

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ НА ТАМАНИ

Е. А. Черников, В. П. Попова, Т. Г. Фоменко

ФГБНУ СКФНЦСВВ,

ул. им. 40-летия Победы, д. 39, г. Краснодар, Краснодарский край, 350901

E-mail: garden_soil@mail.ru

Поступила в редакцию 19 февраля 2018 г., принята к печати 28 августа 2018 г.

На юге Российской Федерации хозяйства Тамани являются одними из ведущих производителей винограда и продуктов его переработки. В указанной зоне весьма актуальной является проблема развития деградационных процессов в почвах, в особенности засоления. Наряду с интенсификацией производства существенное влияние на развитие процессов засоления оказывает изменение климатических условий зоны. За последние 21 год количество осадков увеличилось по сравнению со средними многолетними данными, а за 35-летний период наблюдений средняя температура воздуха повысилась на 1°C. В связи с этим цель исследований заключалась в выявлении источников и изучении процессов засоления почв виноградников Тамани. Установлено, что одной из причин засоления почв в условиях юга Тамани является движение минерализованных поверхностных вод с гор и возвышенностей, сложенных засоленными морскими отложениями, вниз по уклону местности по ложбинам и микропонижениям. Почвенный покров склонов гор и возвышенностей характеризуется тяжелосуглинистым и глинистым гранулометрическим составом. Высокая водоудерживающая и низкая фильтрационная способность указанных почв способствуют более интенсивному горизонтальному движению водных потоков вниз по уклону местности и слабой вертикальной фильтрации воды по почвенному профилю. При испарении влаги происходит накопление в почвах поступивших солей и расширение аралов засоленных почв, а увеличение количества осадков и повышение средней температуры воздуха приводят к усилению данных процессов. Повышение содержания вредных легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое почв виноградников вызывает угнетение и преждевременную гибель виноградных растений.

Ключевые слова: осадки, засоление, активность ионов, ионы натрия, хлорид-ионы.

DEVELOPMENT OF SOIL SALINIZATION PROCESSES UNDER CHANGING MOISTURE CONDITIONS IN TAMAN

E. A. Chernikov, V. P. Popova, T. G. Fomenko

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making,

39, 40 Let Pobedy St., Krasnodar, 350901

In the South of the Russian Federation, Taman farms are the leading producers of grapes and products of grape processing. In this area the problem of soil degradation processes development, particularly of salinity processes, is very important. Along with the intensification of agricultural production, a significant impact on the development of salinization processes is caused by a change in the climatic conditions of the area. Over the past 21 years, the amount of precipitation has increased compared to the average long-term data, and over the 35-year observation period, the average air temperature has risen by 1°C. In this regard, the aim of the project was to identify sources and study the processes of soil salinization in the Taman vineyards. It was found that one of the causes of soil salinization in the South Taman was the movement of mineralized surface waters, composed of saline marine sediments, from mountains and hills down the slope of the terrain on the hollows and micro-pitting. The soil cover of the mountains and hills slopes is characterized by heavy loam and clay texture. High water-retaining and low filtration capacity of these soils contribute to a more intensive horizontal movement of water flows down the slope of the terrain and a weak vertical filtration of water along the soil profile. At the evaporation of moisture, the arrived salts accumulate in the soil and the area of the saline soils expands. The increase in the amount of precipitation and in the average air temperature leads to an intensification of these processes. An increase in the content of harmful readily soluble salts in the root layer of the vineyard soils causes oppression and premature death of vines.

Key words: precipitation, salinity, activity of ions, sodium ions, chloride ions.

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации производство винограда и продуктов его переработки сосредоточено в южных регионах. Крупнейшими производителями винограда и вина являются хозяйства Краснодарского края и республики Крым. Большая часть виноградников Кубани расположена в Черноморской агроэкологической зоне на Таманском полуострове. В целом климатические условия зоны являются благоприятными для возделывания винограда, однако особенности увлажнения в совокупности с высокими температурами в летний период могут привести к существенному снижению урожайности и качества виноградарской продукции.

Интенсификация сельскохозяйственного производства, сопровождающаяся постоянным увеличением техногенной нагрузки на почву, приводит к снижению ее плодородия. Наряду с этим существенное влияние на уровень почвенного плодородия оказывает изменение климатических условий зоны возделывания (Попова и др., 2014; Черников, Попова, 2017).

Климатические условия Анапо-Таманской зоны характеризуются чередованием краткосрочных обильных осадков ливневого характера и длительных засушливых периодов с высокими температурами в летнее время. Сочетание ливневых осадков с

высокими температурами в течение длительного периода времени может привести к интенсивному испарению влаги и подтяжке капиллярной воды с растворенными в ней солями ближе к поверхности почвы.

Анализ климатических условий в многолетней динамике свидетельствует об устойчивом повышении среднегодовой температуры воздуха. За период 1977–2013 гг. температура воздуха повысилась на 1,0°C. Устойчивому повышению среднегодовой температуры воздуха способствовало интенсивное нарастание максимальных температур на протяжении всего периода наблюдений (Петров и др., 2014).

Изучение агроклиматических данных за период 1997–2017 гг. позволило выявить следующую закономерность: несмотря на большой разброс данных по годам исследуемого периода (за исключением 1999, 2011 и 2014 гг.), сумма осадков была больше средней многолетней, которая составляет 459 мм (рис. 1). В отдельные годы сумма осадков достигала 637–752 мм, что на 39–64% больше средней многолетней (Агрометеорологический бюллетень за 1997–2017 годы). Средняя многолетняя сумма осадков за период около 95 лет (до 1975 г.) была получена из литературных источников (Агроклиматические ресурсы Краснодарского края, 1975).

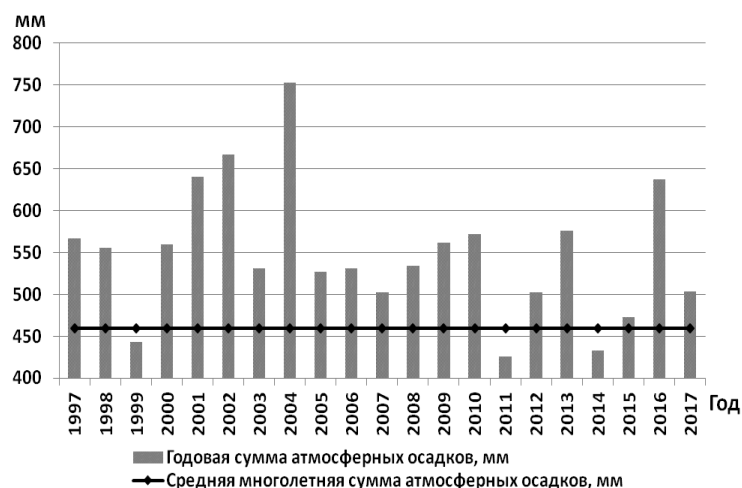


Рис. 1. Динамика изменения количества атмосферных осадков по данным метеостанции г. Темрюк (1997–2017 гг.)

Наряду с климатическими факторами существенное влияние на долговечность и продуктивность насаждений винограда оказывает почвенный покров. В Анапо-Таманской зоне, где в основном сосредоточено производство виноградарской продукции, из 65000 га условно пригодных под виноградники земель около 25000 га находится под воздействием множества факторов, лимитирующих плодородие почв. Одним из таких факторов является засоление (Попова и др., 2014).

Изменение климатических условий зоны, помимо прямого воздействия на растения, оказывает влияние на интенсивность различных процессов в почвах, в частности, вызывает усиление деградиационных процессов. На Таманском полуострове, где почвообразующими породами являются лёссовидные суглинки, подстилаемые

засоленными майкопскими глинами, среди глубокозасоленных почв при близком залегании засоленных глин локально формируются солонцы сульфатного химизма. Это приводит к расширению ареалов засоленных почв и переводу части земель, на которых раньше располагались виноградники, в разряд непригодных для выращивания винограда.

Целью работы являлось выявление источников засоления и изучение процессов перераспределения солей в почвенной толще на примере почв под виноградниками ООО «Мирный» Темрюкского района Краснодарского края.

В задачи исследований входило изучение влияния увеличения количества осадков и повышения температуры воздуха на интенсивность перераспределения солей в профиле почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом изучения являлись почвы под насаждениями винограда ООО АФ «Мирный» Темрюкского района Краснодарского края. Насаждения винограда расположены на наклонной морской пластовой равнине с маломощным покровом пролювиально-делювиальных отложений у подножия горы Комендантская, сложенной соленосными палеоген-неогеновыми отложениями (Благоволин, 1962).

Наклонную равнину пересекает ряд балок и ложбин. Они берут начало на склонах гор и пересекают плантации винограда в южном направлении. Исследования проведены на ключевых участках, расположенных вдоль одной из ложбин, которая берёт начало на южном склоне горы Комендантская, пересекает виноградники в южном направлении и заканчивается конусом выноса на расстоянии около 2 км от подножия горы. Система опробования включала почвенный разрез на южном склоне горы, три серии скважин, пересекающих ложбину на разных уровнях наклонной равнины, и почвенный разрез в центральной части конуса выноса ложбины. Образцы почв из разреза отбирались по горизонтам, из скважин – по слоям через каждые 10–20 см в зависимости от морфологических признаков. Глубина скважин варьировалась от 180 см до 310 см.

Для определения содержания и состава солей использовалась стандартная водная вытяжка 1:5. Потенциометрическое измерение активности ионов Na^+ и Cl^- проводилось с помощью ионоселективных электродов в почвенных пастах с влажностью 50% (Хитров, Позинский, 1990). Регистрирующий прибор – «Экотест-120».

При параллельном определении состава водной вытяжки 1:5 и активности ионов натрия и хлоридов (в трёхкратной аналитической повторности) в 40 образцах почв из 8 скважин, расположенных в днище ложбины и имеющих глубину до 250 см, выявлена тесная корреляционная связь между суммой токсичных солей, содержанием натрия в водной вытяжке 1:5 и активностью ионов натрия в почвенных пастах с влажностью 50%. Все уравнения регрессии в целом значимы по критерию Фишера и имеют очень высокий коэффициент детерминации (от 0,889 до 0,976) (Хитров и др., 2016). В соответствии с полученной регрессией и градицией степени засоления по сумме

токсичных солей, выраженной в процентах (Хитров и др., 2013), для исследуемого региона могут быть применены локальные градации активности ионов натрия в почвенных пастах при влажности 50% для оценки степени засоления. При сульфатном химизме, наблюдаемом в изучаемых почвах, локальные градации следующие: незасоленные горизонты – $A_{\text{Na}} < 15\text{--}20$ ммоль л^{-1} ; слабозасоленные – 20 ммоль $\text{л}^{-1} \leq A_{\text{Na}} < 35\text{--}40$ ммоль л^{-1} ; средnezасоленные – 40 ммоль $\text{л}^{-1} \leq A_{\text{Na}} < 55\text{--}60$ ммоль л^{-1} ; сильнозасоленные – $A_{\text{Na}} \geq 60$ ммоль л^{-1} (Хитров и др., 2016).

Разница между активностью ионов натрия и хлоридов позволяет установить, с какими ионами ориентировочно связаны ионы натрия. Когда активность ионов натрия выше активности хлорид-ионов, можно предположить, что в почве помимо хлоридов натрия присутствуют соединения сульфатов и гидрокарбонатов натрия, при наличии гипса – только сульфаты натрия. Отношение активности хлоридов к разнице между активностью ионов натрия и хлоридов $A_{\text{Cl}}/(A_{\text{Na}} - A_{\text{Cl}})$ позволяет судить о химизме засоления почвы по аналогии с соотношением Cl/SO_4 .

Двумерные профили (расстояние – глубина) распределения солей вдоль каждой серии скважин построены с использованием пакета Surfer-8.0 на основе интерполяции экспериментальных данных методом триангуляции (Силкин, 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На склонах горы, где ложбина берёт свое начало, активность ионов натрия превышала 20 ммоль л^{-1} на глубине почвы более 60 см и 40 ммоль л^{-1} – на глубине более 80 см. Максимальные значения (60 ммоль л^{-1}) были установлены на глубине 120 см. Активность хлорид-ионов по всему профилю почвы не превышала 10 ммоль л^{-1} , что свидетельствует о преимущественно сульфатном типе засоления. Таким образом, почвы на склонах г. Комендантская являются слабозасоленными солончаковатыми, а с глубины 100 см становятся средnezасоленными, тип засоления – сульфатно-натриевое (рис. 2).

В верхней части наклонной равнины отмечена сравнительно низкая активность хлорид-ионов по всему профилю почвы, только в днище ложбины значения достигают 7 ммоль л^{-1} в нижней части профиля (рис. 3).

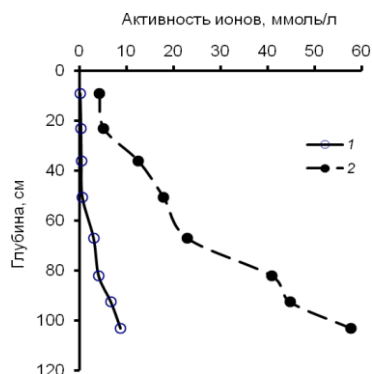


Рис. 2. Вертикальное распределение активности ионов Cl^- (1) и Na^+ (2) в почве (южный склон г. Комендантская)

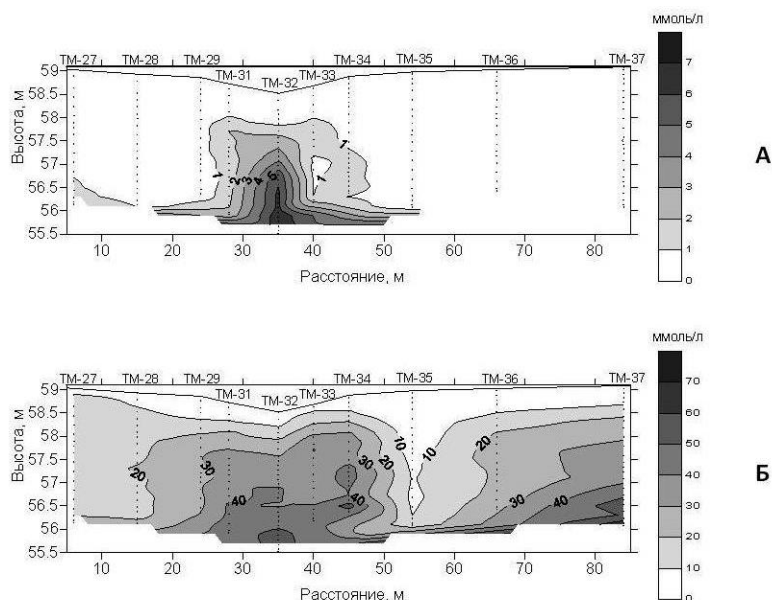


Рис. 3. Активность хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы в верхней части наклонной морской пластовой равнины

Активность ионов натрия (A_{Na}) на всех элементах рельефа была значительно больше активности хлоридов. На ровных участках наблюдалась вариация от незасоленных (активность ионов натрия < 20 ммоль $л^{-1}$) до слабозасоленных (активность ионов натрия достигала 20–50 ммоль $л^{-1}$) почв. Почвы в ложбине с прилегающими к ней участками ровного склона шириной 5–8 м по обе стороны являются солончаковатыми слабозасоленными – значения активности ионов натрия превышали 20 ммоль $л^{-1}$ на глубине 50–70 см, тип засоления – сульфатный натриевый с наиболее высоким содержанием хлоридов в пределах рассматриваемого ландшафта. Вертикальное

распределение солей имеет элювиальный характер с особенностями, которые заключаются в более интенсивном увеличении содержания солей в верхнем слое почвы (до глубины 50–100 см) и менее интенсивном – в нижней части почвенного профиля. Отсутствие хлоридов в почвах ровных участков общего склона свидетельствует о выносе солей не столько вертикально вниз, сколько в сторону вниз по уклону местности.

В средней части наклонной равнины почвы преимущественно не засолены (рис. 4). Солончаковатые слабозасоленные почвы с сульфатным и хлоридно-сульфатным типом засоления приурочены непосредственно к ложбине.

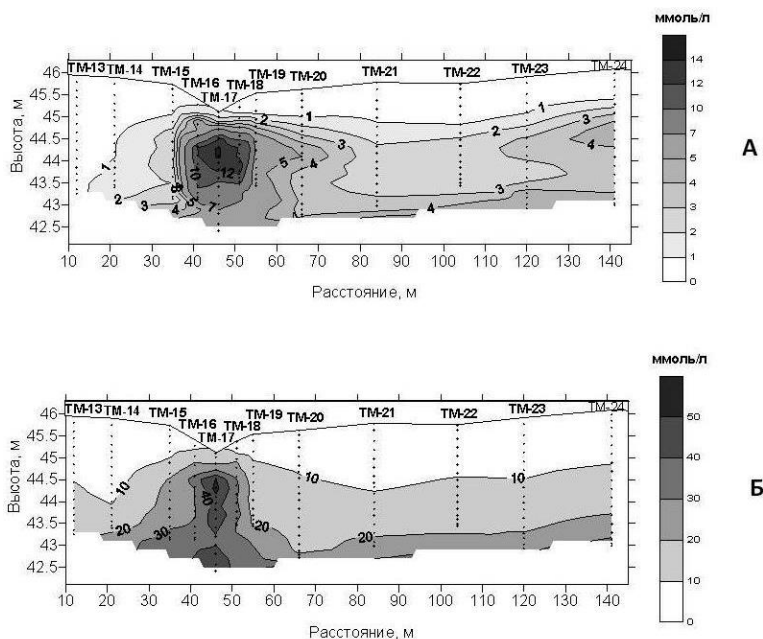


Рис. 4. Активность хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы в средней части наклонной морской пластовой равнины

В нижней трети наклонной равнины только в днище ложбины значения активности ионов натрия достигали 21 ммоль л^{-1} (на глубине от 80 до 140 см), что характеризует данный горизонт как слабозасолённый (рис. 5).

В нижней части наклонной равнины (в зоне конуса выноса ложбины) почвы не засолены.

Максимальные значения активности ионов натрия (18 ммоль л^{-1}) были отмечены в центральной части конуса выноса ложбины на глубине более 300 см. Активность хлорид-ионов не превышала 6 ммоль л^{-1} по всему профилю почвы (рис. 6).

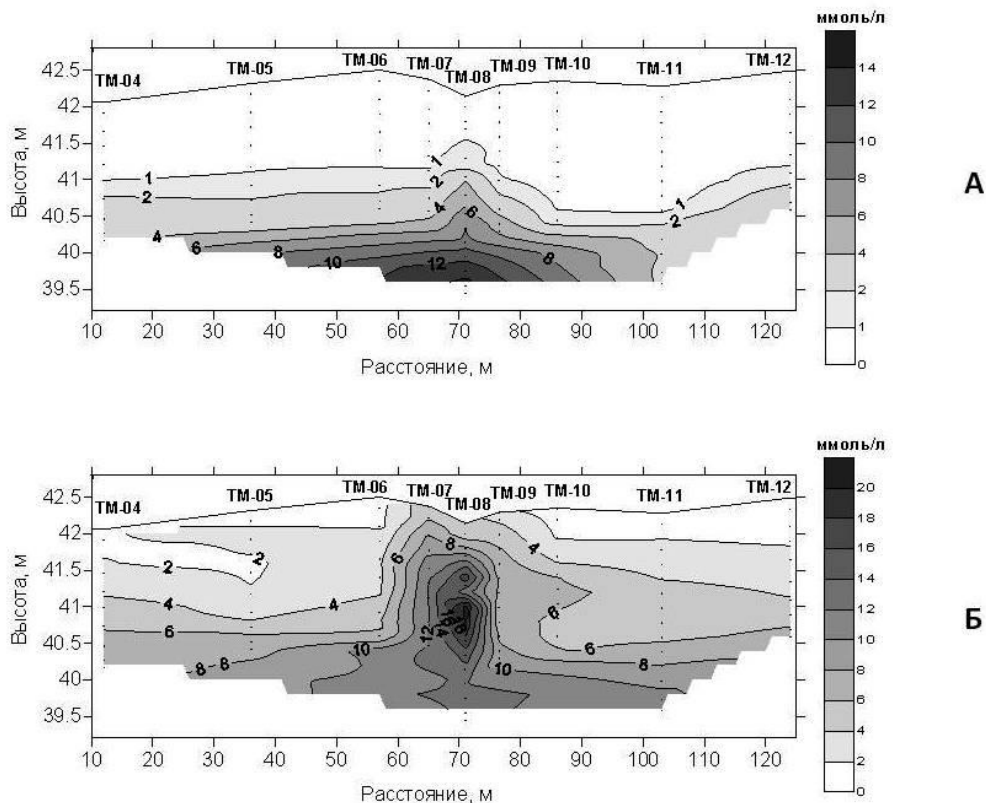


Рис. 5. Активность хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы в нижней трети наклонной морской пластовой равнины

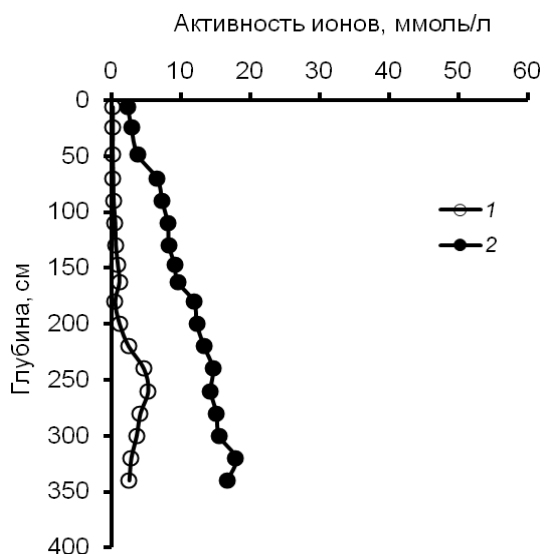


Рис. 6. Вертикальное распределение активности ионов Cl^- (1) и Na^+ (2) в почве (центральная часть конуса выноса ложбины)

Почвенный покров обследуемых участков характеризуется тяжелосуглинистым, легко- и среднесуглинистым гранулометрическим составом. Высокая водоудерживающая и низкая фильтрационная способность указанных почв способствуют более интенсивному горизонтальному движению водных потоков вниз по уклону местности и слабому вертикальному движению воды (Попова и др., 2014).

Изучаемая ложбина служит каналом, в котором сосредотачиваются дождевые и талые воды, стекающие со склонов горы и окружающих территорий. Поток воды, поступающей в ложбину, должен способствовать переносу прежде всего хлоридных солей вниз по склону. Вместе с тем высокие температуры воздуха в летний период увеличивают расход влаги, накопившейся в почвах ложбины, на испарение и транспирацию и тем самым способствуют повышению содержания в них поступающих солей.

Рост количества атмосферных осадков приводит к усилению интенсивности данных процессов за счёт увеличения количества солей, переносимых с дождевыми водами. При интенсивных краткосрочных осадках ливневого характера движение минерализованных водных потоков проходит не только в ложбинах, но и на ровных участках наклонной равнины по различным мелким каналам и микропонижениям. В дальнейшем при испарении влаги происходят накопление поступивших солей в почвах и расширение ареалов засоленных почв. Повышение содержания вредных легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое почв виноградников вызывает угнетение и преждевременную гибель виноградных растений. Дальнейшее развитие данных процессов может

привести к увеличению площади земель, непригодных для возделывания винограда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из причин засоления почв виноградников в условиях юга Тамани является движение минерализованных поверхностных вод с гор и возвышенностей, сложенных засоленными морскими отложениями, вниз по уклону местности по ложбинам и микропонижениям. Причиной интенсивного горизонтального движения водных растворов являются тяжелый гранулометрический состав и низкая фильтрационная способность исследуемых почв. При испарении влаги происходят накопление поступивших солей в почвах и расширение ареалов засоленных почв. Повышение содержания вредных легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое почв виноградников вызывает угнетение и преждевременную гибель виноградных растений.

Увеличение количества осадков за последние 21 год по сравнению со средними многолетними значениями, а также повышение средней температуры на 1°C способствуют интенсификации данных процессов. Их дальнейшее развитие может привести к увеличению площади земель, непригодных для возделывания винограда. Для разработки эффективных мер по борьбе с засолением почв в аналогичных почвенно-климатических условиях необходимо выявить источники засоления и изучить процессы перераспределения солей в почвенной толще, что позволит определить способы перенаправления потоков минерализованных вод и снижения рисков их влияния на незасоленные почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. 276 с.
- Агrometeorологический бюллетень по территории Краснодарского края за 1997–2016 годы.
- Благоволлин Н. С. Геоморфология Керченско-Таманской области. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1962. 192 с.
- Петров В. С., Нудьга Т. А., Сундырева М. А., Талаш А. И. Пути повышения устойчивости виноградных насаждений сорта Алиготе в нестабильных условиях среды юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. 2014. № 25 (1). Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/01/04.pdf>.
- Попова В. П., Бондарь А. В., Черников Е. А. Вторичное засоление почв виноградников Анапо-Таманской зоны // Современные системы земледелия в садоводстве и виноградарстве. Сборник научных трудов СКЗНИИСиВ. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. Т. 6. 2014. С. 18–24.
- Силкин К. Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2008. 66 с.
- Хитров Н. Б., Панкова Е. И., Новикова А. Ф., Черноусенко Г. И., Ямнова И. А. Теоретические и методические основы предотвращения вторичного засоления почв // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. С. 383–464.
- Хитров Н. Б., Позниковский А. А. Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 1990. 236 с.
- Хитров Н. Б., Черников Е. А., Попова В. П., Фоменко Т. Г. Причины и механизмы засоления почв виноградников юга Тамани // Почвоведение. 2016. № 11. С. 1305–1318.

Черников Е. А., Попова В. П. К вопросу о причинах деградации чернозёмов южных Таманского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. 2017. № 46(4). Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/archive/46/>.

REFERENCES

- Agroklimaticheskie resursy Krasnodarskogo kraia* [Agro-climatic resources of Krasnodar region]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975. 276 p.
- Agrometeorologicheskii biulleten' po territorii Krasnodarskogo kraia za 1997-2016 gody* [Agrometeorological Bulletin of Krasnodar territory for 1997–2016 years].
- Blagovolyn N. S. *Geomorfologiya Kerchensko-Tamanskoi oblasti* [The geomorphology of the Kerch-Taman region]. Moscow: Publishing house of USSR Academy of Sciences, 1962. 192 p.
- Petrov V. S., Nud'ga T. A., Sundryeva M. A., Talash A. I. Puti povysheniia ustoichivosti vinogradnykh nasazhdenii sorta Aligote v nestabil'nykh usloviakh sredi iuga Rossii [Ways of increasing stability of grape plantings of Aligote variety in unstable conditions of the South of Russia] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Iuga Rossii* [Elektronnyi resurs], 2014, no. 25 (1). Rezhim dostupa: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/01/04.pdf>.
- Popova V. P., Bondar' A. V., Chernikov E. A. Vtorichnoe zasolenie pochv vinogradnikov Anapo-Tamanskoi zony [Secondary salinization of soils of vineyards in Anapa-Taman zone] // *Sovremennye sistemy zemledelii v sadovodstve i vinogradarstve. Sbornik nauchnykh trudov SKZNIISiV*. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2014, v. 6, pp. 18–24.
- Silkin K. Iu. *Geoinformatsionnaia sistema Golden Software Surfer 8* [Geographic information system Golden Software Surfer 8] Voronezh: Publishing house of Voronezh State University, 2008. 66 p.
- Khitrov N. B., Pankova E. I., Novikova A. F., Chernousenko G. I., Iamnova I. A. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy predotvrashcheniia vtorichnogo zasoleniia pochv. Glava 10 // *Nauchnye osnovy predotvrashcheniia degradatsii pochv (zemel') sel'skokhoziaistvennykh ugodii Rossii i formirovaniia sistem vosproizvodstva ikh plodorodiia v adaptivno-landshaftnom zemledelii. T. 1. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy predotvrashcheniia degradatsii pochv (zemel') sel'skokhoziaistvennykh ugodii* [Theoretical and methodical bases of prevention of secondary salinization of soils Chapter 10 // *Scientific bases of prevention of degradation of soils (lands) of agricultural lands of Russia and formation of systems of reproduction of their fertility in adaptive and landscape agriculture. V. 1. Theoretical and methodical bases of prevention of soil (land) degradation of agricultural lands*]. *Kollektivnaia monografiia*. Moscow: Publishing house of Soil Institute named after V.V. Dokuchaev of Russian Agricultural Academy, 2013, pp. 383–464.
- Khitrov N. B., Ponizovskii A. A. *Rukovodstvo po laboratornym metodam issledovaniia ionno-solevogo sostava neutral'nykh i shchelochnykh mineral'nykh pochv* [Manual on laboratory methods of investigation of ion-salt composition of neutral and alkaline mineral soils]. Moscow: Publishing house of Soil Institute named after V.V. Dokuchaev of Russian Agricultural Academy, 1990. 236 p.
- Khitrov N. B., Chernikov E. A., Popova V. P., Fomenko T. G. Prichiny i mekhanizmy zasoleniia pochv vinogradnikov iuga Tamani [The causes and mechanisms of salinization of soils of the vineyards in the South of Taman] // *Pochvovedeni*, 2016, no. 11, pp. 1305–1318.
- Chernikov E. A., Popova V. P. K voprosu o prichinakh degradatsii chernozemov iuzhnykh Tamanskogo poluostrova [To the question about the causes of degradation of chernozems of the South of the Taman Peninsula] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Iuga Rossii* [Elektronnyi resurs]. Krasnodar: SKZNIISiV, 2017, no. 46(4). Rezhim dostupa: <http://journalkubansad.ru/archive/46/>.