

УДК: 636.085.19

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2022.2.69

## АНАЛИЗ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОРМОВ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Калужная Т.В. - к.вет.н., доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Орлова  
Д.А. - к.вет.н., доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной меди-  
цины», г. Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** корма, токсичные элементы, свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, селен, ветеринарно-санитарная экспертиза, атомно-абсорбционная спектрометрия. **Keywords:** feed, toxic elements, plumbum, arsenic, cadmium, mercury, selenium, veterinary and sanitary examination, atomic absorption spectrometry.



### РЕФЕРАТ

В настоящее время одним из основных показателей, характеризующих безопасность кормов для продуктивных животных, является содержание в них токсичных элементов. Согласно требованиям МДУ № 123-4/281-8-87 «Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках» наибольшее ветеринарно-санитарное и токсикологическое значение представляют ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, селен. Опасность этих веществ заключается в способности аккумулироваться в организме животного и вызывать различные патологии, поражая мочевыделительную, кроветворную, пищеварительную и нервную системы, в целом задерживают рост и развитие сельскохозяйственных животных, снижают резистентность, продуктивность и увеличивают риск обнаружения токсикантов в сельскохозяйственной продукции животного происхождения.

Цель исследования заключалась в ветеринарно-санитарной оценке безопасности кормов растительного происхождения по содержанию ртути, мышьяка, селена, свинца и кадмия методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Материалами исследования служили 76 образцов различных кормов растительного происхождения для продуктивных животных: травяная мука, жмых льняной, овес, комбикорма растительные. Количество токсических элементов определяли, руководствуясь ГОСТ Р 55447-2013 и ГОСТ 31651-2012 с помощью атомно-абсорбционного спектрометра с зеемановской коррекцией неселективного поглощения «МГА-1000» (ГК «ЛЮМЭКС»).

В результате проведенных исследований установили, что во всех пробах кормов растительного происхождения для продуктивных животных количество содержания токсичных элементов не превышало максимально-допустимый уровень. Так, количество ртути в исследуемых пробах в среднем составило  $0,55 \pm 0,04$  мкг/кг, кадмия –  $0,86 \pm 0,04$

мкг/кг, свинца –  $0,29 \pm 0,01$  мкг/кг, мышьяка –  $0,24 \pm 0,01$  мкг/кг, селена –  $0,44 \pm 0,02$  мкг/кг. Установленные концентрации токсичных элементов не превышали 1,0 мг/кг и составляли менее 1,5 % от максимально допустимого уровня, что соответствует требованиям к токсикологической безопасности кормов для продуктивных животных.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время одним из основных показателей, характеризующих безопасность кормов для продуктивных животных, является содержание в нем токсичных элементов. Согласно требованиям МДУ № 123-4/281-8-87 «Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках» наибольшее ветеринарно-санитарное и токсикологическое значение из токсичных элементов представляют ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, селен, поэтому контроль кормов в первую очередь организуется за их содержанием. Опасность этих веществ заключается в способности аккумулироваться в организме животного и вызывать различные патологии, поражая мочевыделительную, кроветворную, пищеварительную и нервную системы, а такие элементы как кадмий и свинец обладают способностью замещать другие микроэлементы, например, кальций [1; 3; 5]. Избыточное поступление токсичных элементов в организм животных ведет к задержке роста и развития, снижению резистентности и продуктивности и увеличивает риск обнаружения токсикантов в сельскохозяйственной продукции животного происхождения, что нарушает критерии продовольственной безопасности [2, 4, 5].

Содержание токсичных элементов в готовых кормах, комбикормах для продуктивных животных зависит от содержания их в растительном сырье, используемом для производства готовой кормовой продукции. Основным путем поступления этих веществ в растительное сырье – через почву и воду аграрных территорий. При этом в условиях интенсивной техногенной нагрузки на агроферу источниками загрязнения сельхозугодий являются отходы предприятий тяжелой промышленности, тепло- и электростанций, по-

бочные продукты производств, полигоны твердых бытовых отходов, ядохимикаты, отходы транспорта [2; 4].

Цель исследования заключалась в ветеринарно-санитарной оценке безопасности кормов растительного происхождения по содержанию ртути, мышьяка, селена, свинца и кадмия методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проводились на базе учебно-исследовательского центра экспертизы пищевых продуктов и кормов для животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины». Материалами исследования служили образцы кормов растительного происхождения для продуктивных животных: травяная мука, жмых льняной, овес, комбикорма для свиней ( $n=76$ ).

Для исследования отбирали среднюю пробу от каждого образца продукта, выделяя из объединённой пробы с помощью ручного совка согласно ГОСТ 13496.0-2016 «Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб (с Поправкой)».

Количество токсичных элементов определяли, руководствуясь ГОСТ Р 55447-2013 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома, олова методом атомно-абсорбционной спектроскопии» и ГОСТ 31651-2012 «Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли селена методом атомно-абсорбционной спектрометрии (с Поправкой)» с помощью атомно-абсорбционного спектрометра с зеемановской коррекцией неселективного поглощения «МГА-1000» (ГК «ЛЮМЭКС») и полученные результаты сравнивали с максимально допустимым уровнем по МДУ № 123-4/281-8-87 «Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и гос-

**Таблица 1**

**Содержание токсичных элементов в образцах кормов растительного происхождения, мкг/кг ( $M \pm m$ ,  $n=76$ ).**

Наименование показателя	Травяная мука	Жмых льняной	Овес	Комбикорма
Ртуть (n=19)	0,56±0,04	0,62±0,03	0,55±0,03	0,46±0,04
Мышьяк (n=19)	0,31±0,02	0,24±0,01	0,21±0,01	0,20±0,01
Селен (n=19)	0,44±0,02	0,46±0,02	0,39±0,02	0,47±0,03
Свинец (n=19)	0,29±0,01	0,35±0,01	0,29±0,01	0,22±0,01
Кадмий (n=19)	0,90±0,04	0,78±0,03	0,93±0,05	0,83±0,02

сипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках».

Минерализацию проб проводили в СВЧ-минерализаторе «МИНОТАВР®-2» (ГК «ЛЮМЭКС») с помощью пероксида водорода и азотной кислоты (ПУ 12-2009 «Методические указания по проведению разрушения органических веществ в пробах природных, питьевых, сточных вод, почв, донных отложений, пищевых продуктов с использованием микроволновой системы «Минотавр-2»).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установили, что во всех пробах кормов растительного происхождения для продуктивных животных количество содержания токсичных элементов не превышало максимально-допустимый уровень. Так, количество ртути в исследуемых пробах в среднем составило 0,55±0,04 мкг/кг, наибольшие значения устанавливали в образцах льняного жмыха – 0,62±0,03 мкг/кг, наименьшие – в комбикормах для свиней – 0,46±0,04 мкг/кг. По содержанию кадмия среднее значение составило 0,86±0,04 мкг/кг, минимальные показатели определяли в образцах жмыха льняного 0,78±0,03 мкг/кг, максимальное значение – в овсе – 0,93±0,05 мкг/кг. Содержание свинца в кормовых продуктах в среднем составило 0,29±0,01 мкг/кг, минимум отмечали в комбикормах – 0,22±0,01 мкг/кг, максимум – в льняном

жмыхе – 0,35±0,01 мкг/кг. Количественное значение мышьяка в растительных кормах в среднем составляло 0,24±0,01 мкг/кг, при этом наименьшее значение определяли в комбикормах – 0,20±0,01 мкг/кг, наивысшее – в травяной муке – 0,31±0,02 мкг/кг. По содержанию селена среднее значение составило 0,44±0,02 мкг/кг, в различных видах корма существенной количественной динамики не наблюдалось: минимум приходился на овес – 0,39±0,02 мкг/кг, максимум отмечали в комбикормах – 0,47±0,03 мкг/кг (таблица 1).

Учитывая, что для различных видов кормов и кормового сырья установлены неодинаковые предельно допустимые значения, нами был проведен анализ полученных результатов относительно максимально-допустимого уровня, регламентированного МДУ № 123-4/281-8-87. Содержание токсичных элементов в травяной муке относительно МДУ составило: ртути – 1,12%, кадмия – 0,3%, свинца – 0,006%, мышьяка – 0,062%, селена – 0,044%. Данный показатель в пробах жмыха льняного, овса и комбикормов составил: ртуть – 1,24%; 0,55% и 0,46%; кадмий – 0,26%; 0,31% и 0,21%; свинец – 0,007%; 0,006% и 0,004%, мышьяк – 0,048%; 0,042% и 0,02%, селен – 0,046%; 0,078% и 0,047% соответственно (рис 1.).

Таким образом, анализируя результаты проведенных исследований, установ-

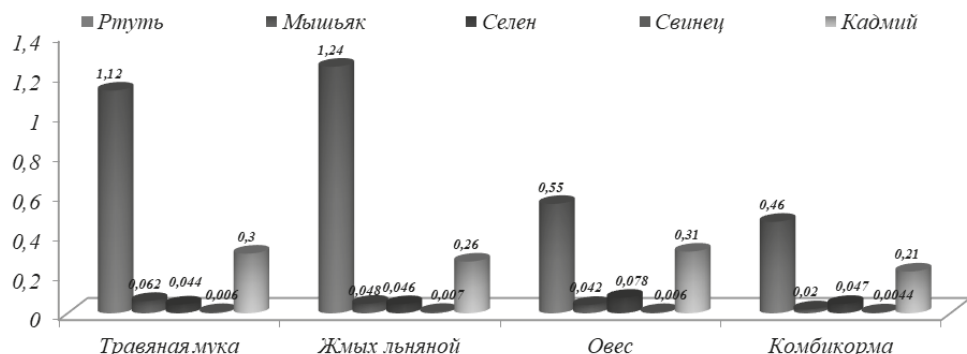


Рис. 1 – Содержание токсичных элементов в образцах кормов относительно МДВ, %

лено что, обнаруженные концентрации токсичных элементов не превышали 1,0 мг/кг и составляли менее 1,5 % от максимально допустимого уровня, что соответствует требованиям к токсикологической безопасности кормов для продуктивных животных.

#### ВЫВОДЫ

Определение токсичных элементов в кормах является неотъемлемой частью системы химико-токсикологического контроля кормов для продуктивных животных, особенно в условиях интенсивного развития животноводства и возрастающей антропогенной нагрузки. Регулярный мониторинг безопасности кормового сырья обеспечивает здоровье сельскохозяйственных животных и гарантирует получение безопасной животноводческой продукции.

**ANALYSIS OF TOXICOLOGICAL SAFETY OF FEED BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY.** Kal-yuzhnaya T.V.– PhD of Vet. Scie., Associate Professor; Orlova D.A. – PhD of Vet., Scie., Associate Professor (St. Petersburg State University of Veterinary Medicine).

#### ABSTRACT

Currently, one of the main indicators characterizing the safety of feed for productive animals is the content of toxic elements in them. According to the requirements of MDU No. 123-4 / 281-8-87 "Temporary maximum allowable level (MRL) of the con-

tent of certain chemical elements and gossypol in feed for farm animals and feed additives", mercury, cadmium, lead are of the highest veterinary, sanitary and toxicological significance, arsenic, selenium. The danger of these substances lies in the ability to accumulate in the body of an animal and cause various pathologies, affecting the urinary, hematopoietic, digestive and nervous systems, generally retard the growth and development of farm animals, reduce resistance, productivity and increase the risk of detecting toxicants in agricultural products of animal origin.

The purpose of the study was to assess the safety of plant foods for the content of mercury, arsenic, selenium, lead and cadmium using atomic absorption spectroscopy.

The study materials were 76 samples of various plant foods for productive animals: grass meal, linseed cake, oats, vegetable feed. The amount of toxic elements was determined according to GOST R 55447-2013 and GOST 31651-2012 using an MGA-1000 atomic absorption spectrometer with Zeeman correction of non-selective absorption (LUMEX Group of Companies).

As a result of the studies, it was found that in all samples of plant-derived feed for productive animals, the amount of toxic elements did not exceed the maximum allowable level. Thus, the amount of mercury in the studied samples averaged  $0.55 \pm 0.04$  mg/kg, cadmium -  $0.86 \pm 0.04$  mg/kg, lead -

0.29±0.01 mg/kg, arsenic - 0.24±0.01 mg/kg, selenium - 0.44±0.02 mg/kg. The established concentrations of toxic elements did not exceed 1.0 mg/kg and were less than 1.5% of the maximum allowable level, which meets the requirements for the toxicological safety of feed for productive animals.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:**

1. Атомно-эмиссионная спектрометрия и микроволновая минерализация как комплексный инструментальный подход для определения содержания свинца в растениях и продукции растениеводства / В. А. Литвинский, Е. А. Гришина, В. В. Носиков, Л. О. Сушкова // Плодородие. – 2018. – № 6(105). – С. 58-62. – DOI 10.25680/S19948603.2018.105.19.

2. Епифанова, И. Э. Поступление ртути, свинца и мышьяка с кормами и их накопление в организме крупного рогатого скота и овец / И. Э. Епифанова, В. Г. Епима-

хов // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 173-186. – DOI 10.33619/2414-2948/40/23.

3. Исследование биологической аккумуляции тяжелых металлов / Е. И. Алексеева, Н. А. Лушников, Т. Л. Лещук, Н. В. Шипунова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 1. – С. 41-47.

4. Казанцева, Е. С. Циркуляция тяжелых металлов в пищевых цепях и способы определения экологического баланса содержания тяжелых металлов / Е. С. Казанцева, М. Н. Смирнов // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 2-5.

5. Содержание тяжелых металлов в говядине в зависимости от биогеопровинций Якутии / Л. П. Корякина, Н. Н. Григорьева, А. И. Павлова [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 7. – С. 25-28. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-7-7.