

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПОЧВЕННОЙ КАТЕНЫ

© 2015 г. Н. А. Муромцев, К. Б. Анисимов

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017,
Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2
e-mail: muiromcev39@mail.ru*

Рассмотрена динамика запасов влаги и потенциала почвенной влаги на различных участках катены дерново-подзолистой слабооглеенной почвы. Выявлены особенности формирования запасов влаги на различных высотных позициях катены и трансформации ее во времени и в зависимости от погодных условий. Показано, что динамика потенциала почвенной влаги по глубине почвенного профиля и во времени находится в хорошем согласии с особенностями изменения запасов влаги.

Ключевые слова: влажность почвы, запасы влаги, потенциал почвенной влаги, грунтовые воды, атмосферные осадки, дерново-подзолистая слабооглеенная суглинистая почва.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть земель южно-таежной подзоны лесной зоны представляет собой склоны различной крутизны и простираения. Поэтому практически любая условно взятая территория будет различной степени выраженной (в высотном отношении) в рельефе почвенной катеной. Почвенная катена, в соответствии современным воззрением, представляет собой “повторяющуюся на склонах в аналогичных условиях рельефа и литологии определенную последовательность почвенных разновидностей, генетически связанных с деятельностью водных потоков и сил гравитации” (Мелиоративная энциклопедия, 2003, с. 622). В соответствии с приведенной ссылкой такие и подобные почвенные катены нередко именуют элементарными ландшафтами, ландшафтными полосами, элементарными почвенными ареалами, микрокатенами и др. Основным связующим элементом (показателем, параметром) различных участков рассматриваемой катены (элементарного поч-

венного ареала), представляющей собой выположенный склон, являются почвенно-грунтовые воды. Их уровень будет ниже в верхней и выше в нижней ее частях, что предопределяет развитие процесса гидроморфизма в нижней и средней частях склона, а также во всех пониженных формах рельефа. Благодаря естественному перераспределению атмосферных осадков в направлении склона территории, разные части катены будут иметь различную степень увлажнения. В пределах рассматриваемой катены можно выделять (в гидрологическом отношении) три основные части: верхнюю (пограничную с плато), среднюю и нижнюю, переходящую в низинную часть рельефа данной местности.

Цель работы – сопряженное изучение динамики почвенной влаги и потенциала влаги дерново-подзолистой почвы в различных частях слабовыраженной (в высотном отношении) катены для оценки влагообеспеченности растений и ее оптимизации.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на катене дерново-подзолистой суглинистой слабоогленной почвы Зеленоградского стационара Почвенного института им. В.В. Докучаева (основное опытное поле) и на участке залежи, расположенной вблизи опытного поля. Собственно дерново-подзолистая почва находилась в верхней части склона (площадка 1). В его средней (площадки 2 и 3) и особенно нижней (площадка 4) частях признаки проявления процесса гидроморфизма обнаружены уже в середине метрового слоя (около 50 см). Гранулометрический состав метрового слоя почвы существенно различается между вариантами исследования. Верхний полуметровый ее слой обычно характеризуется как средний суглинок, а нижняя часть (50–100 см) имеет тяжелосуглинистый состав. Плотность сложения (средние значения) этих толщ почвы находится в пределах 1.50 и 1.64 г/см³ соответственно. Максимальная гигроскопическая (**МГ**) влажность составляет 8.2 и 13.5%, влажность завядания (**ВЗ**) – 10.0 и 18.5%, а наименьшая влагоемкость (**НВ**) – 35.3 и 31.4% соответственно в слоях 0–50 и 50–100 см.

Изучаемыми параметрами являлись: влажность почвы, потенциал влаги толщи 0–100 см, осадки и другие метеорологические параметры приземного слоя воздуха. Помимо стационарных тензиометров использовали переносной тензиометр, позволяющий

проводить измерения потенциала на глубине почвы до 40 см. Показатели состояния приземного слоя воздуха определяли с помощью автоматической метеостанции фирмы “Хелион” Vantage Pro 2.

Влажность почвы (на основном опытном участке площадью около 2.5 га) определяли на четырех площадках, отличающихся различным расположением в пределах геоморфологического профиля опытного участка. Площадка 1 – в самой верхней его части, вторая площадка – в средней сравнительно выровненной и заметно пониженной (относительно площадки 1) части, третья – в замкнутой протяженной западине глубиной вреза около 50 см, расположенной на одном уровне с площадкой 2. Четвертая площадка находится на противоположном конце опытного поля (катены). Она характеризовалась наименьшими высотными отметками и повышенным уровнем почвенно-грунтовых вод, которые периодически вскрывались бурением на глубине около 50 см. В связи с этим во влажные годы и длительные периоды отдельных лет на этой глубине (и глубже) отмечались признаки гидроморфизма в виде сизоватых пятен и прожилок, железисто-марганцевых примазок и других новообразований. То же самое можно сказать и о протяженной низине и других понижениях опытного участка. Следовательно, автоморфный компонент дерново-подзолистой почвы сохраняется лишь в верхней части склона (площадка 1). Во всех пониженных элементах рельефа, срединной выровненной части склона и особенно в нижней его части автоморфная дерново-подзолистая почва переходит в категорию полугидроморфной (слабооглеенной), т.е. в дерново-подзолистую слабооглеенную суглинистую.

Основные морфогенетические, агрохимические и агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы Зеленоградского стационара проанализированы ранее (Сорочкин, Шептухов, 1983; Прохорова, Фрид, 1993). На основном опытном поле стационара возделывалась масличная культура рапс с подсевом многолетника эспарцета, а на залежи – естественный растительный покров, преимущественно злаковый.

Исследования проводили летом 2014 г., которое было жарким и сухим. Осадков было мало (таблица), особенно в июле и начале августа (всего в совокупности – около 16 мм).

Осадки, выпавшие за период с середины июня по 12 октября 2014 г.

Дата выпадения	Осадки, мм	Дата выпадения	Осадки, мм
17.06–20.06	18.0	27.08	7.0
21.06–04.07	0.5	28.08	1.8
05.07–18.07	4.1	29.08	3.0
30.07	2.2	30.08	1.8
31.07	0.2	01.09	1.2
07.08	32.6	02.09	16.8
08.08	13.4	03.09	0.4
13.08	6.8	14.09	2.6
16.08	0.2	24.09	4.6
17.08	20.2	28.09	0.4
14.08	5.0	30.09	3.6
15.08	3.0	01.10	3.0
22.08	3.2	06.10	0.6
25.08	0.2	11.10	4.8
26.08	0.0		

Развернутый анализ метеопараметров, считываемых с дисплея автоматической метеостанции, не приведен. Отметим, что дневные (полуденные) значения солнечной радиации, суммарного испарения, температуры воздуха и скорости ветра максимальны (в большинстве случаев), а относительной влажности – минимальны в течение вегетационного периода. Атмосферные осадки в июне и августе (в июле их практически не было) неизменно повышают относительную влажность воздуха, снижают температуру воздуха, суммарное испарение и солнечную радиацию. Суточные динамики основных метеопараметров: температуры и относительной влажности воздуха, осадков, суммарного испарения, солнечной радиации и скорости ветра – характеризуются выраженной согласованностью и взаимозависимостью. Повышение значений солнечной радиации неизбежно приводит к увеличению суммарного испарения, температуры воздуха и к уменьшению его относительной влажности. Выпадение осадков снижает величину прямой солнечной радиации нередко до нуля, а суммарное испарение до минимальных значений, близких к нулю, способствует понижению температуры воздуха и повышению его влажности. Усиление ветра часто приводит к заметному повышению суммарного испарения и снижению влажности воздуха.

Расчеты содержания влаги в отдельных слоях почвы приведены на рис. 1. Расчеты запасов влаги даны (для приведенных ниже слоев почвы) с учетом следующих соображений. Слой 0–50 см – это слой наиболее активного влагооборота, в нем сконцентрировано более 80–85% корней зерновых культур. Он, особенно верхняя часть (0–30 см), наиболее богат минеральными и органическими

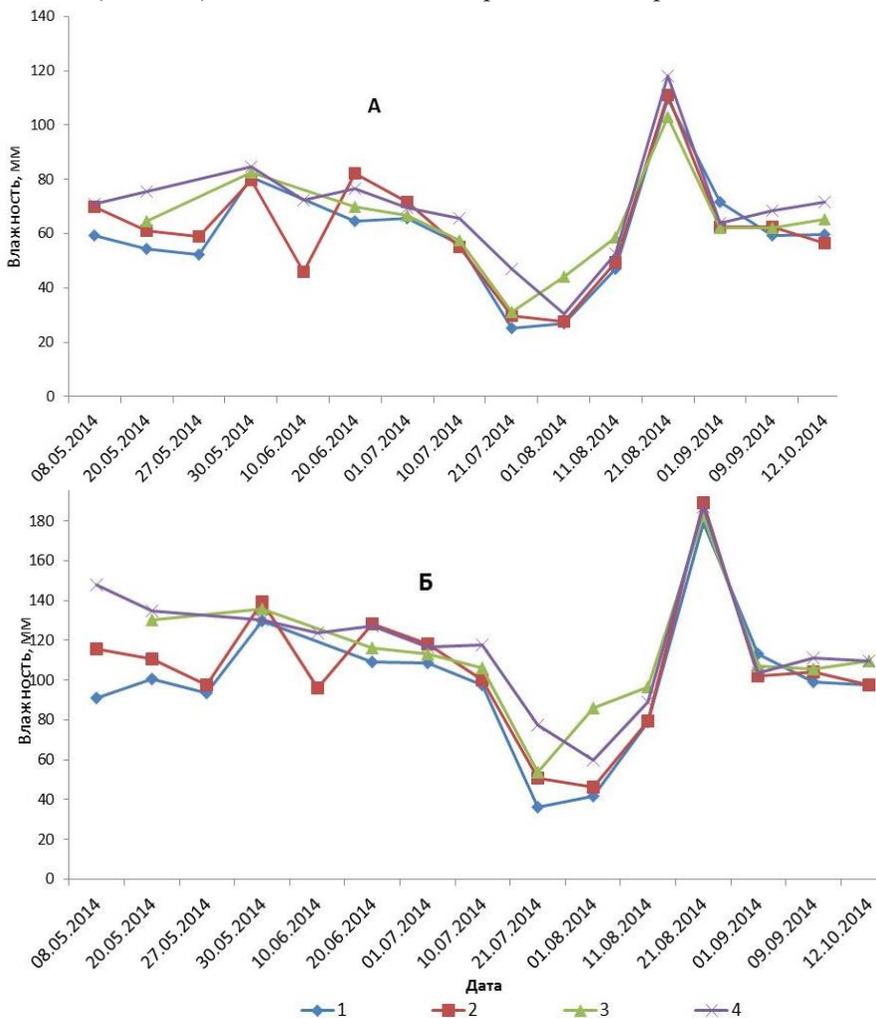


Рис. 1. Содержание влаги в слоях 0–30 (А) и 0–50 см (Б) дерново-подзолистой почвы на площадках 1–4 опытного поля.

элементами питания растений. Слой 50–100 см можно рассматривать как резервный при компенсации израсходованной корнями влаги и питательных веществ. Здесь распространена некоторая часть корней, хотя и небольшая (около 20–10%).

Первое бурение на влажность произведено 8 мая. В соответствии с данными в начале мая гидрологические условия для всех четырех вариантов были некомфортными. Запасы влаги в верхнем слое 0–30 см почвы составляли 59, 70, 70 и 71 мм соответственно по вариантам, что соответствует от 56 до 67% НВ (в среднем 63% НВ). Значение 63% от НВ – это нижняя граница оптимального увлажнения для многих культур. В начале мая, когда производят посев культур, желательна большая обводненность почвы, особенно верхнего слоя 0–10(20) см, где происходит прорастание семян. Содержание влаги в этом слое было ниже, чем в слое 0–30 см (среднее значение), и составляло 50–60% от НВ, что позволяет говорить о наличии дефицита почвенной влаги в один из самых ответственных моментов роста и развития растений – прорастания семян.

На площадке 4 влажность в момент сева была заметно больше (около 67% от НВ), чем на площадках 1–3, что объясняется более высоким (к поверхности) стоянием капиллярной каймы грунтовых вод (ГВ). Уровень ГВ был вскрыт при бурении на глубине 50 см от поверхности. Содержание влаги в слоях 0–50 и 0–100 см в начале мая составляло от 70 до 100% НВ.

В дальнейшем запасы влаги на всех площадках постепенно и синхронно изменялись под воздействием суммарного испарения и осадков. При этом степень обводненности практически всех почвенных слоев и вариантов укладывалась в схему: содержание влаги верхнего (0–30 см) слоя почвы площадки 1 < площадки 2 < площадки 3 < площадки 4. Особенности распределения влаги по вариантам можно объяснить различным положением в рельефе, приводящем к перераспределению влаги по поверхности опытного поля. Подстилающей породой здесь является однородный покровный суглинок, поэтому основным фактором дифференциации (слабой) почвенного покрова служит микрорельеф и связанные с ним условия увлажнения различных участков катерны. Площадка 1 находится в верхней части склона, 2 – в средней его части, 3 – в замкнутой протяженной низине, а площадка 4 – в нижней пони-

женной оконечности склона, где, как отмечали выше, почвенно-грунтовая вода периодически вскрывается бурением на глубине около 50 см от поверхности. На площадке 2 в связи с меньшей крутизной склона снижен (по сравнению с площадкой 1) сток дождевых вод и более заметно влияние капиллярной каймы грунтовых вод. Площадка 3 находится в протяженной низине (западине) и, следовательно, характеризуется повышенным поверхностным стоком в нее со склонов западины и влиянием грунтовых вод, которые, возможно, находятся несколько ближе к днищу низины, чем на площадках 1 и 2. В засушливый период (июнь–июль) содержание влаги во всех слоях профиля и, особенно в нижней его части, оказывается нередко несколько больше по сравнению с площадками 1 и 2, а иногда и с площадкой 4. Почва этих вариантов характеризуется слабым периодическим проявлением процессов гидроморфизма. Морфологическое описание почвы (по кернам при установке тензиометров) показывает, что уже на глубине 50–60 см отмечаются признаки слабого оглеения (Fe-Mn примазки, редкие темно-серые мелкие пятна и полосы).

Имеющиеся различия в морфогенетических и водно-физических свойствах автоморфного и слабогидроморфного аналогов оказывают некоторое влияние на запасы влаги вариантов опыта и их динамику. Однако считаем, что это влияние сравнительно невелико, второстепенно, в значительной мере маскируется неопределенностью проявления и не выходит за пределы точности определения влажности, запасов влаги и плотности почвы. Об этом свидетельствуют материалы рис. 1. Различие запасов влаги в слое 0–30 см при низких значениях ее содержания, особенно в экстремальных условиях засухи (1.07–8.08), находятся в пределах 102–118 мм, т.е. 15–16 мм или около 5 мм (3.1%) на каждый 10-сантиметровый слой. Учитывая низкую точность определения влажности и плотности почвы, а также расчета запасов влаги (не выше 10–15% от определяемых величин), эту величину (3.1%) следует признать в пределах точности определений. Аналогичная ситуация с запасами влаги в вариантах опыта в засушливые и влажные периоды в слое 0–50 см: 180–185 мм в засушливые и несколько выше во влажные периоды. Несущественное влияние свойств различных разновидностей дерново-подзолистой слабооглеенной суглинистой почвы на содержание влаги и ее запасы

теоретически следует и из того, что гранулометрический состав верхнего (0–30 см) и более глубоких слоев практически одинаков во всех вариантах опыта. Именно гранулометрический состав, в случае его существенного различия по вариантам опыта, и определяемые им плотность, пористость, удельная поверхность и другие существенные свойства, могли бы оказывать заметное влияние на содержание влаги в почве. Однако существенных различий в гранулометрическом составе даже в верхних слоях почвы при визуальной оценке кернов при бурении на влажность не обнаружено.

Рассмотрим динамику и особенности изменения влаги в слоях 0–30 и 50–100 см во временном аспекте, т.е. от посева семян (8 мая) и до середины октября, т.е. до конца периода наблюдений (рис. 2). Как уже отмечали выше, в слое 0–30 см содержание влаги уменьшается в направлении от площадки 4 к площадке 1, в связи с проявлением влияния рельефа местности и уровня ГВ (за исключение площадки 3, где запасы влаги иногда равны или несколько превышают таковые площадки 4). Эта особенность соотношения запасов влаги по вариантам проявляется в течение всей вегетации, особенно в засушливые ее периоды.

Подчеркнем, что в мае погода стояла жаркая и без заметных осадков. Содержание влаги в слоях 0–30 см к этому времени на площадках 1 и 2 уменьшилось соответственно с 59.4 и 70.0 до 52.3 и 58.8 мм, а на площадке 4 оно возросло из-за влияния грунтовых вод, которые были вскрыты 8 мая на глубине 50 см от поверхности. В конце мая (28 и 29) выпадали дожди (около 20 мм). Поэтому уже 30 мая содержание влаги в слое 0–30 см возросло до 80.8, 79.8, 82.5 и 84.5 мм соответственно на площадках 1, 2, 3 и 4. Отметим невысокие (в пределах точности определения) различия в содержании влаги между вариантами (около 4 мм). Содержание влаги в слое 50–100 см также минимально на площадке 1 и максимально на площадке 4. Здесь оно составляло (в начале мая) 130.2 и 185.8 мм соответственно. И в дальнейшем понизилось к концу месяца до 144.5 мм (площадка 4). Затем наступил засушливый период (с 1.07) и продолжался вплоть до 5–6 августа, т.е. около 36 суток.

Вторая половина июня также была засушливой: с 17 по 30 июня выпало всего около 18 мм осадков и плюс еще 4.6 мм за

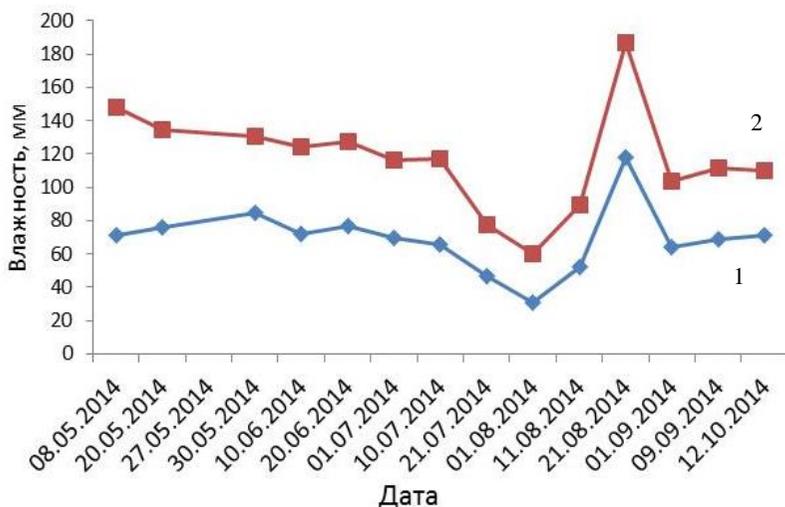


Рис. 2. Динамика запасов влаги дерново-подзолистой почвы в слоях 0–30 (1) и 0–50 см (2) площадки 4 опытного поля.

период с 1 июля по 5 августа. С учетом этого, длительность засушливого периода составляла около 51 суток. За этот 51–суточный период случались крайне небольшие дожди суммой около 22.6 мм, не оказавшие заметного влияния на содержание влаги даже в самом верхнем слое (0–10 см). Запасы влаги в слое 0–30 см понизились (к 1 августа) по вариантам до 26.9, 27.5, 44.0 и 30.5 мм, что соответствует 25.5, 26.1, 41 и 29% НВ. Эти цифры свидетельствуют о глубоком дефиците почвенной влаги в верхнем корнеобитаемом слое. При этом на площадке 3 влаги оказалось несколько больше по сравнению с площадкой 4. Возможная причина заключается в резком понижении уровня ГВ на площадке 4.

Запасы влаги в метровом слое (0–100 см) также значительно уменьшились в течение засушливого периода и составили к 1 августа на площадках 1–4 137.5, 133.8, 203.1 и 155.0 мм. Это соответствует 41, 40.5, 51 и 47% НВ и свидетельствует о весьма значительном дефиците влаги во всем метровом слое почвы. Наибольшее содержание влаги оказалось на площадке 3, расположенной в продолговатой замкнутой низине. Однако поскольку дождей в рассматриваемый период не было, то и перераспределения стока

атмосферных осадков по рельефу (в пользу низины) не было. Вместе с тем, величина превышения влаги здесь по сравнению с площадкой 4 незначительна, и находится в пределах точности определения влажности почвы и расчетов ее запасов.

На нижней границе метрового слоя (80–90 см) уменьшение влажности почвы к 1 августа составило 11.9, 11.4, 16.0 и 13.0%, что незначительно выше МГ (площадка 3) и ниже ВЗ (14.0%) для площадок 1, 2 и 4. Еще более низкие величины влажности (во всех площадках) наблюдались 21 июля: 10.4; 9.5; 13.5 и 10.6%. В самом верхнем 0–10 см слое содержание влаги составило предельно низкие значения: 4.2, 6.5, 4.7 и 7.6% (МГ = 6.7%), т.е. заметно меньше МГ, за исключением площадки 4, где оно – на уровне МГ. Аналогичная ситуация отмечена в 1972 и 2010 гг., когда содержание влаги в метровом и даже полутораметровом слоях почвы опускалось до ВЗ и МГ. По данным Мажайского и др. (2011), за период без выпадения дождя с 17 июня по 24 августа (68 суток) 2010 г. содержание влаги в слое 0–60 см дерново-подзолистой почвы (ст. Луговая Московской области) опустилось до МГ. В нижележащем слое почвы, вплоть до опробованной глубины (170 см), содержание влаги не превышало ВЗ.

Содержание почвенной влаги в вегетационный сезон 1972 г. в слое 0–30 см составило 5.6% (ВЗ = 9.0%), в слое 30–50 см – 8.3% (ВЗ = 12.3%), в слое 50–70 см – 12.8% (ВЗ = 17.1%) и в слое 70–100 см – 14.0% (ВЗ = 18.2%). Значения МГ в указанных слоях составили величины: 6.7; 9.3; 12.5 и 14.1%. Таким образом, запасы влаги в 1972, 2010 и 2014 гг. опускались до значений максимальной гигроскопичности (и даже ниже МГ) в слое 0–50 см и до ВЗ в слое 90–100 см и глубже. Такое сильное иссушение суглинистой почвы в лесной зоне скорее характерно для супесчаных почв сухостепной зоны (Муромцев и др., 2014). По глубине воздействия на динамику запасов влаги засушливый период 2014 г. не уступает таковому в 1972 и 2010 гг. Бурение до глубины 2 м, предпринятое в конце засушливого периода, не вскрыло горизонта грунтовых вод, он опустился значительно ниже этой отметки, вероятно до 3.5–4.0 м от поверхности. Пробурить глубже не представилось возможным.

После обильных дождей за период с 7 по 22 августа (около 84 мм) содержание влаги значительно повысилось: до 47, 50, 59 и

52 мм по вариантам в 0–30 см слое и до 176, 179, 224 и 207 мм в метровом слое. Однако они не достигли нижней границы оптимального увлажнения, которая при 70% от НВ составляет 73.6 мм и 230.6 мм соответственно в слоях 0–30 и 0–100 см. Для площадок 1, 2 и 4 это увеличение составляет около 22 мм, а для площадки 3 – 15 мм. В метровом слое увеличение запасов влаги более значительно. Оно составило по вариантам: 38, 44, 20 и 52 мм, что соответствует влагообеспеченности растений в пределах от 75 до 96% НВ. При этом, как и ранее, максимальное увеличение (96% НВ) наблюдалось на площадке 4.

Следовательно, экстремальные условия атмосферного увлажнения к этому времени (22 августа) окончательно ликвидировались, и содержание влаги в метровом слое почвы, теперь уже в конце вегетационного периода, возросло до уровня оптимального увлажнения (в интервале от НВ до 75–70% НВ). К концу августа запасы влаги составили в слое 0–30 см в пределах 109 мм (площадка 1) – 118 мм (площадка 4). В дальнейшем, за период с 22 августа до 1 сентября значительных осадков не было, суммарная их величина составила всего около 15 мм. За этот период запасы влаги в слое 0–30 см заметно понизились до 67 до 59% НВ: 71.1 мм (площадка 1), 62.5 (площадка 2), 62.1 (площадка 3) и 63.7 (площадка 4). При этом влагообеспеченность культур составляет величину 71–64% НВ, т.е. характеризуется небольшим дефицитом. Аналогичная ситуация и в слое 0–50 см, поскольку он, как и слой 0–30 см, максимально насыщен корнями рапса.

Урожай биомассы растений подтверждает сделанные ранее выводы. Он максимален и практически одинаков на площадках 4 и 3 и составляет 250 г/м²; минимальный урожай, как и следовало ожидать, – на площадке 1 (200 г/м²) и площадке 2 – 230 г/м².

Перед анализом динамики водоудерживающих сил (потенциала влаги) в почвенном профиле опытного участка отметим, что под потенциалом влаги понимали полезную работу, которую необходимо совершить посредством приложения извне сил для изотермического и обратимого переноса единицы массы или единицы объема свободной химически чистой воды с заданного уровня в почвенный раствор (Муромцев, 2002; Мелиоративная энциклопедия, 2004). Оценку динамики потенциала влаги проводили с учетом изменения запасов почвенной влаги, а оценку сте-

пени влагообеспеченности растений (по потенциалу влаги) – путем соотнесения “текущих” значений потенциала с его критическими значениями. В качестве критических значений потенциала, соответствующих значениям НВ, принимали 30, 35 и 40–43 кПа для слоев 0–30, 30–50 и 50–80 см. В практике диагностики полива по показаниям тензиометров критические значения потенциала влаги используют величины, при достижении которых назначают полив. При этом учитывается гранулометрический состав почвы и фазы развития сельскохозяйственных культур (Судницын, 1979; Hosseiniet al., 2011; Муромцев и др., 2013).

Особенностью динамики потенциала является понижение его значений с глубиной в связи с большим содержанием здесь влаги, обусловленной как меньшим ее расходом на суммарное испарение, так и подпитыванием из грунтовых вод (Муромцев, 2005). В конце мая и в течение двух с половиной недель июня потенциал влаги практически во всем почвенном профиле был относительно высоким и незначительно превышал критические величины. После выпадения 20 июня атмосферных осадков в сумме 18 мм потенциал на всех исследованных глубинах существенно понизился до 10–20 кПа, что заметно ниже критических величин.

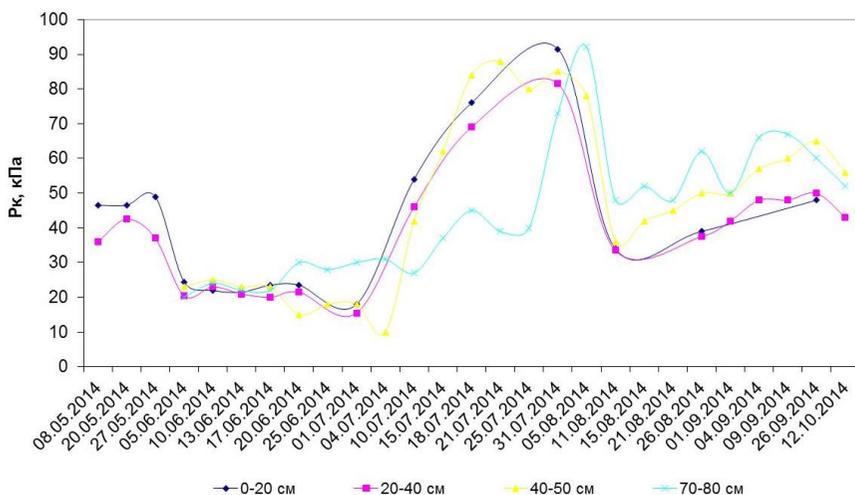


Рис. 3. Динамика потенциала влаги в различных слоях почвы основного опытного поля, площадька 4.

Далее вплоть до 7 августа заметных осадков или не было вообще, или они выпадали малыми (несколько миллиметров) величинами, не оказывавшими никакого положительного влияния на увлажнение даже самого верхнего слоя почвы.

В засушливый период, длившийся более полутора месяцев, потенциал влаги на всех контролируемых глубинах существенно повысился. И уже к концу июля (25-30 числа) достиг значений 78–62 (площадка 2), 79–20 (площадка 4) и в дальнейшем возрос до значений 89–67 кПа на всех площадках вплоть до глубины 50 см. И только в слое 70–80 см его значения все еще не превышали 40–45 кПа (площадка 4). Однако к началу августа (5–6 числа) он повысился и в слое 70–80 см до максимальных значений – 100 кПа (до предела капиллярного потенциала, измеряемого тензиометрами). 7 и 8 августа совокупно выпало 46 мм осадков и потенциал в течение нескольких дней понизился до 30 кПа в слоях 0–20 и 20–40 см и до 40–50 кПа в слоях 40–50 и 70–80 см. Из этого следует, что значительной суммы осадков (46 мм за два неполных дня) оказалось явно не достаточно для промачивания почвенной толщи дерново-подзолистой почвы до глубины 80 см. Поэтому значения потенциала влаги в слое 40–80 см уменьшились лишь до уровня критических значений.

В дальнейшем в течение августа и сентября динамика потенциала влаги повторяла ход и особенности изменений, описанные выше (июнь–июль). Заметные осадки за этот период выпадали лишь 17 августа (20.2 мм) и 9 сентября (16.8 мм). Но они не повлияли заметным образом на величину потенциала. Его значения в этот период находились в пределах 40–50 кПа в слоях 0–20 и 20–40 см, кратковременно понижаясь при выпадении небольших осадков, и 50–65 кПа в слоях 40–50 и 70–80 см, обнаруживая тенденцию к уменьшению значений к концу исследований.

Таким образом, анализ динамики потенциала влаги строго соответствует изменению влажности почвы. Потенциал быстро (практически мгновенно) реагирует на приближение фронта смачивания и инфильтрации. В связи с сильным иссушением почвенного профиля даже значительной суммы осадков, выпавших за короткий промежуток времени, иногда далеко недостаточно для промачивания почвенной толщи дерново-подзолистой почвы до глубины 80 см, и потенциал влаги уменьшается от предельных

значений (80–90 кПа) лишь до его критических величин. Градиент потенциала направлен сверху вниз, т.е. его значения больше в верхних слоях почвы, менее влажных по сравнению с более влажными нижними слоями. В засушливый период, длившийся около полутора месяцев, значения потенциала влаги, даже в нижних слоях (70–80 см) достигли наибольших значений (100 кПа), соответствующих верхнему пределу работы тензиометра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммируя результаты анализа динамики запасов влаги и ее потенциала, можно сделать следующие выводы.

Все изученные метеопараметры находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости между собой. Например, осадки снижают прямую солнечную радиацию и суммарное испарение нередко до нуля, понижают температуру воздуха и повышают его влажность. Усиление ветра приводит к заметному повышению суммарного испарения и снижению влажности воздуха.

Запасы влаги и влагообеспеченность рапса с эспарцетом формируются под воздействием атмосферных осадков и почвенной верховодки, образующейся периодически на уплотненных слоях профиля почвы в дождливые периоды вегетационного периода. Почвенно-грунтовые воды в среднемноголетнем аспекте расположены не выше 3 м (от дневной поверхности).

Запасы влаги наиболее динамичны в верхних 0–30 и 0–50 см слоях, максимально насыщенных корнями рапса и эспарцета. Различия в динамиках запасов влаги по вариантам объясняются различным расположением в рельефе почвенной катены, которое особенно заметно проявляется в длительные засушливые периоды. Влияние морфогенетических и водно-физических свойств разновидностей почв, обусловленных проявлением процесса гидроморфизма, второстепенно.

Засушливый период вегетации длился более полутора месяцев. Содержание влаги в самом верхнем слое почвы (0–30 см) к концу засушливого периода понизилось до максимальной гигроскопичности, а в слое 0–50 см – до значений, меньших влажности устойчивого завядания растений. По глубине воздействия засушливый период 2014 г. не уступает таковому 1972 и 2010 гг.

Максимально обеспечены влагой площадки 4 (нижняя часть опытного участка) и 3 (протяженная замкнутая низина). В меньшей степени обеспечены влагой почвы площадки 2 и 1. Максимальный суммарный урожай сухой биомассы изучаемых растений практически одинаков на площадках 4 и 3, и составляет 250 г/м², минимальный урожай – на площадке 1 (200 г/м²) и площадке 3 – 230 г/м².

Динамика потенциала почвенной влаги строго соответствует динамике влажности почвы и ее запасам. Градиент потенциала направлен вверх вниз, т.е. его значения выше в верхних слоях почвы, менее влажных по сравнению с нижними слоями, более влажными. В длительный засушливый период значения потенциала влаги, даже в нижних слоях (70–80 см), достигли наивысших значений (100 кПа), соответствующих верхнему пределу работы тензиометра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мажайский Ю.А., Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Целековская З.И.* Особенности водного режима культуры земляника на дерново-подзолистой почве в аномально засушливом году // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. 2011. Вып. 9. С. 491–499.
2. Мелиоративная энциклопедия. М.: Росинформаргротех, 2003. Т. 1. С. 622. 2004. Т. 3. С. 10–11.
3. *Муромцев Н.А.* Энергетические аспекты потребления почвенной влаги растениями // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2002. Вып. 56. С. 9–12.
4. *Муромцев Н.А.* Формирование и состояние влаги в капиллярной кайме дерново-подзолистой почвы при восходящем потоке из грунтовых вод // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2005. Вып. 57. С. 50–57.
5. *Муромцев Н.А., Коваленко П.И., Семенов Н.А., Мажайский Ю.А., Яцык Н.В., Шуравилин А.В., Воронай Г.В., Анисимов К.Б., Коломиец С.С.* Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев. Рязань, 2013. 300 с.
6. *Муромцев Н.А., Шуравилин А.В., Семенов Н.А., Анисимов К.Б., Табук Мусалем.* Влияние водоаккумулирующего слоя на водообеспеченность картофеля на супесчаных почвах Омана // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73. С. 69–85.
7. *Прохорова З.А., Фрид А.С.* Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта. М.: Наука, 1993. 189 с.

8. *Сорочкин В.М., Шентухов В.Н.* Изменение физико-механических свойств дерново-подзолистой суглинистой почвы при окультуривании // Почвоведение. 1981. № 7. С. 63–66.
9. *Судницын И.И.* Движение почвенной влаги и влагопотребление растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 254 с.
10. *Hosseini S.M., Mir M., Ganjian N., Pisheh Y.P.* Estimation of the water retention curve for unsaturated clay // Can. J. Soil Sci. 2011. Vol. 91. No 4. P. 543–549.

THE PECULIAR FORMATION OF THE WATER REGIME IN SODDY-PODZOLIC SOIL IN DIFFERENT POSITIONS OF SOIL CATENA

N. A. Muromtsev, K. B. Anisimov

*V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017 Moscow, Pyzhevskii 7, bld. 2
e-mail: muromtsev39@mail.ru*

Under consideration is the dynamics of moisture reserves and soil water potential in different parts of the catena represented by soddy-podzolic slightly gleyed soil. Peculiar features in the development of moisture reserves have been identified in different elevated positions of this catena and their transformation in time depending on the weather conditions. It is shown that the dynamics of soil water potential in dependence on the depth of the soil profile and time well agrees with the peculiar changes in moisture reserves.

Keywords: soil catena, soil water, moisture reserves, soil water potential, tensiometers, groundwater, precipitation.