

## **ANALIZA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WIEKIEM A SKŁADEM CHEMICZNYM MIĘSA I POZIOMEM AKUMULACJI WYBRANYCH ZANIECZYSZCZEŃ ŚRODOWISKOWYCH W TKANKACH BYDŁA**

**Mariusz Rudy<sup>1)</sup>, Marek Zin<sup>1)</sup>, Agata Znamiorska<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>-Uniwersytet Rzeszowski,

Wydział Biologiczno-Rolniczy,

Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego,

ul. Ćwiklińskiej 2/D9-260, 35-601 Rzeszów,

e-mail: mrudy@univ.rzeszow.pl

<sup>2)</sup>-Uniwersytet Rzeszowski,

Wydział Biologiczno-Rolniczy,

Zakład Technologii Mleczarstwa,

ul. Ćwiklińskiej 2/D9-250, 35-601 Rzeszów

### **Streszczenie**

Celem pracy było wykazanie zależności pomiędzy stopniem zanieczyszczenia badanego materiału wybranymi pierwiastkami toksycznymi (Pb, Cd, Hg, As) i związkami chloroorganicznymi (DDT i jego metabolitami;  $\alpha$ -HCH; HCB), a wiekiem bydła oraz składem chemicznym mięsa. Po przeprowadzonej analizie stwierdzono bardzo wysoką dodatnią zależność korelacyjną pomiędzy zawartością ołowiu i kadmu w wątrobie bydła, a stężeniem tych pierwiastków w mięśniach. W większości przypadków były to zależności istotne, co oznacza, że poziom kumulacji ołowiu i kadmu w wątrobie jest dobrym wskaźnikiem skażenia tkanki mięśniowej tymi metalami w całej tuszy.

**Słowa kluczowe:** wołowina, pierwiastki toksyczne, pozostałości związków chloroorganicznych, tkanka tłuszczowa

### **THE ANALYSIS OF CORRELATION BETWEEN THE AGE AND CHEMICAL COMPOSITION OF MEAT AND THE LEVEL OF ACCUMULATION OF SELECTED ENVIRONMENTAL CONTAMINATIONS IN THE TISSUES OF CATTLE**

#### **Summary**

The aim of the paper was to the proof of dependencies between the degree of contamination of tested material by selected toxic elements (Pb, Cd, Hg, As) and chloroorganic compounds (DDT and its metabolites;  $\alpha$ -HCH; HCB), and the age of cattle and chemical composition of meat. The study showed there was found very high positive correlative dependence between the contents of lead and cadmium in liver of cattle and

concentration of these elements in muscles. In the majority of cases these were significant dependences, which means that the level of accumulation of lead and cadmium in liver is a good indicator of contamination of muscular tissue with these metals in the whole carcass.

**Key words:** beef, toxic elements, remains of chloroorganic compounds, fatty tissue

### **WSTĘP**

Wśród zwierząt gospodarskich do najbardziej narażonych na zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi należą przeżuwacze ze względu na system pastwiskowego żywienia tych zwierząt w okresie letnim i skarmianie siana w okresie zimowym. Różnice w poziomie zanieczyszczenia metalami ciężkimi narządów wewnętrznych i mięśni zależą m.in. od gatunku i wieku zwierząt (Hecht 1983, Krelowska-Kułas 1994, Studziński i in. 1992), a także od stopnia zanieczyszczenia tymi pierwiastkami rejonu chowu zwierząt oraz pasz, którymi są one karmione (Barghigiani, Ristori 1994, Sikora 1991, Żebrowska-Rasz 1992). Pestycydy chloroorganiczne mogą być zanieczyszczeniem żywności pochodzenia zwierzęcego, której udział w całkowitym pobraniu przez człowieka stanowi około 90% (Michna, Szteke 2002). Jak wynika z dostępnego piśmiennictwa (Bakker i in. 2003, Kalantzi I in. 2001, Weiss i in. 2005, Zhong i in. 2003) obecność pozostałości niektórych pestycydów chloroorganicznych i PCB w żywności pochodzenia zwierzęcego stwierdza się nadal w większości krajów.

Dlatego też celem pracy było wykazanie zależności pomiędzy stopniem zanieczyszczenia badanego materiału wybranymi pierwiastkami toksycznymi (Pb, Cd, Hg, As) i związkami chloroorganicznymi (DDT i jego metabolitami;  $\alpha$ -HCH; HCB), a wiekiem bydła oraz składem chemicznym mięsa.

### **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Badania przeprowadzono w latach 2002-2006 na bydło z rejonu Polski południowo-wschodniej (wybrane miejscowości województw: podkarpackiego i lubelskiego), pochodzącym z miejscowości o charakterze rolniczym, z przewagą gospodarki drobnotowarowej, praktycznie bez przemysłu. Bydło pochodziło z gospodarstw indywidualnych i było żywione tradycyjnie w oparciu o pasze pochodzące z własnego gospodarstwa. Wiek zwierząt określano na podstawie uzębienia i dokumentacji skupowej. Materiał badawczy w liczbie po 20 sztuk w każdej grupie wiekowej stanowiło bydło rasy nizinnej czarno białej (masa przedubojowa 480 – 600 kg), które dzielono na 4 grupy wiekowe:

Grupa I – młode bydło rzeźne od 1,5 do 2 lat,

Grupa II – bydło średnie od 2 do 6 lat,

Grupa III – bydło starsze od 6 do 12 lat,

Grupa IV – bydło stare powyżej 12 lat

Uboju bydła dokonywano w jednym z zakładów mięsnych południowo-wschodniej Polski. W celu dokonania oznaczeń składu chemicznego mięsa pobierano próbkę z partii mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) na wysokości ostatnich kręgów piersiowych. Zawartość wody oznaczono zgodnie z normą PN-ISO 1442:2000. Białko oznaczono metodą Kjeldahla, gdzie oznaczoną zawartość azotu przeliczono na białko wg PN-75/A-04018. Zawartość tłuszczu oznaczono metodą Soxhleta, zgodnie z zaleceniami PN-ISO 1444:2000, a popiół całkowity oznaczono zgodnie z wytycznymi zawartymi w PN-ISO 936:2000.

Materiał badawczy do oznaczenia zawartości pierwiastków toksycznych tj. arsen, kadm, ołów i rtęć pobierano również z partii mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) na wysokości ostatnich kręgów piersiowych, a wycinki wątroby z płata ogoniastego. Próby, w których oceniano zawartość pierwiastków toksycznych, mineralizowano metodą ciśnieniowo-mikrofalową w obecności mieszaniny kwasu azotowego i nadtlenu wodoru (6/1) wg PN-EN 13805:2003. Równoległe całe postępowanie przeprowadzono dla próby kontrolnej. Następnie mineralizaty odpowiednio rozcieńczano i oznaczano w nich: As – metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z generacją wodorków HGAAS wg PN-EN 14627:2005, Pb i Cd – metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w piecu grafitowym FGAAS wg PN-EN 14084:2004, Hg – techniką zimnych par metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej wg PN-EN 13806:2003. Zawartość pierwiastków toksycznych w ocenianych tkankach wyrażono w mg/kg świeżej masy, uwzględniając wszystkie procesy ilościowe podczas przygotowywania materiału do badań.

Materiał do oznaczenia zawartości pestycydów chloroorganicznych stanowiła tkanka tłuszczowa podskórna. Próbkę umieszczano w torebkach foliowych, a do czasu wykonania analiz przechowywano w stanie zamrożenia (temperatura -20°C). Badania związków chloroorganicznych w tłuszczu tkankowym przeprowadzono zgodnie z następującymi normami: PN-EN 1528-1:2000, PN-EN 1528-2:2000, PN-EN 1528-3:2000, PN-EN 1528-4:2000. Rozdział oraz ilościowe oznaczenie analizowanych związków przeprowadzono metodą chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GLC/ECD). Wartości stężeń pestycydów wyrażono w mg/kg tłuszczu.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystyczno – matematycznej, która obejmowała:

1. Obliczenie podstawowych statystycznych miar położenia (średnia arytmetyczna) i rozproszenia (odchylenie standardowe). Parametry te obliczano w celu scharakteryzowania oznaczonych ilości wody, białka, tłuszczu i związków mineralnych w mięsie.
2. Obliczenia metodą skalowania wielowymiarowego. Metodą głównych składowych Hotellinga wyznaczono pozycje wszystkich grup wiekowych bydła w układzie dwóch współrzędnych. Podstawą skalowania wielowymiarowego były macierze odległości euklidesowych, występujących pomiędzy poszczególnymi obiektami, uzyskane metodą aglomeracji (pojedynczego wiązania) w analizie skupień. Macierze posłużyły do wyznaczenia końcowej konfiguracji w układzie dwóch wymiarów standardową metodą Guttmana-Lingoesa.
3. Obliczenie wartości współczynników korelacji prostej w celu określenia współzależności pomiędzy zawartością badanych pierwiastków i związków chloroorganicznych w poszczególnych tkankach bydła oraz zależności pomiędzy składem chemicznym mięsa a oznaczonymi toksykantami. Również obliczono współczynniki korelacji w celu określenia współzależności pomiędzy składem chemicznym mięsa a wiekiem zwierząt.

Obliczenia wykonano w oparciu o program STATISTICA ver. 6.0.

## **WYNIKI I DYSKUSJA**

Zmienność składu chemicznego mięsa wołowego zależy od płci, stopnia umięśnienia i otłuszczenia tusz oraz wieku, rasy czy kategorii bydła (Florek, Litwińczuk 2002, Litwińczuk i in. 1999).

**Tabela 1.** Skład chemiczny mięsa bydła w różnym wieku (%)  
*Chemical composition of meat of cattle of different age (%)*

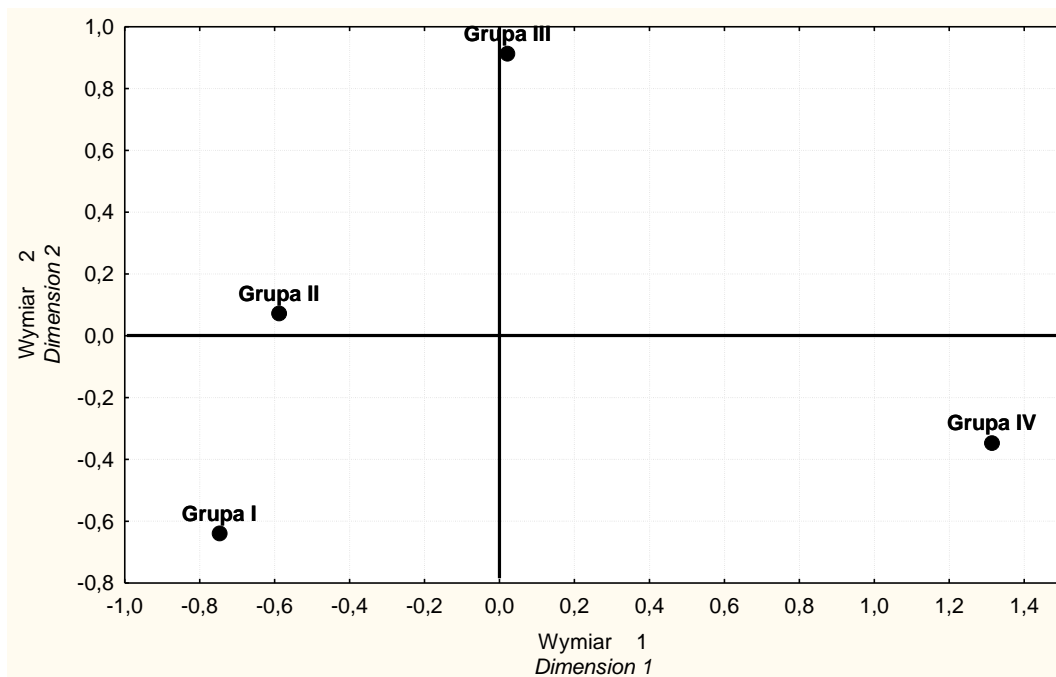
Składniki tkanki mięsnej <i>Composition of muscle tissue</i>	Grupy <i>Groups</i>								r	$\bar{x}$
	I		II		III		IV			
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		
Woda <i>Water</i>	78,00	4,70	75,30	3,90	72,50	5,20	71,10	4,80	-0,81*	74,22
Białko <i>Protein</i>	19,30	2,00	20,40	2,30	22,50	2,70	22,70	1,90	0,58*	21,22
Tłuszcz <i>Fat</i>	1,50	0,20	2,70	0,40	3,40	0,30	4,20	0,30	0,87*	2,95
Związki mineralne <i>Mineral compounds</i>	1,10	0,20	1,40	0,30	1,50	0,30	1,90	0,40	0,71*	1,47

\* - wartości istotne przy  $P \leq 0,05$

\* - values significant at  $P \leq 0.05$

W tabeli 1. przedstawiono skład chemiczny mięsa bydła w 4 grupach wiekowych. Z danych tych wynika, że wraz z wiekiem wzrasta zawartość białka, tłuszczu i związków mineralnych w mięsie, a maleje zawartość wody. Należy także zaznaczyć, że taka zależność jest statystycznie istotna ( $P \leq 0,05$ ) dla wszystkich wymienionych składników tkanki mięsnej. Ponadto zawartość tłuszczu w mięsie zwiększyła się w grupie zwierząt najstarszych prawie 3-krotnie, w porównaniu do wołowiny z grupy 1. Natomiast zawartość wody w mięsie zmniejszyła się o 7% w grupie 4 w stosunku do grupy 1. Florek i in. (2007) w tym samym przedziale wiekowym bydła (18 m-cy) stwierdzili wyższą zawartość białka ogólnego w mięsie buhajków (21,94%) i jałówek (21,12%), a niższą zawartość tłuszczu w mięsie buhajków (1,07%) i wyższą zawartość tłuszczu w mięsie jałówek (2,85%) aniżeli w badaniach własnych (grupa 1). Z kolei Grześkowiak i in. (2006) badając jakość różnych mięśni z tusz młodego bydła rasy ncb, stwierdzili zróżnicowaną zawartość tłuszczu i wody w zależności od mięśnia – odpowiednio: od 2,87%; 76,45% (m. quadriceps femoris) do 6,91%; 73,30% (mięśnie rozbratla). Salvini i in. (1998) wskazują, że chude mięso wołowe, pozyskane z młodego bydła, posiada wysokie walory dietetyczne, a jego wartość energetyczna zbliżona jest do mięsa kurcząt lub króliczego. Z kolei Williams i in. (1983)

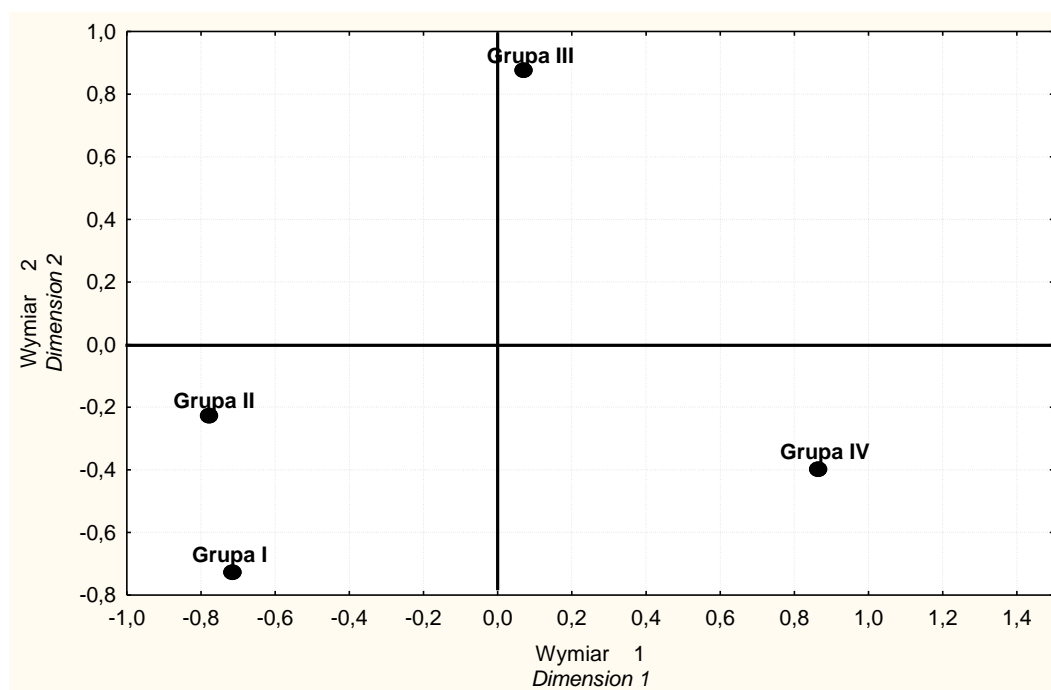
wykazali zwiększony poziom Zn, Fe, P, Na i K w mięsie wołowym pochodzącym z tusz mniej otluszczonych.



**Rysunek. 1.** Konfiguracja grup wiekowych bydła w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona stopniem skażenia mięsa i wątroby pierwiastkami toksycznymi  
*Configuration of age groups of cattle in dimension systems 1 and 2 determined by the degree of contamination of meat and liver with toxic elements*

Na rysunku 1. przedstawiono konfigurację punktów reprezentujących 4 grupy wiekowe bydła pod względem kumulacji pierwiastków toksycznych w mięsie i wątrobie. Konfiguracja punktów świadczy o znacznej, zwiększającej się wraz z wiekiem kumulacji pierwiastków toksycznych w mięsie i wątrobie tych zwierząt. Wyraźne usytuowanie punktów reprezentujących grupy III i IV w znacznej odległości od pozostałych, wskazuje na istotne zwiększenie zanieczyszczenia pierwiastkami toksycznymi tkanek zwierząt zaliczanych do tych grup. Szczególnie poziomy stężenie ołowiu i kadmu znacznie zwiększały się w wątrobach bydła starszego niż 12 lat. W badaniach Krupy i in. (1995) dotyczących koncentracji kadmu w tkankach bydła z rejonu Polski południowo-wschodniej różnice w ilościach tego metalu w mięśniach i narządach krów i młodego bydła okazały się statystycznie nieistotne. Poziom akumulacji Cd w tkankach młodego bydła i krów wynosił wówczas odpowiednio: w mięśniach 0,016 i 0,021 mg/kg, w wątrobie 0,262 i 0,331 mg/kg. Natomiast w nerkach był istotnie wyższy niż w mięśniach oraz wątrobie, stanowiąc odpowiednio: 0,836 i 1,212 mg/kg. W innych badaniach tego autora (Krupa 1997) na buhajkach w wieku 18 – 22 mies. uzyskano

wyższe wartości stężenia kadmu w mięsie (0,023 mg/kg), a także zawartości rtęci w mięsie (0,003 mg/kg) i w wątrobie (0,0037 mg/kg) aniżeli w badaniach własnych (Rudy 2009) dla tej samej grupy wiekowej zwierząt. Z kolei autor ten uzyskał u bydła mniejsze ilości ołowiu w wątrobie (0,077 mg/kg) i na podobnym poziomie jak w badaniach własnych (Rudy 2009) stężenie ołowiu w mięsie (0,049 mg/kg) i kadmu w wątrobie (0,115 mg/kg). Ten sam autor w badaniach (Krupa i in. 1995) dotyczących oceny kumulacji ołowiu w tkankach młodego bydła i krów z rejonu Polski południowo-wschodniej nie zaobserwował istotnych różnic pod względem ilości Pb w mięśniach i nerkach, natomiast istotnie więcej tego metalu gromadziło się w wątrobach osobników starszych.



**Rysunek 2.** Konfiguracja grup wiekowych bydła w układzie wymiaru 1 i 2 wyznaczona stopniem skażenia tkanki tłuszczowej związkami chloroorganicznymi  
*Configuration of age groups of cattle in dimension systems 1 and 2 determined by the degree of contamination of adipose tissue with chloroorganic compounds*

Obraz pozycji grup wiekowych bydła ze względu na akumulację związków chloroorganicznych w tkance tłuszczowej zamieszczony na rysunku 2. pozwala na stwierdzenie, iż w grupie zwierząt starszych i najstarszych (znaczną odległość punktów reprezentujących grupę III i IV) następuje zdecydowanie większa akumulacja w tłuszczu tkankowym tych związków. Bliższa odległość punktów reprezentujących grupy bydła I i II, w porównaniu do odległości punktów reprezentujących te grupy w zależności od stężenia pierwiastków toksycznych w tkankach (rys. 1), świadczy o ich mniejszym zróżnicowaniu pod

względem stężenia związków chloroorganicznych w tłuszczu tkankowym i większej różnicy pod względem zawartości pierwiastków toksycznych w mięśniach i w wątrobie. W związku z tym można stwierdzić, że poziomy akumulacji ołowiu i kadmu w mięśniach i w wątrobie bydła w wieku od 2 do 6 lat, w porównaniu do zwierząt młodych, będą znacznie wyższe niż tempo akumulacji związków chloroorganicznych w tkance tłuszczowej bydła z tych dwóch grup wiekowych.



**Tabela 2.** Współczynniki korelacji prostej pomiędzy zawartością pierwiastków toksycznych i związków chloroorganicznych w tkankach bydła

*Coefficients of simple correlation between the content of toxic elements and chloroorganic compounds in tissues of cattle*

Pb m	-														
Cd m	0,93*	-													
Hg m	0,45	0,35	-												
As m	-	-	-	-											
Pb w	0,95*	0,87*	0,41	-	-										
Cd w	0,48	0,91*	0,35	-	0,89*	-									
Hg w	0,53	0,37	0,62*	-	0,39	0,41	-								
As w	-	-	-	-	-	-	-	-							
DDT	0,31	0,27	0,23	-	0,27	0,31	0,19	-	-						
DDE	0,21	0,13	0,35	-	0,31	0,29	0,16	-	0,43	-					
DDD	0,17	0,14	0,19	-	0,22	0,33	0,21	-	0,41	0,38	-				
Σ-DDT	0,35	0,25	0,35	-	0,35	0,42	0,23	-	0,52	0,49	0,23	-			
HCB	0,12	0,19	0,18	-	0,23	0,18	0,17	-	0,21	0,12	0,17	0,39	-		
α-HCH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pb m	Cd m	Hg m	As m	Pb w	Cd w	Hg w	As w	DDT	DDE	DDD	Σ-DDT	HCB	α-HCH	

\* - współczynniki istotne przy  $P \leq 0,05$ , \* - *coefficients significant at  $P \leq 0.05$*

**Tabela 3.** Współczynniki korelacji prostej pomiędzy składem chemicznym mięsa a zawartością pierwiastków toksycznych i związków chloroorganicznych w tkankach bydła

*Coefficients of simple correlation between the chemical composition of meat and the contents of toxic elements and chloroorganic compounds in tissues of cattle*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Pb m	Cd m	Hg m	As m	Pb w	Cd w	Hg w	As w	DDT	DDE	DDD	Σ-DDT	HCB	α-HCH
Woda <i>Water</i>	-0,13	-0,07	-0,03	-	0,21	0,17	0,12	-	-0,17	-0,13	-0,61*	-0,53*	-0,11	-
Białko <i>Protein</i>	0,32	0,28	0,29	-	0,34	0,31	0,12	-	0,15	0,03	0,09	0,23	0,14	-
Tłuszcz <i>Fat</i>	0,87*	0,73*	0,51	-	0,32	0,78*	0,54*	-	0,49	0,53*	0,50*	0,62*	0,31	-
Związki mineralne <i>Mineral compounds</i>	0,74*	0,75*	0,47	-	0,82*	0,75*	0,47	-	0,41	0,31	0,27	0,45	0,43	-

\* - współczynniki istotne przy  $P \leq 0,05$

\* - *coefficients significant at  $P \leq 0.05$*

Zależności korelacyjne pomiędzy zawartością pierwiastków toksycznych oraz związków chloroorganicznych w tkankach bydła przedstawiono w tabeli II. Z danych tych wynika, że największe zależności stwierdzono pomiędzy zawartością ołowiu w wątrobie i w mięsie ( $r = 0,95$ ), pomiędzy stężeniem kadmu w wątrobie i w mięsie ( $r = 0,91$ ), a także pomiędzy ilością w mięsie Cd i Pb ( $r = 0,93$ ). Natomiast nieco niższe istotne zależności korelacyjne wystąpiły w następujących parach Cdw – Pbw ( $r = 0,89$ ), Pbw – Cdm ( $r = 0,87$ ), a także Hgw – Hgm ( $r = 0,62$ ). Z kolei w tkankach bydła nie stwierdzono statystycznie istotnych współzależności pomiędzy stężeniem oznaczanych pierwiastków toksycznych, a ilością związków chloroorganicznych ( $r < 0,40$ ). Żarski i in. (1994) oceniając zawartość rtęci w tkankach młodego bydła uzyskali największą zależność między zawartością Hg w wątrobie i mięśniach ( $r = 0,62$ ). Natomiast Krupa (1997) stwierdził, że w tkankach bydła istotne korelacje najczęściej zachodziły pomiędzy zawartością kadmu i ołowiu, a zawartością rtęci I arsenu. Spośród istotnych współczynników korelacji największą współzależność ( $r$  od 0,80 do 0,87) autor ten uzyskał pomiędzy zawartością ołowiu i kadmu w mięśniach.

Współczynniki korelacji prostej pomiędzy składem chemicznym mięsa, a zawartością pierwiastków toksycznych oraz związków chloroorganicznych w tkankach bydła przedstawiono w tabeli III. Z danych tych wynika, że w analizowanych tkankach większość współczynników korelacji była dodatnia. Wyjątek stanowiły współzależności pomiędzy zawartością wody w mięsie a stężeniem ołowiu, kadmu i rtęci w mięsie, a także pomiędzy zawartością wody w mięsie a zawartością związków chloroorganicznych w tłuszczu tkankowym. W przypadku tych zależności stwierdzono współczynniki ujemne. Przy czym współzależności te były istotne tylko pomiędzy zawartością wody w mięsie a stężeniem DDD i  $\Sigma$ -DDT w tłuszczu tkankowym bydła odpowiednio:  $r = - 0,61$ ;  $- 0,53$ . Natomiast dodatnie korelacje (w większości przypadków istotne) stwierdzono pomiędzy zawartością tłuszczu chemicznego w mięsie a zawartością analizowanych związków chloroorganicznych w tłuszczu tkankowym bydła ( $0,31 \leq r \leq 0,62$ ). Ponadto wysoką korelację stwierdzono również pomiędzy tą pierwszą cechą, a zawartością pierwiastków toksycznych (z wyjątkiem arsenu) w mięśniach i w wątrobie bydła ( $0,32 \leq r \leq 0,87$ ). Warto także zwrócić uwagę na zależności pomiędzy ilością związków mineralnych w mięsie, a stężeniem pierwiastków toksycznych (z wyjątkiem arsenu) w mięśniach i w wątrobie bydła ( $0,47 \leq r \leq 0,82$ ).

Sikora (1993) przeprowadził analizę współczynników korelacji pomiędzy zawartością podstawowych składników chemicznych mięsa a zawartością pierwiastków (Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Mn, Mg, Ca) w mięsie i w wątrobie królików. Z badań tych wynika, że pomiędzy zawartością tłuszczu a zawartością analizowanych pierwiastków, tak w mięsie jak

i w wątrobie, nie stwierdzono istotnych współczynników korelacji. Natomiast wykonana przez tego autora w analogicznym układzie analiza współzależności z zawartością białka potwierdza istotne współczynniki korelacji (choć niewysokie). Dane przedstawione w niniejszej pracy (tab. III) pozwalają na stwierdzenie, że to jednak wraz ze wzrostem zawartości tłuszczu i związków mineralnych w mięsie bydła istotnie zwiększa się zawartość ołowiu, kadmu i rtęci, zarówno w mięsie, jak i w wątrobie, tych zwierząt. W przypadku zawartości białka w mięsie nie potwierdzono już takich zależności.

### **WNIOSKI**

1. Wraz z wiekiem bydła obniża się zawartość wody w mięsie, a wzrasta zawartość białka, tłuszczu i związków mineralnych.
2. W badanych tkankach bydła stwierdzono bardzo wysoką dodatnią zależność korelacyjną pomiędzy zawartością ołowiu i kadmu w wątrobie, a stężeniem tych pierwiastków w mięśni najdłuższym grzbiecie, co oznacza, że poziom kumulacji ołowiu i kadmu w wątrobie może być także dobrym wskaźnikiem skażenia tkanki mięśniowej tymi metalami w całej tuszy.
3. Układ poszczególnych grup wiekowych bydła wyznaczony przy pomocy skalowania wielowymiarowego dowodzi, że szczególnie wzrasta bioakumulacja większych ilości zanieczyszczeń środowiskowych w tkankach tych zwierząt w wieku powyżej 12 lat.

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Bakker M., Baars A., Baumann R., Boon P., Hoogerbrugge R. (2003). Indicator PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Netherlands at the end of the 20<sup>th</sup> century - RIWM report 639102025.
2. Barghigiani C., Ristori T. (1994). Mercury levels in agricultural products of Mt. Amiata (Tuscany, Italy) - *Archiv. Emdron. Contam. Toxicol.* 26, 3, 329-334.
3. Florek M., Litwińczuk Z. (2002). The quality of meat from carcasses of young bulls and heifers classified according to the EUROP system. *Anim. Sci. Papers Rep.* 20, suppl. 1, 169-178.
4. Florek M., Litwińczuk Z., Kędzierska-Matysek M., Grodzicki T., Skąlecki P. (2007). Wartość odżywcza mięsa z lędźwiowej części mięśnia najdłuższego i półścięgnistego uda młodego bydła rzeźnego. *Med. Wet.*, 63, 2, 242-246.
5. Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J. (2006). Porównanie jakości różnych mięśni tusz młodego bydła rzeźnego rasy nb. *Gospodarka Mięsna* 9, 16-18.
6. Hecht H. (1983). Toxische Schwermetalle in Fleisch und Innereien verschiedener Tierarten. *Fleischwirtschaft* 4, 544-558.
7. Kalantzi O. I., Alcock R. E., Johnston P. A., Santillo D., Stringer R. L., Thomas G. O., Jones K. C. (2001). The global distribution of PCBs and organochlorine pesticides in butter. *Environ. Sci. Technol.* 35, 6, 1013-1018.

8. Krełowska-Kułas M. (1994). Zanieczyszczenia chemiczne surowców i żywności pochodzenia zwierzęcego. Mater. 25 Sesji Nauk. „Postępy w technologii żywności”, Lublin 15-16.09.1994. AR w Lublinie, 237.
9. Krupa J. (1997). Badania bioakumulacji toksycznych metali ciężkich w mięśniach I narządach wewnętrznych zwierząt gospodarskich z południowo – wschodniego makroregionu Polski. Zeszyty Naukowe AR Kraków. Rozprawy nr 220. Kraków.
10. Krupa J., Zin M., Szmulik A. (1995). Pozostałości pestycydów i niektórych metali ciężkich (Cd, Pb, As i Hg) w tkankach bydła. Mater. Symp. Nauk. Kierunki rozwoju chowu I hodowli bydła rzeźnego. Rzeszów 10-11.09.1996. Filia AR w Rzeszowie, 49-59.
11. Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M., Pieróg M. (1999). Variability of beef chemical composition with regard to some factors determining it. Part II. Protein and fat content. Annales UMCS, 17, 99-104.
12. Michna W., Szteke B. (2002). Raport z badań monitoringowych jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 2001 roku. Rada Monitoringu Jakości Gleb, Roślin, Produktów Rolniczych i Spożywczych. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.
13. PN-75/A-04018 - Agricultural food products. Determination of nitrogen by the Kjeldahl method and expressing as protein.
14. PN-EN 13805:2003 - Foodstuffs – Determination of trace elements – Pressure digestion. Polish Committee for Standardization.
15. PN-EN 13806:2003 - Foodstuffs – Determination of trace elements – Determination of mercury by cold-vapour atomic absorption spectrometry (AAS) after pressure digestion. Polish Committee for Standardization.
16. PN-EN 14084:2004 - Foodstuffs – Determination of trace elements – Determination of lead, cadmium, zinc, copper and iron by atomic absorption spectrometry (AAS) after microwave digestion. Polish Committee for Standardization.
17. PN-EN 14627:2005 - Foodstuffs – Determination of trace elements – Determination of total arsenic and selenium by hydride generation atomic absorption spectrometry (HGAAS) after pressure digestion. Polish Committee for Standardization.
18. PN-EN 1528-1:2000 - Fatty food - Determination of pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) - Part 1: General.
19. PN-EN 1528-2: 2000 - Fatty food - Determination of pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) - Part 2: Extraction of fat, pesticides and PCBs, and determination of fat content.
20. PN-EN 1528-3: 2000 - Fatty food - Determination of pesticides and polychlorinated biphenyls (PCB) - Part 3: Clean-up methods.
21. PN-EN 1528-4: 2000 - Fatty food - Determination of pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) - Part 4: Determination, confirmatory test, miscellaneous.
22. PN-ISO 1442:2000. - Meat and meat products - Determination of moisture content (Reference method).
23. PN-ISO 1444:2000 - Meat and meat products - Determination of free fat content.
24. PN-ISO 936:2000 - Meat and products - Determination of total ash.

25. Rudy M. (2009). Correlation of lead, cadmium and mercury levels in tissue and liver samples with age in cattle. *Food Addit. Contamin.: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 26, 6, 847 – 853.
26. Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A. (1998). Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Istituto Europeo di Oncologia, Milano, Italy, 958.
27. Sikora T. (1991). Kadm i ołów w mięśniach oraz wątrobie królików z terenu aglomeracji krakowskiej. *Przem. Spoż.* 8, 199-200.
28. Sikora T. (1993). Jakość i stopień chemicznego skażenia mięsa i organów wewnętrznych testowanych zwierząt rzeźnych z krakowskiej strefy ekologicznie zagrożonej. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie, Monografie*, 117.
29. Studziński T., Wałkuska G., Saddour A. (1992). Stężenie ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w wątrobie, nerkach, mięśniach szkieletowych i mózgowiu jagniąt i owiec dorosłych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 25, 4, 355-360.
30. Weiss J., Papke, O., Bergman A. (2005). A worldwide survey of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and related contaminants in butter. *Ambio* 34, 8, 22-30.
31. Williams J. E., Wagner D. G., Walters L. E., Horn G W., Waller G. R., Sims P. L., Guenther J. J. (1983). Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. *J. Anim. Sci.* 57, 1020-1024.
32. Zhong W., Xu D., Chai Z., Mao X. (2003). 2001 survey of organochlorine pesticides in retail milk from Beijing, P.R. China. *Food Addit. Contam.* 20, 3, 254-258.
33. Źarski T. P., Dębski B., Samek M. (1994). Stężenie rtęci w tkankach młodego bydła rzeźnego importowanego z Litwy. *Med. Wet.* 50, 2, 77-79.
34. Żebrowska-Rasz H. (1992). Zanieczyszczenia chemiczne w tkankach zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego. *Prz. Hodowl.* 10, 1-5.