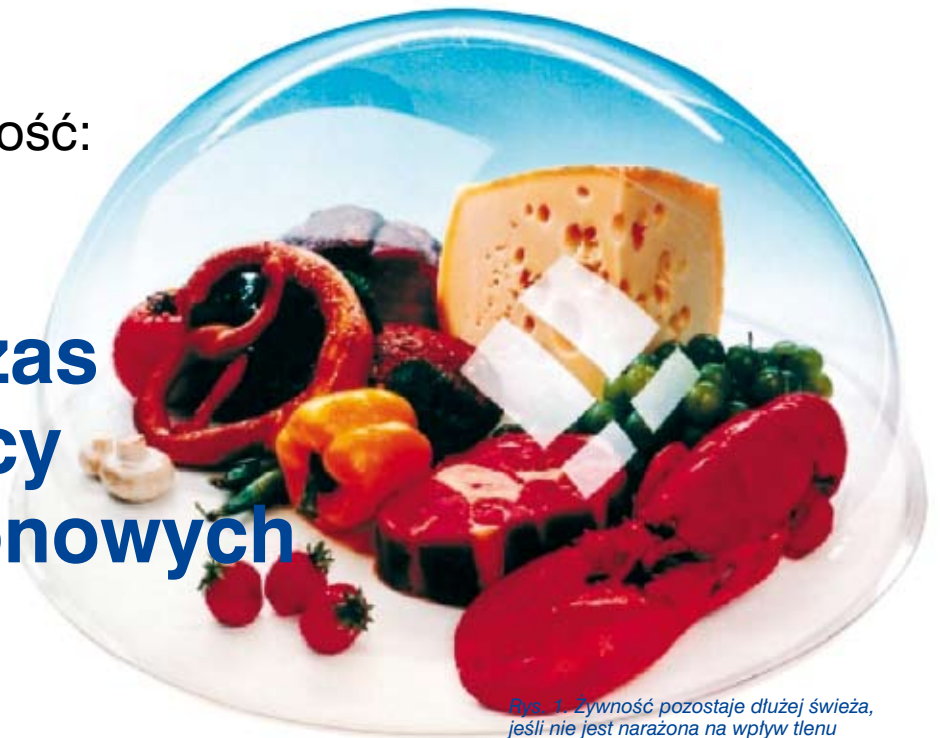


Opakowania
utrzymujące świeżość:

Pokonać czas przy pomocy gazów osłonowych



Rys. 1. Żywność pozostaje dłużej świeża, jeśli nie jest narażona na wpływ tlenu atmosferycznego

W procesach wytwarzania produktów spożywczych opakowania spełniają wiele ważnych funkcji. Mają one chronić opakowany produkt przed wpływem czynników zewnętrznych, zapobiegać powstawaniu uszkodzeń mechanicznych oraz zachęcać do zakupu swoją estetyką. Muszą one być także ekonomiczne. Dzisiejszy, wymagający konsument zwraca szczególną uwagę na okres przydatności produktów do spożycia. Ze względu na stale rosnącą liczbę jednoosobowych gospodarstw domowych wzrasta zapotrzebowanie na dania gotowe. Pakowanie w osłonie gazów obojętnych jest sprawdzonym sposobem przedłużenia trwałości produktów spożywczych.

Metody przedłużania trwałości produktów spożywczych

Żywność narażona jest na działanie wielu szkodliwych czynników zewnętrznych (Rys. 1). Należą do nich:

- tlen zawarty w powietrzu
- wilgotność powietrza
- szkodliwe działanie światła
- wysokie temperatury
- mikroorganizmy

Trwałość produktów żywnościowych determinowana jest w znacznej mierze ich strukturą oraz zawartością wyjątkowo wrażliwych składników. (Rys. 2). Produkty sproszkowane lub w postaci granulatu są szczególnie podatne na oddziaływanie tlenu i wilgoci zawartej w powietrzu. (Rys. 3).



Rys. 2. W orzeszkach ziemnych na utlenianie podatne są przede wszystkim tłuszcze

Często samo pakowanie w osłonie gazów obojętnych nie wystarcza, aby zapobiec procesowi utleniania produktu. Ochrona produktów przed utlenianiem jest skuteczna, jeśli rozpoczyna się już na etapie procesu obróbki wstępnej i obejmuje etapy magazynowania oraz pakowania żywności.



Rys. 3. Mielone przyprawy korzenne cechują się dużą powierzchnią właściwą i dlatego są szczególnie wrażliwe na utlenianie

Należy pamiętać, że pakowanie stanowi ostatni etap w łańcuchu produkcji, stąd tak ważna jest również ochrona przed utlenianiem w procesie rozdrabniania, mieszania, transportowania i pośredniego składowania.

- dłuższa trwałość produktu
- brak zjawiska utleniania i zmiany barwy
- uniknięcie deformacji produktu
- dezynfekcja (niszczenie szkodników)
- hamowanie procesu rozwoju zarodników przez cząsteczki CO₂
- optyczny efekt świeżego wyglądu
- możliwość tworzenia dowolnych mieszanin gazów przy pomocy mieszalnika
- małe nakłady na instalacje

Tablica 1. Korzyści płynące ze stosowania gazów osłonowych

Produkty sypkie i granulowane są szczególnie podatne na wpływ wilgoci zawartej w powietrzu. Zbyt duża wilgotność obniża stopień ich sypkości, sprzyjając tworzeniu się grudek. Tworzą się sprzyjające warunki rozwoju mikroorganizmów i procesu fermentacji. Dopuszczalna zawartość wilgoci zależy od rodzaju produktów spożywczych. Dla zachowania dłuższej trwałości wyrobów zbożowych wynosi ona nieco poniżej 14%. Ten poziom wilgotności powinien być zapewniony jeszcze przed zapakowaniem produktu.



Rys. 4. Ciekawostką jest pakowanie mięsa, w tym szczególnie cielęciny, w mieszaninie gazów z dużym udziałem tlenu

Gazy osłonowe

Zastosowanie gazów osłonowych zwiększa konkurencyjność produktu na rynku poprzez poprawę jego jakości i wyglądu – patrz Tabela 1. Więcej informacji na ten temat znajduje się w części dotyczącej fizyki gazów w opakowaniach. Metody opracowane przez firmę MESSER opierają się na zastosowaniu gazów osłonowych, neutralnych pod względem smaku i zapachu, takich jak:

- Azot N₂,
- Dwutlenek węgla CO₂,
- Gourmetmix – mieszanka składająca się z azotu i dwutlenku węgla.

Mieszanki Gourmetmix wykorzystują najbardziej korzystne właściwości obu komponentów. W praktyce sprawdziła się szczególnie mieszanka gazów o nazwie Gourmetmix 30, składająca się z 70% azotu i 30% dwutlenku węgla.

Dodatkowo MESSER oferuje agregaty mieszające, które umożliwiają wytwarzanie wymaganej mieszaniny obu gazów w miejscu ich wykorzystania.

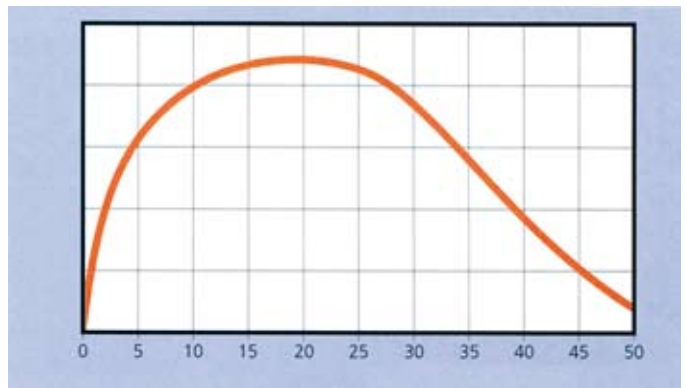
Tylko w wyjątkowych przypadkach stosowane są gazy aktywne chemicznie. Przykładem jest tutaj tlen. Dodanie tego gazu podczas pakowania przyspiesza przebieg określonych

reakcji chemicznych, zachodzących w produktach, powodując np. zmianę barwy mięsa na jasnoczerwoną. Tlen może stanowić składnik mieszanki gazów użytych do pakowania mięsa i wyrobów mięsnych, jeśli temperatura składowania, magazynowania i transportu tych produktów nie przekracza +5°C. Okres przechowywania mięsa, wynoszący około 10 dni, jest zbyt krótki, aby wystąpiły zmiany w mięsie na skutek jego utleniania. W praktyce najczęściej

stosuje się mieszaninę zawierającą od 70 do 80% tlenu. Proces produkcji prowadzony w niskich temperaturach spowalnia zachodzące reakcje chemiczne i aktywność mikrobiologiczną. Dwutlenek węgla obecny w mieszance na poziomie 20 do 30% działa hamująco na proces wzrostu zarodków. (Rys. 4).

Działanie gazów osłonowych na mikroorganizmy

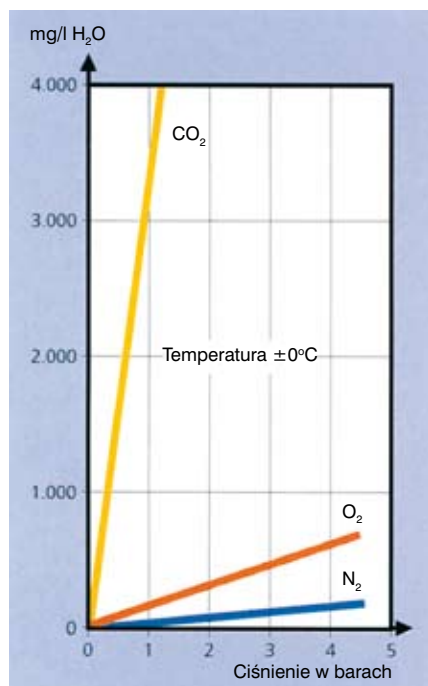
Główna funkcja ochronna gazów osłonowych polega na usunięciu tlenu z opakowania. Zapobiega to utlenianiu się produktów i wzrostowi aerobowych mikroorganizmów. Zauważyć należy, że aktywność mikroflory jest również spowolniona, jeśli zawartość tlenu w atmosferze opakowania zostanie zwiększona powyżej jego zawartości w powietrzu, tj. powyżej 21%.



Rys. 5. Aktywność mikroflory spada zarówno przy dużej, jak i przy małej koncentracji tlenu w gazach osłonowych

Dwutlenek węgla, w przeciwieństwie do azotu, powoduje dodatkowy efekt wypierania tlenu z opakowania oraz ma działanie bakteriostatyczne poprzez wpływ na proces oddychania mikroorganizmów. Użycie CO₂ opóźnia moment rozpoczęcia wzrostu zarodków i spowalnia prędkość rozmnażania mikroorganizmów.

Koncentracja dwutlenku węgla w mieszaninie rzędu od 20 do 30% wystarcza, aby uniemożliwić wzrost drożdży, grzybów pleśniowych i bakterii. Stężenia CO_2 poniżej 10% są nieskuteczne i mogą nawet stymulować rozwój mikroorganizmów. Koncentracja dwutlenku węgla powyżej 30% nie przynosi żadnego lub tylko mały efekt bakteriostatyczny. Hamujący wpływ CO_2 na rozwój mikroorganizmów zawartych w żywności rośnie wraz z obniżeniem temperatury składowania tych produktów. W temperaturze od 0°C do $+2^\circ\text{C}$ bakteriostatyczne działanie CO_2 jest najbardziej efektywne. Dzieje się tak, ponieważ w niższych temperaturach rozpuszczalność dwutlenku węgla w wodzie jest wyższa. Równie istotnym czynnikiem, mającym wpływ na skuteczność zastosowania gazu osłonowego, mają możliwość niskie zanieczyszczenia początkowe produktów spożywczych.



Rys. 6. Rozpuszczalność gazów osłonowych w wodzie

Fizyka gazów w opakowaniach

Powietrze składa się z takich gazów jak: azot, tlen, dwutlenek węgla i para wodna. Stosunek ilościowy tych gazów określa ich ciśnienia cząstkowe, które przy ciśnieniu atmosferycznym (1 bar) wynoszą:

p_{N_2}	\cong	0,78	bar
p_{O_2}	\cong	0,21	bar
p_{Ar}	\cong	0,009	bar
p_{CO_2}	\cong	0,0003	bar
$p_{\text{H}_2\text{O}}$	\cong	0,017	bar
$p_{\text{CAŁK.}}$	\cong	1,02	bar

Wartości ciśnień cząstkowych są względnie stałe. Jeśli usuniemy atmosferę powietrza z opakowania (próżnia o ciśnieniu maksymalnym 0,01 bar) i zastąpimy ją atmosferą azotu pod ciśnieniem atmosferycznym, zawartość tlenu resztkowego pozostaje taka jak uprzednio, mieszając się ze znacznie większą ilością azotu, co w efekcie daje dobre wyniki:

$p_1 = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} \cong 0,79 + 0,21 \cong 1 \text{ bar}$	(początkowe ciśnienie atmosferyczne)
$p_2 = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} \cong 0,008 + 0,002 \cong 0,01 \text{ bar}$	(ciśnienie po ewakuacji)
$p_3 = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} \cong 0,998 + 0,002 \cong 1 \text{ bar}$	(ciśnienie po napełnieniu opakowania azotem N_2)

Aktywność bakterii aerobowych zamiera przy zawartości tlenu 2%, co odpowiada ciśnieniu cząstkowemu 0,02 bar. Próżnia o wartości 0,01 bar zapewnia nam doskonałe warunki przeciwdziałające rozwojowi bakterii. Zastępując próżnię azotem obniżamy tym samym znacząco ciśnienie cząstkowe tlenu co jest efektem niezwykle korzystnym.

Ten sam efekt można oczywiście również osiągnąć przy wypełnieniu pustego opakowania gazowym dwutlenkiem węgla CO_2 . Dwutlenek węgla CO_2 , w przeciwieństwie do azotu N_2 , rozpuszcza się bardzo dobrze w cieczach a także jest silnie absorbowany przez suche i drobnoziarniste produkty. Dlatego też ciśnienie w opakowaniu wypełnionym dwutlenkiem węgla CO_2 z czasem spada (Rys. 6).

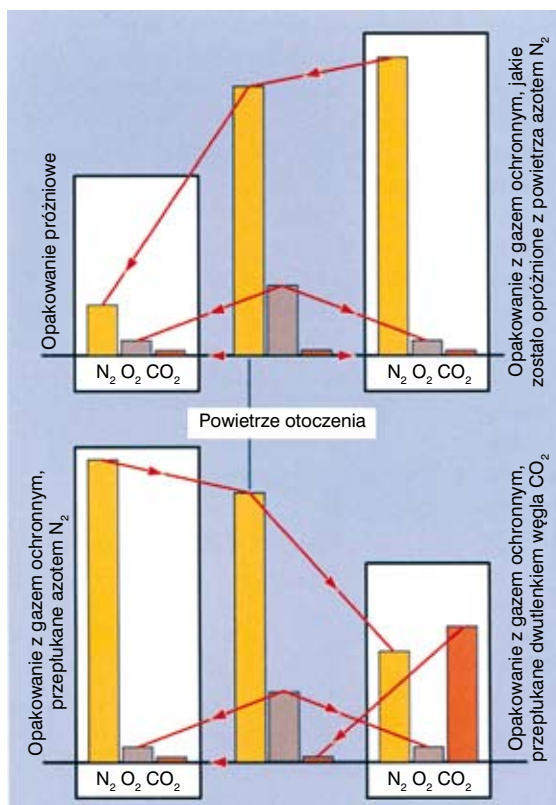
Barierowe folie są wielowarstwowe, a w zależności od tego z jakich są materiałów, uzyskuje się różne wartości przepuszczalności poszczególnych gazów. Najczęściej wymaga się, aby opakowanie zapewniało tylko czasową trwałość produktu – rzędu paru tygodni, a często tylko kilku dni. Dlatego ze względów cenowych w praktyce wykorzystuje się tańsze folie, które są częściowo przepuszczalne. Dla występujących na rynku poliestrowych folii o grubości rzędu około 200 mikronów podawane są następujące wartości przepuszczalności tlenu, azotu i dwutlenku węgla przy ciśnieniu 1 bar:

O_2	\cong	15 $\text{cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$
N_2	\cong	10 $\text{cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$
CO_2	\cong	55 $\text{cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$

Dwutlenek węgla przenika przez folie, w tych samych warunkach około 5,5 razy szybciej niż azot (Rys. 7).

Uwzględniając ten fakt można stwierdzić, że dwutlenek węgla CO_2 uchodzi około 7 razy szybciej z opakowania foliowego niż

do tego opakowania może przeniknąć azot z powietrza atmosferycznego. W opakowaniu wypełnionym dwutlenkiem węgla CO_2 utworzy się zatem podciśnienie. Przy wielu produktach efekt powstawania próżni jest bardzo pożądanym, ponieważ tworzy wrażenie świeżości opakowanego produktu. W wielu przypadkach jest to jednak niewskazane, ponieważ produkt jest za bardzo sprasowany, prowadząc do zlepiania się plasterków (np. przy kielbasach krojonych) i do powstawania szarych odcisniętych miejsc. Przy produktach żywnościowych posiadających ostre krawędzie może nastąpić uszkodzenie folii. W tym przypadku najwłaściwszym wyborem jest zastosowanie azotu jako gazu osłonowego, ponieważ z opakowania wypełnionego azotem ilość uchodzącego gazu jest kompensowana przez przenikanie do jego wnętrza tlenu tak, że ciśnienie całkowite w tym opakowaniu pozostaje stałe. Z tego względu w technice opakowań azot jest nazywany „gazem wspierającym” (Rys. 7).



Rys. 7. Ciśnienia cząstkowe w stosunku do powietrza w opakowaniach z gazami osłonowymi. Strzałki obrazują tendencję do wyrównywania ciśnień.

- opakowania foliowane
- opakowania foliowe z krawędzią zgrzewaną

Wybór opakowania zależy od:

- rodzaju produktu (stały, w postaci pasty lub płynny)
- kosztów opakowania
- wymagań marketingowych
- przepisów ochrony środowiska

Ostateczny wybór opakowania stanowi często kompromis pomiędzy wymaganiami marketingowymi a potrzebami i możliwościami technicznymi. Przykładem może być tutaj puszka metalowa, która z jednej strony jest szczelna, nie przepuszcza światła i ma stabilną formę, z drugiej jednak jest opakowaniem droгим, a produkt w niej zawarty nie jest widoczny dla kupujących. Z kolei opakowania foliowe, pomimo ich względnie niskiej ceny, nie posiadają stabilnego kształtu, a dodatkowo, częściowo przepuszczają gazy. Końcowy wybór opakowania zależy głównie od rodzaju pakowanego produktu.

Dla opakowań foliowych producenci maszyn pakujących oferują systemy doprowadzania gazów osłonowych, które umożliwiają uzyskanie niskich

wartości stężenia tlenu resztkowego w opakowaniach. Okres trwałości żywności zależy, obok właściwego doboru gazu osłonowego, od rodzaju i grubości zastosowanej folii. Opatentowana przez firmę MESSER technologia Variofresh® jest stosowana w procesach pakowania żywności w sztywnych pojemnikach z elastyczną pokrywą w osłonie gazów ochronnych. Proces ten, przy niskich nakładach inwestycyjnych i małym zużyciu gazów osłonowych, daje bardzo dobre wyniki odniesione do zawartości resztkowego tlenu w opakowaniu.

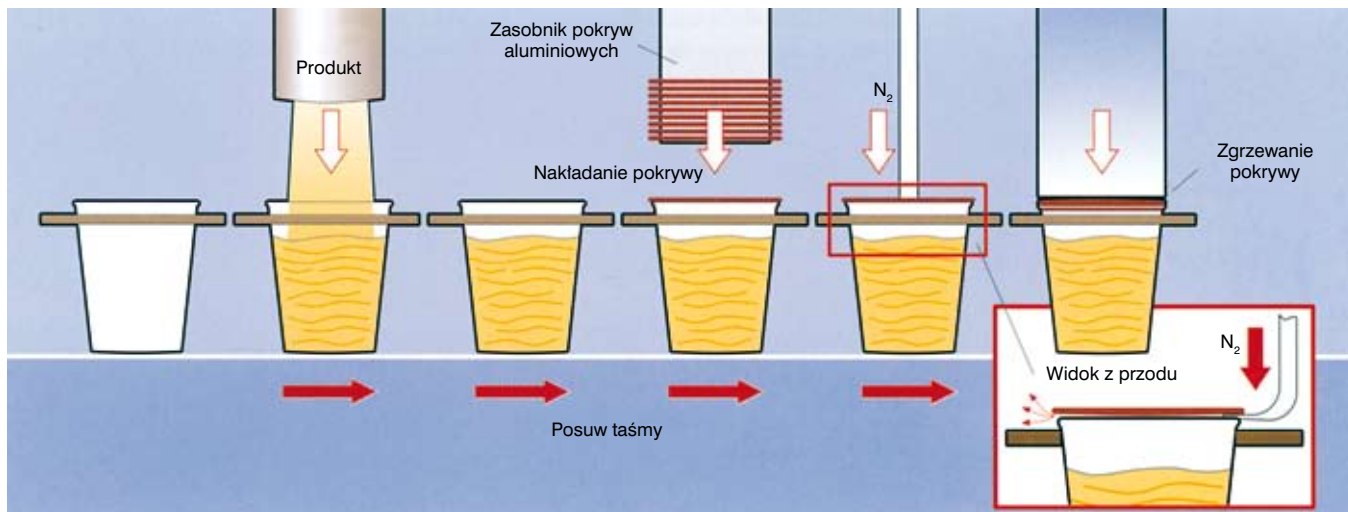
Folie

Wybór właściwej folii zależy zarówno od własności produktu, jak i wstępnych założeń dotyczących trwałości folii i opakowanego produktu oraz od funkcji technicznych samego opakowania. Istotną rolę mogą tutaj odegrać konsultacje pomiędzy producentem folii, wytwórcą maszyn pakujących i dostawcą gazów. Istotnym czynnikiem przy wyborze technologii pakowania jest skład gazów w opakowaniu.

Opakowania

Wybór gazów osłonowych lub ich mieszanek zależy od rodzaju opakowania, maszyn i techniki pakowania oraz urządzeń do wypełniania opakowań gazami osłonowymi. Już przy wyborze rodzaju opakowania mamy do czynienia z ogromną ich różnorodnością. Do wyboru mamy wiele wariantów:

- puszk metalowe
- opakowania szklane
- pojemniki plastikowe



Rys. 8. Schemat procesu Variofresh®



Rys. 9. Proces Variofresh® jest szczególnie przydatny przy stosowaniu sztywnych i twardych tacek z elastyczną pokrywą

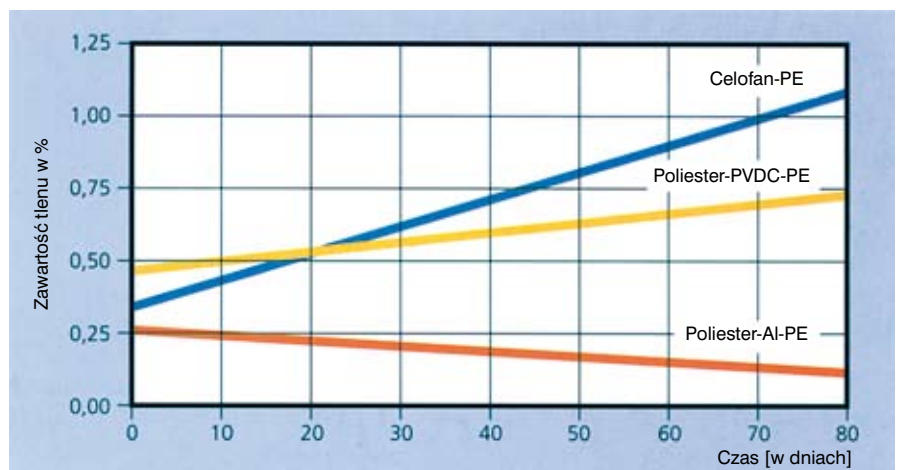
Pokryte warstwą polichlorku winylu (PVDC) poliestrowo-polietylenowe folie gwarantują uzyskanie opakowania prawie całkowicie szczelnego. Przy przepuszczalności tlenu rzędu 20 [cm³/m²d bar] zawartość tlenu O₂ w opakowaniu foliowym wzrasta po 5 dniach o 1,4% (Rys. 10).

Spojrzenie w przyszłość

Jak już zaznaczono na początku, problem trwałości żywności nie może być ograniczony tylko do fazy pakowania. Nie mogą zostać pominięte takie czynniki, jak higiena produkcji, pH żywności,

aktywność wody w produkcji, temperatura obróbki i przechowywania czy wpływ światła na produkt. Samo zastosowanie gazu ostonowego w procesie pakowania nie naprawi błędów popełnionych we wcześniejszych fazach produkcji.

Zastosowanie gazów ostonowych stanowi jeden z wielu środków i sposobów zmierzających do zachowania wysokiej jakości produktów. Samo odseparowanie produktów od tlenu w procesach obróbki i pakowania nie pozwala na określanie okresu trwałości produktów żywnościowych. Zachodzi tutaj konieczność rozpoznania wszystkich negatywnych czynników mających wpływ na jakość wyrobów i podjęcie stosownych środków zapobiegawczych. Optymalne rozwiązania można uzyskać tylko wtedy, gdy gaz ostonowy i technika pakowania będą odpowiednio do siebie dopasowane.



Rys. 10. Zmiana zawartości resztkowej tlenu przy różnych materiałach opakowaniowych z upływem czasu

Oddziały

Warszawa

ul. Pożarowa 9/11
03-308 Warszawa
tel. 022 / 675 69 26
fax 022 / 811 69 19
e-mail: warszawa@messer.pl

Środa Śląska

ul. Otawska 36
55-300 Środa Śląska
tel. 071 / 317 69 40
fax 071 / 317 68 02
e-mail: wroclaw@messer.pl

Poznań

ul. 28 Czerwca 1956 nr 231/239
61-485 Poznań
tel. 061 / 831 22 20
fax 061 / 831 28 26
e-mail: poznan@messer.pl

Police

ul. Jasionicka 7
72-010 Police
tel. 091 / 317 26 00
fax 091 / 312 17 99
e-mail: police@messer.pl

MESSER 
Messer Polska

Messer Polska Sp. z o.o.
ul. Maciejkowicka 30, 41-503 Chorzów
tel. 032 / 77 26 000, fax 032 / 77 26 115
e-mail: messer@messer.pl
<http://www.messer.pl>