

САНИТАРНАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВЕЖЕЙ ГОВЯДИНЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

В статье приведены результаты исследований качества говядины, полученной от животных, подвергнутых внешнему воздействию ионизирующей радиации. При этом установлено, что по органолептическим, физико-химическим и микроскопическим показателям свежее мясо, полученное от однократно облученных животных в латентный период острой лучевой болезни, не отличается от мяса интактных животных и соответствует требованиям установленных ГОСТов. При этом общая микробная обсемененность мышечных слоев говядины имеет некоторую тенденцию к увеличению. Относительная биологическая ценность опытной говядины, изученная на культуре инфузории Тетрахимена периформис и растущих крысятах, не отличается от таковой контрольных аналогов. Выполненная работа имеет практическое значение для получения продукции животноводства при чрезвычайных ситуациях, связанных с повышенным радиационным фоном.

Проблема загрязнения окружающей среды различными факторами химической или физической природы волнует все слои общественности, в том числе и научные. Получение экологически чистых продуктов питания, не вызывающих побочных явлений в организме при их употреблении, является весьма важной задачей для современной биологической науки и практики. После аварии на Чернобыльской АЭС особенно возрос интерес к изучению влияния различных уровней радиации на продуктивные качества животных и получаемую от них продукцию.

Недоброкачественность продукции животного происхождения, полученной от животных, пораженных ионизирующей радиацией, будет зависеть от вида воздействия. Нежелательным воздействием будет являться внутреннее облучение, обусловленное наличием радиоактивных веществ внутри организма. Что касается внешнего облучения, когда в организме отсутствует радиоактивность, то недоброкачественность мясной продукции может быть связана с развитием патологических процессов, обуславливающих наличие повышенного содержания микрофлоры, не исключая возбудителей пищевых токсикоинфекций (сальмонеллы, *E. coli*); снижением доброкачественности и товарного вида продукции. Наличие патологических изменений во внутренних органах и тушах животных будет зависеть от дозы облучения и сроков убоя животных после радиационного воздействия. При убое животных в скрытый период лучевой болезни патологические изменения могут отсутствовать, но

при этом обнаруживаются небольшие кровоизлияния в эпикарде, почках, слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта. По мере развития лучевой болезни нарастают и патологоанатомические изменения, наблюдаемые при ветеринарно-санитарном осмотре туш животных.

Мясо, полученное от пораженных ионизирующей радиацией животных, имеет пониженную устойчивость к хранению в условиях положительных температур – 0...+4°C. Вопрос рационального использования облученных животных решается в зависимости от степени и характера их поражения, клинического состояния и прогнозирования исхода радиационного поражения [1].

Целью работы явилось изучение санитарной и биологической ценности свежей говядины, полученной от животных, подвергнутых внешней радиации в дозах, вызывающих среднюю степень лучевой болезни.

Материалы и методика. Исследовалась говядина, полученная от однократно облученных животных в дозах 4,0 и 4,5 Гр. Облучение производилось в экспериментальных условиях на γ -установке ГУБ-20 с источником излучения ^{137}Cs при мощности дозы 0,08 Гр/мин. Убой животных на мясо был произведен в конце латентного периода, т.е. на 7 сутки после облучения. По ветеринарно-санитарным нормам перед убоем учитывалось общее состояние животных, затем производился послеубойный осмотр туш и органов животных. Санитарную оценку мяса убитых животных производили по органолептическим, физико-химическим и бактериологическим

ким показателям по общепринятым методам исследования. Органолептическую оценку мяса проводили через сутки после убоя и созревания мяса при температуре +15-20°C.

Для изучения биологической ценности и безвредности продуктов в качестве тест-объектов обычно используются крысы, цыплята, инфузории, собаки, мыши и др. виды живых организмов. В своей работе мы использовали тест-культуру инфузории Тетрахимена периформис и белых крыс.

Продолжительные исследования многих авторов позволили рекомендовать Тетрахимену пириформис в качестве альтернативного универсального тест-объекта для определения биологической ценности сельскохозяйственных продуктов, т.е. безвредности, переваримости, усвояемости, использования в процессе обмена веществ [3, 4, 5]. Культура инфузорий поддерживалась на специальной пептонной среде.

Белые крысы по ряду физиологических функций и морфологических особенностей схожи с человеком. Сезонные изменения у животных незначительны. Растущий организм крысят высоко чувствителен не только к дефициту белка, но и к самым малым дозам токсических веществ. Наиболее приемлемыми для таких целей являются крысята-отъемыши, самцы 25-30-суточного возраста. Животные этого возраста более чувствительны к качеству белка. Все это мы учли в своей работе при выборе тест-объектов по изучению биологической ценности мяса, полученного от облученных животных.

Результаты исследований и обсуждение.

Облученные нетели перед убоем в конце латентного периода чувствовали себя нормально, охотно поедали корм, адекватно реагировали на внешние раздражители. Клинические показатели – температура тела, пульс, частота дыхания находились в пределах физиологической нормы. При относительном внешнем благополучии на седьмые сутки у животных прослеживалась выраженная лейкопения. Количество лейкоцитов снижалось до $3,95 \cdot 10^9/\text{л}$ и $4,13 \cdot 10^9/\text{л}$, количество эритроцитов и содержание гемоглобина находилось в пределах физиологической нормы, что соответствовало классической динамике показателей пе-

риферической крови для данного периода острой лучевой болезни, вызванной внешним облучением (табл. 1).

При послеубойном осмотре туш и органов облученных нетелей были выявлены точечные кровоизлияния на серозной оболочке брюшной полости и плевре. У животного, облученного в дозе 4,5 Гр, были найдены единичные кровоизлияния в слизистой кишечника, уменьшенная в размере селезенка (соскоб с органа умеренный). На поверхности селезенки – единичные точечные кровоизлияния. В других органах отклонений от нормы не обнаружено.

Послеубойный осмотр туш и органов крупного рогатого скота выявил начальную стадию развития геморрагического синдрома.

Туши облученных нетелей имели сухую корочку подсыхания бледно-красного цвета, неровное место зареза. Мышечная ткань на разрезе была влажная, красно-коричневого цвета, плотной консистенции, мясо имело запах, свойственный говядине.

При микроскопии мазков-отпечатков микробные тела не обнаруживались как у облученных, так и у интактных животных. Следы распада мышечной ткани отсутствовали. Концентрация водородных ионов вытяжки из мяса облученных нетелей находилась в пределах $5,80 \pm 0,04$, чем не отличалась от биологического контроля. Содержание аминокислот азота у подопытных животных составило $1,10 \pm 0,01$ мг и $1,04 \pm 0,03$ мг соответственно. Реакция с сернокислой медью во всех случаях была отрицательной, реакция на наличие пероксидазы – положительной. Содержание летучих жирных кислот было несколько выше у животных, подвергнутых воздействию ионизирующего излучения в дозе 4,5 Гр, но разница была не достоверной. Количество микробов в 1 г исследуемой пробы, взятой из глубоких мышечных слоев, у облученных животных было достоверно выше по сравнению с необлученными животными и составило соответственно $3,5 \pm 0,3$ и $3,6 \pm 0,2$ при $0,7 \pm 0,4$ у биологического контроля. Микроорганизмы группы сальмонелл и *E. coli* отсутствовали во всех группах подопытных животных, включая биологический контроль (табл. 2). Повыше-

Таблица 1. Данные предубойного исследования облученных животных

№ пп	Физиологические показатели	4,0 Гр	4,5 Гр	Биологический контроль
1.	Общее клиническое состояние	удовл.	удовл.	удовл.
2.	Температура	39,0	39,	38,5
3.	Пульс (уд/мин)	66,0	70,0	63,0
4.	Частота дыхания (дых. дв./мин)	15,0	18,0	16,0
5.	Количество лейкоцитов в 1л (10^9)	3,95	4,13	9,2
6.	Количество эритроцитов в 1л (10^{12})	6,17	6,82	6,27
7.	Гемоглобин (г/л)	104,0	110,0	118,0
8.	Состояние видимых слизистых оболочек	Бледно-розовые, незначительные точечные кровоизлияния	Бледно-розовые	

Таблица 2. Результаты органолептического, физико-химического и бактериологического анализа говядины

№	Показатели	4,0 Гр	4,5 Гр	Бк
1	Число микроорганизмов в одном поле зрения	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
2	Цвет мяса	красно-коричневый		
3	Запах	специфический		
4	Консистенция	упругая		
5	Концентрация водородных ионов	5,80±0,04	5,80±0,04	5,72±0,08
6	Содержание amino-аммиачного азота (мг)	1,10±0,01	1,04±0,03	1,09±0,01
7	Реакция с сернокислой медью	отрицательная		
8	Реакция на пероксидазу	положительная		
9	Содержание ЛЖК (мг)	1,99±0,06	2,06±0,08	1,84±0,08
10	Количество микроорганизмов в 1 г	3,5±0,3*	3,6±0,2*	0,7±0,3
11	Качество бульона	прозрачный		

ние общей микробной обсемененности в 1 г мяса облученной птицы отмечены и другими авторами [5]. Бульон при варке говядины, полученной от облученных животных, был прозрачным и ароматным. Жир плавал на поверхности большими скоплениями, имел приятный запах и вкус.

При исследовании биологической ценности свежей говядины с помощью тест-культуры инфузории Тетрахимена периформис для обеспечения сопоставимости результатов определялось содержание азота. При определении относительной биологической ценности исследуемого продукта с помощью тест-культуры инфузории Тетрахимена периформис навеска исследуемого образца, добавляемая в питательный субстрат, должна

содержать 0,6 мг азота. В связи с этим проведено определение содержания азота методом Къельдаля в опытных образцах мяса. Согласно полученным результатам 0,6 мг азота содержалось в навеске массой 15 мг.

Основным показателем при оценке результатов биотестирования с помощью тест-культуры Тетрахимены периформис является относительная биологическая ценность (ОБЦ), которая определяется отношением числа выросших инфузорий на исследуемом продукте к числу их на стандартном образце. В качестве стандартного образца нами использовалась говядина, полученная от клинически здоровых животных и находившаяся в остывшем состоянии (табл. 3).

Как следует из представленной таблицы, относительная биологическая ценность говядины, полученной от облученных животных в дозах 4,0 и 4,5 Гр, определенная с помощью тест-культуры инфузории Тетрахимены периформис, составила соответственно 101,0 и 99,1%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что мясо, полученное от внешне облученных животных в дозах, вызывающих среднюю степень острой лучевой патологии, и убитых до разгара болезни, представляет биологическую ценность и не имеет достоверных различий по этому показателю с необлученными аналогами по данному тест-объекту.

В целях более достоверного изучения биологической ценности и безвредности свежего и замороженного мяса облученных животных нами проведен опыт по установлению коэффициента эффективности белка (КЭБ) мяса на растущих крысах. В опыте использовались крысята-отъемыши, самцы в возрасте 30 дней, со средней массой 54,2 г.

В течение 28 дней крысята ежедневно получали исследуемый продукт, содержащий 180 мг азота, или 1,125 г белка. Были сформированы следующие опытные группы: первая и вторая – говядина, полученная от животных, облученных в дозе 4,0 и 4,5 Гр, третья – биологический контроль. Через каждые 7 дней опыта производили взвешивание животных. В конце опыта крыс декапитировали

под наркозом, проводили патологоанатомическое исследование внутренних органов и их взвешивание.

В таблице 4 приведены данные изменения средней массы крысят через каждые семь суток после начала опыта, общий прирост массы крысят за 28 суток эксперимента и рассчитанный на его основе КЭБ в группах, содержащихся на рационе с добавлением к нему говядины от облученных животных. Из таблицы следует, что на первой неделе эксперимента показатель средней массы в первой группе превышал контрольную величину на 15%, но разница была недостоверной. В последующие три недели увеличение массы опытных и контрольных животных происходило с одинаковой интенсивностью. Средняя масса крысят, поедавших мясо облученных животных, через 28 суток составила соответственно $126,8 \pm 2,5$ и $127,7 \pm 7,3$ г, в контроле этот показатель составил $133,0 \pm 3,4$ г. Общий прирост за 28 суток в первой группе был несколько ниже ($P \geq 0,05$) и находился в пределах $68,4 \pm 2,6$ г. В этой же группе величина КЭБ соответствовала $2,10 \pm 0,19$ ($P \geq 0,05$). В другой опытной группе этот показатель находился на уровне контрольного значения.

Изучение массы и весового коэффициента внутренних органов (печень, почки, селезенка, сердце, семенники) крыс, получавших белок рациона за счет мяса от облучен-

Таблица 3. Относительная биологическая ценность исследуемого мяса

Доза облучения животных (Гр)	Вид мяса	ОБЦ (% к контролю)		
		\bar{x}	$S \bar{x}$	δ
4,5	говядина	99,1	3,0	7,35
4,0	говядина	101	4,2	10,3

Таблица 4. Показатели роста крыс, получавших белок рациона за счет говядины от облученных животных

Сроки взвешивания (сут)	Группы, масса (г)		
	первая	вторая	контроль
1	$58,1 \pm 1,3$	$53,6 \pm 1,8$	$56,2 \pm 1,1$
7	$89,3 \pm 1,4$	$79,3 \pm 3,4$	$76,3 \pm 2,0$
14	$104,5 \pm 2,6$	$98,5 \pm 3,2$	$101,3 \pm 3,4$
21	$119,0 \pm 2,8$	$112,0 \pm 5,3$	$115,5 \pm 4,7$
28	$126,8 \pm 2,5$	$127,7 \pm 7,3$	$133,0 \pm 3,4$
Прирост массы за 28 суток	$68,4 \pm 2,6$	$73,6 \pm 6,5$	$75,4 \pm 3,6$
КЭБ	$2,10 \pm 0,19$	$2,35 \pm 0,22$	$2,38 \pm 0,11$

Таблица 5. Общие показатели крови крыс, получавших говядину

Показатели	Исход	Первая	Вторая	Третья
Эритроциты $10^{12}/л$	$7,2 \pm 0,8$	$6,7 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,4$	$7,6 \pm 0,6$
Лейкоциты $10^9/л$	$7,5 \pm 0,8$	$8,0 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,9$	$8,27 \pm 0,6$
Тромбоциты $10^9/л$	256 ± 14	240 ± 28	277 ± 15	244 ± 12
Гемоглобин г/л	$136,0 \pm 2,0$	$144,0 \pm 3,0$	$138,0 \pm 3,5$	$137,0 \pm 3,0$
Содержание гемоглобина в 1 эритроците (г. 10^9)	$20,7 \pm 1,1$	$22,3 \pm 0,6$	$20,8 \pm 1,8$	$19,4 \pm 0,7$

ных животных – показало следующие результаты. Во всех группах масса печени колебалась в пределах $5,11 \pm 0,22$ – $5,85 \pm 0,14$ г и была на уровне контрольной ($5,56 \pm 0,25$). Весовые коэффициенты этого органа во всех опытных группах не имели достоверных отличий с контролем. Масса почек в группах опытных крысят была несколько выше таковой контрольной, но недостоверно. Колебания в значениях весовых коэффициентов были незначительны ($P \geq 0,05$). Массы селезенки крыс опытных и контрольной групп не имели достоверных различий. Весовые коэффициенты селезенки находились на уровне контрольной величины ($0,26 \pm 0,02$). Изменения в массе сердца и весовых коэффициентов этого органа у первой и второй подопытной группы также укладывались в значения контрольной группы.

Исследование мяса на безвредность в условиях острого опыта проводили на взрослых крысах-самцах (250-300 г). В течение 7 дней животные содержались на рационе, белковая часть которого полностью состояла из мяса. Для исследований было сформировано три группы крыс: первая и вторая группа получали говядину от облученных животных в дозах 4,0 и 4,5 Гр; контролем служили крысы, содержащиеся на обычном рационе (третья группа). В течение эксперимента у животных всех опытных групп не было выявлено каких-либо клинических изменений. Крысы вели себя естественно, охотно поедали корм и адекватно реагировали на внешние раздражители.

Для гематологических исследований в конце опыта крыс декапитировали под наркозом и брали смешанную кровь из яремной вены. При патологоанатомическом исследовании не было обнаружено каких-либо видимых изменений во всех традиционно обследуемых системах и органах.

Общее количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов у подопытных крыс находилось на уровне контрольных аналогов и соответствовало физиологической норме. Цветной показатель, содержание гемоглобина в расчете на один эритроцит находились также в пределах контрольных величин (табл. 5).

При исследовании лейкограммы выявлено, что соотношение между лимфоцитами, моноцитами, эозинофилами и нейтрофилами являлось типичным для данного вида животных. Лейкограмма крыс первой и второй подопытных групп не отличалась от таковой группы животных биологического контроля.

Таким образом, по органолептическим, физико-химическим и микроскопическим показателям свежее мясо, полученное от однократно облученных животных, не отличалось от мяса интактных животных и соответствовало требованиям ГОСТа 7269-79 и ГОСТа 23392-78, принятым для доброкачественного мяса. Такое заключение обосновано целым рядом исследуемых показателей: количеством микроорганизмов в одном поле зрения мазка-отпечатка; содержанием аминокислот азота, содержанием летучих жирных кислот, реакцией с сернокислой медью в бульоне, концентрацией водородных ионов, реакцией на пероксидазу. Общая микробная обсемененность мышечных слоев говядины в остывшем состоянии, полученных от облученных животных, имела некоторую тенденцию к увеличению, по сравнению с мясом интактных животных, но отвечала требованиям ГОСТа 2123 7-75.

Относительная биологическая ценность опытной говядины, изученная на культуре инфузории Тетрахимена периформис, не отличалась от таковой контрольных аналогов.

Исследование говядины, полученной от внешне облученных животных, на без-

вредность с использованием в качестве тест-объекта растущих крысят, не выявило у них клинических и гематологических отклонений. Общее количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов у растущих крыс находилось на уровне контрольных

аналогов и соответствовало физиологической норме.

Мясо, полученное от внешне облученных животных, в остром опыте на взрослых крысах не вызывало сдвигов в общей картине их крови и лейкоцитарной формуле.

Список использованной литературы:

1. Сафонова В.Ю. Ветеринарно-санитарные показатели баранины, полученной от пораженных ионизирующим излучением овец // Вестник ветеринарии / Научные труды Акад. ветеринарной медицины. Оренбург, 1999. С. 49-51.
2. Методы биологической оценки продуктов животного происхождения. М.: ВАСХНИЛ, 1985. – С.14-35.
3. Нелюбин В.П. Сравнительная оценка методов для определения биологической ценности облученных продуктов животноводства // Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. по с.-х. радиологии. Обнинск, 1984. Т. 2. С. 97.
4. Шаблий В.Я. Методические рекомендации по определению биологической ценности продуктов животноводческого происхождения. М., 1976, 136 с.
5. Пастухов А.М., Лубсанова Л.Б., Григорьев Н.В. Ветеринарно-санитарная и биологическая оценка мяса бройлеров, облученных гамма-лучами // Тез. докл. Всес. конф. по с.-х. радиологии. Обнинск, 1984. Т. 2. С. 97.