
УДК 502.521; 631.4; 631.61

Доктор с.-хоз. наук
Канд. с.-хоз. наук

О.З. Зубаиров¹
М.С. Набиоллина¹
Х. Кулумбетова¹

ОЧИСТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Ключевые слова: сточная вода, водоисточники, оросительная система, оросительная норма

В статье рассматриваются вопросы пригодности сточных вод. Проанализированы материалы многолетних исследований и практики использования сточных вод для орошения в Казахстане. Даны рекомендации допустимого химического состава воды для орошения. Для определения очистительной способности почвы проведены лизиметрические исследования.

В Казахстане, как и в других странах мира с каждым годом увеличивается объём сточных вод, утилизация которых усложнилась. Накопление их вблизи городов не решат проблему. Наблюдается сброс их в ближайшие водоисточники, что приводит к загрязнению воды. Во многих реках Республики качество воды не отвечает санитарным требованиям, некоторые водоисточники даже не пригодны для орошения. При орошении полей сточными водами решается одновременно несколько задач: происходит почвенная очистка сточных вод, увлажняется почва и утилизируются питательные элементы сточных вод, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Естественный метод доочистки сточных вод является наиболее перспективным способом. Первостепенное значение здесь принадлежит почве. По определению В.В. Докучаева она есть самостоятельное естественно-историческое тело, представляющее собой «дневные» или наружные горизонты горных пород, естественно измененные совместным влиянием воды, воздуха и различного рода живых и мертвых организмов. Почвенная очистка сточных вод основана на способности почвы, поглощать и прочно удерживать различные вещества. В табл. 1 приведена оценка пригодности сточных вод городов юго-юго-востока Казахстана, которая пока-

¹ КазНАУ, г. Алматы, Казахстан

зывает, что сточные воды в основном после прохождения полной очистки пригодны для орошения, за исключением г. Кызылорды. Это объясняется тем, что сточные воды Кызылорды проходят очистку только на полях фильтрации.

Окончательная пригодность сточных вод определяется при их использовании для орошения, когда само растение и орошаемая почва лучше всего покажут, насколько приемлема та или иная сточная вода. Поэтому авторы анализировали материалы многолетних научных исследований и практики использования сточных вод на орошение в Казахстане и на этой основе рекомендовали допустимый химический состав воды (табл. 1).

Таблица 1

Ирригационная оценка пригодности городских сточных вод

| Показатель | Вода, пригодная для орошения | Город | | | |
|---|------------------------------|-------|--------|-------------|-----------|
| | | Тараз | Алматы | Талдыкорган | Кызылорда |
| <i>Влияние на почву Na, Ca, Mg, мг-экв/дм³</i> | | | | | |
| $S = \frac{Na}{\sqrt{\left(\frac{Ca + Mg}{2}\right)}} \leq 8$ | < 6,0 | 5,0 | 6,0 | 3,6 | 3,3 |
| <i>Влияние на корневую систему</i> | | | | | |
| Na, мг-экв/дм ³ | < 3,0 | 3,47 | 2,89 | 2,97 | 8,0 |
| Cl, мг-экв/дм ³ | < 4,0 | 5,5 | 3,6 | 3,8 | 2,9 |
| <i>Влияние на листья растений при дождевании</i> | | | | | |
| Na, мг-экв/дм ³ | < 3,0 | 3,47 | 2,89 | 2,97 | 8,0 |
| Cl, мг-экв/дм ³ | < 3,0 | 5,5 | 3,6 | 3,8 | 2,9 |
| <i>Возникновение белого налета на листьях и плодах растений</i> | | | | | |
| HCO ₃ , мг-экв/дм ³ | 1,5 | 2,2 | 2,1 | 1,6 | 4,0 |
| pH | 6,5...8,4 | 7,8 | 7,5 | 7,7 | 7,4 |

Для определения очистительной способности почвы проводились лизиметрические исследования. Использовались лизиметры высотой 0...30 и 0...60 см. Степень поглощения ингредиентов сточных вод сероземными почвами можно регулировать, изменяя поливной режим. По результатам лизиметрических измерений наиболее приемлемым оказались одноразовые нормы подачи 600...1000 м³/га. При таком подходе достигает-

ся высоко-эффективная очистка сточных вод и более полное использование растениями внесенных в почву элементов питания (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения очистительной способности темно-каштановых почв в течение вегетации

| Показатель | Содержание ингредиентов, мг/дм ³ | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----------------|----|----|--------|-------------------------------|-----|------------------|------------------|
| | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | Na + K | P ₂ O ₅ | N | K ₂ O | БПК ₅ |
| 1^{ый} полив | | | | | | | | | | |
| Исходная вода | 480 | 160 | 320 | 80 | 40 | 306 | 11 | 30 | 19 | 117 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 270 | 106 | 118 | 50 | 21 | 160 | 5 | 12 | 3,8 | 34 |
| Поглощено, % | 42 | 34 | 63 | 37 | 47 | 48 | 54 | 60 | 80 | 62 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 114 | 60 | 80 | 35 | 10 | 85 | 2 | 4 | - | 15,2 |
| Поглощено, % | 76 | 62 | 75 | 56 | 75 | 72 | 81 | 87 | 100 | 87 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 240 | 111 | 145 | 60 | 24 | 150 | 6 | 16 | 4,8 | 55 |
| Поглощено, % | 50 | 31 | 55 | 25 | 40 | 51 | 46 | 47 | 75 | 53 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 126 | 80 | 90 | 42 | 12 | 80 | 1 | 6 | 1,0 | 31 |
| Поглощено, % | 74 | 50 | 72 | 47 | 70 | 74 | 91 | 80 | 95 | 74 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...90 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 91 | 51 | 45 | 29 | 9 | 43 | - | 1 | - | 11,7 |
| Поглощено, % | 81 | 68 | 86 | 64 | 78 | 86 | 100 | 98 | 100 | 90 |
| 2^{ой} полив | | | | | | | | | | |
| Исходная вода | 460 | 150 | 330 | 90 | 40 | 320 | 12 | 30 | 20 | 120 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 285 | 105 | 139 | 63 | 27 | 192 | 6 | 13 | 6 | 60 |
| Поглощено, % | 38 | 30 | 58 | 30 | 32 | 40 | 46 | 55 | 70 | 50 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 159 | 60 | 99 | 36 | 12 | 112 | | 6 | 1 | 24 |
| Поглощено, % | 65 | 60 | 70 | 60 | 70 | 65 | 75 | 80 | 96 | 80 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 64 | 22 | 40 | 11 | 6 | 70 | 2 | - | - | 10 |
| Поглощено, % | 86 | 85 | 88 | 88 | 86 | 78 | 86 | 100 | 100 | 92 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 198 | 374 | 316 | 69 | 28 | 266 | 5 | 13 | 6 | 97 |
| Поглощено, % | 48 | 11 | 21 | 8 | 11 | 24 | 49 | 52 | 60 | 22 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...90 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 141 | 332 | 192 | 64 | 26 | 273 | 6 | 15 | 8 | 102 |
| Поглощено, % | 63 | 21 | 52 | 15 | 19 | 22 | 41 | 44 | 50 | 18 |

| Показатель | Содержание ингредиентов, мг/дм ³ | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------|----|----|--------|-------------------------------|------|------------------|------------------|
| | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | Na + K | P ₂ O ₅ | N | K ₂ O | БПК ₅ |
| 4^{ый} полив | | | | | | | | | | |
| Исходная вода | 410 | 165 | 320 | 80 | 42 | 320 | 9 | 31 | 22 | 140 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 283 | 148 | 262 | 65 | 30 | 269 | 1 | 20 | 12 | 95 |
| Поглощено, % | 31 | 10 | 18 | 19 | 28 | 10 | 22 | 37 | 46 | 32 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 172 | 112 | 186 | 55 | 27 | 189 | 4 | 10 | 3 | 63 |
| Поглощено, % | 58 | 32 | 42 | 31 | 36 | 41 | 52 | 68 | 86 | 55 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...90 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 115 | 69 | 61 | 18 | 12 | 102 | 2 | - | - | 17 |
| Поглощено, % | 72 | 58 | 81 | 78 | 72 | 68 | 81 | 100 | 100 | 88 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 262 | 119 | 243 | 52 | 37 | 262 | 7 | 25 | 16 | 119 |
| Поглощено, % | 36 | 28 | 24 | 35 | 12 | 18 | 21 | 20 | 28 | 15 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 202 | 86 | 160 | 41 | 24 | 166 | 5 | 19 | 10 | 95 |
| Поглощено, % | 51 | 48 | 50 | 46 | 43 | 48 | 46 | 38 | 56 | 32 |
| <i>При нагрузке 1000 м³/га, в слое 0...90 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 123 | 53 | 48 | 30 | 17 | 90 | | 11 | 4 | 28 |
| Поглощено, % | 70 | 68 | 85 | 63 | 60 | 72 | 68 | 65 | 80 | 80 |
| 5^{ый} полив | | | | | | | | | | |
| Исходная вода | 440 | 170 | 300 | 70 | 35 | 280 | 9 | 25 | 20 | 120 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...30 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 343,2 | 156,4 | 261 | 58 | 28 | 260,4 | 7,3 | 17,2 | 12,2 | 86,4 |
| Поглощено, % | 22 | 8 | 13 | 17 | 20 | 7 | 19 | 31 | 39 | 28 |
| <i>При нагрузке 600 м³/га, в слое 0...60 см</i> | | | | | | | | | | |
| Фильтрат | 202 | 129 | 186 | 52 | 24 | 165 | 5 | 10 | 4 | 67 |
| Поглощено, % | 54 | 24 | 38 | 25 | 32 | 34 | 47 | 60 | 78 | 44 |

Установлено, что при прохождении через слой сероземных почв (90 см) сточные воды обесцвечивались, в них уменьшалось количество всех химических компонентов. Лизиметрические воды прозрачны, не имеют запаха, что указывает на очищающие способности почвы. Доочистка сточных вод не заканчивается в слое 0...90 см. Можно предположить, что она будет протекать и ниже и найдется такая толщина слоя почвы, где фильтрат будет практически чистым. Ряд исследователей утверждает, что на глубине 1,5 м сточные воды полностью освобождаются от всякой примеси, при условии соблюдения режима поливов [1, 2, 3].

Тем не менее, в целях охраны подземных вод от загрязнения рекомендуется использовать орошение сточными водами там, где грунтовые

воды залегают на глубине более 3-х метров. Авторами для определения питательных элементов, поступающих в почву, предложена номограмма (рис.). По ней можно определить объем стекающей воды через тот или иной слой почвы при различных нормах водоподачи.

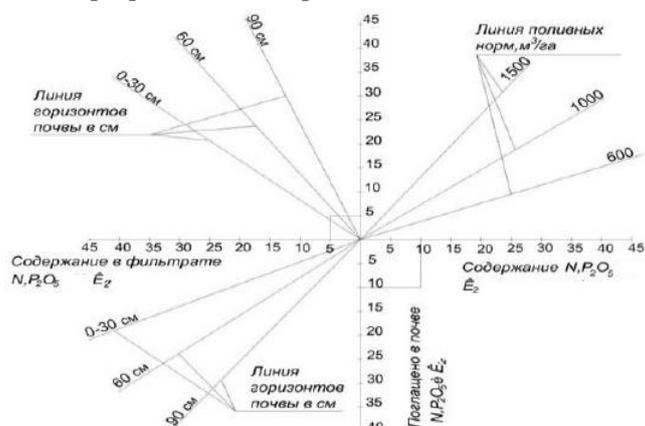


Рис. Номограмма определения поглощённых солей N , P_2O_5 и K_2O в фильтрате.

Эти данные позволяют производить балансовые подсчеты ингредиентов поступающих со сточными водами в почву (табл. 3).

Таблица 3

Балансовый подсчет элементов минерального питания и водорастворимых солей в почве, кг/га

| Показатель | Ингредиент, кг | | | |
|---|----------------|----------|--------|--------------------|
| | N | P_2O_5 | K_2O | Сумма солей, мг/га |
| <i>Норма полива, 600 м³/га</i> | | | | |
| Поступило со сточной водой | 18 | 9,5 | 11,4 | 816 |
| <i>Объем фильтрата, через 30 см слой, 450 м³</i> | | | | |
| Содержание в фильтрате | 13,5 | 450 | 8,55 | 512 |
| Поглощено в слое 0...30 см | 4,5 | 4,95 | 2,85 | 204 |
| <i>Объем фильтрата через 60-и см слой, 240 м³</i> | | | | |
| Содержание в фильтрате | 5,2 | 2,54 | 4,56 | 326 |
| Поглощено в слое 0...60 см | 12,8 | 3,0 | 6,64 | 490 |
| <i>Объем фильтрата через 90-о см слой, 60 м³</i> | | | | |
| Содержание в фильтрате | 1,8 | 0,00 | 1,14 | 61,5 |
| Поглощено в слое 0...90 см | 16,2 | 5,94 | 10,26 | 734,4 |

Сточные воды городов юго и юго-востока Казахстана после механической и биологической очистки пригодны для орошения. Очистка сточных вод в основном происходит в почвенном слое 0...30, 0...60 см.

Питательные элементы сточных вод полностью задерживаются в слое почвы 0...30 см, значит они будут использоваться растениями, что приводит к увеличению урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марьмов В.И., Оголева В.П. Биохимия жизненно необходимых тяжелых металлов на сельскохозяйственных полях орошения – Волгоград: Б.И., 1990. – 86 с.
2. Новиков А.Е., Константинова Г., Ламскова М.И. Технические решения по повышению эффективности очистки поливной воды в аппаратах с закрученными потоками // Орошаемое земледелие. – 2016. – №4. – С. 17-18.
3. Шин Г.А. Формирование гидрохимического режима грунтовых вод на сельскохозяйственных полях орошения // Использованию сточных вод в сельском хозяйстве: Матер. VI междунар. совещ. учен. соцстран – Москва, 1972. – С. 223-234.

Поступила 12.11.2018

Ауыл-шар. ғылымд. докторы
Ауыл-шар. ғылымд. канд.

О.З. Зубаиров
М.С. Набиоллина
Х. Кулумбетова

СЕРОЗЕМДІ ТОПЫРАҚТЫҢ ТАЗАЛАУ ҚАБІЛЕТІ

Түйінді сөздер: ағынды су, су көздері, суару жүйесі, суару жылдамдығы

Мақалада ағынды судың жарамдылығы талқыланады. Көптеген жылдар бойы Қазақстанда суару үшін сарқынды суды пайдалану және зерттеу тәжірибесі талданады. Суармалы судың рұқсат етілген химиялық құрамының ұсыныстары берілген. Топырақтың тазалау қабілетін анықтау үшін лизиметриялық зерттеулер жүргізілді.

O.Z. Zubairov, M.S. Nabiolina, H. Kulumbetova

CLEANING ABILITY OF GRAND EARTH WATER

Key words: waste water, water sources, irrigation system, irrigation rate

The article discusses the suitability of wastewater. The materials of many years of research and practice of using wastewater for irrigation in Kazakhstan are analyzed. Recommendations of the permissible chemical composition of irrigation water are given. To determine the cleaning ability of the soil, lysimetric studies were carried out.