

## **Экологическая оценка влияния выбросов газоперерабатывающего комплекса на биоразнообразии и его качество**

*А.Ж. Калиев, д.с.-х.н., профессор,  
А.Г. Дамрин, к.г.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ*

Одной из главных причин дестабилизации экологической обстановки в земледелии является широкое использование несовершенных, ресурсозатратных, экологически не обоснованных технологий. Более того, проблема окружающей среды становится угрожающей в связи с гибелью зелёных зон, лесов, загрязнением водоёмов [1-4]. Распространение токсикантов в виде отходов нефтепродуктов, пестицидов, радиоактивных веществ

и тяжёлых металлов приобретает глобальный характер. Появление вышеназванных веществ в окружающей среде и биосфере в целом особенно связано с промышленными отходами, среди них особое место занимают выбросы газоперерабатывающих предприятий.

Эксплуатация Оренбургского газоконденсатного месторождения (ОГМК) связана с выбросами в атмосферу вредных газов в виде окислов азота, сернистого ангидрида, углеводородов, смесей природных меркаптанов и тяжёлых металлов при сжигании неочищенного газа.

Основной целью настоящего исследования является изучение влияния сточных вод газоперерабатывающего комплекса на экологическое состояние прилегающих территорий и оценка пригодности сточных вод для орошения кормовых культур.

**Материал и методы исследования.** Экспериментальная работа выполнена на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО) Оренбургского газоперерабатывающего комплекса, расположенных на территории Оренбургского района Оренбургской области, а также на опытных участках, расположенных с учётом розы ветров и удаления от источника выбросов (ОГПК) в Оренбургском и Переволоцком районах.

Исследование проводили на посевах кукурузы при поверхностном поливе (по бороздам) по следующим вариантам: I – полив сточной водой; II – полив уральской водой и на люцерне при поливе сточной водой. Повторяемость опытов четырёхкратная. На каждой культуре для определения влияния сточных вод на почву и растения закладывали вариант без полива.

Поверхностный сток определяли на стоковых площадках размером 25×50 м в поле люцерны в трёхкратной повторяемости.

Элементы водного баланса зоны аэрации и грунтовых вод орошаемого участка и суммарное испарение культур определяли по А.Н. Костякову (1960). Водно-физические свойства и агрегатный состав – по А.А. Роде (1965) и В.С. Астапову (1964). Уровень грунтовых вод измеряли ежедекадно. Пробы их на химический анализ брались весной (до и после паводка) и осенью. Химические анализы выполнялись по общепринятым методикам: грунтовых и поливных вод – по Ю.Ю. Лурье и Л.И. Рыбниковой (1966), почвогрунтов – по Е.В. Аринушкиной (1961), растений – по А.В. Петербургскому (1968). Подсчёт густоты, прирост растений в высоту и урожай изучаемых культур – по методике ВНИИК (1971); спектральный анализ проб растений, почвы, воды и снега – атомно-эмиссионным методом. Статистическую обработку проводили методами дисперсионного, корреляционного анализов – по Б.А. Доспехову (1979).

**Результаты исследования.** На сельскохозяйственных полях орошения получение высоких урожаев кормовых культур возможно лишь при создании оптимального водного, воздушного и питательного режимов почвы.

Режим орошения складывался в зависимости от метеорологических условий периода произрастания культур.

На посевах кукурузы во влажные годы, независимо от вариантов опыта, потребовалось проведение пяти поливов средней поливной нормой 430 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма при этом составляла 2100–2300 м<sup>3</sup>/га. В средnezасушливый год за вегетационный период кукурузы было проведено семь поливов оросительной нормой 3600 м<sup>3</sup>/га.

Были проанализированы элементы водного баланса и суммарное водопотребление изучаемых культур в среднем за три года. Суммарное водопотребление кукурузы определено в размере 418, а среднесуточный расход – 3,6 мм. Установлено, что водопотребление кукурузы как в целом за вегетацию, так и по отдельным периодам не зависит от качества поливной воды. Оно возрастает от момента появления всходов и достигает максимума в период выбрасывания метёлок.

В водопотреблении кукурузы, в зависимости от увлажнённости года, 50–80% приходится на поливы и 15–30% – на осадки. В специфических условиях ЗПО на лёгких суглинках до 15% воды теряется на инфильтрацию при поверхностном поливе. Независимо от качества поливной воды на 1 т зелёной массы затрачивается 90–95 м<sup>3</sup>.

Более влаголюбивая люцерна за вегетационный период расходует 616 мм, при среднесуточном испарении 4,5 мм. Режим орошения этой культуры складывается ежегодно из семи вегетационных и одного влагозарядкового поливов. Средняя оросительная норма составила 435 мм, или 71% суммарного водопотребления. За счёт более мощной корневой системы в поле люцерны увеличивается потребление почвенных влагозапасов.

При поливе ДМ «Фрегат» фильтрационные потери снижаются до 6%. В условиях тяжелосуглинистых грунтов при поливе низкоинтенсивной ДМ «Фрегат» инфильтрация уменьшилась по сравнению с поверхностным способом на более лёгких грунтах в 1,6 раза. Коэффициент водопотребления люцерны при поливе сточными водами составил 509 м<sup>3</sup>/т.

За четыре года орошения люцерны биологически очищенными сточными водами ОГПК произошло изменение физических свойств почв до глубины 1 м и агрегатного состава 60 см. Величина объёмной массы увеличилась в слое 0–30 на 23%, 30–60 см – на 15% и 60–100 см – на 7%. Отмечалось снижение водопрочных агрегатов до глубины 60 см в 2 раза. Водопроницаемость почв участка снизилась на 36% (с 1,2 до 0,82 м/сут).

На участке кукурузы при поливе сточной водой объёмная масса почвы возросла в слое 30–60 см на 9,4% и на 7% при поливе уральской водой. Увеличение объёмной массы отмечалось до глубины 0,8–0,9 м. Количество водопрочных агрегатов уменьшилось в пахотном горизонте на 23% и в слое 30–60 см – на 19%.

Орошение сточными водами увеличило запасы солей на участке кукурузы почти в 2 раза. В слое 0–150 см в варианте I составили 16,5 т/га, и на варианте II – 13,6 т/га. Основное количество солей аккумулировалось в зоне максимального расположения корней (1 м).

В этом слое запасы солей составили соответственно по вариантам опыта 19 и 14% от пороговой концентрации. Хотя общий запас солей был невелик, из-за несоответствия катионного

состава поливных вод наблюдалась неравномерная аккумуляция некоторых ионов. В слое 30–60 см сульфаты превысили допустимую концентрацию в 1,6 раза.

При поливе уральской водой максимальная аккумуляция солей произошла в слое 0,6–1,6 м. На этом варианте сульфаты также превысили допустимую концентрацию, а ионы натрия составили 68 и хлора 24% от допустимой.

В целом миграция солей, характер их распределения и степень накопления отдельных ионов на обоих вариантах были почти одинаковы. Это объясняется единым режимом орошения и наличием на глубине 1,5–1,6 м трудноводопроницаемой аргиллитовой прослойки, которая способствует образованию восходящего тока влаги и аккумуляции солей в верхних горизонтах почвы.

Иначе сложился солевой режим почвогрунтов на участке люцерны. Здесь наблюдения за химическим составом велись в течение 15 лет. В первые четыре года орошения запасы солей увеличились в верхнем однометровом слое на 5,9 т/га, а ниже глубины 2 м отмечалось их выщелачивание. Значительное их накопление происходило в подпахотном горизонте (30–60 см). Общие запасы солей в этом слое составили 9,6 т/га, или 22,4% от допустимой концентрации, а содержание натрия находилось на уровне критической; хлориды превысили её почти в 3 раза. Количество сульфатов оставалось почти без изменения, а поступившие с поливной водой вымывались вниз.

За четыре года орошения на этом участке со сточными водами было вынесено 26 т/га солей, из которых только 23% осталось в зоне аэрации.

Это даёт основание считать, что при близком залегании водоносного горизонта (5–6 м) соли с инфильтрованной водой вымывались в грунтовые воды. Об этом свидетельствовали инфильтрационные потери, определённым методом влагопереноса, и данные химического состава грунтовых вод.

При сравнительно небольшом засолении уже через четыре года наблюдался процесс осолонцевания верхних горизонтов почвы. Интенсивность этого процесса прослеживалась по изменению поглощённых оснований. Содержание поглощённого натрия повысилось в слое 0–40 см в 5,5 раза и достигло 2,8 мг-экв, а в слое 70–100 см – 4 мг-экв. Усилению процесса осолонцевания также способствовало увеличение поглощённого магния и уменьшение кальция.

В дальнейшем путём внесения органических удобрений, мелиорантов в виде гипса и фосфогипса и возделывания солеустойчивых культур на опытном участке процесс осолонцевания был приостановлен. Особенно хорошим мелиорантом на ЗПО является люцерна синегибридная, которая возделывалась в общей сложности 8 лет.

Расчёты солевого баланса, выполненные через 15 лет орошения сточными водами, показывают,

что в слое 0–180 см запасы солей составляют 23,18 т/га, поступило 4,51 т/га. От общего количества солей на Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> приходится 31%; NaCl – 21,84; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 18,8; Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – 14,4 и NaHCO<sub>3</sub> – 14%. Наиболее токсичные соли – NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> составляют 40,6%.

Орошение сточными водами ОГПК повлияло на состав и содержание отдельных солей. Так, практически не обнаруживаются соли CaSO<sub>4</sub> и MgSO<sub>4</sub>, в то же время появились новые соединения – Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и NaCl, т.е. качественный состав изменился в худшую сторону. Преобладание солей кальция связано с материнской породой этих почв. Появление токсичных солей натрия, особенно в виде NaCl, указывает на влияние сточных вод, где содержание этих ионов достаточно высокое.

В целом почвы ЗПО можно характеризовать как незасоленные, но в то же время намечается тенденция к возникновению хлоридно-сульфатного типа засоления. Об этом свидетельствует содержание хлора и сульфатов, но общее количество солей ниже критического уровня. При использовании сточных вод газоперерабатывающей промышленности для полива с.-х. культур следует особое внимание уделять содержанию вышеназванных ионов в почвах [3].

В результате 15-летнего орошения кормовых культур сточными водами пищевой режим южных чернозёмов не ухудшился, что очень важно для оценки качества этих вод при низком содержании в них элементов питания. При оценке пригодности сточных вод для орошения одним из основных биологических показателей является урожай и качество выращиваемых культур.

Наблюдения за ростом и развитием кукурузы показали, что при поливе сточными водами и уральской водой существенных различий в наступлении фаз не происходило. Высота растений была выше на 20–30 см на первом варианте, они отличались хорошей облиственностью и большей массой початков. За счёт этого повысилась кормовая ценность зелёной массы.

Анализ химического состава и кормовых достоинств кукурузы и люцерны показал, что при поливе сточными водами значительных изменений не происходит. Содержание кормовых единиц в 1 ц зелёной массы у обеих культур увеличивается, а по переваримому протеину между вариантами опыта разницы практически не было. Наблюдалось некоторое увеличение питательности поливной кукурузы по сравнению с богарной. Сопоставляя культуры по содержанию протеина, можно отметить индивидуальные особенности в накоплении его растениями.

У люцерны преимущества в накоплении протеина имел вариант без полива. У кукурузы при поливе сточной водой его было на 1% выше, чем на варианте с уральской водой. Поливы сточными

водами по сравнению с богарными условиями способствуют некоторому снижению биологической ценности протеина у обеих изучаемых культур, которая определялась по содержанию незаменимых аминокислот. Так, в урожае люцерны обнаружено снижение содержания всех видов аминокислот, кроме метионина (1-й укос), цистина и лизина (2-й укос). В растениях кукурузы сточные воды увеличили содержание аминокислот по сравнению с вариантом уральской водой [4].

Изучение макро- и микроэлементного состава растений позволило установить, что при орошении сточными водами у люцерны происходит увеличение количества натрия, меди и цинка. Поливная кукуруза накапливает больше кальция, фосфора, цинка, марганца и кобальта, чем на богаре. Таким образом, накопление указанных элементов на опытных вариантах, безусловно, связано с химическим составом сточных вод [1].

**Выводы.** 1. Мелиоративная оценка биологически очищенных сточных вод ОГПК показала, что почти по всем показателям они не превышают ныне существующие допустимые концентрации, предъявляемые для орошения кормовых культур. Отрицательным их качеством является повышенное содержание сульфатов, натрия и хлора. Питательная ценность этих вод незначительная.

2. Орошение сточными водами привело к накоплению солей в верхних горизонтах почвы до 1 м. Вызывает опасения аккумуляция токсичных натриевых солей, которые составляют 40,6% от общих запасов. В целом общие запасы солей на участках люцерны и кукурузы превышают пороговую концентрацию.

3. Водный баланс зоны аэрации и грунтовых вод территории с близким их залеганием положительный, что выражается в подъёме уровня грунтовых вод ежегодно на 0,3–0,5 м, минерализация грунтовых вод возрастает на 0,2–0,25 г/л в год. На остальной территории земледельческих полей орошения положение уровня грунтовых вод и их минерализация практически не изменились.

На территориях с близким залеганием грунтовых вод, которое составляет около 5% общей площади ЗПО и I и II очередей, поливы сточными водами загрязняют запасы грунтовых вод и открытые водоемы (р. Чёрная). Источником загрязнения явилась и ёмкость сезонного регулирования.

4. Поливы сточными водами не оказывают отрицательного влияния на рост и развитие люцерны и кукурузы, урожай по сравнению с неполиваемыми вариантами повышается соответственно в 4,8 и 3,3 раза. Изучаемые культуры проявляют индивидуальные особенности к поливу, выражающиеся в неодинаковом накоплении протеина, микро- и макроэлементов.

### Литература

1. Дамрин А.Г., Калиев А.Ж. О некоторых направлениях оптимизации искусственных водоёмов Южного Урала // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10. С. 311–314.
2. Дамрин А.Г. Ландшафтные особенности искусственных водоёмов Оренбургской области и обоснование их экологической оптимизации: дисс. ... канд. геогр. наук. Оренбург, 2004. 173 с.
3. Калиев А.Ж. Влияние поливов сточными водами на мелиоративное состояние полей орошения // Информационный листок Оренбургского ЦНТИ. 1980. № 297.
4. Калиев А.Ж., Дамрин А.Ж. Особенности изменения растительного покрова в условиях зарегулирования речного стока (на примере Ириклинского водохранилища) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 136–138.