

**Państwowy Instytut Weterynaryjny - Państwowy Instytut Badawczy  
Zakład Radiobiologii**

mgr Małgorzata Warenik-Bany

**Ocena występowania i charakterystyka kongenerów dioksyn i PCB  
w tkankach zwierząt łownych**

**Promotor:**

prof. dr hab. Jadwiga Piskorska-Pliszczyńska

**Promotor pomocniczy:**

dr Jarosław Rachubik

**Streszczenie**

Rozwój cywilizacji spowodował uwalnianie do środowiska naturalnego zanieczyszczeń chemicznych, do których należą dioksyny (PCDD/PCDF) i polichlorowane bifenyle (PCB). Ze względu na właściwości fizykochemiczne są one odporne na przekształcenia chemiczne i biologiczne oraz bardzo łatwo ulegają rozprzestrzenieniu na kuli ziemskiej. Ich lipofilność powoduje, że ulegają biokumulacji i biomagnifikacji w łańcuchach troficznych wodnym i lądowym. Związki te zaburzają funkcje układów hormonalnego i immunologicznego oraz mają właściwości neurotoksyczne i rakotwórcze. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności w 2013 roku w swojej opinii uznał dioksyny, za związki o najwyższym potencjalnym zagrożeniu dla zdrowia ludzi.

Poziomy dioksyn i PCB w elementach abiotycznych i biotycznych środowiska mogą stanowić zagrożenie dla populacji zwierząt wolno żyjących. Przemiany zachodzące w środowisku przyrodniczym, będące ubocznym efektem działalności człowieka, powodują, że żyjące w nim organizmy gromadzą w swoich organizmach zanieczyszczenia chemiczne. Stężenie kumulowanych substancji w tkankach zwierząt i roślin osiąga wyższy poziom niż w otaczającym je środowisku. Choć zwierzęta wolno żyjące są dobrymi biopskaźnikami zanieczyszczenia chemicznego środowiska, to w piśmiennictwie można znaleźć jedynie nieliczne informacje o poziomach zanieczyszczeń dioksynami tkanek zwierząt łownych, których mięso i podroby stają się coraz bardziej popularnym pokarmem dla ludzi. Szczególnie żywność pozyskiwana od zwierząt żerujących na obszarach zanieczyszczonych przemysłowo

bądź rolniczo może być poważnym źródłem dioksyn i PCB, ponieważ pokarm stanowi dominującą drogę narażenia organizmu ludzkiego na te związki.

Celem podjętych badań było określenie poziomów dioksyn i PCB w tkankach trzech gatunków zwierząt łownych (jeleń, sarna, dzik), dokonanie porównań międzygatunkowych i międzytkankowych rozmieszczenia i poziomów indywidualnych kongenerów dioksyn i PCB oraz ocena wpływu płci, wieku oraz zanieczyszczonego środowiska na poziom i rodzaje kongenerów obecnych w mięśniach tych zwierząt. Określono również biokumulację dioksyn i PCB oraz potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumentów dzicyzny.

Materiał do badań stanowiły próbki mięśni, tłuszczu oraz wątrób zwierząt bytujących w obwodach łowieckich zlokalizowanych w sąsiedztwie okręgów przemysłowych oraz na terenach rolniczych. Technika spektrometrii mas rozcieńczeń izotopowych (IDMS) oznaczono jakościowo i ilościowo zawartość 35 toksycznych kongenerów PCDD, PCDF, dl-PCB i ndl-PCB w materiale pobranym od zwierząt łownych i w próbkach środowiskowych.

Obecność PCDD, PCDF i PCB stwierdzono we wszystkich próbkach pobranych od zwierząt oraz w próbkach środowiskowych. Najwięcej dioksyn i PCB gromadziły jeleniowate, a najbardziej skażona była wątroba. Poziomy  $\Sigma$ PCDD/PCDF/dl-PCB oraz ndl-PCB w tkankach badanych gatunków układały się w kolejności wątroba>tłuszcz>mięśnie. Stężenia dioksyn i polichlorowanych bifenyli były od 1,4 do 3-krotnie wyższe od oznaczanych w tkankach zwierząt hodowlanych. Samce badanych gatunków zwierząt gromadziły więcej dioksyn i PCB niż samice. Tkanki pobrane od zwierząt najmłodszych oraz najstarszych wyróżniały się wyższymi stężeniami dioksyn i PCB. Badając wpływ środowiska na kumulację dioksyn i PCB, stwierdzono, że najwięcej kontaminatów zgromadziły zwierzęta z Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Niższe poziomy stwierdzono w próbkach od zwierząt z regionów rolniczych. W profilach zwierząt obecne są kongenery będące markerami różnych procesów przemysłowych, stosowania środków ochrony roślin czy procesów spalania. Proces biokumulacji oceniono na podstawie współczynników biokumulacji (BCF). Wartości BCF dla poszczególnych kongenerów PCDD, PCDF i PCB zależały od stopnia zanieczyszczenia środowiska, w którym żyły zwierzęta. BCF malały wraz ze wzrostem ilości atomów chloru w cząsteczce dioksyn i furanów, czego nie stwierdzono dla PCB.

Wyniki oszacowania narażenia na dioksyny i PCB pozwalają stwierdzić, że konsumpcja mięśni jeleni, saren i dzików nie stanowi zagrożenia dla zdrowia

konsumentów, nawet przy bardzo częstym spożyciu. Natomiast spożywanie wątroby powinno być ograniczone, szczególnie w przypadku dzieci i kobiet ciężarnych.

Badania potwierdziły przydatność zwierząt łownych do oceny zanieczyszczeń środowiskowych. Profile kongenerów dioksyn i PCB w tkankach zwierząt łownych mogą być przydatne podczas identyfikacji lokalnych źródeł tych ksenobiotyków.

Ponieważ mięso zwierząt łownych staje się coraz bardziej popularnym źródłem pokarmu dla ludzi, dlatego powinny zostać ustalone najwyższe dopuszczalne poziomy dioksyn i PCB w środkach spożywczych od nich pochodzących.

## Summary

The development of civilization has caused the release of chemicals into the environment, including dioxins (PCDDs/PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs). Due to their physicochemical properties, they are resistant to chemical and biological transformations. Dioxins and PCBs are very easily spread on the globe. Their lipophilicity causes them to bioaccumulate and biomagnify themselves in the water and land trophic chains. These compounds interfere with functions of the hormonal and the immune systems. They have also neurotoxic and carcinogenic properties. In a scientific opinion, the European Food Safety Authority has identified dioxins as the compounds with the highest potential risk to human health.

The levels of dioxins and PCBs in abiotic and biotic elements can pose a threat to the population of free-living animals. As a side effect of human activity, the transitions occurring in the natural environment cause organisms to accumulate in themselves chemical pollutions. The concentration of accumulated substances in animal and plant tissues reaches a higher level than in the surrounding environment. Free-living animals are good bioindicators of the environmental pollution. Nevertheless, in the literature there is little information on the levels of dioxin contaminations in game animal tissues whose meat and offal become increasingly popular for human consumption. Particularly, food obtained from animals preying on industrial or agricultural contaminated areas may be a serious source of dioxins and PCBs, as food is the dominant route of exposure to human.

The purpose of the study was to determine the levels of dioxins in tissues of three game species (deer, roe deer, and wild boar), make interspecies comparisons and tissue distribution and levels of individual dioxin and PCB congeners. The impact of gender, age and polluted environment on the levels and types of congeners present in the muscles of these animals was also investigated. Bioaccumulation of dioxins and PCBs and potential health risks for game meat consumers were also assessed.

The study material were muscle, fat and liver samples of animals living in hunting circuits located in the vicinity of industrial districts and agricultural areas. Qualitative and quantitative determinations of toxic PCDD, PCDF, dl-PCB and ndl-PCB congeners in wildlife and environmental samples were done using an isotope dilution method (IDMS) with HRGC/HRMS determination.

The presence of PCDD, PCDF and PCB was confirmed in all samples taken from animals and in environmental samples. The highest levels of dioxins and PCBs were noted in deer and liver samples were the most contaminated ones. The levels of the sum of PCDD/PCDF/dl-PCB and ndl-PCB in the tissues of examined species ranged in the order of liver > fat > muscles. Concentrations of dioxins and polychlorinated biphenyls were 1.4 to 3 times higher than those in animal tissues. Male animals retained more dioxins and PCBs than females. Tissues from the youngest and oldest animals were distinguished by the higher concentrations of dioxins and PCBs. When investigating the environmental impact on dioxin and PCB accumulation, it was found that the most contaminated animals lived in the Upper Silesian Industrial District. Lower levels were found in samples from animals living in agricultural regions. In the congener profiles of animal tissues there were compounds, which may be treated as markers of various industrial processes, usage plant protection products or combustion processes. The bioaccumulation process was evaluated on the basis of bioaccumulation factor (BCF). The BCF values for individual PCDD, PCDF and PCB congeners were depended on the degree of environmental contamination. BCF decreased with the increase in a number of chlorine atoms in dioxin and furan molecules, which was not found for PCBs.

The results of exposure estimation for dioxins and PCBs showed that consumption of deer, roe deer and wild boars muscles did not pose any health risk to consumers, even with very frequent consumption. Liver consumption, on the other hand, should be limited, especially for among children and pregnant.

Studies have confirmed the suitability of wildlife to assess the environmental pollution. The profiles of dioxin and PCB congeners in wild game tissues may be useful while identification of local sources of these xenobiotics.

As the game meat is becoming an increasingly popular source of human food consequently maximum levels of dioxins and PCBs should be set for food of game origin.