

Dr inż. Tomasz RYDZKOWSKI  
Dr inż. Iwona MICHALSKA-POŻOGA  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Politechnika Koszalińska

## WPŁYW PAKOWANIA W ATMOSFERZE MODYFIKOWANEJ NA JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ PIECZAREK PRZECHOWYWANYCH W WARUNKACH CHŁODNICZYCH®

*Celem badań przedstawionych w niniejszym artykule było określenie wpływu trzech różnych mieszanin gazowych oraz trzech różnych folii na zmiany jakości świeżych pieczarek przechowywanych w warunkach chłodniczych. Zrealizowane badania obejmują ocenę sensoryczną oraz analizę zmian składu mieszaniny gazowej wewnątrz opakowań. Badania wykonane były na pieczarkach przechowywanych w chłodzarnie, w temp. 8°C. Ocenę jakości pieczarek przeprowadzono w dniu zakupu oraz co drugi dzień przez 21 dni przechowywania.*

**Słowa kluczowe:** *pieczarki, pakowanie żywności, modyfikowana atmosfera, trwałość.*

### WPROWADZENIE

W ostatnich latach zauważono dynamiczny wzrost zapotrzebowania na żywność wygodną – świeżą, bez konserwantów, o dużej trwałości, gotową do spożycia po krótkiej obróbce. Odpowiedzią, na te wymagania konsumentów, jest żywność pakowana w warunkach próżniowych lub atmosferze modyfikowanej (MAP). Obserwuje się intensywny rozwój tych technik między innymi w dziedzinie pakowania świeżych warzyw i owoców.

Pakowanie próżniowe polega na zapakowaniu produktu w folię o niskiej przepuszczalności dla gazów, usunięciu powietrza z opakowania i hermetycznym jego zamknięciu. Obkurczanie się foliowego opakowania, pod wpływem obniżania ciśnienia, powodować może niszczenie produktów, uszkodzenie zwłaszcza kruchych i delikatnych tkanek. Bardziej uniwersalnym sposobem jest pakowanie gazowe, które w przeciwieństwie do próżniowego może być również stosowane do pakowania delikatnych i kruchych produktów. W technice tej usunięte powietrze z opakowania zastępuje się odpowiednią mieszaniną gazową i szczelnie się je zamyka. Nie następuje obkurczanie folii opakowania na produktach, więc nie są one do siebie dociskane. Brak podciśnienia w opakowaniu ogranicza niszczenie delikatnych tkanek (owoców, warzyw) i wyciek soków komórkowych. Uzyskanie zadowalających zmian trwałości i jakości zabezpieczonej w ten sposób żywności wymaga dopasowania mieszaniny MAP i warunków przechowywania do konkretnego produktu. Pakowanie MAP umożliwia zwiększenie trwałości produktów, ale w większości jest ono efektywne tylko w połączeniu z chłodniczym przechowywaniem [1-3,5,6,7,9,12,14,16,18]. Pakowanie w próżni i z zastosowaniem modyfikowanej atmosfery wymaga użycia folii barierowych w celu ograniczenia zmian atmosfery panującej w opakowaniu w związku z procesem przenikania gazów z otoczenia do opakowania i z opakowania do otoczenia. W tych technikach zastosowanie znajdują folie o zminimalizowanej przenikalności gazów [13].

Polska jest europejskim liderem w produkcji pieczarek. Przyrost produkcji pieczarek w Polsce sięga 5-7% na rok [11]. Stymuluje go głównie wzrost zapotrzebowania na rynku krajowym i rozwój eksportu. Pieczarki należą do gromady podstawczaków (*Basidiomycetes*), rodziny bedłkowatych (*Agaricaceae*). Owocniki mają gładki kapelusz o barwie białej do brązowej, biały trzon oraz miąższ. Na dolnej stronie kapelusza znajdują się bladnoróżowe, w miarę dojrzewania ciemniejące, delikatne, promieniście ułożone blaszki, które są widoczne dopiero po pęknięciu cienkiej błonki, łączącej brzeg kapelusza z trzonem. Pieczarki w świeżej masie zawierają około 4,9% białka, 0,3% tłuszczu, 3,6% węglowodanów. Są one źródłem niektórych witamin: C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, D, H oraz zawierają składniki mineralne: fosfor, wapń, potas, żelazo, cynk, sód. Pieczarki jako produkt znalazły zastosowanie w naszej kuchni w postaci świeżej, suszonej i marynowanej. Stanowią składnik uzupełniający, wzbogacający naszą dietę odżywczo i sensorycznie. Dzięki zawartym związkom aromatycznym pobudzają apetyt, wpływają na lepsze trawienie i przyswajanie pokarmów. Cenione są ze względu na niską zawartość składników energetycznych, brak cholesterolu i dużą ilość błonnika [10,19,20].

Pakowanie pieczarek jest interesującym i jeszcze ciągle rozwijanym zagadnieniem. Najczęściej świeże pieczarki są umieszczane na tackach i owijane folią. Niektórzy producenci pieczarek do owijania stosują folie perforowane. Takie opakowanie nie zapewnia długotrwałego przechowywania, co jest szczególnie istotne w przypadku eksporterów pieczarek. Prowadzone są próby pakowania pieczarek z zastosowaniem Modyfikowanej Atmosfery. Obecnie stosowana mieszanina gazowa do pakowania świeżych pieczarek składa się z 5%CO<sub>2</sub>, 5%O<sub>2</sub>, 90%N<sub>2</sub>, która, wg producentów nie spełnia swojej roli.

**Celem artykułu jest prezentacja uzyskanych wyników badań dotyczących określenia wpływu składu mieszaniny gazowej oraz rodzaju folii opakowaniowej na zmiany jakości świeżych pieczarek w trakcie przechowywania chłodniczego.**



a)

**Rys. 1. Materiał badawczy: a) świeże pieczarki, b) próbki pieczarek przygotowane do zamknięcia w komorze zamykarki próżniowej.**

Źródło: Opracowanie własne

## METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły pieczarki świeże dwuzadnikowe (*Agaricus bitorquis*) (rys. 1.) pochodzące z pieczarkarni w Gorzebądziu znajdującym się w okolicach Koszalina.

Partię pieczarek w ilości około 6 kg podzielono na próbki o masie ok. 70 g. Próbkę zapakowano w dwojaki sposób, a mianowicie:

- ✓ część próbek umieszczono w torebkach wykonanych z folii typu: BOPP (dwuosiowo orientowany polipropylen) o grubości 30 $\mu$ m, PA/PE (laminat poliamid/polietylen) o grubości 70 $\mu$ m i PA/PE o grubości 80 $\mu$ m i wypełniono je mieszaniną gazów obecnie stosowaną do pakowania pieczarek (5%CO<sub>2</sub>, 5%O<sub>2</sub>, 90%N<sub>2</sub> – zalecana do pakowania pieczarek - nazwana dalej mieszaniną A),
- ✓ część próbek umieszczono w torebkach z folii typu BOPP (dwuosiowo orientowany polipropylen) o grubości 30  $\mu$ m i wypełniono je następującymi mieszaninami gazów: mieszanina B (20%CO<sub>2</sub>, 80%N<sub>2</sub>) oraz mieszanina C (20% O<sub>2</sub> i 80% N<sub>2</sub>).

Folie zastosowane do pakowania pieczarek charakteryzowały się następującymi parametrami barierowości [4,13]:

- ✓ folia BOPP – dla tlenu w temp. 23°C i 0% wilg. przepuszczalność wynosi 1800 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> 24h atm), a dla pary wodnej w temp. 23°C i 85% wilg. wynosi 1,4 g/m<sup>2</sup>/24h,
- ✓ folia PA/PE o grubości 70 $\mu$ m – dla tlenu w temp. 23°C i 75% wilgotności przepuszczalność wynosi 75cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24h i dla wody 2g/m<sup>2</sup>/24h,
- ✓ folia PA/PE o grubości 80 $\mu$ m dla tlenu w temp. 23°C i 75% wilgotności 1,5 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, a dla wody 2,5g/m<sup>2</sup> wody i tlenu.

Pieczarki zapakowano w torebki z folii wyprodukowanej przez firmę Wipak.

Pakowanie pieczarek przeprowadzono na stanowisku badawczym składającym się z pakowarki próżniowej PP-5.4 firmy TEPRO S.A., butli gazowych firmy LINDE GAS oraz mieszalnika gazów KM 100 – MEM (rys. 2a.) (stanowisko do pakowania powstało dzięki współpracy Katedry Procesów



b)

i Urzędzeń Przemysłu Spożywczego Politechniki Koszalińskiej z firmami: Zakład Techniki Próżniowej TEPRO SA. z Koszalina, Linde Gas Polska Sp. z o.o. z siedzibą w Gdańsku, Witt Polska Sp. z o.o. z siedzibą we Wrocławiu oraz Wipak Polska Sp. z o.o. z Warszawy).



a)



b)

**Rys. 2. Stanowisko badawcze: a) od lewej mieszalnik gazów KM100Mem ze zbiornikiem, butle i armatura gazowa, pakowaczka próżniowa PP 5.4, b) analizator gazu typu OXYBABY firmy WITT.**

Źródło: Opracowanie własne

Ocenę zmian przechowalniczych zapakowanych pieczarek przeprowadzono na podstawie badań sensorycznych (wygląd, barwa, smak, zapach) – wg normy PN-75/R-75078-*Pieczarki uprawne* [15]. Komisja oceniająca produkt składała się z czterech osób, które przed rozpoczęciem badań poddano testowi na daltonizm smakowy i zapachowy. Wszystkie osoby wchodzące w skład komisji wykazały się rozpoznaniem przynajmniej 8 spośród 9 roztworów. Badania sensoryczne przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych metodą consensusu. Określenia cech dokonywano bezpośrednio po wyjęciu próbek z chłodziarki i otwarciu opakowania. Poszczególnym cechom przyznawano oceny w skali od 1 – 5 zgodnie z tabelą punktowej oceny sensorycznej opracowaną na podstawie normy PN-75/R-75078 [15]. Pięć punktów przyznawano produktom o najwyższej jakości, natomiast jeden punkt otrzymywały produkty charakteryzujące się najniższą jakością. Oceniając barwę posługiwano się skalą szarości. Świeże, białe pieczarki uzyskują 5 punktów, silnie pociemniałe 1 punkt. Średnią ogólną ocenę sensoryczną uzyskano poprzez wyliczenie średniej arytmetycznej ze wszystkich,

przyznanych danej próbce cząstkowych, ocen. W obliczeniach nie stosowano współczynników wagi. Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie analizy zmiany składu mieszaniny gazowej wewnątrz opakowań za pomocą analizatora gazów Oxybaby V firmy WITT GAS (rys. 2b). Przed otwarciem opakowania wyjętego z chłodziarki, pobierano z jego wnętrza próbkę mieszaniny gazowej i przeprowadzano jej analizę. Oznaczano zmianę zawartość O<sub>2</sub> (tlen) i CO<sub>2</sub> (dwutlenek węgla) przez cały okres przechowywania próbek.

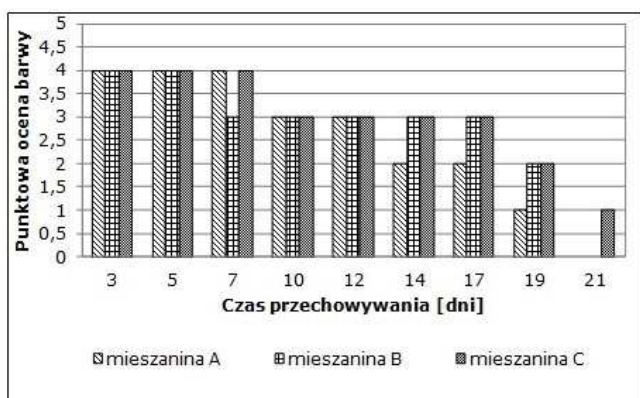
Badane próbki były przechowywane w chłodziarce, w temperaturze 8°C. Badania przeprowadzono po 3, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 19, 21 dniu przechowywania. W niniejszej pracy przedstawiono wybrane wyniki badań.

## WYNIKI BADAŃ

### Wyniki oceny sensorycznej pieczarek przed zapakowaniem

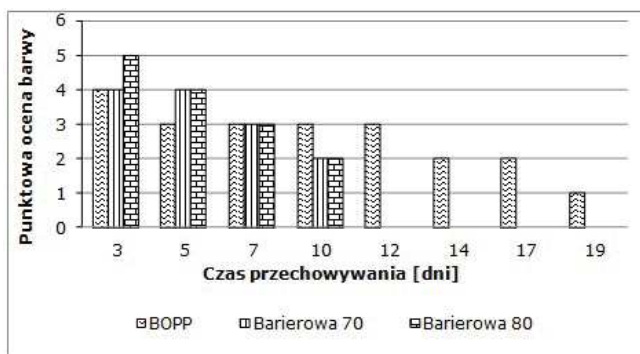
Świeże pieczarki przed zapakowaniem cechowały się zdrowym, jędrnym i nieuszkodzonym wyglądem oraz białą barwą na całej powierzchni, bez plam i przebarwień, smak i zapach był charakterystyczny, przyjemny, swoisty dla świeżych pieczarek.

### Wyniki oceny sensorycznej pieczarek w trakcie przechowywania



Rys. 3. Sensoryczna, punktowa ocena barwy pieczarek w czasie przechowywania w torebkach z folii BOPP z zastosowaniem różnych mieszanin gazów.

Źródło: Badania własne



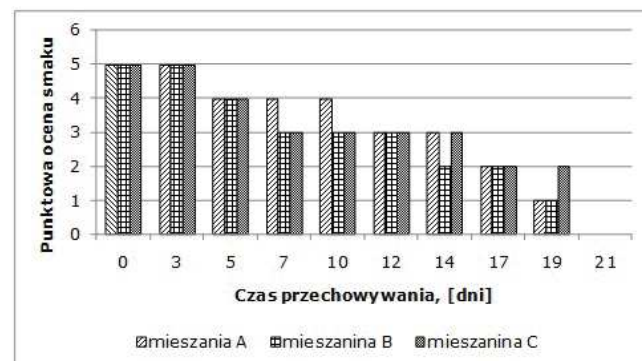
Rys. 4. Sensoryczna, punktowa ocena barwy pieczarek w czasie przechowywania w mieszaninie A w trzech typach torebek.

Źródło: Badania własne

Zaprezentowane na rysunkach 3 i 4 wykresy przedstawiają wpływ rodzaju mieszaniny i rodzaju zastosowanej folii na zmianę barwy pieczarek. Niezależnie od składu mieszaniny gazowej barwa pieczarek do 5-tego dnia przechowywania utrzymywała się na stałym poziomie. W kolejnych dniach barwa zmieniała się z koloru białego na żółto-szary. Najwyższą ocenę barwy uzyskały pieczarki zapakowane w mieszaninie B i C. Natomiast pieczarki zapakowane w mieszaninie A (obecnie stosowanej do pakowania pieczarek) już od 14 dnia przechowywania znacznie odbiegały od pozostałych. Po 21 dniu przechowywania pieczarki pakowane w mieszaninie A i B nie nadawały się do przeprowadzenia oceny ze względu na wyraźne oznaki zepsucia. Dobre oddziaływanie mieszaniny C na barwę przechowywanych pieczarek może wynikać z podwyższonej zawartości O<sub>2</sub> zastosowanej w tej mieszaninie. Podwyższona zawartość O<sub>2</sub> może hamować proces brązowienia enzymatycznego. Podobne wyniki uzyskał Jacxsens i in. w przypadku pakowania krojonych grzybów (wyniki przytoczone w pracy Radziejewska-Kubzdela i Biegańska-Marecik [17]).

Po przeprowadzonej analizie wpływu zastosowanego materiału opakowaniowego stwierdzono, że barwa pieczarek zaczęła zmieniać się od 3-ego dnia przechowywania niezależnie od rodzaju folii (rys. 4).

Po 7 dniach nastąpiło wyraźne pogorszenie barwy pieczarek zapakowanych w folie barierowe, jedynie pieczarki w folii BOPP nadal nadawały się do dalszej oceny, chociaż charakteryzowały się dość niską oceną barwy (poziom dostateczny).



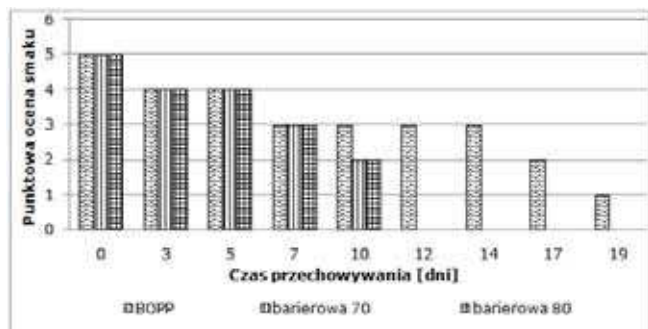
Rys. 5. Sensoryczna, punktowa ocena smaku pieczarek w czasie przechowywania w różnych mieszaninach gazowych w torebkach z folii BOPP.

Źródło: Badania własne

Na rysunku 5 przedstawiono zmiany średniej punktowej oceny smaku pieczarek w czasie przechowywania w torebkach wykonanych z folii BOPP wypełnionych trzema mieszaninami gazów ochronnych.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań stwierdzono, że smak ulegał systematycznemu pogorszeniu, co skutkowało przyznawaniem, we wszystkich przypadkach, mniejszą liczbę punktów. Należy zauważyć, że spadek wartości nie jest jednakowy we wszystkich próbkach. Smak pieczarek w mieszaninach A, B i C do 5-tego dnia przechowywania był swoisty, przyjemny, łagodny. W 17 dniu pieczarki w mieszaninach A, B i C uzyskały ocenę na jednakowym poziomie, a w 19 dniu przechowywania pieczarki w mieszaninach A i B charakteryzowały się octowym posmakiem

świadczącym o procesie fermentacyjnego psucia. Najlepszą oceną smaku charakteryzowały się pieczarki pakowane w atmosferze o zwiększonej zawartości  $O_2$ , czyli w mieszaninie C. Od 7 do 14 dnia przechowywania ich smak się nie zmienił, utrzymywał się na poziomie ze średnią punktów 3 i ze wszystkich prób najdłużej nadawały się do spożycia, a dopiero 21 dnia przechowywania uzyskały ocenę dyskwalifikującą. Nie stwierdzono obcych posmaków wywołanych pakowaniem w modyfikowanej atmosferze.

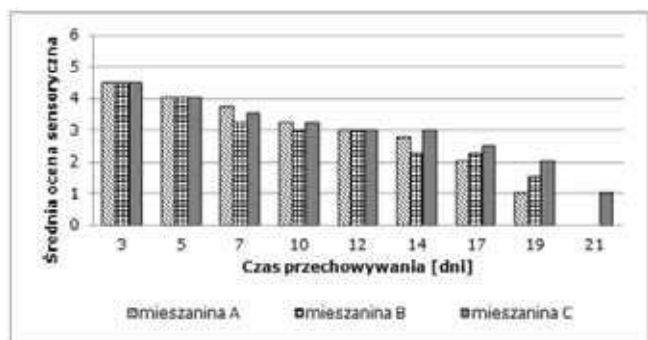


Rys. 6. Sensoryczna, punktowa ocena barwy pieczarek w czasie przechowywania w mieszaninie A w trzech typach torebek foliowych.

Źródło: Badania własne

Na rysunku 6 przedstawiono zmiany średniej punktowej oceny smaku pieczarek w czasie przechowywania w mieszaninie A, w torebkach wykonanych z trzech rodzajów folii opakowaniowej.

We wszystkich przypadkach smak ulegał pogorszeniu. Jednak spadek wartości nie był jednakowy we wszystkich próbkach. W pierwszych dniach okresu przechowywania, w przypadku wszystkich rodzajów folii, smak pieczarek była na tym samym poziomie. Wyraźne zróżnicowanie wystąpiło dopiero po 10 dniu przechowywania. Po tym okresie pieczarki przechowywane w foliach barierowych PA/PE o grubości 80 $\mu$ m jak i 70 $\mu$ m zupełnie utraciły właściwości użytkowe i nie nadawały się do oceny i spożycia. Wynika z tego, że ten rodzaj folii nie nadaje się do pakowania tej grupy produktów. Najlepszą oceną smaku w całym okresie przechowywania charakteryzowały się pieczarki pakowane w torebki z folii BOPP.

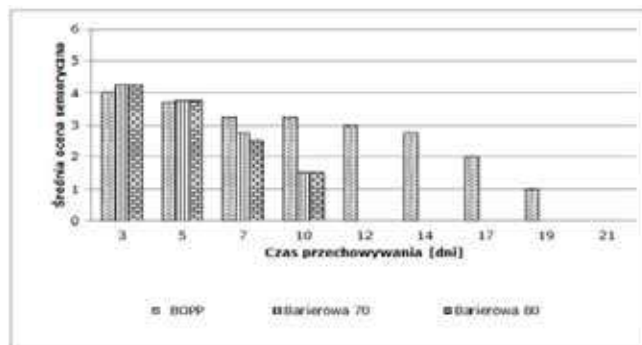


Rys. 7. Średnia ogólna ocena sensoryczna pieczarek pakowanych w torebki BOPP z zastosowaniem mieszanin gazów: A, B, C.

Źródło: Badania własne

Zmiany średniej ogólnej oceny sensorycznej przedstawiono na rysunku 7 i 8. Analizując wyniki badań wpływu różnych mieszanin MAP na jakość przechowywanych

pieczarek (rys. 7.) stwierdzono, że podczas przechowywania średnia ocen sensorycznych malała we wszystkich próbkach.



Rys. 8. Średnia ogólna ocena sensoryczna pieczarek pakowanych w różne folie w mieszaninie gazowej A.

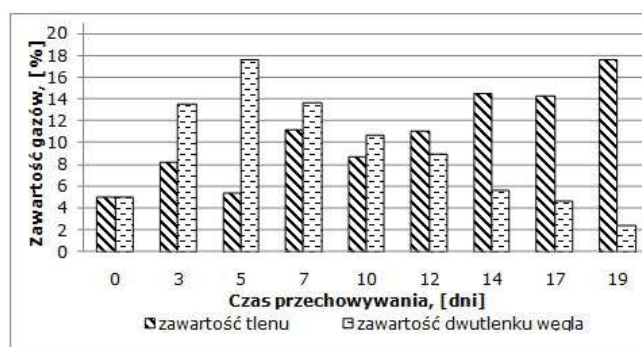
Źródło: Badania własne

W dniu pakowania wszystkie pieczarki oceniono na 5 punktów. Do 12 dnia średnia ocena sensoryczna wszystkich próbek była na zbliżonym poziomie, od 12 dnia najwyższą średnią ogólną oceną sensoryczną cechowały się pieczarki zapakowane w mieszaninie C. W 19 dniu przechowywania ocena pieczarek przechowywanych w mieszaninie C wyniosła 2, mieszaninie B wyniosła – 1,5 a dla mieszaniny A tylko 1 punkt. Najniższą ocenę sensoryczną uzyskały pieczarki zapakowane w mieszaninie A, które najszybciej wykazywały oznaki zepsucia, natomiast najwyższą średnią ogólną oceną sensoryczną cechowały się pieczarki zapakowane w mieszaninie C (o podwyższonej zawartości  $O_2$ ).

Określając wpływ trzech typów folii na jakość pieczarek stwierdzono, że w przypadku folii barierowych 70 $\mu$ m i 80 $\mu$ m w 10 dniu przechowywania pieczarki wykazały najniższą jakość sensoryczną, której średnia ocen wyniosła 1,5 (rys. 8).

Próby przechowywane powyżej 10 dni od zapakowania nie nadawały się do oceny. Najwyższymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się pieczarki zapakowane w torebki z folii BOPP. Dopiero w 19 dniu ich średnia ocena sensoryczna spadła do poziomu 1.

#### Analiza zawartości gazu wewnątrz opakowania



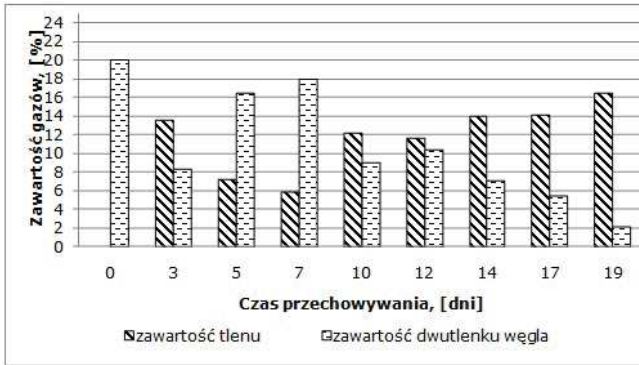
Rys. 9. Zmiany składu mieszaniny gazowej A w opakowaniach z folii BOPP w czasie przechowywania.

Źródło: Badania własne

Na rysunku 9 przedstawiono wykres zmian składu zawartości  $O_2$  i  $CO_2$  w opakowaniach pieczarek w torebkach z folii BOPP wypełnionych mieszaniną A.

Skład mieszaniny w opakowaniu w trakcie przechowywania ulegał zmianie. Zawartość  $CO_2$  wraz z upływem czasu

systematycznie malała, z kolei zawartość O<sub>2</sub> wzrastała. Było to spowodowane przenikaniem tlenu z otoczenia do wnętrza opakowania oraz procesami oddychania pieczarek. W 19 dniu badania, zawartość CO<sub>2</sub> kształtowała się na poziomie 2,3% (spadek względem wartości początkowej o 2,7%), a zawartość O<sub>2</sub> wyniosła 17,6% (wzrost względem wartości początkowej o 12,6%). Największą zawartość dwutlenku węgla odnotowano 5 dnia przechowywania, jednak skok ten nie spowodował gwałtownych zmian w ocenie sensorycznej pieczarek.



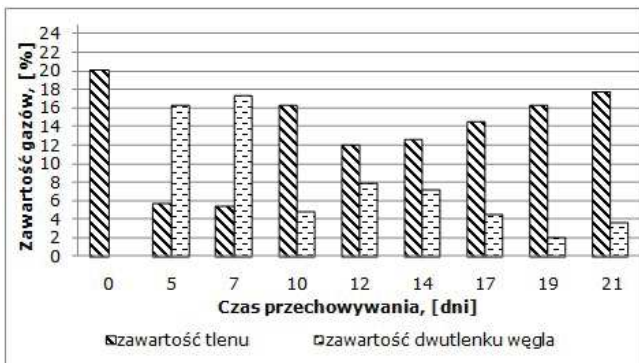
Rys. 10. Zmiany składu mieszaniny gazowej B w torebkach z folii BOPP w czasie przechowywania.

Źródło: Badania własne

Na rysunku 10 przedstawiono zmianę składu mieszaniny gazowej B w trakcie przechowywania pieczarek w torebkach z folii BOPP.

W początkowych dniach przechowywania występowały wahania zawartości CO<sub>2</sub>, natomiast od 10 dnia nastąpił jego systematyczny spadek. W 19 dniu przechowywania zawartość CO<sub>2</sub> kształtowała się na poziomie 2,1% (spadek względem wartości początkowej o 17,9%). Udział tlenu wewnątrz opakowania zwiększał się wraz z upływem czasu. W 5 dniu przechowywania stwierdzono gwałtowne zmniejszenie ilości O<sub>2</sub>, jednak od 10 dnia jego zawartość systematycznie rosła. Ostatniego dnia przechowywania udział O<sub>2</sub> w atmosferze w opakowaniu wyniósł 16,4% (wzrost względem wartości początkowej o 16,4%). Niska barierowość folii spowodowała przenikanie tlenu do wnętrza opakowania powodując zmiany enzymatyczne widoczne w zabarwieniu pieczarek.

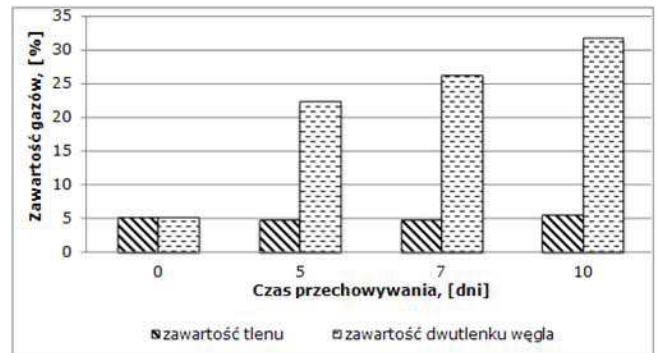
Rysunek 11 przedstawia wykres zmian składu mieszaniny gazowej C w opakowaniu w trakcie przechowywania w torebkach z folii BOPP.



Rys. 11. Zmiany składu mieszaniny gazowej C w torebkach z folii BOPP w czasie przechowywania.

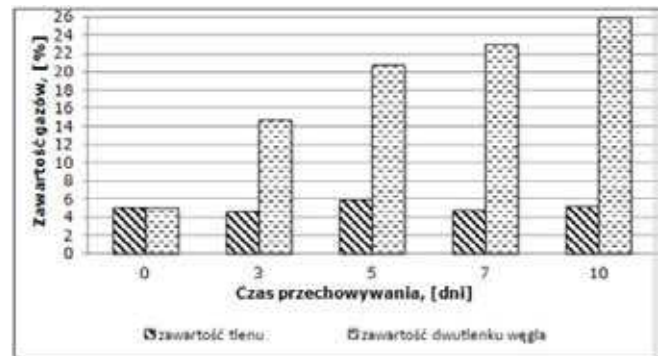
Źródło: Badania własne

Już do 7 dnia przechowywania zawartość tlenu obniżyła się do 5,6%. W dalszym okresie przechowywania systematycznie rosła i 21 dnia uzyskała wartość zbliżoną do zawartości atmosferycznej – 17,7%. W początkowych dniach przechowywania nastąpił duży wzrost zawartości dwutlenku węgla w opakowaniu, w stosunku do jego zawartości podczas pakowania, która wynosiła 0%. W 10 dniu przechowywania nastąpił gwałtowny spadek zawartości CO<sub>2</sub> w opakowaniu, jego wartość obniżyła się z 17,3% do 4,8%. W ostatni dniu przechowywania (21 dzień) jego zawartość wyniosła 3,5%. Zmiana zawartości gazów w mieszaninie C była podobna do zmian zachodzących w mieszaninie B. Wzrost O<sub>2</sub> i spadek CO<sub>2</sub> w obu mieszaninach spowodował systematyczne obniżanie ogólnej średniej oceny sensorycznej pieczarek.



Rys. 12. Zmiany składu mieszaniny gazowej A w torebkach barierowych PA/PE o grubości 70µm.

Źródło: Badania własne



Rys. 13. Zmiany składu mieszaniny gazowej A w torebkach barierowych PA/PE o grubości 80µm.

Źródło: Opracowanie własne

Na kolejnych wykresach (rys. 12, 13) przedstawiono zmianę składu mieszaniny A w zależności od zastosowanej folii opakowaniowej. Na rysunku 12 przedstawiono zmianę składu mieszaniny gazowej w opakowaniu z folii barierowej PA/PE o grubości 70µm. Stwierdzono, że w całym okresie przechowywania następował stopniowy wzrost zawartości CO<sub>2</sub>. Pomiedzy kolejnymi dniami badań jego zawartość wzrastała o około 4%. Ostatniego dnia przechowywania jego zawartość wynosiła 31,7% a więc 6-krotnie więcej niż w dniu pakowania. Wzrost zawartości CO<sub>2</sub> już w 5 dniu wiązał się ze znacznym pogorszeniem wyglądu pieczarek (pojawienie się żółtych przebarwień).

Natomiast zawartość tlenu utrzymywała się na stałym poziomie do 7 dnia i wynosiła 4,8%, 10 dnia jego zawartość nieznacznie wzrosła o 0,7%.

Rysunek 13 przedstawia zmiany składu mieszaniny gazowej w opakowaniu z folii barierowej PA/PE o grubości 80µm.

Analogicznie, jak w przypadku folii barierowej o grubości 70µm, zawartość O<sub>2</sub> ulegała minimalnym wahaniom oscylując w zakresie od 4,6% do 5,8%, natomiast zawartość CO<sub>2</sub> systematycznie wzrastała osiągając w 10 dniu 26,0%. Pieczarki, przy zawartości CO<sub>2</sub> 20,7% były oślisłe w dotyku, z wyczuwalnym octowym zapachem, co świadczy o fermentacji wynikającej z niskiej zawartości tlenu. Duża barierowość folii spowodowała gromadzenie się CO<sub>2</sub> powstającego w wyniku oddychania pieczarek, a brak możliwości przenikania O<sub>2</sub> z atmosfery wpłynął na niekorzystne zmiany w pieczarkach nadając im oślisły wygląd i żółtą barwę.

W trakcie przeglądu literatury znaleziono nieliczną ilość opracowań dotyczących wyników zastosowania mieszanin gazowych do pakowania świeżych pieczarek. Fakt słabego rozpoznania badawczego tego obszaru wiedzy został potwierdzony przez przedstawicieli sfery przemysłowej. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że nie zawsze sprawdzają się zalecane do konkretnych lub określonych grup produktów spożywczych standardowe mieszaniny gazów.

## WNIOSKI

1. Poprzez zastosowanie odpowiedniej mieszaniny gazów ochronnych i utrzymanie warunków chłodniczych możliwe jest wydłużenie okresu przydatności do spożycia pieczarek świeżych.
2. W celu wydłużenia przydatności produktu do spożycia równie istotny jest dobór odpowiedniej mieszaniny gazowej jak i odpowiednio dobrany materiał opakowaniowy.
3. Najlepszymi cechami i najdłuższą trwałością charakteryzowały się świeże pieczarki zapakowane w opakowania z folii BOPP (charakteryzującej się dużą przepuszczalnością gazów) wypełnione mieszaniną gazów zawierającą podwyższoną (w stosunku do zalecanej) ilość tlenu.

## LITERATURA

- [1] CICHONŹ Z. 1996. Nowoczesne opakownictwo żywności. Akademia Ekonomiczna, Wrocław.
- [2] CZAPSKI J., KIDOŃ M. 2009. Zastosowanie gazów w przemyśle spożywczym. Przemysł Spożywczy, 4, 12-16.
- [3] CZAPSKI J., MICHNIEWICZ J. 1997. Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. Przemysł Spożywczy, 10, 15-19.
- [4] CZERNIAWSKI B. 2004. Folie poliamidowe i laminaty z ich udziałem. Plastics Review, 6.
- [5] CZERNIAWSKI B., MICHNIEWICZ J. 1998. Opakowania żywności. Agro Food Technology, Czeladź.
- [6] CZERNIAWSKI B., MICHNIEWICZ J. 1998. Specyficzne systemy pakowania w zabezpieczeniu jakości produktów spożywczych. COBRO, Warszawa.
- [7] CZERNIAWSKI B., SARZYŃSKI W. 1996. System pakowania produktów żywnościowych w atmosferze modyfikowanej (MAP). Opakowanie, 2, 17-20.

- [8] Dokumentacja techniczno-ruchowa pakowarki próżniowej PP-5.4 Zakładu Techniki Próżniowej TEPRO S.A., Koszalin 2003.
- [9] FIK M. 1995. Zastosowanie modyfikowanej atmosfery do przedłużania trwałości produktów spożywczych, Przemysł Spożywczy, 11, 421-424.
- [10] GAPIŃSKI M., WOŹNIAK W. 2009. Tradycja, zwyczaje, zasady i normy dla pieczarki handlowej. Biuletyn-Pieczarki, 1, 52-61.
- [11] [http://www.pieczarkarnia.eu/mushroom\\_tech/index.html](http://www.pieczarkarnia.eu/mushroom_tech/index.html)
- [12] KACENAK I., DANDRAR A., SEKRETAR S. 2005. Nowoczesne sposoby pakowania i ich wpływ na jakość i trwałość produktów. Przemysł Spożywczy, 9, 20-25.
- [13] MICHALSKA-POŻOGA I. 2008. Barierowość materiałów polimerowych – metody i techniki badań. Opakowanie, 12, 30-33.
- [14] MIELIWODZKA M. 2006. Giętkie folie w opakowaniach żywności. Przemysł Spożywczy, 8, 90-94.
- [15] PN-75/R-75078 – Pieczarki uprawne.
- [16] POSTOLSKI J. 2006. Specjalne technologie pakowania i przechowywania. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 5, 197-201.
- [17] RADZIEJEWSKA-KUBZDELA E., BIEGAŃSKA-MARECIK R. 2009. Pakowanie mało przetworzonych owoców i warzyw w atmosferze modyfikowanej. Przemysł Spożywczy, 6, 30-34.
- [18] RYMARZ G. 2005. Kierunki rozwoju opakowań produktów spożywczych. Tworzywa Sztuczne i Chemii, 4, 27-31.
- [19] SAKSON N. 2008. Produkcja pieczarki na podłożu fazy III, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- [20] SAS-GOLAK I., SIWULSKI M., SOBIERALSKI K. 2007. Pieczarka, bocznik, shiitake i inne grzyby w naszej kuchni. Wydawnictwo: Kurpisz.

## THE INFLUENCE OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON MUSHROOMS SENSORY QUALITY DURING REFRIGERATED STORAGE

### SUMMARY

#### SUMMARY

The aim of the study is to investigate the influence of three different gas mixtures and three types of packaging film on changes the quality of fresh mushrooms stored in modified atmosphere. Analysis of research includes sensory evaluation and analysis of changes in the composition of the gas mixtures inside the packaging. Tests were performed at the mushrooms stored in a refrigerator at a temperature of 8°C, at the date of purchase and every second day during 21 days of storage. Selection of the gas mixture composition and the type of the packaging bag has an impact on changes in quality of mushrooms.

**Key words:** mushrooms, food packaging, modified atmosphere, durability.