

УДК 631.4

ПОЧВЫ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ РАЗНОВРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ ЗАПОВЕДОВАНИЯ

З. У. Гасанова, П. А. Абдурашидова,
В. А. Желновакова, З. А. Исламгереева

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

В статье исследуется влияние кратковременных и долговременных режимов заповедования на физико-химические свойства солончаков, солонцов-солончаков и светло-каштановых почв.

Influence of long-term and short-term regimes of conservation on physical and chemical properties of solonchaks (saline), solonetz-solonchaks and light-chestnut soils is investigated.

Ключевые слова: заповедование; солончаки; солонцы-солончаки; светло-каштановые почвы; физико-химические свойства.

Keywords: grazing excluding; solonchaks; solonetz-solonchaks; light-chestnut soils; physical and chemical parameters.

Введение

Заповедование многими исследователями рассматривается как один из способов восстановления деградированных почв аридных регионов. Посылками к развитию процессов деградации являются природно-климатические условия и несовершенство экономического использования территорий. Вследствие деградации почв происходит трансформация функций педосферы [1], поддерживающих сложившиеся биологический и геологический обороты и обеспечивающих целостность географической оболочки.

Исследования почвенных профилей в режимах заповедования показали как преимущественную оптимизацию свойств аридных почв [2–6], так и отсутствие заметных улучшений, в частности в водном режиме почв [7], в обеспеченности органическим веществом [8]. Отдельные авторы рассматривают заповедование как наиболее эффективный способ реставрации почвенно-растительного покрова и предотвращения опустынивания [9, 10].

Цель настоящей работы – дать сравнительный анализ влияния кратковременных и долговременных режимов заповедования на таксономически отдаленные почвы Северо-Западного Прикаспия (Терско-Кумская низменность), в эволюционном ряду почв низменности занимающие крайние позиции от стадии начального почвообразования в почвенном покрове – почвы гидроморфного ряда: солончаки луговые и мало-натриевые солонцы-солончаки луговые – до завершающей зональной стадии – почвы автоморфного ряда: светло-каштановые почвы.

В исследовании мы исходим из того, что почва является непрерывной макроскопической системой и, как всякая макроскопическая система, характеризуется физико-химическими параметрами – температурой, химическим составом и пр., через которые выражаются свойства таких систем [11] и которые являются непрерывными функциями пространственных координат [12], в данном случае координат почвенного покрова. Режим заповедования рассматривается как антропогенное вмешательство [13], т.к. в природе полная изоляция мало-вероятна.

Для почвенного покрова Северо-Западного Прикаспия режимы разновременного заповедования могут служить одним из способов оптимизации сложившейся к настоящему времени практики круглогодичной эксплуатации пастбищ при условии учета состава почвенного покрова.

Объекты и методы

Эксперименты проводились в рамках научно-исследовательской деятельности Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН под руководством З.Г.

Залибекова, они охватывают временной отрезок с 1987 по 2007 г. с полевыми наблюдениями вплоть до 2011 г. Режимы заповедования изучались в сравнении с режимами выпаса. Исследования проведены по общепринятым методикам: описание разрезов и отбор образцов [14], анализ физических свойств [15], химических свойств [16], контрастность почвенных профилей по степени засоления определялась по аналогии с контрастностью почвенного покрова [17], таксономическая принадлежность почв приведена согласно Почвенной классификации 1977 г. [18]. Образцы отбирались преимущественно в летнее время с одновременным описанием растительности. На светло-каштановых почвах дополнительно проведен анализ корневой массы [19]. Парные почвенные разрезы были заложены на единых почвенных ареалах в режимах заповедования (з) и выпаса (в) – режима содержания овцепоголовья соблюдаемого во время эксперимента и до его введения. Исследования проводились на четырех ключевых участках:

1. Солончак луговой среднесуглинистый на морских отложениях (Кизлярский район, 8 км к юго-западу от сел. Крайновка). Растительность – многолетне-однолетнесолянковый комплекс. По гранулометрическому составу (G) в сравнении с другими почвами профиль контрастен – $K_G = 4.95$, сложен средним и легким суглинками. Грунтовые воды вскрыты на глубине 1.4 м.

2. Солончак луговой легкосуглинистый на морских и древнеаллювиальных отложениях (Тарумовский р-н; 15 км к северо-западу от пос. Кочубей). Растительность – однолетне-многолетнесолянковый комплекс. Профиль сложен легким и тяжелым суглинком. $K_G = 1.2$. Высота грунтовых вод 1.2 м.

Солонец-солончак луговой среднесуглинистый солончаковый на аккумулятивно-морских отложениях. Растительность – эфемерово-солянково-полынный комплекс. Гранулометрический состав – средний и легкий суглинок. $K_G = 2.0$. Высота грунтовых вод 1.4 м. По своим физико-химическим свойствам солонцы-солончаки луговые во многом схожи с солончаками луговыми, являющимися их генетическими предшественниками.

Светло-каштановая солончаковая легкосуглинистая маломощная почва на перевернутых отложениях. Растительность – злаково-полынные группировки. Верхняя толща сложена легким суглинком, ниже по профилю – супесь. $K_G = 1.15$.

3. Светло-каштановая супесчаная солончаковая маломощная почва на лессовых отложениях (Ногайский р-н, свх. им. Ленина; 3 км восточнее сел. Сулу-Тюбе). Растительность разнотравно-злаковая. По гранулометрическому составу профиль равномерен – $K_G = 0$, сложен супесью, слабо дифференцируется по плотности.

4. Светло-каштановая супесчаная солончаковая маломощная почва на лессовых отложениях (Тарумовский р-н; 7 км к северо-западу от свх. им. Дамадаева). Растительность в условиях выпаса – злаково-полынная, в режиме заповедования – лесной массив из вяза, лоха и акации; массив орошается гидрокарбонатно-натриевой слабосоленовой артезианской водой. Профиль почвы сложен супесью. $K_G = 0.85$.

Все почвенные профили имеют общие характеристики: слабая гумусированность – общий гумус –1.4–2.5%, профили в различной степени засолены, все почвы содержат карбонаты. Реакция щелочная ($pH = 7.2-7.9$).

Результаты и обсуждение

Физико-химические свойства солонцов-солончаков луговых и солончаков луговых в режимах заповедования. На ограничение выпаса вплоть до полного исключения в первую очередь реагирует растительность. Увеличилось проективное покрытие от 25 до 80% за счет однолетних солянок и злаков, что повлияло на понижение температуры от 27 (в2сц) до 25.5°C (з2сц) на поверхности солонца-солончака (сентябрь 1992 г.), от 23.5 до 21.0°C (глубина 10 см) и от 22.5 до 20.0°C (20 см), разница в 1.5–2.5°C прослеживается до 20 см. Несколько улучшился водный режим в верхней 10 см толще, где относительная влажность составила: 5.6% (з2сц), 4.9% (в2сц) (июнь 1992 г.), ниже по профилю показатели одинаковы – 8.3–8.4% (толща 10–20 см), 12.3–12.4% (20–30 см). Таким образом, в режиме кратковременного заповедования наблюдается некоторое превышение относительной влажности в верхней толще по сравнению с режимом выпаса. Претерпел изменения агрегатный состав. По результатам сухого ситового анализа доля агрегатов > 1 мм составила 4.9–17.4% (з2сц) против 3.4–15.0% (в2сц) (сентябрь 1991 г.). Увели-

чение крупных > 1 мм агрегатов отразилось на коэффициенте структурности: 0.79 (в2сц), 1.2 (з2сц). Ослабла дефляция: в 2 раза снизилось накопление переотла-гаемого ветром дефлированного материала [20]. Плотность почти не изменилась, но имеется тенденция к понижению. На солонце-солончаке для толщи 0-10 см плотность составила от 1.57 г/куб. см на выпасе (в2сц) до 1.46 г/куб. см в режиме без выпаса (з2сц).

На солонце-солончаке (з2сц) за два года верхняя 0-5 см толща промылась от солей, что подтверждается значениями сухого остатка: 0.85 (в2сц), 0.66% (з2сц) (табл. 1). В целом в профиле сумма солей уменьшилась: 3.47% (в2сц), 2.98% (з2сц). Степень засоления понизилась от средней до слабой. В метровой толще повысилось участие сульфатов: $Cl^-/SO_4^{--} = 0.59$ (з2сц), 0.75 (в2сц). Тип засоления солонца-солончака в целом остался хлоридно-сульфатным. K_s повысилась от 0.5 до 0.75.

Таблица 1. Особенности засоления солончаков и солонцов-солончаков

| № участ-ка | Толща, h, см | Сумма солей, % | $\frac{Cl^-}{SO_4^{--}}$ | Типы засо-ле-ния | Сте-ни за-соле-ния | K_s CV, % | Сумма со-лей, % | $\frac{Cl^-}{SO_4^{--}}$ | Типы засо-ле-ния | Сте-пени за-соле-ния | K_s K_s' CV, % |
|-------------------|--------------|----------------|--------------------------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| Солончак: | | | | в1ск - выпас | | | | з1ск - заповедование (15 лет) | | | |
| 1 | 0-5 | 0.196 | 0.07 | с | сл. | $K_G=4.95$ | 0.402 | 0.08 | с | сл. | K_G |
| | 5-30 | 0.49 | 0.18 | с | ср. | $K_S=3.25$ | 0.96 | 0.09 | | си. | $=4.95$ |
| | 30-70 | 1.073 | 0.67 | хс | оч.си | | 2.18 | 0.47 | с | оч.с | $K_S'=2.0$ |
| | 70-100 | 1.15 | 0.56 | хс | оч.си | | 3.57 | 1.16 | хс | и | $K_S \rightarrow K_S'$ |
| | 0-100 | 0.91 | | хс | си. | CV = 62 | 2.20 | 0.63 | сх | оч.с | = - |
| | | | 0.54 | | | | | | хс | и | 1.25 |
| | | | | | | | | | | оч.с | CV = 69 |
| Солончак: | | | | в2ск - выпас | | | | з2ск - заповедование (2 года) | | | |
| 2 | 0-5 | 1.05 | 1.0 | сх | оч.си | $K_G=1.2$ | 0.48 | 3.03 | х | си. | $K_G=1.2$ |
| | 5-30 | 0.92 | 1.1 | сх | оч.си | $K_S=0,0$ | 0.85 | 3.27 | х | оч.с | $K_S'=0,2$ |
| | 30-70 | 3.4 | 0.73 | хс | оч.си | | 3.79 | 1.7 | сх | и | $K_S \rightarrow K_S'$ |
| | 70-100 | 4.44 | 0.71 | хс | оч.си | | 4.0 | 0.96 | хс | оч.с | = +0.25 |
| | 0-100 | 2.97 | 0.76 | хс | оч.с | CV = 56 | 2.95 | 1.52 | сх | и | CV = 63 |
| | | | | | | | | | | оч.с | |
| | | | | | | | | | | и | |
| | | | | | | | | | | оч.с | |
| | | | | | | | | | | и | |
| Солонец-солончак: | | | | в2сц - выпас | | | | з2сц - заповедование (2 года) | | | |
| 2 | 0-5 | 0.85 | 0.31 | хс | ср. | $K_G=2.0$ | 0.66 | 0.71 | хс | сл. | $K_G=2.0$ |
| | 5-30 | 1.67 | 2.41 | сх | оч.си | $K_S=0.5$ | 3.13 | 0.56 | хс | оч.с | $K_S'=0.7$ |
| | 30-70 | 4.57 | 0.68 | хс | . | | 2.92 | 0.66 | хс | и | $K_S \rightarrow K_S'$ |
| | 70-100 | 3.94 | 0.69 | хс | оч.си | | 3.34 | 0.55 | хс | оч.с | = + |
| | 0-100 | 3.47 | 0.75 | хс | . | CV = 56 | 2.98 | 0.59 | хс | и | 0.25 |
| | | | | | | | | | | оч.с | CV = 46 |
| | | | | | | | | | | иоч. | |
| | | | | | | | | | | си | |

Таблица 2. Особенности засоления светло-каштановых почв

| № участ-ка | Толща, h, см | Сумма солей, % | $\frac{Cl^-}{SO_4^{--}}$ | Типы засо-ле-ния | Сте-пени за-соле-ния | K_s CV, % | Сумма со-лей, % | $\frac{Cl^-}{SO_4^{--}}$ | Типы засо-ле-ния | Сте-пени за-соле-ния | K_s K_s' CV, % |
|--------------------|--------------|----------------|--------------------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| Светло-каштановые: | | | | в2к - выпас | | | | з2к - заповедование (2 го-да) | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|------|-------------|------|------------|-------|------------------------------|-----|-----------|------------------------|
| 2 | 0-5 | 0.42 | 0.08 | с | сл. | $K_G=1.15$ | 0.30 | 0.09 | с | сл. | K_G |
| | 5-30 | 0.47 | 0.32 | хс | ср. | $K_G=3.2$ | 0.36 | 0.14 | с | сл. | $=1.15$ |
| | 30-70 | 0.51 | 0.37 | хс | ср. | | 0.52 | 0.21 | хс | ср. | $K_G'=4.5$ |
| | 70- | 1.92 | 0.32 | хс | оч.с | | 2.24 | 0.31 | хс | оч.с | $K_G \rightarrow K_G'$ |
| | 100 | 0.92 | 0.33 | хс | и. | $CV = 80$ | 0.98 | 0.27 | хс | и | $= +$ |
| 0-100 | | | | си. | | | | | си. | 1.3 | |
| | | | | | | | | | | | $CV = 96$ |
| Светло-каштановые: | | | | в3к - выпас | | | | з3к - заповедование (3 года) | | | |
| 3 | 0-5 | 0.139 | 1.03 | хс | сл. | $K_G=0.0$ | 0.092 | 0.8 | хс | сл. | K_G |
| | 5-30 | 0.11 | 0.78 | хс | сл. | $K_G=2.0$ | 0.082 | 0.68 | хс | сл. | $=0.0$ |
| | 30-70 | 0.27 | 1.42 | сх | ср. | | 0.083 | 0.64 | хс | сл. | $K_G'=1,5$ |
| | 70- | 0.22 | 1.51 | сх | сл. | | 0.162 | 1.95 | сх | ср. | $K_G \rightarrow K_G'$ |
| | 100 | 0.201 | 1.33 | сх | сл. | $CV = 37$ | 0.102 | 1.32 | сх | сл. | $= - 0.5$ |
| 0-100 | | | | | | | | | | $CV = 39$ | |
| Светло-каштановые: | | | | в4к - выпас | | | | з4к - заповедование (12 лет) | | | |
| 4 | 0-5 | 0.339 | 0.10 | с | сл. | $K_G=0.85$ | 0.304 | 0.18 | с | сл. | K_G |
| | 5-30 | 0.401 | 0.11 | с | сл. | $K_G=1.5$ | 0.36 | 0.09 | с | сл. | $=0.85$ |
| | 30-70 | 0.430 | 0.20 | с | ср. | | 0.17 | 0.32 | хс | сл. | $K_G'=0.0$ |
| | 70- | 0.692 | 0.20 | с | ср. | | 0.162 | 0.57 | хс | сл. | $K_G \rightarrow K_G'$ |
| | 100 | 0.497 | 0.17 | с | ср. | $CV = 32$ | 0.208 | 0.23 | хс | сл. | $= -$ |
| 0-100 | | | | | | | | | | 1.5 | |
| | | | | | | | | | | | $CV = 52$ |

Условные обозначения к табл. 1 и 2:

Типы почв: ск - солончак, сц - солонец-солончак, к - светло-каштановые;
режимы использования почв: в1ск (2-3 овцы/га, Разрез 17), з1ск (заповедный - без выпаса, Р.17з); в2ск (3-4 овцы/га, Р. 6а), з2ск (Р. 3а); в2сц (3-4 овцы/га, Р. 5а), з2сц (Р. 8а); в2к (3-4 овцы/га, Р. 4), з2к (Р. 1а); в3к (2-3 овцы/га, Р. 37), з3к (Р. 36); в4к (2-3 овцы/га, Р. 106), з4к (Р. 106л);

типы засоления: с - сульфатный, хс - хлоридно-сульфатный, сх - сульфатно-хлоридный, х - хлоридный; степени засоления: сл., ср., си. - слабо-, средне-, сильнозасоленная, оч.си. - очень сильнозасоленная; контрастность почвенных профилей: K_G - по степени засоления; K_G - по гранулометрическому составу; CV - коэффициент вариации средневзвешенной суммы солей в профиле.

На солончаке в режиме кратковременного заповедования, как и на солонце-солончаке, увеличилось проективное покрытие растительности от 30 до 70%, в основном за счет разрастания однолетних солянок. Температура несколько понизилась: 28.5 (в2ск) - 27.0°C (з2ск) (поверхность почвы), 24.0-23.5°C (глубина 10 см), 21.5-21.0 (глубина 22 см), значения температур сближаются почти с поверхности. Несколько улучшился агрегатный состав. Доля агрегатов > 1 мм составила 2.1-17.2 (в2ск), 5.5-22.7% (з2ск) (сентябрь 1992 г.). Повысился коэффициент структурности от 1.15 (в2ск) до 1.56 (з2ск). Накопление переотлагаемого ветром дефлированного материала снизилось в 3 раза [20].

С физическими свойствами тесно связан солевой режим почв - динамика процессов засоления-рассоления, помимо профильных определяющего еще и пространственные характеристики почв: с увеличением солей в профилях наблюдается приток засоленных мобильных ареалов почв и наоборот [20]. Кратковременное заповедование солончака (з2ск) способствовало рассолению верхней 0-5 см толщи от 1.05 до 0.48%, очень сильная степень засоления перешла в сильную степень засоления. Повысилось участие хлоридов в 70 см толще. В целом в метровой толще хлоридно-сульфатный тип засоления перешел в сульфатно-хлоридный. K_G несколько повысилась от 0 до 0.25.

В режиме долговременного заповедования по исследованиям, проведенным ранее А.А. Гаруновым для толщ 0-10, 10-20, 20-30 см, относительная влажность составила 5.9, 6.2, 7.8% (з1ск), на выпасе - 14.1, 14.5, 15.4% (в1ск), что автор связывает с накоплением непродуктивной влаги на выпасе [21].

Долговременное заповедование на солончаке способствовало большему накоплению солей по сравнению с режимом выпаса (в1ск) почти в 2 раза от 0.196-1.15% суммы солей до 0.402-3.57 (з1ск). В целом по профилю увеличилось участие хлоридов - $Cl^-/SO_4^{--} = 0.63$ (з1ск),

0.54 (в1ск). На солончаке повысилась степень засоления – от сильной до очень сильной. Снизилась контрастность K_s почвенного профиля по степени засоления: $K_s = 2.0$ (з1ск) против 3.25 (в1ск). Превышение содержания солей в режиме долговременного заповедования по сравнению с выпасом подтверждается весенними и осенними показателями: апрель 1987 г. – 0.282–4.320% (з1ск), 0.200–1.644% (в1ск), ноябрь 1987 г. – 0.400–3.757% (з1ск), 0.192–1.598% (в1ск), данные относятся с химическим составом солянок [22], разрастающихся в отсутствие выпаса. Динамика солей профиля солончака 1-го ключевого участка тесно связана с динамикой грунтовых вод – вертикальными восходящими и нисходящими токами солевых растворов в профиле. Вполне возможно, что кроме профильной здесь имеет место боковая миграция солей: неотчуждение наземной фитомассы способствует созданию градиента влажности из-за усиления десукции в связи с повышенной транспирацией, а также созданию градиента температур вследствие повышенной затененности поверхности почвы. Боковая миграция солей обусловлена стремлением почвенного покрова к уравниванию свойств, что характерно для любой непрерывной макросистемы: вода с растворенными солями мигрирует к менее влажному заповедному участку, создавая дополнительный к вертикальному потоку боковой геохимический поток, в связи с чем мы полагаем, что градиенты температуры и влажности являются одной из основных причин латеральной миграции солей, приводящей к дифференциации засоления в засоленном почвенном покрове.

Физико-химические свойства светло-каштановых почв в режимах заповедования.

Существенным изменениям подверглась растительность заповедных участков, ее наземная, подземная фитомасса, проективное покрытие. В видовом составе растительности увеличилось участие злаков, проективное покрытие возросло до 90–100%. Корневая масса также претерпела изменения. В режиме кратковременного заповедования в толще 0–60 см уменьшилась общая масса корней до 154 ц/га (з2к) по отношению к режиму выпаса (в2к) – 242 ц/га (август 1990 г.), при этом изменилась и структура подземной фитомассы – снизилась доля стержневых (> 3 мм) корней [23]. Изменился температурный режим. Температура понизилась от 24 (в2к) до 22°C (з2к) (глубина 2 см), от 20.5 до 19.5°C (10 см), от 19.5 до 19.0 (20 см) (сентябрь 1991 г.). Температура заметно выше на выпасе, на поверхности разница составила 2°C, на глубине 10 см – 1°C. По мере продвижения вглубь значения температур сближаются. Понизилась относительная влажность от 3.23% (в2к) до 2.06% (з2к) (толща 0–10 см), соответственно 4.46–3.06% (10–20 см), 5.73–3.5% (20–30 см) (сентябрь 1991 г.). Незначительно понизилась плотность верхних горизонтов (толща 0–10 см) до 1.37 г/куб. см (з2к) по сравнению с режимом выпаса – 1.5 г/куб. см (в2к). Заповедование способствовало улучшению агрегатного состава. Агрегаты > 1 мм составили 3.8–8.4% (з2к), 3.0–6.7% (в2к), повысился коэффициент структурности от 0.45 (в2к) до 0.52 (з2к) (сентябрь 1991 г.), летом – до 0.63 (июль 1992 г.). В 2–3 раза ослабла дефлируемость почвы (з2к). На 2-м ключевом участке в толще 0–5 см различия в содержании общего гумуса незначительны: 1.4–1.6% (з2к), 1.1% (в2к) (июль 1990, 1992 г.), что может быть связано с кратковременностью режима заповедования. Снижение дефлируемости почв косвенно подтверждается показаниями гранулометрического состава: сумма фракций < 0.01 мм составила 26.2% (толща 0–5 см) для з2к против показателей на выпасе – 23.8% (в2к) (июль 1992 г.), полученные данные свидетельствуют об ослаблении ветровой эрозии.

Отсутствие выпаса способствовало оптимизации солевого режима светло-каштановых почв (табл. 2). В верхних 0–5 и 5–30 см толщах произошло рассоление от 0.42% суммы солей (в2к) до 0.30% (з2к) и от 0.47 (в2к) до 0.36% (з2к) за счет перераспределения солей по профилю в нижележащую толщу, в целом средневзвешенная сумма солей в пересчете на метровую толщу не изменилась – 0.92–0.98%. Несколько увеличилась доля сульфатов: $Cl^-/SO_4^{--} = 0.09–0.31$ (з2к), 0.08–0.37 (в2к). В верхней 30 см толще степень засоления снизилась от слабой и средней до слабой, что привело к повышению контрастности почвенного профиля по степени засоления: $K_s = 3.2$ (в2к), $K_s = 4.5$ (з2к). На 3-м ключевом участке профиль промылся от солей на всю метровую толщу от 0.201 до 0.102%, повысилась доля сульфатов в толще 0–70 см: $Cl^-/SO_4^{--} = 0.8–0.64$ (з3к), 0.78–1.42 (в3к), тип засоления из хлоридно-сульфатного (толща 0–30 см) и сульфатно-хлоридного (30–70 см) перешел в хлоридно-сульфатный (0–70 см). В толще 70–100 см повысилась доля хлоридов, промытых из вышележащих горизонтов $Cl^-/SO_4^{--} = 1.95$ (з3к), 1.51 (в3к), слабозасоленная степень повысилась до средней. K_s сни-

зилась от 2.0 до 1.5. При кратковременном заповедовании на легкосуглинистой светло-каштановой почве (з2к) рассолилась верхняя 30 см толща, на супесчаной светло-каштановой почве – вся метровая толща (з3к), в толще 0–70 см повышается доля сульфатов, снижается степень засоления (з2к, з3к).

На 4-м ключевом участке посадки древесной растительности способствовали изменению исходной растительности: в течение 15 лет под лесным массивом сформировались черты лесного ландшафта: нижний травяной ярус из злакового разнотравья, наличие лесной подстилки. Повышенная затененность поверхности способствовала понижению температуры в приповерхностном слое. В толще 0–20 см температура составила 13.3–13.5°C, в толще 20–40 см – 12.9–13.0°C (з4к). На выпасе (в4к) температура несколько выше: 15.1°C (поверхность почвы), 13.4°C (глубина 5 см), ниже по профилю – 13.0°C (май 2006 г.). Заметные различия показателей температуры – 2.3°C – имеются только для приповерхностного слоя. Под лесным массивом (з4к) относительная влажность по всему профилю примерно одинакова: 3.64% (толща 0–10 см), 3.67% (17–27 см), 3.94% (60–70 см); на выпасе (в4к) показатели выше и распределены неравномерно (глубины те же): 5.57, 6.42, 9.82% (май 2006 г.). Несколько понизилась плотность: в верхних горизонтах – 1.35 г/куб. см (з4к) по сравнению с режимом выпаса – 1.47 г/куб. см (в4к). Снизилась дефлируемость почвы почти в 4 раза (з4к), уменьшилось содержание органического вещества, инертно переотлагаемого в составе дефлированного аккумулярованного материала [24], в верхней 0–10 см толще общий гумус составил 1.53% (з4к), 0.84 (в4к) (август 2007 г.).

Долговременное заповедование способствовало промывке солей по всему профилю. Степень засоления снизилась от слабой и средней до слабой. Несколько повысилась доля хлоридов ($Cl^-/SO_4^{--} = 0.18-0.57$ (з4к), $0.10-0.20$ (в2к)), хотя в ряду растворимости хлориды предшествуют сульфатам, и как наиболее подвижная растворимая часть солей они должны были мигрировать в нижележащие толщи, что привело бы к увеличению не доли хлоридов, а доли сульфатов, как это произошло на светло-каштановых почвах 2-го и 3-го ключевых участков. Причина подобной инверсии свойств может заключаться в химическом составе поливочной артезианской воды, характеризующейся как слабосоленоватая (минерализация 1.3 г), гидрокарбонатно-натриевая ($HCO_3^- = 0.87$ г/л, $Na^+ + K^+ = 0.34$ г/л), сульфаты в воде не обнаружены (данные 1967 г.) [25], к 2001 г. химический состав воды практически не изменился [26]. Сульфаты почвы, растворенные в артезианской воде (не содержащей сульфатов), выносятся за пределы профиля, вследствие чего отношение Cl^-/SO_4^{--} смещается в сторону хлоридов, что приводит к снижению доли сульфатов в исходном составе солей почвы. В целом полив способствовал промыванию солей, вынося их на глубину ниже 100 см: сумма солей в метровой толще почти в 2 раза меньше – 0.208% (з4к), 0.497% (в4к). K_s снижается от 1.5 до 0. После 2007 г. полив был прекращен и лесной массив был выведен из режима заповедования. К 2011 г. часть древесной растительности погибла, проективное покрытие нижнего травяного яруса сократилось от 90 до 20–30% и до 0% – участки с открытым песком.

Заключение

Одним из способов восстановления деградированных почв аридных территорий, таких как Северо-Западный Прикаспий, может служить введение режимов заповедования различной продолжительности. Кратковременные режимы заповедования способствуют оптимизации физико-химических свойств солонцов-солончаков луговых, солончаков луговых, светло-каштановых почв: улучшается гидротермический режим почв, уменьшается количество трудно доступного для растений инертно переотлагаемого органического вещества, что сопряжено со снижением дефлируемости почв в 2–3 раза, накапливаются ценные в агрономическом отношении мезоагрегаты: повышается коэффициент структурности от 0.45 до 0.63 на светло-каштановых почвах, от 0.79 до 1.2 на солонцах-солончаках и от 1.15 до 1.56 на солончаках. На почвах легкосуглинистого и среднесуглинистого гранулометрического состава повышается контрастность почвенных профилей по степени засоления K_s за счет перераспределения солей по профилю. На супесчаных почвах K_s снижается. При долговременных режимах заповедования светло-каштановые супесчаные почвы сохраняют низкий K_s за счет промывания преимущественно нисходящими токами ар-

тезианской воды. На солончаках луговых после 15-летнего заповедования K_s снижается за счет подтяжки солей из грунтовых вод и, вероятно, за счет бокового геохимического потока, обусловленного градиентами температуры и влаги. В режимах заповедования увеличилось проективное покрытие растительности. Долговременное заповедование светло-каштановых почв под лесным массивом способствовало формированию черт лесного ландшафта.

Таким образом, в кратковременных режимах заповедования оптимизируются физико-химические характеристики как светло-каштановых почв, так и солончаков и солонцов-солончаков. Режим долговременного заповедования в течение 15 лет положительно влияет на светло-каштановые почвы, но негативно отражается на солончаке, что говорит о нежелательности соблюдения режима заповедования на солончаках в течение длительного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 261 с.
2. Котенко М.Е. Некоторые изменения светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности при различных пастбищных нагрузках // Почвоведение. 1993. № 6. С. 108-111.
3. Антропогенная динамика структуры почвенного покрова пастбищных экосистем / Н.В. Можарова, Ю.Г. Гельцер, З.Г. Залибеков, З.У. Гасанова // Структура почвенного покрова. М., 1993. С. 274-276.
4. Influence of grazing on soil water and gas fluxes of two Inner Mongolian steppe ecosystems / A. Reszkowska, J. Krümmelbein, L. Gan, S. Peth, R. Horn // Soil & Tillage Research. 2009. N 111. P. 180-189. URL: <http://www.elsevier.com> (дата обращения 24.11.2011).
5. Franzluebbers A.J., Stuedemann J.A. Soil physical responses to cattle grazing cover crops under conventional and no tillage in the Southern Piedmont USA // Soil & Tillage Research. 2008. N 100. P. 141-153.
6. Modeling grazing effects on coupled water and heat fluxes in Inner Mongolia grassland / S. Peth, R. Horn, J. Krümmelbein, B. Ketzer, Y. Gao, J. Doerner, Ch. Bernhofer, X. Peng // Soil & Tillage Research. 2010. N 109. P. 75-85.
7. Effects of crop abandonment and grazing exclusion on available soil water and other soil properties in a semi-arid Mongolian grassland / A. Hoshino, K. Tamura, H. Fujimaki, M. Asano, K. Ose, T. Higashi // Soil & Tillage Research. 2009. N 105. P. 228-235.
8. Lavado R.S., Alconada M. Soil properties behavior on grazed and ungrazed plots of a grassland sodic soil // Soil Technology. 1994. Vol. 7, Iss. 1. P. 75-81.
9. Залибеков З.Г. Сезонная миграция солей в засоленных почвах дельты Терека // Почвоведение. 1986. № 1. С. 73.
10. Jeddi K., Chaieb M. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia // Flora. 2010. N 205. P. 184-189.
11. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: ЛКИ, 2008. 296 с.
12. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. М., 1960. 160 с.
13. Гасанова З.У. К оценке антропогенного фактора в формировании почвенного покрова Терско-Кумской низменности // Материалы Междунар. науч. конф. «Экология и биология почв». Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2004. С. 74.
14. Почвенная съемка. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 346 с.
15. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
16. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
17. Юдис Ю.К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР // Почвоведение. 1967. № 11. С. 50-55.
18. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

19. Шалыт М.С. Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов // Тр. АН СССР. Ботан. ин-т. Сер. 3. Геоботаника. Вып. 8. Ч. 2. М., 1952. С. 71-139.
20. Гасанова З.У. Влияние режимов пастбищного использования на почвенный покров Терско-Кумской низменности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1996. 23 с.
21. Гарунов А.А. Изучение гидрофизических свойств почвы пастбищ дельты Терека, функционирующих в разных режимах // Проблемы биологической продуктивности дельтовых экосистем. 1988. С. 34-40.
22. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.; Л.: Наука, 1965. 253 с.
23. Brown arid soils and vegetation of dry steppe regions in different pasture regimes usage / Z.U. Gasanova, R.M. Zagidova, P.A. Abdurashidova, Z.A. Islamgereyeva // European journal of natural history. 2007. N 2. P. 148-149.
24. Ветровая эрозия и органическое вещество светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности / З.У. Гасанова, В.А. Желновакова, З.Д. Бийболатова, П.А. Абдурашидова, П.А. Батырмурзаева, Р.М. Загидова // Почвы аридных регионов, их динамика и продуктивность в условиях опустынивания. М., 2007. С. 69-72.
25. Фонды ГУП РЦ «Дагестангеолмониторинг», партия «Грузгеолуправление». 1967.
26. Фонды ОАО «Дагестангеология». Отчет о региональном гидрологическом доизучении площадей масштаба 1:200 000 РД / отв. исполнитель Н.С. Шваров. 2001.

Поступила в редакцию 18.01.2012 г.
Принята к печати 21.03.2013 г.