

УДК 636.2.54.033.087.24

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2026.1.103-111

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ТОКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ У БЫЧКОВ ПРИ ОТКОРМЕ НА СПИРТОВОЙ БАРДЕ И ПИВНОЙ ДРОБИНЕ

Ушаков А.С.

*Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», Боровск, Калужская обл., Российская Федерация*

Использование вторичного сырья перерабатывающей промышленности в рационах молодняка крупного рогатого скота играет важную роль в укреплении кормовой базы и снижении себестоимости животноводческой продукции. Спиртовая барда и сухая пивная дробина являются эффективными и экономически выгодными компонентами комбикормов для мясного скота при условии эффективного контроля уровня токсичных тяжёлых металлов в рационе. Исследование проведено по методу групп-периодов на трёх группах бычков голштинизированной черно-пёстрой породы (n=15). Контрольная I группа получала основной рацион (ОР), II группа – ОР с добавлением сухой пивной дробины, III группа – ОР с добавкой сухой спиртовой барды. Опыт длительностью 210 суток проведен на бычках 6-10 мес. возраста с начальной живой массой 180 кг в 6-месячном возрасте. Анализ концентрации 6 токсичных элементов (тяжелых металлов Al, Cd, Hg, Pb, Sn, Sr) в шерсти, крови и моче выполняли с использованием методов атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. Анализ показал, что дробина способствует снижению накопления свинца и кадмия в организме животных, вероятно, за счёт высокого содержания сорбирующих веществ и клетчатки. Барда характеризуется более неоднозначным влиянием; она снижает концентрацию свинца, но может повышать уровень кадмия и мышьяка. Заключение, что мониторинг у бычков на откорме содержания тяжёлых металлов в шерсти и биологических жидкостях может использоваться как индикатор экологической нагрузки и безопасности мясного животноводства при применении кормов из пивоваренных и спиртовых отходов.

*Ключевые слова: бычки, чёрно-пестрая порода, откорм, эссенциальные элементы, барда, пивная дробина, токсичные элементы*

*Проблемы биологии продуктивных животных. 2026. 1:103-111*

### Введение

Использование вторичного сырья перерабатывающей промышленности в рационах молодняка крупного рогатого скота играет важную роль в укреплении кормовой базы и снижении себестоимости животноводческой продукции. Отходы пивоваренных и спиртовых производств барда и пивная дробина являются эффективными и экономически выгодными компонентами рационов для откорма бычков (Данильченко и др., 2020, Леснов и др., 2011). Их правильное применение с обязательным балансированием минерально-витаминного состава позволяет повысить продуктивность животных на 9-15%, снизить затраты концентратов на 36-66% и улучшить экономические показатели производства говядины. Барда и пивная дробина представляют собой ценные побочные продукты спиртового и пивоваренного производства, которые эффективно используются в качестве белково-энергетических добавок в рационах

бычков на откорме (Pears, 2002; Мирошников и др., 2009; Гурин и др., 2010; Miroshnikov et al., 2015).

Применение барды и пивной дробины в кормлении бычков является эффективным способом снижения себестоимости производства говядины при условии правильного балансирования рационов по минеральным элементам и витаминам. При откорме бычков на барде и пивной дробине риск накопления токсичных элементов (тяжёлых металлов и микотоксинов) связан прежде всего с сырьевым составом, условиями хранения кормов и балансом минеральных веществ в рационе (Байбатыров и др., 2023)

Самыми токсичными элементами для бычков считаются тяжёлые металлы: свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg), мышьяк (As), а также хром (Cr) и молибден (Mo). Свинец и кадмий особенно опасны, так как накапливаются в печени и почках, вызывая нарушения обмена веществ, токсическое поражение органов, снижение иммунитета и продуктивности животных. Мышьяк и ртуть тоже обладают сильным токсическим воздействием, вызывая заболевания нервной системы и внутренних органов. Источниками этих токсичных элементов могут быть загрязнённые корма, вода, окружающая среда и промышленные выбросы (Кибалко и др., 2013, Нарожных и др., 2014). Повышенное количество токсикантов в волосяном покрове у КРС служит индикатором высокой экологической нагрузки на продуктивных животных, а также угрозой для качества мяса и безопасности продукции животноводства.

Мониторинг содержания тяжёлых металлов в шерсти позволяет производить раннее выявление превышения экологических норм и своевременно предпринимать меры по снижению поступления токсикантов с кормами и через окружающую среду (Мирошников и др., 2009; Miroshnikov et al., 2015; Ушаков, 2011, 2022).

Цель исследования – изучить влияние сухой пивной дробины и спиртовой барды в рационе у бычков голштинизированной чёрно-пестрой породы на уровень токсичных химических элементов (тяжёлых металлов) в шерсти, крови и моче в период откорма.

### **Материал и методы**

Исследование проведено по методу групп-периодов на трёх группах бычков голштинизированной черно-пестрой породы. Опытные группы отличались источниками протеина в комбикормах, при одинаковом уровне протеиновой питательности рационов. Первая группа (контроль) получала основной рацион (ОР, комбикорм с подсолнечным жмыхом), II группа – ОР с добавлением сухой пивной дробины, III группа – ОР с добавкой сухой спиртовой барды. Содержание животных было привязным, кормление проводилось индивидуально дважды в день при постоянном доступе к воде и кормам. Ежедневно регистрировалось потребление кормов. Основной рацион в период откорма состоял из 6 кг комбикорма и 20 кг кукурузного силоса при содержании сырого протеина 1500–1600 г (Калашников и др., 2003).

Опыт включал в себя два периода – 1. период выращивания продолжительностью 120 суток выполнен на бычках 6-месячного возраста со средней живой массой 180 кг; 2. – период откорма продолжительностью 90 суток на бычках 10-месячного возраста со средней живой массой 320 кг. В конце каждого периода опыта проведены исследования по определению элементного состава шерсти, рубцовой жидкости и мочи. Образцы рубцового содержимого (250 мл) получали через 3 часа после кормления.

В конце каждого периода проведены исследования по определению элементного состава шерсти, рубцовой жидкости и мочи. Образцы рубцового содержимого (250 мл) получали через 3 ч после кормления. Отбор образцов шерсти производился с верхней части холки животных с участка кожи размером 5×5 см. Шерсть срезалась на расстоянии 0,3 см от корня стригущей машинкой с насадкой из нержавеющей стали, обработанной этиловым спиртом. Для исследований отбиралась проксимальная часть шерсти, скорректированная по длине (не более 3

см). В эти же дни и в то же самое время брали кровь из ярёмной вены у 5 животных из каждой группы.

Анализ концентрации шести химических элементов (Al, Cd, Hg, Pb, Sn, Sr) в шерсти и в крови выполняли с использованием методов атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) в лаборатории АНО Центр биотической медицины (Москва, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ПЯ05 от 24 декабря 2010 г.).

### Результаты и обсуждение

В конце периода выращивания использование барды сопровождалось тенденцией увеличения относительно контроля концентрации алюминия, кадмия и стронция и снижением уровня свинца и олова (табл. 1.). Концентрация ртути осталась неизменной. При использовании дробины зафиксирована тенденция снижения концентрации кадмия и стронция. В этой группе также наблюдался рост уровней свинца и олова. Динамика изменений указывает на различное влияние добавок на накопление токсичных элементов в органах животных, что может иметь важное значение для оценки рисков токсикоза и безопасности мясной продукции (Мирошников и др., 2017).

Таблица 1. Концентрация токсичных элементов в шерсти у бычков в конце периода выращивания, мг/кг ( $M \pm m$ , n=9)

Элемент	Группа I (контроль)	Группа II (дробина)	Группа III (барда)
Al	7,9 ± 1,5	7,1 ± 1,3	8,9 ± 0,5
Cd × 10 <sup>4</sup>	100 ± 10	80 ± 20	130 ± 20
Hg × 10 <sup>5</sup>	200 ± 16	200 ± 15	200 ± 12
Pb × 10 <sup>2</sup>	10,2 ± 2,9	11,5 ± 1,8	8,5 ± 1,7
Sn × 10 <sup>3</sup>	39 ± 1,4	45 ± 1,6*	21 ± 1,4*
Sr	7,85 ± 0,61	5,98 ± 1,43	9,24 ± 0,84

Примечание: \* – при  $P \leq 0,05$ , \*\* – при  $P \leq 0,01$ , \*\*\* – при  $P \leq 0,001$  по t-критерию при сравнении контрольной группой

При кормлении бардой (III группа) в конце периода откорма наблюдается небольшой рост уровня в шерсти алюминия и стронция, на фоне снижения свинца и олова. (табл. 2). При кормлении дробинкой (II группа) снизился уровень олова и стронция. Кадмий и ртуть оставались на неизменно низком уровне во всех группах.

Уровень кадмия остался неизменным (0,01 мг/кг), указывая на стабильное поступление и метаболизм этого токсичного металла. Концентрация ртути снизилась на 100%, практически исчезнув, что можно интерпретировать как минимальное воздействие данного элемента на животных по окончании откорма. Полученные данные позволяют сделать вывод о необходимости повышенного внимания к накоплению свинца и алюминия в рационах бычков, особенно при использовании кормовых добавок, таких как барда и дробина, для оценки их безопасности и влияния на качество продукции.

Таблица 2. Концентрация токсичных элементов в шерсти бычков в конце периода откорма, мг/кг ( $M \pm m$ , n=9)

Элемент	Группа I (контроль)	Группа II (дробина)	Группа III (барда)
Al	8,7 ± 3,1	8,1 ± 3,1	9,5 ± 2,2
Cd × 10 <sup>4</sup>	100 ± 1,0	100 ± 1,0	100 ± 1,4
Pb × 10 <sup>2</sup>	14,0 ± 2,3	14,0 ± 2,3	11,0 ± 4,9
Sn × 10 <sup>3</sup>	40 ± 1,5	20 ± 1,5*	20 ± 1,1 *
Sr	7,9 ± 1,7	6,6 ± 1,7	6,5 ± 1,2

Накопление токсичных элементов в крови у бычков зависит от уровня загрязнения кормов и окружающей среды, породы и возраста животных (Мирошников и др., 2017). Тяжелые металлы, такие как ртуть, свинец, кадмий, никель, хром и мышьяк, могут накапливаться в крови и органах крупного рогатого скота, вызывая токсическое воздействие через блокировку ферментов и окислительный стресс (табл. 3).

Введение в рацион дробины привело к выраженному снижению содержания свинца (на 58%) и кадмия (на 59%) в крови по сравнению с контролем, что, вероятно, обусловлено высоким содержанием в дробине клетчатки, макро- и микроэлементов, а также органических веществ, способствующих снижению абсорбции и ускоренному выведению данных элементов из организма. Барда, напротив, показала неоднозначное влияние: в опытной группе с бардой отмечено снижение уровня свинца (на 55%), но повышение содержания кадмия (на 51%) и особенно мышьяка (на 30%), что может быть связано с более высокой подвижностью или лёгкой абсорбцией некоторых форм токсичных элементов, присутствующих в исходном субстрате спиртового производства.

Таблица 3. Концентрация токсичных элементов в плазме крови, мкг/л ( $M \pm m$ , n=9)

Элементы	Группы		
	I (контроль)	II (дробина)	III (барда)
Pb	15,6±9,3	6,5±3,9	7,0±2,8
Cd	0,37±0,10	0,15±0,01*	0,56±0,34
As	21±8	4,5±0,9	27,9±10,2
Cr	284±55	419±82	198±35

Также отмечено выраженное снижение уровня хрома (на 30%), вероятно, обусловленное особенностями минерального состава барды, в которой избыток отдельных веществ может нарушать окислительно-восстановительный статус и конкурировать за транспорт с хромом. В целом, характер и степень изменений зависят от химического состава и наличия в побочных продуктах специфических компонентов, влияющих на связывание, распределение и выведение тяжелых металлов у крупного рогатого скота. Дробина, благодаря большому содержанию сорбентов и клетчатки, способствует снижению биодоступности токсикантов, а барда при определённых условиях может приводить и накоплению отдельных металлов в крови животных.

Накопление токсичных или условно токсичных элементов в организме целесообразно оценивать по их выделению с мочой. Возможны существенные изменения концентрации токсичных элементов и продуктов обмена азота, которые отражают влияние рациона и условий выращивания бычков на выведение токсинов с мочой. Показано, что токсичные элементы свинец

и кадмий могут накапливаться и метаболизироваться в организме, а уровень их выделения с мочой служит индикатором токсического воздействия (Ушаков, 2022).

Анализ двух балансовых оптов выявил существенные различия в концентрациях токсичных элементов в моче бычков, отражающие адаптационные процессы в метаболизме животных (рис.1).

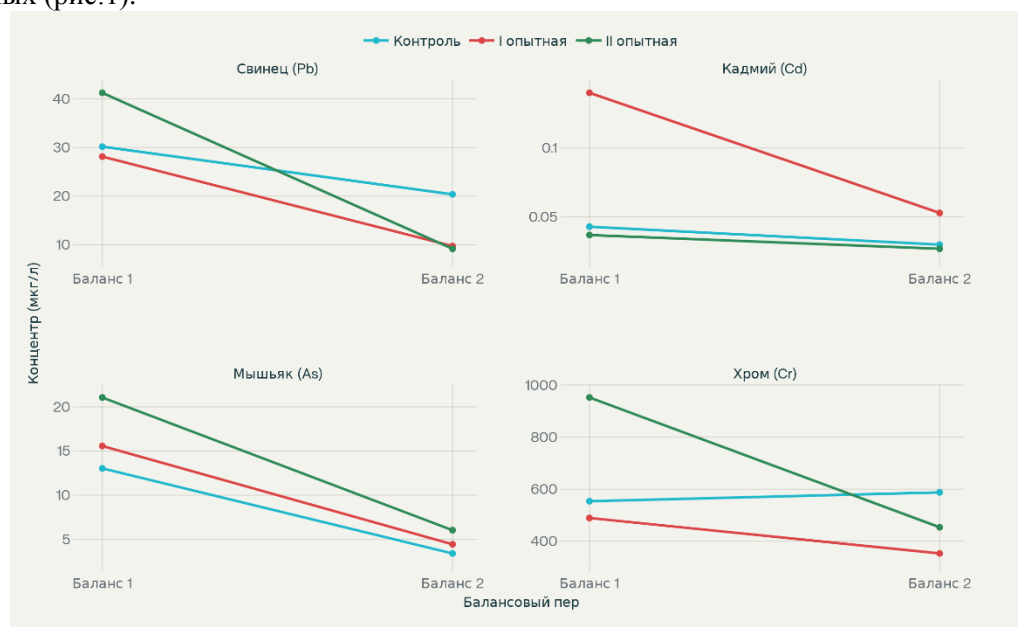


Рисунок 1. Концентрация токсических элементов в моче бычков, мкг/л

**Свинец.** Наиболее выраженное снижение экскреции свинца наблюдалось: во всех группах в периода откорма – в группе с дробинкой на 65% (28-10 мкг/л), а в группе с бардой на 78% (41-9 мкг/л). В середине опыта в группе с бардой выявлено повышение уровня свинца на 37% относительно контроля, однако к концу опыта экскреция свинца в обеих опытных группах существенно снизилась и была на 52–55% ниже контрольного уровня.

**Кадмий.** Содержание кадмия характеризовалось низкими абсолютными значениями, но выраженной индивидуальной вариативностью. В середине опыта группа с дробинкой продемонстрировала экстремально повышенные показатели (0,14 мкг/л, что в 3 раза выше контроля), однако к концу опытного периода произошло резкое снижение (0,053 мкг/л, т.е. на 62%). Группа с бардой показала стабильно низкие значения в обоих периодах без выраженной динамики.

**Мышьяк.** Во всех группах отмечено снижение экскреции мышьяка между балансовыми периодами (на 71-74%), однако во втором балансе в обеих опытных группах зафиксированы повышенные значения относительно контроля: в группе с дробинкой на 30% выше контроля, в группе с бардой на 77%. В первом балансе различия были ещё более выраженными, особенно для барды (+62% к контролю).

**Хром.** В опытных группах произошло снижение элемента в моче с дробинкой на 28% (489-353 мкг/л), с бардой на 52% (952-454 мкг/л). Наиболее показательным то, что в первом балансе в группе с бардой выявлено максимальное содержание хрома в моче среди всех показателей (952 мкг/л), что превысило контроль на 72%, но ко второму балансу это значение снизилось более чем в два раза.

Полученные данные свидетельствуют о включении адаптационных механизмов детоксикации организма бычков при длительном потреблении отходов спиртового и пивоваренного производства. Наиболее выраженная адаптация наблюдается в отношении

свинца, что может быть связано с индукцией синтеза металлотионеинов и других белков, связывающих тяжелые металлы. Высокие концентрации хрома и мышьяка в ранний период скормливания (первый баланс), особенно в группе с бардой, указывают на первоначальное увеличение абсорбции или экскреции этих элементов, с последующей стабилизацией и снижением во втором периоде (второй баланс).

Разная динамика концентрации элементов может быть связана с их различной биодоступностью, сдвигами в процессах всасывания в желудочно-кишечном тракте и выведения из организма. Мышьяк отличается стабильно повышенной экскрецией в опытных группах, что может указывать на его постоянное поступление из пивоваренных отходов и избыточное всасывание в пищеварительном тракте.

### **Заключение**

Сравнительное исследование элементного состава шерсти, крови и мочи у бычков при использовании в рационе сухой пивной дробины и спиртовой барды показало, что дробина способствует снижению накопления свинца и кадмия в организме животных, вероятно, за счёт высокого содержания сорбирующих веществ и клетчатки. Барда характеризуется более неоднозначным влиянием; она снижает концентрацию свинца, но может повышать уровень кадмия и мышьяка. Мониторинг у бычков содержания тяжёлых металлов в шерсти крови и моче может использоваться как индикатор экологической нагрузки и безопасности продуктов мясного животноводства при применении кормов из пивоваренных и спиртовых отходов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 124020200032-4 на 2023–2026 гг*

### **Список литературы**

1. Байбатыров Т.А., Оразов А.Ж., Тасбаева А.Е. Характеристика химических показателей пивной дробины для производства комбикормов. // Вестник Алматинского технологического университета. 2023. № 1. С. 161–166.
2. Вологина Ж.Ю. Физиологические особенности пищеварения бычков при скормливании природного цеолита Тузбекского месторождения и биотрина: автореф. дис..... к.б.н.: Троицк, 2004. 21 с.
3. Гурин В.К. и др. Сушеная барда в рационах бычков. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця: Вінницький національний аграрний університет, 2010. Вип. 4. С. 46–50.
4. Данильченко А.С., Сиюхов Х.Р., Короткова Т.Г., Хачатуров В.Н. Физико-химические показатели сырой пивной дробины. // Новые технологии (New technologies). 2020. Т. 16, № 6. С. 28–36.
5. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клеймёнов Н.И. (ред.) Нормы и рационы кормления с.-х. животных. М. : Агропромиздат, 2003. 456 с.
6. Кибкало Л.И., Грошевская Т.О., Гончарова Н.А., Сидорова Н.В., Ткачева Н.И. Исследование тяжелых металлов в мышечной ткани бычков. // Ветеринарная патология. 2013. № 2. С. 102–105.
7. Леснов А.П., Никитин С.И., Лазаревич А.Н. Современные биотехнологии переработки пивной дробины в высокобелковые экологически безопасные корма. // Природообустройство. 2011. Вип. 4. С 26-29.
8. Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Харламов А.В., Дускаев Г.К., Курилкина М.Я. Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий в организме молочного скота. // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4. С. 45-50.

9. Мирошников С.А., Лебедев С.В. Диапазон концентраций (референтные значения) химических элементов в теле животных. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6. С. 241-243.
10. Нарожных К.Н., Ефанова Ю.В., Короткевич О.С. Содержание кадмия в некоторых органах и ткани бычков герефордской породы. // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 138–142.
11. Ушаков А.С., Драганов И.Ф., Алексеева Л.В. Метаболический статус бычков, откармливаемых на барде, при разном уровне в рационе йода, кобальта и меди. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 4. С. 64-72.
12. Ушаков А.С. Ретенция и экскреция минеральных веществ у бычков при использовании различных источников протеина в комбикормах. // Ветеринария и зоотехния. 2022. Том 19, № 4. С. 81–83.
13. Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А., Мирошников А.М. Информативность биосубстратов при оценке элементного статуса сельскохозяйственных животных (обзор). // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4. С. 53-58.
14. Miroshnikov S., Kharlamov A., Zavyalov O., Frolov A., Duskaev G., Bolodurina I., Arapova O. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile. // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Vol. 14. nr 9. P. 632-636.
15. Pears J.W. Overview of mineral nutrition in cattle: the dairy and beef NRC. // Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville: University of Florida, 2002. P. 113-126.

#### References (for publications in Russian)

1. Baibaturov T.A., Orazov A.Zh., Tasbaeva A.E. [Characteristics of chemical indicators of brewer's grains for the production of compound feed]. Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta (Bulletin of the Almaty Technological University. 2023. 1: 161-166.
2. Danil'chenko A.S., Siyukhov Kh.R., Korotkova T.G., Khachaturov V.N. [Physicochemical indicators of raw brewer's grains]. Novye tekhnologii [New technologies]. 2020. 16(6): 28-36.
3. Gurin V.K. et al. [Dried barda in diet of gowing bulls]. Zbirnik naukovikh prats' Vinnits'kogo natsional'nogo agrarnogo universiteta (Proc. Vinnitsk Agrarian Univrsity). Vinnitsk, 2010. 4: 46–50.
4. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., SHCHeglov V.V., Kleimenov N.I. (Eds.) Normy i ratsiony kormleniya s.-kh. Zhivotnykh (Norms and rations for feeding agricultural animals). Moscow: Agropromizdat, 2003. 456 pp.
5. Kharlamov A.V., Frolov A.N., Zav'yalov O.A., Miroshnikov A.M. [Information content of biosubstrates in assessing the elemental status of farm animals: a review. Vestnik myasnogo skotovodstva (Bulletin of beef cattle hasbundry). 2014. 4: 53-58.
6. Kibkalo L.I., Groshevskaya T.O., Goncharova N.A., Sidorova N.V., Tkacheva N.I. [Study of heavy metals in muscle tissue of bulls]. Veterinarnaya patologiya (Veterinary pathology. 2013. 2.: 102–105.
7. Lesnov A.P., Nikitin S.I., Lazarevich A.N. [Modern biotechnologies for processing brewer's grains into high-protein, environmentally friendly feed]. Prirodoobustroistvo (Nature management). 2011. 4: 26-29.
8. Miroshnikov S.A., Zav'yalov O.A., Frolov A.N., Kharlamov A.V., Duskaev G.K., Kurilkina M.Ya. [Elemental composition of wool as a model for studying interelement interactions in the body of

- dairy cattle]. Vestnik myasnogo skotovodstva (Bulletin of beef cattle breeding). 2017. № 4. С. 45-50
9. Miroshnikov S.A., Lebedev S.V. [Concentration range (reference values) of chemical elements in the body of animals]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta (Bulletin of the Orenburg State University). 2009. 6: 241-243.
  10. Narozhnykh K.N., Efanova Yu.V., Korotkevich O.S. [Cadmium content in some organs and tissues of Hereford bulls]. Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University). 2014. 3: 138-142.
  11. Ushakov A.S., Draganov I.F., Alekseeva L.V. [Metabolic status of bulls fattened on distillers grains with different levels of iodine, cobalt and copper in the diet]. Problemy biologii produktivnykh zivotnykh (Productive animal biology). 2011. 4: 64-72.
  12. Ushakov A.S. [Retention and excretion of mineral substances in bulls when using various protein sources in compound feed]. Veterinariya i zootekhnika (Veterinary science and animal husbandry). 2022. 19(4): 81–83.
  13. Vologina Zh.Yu. Fiziologicheskie osobennosti pishchevareniya bychkov pri skarmlivanii prirodnogo tseolita Tuzbetskogo mestorozhdeniya i biotrina (Physiological features of digestion of gobies when feeding natural tseolite from the Tuzbek deposit and biotrin). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Biol., Troitsk, 2004. 21 pp.

UDC 636.2.54.033.087.24

**Assessment of toxic chemical element levels  
in bulls fattened on distiller's grains and brewer's grains**

Ushakov A.S.

*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition,  
branch of the Federal Research Center of Animal Husbandry, Ernst VIZh,  
Borovsk, Kaluga oblast, Russian Federation*

**ABSTRACT.** The use of secondary raw materials from the processing industry in young cattle diets plays an important role in strengthening the feed base and reducing the cost of livestock production. Distiller's gravy and brewer's spent grains are effective and cost-effective components of mixed feed for beef cattle, provided that toxic heavy metal levels in the diet are effectively controlled. The study was conducted using the group-period method on three groups of Holsteinized Black-and-White bulls (= 9). The control group received compound feed based on sunflower cake, the 1st experimental group received compound feed with the addition of dry brewer's grains, and the 2nd experimental group received compound feed based on dry distillery dregs. The experiment, lasting 90 days, was conducted on bulls with an initial live weight of 320 kg at the age of 10 months. The concentration of 6 toxic elements (heavy metals Al, Cd, Hg, Pb, Sn, Sr) in wool, blood and urine was analyzed using atomic emission spectrometry and inductively coupled argon plasma mass spectrometry. The analysis showed that the grains help to reduce the accumulation of lead and cadmium in the animal body, probably due to the high content of sorbents and fiber. The dregs are characterized by a more ambiguous effect; It reduces lead concentrations but can increase cadmium and arsenic levels. It was concluded that monitoring heavy metal levels in the fur and biological fluids of bulls can be used as an indicator of environmental impact and the safety of beef farming using feed made from brewery and distillery waste.

*Keywords: bulls, Black-and-White breed, fattening, essential elements, stillage, brewer's grains, toxic elements, heavy metals*

***Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology). 2026. 1: 103-111***

Поступило в редакцию: 20.01.2026

Получено после доработки: 06.03.2026

Сведения об авторах:

**Ушаков Александр Сергеевич**, к.б.н., с.н.с., asu2004@bk.ru