

УДК 631.67: 631.41: 634.11

DOI 10.30679/2587-9847-2022-35-46-49

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ФОНЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ****Макарова А.А., аспирант, Фоменко Т.Г., канд. с.-х. наук, Попова В.П., д-р с.-х. наук***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)*

**Реферат.** Проведен анализ состояния чернозема обыкновенного в условиях интенсивных насаждений яблони, орошаемого водами с высокой степенью минерализации. Установлено соотношение анионов и катионов в почвенном растворе чернозема обыкновенного на фоне различных мелиорантов.

**Ключевые слова:** орошение минерализованными водами, мелиорация садовых почв, чернозем обыкновенный, насаждения яблони

**Summary.** The analysis of ordinary chernozem in conditions of intensive apple tree plantations irrigated by waters with high degree of salinity has been carried out. The ratio of anions and cations in the soil solution of ordinary chernozem on the background of different meliorants has been established.

**Key words:** irrigation with mineralized waters, melioration of garden soil, ordinary chernozem, apple tree plantations.

**Введение.** Применение капельного орошения в интенсивных плодовых насаждениях способствовало увеличению их продуктивности, однако исследования ученых выявили отрицательное воздействие капельного полива. Орошение сада в течение его возделывания способствует изменению комплекса свойств почв в сторону ухудшения. Было отмечено изменение физико-химических и химических свойств почвы, непосредственно в местах увлажнения, что ведет к формированию неоднородности садовых почв [1-6].

В наибольшей степени на состояние плодородия почв плодовых насаждений оказывают поливы минерализованной водой. Минеральный состав оросительной воды при длительном ее использовании способствует изменению соотношения растворенных солей в почвенном растворе, что со временем оказывает влияние на изменение почвенных свойств. Поэтому необходимо учитывать степень минерализованности поливной воды, а также ее качественный состав. Отрицательное воздействие на плодовые насаждения оказывают токсические соли, такие как карбонаты и гидрокарбонаты натрия, магния, а также хлориды и сульфаты магния и натрия. Использование поливной воды с высокой степенью минерализации способствует вторичному засолению почв, что неизбежно ведет их к деградации [3, 7].

В Северной зоне Краснодарского края из-за ограниченности водных ресурсов на черноземах обыкновенных в плодовых насаждениях используется для полива минерализованная вода, содержание солей находится в пределах от 1,47 г/л до 5,26 г/л. Наблюдения в течение последних лет выявили негативное изменение свойств почв фоне постоянного орошения минерализованными водами в интенсивных садах. В связи с этим, существует проблема сохранения плодородия почв под интенсивными плодовыми насаждениями в условиях орошения минерализованными водами [8, 9].

С целью снижения отрицательного действия капельного орошения, как показывают исследования, существуют различные приемы мелиорации засоленных почв. Одним из таких приемов является внесение фосфогипса, который способствует снижению избыточной щелочности, а также насыщению ППК (почвенный поглощающий комплекс) кальцием и вытеснению натрия. Тем не менее, значительную часть в составе этого мелиоранта занимает  $\text{CaSO}_4$ , избыточное количество которого также ведёт к угнетению растений. Кроме химических мелиорантов было установлено положительное влияние

растительных остатков, которые в процессе разложения способствуют повышению потенциального плодородия почвы [5, 10, 11].

**Объекты и методы исследований.** Полевые опыты были заложены в АО «Трудовое» Ленинградского района Краснодарского края в насаждениях яблони сорта Бребурн Хилвел на подвое М9, возделываемых по интенсивным технологиям и на почвах характерных для данной зоны – чернозёмах обыкновенных (карбонатных).

В состав полевого опыты входили варианты, включающие различные приемы мелиорации почвы: внесение фосфогипса нейтрализованного в приствольную полосу разбросным способом в дозе 5 т/га; мульчирование соломой приствольной полосы толщиной 10-15 см; совместное использование фосфогипса и мульчирования соломой приствольной полосы и контроль – хозяйственный вариант.

Исследования проведены на базе ФГБНУ СКФНЦСВВ в агрохимической лаборатории НЦ агрохимии и почвоведения, лабораторно-аналитические работы выполнены с использованием общепринятых методик [12]:

- реакция почвенной среды (рН<sub>водное</sub>) по ГОСТу 26423-85;
- удельная электропроводность почвы по ГОСТу 26423-85;
- определение ионов натрия потенциометрическим методом в водной вытяжке;
- содержание обменного кальция и обменного магния трилонометрическим методом в 1,0 н вытяжке NaCl;
- Определение химического состава водной вытяжки для засоленных почв ОСТ 46-52-76.
- содержание обменного натрия по ГОСТу 26950-86.

Анализ полученных экспериментальных данных осуществлен методами математической статистики с применением дисперсионного анализа в программе Microsoft Office Excel 2007 по Доспехову Б.А. [13].

**Обсуждения результатов.** Поливная вода опытного участка обладает нейтральной реакцией среды (рН 6,96) и значительной степенью минерализованности – 5,263 г/л, из которых вредные соли составляют 79,6 % (4,188 г/л). Согласно различным оценочным градациям, общее содержание солей в образце существенно превышает оптимальные допустимые значения для культуры яблони. Также было рассчитано натрий-адсорбционное отношение (SAR – 21,3), которое указывает на очень высокую вероятность осолонцевания почв при регулярном орошении.

По данным определения качества поливной воды было рассчитано вероятное соотношения солей, вносимых в почву при орошении, (табл. 1). В поливной воде было установлено очень низкое содержание хлоридов и гидрокарбонатов, которые являются наиболее токсичными для растений. Однако наравне с этим было отмечено высокое содержание сульфатов магния и натрия, несмотря на их меньшее вредное влияние они также способствуют угнетению растений и изменению свойств почв.

Таблица 1 – Содержание вероятных солей в поливной воде из источника орошения АО «Трудовое» (р. Сосыка)

| Нетоксичные соли, г/л                      | Вредные нейтральные соли, г/л           | Вредные щелочные соли, г/л |
|--|---|----------------------------|
| Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> – 0,381 | MgSO <sub>4</sub> – 1,846               | –                          |
| CaSO <sub>4</sub> – 0,694                  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 2,038 | –                          |
|  | NaCl – 0,304                            | –                          |

Использование поливной воды из исследуемого источника орошения привело к незначительному изменению реакции среды почвенного раствора в сторону подкисления. Так рН в зоне увлажнения в слое 0 – 30 см составила 8,02, а в этом же слое почвы на расстоянии от капельницы 40 см – 8,21.

В орошаемых черноземах была установлена высокая степень накопления солей, и значения удельной электропроводности значительно превышали допустимые значения для

почв садовых насаждений (0,597 – 1,608 мСм/см). При этом в нижнем корнеобитаемом слое почвы (30 – 60 см) этот показатель увеличился на 0,297 – 0,433 мСм/см, что свидетельствует о вымывании солей под действием капельного орошения в нижние слои почвы.

В результате анализа водной вытяжки чернозёма обыкновенного было установлено изменение анионно-катионного состава почвенного раствора на фоне внесения мелиорантов, (табл. 2).

Таблица 2 – Анионно-катионный состав водной вытяжки в зависимости от вариантов опыта

| Вариант                                | Слой почвы, см | Ионы в водной вытяжке, мг-экв./100 г. почвы |                 |                               |                  |                  |                 | Вредные щелочные соли, % | Вредные нейтральные соли, % | Сумма солей, % |
|--|----------------|---|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|
|  |                | HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>              | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> |                          |                             |                |
| Под капельницей                        |                |   |                 |                               |                  |                  |                 |                          |                             |                |
| Вар.1.<br>Контроль                     | 0 - 30         | 0,517                                       | 0,010           | 2,356                         | 0,579            | 0,620            | 1,684           | 0                        | 0,158                       | 0,204          |
|  | 30 - 60        | 0,620                                       | 0,155           | 4,189                         | 0,982            | 0,941            | 3,041           | 0                        | 0,271                       | 0,346          |
| Вар.2.<br>Фосфогипс                    | 0 - 30         | 0,496                                       | 0,031           | 2,539                         | 0,651            | 0,626            | 1,789           | 0                        | 0,165                       | 0,216          |
|  | 30 - 60        | 0,600                                       | 0,072           | 4,052                         | 1,086            | 0,900            | 2,738           | 0                        | 0,248                       | 0,330          |
| Вар.3.<br>Фосфогипс +<br>Мульчирование | 0 - 30         | 0,290                                       | 0,062           | 8,852                         | 4,756            | 4,095            | 0,353           | 0                        | 0,274                       | 0,601          |
|  | 30 - 60        | 0,496                                       | 0,041           | 5,801                         | 1,990            | 1,293            | 3,055           | 0                        | 0,295                       | 0,437          |
| Вар.4.<br>Мульчирование                | 0 - 30         | 0,620                                       | 0,021           | 1,613                         | 0,610            | 0,367            | 1,277           | 0,001                    | 0,112                       | 0,162          |
|  | 30 - 60        | 0,455                                       | 0,041           | 6,870                         | 1,877            | 1,825            | 3,664           | 0                        | 0,370                       | 0,504          |
| Отступ 20 см                           |                |   |                 |                               |                  |                  |                 |                          |                             |                |
| Вар.1.<br>Контроль                     | 0 - 30         | 0,455                                       | 0,083           | 6,59                          | 2,342            | 2,073            | 2,713           | 0                        | 0,318                       | 0,483          |
|  | 30 - 60        | 0,414                                       | 0,052           | 10,704                        | 3,65             | 2,523            | 4,997           | 0                        | 0,507                       | 0,761          |
| Вар.2.<br>Фосфогипс                    | 0 - 30         | 0,352                                       | 0,031           | 4,535                         | 1,887            | 1,365            | 1,666           | 0                        | 0,201                       | 0,334          |
|  | 30 - 60        | 0,455                                       | 0,021           | 6,367                         | 2,208            | 1,349            | 3,286           | 0                        | 0,315                       | 0,471          |
| Вар.3.<br>Фосфогипс +<br>Мульчирование | 0 - 30         | 0,31  | 0,021           | 9,409                         | 4,927            | 2,983            | 1,83            | 0                        | 0,31                        | 0,649          |
|  | 30 - 60        | 0,331                                       | 0,052           | 11,231                        | 4,937            | 1,975            | 4,702           | 0                        | 0,453                       | 0,793          |
| Вар.4.<br>Мульчирование                | 0 - 30         | 0,352                                       | 0,041           | 3,523                         | 1,918            | 1,117            | 0,881           | 0                        | 0,13                        | 0,265          |
|  | 30 - 60        | 0,331                                       | 0,041           | 8,296                         | 3,454            | 1,132            | 4,082           | 0                        | 0,358                       | 0,597          |

Анализ соотношения катионов и анионов дает возможность рассчитать содержание вероятных солей в почве. На варианте с внесением фосфогипса основная масса солей концентрировалась в слоях почвы 30 – 60 см, что подтверждает миграцию солей в нижележащие слои почвы. В почве на расстоянии 20 см от капельницы содержание солей значительно меньше, чем на контроле, это свидетельствует о влиянии фосфогипса на снижение накопления солей на границе контура увлажнения почвы. Внесение растительных остатков в приствольную полосу насаждений яблони способствовало вымыванию сульфатов в нижние слои почвы, а также снижению концентрации солей на границе контура увлажнения. Содержание ионов натрия под капельницей в верхнем корнеобитаемом слое почвы меньше, чем на контроле, но превышают значения, полученные на варианте с комплексным внесением фосфогипса и мульчи. На отступе 20 см от капельницы наблюдается накопление ионов натрия в большей степени на варианте с внесением фосфогипса и мульчи. Это может быть связано со снижением испарения влаги с поверхности и продвижению солей в нижние слои почвы вместе с оросительной водой. При этом ионный состав солей не изменялся и под мульчей наблюдалось снижение общего содержания солей в верхнем слое почвы.

Комплексное внесение фосфогипса и мульчи способствовало длительному последствию фосфогипса, что привело к накоплению большого количества сульфатов особенно кальция (который входит в состав фосфогипса) в верхнем слое почвы. Наравне с этим было отмечено снижение содержания натрия, причем миграция этого катиона из верхнего слоя почвы более интенсивна, чем при внесении только фосфогипса. Таким образом, на варианте с внесением фосфогипса и мульчи установлено существенное увеличение нейтральных солей в почвенном растворе и снижение вредных нейтральных солей ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), что способствует нивелированию отрицательного воздействия орошения минерализованной водой.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что длительное капельное орошение способствовало изменению агрохимических параметров почвы. Было отмечено накопление вредных нейтральных солей, которые при высокой концентрации способствуют ухудшению почвенных условий. Комплексное внесение фосфогипса и мульчирования приствольной полосы насаждений яблони способствовало изменению соотношения ионов в почвенном растворе и, как следствие, снижению содержания вредных нейтральных солей. Изменение химического состава почвы может оказывать положительный эффект на почвенные условия для плодовых насаждений, однако значительное увеличение содержания ( $\text{CaSO}_4$ ) гипса также способствует угнетению растений.

### Литература

1. Фоменко Т.Г., Попова В.П., Пестова Н.Г. Влияние локального применения удобрений и водных мелиораций на изменение параметров почв садовых ценозов и их продуктивность // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. № 33(3). С. 60–73.
2. Попова В.П. Управление плодородием почв в плодовых ценозах приёмами фитомелиорации // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2010. № 6(5). С. 69–85.
3. Фоменко Т.Г., Попова В.П. Фертигация плодовых насаждений: методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 51 с.
4. Фоменко Т.Г., Попова В.П., Пестова Н.Г., Черников Е.А. Пространственная неоднородность почв садовых ценозов в условиях локального применения удобрений и водных мелиораций // Агрохимия. 2015. №2. С. 13-22.
5. Руководство по управления засоленными почвами / Под ред. Варгаса Р., Панковой Е.И., Балюка С.А., Красильникова П.В. и Хасанхано-вой Г.М. Рим: Продовольственная организация объединенных наций (ФАО), 2017. 153 с.
6. Cristian Paltineanu, Nicolae Tanasescu, Emil Chitu Pattern of soil physical properties in intensive plum and apple orchards on medium and coarse textured soils // Soil and Tillage Research. 2016. №163. P. 80-88.
7. Воеводина Л.А. Влияние капельного орошения донской водой на физико-химические свойства черноземов обыкновенных // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. № 2(02). С. 1- 10.
8. Попова В.П., Фоменко Т.Г. Изменение свойств черноземов Северного Кавказа при капельном орошении плодовых насаждений // Докл. РАСХН. 2012. № 3. С. 37–40
9. Фоменко Т.Г., Попова В.П. Результаты мониторинга физико-химических свойств чернозема обыкновенного в плодовых насаждениях при капельном орошении // Научные труды СКФНЦСВВ. 2013. Т. 3. с. 42-49.
10. Теория и практика применения фосфогипса нейтрализованного в рисоводстве: методические рекомендации. Краснодар: ВНИИ риса, 2016. 40с.
11. Сатаров Г.А. Эффективное плодородие почв и применение зеленых удобрений для его улучшения // Ульяновский медико-биологический журнал. 2014. №1. С. 148-154.
12. Агрохимические методы исследования почв, растений и удобрений: учеб. пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. 336 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.