

САНИТАРНО-ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ КАНЦЕРОГЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Канд. мед. наук А. П. Ильницкий, Л. Г. Соленова, В. В. Игнатова

Институт экспериментальной и клинической онкологии АМН СССР, ЦНИС по сельскохозяйственному использованию сточных вод

Развитие промышленности и урбанизация привели к резкому увеличению количества бытовых и промышленных сточных вод, часть которых может быть использована для орошения сельскохозяйственных земель. Вместе с тем сточные воды могут содержать соединения, представляющие опасность для здоровья населения. Важной гигиенической задачей является изучение возможности накопления подобных веществ в почве, подвергающейся орошению, а также в продуктах сельского хозяйства, выращенных на орошаемых землях. Так, исследования показали, что в городских и промышленных сточных водах могут присутствовать канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в том числе бенза(а)пирен (БП).

ПАУ считаются в настоящее время самыми распространенными канцерогенными веществами: они встречаются в почве, в атмосферном воздухе, воде, растительности и т. д. Среди них наиболее сильным онкогенным действием обладает БП — стойкое во внешней среде соединение, которое в соответствии с накопленными данными можно рассматривать в качестве индикаторного для всей группы канцерогенных углеводородов. Обнаружение БП свидетельствует о присутствии других канцерогенных ПАУ.

Нами в порядке опыта изучена возможность накопления БП в почве и выращиваемой на ней сельскохозяйственной продукции в условиях орошения сельскохозяйственных земель городскими сточными водами, а также сточными водами текстильных предприятий. По геологическому строению орошаемый массив сложен с поверхности и до глубины 24 м песками ледникового происхождения. Пески подстилаются пластом черной глины мощностью до 0,75 м. Грунтовые воды залегают на глубине 9,3—11,0 м. Почва орошаемого участка — дерново-слабоподзолистая, супесчаная.

Для орошения были использованы сточные воды поселка городского типа, а также тонкосуконной фабрики и коврового комбината. Нормы и сроки полива сточными водами соответствовали санитарным требованиям. Для исследования были выбраны овощные культуры, выращиваемые при круглогодовом орошении сточными водами: морковь столовая (сорт «Шантанэ»), свекла (сорт «Бордо»), капуста (сорт «Московская поздняя») и кормовая трава.

Содержание БП определяли в образцах почвы, растительности, а также в пробах сточных вод. Количественное определение БП производили основанным на эффекте Шпольского спектрально-люминесцентным методом добавок, предложенным А. Я. Хесиной (1964). Всего было исследовано 77 проб почвы и 18 проб овощей и кормовой травы.

Изучение проб использовавшихся для орошения городских стоков и сточных вод текстильных предприятий подтвердило наличие в них БП.

В городских сточных водах содержание БП колебалось от 0,16 до 0,54, в сточных водах тонкосуконной фабрики — от 0,15 до 0,22, в сточных водах коврового комбината — от 0,016 до 0,07 мкг/л.

Исследование возможности накопления БП в почве и овощах было начато в 1968 г. Оно показало, что при обычном режиме поливов, применяющемся на испытываемом участке, содержание БП в почве и овощах не превышает допустимых норм.

Таблица 1

**Содержание бенз(а)пирена в почве в опыте с орошением
городскими сточными водами**
(мкг/кг)

Участки	Горизонт, см	Содержание БП в пробах почвы, отобранных	
		в августе	в октябре
Контрольный	0—10	3,0; 3,8	3,6; 4,2
	10—20	2,5; 5,2	2,7; 5,2
С морковью	0—10	2,5; 3,0	3,5; 4,0
	10—20	2,6; 5,4	2,3; 4,6
С свеклой	0—10	5,8; 9,4	3,0; 4,5
	10—20	1,8; 5,9	2,1; 3,4
С капустой	0—10	3,4; 5,8	6,4; 7,9
	10—20	5,8; 7,1	4,0; 5,8

мом участке, не происходит накопления БП как в почве, так и в овощах. Дальнейшие анализы подтвердили эти данные: накопление БП в почве не происходило (табл. 1), а содержание его в овощах находилось на таком же уровне, как и в сельских местностях, где известные в настоящее время источники канцерогенных углеводов отсутствуют (табл. 2). В этих условиях концентрация БП, как правило, не превышает 10 мкг на 1 кг сухого вещества.

Таблица 2
Содержание бенз(а)пирена в овощах, собранных с полей в опыте с орошением городскими сточными водами (мкг/кг)

Вид овощей	1969 г.	1970 г.
Капуста	2,0; 6,0	1,65; 4,5
Свекла	0,6; 0,8	до 2,0
Морковь	0,8; 0,8	0,8; 1,2

Следующим этапом работы (1971—1972 гг.) стало изучение возможности аккумуляции почвой и кормовой травой БП при использовании с целью орошения сточных вод тонкосуконной фабрики и коврового комбината, которые, как и городские сточные воды, содержат БП и другие ПАУ и характеризуются высоким содержанием поверхностноактивных веществ (ПАВ). Орошение подобными стоками почвы не привело к увеличению содержания в ней БП при норме полива 900; 1825 и 2425 м³/га (4 полива за вегетационный период). В кормовой траве БП был обнаружен в концентрации 2—18 мкг/кг, т. е. в концентрациях, близких к обычному уровню БП в растительности в сельской местности.

Как же объяснить тот факт, что заведомое внесение в почву канцерогенного углеводорода не привело к увеличению его содержания в почве и произрастающей на ней растительности? Прежде всего необходимо произвести некоторые расчеты. В течение года на 1 га орошаемой земли подается до 9000 м³ сточных вод. Если считать, что в 1 м³ городских стоков содержится максимальное обнаруженное нами количество БП (540 мкг/м³), то в течение года на 1 га почвы попадает около 1,5 г БП, а на 1 м² — около 0,15 мг БП (150 мкг). При одномоментном поступлении таких количеств канцерогенного углеводорода произошло бы, очевидно, загрязнение почвы этим веществом в определенной мере, что, судя по некоторым экспериментальным данным [3], могло бы отразиться также на содержании БП в растительности. Однако поступление БП в почву происходит в течение года значительно более равномерно. При этом следует учитывать, что часть канцерогенного углеводорода, растворенная в сточных водах, может проникать в глубже лежащие слои, не задерживаясь в ее верхних слоях. Другая, большая часть БП, сорбируемая на различных содержащихся в сточных водах частицах, остается именно в верхних слоях. В настоящее время известно, что в почве существуют некоторые виды бактерий, способные разрушать канцерогенные углеводороды, в том числе БП [2 и др.]. В соответствии с современными представлениями, именно деятельность этих бактерий является одним из основных факторов очищения почвы от попадающих в нее канцерогенных углеводородов.

Приведенные в статье факты свидетельствуют о том, что при указанных выше режимах орошения почвы и концентрациях БП в сточных водах бытовых и текстильных предприятий, а также при данном характере почвы (дерново-слабоподзолистая) присутствующие в почве бактерии справляются с разрушением канцерогенных углеводов. Вместе с тем следует признать необходимым пристальное изучение процессов самоочищения внешней среды от канцерогенных углеводов, чтобы использовать знание их на пользу человеку.

В целом оценивая возможность применения сточных вод в сельском хозяйстве, следует сказать, что с точки зрения изучавшейся нами проблемы оно не вызывает возражений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хесина А. Я. Спектроскопия некоторых производных пирена в замороженных кристаллических растворах. Автореф. канд. дисс., М., 1964.— 2. Поглазова М. Н., Федосеева Г. Е., Хесина А. Я., Мейсель М. Н., Шабад Л. М. ДАН СССР, 1967, 169, 5.— 3. Щербак Н. П. Некоторые вопросы распространения 3, 4-бензпирена в окружающей человека среде и изучение содержания его в почве. Автореф. канд. дисс., М., 1967.

Поступила 3 августа 1973 г.