

KRZYSZTOF SZKUCIK

Pozostałości krwi w tkankach wykrwawianych świń

Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Szkucik K.

Residual blood content in tissues of bleeding pigs

Summary

The objective of the investigations was to estimate the residual blood content in different pig organs and muscles in relation to the degree of bleeding. The residual blood content was evaluated by the measurement of the radioactivity of I^{131} isotope introduced intravitaly before experimental bleeding. The following bleeding degrees were used: 100% i.e. a complete (maximal) bleeding, 50% and 0% i.e. a complete lack of bleeding.

It was found that blood remained primarily in the internal organs of slaughtered animals: i.e. liver – 12.9%, spleen – 13.1%, lungs – 15.1%, heart – 7.4% and kidneys 15.7% of the tissue mass. The amount of residual blood increased significantly, especially in the internal organs in relation to the level of bleeding. A relatively small amount of blood, approximately 1.63% of the mass remained in muscles. The degree of bleeding significantly influenced the amount of blood remaining in particular muscles. In some muscles to a higher extent i.e. diaphragm – 2.23%, but in others less i.e. longissimus dorsi muscle – 1.12% blood remained. The residual blood in internal organs and muscles depended significantly on the degree of bleeding. With a complete lack of bleeding, the highest content of blood was noted in lungs 21.3%. In muscles the content of blood increased by 0.6% in the diaphragm and nearly by 0.05% in the longissimus dorsi muscle. The longissimus dorsi muscle constitute an exception because the content of residual blood in this muscle was not related to the degree of bleeding.

Całkowita ilość krwi zawarta przyżyciowo w organizmie zwierząt rzeźnych waha się od 4,5 do 9% masy ciała, a różnice zależą głównie od gatunku zwierzęcia. Najwięcej krwi występuje w organizmie konia 7,7–9,2%, najmniej u świń ok. 4,5–5%. Krew zlokalizowana jest przede wszystkim w układzie krwionośnym, a następnie w narządach wewnętrznych, a wreszcie i w mięśniach (9, 10, 12). Ilość krwi krążącej w organizmie nie jest stała ponieważ część jej znajduje się w zbiornikach krwi (śledzionie, wątrobie), z których w miarę potrzeb może być wyrzucana do układu krwionośnego. W układzie żylnym znajduje się ok. 40% krwi, w tętniczym ok. 17% (8).

Powszechnie stosowaną metodą uboju zwierząt jest wykrwawienie. Śmierć zwierzęcia następuje w wyniku niedokrwienia i tym samym utraty aktywności centralnego układu nerwowego. Do zejścia dochodzi z reguły po utracie ok. 50% ogólnej ilości krwi ale zależne jest to od szybkości upustu. Przy szybkim wypływie krwi do śmierci może dojść już przy utracie 30–40% ogólnej jej ilości (6, 10, 12, 15).

Upust krwi mimo zastosowanych najlepszych technik jest tylko częściowy i waha się od 40–65% całkowitej jej ilości. W czasie wykrwawiania krew wypływa przede wszystkim z naczyń tętniczych, żylnych i serca, w dużym stopniu z narządów wewnętrznych i w niewielkim stopniu z tkanki mięśniowej. Nie jest dotąd jasne jaki wpływ ma zróżnicowane ilościowo

wykrwawienie na pozostałość jej w różnych tkankach organizmu.

Celem badań było określenie ilości krwi pozostającej po uboju w narządach wewnętrznych i poszczególnych mięśniach tusz świń poddanych zróżnicowanemu ilościowo wykrwawieniu.

Materiał i metody

Oznaczenia ilości krwi pozostającej w poszczególnych narządach i mięśniach oparto na pomiarach radioaktywności izotopu jodu I^{131} wprowadzonego przyżyciowo do organizmu świń. Zasada tych oznaczeń opiera się na pomiarach liczby impulsów promieniowania gamma będących efektem rozpadu izotopu I^{131} . Wartości pomiaru tych impulsów są uzależnione od tzw. wydajności zliczeń, tj. stosunku liczby impulsów do liczby rozpadów izotopu I^{131} zawartego w badanej próbce. W obliczeniach wydajności zliczeń wzięto pod uwagę dwa podstawowe współczynniki: współczynnik geometrii układu, który zależy przede wszystkim od masy próbki oraz współczynnik pochłaniania promieniowania, uzależniony od gęstości badanej próbki.

Wydajność zliczeń określono przed przystąpieniem do właściwych pomiarów, na wzorcowych próbkach krwi, narządów wewnętrznych i mięśni, do których dodano znaną ilość izotopu jodu I^{131} . Wielkość ta służyła do właściwych pomiarów radioaktywności badanych próbek. Na jej podstawie z liczby zliczeń (otrzymanych z licznika promieniowania) wyliczona została radioaktywność I^{131} zawartego w badanych narządach i mięśniach.

Do krwiobiegu świń wprowadzono przez żyłę uszną albuminę surowicy krwi w roztworze soli fizjologicznej znakowaną jodem I^{131} . Dawka wprowadzonego izotopu wynosiła 1,5 MBq. Na podstawie wielokrotnych pobranych krwi i kilkunastu powtórzeń ustalono najwyższy poziom i stabilizację radiacji w organizmie; następowała po 15 minutach od wprowadzenia izotopu. W tym też czasie pobierano z przeciwnego ucha krew do końcowych oznaczeń i dokonywano uboju zwierząt.

Świnie jednej rasy (polska biała zwisloucha), płci (samice), wieku (14–15 tyg.) i masy ciała ($40 \text{ kg} \pm 2 \text{ kg}$), pochodzące z tego samego gospodarstwa hodowlanego, poddano ubojowi stosując trzy stopnie wykrwawienia: a) pełne – polegające na całkowitym upuszczeniu krwi określane jako 100%, b) częściowe – na upuszczeniu 50% krwi oraz c) zupełny brak wykrwawienia (świnie nie wykrwawione). Od poddanych ubojowi świń pobierano do badań próbki 5 narządów wewnętrznych: wątroba, nerki, serce, płuca, śledziona i 8 mięśni: część lędźwiową przepony (*diaphragma – pars lumbalis*), m. lędźwiowo-biodrowy (*m. iliopsoas*), skośny wewnętrzny brzucha (*m. obliquus internus abdominis*), żwacz (*m. masseter*), nadgrzebieniowy (*m. infrapinatus*), pośladkowy środkowy (*m. gluteus medius*), najdłuższy klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) i mięśnie szyi (*mm. colli*). Probki te poddano homogenizacji, a następnie określono w nich aktywność radiacyjną.

Pomiar aktywności promieniotwórczej w badanych próbkach narządów wewnętrznych i mięśniach przeprowadzono za pomocą jednokanałowego spektrofotometru promieniowania przy użyciu sondy scyntylacyjnej NaJ typu SSU-70. Natomiast aktywność krwi mierzono za pomocą licznika scyntylacyjnego firmy Beckmann z węgłowym kryształem scyntylacyjnym NaJ. W obu przypadkach dokonywano pomiaru ilości zliczeń pochodzących z fotoelektrycznego oddziaływania promieniowania gamma. Analizator ustawiono na pikę pochodzącą z tego oddziaływania. Aktywność badanych próbek obliczano na podstawie ilości zliczeń i określonej na wstępie wydajności zliczeń dla poszczególnych narządów, mięśni i krwi. Dla zachowania geometrii układu zliczania pobierano taką samą masę próbki jak w przypadku wzorca.

Zawartość krwi wyliczano ze stosunku radioaktywności właściwej krwi w Bq/kg do radioaktywności badanej tkanki. Dla każdego stopnia wykrwawienia przeprowadzono sześć powtórzeń oznaczeń zawartości krwi w badanych tkankach. Wyniki oznaczeń zawartości krwi w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej (%) pochodzące od poszczególnych świń przedstawiono w postaci wartości średnich ($\bar{x}$) i odchyłeń standardowych (s). Wyliczono także, w

zależności od stopnia wykrwawienia, istotności różnic pomiędzy grupami zwierząt oraz pomiędzy badanymi narządami i mięśniami. Istotność wpływu tych czynników zmienności określono testem T-Tukeya na poziomie $p \leq 0,01$. Oceniono również za pomocą prostych współczynników korelacji (r) współzależność pomiędzy zawartością krwi w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej.

Tab. 1. Zawartość krwi (%) w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej świń w zależności od stopnia wykrwawienia w oparciu o test radiacyjny ($n = 6$)

Badane tkanki		Stopień wykrwawienia		
		pełne	50%	brak
Narządy wewnętrzne	Wątroba	12,9 a	14,2 b	16,4 c
	Nerki	15,7 a	16,9 b	18,5 c
	Serce	7,4 d	7,9 b	8,7 c
	Płuca	15,1 a	18,4 b	21,3 c
	Śledziona	13,1 a	14,7 b	16,3 c
Mięśnie	Przepona	2,23 a	2,57 b	2,83 c
	Biodrowo-lędźwiowy	1,41 a	1,51 ab	1,73 b
	Skośny wewn. brzucha	1,65 a	1,83 b	2,19 c
	Żwacz	1,96 a	2,25 b	2,51 c
	Nadgrzebieniowy	1,66 a	1,90 b	2,17 c
	Pośladkowy środkowy	1,46 a	1,60 b	1,73 c
	Najdłuższy klatki piersiowej	1,12 a	1,15 a	1,17 a
	Szyi	1,69 a	1,89 b	2,18 c

Objaśnienia: a, b, c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w poziomie przy $p \leq 0,01$.

Tab. 2. Różnice w poziomie krwi resztkowej (%) między badanymi narządami ($\bar{x} \pm s$; $n = 6$)

Narządy	Wykrwawienie		
	pełne	50%	brak
Wątroba	12,9 b 1,3	14,2 b 1,7	16,4 b 1,5
Nerki	15,7 c 2,1	16,9 c 2,3	18,5 c 2,2
Serce	7,4 a 0,9	7,9 a 1,1	8,7 a 1,4
Płuca	15,1 c 2,7	18,4 d 2,9	21,3 d 2,4
Śledziona	13,1 b 1,5	14,7 b 1,7	16,3 b 1,6

Objaśnienia: a, b, c, d – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w pionie przy $p \leq 0,01$.

Tab. 3. Różnice w poziomie krwi resztkowej (%) między badanymi mięśniami ($\bar{x} \pm s$; $n = 6$)

Mięśnie	Stopień wykrawawienia		
	pełne	50%	brak
Przepona	2,23 d 0,19	2,57 d 0,23	2,83 d 0,27
Biodrowo-lędźwiowy	1,41 b 0,11	1,51 b 0,17	1,73 b 0,21
Skośny wewn. brzucha	1,65 c 0,19	1,83 c 0,21	2,19 c 0,17
Żwacz	1,96 d 0,18	2,25 d 0,22	2,51 d 0,28
Nadgrzebieniowy	1,66 c 0,18	1,90 c 0,17	2,17 c 0,21
Pośladkowy środkowy	1,46 b 0,16	1,60 b 0,22	1,73 b 0,19
Najdłuższy klatki piersiowej	1,12 a 0,07	1,15 a 0,08	1,17 a 0,05
Szyi	1,67 c 0,13	1,89 c 0,17	2,18 c 0,16
Ogółem	1,63 0,15	1,86 0,19	2,07 0,21

Objaśnienia: jak w tab. 2.

Wyniki i omówienie

Określanie pozostałości krwi w tkankach wykrawawianych zwierząt oparto na testach izotopowych. Jest to jedna z najbardziej dokładnych metod, pozwalająca na oznaczanie objętości krwi lub jej pozostałości w tkankach zwierząt. Liczne badania nad doborem wła-

stopnia wykrawawienia oraz jej zmienność w zależności od narządu czy mięśnia zestawiono w tab. 1-4. Wyniki te wyrażono w procentach masy badanej tkanki.

Zawartość tzw. krwi resztkowej w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej w zależności od stopnia wykrawawienia przedstawiono w tab. 1. Wyniki tych

ściwego izotopu dla pomiarów pozostałości krwi (3-5, 7, 13), oparte były początkowo na chromie Cr^{51} oraz dwóch izotopach jodu I^{125} i I^{131} . Okazało się, że izotop chromu nie dawał reprezentatywnych wyników, ze względu na jego daleko idącą absorpcję przez tkanki zwierzęce (13). Z dwóch izotopów jodu najlepsze wyniki dawało zastosowanie I^{131} , który użyty został następnie we własnych badaniach nad pozostałościami krwi w tkankach zwierząt rzeźnych. Nośnikiem Jodu I^{131} była albumina surowicy krwi.

Wyniki badań własnych nad pozostałościami krwi w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej w zależności od

Tab. 4. Korelacje między poziomem krwi resztkowej w mięśniach i narządach wewnętrznych

Mięśnie	Narządy wewnętrzne				
	Wątroba	Nerki	Serce	Płuca	Śledziona
Przepona	0,96**	0,98**	0,96**	0,99**	0,99**
Biodrowo-lędźwiowy	0,98**	0,99**	0,97**	0,98**	0,99**
Skośny wewn. brzucha	0,99**	0,99**	0,98**	0,98**	0,99**
Żwacz	0,97**	0,99**	0,97**	0,99**	0,99**
Nadgrzebieniowy	0,82**	0,83**	0,81**	0,84**	0,84**
Pośladkowy środkowy	0,88**	0,92**	0,88**	0,95**	0,94**
Najdłuższy klatki piersiowej	0,75*	0,77*	0,74*	0,81*	0,78*
Szyi	0,98**	0,97**	0,97**	0,94**	0,95**

Objaśnienia: * – istotność przy $p \leq 0,05$, ** – istotność przy $p \leq 0,01$.

badan wykazały wyraźnie wyższe pozostałości krwi w narządach wewnętrznych niż w tkance mięśniowej. Poziom krwi resztkowej w mięśniach był przy pełnym wykrwawieniu stosunkowo niewielki i wahał się od 1,12 do 2,23% masy mięśnia. Natomiast dużo wyższa była ilość krwi w narządach wewnętrznych, wynosząca od 7,4 do 15,7% masy narządu.

Stopień wykrwawienia był czynnikiem, który w istotny sposób różnicował zawartość krwi szczególnie wyraźnie w narządach wewnętrznych. We wszystkich badanych narządach stwierdzono istotne różnice w pozostałości krwi resztkowej pomiędzy maksymalnym, niepełnym (50%) i zupełnym brakiem wykrwawienia. Różnice te kształtowały się odmiennie dla każdego narządu i wynosiły przykładowo między pełnym a brakiem wykrwawienia od 1,3% w sercu do 6,2% w płucach. W mięśniach natomiast podobne różnice w poziomie krwi resztkowej w zależności od stopnia wykrwawienia były stosunkowo niewielkie. Wahały się one od 0,05% w mięśniu najdłuższym klatki piersiowej do 0,6% w przeponie.

Istotne różnice w poziomie krwi resztkowej pomiędzy wszystkimi trzema stopniami wykrwawienia wystąpiły w sześciu spośród ośmiu badanych mięśni. Były to: część mięśniowa przepony, m. skośny wewnętrzny brzucha, m. nadgrzebieniowy, m. żwacz, m. pośladkowy środkowy i mięśnie szyi. W mięśniu biodrowo-lędźwiowym wykazano je tylko między pełnym i brakiem wykrwawienia. Brak było natomiast istotnego zróżnicowania pozostałości krwi resztkowej w m. najdłuższym.

Z porównania badanych narządów (tab. 2) wynika, że najmniejsza ilość krwi pozostaje przy pełnym wykrwawieniu zwierzęcia w mięśniu sercowym, a następnie w wątrobie i śledzionie. Najwięcej krwi pozostaje w nerkach i płucach. Zależności te między narządami kształtują się podobnie przy pełnym, 50% i zupełnym braku wykrwawienia. Podobne wyniki, w odniesieniu jednak tylko do pełnego wykrwawienia, otrzymał Leibetseder i wsp. (7) w badaniach nad przemianą cynku i dynamiką jego metabolizmu u świń. W badaniach własnych wykazano niższy niż podaje piśmiennictwo poziom krwi w wątrobie, nawet przy zupełnym braku wykrwawienia (7).

Poziom krwi resztkowej w ośmiu badanych mięśniach był wyraźnie zróżnicowany (tab. 3). Istotność różnic pomiędzy poszczególnymi mięśniami, pochodzącymi z tusz prawidłowo wykrwawionych pozwala na ustalenie następującej sekwencji grup mięśni pod względem pozostającej w nich krwi resztkowej, poczynając od ilości najwyższych do najniższych: przepona, żwacz → skośny wewnętrzny brzucha, nadgrzebieniowy, mm. szyi → biodrowo-lędźwiowy, pośladkowy środkowy → najdłuższy klatki piersiowej. Ta sama prawidłowość wystąpiła także w mięśniach pochodzących z tusz o niepełnym (50%) wykrwawieniu oraz tusz niewykrwawionych. Na podkreślenie zasłu-

guje stosunkowo niskie wykrwawienie mięśnia najdłuższego w porównaniu do dwukrotnie wyższego w części mięśniowej przepony i mięśniu żwacz. Podobne wyniki otrzymali inni autorzy (1, 2, 10). Zawartość krwi w mięśniach szkieletowych tuszy wynosiła średnio 1,63% i była identyczna z wynikami otrzymanymi przez innych autorów (7). Podobne badania, przeprowadzane przez Heinza i wsp. (3) nad pozostałością krwi w mięśniach była wykazały jej poziom w granicach 0,9% do 1,2%. W mięśniach piersiowych brojlerów poziom ten był znacznie wyższy, wynosił bowiem 2,18 g/100 g tkanki (6).

W tab. 4 przedstawiono współzależność pomiędzy poziomem krwi resztkowej w narządach wewnętrznych i tkance mięśniowej. Występujące wraz ze zmieniającym się stopniem wykrwawienia zmiany poziomu krwi resztkowej w narządach wewnętrznych miały ten sam kierunek również i w mięśniach. Współzależność ta była wysoka i wynosiła dla większości mięśni od 0,84 do 0,99 ($p \leq 0,01$). Nieco mniejszą zależność stwierdzono jedynie pomiędzy ilością krwi resztkowej w narządach a mięśniu najdłuższym klatki piersiowej ($r=0,74-0,81$ ($p \leq 0,05$)).

Wnioski

Na podstawie przeprowadzanych badań można wyprowadzić następujące wnioski:

1. wykrwawienie ubojowe zwierząt nie powoduje całkowitego wypływu krwi z tkanek organizmu; w mięśniach pozostaje średnio 1,63% krwi, natomiast o wiele więcej w narządach – średnio 12,8%,

2. poszczególne mięśnie różnią się istotnie pod względem ilości pozostającej w nich krwi w granicach od 1,12% do 2,23% masy mięśni; w narządach wewnętrznych zróżnicowanie to waha się od 7,4 do 15,7%,

3. stopień wykrwawienia tusz jest istotnym czynnikiem różnicującym poziom krwi w narządach wewnętrznych i mięśniach z wyjątkiem mięśnia najdłuższego.

Piśmiennictwo

1. Binning K., Hamm R.: Lebensm. Unters.-Forsch. 155, 332, 1974.
2. Gerold M., Stolle A.: Fleischwirtschaft 74, 864, 1994.
3. Heinz G., Egginger R., Mirna A.: Fleischwirtschaft 52, 82, 1972.
4. Hess E., Klinger I.: Zbl. Vet. Med. B, 14, 685, 1964.
5. Kotula A. W., Helbacka N. V.: Poult. Sci. 45, 404, 1966.
6. Lawrie R. A.: Meat Science, Pergamon Press, Oxford 1991.
7. Leibetseder J., Kment A., Skalicky A.: Wien. tierärztl. Mschr. 59, 99, 1972.
8. Nagórna-Stasiak B., Pytasz M., Studziński T.: Fiziologia zwierząt domowych. Wyd. AR, Lublin 1982.
9. Ogieski L.: Zeszyty Nauk. WSR, Weterynaria Wrocław, 6, 85, 1956.
10. Pezacki W., Bednarek T.: Medycyna Wet. 12, 280, 1956.
11. Piśula A.: Wpływ zawartości barwników hemowych w mięśniach na barwę mięsa wieprzowego. Praca hab. Zeszyty Nauk SGGW, Warszawa 1974.
12. Prost E. K.: Higiena mięsa. PWRiL, Warszawa 1985.
13. Smith B. S. W.: Clin. Chim. Acta 27, 105, 1970.
14. Stolle F. A., Paulick Ch.: Fleischwirtschaft 70, 274, 1990.
15. Warriss P. D.: Vet. Rec. 115, 292, 1984.

Adres autora: dr hab. Krzysztof Szkucik, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin