

## **МЕЛИОРАЦИЯ И НЕОБХОДИМОСТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИВНОЙ ВОДЫ\***

**С. А. Зайцев**

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, г. Москва, Россия

В Российской Федерации 4.25 млн. га орошаемых земель. Из общей площади орошаемых земель более 860 тыс. га (20% к наличию) имеют неудовлетворительное мелиоративное состояние, из них на 330 тыс. га наблюдается недопустимое залегание уровня грунтовых вод, на 260 тыс. - засоление почв, на 270 тыс. га имеют место оба эти неблагоприятных процесса. В докладе о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения сказано, что за период с 1990 по 2009 годы количество орошаемых земель, находящихся в хорошем состоянии, снизилось с 4,09 до 2,39 млн. га [2].

Сокращение орошаемых земель тесно связано с недостатком для полива воды необходимого качества. Состав природных вод (по О. А. Алекину) представляет собой сложный комплекс минеральных и органических веществ в разных формах ионно-молекулярного и коллоидного состояния и подразделяется на пять групп:

- 1) главные ионы, содержащиеся в наибольшем количестве (натрий, калий, кальций, магний, сульфаты, карбонаты, хлориды, гидрокарбонаты);
- 2) растворенные газы (азот, кислород, диоксид углерода, сероводород и др.);
- 3) биогенные элементы (соединения фосфора, азота, кремния);
- 4) микроэлементы;
- 5) органические вещества [3].

Каждый элемент, содержащийся в природной воде, по разному влияет на почву. В силу того, что потребность растений в воде обеспечивается за счет почвенной влаги, то ее доступность определяют физические и химические свойства почвы, которые напрямую зависят от качества поливной воды.

Для целей орошения в конкретных почвенно-климатических условиях необходима вода определённого качества (табл.1) [5]. Следовательно, необходимо направленное изменение состава оросительной воды, реализуемое в рамках гидромелиоративной системы.

Таблица 1 - Классификация качества оросительной воды (Безднина С. Я., 2004)

| Классы качества воды | Минерализация воды (г/л) для орошения почв         |                                                        |                                                   | Оценка качества воды по степени опасности развития процессов (мг-экв/л) |                                       |                                        |                                                                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | с тяжелым гранулометрическим составом и/или ППК>30 | со средним гранулометрическим составом и/или 30>ППК>15 | с легким гранулометрическим составом и/или ППК<15 | засоления                                                               | осолонцевания                         |                                        | содообразо-<br>вания                                                                                           |
|                      |                                                    |                                                        |                                                   | Cl <sup>-</sup>                                                         | Na <sup>+</sup> /<br>Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> /<br>Ca <sup>2+</sup> | (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )/<br>(Ca <sup>2+</sup> +<br>Mg <sup>2+</sup> ) |
| I- неопасный         | 0.2 – 0.5                                          | 0.2 – 0.6                                              | 0.2 – 0.7                                         | <2.0                                                                    | <0.5                                  | <1.0                                   | <1.0                                                                                                           |
| II- малоопасный      | 0.5 – 0.8                                          | 0.6 – 1.0                                              | 0.7 – 1.2                                         | 2 – 4.0                                                                 | 0.5-<br>1.0                           | 1.0-1.5                                | 1.0 – 1.25                                                                                                     |
| III-умеренно опасный | 0.8 – 1.2                                          | 1.0 – 1.5                                              | 1.2 – 2.0                                         | 4 –10.0                                                                 | 1.0-<br>2.0                           | 1.5-2.5                                | 1.25 – 2.5                                                                                                     |
| IV-опасный           | >1.2                                               | >1.5                                                   | >2.0                                              | >10.0                                                                   | >2.0                                  | >2.5                                   | >2.5                                                                                                           |

Согласно приведенной классификации на территории России почти нет воды первого класса качества, мало воды и второго класса, в основном преобладает - третий и четвертый. Во многих регионах загрязнение вод все больше связывается с атмосферными осадками. Отводится роль в ухудшении качества воды и изменению режима рек и озер. К загрязнению подземных вод приводит загрязнение площади водосборов, закачка промышленных стоков в подземные горизонты, фильтрация и утечка вод из различных отстойников и накопителей. Процесс загрязнения стока рек связан со строительством водохранилищ на Волге. Основным источником загрязнения являются сбросы промышленных предприятий [6]. В результате антропогенной нагрузки на речные бассейны происходит загрязнение воды в реках, которое в ряде случаев становится опасным при применении его для орошения. Например, в Верхне-Волжском бассейне вода соответствует классу «опасная». Уровень загрязненности воды притоков Волги изменяется от "умеренно опасной" до "опасной". Воды Нижней Волги загрязнены соединениями ртути, меди, цинка, нефтепродуктами, фенолами, которые без предварительной подготовки нельзя использовать. При этом резко снижается эффективность производства, так как снижается урожайность сельскохозяйственных культур, увеличиваются затраты на восстановление плодородия засоленных почв, в растениях накапливаются в больших количествах токсичные вещества.

Ионный состав воды большинства рек России, некоторые из которых [7] для примера представлены в таблице 2, не соответствует нормам воды для орошения. Основываясь на классификации С.Я. Бездниной, вода имеет высокую минерализацию и соответствует III и IV классам качества.

Однако надо понижать не только общую минерализацию воды, но и регулировать ее ионный состав, который, как видно, тоже неблагоприятный. Именно поэтому и необходима подготовка на молекулярном уровне.

Таблица 2 - Ионный состав воды некоторых рек Российской Федерации [7]

| Источник | Место отбора пробы | Содержание ионов и окислов, мг/л |                  |                                     |                               |                               |                 |                              |                               |                                                                    |
|----------|--------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|          |                    | Ca <sup>2+</sup>                 | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> +<br>K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Cl <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SiO <sub>2</sub> <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Волга    | г.Ярославль        | 34,4                             | 9,1              | 2,2                                 | 119,0                         | 23,1                          | 5,8             | -                            | 8,7                           | 0,8                                                                |
| Волга    | г.Казань           | 14,5                             | 14,5             | 18,3                                | 140,3                         | 140                           | 15,0            | -                            | 3,0                           | 0,0                                                                |
| Лена     |                    | 47,2                             | 13,4             | 81,3                                | 147,5                         | 61,9                          | 116,6           | -                            | -                             | -                                                                  |
| Москва   | г.Москва           | 60,0                             | 15,8             | 201                                 | 13,5                          | 255,5                         | -               | 10,0                         | 0,4                           | -                                                                  |

Имея ионный состав воды, можно спрогнозировать, начнется ли процесс осолонцевания почв при поливе данной водой. Возьмем для примера воду реки Лена. Необходимо рассчитать показатель SAR — натриевое адсорбционное отношение. Используем формулу Ричардса:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}; (1)$$

SAR для воды реки Лена будет следующим:

$$SAR_{Лена} = \frac{81.3}{\sqrt{(47.2 + 13.4)/2}} = 16.08 [мг - экв / л];$$

SAR более 10, значит при минерализации воды 1, 2, 3 г/л возникает опасность осолонцевания почв.

Орошение водой, в которой в большом количестве присутствуют соединения натрия, сопровождается разрушением почвенно-поглощительного комплекса (ППК), что приводит к разрушению структуры почвы. Положительный эффект достигается только при наличии в воде кальция в значительно больших значениях, чем натрия. Сульфаты магния и натрия, углекислый и хлористый натрий засоляют почвы и делают их непригодными для агротехнических целей. Вода с небольшим содержанием сульфата кальция и углекислого магния с успехом может быть использована для поливного земледелия. Минерализация поливных вод в зависимости от метеорологических и агротехнических факторов, условий полива и дренирования может меняться в весьма широких пределах, не превышая 1,5 мг/л. Вода с содержанием солей до 1 г/л пригодна для орошения независимо от местных условий, но и в этом случае необходимо сбалансировать ее ионный состав [4].

Для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур кроме основных элементов питания, таких как азот, фосфор, калий, необходимы вещества, которые являются биохимическими катализаторами, способствующими усвояемости основных элементов питания, продуцированию биомассы и формированию урожая. Такими микроэлементами являются цинк, медь, марганец, бор, кобальт, молибден или микроудобрения. Большинство микроэлементов являются трудно усвояемыми соединениями и вносятся они иногда на несколько лет вперед, что может создавать угрозу

загрязнения почв и природных вод. В то же время микроэлементы могут быть в легко доступной для растения форме в поливной воде. Поэтому такая вода должна быть особым образом подготовлена для полива.

Под обработкой воды понимают не только очистку ее от ряда нежелательных и вредных примесей, но и улучшение ее природных свойств путем обогащения ее недостающими ингредиентами. В этом и заключается направленное регулирование качества воды, то есть не понижение общей минерализации воды, а изъятие только ненужных элементов, оставляя только те, что будут способствовать улучшению структуры почвы и повышению ее плодородия.

Если говорить о методах водоподготовки и очистке воды, то их очень много. Из существующих методов, нашедших наибольшее распространение, изменения качества оросительной воды можно выделить следующие: методы механической очистки воды (фильтрование, гидроциклонирование, отстаивание, смешивание); химические методы (фертигация, коагуляция, сорбция); физические методы (вымораживание, выпаривание, гелиоопреснение); методы воздействия физическими полями на воду и растворенные в ней вещества (магнито-электрические); методы мембранного разделения ионного состава воды (обратный осмос, ультрафильтрация, электродиализ). Все они имеют как положительные, так и отрицательные моменты; применяться как самостоятельно, так и совместно. Особый интерес представляет собой мембранный метод, так как разделение элементов происходит на молекулярном уровне.

Очистка воды на молекулярном уровне необходима потому, что общая минерализация воды может быть и низкой, однако, ее ионный состав – крайне неблагоприятным. Ионы натрия и хлора, которые, нанося основной ущерб почве, необходимо удалять именно на молекулярном уровне, чтобы в максимально большей степени извлечь их из оборота, обеспечив растениям нормальные условия роста и, как следствие, получение из них качественной продукции и богатых урожаев.

Как видно, одной из главных проблем орошаемого земледелия является засоление почв. Из-за этого негативного фактора в упадок приходит с каждым годом все больше земель. В водной стратегии агропромышленного комплекса России до 2020 года в разделе «Этапы развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса АПК» поставлено несколько целей, одной из которых является «внедрение инновационных технологий, технических средств, водо-энергосберегающего орошения, водоподготовки, очистки коллекторно-дренажных, сточных вод и животноводческих стоков, мониторинга, контроля, информационно-аналитического и организационно-экономического обеспечения водопользования и функционирования водохозяйственного комплекса АПК».[1]

Так как в нашей стране постоянно снижается площадь земель сельскохозяйственного назначения, в частности орошаемых, что сказывается на качестве продукции и, как следствие, на здоровье человека – направленное регулирование качества воды возможно и будет тем самым внедрением

инновационных технологий водоподготовки, как было предложено в водной стратегии агропромышленного комплекса России до 2020 года. Вопрос остается в том, как реализовать эту схему подготовки воды, какой метод будет наиболее оптимальным, будет ли она экономически выгодна и насколько, сколько уйдет времени для ее разработки и внедрения в производство? Эти вопросы остаются открытыми. И пока земли нашей страны окончательно не пришли в упадок, надо их решать, опираясь на собственный опыт и опыт зарубежных ученых, которые давно опередили нас в этом вопросе.

\* Примечание: работа выполнена под научным руководством В. П. Максименко

### **Литература**

1. Водная стратегия агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года – М.: Изд. ВНИИА, 2009, с. 63;
2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010, с. -17:
3. Николадзе Г. И., Минц Д. М., Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения, - М.: Высш. Мк., 1984., с – 9;
4. Фрог Б. Н., Левченко А. П., Водоподготовка – М.: Изд. МГУ, 1996, с – 43, с 312 – 313.
5. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия./ Под редакцией А.Н. Каштанова, АЛ. Щербакова, Г.Н. Черкасова. - Курск-Тверь: ЧуДо, 2001. - 260 с.
6. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. – М: Мир, 1990. – 606 с.
7. Интернет-сайт компании «Контур-Аква», <http://www.kontur-aqua.ru>