

В.И. САВИЧ, Н.Н. ДУБЕНОК, Г.Б. ПОДВОЛОЦКАЯ, А.Н. КОЛЕСНИК

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» г. Москва, Российская Федерация

СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ КАК КРИТЕРИЙ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Обосновывается информативность оценки почвенных растворов по их свойствам, протекающим процессам и режимам. Так, активность калия и кальция в дерново-подзолистых почвах в контрольном варианте и в окультуренной почве + НРК была, соответственно, $K - 2,2$ и $16,1$ м/л · 10^{-5} ; $Ca - 510$ и 654 м/л · 10^{-5} . Показано, что состав почвенных растворов изученных почв целесообразно оценивать по математическим взаимосвязям между их свойствами. В дерново-подзолистых почвах при рН 5,7 и 7,3 ($n = 43-111$) содержание водорастворимого Fe составляло $24,5 \pm 5,9$ и $7,3 \pm 0,6$; $Zn = 0,12 \pm 0,03$ и $0,05 \pm 0,01$ м/л · 10^{-5} . Содержание P_2O_5 (мг/см³), извлекаемого из этих почв анионитовой мембраной, составляло $1,9$ мг/см³; из удобрений НРК почв – 2,6. При внесении удобрений содержание ионов в почвенных растворах значительно увеличивалось: NO_3 м/л · 10^{-5} в контроле 0,1; при внесении удобрений на использование растениями 3% ФАР – 3,8; K, соответственно, $(0,3$ и $180) \cdot 10^{-5}$ м/л; Ca – $(0,2$ и $15,8) \cdot 10^{-5}$ м/л. Показано, что все компоненты растворов тесно взаимосвязаны друг с другом. Так, при компостировании почв в условиях избыточной влажности в течение 3 месяцев: $Ca = -124,6 + 21,5 \cdot pH - 0,09 \cdot Eh$; $r = 0,9$; $F = 13,8$; $Fe = 40,9 - 4,9 \cdot pH - 0,2 \cdot Eh$; $r = -0,5$; $F = 1,4$.

Почвенный раствор, информационная оценка, энергетическая оценка, орошение.

Введение. Изучение состава почвенных растворов и поверхностных вод имеет важное агроэкологическое значение. Почвенные растворы, в первую очередь, изменяются в прикорневой зоне растений, что является критерием оценки плодородия почв под отдельные виды и сорта растений. Они быстро реагируют на загрязнение почв, на метеорологические условия. Растворы передвигаются вверх, вниз и в боковом направлении по почвенному профилю, существенно отличаются в разных типах почв и в отдельных горизонтах. Они являются наиболее быстрым индикатором протекающих в почвах процессов и режимов [1].

Поверхностные воды тесно взаимосвязаны по своим свойствам с составом почвенных растворов. Их анализ необходим для использования вод для разных хозяйственных нужд, в том числе для орошения.

Состав почвенных растворов определяется эффективной растворимостью имеющихся в почве комплексных соединений, эффективными константами ионного обмена в системе почва-раствор [2]. При этом учитывается рН и Eh среды, ионная сила, эффекты протонирования и гидратообразования, pCO_2 , образование ассоциатов. Состав растворов меняется при промораживании почв и их иссушении, с проявлением эффектов гальмиролиза, гистерезиса [3].

Однако извлечение почвенных растворов при низкой влажности почв трудоемко и сопряжено с рядом допущений. Поэтому в разных отраслях для оценки содержания в почвах водорастворимых соединений применяют водную вытяжку при разном соотношении почва-вода. При этом многие авторы признают, что водная вытяжка не соответствует по своему составу почвенным растворам, что приводит к ошибкам при разработке практических рекомендаций [4, 5].

При существующих методах оценки состава почвенных растворов по анализу водной вытяжки возникают ошибки, связанные с изменением растворимости осадков, явлений комплексообразования и ионного обмена от влажности, температуры, pCO_2 , рН, Eh и движения соединений в почвенном профиле с восходящей и нисходящей, боковой миграциями.

Так, в солончаковых почвах хлоридное или сульфатное засоление верхнего слоя зависит от количества выпадающих осадков и температуры, микрорельефа, уровня грунтовых вод, водно-физических свойств почв.

При промораживании и при пересыхании почв происходит значительное повышение содержания ионов в оставшемся растворе, а проявляющееся при этом разрушение минералов еще в большей степени влияет

на состав почвенных растворов. Все рассматриваемые процессы протекают с определенной скоростью и характеризуются дополнительно депонирующей способностью почв. Это определяет уровни обеспеченности растений биофильными элементами по составу водной вытяжки и степень влияния на загрязнение почв биологической очистки.

Состав почвенных растворов определяется эффективными произведениями растворимости имеющих осадков, константами нестойкости имеющих в почве комплексов и константами ионного обмена в системе почва-раствор. В ряде почв он определяется образованием ассоциатов, а в щелочных условиях – образованием гидросокомплексов. Это интенсивные параметры, зависящие от количества соединений в твердой фазе почв, но не свидетельствующие о количестве определенных соединений в твердой фазе.

Указанные интенсивные параметры зависят от рН, ионной силы раствора, Eh, рСО₂, температуры, соотношения почва-раствор. Они отличаются на разном расстоянии от твердой фазы почв в связи с влиянием на указанные процессы плотности заряда сорбционных мест и протекающих при сорбции и десорбции ионов мезомерного и индукционного эффектов [2, 17].

Состав водной вытяжки из почв в связи с широким отношением «почва: вода» отличается от состава почвенных растворов. Очевидно, что для корректной агроэкологической оценки почвенных растворов необходимо учитывать указанные процессы, отличающиеся для конкретных почв и горизонтов.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования выбраны почвы Московской области разной степени гидроморфности, развитые на покровных суглинках, хорошо охарактеризованные в предыдущих исследованиях [6, 7], а также образцы катены обыкновенных черноземов глинистых, мощных, малогумусных на лессовидных суглинках [6, 10]. Для сравнения исследовались образцы почв других типов, охарактеризованных нами в более ранних публикациях.

Методика исследования состояла в определении агрохимических и физико-химических свойств почвенных растворов и поверхностных вод традиционными методами [8].

В качестве новых предлагаемых нами методов применялись следующие методы:

оценка состояния почвенных растворов и поверхностных вод с использованием катионитовых и анионитовых мембран; определение продуктов испарений из почв; анализ содержания в испарениях положительно и отрицательно заряженных аэроионов; анализ содержания в водах положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений методом химической автографии на основе электролиза; метод газоразрядной визуализации; метод определения в растворах оксидантов и антиоксидантов. Оценивался состав почвенных растворов при влажности почв 40% ПВ, 100% ПВ, отношении почва-вода 1:1; в водной вытяжке из почв [8, 9, 10, 11, 12], определялась активность ионов с применением ионоселективных электродов, состав растворов при центрифугировании образцов 3000, 9000, 12000 оборотов в минуту.

Для оценки влияния продолжительности развития анаэробнозиса на свойства растворов и протекающие в них процессы почвы компостировались при оптимальной и избыточной влажности 30 дней в условиях доступа воздуха и в закрытых сосудах. Оценивался состав верховодки 5 и 10 см над почвой и состав почвенных растворов на глубине 5, 10, 20 см.

По полученным данным по 15 формулам рассчитывались уравнения парной корреляции и уравнения множественной линейной регрессии. При значительном варьировании показателей оценивались полихорические показатели связи. Принятый уровень вероятности $P = 0,95$.

Результаты и обсуждения. Состав почвенных растворов как критерий их агроэкологического состояния.

Состав почвенных растворов является наиболее быстрым индикатором их состояния и изменяется при антропогенном воздействии и при развитии почвообразовательных процессов.

В предыдущих публикациях показана информативность величины суспензионного эффекта в почвенных растворах (отличие рН, Eh, рNO₃, рСа, рMg и тд. в суспензиях и в фильтрате) [12]. Данная величина является характеристической для отдельных почв и горизонтов и позволяет корректировать дозы удобрений и мелиорантов. Важное агроэкологическое значение имеет содержание в почвенных растворах и в грунтовых водах, в испарениях из почв положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений [2].

Согласно проведенным нами исследованиям, перспективна оценка состава почвенных растворов по продуктам испарений из почв, по активности ионов, по содержанию ионов, поглощаемых из растворов ионитовыми мембранами, при использовании центрифугирования, при оценке изменения состава растворов при их вымораживании.

Молекулы H_2O в воде и содержащиеся в ней ионы никогда не находятся в свободном состоянии, а связаны в комплексы

и ассоциаты [13]. Поэтому определение только концентрации ионов в водах не несет полной информации об их состоянии. Это иллюстрируется следующими данными по активности и концентрации K , Ca в почвенных растворах дерново-подзолистой почвы.

Между отдельными компонентами почвенных растворов и поверхностных вод существуют закономерные взаимосвязи. Это иллюстрируется данными следующей таблицы.

Таблица 1

Активность и концентрация K , Ca в почвенных растворах дерново-подзолистых почв

Вариант	м/л $\times 10^{-5}$		мг/100г	
	aK^+	aCa^{2+}	K_2O	Ca
Контроль	2,2	510	0,2	1,2
+ NPK	16,11	654	0,9	1,6

Таблица 2

Влияние pH на содержание водорастворимых форм соединений Fe , Zn , K , Mn , Ca ($n = 43-111$) в дерново-подзолистых почвах, моль/л $\times 10^{-5}$

pH_{H_2O}	Fe	Zn	Mn	Ca/K
$5,7 \pm 0,03$	$24,5 \pm 5,9$	$0,12 \pm 0,03$	$3,6 \pm 0,7$	$3,5 \pm 0,6$
$7,3 \pm 0,02$	$7,3 \pm 1,6$	$0,05 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,3$	$5,1 \pm 0,6$

Как видно из представленных данных, с повышением pH от 5,7 до 7,3 значительно уменьшается содержание водорастворимых Fe , Zn , Mn и возрастает отношение Ca/K .

Нами предлагается оценка состава почвенных растворов и поверхностных вод с использованием катионитовых и анионитовых

мембран, помещаемых в них. Пример такого определения приведен в таблице 3.

Как видно из представленных данных, анионитовая мембрана извлекает в основном, фосфаты, катионитовая – K , Ca . При внесении удобрений количество извлекаемых из почв P_2O_5 и K возрастает.

Таблица 3

Содержание ионов, извлекаемых из почвенных растворов дерново-подзолистой почвы катионитовыми и анионитовыми мембранами, мг/см²

Объект	P_2O_5	K_2O	Ca
Анионитовая мембрана			
Контроль	1,9	-	0,12
+ NPK	2,6	-	0,11
Катионитовая мембрана			
Контроль	2,1	2,2	4,1
+ NPK	2,7	5,1	3,6

С нашей точки зрения при оценке состава почвенных растворов необходимо использовать и информационную их характеристику – оценку взаимосвязей свойств. Проведенными исследованиями показана перспективность вычисления уравнений парной корреляции, последовательной корреляции, уравнений регрессии, полихорических показателей взаимосвязей [14].

1. Процессы, протекающие в почвенных растворах

Почвенные растворы изменяются как при антропогенном на них воздействии, так и при развитии почвообразовательных процессов. Важное практическое значение имеет оценка их изменения при внесении в почвы удобрений и мелиорантов, под влиянием выращивания сельскохозяйственных культур, систем обработок почв и защиты растений.

Таблица 4

Изменение состава почвенного раствора дерново-подзолистой почвы в зависимости от количества удобрений, вносимых в полевых условиях на опыте кафедры растениеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Вариант	pH _{H2O}	NO ₃ ⁻ , моль/л · 10 ⁻⁵	K, моль/л · 10 ⁻⁵	Ca, мг/л	Mg, мг/л	Fe, мг/л
Контроль	7,2	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0
Средняя доза удобрений	7,2	0,5	94,0	0,4	0,1	0,0
Максимальная доза удобрений	7,2	3,8	180,0	15,8	9,4	1,3

Внесение в почву удобрений и мелиорантов изменяет в них содержание водорастворимых ионов и их активность, характеризует протекающие в почвенных растворах процессы.

С нашей точки зрения процессы, протекающие в почвенных растворах, также целесообразно описывать с использованием математических методов анализа.

2. Режимы, протекающие в почвенных растворах

Изменение состава почвенных растворов и процессов, протекающих в них, во времени и в пространстве, характеризуются режимами.

Хорошо известно практическое использование водных, тепловых, окислительно-восстановительных режимов почв, их фосфатного, калийного, азотного режимов. Очевидно, такие подходы целесообразно использовать и для оценки почвенных растворов [15].

Проведенными ранее исследованиями показана информативность оценки

почвенных растворов при промывном и непромывном типе водного режима, при восходящей и нисходящей миграции веществ в почвенном профиле в отдельные периоды вегетации растений. Показано, что в таежно-лесной зоне при промывном типе водного режима происходит подкисление почв, при непромывном – подщелачивание [10].

При образовании CO₂ в нижних горизонтах движение газов вверх вызывает существенные изменения состава лизиметрических вод из отдельных слоев [15].

С нашей точки зрения целесообразна совместная оценка влияния на состав почвенных растворов окислительно-восстановительных и кислотно-основных режимов почв.

Состав почвенных растворов изменяется в зависимости от степени окультуренности почв, степени их увлажнения и продолжительности компостирования. Это показано в таблице 5.

Изменение состава почвенных растворов в результате протекающих режимов иллюстрируются данными таблицы 6.

Таблица 5

Изменение состояния соединений ионов в почве при развитии анаэробнозиса (t – 14 дней)

pH	Eh, мВ по ХСЭ	K	Fe	Mn	Cu	Ca
		А/Б мг/л				
Дерново-подзолистая хорошо окультуренная почва – оптимальное увлажнение						
7,4	145	4,3/3,7	3,0/1,8	21,9/0,3	0,8/0,1	81,6/14,2
Дерново-подзолистая хорошо окультуренная почва – избыточное увлажнение						
8,6	115	4,2/3,2	5,8/0,1	25,1/0,7	0,5/0,1	79,2/57,0
Дерново-подзолистая неокультуренная почва – оптимальное увлажнение						
6,1	120	3,6/3,3	9,2/3,9	24,6/0,7	0,3/0,1	13,8/13,9
Дерново-подзолистая неокультуренная почва – избыточное увлажнение						
7,5	100	3,2/2,8	15,3/2,4	26,3/0,8	0,8/0,1	31,3/17,3

А – в числителе, количество катионов, перешедшее из суспензии почва: раствор (1:1) в мембрану МА-ЭДТА (5г почвы + 5 мл H₂O + 4 см² МА-ЭДТА); Б – в знаменателе, количество катионов в суспензии почва: вода (1:0,7).

Зависимость содержания Ca, Mg, Fe, Mn в почвенных растворах от pH и Eh среды (время компостирования 3 месяца)

Зависимость	Уравнение регрессии	r	F
Mn = f(pH, Eh)	$Y = -14,4 + 3,4 \times \text{pH} - 0,02 \times \text{Eh}$	0,3	7,0
Ca = f(pH, Eh)	$Y = -126,6 + 21,5 \times \text{pH} - 0,09 \times \text{Eh}$	0,9	13,8
Mg = f(pH, Eh)	$Y = -101,5 + 19,9 \times \text{pH} - 0,03 \times \text{Eh}$	0,4	0,9
Fe = f(pH, Eh)	$Y = 40,9 - 4,9 \times \text{pH} - 0,02 \times \text{Eh}$	-0,5	1,4

3. Изменение состава почвенных растворов в прикорневой зоне как фактор корректировки плодородия почв

Состав почвенных растворов в прикорневой зоне растений быстрее и адекватнее реагирует на изменение плодородия почв, чем твердая фаза почв и оставшаяся масса почвы.

Почвенные растворы и поверхностные воды существенно отличаются для отдельных групп почв, почвенно-климатических условий и для отдельных геохимических, биохимических и гидрохимических провинций [4, 5]. Это определяет их разную биологическую активность и влияние на биологическую активность растворяющихся в них стимуляторов и ингибиторов, удобрений и мелиорантов.

Влияние состава почвенных растворов на проращивание семян кресс-салата при внесении в воды 10^{-6} концентрации гумата № 5

Вариант	Состав H ₂ O	Проросло из 10	Длина корневой, см	max/min (корни)	Длина стеблей, см	max/min (стебли)
контроль	H ₂ O дист. + гумат	8	4,5±0,2	1,5	2,1±0,1	1,8
1	Разрез 2 гор. A _{max} (Мичуринский сад) + гумат	8	9,8±0,1	1,4	2,6±0,1	1,4
2	Разрез 2 гор. A ₂ (Мичуринский сад) + гумат	5	2,3±0,2	17,0	2,1±0,1	3,4

Как видно из данных таблицы 7, почвенные растворы из разных почв неодинаково влияли на активность гуматов по действию их на корни и стебли кресс-салата. Почвенный раствор из горизонта A₂ дерново-подзолистой почвы ухудшил развитие проростков по сравнению с контролем, а из горизонта A_{max} – улучшил.

Оптимизация вод при растворении в них гуматов и биофильных элементов

наблюдались нами и для засоленных вод. В проведенном опыте использовались следующие варианты: 1) контроль (содержание солей Мертвого моря) 1 г/л; 2) 1 г/л + KNO₃ · 10⁻⁴; 3) 1 г/л + гумат № 5 · 10⁻⁶; 4) 1 г/л + гумат · 10⁻⁶ + KNO₃ · 10⁻⁴; 5) 1 г/л + NPK · 10⁻²; 6) 5 г/л контроль; 7) 5 г/л + KNO₃ · 10⁻⁴; 8) 5 г/л + гумат № 5 · 10⁻⁶; 9) 5 г/л + гумат + KNO₃ · 10⁻⁴; 10) 5 г/л + NPK · 10⁻².

Влияние гуматов и NPK на развитие биотеста в засоленных водах

Вариант	Корни	max(корни)	Стебли	max(стебли)	Стебли/корни	Проросло семян
1	5,1±1,9	8,5	44,2±15,3	76,0	8,9	5
2	3,3±0,8	8,0	31,3±6,3	54,0	6,7	9
3	19,5±13,0	70	33,7±6,4	50,0	0,7	6
4	17,0±11,1	46	19,0±7,8	65,0	1,1	6
5	4,5±1,0	8,5	18,8±7,3	60,0	4,2	7
6	3,7±1,0	6,0	15,7±2,8	23,0	4,2	4
7	4,7±1,0	6,0	14,4±0,9	18,0	3,1	7
8	3,2±1,7	3,0	15,6±3,0	25,0	4,9	5
9	5,8±0,4	8,0	7,2±2,4	15,0	1,2	5
10	5,0±2,0	9,0	19,0±3,3	28,0	3,8	4

Как видно из представленных данных при содержании солей в концентрации 5 г/л проростки развивались хуже, чем при содержании солей в концентрации 1 г/л; при большей засоленности семян проросло меньше. Однако при добавлении в раствор НРК в концентрации 10^{-2} различия в прорастании семян при засолении 1 г/л и 5 г/л незначительны. Добавление в растворы гуматов и НРК улучшило развитие растений на засоленных водах, особенно в варианте № 3 (1 г/л + гумат № 5 · 10^{-6} моль/л). Добавление в соленые растворы только KNO_3 увеличило прорастание семян, но не изменило размер корней и стеблей.

Положительное влияние на развитие растений оказывал и полив почв смесью речных, атмосферных и морских вод заданного состава при расчете изменения при этом твердой фазы почв [16, 17].

Выводы

1. В работе предлагается оценка состояния почвенных растворов по их свойствам, протекающим процессам и режимам (изменение свойств почв и процессов во времени и в пространстве).

2. Показана информативность предлагаемых новых методов оценки состояния почвенных растворов, использования ионитовых мембран, оценки испарений из почв, оценки содержания в испарениях положительно и отрицательно заряженных аэроионов.

3. Показана информативность оценки состояния почвенных растворов по математическим взаимосвязям между их свойствами.

4. Для улучшения развития растений предлагается оптимизация состава почвенных растворов с добавлением в них гуматов (10^{-6}) + НРК (10^{-4}) м/л.

Библиографический список

1. Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Снакин В.В. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв. – М.: Наука, 1981. – 148 с.
2. Савич В.И. Физико-химическая оценка плодородия и эволюции почв. – М.: ВНИИА, 2012. – 400 с.
3. Соколов И.А., Конюшков Д.Е. Почвенный криогенез / Сб. Почвообразовательные процессы. – М.: РАСХН, 2006. – 144 с.
4. Шилова Е.И. Метод получения почвенного раствора в природных условиях // Почвоведение. – 1955. – № 11. – С. 86-90.
5. Савич В.И., Черников В.А., Подволоцкая Г.Б. Информационно-энергетическая оценка состояния почвенных растворов

и поверхностных вод // Вестник Башкирского ГАУ. – 2016. – № 2(38). – С. 14-18.

6. Замараев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота. – М.: ВНИИА, 2005. – 336 с.

7. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах ландшафта. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 398 с.

8. Савич В.И. Методы исследования почвенного раствора и газового режима почв. – М.: РГАУ-МСХА, 2011. – 200 с.

9. Савич В.И., Трубицина Е.В., Муради Н.М. Комплексообразующая способность почвенного раствора и органического вещества почв // Известия ТСХА. – 1988. – Вып. 1. – С. 73-80.

10. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА. – 2019. – 408 с.

11. Савич В.И., Дерюгин Н.П., Панов Н.П. Оценка способности почв к восстановлению концентрации ионов в почвенном растворе при их отчуждении // Вестник сельскохозяйственных наук. – 1989. – № 10. – С. 150-155.

12. Савич В.И., Трубицина Е.В. К вопросу о суспензионном эффекте / Доклады ТСХА. Вып. 5. – М.: ТСХА, 1979. – С. 66-70.

13. Карбонатно-кальциевое равновесие в системе вода-почва / Т.М. Минкина, А.П. Ендовицкий, В.П. Калинин и др. – Р.наД /.: Южный федеральный университет, 2012. – 326 с.

14. Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Белопухов С.Л. Информационно-энергетическая оценка состояния поверхностных вод // Системы, методы, технологии. – № 4. – 4(24). – С. 150-155.

15. Локальное изменение миграции веществ в почвенном профиле во времени и в пространстве / Савич В.И., Кашанский А.Д., Тазин И.И. и др. // Известия ТСХА. – 2019. – № 2. – С. 142-149.

16. Влияние мелиорации поливных вод на свойства почв / Савич В.И., Дубенок Н.Н., Гукалов В.Н. и др. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2014. – № 5. – С. 33-37.

17. Панов Н.П., Савич В.И. Взаимовлияние катионов поглощенных почвой // Известия ТСХА. – 1982. – вып.2. – С. 120-125.

Материал поступил в редакцию 22.11.2019 г.

Сведения об авторах

Савич Виталий Игоревич, доктор с-х наук, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, д. 49; e-mail: savich.mail@gmail.com

Дубенок Николай Николаевич, доктор с-х наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

127550, г. Москва, Тимирязевская, д. 49; e-mail: ndubenok@rgau-msha.ru

Подволоцкая Гурият Багомедовна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, д. 49; e-mail: guri_89@mail.ru

Колесник Анна Николаевна, лаборант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, д. 49; e-mail: soillab@rgau-msha.ru

V.I. SAVICH, N.N. DUBENOK, G.B. PODVOLOTSKAYA, A.N. KOLESNIK

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

COMPOSITION OF SOIL SOLUTIONS AS A CRITERION OF THE STATE OF SOILS

The informative value of the soil solution assessment is justified by their properties, running processes and regimes. So, potassium and calcium activity in the sod-podzolic soils in the control variant and in the cultivated soil + NPK was 2.2 and 16.1 m/l · 10⁻⁵ for; 510 and 654 m/l · 10⁻⁵ for Ca accordingly. It is proved that the soil solution composition of the soils under study is worth assessing by mathematic interconnections between their properties. The content of water-soluble Fe was 24.5±5.9 and 7.3±0.6 in the sod-podzolic soils under pH 5.7 and 7.3 (n=43-111); and the content of Zn was 0.12±0.03 and 0.05±0.01 m/l · 10⁻⁵ accordingly. The content of P₂O₅ (mg/cm²) extracted from these soils by anion-exchange membrane was 1.9 mg/cm²; and it was 2.6 when applying fertilizers NPK into the soil. Under the fertilizer application the ion content in soil solutions increased substantially: NO₃ in a check was 0,1 m/l · 10⁻⁵, and when applying fertilizers under using 3% of photosynthetic active radiation by the plants was 3.8 m/l · 10⁻⁵; P was 0.3 m/l · 10⁻⁵ and 180 m/l · 10⁻⁵; Ca was 0.2 m/l · 10⁻⁵ and 15.8 m/l · 10⁻⁵ accordingly. It is shown that all the solution components are tightly interrelated with one another. Just so, under soil composting at the excess moisture content during 3 months: Ca = -124.6 + 21.5 · pH - 0.09 · Eh; r = 0.9; F = 13.8; Fe = 40.9-4.9 · pH - 0.2 · Eh; r = -0.5; F = 1.4.

Soil solution, informative assessment, energetic assessment, irrigation.

References

1. **Bystritskaya T.L., Volkova V.V., Snakin V.V.** Pochvennye rastvory chernozemov i seryh lesnyh pochv. – M.: Nauka, 1981. – 148 s.
2. **Savich V.I.** Fiziko-himicheskaya otsenka plodorodiya i evolyutsii pochv. – M.: VNIIA, 2012. – 400 s.
3. **Sokolov I.A., Konyushkov D.E.** Pochvenny kriogenez / Sb. Pochvoobrazovatelnye protsessy. – M.: RASHN, 2006. – 144 s.
4. **Sjhilova E.I.** Metod polucheniya pochvennogo rastvora v prirodnyh usloviyah // Pochvovedenie. – 1955. – № 11. – S. 86-90.
5. **Savich V.I., Xchernikov V.A., Podvolotskaya G.B.** Informatsionno-energeticheskaya otsenka sostoyaniya pochvennyh rastvorov i poverhnostnyh vod // Vestnik Bashkirskogo GAU. – 2016. – № 2(38). – S. 14-18.
6. **Zamaraev A.G., Savich V.I., Sychev V.G.** Energomassoobmen v zvene polevogo sevooborota. – M.: VNIIA, 2005. – 336 s.
7. **Gukalov V.N., Savich V.I., Belyuchenko I.S.** Informatsionno-energeticheskaya otsenka sostoyaniy tyazhelyh metallov v komponentah landshafta. – M.: RGAU-MSHA, 2015. – 398 s.
8. **Savich V.I.** Metody issledovaniya pochvennogo rastvora i gazovogo rezhima pochv. – M.: RGAU-MSHA, 2011. – 200 s.
9. **Savich V.I., Trubitsina E.V., Muradi N.M.** Kompleksoobrazuyushchaya sposobnost pochvennogo rastvora i organicheskogo veshchestva pochv // Izvestiya TSHA. – 1988. Vyp.1. – S. 73-80.
10. **Gukalov V.V., Savich V.I.** Integralnaya otsenka kislotno-osnovnogo sostoyaniya

pochv tajezhno-lesnoj i lesostepnoj zon. – M.: RGAU-MSHA, VNIIA. – 2019. – 408 s.

11. Savich V.I., Deryugin N.P., Panov N.P.

Otsenka sposobnosti pochv v pochvennov rastvore pri ih otchuzhdenii // Vestnik selskohozyajstvennyh nauk. – 1989. – № 10. – S. 150-155.

12. Savich V.I., Trubitsina E.V. K voprosu o suspenzionnom effekte / Doklady TSHA. Vyp.5. – M.: TSHA, 1979. – S. 66-70.

13. Karbonatno-kaltsievoe ravnovesie v sisteme voda-pochva / T.M. Minkina, A.P. Endovitsky, V.P. Kalinichenko i dr. – R.naD.: Yuzhny federalny univer, 2012. – 326 s.

14. Savich V.I., Baibekov R.F., Belopukhov S.L. Informatsionno-energeticheskaya otsenka sostoyaniy poverhnostnyh vod // Sistemy, metody, tehnologii. – № 4. – 4(24). – S. 150-155.

15. Lokalnoe izmenenie migratsii veshchestv v pochvennom profile vo vremeni i v prostranstve / Savich V.I., Kashansky A.D., Tazin I.I. i dr. // Izvestiya TSHA. – 2019. – № 2. – S. 142-149.

16. Vliyanie melioratsii polivnyh vod na svoistva pochv / Savich V.I., Dubenok N.N., Gukalov V.N. i dr. // Mezhdunarodny sel'skohozyajstvenny zhurnal. – 2014. – № 5. – S. 33-37.

17. Panov N.P., Savich V.I. Vzaimovliyanie kationov pogloshchennyh pochvoj // Izvestiya TSHA. – 1982. – vyp. 2. – S. 120-125.

The material was received at the editorial office
22.11.2019 g.

Information about the authors

Savich Vitalij Igorevich, doctor of agricultural sciences, professor of the department of soil science, geology and landscape science RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; e-mail: savich.mail@gmail.com

Dubenok Nikolaj Nikolaevich, doctor of agricultural sciences, professor of the department of agricultural land reclamation, forestry and land management RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; e-mail: ndubenok@rgau-msha.ru

Podvolotskaya Guriyat Bagomedovna, assistant of the department of agricultural land reclamation, forestry and land management RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; e-mail: guri_89@mail.ru

Kolesnik Anna Nikolaevna, laboratory assistant of the department of soil science, geology and landscape science RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; e-mail: soillab@rgau-msha.ru

УДК 502/504:631.6.02

DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-39-46

Е.Б. СТРЕЛЬБИЦКАЯ, А.П. СОЛОМИНА

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЗЛОВ ОЧИСТКИ СТОКА В СОСТАВЕ ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

В статье сформулированы основные принципы совершенствования узлов очистки в составе мелиоративных систем Нечерноземной зоны РФ для регулирования качественного состава дренажного и поверхностного стока с целью рационального внутрисистемного использования и безопасного водоотведения. Необходимость совершенствования конструкций сооружений в составе мелиоративных систем и технологий очистки продиктована необходимостью снижения концентраций загрязняющих компонентов в стоке до нормативно допустимого уровня. На основе анализа теоретической информации, результатов исследований и технических разработок ВНИИГиМ и других организаций представлена классификация основных предпочтительных способов очистки стока мелиоративных систем для условий Нечерноземной зоны, условия их реализации, удаляемые с их помощью загрязнения и показатели степени очистки. Предложена конструкция узла очистки, включающая несколько технологических стадий регулирования качественного состава стока с помощью отстаивания, аэрации, фильтрации и сорбции, позволяющая обеспечить оптимизацию условий очистки и повысить надежность работы узла.