



УДК 631.425.7 (470-12)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПРЕСС-МЕТОДА В ДИАГНОСТИКЕ ПОЧВ ПРИСУЛАКСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

© 2009. Котенко М.Е., Зубкова Т.А., Баламирзоев М.А.

Дагестанский государственный технический университет
Московский государственный университет им. Ломоносова
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

В статье приводятся данные по применению в полевых условиях метода удельного электрического сопротивления почв для их диагностики. Удельное электрическое сопротивление (ЭС) почвенного профиля солончака характеризуется высокой электропроводимостью и низким электрическим сопротивлением. Незасоленные почвы характеризуются низкой электропроводностью и высоким электрическим сопротивлением.

The information about using the method of electrical resistance of soils in the field conditions are given for their diagnostic. The specific electrical resistance of salt marsh's soil profile characterizes with high electro conductivity and low electrical resistance. Non salted soils characterizes with low electro conductivity and high electrical resistance.

Ключевые слова: почва, электрическое сопротивление, солончак, гумус

Key words: soil, electrical resistance, salt marsh, humus

Для обследования почв в полевых условиях применяются электрофизические экспресс-методы [10]. Наиболее широкое распространение получили методы сопротивления и метод естественного электрического поля с использованием простой и недорогой аппаратуры. Электрические параметры почв в первую очередь зависят от влажности и плотности подвижных электрических зарядов, которые включают в себя ионы почвенного поглощающего комплекса и почвенного раствора [11]. Особенно заметна разница электрического сопротивления в засоленных почвах.

В данной работе представлена информация об удельном электрическом сопротивлении почв Присулакской низменности, которая дает возможность использования его в диагностических целях.

Методы исследования и обсуждение

Присулакская низменность входит в состав Терско-Сулакской подпровинции Дагестана и представляет собой аллювиальную слабоволнистую равнину с гипсометрическими отметками от – 26 до 100 м над уровнем моря. Она сформировалась под влиянием трансгрессий и регрессий Каспийского моря и аккумулятивной речной деятельности реки Сулак. Присулакская низменность относится к сухостепной зоне с малым количеством осадков (300-350мм), высокими летними температурами (25-30°C), суммой активных температур за период вегетации растений 3400-3600°C, большим испарением (800-1000мм/год), положительной среднегодовой температурой воздуха (10,8-11,6°C) и сильными иссушающими ветрами – более 15м/сек [1]. Почвообразовательные процессы идут в экстремальных засушливых условиях, где испарение в два раза превышает годовую сумму атмосферных осадков, и поэтому без орошения здесь невозможно вести земледелие. Почвообразующие породы представлены древнекаспийскими и аллювиальными песчано-глинистыми отложениями. Они повсеместно карбонатные, засолены легко-



растворимыми солями (более 1,5-2,5% сухого остатка) сульфатно-хлоридно-магниево-натриевого состава. В растительном покрове преобладают низкопродуктивные тростниково-злаковые, злаково-разнотравные, эфемерно-полынные и солянково-полынные группировки. По данным почвенных и почвенно-мелиоративных исследований [2,3,4,5,6,8,9] почвенный покров Присулакской низменности довольно пестрый и неоднородный. Основными типами почв являются аллювиально-луговые, луговые и лугово-каштановые, в различной степени засоленные легкорастворимыми солями, а также солончаки; незначительные площади занимают каштановые и светло-каштановые почвы, распространенные в полосе перехода низменности в предгорье.

Для диагностики почв методом удельного электрического сопротивления (ЭС) на Присулакской низменности летом 2007 г. были заложены почвенные разрезы на разном расстоянии от побережья Каспийского моря по трассе Сулак-Бабаюрт.

Анализ гумуса, кислотности почв, состава водной вытяжки и обменных катионов проводили общепринятыми методами. Удельное электрическое сопротивление R (ЭС) почвенного покрова и горизонтов определяли прибором «Автоматический измеритель электрических параметров почв и растений «LANDMAPPER-03» и выражали Ом*м. Электроды вплотную втыкали в почву на 2-3 см.

Ниже приводим описание морфологических признаков почв и их химический состав (таблицы 1-2)

Таблица 1

Состав водной вытяжки почв Присулакской низменности

№ почв. разреза	глубина взятия образца (в см)	плотный остаток в %	В мг – экв. на 100 г почвы						pH
			HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ по разности	
P1	0-11	4,36	7,83	39,20	0,88	0,05	0,02	50,07	7,9
	11-25	1,07	2,90	14,50	0,25	0,05	0,02	17,08	7,6
	25-33	3,62	6,65	44,85	0,58	0,04	0,02	54,85	7,7
	33-70	3,06	7,83	39,39	0,65	0,07	0,02	51,16	7,2
P2	0-27	0,11	0,90	0,40	0,13	0,40	0,20	0,83	7,6
	27-39	0,36	0,53	0,80	3,97	1,70	1,10	2,50	7,8
	39-54	0,61	0,40	0,40	8,30	4,10	2,50	2,50	7,8
	54-100	0,22	0,45	0,25	2,59	1,40	1,10	0,79	7,2
P3	0-15	0,088	0,75	0,35	0,13	0,20	0,40	0,63	7,8
	15-35	0,078	0,70	0,20	0,15	0,40	0,20	0,45	8,1
	35-45	0,123	0,53	0,40	0,87	1,00	0,30	0,50	7,9
	45-90	0,220	0,52	0,90	1,88	1,90	0,40	1,00	7,7
P4	0-10	0,061	0,60	0,15	0,06	0,40	0,15	0,26	7,2
	10-35	0,066	0,63	0,15	0,11	0,30	0,20	0,39	7,3
	35-50	0,063	0,60	0,15	0,10	0,30	0,20	0,35	7,4
	50-80	0,070	0,66	0,16	0,11	0,40	0,10	0,43	7,6

Разрез 1. Солончак типичный карбонатный среднесуглинистый. Расположен в 5 км от моста через р. Сулак и в 25 км от морского побережья на запад. Растительность: тамариск, солянки.

Гор.А 0-11 см. Серый, сухой, корешки растений (мало), белесые выцветы солей, плотноват, среднесуглинистый, мелко-порошистая структура. Бурно вскипает от 10% HCl .



Гор. В 11-25 см. Светлее предыдущего, свежий, плотный, выцветы солей, среднесуглинистый.

Гор. ВС 25-33 см. Буровато-желтый, появляются железистые примазки, слоистый, переход в гор. С заметный.

Гор. С 33-70 см. Грязно-желтый, увлажненный, плотный, состоит из тонких песчаных слоев, много солей.



Таблица 2

Химические свойства почв Присулакской низменности

№ разреза	глубина взятия образца, см	pH	сумма погл. основ. м-экв.	% погл. Na ⁺ от суммы погл. осн.	поглощенный Ca ²⁺ м-экв	поглощенный Mg ²⁺ м-экв	поглощенный Na ²⁺ м-экв	Ca ²⁺ м-экв подвижный	подвижная P ₂ O ₅ мг на 100 г.	подвижная K ₂ O мг на 100 г.	гумус, %	CO ₂ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P1	0-10	7,9	34,3	3,79	30,0	3,00	1,30	44,0	1,7	34	2,2	5,9
	11-20	7,6	40,2	3,06	35,7	3,30	1,23	37,0	1,1	18	1,4	7,3
	25-33	7,7	40,3	2,08	38,0	1,50	0,84	39,0	1,0	16	1,4	7,5
	60-70	7,2	36,3	2,12	34,0	1,50	0,77	35,0	1,0	13	0,6	6,6
P2	0-10	7,6	28,2	2,80	25,6	1,80	0,79	26,0	4,4	52	4,2	3,7
	27-39	7,8	41,9	1,69	40,3	0,90	0,71	42,0	1,0	41	1,9	8,1
	40-54	7,8	43,7	2,93	39,9	2,50	1,28	44,0	0,9	28	1,2	11,9
	70-80	7,2	38,6	2,93	35,6	1,90	1,13	37,0	1,3	21	0,6	9,9
P3	0-15	7,8	46,3	4,15	41,8	2,60	1,92	42,0	4,7	56	4,6	12,1
	15-35	8,1	50,6	4,42	44,6	3,80	2,24	45,0	1,8	51	3,4	13,2
	35-45	7,9	48,0	4,71	42,0	3,70	2,26	43,0	1,2	33	2,3	13,0
	50-90	7,7	45,0	2,95	41,1	2,60	1,33	43,0	1,2	29	1,0	12,8
P4	0-10	7,2	45,9	3,10	41,6	2,85	1,42	42,0	3,3	44	3,0	10,3
	10-30	7,3	46,5	4,26	40,7	3,80	1,98	41,0	1,8	37	2,7	9,9
	30-50	7,4	42,4	4,41	38,2	2,30	1,87	38,5	1,3	31	2,2	7,0
	50-80	7,6	47,2	3,52	43,1	2,40	1,66	43,5	1,2	22	1,7	8,8

Разрез 2. Луговая карбонатная слабо солончаковая тяжелоглинистая. Разрез заложен в 1 км на юго-запад от сел. Геметюбе по трассе Махачкала-Бабаюрт и в 45 км от морского побережья на запад. Залежь, злаковое разнотравье, свинорой.

Гор. Апах (А+В) 0-27 см. Темно-серый, сухой, бусинки корней, структура зернисто-комковатая, уплотненный, тяжелосуглинистый, переход заметный по уменьшению корней и по плотности сложения, бурно вскипает от 10% *HCl*.

Гор. В 27-39 см. Серый, свежий, корней меньше, выцветы солей, плотный, тяжелосуглинистый, переход постепенный.

Гор. ВС 39-54 см. Буровато-желтый, увлажненный, тяжелосуглинистый, вкрапления солей.

Гор. С 54-100 см. Грязно-желтый, влажный, плотный, легкосуглинистый, вкрапления солей.

Разрез 3. Лугово-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая слабосолониеватая на тяжелых аллювиальных суглинках. Заложен в 1 км от сел. Куруш на юг от трассы Хасавюрт-Куруш и в 55 км от побережья Каспия на запад. Злаковое разнотравье, бывшее поле люцерны, залежь.

Гор. Апах 0-15 см. Светло-серый, сухой, уплотненный, комковатая структура, тяжелосуглинистый. Переход по плотности постепенный. Бурно вскипает от 10% *HCl*.

Гор. А+В 15-35 см. Светло-серый, сухой, плантажированный, комковато-глыбистый, трещиновато-столбчатый, глянec по граням структурных отдельностей, что указывает на солонцеватость, тяжелосуглинистый. Переход постепенный по цвету.



Гор. ВС 35-45 см. Буровато-желтый, влажноватый, железисто-марганцовистые пятна. Переход заметный по цвету и плотности и по карбонатам.

Гор. С 45-90 см. Светлее предыдущего, влажный, плотный, карбонатный, тяжелосуглинистый. Вскипает от 10% HCl .

Разрез 4. Темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая на карбонатных делювиальных отложениях. В 1,5-2 км на юг от сел. Андреяул по трассе Ростов-Баку. Справа – подгорная равнина. Растительность: злаковое разнотравье. Старый заброшенный высохший абрикосовый сад. Ранее функционировала система орошения.

Гор. Апах 0-10 см. Темно-серый, слабо-уплотненный, мелко-комковатая структура, тяжелосуглинистый, переход постепенный. Вскипает от 10% HCl .

Гор. АВ, 10-35 см. Серый, сухой, плантажный, плотный, тяжелосуглинистый, переход постепенный.

Гор. В, 35-50 см. Бурый, свежий, плотный, комковато-глыбчатый, выцветы карбонатов, переход постепенный.

Гор. ВС, 50-80 см. Бурый с желтоватым оттенком, свежий, плотный, карбонатный.

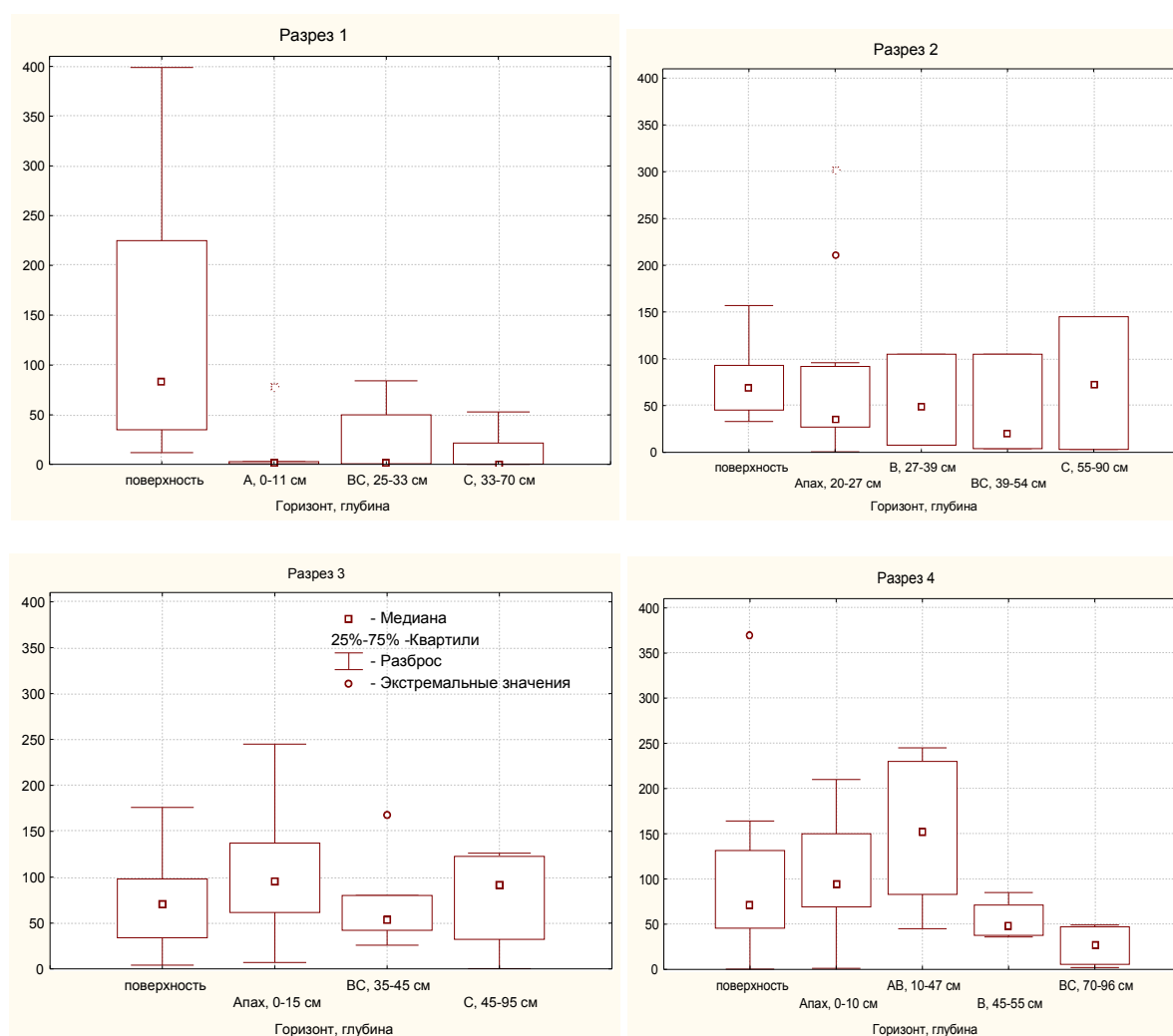


Рис. 1. Статистики распределения электрического сопротивления в профиле почв Присулакской низменности: разрез 1 – солончак типичный, разрез 2 – луговая слабосолончако-



вая почва, разрез 3 – лугово-каштановая карбонатная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая, разрез 4 – темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая.

Статистика электрического сопротивления по профилю почв представлена на **рис.1**. Разброс величин ЭС большой и показывает весь диапазон встречаемых величин, поэтому среднее значение может искажать представление о преобладающих величинах ЭС. Медиана же отражает чаще всего встречаемое значение ЭС, квартиль – данные, которые входят в диапазон встречаемости с вероятностью 25-75%.

Особенности изменения ЭС по профилю почв.

Весь профиль солончака характеризуется высокой электропроводностью, ЭС близко к нулю - 0,8-1,6 Ом*м, и только с поверхности оно высокое – 40-230 Ом*м (рис.1), хотя содержание легкорастворимых солей здесь такое же высокое, как и по всему профилю (табл.1). Таких низких значений ЭС в других разрезах не было обнаружено. В луговой почве (разрез 2) ЭС колебалось в пределах 30-100 Ом*м, в лугово-каштановой – 40-120. В темно-каштановой почве по значениям ЭС выделяются верхние горизонты (0-45 см) с высоким ЭС= 50-200 Ом*м и нижние (45-100 см) с низким – 10-60 Ом*м.

Рис. 2 иллюстрирует различия между медианой и средним значением. Высокий разброс значений УЭС приводит к завышенным средним величинам, которые не отражают реальные электрические поля, а являются лишь средним арифметическим. Высокий разброс ЭС почвы с поверхности обусловлен несколькими факторами: микрорельефом и, как следствие, перепадами влажности, пестротой травянистого покрова, неоднородностью в распределении легкорастворимых солей по профилю почвы и другими свойствами почвы [7]. Поэтому на почвах Присулакской низменности более информативным являются медианные значения ЭС.

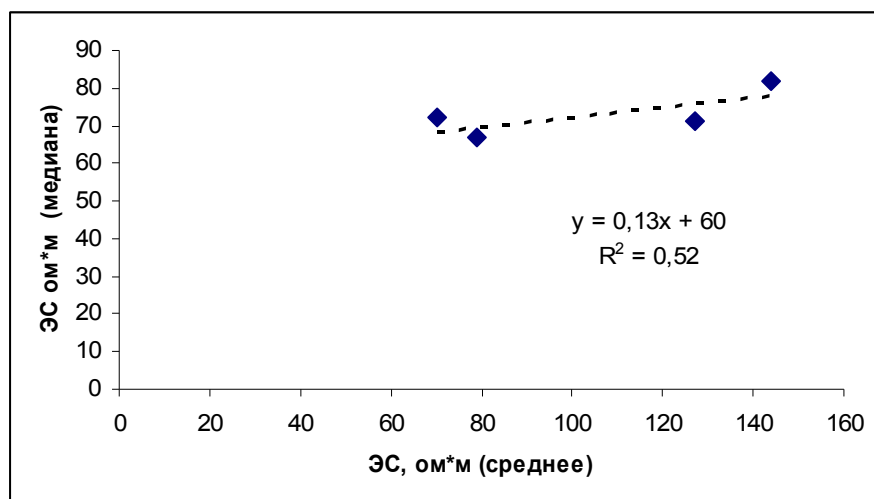


Рис. 2. Связь медианных значений удельного электрического сопротивления со средними

Зависимость ЭС от химических свойств почвы

Как было отмечено выше, электрическое сопротивление солончака (разрез 1) практически равно нулю, и, следовательно, в нем высокая электропроводность, что соответствует содержанию легкорастворимых солей выше 4 %. Вероятно, 4% – содержание солей – это рубеж, ниже которого резко падает электрическая проводимость почвы и возрастает сопротивление. Подтверждением тому являются незасоленные почвы, где содержание легкорастворимых солей менее 1%, и ЭС может варьировать в широком диапазоне: от 20 до 160 Ом*м. Это связано и с другими свойствами почвы, которые так же, как и соли, влияют на ЭС: влажность, гумус, гранулометрический состав и др. [11].



Таким образом, содержание легкорастворимых солей в почвах Присулакской низменности более 4% соответствует низким значениям ЭС почвы, и, соответственно, по ЭС можно диагностировать засоленные участки. Преимущество этого метода диагностики в том, что он характеризует свойства почвы в реальной полевой обстановке.

Выводы

1. Профиль почвы солончака характеризуется высокой электропроводимостью и низким электрическим сопротивлением (ЭС). Почвенные профили незасоленных луговых, лугово-каштановых и каштановых почв характеризуются низкой электропроводимостью и высоким электрическим сопротивлением.

2. Электрическое сопротивление почв служит индикатором засоления почвенного покрова. При содержании плотного остатка солей более 4% ЭС находится в пределах 0,8-1,60 Ом*м, в незасоленных почвах этот показатель составляет 30-200 Ом*м.

3. По мере удаления почв от побережья Каспийского моря в западном направлении степень засоления их уменьшается, меняется и тип засоления. Хлоридно-сульфатный тип засоления переходит в сульфатно-хлоридный и сульфатный.

Месторасположение почвенных разрезов на Присулакской низменности от побережья Каспия

Разрез №1. Солончак (львовские номера №1) в 25 км от побережья в западном направлении.

Разрез №2. Луговая солончаковая. Окрестности сел. Геме-Тюбе Бабаюртовского района. В 45 км от побережья на запад.

Разрез №3. Лугово-каштановая почва. Окрестности сел. Куруш. Хасавюртовского района. В 55 км от побережья Каспия запад.

Разрез №4. Темно-каштановые почвы. Подгорная равнина. Хасавюртовский район, окрестности сел. Эндерейаул. В 60 км на запад от побережья.

Возле города Кизилюрт был заложен разрез. Почва каштановая; в 45 км на запад от побережья Каспия. Этого разреза нет в статье.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Дагестанской АССР – Л: Гидрометеиздат. 1975 – 112 с.
2. Банасевич Н.Н., Зонн С.В., Казьмина Т.И. и др. Процессы засоления и с рассоления почв в связи с грунтовыми водами, их засолением и влиянием Каспийского моря. // Труды ЛОВИУА, вып. 29. – М.-л., 1934 – С. 170 – 202.
3. Бартыханова С.М. Агрофизические свойства главнейших почв Междуречья Акташ Сулак. // Труды Отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР, 1956. Т.3. – С.107 – 149.
4. Зонн С.В., Банасевич Н.Н. Агромелиоративная характеристика Терско-Сулакской низменности. // Почвенно-мелиоративный очерк бассейна р. Терек. Труды ЛОВИУА, 1933 Вып. 19.
5. Капустянская Н.Г. Характеристика главнейших почв междуречья Акташ – Сулак // Труды отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР – Махачкала, 1959. Т.У. – С. 153 – 199.
6. Керимханов С.У., Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р., Залибеков З.Г. Почвы равнинной зоны Дагестана. // Кн. «Земельные и растительные ресурсы Дагестана и пути их рационального использования» Махачкала: Дагиз. 1975. Т.2. – С3 – 21.
7. Котенко М.Е., Зубкова Т.А. Влияние микрорельефа на засоление почв полупустыни // Почвоведение, 2008 № 10 – С. 1171-1178.
8. Солдатов А.С. Почвенные исследования в Дагестанской АССР // «Вопросы почвоведения, агрофизики и агрохимии». Труды отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР – Махачкала, 1956. Т.3 – С 5-29.
9. Солдатов А.С. Почвы Дзержинской оросительной системы в связи с их засолением. // «Вопросы почвоведения, агрофизики и агрохимии». Труды отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР – Махачкала, 1959. Т.4 – С. 5-96.
10. Поздняков А.И. Электрические свойства почв // Теория и методы физики почв. Коллективная монография под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского – М.: «Гриф и К», 2007 – С. 426-463.
11. Поздняков А.И., Позднякова Л.А., Позднякова А.Д. Стационарные электрические поля в почвах, М: КМК Scientific Press Ltd., 1996 – 358 с.

