

## Wybrane aspekty wykrwawienia ubojowego tuczników

Krzysztof Tereszkiwicz, Karolina Choroszy

*Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu,  
al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów; kteresz@prz.edu.pl*

Wykrwawienie jest metodą pozbawiania zwierząt rzeźnych życia, wykorzystywaną podczas uboju. Do śmierci zwierzęcia dochodzi w wyniku niedokrwienia centralnego układu nerwowego i w efekcie ustania jego aktywności, co zazwyczaj następuje po utracie 50% ogólnej ilości krwi zawartej w organizmie. Jednak, przy szybkim wypływie krwi do śmierci może dojść już przy 30% jej upuszczeniu. Podstawowym celem wykrwawienia ubojowego zwierząt rzeźnych jest uzyskanie wartościowych surowców rzeźnych o wysokich parametrach technologicznych, których poziom jest bezpośrednio związany ze stopniem wykrwawienia.

Poziom wykrwawienia ubojowego decyduje o przydatności spożywczej surowców uzyskiwanych od zwierząt rzeźnych, a przede wszystkim jest ważnym elementem oceny sanitarno-weterynaryjnej. Wykrwawienie jest złożonym procesem, stanowiącym integralną część uboju, na którego przebieg i efekty wpływają liczne czynniki genetyczne i środowiskowe oraz ich wzajemne oddziaływanie (Rybarczyk i in., 2015; Tereszkiwicz, 2009). Właściwe wykrwawienie ubojowe jest niezbędne do uaktywnienia enzymatycznych procesów dojrzewania mięsa, kształtujących jego właściwości funkcjonalne oraz ograniczenia podatności na procesy rozkładu mikrobiologicznego.

W artykule omówiono wybrane zagadnienia związane z wykrwawieniem ubojowym tuczników ze szczególnym uwzględnieniem jego przebiegu oraz uwarunkowań, stopnia wykrwawienia poubojowego zasadniczych i ubocznych surowców ubojowych i jego wpływu na jakość technologiczną i konsumencką mięsa.

### Ubój

Ubój jest zespołem czynności technologicznych, w czasie których tuczniki są pozbawiane życia w celu pozyskania surowców rzeźnych. Ubój może być wykonany jedynie z wykorzystaniem dopuszczalnych przez przepisy prawa metod i technik (Rozp. MRiRW z dn. 11.07.2006, Dz. U. nr 153, poz. 1096) oraz z zachowaniem możliwych do osiągnięcia kryteriów humanitarnego traktowania zwierząt zgodnie z ideą dobrostanu. W czasie uboju szczególną uwagę przywiązuje się do działań, w wyniku których tuczniki są pozbawiane życia. Do czynności tych zalicza się oszłamianie i wykrwawianie. Wykrwawienie ubojowe tuczników rozpoczyna się po ich skutecznym oszołomieniu, przy czym nie później niż po 10 s w przypadku zwierząt wykrwawianych w pozycji leżącej i 20 s w przypadku pozycji wiszącej (Rozp. MRiRW z dn. 11.07.2006, Dz. U. nr 153, poz. 1096). Wykrwawienie następuje w wyniku przeprowadzenia klucia ubojowego, polegającego na otwarciu tętnic szyjnych i żył jarzmowych, wykonanego w odległości około 3–5 cm od przedniej krawędzi mostka. Efektem klucia jest gwałtowny wypływ krwi w pierwszej kolejności z dużych naczyń krwionośnych – tętniczych i żylnych, serca oraz narządów wewnętrznych, głównie wątroby i śledziony. Wykrwawienie może być przeprowadzone w układzie otwartym lub zamkniętym. Krew uzyskiwana w układzie otwartym jest wyłącznie surowcem technicznym, natomiast w układzie zamkniętym jest przeznaczona na cele spożywcze. Zależnie od sposobu pozyskiwania krwi i jej jakości można ją potraktować jako: farmaceutyczną, spożywczą, techniczną lub paszową.

Krew uzyskana w czasie wykrwawienia ubojowego jest jednym z najcenniejszych ubocznych surowców ubojowych. W krwi świń znajduje się 16,6% pełnowartościowego białka, stanowiącego zasadniczy składnik osocza. Dla porównania, mięso drobiowe zawiera 19,2% białka, a wołowe 20,8% (Kuchanowicz i in., 1998). Białka w osoczu krwi świń występują w postaci: albuminy – 31–50% wszystkich białek osocza, globuliny  $\alpha$  – 10–27%, globuliny  $\beta$  – 10–22%, globuliny  $\gamma$  – 8–30%. W osoczu znajduje się również 45–75 mg glukozy, 300–500 mg fibrynogenu, 30–50 mg żelaza, 200 mg sodu, 7 mg wapnia. Krew jest również dobrym źródłem witamin A, E, tiaminy oraz ryboflawiny (Banach i Makara, 2011).

### **Przebieg wykrwawienia ubojowego**

Całkowita ilość krwi zawarta w organizmach zwierząt rzeźnych wynosi od 4,5 do 9,0% masy ciała, a jej udział zależy głównie od gatunku zwierząt. W organizmie świń jest stosunkowo mało krwi. Najczęściej jej udział stanowi 4,5–5,0% masy ciała zwierzęcia. Może się jednak wahać w znacznie szerszych granicach. Pomimo znaczących osiągnięć technologii uboju, których efektem jest wprowadzenie do praktyki nowych, bardziej skutecznych i humanitarnych metod oraz właściwej jego organizacji, uzysk krwi w trakcie trwania procesu jest tylko częściowy i według różnych źródeł (Gregory, 2005; Moje, 1993; Łyczyński, 2002) waha się od 30 do 80% ogólnej ilości krwi zawartej przyżyciowo w organizmie zwierząt. W czasie wykrwawienia krew wypływa przede wszystkim z dużych naczyń krwionośnych – tętnicznych i żylnych, serca, narządów wewnętrznych – śledziony, wątroby, płuc i nerek oraz z tkanki mięśniowej. Krew reszkowa pozostaje głównie w mięśniach – około 10% oraz narządach wewnętrznych 20–25%. Miarą efektywności wykrwawienia jest czas i tempo wypływu i ilość wynaczynionej krwi oraz stopień wykrwawienia zasadniczych i ubocznych surowców ubojowych (Szkucik, 1998, 2004; Tereskiewicz, 2009; Warriss, 1984).

Prawidłowo przeprowadzone wykrwawienie powinno być obfite i całkowite oraz osiągnięte w jak najkrótszym czasie. Według Sośnickiego i in. (1998), czas wykrwawienia ubojowego tuczników wynosi około 5 min. Jednak, w wielu innych badaniach autorzy wykazali

znaczłą zmienność tego parametru. Gardner i in. (2006) zaobserwowali, że wykrwawienie ubojowe tuczników trwa od 2 do 10 min. Warriss i Watton (1981) ustalili, że krew ubojowa wypływa w czasie około 150 s, a Meiler (2006) podaje, że jest to 100 s.

W ocenie przebiegu wykrwawienia, jego efektywności i skuteczności ważną rolę przypisuje się uzyskowi krwi w kolejnych minutach (Schütte i Bostelmann, 2001). Szczególne znaczenie dla oceny przebiegu tego procesu ma uzysk oraz tempo wypływu krwi w czasie pierwszej minuty po kluciu. Jak podają Troeger i in. (2005), aby wykluczyć ryzyko powrotu do świadomości w czasie pierwszych 10 s wykrwawienia należy pozyskać ilość krwi stanowiącą ponad 1,75% masy ciała tuczniaka. Autorzy tych badań podkreślają jednak, że ilość krwi uzyskiwana w tym czasie podlegała dość istotnym wahaniom i stanowiła od 0,48 do 3,19% masy ciała tuczników.

Thiemig i in. (1997) ustalili, że w czasie pierwszych 7–10 s uzyskuje się około 50% krwi ubojowej, która wypływa z prędkością 3 m/s. Warriss (1984) podaje, że w ciągu 30 s można uzyskać 70–80% ogólnej ilości krwi. W opublikowanych przez Gardnera i in. (2006) badaniach ustalono, że podczas 1 min wykrwawienia uzyskiwano 90,7% masy krwi, w drugiej minucie 7,33%, w trzeciej 1,33%. Pozostałe 0,57% krwi pozyskano w kolejnych dwóch minutach. O przebiegu wykrwawienia ubojowego można wnioskować na podstawie ilości krwi uzyskanej podczas uboju. Jak podają autorzy, w czasie wykrwawienia uzyskuje się tylko część ogólnej ilości krwi zawartej w organizmie (Grandin, 2003; Gregory, 2005; Szkucik, 1998). Najczęściej krew ubojowa stanowi 40–60% całkowitej masy krwi (Warriss, 1984). Moje (1993) podaje wartość tego wskaźnika w przedziale 65–75%. Według Troegera (1990), podczas uboju świń o masie ciała 100 kg uzyskuje się około 3–3,5 kg krwi.

Badania prowadzone w warunkach uboju przemysłowego tuczników wykazały, że wykrwawienie ubojowe nie powoduje całkowitego wypływu krwi z tkanek organizmu. Zazwyczaj podczas uboju uzyskuje się 40–75% ogólnej ilości krwi, a wykrwawienie na poziomie 50% uznawane jest za prawidłowe. Z badań Szkucika i in. (2001) wynika, że zdecydowana większość

ubijanych tuczników wykrwawiana jest bardzo dobrze, a tylko nieliczne wykazują upust krwi poniżej 75%. Uważa się że objawy wykrwawienia niepełnego mogą występować u około 10% ubijanych tuczników. Jego przejawami są: obniżenie stopnia wykrwawienia zasadniczych i ubocznych surowców ubojowych, zwłaszcza narządów wewnętrznych (Pisula i Florowski, 2005; Szkucik, 1996), wystąpienie zastojów krwi w naczyniach krwionośnych (Thiemig i in., 1997), krwawych wylewów podskórnych (*ecchymosis*) (Burson i in., 1983), krwawych wylewów międzymięśniowych i wewnątrznarządowych (Borzuta i in., 2007), uszkodzenia naczyń włosowatych oraz związane z nimi zjawisko wylewów śródmięśniowych (*bloodsplash*) (Grandin, 1994; Gregory, 2005; Burson i in., 1983), niekorzystne zmiany jakościowe, zwłaszcza miejscowe odchylenia barwy mięsa oraz narządów wewnętrznych, głównie płuc (Pisula, 1974; Szkucik i in., 2001), zmiany właściwości fizykochemicznych mięsa (Bojovic i in., 1992; Meiler, 2006) oraz pogorszenie cech wizualnych i jego wartości rynkowej (Grandin, 2003; Warriss, 1984).

Najważniejszym celem wykrwawienia ubojowego tuczników jest osiągnięcie maksymalnego stopnia wykrwawienia mięsa, co jest niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów glikogenolizy, dojrzewania i wytworzenia pozytywnych cech sensorycznych. Wyniki dotychczasowych badań wskazują na pewne zróżnicowanie pozostałości krwi w zależności od rodzaju mięśnia. Zadaniem Warrisa (1984), pozostałość krwi w mięśniach waha się od 2 do 9 ml/kg tkanki mięśniowej. Prost (1985) podaje, że zawartość krwi w mięśniach zależy od ich budowy oraz funkcji życiowych. Według Szkucika (1996), zawartość krwi w mięśniach wieprzowych właściwie wykrwawionych waha się od 1,12% (mięsień najdłuższy klatki piersiowej) do 2,23% (mięsień przepony). W innej pracy Szkucik (1998) przedstawił malejącą pod względem zawartości krwi sekwencję ośmiu mięśni pobranych z tuszy wieprzowej. Określił następującą kolejność mięśni: mięsień przepony, żwacz, skosny wewnętrzny brzucha, nadgrzebieniowy, biodrowo-łędźwiowy, pośladkowy średni, najdłuższy klatki piersiowej. Pisula (1974) wykazał, że najmniejszą pozostałość krwi obserwuje się w mięśniu najdłuższym grzbietu, a największą w trójgłowym ramienia. W innych badaniach

Meiler (2006) wskazała, że wysoką pozostałością krwi charakteryzuje się mięsień przepony. Różnice między mięśniami w zawartości krwi resztkowej pogłębiają się u tuczników, u których stwierdzono wykrwawienie niepełne.

Znaczne różnice w poziomie krwi wykazują również narządy wewnętrzne (Meiler i in., 2005; Tereszkievicz, 2009). Jednocześnie, narządy te charakteryzują się znacznie większą zawartością krwi w porównaniu do mięśni. Krew resztkowa stanowi średnio 12,80% masy narządów. Szczególnie dużą zawartością krwi cechują się nerki, płuca i wątroba. Przy maksymalnym wykrwawieniu krew stanowi odpowiednio 15,70%, 15,10%, 12,90% masy tych narządów. W przypadkach wykrwawienia niepełnego lub jego braku poziom krwi szczególnie znacząco wzrasta w wątrobie oraz płucach.

#### **Czynniki wykrwawienia ubojowego tuczników**

W opinii licznych autorów (Bojovic i in., 1992; Borzuta i in., 2007; Burson i in., 1983; Grandin, 1994, 2003; Gregory, 2005; Meiler i in., 2005; Moje, 1993; Szkucik, 1998; Tereszkievicz, 2009; Tereszkievicz i Choroszy, 2014; Tereszkievicz i in., 2004; Warriss, 1984; Wotton, 1996) jakość wykrwawienia ubojowego tuczników jest kształtowana wieloma czynnikami genetycznymi, fizjologicznymi i środowiskowymi oraz interakcjami między nimi. Stopień wykrwawienia tusz i narządów wewnętrznych jest uzależniony od stanu zdrowia i kondycji zwierząt. Negatywny wpływ chorób na stopień wykrwawienia poubojowego potwierdzają wyniki badań przeprowadzone podczas ubojów sanitarnych. Jak wykazano w badaniach (Szkucik i in., 2001), tuczniki chore lub podejrzane o chorobę, które były ubijane w rzeźni sanitarnej, charakteryzują się znacznie niższym poziomem wykrwawienia. Niski stopień wykrwawienia obserwuje się u tuczników, u których choroby przebiegają z objawami gorączki. Brak wykrwawienia ubojowego stwierdza się u zwierząt ubitych w agonii lub dostarczonych do rzeźni jako ubite w czasie obrotu przedubojowego. Götze (1974), oceniając stopień wykrwawienia poubojowego na podstawie poziomu hemoglobiny w mięsie wykazał, że przy pełnym wykrwawieniu stężenie hemoglobiny wynosiło 2,50 mg/g tkanki mięśniowej, a w mięśniach świń

ubitych w agonii aż 11,20 mg/g. Obniżenie stopnia wykrwawienia może wystąpić również u świń, które w cyklu produkcyjnym przebyły choroby, głównie układu oddechowego. Schorzenia te przyczyniają się zwłaszcza do obniżenia stopnia wykrwawienia narządów wewnętrznych, głównie płuc. Przyczyną obniżenia wykrwawienia są stany zapalne przebiegające bez wyraźnych objawów klinicznych lub występujące w formie przewlekłej (Kotowski, 2002). Problemy związane z występowaniem tych schorzeń dotyczą znacznej części pogłowia (Mateusen i in., 2001). W badaniach wykazano obniżenie wykrwawienia narządów wewnętrznych, głównie wątroby i płuc u świń, w surowicy których przyzyciowo stwierdzono podwyższone stężenie białek ostrej fazy (Tereszkiewicz i in., 2010).

Jakość wykrwawienia ubojowego w znacznym stopniu zależy od czynników związanych z obrotem przedubojowym (Bojovic i in., 1992; Tereskiewicz, 2005). Według Warrissa (1984) i Tereskiewicza i Choroszy (2015), stres związany z postępowaniem ze zwierzętami przed ubojem jest głównym czynnikiem decydującym o poziomie krwi resztkowej. Najkorzystniej wykrwawiają się zwierzęta właściwie przygotowane do transportu, nie okarmione i nie wykazujące objawów zmęczenia fizycznego. Obniżenie wykrwawienia obserwuje się zwłaszcza u tuczników transportowanych do uboju na długich dystansach w wysokiej temperaturze otoczenia. Niewłaściwe wykrwawienie zwierząt narażonych na długotrwały obrót przedubojowy stwierdza się przede wszystkim w mięśniach biorących udział w czynnościach ruchowych (Tereszkiewicz i in., 2006). Do powstawania objawów zmęczenia mięśni, które można stwierdzić po uboju, przyczyniają się liczne przepędy tuczników, konieczność utrzymania równowagi oraz towarzyszące zwierzętom odczucie strachu i zagrożenia (Grandin, 2003; Tereskiewicz, 2005; Wajda i Denaburski, 2003). Bojovic i in. (1992) obserwowali lepsze wykrwawienie świń ubijanych po 12-godzinnym wypoczynku w porównaniu do tuczników ubijanych bezpośrednio po transporcie. Zaleca się jednak, aby wypoczynek przedubojowy był stosowany tylko u zwierząt wykazujących wyraźne objawy zmęczenia transportem (Wajda i Denaburski, 2003). Stwierdzono bowiem, że warunki panujące w magazynach żywca nie sprzyjają odbudowaniu równowagi fizjologicznej, a jedynie

przedłużają czas podniecenia fizycznego zwierząt adaptujących się do nowego środowiska (Tereszkiewicz i in., 2004). Tuczniaki dostarczane do rzeźni po przeprowadzonej głodówce przedubojowej i bez objawów zmęczenia fizycznego należy kierować do uboju bez zastosowania przerwy przedubojowej. O efektach wykrwawienia decyduje również postępowanie ze zwierzętami. W badaniach Calkins i in. (1981) wykazano negatywny wpływ stosowania poganiaczy elektrycznych na zjawisko występowania *bloodsplash* w mięśniach grzbietowych i mięśniach szynki. Szczególnie podatne na wpływ niekorzystnych czynników występujących w obrocie przedubojowym są tuczniaki wysokomięsne o delikatnej konstytucji. Świnie te cechuje podwyższona skłonność do wystąpienia syndromu stresu (PSS), określanego jako kardiomiopatia stresowa, która wywołuje gwałtowny wzrost temperatury rektalnej, a w skrajnych przypadkach agonię. Tuczniaki ubite w agonii charakteryzują się gorszym wykrwawieniem lub wykazują całkowity jego brak (Łyczyński, 2002; Warriss, 1984).

Według dotychczasowych wyników badań (Anil i in., 2000; Grandin, 2003; Gregory i in., 1985; Kaczorek, 1998; Lambooy i in., 2005), czynniki bezpośrednio związane z ubojem mają decydujące znaczenie w powstawaniu krwawych wylewów podskórnych oraz śródmięśniowych. Szczególny wpływ na wykrwawienie ma metoda oszłamiania (Borzuta i in., 2007; Burson i in., 1983; Wotton, 1995). Ellington i Eliot, cytowani przez Ogielskiego i in. (1960), badając mięso wieprzowe stwierdzili wyższą o 20% pozostałość krwi w mięsie świń, które ogłuszano mechanicznie w porównaniu do zwierząt ubijanych metodą bezpośrednią. Większość autorów (Channon i in., 2003; Kien, 1997; Wotton i in., 1992) wyraża jednak pogląd, że spośród sposobów wykorzystywanych do oszłamiania metoda elektryczna jest przyczyną wystąpienia licznych objawów związanych z nieprawidłowym wykrwawieniem. W pierwszej kolejności zwraca się uwagę na skutki wywołane złamaniami i pęknięciami kości, będącymi wynikiem naprężeń mechanicznych podczas reakcji skurczowej występującej w fazie skurczu tonicznego (Anil i in., 2000). Udział złamań kości grzbietowych i uszkodzeń kręgów przekracza w niektórych rzeźniach kilkanaście procent (Kien, 1997).

Złamaniom z reguły towarzyszą krwawe wylewy powodowane uszkodzeniami mechanicznymi naczyń krwionośnych oraz mięśni. Krwawe wybroczyny zewnętrzne i wewnętrzne najczęściej występują w obrębie łopatek, schabu i szynek. Z badań Borzuty i in. (2007) wynika, że ograniczenie krwawych wylewów można osiągnąć wykorzystując do głuszenia świń prąd o wysokiej częstotliwości. Podobny pogląd wyrażają Calkins i in. (1981), którzy obserwowali większą liczbę wylewów u tuczników oszalańnianych metodą niskonapięciową. Według Anila i McKinstry (1992), zastosowanie podczas oszalańniania prądu o wysokiej częstotliwości powoduje zmniejszenie skurczów mięśni i w rezultacie prowadzi do zmniejszenia liczby przypadków krwawych wylewów. Badacze wyrażają różne opinie na temat wpływu na wykrwawienie oszalańniania elektrycznego połączonego z zatrzymaniem akcji serca (*cardiac arrest*). Warriss i Wotton (1981) stwierdzili, że zatrzymanie pracy serca nie wpływa negatywnie na wykrwawienie i tempo wypływu krwi. Poglądu tego nie podziela Gregory (2005), który uważa, że wstrzymanie akcji serca jest przyczyną gorszego wykrwawienia.

Alternatywą dla nowoczesnych metod oszalańniania elektrycznego świń jest oszalańnianie farmakologiczne za pomocą CO<sub>2</sub> (Kien, 1997). Całkowicie eliminuje ono złamania kości oraz znacznie ogranicza występowanie krwawych wybroczyn. Według niektórych źródeł (Rosenvold i Andersen, 2003), oszalańnianie farmakologiczne powoduje również lepsze wykrwawienie tusz w porównaniu z metodą elektryczną. Zastosowanie tej metody przyczynia się jednak do wydłużenia czasu oszalańniania i późniejszego wykonania klucia ubojowego, co może indukować warunki stresowe i powodować pogorszenie jakości mięsa.

Na stopień wykrwawienia może wpłynąć czas, jaki upływa od momentu oszalańniania do chwili otwarcia naczyń krwionośnych (Omajola, 2007; Williams i in., 1983; Gerold i Stolle, 1994). Według Meiler (2006), opóźnienie klucia o 3 min spowodowało istotny wzrost pozostałości krwi w wątrobie i mięśniach. Z badań Tereszkiwicz (2007) wynika, że tuczniaki klute po 20 s od momentu zakończenia oszalańniania wykrwawiały się wolniej, charakteryzowały się mniejszą masą i udziałem krwi uzyskanej pod-

czas uboju oraz większą masą wątroby i płuc w porównaniu do zwierząt wykrwawianych po 10 s. Także w innych badaniach (Williams i in., 1983) potwierdzono większą pozostałość krwi w mięsie tuczników, które wykrwawiono z opóźnieniem, jednak nie miało to wpływu na cechy sensoryczne mięsa, zawartość pigmentu oraz hemoglobiny w mięśniu najdłuższym grzbieta i mięśniu dwugłowym uda.

O efektach wykrwawienia decyduje pozycja zwierzęcia podczas uboju (Gregory, 2005). Thiemig (1996) twierdzi, że wykrwawianie w pozycji leżącej wpływa korzystnie na tempo wypływu krwi oraz eliminuje występowanie jej zastoju. Na korzystniejsze wykrwawienie ubojowe w pozycji wiszącej wskazuje Prost (1985). Zależności między pozycją wykrwawienia a jego efektywnością nie potwierdzają jednak Willam i Lorencz (1994). Według innych autorów (Gerold i Stolle, 1994; Gregory, 2005) istotny wpływ na jakość wykrwawienia ma technika wykonania klucia ubojowego. U świń wykrwawienie ubojowe następuje przez otwór wykonany w przedniej części klatki piersiowej w wyniku przecięcia głównych pni naczyniowych (ramiennie-głowy, tętnic szyjnych, żył szyjnych) (Szkucik, 1996). Skuteczność klucia zależy od tego, jakie naczynia krwionośne zostają przecięte (Anil i in., 2000; Wotton, 1996). Zdaniem Kirtona i in. (1981) optymalny przebieg wykrwawienia zapewnia tylko klucie obustronne, umożliwiające równoczesny wypływ krwi z naczyń tętniczych i żylnych. Meiler i in. (2005) stwierdzają, że jakość klucia ubojowego zależy również od indywidualnych umiejętności i doświadczenia osób wykonujących czynności ubojowe.

### **Metody oceny wykrwawienia ubojowego tuczników**

Istotnym zagadnieniem, które należy poruszyć podczas omawiania wykrwawienia ubojowego tuczników są trudności występujące przy jego rozpoznaniu i ocenie. Wynikają one przede wszystkim z braku jednolitych metod pozwalających na jego obiektywną ocenę. Większość stosowanych w praktyce metod ma charakter subiektywny i zazwyczaj polega na ocenie barwy i wyglądu tkanki mięśniowej oraz narządów wewnętrznych pod kątem obecności w nich krwi (Prost, 1985). Tak prowadzona ocena pozwala z reguły na rozpoznanie zupełnego braku wy-

krwawienia lub wykrwawienia pełnego. Wiele problemów nastęcza dokładne określenie ilości krwi pozostałej po uboju w narządach wewnętrznych, a zwłaszcza w tkance mięśniowej. Obszerny przegląd metod wykorzystywanych do określenia stopnia wykrwawienia zwierząt rzeźnych przedstawił Szkucik (2004). Według tego autora, w praktyce dla oceny wykrwawienia można stosować szereg sposobów rozpoznawczych, zarówno badania makroskopowe, jak również bardziej szczegółowe testy diagnostyczne. Badania makroskopowe polegają na ocenie barwy i stopnia uwodnienia mięśni oraz narządów wewnętrznych, głównie płuc i serca. Dla szybkiej oceny poziomu wykrwawienia mięśni można wykorzystywać metodę pasków bibułowych wprowadzanych w rozcięcia mięśni tuszy i pozostawianych tam przez około dwie minuty. W przypadku niepełnego wykrwawienia następuje zabarwienie bibuły na kolor czerwony lub różowy. Mięśnie dobrze wykrwawione zabarwiają bibułę na kolor żółty. Praktyczną i szybką, a jednocześnie pozwalającą dokładnie ustalić stopień wykrwawienia mięśni jest metoda kompresorowa w modyfikacji Szkucika (2004). Polega ona na umieszczeniu w kompresorze badanej próbki tkanki, a następnie ocenie powierzchni i barwy wycieku. W przypadku mięsa źle wykrwawionego obserwuje się znaczny wyciek o intensywnej czerwonej barwie. Metodą pozwalającą na obiektywną i dokładną ocenę stopnia wykrwawienia poubojowego mięśni jest test dyfuzji hemoglobiny według Beutling (1984), często wykorzystywany jako metoda odwoławcza.

Z prowadzonych badań wynika, że istotnym problemem metodycznym przy ocenie wykrwawienia tusz jest właściwy dobór mięśni, w których należy przeprowadzić ocenę pozostałości krwi, aby uzyskać wyniki miarodajne dla wykrwawienia całej tuszy (Pisula, 1974; Szkucik, 1996, 1998). Do mięśni, które zawierają du-

żo krwi, zalicza się przeponę oraz żwacz, a do zawierających mało krwi – pośladkowy środkowy i najdłuższy klatki piersiowej (Pisula, 1974; Warriss, 1984). Małą przydatność w ocenie stopnia wykrwawienia wykazuje mięsień najdłuższy grzbietu, który jest materiałem najczęściej wykorzystywanym do oceny cech jakościowych wieprzowiny. Zdaniem Szkucika (1996), do oceny stopnia wykrwawienia tusz wieprzowych najlepiej nadają się mięśnie: skośny wewnętrzny brzucha, nadgrzebieniowy oraz szyi. Jak twierdzi autor, badanie pozostałości krwi w tych mięśniach jest reprezentatywne dla całej tuszy oraz pozwala określić wszystkie stopnie wykrwawienia. W innych doświadczeniach stopień wykrwawienia tusz badano w przeponie i mięśniach szynki (Burson i in., 1983; Vimini i in., 1983), przeponie (Meiler, 2006), mięśniu łędźwiowym, mięśniu trójgłowym ramienia (Pisula, 1974).

#### Podsumowanie

1. Wykrwawienie ubojowe może być wykonane jedynie z wykorzystaniem dopuszczonych przez prawo metod i technik, z zachowaniem przewidzianych norm czasowych oraz możliwych do osiągnięcia kryteriów humanitarnego traktowania zwierząt zgodnie z ideą dobrostanu.
2. Wykrwawienie powinno być obfite, całkowite i osiągnięte w jak najkrótszym czasie.
3. Efektywność wykrwawienia zależy przede wszystkim od czynników związanych bezpośrednio z organizacją uboju, zwłaszcza z czasem i metodą oszłamiania, pozycją wykrwawienia, techniką klucia ubojowego.
4. Ocena stopnia wykrwawienia poubojowego tusz powinna być wykorzystana do optymalizacji zagospodarowania przetwórczego surowców rzeźnych.

#### Literatura

- Anil M.H., McKinstry J.L. (1992). The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. *Meat Sci.*, 31: 481–491.
- Anil M.H., Whittington P.E., McKinstry J.L. (2000). The effect of the sticking method on the welfare of slaughter pigs. *Fleischwirtschaft*, 55: 315–319.
- Banach M., Makara A. (2011). Krew i produkty pochodne. *Technical Transactions*, 10, 108: 3–21.
- Beutling D. (1984). Der Hämoglobin-Diffusionstest – ein neues Schnellverfahren zum Nachweis von Blut

- in Fleisch, Mh. Vet. Met., 39: 308–310.
- Bojovic P., Perunovic M., Zivkovic D., Barac M. (1992). Effect of sex, weight and pre-slaughter rest on dynamics and degree of bleeding of pig carcasses. *Tehmol. Mesa*, 33: 203–207.
- Borzuta K., Borys A., Grześkowiak E., Strzelecki J., Lisak D., Janiszewski P. (2007). Investigations of the factors influencing damages of the spinal column and muscles during electrical stunning of swine. *Arch. Tierz., Special Issue*, 50: 152–160.
- Burson D. E.C., Hunt M.C., Schafer D.E., Beckwith D., Garrison R. (1983). Effects of stunning method and time interval from stunning to exsanguination on blood splashing in pork. *J. Anim. Sci.*, 57, 4: 918–921.
- Calkins C.R., Davis G.W., Cole A.B., Hutsell D.A. (1981). Incidence of blood splashed hams in hogs subjected to certain ante-mortem handling methods. *J. Anim. Sci.*, 51, 1: 15–19.
- Channon H.A., Payne A.M., Warner R.D. (2003). Effect of stun duration and current level applied during head to back and head only electrical stunning of pigs on pork quality compared with pigs stunned with CO<sub>2</sub>. *Meat Sci.*, 65: 1325–1333.
- Gardner M.A., Huff-Lonergan E., Rowe L.J., Schultz-Kaster C.M., Lonergan S.M. (2006). Influence of harvest processes on pork loin and ham quality. *J. Anim. Sci.*, 84: 178–184.
- Gerold M., Stolle A. (1994). Elektrostimulation. Untersuchungen über den Einfluss auf den Ausblutungsgrad von Rinderschlachtierkörpern. *Fleischwirtschaft*, 74: 864–869.
- Götze U. (1974). Elektrophoretische Untersuchungen des Meskelpreßsaftes gesunder normalgeschlachteter, notgeschlachteter und verender Schlachtschweine zur Bestimmung des Ausblutungsgrades im Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 54: 234–240.
- Grandin T. (1994). Methods to reduce PSE and bloodsplash. *XXI Proc. Allen D. Lemay Swine Confr. Univ. Minnesota*, 21: 206–209.
- Grandin T. (2003). The welfare of pigs during transport and slaughter. *Pigs News Inf.*, 24, 3: 83–90.
- Gregory N.G. (2005). Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Sci.*, 70, 3: 481–491.
- Gregory N.G., Wilkins L.J., Wotton S.B. (1985). Effect of cardiac arrest at slaughter on residual blood content of hide. *J. Sci. Food Agric.*, 36: 1104–1106.
- Kaczorek S. (1998). Jakość mięsa tuczników oszalańnianych prądem elektrycznym o różnym czasie aplikacji. *Pr. Mat. Zoot., Zesz. Spec.*, 8: 137–143.
- Kien S. (1997). Przegląd metod przedubojowego oszalańniania świń. *Gosp. Mięś.*, 8: 40–61.
- Kirton A.H., Frazerhust L.F., Woods E.G., Chrystall B.B. (1981). Effect of electrical stunning method and cardiac arrest on bleeding efficiency, residual blood and blood splash in lambs. *Meat Sci.*, 5: 347–353.
- Kotowski K. (2002). Występowanie zmian poubojowych w narządach wewnętrznych świń. *Med. Weter.*, 58, 3: 211–213.
- Kuchanowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K. (1998). Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *WIŻIŻ*, Warszawa.
- Lambooi B., Merkus G.S.M., Voorst N.V., Pieterse C. (2005). Effect of low voltage with a high frequency electrical stunning on unconsciousness in slaughter pigs. *Fleischwirtschaft*, 76, 12: 1327–1328.
- Łyczyński A. (2002). Wpływ czynników środowiskowych oraz postępowania przedubojowego na jakość wieprzowiny. *Mat. konf. nauk.: Wykorzystanie genetycznych i pozagenetycznych metod zmierzających do poprawy jakości produkowanej wieprzowiny*, Pawłowice, 06.11.2002, ss. 65–77.
- Mateusen B., Maes D., Verdonck., Kriuf A. (2001). Strategia kontroli schorzeń układu oddechowego świń. *Mag. Wet., Supl. – świnie*, ss. 87–90.
- Meiler D. (2006). Kontrolle des Entbluteerfolges bei der Schweineschlachtung im Hinblick auf Tierschutz und mögliche Auswirkungen auf Ausblutungsgrad und Fleischqualität. *Ludwig-Maximilians-Universität München* (maszynopis).
- Meiler D., Troeger K., Moje M., Dederer I., Peschke W., Götz K.U., Stolle A. (2005). Quality assurance of sticking in pig slaughter: Effect on meat quality. *Tehmol. Mesa*, 46, 1–2: 45–50.
- Moje M. (1993). Ausblutungsgrad beim Schwein nach unterschiedlichen Entblutungsverfahren. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 15: 161–164.
- Ogielski L., Wartenberg L., Pytasz M. (1960). Wykrwawienie mięsa królików a poziom glikogenu, glikolizy i kwasu mlekowego. *Zesz. Nauk. WSR Wrocław*, 26: 115–126.
- Omojola A.B. (2007). Effect of delayed bleeding on carcass and eating qualities of rabbit meat. *Pak. J. Nutr.*, 6, 5: 438–442.
- Pisula A. (1974). Wpływ zawartości barwników hemowych w mięśniach na barwę mięsa wieprzowego. *Zesz. Nauk. SGGW, Warszawa, Rozpr. Nauk.*, nr 42.
- Pisula A., Florowski T. (2005). Czynniki decydujące o jakości mięsa wieprzowego. *Mag. Wet., Supl. – świnie*, ss. 12–16.

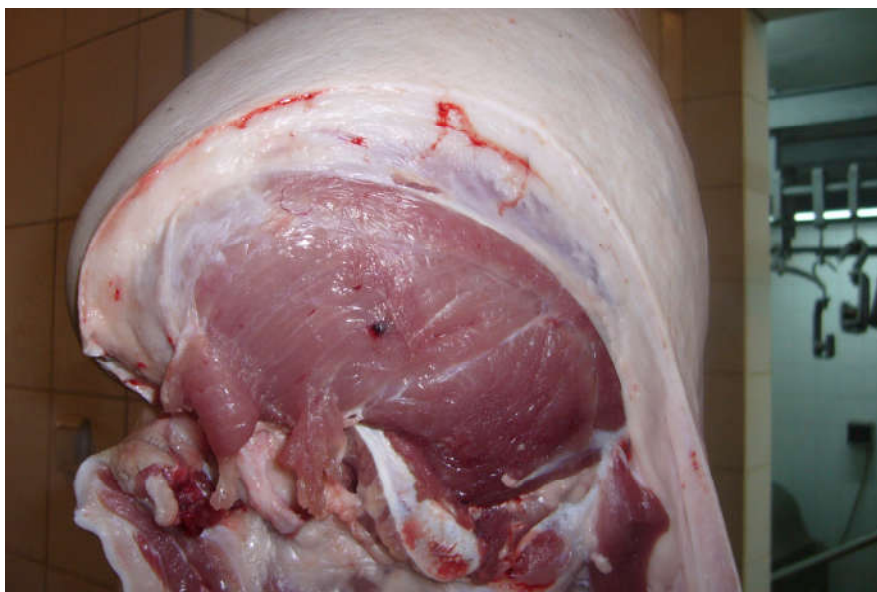
- Prost E.K. (1985). Higiena Mięsa. PWRiL, Warszawa.
- Rosenvold K., Andersen H.J. (2003). Factors of significance for pork quality – review. *Meat Sci.*, 64: 219–237.
- Rozporządzenie MRiRW z dn. 11.07.2006, Dz. U. nr 153, poz. 1096.
- Rybarczyk A., Karamucki T., Drozd R., Polasik D., Łyupkowska A., Michalecka A. (2015). Influence of selected factors upon the blood loss from the carcasses of pigs free of the stress susceptibility gene (RYR1T). *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 33: 177–184.
- Schütte A., Bostelmann N. (2001). Stuserhebung zur Effektivität der CO<sub>2</sub>-Betäubung von Schlachtschweinen in der BRD gemäß der derzeit gültigen Tierschutz-Schlachtverordnung, sowie Untersuchungen über deren Beeinflussung durch externe und interne (tierspezifische) Faktoren. BMVEL-Forschungsauftrag 97HS032, 167 ss.
- Sośnicki A., Wilson E., Sheiss E.B., Vries A.G. de (1998) There a cost – effective way to produce high quality pork. Proc. 51st Reciprocal Meat Conf. Am. Meat Sci. Assoc., Savoy, IL: 19–27.
- Szkucik K. (1996). Różnicowanie i obiektywizacja stopnia wykrwawienia jako podstawa oceny sanitarno-weterynaryjnej zwierząt rzeźnych. Wyd. AR Lublin, Rozpr. hab., 190 ss.
- Szkucik K. (1998). Pozostałość krwi w tkankach wykrwawianych świń. *Med. Weter.*, 54: 537–540.
- Szkucik K. (2004). Metody określania stopnia wykrwawienia zwierząt rzeźnych. *Med. Weter.*, 10: 1042–1044.
- Szkucik K., Wojtuś A., Strawa K. (2001). Ocena stopnia wykrwawienia zwierząt pochodzących z ubojów sanitarnych. *Med. Weter.*, 57: 327–329.
- Tereszkiewicz K. (2005). The influence of transportation distance on the rate of post-slaughter exsanguination and quality of meat in porkers. *Ann. Anim. Sci.*, 2: 203–207.
- Tereszkiewicz K. (2007). The assessment of the weight of internal organs and of exsanguination rate of porkers with differing backfat thickness. *Anim. Sci.*, 1: 140–141.
- Tereszkiewicz K. (2009). Przebieg i uwarunkowania wykrwawienia tuczników. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- Tereszkiewicz K., Choroszy K. (2014). Assessment of slaughter exsanguination in fatteners with a different backfat thickness. *Acta Sci. Pol., Zoot.*, 13 (3): 85–98.
- Tereszkiewicz K., Choroszy K. (2015). The influence of slaughter stress on cortisol and glucose levels in fatteners' blood serum. *IJAIR*, 4: 2319–1473.
- Tereszkiewicz K., Molenda P. (2007). The influence of the time of pre-slaughter handling on the slaughter value and on the meat quality of porkers. *Anim. Sci.*, 1: 142–143.
- Tereszkiewicz K., Molenda P., Sokołowicz Z. (2004). The influence of pre-slaughter rest on the degree of post-slaughter bleeding and on the quality of meat. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 22: 205–210.
- Tereszkiewicz K., Ruda M., Molenda P. (2006). Influence of pre-slaughter handling on physicochemical properties of *longissimus dorsi* and *semimembranosus* muscles of porkers. *Anim. Sci.*, 1: 109–110.
- Tereszkiewicz K., Ruda M., Molenda P. (2010). The influence of the level of C-reactive protein on the exsanguination rate of fatteners. Polish Society of Food Technologists. Monografia, pp. 109–115.
- Thiemig F. (1996). Fleischtechnologie. Schlachtung von Schweinen, Rindern und kleinen Wiederkäuern. Behrs Verlag, Hamburg.
- Thiemig F., Oelker P., Buhr H. (1997). Einfluss des Entblutungsverfahrens auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtschaft*, 77: 1030–1033.
- Troeger K. (1990). Schlachten: Tierschutz und Fleischqualität. *Fleischwirtschaft*, 70: 266–272.
- Troeger K., Moje M., Schurr B. (2005). Kontrolle der Entblutung. *Fleischwirtschaft*, 85: 107–110.
- Vimini R.J., Field R.A., Riley M.L., Williams J.C., Miller G.J., Kruggel W.G. (1983). Influence of delayed bleeding after stunning on beef muscle characteristics. *J. Anim. Sci.*, 56: 608–615.
- Wajda S., Denaburski J. (2003). Pre-slaughter handling of pigs. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 21, 1: 173–181.
- Warriss P.D. (1984). Exsanguination of animals at slaughter and the residual blood content of meat. *Vet. Rec.*, 115: 292–295.
- Warriss P.D., Wotton S.B. (1981). Effect of cardiac-arrest on exsanguination in pigs. *Res. Vet. Sci.*, 31: 82–86.
- Willam A., Lorencz A. (1994). Einfluss der Entblutungsart auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtschaft*, 74: 101–103.
- Williams J.C., Vimini R.J., Field R.A., Riley M.L., Kunsman J.E. (1983). Influence of delayed bleeding on sensory characteristics of beef. *Meat Sci.*, 9: 181–190.
- Wotton S.B., Anil M.H., Whittington P.E., McKinstry J.L. (1992). Pig slaughtering procedures: Head-to-back stunning. *Meat Sci.*, 32: 245–255.
- Wotton S.B. (1995). Stunning in pigs. *Meat Focus Int.*, 4: 105–108.
- Wotton S.B. (1996). Sticking techniques and exsanguination in pigs, sheep and calves. *Meat Focus Int.*, July, pp. 234–237.



## SOME ASPECTS OF EXSANGUINATION IN PIGS

### Summary

This article discusses selected issues related to exsanguination in fattening pigs, with special consideration of its course and determinants. Factors that determine the degree of exsanguination from slaughter products and by-products and their effect on technological and consumer quality of meat are also discussed. Methods for evaluation of exsanguination and their potential use are presented. A review of the literature shows that exsanguination should be profuse, complete and as short as possible. The process efficiency depends primarily on the factors related directly to the organization of slaughter, especially the stunning time and method, exsanguination position, and slaughter piercing technique. The assessment of the degree of carcass exsanguination should be used to optimize the processing management of slaughter products, and colorimetric methods are recommended for its verification.



Fot. 1. Wylew  
śródmięśniowy w tuszy  
wieprzowej  
*Photo 1. Pork carcass blood  
splash*



Fot. 2. Ocena  
wykrwawienia testem  
paskowym  
*Photo 2. Assessment  
of exsanguination with  
a filter paper test*

Fot. w pracy: K. Tereszkiwicz