

МОНИТОРИНГ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ, ОСУШЕННЫХ ПЛАСТМАССОВЫМ И ГОНЧАРНЫМ ДРЕНАЖОМ

И.В. Ковалев, Н.О. Ковалева

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия, email: kovalevmsu@mail.ru

Раскрыты особенности водного режима светло-серых лесных почв разной степени оглеения в годы с разным количеством выпавших осадков.

В профиле глееватых почв весной и осенью формируется двухъярусная верховодка. Это обуславливает снижение урожая культур или их гибель. Показано, что дренаж устраняет верховодку. Гончарный траншейный и пластмассовый бестраншейный дренаж оказывает близкое агроэкологическое и гидрологическое влияние на рассматриваемые почвы. Показана трансформация физических и химических свойств, гумусного состояния почв, осушенных разными видами дренажа.

Ключевые слова: светло-серые оглеенные почвы; гончарный и пластмассовый дренаж; свойства почв.

На современном этапе развития науки необходимо создание дистанционного мониторинга осушенных земель России. Только наличие комплексной информации о свойствах и режимах естественных, осушенных почв и почв геохимически сопряженных ландшафтов позволит оценить целесообразность развития осушения на сельскохозяйственных землях России. Практически повсеместно в последние годы в практике осушения почв разных регионов применяется пластмассовый дренаж. Однако сведения о его длительном воздействии на эволюцию и функционирование почв, а также на развитие ландшафтов, весьма ограничены [1] или отсутствуют вовсе.

Исследования проведены в Ступинском районе Московской области на светло-серых лесных глееватых почвах. Здесь осенью 1988 г. был создан уникальный экспериментально-мелиоративный полигон по проекту «Мосгипрводхоз», где есть возможность изучать изменение свойств и режимов почв по отношению к первому году действия дренажа на протяжении уже почти 30 лет. Исследования приурочены к фиксированным точкам наблюдений и проведены одними и теми же методами в разные годы обеспеченности осадками, начиная с 1988 года. Дренажные системы, площадью 2–4 га каждая, строились в 3-х кратной повторности для каждого варианта опыта: 1-й – светло-серые лесные глееватые почвы, осушенные пластмассовым дренажом с помощью дреноукладчика МД-4 на глубину

100–120 см и 2-й вариант – эти же почвы, осушенные гончарным дренажом с помощью дренажера ЭТЦ-202 на ту же глубину с междренним расстоянием 16 м. Также рассматривались эколого-гидрологические условия, свойственные светло-серым лесным глубокооуглееным и глееватым почвам с естественным водным режимом. Все исследованные почвы сформированы на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах – крупнопылевато-илватом покровном суглинке [1].

Методы. Свойства и режимы серых оуглеенных неосушенных и осушенных почв исследованы не только классическими [1], но и современными методами: определение пула лигниновых фенолов методом мягкого щелочного окисления органического вещества оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя, ^{13}C и ^{31}P -ЯМР-спектроскопия, модифицированная методика определения аминокислот [2], определение изотопного анализа углерода органического вещества [3], определение в почвах и ортштейнах активного органического вещества биокинетическим методом [4].

Результаты. Особенностью глееватых почв является наличие двухъярусной верховодки, которая сохраняется до начала-середины мая. Ее верхний ярус приурочен к пахотному слою, а нижний располагается на глубине 7–75 см. Между этими двумя горизонтами полного обводнения существуют зоны с влажностью, равной наименьшей влагоемкости (НВ) и в интервале: наименьшая влагоемкость – полная влагоемкость (НВ-ПВ) [1]. Именно в это время в серых лесных глееватых почвах с естественным водным режимом наблюдается снижение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) до 280–300 мВ и возникают анаэробные условия [1]. Летом обычно наблюдаются выравненные значения ОВП в почвах начальных стадий гидроморфизма (глубокооуглеенные ---> глееватые). Эти характерные различия гидрологического и окислительно-восстановительного режимов серых лесных почв разной степени оуглеения сказываются статистически значимо на физических и химических свойствах почв, в том числе и в конкреционных новообразованиях. Например, данные по количеству ортштейнов, по распределению содержания железа, марганца, углерода, азота, серы, фосфора, пулу лигниновых фенолов в ортштейнах серых почв с естественным водным режимом имеют близкие или тождественные значения независимо от обеспеченности года осадками на протяжении 30 лет и позволяют достоверно диагностировать степень заболоченности этих почв даже на уровне видовых различий (глубокооуглеенные, глееватые, глеевые).

Наблюдения показывают, что дренаж во влажные, средние и сухие годы оказывает весьма существенное влияние на режим влажности глее-

ватых почв. При наличии дренажа в глееватых почвах не только устраняется двухъярусная верховодка, но обычно исчезает гравитационная влага из нижних горизонтов. Влажность почвы при этом на протяжении большей части вегетационного периода оказывается в оптимальном диапазоне – наименьшая влагоемкость-влажность разрыва капиллярной связи (НВ-ВРК) [1]. Окислительно-восстановительный потенциал возрастает до 420–470 мВ, обеспечивая господство окислительной обстановки на протяжении сухого периода [1]. Выявлены определенные различия в действии траншейного гончарного и бестраншейного пластмассового дренажа. На протяжении пяти контрастных по влажности лет показано, что с помощью гончарного и пластмассового дренажа может быть достигнут близкий или тождественный эколого-гидрологический эффект.

**Урожайность сельскохозяйственных культур
на недренированных и дренированных почвах (т/га)**

Полигоны	Сухой год, 86/73 (Вико-злаковая смесь на зерно)	Умеренно-сухой год, 33/46 (Озимая пшеница)	Влажный год, 49/25 (Озимая пшеница)	Умеренно-влажный год, 33/46 (ячмень)	Влажный год, 49/25 * (Овёс на силос), n=5, M±tp·m
Контроль	Глееватая почва, недренированная (контроль)				
	-	3.98	0.62	2.90 **	13.13 ± 1.06
Глееватая почва, дренированная. Пластмассовый дренаж					
П-1	2.12	4.58	2.94	4.04	8.12 ± 2.02
П-2	2.60	5.14	4.00	3.94	7.52 ± 2.07
П-3	2.58	4.32	6.57	2.54	6.06 ± 1.06
Среднее	2.43	4.67	4.50	3.51	7.23
Глееватая почва, дренированная. Гончарный дренаж					
Г-1	2.06	5.10	3.47	4.32	8.55 ± 1.78
Г-2	2.50	5.60	4.81	3.77	7.42 ± 2.10
Г-3	2.48	4.61	5.10	2.56	5.85 ± 1.07
Среднее	2.35	5.10	4.46	3.55	7.27

Примечание. Урожайность учитывали прямым комбайнированием (комбайн «Дон-1500») по полосам перпендикулярно дренажным линиям на учетных площадках (2–4 га), * – методом учетных площадок при n = 5 (P = 0.95). * – летний срок сева (20.07); ** – посев на месяц позже из-за полного обводнения; M – среднее арифметическое; t – критерий Стьюдента; m – ошибка среднего; 86/73 – обеспеченность осадками: за вегетационный период (IV–X) / за год.

На серых лесных глееватых почвах, наиболее распространенных минеральных гидроморфных почвах зоны широколиственных лесов, без дренажа складываются весьма стихийные условия. Урожайи здесь нестабильны и колеблются весьма в широком диапазоне, вплоть до вымокания озимых. На осушенных серых глееватых почвах формируются благоприятные условия для возделывания культур полевых севооборотов, особенно озимых культур.

Оценка разности средних по урожайности культур на почвах, осушенных этими двумя видами дренажа, показывает, что различия не достоверны при 5 % и, как правило, при 1 % уровне значимости.

Действие разных видов закрытого дренажа способствуют увеличению водопрочности структуры, в том числе и в нижних слоях. Так, на 19-й год последействия дренажа содержание агрономически ценных агрегатов увеличивается по профилю независимо от вида дренажа. Осушение и подземная биомасса растений способствует увеличению количества агрономически ценных агрегатов не только в верхних горизонтах профиля, но и в нижних. На наш взгляд, это обусловлено господством многолетних трав и резким сокращением обработок тяжелой колесной техникой. По кривым ОГХ были рассчитаны распределения объемов пор по размерам и по функциям. Осушение оказывает влияние на увеличение пор инфильтрации, аэрации и влагопроводящих пор особенно в иллювиальных горизонтах. Значения Кф связаны с распределением объемов пор по размерам и по функциям. Под воздействием осушения заметно повышаются значения Кф, установленных как методом Хануса, так и методом рам. Перед строительством дренажа серым лесным глееватым почвам были свойственны низкие и средние значения вертикальной фильтрации (0,1–0,3 м/сут), после осушения – средние и высокие. Дренаж интенсифицирует вынос с дренажным стоком тонких фракций мелкозема. За 30-летний период действия дренажной системы, можно говорить лишь о тенденции миграции илистой фракции [1].

Дренаж приводит и к активизации микробиологической деятельности, которая прямо регистрируется по увеличению длины грибного мицелия и общей биомассы микроорганизмов и косвенно – по увеличению доли диэфиров микробного происхождения на ^{31}P ЯМР-спектрах: с 6 до 11 % и с 9 до 12 % от площади спектра, а также по увеличению содержания аминокислот и мурамина в почвах ($p < 0.95$). В результате произошла и деструкция лигнина в агроэкосистемах. Согласно величинам отношения лигнин/к азоту (VSC/N) в осушенных почвах наблюдается и преобладание метаболического углерода над ароматическим. Сумма продуктов окисления лигнина падает ($p < 0.95$) с $13 \text{ мг г}^{-1} \text{ C}_{\text{орг}}$ до $9 \text{ мг г}^{-1} \text{ C}_{\text{орг}}$. Возрастает ($p < 0.99$) степень окисленности (отношение сиреневых кислот к сиреневым альдегидам) и степень измененности боковых цепочек лигнина (VSC) по отношению к исходным растительным тканям: с 4.6 до 6.5 [2]. В результате, наблюдается увеличение соотношения Сгк:Сфк в гумусовых горизонтах от 0,93–1,18 до 1,53–1,98. Данный факт подтверждается и увеличением на 30 % площади пика углерода карбогидратов в области 60–106 ppm, по результатам ^{13}C ЯМР-спектроскопии, в молекулах ГК светло-се-

рых глееватых осушенных почв. В период эффективного действия дренажа происходит изменение гумусного состояния агросерой глееватой почвы, которая по показателям биогенности и биоактивности становится похожа на глубокооглеенную автоморфную почву [4]. Под влиянием разных видов дренажа в динамике по годам относительно первого года после действия дренажа биокинетические параметры минерализуемого пула органического вещества почв и ортштейнов, такие как микробная биомасса, зависят от влажности года. Однако базальное дыхание и дыхательный коэффициент показывают однозначное уменьшение относительно первого года действия дренажа.

Итак, осушение существенно изменяет гидрологический и ОВП режимы, физические и химические свойства, гумусное состояние серых лесных оглеенных почв, в результате формируются новые агроэкологические условия, благоприятные для ведения сельскохозяйственного производства и внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23–24–00155, экспедиционные работы за прошедшие годы выполнены в рамках госзадания МГУ № 121040800146–3.

Библиографические ссылки

1. Kovalev I. V. Drained soils as an analogue of a large-area lysimeter // Moscow University Soil Science Bulletin. 2021. Vol. 76, No. 3. P. 138–147.

2. Kovaleva N., Kovalev I., Kozlova O. Lignin transformation in soils of arable lands, Russian plain // International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology. 2021. Vol. 16, No. 3/4. P. 289–300.

3. Ковалев И. В., Ковалева Н. О., Столникова Е. М., Федотов А. Б. Возраст и генезис Fe-Mn конкреций серых лесных почв южной тайги по результатам изотопных и метагеномных исследований // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2022. № 4. С. 97–105.

4. Ковалев И. В., Семенов В. М., Ковалева Н. О., Лебедева Т. Н., Яковлева В. М., Паутова Н. Б. Оценка биогенности и биоактивности агросерых глееватых неосушенных и осушенных почв // Почвоведение. 2021. № 7. С. 827–837.