

Wpływ ozonu na świeże produkty spożywcze podczas dezynfekcji sklepów i przetwórn

Dostęp do żywności jest jedną z podstaw funkcjonowania człowieka. Zapewnienie bezpiecznej żywności i wysoki standard higieniczny zakładów przetwarzających oraz placówek dystrybuujących żywność jest podstawowym wymaganiem ze strony klientów. Dużą część rynku spożywczego stanowią nieprzetworzone artykuły spożywcze takie jak warzywa, owoce oraz mięso. Stosowanie substancji chemicznych w zabiegach sanitzacji przetwórn i sklepów spożywczych niesie ze sobą ryzyko skażenia substancjami toksycznymi świeżych i niepakowanych artykułów. W dużych obiektach zakładów produkujących żywność i obiektach handlowych zabiegi dezynfekcji wykonywane są metodą opryskiwania lub zamgławiania, są czasochłonne i pracochłonne. Tymczasem istnieją w Polsce rozwiązania ułatwiające sanitację pomieszczeń. Dobrym przykładem takich rozwiązań są sterylizatory pomieszczeń Sterylis produkowane przez firmę IGLOO- rodzimego producenta z ponad 30 letnim doświadczeniem na rynku profesjonalnych urządzeń przemysłowych. Urządzenia te łączą w sobie trzy bardzo skuteczne technologie wykorzystywane od lat do dezynfekcji. Są to : filtracja, dezynfekcja promieniowaniem UV-C oraz dezynfekcja ozonem. Poszczególne tryby pracy są uruchamiane stosownie do zapotrzebowania, w zależności od wybranego sposobu pracy urządzenia.

W trybie dezynfekcyjnym UV-C w sterylizatorach Sterylis aktywowane są wysokiej mocy promienniki UV-C znajdujące się w zamkniętej komorze dezynfekcyjnej. Promiennik emituje promieniowanie UV-C, które nieodwracalnie dezaktywuje wirusy, bakterie grzyby. Sterylizatory Sterylis zaprojektowane zostały tak, że podczas pracy urządzenia w trybie dezynfekcyjnym z włączonym źródłem światła UV-C wewnątrz pomieszczeń dezynfekowanych mogą bezpiecznie przebywać ludzie. Rozkładające łańcuchy RNA i DNA promieniowanie UV-C zamknięte jest bowiem, w specjalnie zaprojektowanej pułapce świetlnej, tak by żadna jego część nie wydostała się na zewnątrz urządzenia.

Zastosowane w urządzeniach promienniki UV-C 95% swojej energii emitują przy długości fali 253,7 nm. Promieniowanie ultrafioletowe o tej długości fali posiada najbardziej efektywne działanie dezynfekcyjne - skutecznie niszczy wszelkiego typu bakterie, wirusy i grzyby. Metoda dezynfekcji z wykorzystaniem promieniowania UV-C od lat stosowana jest z powodzeniem do dezynfekcji pomieszczeń i powierzchni w:

- gabinetach zabiegowych i opatrunkowych, blokach operacyjnych, izbach przyjęć i izolatkach,
- laboratoriach i aptekach,
- pomieszczeniach w przetwórstwie i przechowywaniu żywności,
- pomieszczeniach w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym,
- lecznicach dla zwierząt,
- wszędzie tam, gdzie wymagany jest wysoki stopień czystości mikrobiologicznej.

W trybie sterylizacyjnym w urządzeniu aktywowane są generatory ozonu. Tryb sterylizacji ozonem służy do sterylizacji zarówno powietrza, powierzchni oraz produktów, które mają kontakt z powietrzem (np.: klamki, blaty, poręcze, uchwyty, pulpity, szyby, narzędzia itp.)

Dzięki wbudowanemu wentylatorowi wytwarzany przez generatory ozon w sposób równomierny rozchodzi się w obrębie całego pomieszczenia. Tryb ten wymaga zachowania środków szczególnej ostrożności ze strony użytkownika, które są szczegółowo opisane w instrukcji obsługi. Ozonowane pomieszczenie powinno być uprzednio posprzątane, odku-

rzony, wywietrzony, oczyszczony z ewentualnych rozlanych płynów. Należy zabrać z niego także rośliny i zwierzęta. Optymalny czas ozonowania wymagany do dokładnej sterylizacji pomieszczenia jest określany automatycznie przez sterownik urządzenia na podstawie aktualnego uzyskanego stężenia ozonu. Sterylizator posiada wbudowaną funkcję destrukcji ozonu, w którą wyposażona jest każda jego wersja. Destruktor ozonu uruchamia się automatycznie po zakończeniu procesu sterylizacji ozonem i działa dopóki stężenie ozonu w pomieszczeniu nie osiągnie bezpiecznej dla ludzi wartości domyślnie 0,08 ppm¹. Ozon jako silny utleniacz niszczy wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia powierzchni oraz powietrza. Łączy się ze składnikami błon komórkowych drobnoustrojów, wnika do ich wnętrza, a następnie niszczy ich materiał genetyczny. Ozon wykazuje działanie bójcze na grzyby i bakterie, a także dezaktywuje wirusy, w tym koronawirusy typu SARS i MERS.

Ozon jest wysoce niestabilną triatomową cząsteczką tlenu (O_3). Tworzy się w przy udziale wysokiego wkładu energii, który dzieli tlen dwuatomowy na jednoatomowy. Następnie tlen jednoatomowy łączy się z dostępnym w powietrzu tlenem O_2 tworząc triatomową cząsteczkę O_3 . Źródłem tej energii koniecznej do rozpadu O_2 jest zwykle reakcja elektrochemiczna, promieniowanie ultrafioletowe lub wyładowanie koronowe. Pierwsze dwie metody mają ograniczone zastosowanie ze względu na bardzo wysokie koszty oraz niską wydajność. Wyładowanie koronowe jest najczęściej stosowaną metodą, ponieważ chociaż zużywa dużą ilość energii elektrycznej, może generować wymagane komercyjnie poziomy ozonu. W tej metodzie gaz zasilający urządzenie (powietrze, tlen lub mieszanina gazów) przepływa między dwiema elektrodami oddzielonymi przez materiał dielektryczny. Aby osiągnąć wyższą wydajność ozonu, należy zastosować tlen jako gaz zasilający zamiast powietrza. Po wytworzeniu ozon może być wprowadzany bezpośrednio w atmosferę lub do wody, aby wytwarzać wodny roztwór ozonu. Ozon ma dłuższy okres półtrwania w formie gazowej niż jako rozpuszczony w wodzie. W wodzie ozon szybko ulega degradacji do tlenu.

Obecnie bardzo nam zależy, aby bezpiecznie przechowywać żywność, jednocześnie przy minimalizacji jej strat ilościowych i jakościowych. Prawo żywnościowe oraz ustawodawstwo wielu krajów mają na celu stopniowe wycofywanie konwencjonalnych związków chemicznych stosowanych do konserwacji produktów żywnościowych ze względu na rosnącą świadomość konsumentów i stopniowo rosnący popyt na produkty ekologiczne.

Wpływ ozonu na fizjologię i jakość owoców i warzyw

Owoce i warzywa są bardzo delikatną i łatwo psującą się żywnością, podatną na uszkodzenia mechaniczne, zmiany biochemiczne, utratę wody, atak ze strony patogenów i inne zagrożenia. W ochronie przed nimi pomocny może być ozon.

Wpływ ozonu na jakość produktów spożywczych i wartość odżywczą został zweryfikowany przez wielu badaczy. Liczne badania wykazały pozytywny wpływ ozonu na parametry jakościowe owoców i warzyw, które zależały od ich składu chemicznego, zastosowanej dawki ozonu oraz rodzaju i czasu aplikacji. W jednym z eksperymentów wykazano, że ozon nie miał wpływu na spowolnienie wymiany gazowej świeżej sałaty, a mycie sałaty zimną wodą ozonowaną (4-5 ppm) zmniejszyło straty witaminy C oraz

¹ *ppm – liczba części na milion (ang. parts per million)

zawartości cukru. Pozytywny wynik otrzymali także naukowcy, którzy podali, że tempo dojrzewania selera zostało zahamowane przez działanie ozonu (Zhang i wsp., 2004). Inne badania wykazały, że traktowanie marchwi i selera ozonem nie wpływa negatywnie na ich jakość sensoryczną. Naukowcy dowiedli nieznaczny wpływ ozonu na zawartość witaminy C w selerze oraz brokule. W przypadku szpinaku, dyni oraz truskawek gaz spowodował wzrost zawartości kwasu askorbinowego. Ozon użyty w niskim stężeniu przyczynia się do przedłużenia okresu przechowywania beznasiennych ogórków, brokułów oraz selera. Wykazano też, że jakość sensoryczna warzyw traktowanych ozonem jest lepsza niż tych, które konserwowano chlorem i kwasami organicznymi (Olmez i Akbas, 2009). Ozonowanie grzybów przed zapakowaniem zawsze powoduje spowolnienie procesów brązowienia (Esciche i wsp. 2001). Udowodniono, że ozon przyczynia się do opóźniania procesów wybarwiania i psucia się owoców pomidora. Udało się przedłużyć okres przydatności do spożycia nawet o 12 dni.

Zastosowanie ozonu może także zmniejszać utratę wody przez transpirację owoców. Zhang i wsp. (2004) opisali hamujący wpływ ozonu na oksydazę polifenolową odpowiedzialną za brązowienie owoców i warzyw. Dowiedziono znikomy wpływ ozonowania na obniżenie zawartości antocyjanów w owocach miękkich (Jeżyna, truskawka, malina).

Achen i Yousef (2001) donieśli, że ozonowanie wpływa na obniżenie utraty masy i opóźnienie psucia się jabłek. Podczas zabiegów z zastosowaniem ozonu nie zaobserwowano fitotoksycznych uszkodzeń tkanek brzoskwiń, winogron i owoców cytrusowych. Nie zauważono zmian jędrności jabłek i gruszek przechowywanych w atmosferze wzbogaconej ozonem. Jak powszechnie wiadomo - usunięcie etylenu z magazynów lub pojemników może spowolnić proces dojrzewania owoców po zbiorach. Skog i Chu (2001) stwierdzili, że ozon może obniżyć poziom etylenu w powietrzu w chłodni, zatem towary wrażliwe na etylen i wytwarzające etylen mogą być transportowane lub przechowywane przez dłuższy czas.

Wpływ na jakość świeżego mięsa

Ozon ma wysoki potencjał utleniający i w związku z tym stwarza wyjątkowe możliwości zachowania jakości mięsa. Utlenianie w szczególności może wpływać na kolor mięsa i cechy stabilności lipidów. Oksymyoglobina jest białkiem odpowiedzialnym za zaczerwienienie mięsa. Białko to, w wyniku działania utleniacza, może ulec przekształceniu w metmyoglobinę, która może wpłynąć na zmianę wybarwienia mięsa. W mięsie są też lipidy oraz kwasy tłuszczowe. Nienasycone kwasy tłuszczowe zawierają podwójne wiązania, które są podatne na utlenianie, dlatego środowisko wzbogacone o ozon może indukować utlenianie tych lipidów, co będzie prowadzić do wytworzenia się produktów ubocznych. Produkty te mogą powodować zmiany zapachu i profilu smakowego mięsa.

Ozon jako silny utleniacz może stanowić zagrożenie dla jakości mięsa w produktach poddanych działaniu ozonowaniu, jeżeli użyjemy gaz w nieprawidłowym stężeniu. Badania sensoryczne wskazały nieзначną zmianę koloru mięsa w wyniku zastosowania ozonu. Nie odnotowano jednak znaczących różnic w przebarwieniu i zmianie zapachu w porównaniu z próbami kontrolnymi. Stivarius i wsp. (2002) podali, że mielona wołowina przygotowana z części tuszy poddanej działaniu ozonu, miała jaśniejszy kolor w porównaniu z kontrolą. Badania wykazały także różnicę w zapachu wołowiny między kontrolą, a obróbką ozonem i kwasem octowym. Różnic nie wykazano jednak w przypadku zastosowania ozonu z dodatkiem cetylpirydyny. Badania te udowadniają, że przy zachowaniu odpowiedniej dawki ozonu można zminimalizować jego wpływ na kolor mięsa i stabilność lipidów

Wykazano, że ozon obniża poziom mikroorganizmów w mięsie. W związku z tym Sheldon i Brown (1986) ocenili wpływ ozonu jako środka dezynfekującego przy obróbce tusz drobiowych. Poinformowali, że w wyniku zastosowania ozonu nie nastąpiły znaczące zmiany koloru tuszy poddanej ozonowaniu. Ponadto nie zaobserwowali oni znaczących różnic sensorycznych. Traktowanie ozonem nie spowodowało znaczącego utleniania lipidów ani zmiany smaku. Podobnie jak w przypadku czerwonego mięsa, ozon przy odpowiednim dawkowaniu może być stosowany do dezynfekcji zakładów przetwórstwa mięsa.

Przedstawione powyżej informacje świadczą o dużych możliwościach dezynfekcji z zastosowaniem ozonu. Ozon można stosować na prawie każdym etapie łańcucha produkcji, od dostaw owoców z sadu po gablotę w sklepie spożywczym. Zastosowanie precyzyjnego dawkowania i krótki okres zabiegu umożliwia przeprowadzenie zabiegów w obecności świeżych produktów takich jak owoce, warzywa czy mięso. Użycie precyzyjnych urządzeń wysokiej jakości jest zatem warunkiem koniecznym dla stosowania ozonu. Urządzenia 'Steryliś' operują w zakresach stężeń, które nie zagrażają jakości świeżych produktów. Dzięki automatycznie nadzorowanemu przez sterownik procesowi dezynfekcji, oraz regulacji wydajności generatorów ozonu w zależności od zmierzonego w czasie rzeczywistym stężenia ozonu, proces jest w pełni kontrolowany i stabilny. Każdy nieoczekiwany wzrost stężenia zostaje wykryty i zasygnalizowany operatorowi. Zastosowanie ozonowania daje gwarancję skuteczności i pozwala szybko powrócić do bezpiecznego funkcjonowania obiektów poddanych dezynfekcji.

Oprócz minimalnego wpływu na wartości odżywcze i jakość sensoryczną produktów ozon użyty do dezynfekcji pomieszczeń magazynowych i sklepowych może wpłynąć na przedłużenia okresu trwałości, poprawę bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów zwiększenia wartości odżywczych i jakościowych żywności, a także zmniejszenie ewentualnych pozostałości pestycydów zastosowanych w uprawie.



mgr inż. Michał Żak



prof. dr hab. Stanisław Ignatowicz

Literatura

Brandao T. R. S., Miller F. A., Silva C. L. M., 2013. A Review on Ozone-Based Treatments for Fruit and Vegetables Preservation. Food Engineering Reviews

Hebbar K.B., Kothakota A., Manikantan M. R., Pandiselvam R., Sunoj S., 2016. Application and Kinetics of Ozone in Food Preservation. Ozone: Science & Engineering.

Ayranci U. G., Ergezer H., Karaca H., Ozunlu O., 2019. Effects of Ozone Treatment on Microbiological Quality and Physicochemical Properties of Turkey Breast Meat. Ozone: Science & Engineering.

Gould G. W., Russell N. J. 2003. Food Preservatives

Karaca H., Sedat V. S., 2007. Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. Food Reviews International 23: 91-106.

Marriott N.G., Schilling M.W., Gravani R.B., 2018. Meat and Poultry Plant Sanitation. Principles of Food Sanitation: 311-340

Siddiqui M. W., Ayala J. F., Hwang C. A., 2016. Postharvest Management Approaches for Maintaining Quality of Fresh Produce.

Pohlman F. W., 2012. Ozone in Food Processing: 123-136

Chen J. V., Lin V. J., Kuo W. C., 2013. Pesticide residue removal from vegetables by ozonation. Journal of Food Engineering 114: 404-411

Tzortzakis N., Chrysargyris A., 2017. Postharvest ozone application for the preservation of fruits and vegetables. Food Reviews International 33: 270-315.

Aslam R., Alam M.S., Saeed P.A., 2020. Sanitization Potential of Ozone and Its Role in Postharvest Quality Management of Fruits and Vegetables Food Engineering Reviews 12: 48-67.