

УДК 636.03

DOI 10.51691/2541-8327_2023_3_1

***КРИТЕРИИ НОРМИРОВАНИЯ КАДМИЯ, СВИНЦА, РТУТИ И
МЫШЬЯКА В РАЦИОНАХ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ***

Епимахов В.Г.,

канд. биол. наук,

ВНИИ радиологии и агроэкологии,

Обнинск, Россия

Аннотация

В настоящее время для обеспечения производства безопасной продукции животноводства в качестве санитарно-гигиенических нормативов приняты временные нормативы допустимого содержания тяжёлых металлов в кормах.

Данная система нормирования имеет недостатки и подвергается критике. Цель статьи - обоснование применения максимально допустимых уровней поступления кадмия, свинца, ртути и мышьяка в организм жвачных животных с рационом. Описаны критерии нормирования и представлены результаты оценки максимально допустимых уровней для крупного рогатого скота и овец разных возрастных групп и хозяйственного использования. Нормативы могут быть рекомендованы для внедрения в практику сельскохозяйственных предприятий и личных подсобных хозяйств.

Ключевые слова: нормирование, критерий, рацион, тяжёлые металлы, крупный рогатый скот, овцы.

***CRITERIA FOR RATIONING CADMIUM, LEAD, MERCURY AND ARSENIC
IN RUMINANT DIETS***

Epimakhov V.G.,

PhD. biol. sciences,

Russian Institute of Radiology and Agroecology

Obninsk, Russia

Abstract

Currently, to ensure the production of safe livestock products, temporary standards for the allowable content of heavy metals in feed are accepted as hygienic standards. This rationing system has shortcomings and is criticized. The aim of the article is to substantiate the application of maximum permissible levels of cadmium, lead, mercury and arsenic in the diet of ruminants. The rationing criteria are described and the results of the evaluation of maximum permissible levels for cattle and sheep of different age groups and economic use are presented. The standards can be recommended for implementation in the practice of agricultural enterprises and private farms.

Keywords: rationing, criterion, diet, heavy metals, cattle, sheep.

Введение

В условиях техногенного загрязнения территорий химическими токсикантами, включая тяжёлые металлы (ТМ), выбор технологий содержания и кормления должен гарантировать отсутствие негативного влияния на организм жвачных животных и качество получаемых от них молока и мяса.

В настоящее время для обеспечения производства безопасной продукции животноводства в качестве санитарно-гигиенических нормативов установлены и утверждены временные допустимые уровни (ВДУ) содержания ТМ в кормах, которые рекомендуются при составлении рационов кормления продуктивных животных [1]. Принятая система давно подвергается справедливой критике, имеет недостатки и, по мнению многих исследователей, недостаточно проработана. Соблюдение соответствия содержания тяжёлых металлов в кормовых продуктах их установленным временным допустимым уровням не может в полной степени обеспечить или гарантировать получение экологически безопасной продукции [2].

Цель данной работы – обосновать применение максимально допустимых уровней (МДУ) поступления с рационом кадмия, свинца, ртути и мышьяка для жвачных животных разных возрастных групп и производственной направленности и обеспечения производства молока и мяса, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам [3]¹.

Задача – оценка МДУ для Cd, Pb, Hg и As, являющимися приоритетными загрязнителями окружающей среды с использованием различных критериев нормирования.

Материалы и методы исследования

Устранить слабые стороны применения ВДУ для кормов предлагается путём нормирования максимально допустимого уровня поступления ТМ с рационом в организм продуктивных животных. Преимущество данного подхода состоит в том, что, во-первых, аккумуляция тяжёлых металлов в организме и переход в производимую продукцию животноводства определяется суточным поступлением ТМ с рационом, зависит не только от концентрации экотоксикантов в кормах, но и от структуры рациона [4]. Во-вторых, превышение загрязнённости отдельного кормового продукта величины временного норматива не предполагает обязательного исключения его из рациона, если суммарное содержание или концентрация ТМ в рационе не превышает МДУ. В-третьих, значения МДУ, рассчитанные для типовых рационов кормления, которые соответствуют характерным природно-климатическим и экономическим условиям ведения животноводства, являются унифицированными.

¹ Допустимые уровни концентрации в мышечной ткани Pb, Cd, Hg и As составляют, соответственно, 0,5; 0,05; 0,03 и 0,1 мг/кг, в молоке - 0,1; 0,03; 0,005 и 0,05 мг/кг.

Для оценки МДУ использовались ранее разработанные модели оценки поступления Cd и Pb с рационом на качество и безопасность продукции животноводства [5]. С помощью моделей установлены закономерности формирования зависимостей «доза-эффект» при потреблении животными ТМ с рационом, которые оказались аналогичны и повторяют в целом базовые закономерности для изолированных органов и тканей [6]. Анализ формирования зависимостей «доза-эффект» показал, что имеет место нормальное и логнормальное распределение животных по изучаемым показателям “концентрация ТМ в мясе” и “концентрация ТМ в молоке”, что позволяет использовать модели для прогнозирования содержания ТМ в животноводческой продукции. Варьирование возможных значений модифицирующих факторов позволили нормировать и выполнить оценку МДУ содержания Cd и Pb в рационах животных.

Дальнейшее развитие методологии оценки МДУ содержания ТМ в рационах животных в зависимости от вида, возраста, технологии кормления и содержания, продуктивности заключалось в разработке и построении моделей перехода мышьяка и ртути из кормов в продукцию животноводства. Структура моделей совпадает со структурой моделей оценки поступления Cd и Pb с рационом и перехода в животноводческую продукцию. С использованием моделей выполнена оценка допустимых уровней содержания Hg и As в рационах кормления разных возрастных групп жвачных животных с учётом технологий содержания и кормления.

Результаты

Первоначально, оценка МДУ поступления Cd, Pb, Hg и As с рационом в организм жвачных животных выполнялась по показателю «содержание ТМ в рационе». Использование данного критерия нормирования предполагает строгое соблюдение содержания ТМ ниже расчётного значения МДУ в Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

зависимости от вида животных, возрастной группы, физиологического состояния и уровня продуктивности, что служит гарантией недопущения превышения санитарно-гигиенического норматива в животноводческой продукции (таблица 1).

В процессе проведения численных экспериментов были рассмотрены и другие критерии нормирования поступления Cd, Pb, Hg и As с рационом – «концентрация ТМ в рационе» и «поступление ТМ с рационом на 1 кг живой массы» (таблицы 2 и 3).

Таблица 1 - Оценка МДУ по критерию «содержание ТМ в рационе», мг/рацион

Животные		Cd	Pb	Hg	As
КРС					
Быки–производители. Живая масса, (кг)	800	18,0	40,6	10,1	13,4
	900	20,2	45,1	11,3	14,9
	1000	21,8	49,8	12,4	16,3
Коровы (вес ≈ 500 кг) Молочная продуктивность, (кг)	4000	17,7	36,5	6,0	8,2
	5000	18,6	39,7	6,1	8,4
	6000	19,8	42,0	6,2	8,6
Племенные бычки	<i>м</i>	10,4	9,8	2,2	3,0
	<i>с</i>	12,5	11,7	2,6	3,5
	<i>к</i>	13,7	12,8	2,9	3,9
Ремонтные телки	<i>м</i>	7,3	9,0	2,7	4,1
	<i>с</i>	9,8	11,6	3,5	5,1
	<i>к</i>	11,9	13,8	4,1	6,0
Молодняк, выращиваемый на мясо (молочных и молочно-мясных пород)	<i>с</i>	9,0	11,1	3,3	5,1
	<i>к</i>	10,8	12,9	3,8	6,0
Молодняк, выращиваемый на мясо (мясных пород)	<i>с</i>	12,1	14,1	4,0	6,2
	<i>к</i>	14,5	16,8	4,8	7,2
ОВЦЫ					
Бараны – производители Живая масса, (кг)	60	1,3	9,0	0,6	0,4
	80	1,6	11,9	0,8	0,5
	100	1,9	14,8	1,0	0,6
Овцематки. Живая масса, (кг)	50	1,1	7,4	0,5	0,3
	60	1,4	9,0	0,6	0,4
	70	1,7	10,6	0,7	0,5

Растущие ягнята	<i>м</i>	1,0	2,7	0,2	0,1
	<i>с</i>	1,2	3,3	0,3	0,2
	<i>к</i>	1,4	3,9	0,4	0,3

Примечание: м - мелкие; с – средние и к – крупные породы (здесь и ниже в таблицах 2 и 3)

Так же, как и для первого критерия, жёсткое следование требованиям не превышения МДУ, соответственно, концентрации ТМ в рационе (мг/кг) или поступления ТМ на 1 кг живой массы (мкг/кг живой массы) в процессе выращивания и содержания животных обеспечивает получение нормативно «чистой» животноводческой продукции (молока и мяса).

Таблица 2 - Оценка МДУ по критерию «концентрация ТМ в рационе» для КРС, мг/кг рациона

Животные		Cd	Pb	Hg	As
КРС					
Быки–производители. Живая масса, (кг)	<i>800</i>	1,24	2,25	0,53	0,68
	<i>900</i>	1,27	2,30	0,54	0,70
	<i>1000</i>	1,30	2,35	0,55	0,72
Коровы (вес ≈ 500 кг) Молочная продуктивность, (кг)	<i>4000</i>	0,52	0,84	0,13	0,17
	<i>5000</i>	0,49	0,78	0,11	0,15
	<i>6000</i>	0,46	0,74	0,10	0,14
Племенные бычки	<i>м</i>	0,57	0,60	0,15	0,20
	<i>с</i>	0,56	0,58	0,15	0,20
	<i>к</i>	0,55	0,56	0,15	0,20
Ремонтные телки	<i>м</i>	0,48	0,55	0,14	0,22
	<i>с</i>	0,47	0,54	0,14	0,21
	<i>к</i>	0,46	0,53	0,14	0,20
Молодняк, выращиваемый на мясо (молочных и молочно-мясных пород)	<i>с</i>	0,52	0,58	0,15	0,22
	<i>к</i>	0,52	0,58	0,15	0,22
Молодняк, выращиваемый на мясо (мясных пород)	<i>с</i>	0,54	0,59	0,14	0,22
	<i>к</i>	0,53	0,57	0,14	0,20
ОВЦЫ					
Бараны – производители Живая масса, (кг)	<i>60</i>	0,68	3,58	0,28	0,17
	<i>80</i>	0,72	3,90	0,29	0,18
	<i>100</i>	0,76	4,22	0,30	0,19
	<i>50</i>	0,43	2,18	0,16	0,09

Овцематки.	<i>60</i>	0,46	2,30	0,17	0,10
Живая масса, (кг)	<i>70</i>	0,49	2,42	0,18	0,11
	<i>м</i>	0,39	1,10	0,11	0,09
Растущие ягнята	<i>с</i>	0,37	1,00	0,10	0,08
	<i>к</i>	0,35	0,90	0,09	0,07

Представленные критерии нормирования не зависят друг от друга и не являются взаимозаменяемыми. Для подтверждения, в таблице 4 на примере Cd и выращивания ремонтных телок от 6 месяцев до 1,5 лет отражено графически характер изменения параметров: а) содержание ТМ в рационе(мг/рацион), б) концентрации ТМ в рационах (мг/кг рациона) и в) поступления ТМ в организм с рационами на 1 кг живой массы (мкг/кг живой массы) в зависимости от выбора - какой из параметров является критерием нормирования. Расчёты выполнены для животных средних пород с начальной живой массой 143-148 кг и до достижения к периоду случки массы тела 363-397 кг.

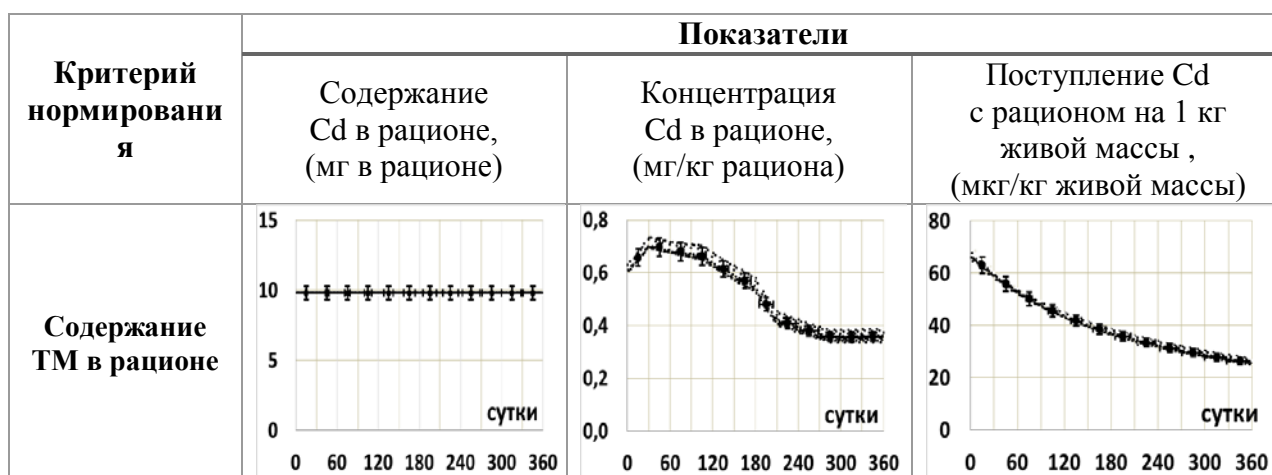
Таблица 3 - Оценка МДУ по критерию «поступление ТМ на 1 кг живой массы», мкг/кг живой массы в рационе

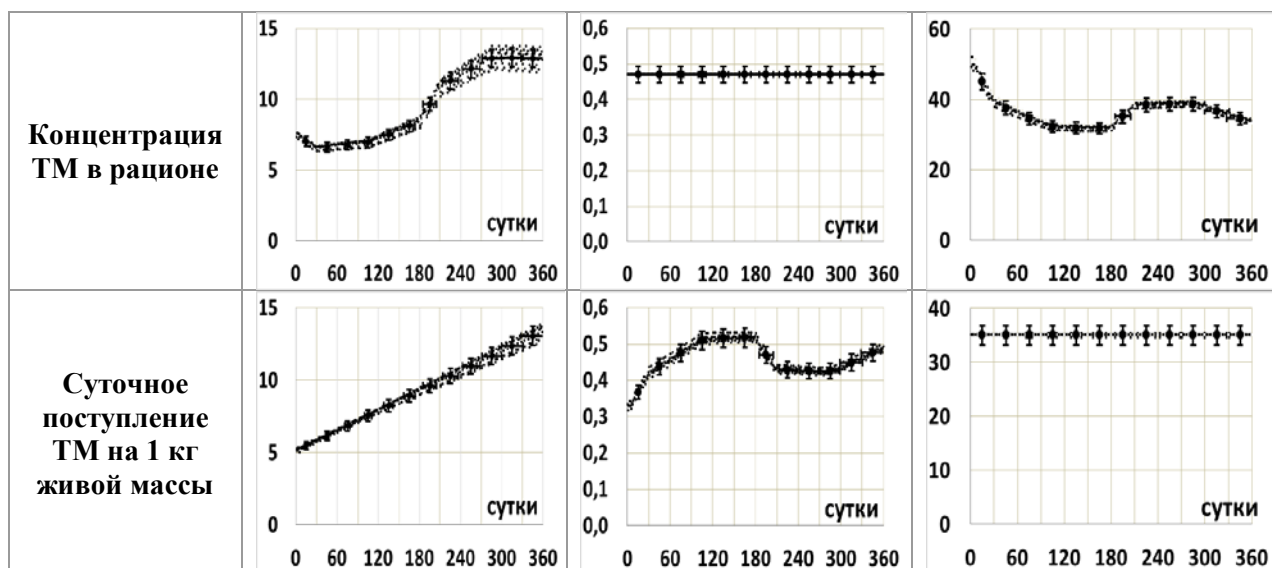
Животные		Cd	Pb	Hg	As
КРС					
Быки–производители. Живая масса, (кг)	<i>800</i>	22,0	50,5	12,5	17,0
	<i>900</i>	22,0	50,5	12,5	17,0
	<i>1000</i>	22,0	50,5	12,5	17,0
Коровы (вес ≈ 500 кг) Молочная продуктивность, (кг)	<i>4000</i>	37,0	76,5	13,0	18,0
	<i>5000</i>	38,5	80,0	13,1	18,3
	<i>6000</i>	40,0	83,5	13,2	18,6
Племенные бычки	<i>м</i>	43,5	45,0	12,0	17,5
	<i>с</i>	43,5	45,0	12,0	17,5
	<i>к</i>	43,5	45,0	12,0	17,5
Ремонтные телки	<i>м</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
	<i>с</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
	<i>к</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
Молодняк, выращиваемый на мясо (молочных и молочно-мясных пород)	<i>с</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
	<i>к</i>	35,5	41,0	11,5	17,0

Молодняк, выращиваемый на мясо (мясных пород)	<i>с</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
	<i>к</i>	35,5	41,0	11,5	17,0
ОВЦЫ					
Бараны – производители Живая масса, (кг)	<i>60</i>	19,5	152,5	10,8	6,7
	<i>80</i>	19,5	152,5	10,8	6,7
	<i>100</i>	19,5	152,5	10,8	6,7
Овцематки. Живая масса, (кг)	<i>50</i>	24,0	155,5	10,9	6,9
	<i>60</i>	24,0	155,5	10,9	6,9
	<i>70</i>	24,0	155,5	10,9	6,9
Растущие ягнята	<i>м</i>	28,0	106,5	11,0	8,5
	<i>с</i>	28,0	106,5	11,0	8,5
	<i>к</i>	28,0	106,5	11,0	8,5

Каждый из критериев нормирования имеет право на применение в хозяйствах со сложившейся техногенной обстановкой и выбор - какой из них использовать, предоставляется работникам зоотехнической службы, отвечающих за кормление и содержание животных. По мнению автора, наибольший интерес представляет критерий нормирования «поступление ТМ на 1 кг живой массы», поскольку не зависит от живой массы животных и породы (мелкой, средней или крупной).

Таблица 4 – Изменение показателей: «содержание Cd в рационе», «концентрация Cd в рационе» и «поступление Cd с рационом» в зависимости от выбора критерия нормирования





Необходимо добавить, что уровни поступления ТМ с рационами кормления, вызывающие патологические изменения в организме животных, существенно больше тех (200-300-кратное превышение), которые делают продукты животноводства непригодными для употребления человеком [7]. Поэтому применение любого критерия нормирования позволяет добиться не только обеспечения экологической безопасности продуктов питания, но и исключает проявление токсикологических эффектов, приводящих к ухудшению физиологического состояния, здоровья и снижению продуктивных качеств животных.

Выводы

Представленные критерии нормирования поступления ТМ с рационом и установленные значения МДУ Cd, Pb, Hg и As позволяют внести изменения и улучшить принятые технологии содержания и кормления животных. Нормативы поступления тяжёлых металлов с рационом в организм жвачных животных могут быть рекомендованы для внедрения в практику сельскохозяйственных предприятий и личных подсобных хозяйств, служить гарантией производства экологически безопасной, биологически полноценной

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

продукции и, следовательно, обеспечить защиту населения в условиях сложившейся техногенной обстановки.

Библиографический список

1. Побилат, А. Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А. Е. Побилат, Е. И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2021. – Т. 22, № 3. – С. 3-14. – DOI 10.19112/2413-6174-2021-22-3-3-14
2. Ильязов, Р. Г. Техногенез и агроэкофаера - проблемы продовольственной безопасности и пути их решения / Р. Г. Ильязов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 42-1. – С. 41-48.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. - М.: Минздрав России, 2002.
4. Боголюбова Н.В. Физиологические аспекты регулирования пищеварительных и обменных процессов в организме, повышения продуктивности жвачных животных путём использования кормовых добавок комплексного действия: дис. ... докт. биол. наук: 03.03.01, 06.02.08 / Боголюбова Надежда Владимировна. - Дубровицы, 2021.- 357 с.
5. Епимахов В. Г. Оценка максимально допустимых уровней содержания кадмия и свинца в рационах жвачных животных. Имитационное моделирование как альтернативный подход // Инновационное развитие науки: возможности, проблемы, перспективы: Монография [под ред. Пучковой В.В.]. – Москва: Изд-во "Перо", 2021. – 26 с. DOI 10.5281/zenodo.5704577
6. Куценко С.А. Основы токсикологии. - М.: Изд-во Фолиант, 2004. — 570 с.
7. Исамов, Н. Н. Избыток металлов в кормах – причина экологической опасности для сельскохозяйственных животных и продукции животноводства / Н.Н. Исамов // Российский химический журнал.-2005.-Т. XLIX. - №3 - С.83-85.

Оригинальность 92%