

UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszcy
WYDZIAŁ HODOWLI I BIOLOGII ZWIERZĄT

ALEKSANDRA CEBULSKA

JAKOŚĆ MIĘSA ŚWIŃ POLSKICH RAS RODZIMYCH
I MIESZAŃCÓW WYSOKOPRODUKCYJNYCH ORAZ JEGO
PRZYDATNOŚĆ DO POZYSKIWANIA ŻYWNOŚCI
O WŁAŚCIWOŚCIACH FUNKCJONALNYCH

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Hodowli Trzody Chlewnej i Koni
Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
w Bydgoszcy

Promotor:
Prof. dr hab. Wojciech Kapelański

Bydgoszcz 2015

Praca naukowa współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego i Budżetu Państwa w ramach Zintegrowanego Programu operacyjnego Rozwoju Regionalnego, Działania 2.6 „Regionalne Strategie Innowacyjne i transfer wiedzy” projektu własnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego „Stypendia dla doktorantów 2008/2009 – ZPORR”



Praca naukowa współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej, budżetu państwa oraz budżetu województwa w ramach Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.2 Regionalne Strategie Innowacji Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (PO KL) „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów IV edycja”



*Panu Prof. dr. hab. Wojciechowi Kapelańskiemu
za przekazaną mi wiedzę, życzliwość oraz
wszelką pomoc niezbędną w przygotowaniu
niniejszej rozprawy doktorskiej
składam serdeczne podziękowania*

*Wszystkim współpracownikom
z Katedry Hodowli Trzody Chlewnej i Koni
za okazaną pomoc i wsparcie podczas realizacji
badań, zarówno w terenie, jak i laboratorium,
składam serdeczne podziękowania*

SPIS TREŚCI

WSTĘP	11
2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA	13
2.1. CHARAKTERYSTYKA RAS ZWIERZĄT UŻYTYCH DO BADAŃ 13	
2.1.1. Świnie rasy puławskiej	13
2.1.2. Świnie rasy złotnickiej pstrej.....	14
2.1.3. Mieszańce wysokoprodukcyjne.....	16
2.2. JAKOŚĆ MIĘSA WIEPRZOWEGO	17
2.2.1. Czynniki wpływające na jakość mięsa wieprzowego.....	18
2.2.1.1. Czynniki genetyczne	18
2.2.1.2. Czynniki środowiskowe	19
2.2.2. Kryteria oceny jakości mięsa.....	20
2.2.2.1. Kwasowość mięsa	20
2.2.2.2. Wodochłonność mięsa.....	21
2.2.2.3. Barwa mięsa	22
2.2.2.4. Kruchość mięsa	22
2.2.2.5. Mikrostruktura mięśnia a jakość mięsa	23
2.3. WARTOŚĆ ODŻYWCZA I WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE MIĘSA WIEPRZOWEGO	24
3. MATERIAŁ ZWIERZĘCY I METODY BADAŃ.....	28
3.1. MATERIAŁ ZWIERZĘCY	28
3.2. OCENA JAKOŚCI TUSZ.....	29
3.3. OCENA JAKOŚCI MIĘSA	31
3.3.1. Ocena cech fizykochemicznych	31
3.3.1.1. Zakwaszenie tkanki mięśniowej.....	31
3.3.1.2. Ocena sensoryczna mięsa surowego.....	31
3.3.1.3. Zdolność utrzymania wody i plastyczność mięsa.....	33
3.3.1.4. Kruchość mięsa	33

3.3.1.5. Barwa mięsa	33
3.3.2. Ocena histologiczna.....	34
3.4. ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH ORAZ PROZDROWOTNYCH W MIĘSIE	36
3.4.1. Skład podstawowy mięsa	36
3.4.2. Zawartość makro- i mikroelementów.....	37
3.4.3. Profil kwasów tłuszczowych	37
3.4.4. Wskaźniki dietetyczne.....	38
3.5. WYKONANIE I OCENA PRODUKTU GOTOWEGO	39
3.5.1. Przygotowanie wędzonek surowych dojrzewających	39
3.5.2. Ocena wędzonek surowych dojrzewających	40
3.5.2.1. Ocena cech fizykochemicznych	40
3.5.2.2. Skład podstawowy	40
3.5.2.3. Ocena sensoryczna	40
3.5.2.4. Ocena konsumencka	41
3.6. ANALIZA STATYSTYCZNA	42
4. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE	43
4.1. UŻYTKOWOŚĆ RZEŻNA BADANYCH GRUP ŚWIŃ	43
4.2. JAKOŚĆ MIĘSA BADANYCH GRUP ŚWIŃ	45
4.2.1. Kwasowość mięsa	45
4.2.2. Ocena sensoryczna mięsa surowego.....	45
4.2.3. Wodochłonność i kruchość mięsa	46
4.2.4. Barwa mięsa	47
4.2.5. Mikrostruktura tkanki mięśniowej	49
4.3. WARTOŚĆ ODŻYWCZA I FUNKCJONALNA BADANEGO MIĘSA.....	50
4.3.1. Podstawowy skład chemiczny mięsa.....	50
4.3.2. Składniki mineralne w mięsie	51

4.3.3. Zawartość kwasów tłuszczowych oraz wielkości szacowanych wskaźników dietetycznych w badanym mięsie	52
4.4. OCENA PRODUKTU GOTOWEGO	58
4.4.1. Właściwości fizykochemiczne szynek surowych dojrzewających..	58
4.4.2. Skład podstawowy szynek surowych dojrzewających	59
4.4.3. Ocena sensoryczna i konsumentcka gotowego produktu	60
5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	62
6. STRESZCZENIE	65
7. SUMMARY	66
8. PIŚMIENNICTWO	67
TABELE.....	83
RYSUNKI	101
ZAŁĄCZNIKI.....	105

WSTĘP

Obecnie jednym z ważniejszych celów hodowli trzody chlewnej staje się poprawa jakości uzyskiwanego surowca rzeźnego, dostosowana do wymogów współczesnego odbiorcy. Związane jest to z coraz większymi oczekiwaniami konsumentów i przetwórców, którzy poszukują mięsa o bardzo wysokiej jakości, charakteryzującego się odpowiednią przydatnością technologiczną. Ponadto, coraz więcej uwagi poświęca się wartości odżywczej spożywanych produktów mięsnych, będących jednym z najważniejszych składników diety człowieka.

Na skutek coraz częściej występujących „chorób cywilizacyjnych”, a zwłaszcza układu krążenia i serca, wzrasta zainteresowanie tzw. zdrową żywnością, do której zaliczane są produkty funkcjonalne. Zgodnie z definicją Komisji Europejskiej do spraw tejże żywności (FUFOSE – The European Commission Concerted action of Functional Food Science in Europe), produkty funkcjonalne to takie, które wywierają pozytywny wpływ na jedną lub więcej funkcji życiowych organizmu, a także poprzez swoje działanie mogą zapobiegać niektórym schorzeniom (Diplock i wsp., 1999).

Mięso, w tym także mięso wieprzowe, ogólnie nie jest zaliczane do żywności funkcjonalnej, ale posiada cechy, którym przypisuje się funkcjonalny charakter. Wymienia się tu najczęściej zawartość pełnowartościowego białka i witamin, łatwo przyswajalnych składników mineralnych oraz nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Staje się prawdą oczywistą fakt, że wszystkie cechy zarówno jakościowe, jak i te, świadczące o przydatności technologicznej mięsa oraz jego wartości funkcjonalnej, wpływają na decyzje konsumentów przy wyborze sortymentu mięsnego. Duże znaczenie mają także jego właściwości sensoryczne, takie jak smakowitość czy kruchość (Hoffmann i wsp., 2010).

Wydaje się, że w przypadku wieprzowiny wymogi dotyczące wysokiej jakości oraz funkcjonalności, najlepiej może spełniać mięso pozyskiwane od świń ras rodzimych. W Polsce rasy te reprezentowane są przez świnię puławską oraz rasy złotnickie - pstrą i białą. Były one przez lata najmniej poddawane intensywnej hodowli, w związku z czym, w dużym stopniu zachowały walory wcześniejszego okresu użytkowania. Pozwoliło to, na zachowanie wysokiej wartości cech jakościowych, między innymi ciemniejszej, bardziej pożądanej barwy mięsa, specyficznego smaku oraz przydatności do produkcji wędlin trwałych o długim okresie dojrzewania. Jak wskazują wcześniej wykonane badania (m.in. Kapelański i wsp. 2006, Fabri i Bergonzini, 1981, Florowski i wsp. 2006, Kasprzyk i wsp., 2010) mięso tych zwierząt często wykazuje przewagę pod względem cech jakościowych w stosunku do tego, pozyskiwanego od świń ras szlachetnych, poddawanych intensywnej hodowli.

Świnię rasy puławskiej i ras złotnickich nie mogą być jednak traktowane jako konkurencja dla produkowanych masowo mieszańców wysoko-

produkcyjnych – choćby ze względu na ich zbyt mały udział w populacji zwierząt tego gatunku w Polsce. Natomiast mogą stać się uzupełnieniem rynku wieprzowiny i dla niektórych konsumentów alternatywą dla oferty tzw. rynku masowego. Mogą w końcu stać się surowcem, bądź produktem końcowym, o cechach funkcjonalnych, z czym wiąże się rosnące zapotrzebowanie i czego oczekuje rozwijający się rynek mięsa wysokiej jakości.

Celem niniejszej pracy jest dokonanie oceny jakości mięsa pochodzącego od zwierząt dwóch ras rodzimych, pozostających w hodowli zachowawczej – puławskiej i złotnickiej pstrej oraz mieszańców czterorasowych z udziałem ras wielkiej białej polskiej, polskiej białej zwisłouchej, duroc i pietrain. Podjęto także próbę określenia w mięsie badanych grup zwierząt, zawartości niektórych składników funkcjonalnych. Jednym z elementów badań było również wykonanie szczegółowej oceny jakości wędzonek surowych dojrzewających, wytworzonych w tej samej technologii oraz ich ocena konsumencka.

2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

2.1. CHARAKTERYSTYKA RAS ZWIERZĄT UŻYTYCH DO BADAŃ

2.1.1. Świnie rasy puławskiej

Rasa puławska jest najstarszą rasą rodzimą świń w Polsce. Została objęta Programem Ochrony Zasobów Genetycznych, podobnie jak dwie inne polskie rasy – złotnicka pstra i złotnicka biała. Do bardzo ważnych gospodarczo cech, z powodu których populacja ta powinna być chroniona, zalicza się ich wysoką odporność na niekorzystne czynniki środowiskowe, bardzo dobre wykorzystanie składników pokarmowych, wysoką wartość rozrodczą, z którą związana jest także opiekuńczość loch. Podobnie jak pozostałe rasy rodzime, świnie rasy puławskiej stanowią element tradycji oraz sprzyjają zachowaniu bioróżnorodności (Walkiewicz i wsp., 2009).

Za twórcę rasy puławskiej uważa się profesora Zdzisława Zabielskiego. Pod jego przewodnictwem rozpoczęto prace hodowlane na mieszańcach świń miejscowych (zwanych "łaciatkami"), wywodzących się od polskich świń kłapouchych i małych polskich ostrouchych oraz rasy berkshire. Powstanie tej rasy miało miejsce na początku XX wieku, a systematyczna praca hodowlana nad tymi zwierzętami rozpoczęła się w roku 1926, w Stacji Zootechnicznej Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Borowinie. W roku 1935 świnie te zostały uznane za odrębną rasę pod nazwą rasa gołębska (nazwa wywodziła się od wsi, z której pochodziło pierwsze stado zwierząt), a w roku 1951 została zarejestrowana jako rasa puławska. W latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia nastąpił spadek pogłowia świń puławskich spowodowany wzrostem zapotrzebowania na świnie w typie mięsnym i świnie ras białych. Dlatego też, w dalszym programie doskonalenia tej rasy, w celu poprawy mięsności, przewidziano dolew krwi ras mięsnych. Na przełomie lat 80-tych i 90-tych zdecydowano o podjęciu działań mających na celu zachowanie rasy puławskiej i odbudowanie jej populacji (Babicz i wsp., 2011; Blicharski i wsp., 2005; Rak, 1998; Szulc i Buczyński, 2012).

Świnie rasy puławskiej charakteryzują się średniej wielkości tułowiem z dobrze wysklepionymi szynkami. Uszy mają krótkie, stojące, pochylone ku przodowi a umaszczenie łaciate - czarno-białe lub czarno-biało-rude. Zwierzęta te charakteryzują się wczesnym dojrzewaniem oraz wyraźnie zaznaczonym dymorfizmem płciowym. Lochy rodzą około 10-11 prosiąt w miocie i są bardzo troskliwymi matkami. Ponadto, świnie te są bardzo odporne na niekorzystne warunki środowiskowe, charakteryzują się dużą żywotnością oraz nie są wybredne względem zadawanej paszy (Rak, 1998; Szulc i Buczyński, 2012).

Rasa puławska zaliczana jest do typu przejściowego pomiędzy tłuszczowo-mięsnym a mięsnym (Babicz i wsp., 2011). Mięsność tych świń jest niższa niż tuczników z chowu masowego, gdzie np. w badaniach Florowskiego i wsp.

(2008), zanotowano ją na poziomie 50%. Pomimo tego, że na przestrzeni lat obserwuje się widoczny wzrost mięsności tej rasy (Borzuta i wsp., 2004; Szyndler-Nęcza i wsp., 2008; Walkiewicz i wsp., 1997), to osiągnięte wartości są i tak niższe niż u świń wysokoprodukcyjnych.

Niższe wartości parametrów użytkowości tucznej i rzeźnej, uzyskiwane przez świnię rasy puławskiej, rekompensowane są jakością ich mięsa, a głównie jego właściwościami kulinarnymi. Charakteryzuje się ono lepszą wodochłonnością oraz korzystniejszymi parametrami barwy. Notuje się również większą zawartość tłuszczu śródmięśniowego, który w znacznym stopniu wpływa na właściwości sensoryczne, a także na smak mięsa oraz jego kruchość (Babicza i wsp., 2010; Florowski i wsp., 2007; Grześkowiak i wsp., 2004). Z badań przeprowadzonych przez Babicza i wsp. (2009) wynika, że świnię rasy puławskiej mogą być wykorzystywane do produkcji tuczników ciężkich, gdyż nawet przy wysokiej masie ciała ich mięso jest bardzo dobrej jakości.

Olkiewicz i wsp. (2006), dokonując oceny technologicznej szynek surowych dojrzewających, stwierdzili dużą przydatność mięsa świń rasy puławskiej do produkcji tego typu sortymentu. Przy zastosowaniu odpowiednich metod technologicznych uzyskano wysoką ocenę właściwości sensorycznych, dotyczącą pożądalności smaku, zapachu oraz konsystencji.

2.1.2. Świnie rasy złotnickiej pstrej

Hodowla świń rasy złotnickiej pstrej, jako jedyna w Polsce, była i jest prowadzona bez dolewu krwi innych ras, a ze względu na małą liczebność istniejącej populacji oraz posiadanie unikatowej puli genów, objęta jest Programem Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich.

Inicjatorem prac hodowlanych nad rasami złotnickimi - białą i pstrą, był profesor Stefan Alexandrowicz. Rozpoczął on w roku 1946 badania nad świniami prymitywnymi, występującymi na terenie województwa olsztyńskiego, które przybyły na ziemię polską wraz z repatriantami z okolic Wilna i Nowogródka. Zwierzęta te, swoim pokrojem, przypominały swoich długouchych przodków, ale widoczne były także cechy świń krótkouchych i prawdopodobnie świń rasy wielkiej białej angielskiej, która także występowała wówczas na terenie Wileńszczyzny (Rak, 1998; Ratajszczak i Buczyński, 1997; Szyndler-Nęcza i wsp., 2009).

Pracę hodowlaną rozpoczęto na stadzie liczącym 5 knurków i 18 loszek, które umieszczono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Złotniki, należącym do Akademii Rolniczej w Poznaniu. Wśród zwierząt tych, posiadających różne umaszczenie - od czarno-białego i białego do szarego, rudego a nawet pręgowanego, poprzez dobór i selekcję wyodrębniono dwie odmiany - białą i barwną, a w roku 1962 uznano je za odrębne rasy. Początkowo świnię rasy złotnickiej pstrej utrzymywano w chlewniach na terenie województwa olsztyńskiego, w Popielnie i Parczu, a później chlewnie zarodowe powstały także na terenach województwa poznańskiego (KPGR

Manieczki) i bydgoskiego (KPGR Chraplewo). Obecnie zasięg ich występowania obejmuje aż siedem województw (Buczyński i wsp., 2009; Szyndler-Nęcza i wsp., 2009; Szulc i Buczyński, 2012).

Świnie złotnickie pstre są średnio duże i charakteryzują się harmonijną budową ciała. Są umaszczone niejednolicie (łaciate) - czarno-białe, ale mogą występować także osobniki z rudymi łatami (jest to cecha niepożądana). Głowa średniej wielkości z pochylonymi ku przodowi uszami. Pomiędzy knurami i lochami występuje wyraźnie zaznaczony dymorfizm płciowy. Knury charakteryzują się grubszym kośćcem, dłuższymi nogami oraz większą średnią masą ciała niż lochy (300 – 350 kg względem 200 – 300 kg). Samce cechuje wysokie libido, a lochy, charakteryzujące się późnym dojrzewaniem, są troskliwymi matkami rodząc w miotach średnio około dziewięciu prosiąt (Szulc i wsp., 2010; Szyndler-Nęcza M., 2009).

Świnie rasy złotnickiej pstrej reprezentują typ mięsno-słoninowy w kierunku mięsnym i pod względem wartości cech tucznych oraz rzeźnych ustępują powszechnie utrzymywanym rasom wysokoprodukcyjnym. Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że tusze ich są bardziej otluszczone, a umięśnienie, wyrażone powierzchnią przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu, jest mniejsze niż tuczników z chowu masowego (Bocian i wsp., 2012; Jankowiak i wsp. 2009; Buczyński i wsp., 2011; Szulc i wsp., 2012b).

Szulc i wsp. (2008) zanotowali natomiast zadowalające wyniki utrzymania świń rasy złotnickiej pstrej w warunkach chowu ekologicznego. Ocena ta wynikała z dobrego wykorzystania pasz wytworzonych w gospodarstwie oraz ze zdolności ich szybkiej adaptacji do istniejących warunków środowiskowych.

Pomimo gorszych wyników oceny wartości tucznej i jakości tusz, są one coraz częściej postrzegane jako źródło bardzo dobrej jakości mięsa. Świadczą o tym wyniki badań licznych autorów (m.in. Grześkowiak i wsp., 2007; 2009; Jankowiak i wsp., 2010b; Kapelański i wsp., 2006), dotyczące wartości jego parametrów fizykochemicznych takich jak odczyn, ciemniejsza barwa a także cechy związane ze zdolnością utrzymania wody podczas procesów przetwórczych.

Korzystne cechy, jakimi charakteryzuje się mięso tej rasy świń, są bardzo dobrze widoczne zwłaszcza w momencie porównania z surowcem mięsnym pozyskiwanym od tuczników z aktualnie prowadzonego chowu masowego (Bocian i wsp., 2012). Z badań Buczyńskiego i wsp. (1997; 2011) oraz Szulc i wsp. (2012b) wynika, że wykorzystanie rasy złotnickiej pstrej do krzyżowania towarowego z rasami o wyższej produktywności, pozwala na uzyskanie lepszego mięsa niż to, pozyskiwane od świń z tuczu intensywnego. Taki rodzaj doboru zwierząt pozwala jednocześnie na poprawę wartości rzeźnej świń tej rasy rodzimej.

Wysoka jakość mięsa świń rasy złotnickiej pstrej umożliwia przeznaczenie go do produkcji wyrobów surowych, długo dojrzewających. Ponadto Fabri i Bergonzini (1981) stwierdzili, że te późno dojrzewające świnie, mogą być

przeznaczone do produkcji ciężkich tuczników, ze względu na dobre wyniki tuczne osiągnięte przy wysokiej masie ciała. Mięso od nich pozyskane może być przeznaczone do produkcji szynek tradycyjnych. Te zaś, stanowią sortyment, kwalifikowany do grupy tzw. produktów lokalnych, kojarzonych z danym regionem lub krajem, bądź też z określonym gatunkiem zwierząt, od których jest pozyskiwany (Fabri i Bergonzini, 1981; Jankowiak i wsp., 2009; Kapelański i wsp., 2006).

Ze względu na dłuższy okres tuczu, związany z mniejszymi przyrostami dziennymi, produkcja tuczników należących do ras rodzimych jest mniej opłacalna. Dlatego też, produkty z niej pozyskiwane osiągają wyższą cenę i reprezentują tzw. rynek niszowy (Bonneau i Lebret, 2010).

2.1.3. Mieszańce wysokoprodukcyjne

W produkcji tuczników istotną rolę odgrywa odpowiedni dobór zwierząt do krzyżowania. Mieszańce najbardziej przydatne do tuczu uzyskuje się na skutek krzyżowania towarowego, w którym właściwości uzyskane przez pokolenie F_1 przewyższają średnie wartości cech rodziców. Związane jest to z występowaniem efektu heterozji. Do najważniejszych korzyści związanych z krzyżowaniem, należy zwiększenie płodności i plenności loch, lepsze przystosowanie do warunków środowiskowych oraz lepsze wykorzystanie zadawanej paszy i większe przyrosty masy ciała zwierząt (Różycki, 1998; Cassady i wsp., 2002; Johnson, 1981; Sellier, 1976; Suzuki i wsp., 2003; Visscher i wsp., 2000). Szybsze osiągnięcie określonej masy ciała przez tuczniki wpływa na skrócenie okresu tuczu i zwiększenie jego opłacalności.

Uważa się, że najlepszym rozwiązaniem jest pozyskiwanie zwierząt do tuczu po lochach należących do komponentu matecznego i knurach reprezentujących komponent ojcowski. Związane jest to z dobrą użytkowością rozrodczą ras matecznych i dobrą użytkowością tuczną i rzeźną ras ojcowskich. Pozwala to na poprawę efektów tuczu oraz uzyskanie świń o dobrze umięśnionych tuszach. Ponadto uważa się, że najlepsze wykorzystanie zjawiska heterozji ma miejsce w przypadku krzyżowania czterorasowego. Wówczas w pozycji matki powinien znajdować się osobnik uzyskany na skutek krzyżowania ras matecznych, a w pozycji ojca ras ojcowskich (Różycki, 1998).

W produkcji wieprzowego żywca rzeźnego wykorzystuje się mieszańce różnych ras poszukując odpowiedniego wariantu krzyżowania, zapewniającego zarówno dobrą wartość rzeźną tusz oraz właściwą jakość mięsa. Zadowolające wyniki, jeżeli chodzi o lochy ras matecznych, wykorzystywane w krzyżowaniu towarowym, uzyskują tuczniki po mieszańcach ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwisłouchej (Nowachowicz i wsp. 2009; Florowski i wsp., 2006a). Według Różyckiego (1998) te dwie rasy, reprezentujące typ mięsny, charakteryzują się nie tylko korzystnymi cechami użytkowości rozrodczej, ale także dużymi przyrostami dziennymi i dobrym umięśnieniem. Ponadto, mieszańce z udziałem tych dwóch ras, wykorzystywane w krzyżowaniu

czterorasowym, pozwalają na uzyskanie najkorzystniejszych wyników produkcyjnych.

Liczne badania dotyczące jakości tusz i mięsa tuczników wielorasowych wskazują, że najlepszy wariant krzyżowania stanowi wykorzystanie knurów duroc lub duroc x pietrain. Potwierdzeniem tego są badania Gajewczyka i wsp. (2005), w których zanotowano lepsze umięśnienie tusz tychże mieszańców, w porównaniu z mieszańcami ras białych. Wielu autorów notuje także wyniki świadczące o ciemniejszej barwie mięsa pochodzącego od tuczników po knurach duroc x pietrain, względem mieszańców ras białych. Ponadto, stwierdzili oni także mniejszy ubytek soku, podczas przechowywania jak i na skutek obróbki termicznej (Alonso i wsp., 2009; Grześkowiak i wsp., 2010; Šimek i wsp., 2004). Również Rybarczyk i wsp. (2002) stwierdzili, że potomstwo po lochach (wbp x pbz) i knurach (d x p) charakteryzuje się mięsem o wysokiej jakości technologicznej. Odpowiednie pH₁, barwa oraz wodochłonność przemawiają za wykorzystaniem tych tuczników w produkcji masowej. Potwierdzają to także wyniki uzyskane przez Karpiesiuka i wsp. (2013), którzy badali wpływ warunków utrzymania tuczników na jakość ich mięsa. Ostatecznie stwierdzili, iż mięso od wszystkich zwierząt, z poszczególnych grup różniących się systemem utrzymania, było dobrej jakości i posiadało cechy świadczące o jego przydatności do przetwórstwa. Dobrym wariantem, jeżeli chodzi o wartość rzeźną tuszy, jest użycie knurów hampshire x pietrain, jednakże uzyskuje się znacznie gorsze parametry jakości mięsa w porównaniu z knurami duroc x pietrain (Šimek i wsp., 2004).

Milczarek i wsp. (2012) stwierdzili, że mięso wysokiej jakości można uzyskać wykorzystując w tuczu mieszańce z rasami rodzimymi. Charakteryzują się one niższymi przyrostami oraz większym zużyciem paszy na kg przyrostu, ale ich mięso cechuje lepsza wodochłonność, ciemniejsza barwa oraz większa zawartość składników odżywczych.

2.2. JAKOŚĆ MIĘSA WIEPRZOWEGO

Jakość mięsa określana jest na podstawie poziomu wielu cech i właściwości (Kortz, 1998). Do najważniejszych z nich należą parametry sensoryczne, fizykochemiczne, higieniczno-toksykologiczne, technologiczne oraz fizjologiczno-żywniowe (Jurczak, 2005; Warriss, 2010). Wszystkie te cechy świadczą o przydatności do spożycia oraz o właściwym przeznaczeniu kulinarnym mięsa.

Konsumenci dokonują oceny produktów mięsnych najpierw za pomocą narządów zmysłu, oceniając wygląd, barwę czy zapach mięsa. Duże znaczenie mają także jego właściwości fizykochemiczne, odpowiadające za przydatność technologiczną i przeznaczenie do przetwórstwa. Coraz ważniejsze również dla konsumentów stają się właściwości prozdrowotne produktów, zatem cechy takie jak wartość odżywcza i właściwości funkcjonalne także zasługują na dokładniejsze poznanie.

2.2.1. Czynniki wpływające na jakość mięsa wieprzowego

2.2.1.1. Czynniki genetyczne

Duże znaczenie w kształtowaniu parametrów jakości mięsa odgrywają czynniki genetyczne, ujawniające się zróżnicowaniem rasowym świń oraz związany z rasą genotyp.

Przez ostatnie kilkadziesiąt lat w produkcji trzody chlewnej dążono do zwiększenia mięsności tuczników. W wyniku tych działań uzyskano zwierzęta charakteryzujące się szybkimi przyrostami przy niskim zużyciu paszy i dobrym umięśnieniem tusz, ale gorszą jakością mięsa. Potwierdzają to wyniki licznych badań (Knapp i wsp., 1997; Rosner i wsp., 2003; Rybarczyk i wsp., 2009).

Duże nadzieje z możliwościami poprawy jakości tusz, a przede wszystkim mięsa, wiąże się ostatnio z badaniami na poziomie molekularnym i wykorzystaniem tzw. markerów genetycznych. Możliwość analizy DNA pozwoliła na stwierdzenie polimorfizmu genu związanego z wrażliwością na stres oraz powiązanej z tym jakością mięsa (Fujii i wsp., 1991). Wykorzystując metodę PCR/RFLP (polymerase chain reaction/restriction fragments length polymorphism), stwarza się możliwość wyróżnienia osobników odpornych lub nieposiadających odporności na stres. Osobniki posiadające gen *RYRI^T*, charakteryzujące się zwiększoną mięsnością, posiadają gorszej jakości mięso niż tuczniki nieobarczone tym genem. Najbardziej widoczna jest ta zależność u świń rasy pietrain. Na przestrzeni lat dążono do uzyskania przez nie maksymalnej mięsności kosztem jakości mięsa, w którym często stwierdza się występowanie wady PSE (pale, soft, exudative) (Gronek i wsp., 1998). W badaniach wielu autorów (De Smet i wsp., 1996; Fábrega i wsp., 2002; 2004; Fernandez i wsp., 2002), dotyczących cech fizykochemicznych mięsa PSE, notuje się niższe wartości pH, jaśniejszą barwę oraz znacznie większy ubytek soku podczas przechowywania niż w przypadku świń nieobarczonych genem wrażliwości na stres, produkujących mięso normalnej jakości.

Cechy jakości mięsa przejawiające się niskim pH oraz jaśniejszą barwą są także charakterystyczne dla mięsa kwaśnego, pozyskanego od osobników obciążonych mutacją genu dominującego *RN* (Rendement Napole Gene). Sprzyja on występowaniu w tkankach, większych ilości glikogenu i substancji ulegających przemianie do kwasu mlekowego w warunkach beztlenowych. Gen ten nazywany jest „genem kwaśnego mięsa” i jest charakterystyczny dla świń rasy hampshire. Enfält i wsp. (1997) oraz Fernandez i Tornberg (1991) zanotowali negatywny wpływ powyższego genu na barwę, wodochłonność oraz twardość mięsa. Ponadto, zaobserwowano większy wyciek soku podczas przechowywania oraz obniżoną wartość pH takiego surowca.

Gen *RYRI* jak również gen *RN* zostały uznane jako geny główne, o potwierdzonym oddziaływaniu na cechy produkcyjne świń i są aktualnie wykorzystywane w praktycznej ich hodowli.

Świnie ras rodzimych charakteryzują się odkładaniem mięsa bardzo dobrej jakości, a obciążenie ich genem *RYRI^T* jest dość sporadyczne. Nie poddawano ich tak intensywnie zabiegom hodowlanym, dlatego też ich tusze cechują się słabszym umięśnieniem. Dowodem na to są wyniki badań Babicza i wsp. (2010) oraz Alfonso i wsp. (2005). Mięso pozyskiwane od tych zwierząt, jest ciemniejsze, o lepszej wodochłonności i większej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Wszystkie te cechy oraz walory smakowe, jakie posiada, pozwalają na wykorzystanie go do produkcji wędlin surowych dojrzewających, zaliczanych do wyrobów luksusowych. Świnie ras rodzimych odziedziczyły po swoich prymitywnych przodkach witalność oraz wysoką zdrowotność. Ich zaletą jest również odporność na stres, dlatego też bardzo rzadko notuje się u nich występowanie mięsa wadliwego.

2.2.1.2. Czynniki środowiskowe

Według Łyczyńskiego i wsp. (2006), żywienie i system utrzymania zwierząt, a więc zapewnienie tucznikom właściwego poziomu żywienia i odpowiednich warunków zoohigienicznych w chlewni, wpływają na utrzymanie ich zdrowotności, a także umożliwiają zwierzętom wykorzystanie posiadanego potencjału genetycznego, odpowiedzialnego za umięśnienie tusz oraz jakość mięsa.

Uznaje się, że poprzez odpowiednio zbilansowane żywienie można uzyskać mięso o pożądanej wartości odżywczej (Wood i wsp., 2003; Migdał i wsp., 2004).

Łyczyński i wsp. (2006), za jeden z najważniejszych czynników kształtujących jakość mięsa uważają stworzone warunki obrotu zwierząt przed ubojem. Uwzględnia się tu czas transportu oraz oczekiwanie na ubój, często w zbyt licznych grupach (ustalenie się nowej hierarchii w stadzie). Utrzymywanie tuczników w warunkach niekomfortowych, będących dla nich stresowymi, często jest przyczyną zmniejszonej odporności na infekcje układu pokarmowego, co może skutkować podwyższonym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym mięsa uzyskanego po uboju. Wielu autorów (Martoccia i wsp., 1995; Nanni Costa i wsp., 2002; Pérez i wsp., 2002) stwierdza również, że sposób ogłuszania oraz czas pomiędzy ogłuszaniem a wykrwawianiem ma także istotne znaczenie w kształtowaniu jakości mięsa, wynikającej w tym przypadku ze zwiększonego wydzielania hormonów stresowych, powodujących występowanie mięsa wadliwego PSE.

Wpływ na jakość mięsa ma także właściwe wychładzanie tusz oraz zapewnienie należytych warunków higienicznych i toksykologicznych oraz tych, świadczących o czystości mikrobiologicznej mięsa (Łyczyński i wsp., 2006; Jurczak, 2005). Te ostatnie zależą w dużym stopniu od właściwego postępowania z surowcem podczas przechowywania.

2.2.2. Kryteria oceny jakości mięsa

Metody oceny jakości mięsa zmieniały się na przestrzeni lat. Wynika to z poszukiwania coraz nowszych, dokładniejszych, dających bardziej rzeczywistą informację, metod ich analizy. Dotyczy to zarówno oceny subiektywnej jak i obiektywnej przy użyciu sprzętu laboratoryjnego.

2.2.2.1. Kwasowość mięsa

Za jeden z najważniejszych parametrów wpływających na kształtowanie jakości surowego mięsa uważa się rozmiar zakwaszenia tkanki mięśniowej, szczególnie w pierwszych 45 minutach po uboju (tzw. pH₁) (Offer G., 1991; Bidner i wsp., 2004).

Substancja zapasowa, którą jest glikogen zawarty w tkankach, po uboju zwierzęcia i jego wykrwawieniu, czyli w warunkach, w których następuje zatrzymanie transportu tlenu do tkanek, ulega rozpadowi (glikogenolizie). Jednakże nie tak, jak to jest w warunkach tlenowych do CO₂ i H₂O ale do kwasu mlekowego. W zależności od zasobów glikogenu i intensywności występujących przemian, wynikających z predyspozycji genetycznych zwierząt oraz warunków środowiskowych (gen wrażliwości na stres, gen kwaśnego mięsa, obrót zwierząt przed ubojem), dochodzi do zmian pH tkanki mięśniowej. Spadek pH oznacza wzrost stężenia jonów wodorowych i zakwaszenia, a to skutkuje radykalną zmianą uwodnienia struktur białkowych. Powoduje to, że mięso staje się jasne i charakteryzuje się dużym ubytkiem soku (Litwińczuk i wsp., 2004; Monin i Sellier, 1985). Według Josell i wsp. (2003) oraz Moeller i wsp. (2003) różni się ono istotnie parametrami kruchości, wymagając mniejszych nakładów siły podczas cięcia oraz lepszą smakowitością. Jednakże, mięsu takiemu przypisuje się gorsze właściwości przetwórcze dotyczące głównie obróbki termicznej i wędzarniczej.

Odczyn mięsa jest bardzo ważnym parametrem świadczącym o jakości, dlatego też w niektórych doświadczeniach dokonano zaszeregowania mięsa do odpowiedniej grupy jakościowej sugerując się tylko tą wartością. Kortz i wsp. (1968) w swoich badaniach, za mięso normalne uznali to, charakteryzujące się wartością pH na poziomie powyżej 6,3. Poniżej tej wartości uznali mięso za wadliwe, stwierdzając wadę częściowego PSE (6,0 – 6,3) lub PSE (poniżej 6,0). W pracach innych autorów można spotkać się z nieco odmiennymi wielkościami granicznymi, wyznaczającymi poszczególne grupy jakości. Z wyników, które przedstawiają Borzuta i Pospiech (1999) wynika, że mięso normalne charakteryzuje się wartością pH w granicach 5,5 do 6,3. Odczyn mięsa powyżej 6,3 uznawany jest za charakterystyczny dla mięsa DFD (dark, firm, dry), którego występowanie również, tak jak występowanie wady PSE, następuje na skutek przyspieszenia przemian glikolitycznych w mięśniach. Jednakże mięso takie występuje u zwierząt narażonych przed ubojem na dłuższe działanie czynnika stresowego w mięśniach, w których wyczerpane zostały rezerwy glikogenowe.

Proponowane wartości graniczne określające grupę jakościową, charakteryzują się pewną rozbieżnością, dlatego też zakwaszenie tkanki mięśniowej należałoby rozpatrywać łącznie z cechami wodochłonności i barwy. Pozwala to na dokonanie bardziej wiarygodnej klasyfikacji mięsa, gdyż cechy te są ze sobą skorelowane (Huff-Lonergan i wsp., 2002; Strzyżewski i wsp., 2008; Wismer-Pedersen, 1959).

2.2.2.2. Wodochłonność mięsa

Wodochłonność (Water Holding Capacity) świadczy o zdolności utrzymania soku w mięsie, a także o możliwości przyjęcia wody z zewnątrz. Większość wody zawartej w tkance mięśniowej wynika ze zdolności wiązania jej przez białka. Wchodzi ona zatem w skład komórek, a także wypełnia przestrzeń pomiędzy miofibrylami. Wpływ na wielkość wodochłonności mają procesy zachodzące po uboju. W wyniku szybkiego spadku pH, w podwyższonej temperaturze, następuje denaturacja białek i obniżenie ich aktywności jonowej. Dochodzi do zmniejszenia ich rozpuszczalności, co skutkuje gorszym utrzymaniem wody w mięsie (Litwińczuk i wsp., 2004; Jurczak, 2005; Huff-Lonergan i Lonergan, 2005).

Opisywany parametr jakości może być szacowany na wiele sposobów. Wykorzystanie metody bibułowej opracowanej przez Graua i Hamma (1952), z późniejszymi modyfikacjami Pohja i Niinivaara (1957), pozwala uzyskać informacje na temat procentowej zawartości wody luźnej w mięsie i wielkości wycieku soku.

Powszechne jest także dokonywanie oceny wielkości ubytku na podstawie swobodnego wycieku podczas 48 godzinowego przechowywania (drip loss) zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Honikela (1987). Jak podaje Apple (2007), porównując w swojej pracy liczne wyniki badań, na wielkość ubytku soku z mięsa może mieć wpływ podawanie tucznikom paszy wzbogaconej w witaminę E oraz magnez, które poprawiają zdolność utrzymania wody w mięsie.

Można także określić straty związane z wyciekiem soku na podstawie różnicy masy prób przed i po poddaniu ich obróbce termicznej (thermal loss) (Walczak, 1959).

Badania wykonane przez Lee i wsp. (2000), w celu określenia wielkości utraty wody, sugerują wykorzystanie pomiaru przewodności elektrycznej mięsa. Stwierdzają, że pomiar ten, wykonany 24 godziny po uboju, może stanowić wiarygodny i ekonomiczny sposób na określanie tego parametru już na linii ubojowej. Wraz z pomiarem pH może on stanowić o zakwalifikowaniu mięsa do klas jakościowych, głównie mięsa wadliwego - RSE (reddish, soft, exudative) i normalnego - RFN (red, firm, non-exudative).

Wielość metod pozwalających na ocenę wodochłonności pozwala stwierdzić, iż jest to bardzo ważna cecha jakości wpływająca nie tylko na

strukturę mięsa surowego, ale także na soczystość produktów po przygotowaniu kulinarnym.

2.2.2.3. Barwa mięsa

W badaniach dotyczących oceny jakości mięsa praktycznie zawsze wykonuje się ocenę jego barwy. Faustman i Cassens (1990) stwierdzili, że jest to właściwość, która najlepiej pozwala ocenić świeżość produktu mięsnego i często decyduje ona o wyborze danego sortymentu przez konsumentów.

Barwa mięsa zależy od gatunku zwierzęcia, wieku, płci oraz postępowania przed ubojem. W niektórych badaniach wykazano także, że podawanie tucznikom paszy wzbogaconej dodatkiem magnezu, wywierało pozytywny wpływ na uzyskanie u nich ciemniejszego mięsa (Hamilton i wsp., 2002).

Największy jednak wpływ na intensywność koloru przypisuje się zawartości mioglobiny oraz barwników hemowych. Mioglobina jest białkiem dostarczającym tlen do tkanek, dlatego też mięśnie, wykonujące intensywniejszą pracę, zawierają jej więcej. Ponadto, po uboju, w zależności od warunków przechowywania mięsa może dochodzić do utleniania mioglobiny do oksymoglobiny (jasno-czerwony kolor) lub metmioglobiny (barwa brązowa). Parametr ten w ogromnym stopniu zależy także od zakwaszenia tkanki mięśniowej, które zmieniając strukturę białek, zmienia sposób odbicia i pochłaniania światła na powierzchni mięsa, a to wiąże się ze zmianą barwy (Mancini i Hunt, 2005; Boles i Pegg, 2005).

W badaniach oceniana bywa też intensywność barwy w sposób sensoryczny, zgodnie z metodą zaproponowaną przez Kauffmana i wsp. (1993) i Wise (1981). Wyrażenie barwy za pomocą 6-cio punktowej skali jest jednak metodą subiektywną, którą należałoby uzupełnić metodami obiektywnymi, przy pomocy sprzętu laboratoryjnego.

Aparaturowe określenie intensywności koloru, obejmuje jasność barwy, jej nasycenie oraz udział poszczególnych odcieni (Grześkowiak i wsp., 2010; Kapelański i wsp., 2004).

Jasność barwy jest wynikiem różnego nasilenia odbicia światła. Mięso zwierząt rzeźnych, na skutek zachodzących w nim procesów denaturacji białek, w wyniku spadku pH i wysokiej temperatury, mocniej odbija światło. Dlatego też, charakteryzuje się jaśniejszą, bledszą barwą (Litwińczuk i wsp., 2004).

Podczas analizy barwy, ocenia się także udział odcienia czerwonego i żółtego, świadczących o zachodzących w mięsie przemianach mioglobiny oraz obecności i utlenianiu barwników hemowych (Strzyżewski i wsp., 2008; Warriss i wsp., 1990).

2.2.2.4. Kruchość mięsa

Kruchość mięsa uznaje się za bardzo ważny wskaźnik jego jakości oraz przeznaczenia kulinarnego. Jest ona wynikiem rozpadu białek i dojrzewania

mięsa po uboju, a także właściwości włókien mięśniowych i obecności tkanki łącznej w mięśniu (Pospiech i wsp., 2003; Litwińczuk i wsp., 2004).

Według wielu autorów (m.in. Koohmaraie, 1996; Pospiech i wsp., 2003; Litwińczuk i wsp., 2004; Janicki i Buzala, 2013; Weston i wsp., 2002; Czarniecka-Skubina i wsp., 2007) kruchość mięsa zależy od czynników wynikających z przynależności gatunkowej, rasy oraz płci zwierząt rzeźnych. Istotny wpływ na ten parametr ma także wiek zwierząt i związany z tym poziom kolagenu w mięśniach (młodsze zwierzęta – mniej kolagenu, mniejsze usieciowanie tkanki łącznej, a to oznacza bardziej kruche mięso). Znaczenie w kształtowaniu tej cechy przypisuje się także budowie tkankowej mięśnia a zwłaszcza pozytywnemu wpływowi zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Tłuszcz ten nie tylko poprawia teksturę mięsa, ale także oddziałuje pozytywnie na jego smakowość. Kruchość zależy też od postępowania z mięsem po uboju, a więc związana jest z jego przechowywaniem. W warunkach chłodniczych następuje dojrzewanie mięsa i jego kruszenie, które wynika z enzymatycznego rozpadu białek miofibrylarnych przy udziale kalpain. Uzyskanie przez mięso odpowiedniej kruchości świadczy o prawidłowo przebiegającym procesie jego dojrzewania. Do tych wszystkich czynników dodać należy także odpowiednią obróbkę kulinarną, zapewniającą pożądaną delikatność.

2.2.2.5. Mikrostruktura mięśnia a jakość mięsa

Spośród licznych metod podziału i klasyfikacji włókien mięśniowych, w niniejszej pracy zastosowano ich zaszeregowanie do poszczególnych grup na podstawie budowy morfologicznej, powiązanej z cechami czynnościowymi. Pozwoliło to na wyodrębnienie włókien wolnokurczących (STO) i szybko kurczących się (FTO), które energię do pracy czerpią z procesów tlenowych oraz szybko kurczących się (FTG), które kurczą się dzięki energii powstającej podczas glikolizy.

Z badań przeprowadzonych przez Migdała i wsp. (2005) wynika, że na budowę mięśni wpływa poza jego rodzajem także rasa świń, żywienie i masa ciała ubijanych zwierząt. Bogucka i wsp. (2008) stwierdzili, że na średnicę włókien mięśniowych, poza czynnikami środowiskowymi, wpływa także aktywność fizyczna zwierząt.

W licznych badaniach (Migdał i wsp., 2005; Karlsson i wsp., 1999; Bocian i wsp., 2012; Klont i wsp., 1998), stwierdza się istotny wpływ liczby, średnicy i rodzaju włókien na jakość mięsa oraz jego wartość technologiczną i kulinarną.

Zaobserwowano również, że zwiększona obecność włókien FTG w stosunku do włókien STO, jest charakterystyczna dla mięsa wadliwego (PSE) i przejawia się znacznym zakwaszeniem tkanki mięśniowej w 45 minut po uboju, a także jej jaśniejszą barwą i gorszą wodochłonnością. (Bogucka i wsp., 2005; Ryu i Kim, 2006).

W badaniach Čandek-Potokar i wsp. (1999) zanotowano także pewne korelacje pomiędzy zwiększoną ilością i rozmiarem włókien glikolitycznych

a wodochłonnością mięsa surowego i jego soczystością po ugotowaniu. Ponadto Bogucka i wsp. (2008) stwierdzili, że obecność licznych włókien o małych średnicach sprawia, że mięso staje się bardziej delikatne.

2.3. WARTOŚĆ ODŻYWCZA I WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE MIĘSA WIEPRZOWEGO

W celu dokonania kompleksowej oceny właściwości surowca mięsnego, przeznaczonego na potrzeby konsumpcyjne, nie można pominąć cech związanych z jego składem chemicznym, zawartością niezbędnych składników odżywczych, a także tych, które wpływają na konsystencję oraz walory smakowe mięsa (Fernandez i wsp., 1999; Wood i wsp., 2003). Konsumenci coraz częściej poszukują produktów charakteryzujących się wysoką wartością odżywczą oraz zawartością w nich składników pozytywnie wpływających na zdrowie. Wzrasta zatem zainteresowanie tzw. zdrową żywnością, ubogą w tłuszcz i cholesterol, a bogatą w pełnowartościowe białko, składniki mineralne i witaminy.

Wieloletnie utożsamianie wieprzowiny z mięsem bogatym w tłuszcz i cholesterol przyczyniło się do tego, że nie cieszy się ona zbyt pozytywną opinią. Uważa się, że duże spożycie tego mięsa może skutkować występowaniem chorób cywilizacyjnych (zwłaszcza układu krążenia i serca, a także chorób nowotworowych) (Frank i Walter, 1998).

Wartość odżywcza wieprzowiny przejawia się w wysokiej zawartości dobrze przyswajalnego białka, które pełni w organizmie funkcję budulcową. Ponadto białko zwierzęce zawiera pełen zestaw aminokwasów egzogennych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu.

W badaniach Migdała i wsp. (2006) zanotowano, że w polędwicy świni ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwislouchej, zawartość białka surowego wynosiła około 24%. Podobne wyniki uzyskała Grześkowiak i wsp. (2006) u świń puławskich i ich mieszańców ze świniami rasy polskiej białej zwislouchej, a w badaniach dotyczących jakości mięsa świń złotnickich składnik ten kształtował się na poziomie 24,50% (Grześkowiak i wsp., 2009). Nieco mniejszą zawartość białka stwierdził w swoich badaniach w mięsie świń puławskich Babicz i wsp. (2010). Kształtowała się ona bowiem na poziomie 23,08%. Natomiast Daszkiewicz i wsp. (2005b) zanotowali ilość białka u mieszańców ras duńskich na poziomie około 22,5 i 22,8%.

Wyniki badań przeprowadzonych przez Goerl i wsp. (1995) wskazują na to, że zwiększenie ilości podawanego w dawce pokarmowej białka o 3% (z 10 do 13%) skutkowało wzrostem zawartości tego składnika w polędwicy o ponad 2,5%. Podczas gdy przy udziale białka od 16 do 25% w paszy, wzrost ten był nieznaczny i wynosił niespełna 0,2%.

Wysoka wartość energetyczna wieprzowiny, często negatywnie postrzegana, wynika ze znacznej zawartości tłuszczu. Stanowi on środowisko dla występujących, rozpuszczalnych w nim witamin takich jak A, D, E i K.

Obok kwasów tłuszczowych nasyconych występują w nim kwasy tłuszczowe nienasycone, wpływające pozytywnie na funkcjonowanie organizmu człowieka.

Badania nad zawartością tłuszczu śródmięśniowego (Wood i wsp., 2008), dowodzą, że im większa jest jego zawartość w mięsie, tym lepszymi parametrami organoleptycznymi się ono charakteryzuje. W badaniach Daszkiewicz i wsp. (2005a) zanotowano poprawę smakowitości, soczystości i kruchości, przy zwiększającej się zawartości tłuszczu do ponad 3%. Również Szulc i wsp. (2012a) stwierdzili, że taka duża ilość tego składnika w mięsie świń rasy złotnickiej pstrej, poprawia właściwości sensoryczne mięsa.

Jak zauważa Fortin i wsp. (2005), wysoka zawartość tłuszczu w mięsie poprawia jego walory smakowe, jednakże ze względu na postrzeganie go jako niepożądanego w diecie sprawia, iż powinien on występować w ilości poprawiającej kruchość i soczystość, a jednocześnie jego ilość powinna być akceptowana przez konsumentów.

Fernandez i wsp. (1999) oraz Orzechowska i wsp. (2012) stwierdzili, że najbardziej korzystna zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie wieprzowym, powinna kształtować się na poziomie 2-3%. Przekroczenie tego poziomu może skutkować obniżeniem zawartości białka, wzrostem wartości energetycznej mięsa, a także większymi stratami podczas obróbki termicznej.

Za przyczynę otyłości uznaje się nie tylko wysokie spożycie tłuszczu, ale także niewłaściwy skład kwasów tłuszczowych w nim zawartych (Achremowicz i Szary-Sworst, 2005). Mięso, w tym także mięso wieprzowe, uznaje się za główne źródło nasyconych kwasów tłuszczowych, będących źródłem skoncentrowanej energii. Ponadto, kwasy te pełnią rolę ochronną dla narządów wewnętrznych organizmu. Z badań nad poszczególnymi nasyconymi kwasami tłuszczowymi (Rioux i Legrand, 2007) wynika, iż mogą one brać udział w regulowaniu wydzielania hormonów, a także w reakcjach odpornościowych organizmu. Jednakże tłuszcze nasycone, głównie te, posiadające średniej długości łańcuchy węglowe (od dwunastu do szesnastu atomów węgla), wpływają na zwiększenie poziomu cholesterolu ogólnego w surowicy krwi oraz jego frakcji LDL (tzw. złego cholesterolu). W wyniku tego dochodzi do zwężenia światła naczyń krwionośnych i zwiększenia ciśnienia tętniczego krwi. Dlatego też, zaleca się mniejsze spożycie kwasów tłuszczowych nasyconych i wzbogacenie diety w produkty bogate w tłuszcze nienasycone.

Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (FAO/WHO) (FAO Food and Nutrition Paper 91, 2010) stosunek nienasyconych kwasów tłuszczowych do nasyconych w diecie powinien wynosić 1:1.

Jak wskazują liczne badania (Grześkowiak i wsp., 2009; Mieńkowska-Stępniewska i wsp., 2006), dotyczące profilu kwasów tłuszczowych mięsa wieprzowego, wskaźnik ten często wynosi około 1,4-1,5. Nieco niższą wartość uzyskali Grela i Kowalczyk (2009), badając mięso od świń żywionych mieszanką pasz pozyskanych z gospodarstwa ekologicznego.

Z dietetycznego punktu widzenia, spośród tłuszczów dla człowieka najbardziej wartościowe są te, których organizm sam nie potrafi syntetyzować, a które muszą być dostarczane wraz z pokarmem. Należą do nich kwasy tłuszczowe wielonienasycone, takie jak kwas linolowy, linolenowy, arachidonowy, eikozapentaenowy (EPA) czy dokozaheksaenowy (DHA).

Ważna jest także ilość kwasów zawierających podwójne wiązanie przy szóstej i trzeciej cząsteczce węgla w łańcuchu węglowym, tzw. kwasy omega 6 (n-6) i omega 3 (n-3). Ich stosunek względem siebie powinien kształtować się na poziomie 4-9:1 (Litwińczuk i wsp., 2004). Jak podaje Kolanowski i Świdorski (1997) oraz Marciniak-Łukasiak i Krygier (2004), kwasy tłuszczowe n-6 i n-3 powinny w diecie pokrywać w 1/3 zapotrzebowanie na tłuszcz, przy czym stosunek ich względem siebie powinien wynosić 5:1 do 3:1.

W badaniach Mieńkowskiej-Stępniewskiej i wsp. (2006), dotyczących składu kwasów tłuszczowych w mięsie (mięsień *longissimus dorsi*) świń ras matecznych, zanotowano ilość nienasyconych kwasów n-6 i n-3, świadcząca o ich proporcji wynoszącej 8,5-11,4:1. Badania nad tłuszczem zawartym w mięsie wieprzków i knurków rasy wielkiej białej przeprowadził Zhao-Wei i wsp. (2010). Zwierzęta te, ubijane w różnym wieku (147 i 210 dni), cechowały się stosunkiem n-6/n-3 wynoszącym w przypadku wieprzków 10,4-11,3:1, a u knurków 12,3-12,4:1. Jak podaje Wood i wsp. (2008), w surowej polędwicy zakupionej z rynku lokalnego zanotowano wielkość wskaźnika wynoszącą tylko 7,2:1. W badaniach Grześkowiak i wsp. (2009) dotyczących profilu kwasów tłuszczowych ras złotnickich zanotowano wartość tego parametru na poziomie 10,73:1 dla rasy złotnickiej pstrej i 10,78:1 dla rasy złotnickiej białej.

Bardzo ważne wydaje się być zachowanie właściwej proporcji kwasów tłuszczowych nienasyconych. Kwasy n-6 pomagają przy produkcji hormonów prozapalnych (prostaglandyn), natomiast kwasy n-3 działają przeciwzapalnie, poprzez zmniejszenie stężenia kwasów n-6 i ich reakcji z enzymami. Dlatego też, wysoką wartość uzyskaną z proporcji tych dwóch grup kwasów, uważa się za jedną z przyczyn rozwoju chorób układu krążenia, powstawania nowotworów oraz chorób autoimmunologicznych (Galli i Calder, 2009; Simopoulos, 2002).

Właściwości funkcjonalne to również te, które wskazują na odpowiedni skład tłuszczu, a także pozwalają na uzyskanie optymalnych wartości wskaźników dietetycznych, do których zalicza się wskaźnik aterogenności (miażdżycowy) i trombogenności (zakrzepowy). Stosunek cholesterolu całkowitego do jego frakcji HDL badał w tłuszczu wieprzowym Bodkowski i wsp. (2010), stwierdzając jego najniższą wartość w porównaniu z łożem wołowym czy tłuszczem owczym. Natomiast badania prowadzone na mięsie dzików, wykazały wielkości wskaźnika aterogennego w granicach 0,43 - 0,48 a trombogennego 0,97 - 1,06 (Razmaite i wsp., 2012).

Do składników o właściwościach funkcjonalnych w wieprzowinie zaliczyć należy także składniki mineralne, które są niezbędne do prawidłowego rozwoju

i funkcjonowania organizmu. Dzieli się je na makroelementy, na które zapotrzebowanie wynosi ponad 100 mg na dobę oraz mikroelementy.

Spośród tych pierwszych, w mięsie wieprzowym, w znacznych ilościach występują sód, potas, magnez, wapń oraz fosfor. Zawiera ono także mikroelementy takie jak żelazo, miedź, cynk oraz mangan (Blicharski, 2013; Marchello i wsp., 1985).

W badaniach dotyczących zawartości poszczególnych pierwiastków w mięsie, notuje się ich różną ilość w zależności od gatunku zwierzęcia. Ponadto, mięso czerwone uznaje się za bogate źródło żelaza oraz cynku, charakteryzujących się wysoką przyswajalnością (Giuffrida-Mendoza i wsp., 2007). Poszczególne wyręby tuszy także różnią się składem poszczególnych pierwiastków. W badaniach Marchello i wsp. (1985) zanotowano wysoką zawartość potasu, sodu, fosforu i magnezu w poszczególnych mięśniach. Różnice natomiast dotyczyły ilości wapnia, miedzi, żelaza i manganu, których było najmniej w mięśniu *Semimembranosus*. Natomiast największą zawartością żelaza i cynku charakteryzowała się łopatka, w porównaniu z polędwicą i golonką.

Spośród wszystkich składników mineralnych występujących w wieprzowinie, najlepszą przyswajalnością charakteryzuje się żelazo - do dziewięciu razy lepszą niż ten pierwiastek zawarty w produktach roślinnych (Blicharski, 2013). Wykazano również, że zawarta w diecie wieprzowina wpływa na poprawę przyswajania żelaza i cynku, w porównaniu do diety pozbawionej mięsa. Bardzo dobra absorpcja tych składników z pokarmu, a także możliwość modyfikowania składu kwasów tłuszczowych poprzez odpowiednie żywienie zwierząt i ich utrzymanie, powoduje, że wzrasta wartość odżywcza tego mięsa (Production of Pork with Improved Nutritional and Eating Quality, Final Report).

Jak wskazują najnowsze badania dotyczące funkcjonalności mięsa wieprzowego, zawiera ono obecnie mniej tłuszczu, korzystniejszą proporcję kwasów omega-6 do omega-3, oraz jest cennym źródłem witamin głównie z grupy B, a także witaminy E. Ponadto stanowi źródło bardzo dobrze przyswajalnego żelaza i pełnowartościowego białka (Litwińczuk i wsp., 2004; Blicharski, 2013).

3. MATERIAŁ ZWIERZĘCY I METODY BADAŃ

3.1. MATERIAŁ ZWIERZĘCY

Badania prowadzono w latach 2010-2011 na 75 tucznikach (proporcja płci zbliżona do 1:1), pozyskanych, odchowanych i tuczonych w warunkach dwóch chlewni tradycyjnych, o bardzo zbliżonych warunkach środowiskowych. Założono zatem, że pozyskanie prosiąt, ich odchów przy maciorze i po odsadzeniu, a także tucz odbywały się w jednakowych warunkach utrzymania, żywienia i pielęgnacji.

Stosowano tucz jednofazowy. W jego trakcie wszystkie zwierzęta otrzymywały mieszankę pełnoporcjową, zadawaną do woli ze standardowych autokarmników, powszechnie stosowanych w żywieniu świń. Wartość pokarmowa mieszanki kształtowała się na poziomie 12,6 MJ EM i 156 g białka ogólnego.

Tucz kończono po uzyskaniu przez zwierzęta masy ciała 100-105 kg, a następnie transportowano je do zakładów mięsnych (odległość ok. 20 km) poddając obrotowi przedubojowemu i ubojowi, zgodnie z obowiązującymi przepisami i standardami w przemyśle mięsnym.

Analizie poddano wyniki jakości tusz i mięsa pozyskane od trzech grup zwierząt:

- rasy puławskiej (puł) (fot. 1) - 25 szt.
- rasy złotnickiej pstrej (złp) (fot. 2) - 25 szt.
- mieszańców F₁ (wielka biała polska x polska biała zwisloucha) x F₁ (duroc x pietrain) (fot. 3) - 25 szt.



Fot. 1. Tuczniki rasy puławskiej (fot. A. Zmudzińska-Pietrzak)



Fot. 2. Tucznik rasy złotnickiej pstrzej (fot. Archiwum Katedry Hodowli Trzody Chlewnej i Koni)



Fot. 3. Tucznik F_1 (wbp x pbz) x F_1 (d x p) (fot. autor)

3.2. OCENA JAKOŚCI TUSZ

Po 45 minutach od uboju półtusze ważono i dokonywano pomiaru pH w części lędźwiowej mięśnia najdłuższego grzbietu. Następnie wszystkie półtusze przekazywano do 24-godzinnego wychłodzenia. Po wychłodzeniu ponownie je ważono, a prawe poddawano ocenie jakości poprzez dokonanie szeregu pomiarów liniowych. Określano:

- grubość słoniny grzbietowej w 5 punktach:
 - nad łopatką,
 - za ostatnim żebrem,
 - na wysokości kręgów krzyżowych: I, II, III (fot. 4),

- długość tuszy mierzoną między przednią krawędzią przekroju spojenia łonowego a przednią krawędzią połączenia pierwszego żebra z mostkiem (fot. 5),
- powierzchnię „oka” polędwicy metodą planimetrowania, w cm^2 (fot. 6).



Fot. 4. Pomiar grubości słoniny
(fot. A. Zmudzińska-Pietrzak)



Fot. 5. Pomiar długości tuszy
(fot. A. Zmudzińska-Pietrzak)



Fot. 6. Wykonanie obrysu powierzchni przekroju
mięśnia *longissimus lumborum* (fot. autor)

Po wykonaniu pomiarów tusz, dokonywano częściowej ich dysekcji, pobierano próby mięsa z części lędźwiowej mięśnia *longissimus lumborum* i przewożono je do Laboratorium Mięsoznawstwa Katedry Hodowli Trzody Chlewnej i Koni UTP w Bydgoszczy, celem zabezpieczenia prób do dalszych badań lub bezpośredniego wykonania zaplanowanych oznaczeń jakościowych.

3.3. OCENA JAKOŚCI MIĘSA

3.3.1. Ocena cech fizykochemicznych

3.3.1.1. Zakwaszenie tkanki mięśniowej

Na linii ubojowej, 45 minut po uboju, na prawej półtuszy za ostatnim żebrzem, oznaczono stopień zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH_1) mięśnia *longissimus lumborum*. Pomiar ten, wykonano za pomocą przenośnego pH-metru firmy Matthäus, wyposażonego w szklaną zespoloną elektrodę sztyletową.

Po upływie 48 godzin od uboju ponownie określono zakwaszenie tkanki mięśniowej. Dokonano pomiaru stężenia jonów wodorowych w wodnych ekstraktach mięsa, uzyskanych poprzez dodanie wody do rozdrobnionego mięsa w stosunku 1:1 (fot. 7).

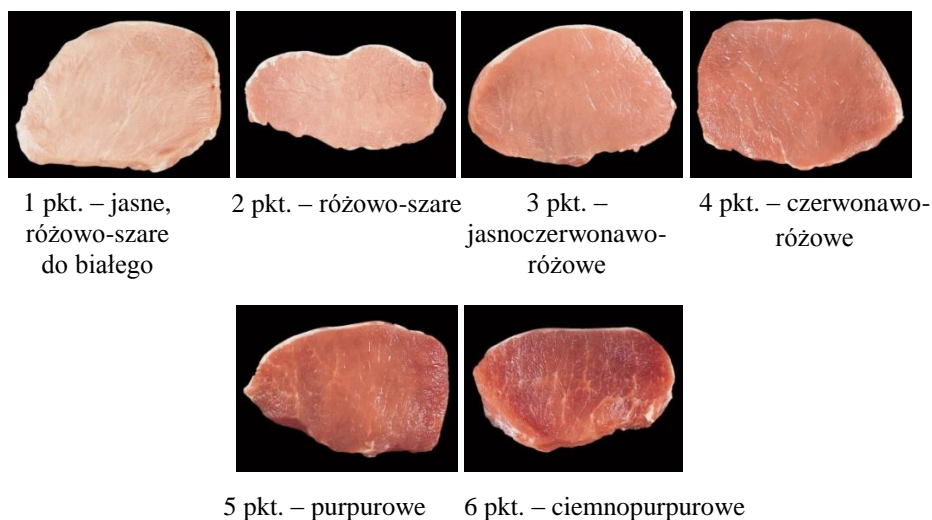


Fot. 7. Pomiar pH mięsa 48 godzin po uboju (fot. autor)

3.3.1.2. Ocena sensoryczna mięsa surowego

Ocena sensoryczna mięsa surowego polegała na określeniu intensywności barwy, jędrności i marmurkowatości.

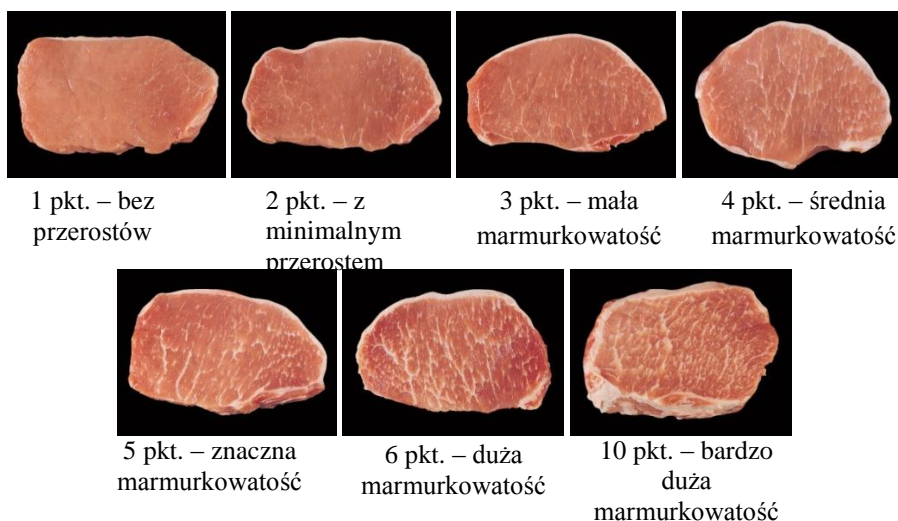
Intensywność barwy określano zgodnie z Polską Normą (PN-ISO 4121:1998), a także według metodyki zaproponowanej przez Kaufmanna i wsp. (1993) oraz Wise (1981), wykorzystując standardy barwy wg. National Pork Board (2000) (fot. 8). Na plastrze surowego mięsa o masie 120g określano wzrokowo intensywność barwy z wykorzystaniem 6-cio stopniowej skali: 1 pkt. – jasne, różowo-szare do białego, 6 pkt. – mięso ciemnopurpurowe.



Fot. 8. Standardy barwy wg National Pork Board (2000)

Ocenę jędrności wykonano zgodnie z Polską Normą (PN-ISO 4121:1998) posługując się 7-mio punktową skalą, gdzie 1 pkt. przypisywano mięsu bardzo twardemu a 7 pkt. przyznawano, gdy mięso było bardzo miękkie.

Stopień marmurkowatości surowego mięsa oceniano zgodnie z metodą zaproponowaną przez National Pork Board (2000) (fot. 9). Wykorzystano skalę 7-mio stopniową: 1 pkt. – mięso bez przerostów, 6 pkt. – duża marmurkowatość, 10 pkt. – bardzo duża marmurkowatość.



Fot. 9. Standardy marmurkowatości wg National Pork Board (2000)

3.3.1.3. Zdolność utrzymania wody i plastyczność mięsa

Swobodny wyciek soku z mięsa (ang. drip loss) określano według metody Honikela (1987). W tym celu, pobrany podczas rozbioru tuszy plaster mięsa o grubości około 2,5 cm wraz z omięsną umieszczano w woreczku foliowym i ważono. Woreczek w dolnej jego części nacinano, aby umożliwić wypływ soku mięśniowego. Następnie próbkę umieszczano w drugim woreczku tak, aby wyciekający sok nie miał kontaktu z plastrem mięsa, a następnie przechowywano w pozycji wiszącej w temperaturze +2°C przez 48 godzin. Po tym czasie próby ponownie ważono, a z różnicy masy obliczano wielkość swobodnego wycieku soku z tkanki mięśniowej wyrażoną w procentach.

Wielkość wycieku termicznego oznaczano zgodnie z metodą Walczaka (1959). Uformowane kulki z rozdrobnionego mięsa (20 g) umieszczano w higroskopijnej gazie i ogrzewano w łaźni wodnej w temperaturze 75°C przez 10 minut. Po wyjęciu, usunięciu gazy i schłodzeniu do temp. 4°C próbkę mięsa ważono. Z różnicy masy mięsa wyliczano jej procentowy ubytek.

Ocenę wodochłonności mięsa wykonano zgodnie z metodą Graua i Hamma (1952) z modyfikacjami Pohja i Niinivaara (1957). Próbkę rozdrobnionego mięsa (300 mg) umieszczano na bibule o określonej sile sorpcyjnej (Whatman Nr 1) i poddawano stałemu naciskowi 2 kg przez okres 5 minut. Następnie mierzono powierzchnię nacieku soku mięsnego i powierzchnię rozciśniętej próbki mięsa przy użyciu planimetru kompensacyjnego. Z wielkości powierzchni nacieku wyliczano zawartość wody luźnej przyjmując, że 1 cm² nacieku odpowiada 10 mg wody luźnej. Wyliczono także tzw. indeks nacieku (IN), jako stosunek wielkości powierzchni rozciśniętej próbki mięsa do wielkości powierzchni nacieku oraz plastyczność, jako wielkość powierzchni rozciśniętej próbki mięsa (cm²).

3.3.1.4. Kruchość mięsa

Pomiar kruchości mięsa wykonano za pomocą urządzenia do badań wytrzymałościowych INSTRON 3342 z przystawką Warnera-Bratzlera zgodnie z metodyką podaną przez Szalagę i wsp. (1999). Próby mięsa ogrzewano w łaźni wodnej do osiągnięcia w ich wnętrzu temperatury 70°C. Następnie, zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych, wycinano słupki, które poddawano cięciu prostopadle do ich przebiegu. Wyniki odczytywano w postaci maksymalnej siły cięcia potrzebnej do przecięcia włókien mięśniowych, wyrażonej w N/cm².

3.3.1.5. Barwa mięsa

Ocena fizykochemiczna mięsa uwzględniała także ocenę jego barwy. Podstawę tej oceny stanowiły metody obiektywne. Tę cechę mięsa określano przy użyciu aparatu Minolta CR 310, wykorzystując założenia modelu LAB (pomiar L^* - jasność, a^* - udział barwy czerwonej i b^* - udział barwy żółtej) (Itten, 1997). Określono wielkość nasycenia barwy (parametr C^*), a także ton

barwy h° (hue angle), które wyliczono według wzorów podanych przez Beattie i wsp. (1999) i Brewer i wsp. (2001):

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

gdzie:

- C^* - nasycenie barwy
- a^* - udział barwy czerwonej
- b^* - udział barwy żółtej

$$h^{\circ} = (\tan^{-1} b^*/a^*)$$

gdzie:

- h° - ton barwy
- b^* - udział barwy żółtej
- a^* - udział barwy czerwonej

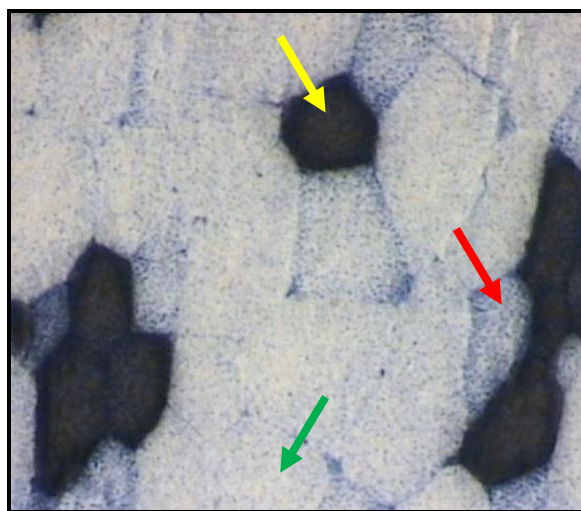
Określono ilość barwników całkowitych w mięsie po przeprowadzeniu ich w formę hematyny wg metody Hornseya (1956). Uzyskaną wartość gęstości optycznej sporządzonego filtratu (E) mnożono przez wartość 680 i obliczono stężenie barwników mięśniowych w formie hematyny w jednostkach p.p.m., czyli μg hematyny w 1 g mięsa.

3.3.2. Ocena histologiczna

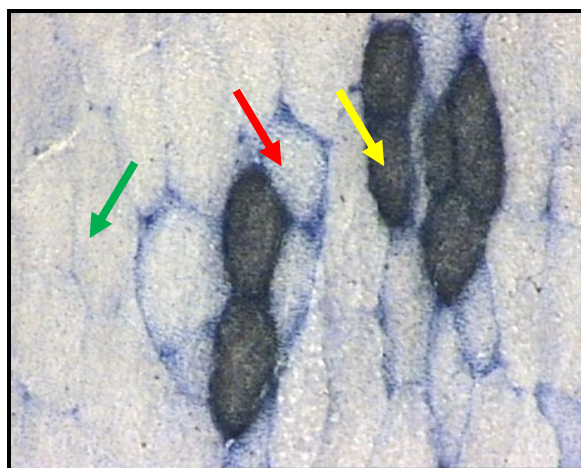
Preparaty histologiczne mięśni świń oraz ich ocenę wykonywano w Pracowni Histologii Katedry Biochemii i Biotechnologii Zwierząt UTP w Bydgoszczy. Pobrane 45 minut po uboju próby mięśnia *longissimus lumborum* mrożono w ciekłym azocie o temperaturze -196°C . Następnie przechowywano w zamrażarce, w temperaturze -80°C do czasu przeprowadzenia analiz. Zamrożone próbki mięśni przenoszono do kriostatu firmy Thermo Shandon i ścinano na skrawki o grubości $10\ \mu\text{m}$ w temperaturze -25°C . Następnie, skrawki umieszczano na szkiełku podstawowym i poddawano barwieniu. Przeprowadzono kombinowaną reakcję na aktywność dwóch enzymów - reduktazy tetrazolinowej (NADH-TR) i ATP-azy miofibrylarnej, w celu wyróżnienia trzech typów włókien mięśniowych wg Ziegana (1979):

- STO (slow twitch oxidative) – wolno kurczących się oksydatywnych (wybarwiających się na kolor czarny),
- FTO (fast twitch oxidative) – szybko kurczących się oksydatywnych (wybarwiających się na kolor niebieski),
- FTG (fast twitch glycolytic) – szybko kurczących się glikolitycznych (wybarwiających się na kolor jasny, słomkowy).

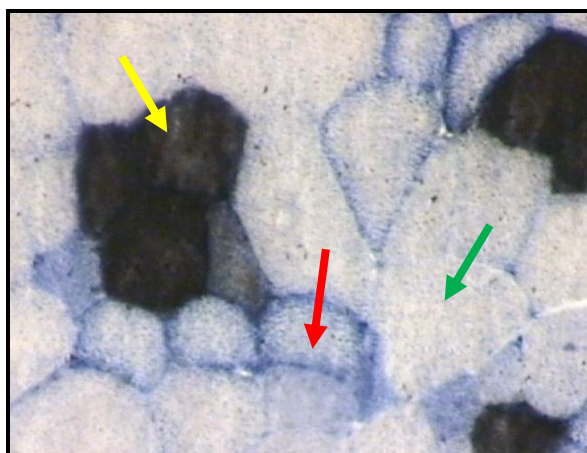
Na sporządzonych preparatach mikroskopowych określono udział procentowy włókien na powierzchni 1 mm² przekroju poprzecznego mięśnia oraz dokonano pomiaru średnic włókien mięśniowych wg metody podanej przez Brook'a (1970) (pomiar najkrótszych średnic). Analizę przeprowadzono przy zastosowaniu programu MultiScan v. 14.02 firmy Computer Scanning Systems II, Warszawa. Przykłady mikrostruktury mięśni przedstawiono także w formie obrazów mikroskopowych (fot. 10 - 12).



Fot. 10. Mikrostruktura mięśnia *longissimus lumborum* świń rasy puławskiej
—→ STO —→ FTO —→ FTG
Powiększenie 12,5 x 10



Fot. 11. Mikrostruktura mięśnia *longissimus lumborum* świń rasy złotnickiej pstrej
—→ STO —→ FTO —→ FTG
Powiększenie 12,5 x 10



Fot. 12. Mikrostruktura mięśnia *longissimus lumborum* świń (wbp x pbz) x (d x p)

→ STO → FTO → FTG
 Powiększenie 12,5 x 10

3.4. ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH ORAZ PROZDROWOTNYCH W MIĘSIE

3.4.1. Skład podstawowy mięsa

W celu oznaczenia składu chemicznego mięsa, część pobranych próbek mrożono i przekazywano do Zakładu Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej (Poznań), Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. W przekazanych próbkach mięsa oznaczano procentową zawartość wody, tłuszczu, białka ogólnego i popiołu.

Oznaczenie zawartości wody w mięsie polegało na wysuszeniu próbki w suszarce, w temperaturze 105°C, po uprzedniej denaturacji białka alkoholem etylowym. Następnie z różnicy masy próbki przed i po suszeniu obliczono procentową zawartość wody (PN-ISO 1442:2000).

Tłuszcz wolny oznaczono poprzez ekstrakcję substancji tłuszczowych z rozdrobnionego i wysuszonego produktu za pomocą rozpuszczalnika (eteru etylowego). Ilość wyekstrahowanego tłuszczu otrzymano z różnicy masy gilz z badanym produktem przed i po ekstrakcji w aparacie Soxhleta (PN-ISO 1444:2000).

Zawartość białka ogólnego określono poprzez oznaczenie zawartości azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko. Polegało to na przeprowadzeniu organicznych związków azotu w siarczan amonowy za pomocą stężonego kwasu siarkowego w obecności katalizatora, zalkalizowaniu roztworu, destylacji (stosowano aparaturę firmy Tecator) i miareczkowaniu kwasem solnym amoniaku związanego w kwasie borowym. Przy podawaniu wyniku

w procentach białka dla mięsa stosowano współczynnik 6,25 (PN 75/A-04018:1975).

Popiół oznaczono odważając do tygla około 3 g zmielonego mięsa, które wstępnie spalano na płycie piecyka elektrycznego, a następnie w piecu muflowym w temperaturze 550°C do uzyskania stałej masy. Wynik uzyskano z różnicy masy próby przed i po spaleniu (PN-ISO 936:2000).

3.4.2. Zawartość makro- i mikroelementów

W celu oznaczenia zawartości składników mineralnych zamrożone próby mięsa przekazano do Laboratorium Biologiczno – Chemicznego UTP w Bydgoszczy. Zliofilizowane próby mięsa o masie 0,1 g poddano mineralizacji na mokro (czas mineralizacji 17 minut) w mineralizatorze mikrofalowym Ethos Plus. Analizę przygotowanych prób przeprowadzono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej przy pomocy aparatu Solaar 969 (PN-EN 14084:2004; PN-EN 15505:2009).

3.4.3. Profil kwasów tłuszczowych

Oznaczenie procentowej zawartości kwasów tłuszczowych w mięsie wykonano w Laboratorium Instytutu Zootechniki w Pradze – Czechy (Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, Praha Uhřetěves). W celu oznaczenia profilu kwasów tłuszczowych dokonano ekstrakcji lipidów zgodnie z metodyką Folcha i wsp. (1957). Następnie kwasy tłuszczowe poddano metylacji przy pomocy 0,5 N metanolanu sodu po czym użyto heksanu w celu ekstrakcji estrów metylowych kwasów tłuszczowych. W takiej postaci przechowywano je w temperaturze -18°C (Raes i wsp., 2001). Analizę kwasów tłuszczowych wykonano przy pomocy chromatografu gazowego (6890 N Agilent Technologies) wyposażonego w kolumnę kapilarną DB-23 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Gazem nośnym był azot (prędkość przepływu 0,8 m/min) a zakres temperatury kolumny wynosił od 120 do 230°C, natomiast temperatura detektora była równa 260°C. Identyfikacji estrów metylowych kwasów tłuszczowych dokonano stosując następujące standardy: 37 Component FAME Mix, PUFA No. 1, PUFA No. 2, PUFA No. 3: Sigma – Aldrich) (ČSN ISO 5508) (1994).

Ze względu na założenia niniejszej pracy oznaczone kwasy tłuszczowe zaszeregowano do następujących grup:

- nasycone kwasy tłuszczowe – SFA (Saturated Fatty Acids)
- nienasycone kwasy tłuszczowe – UFA (Unsaturated Fatty Acids)
- jednonienasycone kwasy tłuszczowe – MUFA (Monounsaturated Fatty Acids)
- wielonienasycone kwasy tłuszczowe – PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids)
- wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 – PUFA n-3

- wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-6 – PUFA n-6
- stosunek kwasów tłuszczowych nienasyconych do kwasów tłuszczowych nasyconych – UFA/SFA
- stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-6 do wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 – PUFA n-6/PUFA n-3
- kwasy neutralne i hipocholesterolemiczne – DFA
- kwasy hipercholesterolemiczne – OFA

3.4.4. Wskaźniki dietetyczne

Na podstawie wyników badań dotyczących kwasów tłuszczowych dokonano oszacowania wskaźników dietetycznych zgodnie z wzorami opracowanymi przez Ulbricht'a i Southgate'a (1991). Indeks aterogenności wskazuje zależność pomiędzy kwasami tłuszczowymi nasyconymi (proaterogennymi), sprzyjającymi przyłączaniu się lipidów do komórek śródbłonna układu krążenia, a kwasami tłuszczowymi nienasyconymi (antyaterogennymi), zmniejszającymi poziom cholesterolu i zapobiegającymi występowaniu chorób naczyń wieńcowych. Obliczenia wykonano za pomocą wzoru przedstawionego poniżej:

$$AI = \frac{C\ 12:0 + 4\ C\ 14:0 + C\ 16:0}{\sum PUFA\ n-6 + \sum PUFA\ n-3 + \sum MUFA}$$

gdzie:

- AI – wskaźnik aterogenności
- $\sum PUFA\ n-6$ – suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega 6
- $\sum PUFA\ n-3$ – suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega 3
- $\sum MUFA$ – suma jednonienasyconych kwasów tłuszczowych

Indeks trombogenności wskazuje na tendencję do tworzenia się skrzepów w naczyniach krwionośnych. Wyrażony jest, podobnie jak indeks aterogenności, stosunkiem kwasów tłuszczowych nasyconych do nienasyconych, jednakże występujących w odmiennych proporcjach. Opisywaną zależność przedstawia poniższy wzór:

$$TI = \frac{C\ 14:0 + C\ 16:0 + C\ 18:0}{0,5 \times C\ 18:1 + 0,5(MUFA - C\ 18:1) + 0,5 \times PUFA\ n-6 + 3 \times PUFA\ n-3 + \frac{PUFA\ n-3}{PUFA\ n-6}}$$

gdzie:

- TI – wskaźnik trombogenności
- MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe

PUFA n-6 – wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega 6

PUFA n-3 – wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega 3

Oznaczenia zawartości cholesterolu dokonano w Laboratorium Oddziału Hodowli Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki w Pradze – Czechy (Oddělení chovu prasat, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, Praha Uhřetíněves) (ČSN 570185 (1985)). Oznaczono zawartość tłuszczu w rozdrobnionym i wysuszonym produkcie przy pomocy aparatu Soxhlet'a, przy udziale chlorku metylenu. Z różnicy masy gilz przed i po ekstrakcji otrzymano ilość tłuszczu, który przy pomocy chlorku metylenu przeniesiono do 50 ml kolb. Odmierzając próby wielkości 0,5 ml poddano je suszeniu, a następnie wychłodzeniu. Po dodaniu roztworu (sulfosalicylowy kwas octowy, anhydryt oraz stężony kwas octowy) w ilości 2 ml poddano je absorbcji przy pomocy aparatu SPECOL przy długości fali 660 nm. (krzywa kalibracji 0,02 mg cholesterolu/0,2 ml). Zawartość cholesterolu wyrażoną w g/kg uzyskano po podstawieniu uzyskanych danych do wzoru:

$$\text{Cholesterol} = \frac{A \times \text{sucha masa}}{B \times 1000} \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)$$

gdzie:

A – absorbcja próby

B – masa próby

3.5. WYKONANIE I OCENA PRODUKTU GOTOWEGO

3.5.1. Przygotowanie wędzonek surowych dojrzewających

Wytworzenie i ocena produktu gotowego zostały dokonane w Zakładzie Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej (Poznań), Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. Procesowi przetwórczemu poddanych zostało 15 szynek (po 5 z każdej badanej grupy świń). W tej samej technologii wykonane zostały wędzonki surowe dojrzewające ze zrazowej wewnętrznej (mięsień półbłoniasty - *semimembranosus*) zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Olkiewicza i wsp. (2000).

Dobrze wychłodzone mięso poddano ręcznemu peklowaniu z dodatkiem mieszanki peklującej, kultur starterowych, cukrów oraz przypraw (w pomieszczeniu o temperaturze 6-8°C i wilgotności względnej powietrza 85-90%). Podczas peklowania mięso przekładano oraz dodawano mieszankę peklującą w celu dosolenia produktu oraz zapewniono swobodny odpływ uwalniającej się wody. Etap ten trwał około 20 dni (okres ten uzależniony był od wielkości elementu oraz panujących warunków klimatycznych).

Następnie peklowane elementy wyjmowano z pojemników i rozkładano pojedynczo na półkach, z zachowaniem odstępów umożliwiających swobodny

przepływ powietrza. Przekładano je co dwa, trzy dni, a czas ich dojrzewania wynosił od 5 do 10 dni.

Przed wędzeniem mięso oczyszczano z soli, splukiwano letnią wodą oraz osuszano powietrzem. Proces wędzenia przeprowadzano w komorze wędzarniczej w trzech etapach:

- etap I - 12 godzin w temperaturze około 25°C i wilgotności 80% bez dymu,
- etap II - 24 godziny stopniowo obniżając temperaturę do 18°C i wilgotności do 70%, bez dymu,
- etap III - 4 do 6 godzin wędzenie dymem zimnym i rzadkim, a następnie gęstym o temperaturze około 20°C i wilgotności 70%.

Tak przygotowany gotowy produkt przechowywano w zacienionym pomieszczeniu o temperaturze 10 - 12°C i wilgotności względnej powietrza około 75%. Czas przechowywania uzależniony był od wydajności końcowej (wydajność 75 - 80% okres czasu od 3 - 5dni).

3.5.2. Ocena wędzonek surowych dojrzewających

3.5.2.1. Ocena cech fizykochemicznych

Wykonano pomiar kwasowości produktu gotowego przed i po wędzeniu. Określono także parametry barwy przy pomocy aparatu Minolta Maters CR400, wyznaczając jej parametry składowe w systemie L^* , a^* , b^* (Itten, 1997).

Wykonano aparaturowy pomiar kruchości szynki przy pomocy urządzenia ZWICK Roell Z0.5 z przystawką Warnera-Bratzlera. W tym celu wycinano zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych próby mięsa w kształcie walca, a następnie poddawano je cięciu prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych. Wyniki odczytywano w postaci maksymalnej siły cięcia potrzebnej do przecięcia włókien mięśniowych, wyrażonej w N/cm^2 .

3.5.2.2. Skład podstawowy

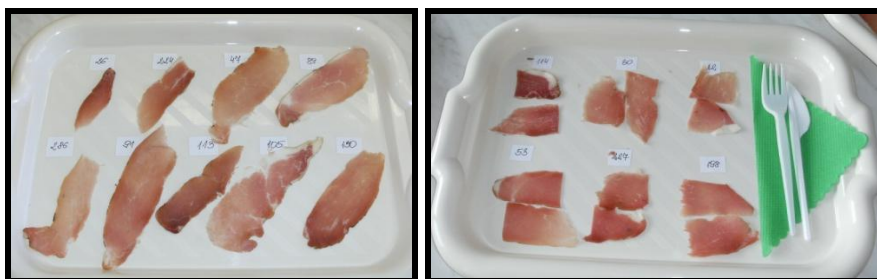
Szacowanie zawartości podstawowych składników chemicznych, uwzględniających procentową zawartość wody, tłuszczu, białka i popiołu w szynkach, wykonano według metod stosowanych w przypadku mięsa surowego opisywanych w niniejszym opracowaniu wcześniej.

3.5.2.3. Ocena sensoryczna

Szczegółowa ocena jakości otrzymanych wędzonek uwzględniała ich ocenę sensoryczną przeprowadzoną przy użyciu metody skalowania, opracowanej przez Baryłko-Pikielną i Matuszewską (2009), zgodnie z Polską Normą dotyczącą analizy sensorycznej (PN-ISO 4121:1998). Stosowano 5 punktową skalę ocen: wyglądu ogólnego, konsystencji, barwy, związania plastra, zapachu, soczystości, kruchości, smakowitości, nasolenia oraz marmurkowości (1 punkt to ocena najniższa a 5 punktów najwyższa).

3.5.2.4. Ocena konsumentcka

Jako uzupełnienie oceny gotowego produktu wykonano także sensoryczną ocenę konsumentcką, w której wzięły udział 52 osoby. Ocena ta dotyczyła stopnia akceptacji (pożądalności) poszczególnych cech produktu, takich jak: zapach, barwa, konsystencja, smak, soczystość oraz nasolenie. Zastosowano 9-cio stopniową skalę hedoniczną (Barylko-Pikielna i Matuszewska (2009) za Peryamem i Pilgrimem (1957)), w której punkty przypisywane cechom odpowiadały konkretnemu poziomowi pożądalności próby (1 punkt – bardzo niepożądany, 9 punktów – bardzo pożądany). Ocenę tę przeprowadzono w laboratorium spełniającym warunki przeprowadzania ocen sensorycznych (PN-ISO 8589:1998). Próby ocenianych wędzonek przedstawiają fotografie 13 i 14 a dokonujących oceny konsumentów fotografia 15. Natomiast wzór ankiety stanowi załącznik 1.



Fot. 13, 14. Próby wędzonek surowych dojrzewających, przeznaczone do oceny konsumentckiej (fot. autor)



Fot. 15. Konsumentci dokonujący oceny sensorycznej wędzonek surowych dojrzewających (fot. autor)

3.6. ANALIZA STATYSTYCZNA

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie obliczając średnią arytmetyczną (\bar{x}) oraz odchylenie standardowe (s).

Wyniki dotyczące oceny wartości rzeźnej oraz jakości mięsa, spełniały założenia normalności rozkładu. Opracowano je statystycznie stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. W celu określenia istotności różnic pomiędzy badanymi grupami użyto testu Tukeya.

Wyniki dotyczące oceny jakości gotowego produktu oraz jego oceny konsumenckiej, nie spełniały założeń normalności rozkładu, a także ze względu na swój charakter nie mogły być poddane testom parametrycznym. Zatem występujące pomiędzy badanymi grupami istotności statystyczne obliczono przy pomocy nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa. Dla grup różniących się istotnie statystycznie, wyliczono także medianę (Me) oraz kwartyle (dolny (Q_1) i górny (Q_3)).

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego STATISTICA 9.1 PL (2010).

4. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

4.1. UŻYTKOWOŚĆ RZEŻNA BADANYCH GRUP ŚWIŃ

Wyniki uzyskane w następstwie przeprowadzonej oceny użytkowości rzeżnej badanych grup świń zamieszczono w tabeli 1.

Masa ciała zwierząt przeznaczonych do uboju była dość wyrównana, a wykazane różnice nie zostały potwierdzone jako istotne statystycznie. Najcięższe okazały się tuczniaki rasy złotnickiej pstrej (104,72 kg), a najlżejsze mieszańce czterorasowe (101,92 kg). Pośrednio cechą tą kształtowała się u świń rasy puławskiej (102,67 kg).

Ważenie tusz po uboju wykazało podobną, jak w przypadku masy ciała przed ubojem, tendencję uzyskiwanych wyników. Najcięższe tusze pozyskiwano od zwierząt rasy złotnickiej pstrej, lżejsze od rasy puławskiej i najlżejsze od mieszańców wysokoprodukcyjnych. Zróżnicowanie między badanymi grupami okazało się jednak znacząco większe, bowiem między tuszami najcięższymi (rasa złotnicka pstra) i najlżejszymi (mieszańce czterorasowe), wykazana różnica została potwierdzona jako statystycznie istotna ($P < 0,05$). Tendencja ta została utrzymana także w odniesieniu do masy tuszy zimnej, po 24-godzinnym wychłodzeniu.

Wydajność rzeżna jest jednym z ważniejszych wskaźników wartości poubojowej ocenianego żywca wieprzowego. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że wyliczone wielkości wskaźnika wydajności rzeżnej mieszczą się w granicach „orientacyjnych wskaźników wydajności rzeżnej trzody chlewnej” podanych przez Olszewskiego (2007). Autor ten określa je na poziomie 74 - 80%. Potwierdza to prawidłowość wyników uzyskanych w niniejszych badaniach.

Najwyższą wydajnością rzeżną ciepłą (tabela 1) charakteryzowały się obie rasy rodzime - świnię puławską i złotnicką pstrą (odpowiednio 79,91% i 79,97%). Zwraca uwagę zbliżona wartość tego wskaźnika u obu ras przy wyraźniej zróżnicowanej ich masie ciała przed ubojem. Wskazuje to na mniejsze straty ubojowe u świń rasy puławskiej. Na tym tle najmniej korzystnie prezentuje się wynik mieszańców wysokoprodukcyjnych (76,50%) przy najmniejszej masie ciała przed ubojem i w ślad za tym tuszy ciepłej i tuszy po wychłodzeniu.

Bardzo zbliżone wartości wskaźnika wydajności rzeżnej u świń rasy złotnickiej pstrej (80,55%) odnotowano w badaniach Kapelańskiego i wsp. (2006). Grela i wsp. (2013), w doświadczeniu z użyciem świń puławskich, zanotowali jego wielkość na poziomie 79,43% w przypadku wieprzków i nieco niższą wartość u loszek (78,19%). Swoistym zaskoczeniem jest wyraźnie niższa wartość wskaźnika wydajności rzeżnej u badanych mieszańców czterorasowych. Należy jednak zauważyć, że był on wyższy w porównaniu do wyników innych badań, np. Milczarek i Osek (2009), którzy u tuczniaków

żywnionych mieszanką z wysokim udziałem owsa zanotowali jego wartość na poziomie 74,44%, a w grupie kontrolnej 74,91%.

Średnia długość tusz badanych grup zwierząt, rozkładała się podobnie jak masa ciała zwierząt przed ubojem. Tusze świń złotnickich były najdłuższe (86,94 cm) i różniły się wysokoistotnie od tusz świń z dwóch pozostałych grup (odpowiednio 82,40 i 81,70 cm). Jest to wynik trudny do jednoznacznego wytłumaczenia, szczególnie w odniesieniu do wysokoprodukcyjnych mieszańców. Być może jest to wpływ użycia do ich wytworzenia dwóch ras – duroc i pietrain, których długość ciała nie jest jeszcze cechą zadowalającą hodowców. Krótsze tusze u takich mieszańców, w porównaniu z tucznikami pochodzącymi z innych porównywanych wariantów krzyżowania, uzyskali również w swoim doświadczeniu Gajewczyk i wsp. (2005).

W badaniach Bocian i wsp. (2012) długość tusz świń złotnickich pstrych wyniosła tylko 84 cm, u zwierząt o około 3 kg cięższych przed ubojem. Ponadto, Borzuta i wsp. (2004), badając zmiany jakości tusz świń złotnickich w odstępie dwudziestu lat ich użytkowania, zanotowali tendencję do skracania się długości tusz tych zwierząt, także przy wyższej masie ciała niż w niniejszych badaniach.

Głównym wskaźnikiem otluszczenia tuszy jest grubość słoniny. Najgrubszą warstwą tkanki tłuszczowej podskórnej (wartość średnia z 5. pomiarów), charakteryzowały się tusze świń rasy puławskiej. Stwierdzona u nich grubość słoniny, wynosiła 30,28 mm i różniła się znacznie od wartości uzyskanych przez dwie pozostałe grupy świń ($P < 0,01$). Podobny wynik dla tusz tuczników puławskich uzyskał również Florowski i wsp. (2008), natomiast słoninę cieńszą uzyskali w swoich badaniach Babicz i wsp. (2010) oraz Kasprzyk i wsp. (2013).

Otluszczenie tusz świń złotnickich było zbliżone do wyników uzyskanych przez mieszańce wysokoprodukcyjne – odpowiednio 26,35 i 24,66 mm. Poziom tych wyników jest zbliżony lub korzystniejszy niż rezultaty uzyskane w badaniach innych autorów (Jankowiak i wsp., 2009, 2010a, 2010b; Buczyński i wsp., 2011; Grześkowiak i wsp., 2009). Natomiast tuczniaki czterorasowe posiadały otluszczenie podobne do tego, jakie uzyskano w doświadczeniu Gajewczyka i wsp. (2005).

Najlepsze umięśnienie tuszy wykazano – zgodnie z oczekiwaniem, u mieszańców czterorasowych. Charakteryzowały się one największą powierzchnią oka poledwicy ($47,65 \text{ cm}^2$) i różniły się w sposób statystycznie wysokoistotny ($P < 0,01$) od badanych tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstryj. Rasy rodzime, podobnie jak w badaniach innych autorów (Grześkowiak i wsp., 2007, 2009) były słabiej umięśnione, osiągając wielkość powierzchni przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu wynoszącą odpowiednio $38,15 \text{ cm}^2$ i $37,97 \text{ cm}^2$. Nieco niższe rezultaty z tego zakresu uzyskali w swoich badaniach Babicz i wsp., (2010), Bocian i wsp., (2012) i Szulc i wsp. (2011).

4.2. JAKOŚĆ MIĘSA BADANYCH GRUP ŚWIŃ

4.2.1. Kwasowość mięsa

Dane dotyczące odczynu mięsa zamieszczone zostały w tabeli 2. Wartość pH, uznawana jest za jeden z głównych wyznaczników jakości mięsa.

Najmniejszym zakwaszeniem tkanki mięśniowej charakteryzowały się próby pobrane z tusz rasy puławskiej. Dotyczyło to zarówno pH₄₅ jak i zakwaszenia mierzonego w wodnym roztworze (48 godzin po uboju). Wielu autorów notowało podobne (Grzeškowiak i wsp., 2004; 2006) lub nieco niższe wartości tej cechy (Kasprzyk i wsp., 2013). Stwierdzone różnice w zakresie pH nie zostały jednak potwierdzone jako statystycznie istotne. W mięsie świń ras rodzimych, w zakresie pH mierzonego 48 godzin po uboju, stwierdzono zakwaszenie na poziomie 5,71 u świń puławskich i 5,61 u świń złotnickich, co stanowi wartości wyższe w stosunku do uzyskanych przez Florowskiego i wsp. (2006) i zbliżone do badań Jankowiak i wsp. (2009). Wyniki zawarte w niniejszej pracy są bardzo zbliżone do wyników uzyskanych przez Jankowiak i wsp. (2009). Natomiast kwasowość mięsa, zanotowana u mieszańców czterorasowych została potwierdzona w innych badaniach (m.in. Rybarczyk i wsp., 2002; Šimek i wsp., 2004).

Zanotowane w niniejszej pracy wyższe pH_k mięsa świń ras rodzimych, może sugerować jego lepsze parametry barwy oraz mniejszy swobodny wyciek soku. Zależność taką bowiem, potwierdzili w swoich badaniach Kajak i wsp. (2007) oraz Przybylski i wsp. (2012).

4.2.2. Ocena sensoryczna mięsa surowego

Wyniki oceny sensorycznej badanego mięsa surowego zamieszczono w tabeli 3.

Mięso pozyskane od świń badanych grup charakteryzowało się intensywnością barwy odpowiadającą mięsu normalnemu. Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej stwierdzono jednak, że mięso świń złotnickich różniło się istotnie ($P < 0,01$) od pozostałych dwóch grup, cechując się najbardziej intensywną barwą (4,53 pkt.). Mięso od świń puławskich oraz mieszańców czterorasowych osiągnęło natomiast nieco niższe noty ale również świadczące o pożądanej intensywności barwy, zawierającej się w przedziale dla mięsa czerwonawo-różowego i jasnoczerwonawo-różowego (odpowiednio 3,56 pkt. i 3,07; $P < 0,05$). Wyniki te korespondują ze stwierdzeniem Kauffmana i wsp. (1993), którzy analizowali barwę świeżej wieprzowiny, uznając za właściwą, czerwono-różową bez odcieni szarości.

Najbardziej jędrne mięso posiadały świnię złotnickie pstre, uzyskując notę 3,88 pkt. Natomiast najwięcej punktów przyznano mięsu świń puławskich - 4,38 pkt. ($P < 0,01$), uznając je tym samym za najbardziej miękkie. Również w ocenie marmurkowatości uzyskało ono najwyższą ocenę (4,13 pkt.) w porównaniu do pozostałych dwóch grup (odpowiednio 2,47 pkt. i 2,33 pkt.);

$P < 0,01$). Stwierdzona wyższa marmurkowatość może wskazywać na większą zawartość tłuszczu śródmięśniowego, który wpływa na zmianę tekstury mięsa zmniejszając jego jędrność. Tendencję taką zanotowała w swoim doświadczeniu Czarniecka-Skubina i wsp. (2007), analizując grupy tuczników charakteryzujące się różną zawartością tłuszczu śródmięśniowego. W badaniach wielu autorów (Kajak i wsp., 2007; Przybylski i wsp., 2012), dotyczących oceny sensorycznej mięsa surowego tuczników wielorasowych, notuje się marmurkowatość na poziomie wyższym (3,90 – 4,20 pkt.), niż ten uzyskany w niniejszej pracy.

4.2.3. Wodochłonność i kruchość mięsa

Zdolność utrzymania wody przez mięso odgrywa istotną rolę podczas jego przechowywania, a także w czasie jego obróbki termicznej. Zawartość soku mięsnego, zdolność jego utrzymania, wyrażana jest procentową zawartością wody luźnej. Wyniki dotyczące oceny tych parametrów zamieszczono w tabeli 4.

Biorąc pod uwagę ubytek wody z mięsa podczas przechowywania jak i po podgrzaniu, najlepszymi wynikami charakteryzowało się mięso świń obu ras rodzimych. U tuczników rasy puławskiej zanotowano najniższy swobodny wyciek soku podczas 48 godzinowego przechowywania w warunkach chłodniczych (2,26%). Porównywalne wartości zaobserwowano dla rasy złotnickiej pstrej (2,95%). Istotnie różniła się natomiast grupa mieszańców z chowu masowego, gdyż zanotowano u nich bardzo duży ubytek soku na poziomie 4,57%. Podobną tendencję, z korzyścią dla ras rodzimych, stwierdził w swoich badaniach Florowski i wsp. (2006).

Wyniki zamieszczone w niniejszej pracy, dotyczące swobodnego wycieku soku z mięsa ras rodzimych, są korzystniejsze od wyników uzyskanych przez niektórych autorów (Florowski, 2008; Grześkowiak i wsp., 2006, 2007, 2009). Natomiast Bocian i wsp. (2012), Szulc i wsp. (2012a) oraz Jankowiak i wsp. (2010a) zanotowali jeszcze mniejszy wyciek soku u świń złotnickich, niż prezentowany w niniejszej pracy.

Utrata soku mięsnego ma miejsce również podczas obróbki termicznej. Ubytek termiczny jest jednym ze wskaźników świadczących o przydatności technologicznej mięsa i pozwala na zaszerogowanie go do dalszych procesów przetwórczych. Zatem najlepiej, aby był jak najmniejszy, tak aby straty ilościowe surowca mięsnego były nieznaczne. Najlepszymi wynikami w niniejszej pracy charakteryzowały się tuczniki rasy złotnickiej pstrej, u których zanotowano ubytek na poziomie 21,80%. Większą utratę wody stwierdzono u świń puławskich (24,89%) a następnie u świń czterorasowych (28,42%). Stwierdzono wysokoistotne różnice potwierdzające duże różnicowanie wśród badanych grup ($P < 0,01$).

Mniej korzystne wyniki dotyczące wycieku termicznego z mięsa świń złotnickich uzyskała Szulc i wsp. (2012a) oraz Kapelański i wsp. (1999).

Podobne wyniki, do uzyskanych w niniejszej pracy, dotyczące tego parametru, w mięsie mieszańców czterorasowych otrzymał Rybarczyk i wsp. (2002).

Wodochłonność, wyrażona procentową zawartością wody luźnej (WHC) była niska i dość wyrównana. Wynosiła bowiem 18,07% u świń puławskich, 18,59% u świń złotnickich, oraz 18,63% u tuczników charakterystycznych dla chowu masowego. Wyrównany był także indeks nacieku. Badana plastyczność mięsa była wyrównana w grupie świń puławskich i mieszańców czterorasowych. Wykazano różnicę między nimi a grupą świń złotnickich ($P < 0,01$), u których kształtowała się ona jednak najmniej korzystnie ($2,28 \text{ cm}^2$, w stosunku do $2,58 \text{ cm}^2$ i $2,64 \text{ cm}^2$).

Korzystniejszą wartość WHC (16,48%) dla świń złotnickich pstrych, uzyskały w swoich badaniach Bocian i wsp. (2012) oraz Jankowiak i wsp. (2010a). Większość autorów notuje u tych zwierząt WHC na poziomie od 21,70% (Kapelański i wsp., 2006) nawet do 32,07 % (Grześkowiak i wsp., 2009). U świń puławskich notowano zawartość wody luźnej na poziomie 23,20% (Babicz i wsp., 2010) i 33,85% (Grześkowiak i wsp., 2006). Wyniki dotyczące WHC tuczników czterorasowych uzyskane w niniejszej pracy, mogą stanowić potwierdzenie dla danych otrzymanych przez Milczarek i Osek (2009).

Najbardziej kruche mięso pozyskiwano od świń rasy puławskiej ($36,07 \text{ N/cm}^2$). Jeszcze mniejsza siła cięcia (31,7 N) musiała być użyta w przypadku mięsa tej rasy w badaniach Florowskiego i wsp. (2006).

U tuczników czterorasowych, charakterystycznych dla chowu masowego zanotowano kruchość na poziomie $38,62 \text{ N/cm}^2$. Natomiast najmniej kruche było mięso świń złotnickich ($43,27 \text{ N/cm}^2$), które różniło się istotnie pod względem tej cechy od mięsa świń puławskich ($P < 0,05$). Wyniki kruchości mięsa tuczników złotnickich mogą stanowić potwierdzenie wyników badań przeprowadzonych przez Bocian i wsp. (2012) oraz Jankowiak i wsp. (2010a). Trudno jest na tym etapie badań jednoznacznie wytłumaczyć wynik kruchości mięsa rasy złotnickiej pstrej. Nie pozwalała na to zbyt mała ilość badań wykonanych dotychczas. Wymaga to dalszych badań i powtórzeń.

4.2.4. Barwa mięsa

Z danych zamieszczonych w tabeli 5 wynika, że mięso pochodzące od wszystkich trzech grup świń charakteryzowało się barwą odpowiadającą mięsu normalnemu.

Najbardziej ciemną barwą charakteryzowało się mięso otrzymane od świń rasy złotnickiej pstrej (49,19), które w zakresie tej cechy różniło się istotnie od pozostałych dwóch grup ($P < 0,01$). Świnie puławskie, jak i mieszańce czterorasowe, cechowały się jaśniejszym mięsem, osiągając wartości wynoszące odpowiednio: 52,86 i 53,13. Podobną tendencję zanotował w swoich badaniach Florowski i wsp. (2006). Uzyskane w niniejszej pracy wyniki dotyczące jasności mięsa świń ras rodzimych, znajdują potwierdzenie

w literaturze (Bocian i wsp., 2012; Florowski i wsp., 2006; 2008), a ciemniejsze mięso świń złotnickich pstrych i puławskich wykazała Grześkowiak i wsp. (2009, 2007 i 2004). Pugliese i wsp. (2004) zaobserwowali korzystniejszą jasność mięsa świń włoskiej rasy rodzimej Nero Siciliano przy ich utrzymaniu wewnątrz budynku. Bardzo ciemne mięso u innych ras rodzimych świń - Casertana i Mora Romagnola (odpowiednio 43,26 i 42,32), zanotowali natomiast Fortina i wsp. (2005).

Parametry barwy dotyczące intensywności odcienia czerwonego (a^*) i udziału barwy żółtej (b^*) istotnie różnicowały badane grupy świń ($P < 0,05$; $P < 0,01$). Największym udziałem czerwieni w barwie ocenianej przy pomocy kolorymetru, charakteryzowało się mięso świń złotnickich (17,45). Natomiast odcień żółty był najbardziej zaznaczony w przypadku świń puławskich (3,53). Najniższe wartości w zakresie tych dwóch cech zanotowano u mieszańców czterorasowych.

Największym nasyceniem barwy, czyli najbardziej żywą barwą, charakteryzowało się mięso świń złotnickich pstrych (tabela 5). Niższą wartość liczbową tej cechy stwierdzono w mięsie tuczników rasy puławskiej, a najniższą wartość wykazano u mieszańców czterorasowych (15,24). Różnice pomiędzy badanymi grupami zostały potwierdzone jako statystycznie istotne ($P < 0,01$). Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach, prowadzonych na mięsie mieszańców ras białych, Karamucki i wsp. (2006) oraz Newman i wsp. (2014), badając mięso tuczników z chowu masowego.

Odcień, określany jako ton barwy (h^o), wyrażony stopniami kątowymi, w przypadku badanego mięsa wskazuje na to, iż jego odcień był zbliżony do czerwieni. Różnice zanotowano jednak pomiędzy mięsem świń złotnickich pstrych (8,58) i czterorasowych (8,94) a tucznikami rasy puławskiej (12,43) ($P < 0,01$). Różnica ta wynika głównie z rozbieżności co do wielkości parametru b^* użytego do oszacowania wartości tonu barwy.

Pomimo zanotowanych w niniejszej pracy różnic, pomiędzy badanymi grupami, dotyczących tonu barwy, we wszystkich stwierdza się ją na zadowalającym poziomie. Podobne wyniki, kształtujące się na poziomie 13,13 zanotował w swoim doświadczeniu na mięsie włoskich świń Casertana, Maiorano i wsp. (2013).

Różnice w jasności barwy i intensywności poszczególnych odcieni, pomiędzy badanymi grupami tuczników, nie znalazły potwierdzenia w szacowanej zawartości barwników hemowych (tabela 5). Pod względem tej cechy zaobserwowano wyrównane wyniki we wszystkich badanych grupach świń. Znacznie niższą zawartość barwników hemowych (43,45 μg hematyny/1 g mięsa) zanotowała w swoich badaniach na tucznikach złotnickich pstrych, Bocian i wsp. (2012). Również Florowski i wsp. (2008) zanotowali niższą ich zawartość w mięsie świń puławskich - 45,2 ppm.

4.2.5. Mikrostruktura tkanki mięśniowej

W tabeli 6 zamieszczono wyniki oceny histochemicznej badanych mięśni *longissimus lumborum*. Ponadto, wizualne przykłady mikrostruktury mięśni przedstawiono także w formie mikroskopowych obrazów utrwalonych na fotografiach (fot. 10 – 12 w rozdziale Materiał zwierzęcy i metody badań).

Nie zanotowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami badanych zwierząt, w zakresie liczby włókien mięśniowych obserwowanych na powierzchni 1 mm². Nie mniej jednak, u świń złotnickich była ona wyraźnie niższa (137,10) w porównaniu do puławskich - 168,14 i tuczników czterorasowych - 168,50.

We wszystkich badanych grupach, procentowy udział włókien STO (czerwonych, wolnokurczących się) i włókien FTG (białych, szybko kurczących się) okazał się być wyrównany. Należy jednak zaznaczyć, że stwierdzona zawartość włókien czerwonych w badanym materiale była ogólnie wysoka (20,17 - 22,23%) i przewyższała wyniki badań innych autorów, uzyskane w mięsie świń ras wysokomięsnych (m.in. Bocian i wsp., 2012; Bogucka i wsp., 2008). U świń rasy pietrain, charakteryzujących się najwyższą mięsnością, udział włókien czerwonych notuje się nawet na poziomie niższym niż 13% (Bogucka i Kapelański, 2005).

Wyrównany udział włókien białych (FTG), osiągający poziom 52 – 58% w mięśniach badanych zwierząt, okazał się natomiast niższy w porównaniu z wynikami badań innych autorów (Migdał i wsp., 2005; Bogucka i Kapelański 2005; Čandek-Potokar i wsp., 1999). Niższa zawartość włókien tego typu notowana jest także u tuczników pozyskanych z krzyżowania świni domowej z dzikiem. Według Elminowskiej-Wendy (2007), za przyczynę uznaje się udział genów dzikich przodków oraz zachodzącą transformację włókien glikolitycznych (FTG) w oksydatywne (FTO), co związane jest głównie ze zwiększoną aktywnością fizyczną zwierząt. Podobne wartości do uzyskanych w niniejszej pracy stwierdziła natomiast Bogucka i Kapelański (2005) u świń rasy złotnickiej pstrej.

Rasa złotnicka pstra różniła się jednak istotnie od mieszańców czterorasowych pod względem zawartości włókien FTO - 27,77% względem - 20,75%. Wysoki ich udział w mięśniach świń złotnickich był zbliżony do zanotowanego w doświadczeniu przeprowadzonym na mieszańcach z udziałem dzika przez Bogucką i Kapelańskiego (2005).

Według Karlssona i wsp. (1999) włókna STO i w nieco mniejszym stopniu włókna FTO, zawierają większą ilość tłuszczu wewnątrzkomórkowego, który wpływa pozytywnie na parametry sensoryczne mięsa poprawiając jego jakość. Największą zawartością włókien FTO charakteryzowało się mięso świń złotnickich, posiadając przy tym najmniej włókien białych (FTG), co może świadczyć o lepszych właściwościach sensorycznych badanego mięsa przejawiających się ciemniejszą barwą (4,53 pkt.) oraz większą jędrnością (3,88 pkt.). Ponadto, uznaje się, że np. zbyt duża liczba włókien białych względem

czerwonych, odpowiedzialna jest za pogorszenie jakości mięsa, a zwłaszcza jego wodochłonności i kruchości (Bogucka i Kapelański, 2005; Migdał i wsp., 2005 za Kłosowską i Fiedler, 2003, Lefaucheur, 2010).

W badanym materiale (tabela 6) zanotowano wyraźne zróżnicowanie między badanymi grupami odnośnie średnic poszczególnych rodzajów włókien mięśniowych. Najmniejszymi średnicami wszystkich typów włókien charakteryzowały się mięśnie pozyskane od świń puławskich (STO – 41,43 μm , FTO – 35,22 μm i FTG 49,29 μm). Ponadto, wielkości te różniły się istotnie od wyników notowanych dla mięśnia tuczników złotnickich (STO – 46,14 μm , FTO – 40,45 μm i FTG – 53,70 μm) i mieszańców w przypadku włókien STO (45,24 μm) i FTG (53,35 μm) ($P < 0,01$). Największe średnice włókien świń rasy złotnickiej pstryj wpłynęły na zmniejszenie ich liczby na powierzchni 1 mm^2 . Mieszańce czterorasowe natomiast pod względem średnicy włókien czerwonych (45,24 μm) i białych (53,35 μm), nie różniły się od świń złotnickich pstrych. Charakteryzowały się jednakże mniejszą średnicą włókien pośrednich (37,47 μm) ($P < 0,01$). Podobne rezultaty zanotowała Bogucka i wsp. (2008) w badaniach na świniach rasy polskiej białej zwisłouchej, duroc i mieszańcach z udziałem dzika. Ta sama autorka (Bogucka i Kapelański, 2005), zanotowała bardzo zbliżone wyniki badań na świniach rasy złotnickiej pstryj w stosunku do tych uzyskanych w niniejszych badaniach.

Według wielu autorów (Bogucka i wsp., 2008; Migdał i wsp., 2005 za Oksbjerg i wsp., 2000) wielkość włókien mięśniowych decyduje w dużym stopniu o delikatności struktury mięsa - im mniejsze średnice włókien tym mięso jest bardziej delikatne. Zatem rozpatrując wyniki dotyczące średnic włókien mięśniowych można stwierdzić, iż takim mięsem charakteryzują się świny puławskie.

4.3. WARTOŚĆ ODŻYWCZA I FUNKCJONALNA BADANEGO MIĘSA

4.3.1. Podstawowy skład chemiczny mięsa

Mięso wieprzowe, ze względu na swój podstawowy skład chemiczny stanowi źródło pożywienia o wysokiej wartości odżywczej. Zawdzięcza to przede wszystkim występowaniu dużych ilości pełnowartościowego białka. Dane obrazujące zawartość ważniejszych składników mięsa badanych grup zwierząt - wody, tłuszczu, białka i popiołu, przedstawiono w tabeli 7.

W składzie chemicznym mięsa dominuje woda, którą w najmniejszych ilościach zanotowano w mięsie świń puławskich (70,76%) i tuczników złotnickich (70,89%). Najwięcej natomiast występowało jej w mięsie tuczników czterorasowych (73,38%), odróżniając je istotnie od mięsa świń puławskich ($P < 0,01$).

Z danych zawartych w tabeli 7 wynika, iż najlepszą wartością odżywczą, biorąc pod uwagę zawartość białka i ograniczoną zawartość tłuszczu (korzystne

z dietetycznego punktu widzenia), posiadały świnię złotnickie pstre. Charakteryzowały się one bardzo wysokim poziomem tego składnika budulcowego, wynoszącym aż 25,23%. Analiza statystyczna wykazała przewagę tego składnika w stosunku do pozostałych grup zwierząt w sposób wysokoistotny ($P < 0,01$). Analiza dostępnego piśmiennictwa wskazuje, że tak wysoki poziom białka (w granicach 25%), notowali tylko nieliczni autorzy (np. Szulc i wsp., 2012a, 2012b; Migdał i wsp., 2007). W mięsie świń puławskich oraz mieszańców czterorasowych zawartość białka była zbliżona i wynosiła odpowiednio 23,67 i 23,39%. Podobny poziom białka w mięsie świń puławskich notowano w badaniach Babicz i wsp. (2010) i Grześkowiak i wsp. (2004), a dla mieszańców wysokoprodukcyjnych m.in. w badaniach Rybarczyka i wsp. (2002).

Tłuszcz śródmięśniowy nadaje mięsu charakterystyczną marmurkowatość i wzmaga jego smak. Rasy rodzime, niepoddawane tak intensywnej hodowli i poprawie mięsności, zachowały tendencję do odkładania większych ilości tłuszczu podskórnego i śródmięśniowego. Dowodem na to są uzyskane wyniki niniejszych badań. Najwięcej tłuszczu śródmięśniowego stwierdzono w mięsie świń puławskich - aż 4,07% ($P < 0,01$). W badaniach Grześkowiak i wsp. (2006) także zanotowano wysoką jego zawartość wynoszącą 3,56%.

Tuczniaki rasy złotnickiej pstrej posiadały 2,25% tłuszczu, podobnie jak w badaniach Grześkowiak i wsp. (2007). Mieszańce czterorasowe charakteryzowały się bardzo chudym mięsem, które zawierało tylko 1,70% tłuszczu. Więcej, bowiem 2,66% tego wysokoenergetycznego składnika, zanotował w swoich badaniach Rybarczyk i wsp. (2002) i Grześkowiak i wsp. (2010) (2,55%).

Największą ilość popiołu, świadczącego o zawartości składników mineralnych, posiadało mięso świń złotnickich (1,63%), odróżniając je od mięsa świń puławskich (1,50%) ($P < 0,05$). Ilość popiołu w mięsie świń czterorasowych natomiast była zbliżona do jego zawartości u rasy puławskiej, kształtując się na poziomie 1,53%.

Mięso pochodzące od wszystkich grup zwierząt charakteryzowało się wysoką wartością odżywczą. Świnię złotnickie pstre wyraźnie jednak przewyższały pozostałe dwie grupy cechując się bardzo wysoką zawartością białka przy optymalnej zawartości tłuszczu. Znaczną jego ilość zanotowano natomiast w mięsie świń puławskich, co potwierdzone zostało także w postaci wyższych ocen dotyczących marmurkowatości tego mięsa ocenianej organoleptycznie (tabela 3).

4.3.2. Składniki mineralne w mięsie

Mięso świń ras rodzimych, na którym przeprowadzono niniejsze badania, przewyższało pod względem większości oznaczonych składników mineralnych, mięso tuczniaków charakterystycznych dla chowu masowego. Dane liczbowe z tego zakresu przedstawiono w tabeli 8.

Spośród badanych makroelementów, największą zawartością sodu, potasu i magnezu, charakteryzowało się mięso tuczników rasy złotnickiej pstryj (odpowiednio 2,03, 15,09 i 1,07 g/kg). Pomędzy dwiema badanymi rasami rodzimymi, zanotowano statystycznie wysokoistotne różnice ($P < 0,01$) w zakresie zawartości wszystkich makroelementów, z wyjątkiem sodu, przy czym tylko zawartość wapnia była korzystniejsza w mięsie świń puławskich (0,12 wobec 0,27 g/kg). Jednocześnie, świnię te, przewyższały tuczniaki czterorasowe pod względem ilości sodu i wapnia (odpowiednio 1,92 i 1,53 g/kg; $P < 0,01$, oraz 0,27 i 0,21 g/kg; $P < 0,05$). Więcej potasu i magnezu stwierdzono w mięsie świń wielorasowych – 14,90 i 1,06 g/kg, niż u świń puławskich – 13,35 i 0,95 g/kg.

Mięso świń ras rodzimych, a zwłaszcza świń złotnickich pstrych, charakteryzowało się największą zawartością makroelementów. Świnię puławskie pod względem tych cech także przewyższały tuczniaki czterorasowe, przy jednocześnie mniejszej zawartości potasu.

Rasy rodzime, także pod względem mikroelementów, przewyższały grupę tuczników wysokoprodukcyjnych. Dotyczyło to zwłaszcza zawartości dwóch ważnych pierwiastków - cynku i żelaza. Tę pierwszego, było do dwóch razy więcej (47,12 i 49,79 u ras rodzimych wobec 25,70 mg/kg u tuczników o nowoczesnym genotypie) ($P < 0,01$), drugiego natomiast, nawet do czterech razy więcej w mięsie świń złotnickich, i trzykrotnie więcej w mięsie świń puławskich, wobec tuczników czterorasowych (40,03 i 30,08 mg/kg względem 13,26 mg/kg; $P < 0,01$). Zmienność w zakresie tej cechy zanotowano również pomiędzy rasami rodzimymi ($P < 0,05$). Dodatkowo, mięso świń puławskich charakteryzowało się największą zawartością miedzi, wynoszącą 5,21 mg/kg, różniąc się istotnie od pozostałych dwóch grup świń (odpowiednio 4,08 mg/kg i 4,14 mg/kg; $P < 0,05$).

W badaniach przeprowadzonych przez Lagina i wsp. (2008), dotyczących wpływu selenu na jakość tuszy i mięsa świń, zanotowano podobny poziom żelaza (17,28 mg/kg) i cynku (28,99 mg/kg) jak w niniejszej pracy u mieszańców czterorasowych. Podobny rezultat odnośnie cynku zaobserwowały także Bilska i Michalska (1981). Natomiast, wyniki zanotowane w niniejszym doświadczeniu dla mięsa świń ras rodzimych, przewyższały znacznie rezultaty uzyskane przez autorów w cytowanych publikacjach.

Mięso świń ras rodzimych użytych do niniejszych badań zawierało więcej, ważnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, składników mineralnych. Na uwagę zasługuje bardzo duża zawartość łatwo przyswajalnego żelaza.

4.3.3. Zawartość kwasów tłuszczowych oraz wielkości szacowanych wskaźników dietetycznych w badanym mięsie

Tłuszcz jest najważniejszym wyznacznikiem świadczącym o kaloryczności produktów. Jednakże, nie tylko jego ilość, ale również jakość kształtuje wartość energetyczną mięsa. Ważny zatem jest udział kwasów tłuszczowych, proporcja

kwasów nasyconych do nienasyconych, a także zawartość cholesterolu. Dane dotyczące tych parametrów zamieszczone zostały w tabeli 9 i 10.

Tabela 9 przedstawia udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w badanym mięsie.

Spośród kwasów tłuszczowych nasyconych najczęściej w badanym mięsie zanotowano kwasu palmitynowego (C 16:0). Zaliczany on jest do grupy kwasów, którym przypisuje się niekorzystne oddziaływanie na organizm człowieka, szczególnie poprzez stymulację stężenia cholesterolu we krwi, a zwłaszcza jego frakcji LDL.

Najmniejszy udział kwasu palmitynowego stwierdzono w mięsie mieszańców czterorasowych (23,03%). Mimo małych różnic w wykazanych wartościach bezwzględnych dowiedziono nawet statystyczną istotność różnic w porównaniu do rasy puławskiej (24,02%) ($P < 0,05$). Wcześniejsze badania innych autorów m.in. Grześkowiak i wsp. (2009) wykazały podobny poziom występowania tego kwasu tłuszczowego w badanej wieprzowinie. W badaniach prowadzonych przez Fortinę i wsp. (2005), na mięsie włoskich świń rodzimych Casertana i Mora Romagnola, zanotowano zbliżoną zawartość tego kwasu, wynoszącą odpowiednio 23,95% i 23,86%. Odmienny, znacznie wyższy, rezultat otrzymała w badaniach nad rasą złotnicką pstrą Jankowiak i wsp. (2010), uzyskując stężenie C 16:0 na poziomie 28,16%. Należy sądzić, że znaczący wpływ na kształtowanie profilu kwasów tłuszczowych może mieć optymalny model żywienia świń, którego jeszcze nie znamy, a jego opracowanie staje się konieczne.

Zawartość kwasu stearynowego (C 18:0) okazała się wyrównana we wszystkich badanych grupach tuczników aczkolwiek najniższa w mięsie tuczników ras puławskiej i złotnickiej pstrej - 11,65% u świń puławskich, 11,18% u świń złotnickich oraz 12,08% u mieszańców czterorasowych. Potwierdzono tym samym poziom wyników uzyskanych m.in. przez Ensera i wsp. (1996), Grełę i wsp. (2013), Grześkowiak i wsp. (2010). Natomiast Razmaite i wsp. (2012), w mięsie dzików, stwierdzili obecność tego kwasu na poziomie nawet poniżej 11%.

Kwas mirystynowy (C 14:0), tak jak pozostałe kwasy tłuszczowe nasycone, wpływa na wzrost zawartości cholesterolu we krwi. W mięsie badanych zwierząt występował on na zbliżonym poziomie wynosząc w mięsie świń puławskich 1,34%, u świń złotnickich 1,44%, a u mieszańców czterorasowych 1,27%. W badaniach Jankowiak i wsp. (2010), przeprowadzonych na mięsie świń złotnickich, stwierdzono poziom kwasu C 14:0 na poziomie 1,12%. Natomiast Grela i wsp. (2013), porównując mięso tuczników poddanych różnym metodom kastracji i mięso loszek, zanotowali jego ilość wynoszącą od 1,52% do 1,69%.

Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych była bardzo wyrównana we wszystkich badanych grupach świń i stanowiła mniejszość w porównaniu do stwierdzonych kwasów tłuszczowych nienasyconych.

Ze wszystkich kwasów tłuszczowych nienasyconych w badanych grupach świń, największy procentowy udział, stwierdzono w przypadku kwasu oleinowego (C 18:1 n-9). Wielokrotnie stwierdzono jego pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka, jednakże w powiązaniu z zawartością kwasów omega-3 oraz omega-6.

Spośród badanych grup świń zanotowano go najwięcej (43,33%) u tuczników rasy puławskiej, a analiza statystyczna potwierdziła wysokoistotne różnicowanie uzyskanych wartości w stosunku do dwóch pozostałych grup zwierząt ($P < 0,01$). Ilość tego jednonienasyconego kwasu w grupie świń złotnickich i czterorasowych, kształtowała się na zbliżonym poziomie, wynosząc odpowiednio 39,18% i 37,26%. Zanotowana w niniejszych badaniach zawartość kwasu oleinowego w mięsie świń puławskich, może stanowić potwierdzenie dla wyników uzyskanych przez te zwierzęta w doświadczeniu Greli i wsp. (2013) (43,34% u knurków i 45,22% u loszek). Wielu autorów zanotowało podobną lub nieco wyższą zawartość tego kwasu, niż ta uzyskana w niniejszych badaniach, przez mieszańce czterorasowe (Grela i Kowalczyk, 2009; Alonso i wsp., 2009; Razmaite i wsp., 2012).

Najwięcej kwasu oleopalmitynowego (C 16:1 n-7) stwierdzono w mięsie świń puławskich – 4,05%, różniącego się istotnie pod względem tej cechy od tuczników rasy złotnickiej pstrej – 3,55% ($P < 0,05$). Wyraźnie mniej tego kwasu notowano u mieszańców – 3,45% ($P < 0,01$). Znacznie mniejszy udział kwasu oleopalmitynowego zanotowali w swoim doświadczeniu Grela i Kowalczyk (2009), uzyskując wyniki na poziomie 2,62% i 2,56%.

Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) należą do tych, których organizm ludzki nie jest w stanie sam zsintetyzować i muszą być dostarczane w diecie. Należy do nich między innymi kwas linolowy (C 18:2 n-6). Mięso, w tym także mięso wieprzowe, nie stanowi wprawdzie głównego miejsca jego występowania, ale jest ważnym źródłem zaopatrywania w wartościowy kwas wielonienasycony z grupy omega 6 (kwas linolowy).

W niniejszych badaniach najwięcej kwasu C 18:2 n-6 zanotowano w mięsie świń złotnickich (10,91%) a znacznie mniej u świń puławskich (zaledwie 6,18%). Zaskakująco wysoko kształtował się on natomiast w mięsie mieszańców wielorasowych (11,09%). Na tym etapie badań trudno jest o interpretację uzyskanych wyników. Ich poziom występowania jest jednak zbliżony do wyników Fortiny i wsp. (2005) uzyskanych w mięsie zwierząt włoskich świń rodzimych, a także Jankowiak i wsp. (2010a). Niska zawartość kwasu linolowego (C 18:2 n-6) mogła być zaskoczeniem aczkolwiek podobne wyniki uzyskiwano w badaniach Renaudeau i Mourot (2007) w mięsie rodzimych świń Karaibskich (Creole pig) oraz Milczarek i Osek (2009) w doświadczeniu żywieniowym na mieszańcach (wbp x pbz) x (d x p).

W grupie NNKT znajduje się także kwas wakcenyowy (C 18:1 n-7). Uważa się, że w organizmie ludzkim spełnia on rolę immunostymulacyjną, antyoksydacyjną, a także działa antynowotworowo (Cichosz i Cieczot, 2012).

Największym procentowym udziałem kwasu C 18:1 n-7 charakteryzowało się mięso świń puławskich (tabela 9) – 4,62%, różniąc się istotnie od pozostałych badanych grup tuczników (odpowiednio 4,03% u świń złotnickich i 4,21% u mieszańców czterorasowych) ($P < 0,01$). Podobne ilości tego jednonienasyconego kwasu tłuszczowego uzyskali w mięsie świń wysokoprodukcyjnych Grela i Kowalczyk (2009) oraz Alonso i wsp. (2009).

Kwas arachidonowy (C 20:4 n-6) należy również do grupy NNKT. Uważa się, że obecność tego kwasu w diecie przyczynia się do poprawy odporności organizmu, a także wpływa pozytywnie na pracę układu krążenia.

W mięsie badanych tuczników zanotowano niewielkie ilości kwasu C 20:4 n-6 (tabela 9). Jednakże, było go znacznie więcej niż zanotowali w swoim doświadczeniu Grela i Kowalczyk (2009), Alonso i wsp. (2009) i Mieñkowska-Stępniewska i wsp. (2006). Podobny poziom wyników do uzyskanych w niniejszych badaniach otrzymali Razmaite i wsp. (2012) badając mięso protoplasty świni domowej czyli dzika.

Pozostałe kwasy tłuszczowe, zarówno nasycone jak i nienasycone występowały w badanym mięsie w ilości poniżej 1% (tabela 9). Zostały one wzięte pod uwagę i omówione łącznie przy zaszeregowaniu poszczególnych kwasów tłuszczowych do odpowiednich grup. Podział oznaczonych kwasów tłuszczowych na nasycone, nienasycone, w tym jedno- i wielonienasycone, obrazuje tabela 10. Ponadto, zawiera ona dane dotyczące zawartości kwasów omega 3 i omega 6 oraz kwasów hipo- i hipercholesterolemicznych (DFA i OFA). Wyniki zawarte w tabeli 10 dotyczą także oznaczonych wskaźników dietetycznych – aterogenności (AI) i trombogenności (TI) oraz zawartości cholesterolu.

Dane literaturowe wskazują na zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w wieprzowinie wynoszącą 40 - 42% (Grela i Kowalczyk, 2009; Grela i wsp., 2013; Fortina i wsp., 2005; Mieñkowska-Stępniewska i wsp., 2006). W niniejszych badaniach natomiast, ich zawartość w mięsie była niższa i wyrównana, kształtując się na poziomie 37,79% u świń puławskich i 37,20% u świń złotnickich oraz 37,49% u tuczników czterorasowych. Podobny poziom wyników uzyskali także Pugliese i wsp. (2004) w doświadczeniu na świnich włoskiej rasy rodzimej (Nero Siciliano), a także Milczarek i Osek (2009) oceniając wpływ żywienia na jakość mięsa mieszańców (wbp x pbz) x (d x p). Znacznie niższą zawartość kwasów nasyconych notuje się u świń utrzymywanych w warunkach z dostępem do wybiegu oraz w mięsie dzików (Pugliese i wsp., 2004; Razmaite i wsp., 2012).

Podobny, wyrównany poziom, zanotowano w przypadku zawartości kwasów tłuszczowych nienasyconych (UFA) (kolejno 62,05, 62,56 i 62,32%) oraz ich proporcji do kwasów tłuszczowych nasyconych. Wyniki te mogą stanowić potwierdzenie dla badań Milczarek i Osek (2009).

Jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), występowały w największych ilościach w mięsie świń puławskich (52,72%), różnicując je na tle pozostałych badanych grup (47,37% u świń złotnickich pstrych i 45,55%

u mieszańców czterorasowych) ($P < 0,01$). W doświadczeniu Grelu i wsp. (2013) na świniach puławskich, uzyskano również zawartość tych kwasów na poziomie przekraczającym 50% u loszek i wieprzków poddanych chirurgicznej kastracji.

Najwyższy poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) zanotowano w mięsie świń czterorasowych (16,77%) oraz u tuczników złotnickich (15,19%). Podobne wartości uzyskali Pugliese i wsp. (2004) w mięsie świń Nero Siciliano, utrzymywanych w systemie zamkniętym oraz Razmaite i wsp. (2012) w mięsie dzików. Świnie puławskie użyte w niniejszych badaniach posiadały tych kwasów najmniej, bowiem tylko 9,32%, różniąc się istotnie od pozostałych dwóch grup ($P < 0,01$). Nieco niższy rezultat zaobserwował Grela i wsp. (2013) w mięsie wieprzków tej rasy (8,63%).

Wielonienasycone kwasy omega-3 są bardzo cenne ze względu na swój prozdrowotny charakter. Mięso, w tym także mięso wieprzowe, nie stanowi bogatego źródła tychże kwasów. Najwięcej zanotowano ich w mięsie mieszańców (wbp x pbz) x (d x p) bowiem aż 1,71%, co wyróżniało je spośród pozostałych grup (0,97% u świń puławskich a 1,06% u złotnickich) ($P < 0,01$). Podobne rezultaty (w zakresie 1,71 – 1,74%) uzyskał Blicharski (2013) w mięsie świń zakwalifikowanych do poszczególnych klas mięsności. Natomiast w licznych publikacjach notuje się poziom tych kwasów wynoszący 0,8 – 0,9% (Grześkowiak i wsp., 2010; Pugliese i wsp., 2004; Mieñkowska-Stępniewska i wsp., 2006).

Najwięcej kwasów tłuszczowych omega-6, wchodzących w skład błon komórkowych oraz pełniących w organizmie funkcje ochronne, zanotowano w mięsie świń złotnickich i mieszańców czterorasowych – odpowiednio 14,13 i 15,06%. Znacznie mniej, bowiem tylko 8,35% tychże kwasów stwierdzono w mięsie świń puławskich, różniących się istotnie od pozostałych badanych grup zwierząt ($P < 0,01$).

W literaturze rozpatruje się zawartość kwasów omega-6 w powiązaniu z zawartością kwasów omega-3. Uważa się, że to właśnie prawidłowy ich stosunek ilościowy w diecie świadczy o właściwościach prozdrowotnych spożywanych produktów. Według Litwińczuk i wsp. (2004) stosunek kwasów tłuszczowych omega 6 do omega 3 powinien wynosić 4-9:1. Zbyt wysoka zawartość kwasów tłuszczowych n-6 w diecie uważana jest za przyczynę występowania nowotworów oraz chorób układu krążenia. Simopoulos (2002), w swoich badaniach dotyczących wpływu wielkości wskaźnika kwasów omega-6/omega-3 wyliczonego na podstawie spożywanej diety, zanotował jego ogromny wpływ na zdrowie człowieka. Wykazał on, iż przy wielkości wskaźnika wynoszącym 2,5:1 dochodzi do ograniczenia mnożenia się komórek nowotworowych, co nie było notowane przy wzroście jego wartości do 4.

Wiadomym jest, że w wieprzowinie nie notuje się tak niskich wartości stosunku kwasów omega-6/omega-3. Dlatego tak ważne jest aby w diecie nie zabrakło produktów, które wzbogacą ją w tak ważne dla zdrowia kwasy tłuszczowe omega-3, a spożywane mięso aby charakteryzowało się jak najbardziej korzystnym ich udziałem.

W niniejszej pracy najwyższą wartość tej proporcji zanotowano w przypadku mięsa świń złotnickich, bowiem aż 13,39:1. Znacznie mniejszą wartość tego wskaźnika zaobserwowano dla mięsa świń puławskich i mieszańców (wbp x pbz) x (d x p) – odpowiednio 8,79:1 i 8,88:1. Podobne wyniki, do uzyskanych w niniejszej pracy zanotowali Alonso i wsp. (2009) oraz Mieñkowska-Stępniewska i wsp. (2006). Z badań nad jakością mięsa, przeprowadzonych przez Blicharskiego (2013) wynika, że bez względu na to, z którego wyrębu pochodziło mięso, wartość proporcji omega-6/omega-3 wynosiła poniżej 10:1. Pugliese i wsp. (2004) natomiast, prowadząc doświadczenie na świnich rasy Nero Siciliano, zaobserwowali wysokoistotne różnice pomiędzy proporcją kwasów n-6/n-3 w mięsie świń utrzymywanych w warunkach zamkniętych oraz z wybiegiem (odpowiednio 18,33 i 10,67).

Zawartość DFA, czyli neutralnych i hipocholesterolemicznych kwasów tłuszczowych (UFA + C 18:0), którym przypisuje się wpływ na obniżanie poziomu cholesterolu całkowitego, była wyrównana we wszystkich badanych grupach świń. Kształtowała się ona na poziomie 73,70% u świń puławskich, 73,74% w mięsie świń złotnickich, i 74,40% w mięsie mieszańców towarowych.

Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku kwasów tłuszczowych hipercholesterolemicznych (OFA – C 14:0 + C 16:0). Ich zawartość w mięsie poszczególnych grup tuczników wynosiła 25,36 i 25,13 u świń ras rodzimych oraz 24,30 u świń czterorasowych. Bardzo zbliżone wyniki do uzyskanych w niniejszym doświadczeniu zaobserwowała w swoich badaniach Grześkowiak i wsp. (2010). Natomiast Krzysztoforski i wsp. (2007), w badaniach na mięsie loszek rasy polskiej białej zwisłouchej, zanotował znacznie niższy poziom tych kwasów tłuszczowych przyczyniających się do występowania zmian miażdżycowych (22,04% w tuszach wysokomięsnych i 22,13% w tuszach niskomięsnych).

Oprócz określenia zawartości kwasów regulujących poziom cholesterolu całkowitego, oszacowane zostały także wskaźniki dietetyczne (tabela 10). Wartości wskaźnika aterogenności (AI) kształtowały się na zbliżonym poziomie we wszystkich trzech grupach świń, wynosząc odpowiednio 0,41 dla mięsa świń puławskich, 0,40 dla świń złotnickich pstrych i 0,39 dla tuczników wielorasowych. Najniższą wartość wskaźnika zakrzepowego – trombogenności (TI) zanotowano dla mięsa mieszańców (wbp x pbz) x (d x p) (1,03) i różnił się on istotnie od wskaźnika uzyskanego dla mięsa tuczników puławskich wynoszącego 1,11 ($P < 0,05$). Wartość TI dla mięsa świń złotnickich wynosiła natomiast 1,07. Podobne wartości dla wskaźnika miażdżycowego otrzymała w swoich badaniach na mięsie dzików Razmaite i wsp. (2012). Wyższe wartości, od tych wykazanych w niniejszym opracowaniu, zanotował Pugliese i wsp. (2004) w swoich badaniach na mięsie świń Nero Siciliano. Świnie utrzymywane w systemie z wybiegiem charakteryzowały się niższą wartością AI (0,48) od tych utrzymywanych w systemie zamkniętym (0,53). Zarówno w badaniach Pugliese i wsp. (2004) jak i Razmaite i wsp. (2012) uzyskano

bardzo zbliżone wartości wskaźnika TI do tych, uzyskanych w badaniach niniejszych.

Poza wskaźnikami dietetycznymi określona została także ogólna zawartość cholesterolu w badanym mięsie (tabela 10), która w przypadku świń złotnickich pstrych i mieszańców czterorasowych była wyrównana, wynosząc w obu grupach 0,81 g/kg. Istotnie różniły się od nich świnię puławskie, u których poziom cholesterolu w mięsie wynosił 1,01 g/kg ($P < 0,05$). Znacznie mniej zawierała go polędwica pochodząca od świń wbp x pbz wykorzystanych w doświadczeniu opisanym przez Blicharskiego (2013). Zanotował on bowiem jego ilość w polędwicy na poziomie 0,53 g/kg.

Udział i proporcja poszczególnych kwasów tłuszczowych odgrywa istotną rolę w kształtowaniu wartości dietetycznej wieprzowiny. Świadczą o tym wartości oszacowanych wskaźników. Jednakże, skład lipidów wpływa także na parametry sensoryczne mięsa wieprzowego. Z badań przeprowadzonych przez Wooda i wsp. (2003), wynika, iż kwasy tłuszczowe nasycone i jednonienasycone są dodatnio skorelowane ze smakowitością mięsa. Ujemną korelację natomiast zanotowali oni w przypadku tej cechy i kwasów tłuszczowych wielonienasyconych. Największy udział kwasów jednonienasyconych zanotowano w niniejszej pracy w mięsie świń puławskich, a zatem może to świadczyć o korzystniejszych właściwościach sensorycznych tego mięsa związanych z jego smakiem.

4.4. OCENA PRODUKTU GOTOWEGO

4.4.1. Właściwości fizykochemiczne szynek surowych dojrzewających

Masa mięsa przed poddaniem go procesowi dojrzewania była wyrównana wynosząc od 1485,2 g u świń puławskich do 1346,2 g u mieszańców czterorasowych. W podobny sposób kształtowała się ich wydajność po skończonym procesie peklowania jak i dojrzewania. Różnic istotnych statystycznie nie stwierdzono. Dane z tego zakresu zamieszczono m.in. w tabeli 11. Natomiast wyniki oceny cech fizykochemicznych wędzonek przedstawione zostały w tabeli 12.

Wartości pH (tabela 12), zarówno przed jak i po wędzeniu, były wyrównane we wszystkich badanych grupach i mieściły się w zakresie 5,81 do 6,04, a więc nieco wyżej niż np. w badaniach Skwarka i Dolatowskiego (2013).

Szynki cechowała natomiast różna jasność barwy. Najciemniejsze na przekroju były wędzonki wykonane z mięsa świń złotnickich pstrych (42,16), które różniły się istotnie w zakresie tego parametru od szynki wykonanych z mięsa tuczników czterorasowych (49,03) ($P < 0,05$). Natomiast szynki pozyskane z mięsa świń puławskich charakteryzowały się jasnością barwy na poziomie 48,95.

Znacznie niższe parametry jasności zanotowali w swoich badaniach Musella i wsp. (2009), badając cechy fizykochemiczne szynki dojrzewających

wykonanych z materiału rzeźnego pochodzącego od mieszańców ras białych i świń pietrain. Podobny rezultat uzyskała natomiast Pugliese i wsp. (2006), prowadząc badania na świniami rasy Cinta Senese utrzymywanych w systemie wolnowybiegowym (32,65) i zamkniętym (32,81).

Odmienność świń złotnickich od mieszańców czterorasowych zaznaczona została poprzez istotne różnice w zakresie udziału barwy czerwonej (a^*) ($P < 0,05$). Rasa rodzima, charakteryzowała się wielkością tego wskaźnika na poziomie 14,61 a tuczniki (wbp x pbz) x (d x p) na poziomie 12,21 ($P < 0,05$). U świń puławskich udział barwy czerwonej wynosił 13,26.

W przypadku udziału barwy żółtej (b^*) w wędzonkach stwierdzono jego wyrównany poziom u wszystkich badanych grup świń (kolejno 3,39, 2,16, i 2,76).

Badane szynki charakteryzowały się wyrównaną kruchością. Bardziej kruche były wędzonki otrzymane z mięsa świń puławskich ($51,87 \text{ N/cm}^2$) a następnie złotnickich pstrych ($53,03 \text{ N/cm}^2$) i mieszańców czterorasowych ($59,23 \text{ N/cm}^2$). Kruchość zbliżoną do tej, stwierdzili także Čandek-Potokar i wsp. (2002) w szynkach dojrzewających wykonanych z mięsa świń trójrasowych (duroc x (wielka biała x landrace)) ($61,2 \text{ N}$).

Opisywane powyżej parametry oceny fizykochemicznej takie jak barwa czy kruchość mogą decydować o wyborze danego produktu przez konsumentów. Wędzonki pozyskane z mięsa świń ras rodzimych charakteryzowały się przyjemniejszą barwą, a także były nieco bardziej kruche.

4.4.2. Skład podstawowy szynek surowych dojrzewających

Szynki w niniejszym doświadczeniu poddane zostały także analizie składu chemicznego (tabela 13). Badane zwierzęta różniły się istotnie w zakresie zawartości tłuszczu oraz popiołu ($P < 0,05$).

Najbardziej tłuste były szynki pozyskane od świń puławskich, w których zanotowano 3,60% tłuszczu. Najchudsze natomiast były wędzonki pochodzące od tuczników czterorasowych, które zawierały tylko 1,90% tego składnika. Szynki dojrzewające wykonane z mięsa świń złotnickich pstrych zawierały 3,35% tłuszczu.

Tłuszcz uznawany jest za czynnik wpływający na podniesienie wartości smakowej oraz poprawę tekstury produktu. Zatem można sądzić, że wędzonki wykonane z mięsa świń ras rodzimych mogą charakteryzować się korzystniejszymi wartościami tych cech.

W literaturze dotyczącej oceny produktów dojrzewających wykonanych w krajach basenu Morza Śródziemnego (Włochy – szynka Parmeńska, Hiszpania – szynka Serrano) zawartość tłuszczu w szynkach dojrzewających wynosi często powyżej 10% (Corino i wsp., 2003; Soriano i wsp., 2005).

Największą zawartość popiołu stwierdzono w wędzonkach wykonanych z mięsa świń złotnickich pstrych (7,28%). Świnie puławskie różniły się natomiast od nich istotnie zawierając go w ilości 6,09% ($P < 0,05$). Poziom

uzyskanych wyników koresponduje z wynikami innych badań, np. Musella i wsp. (2009).

Zawartość białka jak i wody była wyrównana we wszystkich badanych szynkach. Poziom białka kształtował się na poziomie 28 – 30% i był podobny do tego, zanotowanego przez Corino i wsp. (2003) oraz Musella i wsp. (2009) w szynkach Parmeńskich.

Pod względem podstawowego składu chemicznego, wyrażonego zawartością wody, tłuszczu, białka i popiołu, wędzonki pozyskane od świń ras rodzimych przewyższały szynki otrzymane z mięsa tuczników charakteryzując się wyższą wartością odżywczą.

4.4.3. Ocena sensoryczna i konsumentka gotowego produktu

Z danych zawartych w tabeli 14 i na rysunku 1 wynika, że szynki dojrzewające, wykonane z mięsa świń użytych w niniejszych badaniach, w przypadku większości cech ocenianych sensorycznie, uzyskały noty powyżej 4 pkt. Wykazano także, że wędzonki pozyskane od świń ras rodzimych, przewyższały pod względem większości cech te, wykonane z mięsa tuczników wysokoprodukcyjnych.

Zanotowano najlepsze wyrównanie barwy ocenianego plastra szynki pochodzącego od świń rasy złotnickiej pstrej oraz puławskiej, u których przypisane im oceny wynosiły odpowiednio 4,42 i 4,40 pkt. Różniły się one zatem znacząco od oceny przyznanej szynkom z mięsa tuczników czterorasowych, wynoszącej tylko 4,00 pkt. ($P < 0,05$).

Pożądalność barwy także była korzystniejsza w przypadku świń ras rodzimych, wśród których wyroby od świń złotnickich pstrych znacznie przewyższały te pozyskane od mieszańców (wbp x pbz) x (d x p) (odpowiednio 4,56 wobec 4,18 pkt.). Świnie puławskie, choć nie różniły się znacząco, także uzyskały wysokie noty dotyczące pożądalności barwy, wynoszące 4,48 pkt.

Najwyższą wartością oceny pod względem pożądalności zapachu, charakteryzowały się wędzonki wykonane z mięsa szynki mieszańców czterorasowych, uzyskując notę 4,44 pkt., podczas kiedy szynki z mięsa tuczników rasy złotnickiej pstrej uzyskały w ocenie tej cechy 4,26 pkt. ($P < 0,05$). Cecha ta u świń puławskich oceniona została na 4,38 pkt.

Wśród pozostałych cech tj. wyglądu ogólnego, konsystencji, związania plastra, soczystości, kruchości, smakowości, nasolenia i marmurkowości, ocenianych w sposób sensoryczny, nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami świń. Jednakże, widoczna była tendencja do uzyskiwania lepszych ocen przez rasy rodzime.

Z danych literaturowych dotyczących oceny organoleptycznej mięsa surowego, gotowanego lub pieczonego oraz gotowych wyrobów, pozyskiwanych od świń ras rodzimych wynika, iż często otrzymują one wysokie noty. Ponadto, porównywane z produktami od świń ras białych lub wysokomięsnych, często je przewyższają, charakteryzując się lepszym

smakiem, zapachem oraz kruchością (Kasprzyk i wsp., 2010; Grześkowiak i wsp., 2007).

Wyniki przeprowadzonej oceny konsumenckiej stanowią potwierdzenie dla oceny organoleptycznej (tabela 15, rysunek 2). Według opinii wyrażonej przez osoby ankietowane, wędzonki wykonane z mięsa pozyskanego od świń ras rodzimych, pod względem większości ocenianych cech, charakteryzują się większą akceptacją konsumentów.

Znaczne zróżnicowanie wśród badanych grup świń, zanotowano w przypadku zapachu szynki. Największą pożądalnością charakteryzowały się wyroby z mięsa świń puławskich uzyskując notę 6,27 pkt., która to różniła je istotnie od wędzonek wykonanych z mięsa tuczników czterorasowych (5,72 pkt.) ($P < 0,01$). Świnie rasy złotnickiej pstrej także różniły się w zakresie tej cechy od świń (wbp x pbz) x (d x p) otrzymując ocenę 6,17 pkt. ($P < 0,05$).

Największą akceptacją konsumentów, pod względem barwy ocenianego plastra szynki, charakteryzowały się wędzonki wykonane z mięsa świń złotnickich, które istotnie przewyższały pod względem tej cechy produkty otrzymane z mięsa tuczników czterorasowych (6,71 pkt. względem 6,06 pkt.) ($P < 0,01$). Dostyc wysoką notę uzyskały także szynki wykonane z mięsa świń puławskich, bowiem była ona na poziomie 6,40 pkt.

Największą akceptacją smaku oraz soczystości cechowały się szynki pozyskane z mięsa świń puławskich, uzyskując notę 6,30 pkt. i 6,22 pkt. Według konsumentów różniły się one znacząco od szynki wykonanych z mięsa tuczników wysokoprodukcyjnych, których smak jak i soczystość ocenione zostały najniżej (5,86 pkt. i 5,78 pkt.) ($P < 0,05$; $P < 0,01$). Smakowitość wędzonek sporządzonych z mięsa świń złotnickich kształtowała się na poziomie 6,16 pkt. a soczystość 5,95 pkt.

Największą akceptację nasolenia uzyskały wędzonki wykonane z mięsa świń złotnickich przewyższając istotnie produkty wykonane z mięsa świń należących do dwóch pozostałych grup (6,28 pkt. wobec 5,64 pkt. i 5,76 pkt.).

Na bardzo wyrównanym poziomie kształtowała się ocena konsystencji wykonanych szynki. Konsumenty przyznali im noty na poziomie 6,15 pkt. i 6,30 pkt. dla wędzonek wykonanych z mięsa świń ras rodzimych oraz 5,99 pkt. dla szynki pochodzących od tuczników czterorasowych.

Podobne porównanie oceny konsumenckiej szynki surowych dojrzewających wykonał Cannata i wsp. (2010). Poddając ocenie szynki Parmeńskie oraz te, pozyskane od świń mieszańców z udziałem rasy pietrain, uzyskał on najwyższe noty w ogólnej ocenie dla szynki Parmeńskich. Wśród ocenianych cech charakteryzowały się one ponadto najwyżej ocenionym smakiem oraz najwyższą akceptacją zapachu.

Wędzonki surowe dojrzewające wytworzone z szynki pozyskanych od świń ras rodzimych, co do większości ocenianych cech, uzyskały wyższe noty zarówno podczas oceny organoleptycznej jak i konsumenckiej. Osoby ankietowane, przyznały im wysoką punktację za zapach, barwę oraz cechy związane ze smakowitością i soczystością gotowego produktu.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że tusze i mięso pozyskiwane od polskich ras rodzimych – puławskiej i złotnickiej pstrej, charakteryzują się szeregiem wartościowych cech, odróżniających je od surowca z tzw. chowu masowego, w którym wykorzystywane są mieszańce współczesnych ras wysokoprodukcyjnych. Dotyczy to także zawartości niezwykle cennych składników mięsa, którym przypisuje się funkcjonalny charakter. Analiza gotowego produktu, wykonanego w zestandaryzowanych warunkach technologicznych, potwierdziła dużą przydatność polskich ras rodzimych do pozyskiwania surowca rzeźnego o szczególnej jakości, mogącej mieć charakter żywności prozdrowotnej. Ocena wędzonek surowych dojrzewających, pod względem cech fizykochemicznych, sensorycznych i co bardzo istotne - ocena konsumencka, w zdecydowanej większości przypadków wykazała także przewagę produktu wytworzonego z mięsa ras rodzimych.

Badane parametry jakości tusz kształtowały się na ogół korzystniej u mieszańców wysokoprodukcyjnych, charakterystycznych dla chowu masowego. Tusze ras rodzimych były bardziej otluszczone, aczkolwiek grubość słoniny u rasy złotnickiej pstrej była zbliżona do badanych mieszańców towarowych, a wyraźnie grubsza słonina wystąpiła w tuszach rasy puławskiej. Swoistym zaskoczeniem była długość tusz zwierząt rasy złotnickiej pstrej, w sposób istotny przewyższająca tusze pozostałych grup. Parametry wskazujące na mięsność badanych tusz kształtowały się korzystniej u mieszańców towarowych. Świnie ras rodzimych charakteryzowały się wyższą wydajnością rzeźną.

Stopień zakwaszenia badanego mięsa 45 minut i 48 godzin po uboju kształtował się najkorzystniej w przypadku rasy puławskiej, a najmniej korzystnie u badanych mieszańców. Było to dobrym prognostykiem kształtowania parametrów określających jakość mięsa. Jego barwa określana metodami instrumentalnymi i sensorycznymi wykazała największą intensywność w przypadku świń rasy złotnickiej pstrej, aczkolwiek pod tym względem całość badanego mięsa została uznana jako na poziomie normalnym. Mięso świń rasy puławskiej było ocenione jako najbardziej miękkie, ale cechowała je najbardziej pożądana marmurkowość.

Ubytki masy mięsa spowodowane utratą wody podczas przechowywania bądź obróbki termicznej stanowią ważny parametr oceny jakości i przydatności technologicznej mięsa. Pod tym względem mięso świń puławskich i złotnickich pstrych kształtowało się wyraźnie korzystniej niżeli u badanych mieszańców czterorasowych. Podczas 48 godzinnego przechowywania w warunkach chłodniczych, mięso od świń puławskich traciło prawie 2-krotnie mniej soku mięśniowego niżeli porównywane mieszańce wysokoprodukcyjne, a mięso świń złotnickich było wynikami zbliżone do rasy puławskiej. Natomiast podczas obróbki termicznej zdecydowanie mniejsze straty notowano w mięsie świń złotnickich. Wodochłonność oceniana jako procentowy udział wody luźnej

w mięsie (WHC) była natomiast dość wyrównana i na stosunkowo niskim poziomie. Oceniana kruchość mięsa kształtowała się najkorzystniej w przypadku rodzimej rasy puławskiej.

Ocena histologiczna badanego materiału nie wykazała istotnych różnic między grupami pod względem liczby włókien na jednostkę powierzchni, jednakże najmniej stwierdzono ich w mięsie świń złotnickich pstrych. Natomiast najmniejszą ich średnicą cechowało się mięso świń puławskich. Zarówno wielkość włókien jak i wykazana duża marmurkowatość tego mięsa, świadcząca o większej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (4,07%), mogą przemawiać za większą delikatnością i mniejszą jędrnością mięsa pozyskanego od świń rasy puławskiej.

Mięso wszystkich badanych grup zwierząt charakteryzowało się wysoką wartością odżywczą. Najwięcej pełnowartościowego białka (25,23%) zawierało jednak mięso świń złotnickich pstrych, przy zawartości tłuszczu śródmięśniowego uznawanej za optymalną (2,25%). Istotnie więcej tłuszczu śródmięśniowego stwierdzono w mięsie rasy puławskiej, a najmniej u tuczników mieszańców.

Wysoka zawartość popiołu (1,63%) zanotowana w mięsie świń złotnickich pstrych, przełożyła się na zawartość w nim makro- i mikroelementów. Przy czym również świnię puławską przewyższały pod względem większości składników mineralnych tuczniki wysokoprodukcyjne. Dodatkowo mięso świń ras rodzimych posiadało znacznie więcej cynku i łatwo przyswajalnego żelaza (2 - 4-krotnie) niż mięso tuczników (wbp x pbz) x (d x p).

W mięsie wszystkich badanych grup świń zanotowano wyrównany poziom kwasów tłuszczowych nasyconych. Podobnie kształtowało się to w przypadku kwasów tłuszczowych nienasyconych, a największą ich ilość w postaci jednonienasyconej, stwierdzono w mięsie świń rasy puławskiej. Razem z kwasami tłuszczowymi nasyconymi wpływają one na poprawę właściwości sensorycznych związanych głównie ze smakowitością mięsa. Najkorzystniejszym stosunkiem kwasów omega 6 do omega 3 charakteryzowało się mięso tuczników puławskich (8,79:1) oraz mieszańców wysokoprodukcyjnych (8,88:1). Natomiast kwasy tłuszczowe hipocholesterolemiczne (DFA) i hipercholesterolemiczne (OFA) występowały w mięsie badanych świń na zbliżonym poziomie (73,70-74,40% i 25,13-25,36%). Ta sama tendencja dotyczyła wielkości wskaźnika aterogenności (AI) przy jednocześnie zanotowanej niższej wartości wskaźnika trombogenności (TI) w mięsie mieszańców z chowu masowego.

Wędzonki surowe dojrzewające pozyskane z mięsa szynki świń ras rodzimych posiadały wyższą wartość odżywczą w porównaniu z gotowym produktem wytworzonym z mięsa mieszańców (wbp x pbz) x (d x p). Wykonane szynki dojrzewające uzyskały wysokie noty podczas oceny sensorycznej. Wędzonki wykonane z mięsa świń ras rodzimych wyraźnie różniły się w zakresie ocenianej barwy osiągając najwyższą ocenę. Ocena konsumencka także wykazała lepszą barwę, smakowitość oraz soczystość ocenianych wędzonek.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Tusze pozyskiwane od świń badanych ras rodzimych charakteryzowały się większym otłuszczeniem i mniejszą mięsnością w stosunku do mieszańców czterorasowych pozyskiwanych we współczesnym tzw. chowie masowym. Ta obniżona jakość tusz rekompensowana była jednak lepszymi parametrami jakości ich mięsa. Należy także dodać, że mięso mieszańców uznawanych za wysokoprodukcyjne spełniało również warunki mięsa dobrej jakości.
2. Stwierdzona wysoka wartość odżywcza mięsa świń ras rodzimych, a także obecność ważnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu składników mineralnych, w tym zwłaszcza występującego w znacznych ilościach łatwo przyswajalnego żelaza, świadczą o dużej przydatności tego mięsa w diecie człowieka.
3. Wykorzystane w niniejszych badaniach tuczniaki ras rodzimych, przewyższały mieszańce z chowu masowego pod względem większości cech określających jakość mięsa - również tych, którym przypisuje się funkcjonalny charakter. Ponadto notuje się w nim cechy, które wpływają na poprawę właściwości sensorycznych, związanych z wyglądem ogólnym oraz smakiem.
4. Przeprowadzona ocena jakości gotowego produktu, który stanowiły wędzonki surowe dojrzewające, wskazała na jego ogólnie wysoką jakość. Jednakże, pod względem większości ocenianych cech wędzonki pozyskane z mięsa świń ras rodzimych uzyskały wyższe noty oraz cieszyły się większą akceptacją konsumentów.
5. Badania dotyczące jakości mięsa świń rasy puławskiej i złotnickiej pstrej oraz zawartych w nim składników pozytywnie wpływających na zdrowie, powinny być kontynuowane, z uwzględnieniem wpływu innych ważnych czynników kształtujących jakość mięsa i jego przetworów (m.in. uwarunkowań genetycznych, żywienia, warunków utrzymania). Przeprowadzone badania skutecznie do tego zachęcają i potwierdzają potrzebę ich kontynuacji.
6. Świnie polskich ras rodzimych, ze względu na swoje walory użytkowe i niepowtarzalne cechy należy uznać jako zwierzęta szczególnie cenne dla polskiej hodowli zwierząt gospodarskich. Powinny być traktowane jako dobro narodowe i być przedmiotem szczególnej troski zarówno decydentów jak i osób bezpośrednio realizujących politykę hodowlaną państwa.

6. STRESZCZENIE

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było dokonanie oceny jakości mięsa pochodzącego od świń ras rodzimych - puławskiej i złotnickiej pstrej oraz mieszańców czterorasowych (wbp x pbz) x (d x p). Podjęto próbę określenia zawartości niektórych składników funkcjonalnych. Jednym z elementów badań było również wykonanie szczegółowej oceny jakości wędzonek surowych dojrzewających, wytworzonych w tej samej technologii oraz ich ocena konsumencka.

W ramach niniejszych badań wykonano podstawową ocenę jakości tusz. Określono także parametry oceny jakości mięsa uwzględniając: kwasowość, ocenę sensoryczną, wodochłonność, kruchość, barwę oraz profil histochemiczny mięśnia. Oceniono właściwości funkcjonalne: wartość odżywczą badanego mięsa, zawartość składników mineralnych oraz profil kwasów tłuszczowych. Oszacowano wskaźniki dietetyczne badanego mięsa. Ocena gotowego produktu obejmowała cechy fizykochemiczne oraz te oceniane organoleptycznie.

Najgrubszą słoniną charakteryzowały się świnię puławskie (30,28 mm) względem pozostałych dwóch grup ($P<0,01$). Tusze świń ras rodzimych były słabiej umięśnione, czego dowodem jest mniejsza powierzchnia oka polędwicy (38,15 mm i 37,97 mm wobec 47,65 mm) ($P<0,01$). Najciemniejszym mięsem cechowały się tuczniaki złotnickie pstre (49,19) ($P<0,01$). Zanotowano także w przypadku tej rasy najmniejszy wyciek termiczny (21,80%). Natomiast mniejszy swobodny wyciek soku stwierdzono w przypadku mięsa tuczników ras rodzimych (2,26 i 2,95%) względem mieszańców czterorasowych (4,57%) ($P<0,01$). Najwyższą zawartość białka stwierdzono w mięsie świń złotnickich pstrych (25,23%) przy optymalnej zawartości tłuszczu (2,25%). W mięsie świń rasy puławskiej zanotowano największą ilość kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (52,72%), a wielonienasyconych było najwięcej w mięsie mieszańców czterorasowych (16,77% wobec 9,32% i 15,19%) ($P<0,01$). Nie stwierdzono różnic pomiędzy badanymi grupami w przypadku wskaźnika aterogenności. Istotne różnice wystąpiły pomiędzy tuczniakami wysokoprodukcyjnymi a świniami rasy puławskiej przy oszacowaniu wskaźnika trombogenności, z korzyścią dla tych pierwszych (1,03 wobec 1,11). Ocena gotowego produktu wskazała korzystniejszą barwę, smak i soczystość wędzonek pozyskanych z mięsa świń ras rodzimych.

Gorsze wyniki, uzyskane podczas oceny jakości tusz, przez świnię ras rodzimych, rekompensowane są lepszymi wynikami jakości pozyskanego od nich mięsa. Ponadto, pod względem większości cech funkcjonalnych oraz tych, ocenianych na gotowym produkcie, przewyższało ono mięso tuczników z chowu masowego.

7. SUMMARY

The aim of this dissertation was to evaluate the meat quality obtained from native breeds of pigs – Puławska and Złotnicka Spotted, and crossbreds ((PLW x PL) x (D x P)). The content of some functional components was determined. One part of the study detailed assessment of the dry cured ham quality. They were made using the same technology and their consumer evaluation was done.

In the present study basic evaluation of carcasses quality was made. Also the meat quality parameters as acidity, sensory evaluation, water holding capacity, tenderness, color and histochemical profile of muscle were determined. Functional components as meat nutritional value and fatty acids profile were determined. Dietary indicators of meat such as atherogenic and thrombogenic index were estimated. Evaluation of the final product included physicochemical properties and those evaluated organoleptically was made.

The Puławska pigs was characterized by the most backfat thickness (30.28 mm) compared to two other groups ($P < 0.01$). Carcasses obtained from native breeds of pigs were characterized by less meatiness and smaller loin eye area (38.15 mm and 37.97 mm versus 47.65 mm) ($P < 0.01$). The darkness meat of Złotnicka Spotted fatteners (49.19) ($P < 0.01$) was noted. Also the smallest thermal loss (21.80%) in meat of this breed was stated. While the smaller drip loss in meat from native breeds was observed (2.26% and 2,95% versus 4.57%; $P < 0.01$). The highest content of protein in meat of Złotnicka Spotted pigs (25.23%) with optimal fat was noted (2.25%). The most monounsaturated fatty acids in meat of Puławska pigs was stated (52.72%) and polyunsaturated fatty acids was the most in meat of fourbreed crossbreds (16.77% versus 9.32% and 15.19%) ($P < 0.01$). There were not any significant differences between analysed groups in the case of atherogenicity index. Significant differences between crossbreds and Puławska fatteners in estimation of thrombogenicity index were noted (1.03 versus 1.11; $P < 0,05$). Evaluation of final product has shown more favorable color, taste and juiciness of dry cured hams obtained from meat of native breeds of pigs.

A worse results, obtained in evaluation of carcasses quality by native breeds of pigs were compensated by better results of their meat quality. Moreover, in respect to most functional traits and these evaluated on final product, meat from native breed of pigs was better than meat obtained from crossbreds.

8. PIŚMIENNICTWO

- [1] Achremowicz K., Szary-Sworst K. 2005. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 44, 23-35
- [2] Alfonso L., Mourot J., Insausti K., Mendizabal J. A., Arana A. 2005. Comparative description of growth, fat deposition, carcass and meat quality characteristics of Basque and Large White pigs. *Animal Research*, 54, 33-42
- [3] Alonso V., del Mar Campo M., Español S., Roncales P., Beltrán J. A. 2009. Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science*, 81, 209-217
- [4] Apple J. K. 2007. Effects of nutritional modifications on the water-holding capacity of fresh pork: A review. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124, Supplement 1, 43-58
- [5] Babicz M., Blicharski T., Bajda Z. 2011. Świnie rasy puławskiej, dziedzictwo historii polskiego rolnictwa. Świnie rasy puławskiej, dziedzictwo historii polskiego rolnictwa, Zarząd Województwa Lubelskiego, Lublin, 6-22
- [6] Babicz M., Kamyk P., Rejduch B., Kozubska-Sobocińska A., Stasiak A., Lechowski J. 2010. Wykorzystanie świń rasy puławskiej do produkcji wieprzowiny o specyficznej jakości. *Medycyna Weterynaryjna*, 66, 8, 555-558
- [7] Babicz M., Kamyk P., Stasiak A., Pastwa M. 2009. Opportunities to use Puławska pigs for heavy fattener production. *Annals of Animal Science*, 9, 3, 259-268
- [8] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I. 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy - Metody - Zastosowania. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków
- [9] Beattie V. E., Weatherup R. N., Moss B. W., Walker N. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Science*, 52, 205-211
- [10] Bidner B. S., Ellis M., Brewer M. S., Campion D., Wilson E. R., McKeith F. K. 2004. Effect of ultimate pH on the quality characteristics of pork. *Journal of Muscle Foods*, 15, 139-154
- [11] Bilaska W., Michalska K. 1981. Higiena żywności zwierzęcego pochodzenia. *Medycyna Weterynaryjna*, 37, 6, 372-373
- [12] Blicharski T. 2013. Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. Opracowanie wyników badań laboratoryjnych. Praca zbiorowa, Warszawa
- [13] Blicharski T., Bajda Z., Hammermeister A., Ptak J. 2005. Świnie rasy puławskiej wczoraj i dzisiaj. 70-lecie Uznania Ksiąg Świń Gołębskich-Puławskich. Opacz k. Warszawy, 2-21

- [14] Bocian M., Wojtysiak D., Jankowiak H., Cebulska A., Kapelański W., Migdał W. 2012. Carcass, meat quality and histochemical traits of *m. longissimus lumborum* from Złotnicka Spotted pigs and commercial pigs. *Folia Biologica* (Kraków), 60, 3-4, 181-187
- [15] Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Walisiewicz-Niedbalska W. 2010. An assessment of fats of plant and animal origin in relation to their atherogenic and thrombogenic indices. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt LXI*, 579, 107-114
- [16] Bogucka J., Kapelański W. 2005. Microstructure of *longissimus lumborum* Muscle in Pigs of several Breeds and Its Relation to Meat Quality Traits. *Folia Biologica*, 53, Supplement, 86-90
- [17] Bogucka J., Kapelański W., Elminowska-Wenda G., Walasik K., Lewandowska K. L. 2008. Comparison of microstructural traits of *Musculus longissimus lumborum* in wild boars, domestic pigs and wild boar/domestic pig hybrids. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf*, 51, 4, 359-365
- [18] Boles J. A., Pegg R. 2005. Meat Color. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program, Product Development and Research for Meat Processors
- [19] Bonneau M., Lebret B. 2010. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Science*, 84, 293-300
- [20] Borzuta K., Grześkowiak E., Strzelecki J., Rogalski J., Lisiak D. 2004. Changes in the slaughter value occurring over the last two decades in crossbreds with Pulawska pigs. *Animal Science Papers and Reports*, 22, Supplement 3, 101-106
- [21] Borzuta K., Pospiech E. 1999. Analiza korzyści związanych ze wzrostem mięsności tuczników oraz strat spowodowanych pogorszeniem jakości mięsa. *Gospodarka Mięsna*, 9, 36-40
- [22] Brewer M. S., Zhu L. G., Bidner B., Meisinger D. J., McKeith F. K. 2001. Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57, 169-176
- [23] Brook M. H. 1970. Some comments on neural influence on the two histochemical types of muscle fibers. In: "Physiology and Biochemistry on Muscle as a Food". Edited by Briskey E. J., Cassens R. C., Marsh B. B. University of Wisconsin Press, Madison, 2, 131-153
- [24] Buczyński J. T., Nienartowicz-Zdrojewska A., Panek A., Szulc K., Skrzypczak E. 2011. Results of post slaughter evaluation of crossbred fatteners (Złotnicka Spotted x duroc) and purebred fatteners (Złotnicka Spotted). *Journal of Central European Agriculture*, 12, 4, 615-624
- [25] Buczyński J., Szulc K., Luciński P., Szyndler-Nędza M. 2009. Program ochrony zasobów genetycznych świń rasy złotnickiej pstrej, 1-10

- [26] Buczyński J. T., Zaborowski T., Szulc K. 1997. Fattening and slaughter performance of meat-type crossbred porkers with a share of Zlotnicka Spotted pig. *Animal Science Papers and Reports*, 15, 3, 149-154
- [27] Cannata S., Ratti S., Meteau K., Mourot J., Baldini P., Corino C. 2010. Evaluation of different types of dry-cured ham by Italian and French consumers. *Meat Science*, 84, 601-606
- [28] Cassady J. P., Young L. D., Leymaster K. A. 2002. Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits. *Journal of Animal Science*, 80, 2286-2302
- [29] Cichosz G., Czeczot H. 2012. Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLV, 2, 181-190
- [30] Corino C., Magni S., Rossi R., Mourot J. 2003. Effect of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism, and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 2219-2229
- [31] Czarniecka-Skubina E., Przybylski W., Jaworska D., Wachowicz I., Urbańska I., Niemyjski S. 2007. Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6, 55, 285-294
- [32] Čandek-Potokar M., Lefaucheur L., Žlender B., Bonneau M. 1999. Effect of slaughter and/or age on histological characteristics of pig *longissimus dorsi* muscle as related to meat quality. *Meat Science*, 52, 195-203
- [33] Čandek-Potokar M., Monin G., Žlender B. 2002. Pork quality, processing, and sensory characteristics of dry-cured hams as influenced by duroc crossing and sex. *Journal of Animal Science*, 80, 988-996
- [34] ČSN ISO 5508 (1994): Animal and vegetable fats and oils. Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids. The Czech Office for Standards, Metrology and Testing Prague, Czech Republic
- [35] ČSN 570185 (1985). Testing methods for meat and meat products
- [36] Daszkiewicz T., Bąk T., Denaburski J. 2005a. Quality of pork with a different muscular fat (IMF) content. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14/55, 1, 31-36
- [37] Daszkiewicz T., Wajda S., Kapelański W. 2005b. Porównanie jakości mięsa loszek i loch pierwiastek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 44, Supplement, 21-27
- [38] De Smet S. M., Pauwels H., De Bie S., Demeyer D. I., Callewier J., Eeckhout W. 1996. Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal, and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, 74, 1854-1863
- [39] Diplock A., Aggett P., Ashwell M., Bornet F., Fern E., Roberfroid M. 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition* 81, 1, 1-27

- [40] Elminowska-Wenda G. 2007. Mikrostruktura mięśni szkieletowych drobiu i świń w zależności od wybranych czynników genetycznych i żywieniowych. Rozprawy nr 126, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, 13, 26
- [41] Enfält A. Ch., Lundström K., Hensson I., Johansen S., Nyström P. E. 1997. Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of the RN allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in hampshire-sired pigs. *Livestock Production Science*, 47, 3, 221-229
- [42] Enser M., Hallett K., Hewitt B., Fursey G. A. J., Wood J. D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, 42, 4, 443-456
- [43] Fabri R., Bergonzini E. 1981. Performance of pure and cross-bred Spotted Poland pigs. *Rivista di Suinicoltura* 22, 4, 25-33
- [44] Faustman C., Cassens R. G. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat. A review. *Journal of Muscle Foods*, 1, 217-243
- [45] Fábrega E., Manteca X., Font J., Gispert M., Carrión D., Velarde A., Ruiz-de-la-Torre J. L., Diestre A. 2002. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. *Meat Science*, 62, 463-472
- [46] Fábrega E., Manteca X., Font J., Gispert M., Carrión D., Velarde A., Ruiz-de-la-Torre J. L., Diestre A. 2004. A comparison of halothane homozygous negative and positive pietrain sire lines in relation to carcass and meat quality, and welfare traits. *Meat Science*, 66, 777-787
- [47] Fernandez X., Monin G., Talmant A., Mourot J., Lebret B. 1999. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat – 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. longissimus lumborum*. *Meat Science*, 53, 59-65
- [48] Fernandez X., Neyraud E., Astruc T., Sante V. 2002. Effects of halothane genotype and pre-slaughter treatment on pig meat quality. Part 1. Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of *m. Longissimus lumborum*. *Meat Science*, 62, 429-437
- [49] Fernandez X., Tornberg E. 1991. A review of the causes of variation in muscle glycogen content and ultimate pH in pigs. *Journal of Muscle Foods*, 2, 209-235
- [50] Florowski T., Pisula A., Adamczak L., Buczyński J. T., Orzechowska B. 2006. Technological parameters of meat in pigs of two Polish local breeds – Złotnicka Spotted and Pulawska. *Animal Science Papers and Reports*, 24, 3, 217-224
- [51] Florowski T., Pisula A., Rola M. 2008. Porównanie mięsności i jakości technologicznej mięsa świń rasy puławskiej i jej krzyżówek z rasami wielka biała polska i polska biała zwisłoucha. *Medycyna Weterynaryjna*, 64, 5, 673-676

- [52] Florowski T., Pisula A., Rola M., Adamczak L. 2007. Wpływ krzyżowania towarowego świń rasy puławskiej z rasami wbp i pbz na jakość kulinarną mięsa. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, XLV/1, 25-34
- [53] Florowski T., Pisula A., Słowiński M., Orzechowska B. 2006a. Processing suitability of pork from different breeds in Poland. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 5, 2, 55-64
- [54] Folch J., Lees M., Stanley S.G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 226, 497-509
- [55] Fortin A., Robertson W. M., Tong A. K. W. 2005. The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. Meat Science, 69, 297-305
- [56] Fortina R., Barbera S., Lussiana C., Mimosi A., Tassone S., Rossi A., Zanardi E. 2005. Performances and meat quality of two Italian pig breeds fed diets for commercial hybrids. Meat Science, 71, 713-718
- [57] Fujii J., Otsu K., Zorzato F., De Leon S., Khanna V. K., Weiler J. E., O'Brien P. J., MacLennan D. H. 1991. Identification of a Mutation in Porcine Ryanodine Receptor Associated with Malignant Hyperthermia. Science, 253, 448-451
- [58] Gajewczyk P., Madejek-Świątek E., Kowalska K. 2005. Wartość tuczna i rzeźna świń pochodzących z różnych wariantów krzyżowania towarowego. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Zootechnika LIII, 529, 7-11
- [59] Galli C., Calder P. C. 2009. Effects of fat and fatty acid intake on inflammatory and immune responses: A critical review. Annals of Nutrition and Metabolism, 55, 123-139
- [60] Giuffrida-Mendoza M., Arenas de Moreno L., Uzcátegui-Bracho S., Rincón-Villalobos G., Leidenz-Huerta N. 2007. Mineral content of *longissimus dorsi thoracis* from water buffalo and Zebu-influenced cattle at four comparative ages. Meat Science, 75, 487-493
- [61] Goerl K. F., Eilert S. J., Mandigo R. W., Chen H. Y., Miller P. S. 1995. Pork characteristics as affected by two populations of swine and six crude protein levels. Journal of Animal Science, 73, 3621-3626
- [62] Grau R., Hamm R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. Fleischwirtschaft, 4, 295-297
- [63] Grela E. R., Kowalczyk E. 2009. Zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych mięsa i wybranych wędlin z ekologicznej produkcji świń. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4, 65, 34-40
- [64] Grela E. R., Kowalczyk-Vasilev E., Klebaniuk R. 2013. Performance, pork quality and fatty acid composition of entire males, surgically castrated or immunocastrated males, and female pigs reared under organic system. Polish Journal of Veterinary Sciences, 16, 1, 107-114

- [65] Gronek P., Słomski R., Kwiatkowska J. 1998. Molekularne podłoże podwyższonej wrażliwości świń na czynniki stresowe. *Medycyna Weterynaryjna*, 54, 1, 29-32
- [66] Grześkowiak E., Borys A., Borzuta K., Buczyński J. T., Lisiak D. 2009. Slaughter value, meat quality and backfat fatty acid profile in Zlotnicka White and Zlotnicka Spotted fatteners. *Animal Science Papers and Reports*, 27, 2, 115-125
- [67] Grześkowiak E., Borzuta K., Borys A. 2004. Meat quality of Puławska fatteners from the current market purchase. *Animal Science Papers and Reports*, 22, Supplement 3, 107-112
- [68] Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Strzelecki J., Janiszewski P. 2010. Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia longissimus dorsi mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (D x P). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6, 73, 189-198
- [69] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Buczynski J. T., Lisiak D., Janiszewski P. 2007. Jakość tusz oraz przydatność technologiczna mięsa świń ras złotnickich. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 34, 2, 239-250
- [70] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Lisiak D. 2006. Results of assessment of meat quality in fat-meat type pigs currently fattened on small farms. *Animal Science Papers and Reports*, 24, Supplement 1, 113-118
- [71] Hamilton D. N., Ellis M., Hemann M. D., McKeith F. K., Miller K. D., Purser K. W. 2002. The impact of *Longissimus* glycolytic potential and short-term feeding of magnesium sulfate heptahydrate prior to slaughter on carcass characteristics and pork quality. *Journal of Animal Science*, 80, 6, 1586-1592
- [72] Hoffmann M., Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F. 2010. Functional food of animals origin. Meat and meat products. *Nauka. Przyroda. Technologie. Dział: Nauki o Żywności i Żywieniu*, 4, 5, 1-13
- [73] Honikel K.O., 1987 - The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 67 (9), 1098-1102
- [74] Hornsey H. C. 1956. The colour of cooked cured pork. I.- Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7, 534 – 540
- [75] Huff-Lonergan E., Baas T. J., Malek M., Dekkers J. C. M., Prusa K., Rothschild M. F. 2002. Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science*, 80, 617-627
- [76] Huff-Lonergan E., Lonergan S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71, 194-204
- [77] Itten J. 1997. *The Elements of Color*. Chapman and Hall, London
- [78] Janicki B., Buzala M. 2013. Wpływ kolagenu na jakość technologiczną mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 87, 19-29

- [79] Jankowiak H., Bocian M., Kapelański W., Roślewska A. 2010a. Zależność między otluszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6, 73, 199-208
- [80] Jankowiak H., Kapelański W., Kwiatkowska B. E., Biegniewska M., Cebulska A. 2009. Carcass and meat quality of Złotnicka Spotted pigs in comparison to Polish Large White x Polish Landrace crossbred pigs. *Research in Pig Breeding*, 3, 4-6
- [81] Jankowiak H., Sielska N., Kapelański W., Bocian M., Zmudzińska A. 2010b. The effect of *H-FABP* gene polymorphism on carcass and meat quality in the polish native Złotnicka Spotted pig. *Journal of Central European Agriculture*, 11, 4, 459-464
- [82] Johnson R. K. 1981. Crossbreeding in swine: experimental results. *Journal of Animal Science*, 52, 4, 906-923
- [83] Josell A., Von Seth G., Tornberg E. 2003. Sensory quality and the incidence of PSE of pork in relation to crossbreed and RN phenotype. *Meat Science* 65, 651-660
- [84] Jurczak E. M. 2005. *Towaroznawstwo produktów zwierzęcych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 113
- [85] Kajak K., Przybylski W., Jaworska D., Rosiak E. 2007. Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1, 50, 26-34
- [86] Kapelański W., Buczyński T. J., Bocian M. 2006. Slaughter value and meat quality in the Polish native Złotnicka Spotted pig. *Animal Science Papers and Reports*, 24, Supplement 1, 7-13
- [87] Kapelański W., Kortz J., Rak B., Grajewska S., Bocian M. 1999. Meat quality of pietrain and złotniki spotted pigs and their crossbreds evaluated in 1969 and 1997. *Advances in Agricultural Sciences*, Szczecin, VI, 2, 25-31
- [88] Kapelański W., Rak B., Buczyński J., Bocian M. 2004. Slaughter value and meat quality of the Złotnicka Spotted native polish breed of pigs. *Farm animal breeding under EU conditions*, Proceedings of international scientific conference, Nitra, 275-280
- [89] Karamucki T., Jakubowska M., Rybarczyk A., Szaruga R., Gardzielewska J., Natalczyk-Szymkowska W. 2006. Relationship between CIE L*a*b* and CIE L*C*h* scale colour parameters determined when applying illuminant C and observer 2° and illuminant D65 and observer 10° and proximate chemical composition and quality traits of porcine *longissimus lumborum* muscle. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15/56, 2, 129-135
- [90] Karlsson A. H., Klont R. E., Fernandez X. 1999. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livestock Production Science*, 60, 255-269

- [91] Karpiesiuk K., Kozera W., Bugnacka D., Falkowski J. 2013. Wpływ warunków chowu tuczników na jakość mięsa i profil kwasów tłuszczowych w mięśniu najdłuższym grzbietu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 88, 39-50
- [92] Kasprzyk A., Babicz M., Kamyk-Kamieński P., Lechowski J. 2013. Slaughter value and meat quality of Pulawska and Polish Landrace breeds fatteners. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia*, XXXI, 3, Sectio EE, 1-9
- [93] Kasprzyk A., Stasiak A., Babicz M. 2010. Meat quality and ultrastructure of muscle tissue from fatteners of Wild Boar, Pulawska and its crossbreed Pulawska x (hampshire x wild boar). *Archiv Tierzucht* 53, 2, 184-193
- [94] Kauffman R. G., Cassens R. G., Scherer A., Meeker D. L. 1993. Variations in pork quality. History, definition, extent, resolution. *Swine Health and Production*, March, 28-34
- [95] Klont R. E., Brocks L., Eikelenboom G. 1998. Muscle Fibre Type and Meat Quality. *Meat Science*, 49, Supplement 1, 219-229
- [96] Kłosowska D., Fiedler I. 2003. Muscle fibre types in pigs of different genotypes in relations to meat quality. *Animal Science Papers and Reports*, 21, Supplement 1, 49-60
- [97] Knapp P., Willam A., Sölkner J. 1997. Genetic parameters for lean meat content and meat quality traits in different pig breeds. *Livestock Production Science*, 52, 69-73
- [98] Kolanowski W., Świdorski F. 1997. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n – 3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne, zalecenie spożycia, wzbogacanie żywności. *Żywność Człowieka i Metabolizm*, 2, 49-63
- [99] Koohmaraie M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43,1, 193-201
- [100] Kortz J., 1998. Ocena Surowców rzeźnych. Szczecin
- [101] Kortz J., Grajewska S., Różyczka J., Barzdo R. 1968. Wartość diagnostyczna pH mierzonego w mięśni, 45 minut po uboju, dla oceny występowania mięsa wodnisteo u świń. *Medycyna Weterynaryjna*, 6, 325-329
- [102] Krzysztoforski K., Nowak J., Migdał W. 2007. Wpływ zróżnicowanej mięsności tuczników rasy pbz na profil kwasów tłuszczowych w mięśni najdłuższym grzbietu (*M. Longissimus*). *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 34, 2, 157-163
- [103] Lagin L., Bobček B., Mrázová J., Debreceni O., Adamec M. 2008. The effect of organic selenium on slaughter value, physical-chemical and technological quality characteristic of pork. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, *Biotechnology in Animal Husbandry* 24, 1-2, 97-107

- [104] Lee S., Norman J. M., Gunasekaran S., van Laack R. L. J. M., Kim B. C., Kauffman R. G. 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*, 55, 385-389
- [105] Lefaucheur L. 2010. A second look into fibre typing – Relation on meat quality. *Meat Science*, 84, 257-270
- [106] Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M. 2004. Surowce zwierzęce ocena i wykorzystanie pod redakcją Z. Litwińczuka, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 205-288
- [107] Łyczynski A., Wajda S., Czyżak-Runowska G., Rzoszińska E., Grześ B. 2006. Effect of environmental conditions on pork meat quality – a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15/56, 2, 109-116
- [108] Maiorano G., Gambacorta M., Tavaniello S., D'Andrea M., Stefanon b., Pilla F. 2013. Growth, carcass and meat quality of Casertana, Italian Large White and Duroc x (Landrace x Italian Large White) pigs reared outdoors. *Italian Journal of Animal Science*, 12, 69, 426-431
- [109] Mancini R. A., Hunt M. C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121
- [110] Marchello M. J., Slinger W. D., Milne D. B. 1985. Macro and Micro Minerals from Selected Muscles of Pork. *Journal of Food Science*, 50, 5, 1375-1378
- [111] Marciniak-Łukasiak K., Krygier K. 2004. Charakterystyka kwasów omega-3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej. *Przemysł Spożywczy*, 12, 57, 32-36
- [112] Martoccia L., Brambilla G., Macri A., Moccia G., Cosentino E. 1995. The Effect of Transport on Some Metabolic Parameters and Meat Quality in Pigs. *Meat Science*, 40, 271-277
- [113] Mieńkowska-Stępniewska K., Kulisiewicz J., Orzechowska B., Kamyczek M., Batorska M. 2006. Muscle lipids in Polish maternal and paternal breeds of pigs. *Animal Science Papers and Reports*, 24, 3, 175-186
- [114] Migdał W., Barowicz T., Borowiec F., Koczanowski J., Pieszka M., Wojtysiak D., Paściak P., Żivković B. 2004. Pozytywne i negatywne aspekty stosowania olejów roślinnych w żywieniu świń. *Rośliny oleiste*, XXV, 561-572
- [115] Migdał W., Orzechowska B., Różycki M., Tyra M., Wojtysiak, D., Duda I. 2006. Chemical composition and texture parameters of loin from polish landrace, polish large white and pietrain fatteners. *Annals of Animal Science*, Supplement 2/2, 375-378
- [116] Migdał W., Wojtysiak D., Paściak P. 2005. Profil histochemiczny mięśni tuczników w zależności od rodzaju mięśnia, płci, rasy, masy ciała i żywienia. *Żywność*, 3, 44, Suplement, 158-168

- [117] Migdał W., Živković B., Nowocien A., Przeor I., Palka K., Natonek-Wiśniewska M., Wojtysiak D., Walczycka M., Duda I. 2007. Chemical composition and texture parameters of loin from polish landrace fatteners slaughtered in different age. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, *Biotechnology in Animal Husbandry* 23, 5-6, 277-282
- [118] Milczarek A., Osek M. 2009. Wpływ wysokiego udziału owsa nieoplewionego w mieszance na efekty tuczu, wartość rzeźną i jakość mięsa świń. *Acta Scientaria Polonorum Zootechnica* 8, 3, 27-38
- [119] Milczarek A., Osek M., Olkowski B., Klocek B., Lipnicka A. 2012. The comparison of fattening results, slaughter value and meat quality of pig crossbreeds Pulawska x Polish Large White and Polish Landrace x Polish Large White. *Acta Scientaria Polonorum Zootechnica*, 11, 3, 31-40
- [120] Moeller S. J., Baas T. J., Leeds T. D., Emmett R. S., Irvin K. M. 2003. Rendement Napole gene effects and a comparison of glycolytic potential and DNA genotyping for classification of Rendement Napole status in hampshire-sired pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 402-410
- [121] Monin G., Sellier P. 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the hampshire breed. *Meat Science*, 13, 1, 49-63
- [122] Musella M., Cannata S., Rossi R., Mourot J., Baldini P., Corino C. 2009. Omega-3 polyunsaturated fatty acid from extruded linseed influences the fatty acid composition and sensory characteristics of dry-cured ham from heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 87, 3578-3588
- [123] Nanni Costa L., Lo Fiego D. P., Dall'Olio S., Davoli R., Russo V. 2002. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, 61, 41-47
- [124] Newman D., Young J., Carr C., Ryan M., Berg E. 2014. Effect of season, transport length, deck location, and lairage length on pork quality and blood cortisol concentrations of market hogs. *Animals*, 4, 627-642
- [125] Nowachowicz J., Michalska G., Bucek T., Wasilewski P. D. 2009. Meat and fat content of crossbred gilts born and kept in Poland in Bydgoszcz Breeding District in years 1995-2004. *Journal of Central European Agriculture*, 10, 4, 367-374
- [126] NPB. 2000. Pork composition and quality assessment procedures. 4th ed. National Pork Board, Des Moines, IA
- [127] Offer G. 1991. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects of chilling regime and extent of glycolysis. *Meat Science*, 30, 157-184

- [128] Oksbjerg N., Petersen J. S., Sorensen I. L., Hencsek P., Vestergaard M., Ertbjerg P., Moller A. J., Bejerholm C., Stoier S. 2000. Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Animal Science*, 71, 81-92
- [129] Olkiewicz M., Moch M., Makala H. 2006. Charakterystyka szynek surowych dojrzewających wyprodukowanych z surowca pochodzącego od wybranych prymitywnych ras polskich. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego*, 44/2, 141-151
- [130] Olkiewicz M., Tyszkiewicz S., Moch P. 2000. Wybrane czynniki determinujące konsystencję szynek surowo dojrzewających produkowanych na małą skalę. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego*, XXXVII, 117-126
- [131] Olszewski A. 2007. *Technologia przetwórstwa mięsa*. Warszawa, 78-291
- [132] Orzechowska B., Tyra M., Mucha A., Żak G. 2012. Jakość tusz świń ras wbp i pbz ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w zależności od poziomu mięsności. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 39, 1, 77-85
- [133] Peryam D. R., Pilgrim F. J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 11, 9, 9-14
- [134] Pérez M. P., Palacio J., Santolaria M. P., Aceña M. C., Chacón G., Gascón M., Calvo J. H., Zaragoza P., Beltran J. A., Garcia-Belenguer S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science*, 61, 425-433
- [135] PN-EN 14084:2004. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych. Oznaczanie zawartości ołowiu, kadmu, cynku, miedzi i żelaza metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (AAS) po mineralizacji mikrofalowej
- [136] PN-EN 15505:2009. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych. Oznaczanie zawartości sodu i magnezu metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS) po mineralizacji mikrofalowej
- [137] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania
- [138] PN-ISO 8589:1998. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej
- [139] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza)
- [140] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego
- [141] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego
- [142] PN 75/A-04018:1975. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko

- [143] Pohja M. S., Niinivaara F. P. 1957. Die bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 9, 193-195
- [144] Pospiech E., Iwańska E., Grześ B. 2003. Kruchosc mięsa kulinarnego i możliwości jej poubojowego kształtowania. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego*, XL, 61-66
- [145] Przybylski W., Jaworska D., Boruszewska K., Borejko M., Podsiadły W. 2012. Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1, 80, 116-127
- [146] Pugliese C., Calagna G., Chiofalo V., Moretti V. M., Margiotta S., Franci O., Gandini G. 2004. Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors: 2. Joints composition, meat and fat traits. *Meat Science*, 68, 523-528
- [147] Pugliese C., Oreste F., Acciaioli A., Riccardo B., Campodoni G., Sirtori F., Gandini G. 2006. Physical, chemical and technological traits of dry-cured ham of Cinta Senese pigs reared outdoors and indoors. *Italian Journal of Animal Science*, 5, 265-276
- [148] Raes K., de Smet S., Demeyer D. 2001. Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids. *Animal Science*, 73, 253-260
- [149] Rak B. 1998. Rasy Polskie. W: „Hodowla i użytkowanie świń” pod red. B. Grudniewskiej, Wydawnictwo Akademii Rolniczo-Technicznej, Olsztyn, 139-144
- [150] Razmaite V., Švirnickas G. J., Šiukščius A. 2012. Effect of weight, sex and hunting period on fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous fat from wild boar. *Italian Journal of Animal Science*, 11:e32, 174-179
- [151] Ratajszczak M., Buczyński J. T. 1997. Origins and development of the polish indigenous Zlotnicka Spotted pig. *Animal Science Papers and Reports*, 15, 3, 137-148
- [152] Renaudeau D., Mourot J. 2007. A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered AT 90kg BW. *Meat Science*, 76, 165-171
- [153] Rioux V., Legrand P. 2007. Saturated fatty acids: simple molecular structures with complex cellular functions. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 10, 752-758
- [154] Rosner F., von Lengerken G., Maak S. 2003. The value of pig breeding in Germany and progress in improvement of meatiness and pork quality. *Animal Science Papers and Reports*, 21, Supplement 1, 153-161
- [155] Różycki M. 1998. Praca hodowlana. W: „Hodowla i użytkowanie świń” pod red. B. Grudniewskiej, Wydawnictwo Akademii Rolniczo-Technicznej, Olsztyn, 528-537

- [156] Rybarczyk A., Kmiec M., Gardzielewska J., Karamucki T., Jakubowska M., Terman A., Polasik D. 2009. Effect of carcass meatiness level on meat quality of pigs monomorphic at genes *RYRI* and *LEP*. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 59, 4, 325-328
- [157] Rybarczyk A., Kortz J., Pietruszka A., Czarnecki R., Karamucki T., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W. 2002. Meat quality characteristics of hybrid fatteners obtained from three- and four-way crossings with contribution of pietrain boars or crosses of pietrain with duroc and line 990. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry, 5, 1
- [158] Ryu Y. C., Kim B. C. 2006. Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. Journal of Animal Science, 84, 894-901
- [159] Sellier P. 1976. The basis of crossbreeding in pigs; A review. Livestock Production Science, 3, 3, 203-226
- [160] Simopoulos A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine and Pharmacotherapy, 56, 365-379
- [161] Skwarek M., Dolatowski Z. J. 2013. Wpływ bakterii pro biotycznych na właściwości reologiczne szynek surowo dojrzewających. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (88), 73-82
- [162] Soriano A., Quiles R., Mariscal C., Garcia Ruiz A. 2005. Pig sire type and sex effects on carcass traits, meat quality and physicochemical and sensory characteristics of Serrano dry-cured ham. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1914-1924
- [163] StatSoft, Inc. (2010) STATISTICA (data analysis software system), version 9.1. www.statsoft.com
- [164] Strzyżewski T., Bilaska A., Krzysztofiak K. 2008. Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. Nauka Przyroda Technologie, Dział: Nauki o Żywności i Żywieniu, 2, 2, 1-8
- [165] Suzuki K., Shibata T., Kadowaki H., Abe H., Toyoshima T. 2003. Meat quality comparison of berkshire, duroc and crossbred pigs sired by berkshire and duroc. Meat Science, 64, 35-42
- [166] Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Mesyński A., Rzosińska E., Bartkowiak Z., Danyluk B. 1999. Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, XXXVI, 61-67
- [167] Szulc K., Borzuta K., Lisiak D., Buczyński J. T., Strzelecki J., Grześkowiak E. Magda F., Lisiak B. 2011. Influence of cross-breeding of native breed sows of Zlotnicka spotted with boars of Duroc and polish large white (PLW) breeds on the slaughter value fatteners. African Journal of Biotechnology, 10, 72, 16402-15405
- [168] Szulc K., Buczyński J. T. 2012. Stare europejskie rasy świń. Wielkopolskie Wydawnictwo Rolnicze Sp. z o.o., Poznań, 124-125

- [169] Szulc K., Buczyński J. T., Knecht D., Skrzypczak E. 2010. Prospects for the development of Złotnicka Spotted pigs in Poland as part of the protection of genetic resources. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Biologia i Hodowla Zwierząt* LXI, 579, 259-274
- [170] Szulc K., Buczyński J. T., Skrzypczak E., Panek A., Luciński P. 2008. Wykorzystanie świń rodzimych w gospodarstwach ekologicznych na przykładzie rasy złotnickiej pstrej. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 4, 4, 87-94
- [171] Szulc K., Knecht D., Jankowska-Mąkosza A., Skrzypczak E. 2012a. Wyniki oceny jakości mięsa świń rodzimej rasy złotnickiej pstrej. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt*, LXIV, 586, 51-60
- [172] Szulc K., Lisiak D., Grześkowiak E., Nowaczewski S. 2012b. The influence of cross-breeding Złotnicka Spotted native breed sows with boars of duroc (D) and polish large white (PLW) breeds on meat quality. *African Journal of Biotechnology*, 11, 19, 4471-4477
- [173] Szyndler-Nędzka M., Luciński P., Bajda Z. 2009. Świnie ras rodzimych – stan hodowli i wyniki oceny. *Ochrona zasobów genetycznych świń ras rodzimych – stan hodowli i wyniki oceny za rok 2008 pod red. R. Eckerta*, 3-33
- [174] Szyndler-Nędzka M., Żak G., Luciński P., Bajda Z. 2008. Zmiany w cechach tucznych i rzeźnych loszek ocenianych przyżyciowo w latach 1997-2006. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 35, 1, 25-35
- [175] Šimek J., Grolichová M., Steinhauserová I., Steinhauser L. 2004. Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech Republic. *Meat Science*, 66, 383-386
- [176] Ulbricht T. L. V., Southgate D. A. T. 1991. Coronary Heart Disease: Seven Dietary Factors. *Lancet*, 338, 985-992
- [177] Visscher P., Pong-Wong R., Whittmore C., Haley C. 2000. Impact of biotechnology on (cross)breeding programmes in pigs. *Livestock Production Science*, 65, 57-70
- [178] Walczak Z. 1959. Laboratoryjna metoda oznaczenia zawartości galarety w konserwach mięsnych. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 74-B-4, 619
- [179] Walkiewicz A., Kasprzyk A., Babicz M., Kondracki S., Blicharski T., Bajda Z., Różycki M., Szyndler-Nędzka M., Jaszczyńska M. 2009. Program Ochrony Zasobów Genetycznych Świń Rasy Puławskiej, 1-10
- [180] Walkiewicz A., Kondracki S., Kamyk P. 1997. Changes in population size and performance of the indigenous Puławska pig in the years 1988-1996. *Animal Science Papers and Reports*, 15, 3, 155-160
- [181] Warriss P. D. 2010. *Meat Science 2nd edition an introductory text*. Printed and bound in the UK by the Cambridge University Press, Cambridge, 77-83

- [182] Warriss P. D., Brown S. N., Adams S. J. M., Lowe D. B. 1990. Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British pigs. *Meat Science* 28, 321-329
- [183] Weston A. R., Rogers R. W., Pas, Althen T. G. 2002. Review: The role of Collagen in meat Tenderness. *The Professional Animal Scientist*, 18, 107-111
- [184] Wise G. 1981. Pork quality. A guide to understanding colour and structure pork muscle. Joint Publications of Research Branch (Locombe Meat Research Centre) and Food Production and Inspection Branch. Ottawa. Agriculture Canada Publication 5180
- [185] Wismer-Pedersen J. 1959. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Journal of Food Science*, 24, 6, 711-727
- [186] Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson R. I., Hughes S. I., Whittington F. M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358
- [187] Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., Sheard P. R., Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66, 21-32
- [188] Zhao-Wei C., Xiao-Feng Z., Xiao-Ling J., Yu-Chang Y., Chun-Jiang Z., Ning-Ying X., Chang-Xin W. 2010. Comparison of muscle amino acid and fatty acid composition of castrated and uncastrated male pigs at different slaughter ages. *Italian Journal of Animal Science*, 9:e33, 173-178
- [189] Ziegan J. 1979. Kombinationen enzymhistochemischer Methoden zur Fasertypendifferenzierung und Beurteilung der Skelettmuskulatur. *Acta Histochemica*, 65, 34-40

Roczniki i Raporty

- [1] Production of Pork with Improved Nutritional and Eating Quality. Final Report, Project RMIS No. 4890. Ashtown Food Research Centre, Research and Training for Food Industry, Research Report No. 92
- [2] Frank B., Walter C. The Relationship between Consumption of Animal Products (Beef, Pork, Poultry, Eggs, Fish and Dairy Products) and Risk of Chronic Diseases: A critical Review. Department of Nutrition, Harvard School of Public Health, A Report for World Bank, May, 1998
- [3] Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2010

TABELE

Tabela 1. Wazniejsze cechy uzytkowosci rzeźnej badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Pulawska	Zlotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	25	25	25
Masa ciała przed ubojem, kg	102,67 9,78	104,72 7,06	101,92 8,10
Masa tuszy cieplej (wbc), kg	82,04 7,83	83,74^b 5,63	78,02^a 6,94
Masa tuszy zimnej, kg	80,58 7,73	82,49^b 5,51	76,85^a 6,84
Wydajność rzeźna ciepła, %	79,91^B 0,18	79,97^B 0,14	76,50^A 1,07
Długość tuszy, cm	82,40^A 2,12	86,94^B 2,87	81,70^A 2,48
Grubość słoniny, mm			
- nad łopatką	40,47^b 5,73	37,72 7,13	35,64^a 4,15
- na grzbiecie	28,33^B 5,04	21,84^A 5,54	22,20^A 3,92
- na I krzyżu	27,46 5,69	25,56 5,98	24,04 3,49
- na II krzyżu	22,71^B 4,38	20,64 5,84	17,52^A 4,24
- na III krzyżu	30,63^{Bb} 6,56	26,00^a 6,72	23,88^A 4,40
Średnia grubość słoniny z 5-ciu pomiarów, mm	30,28^B 3,95	26,35^A 5,39	24,66^A 3,04
Powierzchnia oka polędwicy, cm ²	38,15^A 5,71	37,97^A 7,70	47,65^B 7,29

A, B - różnice istotne statystycznie przy P<0,01

a, b - różnice istotne statystycznie przy P<0,05

Tabela 2. Kwasowość mięsa badanych grup świń

Badana cecha		Grupa		
		Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n		25	25	25
pH ₁	x s	6,55 0,27	6,52 0,30	6,43 0,26
pH _k	x s	5,71^B 0,12	5,61^B 0,24	5,45^A 0,05

A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$

Tabela 3. Ocena sensoryczna mięsa surowego badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	25	25	25
Intensywność barwy, pkt.	3,56^{Ab} 0,73	4,53^B 0,69	3,07^{Aa} 0,76
Jędrność, pkt.	4,38^{Bb} 0,36	3,88^A 0,47	4,10^a 0,27
Marmurkowatość, pkt.	4,13^B 1,06	2,47^A 0,77	2,33^A 0,56

A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$
a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 4. Ocena wodochłonności i kruchości mięsa badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	25	25	25
Swobodny wyciek soku	x 2,26^A s 1,67	x 2,95^A s 2,04	x 4,57^B s 1,61
Wyciek termiczny, %	x 24,89^B s 1,30	x 21,80^A s 3,65	x 28,42^C s 2,33
Zawartość wody luźnej	x 18,07 s 2,87	x 18,59 s 3,80	x 18,63 s 1,95
Indeks nacieku	x 0,33 s 0,06	x 0,30 s 0,07	x 0,32 s 0,04
Plastyczność, cm ²	x 2,58^B s 0,33	x 2,28^A s 0,20	x 2,64^B s 0,26
Kruchość, N/cm ²	x 36,07^a s 8,81	x 43,27^b s 11,05	x 38,62 s 6,74

A, B - różnice istotne statystycznie przy P<0,01

a, b – różnice istotne statystycznie przy P<0,05

Tabela 5. Ocena parametrów barwy mięsa badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, %	25	25	25
Minolta			
<i>L</i> [*]	x s	52,86^B 2,67	49,19^A 2,31
<i>a</i> [*]	x s	15,97^B 0,74	17,45^C 1,29
<i>b</i> [*]	x s	3,53^{Bb} 1,26	2,66^a 1,23
<i>C</i> [*]	x s	16,40^B 0,75	17,69^C 1,33
<i>h</i> ^o	x s	12,43^B 4,35	8,58^A 3,85
Barwniki mięśniowe, µg/g	x s	50,97 6,76	54,67 10,44
			50,19 5,66

A, B, C - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$
a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 6. Udział poszczególnych rodzajów włókien mięśniowych i ich średnica w mięśniu *longissimus lumborum* świń

Badana cecha		Grupa		
		Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n		7	10	8
Liczba włókien na pow. 1mm ²	x s	168,14 27,17	137,10 29,63	168,50 29,09
Udział włókien, %				
STO	x s	22,23 4,59	20,17 4,00	21,63 6,27
FTO	x s	22,35 3,27	27,77^b 6,39	20,75^a 4,71
FTG	x s	55,41 4,59	52,06 4,86	57,62 5,49
Średnica włókien, μm				
STO	x s	41,43^A 8,90	46,14^B 12,38	45,24^B 10,36
FTO	x s	35,22^A 10,39	40,45^B 12,60	37,47^A 10,72
FTG	x s	49,29^A 10,32	53,70^B 14,15	53,35^B 11,89

A, B - różnice istotne statystycznie przy P<0,01

a, b – różnice istotne statystycznie przy P<0,05

Tabela 7. Skład chemiczny mięsa badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	15	15	15
Woda, %	x s	70,76^A 2,41	70,89 1,20
Tłuszcz, %	x s	4,07^B 1,54	2,25^A 0,72
Białko, %	x s	23,67^A 1,19	25,23^B 1,36
Popiół, %	x s	1,50^a 0,15	1,63^b 0,11

A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$
a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 8. Zawartość składników mineralnych w mięsie badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	25	25	25
Na, g/kg	x 1,92^A s 0,56	x 2,03^A s 0,47	x 1,53^B s 0,16
K, g/kg	x 13,35^A s 0,78	x 15,09^B s 1,96	x 14,90^B s 0,75
Mg, g/kg	x 0,95^A s 0,05	x 1,07^B s 0,19	x 1,06^B s 0,06
Ca, g/kg	x 0,27^{Bb} s 0,09	x 0,12^A s 0,10	x 0,21^{Ba} s 0,08
Zn, mg/kg	x 47,12^B s 7,49	x 49,79^B s 11,34	x 25,70^A s 6,27
Fe, mg/kg	x 30,08^{Ba} s 6,30	x 40,03^{Bb} s 16,66	x 13,26^A s 11,84
Cu, mg/kg	x 5,21^b s 1,15	x 4,08^a s 0,96	x 4,14^a s 1,41

A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$
a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 9. Zawartość kwasów tłuszczowych w mięsie badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	15	15	15
Kwas kaprynowy, %	0,10^B	0,07^A	0,09^B
C 10:0	0,01	0,01	0,02
Kwas laurynowy, %	0,08	0,08	0,08
C 12:0	0,01	0,02	0,01
Kwas mirystynowy, %	1,34	1,44	1,27
C 14:0	0,11	0,41	0,18
Kwas pentadekanowy, %	0,04^{Aa}	0,11^B	0,08^b
C 15:0	0,01	0,06	0,04
Kwas palmitynowy, %	24,02^b	23,68	23,03^a
C 16:0	1,06	1,02	0,92
Kwas oleopalmitynowy, %	4,05^{Bb}	3,55^a	3,45^A
C 16:1 n-7	0,35	0,67	0,37
Kwas margarynowy, %	0,18^A	0,26^B	0,27^B
C 17:0	0,03	0,08	0,07
Kwas stearynowy, %	11,65	11,18	12,08
C 18:0	0,93	1,21	0,98
Kwas oleinowy, %	43,33^B	39,18^A	37,26^A
C 18:1 n-9	1,86	2,65	2,37
Kwas wakcenyowy, %	4,62^B	4,03^A	4,21^A
C 18:1 n-7	0,34	0,40	0,26
Kwas linolowy, %	6,18^A	10,91^B	11,09^B
C 18:2 n-6	1,41	2,39	1,97
Kwas gamma linolenowy, %	0,10^A	0,12^a	0,17^{Bb}
C 18:3 n-6	0,05	0,05	0,05
Kwas alfa linolenowy, %	0,30^A	0,49^B	0,69^C
C 18:3 n-3	0,04	0,12	0,11
Kwas arachidowy, %	0,36^A	0,38^A	0,58^B
C 20:0	0,05	0,21	0,20
Kwas eikozynowy, %	0,72^B	0,60^A	0,63^A
C 20:1 n-9	0,06	0,09	0,07

c.d. Tabeli 9.

Kwas eikozadienowy, % C 20:2 n-6	x s	0,20^A 0,04	0,21^A 0,04	0,34^B 0,06
Kwas homo- γ -linolenowy, % C 20:3 n-6	x s	0,26^A 0,09	0,32 0,14	0,39^B 0,11
Kwas arachidonowy, % C 20:4 n-6	x s	1,43^A 0,49	2,29^B 0,68	2,71^B 0,70
Kwas eikozatrienowy, % C 20:3 n-3	x s	0,06^A 0,01	0,06^A 0,02	0,14^B 0,05
Kwas eikozatetraenowy, % C 20:4 n-3	x s	0,02 0,01	0,02 0,01	0,03 0,01
Kwas eikozapentaenowy, % C 20:5 n-3, (EPA)	x s	0,13 0,12	0,11 0,02	0,10 0,02
Kwas adrenowy, % C 22:4 n-6	x s	0,18^A 0,04	0,28^B 0,07	0,37^C 0,09
Kwas klupanodonowy, % C 22:5 n-3, (DPA)	x s	0,43^A 0,19	0,32^A 0,07	0,70^B 0,20
Kwas dokozaheksaenowy, % C 22:6 n-3, (DHA)	x s	0,04 0,01	0,05 0,02	0,05 0,01

A, B, C - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$

a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 10. Zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych oraz wskaźniki dietetyczne w mięsie badanych grup świń

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	15	15	15
SFA, %	37,79 1,89	37,20 1,54	37,49 1,58
UFA, %	62,05 1,89	62,56 1,59	62,32 1,57
MUFA, %	52,72^B 2,06	47,37^A 3,02	45,55^A 2,55
PUFA, %	9,32^A 2,30	15,19^B 3,11	16,77^B 3,06
PUFA n-3, %	0,97^A 0,31	1,06^A 0,17	1,71^B 0,32
PUFA n-6, %	8,35^A 2,02	14,13^B 2,98	15,06^B 2,78
UFA/SFA	1,65 0,13	1,69 0,11	1,67 0,11
PUFA n-6/PUFA n-3	8,79^A 1,26	13,39^B 1,92	8,88^A 1,02
DFA, %	73,70 1,12	73,74 1,37	74,40 0,10
OFA, %	25,36 1,15	25,13 1,39	24,30 1,08
AI	0,41 0,03	0,40 0,03	0,39 0,03
TI	1,11^b 0,10	1,07 0,07	1,03^a 0,09
Cholesterol, g/kg	1,01^b 0,25	0,81^a 0,13	0,81^a 0,14

A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$

a, b - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

SFA - nasycone kwasy tłuszczowe, UFA - nienasycone kwasy tłuszczowe, MUFA - jednonienasycone kwasy tłuszczowe, PUFA - wielonienasycone kwasy tłuszczowe, DFA - kwasy neutralne i hipocholesterolemiczne, OFA - kwasy hipercholesterolemiczne, AI - wskaźnik aterogenności, TI - wskaźnik trombogenności

Tabela 11. Wydajność szynek podczas procesu przetwórczego na wędzonki surowe dojrzewające

Badana cecha		Grupa		
		Puławska	Złotnicka pstra	(wbp xpbz) x (d x p)
Liczebność, n		5	5	5
Początkowa masa szynki, g	x s	1485,20 138,90	1476,00 149,42	1346,20 211,69
Wydajność, %				
Podczas peklowania:				
po 7 dniach	x s	90,94 0,59	91,10 1,12	89,77 1,18
po 14 dniach	x s	76,83 1,86	76,73 2,87	74,87 2,18
po 21 dniach	x s	71,84 2,33	71,45 3,17	68,88 3,49
po 28 dniach	x s	68,70 2,73	68,98 4,04	67,93 2,10
Przed wędzeniem	x s	65,89 3,01	66,33 4,35	65,48 2,26
Po wędzeniu	x s	63,33 3,47	62,69 4,62	62,12 2,38

Tabela 12. Cechy fizykochemiczne wędzonek surowych dojrzewających

Badana cecha		Grupa		
		Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n		5	5	5
pH przed wędzeniem	x s	5,81 0,10	5,91 0,24	5,83 0,04
pH po wędzeniu	x s	5,82 0,05	6,04 0,25	5,91 0,05
Minolta				
<i>L</i> *	x s Me Q ₁ Q ₃	48,95 3,15 47,72 46,96 49,17	42,16^a 3,67 38,16 39,46 44,44	49,03^b 0,88 48,63 47,28 49,78
<i>a</i> *	x s Me Q ₁ Q ₃	13,26 1,34 12,47 12,26 14,12	14,61^b 0,87 14,86 14,05 15,02	12,21^a 0,59 11,93 11,91 12,79
<i>b</i> *	x s	3,39 0,45	2,16 1,70	2,76 0,67
Kruchość, N/cm ²	x s	51,87 7,93	53,03 15,64	59,23 16,97

a, b – różnice istotne statystycznie przy P<0,05

Tabela 13. Skład chemiczny wędzonek surowych dojrzewających

Badana cecha	Grupa		
	Pulawska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n	5	5	5
Woda, %	x s	60,34 1,37	60,25 1,15
Tłuszcz, %	x	3,60^b	3,35
	s	1,13	0,54
	Me	3,17	3,28
	Q ₁	2,70	3,16
	Q ₃	4,22	3,68
Białko, %	x	29,97	29,12
	s	1,05	0,95
Popiół, %	x	6,09^a	7,28^b
	s	0,54	0,59
	Me	6,27	7,33
	Q ₁	5,99	7,15
	Q ₃	6,31	7,76

a, b – różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

Tabela 14. Ocena sensoryczna wędzonek surowych dojrzewających

Badana cecha		Grupa		
		Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczebność, n		5	5	5
Wygląd ogólny, pkt.	x s	4,36 0,18	4,30 0,31	4,12 0,15
Konsystencja, pkt.	x s	4,60 0,26	4,40 0,27	4,42 0,11
Barwa wyrównanie, pkt.	x s Me Q ₁ Q ₃	4,40^b 0,12 4,40 4,40 4,50	4,42^b 0,22 4,30 4,30 4,60	4,00^a 0,23 4,10 3,80 4,20
Barwa pożądalność, pkt.	x s Me Q ₁ Q ₃	4,48 0,27 4,60 4,20 4,60	4,56^b 0,19 4,70 4,40 4,70	4,18^a 0,13 4,20 4,10 4,30
Związanie plastra, pkt.	x s	4,88 0,04	4,78 0,11	4,86 0,15
Zapach, pkt.	x s Me Q ₁ Q ₃	4,38 0,13 4,40 4,30 4,50	4,26^a 0,05 4,30 4,20 4,30	4,44^b 0,05 4,40 4,40 4,50
Soczystość, pkt.	x s	3,84 0,21	3,88 0,37	3,58 0,24
Kruchość, pkt.	x s	4,00 0,26	4,08 0,40	3,78 0,27
Smakowitość, pkt.	x s	4,20 0,30	4,20 0,46	4,02 0,18
Nasolenie, pkt.	x s	3,28 0,08	3,14 0,17	3,28 0,16
Marmurkowatość, pkt.	x s	2,96 0,55	2,46 1,03	2,80 0,35

a, b – różnice istotne statystycznie przy P<0,05

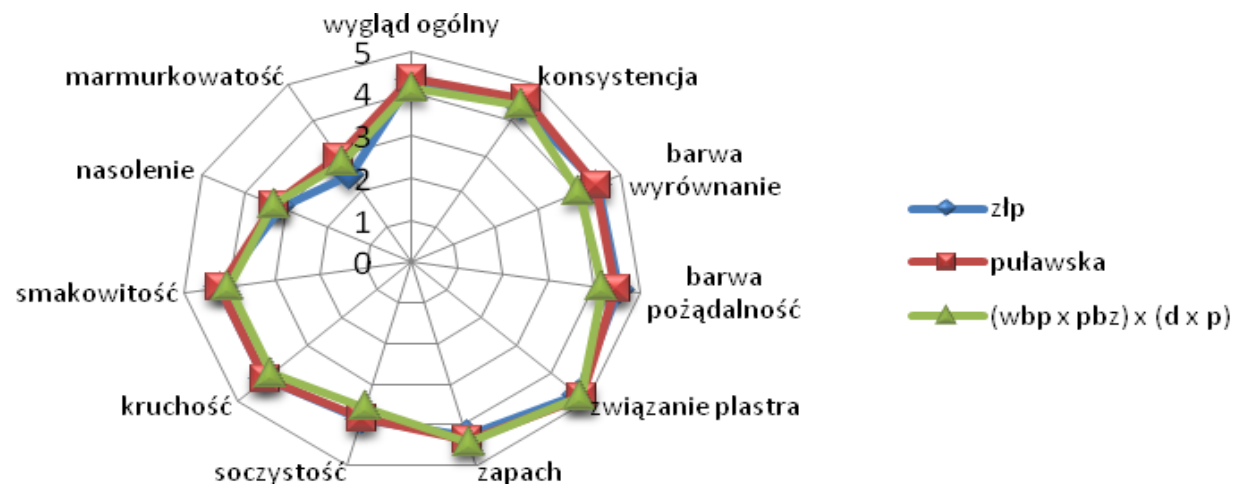
Tabela 15. Wyniki oceny konsumentckiej akceptacji (pożądalności) wędzonek surowych dojrzewających (wg 9-cio stopniowej skali hedonicznej)

Badana cecha	Grupa		
	Puławska	Złotnicka pstra	(wbp x pbz) x (d x p)
Liczba osób ankietowanych, n	52	52	52
Liczba ocenianych wędzonek, n	5	5	5
Zapach, pkt.	6,27^B	6,17^b	5,72^{Aa}
s	1,91	1,82	2,02
Me	7,00	6,00	6,00
Q ₁	5,00	5,00	4,00
Q ₃	8,00	7,50	7,00
Barwa, pkt.	6,40	6,71^B	6,06^A
s	1,72	1,63	1,81
Me	7,00	7,00	6,00
Q ₁	5,00	6,00	5,00
Q ₃	8,00	8,00	7,00
Konsystencja, pkt.	6,30	6,15	5,99
s	1,78	1,67	1,72
Smak, pkt.	6,30^b	6,16	5,86^a
s	1,97	1,89	1,93
Me	7,00	6,00	6,00
Q ₁	5,00	5,00	5,00
Q ₃	8,00	8,00	7,00
Soczystość, pkt.	6,22^B	5,95	5,78^A
s	1,76	1,75	1,74
Me	6,00	6,00	6,00
Q ₁	5,00	5,00	5,00
Q ₃	7,50	7,00	7,00
Nasolenie, pkt.	5,64^A	6,28^B	5,76^A
s	1,40	1,38	1,52
Me	5,00	6,00	6,00
Q ₁	5,00	5,00	5,00
Q ₂	7,00	7,00	7,00

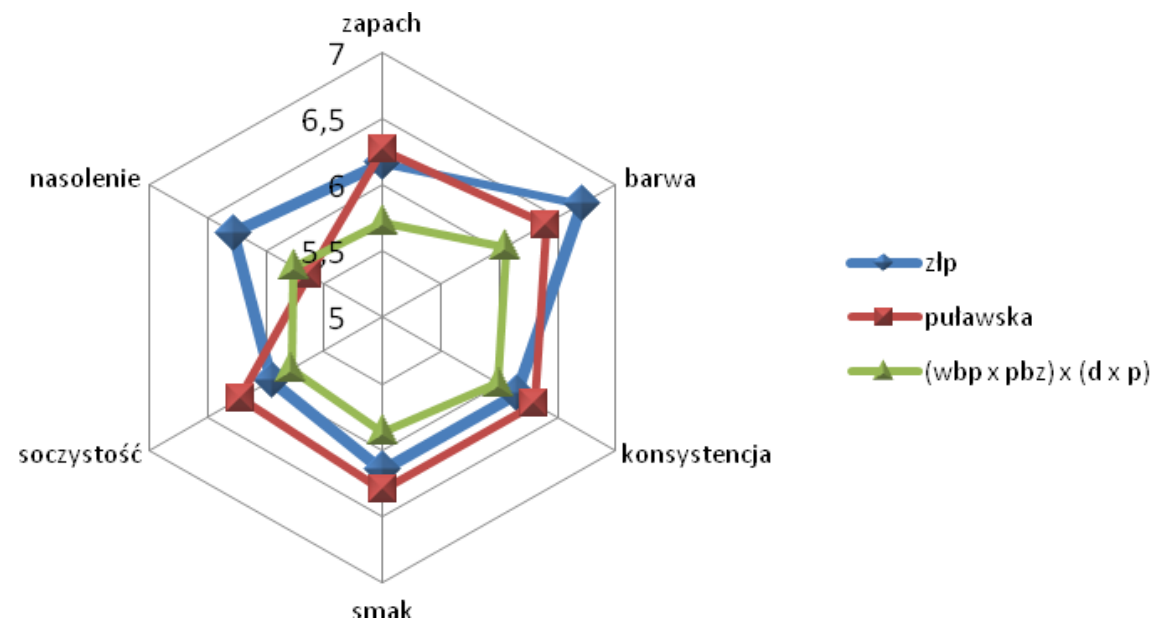
A, B - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,01$

a, b - różnice istotne statystycznie przy $P < 0,05$

RYSUNKI



Rys. 1. Ocena sensoryczna wędzonek surowych dojrzewających



Rys. 2. Ocena konsumenckiej akceptacji (pożądalności) wędzonek surowych dojrzewających (wg 9-cio stopniowej skali hedonicznej)

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

KARTA OCENY STOPNIA AKCEPTACJI POSZCZEGÓLNYCH CECH
SZYNKI DŁUGODOJRZEWAJĄCEJ

Kod próbki

Data

Dane oceniającego:

Wiek

Płeć

Oceniana cecha	Określenie stopnia akceptacji produktu																		
Zapach	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">wybitnie nieprzyjemny</td> <td colspan="4">bardzo przyjemny</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	wybitnie nieprzyjemny					bardzo przyjemny			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
wybitnie nieprzyjemny					bardzo przyjemny														
Barwa	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">wybitnie mi nie odpowiada</td> <td colspan="4">bardzo mi odpowiada</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada														
Konsystencja	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">wybitnie mi nie odpowiada</td> <td colspan="4">bardzo mi odpowiada</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada														
Smak	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">wybitnie mi nie smakuje</td> <td colspan="4">bardzo mi smakuje</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	wybitnie mi nie smakuje					bardzo mi smakuje			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
wybitnie mi nie smakuje					bardzo mi smakuje														
Soczystość	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">wybitnie mi nie odpowiada</td> <td colspan="4">bardzo mi odpowiada</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
wybitnie mi nie odpowiada					bardzo mi odpowiada														
Nasolenie	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td><td><input type="checkbox"/> 2</td><td><input type="checkbox"/> 3</td><td><input type="checkbox"/> 4</td><td><input type="checkbox"/> 5</td><td><input type="checkbox"/> 6</td><td><input type="checkbox"/> 7</td><td><input type="checkbox"/> 8</td><td><input type="checkbox"/> 9</td> </tr> <tr> <td colspan="5">zdecydowanie za mało słona</td> <td colspan="4">zdecydowanie za słona</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	zdecydowanie za mało słona					zdecydowanie za słona			
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9											
zdecydowanie za mało słona					zdecydowanie za słona														