

Dr hab. Marek Pieszka Prof. IZ

Zakład Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa

Instytutu Zootechniki w Krakowie

## Ocena

rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny Krępy-Stefanik pt.: „Wpływ rodzaju mięsa i obróbki termicznej na stężenie glukozy poposiłkowej we krwi ludzi zdrowych oraz osób z cukrzycą typu II” wykonana na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie pod kierunkiem Prof. dr hab. Władysława Migdała.

Współczesna definicja cukrzycy przyjęta przez Światową Organizację Zdrowia (WHO, ang. World Health Organization) podaje, że jest to choroba metaboliczna związana z defektem wydzielania lub działania insuliny. W wyniku tych zmian, dochodzi do przewlekłej hiperglikemii odpowiedzialnej za zaburzenia czynności oraz uszkodzenie nerek, oczu, nerwów czy naczyń krwionośnych. W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci obserwujemy prawdziwą eksplozję liczby zachorowań na cukrzycę. Wielu specjalistów uważa, że walka z cukrzycą jest jednym z głównych zadań medycyny w XXI wieku. Uważa się, że za gwałtowny wzrost liczby zachorowań odpowiada zmiana stylu życia ludzi na całym świecie, związana głównie ze spadkiem aktywności fizycznej i niewłaściwą, bogatą energetycznie dietą. Dane te w powiązaniu z coraz lepiej poznawanymi mechanizmami odpowiadającymi za toksyczne działanie wysokich stężeń glukozy mocno przemawiają za tezą, że hiperglikemia poposiłkowa odgrywa kluczową rolę w rozwoju powikłań cukrzycowych i progresji choroby. Wysokie stężenie glukozy pojawiające się po posiłku u osób z rozwijającą się insulinoopornością wraz z wysokim stężeniem triglicerydów i wolnych kwasów tłuszczowych uszkodzają liczne tkanki organizmu, poprzez działanie szeregu mechanizmów łącznie nazywanych gluko- i lipo toksycznością. Nieprawidłowy profil lipidów, to obok podniesionego poziomu glukozy, kolejny toksyczny stan towarzyszący cukrzycy. Z jednej strony przyczynia się on do rozwoju chorób układu krążenia, a z drugiej, poprzez wysokie stężenie triglicerydów oraz wolnych kwasów tłuszczowych, powoduje rozwój insulinooporności. Długotrwała obfitość wolnych kwasów tłuszczowych powoduje zatem zmniejszenie wydzielania enzymów glikolitycznych. A zatem, w warunkach cukrzycy, nadmierna dostępność długołańcuchowych kwasów tłuszczowych zmniejsza szybkość przetwarzania glukozy tym samym przyczyniając się do wzrostu insulinooporności tkanek oraz wzrostu stężenia cukru we krwi. Insulina jest typowym hormonem metabolicznym wytwarzanym przez komórki B-wysepek Langerhansa trzustki. Do głównych efektów jej działania należy obniżenie stężenia glukozy we krwi, zwiększenie wychwytu glukozy przez wątrobę i mięśnie, kwasów tłuszczowych przez miocyty oraz wzmożenie syntezy białka w komórkach. Efekty te prowadzą do nagromadzenia substratów energetycznych w komórkach organizmu. Najsilniejszym i najbardziej fizjologicznym bodźcem uwalniającym insulinę z komórek B jest wzrost stężenia glukozy we krwi. Mechanizm działania hipoglikemicznego wiąże się z przyspieszeniem przez insulinę transportu ułatwionego glukozy przez błonę komórkową. Pod wpływem insuliny wzmaga się glikoliza na skutek kluczowych enzymów

glikolitycznych: glikokinazy, fosfoglukokinazy oraz kinazy pirogronianowej. Równocześnie insulina hamuje syntezę enzymów katalizujących glukoneogenezę.

Jednym z ważniejszych symptomów występujących u ludzi z objawami cukrzycy typu 2 jest podwyższenie stężenia glukozy na czczo oraz 2 godziny po posiłku.

Uważam zatem, że podjęcie przez Doktorantkę badań nad wpływem różnych rodzajów mięs: drobiowego, wieprzowego i wołowego przyrzędzonych trzema technikami obróbki termicznej poprzez gotowanie, pieczenie i smażenie podawanych w zbilansowanym posiłku o ograniczonej ilości węglowodanów na stężenie glukozy poposiłkowej w krwi ludzi zdrowych oraz chorych na cukrzycę typu 2 były w pełni uzasadnione. Wynikały bowiem one z założenia, że dieta oparta o różne rodzaje mięs, sposób ich przyrządzenia i spożywana w zbilansowanym posiłku ma wpływ na stężenie glukozy we krwi ludzi zdrowych i z cukrzycą typu 2.

Przedstawiona mi do oceny praca zawiera 184 znormalizowanych stron, na które składają się: strona tytułowa, oświadczenie promotora i autora pracy, spis treści, wykaz skrótów i oznaczeń, wstęp (5 stron), cel pracy i hipoteza badawcza (2 strony), przegląd literatury (61 stron), materiał i metody (18 stron), wyniki i ich omówienie (49 stron), podsumowanie i wnioski (2 strony), spis literatury (11 stron), spis tabel, rycin i wykresów (4 strony), streszczenie w języku polskim i angielskim (3 strony).

#### Ocena merytoryczna

Mając na uwadze cele zaplanowanych badań logiczna i uzasadniona jest zawartość wstępu pracy i przeglądu literatury, w których Doktorantka zawarła podstawowe informacje i definicje dotyczące przyczyn, objawów, rodzajów, leczenia i skutków występowania cukrzycy. Ciekawym i oryginalnym wydaje się obszerny opis diety i postępowania żywieniowego u chorych na cukrzycę charakteryzujący dietę pod względem zalecanej ilości i składu kwasów tłuszczowych. Większość zacytowanych pozycji literatury jest aktualna i większości polskojęzyczna. Brakuje mi jednak w przeglądzie literatury opisu fizjologicznych podstaw i biochemicznego mechanizmu powstawania cukrzycy typu 2. Wiele miejsca poświęca Doktorantka na opis powikłań zdrowotnych będących następstwem cukrzycy m.in. związanych z zaburzeniami wzroku, neuropatii, nefropatii i mikroangioopatii cukrzycowej. Skutkiem bezpośrednim choroby cukrzycowej jest występowanie zaburzeń metabolicznych prowadzących do hipoglikemii, kwasicy ketonowej, hiperglikemii, kwasicy mleczanowej. W kolejnym podrozdziale Autorka obszernie opisała spożycie poszczególnych gatunków mięsa w Polsce i świecie na przestrzeni ostatnich 30 lat. Uwaga Autorki szczególnie skupiła się na opisie, tak pod względem składu jak i wartości pokarmowej, mięsa drobiowego, wieprzowego i wołowego z których sporządzono potrawy jako główny czynnik doświadczalny badań.

#### Materiał i metody

W rozdziale tym opisano metodykę analiz składu chemicznego mięs poddanych obróbce termicznej będących głównym czynnikiem doświadczalnym zastosowanym w badaniach diagnostycznych. Zastosowano standardowe metody analityczne, które posłużyły do określenia składu chemicznego mięsa m.in. profilu kwasów tłuszczowych, składu aminokwasowego czy zawartości cholesterolu. Zostały one odpowiednio dobrane i bardzo dokładnie opisane co pozwoliło na pełną realizację założonych celów badawczych. Metody statystyczne zastosowane do tej części badań nie budzą zastrzeżeń.

Druga część dotyczyła badań diagnostycznych. Badania te zostały przeprowadzone na grupie osób w wieku między 45 a 80 lat, obu płci, zdrowych (23 osoby) oraz ze zdiagnozowaną cukrzycą typu 2 (13 osób). Osoby te zostały poddane testowi diagnostycznemu, który polegał na pomiarze poziomu glukozy we krwi na czczo a następnie



podaniu pacjentom zbilansowanego posiłku o ograniczonym poziomie węglowodanów. Doświadczenie trwało 9 dni, w trakcie którego w podawanym śniadaniu zmianie ulegał jeden produkt – rodzaj mięsa przyrządzony odmienną techniką obróbki termicznej. Następnie dwie godziny po posiłku wykonano pomiary poziomu glukozy we krwi, które wykazały wpływ spożycia mięsa na poziom glikemii poposiłkowej.

Uzyskane dane zostały wyrażone w formie średniej arytmetycznej z odchyleniem standardowym, które następnie Doktorantka poddała ocenie statystycznej. Zastosowano, liniowy model efektów mieszanych który posłużył do opisanie wpływu poszczególnych czynników m.in. wpływu zawartości poszczególnych aminokwasów oraz kwasów tłuszczowych na zmiany stężenia glukozy. Oprócz tego uwzględniono efekty stałe m.in. występowania cukrzycy oraz wpływ rodzaju mięsa i sposobu obróbki termicznej.

Uważam, że mankamentem założeń metodycznych był krótki okres prowadzonych obserwacji trwający jedynie 9 dni, gdzie każdy z wariantów przygotowywania badanych mięs był sprawdzany na pacjentach jednokrotnie.

Mam także zastrzeżenie co do liczebności w grupach, otóż grupa kontrolna stanowiła 23 osób zdrowych (63,9% osób w badaniu) a grupa doświadczalna licząca 13 osób chorych na cukrzycę (36,1%; osób w badaniu). Uzyskane dane z grupy kontrolnej obarczone zostały mniejszą zmiennością w porównaniu do grupy doświadczalnej gdzie ilość obserwacji była prawie dwukrotnie mniejsza.

## Wyniki i ich omówienie

W przedstawionym rozdziale autorka opisuje wyniki uzyskane z analizy składu chemicznego mięsa drobiowego, wieprzowego i wołowego poddanych obróbce termicznej poprzez gotowanie, smażenie i pieczenie. Wykazano, że najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowało się mięso smażone, następnie pieczone i gotowane. Analizując rodzaj mięsa wykazano, że najwięcej tłuszczu było odpowiednio w: udźcu wołowym, schabie wieprzowym i piersi z kurczaka.

Piers z kurczaka charakteryzowała się najkorzystniejszym z żywieniowego punktu widzenia, najwyższym stosunkiem PUFA:SFA. Z kolei zgodnie z zaleceniami prawidłowym stosunkiem PUFA:MUFA charakteryzowało się mięso drobiowe przyrządzone wszystkimi badanymi technikami obróbki termicznej oraz gotowany i smażony udziec wołowy. Wyliczone wskaźniki trombogenności (TI) i aterogenności (AI) wykazały, że najkorzystniejsze wartości stwierdzono w mięsie smażonym, natomiast w zależności od gatunku najkorzystniejszymi wskaźnikami charakteryzowało się mięso drobiowe, następnie wieprzowina i wołowina. Badania wykazały różnice w zawartości cholesterolu. Mięsa poddane gotowaniu charakteryzowały się najmniejszą zawartością cholesterolu, następnie mięsa pieczone, a największą zawartość cholesterolu stwierdzono w mięsach smażonych. Rozpatrując natomiast poszczególne rodzaje mięs przyrządzone tą samą techniką obróbki termicznej stwierdzono nieznaczne różnice, natomiast najmniej cholesterolu stwierdzono w piersi z kurczaka, następnie w schabie wieprzowym i najwięcej w udźcu wołowym.

Stwierdzono, że największą zawartością aminokwasów charakteryzowały się mięsa smażone, następnie gotowane a najmniejszą mięsa pieczone. Różnice w obrębie danego aminokwasu we wszystkich analizowanych mięsach były statystycznie nieistotne. Wartość energetyczna mięsa została wyliczona na podstawie składu chemicznego wykazano, że najwyższą wartością charakteryzowały się mięsa smażone odpowiednio: schab, następnie udziec wołowy, natomiast najniższą wartość energetyczną stwierdzono w piersi z kurczaka pieczona i gotowana.



Głównym celem niniejszych badań było określenie wpływu rodzaju mięsa i sposobu przygotowania na zmianę stężenia glukozy we krwi ludzi zdrowych i chorych na cukrzycę typu 2.

W celu oszacowania zmian glikemii po spożyciu mięsa skonstruowano model liniowy. Na podstawie modelu można stwierdzić, że występowanie cukrzycy typu 2 miało istotny statystyczny wpływ na zmiany stężenia glukozy, które u osób chorych były większe o 12,44 mg/dl. U osób zdrowych po spożyciu mięsa gotowanego zmiany glikemii wahały się od -1,38 (udziec wołowy), -0,27 dla schabu wieprzowego do 10,79 po zjedzeniu piersi z kurczaka.

Większe wahania obserwowano u osób z cukrzycą typu 2, największą zmianę zaobserwowano po zjedzeniu gotowanej piersi z kurczaka, a najmniejszą po zjedzeniu gotowanego udźca wołowego.

Na podstawie uzyskanych wyników Doktorantka zaleca osobom z cukrzycą typu 2 spożywanie mięsa gotowanego i pieczonego schabu wieprzowego lub gotowanego udźca wołowego, osoby te powinny unikać mięsa smażonego. W niniejszych badaniach nie stwierdzono wpływu średnich zawartości aminokwasów i kwasów tłuszczowych znajdujących się w mięsach na zmianę stężenia glukozy we krwi. W związku z prawidłowym zbilansowaniem posiłku testowego aminokwasy nie były przekształcone w procesie glukoneogenezy do glukozy, a tym samym nie wpływały na zmiany stężenia glukozy.

W końcowym opisie dyskusji wyników Autorka stwierdza, że spożycie mięsa drobiowego w tym wypadku piersi z kurczaka zwłaszcza gotowanego powodowało największe różnice stężenia glukozy we krwi osób z cukrzycą typu 2 oraz ludzi zdrowych w porównaniu do osób spożywających schab czy udziec wołowy. Niestety przedstawione w pracy wyjaśnienie jest dla mnie niewystarczające, Doktorantka za przyczynę ww. stanu podaje mogące występować w mięsie kontaminanty, jest to mało prawdopodobne aby w gotowanej piersi z kurczaka występowały wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, aromatyczne aminy heterocykliczne czy nitrozoaminy. Myślę, że przyczyn tego faktu należy szukać gdzie indziej. Być może powodem zmian w stężeniu glukozy po spożyciu gotowanego mięsa drobiowego mogło być szybsze jego trawienie ze względu na niską zawartość tłuszczu i lepszą dostępność enzymów trawiennych.

Opis i interpretacja pozostałych wyników nie budzi zastrzeżeń, wyniki zostały przedstawione w sposób przejrzysty i zrozumiały. Przeprowadzona dyskusja jest wystarczająca jakkolwiek ilość cytowanych prac zagranicznych jest niewielka.

Za najistotniejsze wyniki rozprawy doktorskiej uznaję: wykazanie, iż spożycie trzech rodzajów mięs: drobiowego, wieprzowego i wołowego przygotowanych trzema technikami obróbki termicznej (gotowanie, pieczenie i smażenie) miało wpływ na zmiany stężenia glukozy u ludzi zdrowych oraz z cukrzycą typu 2.

Autorka kończy rozprawę doktorską sformułowaniem 6 wniosków, które są odzwierciedleniem uzyskanych w eksperymencie wyników badań. Uważam, że wniosek 2 i 4 są zbyt rozbudowane, skrócenie obu do jednego zdania byłoby wystarczające.

Wniosek końcowy:

Reasumując należy uznać, że rozprawa doktorska pani mgr Katarzyny Krępy-Stefanik jest pracą naukową o charakterze poznawczym. Praca została napisana w poprawnej formie, zgodnie z kanonami obowiązującymi przy pisaniu tego rodzaju opracowań. Odnosząc się do zakresu przedstawionych informacji należy uznać, że Doktorantka posiada dużą wiedzę w zakresie badanej tematyki. Podane wyżej uwagi nie umniejszają jakości przedłożonej do oceny pracy i są przyczynkiem do dyskusji.

Mając powyższe na uwadze, stwierdzam że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr Katarzyny Krępy-Stefanik pt.: „Wpływ rodzaju mięsa i obróbki termicznej na stężenie glukozy poposiłkowej we krwi ludzi zdrowych oraz osób z cukrzycą typu II” spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz.595 z późn. zm.) stawiane rozprawom doktorskim. W związku z powyższym zwracam się do Rady Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie o dopuszczenie mgr Katarzyny Krępy-Stefanik do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Balice, 3 kwietnia, 2019 r.



Dr hab. Marek Pieszka, Prof. IZ