

Omega-3 mastné kyseliny z mikrorias

Prírodný omega-3 olej z rias *Schizochytrium sp.* s obsahom 150 mg EPA a 100 mg DHA
v jednej tobolke vegánskeho zloženia.



**Prírodný omega-3 olej z rias *Schizochytrium sp.*
s obsahom 150 mg EPA a 100 mg DHA
v jednej tobolke vegánskeho zloženia.**

Formulácia s vyšším pomerom EPA k DHA z mikrorias bola vybraná na základe jej preukázaných účinkov na zdravie. EPA pomáha znižovať zápalové reakcie, podporuje funkciu srdca a môže prispievať k lepšej nálade, zatiaľ čo DHA podporuje zdravie mozgu a zraku. Spoločne EPA a DHA tak prispievajú k udržaniu normálnej činnosti srdca, mozgu a zraku a k celkovej odolnosti organizmu.



ÚVOD

Omega-3 mastné kyseliny sú **dlhoreťazcové polynenasýtené lipidy** patriace do skupiny esenciálnych mastných kyselín, ktoré si ľudský **organizmus nedokáže syntetizovať de novo** a musí ich prijímať potravou alebo doplnkami výživy (1). Najdôležitejšie biologicky aktívne formy predstavuje **eikosapentaénová (EPA)** a **dokosahexaénová (DHA) kyselina** (2). Tieto lipidy sú integrálnou súčasťou bunkových membrán, kde ovplyvňujú ich fluiditu, funkciu membránových proteínov a bunkovú signalizáciu (3).

EPA a DHA majú zároveň **významné regulačné účinky na zápalové procesy** prostredníctvom modulácie syntézy eikosanoidov, resolvínov a protektínov a **ovplyvňujú aj mitochondriálne funkcie a energetický metabolizmus buniek** (4,5).

Priaznivé účinky EPA a DHA na zdravie človeka sú predmetom rozsiahleho klinického a epidemiologického výskumu už viac ako štyri desaťročia (6).

Zatiaľ čo tradičným zdrojom EPA a DHA bol rybí olej, moderné poznatky jednoznačne potvrdzujú, že **primárnym producentom týchto mastných kyselín sú mikroriasy**. Ryby ich akumulujú prostredníctvom potravinového reťazca, predovšetkým konzumáciou rias alebo organizmov, ktoré sa nimi živia (7,8).

Oleje z mikrorias majú prirodzene vyšší obsah kyseliny dokozahexaénovej (DHA) v porovnaní s kyselinou eikosapentaénovou (EPA), avšak moderné technologické postupy fermentácie a selektívneho spracovania umožňujú cielene upravovať ich vzájomný pomer tak, aby sa približoval prirodzenému profilu omega-3 mastných kyselín v rybom oleji, pričom je zachovaná triglyceridová štruktúra a biologická dostupnosť lipidov.

OLEJ Z MIKRORIAS AKO PRIRODZENÝ ZDROJ OMEGA-3 MASTNÝCH KYSELÍN

Olej získaný z mikrorias predstavuje biologicky primárny a technologicky pokročilý zdroj dlhoreťazcových omega-3 mastných kyselín. Na rozdiel od rybieho oleja, ktorý je sekundárnym zdrojom týchto lipidov, mikroriasy vytvárajú EPA a DHA priamo ako súčasť svojho metabolizmu (9).

Významnou výhodou oleja z mikrorias je jeho **vysoká čistota a bezpečnostný profil**. Produkcia prebieha v uzavretých fermentačných systémoch s presne kontrolovanými podmienkami, čím sa minimalizuje riziko kontaminácie ťažkými kovmi, dioxínmi a polychlórovanými bifenyli, ktoré sa môžu akumulovať v morských rybách v dôsledku znečistenia oceánov (10,11). Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) potvrdil bezpečnosť olejov z mikrorias ako zdroja DHA a EPA a ich vhodnosť na použitie v potravinách a doplnkoch výživy (12). Z technologického hľadiska umožňuje vý-

roba oleja z rias zachovať prirodzenú triglyceridovú formu omega-3 mastných kyselín **bez potreby chemických alebo enzymatických úprav**. Táto forma je telu prirodzená a dobre spracovateľná tráviacimi enzýmami, čo umožňuje lepšie vstrebávanie omega-3 mastných kyselín. V porovnaní **s etylesterovou (EE) formou**, ktorá vzniká technologickou úpravou a vyžaduje dodatočný krok pri trávení, predstavuje triglyceridová forma prirodzenejší spôsob ich využitia v organizme.

Tieto zásahy tak môžu ovplyvniť **vstrebateľnosť a metabolizmus** omega-3 mastných kyselín v organizme (13,14). Olej z rias získaný šetrnou extrakciou si zachováva **prirodzenú molekulárnu štruktúru**, čo je z hľadiska fyziologického využitia považované za výhodu.

Ďalším aspektom je **oxidačná stabilita**. Oleje z mikrorias vykazujú pri správnej výrobe a stabilizácii nízke hodnoty peroxidového a anizidínového čísla, ako aj **nízky TOTOX index**, ktoré sú považované za kľúčové ukazovatele čerstvosti a kvality omega-3 olejov (15).

V porovnaní s rybím olejom sú riasové oleje často stabilnejšie, menej náchylné na oxidáciu a senzoricky atraktívnejšie, najmä vďaka **absencii typickej rybacej chuti a zápachu** (16).

Z environmentálneho a etického hľadiska predstavuje olej z mikrorias udržateľnejšiu alternatívu. Produkcia rias nevyžaduje lov rýb, nezvyšuje tlak na morské ekosystémy a umožňuje vysokú výťažnosť omega-3 mastných kyselín na jednotku vstupných zdrojov. Tento prístup je preto v súlade s aktuálnymi odporúčaniami smerujúcimi k udržateľnej výrobe nutrične významných látok (17).

V kontexte rastúceho dopytu po omega-3 mastných kyselinách tak olej z mikrorias predstavuje **vedecky podložené, bezpečné a dlhodobo udržateľné riešenie**.

KLINICKÉ ŠTÚDIE

- Účinky omega-3 mastných kyselín na ľudské zdravie patria **medzi najrozsiahlejšie skúmané oblasti výživového výskumu.**
- Klinické dôkazy pochádzajú z **randomizovaných kontrolovaných štúdií, kohortových štúdií aj metaanalýz**, pričom ich výsledky tvorili základ pri schvaľovaní zdravotných tvrdení.

KARDIOVASKULÁRNE ZDRAVIE

Kardiovaskulárne ochorenia patria medzi najčastejšie príčiny úmrtí vo svete, čo zdôrazňuje potrebu efektívnych preventívnych a liečebných prístupov. **Omega-3** dlhoreťazcové polynenasýtené mastné kyseliny, predovšetkým **eikosapentaénová (EPA)** a **dokosahexaénová (DHA)**, sú predmetom rozsiahleho výskumu aj pre ich potenciálne **kardioprotektívne účinky** (18).

Omega-3 mastné kyseliny ovplyvňujú kardiovaskulárne zdravie prostredníctvom viacerých navzájom sa dopĺňajúcich mechanizmov. Jedným z najvýznamnejších účinkov je **redukcia hladín triglyceridov v krvi**, ktoré predstavujú dôležitý rizikový faktor rozvoja aterosklerózy (poškodenia ciev) a následných kardiovaskulárnych príhod. Okrem priaznivého vplyvu na lipidový profil vykazujú omega-3 mastné kyseliny aj výrazný **protizápalový účinok**, čím prispievajú k potlačeniu chronického zápalu v cievnej stene, ktorý zohráva kľúčovú úlohu v rozvoji aterosklerózy.

Ďalším významným mechanizmom je **zníženie agregácie krvných doštičiek**, čo vedie k nižšiemu riziku tvorby trombov (zrazenín) a vzniku trombotických komplikácií. Omega-3 mastné kyseliny zároveň priaznivo ovplyvňujú elektrickú stabilitu srdcového svalu, čím znižujú náchylnosť na

vznik závažných srdcových arytmií a náhlejšieho srdcovej smrti. Súhrnne tieto mechanizmy vysvetľujú potenciálny ochranný účinok omega-3 mastných kyselín na kardiovaskulárny systém, ktorý bol pozorovaný v klinických a intervenčných štúdiách (18,19).

Významným míľnikom v klinickom hodnotení účinku omega-3 mastných kyselín bola štúdia **GISSI-Prevenzione**, ktorá ako jedna z prvých veľkých randomizovaných klinických štúdií preukázala zníženie celkovej a kardiovaskulárnej mortality u pacientov po infarkte myokardu pri suplementácii EPA a DHA (18).

Do štúdie bolo zaradených **11 324 pacientov**, ktorí boli randomizovaní do skupín užívajúcich 1 g/deň n-3 PUFA (EPA + DHA), vitamín E, kombináciu oboch alebo žiadnu suplementáciu, pričom sledovanie trvalo až **42 mesiacov**. Suplementácia omega-3 mastných kyselín významne **znížila celkovú a kardiovaskulárnu mortalitu**, najmä náhle srdcové úmrtia, a relatívne riziko kombinovaných cieľových udalostí (úmrtie, infarkt myokardu bez fatálneho následku, mŕtvica) bolo znížené o 15 %.

Tieto výsledky potvrdzujú priaznivý vplyv EPA a DHA na kardiovaskulárne zdravie a podporujú ich zaradenie do sekundárnej prevencie pacientov po infarkte myokardu, s cieľom znížiť riziko jeho opakovania, v kombinácii s modernou farmakologickou liečbou a odporúčanou diétou.

Nasledujúce štúdie sa sústredili na **lipidový metabolizmus a význam zníženia triglyceridov**, pričom poukázali na rozdiely medzi jednotlivými zložkami omega-3 mastných kyselín. Vyšší príjem omega-3 mastných kyselín, **najmä EPA a DHA**, je spojený s nižšou mortalitou na koronárne ochorenia, najmä u jedincov so zvýšeným kardiovaskulárnym rizikom. Zvýšené triglyceridy sú významným rizikovým faktorom aterosklerózy a časté v populácii s nízkym príjmom omega-3.

Štúdia **Ryan et al.** hodnotila účinok doplnku s **vysokým pomerom EPA ku DHA** (4 g/deň, pomer 2,3 : 1) u 20 dospelých s miernou hypertriglyceridémiou

počas 228 dní. Výsledky ukázali významné zníženie triglyceridov o 48 % (19).

Podobne štúdia **JELIS** preukázala, že vysokodávková EPA (1,8 g/deň) významne znižuje riziko koronárnych príhod u pacientov liečených statínmi. **Tieto zistenia podporujú účinnosť prípravkov s vysokým pomerom EPA ku DHA pri znižovaní triglyceridov a kardiovaskulárneho rizika** (20).

Tento vývoj vyvrcholil modernými, metodicky robustnými klinickými štúdiami, ako je **REDUCE-IT**, ktoré poskytli presvedčivé dôkazy o účinnosti čistej EPA v redukcii závažných kardiovaskulárnych príhod u pacientov liečených statínmi (21).

Metodika

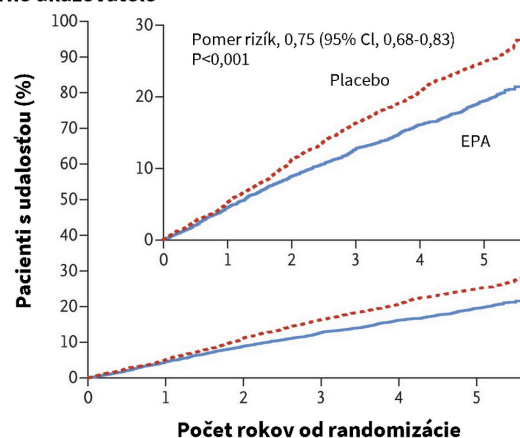
Klinická štúdia REDUCE-IT zahrnuje približne **7 990 pacientov s kardiovaskulárnym ochorením alebo diabetom a zvýšenými triglyceridmi**, ktorí užívali statíny. Intervenčná skupina dostávala doplnok EPA 2 g dvakrát denne (4 g/deň), kontrolná skupina placebo s minerálnym olejom. Randomizácia bola stratifikovaná podľa kardiovaskulárneho rizika, užívania ezetimibu a regiónu. Pacienti boli sledovaní na 473 pracoviskách v 11 krajinách od novembra 2011 do augusta 2016. Primárnym ukazovateľom bol výskyt závažných kardiovaskulárnych príhod, sekundárnym kombinovaná incidencia kardiovaskulárnej smrti, nefatálneho infarktu a nefatálnej mozgovej príhody. Analýza účinnosti sa vykonala podľa princípu intention-to-treat s využitím Coxovho modelu a Kaplan–Meierovej analýzy (21).

Výsledky

V štúdii bolo preukázané, že EPA významne znižuje riziko závažných kardiovaskulárnych príhod u pacientov so zvýšenými triglyceridmi. Medzi pacientmi užívajúcimi EPA bol **nižší výskyt primárneho zloženého ukazovateľa** – kardiovaskulárnej smrti, infarktu myokardu a cievej mozgovej príhody bez fatálneho následku, koronárnej revaskularizácie alebo nestabilnej angíny pectoris – v porovnaní s placebom.

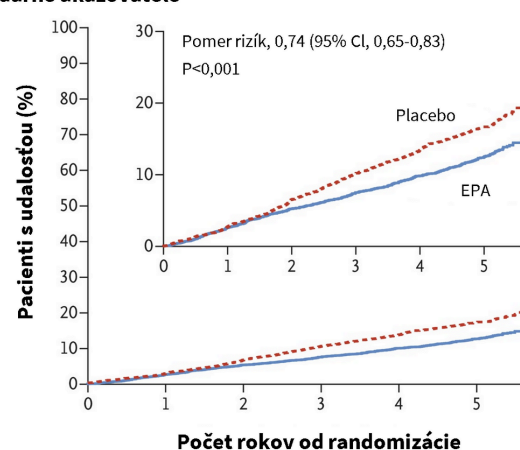
Sekundárny ukazovateľ, zahŕňajúci kardiovaskulárnu smrť, infarkt myokardu a cievej mozgovej príhody bez fatálneho následku, taktiež **ukázal priaznivý efekt doplnku EPA oproti placebu (Obr. 1)**.

A Primárne ukazovatele



Počet	4090	3743	3327	2807	2347	1358
Placebo	4089	3787	3431	2951	2503	1430
EPA						

B Sekundárne ukazovatele



Počet	4090	3837	3500	3002	2542	1487
Placebo	4089	3861	3565	3115	2681	1562
EPA						

Obr. 1: Kaplan–Meierove krivky kumulatívneho výskytu kardiovaskulárnych príhod v štúdii REDUCE-IT. Panel A znázorňuje primárny zložený kardiovaskulárny ukazovateľ, Panel B kľúčový sekundárny zložený ukazovateľ, hodnotené analýzou času do prvej udalosti u pacientov so suplementovaním EPA v porovnaní s placebom (upravené podľa Bhatt a kol., 2019).

Záver

Výsledky štúdie preukázali, že EPA významne znižuje riziko závažných kardiovaskulárnych príhod u pacientov so zvýšenými triglyceridmi, ktorí sú liečení statínmi.

ZÁPÁL, IMUNITA A PSYCHICKÁ POHODA

Chronický zápal, poruchy imunitnej regulácie a psychické poruchy predstavujú významnú záťaž pre zdravie a sú úzko prepojené s rozvojom viacerých civilizačných ochorení. Kým akútny zápal je nevyhnutnou súčasťou obranných mechanizmov organizmu, **jeho nedostatočná regulácia alebo pretrvávanie môže viesť k poškodeniu tkanív a vzniku patologických stavov** (5).

Omega-3 mastné kyseliny, **najmä EPA a DHA, pomáhajú regulovať zápal a imunitné reakcie** tým, že ovplyvňujú tvorbu zápalových látok a cytokínov, čím podporujú rovnováhu v organizme.

Okrem protizápalových účinkov sa omega-3 mastné kyseliny spájajú aj **s priaznivým vplyvom na psychickú pohodu**, pričom klinické údaje naznačujú významnú úlohu najmä **EPA** v podpore duševného zdravia (22).

Metodika

Protizápalové účinky omega-3 mastných kyselín boli hodnotené na základe experimentálnych, *ex vivo* a intervenčných štúdií u zvierat aj u ľudí, ktoré skúmali **vplyv perorálneho príjmu EPA a DHA** na zloženie mastných kyselín bunkových membrán a funkciu buniek zapojených do zápalu.

Hodnotené parametre zahŕňali zmeny v zastúpení arachidónovej kyseliny (AA), EPA a DHA vo fosfolipidoch leukocytov, produkciu eikosanoidov a špecializovaných lipidových mediátorov, chemotaxiu neutrofilov a monocytov, ako aj expresiu a sekréciu zápalových cytokínov.

Analýza zloženia mastných kyselín bola realizovaná pomocou plynovej chromatografie, zatiaľ čo funkčné odpovede buniek boli hodnotené *in vivo*, *ex vivo* a *in vitro* podmienkach, s prihliadnutím na dávku, trvanie suplementácie a formu mastných kyselín.

VÝSLEDKY

Zvýšený príjem omega-3 mastných kyselín viedol k dávkovu a časovo závislému **zvýšeniu obsahu EPA a DHA v membránových fosfolipidoch buniek zapojených do zápalu**, so súčasným znížením obsahu arachidónovej kyseliny (prekursora viacerých prozápalových mediátorov). Stabilné zloženie mastných kyselín sa zvyčajne dosiahlo počas niekoľkých týždňov.

Zmena membránového profilu **znížila produkciu prozápalových eikosanoidov odvodených od arachidónovej kyseliny** (napr. PGE₂, LTB₄) a **zvýšila tvorbu eikosanoidov odvodených od EPA s nižšou biologickou aktivitou**. EPA a DHA tiež slúžili ako substráty pre tvorbu **protizápalových mediátorov (resolvíny, protektíny)**, ktoré znižovali migráciu neutrofilov a produkciu cytokínov (TNF- α , IL-1 β). Taktiež došlo k zníženiu pohyblivosti neutrofilov a monocytov a ovplyvneniu aktivity NF- κ B a PPAR- γ , čím sa menila regulácia génov zapojených do zápalu.

ZÁVER

Cielená suplementácia omega-3 mastných kyselín zvyšuje zastúpenie EPA a DHA v bunkových membránach na úkor arachidónovej kyseliny, čím sa znižuje dostupnosť látok potrebných na tvorbu zápalových mediátorov a podporuje sa miernejší zápalový profil.

MOZOG A ZRAK

Dlhoreťazcové omega-3 polynenasýtené mastné kyseliny, predovšetkým DHA a EPA, **sú kľúčové pre správnu funkciu mozgu a zraku**. DHA tvorí významnú časť mastných kyselín v šedej hmote mozgu a **ovplyvňuje učenie, pamäť a kognitívne schopnosti**. Vyšší príjem DHA a EPA sa spája **s nižším rizikom kognitívneho poklesu** a suplementácia môže **podporiť pamäť a zrakovo-priestorové učenie** u starších dospelých a u jedincov s miernym kognitívnym deficitom (23).

Epidemiologické a observačné štúdie preukázali, že vyšší príjem DHA a EPA je spojený **s nižším rizikom progresie vlhkej vekovo podmienenej makulárnej**

degenerácie (wAMD), hlavnej príčiny straty zraku u starších osôb. Meta-analýzy ukazujú, že stravovací príjem týchto mastných kyselín môže znižovať incidencia wAMD o **30–50%**, pričom účinky sú pozorované naprieč rôznymi populáciami a stravovacími návykmi (24). **Omega-3 mastné kyseliny tak predstavujú významný nutričný faktor podporujúci zdravie zraku a spomalenie progresie degeneratívnych ochorení sietnice.**

METODIKA

Štúdia bola realizovaná na vzorke **485 účastníkov** vo veku **≥55 rokov s vekovo podmieneným poklesom kognitívnych schopností (ARCD)**. Účastníci boli náhodne rozdelení do dvoch skupín: skupina užívajúca **900 mg/deň DHA** (n=242) a skupina užívajúca placebo (n=243), pričom suplementácia prebiehala denne počas **24 týždňov**.

Primárnym cieľom bolo zlepšenie výkonu v teste CANTAB PAL 6 pattern, sekundárne sa hodnotili ďalšie testy kognície, pamäti a dennej funkcie, vrátane plazmatických hladín DHA.

VÝSLEDKY

Po 24 týždňoch suplementácie DHA účastníci vykázali **významné zníženie počtu chýb v teste CANTAB PAL 6 pattern** v porovnaní s placebom (ITT rozdiel $-1,63 \pm 0,76$, $P = 0,032$), čo zodpovedalo zlepšeniu ekvivalentnému 7-ročnému posunu kognitívneho veku oproti 3,6 roka v placebe. Suplementácia **významne zlepšila aj okamžitú a oneskorenú verbálnu pamäť** (VRM test, $r = -0,52$, $P < 0,001$).

Plazmatické hladiny DHA sa významne zvýšili, adherencia bola vysoká (>82 %) a suplementácia bola dobre tolerovaná. **Tieto výsledky podporujú účinnosť DHA pri zlepšovaní kognitívnych funkcií u starších dospelých so starnutím spojeným s miernym poklesom pamäti.**

ZÁVER

Suplementácia DHA významne zlepšila epizodickú pamäť a vizuospaciálne učenie u starších dospelých s miernym subjektívnym poklesom kognície. Tieto výsledky naznačujú, že DHA môže slúžiť ako efektívny nutričný prostriedok na podporu kognitívnych funkcií.

Referencie

- (1) Calder, P. C.; et al. *Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes*. Biofactors. 2009; 35(3), 266-272.
- (2) Swanson, D.; et al. *Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life*. Advances in nutrition. 2012; 3(1), 1-7.
- (3) Stillwell, W., & Wassall, S. R. *Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid*. Chemistry and physics of lipids. 2003; 126(1), 1-27.
- (4) Serhan, C. N.; et al. *Resolving inflammation: dual anti-inflammatory and pro-resolution lipid mediators*. Nature Reviews Immunology. 2008; 8(5), 349-361.
- (5) Calder, P. C. *Omega-3 fatty acids and inflammatory processes*. Nutrients. 2010; 2(3), 355-374.
- (6) Mozaffarian, D., & Wu, J. H. *Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events*. Journal of the American College of Cardiology. 2011; 58(20), 2047-2067.
- (7) Adarme-Vega, T.; et al. *Towards sustainable sources for omega-3 fatty acids production*. Current opinion in biotechnology. 2014; 26, 14-18.
- (8) Stillwell, W.; et al. *Docosahexaenoic acid affects cell signaling by altering lipid rafts*. Reproduction Nutrition Development. 2005, 45.5: 559-579.
- (9) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. *Scientific Opinion on the evaluation of allergenic foods and food ingredients for labelling purposes*. EFSA Journal 2014. 12.11: 3894.
- (10) Ryckebosch, E.; et al. *Microalgae as an alternative source of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids*. Lipid Technology. 2012. 128-130.
- (11) Adarme-Vega, T.; et al. *Towards sustainable sources for omega-3 fatty acids production*. Current opinion in biotechnology. 2014. 26; 14-18.
- (12) Domingo, José L. *Nutrients and chemical pollutants in fish and shellfish. Balancing health benefits and risks of regular fish consumption*. Critical reviews in food science and nutrition. 2016. 979-988.
- (13) EFSA Panel. *Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food*. Efsa Journal. 2012: 2985.
- (14) Schuchardt, J. P., Andreas H. *Bioavailability of long-chain omega-3 fatty acids. Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*. 2013; 1-8.
- (15) Shahidi, F., and Ying Zhong. *Lipid oxidation and improving the oxidative stability*. Chemical society reviews. 2010; 4067-4079.
- (16) Albert, B. B.; et al. *Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of n-3 PUFA*. Scientific reports 2015. 5.1; 7928.
- (17) Sprague, M.; et al. *Impact of sustainable feeds on omega-3 long-chain fatty acid levels in farmed Atlantic salmon, 2006–2015*. Scientific reports. 2016. 6.1: 21892.
- (18) GISSI-Prevenzione Investigators. *Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction*. Lancet. 1999;354(9177):447–455.
- (19) RYAN, Alan S., et al. *A Dietary Supplement with a High Eicosapentaenoic Acid to Docosahexaenoic Acid Ratio Reduces Triglyceride Levels in Mildly Hypertriglyceridemic Subjects*. Food and Nutrition Sciences. 2013, vol. 4, no. 1, pp. 6–10. DOI: 10.4236/fns.2013.41002.
- (20) Yokoyama M, et al. *Effects of EPA on major coronary events*. Lancet. 2007;369(9567):1090–1098.
- (21) Bhatt DL, et al. *Cardiovascular risk reduction with icosapent ethyl for hypertriglyceridemia*. N Engl J Med. 2019;380:11–22.
- (22) Sublette ME, et al. *Meta-analysis of association between EPA, DHA and depression*. J Clin Psychiatry. 2011;72(12):1577–1584.
- (23) Yurko-Mauro K, et al. *DHA and cognitive function*. Alzheimers Dement. 2010;6(6):456–464.
- (24) MENG, Xiang-Tian, SHI, Yun-Yue, a HONG-YAN, Zhou. *Dietary omega-3 LCPUFA intake in the prevention of neovascular age-related macular degeneration: a systematic review and meta-analysis*. Nutrición Hospitalaria, 2022, vol. 39, no. 4, s. 910-915.