

УДК 631.445.4:574

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ДЕГРАДАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

(на примере учхоза «Муммовское» Саратовской обл.)

И.М. ЯШИН, И.И. ВАСЕНЕВ, Д.В. ВОРНИКОВ, А.А. ПЕТУХОВА

(Кафедра экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Рассматривается экологическое состояние черноземов Приволжской возвышенности на примере некоторых агроландшафтов учхоза «Муммовское» Саратовской обл. Изучена динамика свойств черноземов с 1957 по 2006-2011 гг. Установлено влияние микрорельефа на комплексность почвенного покрова в пределах 1-й и 2-й надпойменных террас р. Большой Колышлей. Отмечено, что засоленные породы третичного периода, залегающие на глубине 1,4-2,7 м, в засушливые летние сезоны (в частности, в аномально жаркое лето 2010 г.) способствовали восходящему поднятию водорастворимых солей, внедрению ионов Na^+ в поглощающий комплекс. «Чистые пары» на черноземах обыкновенных характеризуются опасным уровнем экологических рисков — на них высока вероятность еще большего засоления, осолонцевания и как следствие ухудшения агроэкологических свойств черноземов.

Ключевые слова: черноземы и солонцовые почвы Среднего Поволжья, агроландшафты, водорастворимые соли, процессы черноземо- и солонцеобразования, лимитирующие экологические факторы, засуха, экологические риски, деградация.

Экологическая оценка черноземов Приволжской возвышенности пока не проводилась. В то же время следует выделить ряд интересных работ по антропогенной эволюции черноземов ЦЧО России [1, 3, 6, 7, 10, 16-20], изучению агрохимических свойств и некоторых процессов почвообразования в зонах степи и лесостепи. Известен вклад сотрудников кафедры почвоведения ТСХА в познание генезиса и свойств черноземов Советского Союза [13]. Среди авторов, изучавших генетические особенности черноземов Поволжья, необходимо отметить Н.И. Усова [13], работы специалистов Саратовского аграрного университета [цит. по 5], а также профессоров кафедры почвоведения ТСХА И.С. Кауричева и Н.Н. Поддубного [5, 10]. Ими составлена крупномасштабная почвенная карта в М 1:10 000, проведена агрономическая оценка черноземов. Вместе с тем экологические риски и лимитирующие экологические факторы, а также влияние восходящих потоков солей при неглубоком залегании засоленных пород на осолонцевание и водную миграцию веществ были охарактеризованы неполно. Они могут усиливаться в связи с аридизацией климата и очаговым опустыниванием лесостепных ландшафтов Среднего Поволжья. Аномально длительная и жестокая засуха 2010 г. вместе с пожарами, охватившими всю европейскую часть России, способствовала также гибели многих фаций нативных березняков и ельников, лесополос, лугового разнотравья, изменению свойств черноземов Приволжской возвышенности. Указанным вопросам и посвящена настоящая работа.

Методика исследований

Объектами изысканий в пределах Приволжской возвышенности были агроландшафты учхоза «Муммовское» — луговые в пойме р. Б. Колышлей, полевые на надпойменных террасах, а также подтипы черноземов выщелоченных и обыкновенных; лугово-черноземные грунтово-глееватые почвы и солонцы автоморфные (рис. 1-4).



Рис. 1. Профили солонца черноземного автономного глубоко столбчатого: разрез 1 — (А) и чернозема обыкновенного среднесуглинистого, разрез 4 — (В), развитых на лессовидных карбонатных покровных суглинках (учхоз «Муммовское» Саратовской обл.)

Использованы полевые и лабораторные методы почвенно-экологических изысканий [17]. Для оценки функционально-генетической диагностики почв применяли: маршрутный метод, методы закладки «ключей» и катен, стационарные наблюдения (в частности, метод сорбционных лизиметров). Ключевые участки выбирали на топокарте вдоль условной линии — от русла реки (в южном направлении) через пойму, надпойменные террасы к плакору коренного берега р. Б. Колышлей (к железной дороге). Среди лабораторных методов использовали традиционные химические и физико-химические аналоги, например, хроматографию, ионометрию. Сорбционные лизиметры устанавливали в профиле лугово-черноземной почвы с 21.06. по 11.10.2006 г. для оценки масштаба миграции водорастворимых веществ, уточнения их состава и учета комплексных органоминеральных соединений в период вегетации¹. Методика подготовки сорбентов, установка колонок в почву изложены в работе [17]. Проанализирована многолетняя динамика химических свойств черноземов учхоза «Муммовское».

¹ В этой работе участвовал аспирант кафедры экологии П.В. Кузнецов.

Результаты и их обсуждение

Экологические наблюдения в ландшафтах учхоза проводились в период 2006-2011 гг. при участии в полевых опытах аспирантов и студентов-экологов 3-го курса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В географическом плане исследуемые ландшафты учхоза расположены в долине реки Б. Кольшлей: пойме, на надпойменных террасах и на плакорах коренных берегов; абсолютные отметки местности 178-224 м над у.м. Гранулометрический состав черноземов на надпойменных террасах отличается высоким содержанием фракции песка. По западинам лугово-черноземные почвы имеют средне- и тяжелосуглинистый состав. Подстилающие породы генетически взаимосвязаны с почвообразующими (лессовидными карбонатными суглинками) и представлены известняками и опоками мелового периода, часто засоленными и железненными. Песчаные древнеаллювиальные отложения надпойменных террас перемежаются с дериватами и каменистым элювием осадочных пород морского генезиса. Засоленные отложения третичного периода залегают на глубине 1,7-2,7 м и оказывают существенное влияние на процессы почвообразования, вызывая засоление и осолонцевание черноземов при аридизации климата. Об этом свидетельствуют фактические данные Аткарской метеорологической станции: средняя годовая температура воздуха 4,3°C, а количество осадков — 420 мм, атмосферная засуха сочетается с иссушением и растрескиванием черноземов на значительную глубину при высоких температурах почвы, что сказывается на запасах влаги, продуктивности севооборотов учхоза, восходящей миграции водорастворимых солей при выпотном водном режиме летом. При этом отмечен эоловый привнос солей пыльными бурями из Прикаспийской низменности и других аридных ландшафтов с ареалами солончаков [4, 7, 8].

Растительность ландшафтов учхоза — типичная для лесостепи. Лесные массивы представлены дубравами с кленом, липой, березой, осинкой под хорошо развитым луговым разнотравьем и степными сообществами трав с выщелоченными черноземами. В подлеске встречаются орешник, бересклет, крушина и др. Кустарники широко распространены как в пойме реки, так и по склонам плато: бересклет бородавчатый, вишня, терн, калина, крушина. Многие фации древесных пород и кустарников погибли от засухи 2010 г. Травянистые (степные) ассоциации встречаются локально и включают разнотравно-ковыльно-типчаковые и типчаково-ковыльные (на плакоре коренного берега) сообщества; в пойме реки доминируют высокопродуктивные злаково-разнотравные луга. В связи с возросшим поголовьем КРС в учхозе нагрузка на пойменные луга заметно возросла и возможна дигрессия травостоя при перевыпасе в ближайшие годы [21].

Динамика морфологических сеотипов основных типов почв учхоза «Муммювское». Неэродированные черноземы обыкновенные (нередко солонцеватые) приурочены к надпойменным террасам (их плакорам), характеризуются небольшим гумусовым профилем (в среднем 29-44 см, а по сведениям [5] их мощность составляла 35-49 см), имеют супесчаный и легкосуглинистый гранулометрический состав. В горизонте А₁ часто выражена плотная «плужная подошва» в пределах 17-29 см, для которой характерен дефицит пор и сезонный анаэробизис. Продуктами жизнедеятельности микроскопических плесневых грибов в этом горизонте могут быть микотоксины, являющиеся суперэкоотоксикантами, но чаще они представлены органическими кислотами алифатического ряда. Именно такие кислоты (наряду с иными компонентами корневых выделений) обуславливают локальную трансформацию конституционных форм гуминовых веществ и появление химически активных фуль-

восоединений, а также подвижных органоминеральных комплексных соединений Fe, Ca при сезонном переувлажнении. Следует подчеркнуть, эти реакции протекают в условиях насыщенности поглощающего комплекса ионами кальция, поэтому общее подкисление мелкозема не наблюдается (оно возможно на уровне педов). Органические кислоты и фульвокислоты переходят в солевые формы и почти утрачивают химическую активность [17]. Наряду с этими веществами в превращении гумуса и почвенных минералов черноземов важная роль принадлежит ионам натрия и магния. Катионы щелочных и щелочземельных оснований интенсивно поступают в верхние горизонты почв из засоленных пород в летние жаркие месяцы: поверхность почвы, не защищенная растительностью, нагревается до 60-70°C. Движущими силами восходящих потоков ионов солей в черноземах и солонцах агроландшафтов учхоза являются градиенты температуры, концентрации и всасывающего давления почвенной влаги. Самых верхних горизонтов почв достигают только нейтральные соли — NaCl, Na₂SO₄. Сульфаты при анаэробии в плужной подошве трансформируются с участием сульфатредуцирующих бактерий сначала в Na₂S, а затем в соду, создающую локальные очаги с щелочной реакцией. Избыток ионов кальция способствует переводу анионов фосфорной кислоты в труднодоступные фосфаты кальция; поглощение анионов фосфорной кислоты и катионов калия растениями в этих условиях заметно снижается, одновременно в кормах накапливаются нитраты [7, 8].

Глубже гор. А₁ в профиле чернозема обыкновенного залегает горизонт гумусовых затеков АВ; в карбонатных аналогах здесь отмечается локальное скопление СаСО₃, а еще ниже расположен очень плотный иллювиальный горизонт, насыщенный педогенным СаСО₃, с трудом поддающийся проходке. Диагностический признак этого подтипа чернозема — наличие педогенных карбонатов кальция в иллювиальном горизонте в форме белоглазки. Ряд авторов [5, 9, 10, 14] объясняют небольшую мощность гумусово-аккумулятивного горизонта и низкую гумусированность черноземов обыкновенных их эродированностью на склонах надпойменных террас рек вследствие давности использования, увлечением «чистыми парами» и локальным травосеянием в севооборотах.

Морфология выщелоченных черноземов имеет следующие отличительные особенности: их профили обычно более мощные (в среднем 54-79 см, по сведениям [5, 10] — 67-87 см), а ионы кальция выщелочены глубже иллювиального горизонта. Довольно близко залегают засоленные почвообразующие породы (на плакоре в пределах метра и глубже, рис. 2). В березово-дубовых парцеллах плакоров с лугово-степным разнотравьем профили данных почв обычно заметно трансформированы сурками, кротоми и иными почвенными животными. Поэтому почвенные образцы здесь нужно отбирать не буром, а лопатой. Иначе в гумусовом горизонте можно обнаружить и соли, и ионы кальция, что негативно скажется на диагностике подтипа чернозема. В агроландшафтах выщелоченные черноземы занимают ложбины стока и понижения на 1-й и 2-й надпойменных террасах. Здесь они образуют комплексы с лугово-черноземными грунтово-глееватыми почвами, являющимися самыми плодородными почвами лесостепных ландшафтов. Последние имеют гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 97-113 см и более, слабо дифференцированный на педы. Карбонаты кальция выщелочены из гумусового профиля, который не дифференцирован на генетические горизонты. Косвенно это указывает на интенсивные миграционно-диффузионные процессы и высокую биологическую активность. В лугово-черноземных почвах сравнительно близко (137-154 см) залегают грунтовые воды, что лимитирует посадки плодово-ягодных растений и некоторых овощных культур на пойменных участках реки Большой Колышлей. Весной и осенью в понижениях

рельефа надпойменных террас образуются вымочки и верховодка. Поэтому такие ареалы лучше вывести из с.-х. угодий и отвести под древесно-кустарниковые «колки»: здесь будут выходы родников, места гнездовья птиц. Это будет началом ландшафтной организации территории учхоза.

Профиль солонца черноземного представлен на рис. 1. Он характеризуется наличием контрастных по генезису и часто очень плотных горизонтов [8, 9].

Солонцы черноземные (автоморфные) и солонцы полугидроморфные распространены в ландшафтах учхоза локально и обычно входят в состав двучленных почвенных комплексов с черноземами обыкновенными солонцеватыми. Залегают солонцы в небольших бессточных понижениях на 1-й надпойменной террасе (блюдца, потяжины). На пашне они диагностируются по глыбистой структуре: при зяблевой вспашке на поверхность почвы выплывают глыбы очень плотных



Рис. 2 (разрез 3). Профиль чернозема выщелоченного, развитого на опоках, с близким залеганием третичных пород (плакор долины р. Б. Колышлей; желтые пятна — кротовины и сурчины; фация березово-дубового леса, 2011)

гор. A_{jEL} , V_r В гидрологии почв и перераспределении солей в почвенном покрове агроландшафтов важную роль играет нанорельеф, способствующий пульсации солей [5, 8]. Легкорастворимые соли увеличивают миграцию веществ в профилях черноземов. Еще в работе [5] обращено внимание на подвижность водорастворимых органических веществ (ВОВ) почв учхоза: из образца чернозема выщелоченного водой десорбировалось 0,052-0,056% углерода ВОВ. Почвоведом хорошо известно, что без большой массы корневых выделений, в условиях лесостепи и степи, растениям очень трудно функционировать. Травянистые сообщества адаптировались к аридным условиям путем формирования мощной корневой системы. По данным [1] в верхнем 50 см слое чернозема сосредоточено до 2000 г/м² корней, по нашим данным 1847-2132 г/м². Причем в десятисантиметровом слое отмечено порядка 61-70% всей массы корней. Соотношение масс $C_{орг}$ гумусовых веществ и корней закономерно увеличивается с глубиной: в слое 0-10 см оно составляет 8, на глубине 20-30 см — 40, а в слое 60-70 — 107. Ежегодный растительный опад в степях [1] может достигать примерно 2 кг/м² в слое 50 см; до 60-69% этой массы приходится на корни

растений. Зольность такого опада — 7-8%. Ежегодно в почву с опадом поступает 140-160 г/м² зольных элементов, а в зоне тайги — под хвойными лесами — в 4,5 раза меньше. Поэтому в экосистемах тайги и формируются свободные органические кислоты и ФК, не усредненные ионами кальция, магния, железа в сравнении с черноземами лесостепи.

Функционально-генетический анализ и механизмы деградации черноземов учхоза «Муммовское». Анализ водной вытяжки показал, что в черноземах обыкновенных не солонцеватых количество $C_{\text{орг}}$ ВОВ составляет 0,01-0,02%, что подтверждает мнение авторов [5, 10]. А в выщелоченном черноземе оно доходит до 0,058%. Десорбция водой $C_{\text{орг}}$ из гор. А.Д, подзолистой почвы Подмосковья достигает 0,11-0,13%. Много это или мало? Проведем следующие расчеты: в первом случае 0,02% — это 20 мг/100 г почвы, или 200 мг $C_{\text{орг}}$ ВОВ в 1 кг чернозема. Масса слоя почвы мощностью 20 см на 1 м² составит примерно 300 кг. Тогда из этой массы в водную вытяжку из образца чернозема обыкновенного может мобилизоваться 60 г/м² углерода ВОВ. Наши данные по лугово-черноземной почве показывают, что водная миграция $C_{\text{орг}}$ ВОВ в гор. А.Д в пределах глубины 0-10 см достигает почти 100 г/м² за период вегетации лугового разнотравья. Это очень большая масса мобильных органических лигандов. Полученные нами данные подтверждают точку зрения [3, 11] о возможном участии мигрируемых в профиле черноземов органических веществ в формировании гумуса самых нижних слоев гор. А.Д. При этом нижняя граница миграции лимитируется карбонатно-кальциевым барьером. Используя ВОВ, микроорганизмы участвуют в биохимической мобилизации химических элементов в доступные формы из гуминовых веществ (ГВ) чернозема, обеспечивая его высокую биологическую активность и сбалансированность элементов питания в кормах и продуктах питания [1, 16].

Поэтому вполне понятно, что В.В. Докучаев, сформулировав концепцию происхождения черноземов [3], акцентировал внимание на некоторых нерешенных в то время задачах. К их числу следует отнести: вклад процессов водной миграции компонентов ВОВ в формирование гумусовых веществ нижних слоев горизонта соответствие состава гумуса и гумусового профиля факторам почвообразования; скорости трансформации опада растений и образования мощного гумусово-аккумулятивного горизонта; нативная и антропогенная деградация черноземов. Указанные положения вызвали, с одной стороны, острую дискуссию [6], а с другой — заметно активизировали исследования черноземов. Так, в монографии [11] вновь обсуждается вопрос об источниках гумуса в черноземах. На основании обширного экспериментального материала авторы [11] отмечают, что «...гумус нижних слоев черноземов становится все в большей степени продуктом не корнеопада, а водорастворимых продуктов, поступающих (при абиогенной миграции — авт.) из верхней толщи почвы».

В настоящее время накоплено достаточно сведений, чтобы утверждать: образование гумусового профиля черноземов лесостепи связано как с опадом корней, так и с корневыми выделениями, в составе которых присутствуют различные классы органических веществ, включая и низкомолекулярные органические кислоты (НМОК) алифатического ряда. При этом в подзолистых почвах тайги НМОК химически воздействуют преимущественно на почвенные минералы, мобилизуя из них в раствор доступные элементы питания и сопутствующие вещества. В черноземах НМОК взаимодействуют прежде всего с высокомолекулярными гуминовыми и фульвосоединениями (ВГФС), которые блокируют вторичные почвенные минералы от прямого воздействия НМОК. Образующиеся в ходе реакций НМОК корневых выделений с ВГФС почвы мономеры и водорастворимые органоминеральные комплексные соединения могут включаться в циклы биогенной и водной миграции [5, 11, 17]. В связи с этим интересно мнение автора [6] относительно участия миграционных

форм ВОВ в формировании гумуса черноземов: ни взмученные частицы почв, ни растворимые в щелочах ГВ не могут проникать сколь-нибудь заметно вглубь почвы. Передвижение возможно лишь водорастворимых (ионно-молекулярных — авт.) форм гумуса, но последние не могут обогащать почву органическим веществом, так как выносятся вместе с гравитационной влагой. Подобное категоричное утверждение не подтверждается результатами наших модельных опытов. Для различных типов почв именно ионно-молекулярные ВОВ являются основным источником педогенных ГВ, хотя коэффициент обновления молекулярных структур ГВ небольшой — 3-7%. При этом не все компоненты ВОВ участвуют в реакциях конденсации и полимеризации с формированием новых и обновлении «старых» высокомолекулярных структур ГВ. Например, НМОК обуславливают трансформацию коллоидов и минералов почвы, способствуя образованию устойчивых комплексных органо-минеральных соединений, способных к водной миграции.

При подщелачивании почв, например при засолении, гуматы и фульваты натрия являются весьма активными мигрантами как в солонцах, так и в черноземах солонцеватых [8]. Ранее [17] одним из авторов статьи было изучено взаимодействие водного раствора НМОК с образцами дерново-карбонатной почвы «Каргопольской суши». В эксперименте отмечалась не только сорбция органической кислоты ($H_2C_2O_4$) компонентами почвы, но и последующая мобилизация в раствор окрашенных Fe-органических комплексных соединений и гумусовых веществ при промывании хроматографической колонки с образцом почвы водой (после выщелачивания ионов кальция из почвы). Аналогичная ситуация наблюдалась в модельных опытах с насыщением образцов некоторых типов почв (чернозема обыкновенного, солонца...) ионами натрия из водного раствора хлорида натрия с последующей промывкой почвенных образцов водой [16]. Причем ионы Na^+ пептизируют как гуминовые, так и фульвосоединения, способствуя образованию золеобразных гидрофильных коллоидов железа, кремния и алюминия, склонных к заметной их внутривертикальной миграции в черноземах и солонцах [8, 9].

В черноземах обыкновенных, насыщенных ионами щелочноземельных катионов, экологическая роль кислотных компонентов ВОВ в трансформации почвенных минералов совсем иная в сравнении с почвами тайги. Она состоит не в прямом химическом воздействии на минералы (реакции кислотного гидролиза), а в поддержании и усилении биохимической функции почв: снабжении микроорганизмов элементами питания и энергией. Компоненты ВОВ находятся здесь в форме гетерополярных и комплексных солей с ионами натрия, кальция и магния. Причем в таежных экосистемах микроорганизмы сосредотачиваются главным образом в лесной подстилке, а в травянистых экосистемах с черноземами — в зоне корней растений (микоризе). Микроорганизмы задают направленность биогеохимических механизмов превращения и гумусовых веществ черноземов, и почвенных минералов. При этом потери веществ из почвы за счет биогенной и абиотической миграции в лугово-степных экосистемах компенсируются большим по массе растительным опадом (преимущественно в форме корней) и весьма заметным потоком корневых выделений растений при фотосинтезе. Экологические функции таких выделений вызывают живой интерес у физиологов, биохимиков и экологов [10, 11, 12, 19]. В частности, в растительных остатках были обнаружены галловая и элаговая органические кислоты, которые являются ингибиторами нитрификации в почве. Довольно полно изучены аллелопатические функции фенолкарбоновых и низкомолекулярных органических кислот. По сведениям из работы [12], в почве после выращивания сорго остается $9,7 \text{ г/м}^2$ п-кумаровой кислоты, после кукурузы — $8,2 \text{ г/м}^2$, пшеницы — $0,9 \text{ г/м}^2$, овса — $2,6 \text{ г/м}^2$.

При аллелопатических взаимодействиях кроме токсинов, ингибиторов и ферментов важную роль в межвидовой конкуренции в лугово-степных экосистемах за элементы питания, свет и пространство играют низкомолекулярные органические кислоты алифатического ряда — продукты фотосинтеза. Эти вещества могут, например, участвовать в детоксикации метаболитов плесневых грибов и в иных важных реакциях метаболизма [17, 18].

Химические свойства черноземов и солонцов ухоза «Муммовское»

Глубина отбора образцов, см	PH _{N2O}	Сорг по Тюрину, %	Hг	S	Подвижные формы, мг/кг		Na+, % от емкости поглощения
			мг-экв на 100 г.		P	K	
Разрез 3. Чернозем выщелоченный супесчаный, развитый на опоках. Коренной берег р. Б. Колы шлей — березово-дубовая парцелла с луговым разнотравьем.							
A ₁ 10-20	5,7	3,9	2,3	22,4	53,7	23,9	0,5
A 22-32	5,8	2,3	2,5	21,3	44,1	13,4	0,7
AB 40-50	5,1	1,8	3,4	19,5	39,7	35,7	0,9
B 63-73	6,4	0,9	1,4	24,7	23,8	24,2	1,0
BC _{ca} 82-92	7,2	0,5	0,6	41,2	19,4	33,8	1,7
Разрез 1. Чернозем обыкновенный легкосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке. 2-я надпойменная терраса р. Б. Колы шлей. Посев овса на зеленый корм.							
A ₁ 0-24	6,4	2,8	3,8	29,5	32,5	246,3	4,4
AB 34-44	6,7	1,7	3,0	26,7	43,8	165,7	3,4
Bca 56-66	7,5	0,6	1,1	39,6	18,6	97,3	4,6
BCcasl 83-93	8,1	0,4	0,4	46,8	14,7	124,5	5,9
Разрез 2. Чернозем обыкновенный солонцеватый супесчаный на лессовидном карбонатном суглинке. 1-я надпойменная терраса р. Б. Колы шлей. Выгон: лугово-степное разнотравье.							
A ₁ 12-22	7,1	3,1	3,2	25,4	39,7	132,9	6,7
A 35-45	7,2	1,2	1,4	26,7	54,4	98,5	11,2
AB 53-63	7,4	0,8	0,7	19,4	37,1	175,4	10,4
Bcasl 71-81	8,3	0,3	0,2	23,5	17,4	98,4	12,8
Разрез 5. Лугово-черноземная грунтово-глееватая легкосуглинистая на аллювии. Пойма высокого уровня р. Б. Колы шлей. Закочкаранный злаково-разнотравный луг.							
A ₁ 5-15	5,4	4,9	2,7	21,6	66,2	435,3	0,2
A 29-39	5,6	2,7	2,5	19,7	46,8	338,1	0,4
A 110-120	6,1	2,1	2,2	18,4	39,7	239,5	0,2
Разрез 4 Солонец автономный черноземный легкосуглинистый на лессовидном суглинке. Понижение на 1-й надпойменной террасе р. Б. Колы шлей. Типчаково-полынная степь.							
A ₁ EL2-12	6,1	3,1	2,7	26,8	32,6	253,7	13,5
B _{1ca} 23-33	8,4	0,9	1,1	39,2	15,5	127,5	18,9

Химические свойства черноземов обыкновенных солонцеватых и солонцов черноземных. Для этих почв характерны супесчаный и легкосуглинистый гранулометрический состав, повышенное содержание в мелкоземле иллювиального горизонта CaCO_3 , большая в сравнении с лессами плотность, невысокая пористость, заметный дефицит доступных форм фосфора (таблица). Состав гумуса у черноземов фульватно-гуматный [1, 11, 14]. Черноземы обыкновенные не имеют следов выщелоченности ионов кальция. В отличие от выщелоченного подтипа обыкновенные черноземы — менее мощный профиль, ионы Ca^{2+} активно подтягиваются при восходящей миграции в гумусовый горизонт из гор. V_{Ca} , поэтому актуальная кислотность здесь чаще всего варьирует в пределах 6,1-7,2. Слабощелочная реакция отмечена в покровных суглинках, подстилаемых третичными засоленными породами. На эти генетические особенности черноземов обязательно следует обращать внимание, поскольку агрохимики часто не учитывают сезонные восходящие потоки ионов Ca^{2+} и легкорастворимых солей (Na^+ , Cl^-), коллоидов Fe, а оперируют только с пахотным слоем почвы, получая неполную информацию о среде произрастания возделываемых культур. В черноземах обыкновенных некорректно определять, например, обменную кислотность, поскольку ионы алюминия заблокированы гуминовыми соединениями, а десорбции ионов Al^{3+} из твердой фазы в раствор «мешает» избыток ионов кальция и магния. Если в водном растворе нейтральной соли все же обнаруживаются ионы Al^{3+} , то это служит одним из доказательств глубокой деградации черноземов и трансформации их в другой тип почв. Эти вопросы требуют обоснования.

При изучении водной миграции веществ в черноземах учхоза нами была установлена «пальчатая» форма перемещения влаги и продуктов почвообразования



Рис. 3. Чернозем обыкновенный легкосуглинистый, залегающий на пологом склоне балки с разнотравно-луговой растительностью (залежь). В профиле почвы четко выражена плужная подошва на глубине 21-37 см (учхоз «Муммовское», 2011)

(ВОВ) после длительных июньских дождей 2011 г. (рис. 4). До сих пор она визу- ально не отмечалась специалистами, так как в темных профилях черноземов водная миграция мобильных гумусовых веществ не видна. В эродированных аналогах уда-



Рис. 4. Профили чернозема обыкновенного солонцеватого сильносымытого; на фото (крупный план) отчетливо видна «пальчатая» форма миграции подвижных гумусовых веществ (ВОВ и мобильных органоминеральных комплексных соединений) из гор. A_{max} в глубину почвы после затяжных июньских дождей 2011 г.

ется выявить пути миграции ВОВ и Fe-органических соединений из гор. А₁ на фоне палевого иллювиального горизонта. Данный факт заслуживает внимания, поскольку до сих пор водная миграция ВОВ и продуктов черноземообразования в профилях зональных типов почв лесостепи, как было отмечено, остается дискуссионной и слабо обоснованной [8, 15, 17].

Выводы

1. Почвенный покров территории учхоза «Муммовское» отличается заметной комплексностью и тесно взаимосвязан с мезо- и микрорельефом: на надпойменных террасах развиты черноземы обыкновенные и выщелоченные в комплексах с черноземами солонцеватыми и солонцами. На плакорх распространены контуры низко бонитетных черноземов выщелоченных супесчаных щебнистых, развитых на опоках. Их химические свойства в 2006-2011 гг. по сравнению с 1957 г. ухудшились: уменьшилось содержание гумуса с 2,9-3,5% до 2,1-2,7%; увеличилась актуальная кислотность (рН_{Н2О}) с 5,1—5,4 до 4,8-5,0; уменьшилась степень насыщенности основаниями до 67-72%. В таких почвах отмечено активное перемешивание мелкозема верхних и нижних горизонтов кротами и сусликами (см. рис. 2).

2. Черноземы обыкновенные на склонах надпойменных террас учхоза часто в той или иной мере эродированы (коротко профильные). Лимитирующими экологическими факторами выступают: «плужная подошва», прогрессирующая дегумификация, окарбоначивание и осолонцевание верхней части профилей. Для черноземов обыкновенных эффективны почвозащитные севообороты и травосеяние с ограничением до минимума площадей «чистых» паров. В связи с этим следует внедрять ГИС-технологии и контурное (точное) земледелие на основе детальных почвенно-экологических карт.

3. Выщелоченные черноземы, приуроченные к понижениям на надпойменных террасах и плакорам коренных берегов р. Б. Колышлей, отличаются мощным гумусовым профилем и ненасыщенностью ионами Са²⁺ и Mg²⁺. При этом не исключена трансформация данного генотипа в черноземы оподзоленные вследствие кислотного гидролиза и трансформации почвенных минералов в плужной подошве при сезонном избытке влаги в агроландшафтах. Данный вопрос требует экспериментального обоснования.

4. Экологические риски в ландшафтах Приволжской возвышенности включают: аридизацию климата, дефицит продуктивной почвенной влаги весной и летом, эрозию и локальное засоление, вызывающее осолонцевание черноземов. Компенсировать риски можно с помощью зональных агролесомелиоративных технологий, использования средств химизации, травосеяния и рациональных приемов обработки почв.

5. В черноземах с глубоким залеганием карбонатов кальция, в периоды переувлажнения почв, четко выражена водная миграция ВОВ и солей, экологические аспекты и масштабы которой изучены пока неполно.

Библиографический список

1. *Афанасьева Е.А.* Черноземы Среднерусской возвышенности. М.: Наука, 1966.
2. *Докучаев В.В.* О происхождении русского чернозема // В кн. Дороже золота русский чернозем. Вступ. ст. и комм. Г.В. Добровольского. М.: МГУ 1994. С. 217-265.
3. *Кадер Г.М., Ахтырцев Б. П.* Исследование миграции подвижного органического вещества, полуторных окислов, Са, Mg, К и Na методом хроматографии в некоторых почвах Воронежской области // Бюлл. Почвен. Ин-та имени В.В. Докучаева. М.: ВАСХНИЛ, 1968. Вып. 2. С. 37-44.
4. *Кауричев П.С., Поддубный Н.Н.* Почвы учебного хозяйства «Муммовское» и их агрономическая характеристика // Известия ТСХА, 1957. Вып. 2. С. 141-155.
5. *Костычев П.А.* Почвы черноземной области России - их происхождение, состав и свойства. М.: АН СССР, 1949. 239 с.
6. *Медведев В.А., Линицкая Г.П., Шейкман А.К., Давыдов В.Д.* О природе индол окисляющих агентов черноземной почвы // Почвоведение, 1975. № 3. С. 32-38.
7. *Надежтин С.М.* Органическое вещество почв лесостепи Приволжской возвышенности и пути его регулирования. М. Пенза, 1999. 239 с.

8. *Панов Н.П., Рыбакова Б.А., Шафирян Е.М., Гончарова Н.А.* Использование активированного угля при определении Fe, Al, Si, связанных с гумусовыми веществами, в солонцовых почвах // Известия ТСХА, 1984. Вып. 2. С. 75-79.
9. *Поддубный Н.Н., Кирюхина З.П.* О миграции водорастворимого органического вещества в пахотных и целинных черноземах обыкновенных // Доклады ТСХА, 1971. Вып. 169. С. 116-118.
10. *Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Гумус и почвообразование. JL: Наука, 1980. 222 с.
11. *Райс. Э.* Аллелопатия. М.: Мир, 1978.
12. *Ростовцева О.С., Колпенская П.П.* К истории изучения черноземов почвоведцами Тимирязевской академии // Известия ТСХА, 1983. Вып. 5. С. 57-63.
13. *Усов Н.И.* Почвы Саратовской области. Ч. 1 (Правобережье). 288 с.; Ч. 2 (Заволжье). ОГИЗ, Саратовское областное отд., 1948. 362 с.
14. *Яшин П.М.* Выделение из почв мобильных групп гумусовых соединений водным раствором нейтральной соли: В сб. Актуальные вопросы агрономического почвоведения. М.: МСХА, 1989. С. 48.
15. *Яшин П.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А.* Водная миграция химических элементов в почвенном покрове. М.: МСХА, 2003. 316 с.
16. *Mikhailova, E.A., Bryant, R.B., Vasenev, I., Swager, S.J., Post, C.J.* Cultivation effects on soil organic carbon and total nitrogen at depth in the Russian Chernozem / Soil Sci. Am. J. V64, 2000. P. 738-745.
17. Principles and Methods in Landscape Ecology (Toward a Science of Landscape); by Almo Farina The University of Urbino Italy. Editors: Henri Decamps, Barbel Tress, Gunther Tress. Springer., 2006.
18. Soil organic matter in temperate agroecosystems: long-term experiments in North America (E.A. Paul et. al. ed.) CRS Press., 1997. 420 p.
19. Soil processes and the carbon cycle. CRS Press. 1997. 615 p.
20. *Vasenev I., Noble R.R.P., Ammons J.T.* A comparison of U.S. and modern Russian taxonomic system of six Russian / Soil Survey Horizons. V. 49, 2004. P. 39-51.
21. *Vitmanov S.M.* (et. al. ed.) Stressed ecosystems and sustainable agriculture. Oxford. IBH Publishing Co., 1994. 380 p.

Рецензент — д. б. н. В.Г. Мамонтов

SUMMARY

Black earth ecological condition in Privolzhskaya Elevation, illustrated by some agro-landscapes on an instructional, training farm of Mummovskoe in Saratov region, is being considered in the article. Dynamics of black earth from 1957 to 2006-2011 is studied. Micro-relief influence on soil cover complexity within the first and the second above the flood plain terraces of the Bolshoi Kolyshley river has been established. It should be observed that saline soils of the Tertiary period, lying at a depth of 1.4-2.7 metres, in droughty summer seasons, particularly in anomalous, hot summer of 2010, favoured water-soluble salts rise, ions Na⁺ penetration into absorbing complex. "Bare fallow" on general black earth is characterized by dangerous level of ecological risks - there is a high probability of even greater salinization and alkalinization and, for this reason, worsening of black earth agro-ecological properties.

Key words: black earth and saline soils in middle Povolzhie, agro-landscapes, water-soluble salts, processes of both black earth forming and alkalinization, limiting ecological factors, drought, ecological risks, degradation.

Яшин Иван Михайлович — д. б. н., проф. каф. экологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ivan.yasliin2012(@gmail.com).

Васнев Иван Иванович — д. б. н. Тел. (499) 977-04-86; e-mail: vasenev(@.dubki.ru).

Ворников Дмитрий Васильевич — к. с.-х. н. — директор учебно-опытного хозяйства «Муммовское» Саратовской обл.

Петухова Анастасия Александровна — асп. кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (тел. (499) 976-45-60).