

Warszawa, 23.06.2023 r.

Prof. dr hab. Joanna  
Gromadzka-Ostrowska  
Katedra Dietetyki

**RECENZJA**  
**rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz**  
**pt.: „Wpływ promieniowania elektromagnetycznego o**  
**częstotliwości 1800 MHz na rozwój miażdżycy u myszy**  
**ApoE/LDLR<sup>-/-</sup> żywionych dietą bogatą w antyoksydanty ”**

dziedzina: nauki rolnicze

dyscyplina: technologia żywności i żywienia

promotor: dr hab. inż. Magdalena Franczyk-Żarów, prof. URK

Recenzję sporządzono na podstawie:

Uchwały nr 28/2023 Rady Dyscypliny *technologia żywności i żywienia* Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie z dnia 12.04.2023 r., pisma Przewodniczącego RD, dr hab. inż. Marcina Łukasiewicza, prof. URK z dnia 24 kwietnia 2023 r. w sprawie wykonania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz pt.: „Wpływ promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości 1800 MHz na rozwój miażdżycy u myszy ApoE/LDLR<sup>-/-</sup> żywionych dietą bogatą w antyoksydanty ” (na podstawie art. 14 ust.1 oraz ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2014 r., poz. 1852 ze zm.), w zw. z art. 179 ust. 2 oraz ust. 3 pkt. 2 lit. ustawy – „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669 ze zm.) oraz rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz,

---

Szkoła Główna Gospodarstwa  
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk  
o Żywieniu Człowieka

ul. Nowoursynowska 159 C  
02-776 Warszawa  
+48 22 59 370 10  
inzc@sggw.edu.pl  
www.sggw.pl

przesłanej przez Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Pani mgr inż. Maria Kaczmarczyk-Jarosz pracę doktorską wykonała w Katedrze Żywienia Człowieka i Dietetyki Wydziału Technologii Żywności URK. Rozprawa została przygotowana w 2023 roku.

### **Ocena wartości naukowej rozprawy**

Charakterystyczną cechą dzisiejszych czasów jest ogromny postęp technologiczny a wraz z nim pojawianie się nowych źródeł promieniowania o szerokim zakresie częstotliwości i natężenia. Wprowadzenie w życie nowych emiterów sztucznego promieniowania elektromagnetycznego (inaczej pola elektromagnetycznego) powoduje zwiększenie jego natężenia. Do takich emiterów należą systemy łączności bezprzewodowej (np. sieci komputerowe) i telekomunikacji oraz urządzenia przemysłowe, medyczne i gospodarstwa domowego (np. kuchenki mikrofalowe, ekrany telewizorów i komputerów, radia itp.). Wynikiem działania tych wszystkich źródeł jest wzrost średniego natężenia pola elektromagnetycznego, szczególnie w dużych aglomeracjach miejskich, co prowadzi do zjawiska zwanego smogiem elektromagnetycznym.

Bezpośrednie działanie na organizm człowieka ma pole elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe. Częstotliwość takiego pola to 900 MHz dla „starego” systemu GSM (globalny standard cyfrowej mobilnej komunikacji komórkowej; *Global System for Mobile*) oraz 1800 MHz dla systemu DCS, który jest unowocześnionym, aktualnie używanym w większości państw europejskich systemem GSM. Wszystkie te systemy należą do tzw. źródeł działających blisko ciała ludzkiego, a ponieważ szacuje się, że na całym świecie ponad 2 miliardy ludzi korzysta z telefonów komórkowych, a w Europie liczba ich użytkowników może sięgać nawet ponad 80% ludności, to daje pojęcie o skali tego zagrożenia. Z dostępnych danych wiadomo, że promieniowanie elektromagnetyczne generowane przez telefon komórkowy wpływa na metabolizm tlenowy komórek, w tym również komórek układu krążenia. Stres oksydacyjny wywołany tym promieniowaniem może być przyczyną niekorzystnych zmian równowagi redoks w komórkach oraz uszkodzeń m.in. śródbłonna naczyniowego. Mimo że temat wpływu pola elektromagnetycznego na człowieka od pewnego czasu skupia uwagę badaczy, ekspertów i mediów, a badania w tym zakresie

prowadzone są od kilkudziesięciu lat, nadal problem ten jest daleki od rozwiązania i wiele pytań pozostaje bez jednoznacznych odpowiedzi.

Przesłankę naukową podjęcia badań będących podstawą ocenianej rozprawy doktorskiej były dwa zjawiska, dotyczące znacznej większości populacji nie tylko Polski, ale wszystkich krajów rozwiniętych. Z jednej strony jest to nasilające się, szczególnie w ostatnich latach, narażenie organizmu człowieka na promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez różne źródła, a z drugiej – wzrastająca lawinowo liczba osób cierpiących na schorzenia układu krążenia, przede wszystkim miażdżycę. Wydaje się, że oba zjawiska, biorąc pod uwagę styl życia współczesnego człowieka, będą się nasilać. Istnieje więc pilna potrzeba znalezienia wyjścia z tej sytuacji zagrażającej zdrowiu mieszkańców naszej planety, a takim sposobem może być zastosowanie łatwo dostępnej i korzystnej ekonomicznie interwencji żywieniowej z wykorzystaniem produktów bogatych w związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego.

Takie ambitne wezwanie o znacznej wartości naukowej podjęła Doktorantka używając zwierzęcego modelu rozwiniętej miażdżycy, jakim były myszy szczepu ApoE/LDLR<sup>-/-</sup>, narażone na działanie niejonizującego promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości 1800 MHz z równoczesną interwencją żywieniową z wykorzystaniem produktów spożywczych bogatych w związki o działaniu przeciwutleniającym (sok z buraków lub sok z owoców granatu oraz witamina K).

Ideę badania uważam za nowatorską, o znacznym potencjale utylitarnym. Poszczególne rozdziały rozprawy, dotyczące przedstawienia aktualnego stanu wiedzy, zastosowanych metod analitycznych oraz uzyskanych wyników uważam za wyczerpujące, chociaż nie są one pozbawione błędów, do których odniosę się w dalszej części recenzji. Najslabszą częścią ocenianej rozprawy jest dyskusja wyników, do czego również odniosę się bardziej szczegółowo.

### **Ocena formalna i poprawności redakcyjnej rozprawy**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest opracowaniem zwartym, przygotowanym w formie oprawionego maszynopisu liczącego 237 stron, o klasycznym układzie treści. Całość została podzielona na 10 rozdziałów, których kolejność i wzajemne proporcje są właściwe dla prac eksperymentalnych.

Rozprawa składa się z następujących rozdziałów głównych: 1. „Wstęp” (1,5 strony), 2. „Przegląd literatury” (29 stron, co stanowi około 14% całości), 3. „Cel pracy” (1 strona), 4. „Materiał i metody” (20 stron, co stanowi około 10% całości), 5. „Wyniki” (70 stron, co stanowi ponad 32% całości), 6. „Dyskusja” (31 stron, co stanowi około 15% całości), 7. „Podsumowanie i wnioski” (1,5 strony), 8. „Spis rycin” (4,5 strony), 9. „Spis tabel” (2,5 strony) i 10. „Bibliografia” licząca 436 pozycji (51 stron, co stanowi prawie 24% całości). Rozdziały 2, 4, 5 i 6 zostały podzielone na podrozdziały. Udział procentowy poszczególnych rozdziałów był liczony w stosunku do właściwego tekstu rozprawy, czyli 215 stron.

Rozprawa zawiera również dwustronicowe streszczenia w języku polskim i angielskim, wykaz stosowanych skrótów ułożonych w porządku alfabetycznym oraz dodatkowe strony ze spisem treści oraz podziękowaniami.

Materiał ilustracyjny zawarty w rozprawie to 48 rycin, z czego 40 ilustruje uzyskane wyniki, trzy znajdują się z rozdziale „Materiał i metody”, a pięć w „Przeglądzie piśmiennictwa”. Ponadto, w rozprawie umieszczono 27 tabel, w tym dwie w „Przeglądzie piśmiennictwa”, pięć w rozdziale „Materiał i metody” i pozostałe w rozdziale „Wyniki”.

Materiał ilustracyjny przygotowano bardzo starannie, natomiast o ile wzajemne proporcje poszczególnych rozdziałów rozprawy nie budzą zastrzeżeń, to pod względem opracowania edytorskiego stwierdzam wiele nieprawidłowości. Po pierwsze Doktorantka bardzo „rozrzutnie” rozmieściła ryciny i tabele, w większości przypadków wykorzystując tylko niewielką część strony. Ta uwaga dotyczy przede wszystkim rozdziału nr 5 („Wyniki”). Każda rycina i tabela ma swoje odwołanie w tekście, a więc nie koniecznie musiała być umieszczona pod odnoszącym się do niej tekstem. Szczególnie rażące jest to w przypadku stron, na których tabela i odnoszący się do niej tekst zajmują mniej niż 1/3 strony, a pozostałe 2/3 pozostawiono puste.

Po drugie, w tekście są liczne błędne określenia i sformułowania, do których bardziej szczegółowo odniosę się w dalszej części recenzji.

### **Ocena wartości merytorycznej rozprawy**

Treść rozdziału „Przegląd literatury” (*state of art*) dobrze wprowadza w problematykę podjętą w rozprawie. W ciekawy sposób opisano mechanizm powstawania miażdżycy oraz czynniki ryzyka wystąpienia tej patologii naczyń krwionośnych. Wyczerpująco opisano zarówno przemiany metaboliczne i funkcje witaminy K, jak również pokarmowe źródła występowania obu form tego

biologicznie czynnego związku. Równie interesująco opisano znaczenie przeciwutleniaczy, szczególnie w aspekcie etiologii miażdżycy, odnosząc się szczegółowo do związków zawartych w bulwach buraka zwyczajnego i owocach granatu. Dużo uwagi Doktorantka poświęciła zagadnieniom związanym z niejonizującym promieniowaniem elektromagnetycznym i patologicznym zmianom spowodowanym działaniem tego promieniowania na układ sercowo-naczyniowy, a także mechanizmom komórkowym tego działania związanym z nasileniem stresu oksydacyjnego i zaburzeniom równowagi redoks, co w konsekwencji generuje między innymi powstawanie stanów zapalnych i uszkodzeń DNA.

Nadmienić należy, że w „Przeglądzie literatury”, pomimo wykorzystania wielu pozycji z ostatnich lat, część cytowań moim zdaniem powinna być znacznie „nowsza”, a szczególnie należało uwzględnić pozycje dotyczące oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizmy (np. strona 24, artykuł z 2012 r.) czy etiologii miażdżycy (np. strona 28, artykuły z 1998 r. i 2011 r.).

Cel i hipotezy badawcze zostały sformułowane prawidłowo, uważam jednak, że tytuł rozdziału nr 3 powinien być inny, np. „Cel i hipotezy badawcze”.

Weryfikacji hipotez badawczych dokonano na podstawie wybranych parametrów analizowanych w osoczu krwi, wątrobie, tkance tłuszczowej, kościach oraz elementach układu krążenia (aorta i górna część serca) uzyskanych od zwierząt doświadczalnych – myszy dwóch szczepów: genetycznie zmodyfikowanych ApoE/LDLR<sup>-/-</sup>, będących modelem miażdżycy u ludzi oraz C57/BL6J, jako zwierząt kontrolnych. O ile wybór obu szczepów myszy jest uzasadniony, o tyle wykonanie doświadczenia wyłącznie na samicach wymaga wyjaśnienia, którego w całej rozprawie nie znalazłam. W „Przeglądzie literatury” wiele miejsca poświęcono znaczeniu płci w schorzeniach układu krążenia, wskazując na statystycznie częstsze zachorowania u mężczyzn, a także ochronnej funkcji estrogenów w przeciwdziałaniu rozwojowi tych schorzeń. Również w populacji ludzkiej mężczyźni są statystycznie bardziej narażeni na promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe. Dlaczego więc wykorzystano w badaniach samice, w dodatku bez kontroli fazy cyklu płciowego, a więc zmian w stężeniu estrogenów. Taki wybór wymaga wyjaśnienia, chociażby w dyskusji.

Doświadczenie *in vivo* podzielono na 5 odrębnych etapów – pilotaż i cztery doświadczenia właściwe, żywieniowe. W dwóch doświadczeniach żywieniowych na myszach z obu szczepów testowano wpływ suplementacji diety stosując różne dawki witaminy K, odzwierciadlające podaż deficytową, zgodną z zapotrzebowaniem organizmu i zwiększoną. W kolejnych dwóch

doświadczeniach żywieniowych wykonanych tylko na myszach ApoE/LDLR<sup>-/-</sup>, które w wodzie otrzymywały 10% (v/v) dodatek soku z buraków lub soku z owoców granatu jako źródła antyoksydantów, badano wpływ tych produktów na rozwój miażdżycy przy równoczesnym narażeniu zwierząt na działanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości emitowanej przez telefony komórkowe. I znowu – o ile wybór częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego jest oczywisty, o tyle schemat narażenia (9 minut, 8 razy dziennie) wymaga wyjaśnienia.

Zdecydowanie dobrym zabiegiem byłoby przedstawienie graficznego schematu całego układu doświadczalnego, a także wyjaśnienie czemu służyło wykonanie badania pilotażowego, a więc poświęcenie życia trzynastu myszy. Nie przekonuje mnie pierwsze zdanie w dyskusji (cyt.): „W przeprowadzonym pilotażowym badaniu potwierdzono hipotezę, iż ekspozycja na pole elektromagnetyczne niekorzystnie wpływa na rozwój zmian miażdżycowych”. Po pierwsze, analogiczne narażenie dotyczyło zwierząt kontrolnych w doświadczeniu żywieniowym (soki + narażenie na promieniowanie myszy ApoE/LDLR<sup>-/-</sup>), a po drugie – jeżeli „niekorzystnie wpływa”, to należy rozumieć, że to promieniowanie ma działanie prozdrowotne. A nie taka chyba była intencja Doktorantki.

Oznaczane w materiale biologicznym parametry w większości przypadków zostały dobrane trafnie, jednak brakuje, szczególnie w materiale pochodzącym od zwierząt, u których zastosowano interwencję żywieniową z zastosowaniem soków z buraka lub owoców granatu, oznaczeń parametrów stresu oksydacyjnego i obrony antyoksydacyjnej. A tym zagadnieniom w „Przeglądzie literatury” poświęcono sporo miejsca w aspekcie działania promieniowania elektromagnetycznego na układ sercowo-naczyniowy.

Wszystkie wymienione wyżej nieścisłości czy braki powinny być przynajmniej wyjaśnione w dyskusji, którą między innymi z tego powodu uważam za najsłabszą część ocenianej rozprawy doktorskiej.

Dyskusję Doktorantka podzieliła na pięć podrozdziałów zgodnych z układem pięciu doświadczeń *in vivo*. Dyskusja jest ciekawa, chociaż jak wspomniałam, brakuje w niej wielu istotnych elementów. Wykorzystane w dyskusji pozycje z piśmiennictwa światowego, w większości przypadków opublikowane stosunkowo niedawno, nie do końca wyczerpują omawiane zagadnienia. Brakuje na przykład bardziej szczegółowych informacji dotyczących stosowanych przez

cytowanych badaczy modeli zwierzęcych (płeć, wiek) czy charakterystyki promieniowania elektromagnetycznego zastosowanego w ich badaniach.

Jak wynika z lektury kolejnego rozdziału rozprawy „Podsumowanie i wnioski” uzyskane wyniki pozwoliły na pozytywne zweryfikowanie trzech hipotez badawczych, natomiast nie została potwierdzona hipoteza dotycząca przeciwmiażdżycowego działania witaminy K.

Oceniając wartość merytoryczną rozprawy mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz należy podkreślić bardzo bogate piśmiennictwo (436 pozycji) cytowane w trzech rozdziałach tego opracowania. Aż 55% wszystkich cytowanych pozycji to artykuły opublikowane w ostatnich dziesięciu latach, a 16% zostało opublikowane w ostatnich pięciu latach. Pozostałe 29% to pozycje znacznie starsze, z których w większości przypadków można było zrezygnować, gdyż fakty naukowe w nich opisywane przez lata uległy znaczącej zmianie.

### **Uwagi krytyczne**

Uwagi krytyczne, poza wymienionymi już powyżej, które mogą i powinny być wyjaśnione w dyskusji (wykonanie badań tylko na samicach, brak określenia fazy cyklu płciowego w kontekście zmian stężenia estrogenów, brak oznaczeń parametrów równowagi redoks, schemat narażenia na promieniowanie elektromagnetyczne) to także brak kontroli spożycia antyoksydantów zawartych w sokach z buraka i owoców granatu. Myszy przebywały w klatkach wieloosobniczych, soki były dodane do wody pitnej, skąd więc wiadomo ile tych preparatów w ciągu całego doświadczenia otrzymało każde zwierzę? Do tego Doktorantka również powinna odnieść się w dyskusji.

Ponadto, tytuł podrozdziału o numerze 4.7. powinien mieć inne brzmienie, np. „Analiza zmian makro i mikroskopowych w aorcie”.

Inne, wybrane błędy zauważone w czasie lektury rozprawy:

- „ekstrakty z fragmentów wątroby”, to był supernatant homogenatu wątroby!;
- „nieistotnie zwiększyła się”, czyli tych zmian nie było;
- „spadek stężenia cholesterolu”, powinno być obniżenie stężenia ....;
- „z użyciem myszy”, powinno być z wykorzystaniem myszy;
- „eutanazja zwierząt”, powinno być uśmiercenie zwierząt;
- „dane literaturowe pokazują”, w tym kontekście raczej „wskazują”;



- „zaburzenia neuropsychiatryczne”, powinno być zaburzenia neurologiczne lub neuropsychologiczne;
- „zdolność antyoksydacyjna”, powinno być właściwości lub potencjał antyoksydacyjny;

### **Ocena końcowa**

Pomimo wielu niedociągnięć i błędów oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz ma istotne walory poznawcze, a bardzo szeroki zakres zastosowanych metod analitycznych, wykonanie pięciu doświadczeń *in vivo* na zwierzętach modelowych i ciekawa pomimo braków dyskusja, powodują, że opracowanie to stanowi oryginalny wkład do wiedzy w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie *technologia żywności i żywienia*. Oceniana rozprawa doktorska jest opracowaniem łączącym aspekty naukowe z praktycznymi.

Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością tematyki badanych zagadnień, opanowaniem różnych technik analitycznych i umiejętnością krytycznej oceny uzyskanych wyników. Udowodniła, że potrafi poprawnie formułować hipotezy badawcze i prawidłowo je weryfikować.

### **Konkluzja**

Stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz pt.: „Wpływ promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości 1800 MHz na rozwój miażdżycy u myszy ApoE/LDLR<sup>-/-</sup> żywionych dietą bogatą w antyoksydanty" spełnia warunki rozprawy doktorskiej, określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789), o czym świadczy oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Wobec powyższego stawiam wniosek do Rady Dyscypliny technologia żywności i żywienia Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Joanna Gromadzka-Ostrowska



SZKOŁA GŁÓWNA  
GOSPODARSTWA  
WIEJSKIEGO



*Handwritten signature in blue ink, likely reading 'K. Pommer'.*