

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАХОТНЫХ ПОЧВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Красницкий, д.с.-х.н., А.Г. Шмидт, О.А. Матвейчик, ФГБУ «ЦАС «Омский»

На основе проведения многолетних эколого-токсикологических обследований природно-сельскохозяйственных зон Омской области охарактеризовано агроэкологическое состояние пахотных почв области и исследованы изменения содержания поллютантов в них. Проанализирована динамика изменения валовых и подвижных форм тяжелых металлов, остаточных пестицидов и радиологических показателей за пятилетний период. Подведены итоги многолетних наблюдений за изменением экологически качественного состояния почв земель сельскохозяйственного назначения и оценены возможности получения безопасной сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: мониторинг, обследование, почва, реперные участки, поллютанты, тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.13

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения - основные условия стабильного развития агропромышленного комплекса России.

При ведении современного земледелия не всегда учитываются законы развития экосистем, особенно в связи с ростом техногенного загрязнения и использования природных ресурсов. В свою очередь, изменение компонентов биосферы в результате различного антропогенного воздействия влияет на экологическую ситуацию поверхностного слоя литосферы (почва) и определяет ее продуктивность.

В последние годы во многих регионах Российской Федерации увеличились темпы деградации почв, тенденция к существенному накоплению поллютантов (элементов-загрязнителей) в почвах сельскохозяйственных угодий в связи с интенсификацией процессов антропогенного воздействия. Проблема повышения содержания эколого-токсикологических показателей (содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов) почв в условиях нарастающего загрязнения окружающей среды требует пристального внимания агропромышленного комплекса и вызывает тревогу за будущее экологическое состояние, в том числе земельных ресурсов сельскохозяйственного использования. В связи с этим повышается роль проведения агроэкологического обследования, которое предполагает систему регулярных наблюдений за состоянием агросистемы почва – растение – вода при хозяйственной деятельности и техногенном загрязнении [7, 8].

Агроэкологическое обследование земель остается одним из главных оценочных показателей как положительных, так и отрицательных воздействий антропогенного характера. Одним из составляющих агроэкологического обследования является локальный мониторинг на реперных участках, представляющий собой систему наблюдений за состоянием сельскохозяйственных угодий для своевременного выявления и прогнозирования изменений плодородия почвы, предупреждения и устранения негативных процессов, происходящих в окружающей среде под воздействием природных и антропогенных факторов [6].

Методика. Исследования проводили в 2012-2016 гг. Объект исследований - почвы земель сельскохозяйственного назначения на опытных полях реперных участках.

Делая акцент на сложности природно-климатических условий и почвенного покрова при выборе места рас-

положения реперных участков, учитывали рельеф и геоморфологию, агроклиматические условия и увлажненность территории, состав сельскохозяйственных угодий, бонитет почвы, наличие техногенных загрязнителей.

Необходимые исследования проводят на следующих типах и подтипах почв:

северная зона – светло-серая лесная, дерново-подзолистая, болотно-низинная, луговая;

северная лесостепь – черноземы обыкновенный, выщелоченный, темно-серая лесная, светло-серая лесная, солонец средний и глубокий;

южная лесостепь – чернозем обыкновенный, лугово-черноземная, лугово-черноземная солонцеватая, солонец глубокий;

степная зона – чернозем обыкновенный и южный, лугово-черноземная [9].

Подвижные формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Cr) в пахотном горизонте определяли атомно-абсорбционным методом (вытяжка – ацетатно-аммиачный буфер pH 4,8), валовые формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Cr) – тем же методом, в качестве экстрагента применяли азотную кислоту с концентрацией 1:1, ртуть (Hg) – методом беспламенной атомной абсорбции, мышьяк (As) – фотометрическим методом определения сурьмяно-мышьяково – молибденовой сини. Для определения содержания в почве остаточных пестицидов использовали газожидкостную хроматографию. Радиоактивные химические элементы почвенных образцов определяли с помощью радиометра – спектрометра универсального СКС – 99 «Спутник».

Результаты и их обсуждение. Многолетние наблюдения и учет за состоянием пахотных земель реперных участков во всех зонах Омской области позволили собрать и выявить информационную ситуацию о содержании эколого-токсикологических показателей в почвах. К эколого-токсикологическим показателям относятся широкий спектр поллютантов, основными источниками которых являются: твердые отходы промышленности, промышленные атмосферные выбросы, выбросы автотранспорта, электростанций, сточные воды, превышение доз агрохимических средств для сельского хозяйства и др. [3].

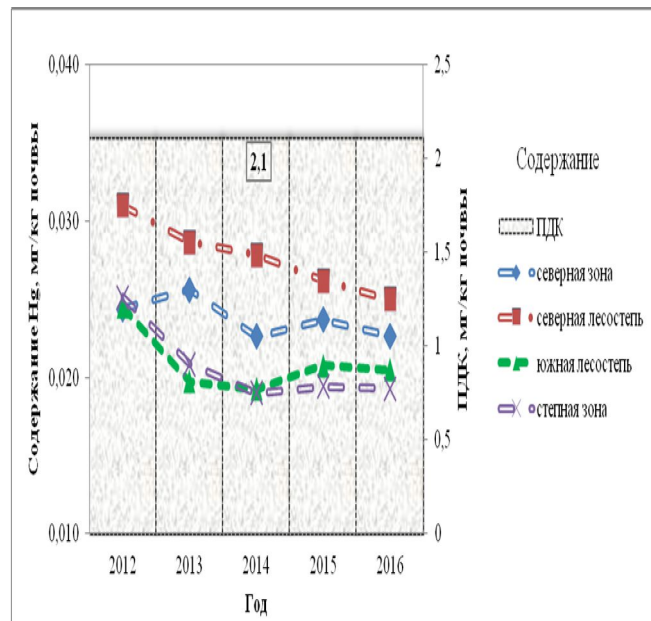
Значительную часть этих показателей составляют тяжелые металлы. При контроле содержания тяжелых металлов в почвах проводят сравнение уровня загрязнения почв с естественным фоном. Как правило, при необходимости контроля над техногенным загрязнени-

ем почв тяжелыми металлами, определяют валовое содержание металлов [2].

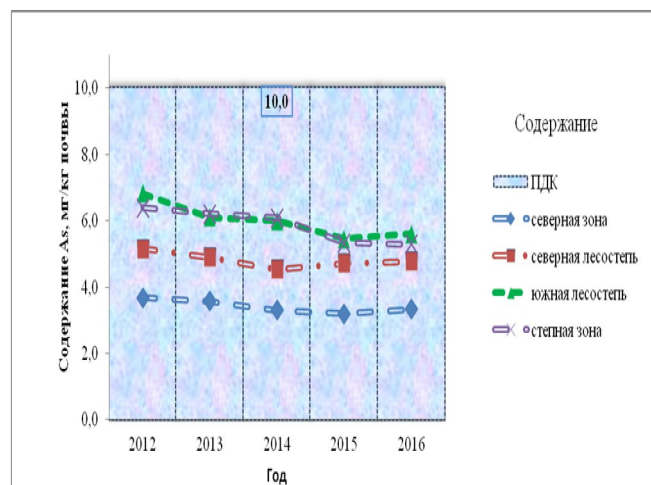
Одной из особенностей техногенного загрязнения почв является постепенное накопление экотоксикантов, которое со временем приводит к их значительной концентрации [8].

По результатам многолетних агроэкологических обследований установлено, что содержание валовых форм свинца, кадмия, меди, цинка, хрома и никеля не превышало предельно допустимой концентрации (ПДК).

Исследованиям по содержанию валовых форм тяжелых металлов – ртути и мышьяка – уделяют наибольшее внимание, так как эти элементы причиняют вред человеку и относятся к I и II категориям опасности соответственно.



а



б

Рис. 1. Динамика содержания ртути (а) и мышьяка (б) в пахотных почвах в природно-сельскохозяйственных зонах Омской области

Содержание тяжелых металлов зависит, прежде всего, от гранулометрического и минералогического состава почвы. По полученным данным выявлено, что превышений ПДК содержания ртути и мышьяка в почвах не обнаружено и наблюдается тенденция к их понижению (рис.1).

Однако, общее содержание тяжелых металлов в почвах дает представление лишь о потенциальной опасности загрязнения, которая может реализоваться только при определенных условиях, так как почва способна связывать соединения металлов, переводя их в недоступные растениям состояния. Поэтому основное внимание обращено на динамику содержания подвижных форм тяжелых металлов.

Содержание подвижных форм определяют при необходимости охарактеризовать миграцию металлов-загрязнителей из почвы в растения [11]. Распределение элементов-токсикантов в профиле почв зависит от направления и интенсивности почвообразовательного процесса [1]. Так, согласно типам и подтипам почв в природно-сельскохозяйственных зонах Омской области, была дана характеристика пахотных горизонтов почв по содержанию подвижных форм тяжелых металлов (табл.).

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте почв различных зон Омской области, мг/кг почвы

Год исследования	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr
<i>Северная зона</i>						
2012	0,25	2,47	0,042	0,25	0,52	0,44
2013	0,28	2,78	0,039	0,28	0,49	0,42
2014	0,26	2,68	0,040	0,32	0,51	0,43
2015	0,25	2,71	0,040	0,23	0,49	0,44
2016	0,24	2,41	0,047	0,36	0,51	0,50
Среднее	0,25	2,61	0,041	0,29	0,50	0,44
<i>Северная лесостепь</i>						
2012	0,20	0,61	0,041	0,57	0,62	0,28
2013	0,18	0,98	0,053	0,56	0,59	0,35
2014	0,19	1,04	0,058	0,66	0,55	0,39
2015	0,16	1,00	0,049	0,57	0,57	0,37
2016	0,15	0,76	0,046	0,62	0,64	0,36
Среднее	0,18	0,88	0,049	0,59	0,59	0,35
<i>Южная лесостепь</i>						
2012	0,13	0,63	0,060	0,58	0,68	0,37
2013	0,12	0,61	0,075	0,65	0,66	0,44
2014	0,13	0,63	0,078	0,67	0,66	0,50
2015	0,12	0,51	0,045	0,62	0,74	0,50
2016	0,11	0,55	0,052	0,67	0,68	0,38
Среднее	0,12	0,59	0,062	0,64	0,68	0,44
<i>Степная зона</i>						
2012	0,14	0,55	0,054	0,68	0,69	0,31
2013	0,14	0,49	0,066	0,68	0,66	0,40
2014	0,15	0,56	0,080	0,75	0,68	0,37
2015	0,12	0,51	0,066	0,62	0,59	0,28
2016	0,12	0,52	0,050	0,64	0,64	0,24
Среднее	0,14	0,52	0,063	0,68	0,65	0,32
ПДК(ОДК)	3,0	23,0	-	6,0	4,0	6,0

По результатам многолетних наблюдений (2012-2016 г.) за динамикой содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах превышения ПДК (ОДК) не выявлено. В высокогумусированных почвах черноземного типа, где подвижность органического вещества незначительная, обычно наблюдается биогенная аккумуляция подвижных форм кадмия, свинца и никеля. В дерново-подзолистых почвах, формирующихся под влиянием дернового и подзолистого процессов наблюдаются два максимума содержания тяжелых металлов – в гумусовом и иллювиальном горизонтах: меди и цинка.

Накопление подвижных форм кадмия и свинца зависит от гранулометрического состава и свойств почвы, поэтому миграция металлов по профилю почвы протекает тем интенсивней, чем легче ее гранулометрический состав [1]: кадмий в пределах 0,041-0,063 мг/кг почвы, свинец – 0,29-0,68 мг/кг почвы.

Содержание подвижных форм цинка и меди возрастает с подкислением почвы [1]. Кислые почвы содержат относительно больше цинка (2,61 мг/кг) и меди (0,25 мг/кг). Наименьшее количество подвижных форм цинка и меди содержится в почвах с нейтральной реакцией среды в северной, южной лесостепи и степной зоне.

Исследование содержания никеля в различных почвах в зависимости от гранулометрического состава, типа, количества органического вещества показало, что значительная часть его преобладает в почвах лесостепной и степной зон (0,59-0,68 мг/кг).

Подвижные формы хрома распространены равномерно по всем зонам Омской области в пределах 0,32-0,44 мг/кг почвы.

Омская область является регионом с высоким техногенным прессингом, но в силу сложившейся инфраструктуры промышленности имеет гораздо меньшую техногенную нагрузку на почву вблизи города и в целом на сельскохозяйственные агроценозы, чем в европейской части России [2, 3, 11]. Содержание тяжелых металлов в верхнем горизонте почв незначительно и на порядок ниже предельно допустимых значений, что не ведет к ухудшению природной среды и снижению возможности получения качественной сельскохозяйственной продукции.

Пестициды являются единственным загрязнителем, который человек сознательно вносит в окружающую среду. Они распространяются на большие пространства, весьма удаленные от мест их применения. Поэтому весьма актуальна проблема определения пестицидов в окружающей среде и продуктах питания.

Опасность пестицидов для окружающей среды состоит, прежде всего, в том, что подавляющее большинство из них являются синтетическими химическими веществами, не встречающимися в природе и вследствие их высокой персистентности сохраняются длительное время в почве.

Мониторинг содержания остаточных количеств пестицидов агрохимической службой области начали проводить с середины 70-х годов XX в. [2, 4]. Остаточные количества запрещенных хлорсодержащих пестицидов в почве, используемых в 70-80-х годах, являются острой проблемой до сих пор, поэтому в почвах в первую очередь определяют гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и 4,4 – дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ). При проведении контроля за остаточным количеством пестицидов внимание уделяли применению самых востребованных препаратов каждого года в сельском хозяйстве Омской области. По полученным результатам обследования почв в 2012-2016 гг., ни в одной из исследуемых проб почв остаточное количество пестицидов не обнаружено.

Научное прогнозирование распределения, миграции и биологической доступности радионуклидов в почвах требует глубокого исследования теоретических основ почвенной химии радионуклидов, так как эти экотоксиканты являются неуправляемыми и консервативными поллютантами [5].

Признание радиоактивного загрязнения достаточно значимым видом техногенного воздействия на окружающую среду, с одной стороны, и роли поступления радионуклидсодержащей сельскохозяйственной продукции как одного из решающих вкладчиков в дополнительное облучение, с другой стороны, предопредели-

ло серьезное внимание к проблеме миграции радионуклидов в системе почва – растение [8, 10].

В результате агроэкологического обследования почв реперных участков опытных полей представляется возможность охарактеризовать сложившуюся радиологическую обстановку. Были получены количественные данные содержания естественных и искусственных радионуклидов в почвах (рис. 2).

За контрольный уровень принято среднее значение содержания радионуклидов в почвах России. Так как отсутствуют ПДК радионуклидов в почвах, сравнение проводят со средними значениями по Омской области и по России [4, 11].

Таким образом, содержание радионуклидов в пахотном горизонте почв природно-сельскохозяйственных зон Омской области стабильно. Количество опасных искусственных радионуклидов со средним содержанием ^{90}Sr от 2,37 (северная зона) до 2,68 Бк/кг (южная лесостепь) и ^{137}Cs от 8,6 (северная зона) до 12,8 Бк/кг (степная зона) не превышает контрольные среднероссийские значения. Содержание естественных радионуклидов в пахотном горизонте почв превышает среднее значение как по России, так и по Омской области.

Среднее содержание ^{40}K в пахотных горизонтах почв, в зависимости от зоны, варьирует от 290 до 549,9 Бк/кг. Наибольшую величину естественной радиоактивности обуславливает ^{40}K , активность выше средней по Омской области и средней по России. Необходимо отметить, что в природной смеси изотопов калия на долю радиоактивного ^{40}K приходится 0,012%. Поэтому, из-за высокого содержания в почвах южной лесостепи и степной зоны стабильного калия, здесь высокое содержание и калия радиоактивного.

Средние содержания ^{226}Ra и ^{232}Th в почвах, за исключением северной зоны, превышают средние показатели по Омской области и России и находятся в диапазоне 47,1-62,9 и 47,9-54,5 Бк/кг соответственно. Их превышение связано со спецификой почвообразующих пород и присутствием практически во всех объектах окружающей среды.

Радионуклиды в почве отмечены повсеместно, и их перемещение по профилю зависит от ее типа, гранулометрического состава, водно-физических и агрохимических свойств. Значительная часть искусственных радионуклидов находится в поверхностных слоях почвы ввиду медленной миграции. Однако перераспределение их по профилю почвы в большей степени происходит в результате сельскохозяйственной деятельности [10].

Содержание естественных радионуклидов неравномерно, их количество увеличивается с глубиной, так как происходят вынос радиоактивных элементов из почвообразующих пород грунтовыми водами и перенос их в нижние горизонты почвы.

Неотъемлемая часть проведенного радиологического мониторинга - измерение радиационного гамма-фона, который представляет собой уровень воздействия на человека только гамма-излучения от природных и искусственных источников на определенной территории. Оно показывает суммарное значение мощности дозы гамма-излучения от двухосновных источников: космического излучения и излучения от природных радионуклидов, находящихся в почве. Для определения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения почв использовали дозиметр ДРГ-01Т [3]. Измерение гамма-фона проводили на высоте 1 м над поверхностью почвы (рис. 3).

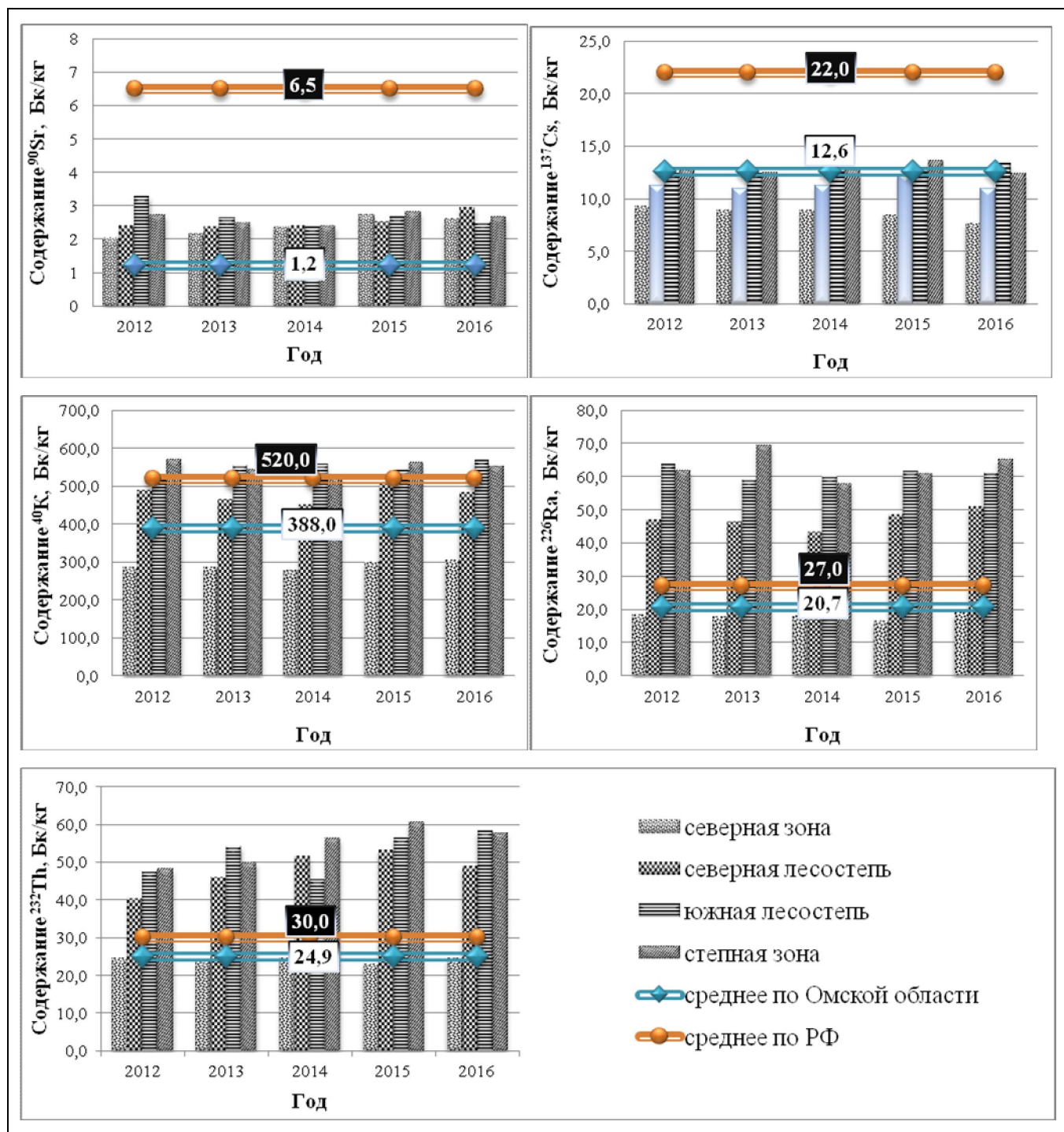


Рис. 2. Содержание радионуклидов в пахотных почвах природно-сельскохозяйственных зон Омской области

Безопасным считается уровень радиации приблизительно до 0,5 микрозиверт/ч (до 50 микрорентген/ч). До 0,2 микрозиверт/ч (соответствует значениям до 20 микрорентген/ч) - это наиболее безопасный уровень внешнего облучения тела человека, когда радиационный фон в норме [3]. Полученные результаты характеризуют изменения мощности дозы гамма-излучения в природно-сельскохозяйственных зонах Омской области на уровне, не имеющем превышений.

Выводы. Многолетнее агроэкологическое обследование природно-сельскохозяйственных зон Омской области позволило дать общую характеристику агроэкологического состояния пахотных почв и определить тенденцию к накоплению экстрагентов.

1. Анализ динамики содержания валовых и подвижных форм Cu, Zn, Cd, Pb и Cr, а также валовых форм Hg

и As в пахотных почвах природно-сельскохозяйственных зон Омской области с 2012 по 2016 г. не выявил превышения ПДК, что характеризует почвы как незагрязненные. 2. Остаточные количества пестицидов, обладающих высокой персистентностью и длительное время сохраняющихся в почве, ни в одной из исследуемых проб не обнаружены. 3. Содержание радионуклидов в почвах стабильно, опасные искусственные радионуклиды не превышают контрольные среднероссийские значения. 4. Естественные радионуклиды (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) превышают среднероссийские показатели, но они прочно связаны илистой частью почвы и слабо переходят в растения. 5. Значения, характеризующие изменения мощности дозы гамма-излучения в пахотном горизонте почв стабильны.

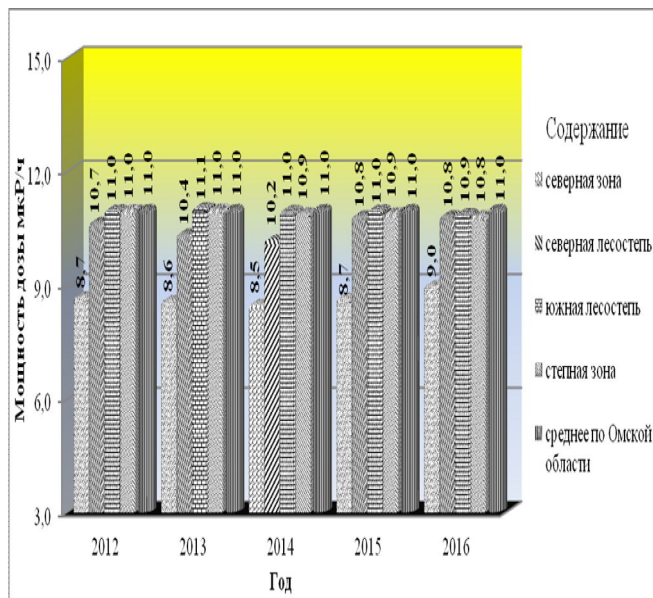


Рис. 3. Динамика изменения мощности дозы гамма-излучения в природно-сельскохозяйственных зонах Омской области

Литература

1. Ильин В.Б. Химические элементы в системе почва-растение / Под ред. В.Б. Ильина. – Новосибирск: Наука, 1982. – 113 с.
2. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристика почв Западной Сибири: Монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 144 с.

AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PAVING SOILS OF OMSK REGION

V.M. Krasnitskiy, A.G. Shmidt, O.A. Matveychik

Omskiy Center of Agricultural Service, Koroleva p r.34, 644012 Omsk, Russia, E-mail: krasnitskiy@omsknet.ru

Conduction of long-term ecological and toxicological surveys of the natural and agricultural zones of the Omsk region made it possible to characterize the agroecological state of arable soils in the region and to investigate changes in the content of pollutants in them. The dynamics of changes in gross and mobile forms of heavy metals, residual pesticides and radiological indices over a five-year period is analyzed. The results of long-term observations of changes in the ecological quality of soils of agricultural lands and the possibility of obtaining safe and clean agricultural products have been summed up.

Key words: monitoring, inspection, soil, reference sites, pollutants, heavy metals, pesticides, radionuclides.

УДК 631.95:628.381.1

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ

В.А. Касатиков, д.с.-х.н., Н.П. Шабардина, ВНИИОУ В.А. Раскатов, к.б.н., РГАУ-МСХА
kasv47@yandex.ru; raskatovv@list.ru

Представлены результаты длительного опыта по изучению действия и последствий систематического применения осадка городских сточных вод, известкования на агроэкологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, урожайность и макроэлементный состав зерновых культур. Установлено положительное пролонгированное его влияние на эти показатели.

Ключевые слова: осадок сточных вод, почва, урожайность, тяжелые металлы.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.14

Осадки сточных вод (ОСВ) и бытовые органические отходы являются одними из основных отходов производственной деятельности человека. Ежегодная масса производимых в России ОСВ при влажности 75% составляет 12,8 млн т. Утилизация осадков сточных вод является решаемой проблемой в земледелии. Применение осадка городских сточных вод для удобрения в исходном состоянии или в составе компоста – один из приемов его утилизации, способствующих решению экологической проблемы [1, 2].

3. Красницкий В.М., Матвейчик О.А., Шмидт А.Г., Бобренко И.А. Агроэкологический мониторинг почв на правом берегу Иртыша лесостепной зоны Западной Сибири // Плодородие. – 2016. – №3. – С. 33-36.
4. Красницкий В.М. Оценка и прогнозирование техногенного загрязнения почв // Вестник ОмГАУ. – 1999. – №2 – С. 31-35.
5. Матвейчик О.А. Экологические проблемы региона и пути их решения. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-ВООМ» «Основные экологические проблемы земледелия Омской области» — Омск: Литера, 2016. - С. 201-206.
6. Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. – М.: Росинформагротех, 2006. – 76 с.
7. Методические указания по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов. – М.: ЦИНАО, 1982. – 59 с.
8. Минеев В.Г., Алексахин Р.М., Лебедева Л.А., Овчаренко М.М. и др. Материалы научно-практической конференции: «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах» / Под ред. академика В.Г. Минеева. – М., 1992. – 292 с.
9. Мищенко Л.Н., Семенкин А.И., Убогов В.И. Диагностика и классификация почв Западной Сибири и их сельскохозяйственное использование: учеб.пособие. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 68 с.
10. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: Учеб.пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
11. Шмидт А.Г., Матвейчик О.А. Красницкий В.М. Экологические проблемы АПК Омской области // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной III Манякинским чтениям: «Зеленая экономика»: риски, выгоды и перспективы с точки зрения устойчивого развития". – Омск, 2014. - С. 419-426.

ОСВ и удобрения на их основе, благодаря высокому содержанию органического вещества, улучшают плодородие почвы и её агрофизические свойства, повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Внешение ОСВ и компостов на их основе в почву проявляется во влиянии на агрохимические свойства почв, увеличении запасов органического вещества, усилении нитрификации в пахотном слое, возрастании биологической активности почвы, увеличении количества целлюлозоразлагающих бактерий и уменьшении доли плесневых грибов. Особенно отчетливо почвоулуч-