Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Махаева Наталья Юрьевна
Должность: Проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Дата подписания: 05.07.2024 11:01:58
Уникальный программный ключ:
fa349ae3f25a15d13a09ef807187284ca1bf48e8

DOI: https://doi.org/10/21323/2618-9771-2021-4-3S-266-270
Поступила 07.06.2021
Поступила после рецензирования 30.07.2021
Принята в печать 25.08.2021

creative commons

https://www.fsjour.com/jour
Научная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сенченко М.А.
Ярославская Государственная Сельскохозяйственная Академия, Ярославль, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
тяжелые металлы, миграция, функциональные ингредиенты, макроэлементы, микроэлементы, почва

АННОТАЦИЯ
В России при производстве национальных напитков и продуктов питания используют сырье растительного происхождения. Многие участки для возделываемых культур расположены вблизи урбанизированных районов, нефтеперерабатывающих и машиностроительных заводов. Проблемы, связанные с усиленным использованием, сельскохозяйственных угодий отмечаются не только в России и приводят к загрязнению сырьевой базы для пищевой промышленности. Поэтому становится актуальным предварительное проведение оценки уровня содержания некоторых макро- и микроэлементов, тяжелых металлов в почвах – потенциальных участках для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства и дальнейшей её переработки при производстве органических продуктов и напитков. Исследование проведено в два этапа: 1-й этап в 2019 - 2020 годах, 2-й этап в 2020-2021 годах с применением комплексного подхода – сочетание современных экологических, биохимических и статистических методов. После изучения степени миграции тяжелых металлов и микроэлементов было определено содержание подвижных форм микроэлементов, тяжелых металлов, серы, фтора, железа и мышьяка на территории Ярославского района для выявления наименее загрязнённого участка. Результаты исследований почв западного района показал более высокие концентрации S сера, B, Cu, Mn, Co, Mo, Cr. Эти элементы имели низкую миграционную способность по результатам предыдущих исследований, при этом превышения предельно допустимых уровней не обнаружено; южного – As, Hg, Ni, Cd; северного – Zn, Fe, Pb. С учётом первого этапа исследований и изучения степени миграции разных макро и микроэлементов мы сделали вывод о том, как потенциальный участок для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства и дальнейшей её переработки при производстве органических продуктов и напитков. следует рассматривать западный район, в меньшей степени южный и вообще не размаривать северный.

БЛАГОДАРНОСТИ: Степановой Марине Вячеславовне – к.б.н., доцент кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза» Ярославской Государственной Сельскохозяйственной Академии

Received 07.06.2020
Accepted in revised 30.07.2021
Accepted for publication 25.08.2021

Available online at https://www.fsjour.com/jour
Original scientific paper

THE USE OF DATA ON MIGRATION OF HEAVY METALS AND MICROELEMENTS IN CREATION OF THE FOOD INDUSTRY RAW MATERIALS

Marina A. Senchenko
Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

KEY WORDS:
heavy metals, migration, functional ingredients, macronutrients, trace elements, soil

ABSTRACT
In Russia, in the production of national drinks and food products, raw materials of plant origin are used. Many crop plots are located near urbanized areas, oil refineries and engineering plants. Problems associated with the increased use of agricultural land are noted not only in Russia and lead to the pollution of the raw material base for the food industry. Therefore, it becomes relevant to preliminary assess the level of some macro- and microelements, heavy metals in soils - potential sites for growing vegetable agricultural products using organic technology and its further processing in the production of organic products and drinks. The study was carried out in two stages: 1st stage in 2019 - 2020, 2nd stage in 2020-2021 using an integrated approach - a combination of modern environmental, biochemical and statistical methods. After studying the degree of migration of heavy metals and trace elements, the content of mobile forms of trace elements, heavy metals, sulfur, fluorine, iron and arsenic in the Yaroslavl region was determined to identify the least polluted area. The results of studies of the soils of the western region showed higher concentrations of S sulfur, B, Cu, Mn, Co, Mo, Cr. These elements had a low migration capacity according to the results of previous studies, while the excess of the maximum permissible levels was not found; southern - As, Hg, Ni, Cd; northern - Zn, Fe, Pb. Taking into account the first stage of research and studying the degree of migration of various macro and microelements, we concluded that it is a potential site for growing plant agricultural products using organic technology and its further processing in the production of organic products and drinks. One should consider the western region, to a lesser extent the southern and generally not smear the northern one.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: **Сенченко, М.А.** (2021). Использование данных о миграции тяжелых металлов и микроэлементов при создании сырьевой базы пищевой промышленности. *Пищевые системы*, 4(3S), 266-270. https://doi.org/10.21323/2618–9771-2021-4-3S-266-270

FOR CITATION: **Senchenko, M.A.** (2021). Using data on the migration of heavy metals and microelements in the creation of a raw material base for the food industry. *Food systems*, 4(3S), 266-270. https://doi.org/10.21323/2618–9771-2021-4-3S-266-270

ACKNOWLEDGMENTS: Stepanova Marina Vyacheslavovna - candidate of biological sciences, associate professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of the Yaroslavl State Agricultural Academy.

1. Введение

С ростом техногенного воздействия на окружающую среду увеличилось содержание опасных соединений, в том числе и тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий, используемых для выращивания растениеводческой продукции, используемой в качестве сырья при производстве продуктов питания. Изучение вопросов накопления и миграции макро- и микроэлементов, тяжелых металлов давно привлекают как зарубежных, так и отечественных ученых, поэтому механизмы биогеохимического поведения в целом понятны. Миграционная способность тяжелых металлов из почвы в продукцию растительного происхождения зависит от их мобильности и токсичности для растений, свойств почвы, обуславливающих ее буферность и защитные возможности [1,2].

Подобные исследования по определению уровня содержания токсичных элементов в объектах ветеринарного надзора ведутся на Алтае, Урале, в Ивановской, Оренбургской и Самарской областях. В Ярославском регионе изучены особенности загрязнения атмосферного воздуха, воды, почвы поллютантами и способности их к аккумуляции в организме людей [3]. Но, недостаточно внимания уделяется эффектам антагонизма и синергизма элементов в условиях полиэлементного загрязнения окружающей среды, миграционной способности металлов, их кумуляции в продукции растительного происхождения.

Тяжелые металлы накапливаются в пищевой цепи и могут становиться токсичными для человека. В некоторых районах Ибадане (Нигерия) сообщали об опасных концентрациях Pb и Cd в листовых овощах, выращенных на этой территории. Исследования показали, что миграция прошла из воздуха в листья. Имеется и много других данных про различные источники загрязнения и их переход в некоторые овощные сельскохозяйственные культуры. Ученые оценивали уровень загрязнения участков и доказали непригодность выращенных на этих территориях овощей для производства диетических продуктов, в связи с повышенной концентрацией тяжелых металлов [4].

В России при производстве национальных напитков и продуктов питания используют сырье растительного происхождения. Многие участки для возделываемых культур расположены вблизи урбанизированных районов, нефтеперерабатывающих и машиностроительных заводов. Проблемы, связанные с усиленным использованием, сельскохозяйственных угодий отмечаются не только в России и приводят к загрязнению сырьевой базы для пищевой промышленности [5]. Поэтому становится актуальным учёт данных о способности к миграции различных макро- и микроэлементов, тяжелых металлов и предварительное проведение оценки уровня их содержания в почвах – потенциальных участках для выращивания сырьевой базы перерабатывающей промышленности.

Цель данного исследования – предварительное проведение оценки уровня содержания некоторых макро- и микроэлементов, тяжелых металлов в почвах – потенциальных участках для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства и дальнейшей её переработки при производстве органических продуктов и напитков.

2. Материалы и методы

Исследование было проведено в два этапа: 1-й этап в 2019 - 2020 годах, 2-й этап в 2020-2021 годах с применением комплексного подхода – сочетание современных экологических, биохимических и статистических методов.

1) При отборе проб с участков почв размер объединенной площадки имел размеры 5×5 м, глубина 0-10 см. Степень загрязнения почвы оценивали по содержанию валовых, водорастворимых и подвижных форм микроэлементов и токсичных тяжелых металлов. Оценку уровня химического загрязнения почв проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» № 3174-90 и ГН 2.1.7.020-94 по коэффициентам концентрации химических вещества, по отношению к региональному фоновому показателю и суммарному показателю загрязнения. Отбор проб растений и продукции переработки сырья растительного происхождения производили в соответствии с «Методическими рекомендациями по отбору проб пищевой продукции животного и растительного происхождения, кормов, кормовых добавок с целью лабораторного контроля их качества безопасности». Москва, 2009. Подготовку проб для определения содержания токсичных элементов (железо, медь, свинца, кадмия, мышьяка) проводили согласно ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов». Исследования проводили в соответствии с: ГОСТ 30178-96 «Сырье и пищевые продукты. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов», ГОСТ Р 51766-2001 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка», ГОСТ 26930-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка», ГОСТ 30711-2001 «Продукты пищевые». Исследования по определению тяжелых металлов (железо, медь, кадмий, свинец, цинк, мышьяк) проводили на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ-2АТ (ООО «КОРТЭК», Россия). Компонентами рецептуры традиционных безалкогольных напитков являлись: мяты перечной сухие листья (ООО «Фито-бот», Россия), сухая трава мелиссы (ООО «Здоровье», Россия), сухие листья смородины красной, смородины черной, малины (Хорст, Россия), свежий ревень, сахар-песок (АО «Сахарный комбинат «Отрожденский», Россия), вода, дрожжи (ООО «САФ-НЕВА», Россия). Для расчета рецептур был использован алгебраический метод. Для ускорения процесса расчета использовали метод обратной матрицы табличного процессора Microsoft Excel. В процессе исследования были изучены две модификации технологии производства кваса: технология с дополнительный операцией «вымачивание стеблей ревеня» и «настаивание стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов» и технология с дополнительной операцией «варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов». Технологические режимы термической и механической обработки растительного сырья были разработаны с целью наименьшего воздействия, вызывающего изменения составных частей сырья. Подготовка ревеня включала мойку, очистки от листьев, нарезка и вымачивание черешков. В зависимости от отдельной модификации технологии ревень и дополнительные ингредиенты либо настаивали в питьевой воде, либо подвергали термической обработке. Термическая обработка проводилась при температуре 85...90 °С в течении 10 минут. Полученный отвар охлаждали до комнатной температуры. Далее удаляли разварившиеся ревень и дополнительные ингредиенты фильтрованием. Для акти-

вации процесса брожения и придания определенных органолептических свойств вносили дрожжи и сахар-песок. По окончанию процесса брожения готовый квас подвергали фильтрованию и охлаждению до температуры 4…8 °С.

2) После изучения степени миграции тяжелых металлов и микроэлементов было определено содержание подвижных форм микроэлементов, таких как тяжелые металлы, сера, фтор, железо и мышьяк на территории Ярославского района. Целью второго этапа – выявления наименее загрязнённого потенциального участка для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства и дальнейшей её переработки при производстве органических продуктов и напитков. Для проведения исследований были отобраны образцы почв с западной (1), южной (2) и северной (3) части ярославского района. Стоит отметить, что все участки имели потенциальное загрязнение, носящее антропогенный характер: близость нефтеперерабатывающих заводов, шинного завода, завода резиновых технических изделий, завода по производству технического углерода, завода порошковых красок, моторного и лакокрасочного заводов.

3. Результаты и обсуждение

В соответствии с разработанной методикой исследование проводилось в два этапа.

Результаты 1-го этапа исследований.

По результатам проведенных исследований было установлено, что по величине среднего содержания в водной вытяжке почвы исследуемые элементы на всех рассмотренных территориях образуют следующий убывающий ряд (Таблица 1): железо > свинец > цинк > медь > мышьяк > кадмий. При исследовании загрязнения почвы микроэлементами и тяжелыми металлами на всех территориях превышения предельно допустимых концентраций не выявлено. Более высокие концентрации цинка, железа, кадмия, свинца и мышьяка выявлены в урбанизированной территории, а медь – в сельской территории.

Таблица 1

Суммарные показатели загрязнения почвы на исследуемых территориях

Тип населённого пункта	Расстояние от дороги, м	Коэффициенты концентрации МЭ и ТТМ						Суммарный показатель загрязнения
		Цинк	Железо	Медь	Кадмий	Свинец	Мышьяк	
Село	0–10	2,43	2,01	8,57	0,67	16,99	8,00	33,67
	10–50	1,63	1,52	4,71	5,57	1,61	7,00	17,04
	50–100	1,37	1,37	4,00	2,00	1,39	5,00	10,13
Город	0–10	3,94	4,95	4,79	4,99	38,66	76	127,33
	10–50	3,19	3,98	3,47	4,17	19,19	20	49,00
	50–100	1,70	3,01	2,94	1,76	4,40	12	20,81
Фоновый уровень		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Для проверки возможного взаимозависимого накопления металлов в почве был проведен корреляционный анализ (Таблица 2), в ходе которого выявлена сильная обратная связь между уровнем свинца и цинка, железа и меди, кадмия и свинца, мышьяка и железа (r = - 0,94; - 0,98; -0,77 и -0,99 соответственно; p<0,05), сильная прямая связь – между кадмием и цинком, мышьяком и медью (r = 0,92 и 0,997 соответственно; p<0,05), что подтверждает данные литературы о взаимосвязанном накоплении в среде этих микроэлементов.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между уровнем накопления элементов в почве

Элемент	Цинк	Медь	Свинец	Кадмий	Железо	Мышьяк
Цинк		0,0491	-0,9425*	0,9179*	0,1407	-0,0190
Медь	0,0491		0,1902	0,4416	-0,9794*	0,9974*
Свинец	-0,9425*	0,1902		-0,7709*	-0,3592	0,2548
Кадмий	0,9179*	0,4411	-0,7709*		-0,2633	0,3785
Железо	0,1407	-0,9794*	-0,3592	-0,2633		-0,9887*
Мышьяк	-0,0190	0,9974*	0,2548	0,3785	-0,9885*	

При анализе перехода и особенностей аккумуляции микроэлементов в системе почва - растение, установлена достоверная сильная связь между уровнем Pb, Cd в почве и растении (r=0,81 и 0,71; соответственно). В ходе исследования нами была обнаружена симбатность между содержанием микроэлементов в почвенном покрове и в ревене: достоверная очень сильная, близкая к функциональной, прямая связь между уровнем Zn, Pb и Cu (r=0,97; 0,90 и 0,67 соответственно; при p<0,05). При изучении межсредового перехода микроэлементов из почвы в растения установлена достоверно значимая прямая слабая связь только для Cu (r=0,31), Zn (r=0,33) и Pb (r=0,35). В системе «сырье – продукция» установлено наличие достоверной симбатности между уровнем металла в квасе и концентрацией в овощных культурах в отношении Zn (r=0,32), Cu (r=0,46) и Cd (r=0,38). Других достоверно значимых связей не установлено. Это говорит о синергизме микроэлементов, поступающих из объекта окружающей среды, и накапливающихся в живых объектах и передающихся по цепям питания. Уровень меди и свинца в почвах, отобранных на территориях сельской местности, достоверно выше, чем в почвенном покрове города. Концентрация кадмия и цинка выше на урбанизированной территории. В почвах сельской и урбанизированной территорий по сравнению с фоновыми уровнями достоверно выше концентрация всех исследованных металлов. Это свидетельствует о том, что загрязнения почв связано не только с природным содержанием элементов, но и с загрязнением, носящим антропогенный характер. В ходе исследований выявлена симбатность между содержанием элементов в среде, сырье и продукции переработки (Таблица 3), что подтверждает способность микроэлементов и тяжелых металлов накапливаться и мигрировать по биологическим цепям в водорастворимой форме [2].

Таблица 3

Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в исследуемых объектах, мг/кг

Объект исследования	Концентрация					
	Цинк M±δ	Медь M±δ	Железо M±δ	Кадмий M±δ	Свинец M±δ	Мышьяк M±δ
Почва	0,0031±0,0004	0,004±0,0005	0,2664±0,0002	0,0016±0,0003	0,0781±0,0048	0,0005±0,0001
Растение	21,1148±0,6831	2,1874±0,0654	25,8752±3,8308	0,0049±0,0001	0,0012±0,0001	0,0203±0,0001
Квас	0,1433±0,0312	0,1263±0,0091	1,0333±0,0432	0,0023±0,0002	0,0192±0,0032	0,0009±0,0001

Результаты токсикологического исследования кваса представлено в Таблице 4. Анализ миграционной способности элементов в системе «почва – растение – продукция растительного происхождения» показал наличие плохой миграционной способности для цинка и железа. Результаты определения тяжелых металлов и микроэлементов в квасе, произведенном по двум технологиям (I – технология с дополнительный операцией «вымачивание стеблей ревеня» и «настаивание стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов» и II – технология с дополнительной операцией «варка стеблей ревеня и дополнительных ингредиентов») показали, что II-я технология способствовала наибольшей экстракции макро- и микроэлементов в готовый напиток. Использование растительного сырья, произведенного по технологии органического производства и разработанной технологии переработки растительного сырья, способствуют наименьшему воздействию на его составные части, увеличению содержания макро- и микроэлементов. При этом содержание токсичных элементов остается в пределах действующих нормативных документов. Превышения предельно допустимых норм не выявлено. Технология, включающая дополнительную операцию варка, обеспечила наибольшую экстракцию макро- и микроэлементов из ревеня в квас.

Таблица 4.

Результаты токсикологического исследования кваса

Металл	«Концентрация»		Допустимая концентрация
	Технология № I	Технология № II	
Свинец	менее 0,02 мг/кг	менее 0,02 мг/кг	< 0,3 мг/кг
Мышьяк	менее 0,001 мг/кг	менее 0,001 мг/кг	< 0,1 мг/кг
Кадмий	менее 0,005 мг/кг	менее 0,005 мг/кг	< 0,03 мг/кг
Ртуть	менее 0,0002 мг/кг	менее 0,0002 мг/кг	< 0,005 мг/кг

Использование растительного сырья, произведенного по технологии органического производства и разработанной технологии переработки растительного сырья, способствуют наименьшему воздействию на его составные части, увеличению содержания макро- и микроэлементов. При этом содержание токсичных элементов остается в пределах действующих нормативных документов. Превышения предельно допустимых норм не выявлено. Технология, включающая дополнительную операцию варки, обеспечила наибольшую экстракцию макро- и микроэлементов из ревеня.

Результаты 2-го этапа исследований.

Результаты определения содержания подвижных форм микроэлементов, тяжелых металлов, серы, фтора, железа и мышьяка на трёх участках Ярославского района (потенциальных участков для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства и дальнейшей её переработки при производстве органических продуктов и напитков) представлены в Таблице 5.

Таблица 5

Результаты определения содержания подвижных форм микроэлементов, тяжелых металлов, серы, фтора, железа и мышьяка на трёх участках Ярославского района

Район	Подвижные формы, мг/кг почвы															
	S	B	Cu	Zn	Mn	Co	Mo	Fe	ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH - 4,8							
									As	Cu	Zn	Hg	Cr	Ni	Pb	Cd
1	7,12	1,29	4,11	0,71	38	0,67	0,15	55	0,7	0,26	1,39	0,006	6,79	2,07	0,61	0,09
2	2,41	1,20	2,79	0,99	31	0,45	0,1	109	2,6	0,11	1,89	0,017	5,11	2,53	0,35	0,11
3	2,62	0,33	2,32	18,4	30	0,31	0,11	212	0,6	0,09	17,5	0,013	2,09	0,91	0,81	0,09

Результаты исследований почв западной части ярославского района показал более высокие концентрации серы (S), бора (B), меди (Cu), марганца (Mn), кобальта (Co), молибдена (Mo), хрома (Cr). Эти элементы имели низкую миграционную способность по результатам предыдущих исследований, при этом превышения предельно допустимых уровней не обнаружена. При исследовании южной части более высокие концентрации были у мышьяка (As), ртути (Hg), никеля (Ni), кадмия (Cd); северной – цинка (Zn), железа (Fe), свинца (Pb).

Полученные нами результаты согласуются с результатом Sola et al. [4], которые изучали загрязнение тяжелыми металлами различных трав в городских и пригородных центрах Нигерии. Zubero Oleagoitia et al. [6] так же отмечали более высокие уровни кадмия (Cd) и свинца (Pb) у постоянного населения в городских районах, вызванное постоянным потреблением продукции растениеводства, выращенной в загрязнённых городских районах. Выводы Sola et al. [4], о том, что концентрация свинца в тканях растений линейно и достоверно увеличивалась с увеличением его концентрации в почвах при изучении загрязнение тяжелыми металлами различных трав в городских и пригородных центрах, подтверждают полученные нами результаты. Результаты исследований Sola et al. [4] и Salama [7] так же подтверждают значимость осаждения тяжелых металлов из воздуха.

4. Выводы

Результаты исследований почв заподной части ярославского района показал более высокие концентрации серы (S), бора (B), меди (Cu), марганца (Mn), кобальта (Co), молибдена (Mo), хрома (Cr). При исследовании южной части более высокие концентрации были у мышьяка (As), ртути (Hg), никеля (Ni), кадмия (Cd); северной – цинка (Zn), железа (Fe), свинца (Pb). При этом превышения предельно допустимых уровней не обнаружена.

С учётом первого этапа исследований и изучения степени миграции разных макро- и микроэлементов, мы сделали вывод о том, что западную часть ярославского района следует рассматривать, как потенциальный участок для выращивания растительной сельскохозяйственной продукции по технологии органического производства продуктов и напитков. Было определено, что южная часть наименее соответствует требованиям органического производства, в то время как северная часть вовсе не подходит для данных целей, так как имеет более высокие концентрации тяжелых металлов, имеющих повышенную способность к миграции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакаева, Е.А. (2016). Влияние экологических факторов на микроэлементный статус новорожденных и детей дошкольного возраста в условиях Европейского севера и средней полосы России. Автореф. дис. канд. биол. наук. Нижний Новгород, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. -22 с.
2. Сенченко, М.А., Степанова, М.В. (2021). Тяжелые металлы и микроэлементы в системе «почва-растение-продукт переработки растения». *Вестник АПК Верхневолжья*, 1(53), 13-18. http://doi.org/10.35694/YARCX.2021.53.1.002
3. Степанова, М.В. (2012). Содержание некоторых микроэлементов и токсичных тяжелых металлов в окружающей среде и биосубстратах детей - дошкольников на сельских и промышленных территориях (на примере Ярославской области). Автореф. дис. канд. биол. наук. Оренбург, Оренбургская государственная медицинская академия. – 23 с.
4. Sola, O., Awodoyin, R. O., Opadeji, T. (2003). Urban agricultural production: Heavy metal contamination of amaranthus cruentus L. grown on domestic refuse landfill soils in Ibadan, Nigeria. Emirates *Journal of Food and Agriculture*, 15(2), 87-94. http://doi.org/10.9755/ejfa.v15i2.5009
5. Turner, M.A. (1973). Effect of Cadmium treatment on Cadmium and Zinc uptake by selected vegetable species. *Journal of Environmental Quality*, 2, 118-119. https://doi.org/10.2134/jeq1973.00472425000200010020x
6. Zubero Oleagoitia, M. B., Aurrekoetxea Agirre, J. J., Ibarluzea Maurolagoitia, J. M., Arenaza Amezaga, M. J., Basterretxea Irurzun, M., Rodríguez Andrés, C. et al. (2008). Heavy metals (Pb, Cd, Cr and Hg) in the general adult population near an urban waste treatment plant in Biscay, Spain, in 2006. [Metales pesados (Pb, Cd, Cr y Hg) en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de residuos urbanos de Bizkaia] *Revista Espanola De Salud Publica*, 82(5), 481-492. https://doi.org/10.1590/s1135-57272008000500004 (In Spanish)
7. Salama, A. K., Radwan, M. A. (2005). Heavy metals (Cd,Pb) and trace elements (Cu,Zn) contents in some foodstuffs from the Egyptian market. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 17(1), 34-42. http://doi.org/10.9755/ejfa.v12i1.5046

REFERENCES

1. Bakayeva, E.A. (2016). Impact of Environmental Factors on Microelement Status of Newborns and Children of Pre-School Age Under Conditions of the European North and the Central Russia. Author's abstract of the dissertation for the scientific degree of Candidate of Biological Sciences. Nizhny Novgorod: National Research Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, 22 p. (In Russian)
2. Senchenko, M.A., Stepanova, M.V. (2021). Heavy metals and microelements in the «Soil-plant-plant-processed product» system. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*, 1(53), 13-18. http://doi.org/10.35694/YARCX.2021.53.1.002 (In Russian)
3. Stepanova, M.V. (2012). The content of trace elements and toxic heavy metals in the environment and biosubstrates of preschoolers in some industrial areas (for example, the Yaroslavl region). Author's abstract of the dissertation for the scientific degree of Candidate of Biological Sciences. Orenburg: Orenburg state honey. acad., 23 p. (In Russian)
4. Sola, O., Awodoyin, R. O., Opadeji, T. (2003). Urban agricultural production: Heavy metal contamination of amaranthus cruentus L. grown on domestic refuse landfill soils in Ibadan, Nigeria. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 15(2), 87-94. http://doi.org/10.9755/ejfa.v15i2.5009
5. Turner, M.A. (1973). Effect of Cadmium treatment on Cadmium and Zinc uptake by selected vegetable species. *Journal of Environmental Quality*, 2, 118-119. https://doi.org/10.2134/jeq1973.00472425000200010020x
6. Zubero Oleagoitia, M. B., Aurrekoetxea Agirre, J. J., Ibarluzea Maurolagoitia, J. M., Arenaza Amezaga, M. J., Basterretxea Irurzun, M., Rodríguez Andrés, C. et al. (2008). Heavy metals (Pb, Cd, Cr and Hg) in the general adult population near an urban waste treatment plant in Biscay, Spain, in 2006. [Metales pesados (Pb, Cd, Cr y Hg) en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de residuos urbanos de Bizkaia] *Revista Espanola De Salud Publica*, 82(5), 481-492. https://doi.org/10.1590/s1135-57272008000500004 (In Spanish)
7. Salama, A. K., Radwan, M. A. (2005). Heavy metals (Cd,Pb) and trace elements (Cu,Zn) contents in some foodstuffs from the Egyptian market. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 17(1), 34-42. http://doi.org/10.9755/ejfa.v12i1.5046

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	**Affiliation**
Сенченко Марина Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Ярославская Государственная Сельскохозяйственная Академия 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. Тел.: +7-910-975-19-28 E-mail: senchenko@yarcx.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1659-3037	**Marina A. Senchenko –** candidate of agricultural sciences, head of the department «Technology of production and processing of agricultural products», Yaroslavl State Agricultural Academy 58, Tutaevskoe highway, 150042, Yaroslavl, Russia Tel.: +7-910-975-19-28 E-mail: senchenko@yarcx.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1659-3037
Критерии авторства	**Contribution**
Автор самостоятельно подготовил статью и несет ответственность за плагиат	Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism
Конфликт интересов	**Conflict of interest**
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов	The author declare no conflict of interest