

Ocena rozprawy doktorskiej mgr. Macieja Marcina Durkalca pt. „Zawartość kadmu, ołowiu oraz rtęci w tkankach zwierząt łownych jako wskaźnik zanieczyszczeń środowiskowych i ważny element w strategii bezpieczeństwa żywnościowego.

Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do oceny praca obejmuje 124 strony tekstu, wraz z bogatym piśmiennictwem (226 pozycji). Dokumentacja rozprawy to 41 tabel, 70 rycin oraz 6 załączników. Badania objęte tematem pracy należy zaliczyć do bardzo istotnych ze względów nie tylko poznawczych, ale głównie praktycznych – biorąc pod uwagę z jednej strony powszechne zanieczyszczenie środowiska badanymi ksenobiotykami i wynikające z tego faktu zagrożenia dla zwierząt łownych, a z drugiej konsekwencji dla ludzi. Autor pragnie zgłębić wciąż nie w pełni wyjaśnione mechanizmy toksycznego działania, a także kumulacji Cd, Pb, Hg w poszczególnych tkankach i narządach zwierząt łownych.

Omówienie poszczególnych części pracy

We wstępie Autor uzasadnia, na podstawie obszernego piśmiennictwa światowego i krajowego, celowość swych badań, dlatego też podaje charakterystykę pierwiastków w kolejności: ołów, kadm, rtęć.

W przypadku ołowiu Autor w sposób szczegółowy podaje narastające stężenia tego metalu w środowisku, atmosferze, wodzie, w glebie na świecie i w Polsce. Następnie omawia w logicznym ciągu, drogi wnikania Pb do organizmów, jego postępującą kumulację z wiekiem oraz wydalanie z moczem, kałem, śliną, potem, mlekiem i naskórkiem (włosy, paznokcie), a także negatywny wpływ ołowiu na krew i układ sercowo-naczyniowy, wątrobę, nerki, układ immunologiczny, układ kostno-szkieletowy, rozrodczy i nerwowy. Wszystkie te wiadomości są uwiarygodnione cytowaniami z najnowszej literatury.

Jeśli idzie o prezentację kolejnego pierwiastka, Autor omawia źródła występowania kadmu w przyrodzie. Metal ten jest naturalnym składnikiem skorupy ziemskiej, poprzez erupcję wulkanów, pożary lasów, wietrzenie skał. Występuje w różnych formach chemicznych. Zdecydowanie ważniejszym źródłem emisji jest działalność człowieka (spalanie paliw, wydobywanie i przetwarzanie metali kolorowych (miedzi), spalanie odpadów, produkcja cementu itp. Autor cytuje literaturę światową poświęconą istnieniu tego metalu w atmosferze w różnych regionach świata, a także w glebie. Opisuje bardzo negatywną rolę w procesach biologicznych i metabolicznych u zwierząt i ludzi. Metal ten we krwi związany jest głównie w erytrocytach oraz łączy się z białkami osocza. Organem najbardziej narażonym na negatywne działanie Cd są nerki. Pierwiastek ten niekorzystnie wpływa na procesy rozrodcze zwierząt i ludzi. Wykazuje również działanie embriotoksyczne i teratogenne. Może także przyczyniać się do powstawania nowotworów płuc i prostaty.

Opis rtęci Autor rozpoczyna od stwierdzenia, że jest ona obecnie stopniowo wycofywana z użycia. Mimo to, w ponad 60 krajach nadal używana jest do produkcji szkła, termometrów, barometrów, baterii, lamp neonowych, papieru i środków ochrony roślin. Dodatkowym źródłem rtęci jest spalanie paliw kopalnych, procesy związane z wydobywaniem i obróbką metali nieżelaznych i spalanie odpadów komunalnych. Działania te powodują, że środowisko przyrodnicze, w tym wody i gleby, mogą w mniejszym lub większym stopniu być skażone przez ten metal, który jest silnie toksyczny. Do organizmów zwierząt i ludzi wchłania się głównie przez układ oddechowy, pokarmowy i przez skórę. Po wchłonięciu kumuluje się głównie w nerkach. Toksyczność Hg spowodowana jest głównie wysokim powinowactwem do grup SH, co oznacza inaktywację wielu enzymów, białek, zaburzenia replikacji DNA, niszczenie struktury błon komórkowych i gospodarki wapniowej. Zaburzenie tych mechanizmów powoduje wiele innych negatywnych następstw i zaburzeń, np. układu

nerwowego, rozrodczego, może również powodować powstawanie nowotworów u zwierząt i ludzi.

W dalszej części pracy Autor podaje definicję bioindykacji, z której wynika, że „dobry bioindykator” to taki, który ma reprezentować konkretne środowisko i musi charakteryzować się zdolnością do kumulacji oraz być odpornym na istnienie badanych ksenobiotyków. W dalszej części Autor podaje szereg takich organizmów, a w konkluzji wskazuje, że właśnie zwierzęta łowne mają cechy „dobrego bioindykatora” – zwłaszcza dotyczy to dzików, saren i jeleni. Ich przydatność została oceniona jako dobra, a nawet bardzo dobra. Następnie Autor omawia przydatność wskaźnika bioakumulacji i biomagnifikacji do oceny narażenia zwierząt przebywających w środowisku, w którym są badane ksenobiotyki. Dalej Autor charakteryzuje walory odżywcze, smakowe oraz inne cechy organoleptyczne mięsa pochodzącego ze zwierząt łownych, zwłaszcza dzików, jeleni i saren.

Cel pracy

Do głównych celów, które autor postanowił zbadać, należy zaliczyć ocenę stężeń Pb, Cd, Hg w próbkach mięśni, wątrobach, nerkach, sierści, treści żwacza i żołądków saren, jeleni i dzików upolowanych w trzech różnych regionach przemysłowych Polski. Grupą kontrolną były zwierzęta upolowane w rejonie nieuprzemysłowionym. Następnie, Autor postanowił dokonać obliczeń współczynników bioakumulacji, biokoncentracji, korelacji badanych pierwiastków oraz dokonać oceny narażenia konsumentów spożywających dziczyznę. Dodatkowo zbadał stężenia wyżej wymienionych pierwiastków w glebie i roślinach. Przeprowadzenie tak szeroko zaplanowanych badań uważam za celowe i jak najbardziej potrzebne i oczekiwane, bowiem mięso, surowce i produkty pochodzące od zwierząt łownych są zalecane przez dietetyków i lekarzy, chociaż wiedza o ich jakości nie jest im dostatecznie znana.

Materiał i metody

Badaniami objęto trzy gatunki zwierząt – dziki, sarny i jelenie. Zawartość badanych pierwiastków w mięśniach, narządach, sierści, treści pokarmowej, roślinności i glebach, badano w trzech regionach przemysłowych i jednym regionie wolnym od zanieczyszczeń. Rejony o znacznym skażeniu przemysłowym były reprezentowane przez GOP – Górnośląski Okręg Przemysłowy (okolice Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”), Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy – LGOM i Turoszowskie Zagłębie Węgla Brunatnego (TZWB). Rejonem kontrolnym było Pojezierze Warmińsko-Mazurskie (WM). Jedynie w rejonie TZWB nie udało się pobrać próbek od jeleni.

W rejonie GOP pobrano próbki od 34 dzików, 11 saren i 36 jeleni, w LGOM – 68 dzików, 16 saren i 15 jeleni, w TZWB – 39 saren, 42 dzików, zaś w WM – 31 saren, 55 dzików i 21 jeleni. Próbki do analiz pobierano zgodnie z instrukcją. Niestety nie udało się oznaczyć wieku zwierząt, co można uznać za pewnego rodzaju uchybienie. Próbki, po przygotowaniu do analiz, mineralizowano, suszono i oznaczano w nich stężenia badanych pierwiastków na aparaturze wysokospecjalistycznej, wiarygodnej i na bieżąco weryfikowanej. Uzyskane wyniki poddano analizom statystycznym, które dodatkowo przeliczano na świeżą masę, a w przypadku gleby na suchą masę.

Ocenę współczynników bioakumulacji i biomagnifikacji obliczono według podanych wzorów.

Ocenę narażenia konsumentów spożywających dziczyznę (łącznie dla wszystkich gatunków badanych zwierząt) zestawiono z obowiązującymi wskaźnikami BMDL (najniższa dawka wyznaczająca) dla dzieci i osób dorosłych.

Wyniki i dyskusja

Autor w swych badaniach porównuje zawartość poszczególnych pierwiastków w mięśniach, wątrobach, nerkach i sierści pomiędzy gatunkami zwierząt łownych pozyskanych ze wszystkich regionów łącznie. Poziom Pb w mięśniach wszystkich zwierząt był zbliżony i wahał się między 0,022 mg/kg (sarny) a 0,033 mg/kg (dziki). Nie stwierdzono istotności różnic, natomiast różnice istotne stwierdzono w wątrobach. U saren średnia wartość wynosiła 0,048 mg/kg. Różnice te były istotne i wysoko istotne. Natomiast stężenie Pb w nerkach u jeleni była istotnie wyższa, niż w nerkach saren i dzików. W przypadku sierści stężenie Pb istotnie wyższe było u dzików, niż u jeleni i saren.

Stwierdzone istotne różnice międzygatunkowe Autor wyjaśnia innym sposobem żywienia poszczególnych gatunków zwierząt. Zwłaszcza różni się baza pokarmowa pomiędzy dzikami (wszystkożerne) a sarnami i jeleniami (wyłącznie trawożerne + kora drzew iglastych). Przy porównaniu stężenia Pb w wątrobie badanych zwierząt okazało się, że wątroby dzików z GOP zawierają 10-krotną wyższą zawartość Pb niż z innych rejonów badanych. Porównując stężenia Pb w mięśniach u dzików pochodzących z różnych środowisk, Autor stwierdza, że największe stężenie (istotne) wystąpiło w rejonie GOP, pozostałe wyniki nie różniły się istotnie. Stężenie Pb w mięśniach saren istotnie wyższe było w rejonie LGOM i GOP niż w rejonie TZWB i MW. Również wątroby saren i jeleni pobrane z rejonu GOP, różniły się istotnie wyższymi wartościami, niż badanymi w pozostałych rejonach badawczych.

Podobne zależności dotyczyły stężeń ołowiu w nerkach dzików, saren i jeleni. Najwyższe istotne stężenia stwierdzono u zwierząt z rejonu GOP.

Stężenie ołowiu w sierści dzików były istotnie wyższe i wysoko istotnie różniące się, w zależności od regionu, w którym bytowały te zwierzęta. Najwyższe zawartości wykazano w sierści dzików z GOP, następnie z LGOM i TZWB. Najniższe wartości istotnie niższe stwierdzono w sierści dzików z WM. Obliczono wskaźniki korelacji pomiędzy stężeniami ołowiu w mięśniach, wątrobach, nerkach i w sierści dzików. Okazało się, że zawartość Pb w narządach zwierząt jest istotnie dodatnio skorelowana ze stężeniem w sierści. Natomiast nie wykazano istotnych korelacji pomiędzy sierścią i mięśniami. Podobne zależności zostały wykazane u saren i jeleni – to odkrycie ma duże znaczenie praktyczne i może zostać zastosowane w praktyce toksykologicznej.

Stężenie kadmu w mięśniach dzików, saren i jeleni były identyczne. Podobnie nieistotne zawartości stwierdzono w wątrobie, istotne różnice wystąpiły w nerkach, najwyższą średnią wartość stwierdzono u jeleni, najniższą u dzików.

Natomiast najwyższą istotną różnicę zawartości Cd wykazano w nerkach dzików – 40,103 mg/kg w rejonie GOP. Istotnie niższe wartości Cd w nerkach były u dzików w TZWB – 3,534 mg/kg, LGOM – 2,481 mg/kg i WM – 2,029 mg/kg. Jeśli idzie o zawartość Cd w nerkach saren, to również stężenia te były istotnie różne i dotyczyły średniej zawartości pomiędzy GOP a pozostałymi regionami. Identyczna sytuacja miała miejsce w nerkach jeleni. Istotnie najwyższe stężenie w nerkach stwierdzono u wszystkich gatunkach zwierząt z rejonu GOP.

Obliczone korelacje wykazały wysoką zależność pomiędzy stężeniem Cd w sierści, a pozostałymi narządami (wątroba i nerki) u wszystkich badanych gatunków zwierząt. Ta obserwacja ma duże znaczenie poznawcze i praktyczne.

Poziom rtęci w mięśniach i narządach u dzików była istotnie wyższa niż u pozostałych zwierząt. Również stężenie Hg w nerkach i w sierści dzików było wysoko istotnie wyższe niż u saren i jeleni w pozostałych rejonach. Autor tę różnicę tłumaczy niezbadanymi czynnikami, które mogą mieć wpływ na stężenie tego pierwiastka (wiek, płeć, miejsce pobierania próbek).

Badając współczynniki korelacji pomiędzy stężeniami Hg w mięśniach, narządach i sierści Autor wykazał wysoką istotną zależność pomiędzy nimi.

Autor badał również stężenia wymienionych pierwiastków w glebie i roślinach. Zbyt mała liczebność analiz nie pozwoliła na wyciągnięcie pewnych wniosków. Dlatego Autor uczciwie wskazuje tylko na występujące trendy pomiędzy tymi stężeniami. Obecność badanych metali w glebie zależy od bardzo wielu warunków (pH, rodzaj gleby, opady). Podobnie rośliny posiadają różną zdolność gromadzenia ksenobiotyków przez system korzeniowy lub poprzez wnikanie osadu i pyłu gromadzącego się na ich powierzchni, dlatego liczba wykonanych analiz musi być odpowiednio reprezentowana.

Innym zagadnieniem rozpatrywanym w pracy jest badanie stężeń metali w treści pokarmowej pobranej z zwacza saren i jeleni oraz z żołądków dzików. Stężenie Pb było istotnie wyższe u dzików w porównaniu z sarnami i jeleniami tylko w rejonie GOP. Zawartość Cd była z kolei najniższa u jeleni z tego samego terenu. Stężenie Hg u wszystkich gatunków zwierząt nie różniły się, niezależnie od rejonu ich przebywania.

Po dokonaniu obliczeń bioakumulacji i biomagnifikacji, a także współczynników korelacji, Autor odkrywczo i słusznie dochodzi do wniosku, że analiza treści pokarmowej oraz sierści może dostarczać cennych informacji o zanieczyszczeniu badanego środowiska, w którym bytują zwierzęta łowne. Dodatkowo, przedstawione wysokie korelacje pomiędzy zawartością Pb, Cd i Hg mogą być podstawą do udokumentowanych przypuszczeń, jakie stężenia występują w przypadku danego gatunku zwierząt łownych, wątrobach, nerkach i mięśniach. Dodatkowo, Autor również przedstawia, jakie najwyższe dopuszczalne poziomy tych pierwiastków stwierdził w tkankach dzików, saren i jeleni. Najwięcej przekroczeń NDP w próbkach pobranych z narządów dotyczyło ołowiu, głównie w rejonie GOP. Z kolei najwięcej przekroczeń poziomu Cd wykazano w nerkach zwierząt upolowanych w rejonach przemysłowych. Zawartość Hg również w niewielkim stopniu przekroczyła NDP, zwłaszcza w wątrobie i nerkach dzików.

Po dokonaniu analizy liczby upolowanej zwierzyny w Polsce, tj. około 12-14 tys. ton dziczyzny, co po odliczeniu eksportu, na głowę mieszkańca naszego kraju, spożycie wynosi 80 g. Ale sami myśliwi (116 tys.) i ich rodziny spożywają znacznie więcej dziczyzny. Autor, po dokonaniu obliczeń, uważa, że narażenie na Pb zawarty głównie w wątrobie i nerkach dzików, saren i jeleni jest znaczne, dlatego należy wykluczyć je z diety dzieci i kobiet w ciąży.

Zagrożenie kadmem przy spożyciu podrobów badanych zwierząt łownych również jest niebezpieczne, bowiem jest 50-krotnie wyższe od tolerowanego tygodniowego pobrania tego metalu.

Zagrożenie zdrowia konsumentów ze względu na obecność Hg w tuszach zwierząt łownych jest niewielkie.

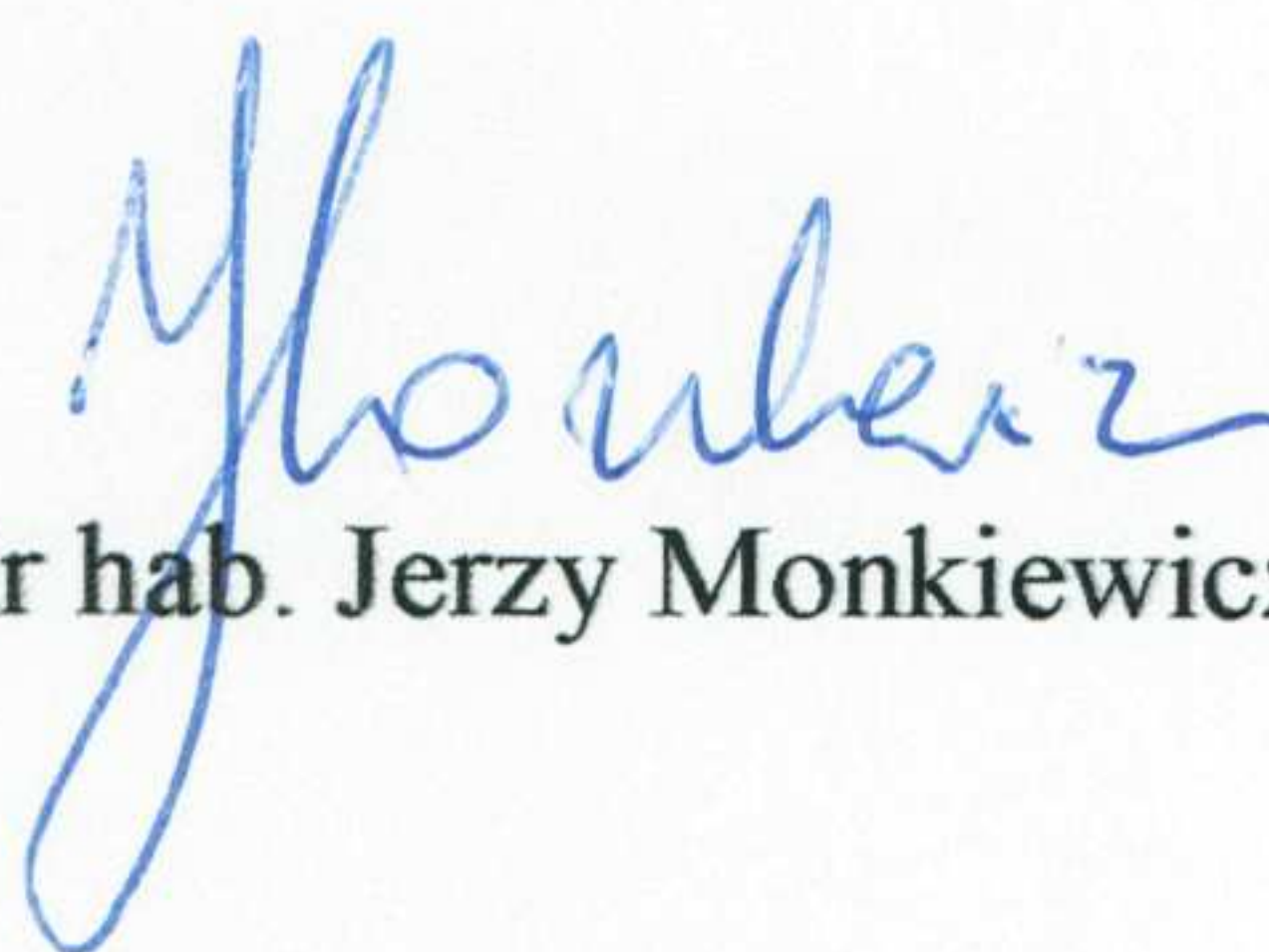
Osobnym zagadnieniem jest obecność ołowiu w mięśniach zwierząt łownych. Jego nadmierna dodatkowa zawartość jest wynikiem nie tylko używania przez myśliwych amunicji ołowianej, a także ich bezmyślności i niechlujstwa. Brak wyobraźni myśliwych, którzy po zranieniu zwierząt ołowianymi kulami, nie dokonują oczyszczenia ran (poprzez wycięcie tkanek z odpryskami pochodzącymi z kuli ołowianej), przyczyniają się do „wzbogacania” tuszy w ołów. Jedynym wyjściem jest wprowadzenie zakazu używania kul tego typu lub wprowadzenie bezwzględного nakazu oczyszczania ran postrzałowych (pozostaje w nich do 40% i więcej tego metalu zawartego w pocisku).

Uwagi

Przedstawione w skrócie wyniki badań doktoranta i ich pozytywna ocena nie oznacza, że praca nie zawiera kwestii dyskusyjnych, które można uwzględnić przy przygotowywaniu pracy do druku. Uważam, że Autor zbyt dużo miejsca poświęcił na porównanie własnych wyników badań z badaniami innych zagranicznych autorów, którzy własne prace prowadzili czasem w odmiennych warunkach środowiskowych. W zupełności wystarczyłoby zacytować badania wykonane w Polsce. Jeśli stosuje się w obliczeniach metody statystyczne, wówczas w tekście pracy nie należy posługiwać się stwierdzeniami „kilka”, „kilkakrotnie wyższe lub niższe wartości”. Należy podawać, czy różnice są istotne czy wysoko istotne lub ich brak. Szkoda, że nie udało się wykonać większej liczby oznaczeń badanych metali w glebie i roślinach. Ich mała liczebność nie pozwoliła Autorowi przedstawić całego łańcucha skażeń (gleba, rośliny, tkanki zwierząt, sierść). Ten mankament można łatwo uzupełnić. Wnioski należy przereklamować i niektóre pominąć. Autor w swej pracy nie uwzględnił w omówieniu indywidualnych, osobniczych tendencji organizmów do wchłaniania i kumulacji badanych metali. Skoro wykazane zostało przez Autora istnienie bioakumulacji, biomagnifikacji, a także korelacji pomiędzy badanymi metalami w narządach, a treścią pokarmową i sierścią, może należałoby wykorzystać te zależności. Przykładowo – przy określeniu zawartości danego metalu w sierści, można by odpowiednio ją przeliczyć (na podstawie znanej korelacji, według utworzonego wzoru na zawartość danego metalu w wątrobie lub innym narządzie). Wówczas niektóre badania można byłoby wykonywać przyżyciowo, np. pobrać tylko sierść, oznaczyć metal i przeliczyć jego zawartość w narządzie.

Podsumowanie

Reasumując ocenę pracy doktorskiej pana mgr. Macieja Marcina Durkalca, pragnę podkreślić, że praca obejmuje obszerny zakres badawczy i jest wartościowa, ponieważ wnosi wiele elementów poznawczych, a szereg z nich ma duże wartości aplikacyjne. Jest też pracą o interesującej i aktualnej problematyce. Praca napisana jest poprawnie, a przedstawione uwagi można łatwo skorygować podczas przygotowania pracy do druku. Wszystko to pozwala mi uznać recenzowaną pracę za oryginalną i zrealizowaną na dobrym poziomie merytorycznym. Uważam, że praca spełnia wymogi obowiązującej „Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. 2014, poz. 1852) i wnoszę do Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach o dopuszczenie magistra Macieja Marcina Durkalca do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


prof. dr hab. Jerzy Monkiewicz