

УДК 631.41/43:631.47

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

¹Околелова А.А., ¹Стяжин В.Н., ²Касьянова А.С.¹ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград;²ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия», Волгоград,
e-mail: alevtina_ivanova@bk.ru

Разработан и обоснован модифицированный экспресс-метод оценки содержания водорастворимых ионов в различных типах почв. Предлагаемый метод оценки может служить информативным и объективным параметром при организации контроля за динамикой изучаемых элементов, при проведении мониторинга и диагностики состояния почвенного покрова, разработке мероприятий по предотвращению деградации почв и рациональных приемов эксплуатации сельскохозяйственных угодий с учетом степени засоления почв. Предложена новая интерпретация результатов анализа водной вытяжки, установлено, что для более объективной оценки содержания водорастворимых ионов необходим повторный анализ водной вытяжки, так как в ходе анализа первой водной вытяжки для всех исследуемых типов почв было определено около половины катионов и анионов. Впервые установлена различная скорость фильтрации водной вытяжки в зависимости от продуктивности почв. В данной работе представлены результаты исследования, в ходе которого была установлена обратно-пропорциональная зависимость между скоростью фильтрации водной вытяжки почв и суммой водорастворимых солей. Для определения функциональной зависимости проведен регрессионный анализ. Положительным эффектом предложенного метода является экономия времени и материальных средств, которые затрачиваются при проведении общепринятого трудоемкого и дорогостоящего анализа водной вытяжки, при этом точность определения не снижается.

Ключевые слова: продуктивность почв, водная вытяжка, скорость фильтрации, сумма солей, уравнение регрессии, коэффициент корреляции

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF SOILS BY MEANS OF REGRESSION THE ANALYSIS

¹Okolelova A.A., ¹Styazhin V.N., ²Kasyanova A.S.¹Volgograd state technical university, Volgograd;²Volgograd state agricultural academy, Volgograd, e-mail: alevtina_ivanova@bk.ru

The modified express method of an estimation of the maintenance of water-soluble ions in various types of soils is developed and proved. The offered method of an estimation can serve as informative and objective parameter at the organization of control over dynamics of studied elements, at carrying out of monitoring and diagnostics of a condition of a soil cover, working out of actions for prevention of degradation of soils and rational receptions of operation of agricultural grounds taking into account degree salinity soils. New interpretation of results of the analysis of a water extract is offered, is established that the repeated analysis of a water extract as during the analysis of the first water extract for all investigated types of soils it has been defined about half of cations and anions is necessary for more objective estimation of the maintenance of water-soluble ions. For the first time various speed of a filtration of a water extract depending on efficiency of soils is established. In the given work results of research in which course inversely proportional dependence between speed of a filtration of a water extract of soils and the sum of water-soluble salts has been established are presented. For definition of functional dependence it is spent regression the analysis. A positive effect of the offered method is the economy of time and material means which are spent at carrying out of the standard labor-consuming and expensive analysis of a water extract, thus accuracy of definition doesn't decrease.

Keywords: soil productivity, a water extract, speed of a filtration, the sum of salts, the regress equation, correlation coefficient

Водная вытяжка дает представление о содержании в почве органических и минеральных водорастворимых простых солей. На протяжении двух веков анализ водной вытяжки почв является основным методом определения минерализации почв. Результаты анализов дают хороший сравнительный материал по изучению содержания и состава водорастворимых компонентов, поэтому метод подходит для генетической характеристики почв [2].

Объектами исследования послужили чернозем южный, Новоаннинского района, в черте Волгограда; светло-каштановая почва (пашня и целина) и солонец, УНПЦ

«Горная поляна», лугово-каштановая почва, памятник природы «Григорова балка» и солончак, окрестности Солёного пруда. Отбор проб и подготовку почвы к анализу проводили согласно ГОСТу 17.4.02-84 [3].

В отобранных почвенных образцах был проведен анализ водной вытяжки общепринятым методом по Е.В. Аринушкиной [1] и с авторской модификацией. Нами фиксировалась скорость фильтрации водной вытяжки, а для уточнения полноты растворения ионов был поставлен модельный опыт. После проведения анализа почву с фильтра снимали, взвешивали, готовили повторную водную вытяжку, учитывая потери почвы,

переносили на фильтр и проводили повторный анализ. Полученные результаты скорости фильтрации водной вытяжки верхних горизонтов исследуемых типов почв представлены в таблице.

Показатели анализа
водорастворимых ионов

Тип почвы	Скорость фильтрации, мин	
	первая	повторная
Чернозем южный среднесуглинистый, пашня	264	236
Лугово-каштановая легкосуглинистая, целина	153	148
Светло-каштановая тяжелосуглинистая, пашня	142	138
Светло-каштановая легкосуглинистая, целина	135	128
Солонец среднесуглинистый, пашня	77	69
Солончак гидроморфный среднесуглинистый, урбандшафт	22	15

Нами было отмечено, что максимальная скорость фильтрации водной вытяжки бывает в почвах, наиболее обогащенных органическими и минеральными коллоидами и наименее засоленных. В черноземе южном она в 12 раз больше (264 мин), чем в солончаке (22 мин). Скорость повторной фильтрации меньше во всех образцах. Сопоставимые значения скорости фильтрации в обоих случаях свидетельствуют о наличии водорастворимых ионов в почве после проведения первого анализа (рис. 1).

Последовательный анализ водной вытяжки в одном и том же образце почвы выявил следующие закономерности (рис. 2). В первой вытяжке было определено около половины ионов HCO_3^- (43–66%). Доля SO_4^{2-} в обеих вытяжках чернозема южного и светло-каштановой почвы на целине изменяется незначительно, в ходе первого анализа было выявлено на черноземе южном 48%, в ходе повторного анализа – 52% сульфат-ионов, на целине – 53 и 47 соответственно.

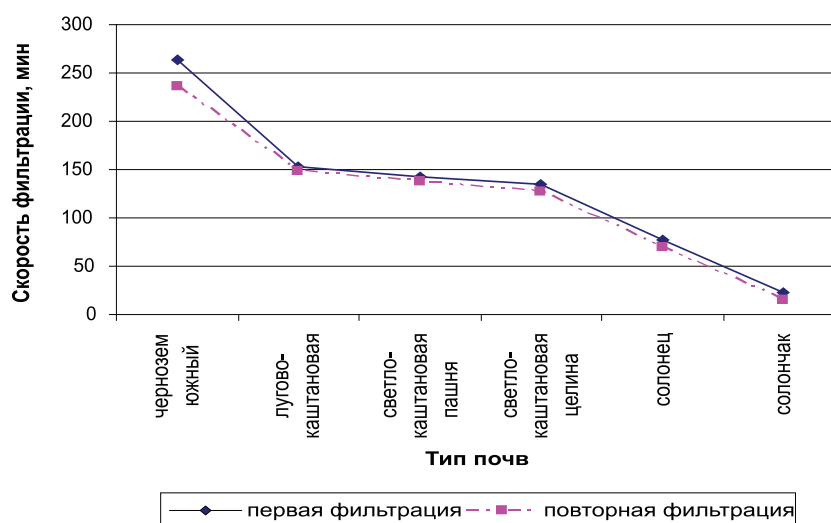


Рис. 1. Скорость фильтрации водной вытяжки различных типов почв

В светло-каштановой почве на целине, в солонце и солончаке в ходе первого анализа была определена большая часть ионов Cl^- , (соответственно 67, 72, 89%), а в светло-каштановой почве на пашне доля ионов SO_4^{2-} – 84%. В лугово-каштановой почве при повторном опыте значительно возрастает концентрация сульфат-иона (84%). При проведении повторного анализа существенно увеличивается содержание Ca^{2+} в светло-каштановой почве на целине (68–79%) и на пашне (63–81%). Анализ полученных данных показал, что при

повторном определении водной вытяжки в светло-каштановой почве на пашне содержание Mg^{2+} в горизонтах АВ_{пах} и В не выявлено, что говорит о его полном определении в ходе первого опыта. В солончаке, лугово-каштановой почве и солонце концентрация магния при повторном определении более чем вдвое превышает его содержание в первой водной вытяжке и составляет соответственно 61, 68, 78%. Данная закономерность требует более глубоких исследований особенности процесса фильтрации [4].

В ходе анализа первой водной вытяжки для всех исследуемых типов почв была определена только часть ионов: 43–66 % HCO_3^- , 40–89 % Cl^- , 16–84 % SO_4^{2-} , 19–76 % Ca^{2+} , 17–100 % Mg^{2+} . Из вышесказанного следует, что по результатам однократной

водной вытяжки нельзя достоверно судить о содержании растворимых ионов в почве. В исследуемых почвах нами была установлена обратно-пропорциональная зависимость между скоростью фильтрации и суммой водорастворимых солей (см. рис. 2).

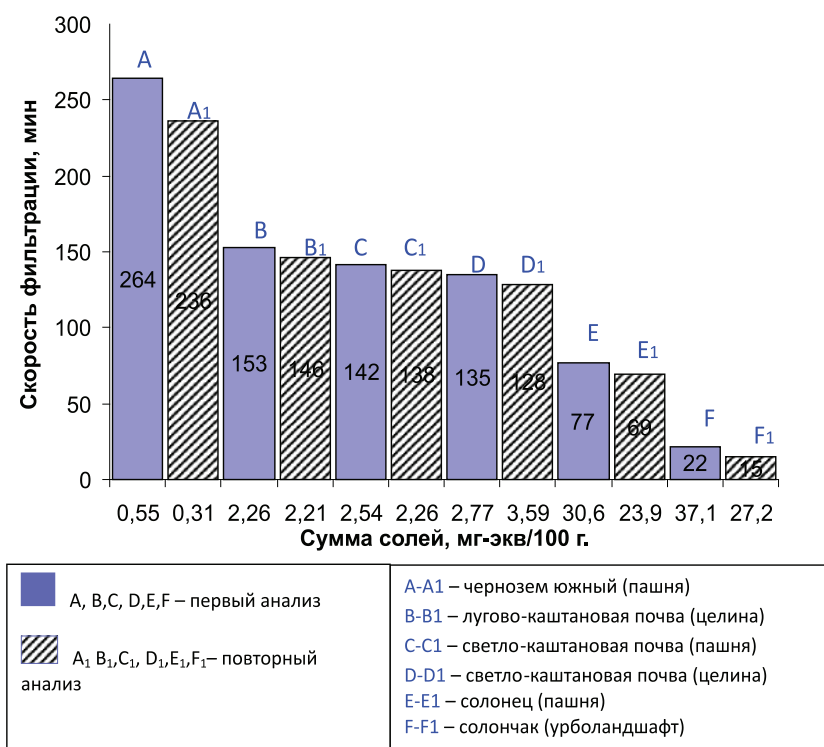


Рис. 2. Зависимость скорости фильтрации от суммы солей

Для определения математической зависимости нами был использован регрессионный анализ, заложенный в современные компьютерные средства обработки экспериментальных данных. Данная зависимость была проверена в компьютерных пакетах (демоверсии *CurveExpert*, *DataFit*), которые, как правило, ставят на первое место функции, имеющие наименьшее отклонение от экспериментальных данных. По полученным результатам и с учетом химизма процесса нами было отобрано несколько функций. Из них мы выбрали две, имеющие коэффициент корреляции (R), наиболее близких к единице (рис. 3):

1) кривая Гаусса

$$v1(s) = 210 \cdot e^{-0,09 \cdot s^2} + 60,$$

$$R = 0,930, \delta = 0,158;$$

2) степенная функция

$$v2(s) = 227,55 \cdot s^{-0,36},$$

$$R = 0,898, \delta = 0,175,$$

где v – скорость фильтрации водной вытяжки, мин; s – сумма солей, мг-экв/100 г.

Из представленных данных видно, что у первой функции R ближе к единице, а отклонение $\delta = 0,158$ меньше, чем у второй функции. Но кривая Гаусса достаточно близка к данным при сумме солей, не превышающей 2,77 мг-экв/100 г, и не учитывает значительное снижение скорости фильтрации при увеличении суммы солей в водной вытяжке.

Для увеличения достоверности мы уточнили предложенную степенную функцию и её коэффициенты в *Mathcad*. Так как параметры регрессии входят в искомую зависимость нелинейным образом, то необходимо воспользоваться функцией *genfit* [6]. В качестве критериев применяли коэффициент корреляции и величину δ , характеризующую отклонение от экспериментальных данных [6], которую будем вычислять по формуле (1).

$$\delta := \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m (v(S_i) - V_i)^2}}{|V|}. \quad (1)$$

По полученным данным нами был построен график (рис. 4), в основе которого лежит функция со следующими параметрами (2):

$$v(s) = 357 \cdot (s + 1)^{-0,57}, \quad (2)$$

где v – скорость фильтрации водной вытяжки, мин; s – сумма солей, мг-экв /100 г.

Из анализа рис. 4 видно, что предложенная функция близка к эксперименталь-

ным данным. Коэффициент корреляции $R = 0,914$, а отклонение предложенной функции от экспериментальных данных $\delta = 0,175$.

Представленные результаты позволяют предположить, что обоснованная нами функция (2) лучшим образом описывает зависимость скорости фильтрации от суммы солей, содержащихся в водной вытяжке почв.

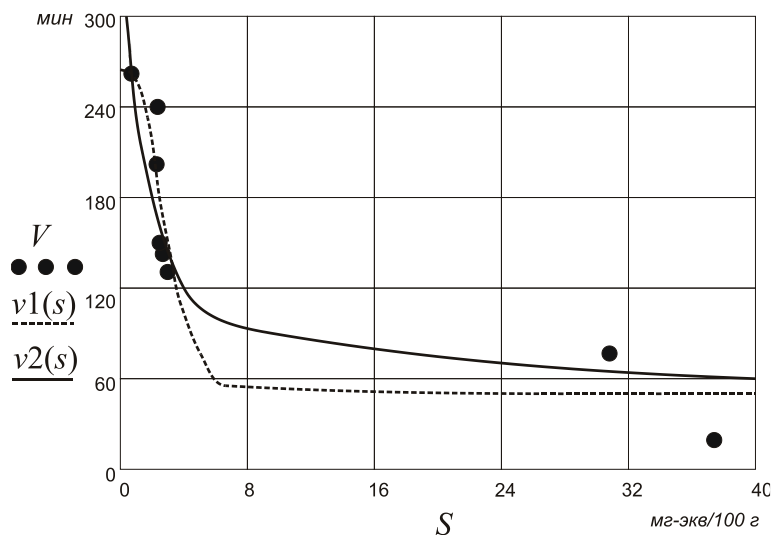


Рис. 3. Данные зависимости скорости фильтрации от суммы солей в водной вытяжке и аппроксимирующие функции

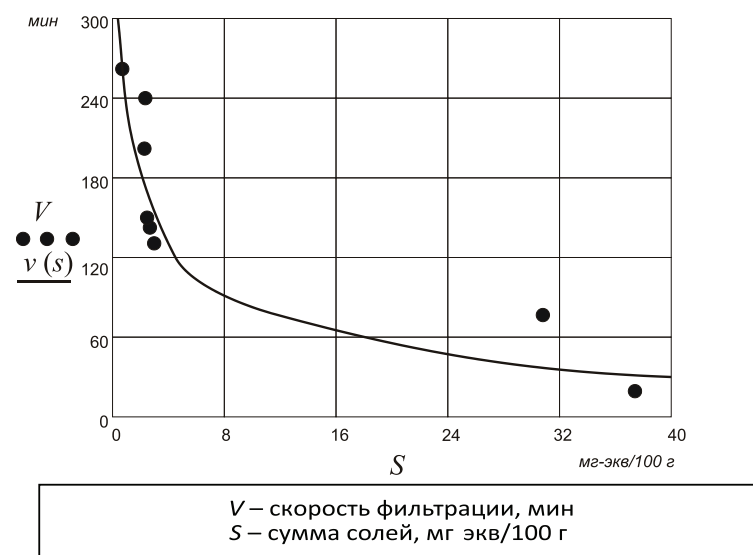


Рис. 4. Аппроксимирующая функция, наиболее близкая к экспериментальным данным

Выводы

1. В ходе анализа первой водной вытяжки для всех исследуемых типов почв была определена только часть анионов и катионов. Из этого следует, что по результатам однократной водной вытяжки нельзя достоверно судить о содержании растворимых ионов в почве.

2. В исследуемых почвах нами была установлена обратно-пропорциональная зависимость между скоростью фильтрации и суммой водорастворимых солей.

3. Установленная обратно-пропорциональная зависимость, позволяет оценить продуктивность почв и количественно определить содержание водорастворимых

селей, используя экспресс-метод фиксации скорости фильтрации вместо длительного и трудоемкого анализа водной вытяжки.

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1961. – 490 с.
2. Вальков В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-н/Д.: МарТ, 2006. – 496 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
4. Околелова А.А. Определение содержания водорастворимых ионов в почвах степной зоны экспресс-методом / А.А. Околелова, А.С. Иванова // Экокультура и фитотехнологии улучшения жизни на Каспии: материалы международной конференции с элементами научной школы. – Астрахань: Астраханский государственный институт, 2010. – С. 211–214.
5. Околелова А.А. Лекции по почвоведению и ландшафтоведению по дисциплине «Науки о Земле»: учеб. пособие / А.А. Околелова, Г.С. Егорова. – Волгоград: ВолгГТУ, 2010. – 144 с.
6. Ракитин, В.И. Руководства по методам вычислений и приложения Mathcad. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 264 с.

References

1. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. M.: MGU, 1961. 490 p.

2. *Pochvovedenie* / V.F. Val'kov, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov. Rostov-n/D.: MarT, 2006. 496 p.

3. ГОСТ 17.4.4.02-84. *Metody otbora i podgotovki prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza*.

4. *Opredelenie soderzhaniya vodorastvorimyh ionov v pochvah stepnoj zony jekspress-metodom* / A.A. Okolelova, A.S. Ivanova // *Materialy mezhdunarodnoj konferencii s jelementami nauchnoj shkoly «Jekokul'tura i fitotehnologii uluchshenija zhizni na Kaspii»*. Astrahan': Astrahanskij gosudarstvennyj institut, 2010. pp. 211–214.

5. *Lekcii po pochvovedeniju i landshaftovedeniju po discipline «Nauki o Zemle»*: ucheb. posobie / A.A. Okolelova, G.S. Egorova // VolgGTU. Volgograd, 2010. 144 p.

6. Rakitin V.I. *Rukovodstva po metodam vychislenij i prilozhenija Mathcad*. Moskva, FIZMATLIT, 2005. 264 p.

Рецензенты:

Дронова Т.Н., д.с.-х.н., профессор, зам. директора по координации НИР межведомственных программ Государственного научного учреждения «Всероссийский НИИ орошаемого земледелия РАСХН», г. Волгоград;

Рулев А.С., д.с.-х.н., зав. отделом ландшафтного планирования и аэрокосмических исследований агролесоландшафтов Всероссийского НИИ агролесомелиорации, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 30.11.2011.