

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСАДКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

**Лицкевич А.Н., Гулькович М.В.**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест,  
Республика Беларусь, dpp@tut.by

*Analysis of composition of sludge industrial wastewater was done in order to develop methods of their application as a soil-additives.*

### **Введение**

Переработка сельскохозяйственной продукции не только для Беларуси, но и для любой страны в современных условиях приобретает стратегическое значение, так как этим ее определяется продовольственная безопасность. Нарращивание производства сельхозпродукции, ее переработка и выпуск продовольственных товаров значительно увеличат потребление водных ресурсов, и соответственно возрастут объемы сточных вод на предприятиях пищевой промышленности.

Производственные сточные воды характеризуются наличием загрязнений минерального, органического и бактериального происхождения. К минеральным загрязнениям относятся: песок, глинистые частицы, частицы руды, шлака, растворенные в воде соли, кислоты, щелочи и другие вещества.

Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения. Основные химические элементы, входящие в состав этих загрязнений, – углерод и азот. К бактериальным загрязнениям относятся живые микроорганизмы – дрожжевые и плесневые грибки и различные бактерии.

Поскольку количество осадков сточных вод (ОСВ) постоянно растет, вместе с этим обостряются проблемы, связанные с их рациональной, экономически эффективной и экологически безопасной утилизацией. Одним из способов утилизации ОСВ является его использование в качестве органоминерального удобрения, при этом одновременно решается ряд задач: исключается необходимость хранения (захоронения), повышаются плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур, не загрязняется окружающая природная среда.

Нормативно-правовая база постоянно совершенствуется на основании результатов комплексных научных, экологических и химических исследований для соблюдения экологических условий использования осадков в качестве вторичных сырьевых ресурсов.

Такие исследования имеют большое научное и практическое значение при выборе способов использования осадков в качестве недорогого источника органических и минеральных компонентов, для использования в земледелии и зеленом строительстве.

Основной целью данной работы является разработка способов использования осадков производственных сточных вод в качестве почвоулучшающих добавок.

## **Материалы и методы**

Объектом исследования является осадок производственных сточных вод СП «Санта Бремор» ООО.

Анализ образцов отходов выполнялся по стандартным методикам выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь.

Качественный состав исследуемых проб анализировался по следующим основным показателям: относительная влажность, органическое вещество, общий азот, подвижный фосфор, калий и содержание тяжелых металлов.

## **Результаты и обсуждения**

Осадки образуются при обработке практически любых сточных вод. Обработка осадков является одной из наиболее технологически сложных и самой дорогостоящей частью очистных комплексов.

Осадки сточных вод, скапливающиеся на очистных сооружениях, представляют собой водные суспензии с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы от 0,5 до 10%. Поэтому прежде чем направить осадки сточных вод на ликвидацию или утилизацию, их подвергают предварительной обработке для получения шлама, свойства которого обеспечивают возможность его утилизации или ликвидации с наименьшими затратами энергии и загрязнениями окружающей среды.

Технологический цикл обработки осадков сточных вод, представленный на схеме, включает в себя все виды обработки, ликвидации и утилизации (рисунки 1).

Стабилизация, как неотъемлемый этап подготовки осадков, используется для разрушения биологически разлагаемой части органического вещества, что предотвращает загнивание осадков при длительном хранении на открытом воздухе (сушка на иловых площадках, использование в качестве сельскохозяйственных удобрений). Стабилизация может осуществляться как в анаэробных условиях путем сбраживания осадков в метантенках, так и в аэробных условиях путем аэрирования осадков в стабилизаторах.

Анаэробное сбраживание органических осадков производственных сточных вод производится для шламов, сырых осадков, избыточного активного ила или их смеси. Сброженный осадок направляется на иловые площадки или подвергается механическому обезвоживанию. В процессе метанового анаэробного сбраживания одним из основных продуктов распада органических веществ осадка является метан.

Технико-экономическое сравнение анаэробного сбраживания и аэробной стабилизации осадков показывает, что аэробная стабилизация экономически предпочтительна для станции пропускной способностью до 50 тыс. м<sup>3</sup>/сутки сточных вод. При пропускной способности 50 – 100 тыс. м<sup>3</sup>/сутки оба метода равноценны, а при более 100 тыс. м<sup>3</sup>/сутки – экономически целесообразно анаэробное сбраживание осадков.

СНиП П-32-74 рекомендует применять аэробную стабилизацию избыточного активного ила либо смеси его с сырым осадком из первичных отстойников. Продолжительность обработки в стабилизаторе неуплотненного избыточного активного ила 7–10 суток; распад беззольного вещества 20–30%; удель-

ный расход воздуха  $1 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \text{ ч})$ . Для смеси сырого осадка и ила продолжительность пребывания в стабилизаторе 10–12 суток; распад беззольного вещества 30–40%; удельный расход воздуха  $1,2–1,5 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \text{ ч})$ .



**Рисунок 1** – Технологический цикл обработки осадков сточных вод

Следующим этапом подготовки осадка является стадия биохимического или биотермического обеззараживания (компостирования), включающего ряд биохимических процессов, при которых органическая часть осадков преобразуется в стабильный гумусоподобный продукт. Процессу компостирования предшествует сбраживание осадков сточных вод в двух режимах – анаэробном и аэробном – в двух специальных камерах – азротенках или метантенках. Такая предварительная обработка позволяет гомогенизировать продукт, сохранить все питательные вещества, полезную живую микрофлору. При компостировании активированная микрофлора, особенно грибы и актиномицеты, выступают активными антагонистами патогенной микрофлоры, а при внесении компоста в почву повышают ее биогенность.

Обезвоженный осадок производственных сточных вод СП «Санта Бремор» ООО, согласно классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, относится к категории «прочие отходы производства пищевых продуктов, не вошедшие в группу I А».

Для оценки возможности использования осадков сточных вод СП «Санта Бремор» ООО в качестве органического удобрения проводится микробиологическая характеристика условно-патогенных микроорганизмов сем. *Enterobacteriaceae* (таблица 1).

**Таблица 1** – Видовая структура сем. *Enterobacteriaceae* в осадках сточных вод СП «Санта Бремор» ООО

Серия исследований	Влажность, %	Виды сем. <i>Enterobacteriaceae</i>	Количество, КОЕ/г
Обезвоженный осадок	68,3	<i>E. coli</i>	$1 \times 10^5$
		<i>Kl. pneumoniae s. pneumoniae</i>	$1 \times 10^4$
		<i>Citr. freundii</i>	$1 \times 10^2$
		<i>Ent. cloacae</i>	$1 \times 10^2$

Установлено постоянство видового состава сем. *Enterobacteriaceae* в образцах ОСВ СП «Санта Бремор» ООО, что может свидетельствовать о неизменности технологических процессов производства.

Данные об основном составе осадков сточных вод СП «Санта Бремор» ООО представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Основной состав обезвоженного флотошлама очистных сооружений СП «Санта Бремор» ООО

№ п/п	Показатель	Содержание
1	рН	6,8
2	Влажность, %	67,5
3	Сухое вещество, %	32,5
4	Органическое вещество, %	63,3
5	Сырой протеин, %	12,2
6	Сырой жир, %	38,8
7	Сырая клетчатка, %	2,1

Исходя из показателей основного состава, можно сделать заключение о высокой доле органики в осадке, что является ценным компонентом удобрений, поскольку органическое вещество образует из частиц почвы агрегаты, между которыми остаются большие поры, через которые воздух может проникать к корням, а излишки воды – испаряться. При недостатке органических веществ почвенные агрегаты теряют свою прочность и распадаются. Почва становится более плотной, доступ воздуха прекращается, и в результате рост корней происходит аномально. Песчаные и пылеватые почвы в наибольшей степени подвергнуты таким структурным изменениям. Внесение органических удобрений в такие почвы улучшает их качество, в результате чего полученный урожай будет выше, чем при внесении оптимального количества обычных удобрений, но без добавления органики.

Высокое содержание сухого вещества позволяет транспортировать осадок с помощью неспециализированного транспорта, что значительно снижает транспортные расходы на его перемещение.

Содержание химических веществ в составе осадков сточных вод СП «Санта Бремор» ООО представлено в таблице 3.

**Таблица 3 – Содержание химических веществ в составе осадков сточных вод СП «Санта Бремор» ООО**

№	Показатель	Содержание	
		апрель	июль
1	рН	6,8	6,8
2	ХПК, мг/кг	-	3390
3	БПК <sub>5</sub> , мг/кг	-	290
4	Нитраты, мг/кг	-	4,55
5	Фосфаты, мг/кг	8966	6890
6	Хлориды, мг/кг	-	5740
7	Калий, мг/кг	-	88,4
8	<b>Общий азот, %</b>	<b>4,32</b>	<b>3,78</b>

Исходя из данных таблицы 3, можно сделать вывод о высоком содержании соединений азота, фосфора и калия, которые являются активными веществами в составе различных удобрений. Высокое содержание хлоридов негативно сказывается на качестве осадка сточных вод СП «Санта Бремор» ООО. Наличие его объясняется технологическим процессом в переработке рыбы и получении пресервов.

Для оценки показателя биологической диссимиляции выполнены определения показателей ХПК и БПК<sub>5</sub> в водных экстрактах из осадков сточных вод СП «Санта Бремор» ООО.

Величина биологической диссимиляции нормируется Инструкцией № 2.1.7.11-12-42-2004 и характеризует степень опасности компонента. Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода по каждому компоненту устанавливаются степени их опасности (таблица 4).

**Таблица 4 – Степени опасности компонента отхода**

Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для окружающей природной среды			
	1	2	3	4
БД = БПК <sub>5</sub> / ХПК	< 0,1	0,01 - 1,0	1,0 - 10	> 10

Проанализировав полученные результаты таблицы 5, можно сделать вывод о низкой степени опасности осадка для окружающей среды, в связи с низким показателем биологической диссимиляции < 0,1.

Лимитирующим фактором широкого использования осадков сточных вод в качестве удобрения выступает наличие в их составе тяжелых металлов.

В таблице 5 приведены результаты исследований на содержание тяжелых металлов в составе осадка производственных сточных вод локальных очистных сооружений СП «Санта Бремор» ООО.

**Таблица 5 – Содержание тяжелых металлов в составе осадка производственных сточных вод локальных очистных сооружений СП «Санта Бремор» ООО**

Элемент	Концентрация элемента на абсолютно сухую массу, мг/кг	
	ПДК в почве	Содержание в осадке
Свинец, Pb	5,0	16,87
Кадмий, Cd	–	0,64
Медь, Cu	3,0	3,99
Марганец, Mn	100,0	77,51
Цинк, Zn	23,0	34,18
Железо, Fe	–	91,4
Никель, Ni	4,0	4,63
Кобальт, Co	5,0	4,87
Хром, Cr	6,0	6,87

Как видно из таблицы 5, содержание тяжелых металлов в некоторых случаях превышает нормы ПДК для почв (ГН 2.1.7.12-1-2004), но превышение данных величин незначительно.

Применение таких осадков без дополнительной обработки может привести к дополнительному загрязнению почв, что является причиной ограничения в использовании осадка производственных сточных вод локальных очистных сооружений СП «Санта Бремор» ООО для прямого внесения при выращивании сельскохозяйственных культур.

Содержание подвижных форм кадмия и железа в почве не нормируется, что не позволяет корректно оценить степень их содержания. Норматив ОДК никеля колеблется от 20-80 в зависимости от кислотности почвы.

### **Список литературы**

1. Гавриленков, А.М. Экологическая безопасность пищевых производств / А.М. Гавриленков, С.С. Зарцина, С.Б. Зуева. – СПб.: Гиорд, 2006. – 272 с.
2. Туренков, Н.И. Технология применения осадка городских сточных вод и компостов из твердых бытовых отходов в качестве органических удобрений В БССР (рекомендации) / Туренков Н.И., Жигарев П.Ф., Зуева Л.И. [и др.]. – Минск:, 1988. – 28 с.
3. Яромский, В.Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий / В.Н. Яромский. – Минск: Издательский центр БГУ, 2009. – 171 с.
4. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. – Минск, 2004. – 26 с.
5. Агрехимический справочник по применению удобрений: уч. пособие для слушателей ФПК, студентов агрономических и агроэкологических факультетов / Сост. В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Н.Н. Ивахненко, Г.В. Василюк, И.Р. Вильдфлуш, Т.П. Шапшеева. – Горки, 2002. – 51 с.