

УДК 504.06:637.1

Резник Екатерина Витальевна, студент
Волгоградский государственный аграрный университет

Научный руководитель:
Степанова Наталия Егоровна
Волгоградский государственный аграрный университет

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Молочное производство характеризуется высокой ресурсоемкостью и значительным потреблением водных ресурсов. Технологический цикл неизбежно приводит к образованию специфических производственных отходов и выбросов в окружающую среду, негативно влияя на гидросферу и атмосферу. В статье проанализирована структура экологической нагрузки предприятий различного масштаба и рассмотрены проблемы деградации очистных систем под воздействием сывортки и формирования микробиологических биопленок.

Ключевые слова: Экология, молочная промышленность, экологическая безопасность, сточные воды, молочная сыворотка, биопленка.

Введение

Промышленные предприятия оказывают негативное воздействие на экологию, загрязняя как природную среду в целом, так и её отдельные компоненты. Предприятия перерабатывающей, в частности пищевой промышленности, загрязняют в основном гидросферу и атмосферу.

Из предприятий, перерабатывающих пищевое, в частности животное сырьё, наиболее проблемными с точки зрения экологической безопасности являются молокозаводы, отходами которых являются пахта и сыворотка. Они обладают кислой средой, губительно влияющей на микроорганизмы, применяющиеся на сооружениях для очистки сточных вод. Резкое окисление органических соединений молочной сыворотки вызывает неприятный запах, от которого страдают жители близлежащих к очистным станциям населенных пунктов. Кроме того, попадая в водоемы, сыворотка наносит ущерб их экосистеме. Например, избыток фосфора провоцирует цветение воды в теплое время года и гниение водорослей при холодах, что приводит к дефициту кислорода и массовой гибели рыбы [6].

Одной из основных проблем молочной промышленности является образование большого объема сточных вод. Это связано с большими объемами сырой воды, используемой в технологическом процессе производства для очистки и мойки оборудования, трубопроводов, емкостей и производственных помещений [2]. Структура отходов молочного производства делится на две категории. Две трети объема формируются в ходе переработки сырого молока (из-за высокого содержания протеинов и липидов), а одна треть относится к коммунально-бытовым отходам. Также в сточных водах предприятий обнаруживаются примеси фосфора, хлоридов и бытовой химии [4].

Материалы и методы

В работе использованы данные отчетов «Союзмолоко», аналитика Streda Consulting и Milknews, а также положения справочника ИТС 45-2024. Объектом исследования послужили показатели экологической нагрузки молочных предприятий РФ различного масштаба: от крупных международных холдингов до локальных производств. В частности, оценивались объемы водопотребления, сброса сточных вод и структура образующихся отходов.



Результаты и обсуждения

Молочная индустрия прошла этап жесткой централизации. Сегодня на долю всего нескольких десятков крупнейших транснациональных и отечественных агропромышленных компаний приходится **более 50–60% от всего товарного объема переработки молока в стране** [7].

Крупнейшие холдинги и комбинаты перерабатывают в среднем **от 500 до 1 500+** тонн сырья в сутки на одну площадку. Средние заводы регионального уровня от 100 до 400 (ГК «РОСМОЛ» – около 420 т/сутки на холдинг, МК «Авида» – 300 т/сутки, ГМЗ «Лискинский» – 250 т/сутки). Мини-заводы (Локальные цеха) **до 10–50** тонн сырья в сутки (Фермерские кооперативы, крафтовые сыроварни, небольшие районные маслозаводы).

Производство молочной продукции характеризуется высоким уровнем водопотребления. Согласно справочникам НДТ, переработка тонны сырья требует от 3 до 5 м³ воды, которая в основном расходуется на санитарную обработку оборудования и технологических линий. В результате предприятия генерируют значительные объемы сточных вод: завод с переработкой сырья 50 т/сутки сбрасывает до 250 м³ жидкости ежедневно, тогда как крупные комбинаты (1000 т/сутки) производят до 5000 м³ высококонцентрированных отходов, что сопоставимо с нагрузкой на канализацию целого жилого квартала [3].

Помимо высоких объемов водоотведения, технологическая специфика молочных предприятий сопряжена с рисками вторичного микробиологического загрязнения оборудования, а поверхностях линий остатки сырья создают благоприятную среду для адгезии микроорганизмов и формирования устойчивых биопленок. Наличие биопленок на производстве сопряжено с серьезными рисками: во-первых, они выступают источником патогенов и микрофлоры порчи, что снижает качество и безопасность готовой продукции; во-вторых, способствуют коррозии оборудования, что ведет к падению производительности и росту затрат на обслуживание [1]. Для пищевой отрасли наиболее опасное явление – развитие биопленок на абиотических поверхностях. Большинство основного и вспомогательного оборудования на предприятиях пищевой отрасли имеет абиотическую поверхность, зачастую шероховатую или пористую, со стыками, швами и прочими труднодоступными участками, то есть имеются хорошие условия для локализации биопленок, образованных микроорганизмами [8]. Удаление таких конгломератов требует интенсификации СІР-моек и применения повышенных концентраций моющих средств, что дополнительно увеличивает химическую нагрузку на стоки.

Техническое оснащение очистных систем на ряде молокозаводов советского периода не соответствует современным экологическим требованиям. Классическая трехступенчатая схема очистки (отстойники и аэротенки) не справляется с повышенной нагрузкой, вызванной сбросом молочной сыворотки. Поскольку переработка сыворотки в сухой продукт экономически затруднительна, а ее использование в сельском хозяйстве ограничено транспортными расходами, она попадает в сточные воды. Высокая концентрация биогенных элементов (такие как азот и фосфор) в сыворотке приводит к деградации активного ила и развитию нитчатых бактерий, что критически снижает эффективность работы очистных сооружений.

Несмотря на значительные объемы промышленных стоков, исчисляемые тысячами кубометров в сутки, крупные предприятия последовательно снижают экологическую нагрузку. Внедрение систем замкнутого водооборота и технологий глубокой переработки сырья позволяет компаниям существенно сократить удельный показатель загрязнения на единицу продукции, обеспечивая полное соответствие строгим международным экологическим стандартам. Важно, чтобы все предприятия, особенно те, которые имеют дело с потенциально опасными отходами, следовали строгим экологическим стандартам и активно внедряли инновационные решения для очистки сточных вод [4]. Крупные заводы обладают бюджетом на внедрение дорогих мембранных технологий и ЛОС. Однако их кумулятивный выброс в атмосферу все равно велик. Малые цеха кажутся менее опасными, но из-за нерентабельности покупки очистных систем они наносят точечный, но крайне агрессивный



вред местным водным объектам, неконтролируемо сливая сыворотку. Реализация принципов безотходной технологии в молочной промышленности возможна на основе комплексного использования всех компонентов молока для производства продуктов питания либо отдельного извлечения компонентов с последующей переработкой нежирного молочного сырья и промежуточных продуктов.

Заключение

Анализ экологических аспектов деятельности предприятий молочной промышленности показал, что масштабы и характер их негативного воздействия на окружающую среду напрямую зависят от объемов переработки сырья и уровня технологического оснащения. Крупные холдинги, концентрирующие до 60% рынка, генерируют масштабные объемы стоков (до 5000 м³/сутки), но способны компенсировать нагрузку за счет внедрения современных мембранных ЛОС и систем водооборота. В то же время малые производства представляют скрытую экологическую угрозу из-за точечных сбросов непереработанной сыворотки, приводящих к деградации активного ила очистных сооружений [4] и эвтрофикации водоемов. Перспективным вектором снижения экологической нагрузки в отрасли является обязательный переход к безотходному цеховому инжинирингу, предотвращающему адгезию биопленок [8] и обеспечивающему глубокую утилизацию всех фракций перерабатываемого молока.

Список литературы:

1. Бурак, Л. Ч. Обзор современных методов мойки и дезинфекции по предотвращению образования биопленки на молочных предприятиях / Л. Ч. Бурак, З. Е. Егорова, Н. В. Саманкова // The Scientific Heritage. – 2025. – № 173.
2. Гурова, О. С. Анализ негативного влияния предприятий молочной промышленности на окружающую среду / О. С. Гурова, М. Р. Кочисова, Э. Р. Кочисова // Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Том 2. – 2020. – С. 89–92.
3. ИТС 45-2024. Производство молока и молочной продукции: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / утвержден Приказом Росстандарта от 20.12.2024 № 3036; введен впервые 2025-09-01. – Москва: Бюро НДТ, 2025.
4. Ковалева, О. В. Экологическая оценка качества производственных стоков молокоперерабатывающих предприятий / О. В. Ковалева // Известия КГТУ. – 2025. – № 78. – С. 26–37.
5. Лебедянцева, Е. А. Переработка молочной сыворотки методом мембранных технологий как фактор снижения экологической нагрузки / Е. А. Лебедянцева, М. Н. Иванцова, И. С. Селезнева. – Текст: электронный // Электронный научный архив УрФУ. – 2019. – С. 113–116.
6. Панченко, С. Л. Обеспечение экологической безопасности перерабатывающих предприятий / С. Л. Панченко // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2019. – № 10. – С. 392–395.
7. Топ-30 переработчиков молока России: ежегодный отраслевой рейтинг / Национальный союз производителей молока («Союзмолоко»), Streda Consulting, ИА Milknews. – Москва, 2026. – URL: <https://milknews.ru> (дата обращения: 23.09.2026). – Текст: электронный.
8. Тутельян, А. В. Образование биологических пленок микроорганизмов на пищевых производствах / А. В. Тутельян, Ю. К. Юшина, О. В. Соколова [и др.] // Вопросы питания. – 2019. – № 3

