



УДК 633.34:669.018.67(571.61)  
DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.185

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОТХОДАХ СОЕОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Карамушкина, канд. биол. наук, доцент, Ж.А. Димиденко, канд. биол. наук, доцент,  
С.И. Полина, студент 5 курса специальности «Ветеринария» ФГБОУ ВО  
«Дальневосточный государственный аграрный университет» г. Благовещенск

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, соевая шелуха, соевая солома, корма, Амурская область.

**Keywords:** Soybean husk, soybean straw, fodder, heavy metals, Amur region.



### РЕФЕРАТ

Амурская область является одним из основных аграрных районов Дальнего Востока. Основной сельскохозяйственной культурой на полях южной зоны Среднего Приамурья является соя. Отходы ее производства, такие как соевая солома и соевая шелуха наиболее часто используются животноводами в качестве грубых кормов, входящих в основной рацион. По результатам мониторинга содержания тяжелых металлов в отходах соевого производства в хозяйствах Южной зоны Амурской области можно отметить, что данные показатели не превышают предельно допустимых концентраций. Так же отмечается недостаточное содержание в соевой соломе и соевой шелухе таких элементов как медь и цинк, что необходимо учитывать при составлении рационов кормления сельскохозяйственных животных и вводить дополнительные минеральные добавки, для профилактики заболеваний обмена веществ.

### ВВЕДЕНИЕ

Для интенсификации агропромышленного производства используются дополнительные агрохимические методы, такие как применение минеральных удобрений и защелачивание почв. Внесение минеральных удобрений изменяет кислотно-щелочные показатели почвы и способствуют увеличению подвижных форм Zn, Pb, Co и других элементов [6].

Особенно актуальным является мониторинг загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) сельскохозяйственных районов, так как они являются основным производителем кормов и продукции растительного происхождения.

Тяжелые металлы имеют достаточно

длительный период разложения и выведения из почвы. Для некоторых элементов он достигает более 10 лет. За этот период ТМ аккумулируются в почве и переходят в растительную продукцию, а оттуда и в организм животных и человека в результате бионакопления.

Но нужно также отметить, что некоторые ТМ необходимы организму растений и животных, так как являются частью ферментативных систем, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.

При анализе содержания меди в растительной продукции необходимо учитывать, что в небольших количествах она положительно влияет на организм, так

как участвует в процессах поглощения и трансформации основных элементов питания. Особая роль принадлежит меди в фиксации атмосферного азота бобовыми растениями и в частности сои [9].

Цинк является для организма жизненно необходимым, так как участвует в обмене нуклеиновых кислот и углеводов, синтезе белка. В работе Стукачевой О.Н. говорится: «У жвачных усвоение цинка происходит на протяжении всего пищеварительного тракта. Но 30 до 60 % поступающего с пищей цинка всасывается в тонком кишечнике, в рубце обнаружено лишь 5-10 % растворимых форм цинка» [4].

Амурская область является одним из основных аграрных районов Дальнего Востока. Основной сельскохозяйственной культурой на полях южной зоны Среднего Приамурья является соя.

Отходы производства сои, такие как соевая солома и соевая шелуха составляют большую долю в рационе крупного рогатого скота и овец. Такой тип кормления наиболее часто прослеживается в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах, где доля соевых отходов составляет 60-70% от общего количества грубых кормов.

По данным исследователей соя обладает способностью аккумулировать в себе некоторые тяжелые металлы при определенных агрохимических показателях почвы, таких как повышенная кислотность, и содержания подвижных форм этих элементов [7].

В исследованиях Димиденко Ж.А. установлено, что «В сое, отобранной в 2004 г., превышение МДУ по кадмию составило 2 – 3 раза (0,70 – 0,90 мг/кг), такое повышенное содержание металла в растениях связано с количеством металла в почве. На этих полях в 2004 г отмечалось концентрация кадмия 0,39 – 0,43 мг/кг» [2].

Приведенные данные значительно устарели, так как характеризуют состояние почв и растительной продукции в Амурской области на 2001-2004 гг. На сегодняшний день вопрос содержания

тяжелых металлов в отходах соевого производства остается открытым.

Целью нашей работы является проведение мониторинга содержания тяжелых металлов в отходах соевого производства в хозяйствах южной зоны Амурской области.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования послужили такие отходы соевого производства как соевая солома и соевая шелуха. Пробы отходов соевого производства были отобраны в хозяйствах, посевные площади сои которых находятся в южной зоне Среднего Приамурья. К этой зоне относятся следующие районы: Тамбовский, Белогорский, Благовещенский и Ивановский. Всего в исследовании участвовало 9 хозяйств. В каждом хозяйстве отбор проб осуществлялся после заготовки сои, с площадки для хранения соевых отходов. Всего было отобрано 13 проб соевой соломы и 13 проб соевой шелухи. Пробы отбирались согласно методике [10].

Исследования проводились в лаборатории кафедры химии Дальневосточного ГАУ на приборе вольтампероанализатор «СТА-ЭЛЕМЕНТ» (Россия, г. Томск).

Методика определения тяжелых металлов включала в себя предварительную подготовку проб сырья путем минерализации с сочетанием «мокрого» и «сухого» озоления. Определение тяжелых металлов проводили методом инверсионной вольтамперометрии, на приборе комплекс вольтамперометрический СТА «Элемент».

Процесс электроосаждения Zn, Cd, Pb, Cu из раствора подготовленных проб проходил с использованием индикаторного ртутно-плёночного электрода (при потенциале электролиза, равном: -1,4 В), относительно хлорсеребряного электрода. Потенциалы максимумов регистрируемых анодных пиков (аналитических сигналов) на фоне муравьиной кислоты равны: Zn (-0,9 ± 0,1В); Cd (-0,6 ± 0,1В); Pb (-0,4 ± 0,1В); Cu (-0,05 ± 0,1В). Массовые концентрации элементов в пробах определяли по методу добавок аттестованных

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в отходах соевого производства, мг/кг (P=0,95)

№ п/п	Название района	Отходы соевого производства									
		Солома					Шелуха				
		Количество проб	Pb	Cu	Zn	Cd	Количество проб	Pb	Cu	Zn	Cd
1	Белогорский	3	3,29 ± 0,98	2,02 ± 0,67	13,50 ± 4,59	<0,01	3	2,64 ± 0,79	8,14 ± 2,69	10,05 ± 3,42	<0,01
2	Тамбовский	4	2,04 ± 0,61	3,07 ± 1,01	14,04 ± 4,78	<0,01	4	0,34 ± 0,10	3,12 ± 1,27	7,43 ± 2,53	<0,01
3	Ивановский	3	2,72 ± 0,76	2,86 ± 0,94	21,50 ± 7,31	<0,01	3	0,28 ± 0,08	1,86 ± 0,61	18,67 ± 6,34	<0,01
4	Благовещенский	3	2,04 ± 0,61	5,61 ± 1,85	40,43 ± 13,75	<0,01	3	0,76 ± 0,24	5,19 ± 1,71	44,49 ± 15,13	<0,01

смесей соответствующих элементов [10].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данные, полученные при исследовании проб соевой соломы и соевой шелухи на содержание тяжелых металлов, приведены в таблице 1.

При исследовании отходов соевого производства на содержание свинца можно отметить, что его концентрация на 1 кг пробы не превышает 3,29 мг, что на 35% ниже уровня предельно допустимой концентрации [11,12]. Количество свинца в вегетативных частях растения (соевая солома) составляет от 2,04 до 3,29 мг/кг, в то время как в соевой шелухе его количества в 6 раз ниже и составляет от 2,64 до 0,76 мг/кг.

Предельно допустимая концентрация

меди в грубых кормах составляет 30 мг/кг [11,12]. Анализируя данные таблицы можно отметить, что концентрация меди в соевых отходах значительно ниже предельно допустимой концентрации и составляет 1,86 – 8,14 мг/кг корма. Анализ содержания данного элемента в соломе и шелухе не выявил определенной закономерности.

Концентрация цинка в отходах соевого производства практически во всех районах Южной зоны Амурской области значительно ниже ПДК и составляет 7,43 – 21,50 мг/кг, за исключением хозяйств Благовещенского района, где этот показатель в соевой соломе составляет 40,43 и в соевой шелухе 44,49 мг/кг, что всего на 11% ниже уровня ПДК содержания цинка

в грубых кормах (50 мкг/кг) [11,12].

Содержание кадмия во всех полученных пробах было ничтожно малым и регистрировалось прибором как  $<0,01$  мг/кг, что говорит о его отсутствии или следах в соевых отходах.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в результате исследования отходов соевого производства данные показывают, что концентрация тяжёлых металлов не превышает предельно допустимых норм [11, 12]. Количество такого токсичного элемента как свинец составляет 3,29-2,04 мг/кг, а кадмия  $<0,01$  мг/кг. В исследованиях почвы на содержание этих элементов, проводимых ранее, отмечается что, «Содержание ТМ в валовой форме в исследуемых типах почв средней части Зейско-Буреинской равнины не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК). Однако содержание подвижных форм Pb, Zn, и Cu напротив превосходит этот уровень. Это свидетельствует о не совсем благополучной обстановке на исследуемой территории по концентрации указанных металлов. Отмечено, что превышение ПДК подвижной формы Cu достигает от 1,5 до 3,5 раз.» [1]. Такое противоречие можно объяснить не только давностью проведенных исследований, но и тем, что сезонно-мерзлотные почвы Среднеамурской равнины характеризуются высоким содержанием обменных оснований 19-27 мг-экв/100 г почвы. Это благоприятствует инактивации ТМ даже в условиях высокой техногенной нагрузки. По этой причине реакция почвенной среды не оказывает существенного влияния на подвижность ТМ в почве [8].

Повышенное содержание цинка в отходах соевого производства полученных в хозяйствах Благовещенского района объясняется расположением соевых полей вдоль основных автомобильных трасс.

Вывод. По результатам мониторинга содержания тяжелых металлов (свинца, меди, цинка и кадмия) в отходах соевого производства в хозяйствах Южной зоны Амурской области можно отметить, что данные показатели не превышают пре-

дельно допустимых концентраций, а следственно являются экологически безопасными и могут применяться в качестве кормов для сельскохозяйственных животных.

#### HEAVY METAL CONTENT IN SOYBEAN PRODUCTION WASTE IN THE SOUTHERN ZONES OF THE AMUR REGION.

S.V. Karamushkina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, J.A. Dimidenok, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, S.I. Polina, 5th year student of the specialty "Veterinary Medicine" of the Far Eastern State Agrarian University of Blagoveshchensk

#### ABSTRACT

The Amur region is one of the main agricultural areas of the Far East. The main agricultural crop in the fields of the southern zone of the Middle Priamurye is soybean. Soybean production waste, such as soybean straw and soybean husk, are most often used by livestock breeders as roughage in the main diet. According to the monitoring results of heavy metal content in soybean production waste in the farms of the southern zone of the Amur region, it can be noted that these indicators do not exceed the maximum allowable concentrations. There is also an insufficient content of such elements as copper and zinc in soybean straw and soybean husks, which must be taken into account when formulating diets for farm animal feeding and introduce additional mineral supplements to prevent metabolic diseases.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арнаутовский И. Д., Гусева С. А. Динамика содержания тяжелых металлов в основных типах почв, растительных кормах и продуктах животноводства по агроклиматическим зонам Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. №1. С. 44–50.
2. Димиденко Ж. А., Харина С. Г. Содержание тяжелых металлов в почвах и продукции растениеводства южной зоны Среднего Приамурья // Исследовано в России. 2005. Т. 8. С. 419.
3. Гаврилов Ю. А. Молекулы средней массы как маркер эндогенной интоксикации тяжелыми металлами // Агропромышлен-

- ный комплекс: проблемы и перспективы: материалы всероссийской научно-практической конф. (Благовещенск, 11 апреля 2018 г.). Благовещенск: Дальневосточный ГАУ. С. 11–14.
4. Стукачева О. Н. Метаболизм тяжелых металлов в организме лактирующих коров: дисс. .... канд. биологических наук : 03.00.13. / Стукачева Ольга Николаевна ; Нижний Новгород, 2003. – 180 с.
5. Воропаев В. Н., Пашкова О. М. Цинк в почвах и растениеводческой продукции стационарного опыта // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2009. №2. С. 31–35.
6. Абаев А. А., Мамиев Д. М., Тедеева А. А. Влияние минеральных удобрений на содержание тяжелых металлов под посевами сои // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 3 (91). С. 260–268.
7. Переволоцкая Т. В. Исследование миграции тяжелых металлов на примере картофеля (клубни) и сои (зерно) // Дневник науки. 2019. № 2 (26). С. 14.
8. Скоблина В. И. Накопление тяжелых металлов в семенах сои // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. 2002. № 3. С. 706.
9. Бурдуковский М. Л., Голов В. И. Накопление и вынос элементов питания и тяжелых металлов растением сои на почвах юга Дальнего Востока // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. №11. С. 94–100.
10. МУ 08-47/224 Зерно и продукты его переработки, корма, комбикорма, комбикормовое сырье и кормовые добавки. Инверсионно-вольтамперометрическая методика определения содержания токсичных элементов (цинка, кадмия, свинца и меди). – Томск: «ЮМХ», 2010. – 49 с.
11. СанПиН 2.1.7.573-96. 2.1.7. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Санитарные правила и нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 46).
12. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. (утв. Главным управлением ветеринарии Государственного агропромышленного комитета СССР 7 августа 1987 г.) № 123-4/281-8