

А. И. Чайковский¹, кандидат сельскохозяйственных наук, директор
Т. Л. Чебанов², главный инженер проекта, коммерческий директор
В. Н. Доронин³, главный агроном
Г. К. Езерская⁴, агроном розария
Л. С. Чебанов⁵, кандидат технических наук, доцент,
старший научный сотрудник

¹ РУП «Институт овощеводства», аг. Самохваловичи, Минский район

² ООО «Малое научно-производственное предприятие «Инжтехбуд»,
г. Бровары, Украина

³ Евразийский центр тепличных технологий «Venlo», г. Москва, Россия

⁴ КПУП «Могилевзеленстрой», г. Могилев

⁵ Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СТОКОВ ТЕПЛИЦ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

РЕЗЮМЕ

Показаны технологические и агрономические особенности использования дренажных стоков теплиц и тепличных хозяйств, использующих малообъемную технологию выращивания культур. Приводятся результаты анализов дренажных стоков при выращивании розы в теплице КПУП «Могилевзеленстрой». Даны выводы и рекомендации по внесению питательных растворов для полива растений в открытом грунте.

Ключевые слова: защищенный грунт, теплицы, дренажные стоки, агрономические показатели стоков, элементы питания, предельно-допустимые концентрации, технология использования.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие тепличного овощеводства и цветоводства с использованием малообъемной ирригации и ограниченного объема субстрата для выращивания сопровождается образованием дренажных стоков [1]. Объем дренажных стоков составляет обычно 20–40 % общего поступающего водообеспечения. В отдельные дни этот показатель поднимается до 65–70 %. Некоторые тепличные хозяйства используют системы возвратного (оборотного) дренажа, проводя механическое, тепловое или ультрафиолетовое обеззараживание стоков [8]. Процесс весьма затратный и энергоемкий, учитывая, что в системе повторного использования дренажа его количество в общем объеме поливочной воды не превышает 25–30 %. Определенную сложность представляет и остаточное количество макро- и микроэлементов в растворе, который подлежит коррекции по элементам питания и кислотности.

Кроме того, нет единого мнения специалистов защищенного грунта о целесообразности, полезности и необходимости повторного использования дренажных стоков [6]. Наиболее реальным и практически целесообразным является использование дренажных стоков для орошения и фертигации некоторых сельскохозяйственных и цветочных культур при соответствующем обосновании [10].

Исследование характеристик стоков и грунтов

На основе *результатов анализов дренажных стоков при выращивании розы в теплице КПУП «Могилевзеленстрой»* выполнены исследования по обоснованию рационального использования дренажных стоков теплиц для орошения открытого грунта – участка газонных трав и участка питомника многолетних декоративных саженцев для озеленения г. Могилева и районов Могилевской области.

Отбор проб грунтов осуществляется методом конверта. На территории каждого пробного участка отбирается пять точечных проб массой 0,2 кг с последующей подготовкой для анализов образцов массой 1 кг. Почвы дерново-подзолистые супесчаные, содержание гумуса 1,2–1,5 %. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Анализ данных испытаний грунтов проводился по методикам ISO 11855:2005. Основные показатели не превышают ПДК.

Специалисты ООО «МНПП «Инжтехбуд» в качестве генерального проектировщика и генерального подрядчика выполнили комплекс проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ по возведению новой теплицы полезной площадью 5107 м² по улице Сурганова в г. Могилеве для КУПП «Могилевзеленстрой» (рис.) [5, 9]. В состав объекта входят непосредственно теплица пролетом 9,6 м (три так называемых домика по 3,2 м) высотой 4,33 м до водосливного лотка и шагом колонн 4,0 м.

Микробиологические исследования проводились в августе 2020 г. (табл. 2) также в соответствии с методикой испытаний МВ 10.2.1-113-2005 и МУ № 2285-81 и подтвердили ПДК бактерий в дренажных стоках [7].

Данные химического анализа дренажных вод характеризуются как слабо концентрированные растворы макро- и микроэлементов (табл. 3).

Таблица 1 – Результаты испытаний грунтов, мг/кг

Показатели	Результаты измерения	Допустимая концентрация [3, 6]
Кобальт (Co)	1,3	5,0
Хром (Cr)	4,2	6,0
Медь (Cu)	1,5	55,0
Марганец (Mn)	220,4	1 500,0
Никель (Ni)	15,2	85,0
Свинец (Pb)	2,5	30,0
Цинк (Zn)	95,7	100,0
Ртуть (Hg)	< 0,01	2,1
Мышьяк (As)	< 0,01	2,0

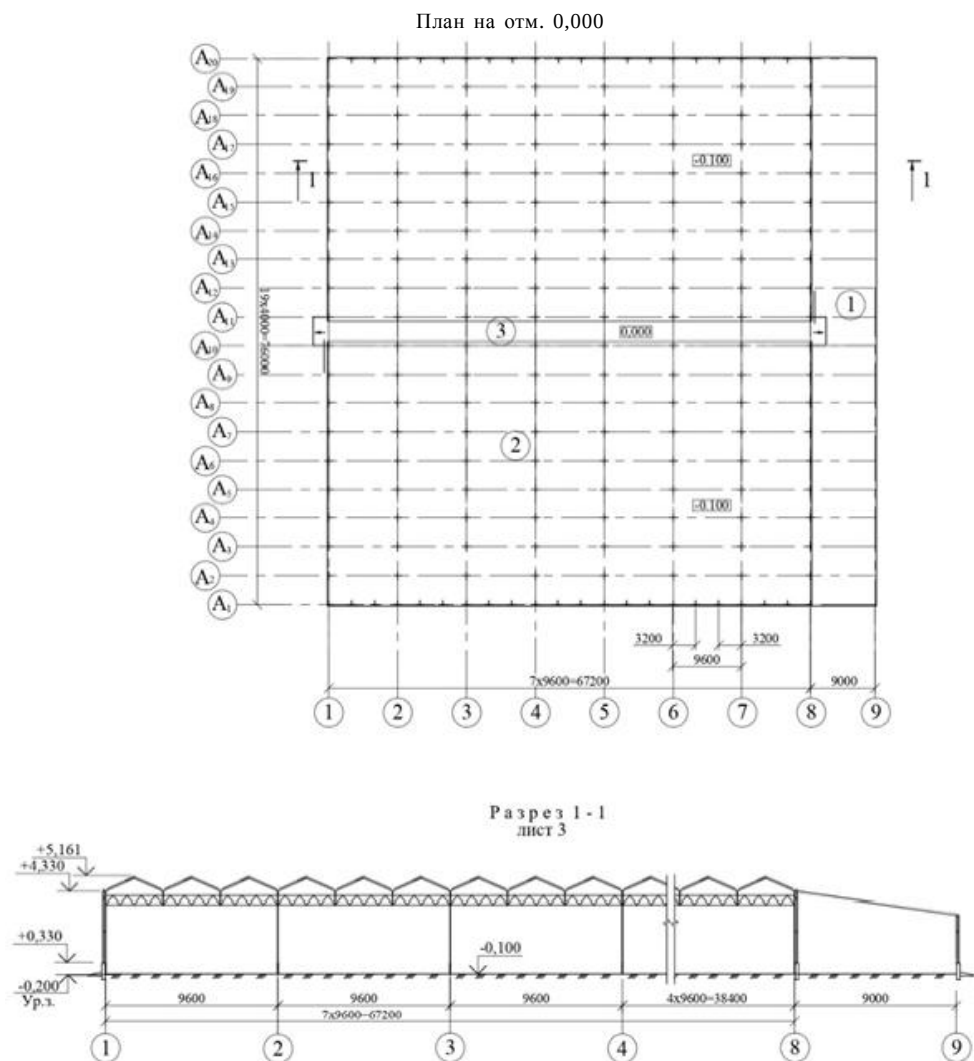


Рисунок – Теплица для выращивания розы КПУП «Могилевзеленстрой» площадью 0,5 га: 1 – административно-бытовой корпус; 2 – теплица; 3 – технологическая дорожка

Таблица 2 – Результаты микробиологических испытаний сточных вод, КУО/дм³

Показатели	Результат измерений	Предельно допустимая концентрация	Методы испытаний
Число бактерий группы кишечных палочек (колиформных микроорганизмов, индекс БГКЛ)	950	1 000	МВ 10.2.1-113-2005
Определение индекса лактозоположительных кишечных палочек	8 870	10 000	МУ № 2285-81

Таблица 3 – Результаты химического анализа дренажных вод

Показатели	Дренажный колодец в теплице	Камера канализационной системы
pH	6,56	6,03
Ес, мс/см²	1,95	2,17
Катионы, мг/л:		
N-NH ₄	0,00	0,00
K	187,2	191,1
Na	57,5	59,8
Ca	160,0	192,0
Mg	50,4	55,2
Анионы, мг/л:		
N-NO ₃	173,6	207,2
Cl	7,1	7,1
SO ₄	73,6	80,0
HCO ₃	73,2	30,5
P	34,1	37,2
Fe	1,92	2,2
Mn	0,05	0,23
Zn	0,31	0,53
B	0,14	0,36
Cu	0,26	0,3

Технология повторного использования дренажных стоков

Особенность хозяйственной деятельности КПУП «Могилевзеленстрой» состоит в эксплуатации питомника декоративных растений площадью до 5 000 м² и выращивании однолетних растений на клумбах, ампельных цветов в кашпо, газонной травы и др. Общая площадь насаждений составляет 5 га. Эффективное выращивание различных культур открытого грунта предполагает их соответствующую подкормку элементами питания. Прогнозные показатели в минеральных элементах приведены в таблице 4.

Анализ химического состава дренажных стоков показал высокое содержание NPK (табл. 5).

Поливочные сточные воды тепличных хозяйств имеют в своем составе необходимые для растений элементы питания, остаточное количество NPK, Mg, Ca находятся в легкодоступной усвояемой форме.

Предотвращение засоления (накопления элементов минерального питания в почвенном горизонте) определяется оптимальным объемом сточных

Таблица 4 – Потребность в минеральных элементах питания

Показатели	Элементы питания		
	N	P	K
Площадь участков орошения, га	5,0	5,0	5,0
Вынос с 1 ц зеленой массы, кг	0,57	0,13	0,5
Урожайность (условная), ц/га	400	400	400
Всего зеленой массы с участка, ц	2 000	2 000	2 000
Питательные элементы, кг	1 140	260	1 000

Таблица 5 – Баланс поступления и выноса NPK со сточными водами

Показатели	Минеральные элементы		
	N-NO ₃	P	K
Поступает с поливом – всего, кг NPK	598,9	117,9	648
Поступает с поливом на кг/га NPK	119,8	23,6	129,6
Поступает кг/м ² NPK	0,012	0,0023	0,013
Поступает водорастворимых солей в пахотный горизонт, кг/м ²	0,0273		
Превышение потребления над поступлением	–541,1	–142,1	–352

дренажных вод для проведения ирригационных поливов и контролем Ес почвы. Для исключения указанных явлений (засоления) на участках предусматривается система агрохимического контроля и мониторинга, а именно:

- а) контроль содержания водорастворимых солей Ес и рН в почвенном горизонте;
- б) обеспечение оптимальных норм полива;
- в) периодический контроль содержания элементов в сточных дренажных водах.

На участках орошения проводятся агрохимические анализы рН и Ес по содержанию подвижных форм калия и фосфора, а также содержания аммонийного и аммиачного азота, тяжелых металлов и токсикантов в поливочном растворе.

Выполненные исследования позволили получить результаты по количеству и взаимосвязи активных элементов в составе сточных вод и, соответственно, усваиваемых растениями (табл. 6).

Таким образом, количество внесенных элементов удобрений соответствует необходимому уровню обеспечения, усваивается выращиваемыми культурами, что исключает накопление данных элементов в почве и последующие негативные последствия в виде засоления и накопления азота. При этом отмечается недостаток фосфора, азота и калия (порядка 40 %) для обеспечения запланированного урожая. Названные показатели регулируются (выравниваются) в процессе выращивания растений внесением дробных норм растворенных комплексных удобрений, корневым и внекорневым (опрыскиванием) внесением (подкормкой).

В процессе применения сточных дренажных вод для ирригации открытых грунтов также важно следить за концентрацией тяжелых металлов (табл. 7).

Таблица 6 – Результаты внесения элементов удобрений при использовании дренажных стоков

Объем сточных вод в сутки, м ³	Количество активных элементов в составе сточных вод (усваиваемых культурой) за вегетацию, кг		
	N-NO ₃	P	K
9,0	197,65 (598,6)	38,82 (117,9)	213,13 (648)

Таблица 7 – Расчет содержания тяжелых металлов в сточных водах

Площадь орошения, га / объем орошения, м ³	Количество активных элементов в составе сточных вод, $\frac{\text{мг}}{\text{г/га}} : \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$: медь цинк	ПДК в грунте, мг/кг, медь цинк	Фоновый показатель, медь цинк	Усваивается культурой, г, медь цинк	Вносится на 1 га, мг/л, медь цинк	Допустимая доза ПДК на 1 га, мг/л, медь цинк
$\frac{5}{3450}$	$\frac{0,26}{179,4} : \frac{0,31}{1069}$	$\frac{55}{300}$	$\frac{3}{95}$	$\frac{648}{1680}$	$\frac{0,059}{0,00035}$	$\frac{51,94}{100}$

Количество внесенных элементов меди имеет минимальное значение и не превышает норм ПДК. Как правило, при таких показателях они не принимаются в расчет. Вносимые элементы цинка полностью усваиваются и выносятся растениями. Тем самым исключается его накопление и негативное влияние в почве. Небольшой дефицит внесенного элемента компенсируется наличием элементов в почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология малообъемной гидропоники современных теплиц предполагает наличие отходящих сточных вод – дренажных стоков с богатым содержанием питательных веществ. Повторное использование таких стоков для полива и орошения культур открытого грунта является рациональным. Повторное использование дренажных стоков малообъемной гидропоники в открытом грунте (участки озеленения, парково-садовое хозяйство, участки овощей открытого грунта, питомники, участки многолетних трав, сенокосы) позволяет восполнить необходимую потребность (недостаток) макро- и микроэлементов питания растений в период вегетации, а в некоторых случаях полностью исключить применение минеральных удобрений в основную заправку почвы, сокращает затраты на приобретение и внесение минеральных удобрений.

Список использованных источников

1. Брызгалов, В. А. Овощеводство защищенного грунта / В. А. Брызгалов, В. Е. Советкина, Н. И. Савинова ; под ред. В. А. Брызгалова. – Л. : Колос, 1983. – 352 с.
2. Вендило, Г. Г. Удобрение овощных культур / Г. Г. Вендило, Т. А. Миканев, В. Н. Петриченко. – М. : Агропромиздат, 1986. – 216 с.
3. Води стічні в тваринництві та птицеводстві. Компости на їх основі. СОУ 41.00-37-688: 2007 : стандарт Мінагрополітики України. – Київ : МінаПК, 2007. – 20 с.
4. Индустриализация строительства тепличных комбинатов и овощефруктохранилищ / П. Ф. Иваненко [и др.]. – К. : Урожай, 1989. – 120 с.
5. О классификации теплиц / В. Г. Притула [и др.] // Теплицы России. – 2018. – № 1. – С. 12–16.

6. Пособие к ВНТЛ 01-98 «Оросительные системы с использованием сточных вод и животноводческих стоков» / НИИССВ «Прогресс» М-ва сельского хоз-ва и прод. Рос. Федерации. – М. : Прогресс, 1998. – 41 с.
7. Справочник агрохимика / под ред. Т. Н. Кулаковской, И. Н. Будкевича. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Ураджай, 1985. – 157 с.
8. Теплицы и тепличные хозяйства : справочник / Г. Г. Шишко [и др.] ; под ред. Г. Г. Шишко. – К. : Урожай, 1993. – 424 с.
9. Чебанов, Л. С. Универсальное применение машин в строительстве / Л. С. Чебанов, А. В. Фроло. – К. : Будівельник, 1994. – 228 с.
10. Чебанов, Л. С. Эффективность применения погрузчиков в строительстве / Л. С. Чебанов. – К. : Будівельник, 1987. – 80 с.

Поступила в редакцию 16 декабря 2020 г.

**A. I. Chaykovskiy, T. L. Chebanov, V. N. Doronin, G. K. Ezerskaya,
L. S. Chebanov**

FEATURES OF REUSE TECHNOLOGIES OF GREENHOUSE DRAINAGE DRAINS FOR IRRIGATION OF OPEN GROUND

SUMMARY

Technological and agronomic features of using drainage drains of greenhouses and greenhouse farms using low-volume crop growing technology are shown. The analysis results of drainage effluents during rose cultivation in the greenhouse of CPUE «Mogilevzelenstroy» are given. Conclusions and recommendations on introduction of nutrient solutions for watering plants in open ground are given.

Key words: protected ground, greenhouses, drainage effluents, agronomic indicators of effluents, food elements, maximum permissible concentrations, use technology.