

СВЕДЕНИЯ ОБ ОЗОНЕ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем обзоре рассматриваются и излагаются только некоторые возможности и области в которых может быть с успехом и хорошим экономическим эффектом применен озон. Технологические аспекты и технологии его применения требуют привязки к условиям конкретного технологического процесса или производства и в данном обзоре не рассматриваются. Некоторые аспекты действия озона и его применения приводятся конспективно. Озон широко применяется в различных отраслях промышленности, в медицине, сельском хозяйстве, при разработке экологически чистых технологий и при решении проблемы защиты от вредных выбросов в атмосферу и окружающую среду.

Это определяется особым местом, которое занимает озон среди традиционно применяемых окислителей, благодаря высокой реакционной способности и быстрому разложению. По своей реакционной способности озон занимает второе место, уступая только фтору, и значительно превосходит другие широко применяемые окислители. Озон быстрее вступает в реакции и в меньших дозах, окисляет при нормальном давлении и температуре, что существенно упрощает технологические и практические ограничения на процессы и производства при его применении. При его использовании не остается побочных продуктов, которые загрязняли бы окисляемое вещество.

На девятом Международном конгрессе по озону, который состоялся в 1989 году, отмечалось, что в мире практически имеет место "озонный бум", связанный с чрезвычайно быстрыми темпами внедрения озонных технологий и увеличением выпуска озонаторного оборудования. На Международном конгрессе по озону, который состоялся в 2003 году в Лас-Вегасе, отмечалось, что в настоящее время не установлено побочных эффектов связанных с последствиями внедрения озонных технологий.

ОЗОН. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Озон является составной частью воздушной среды. Представляет собой простое вещество, состоящее из трех атомов кислорода. Природные концентрации озона в атмосферном воздухе обычно составляют от 0,002 до 0,02 мг/м³ и рассматриваются, как показатели его чистоты и свежести.

Озон как химическое соединение был открыт в конце XVIII в. В 1785 году голландский ученый Мак Ван Марум во время экспериментов с мощной установкой для электризации наблюдал, как при пропускании электрической искры через кислород появляется газообразное вещество со своеобразным запахом, обладающее свойством окислять ртуть. Крюкшенк (1801) обнаружил запах при электролизе воды. В 1832 году профессор Базельского университета Кристиан Фридрих Шонбейн подробно исследовал способы получения озона и опубликовал книгу под названием "Получение озона химическими способами". Он же дал название этому газу "озон" от греческого слова "пахнущий". Дальнейшие исследования свойств озона связаны с именами Андрияса Мариньяка и Де-Ля-Рива, Фрелиса и Беккереля, которые показали возможность преобразования кислорода в озон.

Высокая химическая активность озона обусловлена его окислительными свойствами. В больших концентрациях озон взаимодействует и разрушает клеточную стенку бактерий, грибов, структурные единицы вирусов; окисляет высокомолекулярные вещества, биологически не разрушаемые вещества, токсины, ароматические и гетероциклические соединения; устраняет неприятные запахи и снижает концентрацию канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны.

ОЗОНАТОРЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В 1857 году была изобретена трубка для получения озона и впервые использована фирмой "Сименс" в создании установки для очистки питьевой воды. В последующие десятилетия озонные установки совершенствовались, находили новое применение. В настоящее время в Германии, Франции, Белоруссии, России и др. странах налажено серийное производство генераторов озона, которые применяются в различных отраслях народного хозяйства, промышленности, здравоохранении.

Озонаторное оборудование для синтеза озона (в дальнейшем - озонаторы) различается по:

- конструкции исполнения (секционные, блочные, приборные, лабораторные);
- виду разрядной камеры (трубчатые, пластинчатые, специальные);
- способу охлаждения разрядной камеры (воздушное, водяное, специальное);
- способу перемещения (контейнерные, стационарные, мобильные, переносные);

производительности по озону:

- большой мощности (более 100 кг/час);
- средней мощности (от 5 до 100 кг/час);
- малой мощности (до 5 кг/час).

БАКТЕРИЦИДНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЗОНА

Бактерицидное свойство озона, в частности по уничтожению бактерий и вирусов, вредных для человека и животных, известно уже довольно давно. Так, в работах английского ученого Чаптера упоминается, что в озонной атмосфере различные непатогенные микроорганизмы, включая плесени, споры и другие простейшие одноклеточные подвергаются эффекту разрушения. Благодаря бактерицидным и антимикробным свойствам озона открывается широкий спектр возможностей его применения в пищевой промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях.

Озон обладает бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными и спороцидными свойствами в зависимости от концентрации и экспозиции. Высокая химическая активность озона обусловлена его окислительными свойствами. Озон взаимодействует с мембранной структурой клетки бактерий, грибов, структурной единицей вирусов, что приводит к нарушению ее барьерной функции и их гибели.

При применении озона в пищевой промышленности большое внимание должно быть обращено на характеристики зараженного места, предназначенного для обработки озоном, т.к. озон по-разному влияет на разные продукты. Необходимо учитывать особенности технологического процесса, видовой состав микрофлоры, температуру, влажность и другие параметры, которые могут оказать влияние на действие озона.

При использовании для обработки низких концентраций озона может наступить эффект стимуляции их роста. Подобное поведение характерно и для некоторых видов плесеней, образующихся на фруктах. Первичное действие оптимальной концентрации озона на плесень - это подавление их роста и этот эффект наступает очень скоро, в частности в начальной стадии на поверхности плесени. Впоследствии, эти процессы ведут к разрушению уже сформировавшихся культур. Озон немедленно атакует легко-доступные поверхностные клетки, так как озон в первую очередь оказывает поверхностное действие и незначительно проникает вглубь.

Возрастание влажности окружающей среды благоприятно влияет на бактерицидный эффект. Повышение влажности вокруг скопления микробов делает их более чувствительными к разрушающему действию озона. Эксперименты, проведенные с говядиной, показали, что озон действует наиболее эффективно, если поверхность имеет влажность, составляющую около 60%.

ВОЗМОЖНОСТИ ОЗОНА КАК КОНСЕРВАНТА

Практическое применение озона как стерилизующего средства началось с очистки воздуха складских помещений. Данный способ заключался в насыщении воздуха определенным количеством озона, достаточным чтобы уничтожить основные виды патогенных микроорганизмов. Однако при этом озон расходовался в очень большом количестве причиной этому были: высокая влажность стен хранилищ и упаковочного материала, что соответствовало требованиям, предъявляемым к хранению.

Эти причины повлекли за собой необходимость разработки более совершенного метода распределения озонированного воздуха в помещении хранилища, вследствие чего возникла необходимость создания озонатора, гарантирующего равномерное поддержание вырабатываемой концентрации озона во всей массе воздуха. В противном случае, взаимодействие озона с хранимыми продуктами может и не произойти. Требуемый эффект может быть достигнут посредством сильного движения воздуха (вентиляции), в свою очередь, помещение не должно быть слишком герметичным.

Состояние равновесия можно достичь даже в относительно закрытом месте. Однако после прекращения подачи озона, его разложение продолжается. Озон расходуется на десорбцию окружающей средой, поэтому довольно скоро наступает его истощение.

Способность озона убивать споры позволяет очень эффективно использовать озон для увеличения срока хранения продуктов в рефрижераторах. Этот способ достаточно экономичен, т.к. затраты на оборудование невелики по сравнению с экономической эффективностью подобных рефрижераторов. Применение озона предохраняет от опасности появления неприятного запаха, а также от других нежелательных последствий использования иных антисептиков.

ДЕЙСТВИЕ ОЗОНА НА ЗАПАХИ

Озон сам по себе имеет характерный специфический запах, однако при этом он не заглушает других запахов. Атомарный кислород, образованный распадом озона моментально окисляет различные пахнущие материалы. Характерный гнилостный запах, однако, остается, и устранить его трудно даже с использованием озона. При очень незначительной концентрации озона (примерно

0,01-0,04 ррт), воздух в помещении или хранилище чувствуется приятным и свежим, а неприятные запахи ощущаются гораздо слабее.

Даже если хранимые продукты находятся в изолированных помещениях, благодаря недостаточной воздушной локализации и несовершенной изоляции запахи могут передаваться из одной комнаты в другую или от одних продуктов к другим. Поэтому окисление создаваемых смешанных запахов в таких помещениях имеет большой положительный эффект, позволяя делать атмосферу помещений свежей и приятной.

Установлено, что запах ароматных фруктов (например, клубники), усиливается в присутствии озона. Поэтому вполне возможно, что образование ароматов и запахов фруктов с их характерным вкусом идет более активно под воздействием озона. Озонирование воздуха в овощехранилищах устраняет запахи упаковочных материалов, которыми часто пропитываются хранимые товары (например, в случае хранения продуктов в деревянной упаковке в холодильниках при относительной влажности 85-90%).

В большинстве случаев хранилища, товарные склады и рефрижераторы могут быть дезинфицированы с помощью озона. Процесс озонирования кроме общей дезинфекции позволяет устранить (или, по крайней мере, частично скрыть) неприятные запахи, исходящие от упаковочного материала, в результате, продуктам возвращается их естественный привычный аромат.

ДЕЙСТВИЕ ОЗОНА НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Следствием сильного окислительного свойства озона является также его действие на обмен веществ. Процесс сохранения фруктов под воздействием озона первоначально объяснялся тем, что озон действует только на поверхность фруктов, которая в большинстве случаев содержит трудноокисляющиеся соединения. В период хранения процессы дыхания и созревания фруктов замедлены. При необходимости для большей скорости созревания в продукт может вводиться этилен, дающий эффект быстрого созревания. Внешние признаки этого процесса - почернение кожицы плода, его смягчение и, в конце концов, гниение. Поэтому очень важно, что данный процесс может контролироваться введением озона.

Несмотря на немногочисленные в начале 20-го века научно-исследовательские отчеты и публикации (которые становятся широко известны только сейчас), уже тогда на нескольких крупных установках в Европе успешно применялся озон. Ван Лоер и Трокиет описали (еще в 1928 году) методы использования озона в пивоварнях. И.Р. Тенней в 1972 году снова обратил внимание на возможности использования озона в пивоваренной промышленности. Основной причиной малого распространения данных методик были технические недостатки озонаторов выпуска 1940 года.

ОЗОН, ОВОЩИ И ФРУКТЫ

Использование озона для увеличения срока хранения, особенно при поддержании низкой температуры, было задумано и применялось с 1909 года в специальных холодильных установках. Более детальные обследования и эксперименты были необходимы для изучения способов хранения фруктов в холодильных установках, т.к. при хранении различным видам фруктов необходимы различные концентрации озона.

Хранению фруктов уделяется особое внимание (каждый плод должен лежать отдельно, не соприкасаясь с другими, кроме того, не рекомендуется упаковка фруктов в закрытые контейнеры). Такой способ хранения достаточно эффективен, обеспечивая наименьшее сопротивление нагнетаемому озоно-воздушному потоку.

Озон предотвращает формирование различных плесневых колоний на стенах хранилища, деревянных ящиках и другом упаковочном материале. Эти плесени, даже если и не наносят вреда продукции, все равно придают фруктам неприятный специфический запах. В воздухе хранилищ-холодильников довольно часто содержится так называемая голубая плесневая гниль, которая очень быстро размножается и ее рост не замедляется даже под воздействием достаточно низких температур (около 0 °C).

Ниже кратко рассмотрены отдельные аспекты применения озона применительно к овощам и фруктам:

Бананы: Усиленный процесс обмена веществ в бананах начинается только в тех случаях, когда концентрации вводимого озона достаточно высоки. При поддержании концентрации озона между 25 и 30 ррт, спустя 8 дней на кожице плода появляются черные пятна. При концентрации 30-90 ррт, дыхательные процессы увеличиваются, хотя сам процесс созревания остается неизменным.

Апельсины: При хранении апельсины нечувствительны даже к относительно высокой озоновой концентрации (40 ррт) в хранилище. Их созревание также замедляется из-за окисления этилена и других продуктов обмена веществ.

Ягоды: Клубника, малина и виноград склонны создавать плесневые колонии в период хранения. Эта тенденция может быть легко устранена способом введения озона концентрацией 2-3 ррт без ущерба для качества и вкуса, таким образом срок хранения может быть увеличен вдвое.

Яблоки: В зависимости от сорта, эффект биологического воздействия может быть обнаружен только при хранении с концентрацией озона от 2 до 10 ррт. Эксперименты, проведенные в США показали, что качество большинства видов не ухудшается даже после холодного хранения в течении пяти месяцев при озоновой концентрации 2 ррт. Если концентрация слегка завышена, наблюдается ухудшение вкуса некоторых сортов. Опыты показали, что эти фрукты не портятся в течении 17-ти дней при хранении в озоновой атмосфере при концентрации озона 3 ррт и температуре 5 °С. Уменьшение концентрации не оказывало никакого влияния на норму дыхания фруктов.

Овощи: Влияние озона на овощи сходно с влиянием на фрукты. Наиболее известны опыты успешного озонирования цветной капусты проводимые в Советском Союзе. Применение озонирования значительно ингибирует развитие фитопатогенной микрофлоры. Так, при действии озона обсемененность на поверхности картофеля снижается в 1,5-2 раза, в воздушной среде - в 10-12 раз. Выход стандартной продукции повышается на 5-7% без ухудшения биохимических и дегустационных показателей.

Картофель: В период хранения в клубнях картофеля происходят процессы особым образом действующие на его питательную ценность. Важнейшими из них являются изменения в углеводном комплексном соединении, содержании витаминов и в дыхании клубней. В озонируемых картофельных клубнях содержание крахмала и витамина С увеличивается, тогда как содержание сахара уменьшается. При этом интенсивность дыхания остается практически неизменной. При озонировании цвет, вкус и консистенция клубней остаются неизменными. Отмечено, что озонирование задерживает прорастание картофеля и позволяет удлинить срок его хранения, не снижая посевных качеств.

ОЗОН И ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

В 1909 году после установки озонатора в специальной холодильной установке было замечено уменьшение количества микробов на поверхности хранимого мяса.

Мясо: Положительный эффект при хранении мяса может быть достигнут при ежедневном одно- или двухразовом озонировании в течении 2-х часов при концентрации озона 6 мг/м³. При этом наилучшим образом сохраняется свежее мясо. Так, например, после обработки озоном свежая говядина может храниться в закрытом месте в течении 40-45 дней при температуре 20 °С и относительной влажности 85%.

Гербицидное действие озона сказывается только на поверхности мяса, проникая лишь на малую глубину. Плесени в виде спор могут быть уничтожены только с помощью высокой концентрации озона. Срок хранения говядины в замороженном состоянии может быть увеличен на 30-40% при хранении в озоновой атмосфере с концентрацией озона 10-20 мг/м³. При хранения разного вида мяса в нормальной атмосфере было обнаружено, что основные микробные загрязнения образуются уже после 7 дней хранения, такие же загрязнения при идентичных условиях хранения, но в озоновой атмосфере, были обнаружены только спустя 14 дней.

Рыба: Свежепойманная рыба может быть сохранена длительное время, если омывать ее водой, содержащей озон. Увеличение времени хранения консервируемой рыбы может быть достигнуто при использовании для консервации льда, полученного из озоносодержащей воды.

Рыбные полуфабрикаты (тушки, филе, рубленые изделия), приготовленные из мороженой рыбы после 3-4 месяцев ее хранения при -18 СС, лучше сохраняются, если их однократно обработать озоном в дозе 4,5-5 мг/м³.

Сыр: Эксперименты по использованию озона во время процесса изготовления и хранения сыра были довольно успешными. Споры, появляющиеся на поверхности сыра в период созревания уничтожались, а срок хранения увеличивался до 11 недель. Озоновая концентрация при этом составляла 0.02 ррт при температуре 15 °С и относительной влажности 80-85%. Эксперименты, проводимые на сырах сортов "Чэдэр" показали, что неприятные запахи присутствующие в сырохранилищах под воздействием озона также были устранены.

Яйца: Озон был очень удачно использован для хранения яиц. В конце 30-х годов более 80% хранилищ яиц в США были оборудованы озоногенераторами, что позволяло значительно увеличить сроки их хранения. При 60-минутной экспозиции в озоне до 0,8 мг/м³ даже во влажном воздухе достигается высокая степень дезинфекции скорлупы яиц, а при увеличении концентрации озона до 18-40 мг/м³ достаточна обработка в 2-5 минут.

ДЕЙСТВИЕ ОЗОНА НА НАСЕКОМЫХ

Рассмотрим действие озона на вредителей хранящегося зерна. Вредители хлебных запасов причиняют большой ущерб: уничтожают зерна, загрязняют его и

ухудшают качество, снижают всхожесть.

Проводимые исследования показали, что озон поражает насекомых и клещей.

Биологическая активность озона, оцененная выживанием, парализацией, смертностью и способностью к репродукции вредителей, зависит от вида вредителя, стадии его развития, концентрации озона, продолжительности воздействия, температуры и влажности зерна.

При низких концентрациях озона для уничтожения насекомых требуется большая экспозиция обработки до нескольких часов. После нее отмечается скрытый период поражения, длящийся 1-2 суток, когда обработанные озоном насекомые внешне не отличаются от контрольных. Затем насекомые выглядят парализованными и постепенно в течение последующих 3-5 суток вымирают.

Жуки рисового, суринамского мукоеда полностью вымирают сразу после обработки.

Большая часть жуков амбарного долгоносика и малого мучного хрущака погибают сразу, а остальные находятся в глубокой парализации. Они вымирают лишь к пятому дню после обработки.

Большую устойчивость проявляют жуки зернового точильщика. Сразу после обработки они находятся в парализованном состоянии. Полное вымирание жуков происходит через 10 суток после обработки.

Смертельное действие озона проводилось в преимагинальных стадиях развития (яйцо, личинка, куколка). Наиболее устойчивой к озону оказалась куколка.

Поскольку яйца, личинки и куколки зернового точильщика развиваются скрыто внутри зерен и доступ озона к ним затруднителен, отсюда время экспозиции большое.

Стадии (яйцо, личинка, куколка) малого мучного хрущака проходят свое развитие в межзерновом пространстве, поэтому они доступнее для воздействия озона.

Проводилась оценка воспроизводства потомства родителями, которые выжили после обработки озоном в сублетальных режимах. Жуки, находящиеся в скрытом периоде поражения озоном, потомства не давали.

Результаты показывают, что насекомые более чувствительны к смертельному воздействию озона в сухом зерне по сравнению с его воздействием в зерне с более высокой влажностью.

В отличие от ядохимикатов, которые действуют на оболочку насекомых, озон действует на плазму, разрушая ее. Отсюда возврат к жизни насекомых после озонной обработки исключен.

ДЕЙСТВИЕ ОЗОНА НА ГРЫЗУНОВ

Исследования показывают, что гибель мышей и крыс зависит от концентрации озона и продолжительности воздействия. При воздействии озоном на животных они вначале приходят в возбуждение, но при длительном действии его наступает угнетение. Если в этой фазе прекратить воздействие озоном, то происходит восстановление здоровья. При высоких концентрациях озона у животных наблюдаются значительные поражения дыхательного аппарата, которые носят необратимый характер. Озон в концентрациях 0,2–0,6 мг/м³ вызывает начальные нарушения условно-рефлекторной деятельности у подопытных животных, а при 0,8–1 мг/м³ обуславливает уже резкие нарушения в центральной нервной системе; смертельная доза озона для мышей равна 69–80 мг/м³, а для крыс – 45–50 мг/м³. В легких и в мозгу животных при интоксикации озоном резко возрастает содержание 5-окситрип-тамина, а в надпочечниках наблюдается значительное высвобождение катехоламинов, что характерно при отравлении животных резерпином, мышьяком и другими токсическими веществами. Под воздействием озона у животных нарушаются сердечные и дыхательные рефлексы; по-видимому, первичным местом поражения являются эфферентные волокна блуждающего нерва, находящегося в слизистой оболочке верхних дыхательных путей.

Воздействие озона концентрацией 3000 мг/м³ убивает мелких животных за 5 минут. 50% белых мышей гибнет после 2 часов при концентрации озона в воздухе 46 мг/м³, после 4 часов при 0,53 - 1 мг/м³.

После 18 час. вдыхания O₃ при концентрации 1,2 мг/м³ у крыс происходит отёк лёгких. Половина морских свинок погибла после 3-х часов вдыхания O₃ концентрацией 10 мг/м³, кроликов 7,4 мг/м³, кошек 7 мг/м³. Кроме отёка лёгких, у животных наблюдались воспаление печени и почек, уменьшение липоидов в коре надпочечников, мобилизация макрофагов.

ОЗОН И ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Одним из основных путей увеличения урожая сельскохозяйственных культур является защита растений от болезней, в частности, от тех фитопатогенов, споры которых локализируются на поверхности семян. К наиболее вредоносным из них относятся возбудители твердой головни и корневых гнилей. Потери урожая зерновых культур от этих заболеваний могут достигать 20-35%. Одним из путей решения этой проблемы является применение озона. Результаты лабораторных исследований показывают, что при обработке семян озоном достигается существенное снижение поверхностно-семенной инфекции, а в случае твердой головни - полное элиминирование возбудителя. Кроме того, наблюдается повышение всхожести, увеличение длины и сырого веса проростков. По данным полевых испытаний зарегистрировано увеличение урожайности, которое составило для пшеницы - 22.0%, ячменя - 14.0%, гороха - 11.0%, гречихи - 31%.

Таким образом, по сравнению с известными способами борьбы с поверхностно-семенной инфекцией зерновых культур, предпосевная обработка семян озоном имеет ряд преимуществ, связанных с высокой технологичностью, достаточной эффективностью действия на возбудителей болезней и экологической безопасностью.

ОЗОН И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ СЕЛЬХОЗЖИВОТНЫХ

У сельскохозяйственных и птицы, содержащихся в условиях промышленного производства часто развиваются заболевания, вызванные сапронозными микроорганизмами, т.е. связанные с микрофлорой являющейся необходимым компонентом среды обитания, но приобретенные в результате неадекватной окружающей среды способностью вызвать заболевания. К таким заболеваниям относятся: сальмонеллез, бронхиты, пневмонии и пр.

В результате применения искусственного озонирования воздуха для профилактики данных заболеваний у животных практически устраняются бронхолегочные заболевания, в то время как у животных находящихся в условиях обычной воздушной среды у 40% регистрируются спонтанные пневмонии способствующие гибели до 20% особей. В проведении эксперимента при внутрилегочном введении животным золотистого стафилококка в сублетальной дозе не вызывает у подопытных животных гибели, причем у 50% случаев даже не развивается пневмония. В контрольной группе у 50% особей (без озонирования воздуха) регистрируется тяжелая форма пневмонии. Проведенные исследования показывают, что использование озона при озонировании воздуха в импульсном режиме работы озонатора позволяет повысить сопротивляемость животных к действию сапронозной микрофлоры, кроме этого установлены импульсное действие озона на снижение заболеваемости вызванной действием микотоксинов находящихся в кормах, что способствует увеличению суточных привесов до 5-10%.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЗОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

- для стимуляции роста растений в условиях парникового выращивания, за счет снижения микробиальной обсемененности самих растений, почвы и воздуха, а также усиления синтеза и накопления питательных веществ;
- для предпосевной обработки семян растений, с целью повышения всхожести и последующей устойчивости к неблагоприятным воздействиям;
- для борьбы с вредителями и болезнями растений;
- для обеззараживания жидких субстратов при гидропонном выращивании растений;

Озон интенсифицирует скорость сушки зерновых за счет непосредственного химического и биохимического воздействия на сельскохозяйственный материал, улучшает транспорт влаги из внутренних слоев и тепломассообмен в процессе сушки в целом. Экономия, выраженная в кг усл. т, составляет до 89,12 на тонну высушенного зерна. Сушка в озono-воздушной среде оказывает обеззараживающее действие и улучшает качественные показатели материала, предотвращает процессы самосогревания, обеспечивается глубокое состояние покоя в период хранения, обеспечивает сохранность массы сухого вещества и улучшает показатели всхожести. В совокупности это дает прибавку до 10-15% урожая, отпадает необходимость в протравке зерна и снижаются затраты на процесс сушки.

При хранении лукович тюльпана и гладиолуса в условиях низких температур (4-5 °С) при обработке озono-воздушной смесью с концентрацией озона от 30 до 40 мг/м³ два раза в неделю заболевания посадочного материала сокращаются на 70-80%.

В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

- для стимуляции эмбрионального развития птицы, с целью повышения выводимости и последующей жизнеспособности;
- для дезинфекции инкубационных яиц с целью профилактики заболеваний птицы;

для санации воздуха производственных помещений в условиях интенсивного содержания сельскохозяйственных животных и птицы, с целью повышения их жизнеспособности и продуктивности;

для обезвреживания и обеззараживания сточных вод сельскохозяйственных предприятий, с целью защиты окружающей среды от загрязнений;

для подготовки питьевой воды используемой в системах поения сельскохозяйственных животных и птицы с целью обеззараживания от патогенной микрофлоры, обезвреживания от токсичных веществ;

для дезинфекции помещений, оборудования, инвентаря на сельхозпредприятиях.

В РЫБОВОДСТВЕ

для подготовки воды (обезвреживания, обеззараживания) при выращивании различных гидробионтов с целью повышения их жизнеспособности и воспроизводительных показателей;

для профилактики и лечения рыб при поражении их гельминтами и паразитическими простейшими;

для обезвреживания воды от различных вредных веществ (пестициды, гербициды, тяжелые металлы, фенолы, бензопирены и др.) в условиях интенсивного разведения рыб при замкнутом цикле (рыбозаводы, искусственные питомники и водоемы).

В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

для обезвреживания и обеззараживания протравленного и дефектного зерна и других ингредиентов, с целью повышения кормовой ценности;

при получении и стабилизации различных кормовых добавок для кормления сельскохозяйственных животных и птицы;

при консервации и хранении кормов.

В пивоваренной, хлебопекарной, фармацевтической промышленности применяют низкие концентрации озона для обогащения питательных сред и стимуляции роста дрожжевых грибов, интенсификации приготовления солода и дрожжевого теста.

Доочистка и озонирование воды, используемой для производства, санация стоков.

В ПЕРЕРАБОТКЕ

Озоновая обработка, предотвращая старение вина помогает избежать помутнение вин и очищает их букет, который сохраняется в течении длительного времени.

подавляя разного вида бактерии, озон позволяет увеличивать сроки хранения молока, баночных соков и минеральной воды. Стерилизация воды является одним из важнейших этапов производства напитков. Использование озона в молочной промышленности позволяет задержать процесс прокисания молока.

Озонирование применяется для стерилизации сметанного ТУМа, заквасочников с присоединенными к ним трубопроводами и запорной арматурой, фляг и др. оборудования.

Дезинфекция и стерилизация помещений, сосудов, емкостей, трубопроводов. Замена паровой и химической обработки. Дезодорация и стерилизация залов, рабочих помещений, цехов, складов, ферм, туалетов.

В ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Озон может быть использован для водоподготовки, очистки сточных вод, дезинфекции трубопроводов, фильтров, бутылок и т.д.

Озонирование нашло широкое применение как эффективный метод сухой низкотемпературной дезинфекции и стерилизации оборудования, любых помещений, замкнутых объемов, продуктов и воздуха.

ОБРАБОТКА ПОМЕЩЕНИЙ

Дезинфекция помещений, оборудования, тары и упаковки на молокозаводах, пивоваренных заводах, винодельческих заводах, хлебозаводах, мясокомбинатах, предприятиях плодоконсервной промышленности позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия производства и увеличить сроки хранения продукции. Озон заполняет весь объем и обеспечивает дезинфекционную обработку труднодоступных для традиционной обработки мест.

ОБРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР

- позволяет избежать размораживания и применения хлорсодержащих веществ, а также других средств "мокрой" дезинфекции, дающих, как правило, сильные запахи, требующих проветривания и просушивания. Озон незаменим для борьбы с затхлым запахом, образующимся в холодильниках и морозильных камерах. Озонирование улучшает условия и предотвращает порчу при длительном хранении мясных продуктов и сыров.

ОБРАБОТКА ПЛОДООВОЩЕХРАНИЛИЩ

Применение озона для хранения плодоовощной продукции способствует резкому снижению обсемененности ее поверхности гнилостной микрофлорой, снижает уровень метаболических процессов и препятствует ее прорастанию, т.е. устраняет основные причины порчи сельскохозяйственной продукции, давая значительный экономический эффект. За осенне-зимний период сохраняется более 90% продукции.

ОБРАБОТКА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПРОДУКТОВ

Влажная уборка и озонирование транспорта позволяет избежать применения химических дезинфицирующих средств, которые могут являться загрязнителями продуктов питания. Применение озона снижает потери при длительной транспортировке плодоовощной продукции.

Дезинфекция и стерилизация цистерн, рефрижераторов, контейнеров, продуктовых фургонов.

ОБРАБОТКА СВИНАРНИКОВ

При двухчасовой ежедневной обработке свинарника-маточника озонозооной смесью с концентрацией озона 0,8 мг/м³ микробная обсемененность снизилась с 246,0 до 50,0 тыс.м.т./м³, а концентрация аммиака снизилась с 12,0 до 4,0 мг/м³. В случае озонирования с концентрацией озона 0,06-0,08 мг/м³ в период с 8-00 до 19-00 (озонатор работает два часа, один час перерыв) в течении двух месяцев поросята в возрасте 4,5 месяца в опытной партии имели на 24% больший вес, чем в контрольной.

В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Применяя различные методики озонирования позволяет значительно снизить бактериальную нагрузку в производственных помещениях, бороться с неприятным запахом, проводить ветпрофилактику заболеваний птицы, обработку и хранение кормов, увеличить яйценоскость кур-несушек, увеличит весовой прирост бройлерных цыплят, улучшить эмбриональное развитие. Исчерпывающе вопрос областей применения озона в птицеводстве рассмотрен в монографии И.П. Кривопишина "Озон в промышленном птицеводстве."

В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

дезинфекция помещений, оборудования, тары и упаковки улучшить санитарно-гигиенические условия производства и увеличить сроки хранения продукции;
обработка продуктов для увеличения сроков хранения, в особенности, скоропортящихся, свежих овощей, фруктов, зерна, молочных продуктов, мяса, яиц и т.д.

ДРУГИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЗОНА

Медицина:

в хирургии, терапии (уже выделяется отдельное направление - озонотерапия), дерматологии, косметологии, акушерстве и гинекологии, стоматологии, анестезиологии, реанимации, интенсивной терапии, онкологии, невропатологии, кардиологии;
для лечения артритов, туберкулеза, венерических и инфекционных, глазных и сосудистых болезней;
дезинфекционная обработка функциональных помещений, мест общего пользования, оборудования.

Санитария и эпидемиология:

дезинфекция, санация различных помещений, цехов, складов, больничных палат, столовых, стерилизация медицинского и другого инструмента и материалов, очистка и стерилизация воды.
выведение грызунов и летающих насекомых.

Бытовое применение:

для санации жилых помещений;
для очистки питьевой воды, озонирования ванн, бассейнов и аквариумов;
санация стоков.
для уничтожения и предохранения от гниения, плесени, грибка в подвалах, погребах, овощехранилищах, банях, в местах содержания скота и птицы, домашних фермах;
для обработки кормов, мест содержания скота, инкубаторов, парников, яиц, молодняка в целях лучшего развития;
для уничтожения паразитов. Выведение мышей и крыс, уничтожение летающих насекомых;
использование в рыборазведении;

обработка посевного материала для уничтожения вредителей (повышения урожая достигает 50%);
обработка сельхозпродукции - овощей, зерна и т.п. (сроки хранения увеличиваются в два, три раза);
обработка пчел и ульев - уникальное очищение от паразитов.
обработка рыбы, мяса и продуктов из них, в том числе, в замороженном виде, солений.

Городское хозяйство:

Очистка бытовых и промышленных стоков и воздуха. Утилизация отходов, в том числе автомобильных шин б/у. Очистка и доочистка питьевой воды.

Банки, архивы, библиотеки:

Освежение, стерилизация и дезодорация воздуха в рабочих помещениях и хранилищах. Уничтожение микроорганизмов, средой обитания которых являются поверхности денежных знаков, книги и журналы, бумажные документы и бумажная пыль. Обработка состоит в заполнении озоном заданного объема и выдержке определенное время или продувке. Длительность выдержки и необходимая концентрация определяются соответствующими методиками, ориентированными на максимальный эффект.

Особым преимуществом применения озона во всех областях является то, что он не дает нежелательных побочных продуктов, т.к. неиспользованный озон распадается до атомарного кислорода.

В последние годы появились методики использования озона для:

химической промышленности (сернокислородное производство, производство органических полупродуктов, производство диореновой кислоты, активация марганцевого катализатора, очистка нафталиевой фракции, очистка отходящих газов);
микробиологической промышленности (стерилизация культурных жидкостей и аппаратуры, производство белково-витаминных концентратов (БВК), производство никотиновой кислоты - витамина РР);
целлюлозно-бумажной промышленности (отбелка бумаги и целлюлозы);
цветной металлургии (гидрометаллургия никеля и кобальта, рекуперация ванадия, галлия);
лакокрасочной промышленности (производство кубовых красителей, белил; получение стабильных цветочных красок, обесцвечивание лаков);
пищевой промышленности (производство ванилина, рафинирование масел и жиров, старение вин и коньяков, стерилизация тары, водоподготовка, производство пива, хранение плодоовощной продукции);
легкой промышленности (производство духов и камфоры, масел, табака);
машиностроении (озонирование охлаждающих эмульсий для повышения стойкости режущего инструмента, при термообработке сталей, обработка цианистых стоков);
коксохимии (окисление окиси углерода в коксовых газах);

Таким образом, можно сделать заключение, что озонные технологии являются перспективным направлением в развитии современной науки и дают ощутимый экономический эффект при применении в народном хозяйстве.