

"Ребус". Версия 1.1. Руководство пользователя. - М.: ВНИИЭС, 1987. - 275 с.

11. Колобаев А.Н., Радионов Н.А. Инструкции по кодированию информации при ведении Государственного водного кадастра. - М.: ВНИИГим. 1980. - 136 с.

УДК 628.3

В.Н.Яромский, Т.М.Хмельницкая,
Г.А.Волкова (БрПИ)

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА

Проблема утилизации осадков производственных сточных вод приобретает особое значение, так как решает не только природоохранную, но и экономическую задачи, содействуя восполнению сырьевых и материальных ресурсов стран.

В настоящее время молочная промышленность является одной из наиболее крупных отраслей пищевой промышленности. В ней насчитывается более 4 тыс. предприятий, выпускающих около 250 видов различной продукции. Всего в стране производство основных молочных продуктов составляет примерно 35 млн. т в год. При выпуске 1 т продукции образуется 5 м³ сточных вод. Таким образом, ежегодно образуется 175 млн. м³ производственных сточных вод, в которых содержится много ценных веществ (азот, фосфор, калий, микроэлементы, жиры и т.д.). При этом с 1 м³ сточной жидкости сбрасывается 2-4 кг органических загрязнений естественного происхождения, представляющих биологическую ценность.

Нами разработана технология биохимической очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, позволяющая не только очищать сточные воды до норм сброса в канализацию или водоемы, но и извлекать и утилизировать содержащиеся в них ценные компоненты, такие, как азот, фосфор, калий, белок, протеин и т.д. Биотехнологический метод реализуется с применением биореакторов с погруженными в жидкость вращающимися носителями иммобилизованной микрофлоры (погруж-

ные дисковые биофильтры). При этом стадия очистки сточных вод, решаемая биотехнологическим методом, рассматривается нами как стадия выделения ценных органических и минеральных веществ, а сами сточные воды — как субстрат для культивирования микроорганизмов с целью накопления биомассы (осадка). Образующаяся в процессе очистки биомасса одноклеточных микроорганизмов содержит ферменты, микро- и макроэлементы и может служить сырьем для получения кормовой добавки. С целью разработки технологической схемы ее обработки на стадии опытно-промышленных испытаний на Березовском сыродельном комбинате и Пинском гормолзаводе выполнен комплекс исследований по изучению состава и свойств получаемой биомассы, таких, как гидравлическая крупность, влажность и плотность, зольность, содержание беззольного вещества, изменение плотности и объема при уплотнении, термической сушке.

Исследованию и анализу подвергалась биологическая пленка, задерживаемая вторичными отстойниками и представляющая визуально волокнистую студнеобразную массу светло-коричневого цвета. Микробиологический анализ показал, что в состав био пленки входят нитчатые, "0"-образные и кольцевидные бактерии, нитевидные плесени. В результате санитарно-бактериологического анализа установлено, что общее количество микроорганизмов в сыром осадке — 5×10^3 (в см^3), обнаружены микроорганизмы рода *Pseudomonas*, *Nafnia*, грибы *Actinomyces-4 \times 10^2 (в см^3), *dactobacterium* 1×10^2 (в см^3).*

Биомасса представляет собой дисперсную среду, в которой форма связи воды с твердыми частицами в основном свободная, частично коллоидно связанная и химически связанная.

Общая влажность сырой биомассы из вторичного отстойника — 98–98,6 %, плотность — 0,96 г/ см^3 , зольность — 22–26 %, содержание беззольного вещества — 74–78 %, средняя гидравлическая крупность частиц биомассы — 0,15 мм/с. Общий и химический состав биомассы, образующейся при биохимической очистке сточных вод Березовского сыродельного комбината и Пинского гормолзавода и высушенной при 105°C, представлен в табл. I и 2.

Некоторые отличия показателей для биомассы Березовского сыродельного комбината и Пинского гормолзавода можно объяснить различным составом используемой водопроводной воды и различием технологических процессов.

По заключению Брестской государственной сельскохозяйственной станции, биомасса в высушенном виде имеет питательность по кормо-

Таблица 1

Общий состав биомассы, в %

Вид осадка	Сухое вещество	Органическое вещество	Азот общий	"Сырой" протеин	"Сырой" жир	"Сырая" клетчатка	"Сырая" зола	Общая влажность
Биомасса Березовского сыродельного комбината	87,5	78,2	7,65	47,81	4,85	9,29	9,32	12,5
Биомасса Пинского гормолзавода	98,2	74,6	4,88	30,50	32,4	11,32	24,0	1,85

Таблица 2

Химический состав биомассы

Вид осадка	Содержание элементов, мг/кг			Содержание элементов, г/кг					pH
	Сu	Zn	Fe	Ca	P	K	Mg	Na	
Биомасса Березовского сыродельного комбината	17,3	100	1345	2,7	16,2	28,3	2,2	1,5	6,3
Биомасса Пинского гормолзавода	19,7	100	2000	24,7	13,3	12,0	1,2	1,3	5,7

вым единицам - 1,19 и 1,48 для сточных вод сыркомбината и гормолзавода соответственно, что в первом случае превышает питательность цельного молока в 4, а во втором - в 5 раз. По содержанию "сырого" протеина биомасса приближается к сухому обезжиренному молоку, содержание микроэлементов гораздо выше, чем в натуральных кормах.

Для обезвоживания биомассы, осевшей во вторичном отстойнике, и получения из нее товарного продукта потребуется комплекс технологических операций, включающий уплотнение, обезвоживание и термическую сушку.

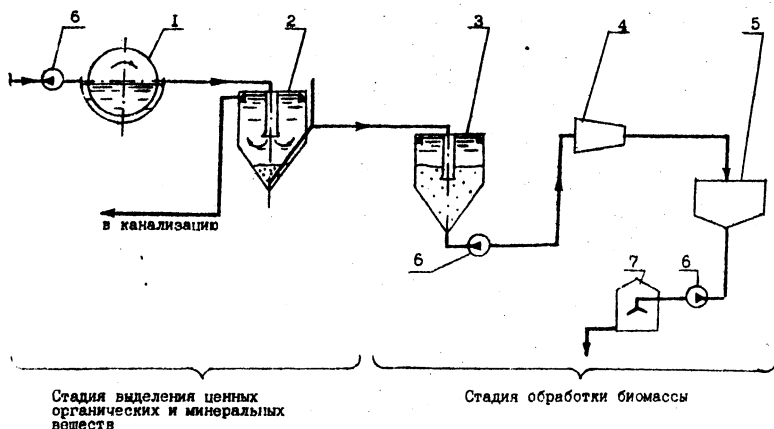
Для выбора аппаратов и сооружений, реализующих указанные технологические приемы, определялись удельное сопротивление фильтрации и индекс центрифугирования исследуемого осадка по известным методикам.

На стадии опытно-промышленных испытаний исследованы процесс гравитационного уплотнения осадка, обезвоживания на центрифуге, сушка в кипящем слое. При этом после каждой стадии обработки биомассы определялись ее влажность, плотность, убыль в объеме. Установлено, что в процессе гравитационного уплотнения в течение 1,5-2,0 ч возможно снизить влажность осадка до 95 %. Удельное сопротив-

ление фильтрации исследуемого осадка составляет $(4500+5400) \times 10^{-10}$ см/г, что на порядок выше, чем у бытовых сточных вод, и что делает нецелесообразным его безреагентное обезвоживание на вакуум-фильтрах. При исследовании процесса обезвоживания осадка центрифугированием использовалась лабораторная центрифуга, для которой при принятом факторе разделения $1,1 \times 10^3$ (как для промышленной центрифуги типа ОГШ-100) рассчитывались требуемое число оборотов и в процессе работы - индекс центрифугирования. Для исследуемого осадка он составляет в среднем $10-15$ см³/г, влажность осадка после центрифугирования снижается до 75 %, при этом значительно убывает объем осадка. При сушке осадка в кипящем слое при 80-90 °С влажность его снижается до 10-20 %.

Выполненные исследования и испытания отдельных технологических приемов по обезвоживанию биомассы, получаемой при очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, позволили рекомендовать технологическую схему ее обработки, представленную на рисунке.

Согласно разработанной технологии очистки сточных вод и утилизации отходов сточные воды насосом подаются на ДБФ (I), где осуществляется очистка воды, выделение и концентрирование содержащихся



Технологическая схема обработки сточных вод и утилизации ценных компонентов.

I - дисковые биофильтры; 2 - вертикальный отстойник; 3 - уплотнитель; 4 - центрифуга; 5 - промежуточная емкость; 6 - насос; 7 - сушилка

в ней ценных органических и минеральных веществ биотехнологическим методом путем использования сточных вод в качестве субстрата для культивирования микроорганизмов и накопления биомассы (осадка). Затем, отторгнутая от дисков, биомасса отделяется в вертикальном стстойнике (2), уплотняется гравитационно в уплотнителе (3) и насосом (6) подается на обезвоживание в центрифугу (4), где влажность снижается до 75 %. Обезвоженная биомасса через промежуточную емкость (5) насосом (6) подается в сушилку (7), где осуществляется ее сушка в кипящем слое при температуре 80-90 °С до влажности 10-15 %.

Проведенные нами испытания показали, что осадка образуется 4-6 % от суточного расхода сточных вод, что для Березовского сыродельного комбината (при расходе сточных вод 6000 м³/сут) составляет 2,7-4,08 м³/сут высушенной до 12-15 % биомассы.

Для Березовского сыродельного комбината выполнен экспериментальный проект локальных очистных сооружений, в основе которого лежит разработанная технология.

С целью рационального использования биомассы в качестве кормовой добавки в настоящее время проводятся исследования по изучению поедаемости ее молодняком крупного рогатого скота и свиньями, а также оптимальных норм ее скармливания.

Литература

1. Яромский В.Н., Хмельницкая Т.М., Волкова Г.А. Охрана окружающей среды на предприятиях по переработке молока: Тез.докл. Всесоюзн. науч.-практ.конф. - Таллинн, 1991.
2. Яромский В.Н. и др. Технологическая система локальной очистки сточных вод молочного завода: Тез.докл. юбилейной науч.-техн. конф. - Брест, 1991.