

Prof. dr hab. med. Jacek Jawień
Katedra Farmakologii Collegium Medicum UJ
31-531 Kraków, ul. Grzegórzecka 16
tel. 12 421 11 68 (609 192 058)
e-mail: jacek.jawien@uj.edu.pl

Kraków, 15.05.2023

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

Recenzja pracy doktorskiej mgr. inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz, pt.: „*Wpływ promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości 1800 MHz na rozwój miażdżycy u myszy apoE/LDLR^{-/-}, żywionych dietą bogatą w antyoksydanty.*”

Przedstawiona do oceny praca posiada typowy dla rozprawy doktorskiej układ. Liczy 237 stron, zawiera 27 tabel, 48 rycin i 436 pozycji piśmiennictwa. Praca przygotowana jest przejrzyście i nowocześnie.

W ciągu ostatnich dziesięcioleci nastąpił lawinowy wzrost urządzeń bezprzewodowych, opartych na promieniowaniu niejonizującym. Symbolem tych urządzeń stały się telefony komórkowe.

Podejście do tego zagadnienia przez opiekę zdrowotną, charakteryzuje się pewną beztroską, a przecież powszechnie wiadomo, że pole elektromagnetyczne nie pozostaje obojętne na zdrowie człowieka. Stwierdzono już dość dawno, że działanie pola elektromagnetycznego jest powiązane w dużej mierze z powstawaniem zmian miażdżycowych.

Jednakże, jak dotąd, brak jest w piśmiennictwie zakrojonych na szeroką skalę badań, które w sposób jednoznaczny potwierdziłyby lub wykluczyły hipotetyczny wpływ pola elektromagnetycznego na rozwój miażdżycy i próbowały odpowiedzieć na pytanie, jak temu zaradzić w sposób farmakologiczny.

Dlatego przedstawiona do recenzji praca odznacza się niewątpliwie wysokim nowatorstwem.

Dieta bogata w warzywa i owoce znalazła się w ostatnich latach w centrum uwagi, ze względu na stwierdzony duży potencjał terapeutyczny.

Doktorantka skupiła się w swoich badaniach na trzech substancjach:

1. Burak zwyczajny (*B. vulgaris L.*)
2. Owoc granatu (*Punica granatum L.*)
3. Witamina K₁

Witamina K do niedawna kojarzona była jedynie z regulacją układu krzepnięcia. Termin witamina K odnosi się do grupy rozpuszczalnych w tłuszczach związków chemicznych wśród których wyróżnić można witaminę K₁ (filochinon) oraz witaminę K₂ (menachinony), na którą składa się kilka form pochodnych, różniących się długością bocznego łańcucha izoprenoidowego. Wzrost zainteresowania działaniem biologicznym tych związków pojawił się w momencie odkrycia, że witamina K wpływa na procesy kalcyfikacji zarówno kości, jak i tkanek miękkich. Proces kalcyfikacji naczyń krwionośnych często towarzyszy miażdżycy, przez co zasadnym wydaje się zbadanie wpływu witaminy K₂ na proces rozwoju miażdżycy.

Wyniki badań wykazały negatywną korelację pomiędzy spożyciem witaminy K₂ a umieralnością z powodu choroby niedokrwiennej serca. Jednocześnie zależność taka nie została zaobserwowana w przypadku spożycia witaminy K₁.

Dane żywieniowe dotyczące spożycia witaminy K wskazują, że z tzw. dietą zachodnią (charakterystyczną dla mieszkańców Europy i Ameryki Północnej) dostarczana jest głównie witamina K₁, stanowiąc 90% całkowitej podaży tej witaminy. Ze względu na fakt, że witamina K₂ (za wyjątkiem pochodnej MK-4) powstaje w wyniku syntezy bakteryjnej, produktami będącymi najbogatszym źródłem tych związków dla Europejczyków mogą być sery dojrzewające oraz w mniejszym stopniu kiszonki spożywane w Europie Środkowo-Wschodniej. Mimo to, stężenia menachinonów w organizmie mieszkańców Europy są kilkukrotnie niższe w porównaniu do Japończyków. Zmienność ta wynika z faktu częstego spożywania w Japonii fermentowanej soi *natto*, dla której zawartość menachinonu-7 jest około dziesięciokrotnie większa w porównaniu do spożywanych w Europie serów podpuszczkowych.

Duża zawartość witaminy K₂ w soi fermentowanej warunkowana jest przez wykorzystywane w czasie produkcji kultury bakterii *Bacillus subtilis natto*. Dodatkowo proces fermentacji powoduje zmiany w składzie chemicznym nasion soi oraz pojawienie się w końcowym produkcie bioaktywnych składników nieodżywczych takich jak nattokinaza.

Tytuł pracy jest zgodny z treścią rozprawy.

Wstęp jest dobrze uzasadniony merytorycznie. Stanowi on wartościowy element rozprawy i wprowadzenie do badanych w pracy zagadnień.

Doktorantka w przeglądzie literatury skupiła się na czterech zagadnieniach:

1. Pole elektromagnetyczne
2. Miażdżyca
3. Witamina K
4. Przeciwutleniacze

Ad. 1. Aby nie streszczać pracy, należy wymienić, że Doktorantka bardzo starannie opisała dotychczasową wiedzę na temat roli pola elektromagnetycznego oraz wpływu promieniowania elektromagnetycznego na zdrowie.

Ad. 2. W podrozdziale miażdżyca został omówiony współczesny pogląd na patogenezę miażdżycy, czynniki ryzyka w przebiegu miażdżycy oraz kalcyfikację naczyń krwionośnych.

Ad. 3. Odnośnie witaminy K dokonany został szeroki przegląd na temat: odkrycia i struktury witaminy K, metabolizmu tej witaminy, cyklu witaminy K, źródła witaminy K i normy zapotrzebowania. Wreszcie jako ciekawy dodatek została opisana rola witaminy K w przebiegu choroby Covid-19, wywołanej przez SARS-CoV-2.

Ad. 4. W podrozdziale poświęconym przeciwutleniaczom, dokonano charakterystyki przeciwutleniaczy, a także dokładnego opisu działania przeciwutleniającego Buraka zwyczajnego oraz Granatu właściwego.

Cel pracy jest przedstawiony klarownie i jednoznacznie, a jego wybór jest dobrze uzasadniony z punktu widzenia poznawczego.

Celem niniejszej rozprawy było określenie zbadanie, jak:

1. Ekspozycja na pole elektromagnetyczne wpływa na rozwój zmian miażdżycowych,
2. Witamina K₁ wykazuje działanie przeciwmiażdżycowe,

3. Sok z buraków oraz sok z granatów wpływają na zahamowanie rozwoju zmian miażdżycowych,
4. Dodatek do diety soku z buraków oraz soku z granatów przy jednoczesnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne wpływa na zmniejszenie rozwoju zmian miażdżycowych.

Weryfikacja hipotez została przeprowadzona na podstawie doświadczenia pilotażowego oraz czterech doświadczeń żywieniowych z udziałem myszy C57BL/6J oraz apoE/LDLR^{-/-}.

Materiały i Metody – są opisane bardzo przejrzysto.

Dokładnie opisano warunki **emisji pola elektromagnetycznego**, do którego wykorzystano generator emitujący pole elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości radiowej telefonii komórkowej sieci GSM (1100-2100 MHz). Średnia moc wyjściowa generatora wynosiła 330 mW, moc maksymalna 2 W. W trakcie trwania eksperymentu antena znajdowała się w stałej odległości 15 cm nad klatkami.

Zwierzęta doświadczalne – w badaniach *in vivo* wykorzystano genetycznie zmienione myszy apoE/LDLR^{-/-} oraz szczep C57BL/6.

UKŁAD DOŚWIADCZEŃ

1. **Doświadczenie pilotażowe. Wpływ ekspozycji na pole elektromagnetyczne na rozwój zmian miażdżycowych u myszy apoE/LDLR^{-/-}.** Zwierzęta podzielono na 2 grupy doświadczalne. Każda z nich była żywiona przez 8 tygodni dietą podstawową AIN-93G. Część zwierząt narażono na działanie generatora emitującego pole elektromagnetyczne o częstotliwości zbliżonej do telefonów komórkowych (1800 MHz, 9 minut, 8 razy dziennie).

2. **Doświadczenie żywieniowe 1 i 2. Wpływ diety z dodatkiem witaminy K₁ (deficyt, kontrola, suplementacja) u myszy C56BL/6J oraz u myszy miażdżycowych apoE/LDLR^{-/-}.**

C57BL/6J:

Grupa 1. AIN-93G z witaminą K₁ w dawce 150 µg/kg m.c. - kontrola

Grupa 2. AIN-93G z witaminą K₁ w suplementowanej dawce 300 µg/kg m.c.

apoE/LDLR^{-/-}:

Grupa 3. AIN-93G z witaminą K₁ w deficytowej dawce 10 µg/kg m.c.

Grupa 4. AIN-93G z witaminą K₁ w deficytowej dawce 150 µg/kg m.c.

Grupa 5. AIN-93G z witaminą K₁ w dawce 150 µg/kg m.c. - kontrola

Grupa 6. AIN-93G z witaminą K₁ w suplementowanej dawce 300 µg/kg m.c.

3. Doświadczenie żywieniowe 3. Wpływ diety z dodatkiem soku z buraków i soku z granatów na rozwój zmian miażdżycowych u myszy apoE/LDLR^{-/-}.

Grupa 1. AIN-93G - kontrola

Grupa 2. AIN-93G + 10% sok z buraka

Grupa 3. AIN-93G + 10% sok z granatów

4. Doświadczenie żywieniowe 4. Wpływ pola elektromagnetycznego przy jednoczesnym dodatku antyoksydantów pochodzących z soku z buraków oraz soku z granatów na rozwój zmian miażdżycowych u myszy apoE/LDLR^{-/-}.

Grupa 1. AIN-93G - kontrola

Grupa 2. AIN-93G + 10% sok z buraka

Grupa 3. AIN-93G + 10% sok z granatów

Analizy biochemiczne i instrumentalne są opisane właściwie i szczegółowo.

Analizy histologiczne są opisane dokładnie i prawidłowo.

Opis **analizy statystycznej** dowodzi dobrego opanowania metod analitycznych przez Doktorantkę. Dobór metod statystycznych pozwala na właściwą interpretację uzyskanych wyników.

Wyniki stanowią wartościową część pracy.

- 1) Po ośmiu tygodniach żywienia myszy ApoE/LDLR^{-/-} dietą podstawową oraz po ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne (EMR) nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w końcowej masie ciała zwierząt.
- 2) Ekspozycja myszy ApoE/LDLR^{-/-} na promieniowanie EMR nie wykazała istotnych różnic w stężeniu glukozy, relatywnej masie wątroby, serca oraz nerek.

- 3) Wykazano istotny wzrost stężenia cholesterolu całkowitego w grupie zwierząt poddanych ekspozycji na promieniowanie EMR. Zaobserwowano tendencję wzrostową wskaźnika aterogenności AIP u zwierząt poddanych ekspozycji na promieniowanie EMR.
- 4) Zaobserwowano znamienne statystycznie obniżenie stężenia enzymu aminotransferazy alaninowej (ALT) w grupie zwierząt poddanych ekspozycji promieniowaniem EMR.
- 5) Wartości aktywności antyoksydacyjnej w wątrobie nie wykazały istotnych statystycznie różnic w grupie myszy poddanych ekspozycji na promieniowanie EMR, w porównaniu do grupy kontrolnej.
- 6) Zaobserwowano, że ekspozycja na promieniowanie EMR istotnie obniża udział nasyconego kwasu stearynowego C18:0 w tkance tłuszczowej. W przypadku jednonienasyconych kwasów tłuszczowych promieniowanie EMR istotnie zwiększyło udział kwasu C16:1 *n*-7 w tkance tłuszczowej. Profil wielonienasyconych kwasów tłuszczowych nie wykazał istotnych zmian.

Jednakże indeksy desaturacji 18:1 *n*-9/18:0 i 16:1 *n*-7/16:0 wykazały znamienne statystyczny wzrost w przypadku ekspozycji na promieniowanie EMR w stosunku do kontroli.

W tłuszczu wątrobowym myszy ApoE/LDLR^{-/-} poddanych ekspozycji na promieniowanie EMR zaobserwowano istotne obniżenie udziału kwasu palmitynowego C16:0, w stosunku do kontroli.

Suma nasyconych kwasów tłuszczowych obniżyła się statystycznie znamienne pod wpływem działania promieniowania EMR.

Także stosunek kwasów tłuszczowych SFA/PUFA uległ znamienne statystycznie obniżeniu pod wpływem promieniowania EMR.

- 7) Po ośmiotygodniowym żywieniu zwierząt dietą podstawową, ekspozycja na promieniowanie EMR nie miała istotnego wpływu na siłę potrzebną do złamania kości u myszy ApoE/LDLR^{-/-}.
- 8) Zawartość wapnia oraz magnezu w kościach u myszy ApoE/LDLR^{-/-} po upływie ośmiotygodniowego doświadczenia w grupie zwierząt poddanych ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne zwiększyła się w stosunku do grupy kontrolnej, nie osiągając jednak znamienności statystycznej.
- 9) Ekspozycja na pole elektromagnetyczne wykazała znamienne statystycznie wzrost powierzchni zmian miażdżycowych u myszy ApoE/LDLR^{-/-}, w stosunku do grupy kontrolnej, szczególnie w początkowym odcinku aorty wstępującej.

DOŚWIADCZENIE ŻYWIENIOWE

1. Pięciotygodniowe lub dziesięcioletniowe podawanie diet z różnymi dawkami witaminy K₁ myszom C57BL/6J nie wpłynęło na końcową masę ciała.
2. Suplementacja witaminą K₁ nie wykazała istotnego wpływu na stężenie glukozy, zarówno po pięciu, jak i dziesięciu tygodniach żywienia. Natomiast wykazano istotny statystycznie spadek masy wątroby w grupie suplementowanej w stosunku do grupy kontrolnej, po dziesięcioletnim żywieniu zwierząt.
3. Po dziesięciu tygodniach żywienia myszy C57BL/6J dietą suplementowaną, zaobserwowano istotny statystycznie spadek stężenia cholesterolu całkowitego oraz cholesterolu frakcji LDL, w stosunku do diety kontrolnej. W przypadku wskaźnika aterogenności AIP nie zaobserwowano istotnych różnic.
4. W tkance tłuszczowej zwierząt C57BL/6 skarmianych witaminą K₁ zaobserwowano istotną różnicę procentowego udziału kwasu arachidonowego. Dodatkowo zaobserwowano istotny statystycznie spadek udziału kwasu ikozenowego C20:1 n-9 przy zastosowaniu diety suplementowanej, w stosunku do diety kontrolnej.

DOŚWIADCZENIE ŻYWIENIOWE (cz.2)

1. Diety z różnymi dawkami witaminy K₁ wpłynęły istotnie w okresie dziesięciu tygodni na stężenie glukozy na czczo u myszy żywionych dietą deficytową, w stosunku do diety suplementowanej.
2. Dziesięcioletniowe podawanie diet z różnymi dawkami witaminy K₁ myszom ApoE/LDLR^{-/-}, spowodowało istotne statystycznie zwiększenie stężenia cholesterolu całkowitego oraz triacylogliceroli u myszy otrzymujących dietę deficytową, w stosunku do diety normalnej. Analizując wartości wskaźnika AIP, zaobserwowano istotny wzrost w grupach otrzymujących dawki deficytowe w stosunku do grupy kontrolnej, po dziesięciu tygodniach żywienia zwierząt.
3. Na podstawie uzyskanych wyników z pomiaru masy i długości kości myszy ApoE/LDLR^{-/-}, wykazano istotne obniżenie masy kości udowej oraz piszczelowej w grupie żywionej dietą suplementowaną, w stosunku do diety deficytowej. Zaobserwowano istotny wzrost długości kości udowej oraz piszczelowej u myszy otrzymujących dietę suplementowaną, w stosunku do diety kontrolnej.
4. Pomiar wytrzymałości mechanicznej kości u myszy ApoE/LDLR^{-/-} wykazał po dziesiątym tygodniu żywienia istotne statystycznie różnice, w zależności od

podawanej diety. W przypadku myszy żywionych dietą deficytową zaobserwowano większą siłę potrzebną do złamania kości udowej, w stosunku do myszy żywionych dietą suplementowaną.

Analizując wyniki dotyczące siły złamania kości piszczelowej – obserwuje się większą siłę potrzebną do złamania kości w diecie deficytowej, w stosunku do zwierząt żywionych, w stosunku do zwierząt żywionych dietą suplementowaną.

5. Procentowy udział zmian miażdżycowych w całej aorcie był istotnie wyższy w grupie zwierząt żywionych dietą suplementowaną K₁ w stosunku do grupy otrzymującej dietę deficytową.

DOŚWIADCZENIE ŻYWIENIOWE (cz.3)

Wpływ diet dodatkiem soku z buraków i soku z granatów na rozwój zmian miażdżycowych u myszy ApoE/LDLR^{-/-}.

1. Ośmiotygodniowe podawanie antyoksydantów w postaci soku z buraków do diety wykazało istotne statystycznie obniżenie masy ciała myszy ApoE/LDLR^{-/-} w porównaniu do kontroli.
2. Analiza profilu lipidowego wykazała istotny wzrost stężenia cholesterolu całkowitego oraz cholesterolu frakcji LDL w grupie myszy, gdzie zastosowano w diecie antyoksydanty w postaci soku z buraków i soku z granatów.

DOŚWIADCZENIE ŻYWIENIOWE (cz.4)

Wpływ pola elektromagnetycznego na rozwój zmian miażdżycowych przy jednoczesnym dodatku antyoksydantów w diecie pochodzących z soku z buraków oraz soku z granatów.

Zastosowanie w diecie dodatku antyoksydantów w postaci zarówno soku z buraków jak i soku z granatów, przy jednoczesnej ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne wykazało istotną statystycznie redukcję powierzchni zmian miażdżycowych ocenianych w całej aorcie.

Dyskusja jest prowadzona jasno i kompetentnie. Dowodzi ona swobodnego poruszania się Autorki w dość złożonym dotychczasowym dorobku światowym w tej materii, a zarazem umieszcza uzyskane przez siebie wyniki we właściwym świetle.

Generalnie, potwierdzono hipotezę, że ekspozycja na pole elektromagnetyczne niekorzystnie wpływa na rozwój zmian miażdżycowych.

W przypadku grupy poddanej ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne zaobserwowano istotny wzrost stężenia cholesterolu całkowitego, zaś pozostałe parametry profilu lipidowego nie wykazały istotnych różnic.

Ekspozycja na promieniowanie elektromagnetyczne zastosowana w eksperymencie nie zmieniła istotnie masy i długości kości oraz zawartości wapnia i magnezu w kościach zwierząt.

Powierzchnia zmian miażdżycowych przy zastosowaniu ekspozycji na promieniowanie EMR istotnie wzrosła. Jednoznacznie wykazano, że proces tworzenia się blaszek miażdżycowych przyspiesza pod wpływem EMR.

W celu określenia działania witaminy K₁ w procesie rozwoju blaszki miażdżycowej dokonano oceny wpływu diety ubogiej w witaminę K₁ oraz wpływu suplementacji witaminą K₁ na czynniki istotne w przebiegu tworzenia się blaszki miażdżycowej, gdzie w oparciu o dotychczasowe dane literaturowe postawiono hipotezę o przeciwmiażdżycowym działaniu witaminy K₁.

Analiza pomiaru masy ciała zwierząt C57BL/6J oraz ApoE/LDLR^{-/-} wykazała, że dieta deficytowa i suplementowana nie wywołują istotnego wpływu na ten parametr.

Przeprowadzając analizy profilu lipidowego u zwierząt doświadczalnych C57BL/6J zaobserwowano istotne obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL w osoczu zwierząt żywionych dietą suplementowaną K300 w porównaniu z dietą kontrolną K150. Zasugerowało to, że wykorzystanie zwierząt ApoE/LDLR^{-/-} w dalszych badaniach może potwierdzić pozytywne działanie diety suplementowanej w kontekście zmian miażdżycowych. Jednakże w dalszej części eksperymentu z udziałem zwierząt ApoE/LDLR^{-/-} nie odnotowano pozytywnych efektów działania diety suplementowanej K300.

Przeprowadzone badania masy kości udowej i piszczelowej u myszy C57BL/6J nie wykazały istotnych zmian w parametrach kości, jednakże u myszy ApoE/LDLR^{-/-} wykazano istotny wpływ deficytowej dawki witaminy K (K50) w diecie zwierząt, która zwiększyła masę kości w stosunku do diety suplementowanej (K300). Odwrotną sytuację zaobserwowano w przypadku długości kości, gdzie dieta suplementowana wpłynęła na wzrost długości kości

piszczelowej i udowej w stosunku do grupy kontrolnej. Zaobserwowano również efekt czasowy diety kontrolnej, która istotnie zmniejszyła długość kości wraz z upływem czasu. Co ciekawe, stosunkowo większą siłę potrzebną do złamania kości zaobserwowano w przypadku diet deficytowych.

Badania przedkliniczne sugerują, że witamina K bierze udział w metabolizmie kostnym i ma działanie anaboliczne. Opublikowano szereg badań ze sprzecznymi wynikami, natomiast z kilku badań obserwacyjnych można wnioskować, że istnieje związek między wysokim spożyciem witaminy K w surowicy lub osoczu. Ponadto populacje były heterogeniczne.

Dieta bogata w soki z buraków i granatów obniżyła masę ciała myszy ApoE/LDLR^{-/-}. Uzyskany wynik potwierdzają również badania innych autorów. Zastosowane w eksperymencie soki obniżyły także masę wątroby u myszy ApoE/LDLR^{-/-}.

Dwa główne składniki buraka to flawonoidy i saponiny. Stwierdzono, że saponina znacząco wpływa na działanie obniżające poziom cholesterolu. Jednak pomimo obecności w burakach powyższych substancji i wyników dotyczących pozytywnego wpływu spożycia buraków na poprawę profilu lipidowego w modelach zwierzęcych, wyniki, które otrzymano z eksperymentu na myszach ApoE/LDLR^{-/-} nie są do końca z tym zgodne.

Dieta bogata w sok z buraków oraz sok z granatów nie wykazała zatem istotnych różnic w procesie tworzenia się blaszek miażdżycowych w stosunku do kontroli.

Jednakże konsumpcja granatu ma pozytywny wpływ na pacjentów z przewlekłymi chorobami zapalnymi.

Po raz pierwszy w tej pracy wykazano, że w całej aorcie powierzchnia zmian miażdżycowych została istotnie obniżona pod wpływem zastosowania w diecie antyoksydantów w postaci soku z buraków i soku z granatów przy jednoczesnej ekspozycji promieniowania EMR. Takie korzystne działanie może być spowodowane wysoką zawartością polifenoli w sokach, które zmniejszają ryzyko chorób układu krążenia.

Sok z granatów ma ochronne działanie naczyniowe. Efekt ten jest spowodowany wysoką aktywnością przeciwutleniającą związków fenolowych.

Podsumowując, w niniejszej pracy po raz pierwszy wykazano prozdrowotny efekt soków jako źródła antyoksydantów, podczas jednoczesnej ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne. Fale elektromagnetyczne są obecne w każdej dziedzinie życia, zatem odpowiedni sposób żywienia, uwzględniający podaż soku z buraków i soku z granatów, może

przyczynić się zapobieżenia negatywnym skutkom narażenia na otaczające człowieka pole elektromagnetyczne.

Wnioski: są zgodne z wynikami pracy i prawidłowo opisane

1. Ekspozycja na pole elektromagnetyczne istotnie wpływa na powstawanie blaszki miażdżycowej, powodując zwiększenie powierzchni miażdżycy – co potwierdza hipotezę 1.
2. Witamina K₁ podawana w dawce deficytowej, kontrolnej oraz suplementowanej nie wpłynęła istotnie na rozwój zmian miażdżycowych u myszy ApoE/LDLR^{-/-} - zatem hipoteza 2 nie została potwierdzona.
3. Wprowadzone do diety sok z buraków oraz sok z granatów nie wpływają na progresję zmian miażdżycowych, w grupie otrzymującej sok z granatów zaobserwowano nieistotne statystycznie obniżenie powierzchni zmian miażdżycowych w korzeniu aorty, co częściowo potwierdza postawioną hipotezę 3.
4. Wprowadzenie do diety soku z buraków oraz soku z granatów przy jednoczesnej ekspozycji pola elektromagnetycznego istotnie hamuje rozwój zmian miażdżycowych w aorcie oraz w początkowym odcinku aorty wstępującej, co może być związane z wysoką zawartością polifenoli w sokach. Uzyskane wyniki potwierdzają założenia hipotezy 4 o przeciwmiażdżycowym działaniu antyoksydantów w postaci soków przy jednoczesnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne.

Wysoka aktywność przeciwutleniająca, w tym własności przeciwzapalne i przeciwmiażdżycowe zostały po raz pierwszy potwierdzone w tej pracy.

Rezultaty badań wykazały obiecującą prozdrowotną rolę soku z buraków i soku z granatów w stosunku do ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne. Oba soki częściowo wykazują przeciwmiażdżycowe działanie.

W niniejszej pracy wykorzystano także witaminę K₁, która jednak nie potwierdziła oczekiwanych wyników, związanych z działaniem przeciwmiażdżycowym tej witaminy, szczególnie w dawce suplementowanej.

Piśmiennictwo jest bardzo obszerne, adekwatne i aktualne, a jego dobór potwierdza dobrą znajomość dostępnej i aktualnej literatury, dotyczącej tematów poruszanych w rozprawie.

Uwagi:

Jako Recenzent nie mam zbyt wielu uwag czy zastrzeżeń.

1. Korzystnym byłoby umieszczenie w pracy zdjęcia, ukazującego urządzenia generujące pole elektromagnetyczne w doświadczeniu. Przydałoby się zdjęcie – jak to pole wyglądało.
2. Wielokrotnie Autorka używa określenia „istotne”, zamiast prawidłowego: „znamiennie statystycznie”.
3. Czy na pewno „wysoka aktywność przeciwutleniająca, w tym własności przeciwzapalne i przeciwmiażdżycowe soków zostały po raz pierwszy potwierdzone w tej pracy”? Czy nie było wcześniejszych doniesień na ten temat?
4. Z założenia pracy nie badano powstania miażdżycy ze zdrowych tkanek, tylko nasilenie jej rozwoju. Czy Autorka widziała tu jakiś model, który pozwoliłby na zbadanie także tego zjawiska?

Podsumowanie

Prezentowana praca stanowi oryginalne doniesienie eksperymentalne na temat przeciwmiażdżycowego działania soku z buraków, soku z granatów oraz witaminy K₁ przy ekspozycji na pole elektromagnetyczne.

W mojej ocenie rozprawa mgr. inż. Marii Kaczmarczyk-Jarosz **spełnia w pełni warunki stawiane pracom na stopień doktora nauk rolniczych.**

W związku z tym zwracam się do Wysokiej Rady Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie z wnioskiem o dopuszczenie Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jacek Jawień

Prof. dr hab. med. Jacek Jawień

Prof. dr hab. med. Jacek Jawień

Kraków, ul. Kolberga 14/7

tel. 609 192 058

2452935

980602365