Научная статья
УДК [911.2.550.4]574(470.311)
doi: 10.55186/25876740_2022_65_3_226

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Т.В. Папаскири[1], Л.И. Бойценюк[1], М.А. Хрусталева[2], С.В. Суслов[1]

[1]Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия
[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена современным геохимическим комплексным исследованиям агроландшафтов. Исследования направлены на получение максимума сельскохозяйственной продукции за счет возмещения химических элементов вынесенных урожаем сельскохозяйственных культур. Важную роль в геохимических исследованиях агроландшафтов играет сохранение и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в комплексе с разработкой и внедрением современных новых технологий. Исследования проводились в ландшафтах Москворецко-Клязьминского географического района Московского региона комплексным методом современного ландшафтно-геохимического профилирования. Методы ландшафтно-геохимических исследований сопровождались разработкой и внедрением в производство современных новых технологий, обусловленых применением латеральной и радиальной миграции химических элементов в компонентах агроландшафтов и их аккумуляцией на биогеохимических барьерах. В статье, на основании проведенных полевых экспедиционных исследований (2019-2021 гг.) и анализа полученных данных, выявлены количественные содержания химических элементов в компонентах агроландшафтов, определены пути миграции и их аккумуляция. Также установлены места расположения источников загрязнения в ландшафтах, даны предложения по их устранению. Для целей успешного решения геохимических проблем разработаны рекомендации по внедрению в производство агроландшафтов новых технологий с акцентом на сохранение и повышение плодородия почв с экологической оценкой их состояния.

Ключевые слова: компоненты ландшафтов, миграция, аккумуляция, химические элементы, загрязнение, экология, охрана

Original article

GEOCHEMICAL STUDIES OF AGRICULTURAL LANDSCAPES TO INCREASE THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

T.V. Papaskiri[1], L.I. Boytsenyuk[1], M.A. Khrustaleva[2], S.V. Suslov[1]

[1]State University of Land Use Planning, Moscow, Russia
[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The article is devoted to modern complex geochemical studies of agrolandscapes, which are aimed at obtaining the maximum agricultural production obtained by replacing chemical elements carried out by the crops. An important role in the geochemical studies of agrolandscapes is played by the preservation and increase in the productivity of agricultural crops in combination with the development and implementation of modern new technologies. The studies were carried out in the landscapes of the Moskvoretsko-Klyazma physical-geographical region of the Moscow region using a complex method of modern landscape-geochemical profiling.The methods of landscape geochemical research were accompanied by the development and introduction into production of modern new technologies, which are due to the use of lateral and radial migration of chemical elements in the components of agrolandscapes and their accumulation on biogeochemical barriers. In the article, on the basis of field expeditionary studies (2019-2021) and analysis of the data obtained, the quantitative contents of chemical elements in the components of agricultural landscapes were identified, migration routes and their accumulation were determined. The location of pollution sources in landscapes is also established, proposals for their elimination are given. For the purposes of successfully solving geochemical problems, recommendations have been developed for the introduction of modern new technologies into the production of agricultural landscapes with an emphasis on preserving and increasing soil fertility with an environmental assessment of their condition.

Keywords: landscape components, migration, accumulation of chemical elements, pollution, ecology, protection

Введение. Президент Российской Федерации В.В. Путин предложил продлить до 2030 г. «Федеральную научно-техническую программу (ФНТП) развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» для целей разработки научных рекомендаций и новых технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Президент РФ подписал Указ о проведении в 2021 году в России Года науки и техники. В.В. Путин отметил, что новые технологии должны быстрее находить применение в развитии сельскохозяйственного производства — аграрных исследованиях.

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур агроландшафтов проводили комплексные геохимические полевые и аналитические исследования их компонентов в ландшафтах Москворецко- Клязьминского физико-географического района Московского региона Смоленско-Московской возвышенности, приуроченных к ландшафтам моренных равнин подзоны хвойно-широколиственных лесов с зональными дерново-подзолистыми почвами различной степени оподзоливания и оглеения [1, 3].

Геохимические комплексные исследования компонентов агроландшафтов свидетельствуют о том, что функционирование и динамика их проходят под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. Известно, что роль последних очень велика и они в процессе развития могут изменить направленность потока вещества и энергии, их латеральные и радиальные связи, осуществляющиеся через поверхностный сток, биогенную миграцию химических элементов, происходящую между химическим составом почв и растительности.

Заметим, что геохимические комплексные методы исследования агроландшафтов весьма актуальны в век активного развития научно-технического прогресса и имеют важное научное и практическое значение в развитии сельскохозяйственного производства и питании населения высококачественными продуктами.

При проведении геохимических исследований агроландшафтов применяли современные

© Папаскири Т.В., Бойценюк Л.И., Хрусталева М.А., Суслов С.В., 2022

методы исследований, что актуально и имеет важное научное и практическое значение, способствуя ускорению темпов разработки и внедрения в производство новых технологий.

Применение современных методов исследования, обусловлено латеральной и радиальной миграцией химических элементов в компонентах агроландшафтов и их аккумуляцией на разнообразных природных и антропогенно-преобразованных геохимических барьерах [3].

Функционирование и динамика ландшафтов в процессе эволюции проходят под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. Но следует отметить, что роль последних очень велика и они в процессе развития могут изменить направленность потока вещества и энергии, их латеральные и радиальные связи, осуществляющиеся через поверхностный сток, биогенную миграцию химических элементов, происходящую между химическим составом почв и растительностью.

Материалы и методы исследований. Начинали исследования с проведения рекогносцировочных маршрутных полевых экспедиционных комплексных описаний компонентов ландшафтов в 2019-2021 гг.

Для осуществления и решения актуальных проблем применяли современный метод ландшафтно-геохимического профилирования, когда профиля закладывали на площадках катен в направлении потока вещества — от автономных позиций ландшафтов к подчиненным в шести видах современных ландшафтов: лесных, луговых, антропогенных, гидроморфных, трансаквальных и аквальных.

Изучали функционирование, устойчивость компонентов ландшафтов к внешним и внутренним воздействиям и их свойства путем отбора проб компонентов ландшафтов для химического анализа [2] с целью определения источников загрязнения, установления пространственно-временных связей, количественной оценки, выявления путей миграции и аккумуляции химических элементов под влиянием природных и антропогенных факторов.

Отметим, что важным моментом в исследованиях почв является изучение физико-географических особенностей ландшафтов, распределение в них химических элементов, выявление путей миграции, аккумуляции, с разработкой и внедрением новых современных технологий, применением методов правильной обработки почв, рациональном внесении удобрений при соблюдении норм и правил.

На основании полевых экспедиционных описаний и полученных результатов химических анализов выявлены в компонентах агроландшафтов пути миграции химических элементов, их аккумуляция, динамика и др. [3]. Определено расположение источников загрязнения в компонентах ландшафтов, разработаны практические рекомендации по их устранению. С целью успешного решения агробиогеохимических проблем рекомендовано внедрять в производство ландшафтов новые технологии с акцентом на сохранение и повышение плодородия почв с экологической оценкой их состояния.

Особо отметим, что геохимические комплексные мониторинговые исследования агроландшафтов весьма актуальны в век активного развития научно-технического прогресса и имеют важное научное и практическое значение в сельскохозяйственном производстве и питании населения высококачественными продуктами.

Геохимические современные комплексные исследования ландшафтов проводили в Москворецко-Клязьминских агроландшафтах, расположенных в физико-географических районах моренных равнин Московского региона Смоленско-Московской возвышенности, приуроченных к подзоне хвойно-широколиственных лесов с зональными дерново-подзолистыми суглинистыми почвами различной степени оподзоливания и оглеения сопровождавшихся отбором проб компонентов с последующим их химическим анализом [1, 2, 3].

Особенности формирования компонентов агроландшафтов обусловливает литогенная основа, представленная породами карбона (известняками, доломитами, мергелями) и частично глинами юры. Поверхность исследованных ландшафтов подвергалась воздействию окского, днепровского и московского оледенений, что обусловило образование плоского, волнистого, грядово-холмистого рельефа с высотами 210-240 м. (район Клинско-Дмитровской гряды), с тенденцией понижения до 168-142 м — у Волоколамска и Шаховской. [1].

Важную роль в эволюции, функционировании агроландшафтов играет, динамика развития, которая осуществляется в результате перемещения, обмена, трансформации вещества и энергии с учетом месторасположения, взаимосвязи внешних и внутренних факторов.

В результате проведенных современных геохимических исследований дерново-подзолистых почв агроландшафтов в западной части Московского региона выявлены существенные изменения их свойств, в которых активно происходят процессы почвообразования, следствием которых является-деградация [4]. Экологического состояния почв ухудшают процессы, обусловленные распашкой, следствием которой является эрозия [5]. Интенсивность в процентном отношении эрозионноопасных земель в Смоленско-Московской провинции, по данным исследований А.Д. Флёсс, И.В. Силиневич, достигает 45-50% [6]. Водопроницаемость почв является показателем противоэрозионной стойкости.

Следует отметить, что все компоненты ландшафта важны для роста и развития растений, но мы остановимся на основном источнике химических элементов ландшафтов, где происходит соединение всех компонентов, которые по биологическим цепям попадают в почвы, а затем — организм человека.

Рассмотрим результаты комплексных ландшафтно-геохимических исследований компонентов агроландшафтов. Остановимся на выявлении особенностей формирования, миграции и аккумуляции химических элементов в одном из главных компонентов ландшафта, каким является почва.

Почва — гетерогенное образование. Она играет важную роль в жизни ландшафта. Почва — один из главных компонентов агроландшафта, в котором соединяются все миграционные потоки вещества, энергии и активно протекают геохимические процессы. Зональные дерново-подзолистые почвы являются источником химических элементов, которые играют важную роль в жизни агроландшафтов.

Состав почв зависит от рельефа, расположения почвообразующих пород, растительности и антропогенных факторов. Почвы играют существенную роль в биогеохимических процессах в условиях промывного водного режима. В почвах происходит трансформация поступивших минеральных и органических веществ. Для почв агроландшафтов характерна дифференциация и радиальное элювиально-иллювиальное распределение химических элементов по почвенному профилю.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных полевых и аналитических исследований установлены следующие закономерности.

Величины pH $_{водн. и солев.}$ почв, соответственно, в автономных позициях антропогенно-преобразованных ландшафтах колебались в пределах 6,1- 6,5, а в элювиально-аккумулятивных — 4,7-5,1 (табл.). Оптимальная реакция почв для произрастания и развития растений изменялась от 4,7 (картофель, люпин) до 6,5 (петрушка, ревень, кабачки, морковь, тыква, томаты, репа, редька). Следует отметить, что роль минеральных и органических удобрений в условиях слабокислой реакции среды возрастает. Приводим комплексную характеристику данных химических анализов компонентов ландшафтов, выполненную с.н.с., к.г.н. М.А. Хрусталевой, приуроченных к автономным и транзитным позициям агроландшафтной катены.

Величины pH $_{водн. и солев.}$ почв, соответственно, в автономных позициях преобразованных ландшафтов колебались в пределах 6,1-6,5, а в элювиально-аккумулятивных — 4,7-5,1. Оптимальная реакция почв для произрастания и развития растений изменялась от 4,7 (картофель, люпин) до 6,5 (петрушка, ревень, кабачки, морковь, тыква, томаты, репа, редька).

Для повышения продуктивности культур проводили определение содержания органического вещества в 0-50 см слое зональных дерново-подзолистых почв агроландшафтов.

Согласно данным химических анализов зональных дерново-подзолистых почв, выполненных М.А. Хрусталевой, выявлены максимальные запасы гумуса в 0-50 см слое весной, а минимальные, летом — в июле. Осенью отмечена тенденция уменьшения его значений в радиальном ракурсе (рис. 1). Данные химического анализа по определению содержания органического

Таблица. **Комплексная характеристика компонентов ландшафтов антропогенных катен**
Table. **Complex characteristics of landscape components of anthropogenic catenas**

№ п/п	Позиция	Раститель-ность	Биопродуктив-ность, ц/га	Почвы	pHводный/ солевой
1	Автономная (верхняя часть склона)	Зерновые культуры	11,6-28,5	Дерново-средне-подзолистые	6,1/4, 7
2	Транзитная (средняя часть склона)	Зерновые культуры	15,1-22,5	Дерново-слабо-подзолистые	6,2/4,8
3	Элювиально-аккумулятивная (нижняя часть склона)	Зерновые культуры	41,0-50,1	Дерново-слабо-подзолистые	6,5/5,1

вещества в почвах свидетельствуют об уменьшении негативного влияния соединений токсичных элементов (Al, Pb, Co, Ni) в их компонентах.

В результате химических исследований по определению подвижных соединений азота в его концентрациях выявлено сокращение значений от июня к сентябрю. Калий относится также к важным элементам питания растений, повышающим их продуктивность. Максимальные запасы калия в почвах агроландшафтов обнаружены осенью — в сентябре, что обусловлено биогенной аккумуляцией, механическим составом почв и внесением удобрений с соблюдением норм и сроков. Следует отметить, что роль минеральных и органических удобрений в условиях слабокислой реакции среды в почвах возрастает [3].

В отобранных почвах проводили определение содержания подвижных форм химических элементов в составе водной вытяжки из лесных, дерново-подзолистых, гидроморфных (а, б, в) почв ландшафтов (рис. 2).

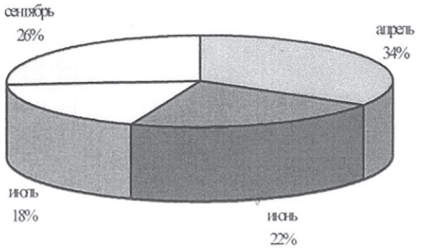

Рисунок 1. **Распределение запасов гумуса в почвах агроландшафтов по сезонам, %**
Figure 1. **Distribution of humus reserves in soils of agricultural landscapes by seasons, %**

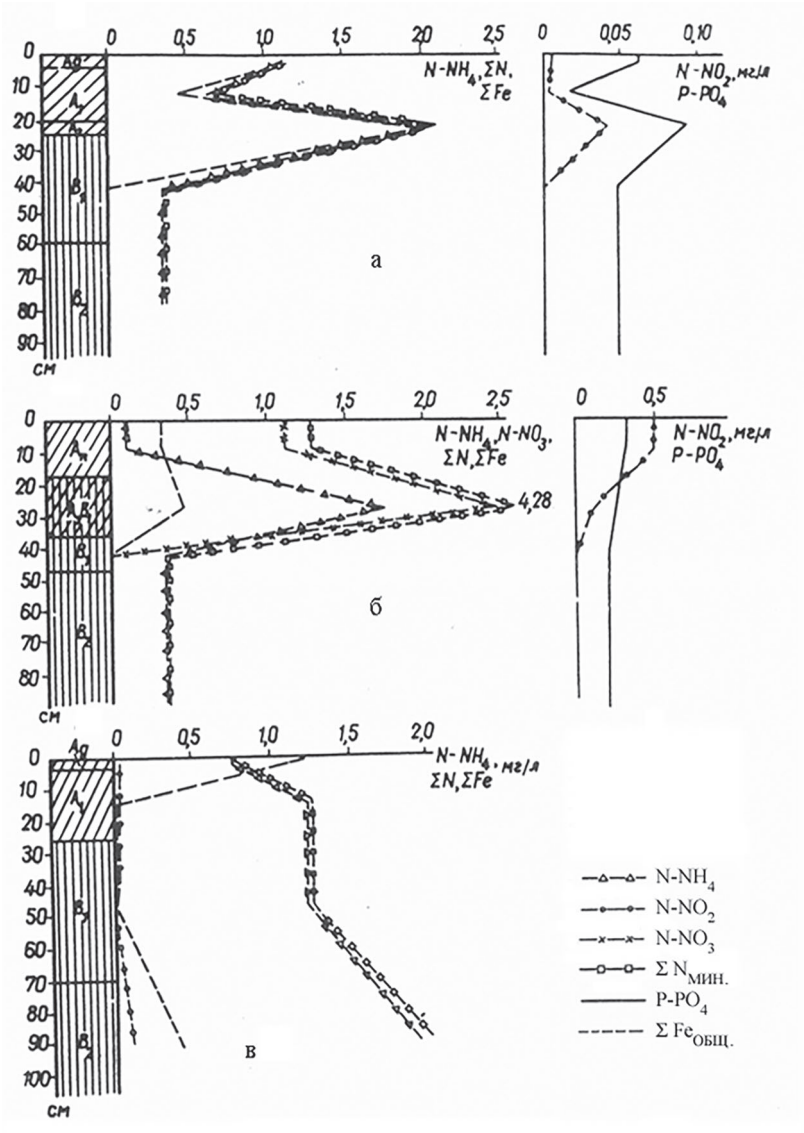

Рисунок 2. **Распределение содержания биогенных элементов по горизонтам почв в водной вытяжке лесных (а), антропогенных (б), гидроморфных (в) ландшафтов**
Figure 2. **Distribution of nutrient content over soil horizons in the water extract of (a) forest, (b) anthropogenic, and (c) hydromorphic landscapes**

Химический состав водных вытяжек из почв ландшафтов свидетельствует об обеднении их легкорастворимыми солями. Состав водных вытяжек из почв ландшфтов имеет гидрокарбонатно-кальциевый состав с колебанием величин минерализации от 15 до 120 мг/л. Аналогичный набор химических элементов имеют поверхностные, грунтовые и подземные воды. Преобладающей формой общего азота в составе водных иытяжек изученных почв является минеральная (рис. 2), за исключением почв агроландшафтов и гидроморфных, где в верхних горизонтах которых господствовала аммонийная форма азота. Максимальные концентрации минеральнного азота и фосфора выявлены в гумусовых горизонтах почв элювиальных позиций изученных ландшафтов (рис. 2). Общего железа много обнаружено в иллювиальных горизонтах почв гидроморфных ландшафтов, особенно в нижней части катены (в) в связи с наличием признаков оглеения.

Следует отметить, что результаты наших исследований свидетельствуют о том, что подвижные формы биогенные элементы распределены в почвах в радиальном направлении. Максимум растворенных форм биогенных элементов зафиксирован в верхних горизонтах дерново-подзолистых почв с тенденцией уменьшения их величин в радиальном направлении (рис. 2).

Важную роль в функционировании и динамике агродандшафтов в весенний период играет вынос биогенных элементов талыми водами весной из дерново-подзолистых почв изученных агроландшафтов. Особый интерес вызывает вынос из почв ландшафтов водами весеннего половодья значительной части подвижных форм биогенных элементов, азота и фосфора, из почв агроландшафтов (рис. 3)

На рисунке 3. показано распределение выноса минеральных и органических форм азота и фосфора (кг/га) водами весеннего половодья из почв ландшафтов и сопредельных сред. Так, например, по нашим наблюдениям проведен расчет содержания и выноса весенними водами половодья из почв антропогенных, лесных и луговых ландшафтов водосбора общего азота и фосфора [3, 8]. Вынос химических элементов из ландшафтов в период весеннего половодья изменялся в пределах от 2,08 (лесные) до 4,04 кг/ га (агроландшафты).

Суммарный вынос минерального азота из почв ландшафтов колебался от 0,60 до 2,06 кг N/га, причем наибольшее количество вымывают его воды агроландшафтов, занятых зябью, а наименьший вынос зафиксирован — из лесных [3, 8].

В полевых условиях для целей повышения продуктивности сельскохозяйственных культур изучали физико-химические свойств почв, где определяли в полевых условиях их плотность, порозность, водопроницаемость. В результате проведенных исследований в верхних гумусовых горизонтах дерново-подзолистых почв выявлено изменение их плотности в пределах от 1,03 до 1,60 г/см^2; порозности — от 48 до 65 %, а на аналогичных почвах луговых ландшафтов, соответственно, 1,20-1,57 г/см^2 и 42-50 %. Водопроницаемость почв (метод малых заливных площадей) изменяется в зависимости от состояния угодий — от вполне удовлетворительной (70 мм в час) до неудовлетворительной (менее 30 мм в час.) Работы проводили согласно классификации Н. А Качинского [9].

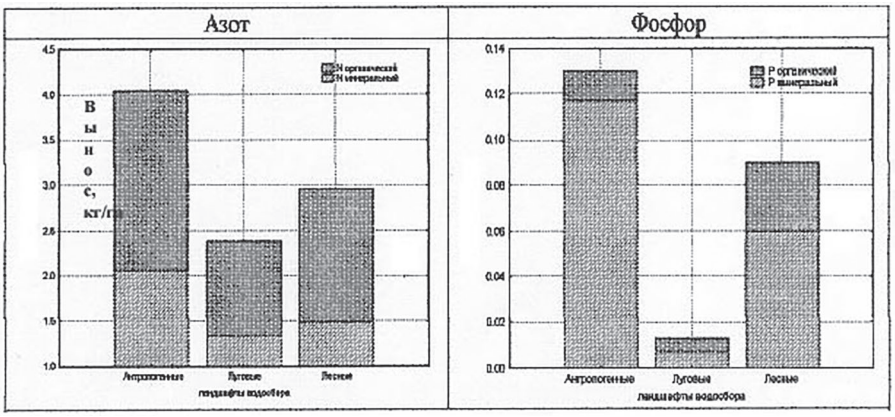

Рисунок 3. **Вынос минеральных и органических форм азота и фосфора из почв агроландшафтов, лесных и луговых, кг/га**
Figure 3. **Removal of mineral and organic forms of nitrogen and phosphorus from soils of agricultural landscapes, forest and meadow, kg/ha**

Геохимические комплексные мониторинговые исследования агроландшафтов с применением современных новых технологий весьма актуальны в век активного развития научно-технического прогресса и имеют важное научное и практическое значение в сельскохозяйственном производстве и питании населения качественными продуктами. Условия формирования стока и выноса биогенных элементов представляют значительный интерес у исследователей потому, что они важны для его формирования и функционирования. Поэтому изучение гидрологических особенностей выноса биогенных элементов необходимо для определения условий формирования стока, продуктивности, разработки прогноза.

Наряду с положительным влиянием вынос биогенных элементов из почв агроландшафтов со стоком приносит вред сельскохозяйственному производству, способствуя быстрому развитию процесса эвтрофикации вод, ухудшая их качество [11].

Результаты полевых и экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что роль в применении минеральных и органических удобрений в условиях слабокислой реакции среды возрастает.

Наряду с внесением удобрений необходимо изучать количественные показатели выноса, миграцию химических элементов при учете их подвижности, для определения расчета количества вносимых удобрений [3]. Так, согласно нашим полевым исследованиям и расчетам максимум выноса общего азота водами весеннего половодья из почв агроландшафтов обусловлен внесением азотных удобрений.

Для повышения продуктивности проводили отбор, а затем и анализ перепревшего навоза, отобранного в Пушкинском районе Московского региона вблизи животноводческих комплексов (где содержали крупный рогатый скот), в котором определяли величины концентрации химических элементов на спектрофотометре Optima — 4300 DV («Perkin-Elmer»). (США).

В перепревшем навозе выявили количественные показатели важных элементов для произрастания и развития растений, таких как: калий, содержание которого составляло — 21270 мкг/г, кальций — 9650 мкг/г; магний — 6210 мкг/г., фосфор — 4680 мкг/г.; сера — 4650 мкг/г. и др. Для увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур, кроме традиционных минеральных и органических удобрений, рекомендуем вносить в почвы ландшафтов для повышения урожая растений перепревший навоз.

Условия формирования стока и выноса биогенных элементов представляют значительный интерес у исследователей потому, что они важны для его формирования и прогнозирования.

Наряду с положительным влиянием вынос биогенных элементов из почв агроландшафтов со стоком приносит вред сельскохозяйственному производству, способствуя быстрому развитию процесса эвтрофикации водных объектов.

Геохимические комплексные мониторинговые исследования агроландшафтов с применением новых технологий весьма актуальны в век активного развития научно-технического прогресса и имеют важное научное и практическое значение в сельскохозяйственном производстве и питании населения качественными продуктами. Условия формирования стока и выноса биогенных элементов представляют значительный интерес у исследователей потому, что они важны для его формирования и прогнозирования. Поэтому изучение гидрологических особенностей выноса биогенных элементов необходимо для определения условий формирования стока, повышения продуктивности, разработки прогноза и др.

Наряду с положительным влиянием вынос биогенных элементов из почв агроландшафтов со стоком наносит вред сельскохозяйственному производству, способствуя быстрому развитию процесса эвтрофикации, ухудшая качество вод [11].

Необходимо отметить, что значительный вклад в изучение агроландшафтов внес академик В.И. Кирюшин, который, на основании проведенных агроландшафтных исследований, выделил комплекс факторов, определил степень окультуренности дерново-подзолистых почв, разработал теорию адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов [10].

Следует заметить, что ухудшению — экологического состояния почв агроландшафтов способствуют процессы деградации, эрозии. Снижение качества почв обусловливает несоблюдение норм и сроков при внесении удобрений в почвы, применение механизации, изменяющей их структуру, загрязнение почв нефтепродуктами, мазутом, выбросами из труб автомобилей и промпредприятий, а также подтопление и затопление почв водами созданных водохранилищ [3, 11]. Изучение и оценка результатов ландшафтно-геохимических особенностей почв является составной частью эколого-гидрохимического анализа, который включает в себя химический состав стока, миграцию химических элементов в нем, естественное дренирование, развитие эрозионных процессов, возникновение эвтрофикации.

Экологическое состояние почв агроландшафтов претерпевает также изменение в связи с ухудшением водно-физических свойств, уменьшением в них содержания органического вещества, повышение которого можно осуществить не только внесением традиционных удобрений, но и перепревшего навоза, пожнивных растительных остатков, введении травопольных севооборотов с чередованием культур.

Для повышения продуктивности почв, улучшения их экологического состояния советуем внедрять следующие практические рекомендации:

1. По результатам проведенных анализов выявлено прямое воздействие удобрений на урожай культурных растений в виде прямой зависимости продуктивности от механического состава почв и растворимости может вносимых удобрений;

2. Большое значение на формирование химического состава почв для повышения продуктивности оказывают их предшественники. Наилучшими предшественниками являются многолетние травы второго года произрастания;

3. Введение в севооборот многолетних трав способствует накоплению в почве органического вещества и созданию комковатой механической структуры. Наиболее эффективное действие на продуктивность травосмесей оказывают тимофеевка и клевер, последний обогащает почву азотом;

4. На качество продуктивности в удобрениях оказывают наличие в них примеси солей, содержащихся в микроэлементах. Некоторые микроэлементы проникают в выращиваемую продукцию, снижая ее качество;

5. Наиболее качественная продукция клубней картофеля получена в результате ее выращивания на легких суглинках при применении удобрений, не содержащих соединения хлора;

6. В предупреждении заражения картофеля насекомыми (хрущем и другими насекомыми) при посадке рекомендуется размещать эти поля на большом расстоянии от лесных массивов, занятых сосновыми древостоями, но еще лучше, если он посажен вблизи лиственных и еловых насаждений;

ж). В качестве удобрения рекомендуется применять не свежий, а перепревший навоз, что подтверждают результаты данных наших техногенных исследований, проведенных на спектрофотометре «Optima », США; которые содержат такие полезные элементы, как: калий, концентрации которого составили — 21270 мкг/г, кальций — 9650 мкг/г; магний — 6210 мкг/г, фосфор — 4680 мкг/г; сера — 4650 мкг/г. и др.

7. Для увеличения продуктивности культурных растений следует учитывать данные, полученные при химическом анализе урожая сельскохозяйственных культур. Отметим, что для повышения продуктивности зерновых культур наибольшее значение имеют фосфорные

удобрения, поэтому соотношение N:P:K следует изменять, путем уменьшения количества азотных удобрений и вносить N, P, K в кг/га: 50-60 — N; 60-90 P; 50-70 K. Избыток азота может привести к перерастанию и полеганию стеблей растений. Азот рекомендуется вносить в виде подкормок;

8. После уборки различных трав необходимо проводить обработку почв путем дискования, а до него за 2-3 недели желательна зяблевая плужная вспашка;

9. В связи с применением механизации, в виде тяжелой техники, происходит уплотнение почв и загрязнение их нефтепродуктами, мазутом. При работе во влажные сезоны года необходимо применять технику с низким удельным давление на почву и регулярно проводить культурно-технические и противоэрозионные мероприятия.

Выводы. В результате проведения геохимических комплексных полевых экспедиционных и аналитических лабораторных химических исследований компонентов агроландшафтов весьма актуально и это имеет важное научное и практическое значение при разработке и внедрении в производство агропромышленного комплекса новых технологий с целью повышения продуктивности почв агроландшафтов, решения экологических проблем.

Для повышения плодородия почв необходимо улучшать их физические и химические свойства путем правильной обработки почв, повышения в них содержания органического вещества за счет внесения удобрений с соблюдением норм и сроков; а также рекомендуем вносить в качестве подкормки растений перепревший навоз, обогащенный макро- и микроэлементами с учетом микрокомплексности почв, что способствует улучшению их структурного состояния.

В результате разработки и применения современных новых технологий изучены особенности формирования, функционирования, количественного распределения химических элементов в компонентах агроландшафтов с выявлением путей миграции и аккумуляции их на биогеохимических барьерах, с определением местоположения источников загрязнения, для улучшения экологии окружающей среды, получения чистой качественной продукции для питания людей с целью продления их жизни, что способствует повышению продуктивности и активизации научно-технического прогресса.

Список источников

1. Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А., Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 296 с.

2. Хрусталева М.А. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении. М., Техполиграфцентр, 2003. 88 с.

3. Хрусталева М.А. Экобиогеохимия ландшафтов. Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrucken Deutshland / Германия. 2015. 352 с.

4. Хрусталева М.А. Деградация почв антропогенных ландшафтов западной части Московского региона. Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы и доклады Всероссийской конференции. Москва, 16-18 июня 1998. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. Т. 1. 1998. С. 320.

5. Маккавеев Н.И., Косов Б.Ф., Беркович К.М., Пацукевич З.В. Эрозия в Нечерноземной зоне РСФСР// Геоморфология, 1982. № 4. С. 29-36.

6. Флёсс А.Д., Силиневич И.В. Интенсивность антропогенной эрозии почв малого водосбора в юго-западной части Клинско-Дмитровской гряды // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение № 2. 2003. С. 44-49.

7. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 328 с.

8. Хрусталева М.А. Геохимические процессы в почвах ландшафтов моренных равнин. Доклады Всероссийской научной конференции «Геохимия ландшафтов и география почв», посвященной 100-летию со дня рождения М.А. Глазовской. М.: Москва. Географический факультет МГУ. 4-6 апреля 2012 г. С. 346-348.

9. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь. М., Наука, 1975. 295 с.

10. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. М.: Колос, 2011. 443 с.

11. Хрусталева М.А. Изменение свойств почв под влиянием подтопления водохранилищами. Материалы Международной научно-практической конференции 17-20 сентября 2015 г. Минск-Беларусь. С. 211-216.

References

1. Annenskaya G.N., Zhuchkova V.K., Kalinina V.R., Mamaj I.I., Nizovcev V.A., Hrustaleva M.A., Cesel'chuk YU.N. (1997). *Landshafty Moskovskoj oblasti i ih sovremennoe sostoyanie* [Landscapes of the Moscow region and their current state].- Smolensk: Publishing House of SGU, 296 p.

2. Hrustaleva M.A. (2003). *Analiticheskie metody issledovanij v landshaftovedenii* [Analytical methods of research in landscape science]. Moscow: *Tekhpoligraftsentr*, 88 p.

3. Hrustaleva M.A. (2015). *Ekobiogeohimiya landshaftov* [Ecobiogeochemistry of landscapes. Publishing house]. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrucken Deutschland/ Germany, 352 p.

4. Hrustaleva M.A.(1998). *Degradaciya pochv antropogennyh landshaftov zapadnoj chasti Moskovskogo regiona* [Soil degradation in anthropogenic landscapes in the western part of the Moscow region]. Anthropogenic degradation of the soil cover and measures for its prevention. Abstracts and reports of the All-Russian Conference. Moscow, June 16-18. Moscow: Soil Institute. V.V. Dokuchaeva, vol. 1, 320 p.

5. Makkaveev N.I., Kosov B.F., Berkovich K.M., Pacukevich Z.V. (1982). *Eroziya v Nechernozemnoj zone RSFSR Erosion in the Non-Chernozem zone of the RSFSR*. *Geomorphology*, no. 4, pp. 29-36

6. Flyoss A.D., Silinevich I.V. (2003). *Intensivnost' antropogennoj erozii pochv malogo vodosbora v yugo-zapadnoj chasti Klinsko-Dmitrovskoj gryady* [Intensity of anthropogenic soil erosion in a small catchment area in the southwestern part of the Klinsko-Dmitrovskaya ridge]. *Vesty Moscow university*, Series 17, soil science 2, pp. 44-49

7. Glazovskaya M.A. (1988). *Geohimiya prirodnyh i tekhnogennyh landshaftov SSSR* [Geochemistry of natural and technogenic landscapes of the USSR]. Moscow: Higher School, 328 p.

8. Hrustaleva M.A. (2012). *Geohimicheskie processy v pochvah landshaftov morennyh ravnin* [Geochemical processes in soils of landscapes of moraine plains]. All-Russian Scientific Conference Landscape Geochemistry and Soil Geography dedicated to the 100th anniversary of the birth of M.A. Glazovskaya. Moscow. Faculty of Geography of Moscow State University. April 4-6, pp. 346-348.

9. Kachinskij N.A.(1975). *Pochva, ee svojstva i zhizn'* [Soil, its properties and life]. Moscow: Nauka, 295 p.

10. Kiryushin V.I. (2011). *Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovaniya agrolandshaftov* [The theory of adaptive landscape agriculture and design of agricultural landscapes], Moscow: *Kolos*, 443 p.

11. Hrustaleva M.A. (2015). *Izmenenie svojstv pochv pod vliyaniem podtopleniya vodohranilishchami* [Changes in soil properties under the influence of flooding by reservoirs]. Proceedings of the International scientific and practical. conf. September 17-20, Minsk-Belarus, pp. 211-216.

Информация об авторах:

Папаскири Тимур Валикович, доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства, Государственный университет по землеустройству,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3780-9060, t_papaskiri@mail.ru

Бойценюк Леонид Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6098-0755, leoboj@yandex.ru

Хрусталева Марина Антоновна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры физической географии и ландшафтоведения,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0129-5635, marinahrust@rambler.ru

Суслов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7286-042X , sus2014.sus@yandex.ru

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, Acting Rector of the State University for Land Management, Head of the Department of Agriculture and Crop Production Doctor of Economics, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3780-9060, t_papaskiri@mail.ru

Leonid I. Boytsenyuk, candidate of biological sciences, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of agriculture and plant growing,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6098-0755, leoboj@yandex.ru

Marina A. Khrustaleva, candidate of geographical sciences, senior researcher department of physical geography and landscape science,
ORCID: http://orcid.org/ 0000-0002-0129-5635, marinahrust@rambler.ru

Sergey V. Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of agriculture and plant growing,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7286-042X, sus2014.sus@yandex.ru

✉ **sus2014.sus@yandex.ru**