

## КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-БУРЫХ ПОЧВ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

А.В. БАГДАСАРЯН, С.В. СААКЯН

*Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации, 375082, Ереван*

Изучено влияние водорастворимых солей на скорость фильтрации и водоудерживающей способности орошаемых лугово-бурых почв Араратской равнины. Представлены математические зависимости, отражающие влияние водорастворимых солей, степени солонцеватости и механического состава почв на скорость фильтрации, а также влияние степени солонцеватости и влажности на водоудерживающую способность почв.

Անուսման օբյեկտ է ջրալուծ աղերի ազդեցությունը Արարատյան հարթավայրի ոռոգելի մարգագետնային-գորշ հողերի ֆիլտրացիայի արագության և հողի ջրակլանողունակության վրա: Բերված են մաթեմատիկական կախվածություններ, որոնք արտահայտում են ջրալուծ աղերի և ալկալիացման աստիճանի ազդեցությունը ֆիլտրացիայի արագության, ինչպես նաև ալկալիացման աստիճանի, խոնավության և մեխանիկական կազմի ազդեցությունը հողի ջրակլանողունակության վրա:

Influence of water-soluble salts on the filtration rate and water-holding capacity of irrigated meadow-brown soils of the Ararat plain is investigated. Mathematical dependences reflecting the influence of water-soluble salts, degree of alkalinity and mechanical structure of soil on the filtration rate and also influence of degree of alkalinity and moisture of soils on the water-holding capacity of soils have been established.

### *Почва - соль - фильтрация - давление влаги*

Физические свойства почвы во многом обусловлены ее химическим составом, который в условиях орошаемого земледелия носит динамический характер. Причинами соленакопления в почвах могут быть близзалегающие от поверхности почвы минерализованные грунтовые воды или некачественные орошаемые воды. Отмеченные процессы особенно динамично развиваются в лугово-бурых орошаемых почвах Араратской равнины, где за последние 10-15 лет наблюдается подъем уровня грунтовых вод, что является причиной засоления и осолонцевания этих почв. В связи с этим, важное значение приобретает изучение влияния солей на физические свойства почв с целью оценки их плодородия. Одним из факторов, влияющих на плодородие почвы, является скорость фильтрации воды в почве. Исследования показывают, что на скорость фильтрации воды влияют минерализация оросительной воды и ее качества, обусловленные соотношением ионов  $\text{Na}/(\text{Ca} + \text{Mg})$  [3-5]. Неблагоприятное соотношение этих катионов в почвенном растворе отрицательно влияет на соотношение катионов в почвенно-поглощающем комплексе. Известно, что многие физические свойства почвы связаны с

соотношением катионов в почвенно-поглощающем комплексе (ППК). Показано, что при полном насыщении ППК ионами натрия в 13 раз повышается дисперсность почвенных коллоидов, 31 раз снижается скорость фильтрации, 123 раза уменьшается скорость подъема воды по капиллярам и т.д. [1]. Необходимо отметить, что повышение концентрации солей в почвенном растворе способствует повышению скорости фильтрации. Это связано с уменьшением толщины диффузного слоя.

Целью настоящей работы является изучение влияния засоления и осолонцевания почвы на скорость фильтрации и водоудерживающей способности орошаемых лугово-бурых почв Араратской равнины.

**Материал и методика.** Исследования проводили в лаборатории Научного центра почвоведения, агрохимии и мелиорации. Объектом исследований послужили орошаемые лугово-бурые почвы, отобранные из села Арених Армавирского марза. Изучение влияния концентрации солей и обменного натрия на скорость фильтрации почв проведено в почвенных колонках с диаметром 15,5 см и длиной 100 см. Водоудерживающая способность почвы определена следующими методами: в интервале давления почвенной влаги 0-1 атм. - методом пластинчатых пресс, 1-15 атм. - методом мембранных пресс, 28-350 атм. - гигроскопическим методом. Полученные материалы обработаны методом наименьших квадратов.

**Результаты и обсуждение.** Влияние концентрации водорастворимых солей в орошаемых лугово-бурых почвах на относительную скорость фильтрации растворов приведено на рис. 1. Исследования показывают, что увеличение концентрации почвенного раствора сопровождается увеличением относительной скорости фильтрации и при концентрации 200 мг.экв/л относительная скорость повышается в 1,7 раз. В интервале концентрации почвенного раствора 200-510 мг.экв/л изменения относительной скорости фильтрации не происходит. Тем не менее, дальнейшее увеличение концентрации (до 1025 мг.экв/л) сопровождается незначительным снижением скорости фильтрации до 1,67, что, однако, значительно выше, чем скорость фильтрации раствора с концентрацией 10,3 мг.экв/л.

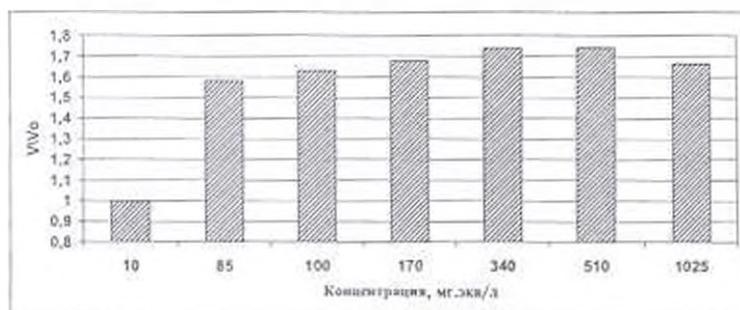


Рис. 1. Зависимость относительной скорости фильтрации ( $V/V_0$ ) от концентрации раствора  $\text{NaCl}$  в орошаемых лугово-бурых почвах Араратской равнины

Таким образом, с помощью применения раствора  $\text{NaCl}$  с концентрацией до 170 мг.экв/л (10 г/л) имеется возможность увеличить относительную скорость фильтрации солонцевой почвы до 1,65 раз. Математическая взаимосвязь между концентрацией промываемого раствора и относительной

скоростью фильтрации выражается формулой 1:

$$\frac{V}{V_0} = 0.781 + 0.154 \cdot \left( 1 - e^{\frac{-C}{17.8C_0}} \right) + 0.814 \cdot \left( 1 - e^{\frac{-C}{3.4C_0}} \right) \quad (1),$$

где  $V/V_0$  - относительная скорость фильтрации,  $C/C_0$  - относительная концентрация промываемого раствора NaCl,  $V$  - скорость фильтрации при различных концентрациях ( $C$ ),  $V_0$  - скорость фильтрации при концентрации  $C_0 = 10$  мг.экв/л. Формула действительна в интервале концентрации раствора 10-600 мг.экв/л.

Скорость фильтрации растворов в почвах достаточно чувствительна к осолонцеванию почвы. Однако, как отмечает ряд исследователей [2], предельное содержание Na в ППК (порог солонцеватости), при котором происходит дисперсия почвенных частиц и резко снижается скорость фильтрации, варьирует в широких пределах. Обобщая экспериментальный материал, приходим к заключению, что существует взаимосвязь между порогом солонцеватости и содержанием физической глины почв (рис. 2). Данные, приведенные на рис. 2, показывают, что порог солонцеватости для легких суглинков составляет 23, для тяжелых суглинков 15, а для средних глин 10%.

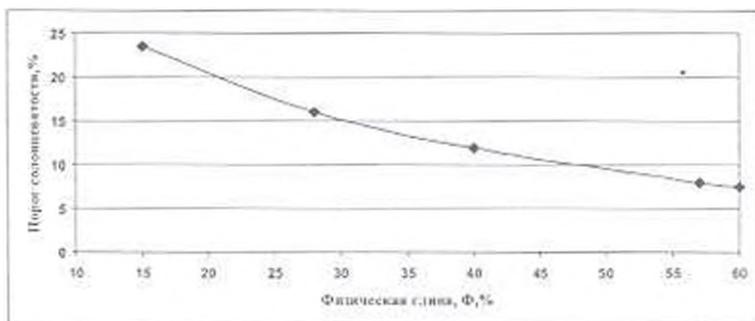


Рис. 2. Зависимость порога солонцеватости от содержания физической глины почв.

Математическая зависимость между порогом солонцеватости и содержанием физической глины можно представить по формуле:

$$N_p = 100 - 48.4\Phi^{0.156} \quad (2),$$

где  $N_p$  - порог солонцеватости, %,  $\Phi$  - содержание физической глины, %.

Когда содержание физической глины уменьшается, порог солонцеватости увеличивается и резко снижается влияние солонцеватости на скорость фильтрации в почве. При содержании физической глины 60% (тяжелоглинистые почвы) порог солонцеватости низок и составляет 8%. Взаимосвязь между скоростью фильтрации, солонцеватостью и порогом солонцеватости при отсутствии засоленности почвы выражается формулой 3:

$$V = V_0 \cdot 10^{-\left(\frac{N-N_p}{40}\right)} \quad (3),$$

где  $V$  - скорость фильтрации при различной солонцеватости почвы ( $N$ ),  $V_0$  - скорость фильтрации при пороге солонцеватости ( $N_p$ ), 40 - эмпирический безразмерный коэффициент.

Формула справедлива при солонцеватости почвы до  $N=70\%$ . Формула 3 дает возможность оценить изменение скорости фильтрации почв различных механических составов в зависимости от их степени солонцеватости. Так, например, при легкосуглинистых почвах с солонцеватостью 70% скорость фильтрации снижается в 16, тяжелосуглинистых почвах в 22 раза, а среднеглинистых почвах в 40 раз.

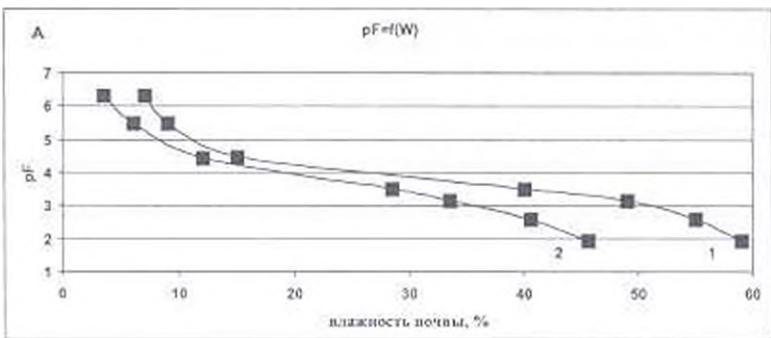


Рис. 3. Зависимость водоудерживающей способности почв (pF) от влажности и степени солонцеватости орошаемых лугово-бурых почв: 1 - солонцеватая, 2 - рассолонцеванная почвы

Степень солонцеватости в известной мере влияет также на водоудерживающую способность почвы. На рис. 3 приведена зависимость водоудерживающей способности почв (pF) от влажности и степени солонцеватости орошаемых лугово-бурых почв. Влажность солонцеватой почвы (рис. 3, кр. 1) при солонцеватости 65-80% значительно выше, чем рассолонцеванной почвы. Так, например, при потенциале давления влажности  $pF=2.0$  влажность солонцеватой почвы составляет 57% (от объема почвы), а при рассолонцевании ее влажность значительно снижается и составляет 47%. Таким образом, освобождается значительный объем пор, при котором регулируется воздухообмен в системе почва-вода-растение. Значительно уменьшается также влажность завядания. Так, например, влажность завядания солонцеватой почвы составляет 38% (от объема почвы), а при рассолонцевании она значительно снижается и составляет 27%. Указанное относится также к предельно полевой влагоемкости, что соответствует  $pF=2.52$ . Математическая зависимость капиллярно-сорбционного давления от влажности почвы в интервале 0,1-28 атм. давления выражается формулой 4:

$$P = 0.1 + 27.9 \cdot \left( \frac{W_{0.1} - W}{W_{0.1} - W_{28}} \right)^2 \quad (4),$$

где  $P$ -капиллярно-сорбционное давление, атм.;  $W_{0,1}$  и  $W_{28}$  влажность почвы, соответственно при давлении влаги 0,1 и 28 атм.  $W_{0,1}^0$  и  $W_{28}^0$  зависят от степени солонцеватости и определяются формулами 5:

$$W_{0,1} = (W_{0,1}^0)^0 + 4.2 \cdot 10^{-5} \cdot N^3, \quad W_{28} = (W_{28}^0)^0 + 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 \quad (5)$$

где  $W_{0,1}^0$  и  $W_{28}^0$  влажности почв соответственно при 0,1 и 28 атм. давлении,  $N$ -степень солонцеватости, %.

Таким образом, выявлено комплексное влияние солей на некоторые физические свойства орошаемых лугово-бурых почв. Отмеченные зависимости представлены в виде графиков и формул, отражающих зависимость скорости фильтрации, капиллярно-сорбционного давления от содержания солей и солонцеватости почв.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шапругин П.И. Почвоведение, 1, 78-84, 1963.
2. Frenkel H., Goertzen J., Rhoades J.D. Soil Sci. Soc. Am. J., 42, 32-39, 1978.
3. Gardner W.R., Mayhugh M.S., Goertzen J.O., Wower S.A. Soil. Sci., 88, 270-274, 1959.
4. McNeal B.L., Coleman N.T. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30, 308-312, 1966.
5. Shainberg I., Caiserman A. Soil Sci., 111, 276-281, 1971.

Поступила 28.VII.2006