



Александр Садовский,
начальник отдела новых
технологий и техники
Научно-практического
центра НАН Беларуси
по продовольствию,
кандидат технических наук



Алексей Мелещеня,
генеральный директор
Научно-практического
центра НАН Беларуси по
продовольствию, кандидат
экономических наук,
доцент

ОЗОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ К ЧИСТОТЕ И КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ

Благодаря высокой эффективности, экологической безопасности и экономической целесообразности озонные технологии занимают все более значимое место. В условиях растущего внимания к вопросам устойчивого развития и минимизации негативного воздействия на окружающую среду их использование в различных отраслях экономики становится стратегическим решением, способствующим повышению качества продукции и снижению затрат на производство.



Озон обладает чрезвычайно высоким окислительным потенциалом, значительно превышающим возможности традиционных дезинфицирующих и окислительных агентов (таких, как хлор), что делает его незаменимым в процессах стерилизации, очистки и обработки сырья. Одно из ключевых преимуществ этого вещества – способность уничтожать широкий спектр микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибковые споры, без образования вредных побочных продуктов, а также возможность его получения непосредственно на месте потребления. Это означает отсутствие необходимости в транспортировке и хранении, что минимизирует затраты на логистику и исключает риск утечек или загрязнения.

Современные озонаторы предоставляют возможности для получения озона высокой чистоты, что стало значительным шагом вперед в области применения данных технологий в различных отраслях. Адаптация концентрации озона в зависимости от конкретных потребностей процесса позволяет оптимизировать его использование и повысить действенность обработки, что особенно важно в таких сферах, как пищевая промышленность, фармацевтика и здравоохранение. Например, озон не только эффективно дезинфицирует поверхности и оборудование, но и продлевает срок хранения продуктов.

Экономическая целесообразность озонных технологий – один из ключевых факторов,

способствующих их популярности. Значительному снижению общих операционных расходов помогают низкие энергозатраты при генерации озона. Это особенно заметно при его включении в системы водоподготовки. В данном контексте озон не только заменяет химические реагенты, но и обеспечивает лучшую очистку за счет своих мощных окислительных свойств. Это приводит к тому, что кислот и других химических веществ, традиционно используемых для обработки воды, понадобится значительно меньше, что в свою очередь снижает в ней уровень токсичных остатков, улучшая ее качество. Кроме того, применение озона синергически влияет на срок службы фильтров и других компонентов систем очистки за счет минимизации отложений и коррозии, что снижает затраты на обслуживание и замену деталей.

Не менее важный аспект – безотходность озона. Разлагаясь, он превращается в кислород, не оставляя после себя токсичных веществ, что делает его совершенно безвредным для окружающей среды. Это особенно актуально для фармацевтики, медицинских учреждений, где чистота и безопасность – приоритетные требования. При дезинфекции операционных залов и медицинского оборудования озон не только эффективно борется с патогенами, но и исключает необходимость использования агрессивных химсредств, которые могут вызвать аллергию и другие негативные реакции у медицинского персонала и пациентов.

Озонные технологии в пищевой промышленности приобретают все большую значимость благодаря сво-

ему потенциалу в различных аспектах обработки и хранения продуктов. В частности, озон используется не только для дезинфекции производственных помещений и оборудования, но и упаковки товаров. Это особенно важно для молочной и мясной отраслей, где соблюдение строгих гигиенических норм необходимо для предотвращения роста патогенных микроорганизмов, что напрямую влияет на безопасность продукции.

Пребывание фруктов и овощей в озонно-воздушной среде способствует сохранению их свежести благодаря ингибции роста плесневых грибов и бактерий, позволяет эффективно устранять остаточные пестициды, что делает продукты более безопасными и экологически чистыми.

В области биотехнологий с помощью озона обеззараживают питательные среды, применяемые для процесса ферментации и производства пробиотиков, при этом снижается риск контаминации и растет эффективность биологических процессоров.

При производстве солода, муки и кондитерских изделий обработка озоном уменьшает содержание грибков и микотоксинов, что помогает повысить качество конечного продукта. Исследования показывают, что благодаря озонированию зерна снижается содержание в нем токсичных соединений при сохранении питательных свойств, ускоряется проращивание зерна, активируются важные биохимические процессы и повышаются характеристики солода, что является важным аспектом для пивоваренной отрасли,

где стабильность сырья – это основа успешного производства. Воздействие озона на крахмалопродукты позволяет улучшить их цветовые характеристики и технологические свойства за счет удаления нежелательных примесей [1].

В Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию уделяется особое внимание использованию озона в пищевой промышленности. В последние годы специалисты отдела новых технологий и техники успешно реализуют проекты по широкому внедрению озонных технологий. Так, например, на Рогозницком крахмальном заводе применена новая методика дезинфекции складских помещений, позволяющая эффективно бороться с плесневыми грибами. Мощные антибактериальные и противогрибковые свойства делают озон одним из самых эффективных средств при обработке помещений для хранения продуктов. Внедрение методологии не только обеспечивает длительное хранение крахмала без риска его порчи, но и повышает общую надежность и безопасность производственного цикла. Дезинфекция складов также сокращает вероятность появления потребительских жалоб и возвратов продукции, что положительно сказывается на репутации завода и повышает доверие со стороны партнеров и клиентов. Опыт, полученный в результате реализации проекта, позволил разработать рекомендации по подбору режимов озонирования и может быть легко адаптирован для пищевой, фармацевтической, косметической отраслей. Применение озо-

новых технологий открывает новые горизонты для совершенствования практик обращения с продуктами и ресурсными процессами, что является неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития.

Исследования, проведенные в ОАО «Белсолод», продемонстрировали возможность оптимизации технологических процессов производства солода благодаря использованию озона [2]. Введение его в технологическую цепочку проращивания зерна существенно сократило временные затраты, необходимые для завершения этого ключевого этапа. Экспериментальные данные указывают на то, что уровень увлажнения зерна благодаря введению озона стал более интенсивным и равномерным, что стимулирует прорастание и активизирует ферментативные процессы, ответственные за расщепление крахмала на моносахариды. Это способствует не только сокращению общего времени проращивания, но и улучшению качественных характеристик солода.

Кроме того, за счет выраженных антимикробных свойств озона снизился риск распространения патогенной микрофлоры в ходе производства, что обуславливает выход более чистого высококачественного продукта с повышенными показателями экстрактивности и содержания сахаров, что делает его привлекательным как для пивоваренной, так и для других отраслей. Новая технология позволила увеличить массовую долю экстракта в сухом веществе солода не менее чем на 0,5%; снизить разницу массовых долей экстракта в сухом веще-

стве солода тонкого и грубого помолов не менее чем на 0,3%; сократить продолжительность его проращивания не менее чем на 6 ч, что только за счет электроэнергии позволит сэкономить более 60 тыс. руб. в год.

Эти результаты открывают новые перспективы для внедрения инновационных технологий, что в свою очередь повышает конкурентоспособность ОАО «Белсолод», укрепляя его позиции на рынке. Интеграция озонной обработки не только минимизирует временные затраты в производственном цикле, но также улучшает качество конечного продукта, что является важным аспектом в условиях нарастающей конкуренции в области пивоварения и выпуска продуктов на основе солода.

В ходе научных экспериментов специалистами Центра проводилась обработка крахмалопродуктов озоном, что значительно сказалось на показателе цветности получаемых сиропов и патоки [3]. У нефильтрованного паточного сиропа он снизился на 54,04% по сравнению с исходным образцом. Данный подход показал, что озон способствует эффективному окислению и дезинфекции, улучшая физико-химические свойства продуктов, а активация каталитических реакций уменьшает содержание нежелательных примесей и ферментов. В итоге это приводит к более чистому и прозрачному виду готовых сиропов и патоки. Это особенно важно для пищевой промышленности, где визуальные характеристики играют критическую роль в восприятии потребителями. Улучшение цветности не только положительно сказывается

на эстетических качествах, но и говорит о более высоком уровне очистки. При этом соотношение между окислительными реакциями и потерей питательных веществ остается на оптимальном уровне, сохраняется вкус и текстура продуктов.

Совершенствование технологии обработки предполагает минимизацию затрат на последующих этапах производства, так как качество и стабильность готового продукта повышаются, практически исключая вероятность возвратов или недовольства со стороны клиентов. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что озон является отличным средством для улучшения цветности и общего качества крахмалопродуктов, что, безусловно, выгодно сказывается на их привлекательности и коммерческой успешности.

Исследования, проведенные на КФХ «Бортники-агро», продемонстрировали, что благодаря обработке озонм значительно улучшаются показатели хранения клубней топинамбура [4], заметно снижается потеря их массы, что критически важно для сохранения урожая. Фермеры не несут потери, связанные с порчей или увяданием сырья и тем самым улучшают финансовые показатели. Кроме того, существенно уменьшается количество некондиционного сырья, что обуславливает высокий процент клубней, пригодных для употребления и переработки, улучшает репутацию предприятия, повышает его конкурентоспособность.

Озонирование продемонстрировало высокую эффективность в борьбе с вредителями, находящимися в складских помещениях. Летальность

рисового долгоносика – одного из самых распространенных вредителей зерна – после обработок значительно возрастает, достигая более 70%. Это свидетельствует о результативности метода, что критически важно для сохранности зерновых и других продуктов.

Проведенные исследования подтверждают перспективность обработок озонм как для улучшения хранения сельскохозяйственных продуктов, так и для защиты от вредителей. Это открывает новые возможности для фермеров и предприятий аграрного сектора Беларуси, стремящихся повысить эффективность производства и улучшить качество конечной продукции. Важно отметить, что такие методы защиты могут быть более экологичными по сравнению с традиционными химическими, что также соответствует современным тенденциям устойчивого агропроизводства и зеленой экономики. Таким образом, озонные технологии действительно представляют собой одну из самых многообещающих инноваций в пищевой индустрии, способствуя преобразованиям в агропромышленном комплексе.

Озоногенерирующие установки могут быть интегрированы в системы хранения и транспортировки, что обеспечивает более высокую степень защиты от плесени и порчи. Внедрение таких технологий позволяет снижать затраты предприятий, связанные с потерями на уровне хранения и утилизации недоброкачественной продукции. Кроме того, это может повлиять на улучшение логистики, поскольку более долгое хранение качественного сырья позво-

ляет распределять его по времени и регионам, оптимизируя производственные потоки.

Дальнейшее развитие озонных технологий в пищевой индустрии не только оправдано экономически, но и необходимо для обеспечения продовольственной безопасности. Важно, чтобы государственные и частные инициативы поддерживали этот процесс, инвестируя в научные исследования и развитие технологий, что сделает озонные решения золотым стандартом в агропромышленной сфере. Их введение в практику требует наличия обученного персонала, который эффективно использует оборудование для генерации озона для достижения оптимальных результатов.

В дальнейшем можно ожидать увеличения числа исследований и инициатив, направленных на массовое внедрение описанных технологий в агропромышленный сектор, что будет способствовать росту экономической эффективности. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурак Л.Ч. Использование озонной технологии в пищевой промышленности / Л.Ч. Бурак. – Минск, 2022.
2. Куликов А.В. Исследование влияния озон-воздушной смеси на сохранность технологичных сортов клубней топинамбура / А.В. Куликов, А.А. Литвинчук, А.С. Данилюк [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2020. №3. С. 84–90.
3. Куликов А.В. Исследование влияния озонирования на цветность паточных сиропов из зерна кукурузы / А.В. Куликов, А.С. Данилюк, А.А. Садовский // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. – Минск, 2024. С. 459–464.
4. Шепшелев А.А. Интенсификация производства солода на основе биостимуляции / А.А. Шепшелев, А.В. Куликов, А.А. Литвинчук, А.С. Данилюк // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2019. №4. С. 53–59.