

JÓZEFA MIELNIK, IRENA SOBINA, ZDZISŁAW MELLER,
WŁADYSŁAW RYDZIK

Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie

MIROSŁAW STAMBROWSKI

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu

CZYNNIKI WARUNKUJĄCE BARWĘ MIĘSA

Barwa należy do podstawowych wyróżników jakości kulinarnej i technologicznej mięsa oraz jego przetworów [73]. Jest ważnym wskaźnikiem świeżości mięsa [13] i cechą, która decyduje o wyborze towaru przez konsumenta w momencie zakupu [53, 60, 66, 73, 88]. Wielostronne znaczenie barwy w ocenie jakości mięsa zwierząt rzeźnych omawiają bardzo obszernie liczne publikacje [39, 42]. Dla jednoznacznego kompletnego określenia wrażenia barwy podaje się trzy wielkości: ton barwy charakteryzowany dominującą długością fali (barwność, chromatyczność), nasycenie, które jest miernikiem udziału czystej barwy widmowej (dominująca długość fali) w barwie badanej, przyjmując skalę od bieli (0%) do czystej barwy widmowej (100%) oraz jej jasność, będącą cechą ilościową barwy, mierzącą ilość energii odbitej od powierzchni barwnej i określa miejsce, jakie zajmuje badana barwa między bielą (100%) a czernią (0%), w ilości odbitej energii świetlnej (udział szarości) [48, 49, 72, 80]. Szczególne zainteresowanie wielu autorów dotyczy cechy ilościowej wrażenia barwy — jasności barwy mięsa.

Barwa mięsa zależy od czynników przyżyciowych i poubojowych. Z przyżyciowych czynników należy wymienić: gatunek [22, 80] i rasę zwierzęcia [61, 75, 76, 80], płeć [12, 60], wiek i masę ciała [1, 10, 12, 13, 16, 17, 23, 25, 34, 69, 72, 81] oraz żywienie [12, 13, 41, 58, 63, 67, 68]. W tej grupie czynników szczególnie istotną rolę odgrywa sposób traktowania zwierząt przed ubojem [2, 19, 29, 30, 57, 62, 66, 83, 88]. Źródłem różnicowania barwy są też same mięśnie pochodzące z określonych partii tuszy [22, 23, 25, 27, 32, 58, 63, 67, 69, 82].

Do czynników poubojowych należą: sposób chłodzenia mięsa, zwłaszcza w okresie rozwoju *rigor mortis* [36, 46, 59], sposób zamrażania [6, 15, 47, 56, 93] oraz okres przechowywania mięsa [6, 30, 31, 47, 92, 93]. Należy dodać, że barwa mięsa ma związek ze stężeniem jonów wodorowych [8, 24, 36, 46, 55, 64, 72, 82, 88], zależy od zawartości wody i tłuszczu [73, 88] oraz wodochłonności mięsa [8, 24, 55, 64, 72], a także wskazuje na jego kruchość [1, 53, 57, 64].

Czynniki przyżyciowe

Wpływ gatunku zwierzęcia na barwę mięsa

Barwa mięsa różnych gatunków zwierząt różni się znacznie [2, 26]. Najciemniejszą barwą charakteryzuje się mięso koni [85] i wołowina, pochodząca zwłaszcza z osobników starszych i buhajów szczególnie podatnych na stres [72]. Następnie należy wymienić baraninę [9]. Najjaśniejsze jest mięso wieprzowe oraz drobiowe, zwłaszcza partii piersiowej tuszki [22, 23, 69]. Zróznicowanie między mięśniami obserwuje się też u innych gatunków zwierząt. Wykazano to w badaniach tusz cielęcych [25, 63], wołowych [6, 25, 26, 27, 32, 65, 67], wieprzowych [47], końskich [85], baranich [82], a także w tuszkach indyczych [22, 23] i kurcząt [20, 69]. Mięśnie udowe drobiu są zdecydowanie ciemniejsze (% odbicia 13,77—14,72) niż piersiowe (% odbicia 16,60—20,32). Wykazano to w badaniach wielu autorów [22, 23, 69].

Wpływ rasy na barwę mięsa zwierząt

Przyczyną zróznicowania barwy mięsa jest również rasa zwierząt. W badaniach na bydło udowodnili to Sarican i wsp. [76], uzyskując jaśniejszą barwę mięsa u bydła ras mięsnych w porównaniu z bydlęciem ras mlecznych lub ogólnoużytkowych. Autorzy ci tłumaczą powyższy fakt mniejszą koncentracją Fe w tkankach bydła mięsnego w porównaniu z mlecznym. W wyniku stosowania krzyżowania różnych ras bydła z rasami mięsnymi uzyskuje się wyjaśnienie barwy mięsa mieszańców. Mieszańce bydła mlecznego lub ogólnie użytkowego charakteryzują się ciemniejszą barwą mięsa oraz mniejszym jej zróznicowaniem [45, 65]. Zróznicowanie barwy mięsa, uzależnione od rasy występuje także u trzody chlewnej. Berezovskij [4], Pour i wsp. [75], Pour i Hovorka [74], Elizon-do i wsp. [19] oraz Sobina [80] wykazali występowanie najjaśniejszej barwy mięsa u tuczników rasy Pietrain, a najciemniejszej u tuczników rasy wielkiej białej i złotnickiej pstrej. Jednakże w przypadku baraniny nie wykazano związku barwy z rasą [33].

Wpływ płci

Halada i Slada [33], w badaniach na mięsie baranin stwierdzili występowanie różnic w zabarwieniu mięśni między tuszkami jarek i tryczków. Ciemniejszą barwę stwierdzono u samic.

Związek płci z barwą mięsa wykazano również u bydła, wśród którego zdecydowanie ciemniejszą barwę stwierdzono u buhajów [2]. Jaśniejszą barwą mięsa charakteryzują się wolce i krowy. Zróżnicowanie barwy mięsa u trzody chlewnej różnej płci obserwowali także Meller i wsp. [62]. Natomiast badania Sobiny [80] nie wykazały wpływu płci na jasność barwy mięsa tuczników kilku ras.

Wpływ wieku zwierząt

Najjaśniejszą barwą charakteryzuje się mięso zwierząt młodych i ciemnieje ono w miarę starzenia się organizmu. Wykazano to w badaniach na bydło [2, 13, 16, 25, 81], owcach [17, 33] i drobiu [23, 63]. W mniejszym stopniu dotyczy to trzody chlewnej ze względu na krótszy niż w przypadku bydła okres użytkowania tych zwierząt. Ciemnienie barwy mięsa na podstawie mięśnia najdłuższego grzbietu (*longissimus dorsi* — LD) i półścięgnistego (*m. semitendinosus* — ST) wraz z postępem wieku bydła rasy czarno-białej zamieszczono za Goszczyńskim i wsp. [25, 26] (tab. 1).

Tabela 1

Ciemnienie barwy mięsa wraz z postępem wieku [wg 25, 26]

Wyszczególnienie	Cielęta	Jałówki			Krowy „razówki”
Ciężar kg	120	400 ^a	400 ^b	450	467
% odbicia					
LD	14,10	10,90	8,35	6,71	7,95
ST	16,50	12,80	13,25	11,86	9,40

a — opas intensywny w granicach masy ciała od 350 do 400 kg, b — bez żywienia intensywnego

Janicki i wsp. [40], w badaniach na tucznikach ubijanych przy masie od 70 do 130 kg nie stwierdzili istotnych różnic zabarwienia. Najciemniejsze były tusze tuczników ubijanych przy masie 130 kg. Obserwowano jednakże najjaśniejszą barwę u tuczników ubijanych w masie 110 kg. Jaśniejsza barwa mięsa u tuczników lżejszych nie mogła być zatem spowodowana zawartością tłuszczu w mięsie. Podobnie Norris i wsp. [71] nie stwierdzili wpływu marmurkowatości na barwę mięsa

Wpływ żywienia

W badaniach nad mięsem cielęcym wykazano istotnie ciemniejszą barwę mięsa cieląt otrzymujących mieszankę treściwą w porównaniu z żywionymi mlekiem pełnym [63, 64]. Zostało to spowodowane większą zawartością w mieszance treściwej żelaza, wchodzącego w skład grupy prostetycznej pigmentów mięśniowych, decydujących o barwie mięsa.

W badaniach prowadzonych przez Charpentiera [11], w których w żywieniu cieląt do masy 140 kg stosowano dietę opartą na mleku pełnym stwierdzono wystąpienie patologicznej anemii. Jasność barwy mięsa była ściśle skorelowana z jednoczesnym zużyciem rezerw Fe z wątroby. Wydaje się, że suma zawartości żelaza fizjologicznego, dostępnego w paszy decyduje o jasności barwy mięsa w większym stopniu aniżeli wielkość dawki pokarmowej i jej zróżnicowanie.

Mielnik i wsp. [67] uzyskali ciemniejszą barwę mięsa pod wpływem skarmiania kiszonki z liści buraków w porównaniu z wystódkami. Natomiast Matthews i Bennett [58], pod wpływem zróżnicowanego żywienia i różnych przyrostów nie stwierdzili zróżnicowania w barwie mięsa opasów. Podobnie Greniuk [32] nie zaobserwował wpływu skarmiania ograniczonych dawek mleka podczas wychowu cieląt na barwę mięsa opasów. Prawdopodobnie powstałe wcześniej niedobory Fe w organizmie zostały uzupełnione z późniejszych dawek bogatszych w ten składnik.

Janicki i wsp. [41], w badaniach nad wpływem poziomu żywienia na wyniki tuczu świń stwierdzili najciemniejszą barwę u zwierząt żywionych ekstensywnie. Podobnie Meller [60] wykazał, że tuczniaki szybciej rosnące, lepiej wykorzystujące pasze i lepiej umięśnione, charakteryzowały się gorszą jakością mięsa i bledszą barwą, charakterystyczną dla mięsa wodnistego. Zróżnicowanie barwy mięśni pod wpływem skarmiania różnych mieszanek treściwych stwierdzili Mroczek i wsp. [68]. Tuczniaki otrzymujące mieszankę, w której 50% udziału komponentów stanowiła śruta kukurydziana, cechowały się mięsem wodnistym o jasnej barwie. Faruga i Troszyński [23], w badaniach nad wpływem zróżnicowanego żywienia indyków białych szerokopiersnych na efekty produkcyjne nie zaobserwowali różnic pod względem jasności barwy mięsa u żadnej płci badanych zwierząt. Nie zaobserwowano także różnic w barwie mięsa bażantów pod wpływem żywienia z dodatkiem łożu wołowego [21]. Również Brzostowski [9] w badaniach nad wpływem różnego czasu odsadzania jagniąt od matek i żywienia ich paszami treściwymi nie stwierdził zróżnicowania w jasności barwy mięsa, odnotowana została jedynie zmienność w jej tonie.

Wpływ składników chemicznych i właściwości fizyko-chemicznych

W zespole czynników determinujących barwę mięsa na uwagę zasługuje zawartość barwników mięśniowych: mioglobiny, hemoglobiny i ich pochodnych. Barwa mięsa, szczególnie jej nasycenie, zależy od zawartości mioglobiny w mięśniach [1, 13, 34, 35, 73, 86, 88]. Na zawartość mioglobiny wpływa rasa zwierząt [13, 76], żywienie [73], a także wiek [1, 10, 12, 34, 70]. Różne mięśnie zawierają jej różne ilości [70, 73].

Tabela 2

Zależność zawartości mioglobiny w mięsie wołowym [wg 1]

Wiek buhajów w miesiącach	Mioglobina mg/g mięsa	Jasność barwy pkt.
12	1,71	7,4
15	2,54	5,8
18	2,87	5,4
24	4,44	6,1

Zależność zawartości mioglobiny w mięsie wołowym od wieku zwierząt i jej wpływ na barwę zamieszczono według Arthauda i wsp. [1] w tabeli 2.

Podobne zależności zaobserwowali Janicki wsp. (wg [73]) w odniesieniu do wieprzowiny (tab. 3).

Tabela 3

Zależność zawartości mioglobiny w mięsie wieprzowym [wg 73]

Masa tuczników kg	Barwniki całkowite mg ‰	Mioglobina mg ‰	Jasność barwy ‰ odbicia
70	98,5	68,0	27,5
90	105,5	77,5	26,5
110	115,4	86,0	30,8
130	148,7	111,5	26,4

Zależność barwy mięsa od zawartości w nim mioglobiny skorelowanej z wiekiem zwierząt wykazali w badaniach na cielętach Buryška i Glozyga [10] (tab. 4).

Tabela 4

Zależność barwy mięsa od zawartości w nim mioglobiny

Masa cieląt kg	Mioglobina mg/g mięsa	Jasność barwy % odbicia
50—100	0,93	69,3
101—150	1,40	59,3
151—200	1,72	54,1

Zdaniem autorów poziom mioglobiny w mięśniach jest zasadniczym wskaźnikiem fizjologicznym stanowiącym o barwę mięsa, ponieważ wszystkie dotychczas omówione czynniki przyżyciowe wpływają na zawartość tego hemoproteidu w mięśniach.

Pewien udział w kształtowaniu barwy ma również hemoglobina, zalegająca we włosowatych naczyniach układu krwionośnego [86]. Dlatego też Hornsey [37], dla scharakteryzowania barwy proponuje określanie zawartości barwników całkowitych w mięsie. Szulc [84] jednakże, nie stwierdził zróżnicowania ich zawartości w mięsie w zależności od wieku buhajów.

Poglądy określające wpływ tłuszczu na barwę mięsa są kontrowersyjne. Craig i wsp. [wg 80] przypisują zawartości tłuszczu decydujące znaczenie dla barwy wołowiny. Heim, Henry i Bratzler oraz Otto ([wg 80] nie potwierdzili wpływu tego czynnika na jasność barwy mięsa wołowego.

Brak jest dotąd zdecydowanej opinii na temat wpływu zawartości wody w mięsie na jego barwę. Briskey [8] za Heimem, Grauem i Mirną oraz Henry'm i Bratzlerem podaje, że zawartość wody w mięsie nie wywiera wpływu na jego barwę. Kortz [48] natomiast uważa, że jest ona czynnikiem determinującym barwę mięsa. Sobina [80], za Janickim i Kołaczyk oraz Janickim i wsp. wskazuje na wyraźną zależność między zawartością wody a barwą i jej trwałością.

Poglądy na temat wpływu zawartości białek w mięsie na jego barwę są również kontrowersyjne. Briskey [8] wykazał, że ilość sarkoplazmatycznych i miofibrylarnych białek nie jest istotnie różna w mięśniach róż-

niących się jasnością barwy. Natomiast Scopes i Lawrie [wg 80] stwierdzili przy pH 5,5 pewne zdenaturowanie białek sarkoplazmy, a Wismer-Pedersen [90] wykazała, że wyciągi białkowe z mięśni o jasnej barwie zawsze zawierają mniej białek rozpuszczalnych w porównaniu z ciemnymi.

Ponieważ stan fizjologiczny białek mięśniowych i ich hydrofilność jest ściśle uzależniona od pH mięśnia, istnieje też ścisła zależność między wodochłonnością, jasnością barwy i kwasowością mięsa [41, 80]. Przy niskim pH mięsa jego barwa jest jaśniejsza i obniżona wodochłonność [42, 61, 62, 80].

Traktowanie zwierząt przed ubojem

Czynnikiem o największym znaczeniu, działającym bezpośrednio na barwę mięsa jest traktowanie zwierząt przed ubojem. W przypadku wołowiny, jasna jej barwa łączy się z pojęciem mięsa pochodzącego z młodego bydła, przygotowanego prawidłowo do uboju. Mięso wołowe o jasnej barwie charakteryzuje się z reguły lepszą kruchością niż ciemne [1, 53, 57, 64].

Barwa jest również ważnym wskaźnikiem jakości mięsa wieprzowego, przy czym w tym przypadku, niepożądana jest barwa nadmiernie jasna. Nieodpowiednie traktowanie zwierząt przed ubojem może spowodować pociemnienie tuszy u wołowiny, natomiast u wieprzowiny — nadmierne jej rozjaśnienie lub nadmierne pociemnienie [28, 30, 79, 83].

Zgodnie z badaniami Górnej [30], przebywanie zwierząt pochodzących z zakupu od rolników indywidualnych w bazach przejściowych, transport w obcych sobie zespołach staje się powodem silnego stresu. W efekcie obserwowano znaczny wysort wołowiny w czasie standaryzacji, nie tylko z powodu ciemniejszych wszystkich mięśni tuszy, lecz również z powodu braku wyrównania barwy w obrębie mięśni grzbietu. Pewnym przeciwdziałaniem byłoby tu dokonywanie uboju zwierząt, stosując przed ubojem Relanium z dodatkiem witaminy C oraz skrócony czas przebywania zwierząt w bazach zbiorczych. W wyniku przeprowadzenia uboju w takich warunkach uzyskano barwę mięsa z oceną 3,94 pkt i pH_{24} 5,89 [30].

Wpływ wyczerpania zwierząt na pociemnienie barwy mięsa wykazali także Meller i wsp. [62]. Tuczniaki ubijane w dniu zakupu charakteryzowały się najjaśniejszą barwą, zaś barwa najciemniejsza wystąpiła u ubijanych po dwudniowym przetrzymywaniu w magazynie żywca.

Niekorzystne warunki przepędu żywca (interwencja obsługi) oraz wydłużanie linii przedubojowej wpływały również na rozjaśnienie barwy

wieprzowiny i obniżenie jej wodochłonności [83]. Ponadto wydłużanie trasy przepędu żywca z magazynów do hal ubojowych intensyfikowało przemiany glikogenu w mięśniach, czego dowodem była większa kwasowość mięsa.

Stres przedubojowy ma również wpływ na kształtowanie się barwy mięsa w czasie składowania. Według Ashmore a i wsp. [2] zbyt długo działający stres powoduje obniżenie zdolności adaptacyjnych zwierzęcia, może doprowadzić do silnego wyczerpania fizycznego i psychicznego oraz do zużycia całych zapasów glikogenu, skutkiem czego w mięśniach utrzymuje się wysokie pH.

Ashmore i wsp. [wg 30], przy pH wynoszącym powyżej 6,0 (m. *longissimus dorsi*) obserwowali zwiększoną aktywność oksydazy cytochromowej, co ich zdaniem jest przyczyną zmian w strukturze mioglobiny i przyczynia się do pociemnienia barwy mięsa.

Górna [30] stwierdziła także, że mięso zwierząt z objawami stresu przed ubojem nie zmieniło barwy lub ciemniało istotnie pod wpływem przechowywania. To pociemnienie barwy mięsa w stosunku do jego barwy wyjściowej (24 godziny po uboju) było równoległe z obniżeniem innych wskaźników sensorycznych mięsa oraz ze spadkiem jego przydatności technologicznej [29, 52].

Mięso zwierząt ubijanych w stanie stresu w przypadku wołowiny jest określane w literaturze światowej jako DFD (dark-firm-dry) lub dark cutting [2, 18, 38, 44, 78, 86, 89], natomiast w przypadku wieprzowiny — PSE (pale-soft-exudative) lub DFD [19, 36, 38, 46, 50].

Pojęciem DFD określa się mięso o ciemnej barwie, twardej konsystencji i suchej lub lepkiej powierzchni [2, 18, 35, 38, 44, 52, 89]. Wykazuje ono większą zawartość mioglobiny jak również wysoką wodochłonność, powodującą zmniejszenie odbicia światła wierzchniej warstwy mięsa, a w rezultacie ciemniejszą barwę. Pod pojęciem PSE należy rozumieć mięso blade, miękkie, o obniżonej wodochłonności. Jest ono określane jako mięso wodniste. Od mięsa DFD różni się z reguły mniejszą zawartością mioglobiny [35, 38], wysoką kwasowością i niską wodochłonnością [18, 35, 38]. Niska wodochłonność jest przyczyną utraty znacznej ilości płynów podczas obróbki termicznej, co powoduje, że mięso takie jest mało soczyste i mniej kruche.

Jakkolwiek określanie wady PSE dotyczy szczególnie wieprzowiny, a DFD — wołowiny, bywa też odwrotnie [38, 46]. Kryterium klasyfikacji mięsa do grupy DFD jest końcowa wartość pH wynosząca powyżej 6,2. Biorąc tę wartość za podstawę stwierdzono, że około 1—15% tusz zwierząt wykazuje wadę DFD [78]. Wysoka wartość pH spowodowana jest zahamowaniem glikolizy i zmniejszeniem zawartości kwasu mlekowego

w tkankach, wskutek czego zmniejszają się bakteriostatyczne właściwości mięsa [18, 38, 44, 78, 89].

Mięso takie, mimo bardzo dobrej kruchości powinno być zagospodarowane w produkcji drobnoziarnistych wędlin przeznaczonych do szybkiego spożycia [44].

Wada mięsa określana jako PSE jest związana z rasą a zatem uwarunkowana genetycznie. Jak wykazał Berezovskij [4], szczególnie podatne na tę wadę są świnie rasy Pietrain, bądź też mieszańce z tą rasą [4, 74]:

Rasa	Barwa w jedn. gęst. optycznej (545 nm)	pH	Woda związana %
Wielka Biała	0,82	5,63	64,35
WB × Pietrain	0,72	5,50	59,74
WB × Biała Zwisloucha	0,73	5,55	58,66
Pietrain	0,66	5,35	52,04

Podobne zależności wykazano w badaniach Elizondo i wsp. [19], którzy po poddaniu tuczników rasy Minnesota, Pietrain i mieszańców tych ras 10-minutowemu szokowi temperaturowemu stwierdzili przypadki częstszego występowania PSE u tuczników rasy Pietrain.

Jednocześnie wykazano w mięsie PSE zmniejszone ilości wyekstrahowanych białek sarkoplazmatycznych, co odzwierciedla dynamikę przebiegu glikolitycznych zmian poubojowych [5, 46, 50, 51, 90]. Wynika to prawdopodobnie z podatności białek sarkoplazmatycznych na denaturację, która zachodzi w konsekwencji działania niskiego pH i wysokiej temperatury w mięśniu *post mortem* [59].

Henry i wsp., Lawrie oraz Kołczak [wg 50] stwierdzili zmniejszoną ilość białek sarkoplazmatycznych i mioglobiny w mięsie wodnistym. Stąd też ich zdaniem barwa mięsa wodnistej jest bardziej jasna niż mięsa normalnego.

W przeciwieństwie do mięsa PSE, DFD zawiera znacznie większe ilości białek rozpuszczalnych w wodzie, co w większym stopniu preferuje taki surowiec do przetwórstwa [46, 65]. Aby zapobiec powstawaniu wad mięsa typu DFD i PSE należy przede wszystkim unikać wyczerpania fizycznego i psychicznego zwierząt przed ubojem.

Dla poprawy w zakresie barwy i pH mięsa ubijanego bydła, jak już wspomniano stosuje się środki uspokajające [29, 30]. Jest to szczególnie istotne w przypadku gdy mięso ma być przechowywane lub transportowane, gdyż trwałość mięsa o ciemniejszej barwie i wysokim pH jest znacznie obniżona [18, 30, 88, 89]. W takim mięsie szybko rozwijają się drobnoustroje. Ponadto wysokie pH hamuje proces proteolitycznego dojrzenia mięsa, bowiem enzymy proteolityczne związane z prawidłowym procesem dojrzenia aktywowane są w środowisku kwaśnym.

Czynniki poubojowe

Na podstawie danych piśmiennictwa należy sądzić, że na kształtowanie barwy mięsa w dużej mierze mają wpływ czynniki poubojowe, a szczególnie chłodzenie i zamrażanie [87].

W badaniach nad mrożeniem mięsa wieprzowego metodami tradycyjnymi i przy zastosowaniu LN_2 , Kondratowicz [47] wykazał, że najkorzystniejszą barwą charakteryzowało się mięso mrożone LN_2 , przechowywane przez okres 2 tygodni. Dalsze przechowywanie było związane z rozjaśnieniem barwy mięsa. Mięso mrożone tradycyjnie, przechowywane przez 2 tygodnie nieznacznie pojaśniało. Mrożenie owiewowe nie miało wpływu na barwę.

Borzuta i wsp. [6] oraz Górna [28] również obserwowali pojaśnienie barwy mięso wołowego w czasie jego składowania. Podobne tendencje zmian barwy w miarę dalszego zwiększania czasu przechowywania do 6 miesięcy, zaobserwowano w przypadku mięsa drobiowego [14, 20]. To pojaśnienie barwy mięsa w czasie składowania może być wynikiem sygnalizowanego w piśmiennictwie obniżenia ilości barwników mięśniowych w czasie rozmrażania mięsa, lub ich rozpadu w okresie składowania [3]. Brak wpływu sposobu zamrażania mięsa na jego barwę wykazali Nocito i wsp. [70].

W piśmiennictwie znane są prace stwierdzające poprawę struktury i barwy mięsa wodnistego przez stosowanie mrożenia kriogenicznego [5]. Dolatowski [15] podaje, że mrożenie LN_2 powoduje zahamowanie procesów glikolitycznych w mięsie i utrzymanie w tuszy rezerw glikogenu. Wobec tego, kwasowość mięsa mrożonego tym sposobem nie wzrasta, a więc barwa nie jaśnieje. Również rozpuszczalność białek pozostaje na odpowiednim poziomie.

Rosnące wymagania konsumenta w stosunku do barwy mięsa coraz bardziej podkreślają znaczenie jej trwałości.

Niezwykle ważne jest poznanie czynników biorących udział w kształ-

towaniu trwałości barwy, na co zwrócili uwagę Janicki i wsp. [42] oraz Kortz [48]. Wstępne badania Janickiego i wsp. [42] wykazały, że trwałość barwy mięsa zależy od składników chemicznych mięsa a także wiąże się nierozdzielnie z jego właściwościami fizyko-chemicznymi.

Szczególnie ważnym czynnikiem determinującym trwałość barwy mięsa jest aktywność redukcyjna tkanki mięśniowej. Janicki i wsp. [42] uzyskali wysoko istotną współzależność między trwałością barwy i aktywnością redukcyjną mięsa. Wykazali oni, że przyczyną małej trwałości barwy jest niska aktywność redukcyjna mięsa. W myśl sugestii tych autorów, za poziom aktywności redukcyjnej są odpowiedzialne związki zawierające wolne grupy sulfhydrylowe, takie jak glutation, cysteina itp.

Wpływ stężenia mioglobiny na trwałość barwy mięsa wieprzowego wykazały badania Janickiego i wsp. [42]. Autorzy ci sugerują, że trwałość barwy mięsa wzrasta wraz ze zwiększaniem się zawartości mioglobiny. Ta zależność jest szczególnie interesująca, ponieważ uważa się powszechnie, że stężenie mioglobiny jest powiązane z aktywnością enzymów oddechowych zawartych w mięsie [54]. Zawartość mioglobiny wiąże się także z aktywnością tarczycy, określanej poziomem jodu związanego z białkiem w surowicy krwi [42]. Mogłoby to oznaczać w praktyce, że mięso zwierząt o intensywniejszej przemianie materii posiada trwalszą barwę.

Nie potwierdziły jednakże tego poglądu doświadczenia przeprowadzone przez Kortza [48], nie wykazały one bowiem wpływu zawartości mioglobiny na trwałość barwy mięsa wieprzowego.

Zatem, zgodnie z wynikami badań Janickiego i wsp. [42], Kortza [48] i Sobiny [80] trwałość barwy mięsa jest tym większa, im charakteryzuje się ono większą zawartością wody, mniejszą zawartością białek sarkoplazmatycznych i tłuszczu, a większą — białka rozpuszczalnego w wodzie. Barwa jest także tym trwalsza, im mięso charakteryzuje się niższą dominującą długością fali, niższym nasyceniem i mniejszą jasnością barwy, wyższym pH i wyższą wodochłonnością. Słuszność tych danych potwierdza uzyskana przez cytowanych autorów istotna wartość współczynników korelacji między trwałością barwy i wyżej wymienionymi składnikami lub cechami jakości mięsa. Fakt ten sprawia, że trwałość barwy mięsa jest tą cechą, która w wysokim stopniu powiązana jest z innymi parametrami jakości mięsa. Można więc na jej podstawie wnioskować o przydatności technologicznej i konsumpcyjnej mięsa.

Barwa mięsa i jej trwałość są zatem funkcjami wielu czynników zarówno przedubojowych jak i poubojowych. Nie jest więc bez znaczenia w hodowli zwierząt i technologii mięsa, dla optymalnego ukształtowania barwy i zachowania jej trwałości, zagwarantowanie poprawnych warunków środowiskowych i przechowalniczych.

LITERATURA

1. Arthaud V. H. i in.: *J. Anim. Sc.*, 44 (1), 53—64, 1977.
2. Ashmore C. R., Carroll F., Doerr L.: *J. Anim. Sc.*, 36 (1), 33—36, 1973.
3. Bar E.: *Gosp. mięsna*, 12, 30, 1974.
4. Berezowski N. D.: 23 (10), 31—33, 1969.
5. Borchert L. L., Briskey E. J.: *J. Food Sc.*, 30 (1), 138—143, 1965.
6. Borzuta K. i in.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 178, 35—45, 1978.
7. Bouton P. E. i in.: *J. Food Sc.*, 38 (5), 816—820, 1973.
8. Briskey E. J.: *Adv. in Food Res.*, 13, 89—143, 1964.
9. Brzostowski H.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 11, 109—115, 1976.
10. Buryška J., Glozyga M.: *Anim. Breed. Abstr.*, 44 (9), 465, 1976.
11. Charpentier J.: Pigmentation musculature du veau de boucherie. I. Facteurs de variation. *Ann. Zootech.*, 15 (2), 181—196, 1966.
12. Dobicki A.: *Rocz. Nauk rol.*, 93 (1) 23—46, 1971.
13. Dobicki A.: *Zesz. nauk. AR Wrocł.*, Zoot. XIX (104), 29—37, 1973.
14. Dobrzycki J., Hoser A.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 178, 55—66, 1978.
15. Dolatowski Z.: *Chłodnictwo*, 13 (7), 26—28, 1978.
16. Doroszewski B., Doroszevska Z.: *Gosp. mięsna*, 11/12, 35—38, 1973.
17. Dowieciał R., Boniecka-Nowicka M., Rejt J.: *Przem. spoż.*, 12, 429—431, 1976.
18. Egginger R.: *Fleischerei*, 4, 35—36, 1977.
19. Elizondo G., i in.: *J. Anim. Sc.*, 43 (5), 1004—1014, 1976.
20. Eljasiak J., Kondratowicz J., Dobrzycki J.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 1980 (w druku).
21. Faruga A., Mróz E., Sobina I.: *Przem. spoż.*, 29 (8—9), 351—352, 1975.
22. Faruga A., Puchajda H., Siekiera J.: *Maszynopis ART Olszt.*, 1976.
23. Faruga A., Troszyński W.: *Badania nad opracowaniem niektórych aspektów technologii produkcji indyków białych szerokopierśnych. Sprawozdanie dla COBRD w Poznaniu. Maszynopis ART Olszt.*, 1976.
24. Fredeen H. T., Martin A. H., Weiss G. M.: Changes in tenderness of beef longissimus dorsi as related to muscle color and pH. *J. Food Sc.*, 39 (3) 532—536, 1974.
25. Goszczyński J., Mielnik J.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 18, 85—99, 1979.
26. Goszczyński J., Mielnik J., Osińska W.: *Zesz. nauk. ART Olszt.*, 18, 117—128, 1979.
27. Goszczyński J. i in.: *Wartość rzeźna i jakość mięsa buhajków mieszańców ras hereford oraz charolais. II. Cechy fizyko-chemiczne i sensoryczne mięsa buhajków mieszańców. Zesz. nauk. ART Olszt.*, (w druku), 1980.
28. Górna M.: *Jakość mięsa wołowego składowanego w niskich temperaturach. IPMs. Maszynopis*, 1973.
29. Górna M.: *Chłodnictwo*, 11, 19—22, 1974.
30. Górna M.: *Rocz. IPMs.*, 11, 27—40, 1974.
31. Grabarek B., Górna M., Gózdź H.: *Chłodnictwo*, 7, 16—18, 1973.

32. Greniuk M.: Zesz. nauk. ART Olszt., 1, 1973.
33. Halada J., Slada O.: Živočiš. Vyr. 22 (3), 203—208, 1977.
34. Hamm R.: Fleischwirtschaft, 55 (10), 1415—1418, 1975.
35. Hamm R.: Fleischwirtschaft, 8, 1502—1507, 1977.
36. Herring H. K., Haggard J. H., Hansen L. J.: J. Anim. Sc., 33 (3), 578—586, 1971.
37. Hornsey H. C.: J. Sc. Food Agric., 7 (8), 534—540, 1956.
38. Hunt M. C., Hedrick H. B.: J. Food Sc., 42 (3), 716—720, 1977.
39. Janicki M. A.: Zesz. probl. Post. Nauk roln., 103, 13—20, 1970.
40. Janicki M. A., Kortz J., Różycka J.: Technol. mesa, 3, 2—7, 1966.
41. Janicki M. A., Kortz J., Różycka J.: Zesz. probl. Post. Nauk roln., 103, 201—208, 1970.
42. Janicki M. A., Thomas A., Kortz J.: Roczn. Nauk rol. 80-B-2, 127—133, 1962.
43. Jukna Č. V., Rimkevičjus R. K.: Životnovodstvo, 6, 30—32, 1976.
44. Keller W.: Die Fleischwirtschaft, 9, 1958, 1977.
45. Koch R. M. i in.: J. Anim. Sc., 43 (1), 48—62, 1976.
46. Kołczak T., Weber M.: J. Food Sc., 34 (6), 547—550, 1969.
47. Kondratowicz J.: Zastosowanie ciekłego azotu do mrożenia nieschlodzonej wieprzowiny w porównaniu ze schładzaniem i zamrażaniem owiewowym. Praca doktorska. Maszynopis ART Olszt., 1977.
48. Kortz J.: Wpływ zawartości wolnych grup sulfhydrylowych na trwałość barwy surowego mięsa (na przykładzie mięsa wieprzowego). Praca doktorska. Politechnika Gdańska, 1966.
49. Kortz J.: Zesz. probl. Post. Nauk Roln., 103, 99—104, 1970.
50. Kotik T.: Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 103, 47—55, 1970.
51. Kotik T.: Roczn. IPMs., 11, 47—52, 1974.
52. Krzywicki K.: Gosp. mięsna, 7, 24—27, 1976.
53. Krzywicki K., Wichlacz H.: Przem. spoż., 28, (8), 344—348, 1974.
54. Lawrie R. A.: The comparison of muscle to meat. Recent Advances in Food Sc., I (Hawthorn J. and Leitch G. M. eds) Butterworths. London, 1962.
55. Lawrie R. A.: Meat science. Pergamon Press, 1973.
56. Lind M. L., Harrison D. L., Kropf D. H.: J. Food Sc., 36 (4), 629—631, 1971.
57. Martin A. H., Fredeen H. T., Weiss G. M.: Can. J. Anim. Sc., 51 (2), 305—315, 1971.
58. Matthews D. J., Bennett J. A.: J. Anim. Sc., 21 (4), 738—743, 1962.
59. McClain P. E., Pearson A. M.: J. Food Sc., 34 (4), 306—308, 1969.
60. Meller Z.: Zesz. nauk ART Olszt., 15, 1978.

61. Meller Z. i in.: Roczn. IPMs., XI, 13—19, 1974.
62. Meller Z. i in.: Zesz. nauk. ART Olszt., 13, 23—29, 1977.
63. Mielnik J.: Roczn. Nauk rol., 92-B-3, 377—394, 1970.
64. Mielnik J.: Zesz. nauk. ART Olszt., Zoot. 2, 59—74, 1973.
65. Mielnik J.: Wartość rzeźna i jakość mięsa buhajków mieszańców ras mlecznych (w opracowaniu).
66. Mielnik J. i in.: Post. Nauk rol., 3, 109—124, 1980.
67. Mielnik J., Greniuk M., Groth I.: Zesz. nauk. ART Olszt., Zoot. 2, 49—57, 1973.
68. Mroczek J. i in.: Gosp. mięsna, 30 (7), 26—28, 1978.
69. Mróz E.: Charakterystyka brojlerów typu lekkiego i ciężkiego indyków rasy Białej Szerokopierskiej na podstawie oceny przeżyciowej i poubojowej. ART Olszt. Praca doktorska. Maszynopis, 1979.
70. Nocito J. S., Bayne B. H., Penfield M. P.: J. Anim. Sc., 37 (6), 1339—1343, 1973.
71. Norris H. L. i in.: J. Food Sc., 36 (3), 440—444, 1971.
72. Panasik M.: Badania nad przydatnością do przetwórstwa tusz wołowych uzyskanych z młodego bydła rzeźnego o słabym umięśnieniu oraz krów o różnym wieku i stopniu otłuszczenia. ART Olszt. Praca doktorska. Maszynopis, 1979.
73. Pisula A.: Zesz. nauk AR Warsz. Rozprawy naukowe, 42, 1974.
74. Pour M., Hovorka F.: Živočiš. Vyr., 21 (9), 679—685, 1976.
75. Pour M., Hovorka F., Houška L.: Sbor. Vys. Skoly Zemedelske v Praze — Fakulta agronomicka, B-2, 167—179, 1977.
76. Sarican C., Wagner K. H., Wagner-Hering E.: Fleischwirtschaft, 5, 1034—11037, 1977.
77. Scharner E., Schiefer G.: Gosp. mięsna, 10, 26—28, 1974.
78. Schepfer J.: Fleischwirtschaft, 7, 970—973, 1976.
79. Schön L.: Dt. Geflügelwirts. Schweineprod., 25 (29), 866—868, 1973.
80. Sobina I.: Zesz. ART Olszt., 2, 179—200, 1973.
81. Sperling G., Beckert H. G., Liebenberg O.: Tierzucht, 17 (1), 3 31—49, 1974.
82. Szczepański W., Mielnik J.: Zesz. nauk. WSR Olszt., 23 (600), 731—740, 1967.
83. Szmancko T.: Przem. spoż., 30 (6), 25—28, 1978.
84. Szulc T.: Efektywność opasu buhajków rasy ncb i nczb do ciężarów 150, 300, 450 i 600 kg przy różnych systemach żywienia. Zesz. nauk. AR Wrocław, 18. Rozprawy, 1979.
85. Tomczyński R.: Opracowanie technologii produkcji zrebiat rzeźnych (w opracowaniu).
86. Tyszkiewicz I.: Gosp. mięsna, 12, 22—26, 1972.
87. Wellington G. H.: J. Anim. Sc., 32 (3), 424—430, 1971.
88. Wichłacz H.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 172, 27—35, 1975.
89. Wirth F.: Fleischerei, 11, 35—36, 1975.
90. Wismer-Pedersen J.: Acta Agricult. Scand., suppl. 19, 204—207, 1973.
91. Znaniecki P.: Przydatność ciekłego azotu do mrożenia żywności na podstawie badań w podproblemie 05.13.04 w latach 1975—1980. Materiały z seminarium na temat: Mrożenie żywności przy pomocy ciekłego azotu. Wrocław—Skierniewice—Olsztyn, 1980.
92. Znaniecki P., i in.: Zesz. nauk. ART Olszt., zeszyt specjalny, 5—14, 1978.