследования качества мяса и продуктов, полученных из него, а также физиологическое состояние крупного рогатого скота в зависимости от зоны расположения хозяйств с учетом техногенной их характеристики.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, показатели крови, тяжелые металлы, радионуклиды, колбасные изделия

PHYSIOLOGICAL CONDITION AND QUALITY OF MEAT PRODUCTS OF CATTLE, GROWN IN VARIOUS INDUSTRIAL AREAS OF THE BELGOROD REGION

Boyko I.A., Dobudko A.N., Semihatska I.A.*FGBOY VO «Belgorod state agricultural University name V.J. Gorin»,
Belgorod, e-mail: info@bsaa.edu.ru*

For example, the Belgorod region studies quality meat and products derived from it, as well as the physiological condition of cattle depending on the location of farms with regard to their man-made feature-specific.

Keywords: cattle, blood, heavy metals, radio-nuclides, sausages

Белгородская область – территория с развитой промышленностью и сельским хозяйством [5]. В связи с этим, в ней остро стоят вопросы, связанные с загрязнением окружающей среды. Среди основных загрязнителей наиболее распространены соли тяжелых металлов, радионуклиды и др.

Токсичные химические элементы служат причиной хронических интоксикаций сельскохозяйственных животных, снижения их продуктивности [1], иммунного статуса и качества продуктов животноводства [4]. Ряд тяжелых металлов, которые в обычных условиях не токсичны, при избыточном содержании их в организме животных, могут стать причиной гибели или необратимых последствий, ухудшают качество готовой продукции.

По данным Белгородской областной ветеринарной лаборатории в Белгородской области отсутствуют районы, пищевые продукты, произведенные в которых, имели бы уровень загрязнения радионуклидами и солями тяжелых металлов выше норм, разрешенных СанПиН [2]. Но в этих пределах существуют довольно большие расхождения значений показателей в зависимости от географического положения района, от вида развитой в нем промышленности и других факторов.

Существуют территории, в которых концентрация некоторых токсикантов выше предельно допустимых уровней. Мож-

но выделить три района, принципиально различающихся по уровню загрязнений: Белгородский – как наиболее благополучный в экологическом отношении; Губкинский – как подвергающийся наибольшему загрязнению тяжелыми металлами вследствие добычи руды в открытых карьерах; Алексеевский – как район, максимальная площадь которого подверглась радиоактивному заражению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и интенсивному развитию химической промышленности.

Исследования влияния экологической ситуации в этих районах с различной техногенной нагрузкой на обмен веществ животных, их физиологическое состояние, а также особенностей протекания биохимических и технологических процессов при производстве продуктов питания из мяса этих животных являются актуальной проблемой.

Целью настоящей работы являлось изучение физиолого-биохимического статуса, депонирования токсических веществ в тканях и органах крупного рогатого скота, выращенного в разных районах Белгородской области.

Для достижения цели были поставлены задачи изучить некоторые показатели, характеризующие обмен веществ и физиологическое состояние животных, выращенных в Белгородском, Губкинском и Алексеевском районах и выявить различия в накоплении токсических веществ в органах

и тканях животных из этих районов. Эти районы, принципиально различаются по показателям загрязненности. Физиологическое состояние животных, выращенных на территории более благополучного Белгородского района, рассматривалось нами как контрольное, а Алексеевский и Губкинский районы рассматриваются как более загрязненные – опытными. Объектом исследований являлся крупный рогатый скот – коровы и бычки, – выращенные в этих районах. Животных подбирали в группы по принципу аналогов с учетом происхождения, живой массы и возраста.

Показатели крови. Форменные элементы крови являются важнейшими показателями физиологического состояния организма. Из табл. 1 и 2 видно, что у крупного рогатого скота, выращенного в хозяйствах Белгородского района эритроцитов в крови достоверно больше, чем у животных Губкинского и Алексеевского районов. Разница составляет от 16,1 до 19,1 % у коров и от 16,9 до 19,7 % у бычков ($p < 0,001$).

Концентрация гемоглобина также выше у животных из Белгородского района: у коров – соответственно на 14,5 % ($p < 0,01$) и 6,4 % ($p < 0,05$), у бычков – на 14,2 % ($p < 0,05$) и 7,1 % ($p < 0,01$) по сравнению с указанными районами. При рассмотрении лейкограммы заметны некоторые отклонения в процентном содержании отдельных

видов лейкоцитов. Различие в концентрации лимфоцитов в крови бычков и коров из различных районов составляет 5–6 % ($p < 0,01$) для бычков и 4–5 % ($p < 0,05$) для коров.

Существенно различаются биохимические показатели крови животных из разных районов. Видна тенденция к уменьшению содержания глюкозы, холестерина, кальция, общего белка и доли альбуминовой фракции в крови бычков и коров в ряду районов Белгородский – Губкинский – Алексеевский.

Различаются показатели отдельных фракций глобулинов. Так в крови бычков Алексеевского района отмечено повышенное содержание β -глобулинов. Содержание отдельных фракций глобулинов у бычков и коров меняется в зависимости от района не более, чем на 10 % ($p < 0,05$).

Имеет место достоверное ($p < 0,05$) повышение концентрации мочевины в крови бычков и коров Губкинского и Алексеевского районов. Снижение концентрации общего белка и увеличение мочевины свидетельствует о нежелательных изменениях в белковом обмене.

В целом, показатели крови коров и бычков, выращенных в Губкинском и Алексеевском имеют значительные ($p < 0,001$) отклонение в сторону увеличения или уменьшения. Это свидетельствует об отрицательном влиянии экологической ситуации в этих районах на организм животных.

Таблица 1

Показатели крови бычков

Показатели	Районы области		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Эритроциты, млн./мкл	7,10 ± 0,01	5,90 ± 0,01***	5,70 ± 0,03***
Гемоглобин, г/л	126,00 ± 2,90	117,00 ± 2,01*	108,00 ± 2,10**
Лейкоциты, тыс./мкл:	7,90 ± 0,03	7,30 ± 0,04**	7,10 ± 0,08**
Агранулоциты:			
лимфоциты	56,00 ± 0,16	53,00 ± 0,21**	52,70 ± 0,19**
моноциты	6,50 ± 0,01	7,50 ± 0,06**	7,00 ± 0,06**

Примечание. Здесь и далее: * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$ и *** – $p \leq 0,001$.

Таблица 2

Показатели крови коров

Показатели	Районы области		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Эритроциты, млн./мкл	6,80 ± 0,01	5,70 ± 0,01***	5,50 ± 0,06***
Гемоглобин, г/л	124,00 ± 2,90	116,00 ± 2,01*	106,00 ± 1,10**
Лейкоциты, тыс./мкл	8,10 ± 0,03	7,50 ± 0,04*	7,30 ± 0,08*
Агранулоциты:			
лимфоциты	56,00 ± 0,95	54,00 ± 0,11*	53,00 ± 0,67*
моноциты	7,00 ± 0,01	8,00 ± 0,06**	7,00 ± 0,06

Содержание тяжелых металлов в тканях и органах животных. В наших исследованиях отмечены различия в содержании тяжелых металлов и радионуклидов в органах и тканях крупного рогатого скота в зависимости от региона их выращивания. Так, наименьшее содержание тяжелых металлов в органах и тканях животных Белгородского района. Больше их у животных Губкинского района.

Наибольшие различия в накоплении кадмия в органах бычков, выращенных в Алексеевском и Губкинском районах (табл. 3). Меньшие различия по его содержанию у бычков в мышечной ткани. Аналогичная картина наблюдается по содержанию кадмия в тканях и органах коров.

Аналогична картина по накоплению в органах и тканях животных цинка. Половые различия по этому показателю несущественны, а различия в органах и тканях животных из разных районов очень значительны.

Максимальные количества свинца (табл. 4) в печени, почках, селезенке, сычуге и шкуре крупного рогатого скота. Накопление его в других органах у животных в разрезе районов Белгородский – Алексеевский – Губкинский менее выражено. Нагляднее это показано на рисунке.

Меньшие различия между животными из трех районов отмечены по содержанию меди. Так, в зависимости от органа, кон-

центрация ее меняется от 0,81 в мышцах до 2,76 мг/кг – в селезенке у бычков Белгородского района. Несколько выше содержание меди в органах бычков Алексеевского района – от 1,09 в сычуге до 3,01 мг/кг – в селезенке. Наибольшее содержание ее в органах и тканях у бычков Губкинского района – 3,41 мг/кг в селезенке.

Концентрация меди в органах и тканях коров в выше, чем у бычков. Меньше в органах и тканях животных разных районов Белгородской области мышьяка и ртути. Их концентрация в различных органах находится примерно на одном уровне. В среднем она также выше у животных Губкинского района. В органах и тканях боровов и свинок Губкинского района их в 1,12–1,59 раз больше, чем в Белгородском. Разница между животными Белгородского и Алексеевского районов менее значительна, но достоверна.

Таким образом, можно отметить значительную разницу в накоплении в органах и тканях тяжелых металлов у животных из разных районов. Особо беспокоит значительное ($p < 0,01$) повышение концентрации тяжелых металлов в наиболее используемых в питании человека мышечной ткани и печени.

Содержание металлов в органах и тканях самок и самцов крупного рогатого скота по половому признаку значительно не различается.

Таблица 3

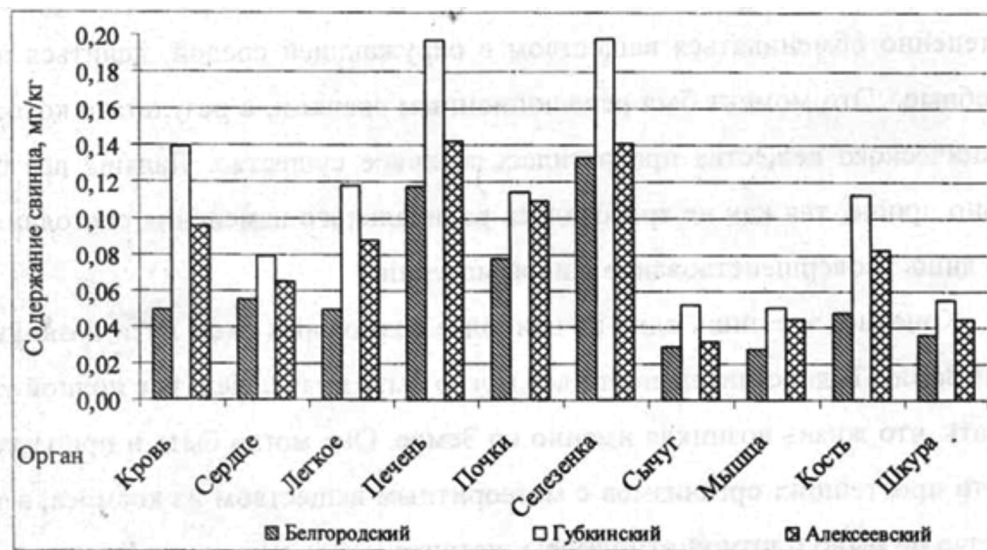
Концентрация кадмия в тканях и органах бычков, мг/кг $\times 10^{-3}$

Орган	Районы		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Кровь	2,40 $\pm$ 0,05	3,40 $\pm$ 0,06***	2,80 $\pm$ 0,05**
Сердце	2,10 $\pm$ 0,04	4,10 $\pm$ 0,12***	2,30 $\pm$ 0,04*
Легкое	1,80 $\pm$ 0,02	4,20 $\pm$ 0,05***	2,70 $\pm$ 0,11***
Печень	7,20 $\pm$ 0,10	12,90 $\pm$ 0,31***	8,40 $\pm$ 0,16**
Почки	3,80 $\pm$ 0,07	9,30 $\pm$ 0,21***	7,20 $\pm$ 0,13***
Мышечная ткань	3,60 $\pm$ 0,07	4,90 $\pm$ 0,09***	4,30 $\pm$ 0,09**

Таблица 4

Концентрация свинца в тканях и органах бычков, мг/кг $\times 10^{-1}$

Орган	Районы		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Кровь	0,47 $\pm$ 0,01	1,27 $\pm$ 0,02***	0,97 $\pm$ 0,01***
Сердце	0,51 $\pm$ 0,03	0,78 $\pm$ 0,02**	0,61 $\pm$ 0,02*
Легкое	0,72 $\pm$ 0,00	1,09 $\pm$ 0,01***	0,85 $\pm$ 0,01**
Печень	1,13 $\pm$ 0,02	1,92 $\pm$ 0,02***	1,46 $\pm$ 0,02***
Почки	0,75 $\pm$ 0,01	1,14 $\pm$ 0,01***	1,09 $\pm$ 0,01***
Мышечная ткань	0,28 $\pm$ 0,00	0,52 $\pm$ 0,01***	0,42 $\pm$ 0,00***



Свинец в тканях и органах коров

Таблица 5
Радиоцезий в тканях и органах бычков, Бк/кг

Орган	Районы		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Кровь	2,93 ± 0,04	3,43 ± 0,02***	4,87 ± 0,06***
Сердце	3,33 ± 0,02	3,97 ± 0,03***	5,63 ± 0,06***
Печень	4,17 ± 0,03	4,53 ± 0,05**	5,37 ± 0,03***
Почки	4,50 ± 0,05	4,70 ± 0,05*	5,97 ± 0,03***
Селезенка	4,27 ± 0,03	4,56 ± 0,03**	5,93 ± 0,03***
Сычуг	3,30 ± 0,05	3,77 ± 0,04**	5,00 ± 0,05***
Мышечная ткань	4,80 ± 0,05	5,27 ± 0,03**	5,66 ± 0,07***

Радиоактивные изотопы в тканях и органах животных. В исследованиях отмечены различия в содержании цезия-137 и стронция-90 в органах и тканях крупного рогатого скота в зависимости от района их выращивания. Отклонения некоторых изученных показателей достигают довольно больших значений.

Наибольшее содержание радиоактивных изотопов характерно для внутренних органов и тканей животных Алексеевского района. Губкинский район занимает промежуточное положение. Наибольшие количества цезия-137 содержатся в печени, почках, селезенке, сердечной мышце исследованных животных (табл. 5), меньшие – в крови, легких, мышечной и костной ткани. Однако, с учетом массы мышечной и костной тканей в организме, они аккумулируют большую часть этих радиоактивных веществ.

В целом, содержание цезия-137 у животных из Белгородского района имеет большие различия в разрезе тканей и орга-

нов. С увеличением общего его количества в организме, происходит «выравнивание» концентрации по отдельным видам тканей. Например, разница максимального и минимального значений у свинок из Белгородского района составляет 2,34 Бк/кг, а у свинок из Алексеевского района – 1,67 Бк/кг.

Наибольшие количества стронция-90 в печени, почках, селезенке, костной ткани (таблица 6). Концентрации стронция-90 более высоки по сравнению с цезием-137.

В Губкинском и Алексеевском районах содержание его в тканях и органах всех видов животных больше, чем в Белгородском.

Наши исследования показали, что по прошествии более чем 20 лет с момента аварии на Чернобыльской АЭС, уровень заражения продуктов животноводства стронцием-90 на загрязненных территориях остается довольно высоким.

Для зон техногенного загрязнения характерно угнетение гемопозитической системы. Установлено достоверное снижение уровня гемоглобина и эритроцитов. В крови

животных, находящихся в пораженной зоне содержание гемоглобина и эритроцитов на 6,9–25% ниже, чем у животных в зонах относительного экологического благополучия. Более низкий уровень гемоглобина у животных, испытывающих максимальный техногенный прессинг (Губкинский и Алексеевский районы).

Физико-химические показатели колбасных изделий. Токсические вещества мясного сырья от животных из разных районов могут оказать отрицательное влияние на микрофлору, а, следовательно, на процесс созревания и качество готовых колбас.

Для отслеживания динамики процесса в колбасном батоне в период созревания в наружном и внутреннем слое мы определяли: массовую долю влаги, поваренной соли и величины pH. Исследования проводили на 3, 11, 26 и 41 сутки процесса созревания.

Исследования показали, что снижение влажности во внутренних и внешних слоях колбасных батонов существенно не зависело от района поставки сырья. Однако, на протяжении всего технологического процесса в контрольных образцах (Белгородский район) влажность продукта на 1–4% ($p < 0,05$) ниже, чем в остальных образцах. Это может быть связано с более активным протеканием автолитических процессов в ходе созревания.

В процессе созревания колбас изменяется величин pH фарша.

В образцах из Алексеевского района, выработанных с применением бактериальной закваски снижение величины pH идет несколько быстрее, чем в остальных образцах, что может быть объяснено влиянием радиации на деструкцию белков, усиливающую общий эффект автолиза.

Микробиологические исследования колбас. Бактериальную закваску вносили в фарш после предварительной ее активации. В момент внесения культуры микроорганизмы находились в стадии экспоненциального роста, что обеспечило их интенсивное размножение и продуцирование в среду молочной кислоты, снижающей pH фарша. Необходимо отметить, что количество кокковых форм микроорганизмов в партиях готовых колбас, выработанных с применением бактериальной закваски на несколько порядков превышает их содержание в партиях ГОСТ и партиях с применением ГДЛ. Так, если в партиях ГОСТ и ГДЛ содержание кокковых форм молочно-кислых бактерий остается на уровне 10^3 , то в партиях с использованием бактериальных заквасочных культур это значение составляет 10^8 (табл. 7).

Обращает на себя внимание некоторая задержка развития всех форм микрофлоры в образцах из Алексеевского и Губкинского районов, выработанных с применением бактериальной закваски на первом этапе процесса созревания. Это может быть объяснено негативным влиянием на жизнедеятельность данных видов микроорганизмов примесей токсических веществ, присутствующих в мясном сырье [3].

Гистологические исследования колбас. Направленное ферментативное и кислотное воздействие на белки привело к изменению гистологической структуры мышечной ткани.

Самые существенные деструктивные изменения к 41 суткам созревания произошли в образце из Белгородского района. Это свидетельствует, что в экологически более чистых образцах создаются более благоприятные условия для направленного развития микрофлоры и ферментативных процессов.

Химический состав готовых колбасных изделий. В колбасных изделиях из мяса, полученного в различных районах, прослеживаются те же особенности накопления тяжелых металлов и радионуклидов, что и в исходном сырье. В их составе концентрация токсических веществ по сравнению с исходным сырьем увеличивается за счет потери влаги и общего повышения доли сухих веществ. Наибольшие количества тяжелых металлов в колбасных изделиях из мясного сырья Губкинского района. Наибольшие количества радионуклидов – в продукции из Алексеевского района. Количество стронция в ней вплотную приближается к предельно допустимому значению.

Наличие токсикантов в мясном сырье незначительно повлияло на качество готовой продукции. Настораживает то, что имеют место некоторые отклонения в протекании физико-химических процессов производства сырокопченых колбас на отдельных этапах созревания.

Органолептические исследования колбасных изделий. Производили органолептическую оценку всех образцов колбасных изделий по: запаху, консистенции, цвету, внешнему виду и вкусу.

Наибольшей плотностью обладал образец ГДЛ из Белгородского района. Аромат ветчинности проявился у образцов, изготовленных с применением бактериальной закваски, более яркий у образца из Алексеевского района, что говорит о более интенсивных деструктивных процессах белковых веществ на общем фоне действия собственных ферментов и разрушающего действия примесей токсических веществ мясного сырья.

Таблица 6

Радиостронций в тканях и органах бычков, Бк/кг

Орган	Районы		
	Белгородский	Губкинский	Алексеевский
Кровь	8,93 ± 0,08	12,47 ± 0,05***	16,37 ± 0,14***
Сердце	12,90 ± 0,01	17,13 ± 0,04***	22,43 ± 0,18***
Легкое	15,90 ± 0,05	20,03 ± 0,09***	26,77 ± 0,14***
Печень	30,43 ± 0,08	37,30 ± 0,05***	40,97 ± 0,10***
Почки	23,00 ± 0,21	34,83 ± 0,06***	40,13 ± 0,18***
Селезенка	26,97 ± 0,08	31,83 ± 0,06***	45,20 ± 0,17***
Мышечная ткань	15,17 ± 0,05	19,80 ± 0,03***	25,20 ± 0,11***

Таблица 7

Динамика развития кокковых форм микроорганизмов при созревании сырокопченной колбасы «Брауншвейгская», КОЕ/г

Вид добавки	Сырьевой регион (район)	Период созревания, сут						
		фарш	1	3	11	26	41	45
ГОСТ	Белгородский	10	10	10 ²	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³
	Губкинский	10	10	10 ²	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³
	Алексеевский	10	10	10 ²	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³
ГДЛ	Белгородский	10	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³
	Губкинский	10	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³
	Алексеевский	10	10 ²	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³
БЗ	Белгородский	10 ²	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸
	Губкинский	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸
	Алексеевский	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸

При этом показано, что продукт с наилучшими вкусовыми характеристиками получен из сырья, отобранного в Белгородском районе. Это является подтверждением гипотезы о негативном влиянии примесей токсических веществ в мясном сырье на ход автолитических процессов и качественный состав накапливаемых продуктов распада.

Заключение

По экологическому состоянию ситуация в Белгородской области делится на техногенные геобиохимические зоны с различными уровнями загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами. В более грязных районах, таких как Губкинский и Алексеевский, в большей степени происходит накопление в организме животных токсических веществ с кормами и водой. Это вызывает достоверные изменения физиологического состояния, что может перерасти в различные заболевания и отрицательно сказываться на качестве получаемых продуктов животноводства.

В целом концентрация тяжелых металлов и радионуклидов в большинстве случаев не превышает предельно допустимых уровней. Однако, предельно допустимые

концентрации нормированы только по отдельно взятым веществам. В нашем случае их много, и они действуют в комплексе как антагонисты или как синергисты. Так, например, известно, что на накопление кадмия и свинца проявляется антагонистический эффект радиоцезия, а на биологическую активность меди и железа проявляется синергизм цезия.

Беспокоит то, что по содержанию каждого отдельно взятого из этих веществ (в пределах ПДК) мы обычно делаем вывод о его безвредности. При этом известно, что совместное действие многих из них (например, с радионуклидами) вызывает резкий подъем токсичности.

В связи с тем, что экологическая ситуация во многих регионах постоянно усложняется, исследования по данной проблеме необходимо усилить, обратив особое внимание на определение предельно допустимых концентраций комплекса токсических веществ в продуктах питания.

Таким образом, в условиях современной нестабильности показателей качества мясного сырья и сложившейся экологической ситуации необходимы периодические глубокие исследования качества продукции

животноводства и разработка целесообразных нормативов ее использования при производстве продуктов питания для человека.

В связи со значительным увеличением накопления в мясной продукции многих очень опасных веществ, таких, как кадмий, свинец, стронций, цезий и др., необходимы разработки их комплексной предельно допустимой концентрации.

Для профилактики возможных неблагоприятных последствий необходимо более детальное исследование и рассмотрение вопросов о целесообразности (нецелесообразности) использования мясной продукции из Губкинского и Алексеевского районов для изготовления детского питания.

Список литературы

1. Рекомендации по использованию новых биологически активных комплексов в животноводстве / И.А. Бойко, П.И. Бреславец, Р.А. Мерзленко, А.Н. Добудько. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2004. – 39 с.
2. СанПин 42-123-4089-86 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. – М., 1986.
3. Семихатская И.А. Исследование экологической безопасности мясного сырья, производимого на территории Белгородской области / И.А. Семихатская // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2006. – № 4 (19) – С. 163–168.
4. Тяжелые металлы в организме. – Электронный ресурс. – Режим доступа <http://midgard-svaor.com>.
5. Экология Белгородской области: Учеб. пособие для учащихся 8–11 классов / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Е.Г. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 288 с.: ил.