

# ANALIZA JAKOŚCI MIĘSA WIEPRZOWEGO

pod kątem aktualizacji współczynnika przeliczeniowego zawartości białka na  
zawartość fosforu fizjologicznego

zrealizowana w ramach projektu CECHY JAKOŚCIOWE JAKO ATUTY I ZALETY  
POLSKIEJ WIEPRZOWINY

sfinansowanego z Funduszu Promocji Mięsa Wieprzowego

Organizator badania:



Podmiot realizujący badanie:



SZKOŁA GŁÓWNA  
GOSPODARSTWA  
WIEJSKIEGO

Instytut Nauk o Żywności Katedra Technologii i Oceny Żywności

Autorzy ekspertyzy:

Prof. dr hab. Mirosław Słowiński

Dr hab. Krzysztof Dasiewicz prof. SGGW

## Wstęp

Fosfor jest naturalnym składnikiem odpowiedzialnym za prawidłowe funkcjonowanie każdego organizmu. Pomijając układ kostny zwierzęcia, jego znaczące ilości występują w mięśniach szkieletowych, a także w różnych narządach wewnętrznych (podrobach). Oprócz naturalnie zawartych w mięsie związków fosforu, w niektórych produktach mięsnych obecne są również dodane celowo fosforany jako dodatki funkcjonalne (np. E338-452) dla osiągnięcia zamierzonych celów technologicznych. Wykaz produktów i dopuszczalny maksymalny poziom dodanych fosforanów (5000 mg/kg w przeliczeniu na P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) jest regulowany w Polsce i UE Rozporządzeniem 1129/2011. Dla mięsa nieprzetworzonego nie jest dozwolone użycie fosforanów, jak zresztą i innych dodatków.

Do oznaczenia ilości dodanych fosforanów rutynowo wykorzystuje się metodę polegającą na wyliczeniu różnicy pomiędzy całkowitą, analitycznie oznaczoną zawartością fosforu w badanej próbce (najczęściej metodą spektrofotometryczną) a szacunkową zawartością w niej fosforu fizjologicznego. Oszacowanie zawartości naturalnie zawartego fosforu fizjologicznego odbywa się poprzez pomnożenie analitycznie oznaczonej zawartości białka przez odpowiedni współczynnik przeliczeniowy. Przyjęty w Polsce sposób wyliczenia tego współczynnika opiera się na dodatniej korelacji pomiędzy zawartością naturalnie występującego w tkance mięśniowej fosforu a ilością białka (Kłossowska 1998). Wyszczególniona w Polskiej Normie (PN-87/A-82060 „Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości fosforu”) wartość tego współczynnika przeliczeniowego wynosi 0,01. Obliczenie zawartości dodanych fosforanów (X) dokonuje się w oparciu poniższy wzór:

$$X = 2,29 (F_o - 0,01B)$$

gdzie:

X – zawartość dodanych fosforanów

2,29 – współczynnik przeliczeniowy fosforu na P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

F<sub>o</sub> – ogólna zawartość fosforu oznaczona analitycznie

0,01 – współczynnik dla obliczenia fosforu fizjologicznego

B – zawartość białka ogólnego

Współczynnik przeliczeniowy 0,01 został ustalony w Polsce i przyjęty w powyżej cytowanej Polskiej Normie w oparciu o badania przeprowadzone przez Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w latach 1991-92 (Kłossowska i Tyszkiewicz 1992). Z opublikowanych szczegółowych danych (Kłossowska 1998, tab. 1) wynika, że przykładowo dla mięśni ciemnych z szynki współczynnik ten wynosił 0,0104, dla karczku wieprzowego i mięśni jasnych szynki 0,0101 a dla boczku skórowanego 0,0095. Różnice te były istotne statystycznie.

Tabela 1. Zawartość białka i fosforu w badanych mięśniach (badanie Kłossowska i Tyszkiewicz 1992)

Mięśnie	Liczebność	Zawartość białka		Zawartość fosforu jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	
		X	s	X	S
Mięśnie szynki wieprzowej, jasne	26	21,3	0,8	0,49	0,02
Mięśnie szynki wieprzowej, ciemne	27	20,6	0,8	0,49	0,02
Mięśnie łopatki wieprzowej	27	19,2	0,7	0,44	0,03
Karczek wieprzowy	26	17,5	1,5	0,41	0,03
Polędwica wieprzowa	27	21,8	1,0	0,48	0,03
Boczek wieprzowy skórowany	26	13,6	1,4	0,30	0,04
Mięśnie udźca wołowego	23	21,2	110	0,47	0,03

Przyjmując wartość współczynnika 0,01 uznano, że „błędem jakim będzie obarczony współczynnik w zależności od rodzaju mięśnia nie będzie przekraczał 5% (Kłossowska 1998). Tym samym nie zostały wówczas oficjalnie zaakceptowane zgłaszane przez przemysł rozbieżności pomiędzy zalecanym przez władze amerykańskie (USDA – FSIS) wyższym współczynnikiem (0,0106) do wyznaczenia zawartości fosforu naturalnie występującego w mięsie.

Przyjęta w Polsce niższa wartość współczynnika przeliczeniowego (0,01) skutkuje niejednokrotnie tym, że „służby kontrolne stwierdzają analitycznie obecność fosforanów określonych jako dodane w produktach, w których nie powinny być dodane, a producenci kategorycznie zaprzeczają posądzeniu o dodanie preparatu zawierającego fosforany i mówią oni prawdę” (Michalski 1999, Tyszkiewicz i wsp. 2011). Odnosi się to w szczególności do surowca – mięśni, w których ze względu na pochodzenie i funkcję, jaką pełniły za życia zwierzęcia zawartość związków fosforu **jest naturalnie większa**. Głównym powodem występowania tak znacznych różnic w zawartości fosforu w tkance mięśniowej jest fakt, że w mięśniach następuje zamiana energii chemicznej w pracę mechaniczną, a substancjami biorącymi udział w tym procesie są wysokoenergetyczne związki fosforowe, jak ATP i fosfokreatyna. Hydroliza ATP dostarcza energii dla skurczu, a fosfokreatyna stanowi rezerwę energetyczną, która jest wykorzystywana do regeneracji ATP (Kłossowska 1998). Dlatego też, poszukiwane są inne, bardziej miarodajne metody oznaczania dodanych fosforanów. Przykładowo, dużo cytowań znajduje w literaturze metoda z wykorzystaniem izotachoforezy (Dusek i wsp. 2003) dobrze skorelowana ze standardową metodą spektrofotometryczną, przy uwzględnieniu współczynnika przeliczeniowego 0,0106. Z kolei badania wykonane w IPMiT

(Tyszkiewicz i wsp. 2011) wskazują, że bardziej miarodajne jest uwzględnienie korelacji pomiędzy zawartością fosforu fizjologicznego a zawartością białka mięśniowego bez uwzględnienia kolagenu. Wydaje się to w pełni uzasadnione, gdyż kolagen (białka tkanki łącznej) tylko nieznacznie wnoszą związki fosforu w porównaniu do białek mięśniowych. Jak wykazały te badania (Tyszkiewicz i wsp. 2011), niezależnie od części anatomicznej istotny wpływ na zawartość fosforu w mięsie miała mięsność zwierzęcia oraz masa tuszy po uboju. Dodatkowym utrudnieniem w prawidłowej interpretacji wykazanej/zmierzonej zawartości dodanych fosforanów w mięsie świeżym jest notowany w ostatnich latach istotny wpływ żywienia zwierząt, szczególnie w hodowli wielkoprzemysłowej, na skład chemiczny mięsa. Skutkuje to możliwością wystąpienia wyższej zawartości fosforu w mięsie, ale również obniżeniem zawartości białka mięśniowego mającego bezpośredni wpływ na obliczoną zawartość dodanych fosforanów stosowaną w Polsce metodą. Przykładowo, jak cytują Grześkowiak i wsp. 2011 w badaniach niemieckich, aż 43% przebadanych próbek (n=120) mięśni szynki odznaczało się wyższą niż 2,4 wartością współczynnika P (stosunek zawartości fosforu do białka ogółem, stosowany w Niemczech do określenia zawartości fosforu fizjologicznego).

Przy aktualnie stosowanym współczynniku przeliczeniowym 0,01 (niższym niż od kilkadziesiąt lat stosowanym w USA 0,0106) i nieuwzględnianiu zakładanego przez zgłaszających tę wartość do PN 5% błędu, niejednokrotnie nie może świadczyć o zafałszowaniu produktu przez dodanie fosforanów. Dotyczyć to może w szczególności produktów o małej zawartości tkanki łącznej jak, np. polędwiczka wieprzowa, schab... Dla uznania, że badana próbka mięsa rzeczywiście zawierała dodane fosforany należałoby przeprowadzić w takim przypadku badania chromatograficzne.

## **Metodyka**

### **Materiał i organizacja pracy**

Materiał badawczy stanowiły próbki z następujących elementów mięsa wieprzowego: szynka (mięsień półbłoniasty), szynka (mięsień dwugłowy uda), łopatka (mięsień podgrzebieniowy), karkówka, schab (mięsień najdłuższy grzbietu od strony biodrówki). Każdy z wymienionych pięciu elementów był pobrany w 7-8 powtórzeniach z zakładów mięsnych o zróżnicowanej wielkości produkcji i powierzchni handlowej. Analizy wykonano także na mięsie wieprzowym: szynka (mięsień półbłoniasty) pozyskanym od świń z hodowli ekologicznej.

Próbki mięsa o masie około 300 g zostały pobrane przez pracownika SGGW w obecności przedstawiciela Zakładu po wcześniejszym umówieniu terminu wizyty. Po oznakowaniu, zapakowaniu (woreczki z tworzywa sztucznego z zamknięciem strunowym bez wkładek chłonnych) i zapewnieniu odpowiednich warunków chłodniczych zostały przewiezione do laboratorium SGGW celem przeprowadzenia badań.

Po przywiezieniu próbek mięsa w pierwszej kolejności oznaczono pH i parametry barwy L\*a\*b\* w celu wyeliminowania próbek mięsa obciążonych wadą PSE DFD. Następnie próbki mięs bez wad rozdrobiono w wilku laboratoryjnym, wymieszano i zapakowane w dwa niezależne

opakowania próżniowe (o masie po około 150 g), z których jedno przekazano do analizy oznaczenia zawartości białka i fosforu w akredytowanym laboratorium, a drugie zamrożono jako próba referencyjna.

Z zakładów próbki do badań pobierano w okresie październik-listopad 2023 r.

## **Metodyka pracy**

### **Pomiar pH [PN-ISO 2917:2001]**

Pomiaru pH dokonywano za pomocą pehametru typu TESTO 206-PH2 (Testo SE & Co. KGaA, Germany), przy zastosowaniu zespolonej elektrody szklano-kalomelowej. Przed rozpoczęciem pomiaru, pehametr kalibrowano z wykorzystaniem buforów wzorcowych o pH = 7 a następnie pH = 4. Wartość pH była odczytywana po 2 minutach od momentu wprowadzenia elektrody do produktu.

### **Pomiar barwy metodą odbiciową [PN-65/N-01252 Praca zbiorowa 2006]**

Pomiaru dokonano za pomocą Kolorymetru CR-400 (Konica Minolta, Japonia). Pomiar barwy metodą odbiciową prowadzono w przestrzeni CIE  $L^*a^*b^*$ , z zastosowaniem obserwatora standardowego 2° oraz oświetlenia iluminant D65. Parametr  $L^*$  określa jasność badanej próbki i przyjmuje wartości od 0 (dla idealnej czerni) do 100 (dla idealnej bieli). Dodatkowo wartości parametru barwy  $a^*$  oznaczają udział barwy czerwonej, natomiast ujemne udział barwy zielonej. Parametr barwy  $b^*$  oznacza udział barwy żółtej dla wartości dodatnich a dla wartości ujemnych udział barwy niebieskiej. Wartości parametrów  $a^*$  i  $b^*$  wyrażane są w przedziale od -120 do 120. Pomiaru dokonano po uprzednim skalibrowaniu urządzenia na wzorcu bieli. Na wewnętrznej stronie fileta poprzez omięsną każdej próbki (bezpośrednio po wyjęciu z opakowania) dokonano po 4 pomiary w różnych miejscach. Po odczytaniu parametrów barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  wyniki z poszczególnych oznaczeń uśredniono.

### **Oznaczenie zawartości fosforu oraz białka**

Analizy przeprowadzono w akredytowanym laboratorium.

Wykaz zastosowanych metod badawczych przedstawiono w dokumencie „ZAKRES AKREDYTACJI LABORATORIUM BADAWCZEGO SCOPE OF ACCREDITATION FOR TESTING LABORATORY Nr/No. AB 462 wydany przez / issued by POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI 01-382 Warszawa, ul. Szczotkarska 42 przeprowadzonych zawartych w „Sprawozdaniu z badań nr 2023/1”.

Zawartość fosforu oznaczono metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICPOES)

Zawartość białka oznaczono zgodnie z metodami opisanymi w normach ISO (Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej).

## Wyniki

Pozyskane mięso do analizy cechowało się typowymi wartościami pH dla mięsa wieprzowego. Najniższe wartości stwierdzono dla próbek schabu (5,63) natomiast najwyższe dla próbek mięsa pozyskanych dla karkówki (5,97). Należy podkreślić, że kwasowość czynna badanego mięsa była wyrównana o czym świadczy niewielkie odchylenie standardowe oraz mediana zbliżona do wartości średniej. Podobnie w przypadku analizy barwy nie stwierdzono istotnych różnic wskazujących na występowanie wad jakościowych mięsa. Składowa barwy L\* informująca o jasności kształtowała się średnio na poziomie od 41,31 jednostki (szynka - mięsień półbłoniasty - hodowla ekologiczna) do 49,12 jednostki (schab). Składowa barwy a\* określająca udział barwy czerwonej w ogólnym odbiorze barwy kształtowała się średnio na poziomie od 5,75 jednostki do 13,01 jednostki (karkówka). Natomiast składowa barwy b\* określająca udział barwy niebieskiej i żółtej średnio przyjmowała wartości od 4,85 jednostki (schab) do 6,82 jednostki (łopatka)

W Aneksie zamieszczono przykładowy raport z oznaczania zawartości azotu ogólnego, białka i fosforu (załącznik 2) oraz zestawienie wszystkich uzyskanych wyników (załącznik 3; tab. 3-8).

Tabela 2. Zestawienie zawartości białka fosforu oraz wartości współczynnika przeliczeniowego w badanych próbkach mięsa wieprzowego:

	Liczba próbek	Zawartość białka (%)	Zawartość fosforu (%)	Fosfor (%) /białko (%)
<b>Szynka - mięsień dwugłowy uda</b>				
<b>Średnia</b>	27	<b>21,09</b>	<b>2,18</b>	<b>0,1036</b>
SD		0,64	0,09	0,0048
Mediana		21,06	2,19	0,1037
<b>Szynka - mięsień półbłoniasty</b>				
<b>Średnia</b>	26	<b>21,08</b>	<b>2,140</b>	<b>0,1015</b>
SD		0,74	0,087	0,0029
Mediana		21,15	2,166	0,1014
<b>Schab</b>				
<b>Średnia</b>	27	<b>22,24</b>	<b>2,204</b>	<b>0,0991</b>
SD		0,60	0,102	0,0038
Mediana		22,14	2,215	0,0989

<b>Karkówka</b>				
<b>Średnia</b>	27	<b>19,00</b>	<b>2,033</b>	<b>0,1070</b>
SD		0,54	0,140	0,0069
Mediana		19,07	2,061	0,1102
<b>Łopatka</b>				
<b>Średnia</b>	27	<b>20,46</b>	<b>2,025</b>	<b>0,0990</b>
SD		0,56	0,090	0,0042
Mediana		20,59	2,041	0,0986
<b>Szynka - mięsień półbłoniasty - hodowla ekologiczna</b>				
<b>Średnia</b>	27	<b>23,48</b>	<b>2,076</b>	<b>0,0885</b>
SD		0,72	0,051	0,0037
Mediana		23,22	2,082	0,0881

Bazując na uzyskanych danych dotyczących oznaczeń zawartości białka i fosforu oraz w oparciu o wzory przeliczeniowe zawarte w polskiej normie PN-87/A-82060 można stwierdzić, że średnia wartość aktualnie stosowego współczynnika przeliczeniowego 0,01 została przekroczona w przypadku karkówki oraz obydwu analizowanych mięśni szynki. Szczegółowa analiza wyników wykazała, że w przypadku mięśnia dwugłowego uda oraz karkówki stwierdzono po 21 próbek z przekroczeniem co stanowiło 74,1 % a w przypadku mięśnia półbłoniastego liczba próbek z przekroczeniem wyniosła 19 co stanowiło 70,4%. W grupie analizowanych próbek, w których średnio nie stwierdzono przekroczeń również występowały próbki z wyższymi wartościami współczynnika przeliczeniowego. W próbkach schabu stwierdzono 9 próbek z przekroczeniem co stanowiło 33,3% oraz w próbkach z łopatki 11 próbek z przekroczeniem co stanowiło 59,3%. Jedynie w próbkach mięśnia półbłoniastego pozyskanego od zwierząt hodowanych ekologicznie nie stwierdzono przekroczenia wartości stosowanego współczynnika przeliczeniowego.

Powyższe dane mają potwierdzenie w doniesieniach naukowych wskazujących na fakt, że dodatkowym utrudnieniem w prawidłowej interpretacji wykazanej/zmierzonej zawartości dodanych fosforanów w mięsie świeżym jest notowany w ostatnich latach istotny wpływ żywienia zwierząt, szczególnie w hodowli wielkoprzemysłowej, na skład chemiczny mięsa. Skutkuje to możliwością wystąpienia wyższej zawartości fosforu w mięsie, ale również obniżeniem zawartości białka mięśniowego mającego bezpośredni wpływ na obliczoną zawartość dodanych fosforanów stosowaną w Polsce metodą.

Na podstawie przeprowadzonych badań, uzyskanych i przeanalizowanych wyników wydaje się uzasadniona konieczność weryfikacji wartości stosowanego w PN-87/A-82060 współczynnika pozwalającego na określenie zawartości fosforu fizjologicznego na podstawie zawartości białka.

Ponadto uważamy, że kwestionowanie przez producentów zarzutów stawianych im przez służby kontrolujące rzekomego dodawania fosforanów do mięsa kulinarnego jest uzasadnione, a służby kontrolujące powinny selektywnie podchodzić do oceny zawartość fosforanów w świeżym mięsie. Przy aktualnie stosowanym współczynniku przeliczeniowym 0,01 oraz nie uwzględnianiu zakładanego przez zgłaszających tę wartość do Polskiej Normy 5% błędu, wskazanie przez kontrolujących obecności dodanych fosforanów niejednokrotnie nie może świadczyć o zafałszowaniu produktu przez dodanie fosforanów.