

JOANNA SADOWSKA, KAROL WŁODARCZYK

WYBRANE ASPEKTY TECHNOLOGICZNE I ZDROWOTNE STOSOWANIA OLEJU PALMOWEGO W PRODUKCJI ŻYWNOSCI

Streszczenie

Wprowadzenie. Tłuszcze roślinne są najczęściej olejami o wysokiej zawartości pożądanych w diecie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wyjątkiem są oleje z roślin tropikalnych, m.in. olej palmowy. W ostatnich kilkunastu latach żywieniowe wykorzystanie oleju palmowego znacznie się zwiększyło. Jednym z argumentów, dzięki którym wzrosło zainteresowanie tym tłuszczem, jest fakt, że w krajach tropikalnych olej ten jest od setek lat obecny w całodziennej racji pokarmowej, nie przyczyniając się do rozwoju chorób sercowo-naczyniowych. Wysoka zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych sprawia, że wpływ oleju palmowego na zdrowie jest utożsamiany z wpływem tłuszczów zwierzęcych. W niniejszej pracy dokonano przeglądu danych literaturowych w zakresie zastosowania technologicznego i działania oleju palmowego na organizm ludzi i zwierząt doświadczalnych.

Wyniki i wnioski. Wyniki badań dotyczące wpływu spożywania oleju palmowego na zdrowie są niejednoznaczne. Najczęściej stwierdza się, że zastąpienie oleju palmowego olejami bogatymi w nienasycone kwasy tłuszczowe nie przynosi wymiernych korzyści zdrowotnych, w tym związanych z poprawą metabolizmu węglowodanowo-lipidowego, i nie wpływa na ryzyko chorób sercowo-naczyniowych. Zgodnie z międzynarodowymi wytycznymi spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych powinno być utrzymywane na poziomie <10 % całkowitej energii w ramach zbilansowanej diety i w tych granicach nie wykazano niekorzystnego wpływu spożycia oleju palmowego na zdrowie ludzi. Ograniczeniem możliwości wnioskowania o wpływie oleju palmowego na zdrowie jest duże zróżnicowanie jego rodzajów. Najczęściej nie jest ono uwzględniane w prowadzonych badaniach, a w części metodycznej większości publikacji brakuje informacji o tym, jaki olej palmowy został użyty. Dlatego tak ważne jest prowadzenie dobrze zaplanowanych badań z precyzyjnie dobranym i opisanym rodzajem oleju palmowego.

Słowa kluczowe: olej palmowy, rodzaje, zastosowanie, metabolizm węglowodanowo-lipidowy, mikrobiota

Dr hab. inż. prof. ZUT J. Sadowska, ORCID: 0000-0002-5867-0459, Katedra Mikrobiologii Stosowanej i Fizjologii Żywienia Człowieka, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, mgr inż. Karol Włodarczyk, Szkoła Doktorska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, al. Prof. Sylwestra Kalińskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Kontakt: joanna.sadowska@zut.edu.pl

Wprowadzenie

Tłuszcze roślinne są najczęściej olejami o wysokiej zawartości pożądaných w całodziennej racji pokarmowej nienasyconých kwasów tłuszczowych. Wyjątkiem są oleje z roślin tropikalnych – kokosowy (zawierający ok. 90% nasyconých kwasów tłuszczowych) i palmowy (zawierający ok. 50 – 80 % nasyconých kwasów tłuszczowych). W ostatnich kilkunastu latach wykorzystanie oleju palmowego zwiększyło się znacznie, głównie ze względów ekonomicznych. Podkreśla się także, że w krajach tropikalnych olej ten jest od setek lat obecny w diecie i nie przyczynia się do rozwoju chorób sercowo-naczyniowych [15]. Wysoka zawartość nasyconých kwasów tłuszczowych sprawia jednak, że przez wiele osób jego wpływ na zdrowie jest utożsamiany z wpływem tłuszczów zwierzęcych. W niniejszej pracy dokonano przeglądu danych literaturowych w zakresie zastosowania technologicznego i wybranych aspektów wpływu oleju palmowego na organizm ludzi i zwierząt doświadczalnych.

Rodzaje oleju palmowego

Olej palmowy pozyskuje się z olejowca gwinejskiego (*Elaisguineensis*). W zależności od wykorzystanej części surowca wyróżnia się olej z miąższu (PO – ang. Palm Oil, RPO – ang. Red Palm Oil, CPO – ang. Crude Palm Oil) lub olej z nasion (PKO – ang. Palm Kernel Oil) [11,12]. Olej palmowy z miąższu lub nasion można poddać frakcjonowaniu, dzięki czemu uzyskuje się oleinę palmową lub stearynę palmową. Oleina palmowa jest ciekła w temperaturze pokojowej i charakteryzuje się wyższą zawartością kwasów nienasyconých, szczególnie monoenoowego kwasu oleinowego. Stearyna palmowa zawiera więcej nasyconých kwasów tłuszczowych, dlatego w temperaturze pokojowej ma postać stałą [17]. Oleje z miąższu lub nasion mogą zostać poddane procesowi rafinacji [30], dodatkowo olej z miąższu może być poddawany uwodornianiu (utwardzaniu), po którym ma on bardziej zwartą konsystencję, niższą temperaturę topnienia, jest nieco stabilniejszy chemicznie i termicznie. Proces uwodorniania powoduje jednak, że w oleju powstają kwasy tłuszczowe konfiguracji trans, które mają udowodniony negatywny wpływ na zdrowie [10].

Rodzaj oleju palmowego, wynikający z rodzaju użytego do jego wyrobu surowca i sposobu produkcji, determinuje jego skład finalny, a w związku z tym określa właściwości fizykochemiczne, zdrowotne i wpływ na organizm.

Skład kwasów tłuszczowych i zawartość związków bioaktywných w oleju palmowym

Nierafinowany olej palmowy z miąższu zawiera ok. 50% nasyconých kwasów tłuszczowych (głównie palmitynowy). Około 40% stanowią monoenoowe kwasy tłuszczowe (głównie oleinowy), natomiast pozostałą część stanowią polienowe kwasy

tłuszczowe [29]. Jak podają Teh i Lau [40], rafinowany olej palmowy zawiera ok. 43% nasyconych kwasów tłuszczowych, 45% stanowią monoenowe kwasy tłuszczowe, a około 12% - polienowe kwasy tłuszczowe. Olej z nasion zawiera około 80% nasyconych kwasów tłuszczowych (głównie laurynowy i mirystynowy), około 15% monoenowych kwasów tłuszczowych (głównie oleinowy), resztę stanowią polienowe kwasy tłuszczowe [21].

Porównując skład kwasów tłuszczowych oleju palmowego z miąższu ze składem kwasów tłuszczowych wydzielonych tłuszczów zwierzęcych (masło, smalec), można zauważyć, że ma on profil kwasów tłuszczowych podobny do smalcu. Cechuje się natomiast mniejszą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z masłem (43,3-57 g/100 g vs 60 g/100 g). Znaczna część nasyconych kwasów tłuszczowych oleju palmowego znajduje się w triacyloglicerolach w pozycjach sn-1 i sn-3 [8].

Tłuszcz uzyskany z miąższu zawiera około 1% komponentów o działaniu potencjalnie prozdrowotnym. Olej ten jest stosunkowo bogatym źródłem karotenoidów, steroli, koenzymu Q10, witaminy E oraz skwalenu. Zawartość najważniejszych przeciwutleniaczy oleju palmowego uzyskanego z miąższu oraz pestek przedstawia tabela 2, natomiast innych składników bioaktywnych - tabela 3.

Witamina E ma właściwości przeciwutleniające. Aktywność antyoksydacyjną nadaje jej grupa fenolowa związana z układem pierścieniowym. Istotą działania antyoksydacyjnego tokoferoli i tokotrienoli jest nie tylko usunięcie reaktywnych form tlenu, ale także przerwanie łańcuchowej reakcji autooksydacji lipidów, dzięki unieczynnieniu wolnych rodników nadtlenkowych lipidów. Naturalnie występujące tokoferole i tokotrienole przedłużają okres trwałości, zarówno oleju jak i produktów wytworzonych z jego udziałem [17]. Tłuszcz palmowy charakteryzuje się dużą ilością witaminy E (600-1200 mg/kg) [25]. Udowodniono, że witamina E zmniejsza stężenie LDL-cholesterolu, nie wpływając przy tym na stężenie HDL-cholesterolu [20]. Karotenoidy zawarte w oleju palmowym również mają udowodnione działanie przeciwutleniające – chronią komórki i tkanki przed szkodliwym działaniem wolnych rodników [29]. Jak podaje Gibon i wsp. [9], olej palmowy może zawierać nawet 2000 ppm karotenoidów. W badaniach Teh i Lau [40] ilość witaminy E w oleju palmowym rafinowanym wynosiła ponad 1600 mg/kg, a ilość karotenoidów ponad 1200 mg/kg. Stwierdzono, że zawartość składników bioaktywnych w rafinowanym oleju palmowym może być niewiele mniejsza niż obecna w surowym tłuszczu [38]. Wyniki tych badań należy traktować jednak z dużą ostrożnością, ponieważ nie opublikowano dobrze zaplanowanych badań porównujących składu oleju z tej samej partii produktu przed rafinacją i po niej.

Tabela 1. Skład kwasów tłuszczowych oleju palmowego z miąższu i nasion palmy oraz oleiny i stearyny palmowej [%] [3].
 Table 1. Fatty acids composition of crude palm oil, palm kernel oil, palm olein and stearin [%] [3].

Kwas tłuszczowy Fatty acid	Olej palmowy z miąższu Palm oil	Oleina palmowa Palm olein	Stearyna palmowa Palm stearin	Olej palmowy z nasion Palm kernel oil	Oleina palmowa z nasion Palm kernel olein	Stearyna palmowa z nasion Palm kernel stearin
kwas kapronowy (6:0) caproic acid (6:0)	-	-	-	0-0,8	0-0,7	0-0,2
kwas kaprylowy (8:0) caprylic acid (8:0)	-	-	-	2,4-6,2	2,9-6,3	1,3-3,0
kwas kaprynowy (10:0) capric acid (10:0)	-	-	-	2,6-5,0	2,7-4,5	2,4-3,3
kwas laurynowy (12:0) lauric acid (12:0)	0-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	45,0-55,0	39,7-47,0	52,0-59,7
kwas mirystynowy (14:0) myristic acid (14:0)	0,5-2,0	0,5-1,5	1,0-2,0	14,0-18,0	11,5-15,5	20,0-25,0
kwas palmitynowy (16:0) palmitic acid (16:0)	39,3-47,5	38,0-43,5	48,0-74,0	6,5-10,0	6,7-10,6	6,7-10,0
kwas stearynowy (18:0) stearic acid (18:0)	3,5-6,0	3,5-5,0	3,9-6,0	1,0-3,0	1,0-3,0	1,7-3,0
kwas oleinowy (18:1) oleic acid (18:1)	36,0-44,0	39,8-46,0	15,5-36,0	12,0-19,0	14,4-24,6	2,4-4,3
kwas linolowy (18:2) linoleic acid (18:2)	9,0-12,0	10,0-13,5	3,0-10,0	1,0-3,5	2,4-4,3	0-0,3
kwas linolenowy (18:3) linolenic acid (18:3)	0-0,5	0-0,6	0-0,5	0-0,2	0-0,3	0-0,3

kwasy arachidowy (20:0) arachidic acid (20:0)	0-1,0	0-0,6	0-1,0	0-0,2	0-0,5	0-0,5
łącznie nasycone total saturated	43,3-57,0	38,6-51,1	53,0-83,5	71,5-98,2	64,5-87,6	84,1-99,0
łącznie monoenurowe total monounsaturated	36,0-44,0	39,8-46,0	15,5-36,0	12,0-19,0	14,4-24,6	2,4-4,3
łącznie polienowe total polyunsaturated	9,0-12,5	10,0-14,1	3,0-10,5	1,0-3,7	2,0-4,6	0-0,6

Tabela 2. Zawartość tokoferoli, tokotrienoli oraz karotenoidów łącznie w oleju palmowym uzyskanym z miąższu oraz nasion [mg/kg] [3, 5, 17, 20, 26, 29].

Table 2. Total tocopherols, tocotrienols and carotenoids content in palm oil and palm kernel oil [mg/kg] [3, 5, 17, 20, 26, 29].

Składnik / Component	Olej palmowy z miąższu / Palm oil	Olej palmowy z nasion / Palm kernel oil
tokoferole / tocopherols	500-600	0-260
tokotrienole / tocotrienols	1000-1200	0-60
karotenoidy / carotenoids	500-700	0

Tabela 3. Zawartość składników bioaktywnych w nierafinowanym oleju palmowym uzyskanym z miąższu [mg/kg] [23,29].

Table 3. Bioactive compounds content in crude palm oil [mg/kg] [23, 29].

Składnik / Component	Olej palmowy z miąższu / Crude palm oil
fitosterole / phytosterols	330-530
fosfolipidy / phospholipids	5-130
skwalen / squalene	200-500
ubichinony / ubiquinones	10-80
alkohole alifatyczne / aliphatic alcohols	100-200
alkohole triterpenowe / triterpene alcohols	40-80
sterole metylowe / methyl sterols	40-80
węglowodory alifatyczne / aliphatic hydrocarbons	50-60
koenzym q10 / coenzyme q10	10-80

Składniki bioaktywne oleju palmowego mają udowodnione działanie prozdrowotne – przeciwutleniające, przeciwzapalne, wspomagające układ immunologiczny. Ponadto przyczyniają się do zapobiegania chorobie wieńcowej i jej leczenia [23].

Wykorzystanie technologiczne oleju palmowego

Tłuszcz palmowy, szczególnie rafinowany, jest szeroko wykorzystywany w przemyśle spożywczym, zastępując tłuszcze zwierzęce lub uwodornione tłuszcze roślinne. Olej z pestek jest jednym z częstszych składników margaryn i wyrobów cukierniczych takich jak ciasta francuskie, rogaliki, polewy, nadzienia. Jego zaletą jest temperatura topnienia wynosząca ok. 37 °C, dzięki czemu w temperaturze pokojowej ma stałą konsystencję i pewną twardość, a w trakcie spożywania topi się w jamie ustnej. Do smażenia używa się najczęściej oleju z miąższu oraz oleiny palmowej (uzyskanej z miąższu). Oprócz walorów smakowych i strukturalnych, oleje te są stabilne podczas ogrzewania, z powodu dobrej odporności na utlenianie, która wynika ze składu kwasów tłuszczowych oraz obecności przeciwutleniaczy [40, 44]. Olej ten jest także wszechstronnie wykorzystywany dzięki możliwości mieszania różnych jego frakcji. Zarówno tłuszcz z miąższu jak i z pestek jest dobrym zamiennikiem tłuszczu mlecznego podczas produkcji lodów, które cechują się pożądaną konsystencją oraz są stabilniejsze podczas przechowywania [28]. Olej palmowy po zmieszaniu z innymi olejami (o różnych właściwościach fizykochemicznych) stosowany jest do produkcji lodów, a nawet ciasta chlebowego [17]. Wysoka stabilność oksydacyjna, związana ze składem kwasów tłuszczowych, pozwala na szerokie jego zastosowanie. Związki bioaktywne obecne także w oleju rafinowanym, o ile proces rafinacji odbywał się w niższych tem-

peraturach, zmniejszają szkodliwe działanie nasyconych kwasów tłuszczowych i ograniczają skutki zdrowotne wynikające z ich spożywania [9].

Wątpliwości, co do bezpieczeństwa stosowania oleju palmowego, wzbudziło stwierdzenie, że może on zawierać 3-monochloropropan-1,2-diol (3-MCPD), którego obecność wykryto w wielu produktach spożywczych zawierających olej palmowy [24]. W wyniku działania wysokiej temperatury podczas rafinacji, wynoszącej $\geq 200^{\circ}\text{C}$, zmienia się matryca lipidowa, która prowadzi do powstania 3-monochloropropan-1,2-diolu (3-MCPD), 2-monochloropropan-1,3-diolu (2-MCPD) oraz estrów glicydowych kwasów tłuszczowych. Według Międzynarodowej Agencji do spraw Badań nad Nowotworami 3-MCPD może przyczyniać się do rozwoju nowotworów [31], ma również działanie nefrotoksyczne [40]. Zagrożenie nie jest jednak duże i możliwe do uniknięcia przez obniżenie temperatury rafinacji.

Wybrane aspekty wpływu na zdrowie

Wpływ oleju palmowego na parametry lipidowe krwi i ryzyko chorób sercowo-naczyniowych

Wyniki wielu badań wskazują, że całodzienna racja pokarmowa bogata w nasycone kwasy tłuszczowe przyczynia się do wzrostu stężenia frakcji LDL-cholesterolu we krwi zwiększonego ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych (CVD) [47]. Mimo że olej palmowy zawiera znaczne ilości nasyconych kwasów tłuszczowych, to wiele badań nie potwierdza jego negatywnego wpływu na gospodarkę lipidową. Część z nich wskazuje na jego obojętne, a nawet pozytywne działanie w tym zakresie, zarówno u ludzi jak i u zwierząt [8, 43].

W badaniach Sun i wsp. [35] porównano stężenia parametrów lipidowych krwi w dwóch grupach zdrowych osób, w wieku 25-55 lat, spożywających dziennie w posiłkach 48 g oliwy z oliwek lub 48 g oleju palmowego. Stwierdzono, że wpływ oleju palmowego na stężenie triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego (TC) i jego frakcji HDL (HDL-C) i LDL (LDL-C) był porównywalny z wpływem oliwy z oliwek.

Teng i wsp. [41] badali wpływ dodatku do posiłku 50 g trzech rodzajów tłuszczów (smalcu wieprzowego, oliwy z oliwek, oleiny palmowej) na lipemię poposiłkową, stężenie glukozy, insuliny i adipocytokin (interleukiny 6, czynnika martwicy nowotworu- α , interleukiny 1 β i leptyny) w osoczu. Stwierdzili oni istotnie wyższe stężenie TG po spożyciu oliwy lub oleiny w porównaniu ze stanem po spożyciu smalcu wieprzowego. Rodzaj spożytego tłuszczu nie miał natomiast wpływu na stężenie glukozy, insuliny i adipocytokin. W trzecim dniu podawania tak skomponowanego posiłku, wzrosło stężenie prozapalnej interleukiny 1 β . Uzyskane wyniki wskazują, że to

wysokie spożycie tłuszczu, a nie rodzaj kwasów tłuszczowych, wpływał na odpowiedź markerów prozapalnych.

Metaanaliza 11 badań z udziałem 547 uczestników, przeprowadzona przez Wang i wsp. [43], nie wykazała negatywnego wpływu spożywania oleju palmowego na gospodarkę lipidową w porównaniu z olejami roślinnymi bogatymi w nienasycone kwasy tłuszczowe u zdrowych dorosłych osób. Wyniki części badań wskazują nawet, że spożycie oleju palmowego było związane z istotnym wzrostem stężenia HDL-C przy niewielkim wpływie na wzrost stężenia LDL-C oraz TG. Wykazano także brak jego wpływu na wybrane wskaźniki ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych. Ograniczeniem wielu badań był krótki czas ich trwania, stosowanie dużego udziału oleju palmowego w całodziennej racji pokarmowej (17,5 – 24 % wartości energetycznej diety) oraz fakt, że były one prowadzone u młodych, zdrowych osób, które są mniej wrażliwe na wpływ czynników żywieniowych na parametry lipidowe krwi.

Schwingshackl i wsp. [33] przeprowadzili metaanalizę badań, w których porównano wpływ trzynastu rodzajów tłuszczów i olejów na stężenia TC, LDL-C, HDL-C i TG. Analizie poddano 54 badania opublikowane w latach 1984-2018, przeprowadzone z udziałem 2065 uczestników. Stwierdzono m.in., że stężenie TC i LDL-C było niższe, a HDL-C wyższe u osób spożywających olej palmowy w ilości 10 % wartości energetycznej diety w porównaniu z osobami spożywającymi taką samą ilość masła. Korzystniejsze jednak w tym zakresie były oleje z krokosza barwierskiego, słonecznika, rzepaku i kukurydzy, które obniżały stężenie TC bardziej niż olej palmowy. Jednak jakość danych naukowych była umiarkowana w przypadku TC i słaba lub bardzo słaba w przypadku LDL-C, HDL-C i TG. Ograniczeniem analiz był różny skład kwasów tłuszczowych w stosowanych olejach palmowych oraz zróżnicowane techniki analityczne określania markerów profilu sercowo-naczyniowego.

Na podstawie metaanalizy badań klinicznych przeprowadzonej przez Sun i wsp. [36] wykazano odmienne wyniki. Po analizie 32 badań klinicznych, dotyczących porównania wpływu oleju palmowego z innymi tłuszczami na parametry lipidowe krwi stwierdzono, że efekty wprowadzenia do całodziennej racji pokarmowej oleju palmowego były porównywalne z efektami spożycia tłuszczów zwierzęcych, takich jak masło czy smalec. Znalazło to swoje odzwierciedlenie w znacznym wzroście stężenia LDL-C w porównaniu z olejami roślinnymi o niskiej zawartości kwasów nasyconych. Wpływ oleju palmowego na stężenia lipidów we krwi był więc zgodny z oczekiwaniami formułowanymi na podstawie jego składu kwasów tłuszczowych. Wyniki te wskazują, że należy ograniczyć stosowanie oleju palmowego i zastępować go olejami roślinnymi o niskiej zawartości kwasów nasyconych. Jednak w przypadku produktów, które zawierają kwasy w konfiguracji trans ze względów technologicznych, olej palmowy może być zamiennikiem utwardzonych tłuszczów roślinnych ze względu na jego korzystniejszy wpływ na stężenie HDL-C.

Wpływ oleju palmowego na zdrowie jest przedmiotem wielu badań prowadzonych w ostatnich latach, jednak przeglądu literatury dotyczącej jego wpływu na parametry lipidowe krwi dokonano już w 1997 r. [37]. Zebrane wyniki badań wskazywały, że dieta, w której obecne były olej palmowy lub oleina palmowa nie powodowała wzrostu stężenia TC i LDL-C w osoczu w stopniu oczekiwanym na podstawie składu kwasów tłuszczowych tych tłuszczów. Nawet przy maksymalnej substytucji tłuszczu w diecie typu zachodniego olejem palmowym, korzystnie modulowane były niektóre czynniki ryzyka choroby niedokrwiennej serca, m.in. znacząco wyższe było stężenie cholesterolu HDL₂, a stosunek apolipoprotein ApoB/ApoA1 był korzystnie obniżany przez olej palmowy. Porównanie wpływu oleiny palmowej z różnymi olejami roślinnymi, w tym olejem rzepakowym i oliwą, wykazało, że oleina palmowa nie podnosiła stężenia TC i LDL-C. Było to związane najprawdopodobniej z ilością i pozycją kwasu palmitynowego w triacyloglicerolach oleju palmowego. Badania wskazują, że jego aterogenny wpływ na parametry lipidowe krwi u osób z normolipidemią jest mniejszy niż kwasu mirystynowego czy laurynowego [34]. Pozycja kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach modyfikuje możliwość wchłaniania poszczególnych kwasów tłuszczowych. Lipaza trzustkowa hydrolizuje wiązania sn-1 i sn-3, generując 2-monoglicerol i dwa kwasy tłuszczowe. Monoglicerol jest wchłaniany, a kwasy tłuszczowe mogą częściowo wiązać się z jonami metali dwuwartościowych, tworząc nierozpuszczalne i niewchłaniane mydła. Dlatego wchłanianie kwasów tłuszczowych przyłączonych w pozycji sn-2 jest większe niż przyłączonych w pozycjach sn-1 i sn-3 [8]. W triacyloglicerolach tłuszczu palmowego w pozycji sn-2 przyłączane są głównie kwas oleinowy i palmitynowy, natomiast silnie aterogenne kwasy średniołańcuchowe związane są w pozycjach sn-1 i sn-3, dlatego ich wchłanianie może być mniejsze. Istnieją także dowody na to, że tokotrienole oleju palmowego mogą mieć działanie hipocholesterolemiczne. Pośredniczy w tym zdolność tokotrienoli do hamowania aktywności reduktazy HMG-CoA, kontrolującej biosyntezę cholesterolu endogennego [19].

Zarzutem stawianym wielu badaniom z użyciem oleju palmowego jest brak obiektywizmu, ponieważ część ich autorów pochodzi z krajów producenckich (instytutów palmowych), zatem treści mogą być stronnicze. Maarangoni i wsp. [22] podsumowali wnioski z niezależnego sympozjum na temat wpływu oleju palmowego na zdrowie, zorganizowanego we Włoszech przez włoską fundację ds. żywienia z udziałem ekspertów reprezentujących szereg włoskich towarzystw naukowych w dziedzinie medycyny i żywienia. Przedstawione wyniki i analizy wskazały, że nie ma dowodów na specyficzne skutki zdrowotne spożywania oleju palmowego w porównaniu z innymi tłuszczami bogatymi w nasycone kwasy tłuszczowe. Stereo-specyficzny rozkład nasyconych kwasów tłuszczowych w cząsteczce triacylogliceroli oleju palmowego ogranicza ich szybkość wchłaniania i efekty metaboliczne. Zgodnie z międzynarodowymi wytycznymi spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych po-

winno być utrzymywane na poziomie <10 % całkowitej energii w ramach zbilansowanej diety i w tych granicach nie wykazano niekorzystnego wpływu spożycia oleju palmowego na zdrowie ludzi (a w szczególności na ryzyko CVD lub raka).

Mało zbadany pozostaje wpływ spożycia oleju palmowego na utlenianie lipoprotein i czynniki ryzyka CVD inne niż podstawowe parametry lipidowe krwi. Cuesta i wsp. [4] badali wpływ zastąpienia w diecie oleju słonecznikowego oleiną palmową (w ilości 10 % energii diety) na parametry lipidowe krwi u kobiet po menopauzie. Stwierdzili wzrost stężenia LDL-C (o 21,6 %) oraz wzrost stężenia HDL-C (o 14,9 %), jednak o 70 % mniejsza była we krwi ilość utlenionych lipoprotein LDL, które mają decydujące znaczenie w inicjowaniu procesu miażdżycowego. Niekorzystnie zmienił się natomiast stosunek apolipoprotein ApoA1/ApoB, co sugeruje wzrost ryzyka CVD. Otrzymane wyniki nie były więc jednoznaczne w zakresie prognozowania ryzyka CVD. Stwierdzono także, że wpływ oleiny palmowej na stężenia cholesterolu był różny u kobiet z normo- i hipercholesterolemią. U kobiet charakteryzujących się wyższym stężeniem cholesterolu na początku badań, zmiany parametrów lipidowych i peroksydacja LDL były większe niż u kobiet z normolipidemią.

Voon i wsp. [44] oceniali wpływ typowej malezyjskiej diety zawierającej wysoki udział białka i uzupełnionej oliwą z oliwek z pierwszego tłoczenia, oleiną palmową lub olejem kokosowym na wybrane markery ryzyka miażdżycy u zdrowych dorosłych osób. Udział tłuszczu w wartości energetycznej diety wynosił 30 %, a badane oleje wносиły 2/3 tłuszczu. Stwierdzono, że zestawione diety miały podobny wpływ na wybrane markery ryzyka rozwoju miażdżycy. Nie stwierdzono różnic w stężeniach molekuł adhezyjnych śródbłonna naczyń krwionośnych (VCAM-1, ICAM-1 i E-selektyna) oraz czynników prozakrzepowych (tromboksan TXB₂ i prostaglandyna PGE₂) pomiędzy badanymi grupami. Jednak przy stosowaniu oliwy z oliwek niższe było stężenie prozapalnego leukotrienu LTB₄ i antyagregacyjnej prostacykliny PGF_{1α}.

Przedstawione wyniki wskazują na potrzebę prowadzenia szczegółowych badań w zakresie długoterminowego wpływu spożywania oleju palmowego na parametry lipidowe krwi i czynniki ryzyka CVD, szczególnie u osób z grup ryzyka tych chorób.

Wpływ oleju palmowego na stężenie glukozy we krwi

Wyniki badań wskazują na prodiabetogenny wpływ nasyconych kwasów tłuszczowych [2]. Dlatego postawiono hipotezę, że tłuszcz palmowy może wywierać niekorzystny wpływ na metabolizm węglowodanów [47].

Badania dotyczące wpływu zróżnicowanych źródeł tłuszczu w diecie zdrowych mężczyzn i kobiet na gospodarkę węglowodanową prowadzili m. in. Vega-Lopez i wsp. [45]. Nie stwierdzili oni różnic w stężeniu glukozy i insuliny we krwi pobranej na czczo oraz w wartościach wskaźnika HOMA-IR pomiędzy osobami, które stosowa-

ły w diecie oleje palmowy, sojowy lub rzepakowy jako główne źródła kwasów tłuszczowych.

W badaniach Sun i wsp. [35] również nie stwierdzono różnic w stężeniu glukozy, insuliny i wartościach wskaźnika HOMA-IR pomiędzy zdrowymi osobami o prawidłowej masie ciała, przyjmującymi posiłki, w których źródłem tłuszczu był olej palmowy lub oliwa z oliwek. Tłuszcze podawane były w ilości 48 g/dobę, co stanowiło 18 % wartości energetycznej diety.

Brak różnic w stężeniu glukozy, insuliny i wartościach wskaźnika HOMA-IR u zdrowych kobiet i mężczyzn otrzymujących w diecie olej palmowy lub słonecznikowy w ilości 20 % wartości energetycznej diety wykazali także Filippou i wsp. [7].

Brak wpływu rodzaju zastosowanego tłuszczu na stężenie glukozy i insuliny na czczo wykazali również Tholstrup i wsp. [42], podający zdrowym mężczyznom racje pokarmowe zawierające olej palmowy, oleinę palmową, smalec lub oliwę z oliwek w ilości 17 % wartości energetycznej diety.

Karupaiah i wsp. [14] badali wpływ spożycia majonezu (20 g/dobę), którego głównym składnikiem był olej sojowy lub palmowy, na stężenie glukozy na czczo u 36 młodych, zdrowych osób o zróżnicowanej masie ciała. Po czterech tygodniach stosowania diety wzbogaconej o wybrany majonez nie stwierdzono różnic w stężeniu glukozy pomiędzy badanymi grupami.

Metaanalizę wyników badań, dotyczących porównania wpływu oleju palmowego z innymi olejami roślinnymi na wybrane parametry gospodarki węglowodanowej, przeprowadzili Zulkipli i wsp. [47]. Podsumowali oni wyniki 8 badań z udziałem zdrowych osób w młodym i średnim wieku o prawidłowej masie ciała. Badania trwały od 3 do 7 tygodni, a substytucja tłuszczu olejem palmowym wynosiła od 15 do 20 % wartości energetycznej diety. Stężenie glukozy na czczo i po posiłku, stężenie insuliny oraz wartość wskaźnika HOMA-IR nie różniły się w zależności od stosowanego oleju (palmowy, słonecznikowy, sojowy, rzepakowy i oliwa z oliwek). Stwierdzono jednak, że aktualne dowody dotyczące wpływu spożycia oleju palmowego na biomarkery metabolizmu glukozy są słabe i ograniczone do zdrowych uczestników, ale dotychczasowe dane wskazują, że zastąpienie oleju palmowego olejami bogatymi w mono- lub polienowe kwasy tłuszczowe nie przynosi dodatkowych korzyści w zakresie zmian metabolizmu glukozy.

Podsumowując wykonany przegląd literatury można stwierdzić, że zastąpienie w diecie zdrowych osób oleju palmowego olejami bogatymi w mono- lub polienowe kwasy tłuszczowe, nie wpływa korzystnie na wybrane parametry i wskaźniki metabolizmu glukozy. Jednak, podobnie jak w przypadku metabolizmu lipidów, ograniczeniem przeprowadzonych badań był krótki czas ich trwania, młody wiek badanych oraz ich dobry stan zdrowia.

Korzystne wyniki wpływu oleju palmowego na stężenie glukozy we krwi uzyskano w badaniach na modelach zwierzęcych, także u zwierząt z wywołaną cukrzycą.

W badaniach przeprowadzonych przez Szulczewską-Remi i wsp. [39] u szczurów karmionych paszami zawierającymi 10 % składu komponentowego różnych olejów (olej roślinny PLANTA używany do smażenia, olej palmowy, mieszanina oleju palmowego i oleiny palmowej, olej rzepakowy oraz mieszanina oleju rzepakowego i oleju palmowego) stwierdzono, że stężenie glukozy w surowicy krwi było najwyższe w grupie karmionej paszą z dodatkiem oleju rzepakowego, natomiast najniższe w grupie karmionej paszą z dodatkiem oleju palmowego. Otrzymane wyniki autorzy tłumaczą dużą zawartością tokotrienoli w oleju palmowym, które wpływają na obniżenie stężenia glukozy w osoczu [47].

Badania dotyczące wpływu tłuszczu palmowego lub arachidowego na stężenie glukozy we krwi u szczurów z wywołaną cukrzycą prowadzili Adewale i wsp. [1]. Stwierdzili, że zwierzęta otrzymujące oleje w ilości 200 mg/kg m.c./dzień jako dodatek do paszy miały statystycznie istotnie niższe stężenie glukozy w porównaniu ze szczurami nieotrzymującymi tych olejów, ale rodzaj zastosowanego oleju i obecnych w nim kwasów tłuszczowych nie miał w tym zakresie istotnego wpływu. Ważne natomiast były związki bioaktywne występujące w tłuszczu roślinnym. Także w tym przypadku uzyskane wyniki autorzy tłumaczą obecnością tokoferoli w zastosowanych olejach. Podobne wyniki do wyników Adewale i wsp. [1] uzyskali Ngalai wsp. [27], podający szczurom z wywołaną cukrzycą, pożywienie zawierające olej palmowy, kokosowy lub z orzeszków ziemnych w ilości 15 % składu komponentowego paszy.

Wpływ oleju palmowego na mikroflorę jelitową

Wykazano, że ilość i rodzaj tłuszczu w diecie modulują skład mikroflory przewodu pokarmowego u myszy, a skład mikroflory wpływa na ilość odkładanej tkanki tłuszczowej i parametry węglowodanowo-lipidowe krwi [13].

W badaniach na modelach zwierzęcych porównywano wpływ diety zawierającej tłuszcz palmowy, smalec lub oleje roślinne, zawierające nienasycone kwasy tłuszczowe, na skład mikroflory jelitowej. Wykazano, że mikroflora zwierząt karmionych dietą niskotłuszczową była zdominowana przez dwa gatunki bakterii fermentacji mlekowej, produkujące krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Natomiast diety wysokotłuszczowe zmieniały skład mikroflory zależnie od źródła kwasów tłuszczowych (olej palmowy vs smalec). Olej palmowy, w porównaniu ze smalcem, prowadził do zwiększenia udziału w mikroflorze jelitowej bakterii *Lachnospiraceae*, należących do typu *Firmicutes*, charakterystycznych przy otyłości, ale jednocześnie wykazujących zdolność syntezy metabolitów korzystnych dla żywiciela, w tym krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych [13]. Także de Wit i wsp. [6] oraz Patterson i wsp. [32] stwierdzili, że dieta zawierająca olej palmowy, w porównaniu z zawierającą smalec, prowadziła do wzrostu

proporcji bakterii *Firmicutes* do *Bacteroidetes*, zmniejszała ponadto zróżnicowanie mikroflory jelitowej. W badaniach Just i wsp. [13], pomimo wzrostu ilości bakterii *Lachnospiraceae* u myszy, których dieta zawierała olej palmowy, stwierdzono mniejszą ilość trzewnej tkanki tłuszczowej w porównaniu ze zwierzętami żywionymi pożywieniem zawierającym smalec. Jest to zgodne z teorią Kobyliaka i wsp. [16], którzy sugerują, że otyłość nie jest skorelowana ze wzrostem udziału bakterii *Firmicutes* do *Bacteroidetes*, ale wynika ze zmiany udziału *Actinobacteria* [16]. Natomiast Kübeck i wsp. [18] wskazują, że zwiększone odkładanie tłuszczu u myszy, których dieta zawierała, smalec wynika z interakcji mikroflory jelitowej i metabolizmu cholesterolu.

W badaniach Just i wsp. [13] wykazano także, że rodzaj tłuszczu w diecie wpływał na metabolizm aminokwasów i zdolność funkcjonalną mikroflory jelitowej. Myszy utrzymywane na diecie wysokotłuszczowej, zawierającej tłuszcz palmowy, miały w dolnym odcinku przewodu pokarmowego większą liczbę komórek enteroendokrynych wydzielających peptyd glukagonopodobny-1 (GLP-1), co mogło odpowiadać u nich za lepszą tolerancję glukozy w porównaniu z myszami, których dieta zawierała smalec [13].

De Wit i wsp. [6] stwierdzili, że dieta bogata w nasycone kwasy tłuszczowe, powoduje przechodzenie ich do dalszych części jelita. Jest to najprawdopodobniej głównym czynnikiem wywołującym zmiany w składzie mikroflory jelitowej, które mogą następnie przyczyniać się do rozwoju i/lub progresji zaburzeń metabolicznych związanych z zespołem metabolicznym. Dodatkowo, przechodzenie tłuszczu pochodzącego z diety do dystalnego odcinka jelita cienkiego może przyczyniać się do rozwoju otyłości i stłuszczenia wątroby poprzez zmiany ekspresji genów związanych z metabolizmem lipidów.

Podsumowując, można stwierdzić, że stosowanie diety zawierającej tłuszcz palmowy wywierało pozytywny wpływ na skład mikroflory jelitowej w porównaniu z dietą zawierającą smalec, ale było zdecydowanie mniej korzystne w tym zakresie niż stosowanie diety zawierającej oleje bogate w nienasycone kwasy tłuszczowe.

Podsumowanie

Wyniki badań dotyczących wpływu konsumpcji tłuszczu palmowego na zdrowie są zróżnicowane. Wydaje się jednak, że umiarkowane ilości oleju palmowego w całodziennej racji pokarmowej nie stanowią zagrożenia dla zdrowia [8], a zastąpienie oleju palmowego innymi olejami bogatymi w jednonienasycone bądź wielonienasycone kwasy tłuszczowe nie przynosi korzyści w metabolizmie węglowodanowo-lipidowym i nie wpływa na ryzyko chorób sercowo-naczyniowych [47]. Znacznym ograniczeniem możliwości wnioskowania o wpływie oleju palmowego na zdrowie jest duże zróżnicowanie jego składu, wynikające z użytego surowca i technologii przetwarzania (olej z miąższu, olej z pestek, oleina palmowa z miąższu, oleina palmowa

z pestek, stearyna palmowa z miąższu, stearyna palmowa z pestek, olej nierafinowany, rafinowany, nieutwardzony, utwardzony). To zróżnicowanie składu najczęściej nie jest uwzględniane w prowadzonych badaniach, a w części metodycznej większości publikacji brakuje informacji o tym, jaki olej został zastosowany.

Wniosek

Zgodnie z międzynarodowymi wytycznymi spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych powinno być utrzymywane na poziomie <10 % całkowitej energii w ramach zbilansowanej diety i w tych granicach nie wykazano niekorzystnego wpływu spożycia oleju palmowego na zdrowie ludzi. Jednak celowe jest prowadzenie dobrze zaplanowanych badań z precyzyjnie dobranym i opisanym rodzajem oleju palmowego. Należy także wziąć pod uwagę względy ekologiczne jego pozyskania i stosować olej z upraw zrównoważonych.

Literatura

- [1] Adewale O.F., Isaac O.O., Tunmise M.T., Omoniyi O.O.: Palm oil and ground nut oil supplementation effects on blood glucose and antioxidant status in alloxan-induced diabetic rats. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 2016, 29 (1), 83-87.
- [2] Bradley B.H.R.: Dietary fat and risk for type 2 diabetes: a review of recent research. *Curr. Nutr. Rep.*, 2018, 7, 214-226.
- [3] Codex Alimentarius. Standard for Named Vegetable Oils. CXS 210-1999. WHO and FAO, 2019. (online access on 15 January 2021).
- [4] Cuesta C., Ródenas S., Merinero MC., Rodríguez-Gil S., Sánchez-Muniz F.J.: Lipoprotein profiles and serum peroxide levels of aged women consuming palm olein or oleic acid-rich sunflower oil diets. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1998, 52, 675-683.
- [5] Dauqan E., Abdullah Sani H., Abdullah A., Muhamam H., Top A.G.M.: Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils. *Am. J. Appl. Sci.*, 2011, 8(5), 407-412.
- [6] de Wit N., Derrien M., Bosch-Vermeulen H., Oosterink E., Keshtkar S., Duval C., de Vogel-van den Bosch J., Kleerebezem M., Müller M., van der Meer R.: Saturated fat stimulates obesity and hepatic steatosis and affects gut microbiota composition by an enhanced overflow of dietary fat to the distal intestine. *Am. J. Physiol. Liver Physiol.*, 2012, 303, 5, 589-599.
- [7] Filippou A., Teng K.T., Berry S.E., Sanders T.A.B.: Palmitic acid in the *sn*-2 position of dietary triacylglycerols does not affect insulin secretion or glucose homeostasis in healthy men and women. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2014, 68 (9), 1036-1041.
- [8] Gasteiro E., Guijarro L., Sánchez-Muniz F.J., del Carmen Vidal-Carou M., Troncoso A., Venanci L., Jimeno V., Quilez J., Anadón A., González-Gross M.: Palm oil on the edge. *Nutrients*, 2019, 11 (9), 2008-2044.
- [9] Gibon V., De Greyt W., Kellens M.: Palm oil refining. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 2007, 109, 315-335.
- [10] Hirata Y., Inoue A., Suzuki S., Takahashi M., Matsui R., Kono N., Noguchi T., Matsuzawa A.: trans-Fatty acids facilitate DNA damage-induced apoptosis through the mitochondrial JNK-Sab-ROS positive feedback loop. *Sci. Rep.*, 2020, 10, 2743-2759.

- [11] Inyang J., Andrew-Munot M., Syed Shazali S.T., Tanjong S.J.: A model to manage crude palm oil production system. MATEC Web of Conferences. EAAI Conference 2018, 2019.
- [12] Iskandar M.J., Baharum A., Anuar F.H., Othaman R.: Palm oil industry in South East Asia and the effluent treatment technology- A review. *Environ. Technol. Innov.*, 2018, 9, 16-185.
- [13] Just S., Mondot S., Ecker J., Wegner K., Rath E., Gau L., Streidl T., Hery-Arnaud G., Schmidt S., Lesker T.R., Bieth V., Dunkel A., Strowig T., Hofmann T., Haller D., Liebsich G., Gérard P., Rohn S., Lepage P., Clavel T.: The gut microbiota drives the impact of bile acids and fat source in diet on mouse metabolism. *Microbiome*, 2018, 6 (1), 134-152.
- [14] Karupaiah T., Chuah K.A., Chinna K., Matsuoka R., Masuda Y., Sundram K., Sugano M.: Comparing effects of soybean oil- and plasma olein- based mayonnaise consumption on the plasma lipid and lipoprotein profiles in human subjects: a double-blind randomized controlled trial with cross-over design. *Lipids Health Dis.*, 2016, 15 (1), 131-142.
- [15] Katengua-Thamahane E., Marnewick J.L., Ajuwon O.R., Chegou N.N., Szűcs G., Ferdinandy P., Csont T., Csonka C., Van Rooyen J.: The combination of red palm oil and rooibos show anti-inflammatory effects in rats. *J. Inflamm.*, 2014, 11, 41-53.
- [16] Kobylak N., Virchenko O., Falalyeyeva T.: Pathophysiological role of host microbiota in the development of obesity. *Nutr. J.*, 2016, 15, 43-55.
- [17] Kowalska M., Aljewicz M., Mroczek E., Cichosz G.: Olej palmowy- tańsza i zdrowsza alternatywa. *Bromatol. Chem. Toksyk.*, 2012, 2, 171-180.
- [18] Kübeck R., Bonet-Ripoll C., Hoffmann C., Walker A., Müller V.M., Schüppel V.L., Lagkouvardos I., Scholz B., Engel K.H., Daniel H., Schmitt-Kopplin P., Haller D., Clavel T., Klingenspor M.: Dietary fat and gut microbiota interactions determine diet-induced obesity in mice. *Mol. Metab.*, 2016, 13, 5(12), 1162-1174.
- [19] Lien E.L., Boyle F.G., Yuhas R., Tomarelli R.M., Quinlan P.: The effect of triglyceride positional distribution on fatty acid absorption in rats. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 1997, 25 (2), 167-174.
- [20] Loganathan R., Subramaniam K.M., Radhakrishnan A.K., Choo Y.M., Teng K.T.: Health-promoting effects of red palm oil: evidence from animal and human studies. *Nutr. Rev.*, 2017, 75 (2), 98-113.
- [21] Mancini A., Imperlini E., Nigro E., Montagnese C., Daniele A., Orrù S., Buono P.: Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects of Health. *Molecules*, 2015, 20, 17339-17361.
- [22] Maarangoni F., Galli C., Ghiselli A., Lercker G., La Vecchia C., Maffei C., Agostoni C., Ballardini D., Brignoli O., Faggiano P., Giacco R., Macca C., Magni P., Marelli G., Marrocco W., Miniello V.L., Mureddu G.F., Pellegrini N., Stella R., Troiano E., Verduci E., Volpe R., Poli A.: Palm oil and human health. Meeting report of NFI: Nutrition Foundation of Italy symposium. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2017, 68 (6), 643-655.
- [23] Mba O.I., Dumont M.J., Ngadi M.: Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry- A review. *Food Biosci.*, 2015, 10, 26-41.
- [24] MacMahon S., Begley T.H., Diachenko G.W.: Occurrence of 3-MCPD and glycidyl esters in edible oils in the United States. *Food Addit. Contam. Part A*, 2013, 30, 2081-2092.
- [25] Mukherjee S., Mitra A. Health Effects of Palm Oil. *J. Hum. Ecol.*, 2009, 26 (3), 197-203.
- [26] Ng M.H., Choo Y.M., Ma A.N., Chuah C.H., Hashim M.A.: Separation of vitamin E (tocopherol, tocotrienol and tocotrienol) in palm oil. *Lipids*, 2004, 39 (10), 1031-1035.
- [27] Ngala R.A., Ampong I., Sakyi S.A., Anto E.O. Effect of dietary vegetable oil consumption on blood glucose levels, lipid profile and weight in diabetic mice: an experimental case—control study. *BMC Nutr.*, 2016, 2 (28), 1-8.
- [28] Noor Lida H.M.D., Hamid R.A., Kanagaratnam S., Isa W.R.A., Hassim N.A.M., Ismail N.H., Omar Z., Miskandar M.S.: Palm oil and palm kernel oil: versatile ingredients for food applications. *J. Oil Palm Res.*, 2017, 29 (4), 487-511.

- [29] Norhaizan M.E., Hosseini S., Gangadaran S., Lee S.T., Kapourchali F.R., Moghadasian M.H.: Palm oil: Features and applications. *Lipid Technol.*, 2013, 25 (2), 39-41.
- [30] Onacik-Gür S., Żbikowska A.: Zastosowanie filtracji membranowej w rafinacji olejów roślinnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2015, 581, 51-62.
- [31] Özdal T., Yildar Ö., Yolci Ömeroğlu P.: Glycerol-Based Process Contaminants in Palm Oil. *Eur. Asian. J. Food Sci. Technol.*, 2017, 1 (1), 16-21.
- [32] Patterson E., O' Doherty R.M., Murphy E.F., Wall R., O' Sullivan O., Nilaweera K., Fitzgerald G.F., Cotter P.D., Ross R.P., Stanton C.: Impact of dietary fatty acids on metabolic activity and host intestinal microbiota composition in C57BL/6J mice. *Br. J. Nutr.*, 2014, 111 (11), 1905-1917.
- [33] Schwingshackl L., Bogensberger B., Benčić A., Knüppel S., Boeing H., Hoffmann G.: Effects of oils and solid fats on blood lipids: a systematic review and network meta-analysis. *Lipid Res.*, 2018, 59 (9), 1771-1782.
- [34] Shramko V.S., Polonskaya Y.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M., Ragino Y.I.: The short overview on the relevance of fatty acids for human cardiovascular disorders. *Biomolecules*, 2020, 10 (8), 1127-1147.
- [35] Sun G., Xia H., Yang Y., Ma S., Zhou H., Shu G., Wang S., Yang X., Tang H., Wang F., He Y., Ding R., Yin H., Wang Y., Yang Y., Zhu H., Yang L.: Effects of palm olein and olive oil on serum lipids in a Chinese population: a randomized, double-blind, cross-over trial. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.*, 2018, 27 (3), 572-580.
- [36] Sun Y., Neelakantan N., Wu Y., Lote-Oke R., Pan A., van Dam R.M.: Palm oil consumption increases ldl cholesterol compared with vegetable oils low in saturated fat in a meta-analysis of clinical trials. *J. Nutr.*, 2015, 145 (7), 1549-1558.
- [37] Sundram K.: Modulation of human lipids and lipoproteins by dietary palm oil and palm olein: a review. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.*, 1997, 6 (1), 12-16.
- [38] Sundrasegaran S., Hui Mah S.: Extration methods of virgin coconut oil and palm-pressed mesocarp oil and their phytonutrients. *eFood*, 2020, 1 (6), 1-11.
- [39] Szulczewska-Remi A., Nogala-Kałucka M., Nowak K. W.: Study on the influence of palm oil on blood liver biochemical parameters, beta-carotene and tocochromanols content as well as antioxidant activity in rats. *J. Food Biochem.*, 2019, 43, 1-12.
- [40] Teh S.S., Lau H.L.N.: Quality assessment of refined red palm-pressed mesocarpolein. *Food Chem.*, 2021, 340 (1), #127912.
- [41] Teng K.T., Nagapan G., Cheng H.M., Nesaretnam K.: Palm olein and olive oil cause a higher increase in postprandial lipemia compared with lard but had no effect on plasma glucose, insulin and adipocytokines. *Lipids*, 2011, 46 (4), 381-388.
- [42] Tholstrup T., Hjerpsted J., Raff M.: Palm olein increases plasma cholesterol moderately compared with olive oil in healthy individuals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2011, 94 (6), 1426-1432.
- [43] Wang F., Zhao D., Yang Y., Zhang L.: Effect of palm oil consumption on plasma lipid concentrations related to cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.*, 2019, 28 (3), 495-506.
- [44] Wei Puah C., May Choo Y., Ngan Ma A., Hock Chuach C.: The effect of physical refining on palm vitamin E (tocopherol, tocotrienol and tocomonoenol). *Am. J. Applied. Sci.*, 2007, 4 (6), 374-377.
- [45] Vega-Lopez S., Ausman L.M., Jalbert S.M., Erkkila A.T., Lichtenstein A.H.: Palm and partially hydrogenated soybean oils adversely alter lipoprotein profiles compared with soybean and canola oils in moderately hyperlipidemic subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006, 84 (1), 54-62.
- [46] Voon P.T., Lee S.T., Ng T.K.W., Ng Y.T., Yong X.S., Lee V.K.M., Ong A.S.H.: Intake of palm olein and lipid status in healthy adults: A meta-analysis. *Adv. Nutr.*, 2019, 10 (4), 647-659.

- [47] Zulkipli S.H., Balasubramaniam V., Abu Bakar N.A., AbdRashed A., Ismail S.R.: Effects of palm oil consumption on biomarkers of glucose metabolism: A systematic Review. PLoS ONE, 2019, 14 (8), 1-14.

SELECTED TECHNOLOGICAL AND HEALTH ASPECTS OF USING PALM OIL IN FOOD PRODUCTION

S u m m a r y

Background. Vegetable fats are most often oils with a high content of unsaturated fatty acids which are beneficial to our diet. The exception includes oils from tropical plants, such as palm oil. Over the past several years, the nutritional use of palm oil has increased significantly. One of the reasons why this fat has sparked increased interest is that in tropical countries this oil, despite being present in the daily food ration for hundreds of years, does not contribute to the development of cardiovascular diseases. Due to the high content of saturated fatty acids, palm oil is believed to have the same effect on health as animal fats. In this article, literature data on the technological application and the effect of palm oil on human body and experimental animals was reviewed.

Results and conclusion: The results of research into the health effects of palm oil consumption are inconclusive. However, the most common finding is that replacing palm oil with other oils rich in unsaturated fatty acids has no tangible benefit for health, meaning that it neither improves carbohydrate-lipid metabolism, nor involves the risk of cardiovascular disease. Under international guidelines, the consumption of saturated fatty acids should be kept at a level of <10 % of total energy in a balanced diet, and within these limits, no adverse effects of palm oil consumption on human health have been demonstrated. The possibility of drawing any conclusions on the health effects of palm oil is limited due to the fact that there are many types of it. Such diversity of palm oil is very often not taken into account in research, and most publications, in their methodological part, fail to provide information on the type of palm oil used. Therefore, it is so important to conduct well-planned research with a precisely selected and described type of palm oil.

Key words: palm oil, types, application, carbohydrate-lipid metabolism, microbiota 