

Czynniki kształtujące jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów

Anna Augustyńska-Prejsnar, Zofia Sokołowicz

Uniwersytet Rzeszowski, Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich,
ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów

Wprowadzenie

Podstawowym czynnikiem rozwoju produkcji kurcząt brojlerów jest rosnący popyt na mięso drobiowe, co wynika głównie z jego dużej wartości odżywczej i dietetycznej oraz korzystnej relacji cen w stosunku do ceny innych gatunków mięsa. Rosnąca produkcja i popyt na mięso drobiowe skłania do podejmowania wysiłków na rzecz poprawy jego jakości. Na jakość mięsa składa się szereg cech, jednak konsumenci przywiązują szczególną wagę do jakości sensorycznej, która obejmuje: barwę, smakowitość (zapach i smak), teksturę (kruchość i twardość) oraz soczystość.

Celem pracy jest prezentacja obecnego stanu wiedzy na temat czynników kształtujących jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów.

Barwa

Barwa jest istotną cechą, którą konsumenci kierują się przy zakupie mięsa, a także ważnym elementem oceny potraw mięsnych w trakcie ich spożywania (Magdelaine i in., 2008).

Barwa mięsa kurcząt brojlerów zależy od stężenia, formy chemicznej oraz przemian tlenowych mioglobiny. Inne hemoproteidy, np. hemoglobina, odgrywają niewielką rolę w kształtowaniu barwy mięsa (Mancini i Hunt, 2005). Zawartość hemoglobiny w mięsie waha się od 6 do 16% ogólnej zawartości barwników hemowych i zależy głównie od anatomicznego pochodzenia mięsa i stopnia jego wykrwawienia (Kończak, 2007 a). Pewną rolę barwotwórczą

przypisuje się też cytochromom komórkowym, które w niewielkich ilościach występują w mięsie drobiowym. Mioglobina jest rozpuszczalnym w wodzie wewnątrzkomórkowym hemoproteidem, występującym w mięśniach szkieletowych i mięśniu sercowym (Grabowski i Kijowski, 2004). W mięsie świeżym występuje w trzech formach, jako: dezoksymioglobina, oksymioglobina i metmioglobina. Dezoksymioglobina to barwnik purpurowo-czerwony, występujący tylko przy bardzo niskim ciśnieniu parcjalnym tlenu. W obecności tlenu dezoksymioglobina przechodzi spontanicznie w oksymioglobinę, charakteryzującą się jasnym, różowoczerwonym odcieniem. W wyniku utleniania obu żelazawych pochodnych mioglobiny do postaci żelazowej (Fe^{3+}) powstaje metmioglobina o szarobrunatnej barwie (Kończak, 2007 a). Mięso o barwie ciemniejszej, wywołanej większym udziałem utlenionej mioglobiny, jest mniej pożądane przez konsumentów (Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013).

Zawartość barwników hemowych, decydujących o barwie mięsa, zależy od genotypu ptaków, wieku, płci, żywienia, rodzaju i aktywności przyżyciowej mięśni (Kończak, 2007 a). Odziedziczalność barwy mięsa wynosi od 0,50 do 0,57 (Grabowski, 2012). W badaniach Łukasiewicz i in. (2013) mięśnie piersiowe kurcząt szybko rosnących charakteryzowały się ciemniejszą barwą niż kurcząt wolno rosnących. Barwa mięsa zależy również od wieku ubijanych ptaków – mięso młodego drobiu zawiera mniej mioglobiny. Stężenie mioglobiny rośnie wraz z aktywnością mięśni (Grabowski, 2012). Marcinkowska-Lesiak in. (2013) w badaniach, dotyczących wpływu płci kurcząt na barwę mięsa stwierdzili, że mięśnie piersiowe kogutów ce-

chowały się większym nasyceniem barwą czerwoną. Wykazano również, że system chowu ptaków ma wpływ na barwę mięsa (Fanatico i in., 2007). Mięso pochodzące od kurcząt z chowu wolnowybiegowego jest ciemniejsze w porównaniu z mięsem ptaków utrzymywanych w warunkach chowu intensywnego, bezwybiegowego (Mikulski i in., 2011). Długotrwały stres przedubojowy wpływa na koncentrację barwników hemowych i cytochromu C, co powoduje poubojowe pociemnienie barwy mięśni (Grabowski i Kijowski, 2004). Procesy przemian barwników są ściśle związane z przebiegiem przemian poubojowych, a w szczególności kwasowości czynnej. Wielokrotnie wykazano (Gornowicz i Pietrzak, 2008; Grabowski, 2012; Jakubowska i in., 2004; Janocha i in., 2003; Milan i Klaus, 2010; Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013), że im wyższa jest wartość pH, tym ciemniejsza barwa mięsa i odwrotnie. Skrajnie wysokie wartości pH są przyczyną powstawania wady DFD (mięso ciemne, twarde i suche), a niskie wartości pH – wady PSE (mięso jasne, miękkie i wodniste) (Grabowski, 2012; Milan i in., 2011; Jakubowska i in., 2004).

Czas i warunki przechowywania mięsa w znacznym stopniu oddziałują na jego barwę. Wydłużenie czasu przechowywania i obniżenie ciśnienia na skutek ścisłego ułożenia kawałków mięsa, a także obecność bakterii tlenowych prowadzi do nagromadzenia metmioglobiny i w konsekwencji do niekorzystnych zmian barwy mięsa (Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013). Usunięcie tlenu ze środowiska otaczającego mięso w czasie przechowywania chroni barwniki hemowe przed utlenianiem (Kondratowicz, 2005). W czasie przechowywania następuje wysychanie powierzchni mięsa, co prowadzi do większego stężenia substancji mineralnych i barwników, a w konsekwencji do pociemnienia wierzchniej warstwy (Grabowski, 2012). Zachowanie naturalnej barwy mięsa można osiągnąć poprzez obniżenie temperatury w czasie jego przechowywania i wprowadzenie do mięsa związków o właściwościach redukujących, jak np. kwasu askorbinowego. Zamrożenie mięsa opóźnia, ale nie hamuje całkowicie utleniania barwników hemowych (Werner i in., 2009).

Zmiany barwy mięsa w trakcie obróbki termicznej zależą od stopnia denaturacji części białkowej mioglobiny. Po ogrzaniu mięsa kur-

cząt do temperatury powyżej 70°C następuje całkowita denaturacja mioglobiny, barwa – w zależności od rodzaju mięśni – staje się szara lub brunatna (Kończak, 2007 a). Mięśnie piersiowe w procesie gotowania przybierają barwę szarą. Zmiany barwy mięsa smażonego i pieczonego powstają w wyniku reakcji Maillarda oraz rozkładu tłuszczów. Są one zależne od czasu i temperatury ogrzewania. Mioglobina w mięsie o wysokim końcowym pH jest bardziej odporna na denaturację termiczną niż w mięsie o wartościach pH w zakresie od 5,5 do 6,0. Mięso starszych kurcząt wykazuje szybsze zbrunatnienie podczas ogrzewania w porównaniu z mięsem młodszych ptaków. Wpływ na końcową barwę mięsa i produktu mięsnego po ogrzaniu ma proces zamrażania mięsa, czas jego składowania w stanie zamrożonym, sposób i szybkość rozmrażania, dodatek soli, polifosforanów, przypraw oraz białek pochodzenia roślinnego i zwierzęcego (Grabowski, 2012; Kończak, 2007 a, Werner i in., 2009).

Na barwę mięsa kurcząt wpływają procesy związane z przebiegiem postępowania przedubojowego (Naveena i in., 2013; Pisulewski, 2005). W badaniach Żywicy i in. (2011) wykazano, że barwa zarówno mięsa świeżego, jak i przechowywanego w warunkach chłodniczych, pochodzącego od kurcząt oszałamianych urządzeniem elektrycznym o niższym napięciu i większej częstotliwości była bardziej korzystna. Wysokonapięciowe oszałamianie prądem o niskiej częstotliwości obniża jakość mięsa przez nasilenie wad związanych z wykrwawianiem. Częstymi odchyleniami barwy są: zaczerwienienia lokalne, stłuczenia mięśni, połączone z występowaniem wylewów, które uwidaczniają się dopiero po zewnętrznej obróbce tuszki. W odniesieniu do przydatności technologicznej krwawe wybroczyny są najtrudniejsze do eliminacji, gdyż znajdują się wewnątrz mięśnia (Grabowski, 2012).

Kruchość

Kruchość mięsa jest określana jako zespół cech fizycznych, wynikających ze struktury i spójności cząstek, odbieranych za pomocą zucia doustnego w czasie rozgryzania i żucia. Wrażenie kruchości w czasie spożywania mięsa

może być odbierane jako wstępne wrażenie oporu podczas nagryzania zębami, łatwość rozdrabniania w czasie żucia i odczucie pozostałości reszty po żuciu (Pospiech i in., 2003).

Uzyskanie mięsa kruchego zależy od wielu czynników przed- i poubojowych. Do czynników przedubojowych należy zaliczyć: genotyp i wiek ptaków, płeć, żywienie, warunki odchowu, stopień umięśnienia i otłuszczenia, rodzaj mięśnia i jego skład tkankowy oraz charakter przemian fizjologicznych, jakie w nim zachodzą zarówno za życia zwierzęcia, jak też bezpośrednio przed ubojem (Fletcher, 2002; Doktor, 2011; Grabowski, 2012; Połtowicz i Doktor, 2011; Pospiech i in., 2003; Rycielska i in., 2010; Szkucik i in., 2007; Tougan i in., 2013). Czynniki poubojowe obejmują technologię uboju i obróbki poubojowej; przemiany zachodzące w mięsie po uboju i w czasie jego przechowywania oraz metody obróbki termicznej (Kondratowicz, 2005; Naveena i in., 2013; Nowak, 2005; Pospiech i in., 2003).

Kruchość mięsa jest wypadkową budowy morfologicznej tkanki mięśniowej, a szczególnie rozmiarów włókien mięśniowych, stanu ich kontrakcji, a także ilości tkanki łącznej i udziału poszczególnych jej form. Mięśnie młodych ptaków rzeźnych charakteryzują się cieńszymi, w porównaniu do innych gatunków zwierząt rzeźnych, włóknami mięśniowymi oraz małą ilością tkanki łącznej, zarówno śródwłóknkowej, jak i międzywłóknkowej (Janicki i Buzafa, 2013). Stopień dojrzałości fizjologicznej jest podstawowym czynnikiem determinującym teksturę. Usieciovanie tkanki łącznej i związana z nim kruchość zmieniają się wraz z wiekiem ptaków. Jak podają Połtowicz i Doktor (2012), wraz z wiekiem ptaków występują istotne różnice w sile cięcia mięśni piersiowych kurcząt, a jego twardość wzrasta. Zawartość kolagenu zależy także od aktywności mięśni (Pospiech i in., 2003). Mięśnie piersiowe kurcząt brojlerów zawierają o 0,35 do 0,5% mniej kolagenu w stosunku do mięśni udowych (Gornowicz i Pietrzak, 2008; Janicki i Buzafa, 2013). W badaniach Szkucik i in. (2007, 2009) wykazano, że bez względu na żywienie korzystniejszą oceną tekstury charakteryzowały się mięśnie udowe kurcząt brojlerów, zawierające wyższy poziom tłuszczu śródmięśniowego. Z reguły, większą kruchością odznacza się mięso pochodzące od

osobników żeńskich (Janicki i Buzafa, 2013; Marcinkowska-Lesiak i in., 2013). Długotrwały stres i zmęczenie ptaków podczas transportu mogą być przyczyną wysokiego pH oraz ograniczonej glikolizy w ich mięśniach. Wystąpienie cech jakościowych, charakterystycznych dla mięsa DFD, przejawia się szybkim poubojowym kruszeniem i korzystną kruchością (Jakubowska i in., 2004). Celowe zmęczenie ptaków przed ubojem powoduje jednak utratę masy i uszkodzenia mechaniczne oraz przebarwienia głębokiego mięśnia piersiowego (Grabowski, 2012).

Po uboju ptaka zachodzą procesy biochemiczne, które zmieniają obraz morfologiczny tkanki oraz właściwości fizyczne i chemiczne mięsa. Efektem tych przemian jest przede wszystkim wykształcenie pożądanej tekstury (Le Bihan-Duval, 2004; Lonergan i in., 2010). Dojrzewanie i wytworzenie korzystnych cech mięsa drobiowego zachodzi w czasie przechowywania mięsa po stężeniu pośmiertnym (*post rigor mortis*) w temperaturze 0–7°C. Endogenną proteolizę białek można obserwować już bezpośrednio po uboju i przyjmuje się, że jest ona odbiciem procesów, jakie zachodziły za życia ptaka (Pospiech i in., 2003). Im szybszy metabolizm włókien mięśniowych za życia, tym szybsze zmiany obserwuje się w białkach, odpowiedzialnych za kruszenie tkanki mięśniowej po uboju (Janicki i Buzafa, 2013). W mięśniach, zawierających włókna białe, sprawniej postępują procesy kruszenia niż we włóknach czerwonych. Procesy dojrzewania zachodzą szybciej w mięśniach zwierząt, uzyskujących wcześniej dojrzałość ubojową. W mięsie kurcząt brojlerów obserwuje się szybką degradację białek, co wynika z budowy strukturalnej włóknienek mięśniowych i ich podatności na proteolizę (Pospiech i in., 2003). Zasadniczy wpływ na kruchość mięsa drobiowego wywierają białka miofibrylarne (aktyna i miozyna) oraz białka cytoszkieletu (Saxena i in., 2009). Zależność między kruchością a degradacją białek miofibryli wskazuje na zaangażowanie proteinaz w poubojowe kruszenie mięsa. Najbardziej istotne zmiany w czasie poubojowego dojrzewania mięsa dotyczą degradacji białek cytoszkieletu (titiny, nebuliny, destiny) i białek linii Z (Tomaszewska-Gras i in., 2011). W świetle aktualnych badań (Doktor, 2011; Lonergan i in., 2010; Nowak, 2005; Okumura i in., 2005) za degradację białek w największym stop-

niu odpowiadają kalpainy (peptydazy cysteino-we). Ich aktywność może różnić się w zależności od rodzaju mięśnia oraz czynników, oddziałujących na mięso w pierwszych godzinach po uboju, a także podczas jego przetwarzania (Nowak, 2005). System kalpainowy u drobiu jest bardzo wrażliwy na wahania poziomu jonów wapnia oraz pH i temperatury (Doktor, 2011; Nowak, 2005). Zasadniczą rolę w procesie kruszenia mięsa *post mortem* pełnią kalpaina 1 (μ -kalpaina) i kalpaina 2 (m-kalpaina) z powodu wyższej aktywności proteolitycznej i odporności na autolizę (Lee i in., 2008; Zhang i in., 2008). Wymienione kapaliny 1 i 2 posiadają optimum aktywności w pH 7,0, wykazują jednak niewielką aktywność przy $\text{pH} < 6,0$. Endogennym inhibitorem kalpain we włóknie mięśniowym jest kalpastatyna, która hamując aktywność kapalin jest w znacznym stopniu odpowiedzialna za proces kruszenia w czasie dojrzewania. Wysoki poziom kalpastatyny jest związany z obniżoną kruchością mięsa (Nowak, 2005).

Znaczny wpływ na tempo przemian pośmiertnych ma czas poubojowego przechowywania mięsa (Pospiech i in., 2003). Zaleca się dojrzewanie mięsa młodego drobiu przez minimum 4 godziny w temperaturze $\geq 4^{\circ}\text{C}$. W celu uzyskania wyrównanej kruchości całej partii przechowuje się tuszki lub piersi z kością do 6–8 godz. *post mortem*, to jest 2,5–4,5 godziny po wychłodzeniu (Grabowski, 2012; Souza i in., 2005). W czasie dojrzewania zasadnicze znaczenie w kształtowaniu kruchości mięsa mają temperatura i pH (Kondratowicz, 2005).

Na kruchość mięsa kurcząt mogą mieć wpływ także niektóre zabiegi technologiczne w czasie obróbki poubojowej. Wysoka temperatura, intensywne odpierzenie oraz szybkie odkostnianie powodują wzrost twardości mięsa drobiowego po ugotowaniu (Souza i in., 2005). Zbyt szybkie chłodzenie mięsa bezpośrednio po uboju, do temperatury poniżej 15°C , może powodować anomalne skrócenie sarkomerów i wystąpienie tzw. skurczu chłodniczego. Skurcz chłodniczy występuje głównie w mięśniach o dużej zawartości włókien czerwonych, dlatego w mięsie młodego drobiu możliwość występowania skurczu chłodniczego jest mniejsza. W mięsie kurcząt brojlerów skrócenie sarkomerów nie przekracza 12–15%, a twardość mięsa stosunkowo łatwo ustępuje po rozmrożeniu. Za-

sadniczą przyczyną powszechnie obserwowanego pogorszenia kruchości kulinarnego mięsa drobiu jest prowadzenie tzw. odkostniania na ciepło, po którym następuje szybkie chłodzenie i zamrażanie (Grabowski, 2012). Do obniżenia się kruchości mięsa drobiu poddawanego wykrawaniu w stanie ciepłym zalicza się fizyczną stymulację mięśni w czasie wykrawania i cięcia oraz zimne skrócenie mięśni po usunięciu skóry i odcięciu od kości, wynikające z szybkiego wychładzania. Problem łykowatości dotyczy głównie mięśnia piersiowego, który jest wykrawany z tuszki w czasie kilkudziesięciu minut *post mortem* i poddawany szybkiemu kontaktowemu zamrażaniu (Lonergan i in., 2010). Czas przechowywania mięsa ma również wpływ na jego kruchość. W badaniach Kondratowicz (2005) wykazano, że wraz z wydłużaniem czasu przechowywania, zarówno w atmosferze gazów kontrolowanych, jak i w powietrzu atmosferycznym, kruchość mięśni kurcząt brojlerów uległa znacznemu pogorszeniu.

Podczas ogrzewania zmieniają się twardość śródmięśniowej tkanki łącznej i kruchość mięsa, co jest uzależnione od metody, czasu i temperatury ogrzewania (Akinwumi i in., 2013; Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013). W temperaturze 54°C rozpoczyna się proces kształtowania kruchości, związany z denaturacją białek kurczliwych ($40\text{--}50^{\circ}\text{C}$ – pierwszy etap twardnienia). W temperaturze powyżej 60°C następują skurcz włókien kolagenu i jego żelatynizacja, co w połączeniu z destrukcją poprzeczną miofibrili i poszerzeniem przestrzeni między nimi prowadzi do kształtowania właściwej kruchości. Obniżenie kruchości następuje w temperaturze powyżej 70°C . Temperatura denaturacji zależy od stanu fizjologicznego mięśni, wyrażonego wartością pH (Grabowski i Kijowski, 2004).

Smakowitość

Smakowitość mięsa jest połączeniem dwóch wrażeń sensorycznych: smaku i zapachu. W tworzeniu smaku i zapachu biorą udział związki nietlotne i lotne, występujące jako naturalne składniki świeżego mięsa, produkty tworzące się podczas jego dojrzewania i przechowywania oraz związki, uwalniające się podczas obróbki cieplnej (Moczkowska i Świdorski,

2012). Surowe mięso ma delikatny surowiczy, lekko metaliczny smak, podobny do smaku krwi. Jest on lekko słodki, lekko kwaśny, lekko słony i lekko gorzki. Zapach surowego mięsa jest słaby, podobny do zapachu przemysłowego kwasu mlekowego (Kończak, 2007 b). Uważa się, że najważniejszymi składnikami, decydującymi o smaku mięsa drobiowego, są: białka, nukleotydy, kwas glutaminowy oraz aminokwasy siarkowe, seryna, lizyna, izoleucyna. Większość z nich, jeśli nie tworzy bezpośrednio wrażeń smakowych, to ma synergiczny wpływ na te odczucia (Moczowska i Świdorski, 2012; Pisulewski, 2005). Znaczny wpływ na profil smakowo-zapachowy mięsa kurcząt mają płeć i wiek kurcząt (Janocha i in., 2003; Marcinkowska-Lesiak i in., 2013; Pietrzak i in., 2006; Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013).

Mięso kurcząt brojlerów charakteryzuje się słabym profilem smakowo-zapachowym, który kształtuje się po zastosowaniu obróbki termicznej. Mięso starszych osobników ma intensywniejszy, bardziej typowy smak i zapach. Koncentracja prekursorów smakowości zwiększa się w miarę wzrostu ptaków, osiągając maksimum po uzyskaniu dojrzałości płciowej. Mięso pochodzące od ptaków wolno rosnących, w tym od ras rodzimych, cechuje się intensywnym zapachem i lepszym smakiem (Połtowicz i in., 2003). Zdaniem Horsted i in. (2012), mięso pochodzące od kurcząt z chowu ekologicznego posiada bardziej pożądany przez konsumentów smak i zapach.

Różne mięśnie tego samego ptaka różnią się smakowością. Słabym natężeniem smakowości charakteryzuje się mięsień piersiowy. Mięśnie udowe mają silniejsze natężenie smaku i aromatu (Szkucik i in., 2007). Ogólnie, mięśnie o większej aktywności w okresie przyżyciowym wykazują silniejszy aromat niż mięśnie mniej aktywne (Castellini i in., 2008). W badaniach Marcinkowskiej-Lesiak i in. (2013) wykazano, że mięśnie piersiowe kur zawierały więcej tłuszczu śródmięśniowego i odznaczały się wyższą smakowością w porównaniu z mięśniami karków. Tkanka tłuszczowa zawiera dużą ilość związków smakowych i zapachowych, pochodzących z pasz stosowanych w żywieniu ptaków (Kończak, 2007 b; Kowalska i in., 2012; Pietrzak i in., 2009; Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013). Zatem, skład mieszanki paszowej ma wpływ na

walory smakowe mięsa (Grabowski, 2012; Pisarski i in., 2006).

W związku z dużym wpływem procesów oksydacji na smakowość mięsa drobiu istotne znaczenie ma profil kwasów tłuszczowych. Szczególny wpływ na aromat mięsa drobiowego ma kwas linolenowy, jednak dodatek dużych ilości olejów lnianego i rzepakowego oraz mączki rybnej może powodować efekt uboczny w postaci obcego smaku i zapachu (Kostecka i Łobacz, 2009). Korzystna w kształtowaniu prawidłowego zapachu mięsa drobiowego jest suplementacja żywieniowa tokoferolami (witamina E) (Ahadi i in., 2010; Milczarek i in., 2013) oraz dodatkami ziół (Maślanko i Pisarski, 2009). Podczas dojrzewania poubojowego zmieniają się smak i zapach mięsa. Mięso dojrzałe charakteryzuje się bardziej intensywnym smakiem i aromatem niż mięso bezpośrednio po uboju (Berri, 2000). W czasie dojrzewania mięsa wzrasta udział węglowodorów o wysokiej masie cząsteczkowej, związków benzenowych i pirazyn oraz zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (Pospiech i in., 2003). Z punktu widzenia smakowości pożądane jest, aby poziom substratów energetycznych w mięśniach, np. glikogenu, był w chwili uboju wysoki (Kończak, 2007 b). O smakowości mięsa decyduje jego pH (Jakubowska i in., 2004). Przy wyższym pH mięso wykazuje mniej intensywny smak i zapach, wydaje się mniej słone i mniej smaczne niż przy niższych wartościach pH w analogicznych mięśniach tego samego ptaka. Wyższymi wartościami pH mięsa i lepszej wodochłonności towarzyszy silniejsze związanie wody, a rozpuszczone w niej prekursory smaku trudniej uwalniają się przy rozgryzaniu mięsa.

Pośród czynników przyżyciowych prawidłowe głodzenie ptaków powoduje wzrost pH mięsa po uboju i poprawia zdolność utrzymania wody. Stres termiczny, związany ze zmianami temperatury w czasie transportu i obróbki poubojowej, obniża zdolność utrzymania wody przez mięso, tym samym obniża jego soczystość i smakowość (Grabowski, 2012; Imik i in., 2012). W miarę wydłużania czasu chłodniczego przechowywania, niezależnie od zastosowanej metody, stwierdzono pogorszenie smakowości mięsa (Kondratowicz, 2005).

Zasadnicze znaczenie w kształtowaniu smaku i zapachu mięsa drobiowego mają tempe-

ratura i rodzaj obróbki termicznej (Akinwumi i in., 2013). W czasie obróbki cieplnej powstają przede wszystkim związki zapachowe, za które w mięsie kurcząt odpowiada około 500 substancji. Szczególne znaczenie w kształtowaniu aromatu mięsa, poddanego obróbce termicznej mają reakcje Maillarda, utlenianie tłuszczów i rozkład tiaminy (Grabowski, 2012). Smakowitość mięsa gotowanego jest związana głównie z przemianami białek oraz związków azotowych niebiałkowych. Odpowiadają za nią związki azotowe pierścieniowe oraz pochodne furfurołu, tiofenu i tiolanu, które powstają w temperaturze 50°C i zmieniają się wraz ze wzrostem temperatury (Moczkowska i Świdorski, 2012). Smakowitość mięsa pieczonego i smażonego jest związana z przemianami cieplnymi składników tłuszczowych mięsa i tłuszczu dodanego, z których powstają aldehydy. W składzie lotnych związków zapachowych mięsa pieczonego i smażonego charakterystyczna jest obecność pirazyn, tioazoli i oksazoli (Kończak, 2007 b; Moczkowska i Świdorski, 2012). Przechowywanie mięsa ogrzewanego w warunkach chłodniczych powoduje powstanie obcego, niepożądanego smaku i zapachu, określanego mianem „warmed-over flavor”, który jest wyczuwalny po 48 godzinach przechowywania w stanie chłodniczym (Grabowski i Kijowski, 2004).

Soczystość

Soczystość mięsa jest wrażeniem wilgotności, odbieranej przez konsumenta w pierwszym okresie żucia. W ocenie organoleptycznej odczucie soczystości zależy od ilości soku, uwalnianego z mięsa w czasie żucia, a także od jego kruchości, a nawet od smaku i zapachu (Grabowski i Kijowski, 2004). Według Szkucik i in. (2007) wydłużenie okresu odchowu kurcząt brojlerów z 32 do 44 dni wpływa na poprawę jakości mięsa pod względem cech sensorycznych, a przede wszystkim soczystości. Większa zawartość tłuszczu śródmięśniowego, zawierającego więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych, sprzyja odczuciu soczystości mięsa (Kowalska i in., 2012; Tougan i in., 2013). Jak podają Szkucik i in. (2009), obniżenie wartości energetycznej mieszanek dla drobiu ograniczyło zawartość tłuszczu śródmięśniowego, pogarszając

walory soczystości mięsa kurcząt brojlerów. Wyższy poziom tłuszczu mięśniowego i mniejsza zawartość wody wolnej powodują, że mięso z nóg jest bardziej soczyste niż mięso z piersi (Szkucik i in., 2007, 2009). Mięso o dużej wodochłonności jest bardziej soczyste niż mięso oddające wodę. Prawidłowo przeprowadzony proces dojrzewania zwiększa jego soczystość (Rycielska i in., 2010).

Soczystość zależy także od metody i czasu trwania zastosowanej obróbki cieplnej (Akinwumi i in., 2013). Poddawanie mięsa długotrwałemu ogrzewaniu może znacznie je wysuszyć i w efekcie wpłynąć na pogorszenie jego soczystości, natomiast łagodne ogrzewanie wpływa na zwiększenie soczystości (Żywica i in., 2011). Korzystne jest zastosowanie w początkowym okresie obróbki krótkotrwałego ogrzewania w wysokiej temperaturze, które prowadzi do wytwarzania się powierzchniowej warstewki zdenaturowanego białka, utrudniającego utratę wody na zewnątrz w czasie dalszego ogrzewania. Przekroczenie temperatury obróbki powyżej 70°C powoduje obniżenie soczystości mięsa, co wynika z występowania maksymalnego skrócenia włókien mięśniowych. Według Dziadek i Gornowicz (2003) oraz Janochy i in. (2003), soczystość mięsa kurcząt brojlerów po ugotowaniu jest zależna od genotypu ptaków. Zdaniem Kondratowicz (2005), w miarę wydłużania się czasu przechowywania mięśni piersiowych soczystość mięsa maleje. W próbach przechowywanych zarówno w atmosferze kontrolowanej, jak i w powietrzu atmosferycznym soczystość po 20 dobach obniżyła się do poziomu mięsa słabo soczystego. Mięso zamrożone charakteryzuje się mniejszą soczystością po rozmrożeniu w porównaniu z mięsem nie poddanym procesowi mrożenia (Werner i in., 2009).

Podsumowanie

Wskaźnikami jakości sensorycznej mięsa drobiowego są: barwa, smakowitość (zapach i smak), tekstura (kruchość i twardość) oraz soczystość. Barwa świeżego mięsa kurcząt brojlerów jest kształtowana przez stężenie barwników hemowych oraz ich stan chemiczny i zależy od rodzaju mięśnia, postępowania przyżyciowego i poubojowego, a także tempe-

ratury i metody obróbki termicznej.

Smakowitość mięsa jest uzależniona od zawartości i profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym, zawartości proteoglikanów i glikoproteidów w tkance łącznej oraz

temperatury i rodzaju obróbki termicznej. Na soczystość wpływają: zawartość tłuszczu śródmięśniowego, kruchość i stopień wodochłonności mięsa oraz metody i czas trwania obróbki cieplnej.

Literatura

- Ahadi F., Chekani-Azar S., Shahriar H., Lotfi A., Mansoub N., Bahrami Y. (2010). Effect of dietary supplementation with fish oil with selenium or vitamin E on oxidative stability and consumer acceptability of broilers meat. *Global Vet.*, 4: 216–221.
- Akinwumi A.O., Odunsi A.A., Omojola A.B., Akande T.O., Rafiu T.A. (2013). Evaluation of carcass, organ and organoleptic properties of spent layers of different poultry types. *Bots. J. Agric. Appl. Sci.*, 9: 3–7.
- Berri C. (2000). Variability of sensory and processing qualities of poultry meat. *World's Poultry Sci. J.*, 56, 3: 209–224.
- Castellini C., Berri C., Le Bihan-Duval E., Martino G. (2008). Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World's Poultry Sci. J.*, 64, 4: 500–512.
- Doktor J. (2011). Enzymy proteolityczne z rodziny kalpain a jakość mięsa drobiowego. *Wiad. Zoot.*, XLIX, 1: 157–160.
- Dziadek K., Gornowicz E. (2003). Cechy organoleptyczne mięsa brojlerów kurzych w zależności od genotypu. *Zesz. Nauk. PTZ, Prz. Hod.*, 68, 4: 133–139.
- Fanatico A.C., Pilai P.B., Emmert J.L., Owens C.M. (2007). Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poultry Sci.*, 86 (10): 2245–2255.
- Fletcher D.L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Sci. J.*, 58, 2: 131–145.
- Gornowicz E., Pietrzak M. (2008). Wpływ pochodzenia kurcząt brojlerów na cechy rzeźne i jakość mięśni piersiowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XLVI, 1: 95–104.
- Grabowski T. (2012). Wpływ czynników przyżyciowych na jakość mięsa drobiowego. *Cz. I. Pol. Drob.*, 8: 40–41.
- Grabowski T., Kijowski J. (2004). Mięso i przetwory drobiowe. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Horsted K., Allesen-Holm B., Hermansen J., Kongsted A. (2012). Sensory profiles of breast meat from broilers reared in an organic niche production system and conventional standard broilers. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 92: 258–265.
- Imik H., Atasever M., Urcar S., Ozlu H., Gumus R., Atasever M. (2012). Meat quality of heat stress exposed broilers and effect of protein and vitamin E. *Brit. Poultry Sci.*, 53, 5: 689–698.
- Jakubowska M., Gardzielewska J., Kortz J., Karamucki T., Buryta B., Rybarczyk A., Otolńska A., Natalczyk-Szymkowska W. (2004). Kształtowanie się wybranych cech fizykochemicznych mięśni piersiowych w zależności od wartości pH mierzonego 15 minut po uboju kurcząt brojlerów. *Acta Sci. Pol. Techn. Aliment.*, 3 (1): 139–144.
- Janicki B., Buzala M. (2013). Wpływ kolagenu na jakość technologiczną mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (87): 19–29.
- Janocha A., Osek M., Klocek B., Wasilowski Z., Turyk Z. (2003). Ocena jakości mięsa kurcząt brojlerów z różnych grup genetycznych. *Zesz. Nauk. PTZ, Prz. Hod.*, 68, 4: 141–148.
- Kończak T. (2007 a). Barwa mięsa. *Gosp. Mięś.*, 9: 12–16.
- Kończak T. (2007 b). Smakowitość mięsa. *Gosp. Mięś.*, 12: 26–28.
- Kondratowicz J. (2005). Jakość sensoryczna i ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (44): 78–87.
- Kostecka M., Łobacz M. (2009). Lipidy mięsa kurzego – tłuszcz nie(d)oceniony. *Cz. I. Charakterystyka tłuszczu kurzego i wybrane metody modyfikacji. Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 1: 98–103.

- Kowalska D., Połtowicz K., Bielański P., Niedbała P., Kobylarz P. (2012). Porównanie jakości mięsa królików nutrii i kurcząt. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 39, 2: 237–248.
- Le Bihan-Duval E. (2004). Genetic variability within and between breeds of poultry technological meat quality. *World's Poultry Sci. J.*, 60, 3: 331–340.
- Lee H.L., Sante-Lhoutellier V., Vigouroux S., Briand Y., Briand M. (2008). Role of calpains in postmortem proteolysis in chicken muscle. *Poultry Sci.*, 87 (10): 2126–2132.
- Lonergan E.H., Zhang W., Lonergan S.W. (2010). Biochemistry of postmortem muscle – Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci.*, 1, 86: 184–196.
- Łukasiewicz M., Adamczak L., Mroczek J., Niemiec J., Michalczyk M., Pietrzak D. (2013). Porównanie wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 20, 2 (87): 30–38.
- Magdelaine P., Spiess M.P., Valceschini E. (2008). Poultry meat consumption trends in Europe. *World's Poultry Sci. J.*, 64, 1: 53–63.
- Mancini R.A., Hunt M.C. (2005). Current research in meat colour. *Meat Sci.*, 71: 100–121.
- Marcinkowska-Lesiak M., Moczowska M., Wyrwiz J., Stelmasiak A., Damaziak K., Michalczyk M. (2013). Pływ płci na wybrane cechy jakości mięśni mieszańców (CCZk). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 574: 39–47.
- Maślanko W., Pisarski R.K. (2009). The effect of herbs on the share of abdominal fat and its fatty acid profile in broiler chickens. *Ann. UMCS, sec. EE*, 30, 1: 28–34.
- Mikulski D., Celej J., Jankowski J., Majewska T., Mikulska M. (2011). Growth performance, carcass traits and meat quality of slower-growing and fast-growing chickens raised with and without outdoor access. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 10, 24: 1407–1416.
- Milan R., Hansgeorg H., Klaus D. (2011). Meaning of the pH value for the meat quality of broilers. *Fleischwirtschaft*, 91 (1): 89–93.
- Milan R., Klaus D. (2010). The meaning of pH – value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines. *Tehnologija mesa*, 51, 2: 120–123.
- Milczarek A., Osek M., Olkowski B., Klocek B. (2013). Porównanie składu chemicznego świeżych i zamrażalniczo przechowywanych mięśni kurcząt brojlerów żywionych mieszankami paszowymi z różną ilością oleju sojowego, lnianego i witaminy E. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (86): 59–69.
- Moczowska M., Świdzki F. (2012). Związki lotne kształtujące smakowość mięsa. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 1: 87–92.
- Naveena B.M., Kiran M., Mendiratta S.K. (2013). Post harvest technologies to deal with poultry meat toughness, with reference to spent birds. *World's Poultry Sci. J.*, 69, 3: 553–568.
- Nowak M. (2005). Rola kalpain w procesie kruszenia mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (42): 5–17.
- Okumura F., Shimogiri T., Shinbo Y., Yoshizawa K., Kawabe K., Mannen H., Okamoto S., Cheng H.H., Maeda Y. (2005). Linkage mapping of four chicken calpain genes. *Anim. Sci. J.*, 76 (2): 121–127.
- Pietrzak D., Mroczek J., Leśniak E., Świerczewska E. (2006). Porównanie jakości mięsa i tłuszczu kurcząt trzech linii hodowlanych żywionych paszą bez lub z dodatkiem antybiotykowego stymulatora wzrostu. *Med. Wet.*, 62 (8): 917–921.
- Pietrzak D., Mroczek J., Garbaczewska A., Florowski T., Riedel J. (2009). Wpływ wybranych dodatków do paszy o działaniu przeciwbakteryjnym na jakość mięsa i tłuszczu kurcząt. *Med. Wet.*, 65 (4): 268–271.
- Pisarski R.K., Szkucik K., Pijarska I., Malec H. (2006). Cechy rzeźne tuszek, skład chemiczny tkanki mięśniowej i ocena sensoryczna mięsa kurcząt brojlerów żywionych jęczmieniem nagoziarnistym. *Med. Wet.*, 62: 74–76.
- Pisulewski P.W. (2005). Nutritional potential for improving meat quality in poultry. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 4, 23: 303–315.
- Połtowicz K., Doktor J. (2011). Effect of free-range raising on performance, carcass attributes and meat quality of broiler chickens. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 29 (2): 139–149.
- Połtowicz K., Doktor J. (2012). Effect of slaughter age on performance and meat quality of slow-growing broiler chickens. *Ann. Anim. Sci.*, 12 (4): 621–631.
- Połtowicz K., Wężyk S., Cywa-Benko K. (2003).

- Wykorzystanie rodzimych ras kur w produkcji mięsa bezpiecznego dla zdrowia konsumenta. *Mat. VI Międz. Targów – Ferma Świń i Drobiu: Produkcja bezpiecznej dla zdrowia żywności w oparciu o rodzime rasy drobiu*, Poznań, ss. 114–115.
- Pospiech E., Iwańska E., Grześ B. (2003). Kruchość mięsa kulinarnego i możliwości jej poubojowego kształtowania. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, XL: 71–82.
- Rycielska J., Jarosiewicz K., Słowiński M. (2010). Wpływ wybranych czynników przyżyciowych na jakość mięsa kurcząt brojlerów. *Med. Wet.*, 66 (11): 770–773.
- Saxena V.K., Sachdev A.K., Gopal R., Pramod A.B. (2009). Roles of important candidate genes on broiler meat quality. *World's Poultry Sci. J.*, 65, 1: 37–50.
- Souza P., Kodawara L., Pelicano E., Souza H., Oba A., Leonel F., Norkus E., Lima T. (2005). Effect of deboning time on the quality of broiler breast meat (*Pectoralis major*) *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, 2, 7: 119–122.
- Szkucik K., Pisarski R.K., Nastaj B., Pijarska L., Mallec H. (2007). Wpływ wieku ubojowego kurcząt na cechy rzeźne oraz jakość tkanki mięśniowej. *Med. Wet.*, 63 (11): 1353–1356.
- Szkucik K., Pisarski R.K., Paszkiewicz W., Pijarska I. (2009). Jakość tuszek, skład chemiczny i cechy sensoryczne mięsa kurcząt brojlerów żywionych mieszaną o zmniejszonej wartości energetycznej. *Med. Wet.*, 65 (3): 184–187.
- Tomaszewska-Gras J., Schreurs F.J., Kijowski J. (2011). Post mortem development of meat quality as related to changes in cytoskeletal proteins of chicken muscles. *Br. Poultry Sci.*, 52 (2): 181–201.
- Tougan P.U., Dahouda M, Salifou C.F., Ahounou S.G., Kpodekon M.T, Mensah G.A., Thewis A, Karim I.Y. (2013). Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *IJAAR*, 3, 8: 1–20.
- Werner C., Janisch S., Kuembet U., Wicke M. (2009). Comparative study of the quality of broiler and turkey meat. *Brit. Poultry Sci.*, 50, 3: 318–324.
- Zdanowska-Sąsiadek Ż., Michalczuk M., Marcinkowska-Lesiak M., Damiziak K. (2013). Czynniki kształtujące cechy sensoryczne mięsa drobiowego. *Bromat. Chem. Tosykol.*, XLVI, 3: 344–353.
- Zhang Z.R., Liu Y.P., Jiang X., Du H.R., Zhu Q. (2008). Study on association of single nucleotide polymorphism of *CAPNI* gene with muscle fibre and carcass traits in quality chicken population. *J. Anim. Breed. Genet.*, 125 (4): 258–264.
- Żywica R., Charzyńska DG., Banach J.K. (2011). Wpływ procesu oszałamiania elektrycznego kurcząt za pomocą urządzenia własnej konstrukcji na barwę mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (74): 52–67.

FACTORS AFFECTING THE SENSORY QUALITY OF BROILER CHICKEN MEAT

Summary

Although meat quality embodies several features consumers, however consumer attach specific importance to its sensory qualities, which includes such features as colour, palatability (flavour and smell), texture (tenderness and hardness) as well as juiciness. The colour of fresh broiler chicken meat which is influenced by the concentration of heme dyes, including their chemical composition also depends on the type of meat muscle, pre-slaughter and postmortem handlings. Meat tenderness depends on the type, composition and structure of muscle tissue, temperature and heat treatment methods. Appropriate meat tenderness is obtainable from high quality raw material, where postmortem changes in carcasses are properly monitored. Meat palatability depends on the content and profile of fatty acids in intramuscular fat as well as on proteoglycans and glycoproteins contents in connective tissues. The temperature and type of heat treatment has significant influence on meat flavor and smell. The juiciness of meat is dependent not only on the content of intramuscular fats, tenderness and rate of water absorption of the meat but also on the method and duration of heat treatment applied.