

Dr inż. Magdalena ZALEWSKA
Mgr inż. Monika M. MARCINKOWSKA-LESIAK
Dr inż. Andrzej PÓLTORAK
Dr inż. Jarosław WYRWISZ
Dr inż. Robert ZAREMBA

Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WPŁYW SPOSOBU PAKOWANIA NA ZACHOWANIE BARWY MIĘSA I PRZETWORÓW Z MIĘSA WIEPRZOWEGO®

Opracowanie zrealizowano w ramach projektu "BIOŻYWNOSĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego" nr POIG.01.01.02-014-090/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 – 2013



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Barwa jest cechą mięsa, która dla konsumenta stanowi jeden z najważniejszych wskaźników jego świeżości i jakości. Intensywność i stabilność barwy mięsa jest bardzo zróżnicowana i wpływa na nią wiele czynników. Zależy ona od gatunku zwierzęcia, od rodzaju mięśnia, postępowania przyżyciowego i poubojowego. Dla przemysłu mięsnego najważniejszym zadaniem jest zachowanie naturalnej barwy mięsa przez jak najdłuższy czas. Zachętą do zakupu mięsa jest jego jasno czerwona barwa, która tworzy się w wyniku utleniania mioglobiny. Obecnie poszukuje się możliwości, które pozwalają na zachowanie barwy przez jak najdłuższy czas i sprzyjają ograniczeniu powstawania odbarwień powierzchni mięsa a w rezultacie podniesieniu jego atrakcyjności. Znane są różne systemy pakowania mięsa, w tym pakowanie w atmosferze modyfikowanej oraz pakowanie próżniowe, które to pozwalają zachować wysoką jakość mięsa. Pakowanie w modyfikowanej atmosferze przy udziale kombinacji odpowiednich gazów (O_2 , CO_2 , N_2 , CO , argon) może wzmacniać barwę i wydłużać czas przechowywania mięsa w handlu detalicznym. Rozwój wielu bakterii tlenowych jest powstrzymywany przez zastosowanie w opakowaniu CO_2 w stężeniu 10% i więcej. Natomiast obecność nawet małych ilości O_2 powoduje unieszkodliwienie bakterii anaerobowych. Pakowanie próżniowe wydaje się być interesującą alternatywą w pakowaniu wieprzowiny, wynika to z faktu wzrostu stabilności oksydacyjnej co powoduje wzrost stabilności barwy mięsa i wydłużenie czasu przydatności do spożycia.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, barwa, atmosfera modyfikowana, pakowanie próżniowe, stabilność barwy.

WSTĘP

Barwa mięsa oraz jego ogólny wygląd to główne kryteria dzięki którym konsument ocenia jakość mięsa i jego produktów. Barwa mięsa i produktów mięsnych jest bardzo ważnym wskaźnikiem jego jakości, który wpływa na akceptację konsumentką. Ma ona bardzo duży wpływ na decyzję o zakupie mięsa, ponieważ barwa mięsa kojarzona jest z jego świeżością i wysoką jakością. Konsument preferują jasno czerwone świeże mięso, brązowo szare mięso pieczone i różowe wędliny. Barwę mięsa świeżego określają: stężenie barwników, stan chemiczny barwników w mięsie, oraz parametry fizyczne mięsa [5, 6, 17]. Zależy ona od stężenia barwników, w szczególności mioglobiny oraz jej stanu chemicznego i jest określona przez trzy pochodne mioglobiny: a) formę zredukowaną (deoksymioglobinę), która jest barwnikiem purpurowym, b) formę natlenioną (oksymioglobinę), która jest jasno wiśniowo czerwona oraz c) formę utlenioną (metmioglobinę) – szaro brązową [16]. W celu zwiększenia higieny i bezpieczeństwa świeżego oraz przetworzonego mięsa, przemysł mięsny musiał opracować nowe systemy

pakowania produktów, które zaspokajają te potrzeby. Mimo nowoczesnych opracowań systemów opakowań, fundamentalne zasady pakowania produktów mięsnych pozostają takie same. Świeże mięso pakuje się w celu zapobieżenia zanieczyszczeniu, psuciu się, aby przyspieszyć aktywność enzymatyczną w celu poprawy kruchości, zmniejszenia strat masy i zapewnienia optymalnej barwy mięsa. W przypadku produktów przetworzonych należy wziąć pod uwagę też dehydratację, oksydację lipidów, utratę barwy oraz aromatu. Istnieje tak duże zróżnicowanie produktów, że każda technologia, która zapewnia bezpieczeństwo oraz żądania konsumentów, jest poszukiwana [7].

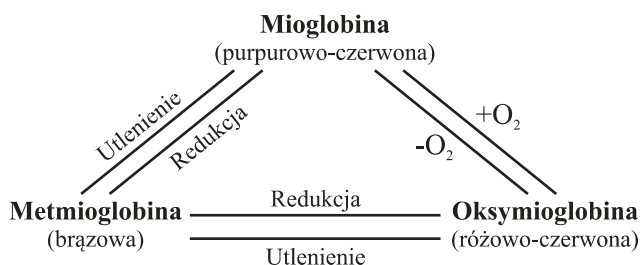
Obecnie stosuje się w procesach produkcji mięsa zazwyczaj pakowanie próżniowe i pakowanie w atmosferze gazowej. Pakowanie próżniowe stosowane jest głównie do dużych elementów kulinarnych w pierwszej fazie łańcucha dystrybucji. Brak tlenu w opakowaniu powoduje wzrost ilości zredukowanej mioglobiny (deoksymioglobiny) w świeżym mięsie. Następuje zmiana barwy powierzchni mięsa na purpurowo-czerwoną. Pakowanie próżniowe nie jest stosowane do indywidualnych elementów kulinarnych w sprzedaży detalicznej z uwagi na potrzebę normalnego wyglądu mięsa podczas sprzedaży konsumentom. Celem stosowania

mieszanek gazowych do pakowania mięsa jest ochrona produktu przed zmianami w jego wyglądzie. Zazwyczaj używa się mieszanek zawierających O_2 , CO_2 i N_2 w różnych stężeniach.

Celem artykułu jest prezentacja danych literaturowych na temat wpływu różnych metod pakowania na stabilność barwy mięsa wieprzowego i jego przetworów.

BARWA MIĘSA

W przypadku mięsa jego barwa stanowi jeden z najważniejszych wyróżników jakościowych, które mają wpływ na decyzję konsumentów o zakupie [4]. Konsumenti za prawidłową barwę mięsa postrzegają jasnoczerwoną, gdyż jest ona wskaźnikiem świeżości i bezpieczeństwa. Barwa mięsa uzależniona jest przede wszystkim od zawartości oraz formy chemicznej głównego barwnika hemowego, jakim jest mioglobina. Podczas kształtowania barwy mięsa wołowego również niewielki wpływ mają inne hemoproteidy, do których należy hemoglobina czy cytochrom „c”.



Rys. 1. Barwniki odpowiedzialne za barwę świeżego mięsa.

Źródło: Praktyczne zastosowanie barwników naturalnych w mięsie, 2004, [15]

W świeżym mięsie mioglobina występuje w postaci trzech form redoks. Dezoksymioglobina (DMb) to barwnik purpurowo-czerwony, tylko w przypadku świeżego mięsa przy bardzo niskim ciśnieniu parcjnym tlenu ($<1,4$ mm Hg) możliwe jest utrzymanie barwnika w tej postaci, gdyż obecność tlenu wywołuje spontaniczne przejście tej formy w oksymioglobinę w procesie utleniania. W tej formie barwnik charakteryzuje się jasno-różowo-czerwonym odcieniem. Metmioglobina (MMb) jest formą barwnika powstającą w wyniku utlenienia obu żelazowych pochodnych mioglobiny do postaci żelazowej (Fe^{3+}). Jest to najbardziej niepożądana postać barwnika występująca w tkance mięśniowej. Występowanie tej formy barwnika uzależnione jest od wielu czynników, do których należą: ciśnienie parcjne tlenu, temperatura, pH, aktywność redukująca mięsa oraz w niektórych przypadkach wzrost mikroorganizmów [10].

Stałe przekształcanie mioglobiny w metmioglobinę zachodzi niezależnie od wartości ciśnienia parcjnego tlenu, z kolei aktywność redukująca mięsa umożliwia redukcję w obecności tlenu do oksymioglobiny lub przy jego braku do dezoksymioglobiny.

PAKOWANIE MIĘSA WIEPRZOWEGO I JEGO PRZETWORÓW

Pakowanie w atmosferze modyfikowanej (Modified Atmosphere Packaging – MAP) polega na zastąpieniu powietrza wypełniającego opakowania gazem lub mieszanką gazów tak, aby kontrolować procesy biochemiczne lub enzymatyczne, rozwój mikroorganizmów oraz zapewnić ochronę przed uszkodzeniem mechanicznym produktu. W połączeniu z niskimi temperaturami, jest to niezwykle skuteczna metoda przedłużania dopuszczalnego okresu przechowywania produktu. W niektórych przypadkach można przedłużyć okres przechowywania przez wytworzenie próżni w opakowaniu (pakowanie próżniowe) które prawie wcale nie zawiera gazu. W innych przypadkach, przepuszczalna folia owijająca produkt umożliwia wytworzenie własnej atmosfery, bez dodawania gazów z zewnątrz [12].

Pakowanie próżniowe polega na zapakowaniu produktu w folię plastikową lub aluminiową o niskiej przepuszczalności dla tlenu, następnie wypompowaniu z niego powietrza i hermetycznym zamknięciu opakowania. Pakowaną w ten sposób żywność można dłużej przechowywać niż żywność świeżą. Produkty w opakowaniach próżniowych charakteryzują się dobrą jakością sensoryczną, większą stabilnością mikrobiologiczną i mniejszym ubytkiem masy [1].

Pakowanie próżniowe jest korzystne w przypadku produktów o dużej zawartości tłuszczów, gdyż tlen powoduje szybkie ich jęczenie. Próżnia jest też szczególnie dobrym sposobem przechowywania w warunkach chłodniczych (temp. $4^{\circ}C$) żywności już poddanej obróbce termicznej. O trwałości i jakości zapakowanego próżniowo produktu decydują: jakość mikrobiologiczna surowca wyjściowego, jego stopień rozdrobnienia, rodzaj zastosowanej obróbki technologicznej (szczególnie termicznej), wilgotność oraz temperatura przechowywania. O trwałości pakowanych próżniowo produktów żywnościowych decyduje też zastosowanie opakowania o odpowiedniej barierowości, czyli zdolności do przenikania gazów i pary wodnej. Jeśli zastosujemy opakowanie o barierowości gwarantującej odpowiednio niską wilgotność, dochodzi do obsuszenia produktu, stanowiącego czynnik utrwalający. Gdy zaś przez opakowanie może przenikać woda – sprzyja to pogorszeniu się jakości opakowanego produktu [1].

Pakowanie próżniowe chroni żywność przed rozwojem bakterii tlenowych, jednak w tak pakowanych produktach mogą rozwijać się bakterie beztlenowe (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium sporogenes*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* i *Clostridium botulinum*), które przyczyniają się do zatrucia pokarmowych. Dzieje się tak, gdy w opakowaniu jest zbyt mało tlenu. Zaleca się, z tego powodu, żeby zawartość tlenu w opakowaniu wynosiła co najmniej 2% [1].

Do pakowania MAP stosuje się głównie trzy gazy – tlen, dwutlenek węgla i azot. W niektórych krajach używa się również innych gazów. Produkty spożywcze pakuje się przy udziale różnych stężeń tych trzech gazów, w zależności od ich właściwości fizycznych i chemicznych. Dobrym przykładem korzyści z pakowania MAP jest utrzymanie świeżej,

czerwonej barwy mięsa, które po uboju szybko stają się matowe, brązowieje i wygląda nieatrakcyjnie, a dzięki zastosowaniu mieszaniny zawierającej od 60 do 80% tlenu (w zależności od mięsa), i pozostałych 40-20% dwutlenku węgla można utrzymać świeży i atrakcyjny wygląd mięsa. W celu zahamowania rozwoju bakterii i pleśni zaleca się stosowanie w opakowaniach MAP minimum 20% CO₂. Nadmierne ilości dwutlenku węgla w opakowaniach MAP mogą powodować utratę soczystości, osłabienie smaku, a także zapadanie się opakowania. Azot używany jest jako gaz równoważący w mieszaninie gazowej oraz zapobiegający zapadaniu się opakowań, które zawierają środki spożywcze o wysokiej wilgotności lub tłuszczu. Tlen powoduje rozkład tlenowy żywności, ponieważ utrzymuje świeżą i naturalną barwę mięsa, oraz hamuje rozwój bakterii anaerobowych, ale powinien występować w ilościach kontrolowanych. Ostatnio w przemyśle spożywczym zaczęto stosować do pakowania MAP nowe gazy takie jak: argon i tlenek węgla. Argon ma takie same właściwości jak azot i co za tym idzie, nie ma wpływu na rozwój mikroorganizmów. Uważa się jednak, że hamuje on czynność enzymów i reakcje chemiczne mogące powodować psucie się żywności. Dlatego też można go używać w atmosferze kontrolowanej, zastępując w wielu przypadkach azot. Badania pokazały, że zastosowanie tlenu węgla (CO) w technologii MAP przy wysokim stężeniu CO₂ prowadzi do przedłużenia okresu przydatności i jednoczesnego zachowania jasnoczerwonego koloru mięsa. Spotyka się też opinie, że tlenek węgla ogranicza lub wręcz hamuje rozwój różnych bakterii patogennych i powodujących psucie [2]. Od ponad 20 lat w norweskim przemyśle mięsnym używa się tlenu węgla (CO) na poziomie 0.3-0.5% do pakowania mięsa wołowego, wieprzowego i jagnięciny. Ze względu na wysokie powinowactwo mioglobiny do CO, powstaje jasno wiśniowy czerwony pigment na powierzchni mięsa, karboksymioglobina. Dodatkowo użycie CO do pakowania MAP powoduje wydłużenie czasu przydatności do spożycia mięsa świeżego. CO działa bakteriostatycznie na różnego rodzaju populacje mikroorganizmów [21]. Tlenek węgla w Unii Europejskiej nie został dopuszczony na listę dozwolonych dodatków do żywności.

ZMIANY BARWY MIĘSA WIEPRZOWEGO POD WPŁYWEM PAKOWANIA

Pakowanie w modyfikowanej atmosferze przy udziale kombinacji odpowiednich gazów (O₂, CO₂, N₂) może wzmacniać barwę i wydłużać czas przechowywania mięsa w handlu detalicznym. Bardzo często w opakowaniach typu *case-ready* do pakowania mięsa używa się mieszanek gazowych o składzie: 80%O₂:20%CO₂, gdzie wysokie stężenie tlenu pozwala na utworzenie się oksymoglobiny, która powoduje powstanie pożądanej różowo/czerwonej barwy świeżej wieprzowiny, natomiast CO₂ zapobiega rozwojowi mikroorganizmów. Utrzymanie odpowiedniej barwy jest równie ważne jak polepszenie jakości mikrobiologicznej w kontekście przedłużenia czasu przechowywania produktu [9].

Istnieje wiele prac badawczych przedstawiających wpływ pakowania na stabilność barwy mięsa wieprzowego. Badano

między innymi wpływ pakowania próżniowego i w modyfikowanej atmosferze na jakość polędwicy wieprzowej. W pracy przedstawiono wpływ pakowania w atmosferze ochronnej na barwę i jej stabilność kotletów wieprzowych podczas chłodniczego przechowywania. Materiałem do badań było 12 tusz wieprzowych, z których wycięto polędwicę i po 24h przechowywania chłodniczego podzielono na kotlety o grubości 1,5 cm. Zastosowano pakowanie w powietrzu (umieszczenie kotletów wieprzowych na tackach i owinięcie w folię PVC), w modyfikowanej atmosferze: 70% O₂ i 30%CO₂ oraz pakowanie próżniowe. Wykonano instrumentalny pomiar barwy i wyznaczono wartości parametrów L* (jasność), a* (nasylenie barwy czerwonej) i b* (nasylenie barwy żółtej) oraz obliczono wartość nasycenia barwy. Stwierdzono, że próby zapakowane w atmosferze ochronnej (MAP lub próżnia) odznaczały się wyższymi wartościami parametru L* (były jaśniejsze) niż próby owinięte w folię. Wartości parametru a* dla prób zapakowanych w MAP były wyższe (próby bardziej czerwone) niż dla pakowanych próżniowo i w powietrzu na początku przechowywania. Pod koniec okresu przechowywania próby pakowane próżniowo wykazywały większą stabilność barwy (wyższe wartości parametrów a* i b*). Wyniki pracy wskazują, że pakowanie mięsa wieprzowego przy zastosowaniu wysokich stężeń tlenu nie daje lepszych wartości parametrów barwy zmierzonych instrumentalnie w porównaniu z pakowaniem w powietrzu. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych atmosfer gazowych na barwę mięsa. Pakowanie próżniowe wydaje się być interesującą alternatywą w pakowaniu wieprzowiny, wynika to z faktu wzrostu stabilności oksydacyjnej co powoduje wzrost stabilności barwy mięsa i wydłużenie czasu przydatności do spożycia [3].

W innej pracy zwrócono uwagę na czas przydatności do spożycia wieprzowiny pakowanej w atmosferze z niskim poziomem CO i wysokim CO₂. Kotlety wieprzowe zapakowano w modyfikowanej atmosferze: (1) 0.4%CO/60%CO₂/40%N₂; (2) 70%O₂/30% CO₂; (3) 60% CO₂/40% N₂ – z absorberem O₂. Próby przechowywano w 4 lub 8°C przez 3, 7, 10, 14, 17, 21 dni. Bezpośrednio po wyjęciu mięsa z opakowania w dniu pomiaru wykonano instrumentalne badanie barwy za pomocą kolorymetru. Stwierdzono, że mięso pakowane w 0.4%CO /60%CO₂/40% N₂ miało trwałą jasnoczerwoną barwę przez cały czas przechowywania, a atmosfera 70%O₂/30% CO₂ dawała w rezultacie jasnoczerwoną barwę mięsa ale barwa ta była niestabilna, a próby w czasie przechowywania ulegały odbarwieniu istotnie szybciej w 8°C niż w 4°C. Zwrócono również uwagę, że około 75% kotletów przechowywanych w wysokim tlenie miało czarną barwę kości [18].

Badano również wpływ modyfikowanej atmosfery na barwę, właściwości sensoryczne i mikrobiologiczne chłodzonej wieprzowiny. Próby polędwicy wieprzowej były przechowywane w 4°C w różnych atmosferach modyfikowanych (MAP): (1) próżnia; (2) 100% CO₂; (3) 99% CO₂ + 1% CO; (4) 100%O₂ oraz (5) 100% CO poprzedzone próżnią. Po każdym okresie przechowywania mierzono instrumentalnie barwę i określano wartości parametrów L*, a* i b*. Środowisko MAP: 99% CO₂ + 1% CO było najlepsze do utrzymania pożądanej barwy polędwicy wieprzowej, wartości parametrów barwy L* i a* były bliskie wartościom uzyskanym dla

świeżej wieprzowiny. Polędwica zapakowana w 99% CO₂ + 1% CO uzyskała najwyższą akceptację konsumentką po 24h przechowywania. Próby te oraz pakowane w atmosferze CO otrzymały najwyższe noty oceny konsumenckiej nawet po 20 dniach przechowywania [19].

Wpływ pakowania w modyfikowanej atmosferze z udziałem tlenu węgla na jakość świeżej pakowanej wieprzowiny określili Wilkinson i wsp., [21]. Celem ich pracy było zbadanie wpływu pakowania w środowisku CO₂-MAP + 0.4% CO i 100% CO₂-MAP na barwę świeżej wieprzowiny przechowywanej przez 8 tygodni. Materiał do badań stanowiły kotlety wieprzowe, które zapakowano w MAP: 100% CO₂ oraz w 80%CO₂:19.6%N₂:0.4%CO, a następnie przechowywano w warunkach chłodniczych (3°C) przez 2, 4, 6 i 8 tygodni. Po zakończeniu każdego okresu przechowywania wykonano instrumentalny pomiar barwy. Istotne różnice zaobserwowano natychmiast po wyjęciu prób mięsa wieprzowego z opakowań MAP. Wykorzystanie 0.4%CO spowodowało wzrost intensywności barwy wieprzowiny o 32%. Podczas natleniania wieprzowiny z MAP 100% CO₂ i 0.4%CO stawała się ona jaśniejsza, miała mniej intensywną barwę czerwoną. Ocena sensoryczna wskazała, że kotlety zapakowane w 0.4% CO miały bardziej atrakcyjną barwę różowo-czerwoną niż te pakowane w 100% CO₂. Zastosowanie CO podczas pakowania MAP prowadzi do uzyskania satysfakcjonującego okresu przechowywania oraz stabilności barwy produktu [20].

ZMIANY BARWY PRODUKTÓW Z MIĘSA WIEPRZOWEGO POD WPŁYWEM PAKOWANIA

Produkty z mięsa wieprzowego (np. szynki czy kielbasy) w sprzedaży detalicznej powinny charakteryzować się atrakcyjnym wyglądem i barwą, tak aby konsumenci, którzy zazwyczaj „kupują oczami” podjęli decyzję o zakupie konkretnego produktu. Wędliny jak i surowe mięso wieprzowe, aby utrzymały jak najdłużej świeżość i smakowitość, pakuje się w odpowiednie opakowania oraz z zastosowaniem modyfikowanej atmosfery lub próżni. Stabilność barwy podczas przechowywania i ekspozycji jest istotna w przemyśle mięsnym i handlu detalicznym. Rozpowszechnienie pakowania w modyfikowanej atmosferze mięsa i jego produktów generuje wiele problemów z utrzymaniem stabilności barwy podczas ekspozycji pod oświetleniem [2, 8, 13].

Stabilność barwy jest jednym z ważniejszych parametrów związanych a jakością wędlin pakowanych w MAP i główną cechą jakościową, na którą zwracają uwagę konsumenci i używają jej jako wskaźnika świeżości i zdrowotności produktu [14].

Ruiz-Capillas i Jiménez-Colmenero [17] zajmowali się wpływem modyfikowanej atmosfery z zawartością argonu na jakość kielbas wieprzowych. Celem pracy było zbadanie wpływu pakowania w modyfikowanej atmosferze (MAP) z udziałem CO₂ i argonu oraz CO₂ i N₂ na właściwości fizyczne kielbas wieprzowych podczas chłodniczego przechowywania. Wyniki zostały porównane z pakowaniem próżniowym i w powietrzu. Materiał do badań stanowiły kielbasy wieprzowe wyprodukowane i zapakowane w warunkach

przemysłowych. Zastosowano cztery sposoby pakowania: (1) w warunkach tlenowych – owinięcie folią przepuszczalną dla tlenu; (2) pakowanie próżniowe; (3) MAP - 30% CO₂:70% argon; (4) MAP - 20% CO₂:80% N₂. Próby przechowywano w warunkach chłodniczych w temp. 1 ± 1°C i analizowano okresowo w czasie 28 dni z wyjątkiem prób zapakowanych w warunkach tlenowych i próżniowych, które analizowano przez pierwsze 21 dni, ponieważ zostały odrzucone z powodu zagrożenia mikrobiologicznego. Wykonano instrumentalny pomiar barwy za pomocą kolorymetru i wyznaczono wartości parametrów barwy L*, a* i b*. Próby przechowywane w MAP były jaśniejsze (wyższe wartości parametru L*) w porównaniu z próbkami przechowywanymi w warunkach tlenowych i próżniowych. Wartości a* dla próbek przechowywanych w MAP były istotnie wyższe (próby bardziej czerwone) w porównaniu z próbkami przechowywanymi w warunkach tlenowych i próżniowych [17].

Na świecie w przemyśle mięsnym zaczyna stosować się argon jako składnik mieszanek gazowych w opakowaniach MAP. Pakowanie w modyfikowanej atmosferze, jak pokazały powyższe badania, pozwala przedłużyć przydatność do spożycia świeżych kielbas wieprzowych do 28 dni przechowywania, podczas gdy przydatność do spożycia kielbas przechowywanych w warunkach tlenowych wynosi około 11 dni. Wiedząc jednak, że koszty argonu w porównaniu z azotem są wysokie, bardzo wątpliwe wydaje się zastosowanie takiej technologii pakowania MAP w przemyśle. Jednak opierając się na jakości sensorycznej produktu i znacznym przedłużeniu czasu jego przydatności do spożycia pakowanie w atmosferze zawierającej CO₂ i argon powinno być brane pod uwagę.

W innych badaniach Martínez i wsp., [11] zajmowali się wpływem różnych stężeń CO₂ i niskich stężeń CO na okres przydatności do spożycia kielbas wieprzowych pakowanych w modyfikowanej atmosferze. W pracy rozważano wpływ modyfikowanej atmosfery na jakość kielbas wieprzowych podczas przechowywania. Materiał do badań stanowiło 120 kielbas wieprzowych zapakowanych w różnych atmosferach gazowych zawierających: (1) 0%O₂/20%CO₂/80%N₂; (2) 0%O₂/60%CO₂/40%N₂; (3) 40%O₂/20%CO₂/40%N₂; (4) 40%O₂/60%CO₂/0%N₂; (5) 80%O₂/20%CO₂/0%N₂; (6) 0.3% CO/30% CO₂/reszta argon. We wszystkich próbach przez pierwsze 4 dni przechowywania spada czerwoność kielbas, z wyjątkiem tych zapakowanych przy udziale atmosfery o wysokiej zawartości tlenu 80%O₂/20%CO₂ w przypadkach których odnotowano wzrost wartości parametru a* do wartości 10. Kielbasy wieprzowe pakowane w 0.3%CO wykazują się stabilnością barwy czerwonej aż do końca okresu przechowywania, gdzie wartość a* wynosi około 8. Dodatkowo CO chroni produkt przed zmianą barwy na którą wpływ mają niskie stężenia O₂. Wyniki pracy wskazują, że wzrost stężenia dwutlenku węgla aktywuje oksydację zarówno mioglobiny jak i lipidów, bardzo prawdopodobne że ten efekt zależy od spadku pH. Barwa i zapach zostały lepiej zachowane dla kielbas pakowanych w atmosferze z niską zawartością CO₂ (20%) niż w 60% CO₂. Atmosfera modyfikowana zawierająca 0.3% CO i 30% CO₂ pozwala na zachowanie barwy czerwonej przez 20 dni, ale w tej atmosferze nie udało się utrzymać świeżego zapachu przez dłużej niż 16 dni [11].

WNIOSKI

1. Barwa mięsa i produktów mięsnych jest bardzo ważną cechą jakości, która wpływa na akceptację konsumencką mięsa. Konsumenci preferują jasno czerwone świeże mięso, brązowo szare mięso pieczone i różowe wędliny. Barwa mięsa świeżego określana jest przez stężenie barwników, ich stan chemiczny oraz fizyczne warunki mięsa.
2. Do pakowania w atmosferze modyfikowanej (MAP) stosuje się głównie trzy gazy – tlen, dwutlenek węgla i azot. W niektórych krajach używa się również innych gazów np. tlenku węgla czy argonu. Produkty spożywcze pakuje się przy udziale różnych stężeń tych gazów, w zależności od ich właściwości fizycznych i chemicznych.
3. Pakowanie w modyfikowanej atmosferze z udziałem dwutlenku węgla jest bardzo korzystne ze względu na przedłużenie przydatności do spożycia mięsa, a 1% dodatek tlenku węgla do opakowania prowadzi do wzmocnienia barwy mięsa. Jednak tlenek węgla w Unii Europejskiej nie został dopuszczony na listę dozwolonych dodatków do żywności.
4. Pakowanie próżniowe wydaje się być interesującą alternatywą w pakowaniu wieprzowiny, a wynika to z faktu wzrostu stabilności oksydacyjnej, co powoduje wzrost stabilności barwy mięsa i wydłużenie czasu przydatności do spożycia.

LITERATURA

- [1] **BLIXT Y., BORCH E. 2003.** *Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef.* Meat Science, t. 60, 371-378.
- [2] **CORNFORTH D. P., HUNT M. C. 2008.** *Low-Oxygen Packaging of Fresh Meat with Carbon Monoxide: Meat Quality, Microbiology, and Safety.* American Meat Science Association White Paper Series 2, 1-10.
- [3] **CAYUELA J.M., GIL M. D., BAÑÓN S., GARRIDO M. D. 2004.** *Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality of pork loin.* Eur. Food Res. Technol. 219, 316-320.
- [4] **GASPERLIN L., ZLENDER B., ABRAM V. 2001.** *Colour of beef heated to different temperatures as related to meat ageing.* Meat Science 59, 23-30.
- [5] **GÓRNICKA E., MIKICIUK J., ŚWIDERSKI F., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2012.** *Jakość mięsa wieprzowego i jego przetworów pakowanych w modyfikowanej atmosferze.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Nr 1, 99-103.
- [6] **JO C., JIN S.K., AHN D. U. 2000.** *Color changes in irradiated cooked pork sausage with differ fat sources and packaging during storage.* Meat Science, 55, 107-115.
- [7] **KERRY J.P., O'GRADY M.N., HOGAN S.A. 2006.** *Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review.* Meat Science, 74, 113-130.
- [8] **KOŁCZAK T. 2007.** *Barwa mięsa.* Gospodarka Mięsna, t. 59, 9, 12-16.
- [9] **LIVINGSTON M., BREWER M. S., KILLIFER J., BIDNER B., MCKEITH F. 2004.** *Shelf life characteristics of enhanced modified atmosphere packaged pork.* Meat Science, 68, 115-122.
- [10] **MANCINI R.A., HUNT M.C. 2005.** *Current research in meat color.* Meat Science, 71, 100-121.
- [11] **MARTÍNEZ L., DJENANE D., CILLA I., BELTRÁN J. A., RONCALÉS P. 2005.** *Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere.* Meat Science, 71, 563-570.
- [12] **MCMILLIN K. W. 2008.** *Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat.* Meat Science, 80, 43-65.
- [13] **MÖLLER J. K.S., JAKOBSEN, M., WEBER, C. J., MARTINUSSEN T., SKIBSTED L. H., BERTELSEN G. 2003.** *Optimization of colour stability of cured ham during packaging and retail display by a multifactorial design.* Meat Science, 63, 169-175.
- [14] **NANNERUP L. D., JAKOBSEN M., VAN DEN BERG F., JENSEN J. S., MÖLLER J. K.S., BERTELSEN G. 2004.** *Optimizing colour quality of modified atmosphere packed sliced meat products by control of critical packaging parameters.* Meat Science, 68, 577-585.
- [15] *Praktyczne zastosowanie barwników naturalnych w mięsie,* Gospodarka Mięsna, 2004, 12, 40-42.
- [16] **ROSENVOLD K., ANDERSEN H. J. 2003.** *The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork.* Meat Science, 63, 199-209.
- [17] **RUIZ-CAPILLAS C., JIMÉNEZ-COLMENERO F. 2010.** *Effect of an argon-containing packaging atmosphere on the quality of fresh pork sausages during refrigerated storage.* Food Control 21, 1331-1337.
- [18] **SØRHEIM O., NISSEN H., NESBAKKEN T. 1999.** *The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide.* Meat Science, 52, 157-164.
- [19] **VIANA E.S., GOMIDE L.A.M., VANETTI M.C.D. 2006.** *Effect of modified atmospheres on microbiological, colour and sensory properties of refrigerated pork.* Meat Science, 71, 696-705.
- [20] **WICKLUND R.A., PAULSON D.D., TUCKER E.M., STETZER A.J., DESANTOS F., ROJAS M., MACFARLANE B.J., BREWER M.S. 2006.** *Effect of carbon monoxide and high oxygen modified atmosphere packaging and phosphate enhanced, case-ready pork chops.* Meat Science, 74, 704-709.
- [21] **WILKINSON B.H.P., JANZ J.A.M., MOREL P.C.H., PURCHAS R.W., HENDRIKS W.H. 2006.** *The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork.* Meat Science, 73, 606-610.

THE INFLUENCE OF PACKAGING ON COLOR STABILITY OF PORK AND ITS PRODUCTS

SUMMARY

The color is characteristic of the meat, which for many consumer is one of the most important indicators of its freshness and quality. The intensity and stability of meat color is highly variable and many factors can influence on it, such as animal species, the type of muscle, the treatment before and after slaughter. For meat industry the most important task is to preserve the natural color of the meat as long as possible. The incentive to buy the meat is its bright red color, which is formed by the oxygenation of myoglobin. Currently meat industry is looking for opportunities that allow to keep the color as long as possible, help to reduce the formation of stain on the surface of the meat and improve its attractiveness. Various systems of meat packaging are known, including modified atmosphere packaging and vacuum packaging and both of them can help to maintain the high quality meat. Modified atmosphere packaging in combination with the participation of the relevant gases (O_2 , CO_2 , N_2 , CO , argon) can enhance color and prolong the shelf life of meat in retail trade. The growth of a number of aerobic bacteria is prevented by the use of CO_2 in the package at 10% or more. The presence of even small amounts of O_2 results in the inactivation of anaerobic bacteria. Vacuum seems to be an interesting alternative for others packages because of oxidative stability growth which can lead to increased color stability and prolonged shelf life.

Key words: *pork, color, modified atmosphere, vacuum packing, color stability.*