

АГРОЭКОЛОГИЯ



УДК 631.4:628.543

**С.В. Макарычев,
Н.И. Алёшина,
А.В. Тиньгаев**

ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ, ОРОШАЕМЫХ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ Г. АЛЕЙСКА)

Сточные воды содержат большое количество питательных веществ (азота, фосфора, калия) и органических соединений. Поступление в почву этих элементов и соединений сопровождается значительным усилением микробиологических процессов, в результате чего при их промежуточной минерализации образуются самые разнообразные продукты, принимающие участие в синтезе гумуса.

О влиянии сточных вод г. Алейска на агрохимические свойства черноземов обыкновенных свидетельствуют данные, полученные при разработке технологии их круглогодичного орошения.

При этом сточные воды г. Алейска после механической очистки в объеме 1,2 млн м³ в год подаются на поля фильтрации, вследствие кольтации почвы превращенные в пруды-накопители. Поля фильтрации расположены в 3 км от г. Алейска на землях ОАО «Колпаковский».

Анализ динамики химического состава за 1991-2003 гг. показывает, что сточные воды г. Алейска в целом пригодны для орошения сельскохозяйственных культур. Щелочная реакция этих вод не превышает допустимых концентраций. По содержанию биогенных элементов питания они характеризуются низкой удобрительной ценностью. Содержание тяжелых металлов в сточных водах г. Алейска на 1-2 порядка ниже уровней ПДК (предельно-допустимых концентраций) для хозяйственно-питьевого водо-

пользования. Городские сточные воды не обладают канцерогенностью и мутагенностью. В картах полей фильтрации происходит дегельминтизация сточных вод за счет оседания в донные отложения яиц гельминтов.

Площадь опытно-производственного участка орошения равна 146 га, варианты опыта занимают 45 га. Часть сточных вод используется на орошение сельскохозяйственных культур по временной оросительной сети с применением дождевальными машин ДКШ-64 «Волжанка». Для подачи сточных вод используют передвижную станцию СНП-75/100. Магистральный трубопровод длиной 800 м состоит из быстро разборных алюминиевых труб РТЯ-220.

Исследуемый массив черноземов расположен на водоразделе рек Горевки и Чистюньки — притоков р. Алей. В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория находится в пределах Барнаульско-Кулундинского артезианского бассейна пластово-поровых вод. Под участком орошения грунтовые воды залегают на глубине 7-15 м. Химический состав вод - от гидрокарбонатных до сульфатных и хлоридных.

Климат района отличается суровой зимой с сильными ветрами и метелями, весенними и осенними заморозками, жарким летом. По многолетним данным средняя температура воздуха составляет 1,3°C. Наиболее холодным месяцем

является январь со среднесуточной температурой воздуха -18,1°С и ее абсолютным минимумом в отдельные годы - 47°С. Количество осадков, выпадающих за год, составляет 503 мм, в том числе 338 мм — за вегетационный период. Гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову составляет 1,0-0,8.

На опытно-производственном участке мы проводили орошение сточными водами двумя способами: полив дождеванием и вневегетационные поливы намораживанием до 1,5 м. Вегетационная оросительная норма в среднем составила 3200 м³/га. Однако поливы намораживанием приводили к очень большому сбросу сточных вод на 1 га, превышающим расчетную оросительную норму в 2-3 раза (рис.). При этом поля засевались многолетней злаковой травой - кострцом безостым.

Наши исследования проводились по следующей схеме (табл. 1).

Химический анализ почвы проводился по общепринятым методикам: рН водной вытяжки и солевой состав по методикам, описанным в работе Е.В. Аринушкиной (1970); азот общий - по Кьельдалю; гумус валовой - по И.В. Тюрину; подвижные формы фосфора и калия - по Чирикову и Мачигину; поглощенные основания и емкость поглощения - по К.К. Гедройцу и В. Пфефферу.

Определение гранулометрического и микроагрегатного анализа выполняли по методу Н.А. Качинского (1973), структурного состава и водопрочности макроагрегатов - по Н.И. Савинову (Агрофизические методы..., 1966).

Питательный, водный и солевой режимы изучали известными методами. Расчет содержания токсичных солей определяли по методике Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой (Методические указания..., 1968).

Таблица 1

Схема опыта

№ п/п	Варианты опыта (1991-2003 гг.)
1	Контроль без орошения
2	Орошение сточными водами в вегетационный период
3	Полив сточными водами методом намораживания во вневегетационный период (зимний)
4	Круглогодичное орошение сточными водами (орошение сточными водами в вегетационный период + полив сточными водами намораживанием)

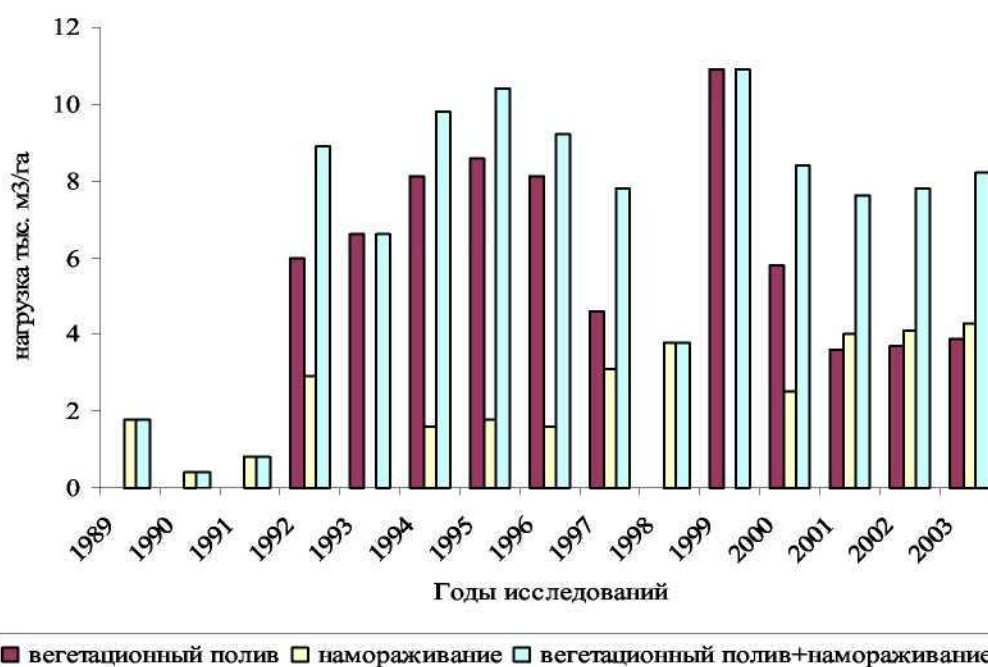


Рис. Объем поливных сточных вод г. Алейска на орошаемый гектар в 1989-2003 гг.

Почвенный покров земель ОАО «Колпаковский» представлен черноземами обыкновенными среднетяжелыми малогумусными.

В верхнем слое (0-30 см) содержание гумуса составляет 3,7-4,3%, а в пахотном горизонте (30-50 см) - 2,15-2,45%. С глубиной содержание гумуса снижается до 0,6 %.

В гумусово-аккумулятивном слое чернозема общий азот составляет 0,13-0,27%, а нитратный - 1,3-3,07 мг/кг.

Валовое содержание фосфора в слоях почвы 0-30, 30-50, 50-100 и 100-160 см колеблется в пределах 0,17-0,20; 0,15-0,20; 0,12-0,13, и 0,14-0,22% соответственно. Эти данные свидетельствуют, что содержание фосфора в черноземе невелико. Но доступными формами фосфорной кислоты он вполне обеспечен. Так, количество подвижного фосфора в слое 0-30 см составляет 104,8-143,5 мг/кг. В нижележащих горизонтах он практически не прослеживается (1,8-3,1 мг/кг).

Чернозем обыкновенный в полной мере обеспечен калием. Валовое содержание калия в пахотном слое составляет 2,85-3,72%, а подвижного - 126,1-133,9 мг/кг.

Емкость поглощения почвы оказывается равной 32,2-37,5 мг-экв/100 г почвы в верхнем горизонте, а на глубине 30-50 см - 27,6-32,1 мг-экв/100 г. Глубже емкость поглощения снижается до 17,7-24,7 мг-экв/100 г почвы. Черноземы не засолены, процессов осолонцевания также не наблюдается. Содержание поглощенного натрия составляет 0,5%.

Согласно классификации Н.А. Качинского почвы опытного участка относятся к среднесуглинистым. Содержание фи-

зической глины в почвенных горизонтах колеблется в пределах 39,4-43,5%. Из механических элементов наибольшую долю занимает пыль крупная 35,0-38,1%. Количество ила составляет 24,5-29,1%. Мелкого песка содержится 21,5-22,8%.

Согласно полученным данным плотность твердой фазы по профилю исследуемых черноземов изменяется с глубиной от 2,59 до 2,66 г/см³. Плотность верхних горизонтов почвы составляет 1,21 г/см³, в нижележащих слоях возрастает до 1,39-1,42 г/см³.

Коэффициент фильтрации черноземов, определенный методом заливаемых площадок по С.В. Астапову, равен 0,4 м/сут., что указывает на его оптимальную водопроницаемость.

Орошение сточными водами в период с 1991 по 2003 гг. весьма положительно сказалось на плодородии почв.

Анализируя результаты исследований (табл. 2), можно отметить, что на орошаемом участке в пахотном горизонте содержание гумуса за годы исследований колебалось от 4,10 (1991 г.) до 5,90% (2001 г.), в слое 0-60 см - соответственно, 3,0 (1991 г.) и 4,70% (2000 г.). Количество общего азота возросло от 0,21 (1991 г.) до 0,35% (2002 г.).

При орошении образуется мощная корневая система многолетних трав, что приводит к большему накоплению органического вещества по сравнению с неорошаемым участком. Наибольший рост содержания общего азота и гумуса происходит в пахотном горизонте. Это объясняется также высокими нерегламентированными поливными нормами в 1999-2003 гг., равными 7,6-10,9 тыс. м³/га.

Таблица 2

Изменение содержания гумуса и валового азота в черноземах обыкновенных (слой 0-60 см) при орошении сточными водами г. Алейска

Показатели, %	Глубина отбора	Годы					
		1989	1991	2000	2001	2002	2003
		исходн.	орошаемый	орошаемый	орошаемый	орошаемый	орошаемый
Гумус	0-20	3,80	4,10	5,70	5,90	5,70	5,30
	20-40	3,20	3,30	5,00	4,70	4,70	4,30
	40-60	2,10	1,60	3,40	2,00	2,60	2,70
	0-60	3,0	3,00	4,70	4,20	4,30	4,10
Азот	0-20	не опр.	0,21	0,25	0,34	0,35	0,33
	20-40	не опр.	0,10	0,22	0,26	0,26	0,27
	40-60	не опр.	0,12	0,11	0,16	0,18	0,20
	0-60	не опр.	0,14	0,19	0,25	0,26	0,27

Анализ результатов содержания подвижных форм элементов питания растений в пахотном слое (0-20 см) и в слое 0-60 см (табл. 3) показывает, что в исходном состоянии (1989 г.) обеспеченность подвижным фосфором (163,7 и 167,2 мг/кг) и обменным калием (251,7 и 166,2 мг/кг) высокая. Уменьшение содержания подвижного фосфора в черноземе объясняется как выносом его с урожаем растений, так и низким его количеством в сточных водах (145 кг/га). По обменному калию в слое 0-60 см почва остается в классе высокообеспеченных. В неорошаемых условиях отмечено снижение содержания подвижного фосфора и обменного калия по сравнению с исходным состоянием, что связано с выносом их возделываемой культурой.

Орошение приводит также к увеличению содержания иловатых и крупнопесчаных фракций в горизонтах чернозема при орошении.

Для более полного представления о влиянии поливов ненормированными объемами на структурные изменения черноземов обыкновенных среднесуглинистых крупно-пылевато-иловатых в слое 0-60 см выполнены микроагрегатные анализы по методу Н.А. Качинского (табл. 4).

Оказалось, что фактор дисперсности почв орошаемого участка в слое 20-60 см по сравнению с неорошаемыми почвами увеличился от 3,1 до 10,6%, указывая на ухудшение почвенной структуры.

Таблица 3

Изменение содержания подвижных форм элементов питания в черноземах обыкновенных (слой 0-60 см), поливаемых сточными водами г. Алейска, мг/кг почвы

Показатели	Глубина отбора проб	Годы				
		1989	2000	2001	2002	2003
		исходн.	орошаем.	орошаем.	орошаем.	орошаем.
Подвижный фосфор	0-20	163,8	118,3	175,5	153,0	159,0
	20-40	152,3	не опр.	96,0	105,5	104,0
	40-60	185,3	не опр.	46,0	59,5	68,0
	0-60	167,1	118,3	105,8	106,0	110,0
Обеспеченность		151-200, высок.	101-150, повыш.	101-150, повыш.	101-150, повыш.	151-200, высок.
Обменный калий	0-20	294,5	363,5	281,5	277,0	277,0
	20-40	153,1	295,0	144,0	141,0	141,0
	40-60	107,0	171,0	70,5	77,0	77,0
	0-60	184,9	276,5	165,3	165,0	165,0
Обеспеченность		121-180, высок.	более 180, очень высок.	121-180, высок.	121-180, высок.	121-180, высок.

Таблица 4

Влияние поливов ненормированными объемами на структурные изменения черноземов обыкновенных среднесуглинистых крупно-пылевато-иловатых

Интервал отбора, см	Кол-во ила (< 0,001) при микроагрегатном анализе	Кол-во ила (< 0,001) при механическом анализе	Фактор дисперсности, % (по Н.А. Качинскому)
Орошаемый участок			
0-20	2,62	20,66	12,55
20-40	2,98	24,48	12,20
40-60	5,46	26,74	20,55
Неорошаемый участок			
0-20	2,88	17,76	16,25
20-40	2,12	23,44	9,00
40-60	2,96	24,96	11,90

Плотность чернозема на орошаемом участке в пахотном горизонте возросла до 1,32 г/см³, подпахотном - до 1,39 г/см³, тогда как в богарных условиях составила 1,27 и 1,28 г/см³. Кроме того, порозность снизилась со 48-50 (пахотный слой) до 45-48% (подпахотный слой).

Водопроницаемость чернозема изменилась от 161,8 до 75,8-91,1 мм/ч, что связано с ухудшением его структурного состояния в условиях орошения.

Следует отметить, что нами не были отмечены процессы осолонцевания и засоления в почвенном профиле. Имело место незначительное повышение концентрации солей в верхних горизонтах осенью, но весной солевой баланс в почве восстанавливался. Это указывает, что некоторое соленакопление носит сезонный характер.

Выводы

1. По ирригационной оценке городские сточные воды пригодны для использования в орошаемом земледелии.

2. Круглогодичное орошение костреца безостого (вегетационные поливы + намораживание) способствует увеличению объемов утилизации городских сточных вод в расчете на один гектар.

3. На орошаемом участке в пахотном горизонте содержание гумуса за годы исследований колебалось от 4,10 до 5,90%. Количество общего азота возросло от 0,21 до 0,35%. При орошении образуется мощная корневая система

многолетних трав, что приводит к большому накоплению органического вещества по сравнению с неорошаемым участком. Наибольший рост содержания общего азота и гумуса происходит в пахотном горизонте. Это объясняется также высокими нерегламентированными поливными нормами.

4. Круглогодичное использование сточных вод приводит не только к изменениям агрохимических, но и агрофизических свойств черноземов. Так фактор дисперсности почв орошаемого участка по сравнению с неорошаемыми почвами увеличился, указывая на ухудшение почвенной структуры. Возросла плотность чернозема на орошаемом участке. Водопроницаемость чернозема изменилась, что связано с ухудшением его структурного состояния. Однако на фоне ухудшения агрофизических свойств происходит некоторое повышение плодородия почв за счет увеличения поступления органики со сточными водами, питательных макро- и микроэлементов.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Практическое руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. М., 1960. 487 с.
2. Агрофизические методы исследования почв. М.: Наука, 1966. 258 с.
3. Базилевич Н.И. Методические указания по учету засоленных почв / Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова. М.: Гипроводхоз, 1966а. 92 с.



УДК 631.95:631.6(571.15)

Е.Д. Кошелева,
В.В. Скрипко,
А.А. Цхай

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БУРЛИНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА (КРУТИХИНСКИЙ РАЙОН АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

Сооружение крупных инженерных объектов, как правило, сопровождается значительным влиянием на отдельные

природные компоненты, что в конечном итоге приводит к изменению свойств и условий природной среды. Изучение