

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Postoj veřejnosti k alternativním formám doplňků stravy
s n-3 mastnými kyselinami**

Diplomová práce

Bc. Alice Staveníková

Výživa a Potraviny

prof. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Postoj veřejnosti k alternativním formám doplňků stravy s n-3 mastnými kyselinami" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za trpělivost, vlídný přístup, podporu a cenné rady při vedení mé diplomové práce. Dále děkuji společnosti mcePharma s.r.o., která pro senzorickou analýzu poskytla několik druhů vzorků doplňků stravy s n-3 nenasycenými mastnými kyselinami.

Postoj veřejnosti k alternativním formám doplňků stravy s n-3 mastnými kyselinami

Souhrn

Teoretická část diplomové práce je zaměřena na literární rešerši nejrůznějších forem doplňků stravy obsahující výše zmíněné struktury, ať už se jedná o formy základní nebo alternativní novodobé. Také je zde pojednáváno o současných trendech a výzkumech z této oblasti.

Experimentální část obsahuje dva oddíly, kterými jsou dotazníkové šetření a sensorická analýza vzorků. Tyto dvě části jsou navzájem nezávislé. Primární zaměření dotazníků bylo oslovit co nejširší škálu věkových kategorií, ale zejména ty se zhoršeným příjmem velkých kapslí, do kterých patří například malé děti nebo senioři. Dotazníky byly distribuovány online i offline formou. Sensorické analýzy se účastnili pouze proškolení hodnotitelé. Cílem bylo zjistit, jak se veřejnost staví k různým formám doplňků stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny a která forma je pro ně ta nejpříznivější na základě několika aspektů (vůně, forma podání, chuť atd).

Z dotazníkového i sensorického šetření se dospělo ke shodnému závěru, že veřejnost se nejpřívětivěji staví k formě olejové kapsle, která je v dnešní době asi nejrozšířenější, naopak má veřejnost skeptický postoj k tekuté formě (rybí tuk). Předpoklad, že veřejnost bude lépe přijímat doplňky stravy s lepší chutí a pohodlnější formou podání byl splněn, jelikož olejová kapsle byla označena za nejpraktičtější z výběru a nejvhodnější ze všech aspektů sensorického hodnocení. Statisticky průkazné rozdíly při celkovém hodnocení vzorků se objevovaly u oleje, který se významně lišil od kapsle a tablety, zejména z hlediska hodnocení příjemnosti a intenzity vůně vzorků. Dále byly mezi těmito dvěma formami podání nalezeny statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ i u výsledků pořadové preferenční zkoušky sensorického hodnocení.

Záměrem průzkumu bylo také pomoci dostat do povědomí veřejnosti tento typ suplementů a případným uživatelům ukázat, že v současnosti existují i alternativní a inovované formy podání omega-3 suplementů nebo jejich příchutí.

Klíčová slova: omega-3 nenasycené mastné kyseliny, výživa, doplňky stravy, sensorická analýza

Public attitude to alternative forms of food supplements with n-3 fatty acids

Summary

The theoretical part of the thesis is focused on the literature research about various forms of diet containing the structures mentioned above, for example basic or alternative modern forms. Current trends and research in this area are also discussed here.

The experimental part contains two sections, which are a questionnaire survey and sensory analysis. These two parts are independent of each other. The primary focus of the questionnaires was to address the widest possible age group, but especially those who has problems with intake of large capsules, including children or pensioners. The questionnaires were distributed online and offline, and then the answers were processed into results. Sensory analysis was attended only by evaluators who have been trained. The aim was to find out how the public perceive different forms of dietary supplements containing omega-3 fatty acids and which form is for them beneficial from several aspects (smell, form, taste, etc.).

The conclusion from the questionnaire and sensory survey is, that the most favourable form for public is the oil capsule, probably the most widespread form today. On the other hand, the public is most sceptical about the liquid form (fish oil). The assumption that the public would prefer to take food supplements with a better taste and a more convenient form of use was fulfilled, as the oil capsule was marked as the most practical of the choice and suitable in all aspects of sensory evaluation. Overall, the oil showed statistically significant differences in the evaluation of the samples, which differed from the capsule and the tablet, especially in terms of the evaluation of the pleasantness and intensity of the odour. Statistically significant differences were also found between these two forms of supplements (capsules and tablets) in the results of ranking test at the level of significance $\alpha = 0.05$.

The aim of the survey was also to help raise public awareness of this type of supplement, and to show users that there are alternative and innovative forms of use or flavourings of omega-3 supplements.

Keywords: omega-3 unsaturated fatty acids, nutrition, food supplements, sensory analysis

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Mastné kyseliny	10
3.1.1 Nenasycené mastné kyseliny	11
3.1.2 Esenciální mastné kyseliny	12
3.2 Omega-3 nenasycené mastné kyseliny	13
3.2.1 Zástupci	13
3.2.2 Zdroje	15
3.2.3 Výživová doporučení	16
3.2.4 Omega-3 index	17
3.3 Působení omega-3 mastných kyselin na lidský organismus	20
3.3.1 Prevence a prospěšnost	20
3.3.2 Těhotenství a vývoj dítěte	21
3.3.3 Seniorský věk a funkce mozku	22
3.3.4 Onemocnění oběhového systému	24
3.4 Současný stav příjmu omega-3 mastných kyselin ve světě	25
3.4.1 Omega-3 formy doplňků stravy	28
3.4.2 Označování a zdravotní tvrzení	29
3.4.3 Alternativy v případě rostlinného stravování a alergií	30
3.4.4 Vliv pandemické situace C-19, imunita	31
3.5 Postoj veřejnosti k omega-3 mastným kyselinám	33
3.5.1 Spotřeba doplňků stravy s omega-3 ve světě	33
3.5.2 Tolerance a akceptování doplňků stravy s omega-3	35
4 Metodika	37
4.1 Dotazníkové šetření	37
4.1.1 Soubor respondentů	37
4.2 Senzorická analýza	38
4.2.1 Formulář sensorického hodnocení	38
4.2.2 Soubor hodnotitelů	39
4.3 Statistické zpracování výsledků	39
5 Výsledky	40
5.1 Dotazníkové šetření	40
5.1.1 Vnímání a užívání v současnosti	40
5.1.2 Přijatelnost a dávkování	42

5.1.3	Očekávání a preference	43
5.1.4	Zájem o užívání do budoucna	45
5.2	Senzorická analýza	46
5.2.1	Olejevá kapsle	46
5.2.2	Tableta rozpustná v ústech	47
5.2.3	Rybí olej.....	49
5.2.4	Celkové hodnocení a pořadová zkouška.....	50
5.2.5	Vyhodnocení rozdílnosti vzorků	52
6	Diskuze	54
6.1	Dotazníkové šetření.....	54
6.2	Senzorická analýza	55
7	Závěr	56
8	Literatura.....	57
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	64
10	Samostatné přílohy	I
10.1	Příloha I – formulář dotazníkového šetření	I
10.2	Příloha II – formulář sensorického hodnocení	III
10.3	Příloha III – data získaná ze sensorického hodnocení.....	V
10.4	Příloha IV – vstupní data pro vyhodnocení pořadové zkoušky	VI

1 Úvod

Omega-3 nenasycené mastné kyseliny představují důležitý prvek zdravé výživy, jelikož zajišťují správnou funkci mozku, srdce a očí. Přírodným a bohatým zdrojem jsou mořské ryby, které však nejsou v České republice i dalších vnitrozemských státech dostatečně konzumovány. Z toho důvodu jsou omega-3 mastné kyseliny doplňovány ve formě olejových kapslí nebo rybího oleje. Populace přímořských států tedy tento deficit povětšinou nemají.

Diplomová práce pojednává o postoji veřejnosti k těmto konkrétním doplňkům stravy. Doplňky stravy jako takové se v populaci těší velké oblibě, zejména v České republice, jedná se však spíše o tzv. suplementy, které konzumuje zejména mladá generace sportovců v podobě syrovátkových proteinů, spalovačů tuků či vitaminů a minerálních látek. U starších generací a generací v seniorském věku je obliba doplňků stravy již nižší a nepřímo úměrná zvýšené potřebě u těchto věkových kategorií. Do kategorie doplňků stravy se řadí i nenasycené mastné kyseliny, které jsou nedílnou součástí denního energetického příjmu. Důležité jsou jak omega-6 nenasycené mastné kyseliny, tak omega-3 nenasycené mastné kyseliny. Jejich doporučený denní příjem se udává ve stravě poměrově – dle různých zdrojů – 3:1, 4:1 nebo 5:1.

Téma je z pohledu současného stavu velice aktuální a je zajímavé zjišťovat, zdali se v důsledku pandemické situace, která trvá poslední 2 roky, jedná o převrat v pohledu veřejnosti na dodržení správných výživových doporučení a referenčních hodnot jednotlivých živin a mikronutrientů, a tím pádem, zdali se do budoucna změní náhled na doplňky stravy obecně či konkrétně obsahující omega-3 nenasycené mastné kyseliny.

Toto téma je zkoumáno proto, aby bylo zjištěno, zdali je konzumace omega-3 mastných kyselin ve formě doplňků stravy opravdu tak nepříjemná z hlediska sensorických vlastností či finančních důvodů nebo není pro konzumenty důležitá kvůli nedostatečné informovanosti, popřípadě z jiných důvodů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Doplňky stravy ve formě oleje a kapslí jsou veřejnosti dobře známé, nejsou však příliš oblíbené z důvodu velikosti produktu, sensorických vlastností. Předpokladem a zároveň hypotézou tedy je, že veřejnost bude lépe přijímat doplňky stravy s lepší chutí a pohodlnější formou užívání.

Cílem práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na omega-3 nenasycené mastné kyseliny, jejich roli v lidské výživě a na možné formy doplňků stravy s omega-3 nenasycenými mastnými kyselinami.

Součástí práce bylo také dotazníkové šetření zkoumající postoj veřejnosti k novým formám doplňků stravy s omega-3 nenasycenými mastnými kyselinami. Dále práce obsahuje hodnocení tohoto druhu doplňků stravy pomocí sensorické analýzy, která se zabývala chuťovým profilem tří forem podání u produktů (dodány firmou mcePharma s.r.o.) a jejich přijatelností pro hodnotitele, potažmo veřejnost. Dalším případným cílem tedy bylo navrhnout na základě výsledků úpravu produktů, jenž by je činily uživatelsky příjemnějšími.

3 Literární rešerše

3.1 Mastné kyseliny

Lipidy a jejich deriváty jsou jedny ze základních složek ve výživě člověka. Řadí se mezi nejbohatší zdroje energie (37kJ/g) a fungují v těle jako její zásobárna. Jsou důležité pro správnou funkci celého organismu, jako je např. stavba kostí, ochrana orgánů nebo syntéza vitaminů a hormonů. V organismu jsou důležité i tím, že jsou nositeli významných ochranných látek, jako jsou esenciální mastné kyseliny, steroly nebo vitaminy a antioxidanty rozpustné v tucích. Dále hrají významnou roli v sensorické oblasti výživy, protože dodávají pokrmům plnou chuť. V jídelníčku by měly tuky zastupovat 25-35 % denního energetického příjmu. Suroviny, z nichž lze získat lipidy jsou živočišné tuky a oleje (mléčný tuk, sádlo, lůj, rybí olej) nebo rostlinné tuky a oleje (olejiny, rostlinná másla) (Pánek 2002; Dostálová 2011; Fourová 2020).

Důležitými složkami lipidů z hlediska výživy jsou právě mastné kyseliny (FA), které jsou mnohdy považovány za jejich základní stavební kameny. Též dodávají a ukládají energii, fungují jako mediátory a hormony nebo mohou sloužit jako membránová kotva. V organické chemii tento pojem představuje karboxylové kyseliny s alifatickým řetězcem. (Koolman & Röhm 2012; Velíšek 2014) Lipidy vyskytující se v přírodě a potažmo v potravě, mohou obsahovat nespočet druhů mastných kyselin. Ty se mohou dělit například dle délky jejich řetězce (viz tabulka 1) nebo dle stupně jejich nasycení (tj. obsahu dvojných vazeb) na nasycené (SFA) a nenasycené (UFA). Nasycené mastné kyseliny řadíme mezi neesenciální mastné kyseliny, tělo si je dokáže syntetizovat, a proto nejsou nezbytnou ani přínosnou součástí výživy, zejména druhy s dlouhým řetězcem mají z velké části negativní vliv na zvyšování cholesterolu v krvi. Nenasycené mastné kyseliny se dále dělí na monoenoové (MUFA) a polyenoové (PUFA). Do druhé zmíněné podskupiny se řadí i tzv. esenciální mastné kyseliny (EFA) v zastoupení omega-3 a omega-6 mastných kyselin, které je potřeba získávat pravidelně ze stravy (Dostálová 2011; Koolman & Röhm 2012; Velíšek 2014).

Tabulka 1: Příklady mastných kyselin dle délky řetězce (Koolman & Röhm 2012)

Název kyseliny	Druh	Počet C : počet dvojných vazeb	Délka řetězce
butanová	SFA	4:0	krátký
kaprylová	SFA	8:0	středně dlouhý
palmitová	SFA	16:0	dlouhý
stearová	SFA	18:0	dlouhý
olejová	n-9 MUFA	18:1	dlouhý
linolová	n-6 PUFA	18:2	dlouhý
linolenová	n-3 PUFA	18:3	dlouhý
arachidová	SFA	20:0	velmi dlouhý
arachidonová	n-6 PUFA	20:4	velmi dlouhý

Poslední skupinou jsou trans-mastné nenasycené kyseliny (TFA), které se od ostatních odlišují nejen svou trans-konfigurací, ale i prokazatelným negativním vlivem na zdravotní stav člověka. Tato negativa se mohou projevit na složení lipidů krevního séra (zvýšení LDL cholesterolu), rozvoji kardiovaskulárních a nádorových onemocnění nebo obezity. Protože se nedostatečně v těle metabolizují (TFA→SFA), jejich zastoupení v energetickém příjmu by nemělo překročit 1 % (tj. 2,5 g) denně (Pánek 2002; Fourová 2020). Tabulka 2 ukazuje, jakým způsobem jsou jednotlivé druhy mastných kyselin zastoupeny v různých typech živočišných a rostlinných tuků. Procentuální hodnoty obsahu mastných kyselin a barevné rámování naznačuje, které skupiny pokrmů jsou pro pravidelnou konzumaci vhodné (zelená), neutrální (žlutá) a méně vhodné až nevhodné (červená).

Tabulka 2: Procentuální obsah jednotlivých mastných kyselin v jedlých tucích a olejích [%]
(Pánek 2002; Velíšek & Hajšlová 2009)

Tuk / olej	SFA	MUFA	PUFA
mléčný tuk	53-72	26-42	2-6
hovězí tuk	47-86	40-60	1-5
vepřové sádlo	25-70	37-68	4-18
máslo	62	35	3
margarín	20-25	20-40	30-50
olej z jater tresky	14-25	35-68	20-45
olej ze sledě	17-29	36-77	10-24
kokosový tuk	88-94	5-9	1-2
palmojádrový tuk	75-86	12-20	2-4
kakaové máslo	58-65	33-36	2-4
slunečnicový olej	9-17	13-41	42-74
olivový olej	8-26	54-87	4-22
řepkový olej	5-10	52-76	22-40
sójový olej	14-20	18-26	55-68

3.1.1 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny (zejména polyenové) jsou pro tělo prospěšné, a proto je důležité zařazovat je do jídelníčku na rozdíl od nasycených, jejichž příjem bychom měli naopak zmírnit. Pokud definujeme nenasycené mastné kyseliny, lze tvrdit, že se jedná převážně o tuky rostlinného původu, získávané ze zdrojů jako jsou olejniny, ořechy, semena nebo avokádo. Výjimkou jsou zde pouze oleje z tučných ryb a obecně rybí tuk, který patří ke zdrojům živočišným (Společnost pro výživu 2012; Fourová 2020).

Dle Koolmana a Röhma (2012) také může ve velice omezené míře nastat, že nasycenou mastnou kyselinu organismus přemění na nenasycenou, jako je tomu například u přeměny stearové kyseliny na olejovou. Omega-9 MUFA se řadí mezi neesenciální formy a organismus si je tudíž dokáže syntetizovat sám. Spolu s dalšími zástupci nenasycených mastných kyselin a jejich zdroji je olejová kyselina zanesena do tabulky 3.

Tabulka 3: Seznam zástupců nenasycených mastných kyselin (Pánek 2002; Velíšek 2014; Edelstein 2018)

Triviální název	Systematický název	Druh	Zdroje
α -linolenová (ALA)	Cis, cis, cis-9,12,15- oktadekatrienová	n-3	olivový, řepkový, lněný, sójový olej
Timnodonová (EPA)	All-cis-5,8,11,14,17- eikosapentaenová	n-3	vaječný žloutek, rybí tuk
Cervonová (DHA)	All-cis-4,7,10,13,16,19- dokosahexaenová	n-3	vaječný žloutek, rybí tuk
Klupanodová (DPA)	All-cis-7,10,13,16,19- dokosapentaenová	n-3	rybí oleje
Linolová (LA)	Cis, cis- oktadeca -9,12- dienová	n-6	rostlinné oleje
γ -linolenová (GLA)	Cis, cis, cis-6,9,12- oktadekatrienová	n-6	brutnákový, pupalkový olej
Arachidonová (AA)	Cis, cis, cis-5,8,11,14- eikosatetraenová	n-6	řasy, svalový tuk,
Olejová	Cis-oktadec-9-enová	n-9	olivový olej

3.1.2 Esenciální mastné kyseliny

Esenciální mastné kyseliny (EFA), stejně jako vitaminy rozpustné v tucích, nedokáže lidské tělo plně syntetizovat, a tak jsou nepostradatelnou součástí výživy. Jak již bylo naznačeno v první kapitole, mezi esenciálních mastné kyseliny řadíme skupinu omega-3 a omega-6, konkrétně α -linolenovou a linolovou kyselinu. V organismu se pak dokáží pomocí enzymové dehydrogenace částečně syntetizovat na dokosahexaenovou (DHA), eikosapentaenovou (EPA) nebo arachidonovou kyselinu (AA), potřebnou pro výrobu fyziologicky významných metabolitů, tzv. eikosanoidů. Právě proto, že je AA primárním prekurzorem eikosanoidů, je považována za nejdůležitější omega-6 mastnou kyselinu. Různými zdroji je nazývána semi-esenciální, jelikož není zcela nezbytnou součástí výživy (Pánek 2002; Ackman 2008; Koolman & Röhm 2012; Edelstein 2018).

Úlohou EFA v organismu je například tvorba buněčných a intracelulárních membrán, reprodukce organismu, stavba nervových tkání, zvyšování rozpustnosti lipoproteinů krevní plazmy (pokles LDL cholesterolu) a syntéza eikosanoidů. Nedostatek EFA může způsobit dermatologické problémy (např. ekzémy, šupinatění pokožky), infekce, poruchy reprodukčních orgánů nebo nedostatečnou syntézu již zmíněných eikosanoidů (Pánek 2002; Ledvina et al. 2009; Koolman & Röhm 2012).

Koolman & Röhm (2012) definují eikosanoidy jako autokrinně a parakrinně působící signální látky odvozené od mastných kyselin s velmi dlouhým řetězcem (LCPUFA), název je z řeckého *eikosi*, tzn. 20. Působí na buňky pomocí membránových receptorů a mohou tak ovlivňovat celou řadu pochodů, například kontrakci a relaxaci hladkého svalstva, peristaltiku žaludku a střev, stahy svalů dělohy, krevní tlak nebo dýchací ústrojí. Pro jejich tvorbu jsou

důležité především dvě LCPUFA o délce C20: eikosapentaenová (n-3) a arachidonová (n-6), které jsou důležitou součástí fosfolipidů buněčných membrán. Další nezbytnou součástí vzniku jsou jejich vzájemné reakce, z nichž hlavní je desaturace. Vznik a množství jednotlivých eikosanoidů je však stále velmi individuální díky jedinečnosti metabolismu každého organismu (Wilhem 2013).

Dělí se do dvou skupin dle charakteru působení:

1. Prostanoidy
 - a. prostaglandiny
 - b. tromboxany
 - c. prostacykliny
2. Leukotrieny

Prostaglandiny mají největší pole působnosti, zejména dokážou v žaludku inhibovat sekreci HCl tím, že podporují tvorbu ochranného hlenu žaludeční sliznice. Částečně také ovlivňují kostní metabolismus a činnost sympatického nervového systému, důležité jsou i v imunitním systému při bolestivých a zánětlivých reakcích. Prostacykliny jsou svými účinky podobné prostaglandinům, navíc působí proti srážení krve. Na rozdíl od nich tromboxany, nacházející se dle názvu v trombocytech, zajišťují vyšší shluk trombů a tím lepší srážlivost krve. Skupina leukotrienů má celkový vliv na alergické reakce a zvyšování tělesné teploty (leukotaxe) (Pánek 2002; Murray 2012).

Pro své celkové účinky jsou eikosanoidy často využívány jako farmaka v oblasti angiologie, gynekologie a porodnictví, gastrointestinálního traktu či chronicky zánětlivých onemocnění. Jejich přesné mechanismy účinku jsou však stále cílem výzkumu (Ledvina et al. 2009).

3.2 Omega-3 nenasycené mastné kyseliny

Další kapitoly práce se již budou zaměřovat pouze na tuto podskupinu mastných kyselin. Z hlediska výživy jsou pro organismus velmi důležité a zároveň nedostatečně přijímané v potravě. Podrobněji si uvedeme jejich hlavní zástupce, zdroje nebo vlastnosti a účinky na zdraví.

3.2.1 Zástupci

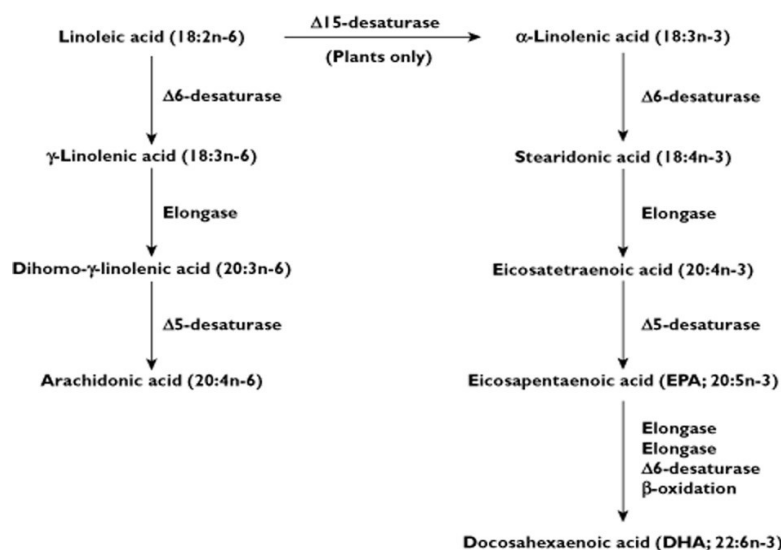
Za nejzákladnější PUFA z řad n-3 je považována α -linolenová kyselina (ALA). Je tvořena 18 uhlíky s 3 dvojnými vazbami. Dokáže se syntetizovat z n-6 linolové kyseliny (LA) desaturací, katalyzovanou enzymem nazývaným delta-15 desaturáza. Organismus člověka (i zvířat) však tento enzym postrádá, a tak narozdíl od organismu rostlin ALA nedokáže syntetizovat (Murray 2012; Calder 2013).

Dalším zástupcem je eikosapentaenová kyselina (EPA) nazývána též timnodonová. Skládá se z 20 uhlíků a obsahuje 5 dvojných vazeb. Třetím důležitým zástupcem je dokosahexaenová kyselina (DHA) respektive cervonová. Obsahuje 22 uhlíků a 6 dvojných vazeb. EPA se spolu s DHA řadí na základě délky řetězce k LCPUFA a také do skupiny semi-

esenciálních mastných kyselin, protože jejich syntéza je v organismu závislá na reakci s již zmíněnou ALA (Murray 2012; Edelstein 2018; Bezpečnost potravin 2019).

Biosyntéza a další vzájemné reakce mezi zástupci n-3PUFA jsou popsány pomocí schématu na obrázku 1. Probíhají zde tři děje:

- LA se kombinací desaturace a elongace přeměňuje na AA
- LA se (pouze v případě organismu rostlin) desaturuje na ALA.
- ALA se kombinací desaturace a elongace přeměňuje na EPA, respektive DHA

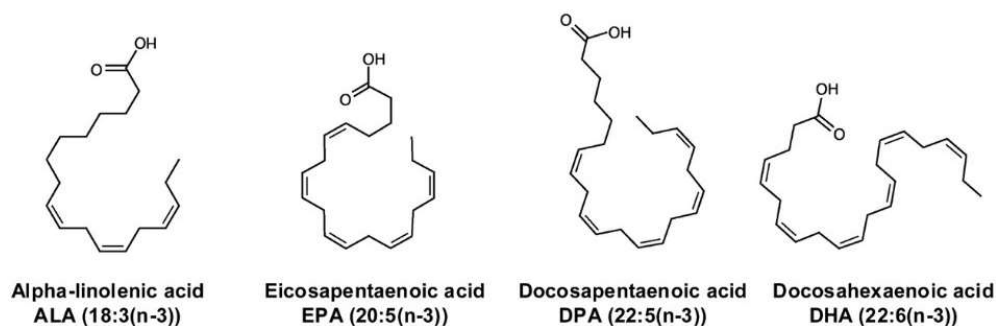


Obrázek 1: Přeměna rostlinných esenciálních n-6 a n-3 PUFA na jejich více nenasycené deriváty AA, EPA a DHA (Calder 2013)

Také je důležité zmínit, že jak n-3, tak n-6 LCPUFA jsou v organismu syntetizovány stejnými enzymy. Pakliže se tedy navyšuje množství LA ve stravě, přeměna ALA na EPA a DHA se přímou úměrou snižuje a naopak. Z tohoto důvodu některá výživová doporučení obsahují také pokyny pro požadovaný poměr n-6/n-3 ve stravě. Zatímco podíl ALA přeměněné na n-3 LCPUFA není ovlivněn tímto dietním poměrem, množství vytvořených n-3 LCPUFA závisí na množství zkonsumované ALA (Van Dael 2021).

Posledním zástupcem, kterého je třeba si uvést, je dokosapentaenová kyselina (DPA), jejíž účinky jsou oproti ostatním LCPUFA zatím zmiňovány méně. Je známá také pod názvem klupanodová kyselina a jedná se o meziproduct EPA a DHA, který obsahuje stejně jako DHA 22 uhlíků. Současné studie však stále více prokazují její důležitost, např. se ukazuje, že DPA se velmi podílí na zlepšení markerů rizika kardiovaskulárních a metabolických onemocnění (parametry plazmatických lipidů, agregace krevních destiček, citlivost na inzulín) a také by mohla mít dobrý vliv na vývoj od raného věku až po stáří jako neuro-protektivní preventivní prvek, protože se jedná o druhou nejhojnější n-3 LCPUFA v mozku po DHA (Drouin 2019).

Všechny výše zmíněné zástupce – ALA, EPA, DHA a DPA – znázorňuje obrázek 2 v podobě chemicky popsaného vzorce.



Obrázek 2: Chemická struktura zástupců n-3 PUFA (Mozaffarian & Wu 2012)

3.2.2 Zdroje

Dle FAO (2010) jsou nejdůležitějšími zástupci n-3 PUFA v lidské výživě již zmiňované EPA a DHA. Jejich hlavní zdroje jsou mořského původu, najdeme je tedy v rybách, ale i v řasách či korýších (krill). Z mořských ryb to je např. makrela, losos, tuňák, sled' a platýs nebo sardinky. Dále mohou být zdrojem i sladkovodní druhy např. pstruh nebo okoun. V menším množství se mohou také objevit ve vejcích, mléce nebo mase. Rostlinným zdrojem může být řepkový a olivový olej, také konopná a chia semínka nebo vlašské a pekanové ořechy. Zdroje ALA jsou převážně rostlinného původu, jako je lněné semínko, sezam a oleje z nich, listová zelenina nebo také vlašské ořechy. (Covington 2004; Ackman 2008)

Příklady nejvyššího zastoupení rostlinných zdrojů obsahujících ALA (g/100 g potravin) a nejvyššího zastoupení živočišných zdrojů obsahujících EPA a DHA (g/100 g potravin) zobrazují tabulky 4 a 5 (Ruprich et al. 2021).

Tabulka 4: Rostlinné zdroje obsahující nejvíce ALA na 100 g potravin

Zdroj	ALA [g]	Zdroj	ALA [g]
lněný olej	53	lněná semínka	23
řepkový olej	9	chia semínka	18
sójový olej	7	vlašské ořechy	9
olivový olej	1	konopná semínka	9

Tabulka 5: Živočišné zdroje obsahující nejvíce EPA a DHA na 100 g potravin

Zdroj	EPA+DHA [g]	Zdroj	EPA+DHA [g]
rybí tuk, tresčí játra	18	losos divoký	2
makrela	2	tuňák/sardinky	1
losos domácí	2	pstruh	1
sled'	2	krevety	0,5

Salem & Eggersdorfer (2015) tvrdí, že zdroje rybího a rostlinného oleje nebudou do budoucna pravděpodobně dostačující pro pokrytí celosvětových potřeb (na základě hodnot dietetických doporučení). Nadějí pro zvýšenou poptávku do budoucna by však mohly být alternativní produkty, které jsou již v současnosti dostupné na trhu. Například rybí oleje

a produkty obsahující poměr EPA a DHA 60:40 nebo geneticky modifikované rostliny produkující EPA a DHA (např. sója a další olejniny). Dostupné jsou také oleje z řas a jednobuněčných zdrojů LCPUFA, které obsahují celé spektrum zástupců: EPA, DHA i ALA (Ackman 2008).

3.2.3 Výživová doporučení

Tuky by měly tvořit přibližně jednu třetinu celkového denního energetického příjmu. Pro zdravého dospělého jedince by se tato hodnota měla pohybovat v rozmezí 30-35 %. Příjem se skládá z dílčích hodnot mastných kyselin, které jsou podrobněji popsány v tabulce 6 (FAO 2010; Referenční hodnoty pro příjem živin 2011).

Tabulka 6: Procentuální složení celkového denního energetického příjmu jednotlivých mastných kyselin (Referenční hodnoty pro příjem živin 2011)

	SFA	MUFA	PUFA	TFA
[%]	≤ 10	10-15	10	≤ 1

Hodnota doporučeného denního příjmu celkových tuků se může lišit dle věkové kategorie. Například u kojenců je hranice posunuta ke 40-60 % jelikož v období vývoje cca do 6 měsíců věku hraje tato živina velkou roli. Do 2 let věku hodnota klesá ke 40 % a poté už by měla být v normě, tedy 30-35 %. Senioři nad 70 let by naopak svůj denní příjem měli snížit nejlépe pod hranici 30 % (Referenční hodnoty pro příjem živin 2011).

Součástí 75. výročí existence Společnosti pro výživu bylo obnovení tzv. „šťastné třináctky“ která obsahuje 13 obecných výživových doporučení pro obyvatelstvo České republiky a poprvé byla publikována v roce 2005. Nyní je zaměřená více individuálně a je tedy rozdělena do tří kategorií: děti, dospělí a lidé starší 70 let Kromě obecných rad obsahuje dokument i několik doporučení týkajících se tuků (Společnost pro výživu 2021).

- Jemné rybí maso zařazujte postupně do jídelníčku od šestého měsíce věku.“
- „Od předškolního a školního věku omezujte potraviny s větším množstvím živočišných tuků.
- „„Preferujte příjem tuků rostlinných a nízkým obsahem nasycených mastných kyselin.“
- „Zařazujte ryby a rybí výrobky alespoň 2x týdně.“

Během života se hodnoty příjmu celkových n-3 PUFA zásadně nemění a pro všechny věkové skupiny platí doporučení 0,5-2 % denně. Výjimka platí pouze pro těhotné a kojící ženy, u kterých SPV klade důraz na příjem DHA, která má vliv na vývoj plodu. Průměrný denní příjem této kyseliny by měl samostatně činit 100-200 mg (EFSA 2010; Referenční hodnoty pro příjem živin 2011).

Přestože se ALA v lidském organismu umí přeměnit na EPA a DHA, syntéza je velmi limitovaná, dle Chiu et al. (2008) se dokáže konvertovat maximálně 2-10 % ALA. Mezinárodní orgány pro výživovou politiku, jako je WHO nebo EFSA (2010), se proto dlouhodobě shodují

na denním doporučení 200-400 mg pro ALA a 250-500 mg pro EPA/DHA pro zdravého jedince (tzn. 1-2 porce ryb týdně). Takto stanovené hodnoty by měly zajistit prevenci proti onemocnění oběhového systému apod. V případě sekundární prevence se doporučuje denně 1 g EPA+DHA. Při revmatoidní artritidě je to až 3000 mg denně a pro snížení zvýšených dávek triacylglycerolů (TG) jsou doporučeny 2000-4000 mg denně (Covington 2004; Salem & Eggersdorfer 2015; Bezpečnost potravin 2019).

Pokud by mělo docházet k nadlimitnímu příjmu n-3 LCPUFA, který byl dle FDA (2005) stanoven na 3000 mg/den (tzv. „bezpečná dávka“) mohly by nastat nežádoucí následky, které mají vliv na zdraví zejména pak u diabetiků, osob s diagnózou trombocytopenie nebo hyperlipidémie. Takto vysokého příjmu lze však docílit jen záměrným nadužíváním doplňků stravy, potravou je to prakticky nemožné. Naopak EFSA (2012) předložila vědecké stanovisko, že vyšší příjem n-3 LCPUFA (EPA, DHA, DPA) by neměl zásadně ovlivňovat zdravotní stav nebo mít nežádoucí účinky na organismus člověka. Bylo tak učiněno panelem pro dietetické produkty, výživu a alergie na základě žádosti Evropské komise, která měla obavy z potencionálních rizik vyšších dávek. Hodnota tzv. tolerable upper intake level (UL) stále nebyla přesně stanovena, protože existující údaje zatím nejsou dostatečné. Nezdá se ale, že by dlouhodobý doplňkový příjem až do cca 5000 mg/den nějakým způsobem ohrožoval zdraví (za předpokladu oxidační stability LCPUFA). Výsledky studie ukazují, že doplňkový příjem 1800 mg/den EPA a 1000 mg/den DHA by neměl představovat nebezpečí pro dospělé konzumenty.

FDA (2020) přesto stále na základě důkazů významně doporučuje nepřekračovat příjem z potravy 3000 mg EPA+DHA v kombinaci se suplementací 2000 mg EPA+DHA denně. Pozorovaný příjem z potravin a doplňků stravy v populacích EU je však obecně výrazně nižší, než 5000 mg/den. Dle statistik dospělí Evropané přijmou v potravě průměrně 400-500 mg/den a děti cca 300 mg/den n-3 LCPUFA. U spotřebitelů s nejvyšším příjmem mohou hladiny dosahovat na 2 700 mg/den u dospělých a 1 700 mg/den u dětí (EFSA 2012).

Z kapitoly 3.1.2. o EFA víme, že jejich nedostatek má za následek zánětlivá onemocnění kůže apod. zapříčiněná poklesem plazmatické a tkáňové koncentrace DHA. Přesná hraniční hodnota, při které k tomu může docházet, není přesně stanovena, ale takto závažné klinické příznaky nedostatku se obvykle objevují pouze u pacientů, kteří dostávají enterální a parenterální výživu bez složky PUFA. Takto tomu bylo však v 70. a 80. letech 20. století, nyní jsou při podávání náhradní výživy vždy zachovány adekvátní hladiny PUFA. Dalo by se tedy říct, že na úroveň předávkování či naopak významného nedostatku n-3 PUFA se průměrně stravující zdravý jedinec dostane jen velmi těžko (Institute of medicine 2002).

3.2.4 Omega-3 index

Omega-3 index (O3I) objektivně stanovuje krevní hladinu EPA a DHA v organismu. Pro zjištění hodnot, které vypovídají o nutričním a zdravotním stavu jedince, by mělo stačit pár kapek krve odebraných z prstu. Hladiny n-3 v krvi by měly být pravidelně testovány, aby bylo možné udržovat dostatečnou úroveň nebo posoudit potřebu suplementace (Ruprich et al. 2021).

Za navržením této standardizované metody stojí Harris & von Schacky (2004), do té doby v celosvětovém měřítku neexistovala standardizovaná metoda kvantifikace mastných kyselin v krevní plazmě. V jejich studii byl O3I poprvé využit jako biomarker rizika úmrtnosti na ischemickou chorobu srdeční (IČS) a navržen tak na případné další využití v klinické praxi (onemocnění kardiovaskulárních a jiných orgánových soustav). Původní popis O3I je součet vybraných n-3 PUFA vůči všem ostatním MK. Jedná se tedy o poměr sumy EPA + DHA (potažmo i DPA) ku celému spektru významných mastných kyselin nacházejících se v buněčných membránách erytrocytů (Micha et al. 2014; Ruprich et al 2021)

Na obrázku 3 můžeme vidět, že hraniční hodnoty O3I jsou rozdělené do tří stupňů:

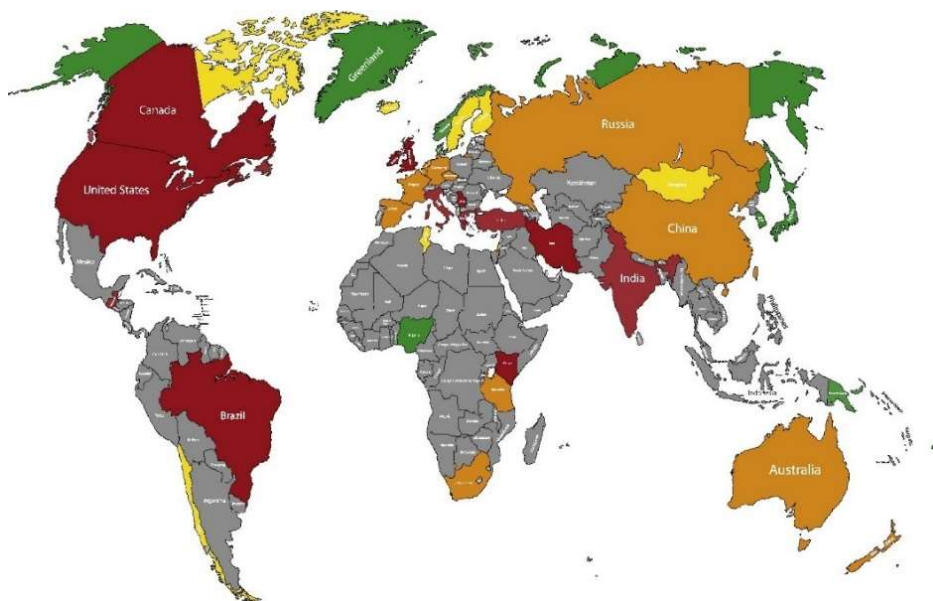
- <4 %nežádoucí velmi nízké hodnoty
- 4-8 %.....průměrné hodnoty
- 8-12 %.....vysoké žádoucí hodnoty



Obrázek 3: Stupnice omega-3 indexu (Micha et al. 2014)

Stark et al. (2016) shromáždili 298 studií uvádějící hodnoty těchto krevních hladin u dospělých zdravých jedinců v období 1980 až 2014 dohromady v 54 oblastech. Jeho cílem bylo vytvořit světovou mapu identifikující tyto hodnoty a jejich rozdíly v jednotlivých regionech. Jelikož některé starší studie neměly data hladin erytrocytů, plazmatických lipidů a fosfolipidů, celkových lipidů v plazmě ve standardizované podobě, bylo potřeba všechny údaje převést na relativní hmotnostní procenta (hm.%) celkových mastných kyselin.

Na obrázku 4 jsou barevně vyznačené oblasti světa dle hodnoty zjištěných hladin O3I v krvi: červená – velmi nízká (<4 %), oranžová – nízká (4-6 %), žlutá – průměrná (6-8 %), zelená – vysoká (>8 %). Šedá barva vyznačuje oblasti s nízkými nebo žádnými údaji o datech.



Obrázek 4: Globální krevní hladiny (O3I) EPA + DHA (Stark et al. 2016)

Vysoký O3I vyšel v oblastech Skandinávie (Dánsko, Norsko, Grónsko) nebo japonského pobřeží (Japonsko, Jižní Korea) a dále v oblastech zatím neovlivněných průmyslově zpracovanou stravou – tzv. západním vzorem stravování (Aljaška, severní Rusko, Papua Nová Guinea nebo Nigérie). Naopak velmi nízká hladina byla vyzorována na obou amerických kontinentech nebo v oblastech středního východu, jižní Asie a Afriky. Střední až nízká hladina byla odhalena ve většině světa, včetně České republiky, pravděpodobnost takových hodnot je dána zejména špatnými stravovacími návyky. Zde hrozí vyšší riziko chronických onemocnění (Stark et al. 2016).

Nerandomizovaná Intervenční studie SZÚ, která byla provedena na přelomu roku 2019 a 2020 chtěla zacílit na změnu v obsahu a poměru mastných kyselin v kapilární krvi – alespoň na hodnotu $O3I \geq 8\%$ u zdravých jedinců z hlediska primární prevence. Cílem bylo upozornit na průběžná data, která SZÚ sbírá od roku 2019, ukazující, že česká populace nemá optimální zastoupení n-3 PUFA v krvi a tím pádem má hodnoty O3I průměrné až nízké. Tyto výsledky korelují s nízkou spotřebou ryb a také s KVO, která jsou v ČR na čelních pozicích úmrtnosti.

Po dobu 4 měsíců (poté přerušeno pandemií) bylo sledováno 28 účastníků ve věku 18+, kteří měli denně zkonsumovat 10 ml rybího oleje z tresčích jater s citronovou příchutí při dávkování 5 až 7krát týdně. Olej obsahoval 800 mg EPA, 1200 mg DHA a také vitaminy A, D, E. Průměrná počáteční hodnota O3I u respondentů byla 5,2 %, z nichž hodnotu O3I nad 8 % mělo pouze 7 %. Výsledná průměrná hodnota O3I činila po 4 měsících suplementace 9,2 % a hodnotu O3I nad 8 % mělo až 80 % účastníků (Ruprich et al. 2021).

American Heart Association (AHA) tvrdí, že všichni dospělí jedinci by pravidelnou konzumací n-3 PUFA měli dosáhnout nejlépe na 500-1000 mg EPA + DHA za den – v závislosti na riziku ICHS (Kris-Etherton 2002). Prozatím je známo, že skutečný obsah n-3 LCPUFA získaný z konzumace ryb nelze přesně definovat. Data průměrných hodnot se mohou výrazně lišit v závislosti na různých faktorech. Ovlivňovat je může sezóna rybolovu, zpracování po ulovení, nebo samotný organismus. I kdyby byl příjem přesně znám, každý metabolismus je jedinečný,

a to jak v trávení, vstřebávání a distribuci živin, tak v buněčné obměně. Stejně tak je tomu u syntézy ALA na EPA a DHA, proto vše výše zmíněné může ovlivňovat hladiny LCPUFA v tkáních individuálně. Z tohoto pohledu může být zjišťování úrovně O3I prospěšné (Harris & von Schacky 2004).

3.3 Působení omega-3 mastných kyselin na lidský organismus

Je známo, že lidstvo se vyvíjelo na stravě n-6 a n-3 EFA s poměrem 1:1. Nyní tento poměr ve stravě sahá k 15:1 až 16,7:1. Trpíme tedy nedostatkem n-3 a nadbytkem n-6 FA. Velmi vysoký poměr n-6/n-3 (nadměrné množství n-6 PUFA) ve stravě podporuje patogenezi mnoha autoimunitních i jiných onemocnění a může mít prozánětlivé a protrombotické účinky. Naopak nízký poměr n-6/n-3 (vyšší hladiny n-3 PUFA) ve stravě mají na tato onemocnění supresivní účinky (Simopoulos 2002; Covington 2004).

V sekundární prevenci kardiovaskulárních onemocnění byl poměr 4:1 přisuzován 70% poklesu celkové mortality. Poměr 2,5:1 prokazatelně snižuje proliferaci rektálních buněk u pacientů s kolorektálním karcinomem, kdežto poměr 4:1 se stejným množstvím n-3 PUFA neměl u stejné diagnózy účinky skoro žádné. Nižší poměr n-6/n-3 u žen s rakovinou prsu potvrdil snížení rizika. Dalším příkladem může být příznivý účinek na pacienty s astmatem u poměru 5:1, naopak při 10:1 již nastávaly nepříznivé účinky. Tato fakta naznačují, že optimální poměr se může lišit dle dané diagnózy akutního či chronického onemocnění a tím pádem i terapeutická dávka n-3 PUFA bude záviset na stupni závažnosti onemocnění vyplývajícího z genetické predispozice (Simopoulos 2002). Důležitou skutečností ale zůstává, že nižší poměr n-6/n-3 mastných kyselin je více žádoucí pro snížení jakéhokoliv rizika, ať už se jedná o prevenci, terapii nebo alespoň zmírnění projevů fyzických či psychických stavů. Jediné, na co je třeba si dát pozor, zejména při suplementaci vyšších dávek, jsou možné vedlejší účinky, jako nepříjemná chuť, zápach z úst, pálení žáhy, nevolnost, gastrointestinální potíže nebo bolest hlavy. Objevují se však spíše výjimečně, zejména v kombinaci s onemocněním intestinálního traktu (Crohnova choroba, aj.) (Mozaffarian & Wu 2012).

Při užívání doplňků stravy s n-3 PUFA je důležité dbát i na jejich případnou interakci s léky. Pozor by si měli dát jedinci, užívající antikoagulantia (Warfarin apod.), v kombinaci s těmito léky mohou totiž rybí olej a další podobné produkty ve vyšších dávkách (≥ 3000 mg denně) ovlivňovat srážení krve. Přehledové studie však naznačují, že by se nemělo jednat o klinicky významnou kontraindikaci, je ale určitě potřeba pravidelný lékařský dozor (Wachira et al. 2014).

3.3.1 Prevence a prospěšnost

Dle WHO bylo v roce 2019 nejčastější příčinou úmrtí ICHS a na druhém místě mrtvice. N-3 PUFA jsou jednou z možností, jak tuto skutečnost postupně do budoucna snížit. V posledních letech jsou totiž spojovány jejich prospěšné účinky zejména s KVO, aterosklerózou nebo DM II. typu. Dále jsou předmětem výzkumu zánětlivá onemocnění (revmatoidní artritida, astma, Crohnova choroba i ulcerózní kolitida) a v jisté míře i onkologická onemocnění (inhibice

raných stádií onkologické transformace buňky) nebo neurodegenerativní onemocnění (Alzheimerova, Parkinsonova či Huntingtonova choroba). Výjimkou nejsou ani psychická onemocnění, jako deprese, úzkosti, či dokonce schizofrenie. Uplatnění nacházejí i v ovlivňování endoteliálních funkcí, metabolismu lipidů, srážlivosti krve, krevního tlaku a dalších pochodů v těle. Pozitivní vliv mají i na kůži, zrakový systém, kognitivní funkce a celkovou imunitu (Covington 2004; Wilhem 2013). Pár základních účinků je zaneseno do tabulky 7.

Tabulka 7: Základní účinky EPA a DHA (Ruprich et al. 2021)

EPA	DHA
protizánětlivá	neurologický vývoj
antikoagulační	kognitivní vývoj
snižuje hladiny plazmatických TG	optický systém (čočka, sítnice)
tlumí příznaky menopauzy	tlumí neurodegenerativní příznaky

3.3.2 Těhotenství a vývoj dítěte

EPA i DHA hrají velkou roli od prenatální výživy plodu až po vývoj v dětském věku. V této fázi života je důležitější DHA, protože dohlíží na správnou funkci buněčné membrány. Vyvíjející se mozek syntetizuje velké množství DHA, a to jak prenatálně, tak i postnatálně, zejména během prvních 2 let života a akumulace DHA se s gestačním věkem zvyšuje. Nejprve ji dítě přijímá skrze placentu, později v mateřském mléce, a nakonec individuálně potravou. Evropská komise (2015) schválila zdravotní tvrzení, že příjem n-3 LCPUFA během těhotenství a kojení může mít příznivý vliv na správný vývoj mozku a sítnice plodu. Je doporučeno dodávat dětem do 1 roku alespoň 100 mg DHA denně (Wilhem 2013; Van Dael 2021).

FDA (2021) společně s EPA (Environmental Protection Agency) vydala v minulém roce, na základě výživových doporučení pro Američany soubor rad, týkající se konzumace ryb pro těhotné a kojící a také pro děti do 11 let. Kromě obecných doporučení obsahuje dokument tabulku rozdělenou dle obsahu rtuti a odstupňovanou dle vhodnosti ke konzumaci u více než 60 různých druhů mořských plodů.

Krauss-Etschmann et al. (2008) se snažil přijít na to, jestli suplementace n-3 LCPUFA dokáže pozměnit imunitní odpovědi potomka a například jej chránit před případnými alergiemi. 311 ženám byl podáván každý den během těhotenství rybí olej (500 mg DHA a 150 mg EPA). Z odebrané pupečnickové krve a krve matky se dospělo k závěru, že suplementace rybím olejem v těhotenství (případně pokračující v době kojení) byla spojena se sníženou hladinou tělesných buněk (cytokinů) souvisejících se zánětem a imunitní odpovědí.

Judge et al. (2007) se ve své studii zaměřili i na kognitivní vývoj kojenců během 1. roku života při matčině předchozí suplementaci DHA. Ženy konzumovaly funkční potravinu obsahující DHA (300 mg 5x týdně) od 24. týdne těhotenství až do porodu. Polovina z nich dostávala placebo. Ve věku 9 měsíců byly prováděny kojencům testy na zjišťování kognitivních

a inteligenčních schopností. Lepší výsledky testů měli kojenci, jejichž matka konzumovala DHA v těhotenství než kojenci, jejichž matce bylo podáváno placebo. Výjimkou byly výsledky u testů na zrakově-rozpoznávací paměť, které nebyly mezi skupinami významně rozdílné.

Dunstan et al. (2008) se také věnovali dopadu suplementace na kognitivní vývoj dítěte, konkrétně v prvních 2 až 2,5 letech života. Od 20. týdne těhotenství do porodu byl 98 těhotným ženám podáván rybí tuk obsahující 2200 mg DHA a 1100 mg EPA. Kontrolním placebem byl olivový olej, podáván po stejnou dobu. 72 potomků bylo hodnoceno na základě testů, které kontrolovaly kvocient vývoje, úroveň porozumění při sociální interakci nebo chování (Griffiths Mental Development Scale, Peabody Picture Vocabulary Test, Child Behavior Checklist). Děti ve skupině suplementované rybím tukem dosáhly významně vyššího skóre v testech (zejména u koordinace rukou a očí), než ostatní. Výsledky korelovaly s n-3 PUFA hladinami v erytrocytech z odebrané pupečnickové krve.

Příjem ryb by v období gravidity mohl mít kromě rizika alergenů i riziko kontaminace nebo přítomnosti cizorodých látek, např. methylrtuti nebo dioxinů. Podle recentního doporučení SZÚ má konzumace ryb prokázané pozitivní účinky, které převažují nad potenciálním rizikem. Expozice rtutí je většinou mizivá a ani zvýšení příjmu na 2-3 porcí rybího masa týdně běžnou populaci neohrožuje. Možné omezení se týká samozřejmě gravidních a kojících, žen nebo dětí do 3 let. Tyto skupiny by měly omezit konzumaci ryb s nejvyšším obsahem rtuti (např. štika, candát, sumec, okoun, žralok a mečoun). Je tedy dobré dbát zvýšené opatrnosti při výběru ryb a při tepelném zpracování. Z hlediska prospěšnosti při vývoji plodu jsou ryby dobrým zdrojem nejen PUFA ale i bílkovin, jódu, a fluoru (výjimkou jsou rybí játra, kvůli vyššímu obsahu vitamínu A (Grofová 2010).

Nevrlá & Matějová (2015) se ve své výzkumné práci zajímaly o to, zda jsou těhotné ženy dostatečně informovány o důležitosti n-3 LCPUFA a dbají na jejich příjem. Výzkum zahrnoval 50 žen těhotných v období 2. a 3. trimestru. Ženy byly pomocí dotazníku nabádány k záznamu svého jídelníčku a zodpovězení pár otázek týkajících se n-3 PUFA. 74 % prospělo na výbornou, informace většinou čerpaly z internetu, knih nebo přímo od lékaře. 26 % přijímalo během těhotenství doplňky stravy bohaté na n-3 PUFA ale na základě přiloženého jídelníčku dosáhlo doporučené denní dávky pouze 17 % respondentek. Závěrem bylo konstatováno, že je důležité, aby se těhotné ženy nebály do jídelníčku zařazovat více rybích pokrmů, ale také, že je důležitá jejich celková skladba a energetický příjem (Nevrlá & Matějová 2015).

3.3.3 Seniorský věk a funkce mozku

Přibližně od 6. dekády života se začíná významně zpomalovat metabolismus a je tak potřeba věnovat více než obvykle pozornost nutričnímu stavu, protože dietní příjem a vstřebávání živin klesá s věkem, čímž se zvyšuje riziko podvýživy, nemocnosti a úmrtnosti. Dále se s rostoucím věkem mohou objevit rizikové faktory, jako je vysoký krevní tlak, zvýšené hladiny cukru a tuků v krevní plazmě, opotřebené klouby nebo řídnoucí kosti. Okolo 7. dekády života může navíc docházet ke snižování funkcí některých orgánů. Proces stárnutí je však velmi individuální stav, tudíž se jeho projevy a doba nástupu u každého jednotlivce může lišit (Čeledová & Čevela 2017).

Fyziologický průběh stárnutí může být tedy ohrožen zhoršováním jak fyzického, tak i psychického zdraví a funkce mozku. Zde se už může jednat o pojem tzv. chorobného stárnutí. Některé chování, jako občasná ztráta krátkodobé paměti, řadíme spíše k normálním projevům, horší stavy však představují nebezpečí. Jedním z nich bývá demence, kde dle závažnosti stavu může být diagnóza dělena na lehkou, střední a těžkou. Na takto těžké chorobné stavy jsou nasazována dlouhodobá farmaka, je však možné zmírnit příznaky nebo zamezit výraznému zhoršování (Čeledová & Čevela 2017).

Ve studii zvané OmegaAD bylo cílem zjistit účinky suplementace n-3 PUFA na kognitivní funkce u pacientů s mírnou až středně těžkou Alzheimerovou chorobou (AD) v průměrném věku 74 let. Po dobu 6 měsíců byla podávána 174 jedincům denní suplementace 1 700 mg DHA a 600 mg EPA nebo placebo. Výsledky ukázaly, že suplementace nedokázala zcela zpomalit rychlost kognitivního poklesu ve srovnání s placebem. Pozitivní účinky však byly pozorovány u malé skupiny pacientů s velmi mírnou formou AD (Freund-Levi 2006).

Metaanalýza zahrnující 21 kohortových studií z roku 2016 studovala souvislosti mezi příjmem ryb/suplementací a rizikem mírného až těžkého kognitivního poškození. Dostupné studie daly dohromady 181 580 účastníků sledovaných po dobu 2-21 let. Bylo zjištěno, že zvýšený příjem ryb a suplementace DHA byly nepřímo spojeny se sníženým rizikem demence a AD. Konkrétně zvýšení příjmu DHA o 100 mg/den bylo spojeno s 14% snížením rizika demence a 37% snížením rizika AD (Zhang 2016).

U pacientů postižených demencí jsou hladiny celkových n-3 PUFA v tkáních periferní krve významně sníženy. Největší zastoupení ve fosfolipidech buněčné membrány mozku má DHA. Je tedy předpokládáno, že na něj působí neuroprotektivně a přispívá k jeho správné funkci. Vyšší plazmatické hladiny EPA jsou spojovány se sníženým výskytem demence a depresivnějších stavů v pokročilém věku. Molfino et al. (2014) zhodnotili dohromady několik dřívějších studií zabývajících se touto tematikou. Například v roce 2010 bylo v USA zjištěno, že suplementace 900 mg/den DHA po dobu 24 týdnů zlepšila paměť u 485 zdravých jedinců nad 55 let. Hlavním cílem studie v roce 2013 bylo zhodnotit účinnost doplňku stravy na kognitivitu. Podáváním olejové emulze DHA-fosfolipidů obsahující melatonin a tryptofan po dobu 12 týdnů u 25 pacientů v průměrném věku 86 let s mírnou kognitivní poruchou (MCI) vedlo k významnému léčebnému efektu v několika testech na měření kognitivních funkcí, navíc byly pozitivní výsledky při čichovém hodnocení citlivosti pomocí Sniffin' Sticks. Dále studie zahrnovaly vliv n-3 PUFA na imunitní systém, zdraví kostí a svalovou funkci a dalšími riziky přicházející v pozdním věku. Dospělo se k závěru, že stav n-3 PUFA a její suplementace silně koreluje s udržením svalové hmoty a hustoty kostí u jedinců v seniorském věku.

Některá data naznačují, že suplementace n-3 PUFA by mohla být prospěšná i při léčbě pacientů s úzkostnými poruchami. Buydens-Branchey & Branchey (2006) pozorovali progresivní pokles úzkostí u pacientů (uživatelů návykových látek) při podávání 3000 mg /den EPA a DHA po dobu 3 měsíců. U pacientů byl poté pozorován progresivní pokles skóre úzkosti, které zůstalo na stejné úrovni po dobu dalších 3 měsíců od ukončení experimentu (léčby).

Hamazaki et al. (2005) zkoumal vliv fosfolipidů obsahujících n-3 PUFA na koncentrace katecholaminů v krvi. Po dobu 2 měsíců byly 21 respondentům podávány každý den tobolky

fosfolipidů obsahující 762 mg EPA+DHA. Užívání mělo za následek snížení koncentrace noradrenalinu v krvi, tím se docílilo zúžení cév a zvýšení krevního tlaku, což by mohlo vést ke zlepšení akutních stresových stavů nebo depresí.

Dle studií lze konstatovat, že k výraznějšímu zlepšení psychických stavů dochází spíše u jedinců s nižší úrovní diagnostikovaných poruch. V případech již zmíněné AD je pro podporu činnosti mozku doporučen přísun doplňků s n-3 PUFA společně s ginkgo bilobou a vitamínem E, zabraňující rychlé oxidaci PUFA v organismu. Nejnovější doporučení při depresích jsou stanovena na 200-300 mg/den EPA+DHA, u závažnější depresivní poruchy 1000–2000 mg/den (van Dael 2021).

3.3.4 Onemocnění oběhového systému

Koncentrace plazmatického cholesterolu (HDL a LDL) je důležitým ukazatelem chorob srdce a krevního oběhu. SFA a TFA jeho hodnotu zvyšují, MUFA ji nijak závažně neovlivňují, a PUFA tuto hodnotu naopak snižují (zejména negativně působící LDL-cholesterol). Trans formy mastných kyselin navíc snižují hladinu protektivního HDL-cholesterolu v plazmě. Vznik ICHS tedy výrazně ovlivňují TFA a nepatrně i SFA. V USA si úmrtí na ICHS ročně vyžádá na 500.000 obětí, polovina z nich je tvořena náhlou srdeční smrtí (NSS). Obdobně jsou na tom některé státy zejména západní Evropy (viz tabulka 8). Již v 90. letech studie zabývající se sekundární prevencí naznačovaly, že suplementace 850 mg EPA+DHA denně je schopná snížit riziko úmrtí na ICHS o 25 % a riziko NSS dokonce o 45 % (Harris & von Schacky 2004). Celkový zvýšený příjem tuků vede ke zvýšení cholesterolu a triacylglycerolů v krvi, tedy hrozí vyšší incidence aterosklerózy a dalších oběhových onemocnění (Referenční hodnoty živin 2011).

Tabulka 8: Rozdíly v poměru PUFA korelující s úmrtností na KVO v populaci (Wilhem 2013)

	Poměr n-6/n-3 PUFA	Úmrtnost na KVO [%]
Evropa a USA	50	45
Japonsko	12	12
Grónsko (Inuité)	1	7

Snižování TG v krvi nedávno zkoumala Skulas-Ray et al. (2018) několikátýdenním podáváním dávky až 4000 mg LCPUFA na základě předpisu od lékaře. Dospělo se k závěru, že takto vysoké denní dávky podávané pacientům trpícím hypertriglyceridemií mají velkou pravděpodobnost TG snížit. Výrazněji snížené hladiny, a to o více než 30 % byly prokázány u pacientů s vyšší závažností onemocnění (VHTG \geq 500 mg/dl). U nižší závažnosti onemocnění (HTG 200-499 mg/dl) byly hladiny sníženy o 20-30 % což je stále dobrý výsledek. Aby tomu tak bylo na dále, byla potřeba i mírná změna životního stylu pacienta, popřípadě aby probíhala terapie dalším lékem pomáhajícím snižovat hladinu TG.

Randomizovaná, dvojitě zaslepená, placebem kontrolovaná studie, pod vedením Manson et al. (2019) zkoumala vliv denní suplementace kapsle s rybím olejem obsahující 1000 mg PUFA (460 mg EPA a 380 mg DHA) v primární prevenci kardiovaskulárních příhod

(infarktu myokardu, mrtvice a úmrtí za kardiovaskulárních příčin) mezi populací v USA. Zvolená dávka n-3 LCPUFA doporučuje AHA při kardioprotekci. Do studie byl vybrán pouze vzorek populace bez předchozí diagnózy srdečního infarktu, mrtvice nebo rakoviny. Bylo sledováno 25 871 účastníků (51 % žen a 49 % mužů) v průměrném věku 67 let po dobu 5 let. U celkové ICHS bylo zaznamenáno 17% snížení rizika oproti placebo. Zajímavostí je, že vlivem každodenní suplementace došlo k nejzásadnějšímu snížení srdečních infarktů, až o 77 %, u účastníků afroamerické rasy (20 % zkoumaných). Suplementace byla dále spojena se snížením celkového rizika infarktu myokardu o 28 % a rizika fatálního infarktu myokardu o 50 %. Významné výsledky – až o 40 % snížená hladina srdečních infarktů – byly u skupiny, která konzumovala méně než 2 doporučené porce ryb týdně. Z výsledků nebylo pozorováno významné snížení rizika mrtvice nebo úmrtí za kardiovaskulárních příčin (Manson et al. 2019).

Z celkových studií na téma účinku n-3 proti onemocnění oběhového systému vyplývá, že suplementace může snižovat hladinu TG nebo snížit riziko některých KV příhod. Můžeme zde i tvrdit, že vyšší pravděpodobnost kardioprotektivní prevence n-3 bude působit u lidí s již existujícími predispozicemi nebo příznaky onemocnění než u zdravých jedinců. Dále je zajímavá korelace pozitivního působení u jedinců, konzumující nižší příjem n-3 LCPUFA, než je doporučeno.

3.4 Současný stav příjmu omega-3 mastných kyselin ve světě

Příjem tuků a také jejich sortiment byl velice rozmanitý v závislosti na období a vývoji člověka. V pravěku se odhaduje příjem tuků na 10-20 % a poměr n-6/n-3 PUFA byl roven 0,79. Ve středověku se tato hodnota zvýšila na 15-25 % a hodnota poměru n-6/n-3 pomalu stoupala na 1-2. Pokud bychom se přesunuli do 20. století, v meziválečném období se již hodnota příjmu tuků pohybovala okolo 30 % energie/den. Za posledních 30 let se kvalita přijímaných tuků navýšila, zejména n-3 PUFA. Jejich poměr ve stravě ve třech různých populacích je vidět v tabulce 9 (Pánek 2002; Wilhem 2013).

Tabulka 9: Poměr PUFA v jednotlivých zemích (Wilhem 2013)

Populace	Poměr n-6/n-3
Japonsko	4
Severní Evropa	15
Velká Británie	17

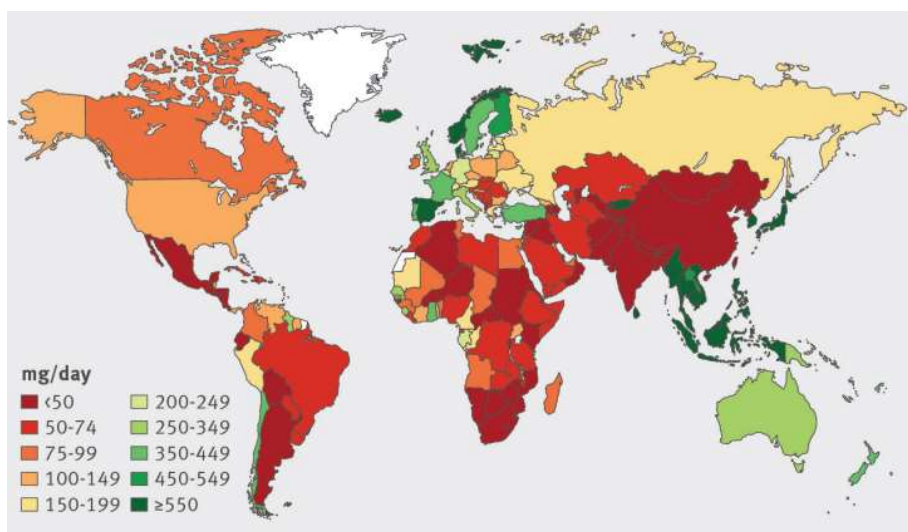
Hlavním potravinovým zdrojem n-3 jsou samozřejmě ryby a další mořské produkty. Celková světová dostupnost ryb se ustálila od 90. let minulého století a odhaduje se, že pro světovou populaci by denní dávka 500 mg DHA+EPA vyžadovala 1,3 mil. tun ročně. Nynější spotřeba je cca 200 000 tun, což je dostatečné množství k dodání 500 mg EPA +DHA pouze pro 15 % světové populace na den (Stark et al. 2016).

Evropská komise zpracovala v roce 2018 přehled, kolik let života populace jednotlivých členských států „ztratí“ vlivem nízkému příjmu n-3 LCPUFA z mořských ryb. Ukazatel známý

jako Disability-adjusted life years (DALY's) vztažený na 100 000 obyvatel/rok koreluje s energetickým příjmem s nízkým obsahem mastných kyselin. Směrem od západu k východu mají hodnoty zhoršující se tendenci. Česká republika má hodnoty ukazatele DALY's průměrné až podprůměrné (582), a to pravděpodobně vlivem nízkého příjmu tučných mořských ryb. V ČR se dle dat za rok 2017 zkonsumovalo v průměru 8,2 kg produktů rybolovu a akvakultury na osobu, což je 3x méně, než je průměrný roční ukazatel v celé EU (24,4 kg/osoba). Nejvyšší roční spotřeba ryb v Evropě je v Portugalsku (56 kg /osoba) a Norsku (54,4 kg/osoba), nejnižší v Maďarsku (5,6 kg/osoba) (Ruprich et al. 2021).

Dále lze n-3 doplňovat pomocí fortifikovaných potravin nebo prostřednictvím doplňků stravy. Ty jsou odborníky doporučovány, pokud není možné navýšit jejich příjem ve stravě. V některých oblastech světa zejména přímořských je tato suplementace označována za poměrně zbytečnou, protože země, jako jsou například Norsko, Japonsko či Aljaška, mají dostatek v některých případech i nadprůměrné hodnoty těchto živin. Populace Japonců je obzvláště známá zdravotním prospíváním na základě častého příjmu mořských plodů (předchozí tabulka 9). Asi nejvýznamnější populací jsou v tomto směru Inuité. Tato grónská populace má nejen příjem LCPUFA přesahující denní limity, ale také velmi vyvážený n-6 a n-3 poměr. (tabulka 8 v předchozí kapitole) (Wilhem 2013).

Globální dietní příjem n-3 PUFA zkoumali již Micha et al (2014) a na základě výsledků odhadli, že přijatou normu ≥ 250 mg/den konzumuje ze zdroje mořských plodů méně než 20 % světové populace. V roce 2014 shromáždili data z výživových průzkumů pro studii, jejíž cílem bylo kvantifikovat celosvětový příjem jedlých tuků a olejů (zahrnuty byly všechny kategorie mastných kyselin) ve stravě. Snahou bylo také upozornit na velké rozdíly mezi národními zvyky a případně zlepšit i povědomí o globálním zdraví. Do studie bylo zahrnuto 266 průzkumů u dospělých jedinců ze 113 zemí (82 % populace světa) prováděných v období 1980 až 2010. Studie byla ve výsledcích konzistentní napříč věkem i pohlavím. Na obrázcích 5 a 6 můžeme vidět hodnoty celosvětové spotřeby n-3 PUFA z živočišných a rostlinných zdrojů.

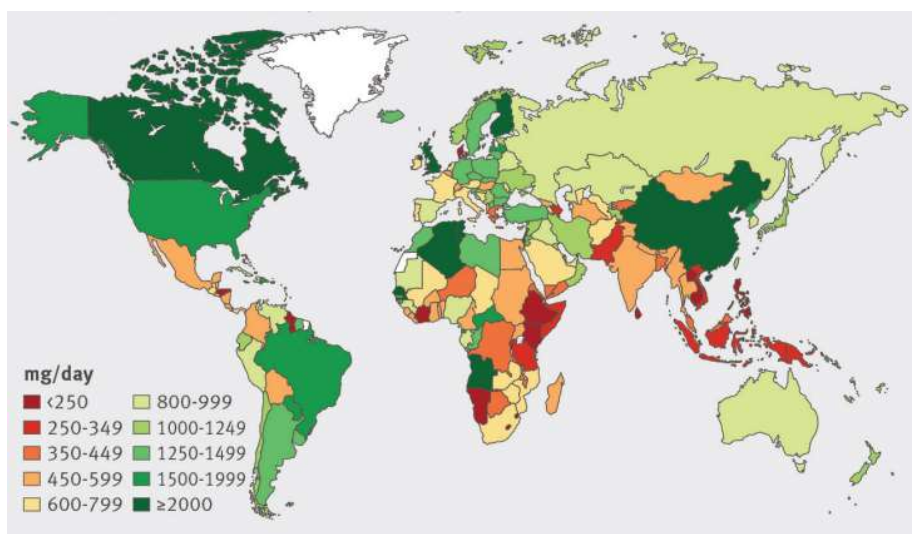


Obrázek 5: Příjem n-3 PUFA z mořských plodů [mg/den] u dospělých jedinců ≥ 20 let (1980-2008) (Micha et al. 2014)

Je možné pozorovat podobnost mezi mapou příjmu n-3 z mořských plodů (obrázek 5) a mapou hladin EPA a DHA v krvi (obrázek 3, kapitola 3.2.4), přesto lze konstatovat, že výsledky příjmu n-3 PUFA z mořských plodů jsou komplexnější, jelikož bylo k dispozici více údajů o příjmu ve stravě v jednotlivých regionech.

Z obrázku 5 lze vyčíst, že nejvyšší spotřeba n-3 LCPUFA z mořských plodů byla zjištěna v tichomořských ostrovních státech, v okolí Středozemního moře, v severských evropských zemích, na Islandu, v Jižní Koreji nebo v Japonsku. Extrémně nízké hladiny (<100 mg/den) byly naopak vyzorovány v subsaharské Africe, Jižní Americe a ve většině pevninských států Asie (66,8 % populace). Průměrný příjem napříč regiony byl 163 mg/den (rozsah 50-700 mg/den) a celosvětová spotřeba mořských plodů bohatých na n-3 PUFA vzrostla za toto období o 24 mg/den.

Naopak globální příjem rostlinných zdrojů bohatých na n-3 PUFA byl 1371 mg/den (rozsah 302-3205 mg/den) a průměrná celosvětová spotřeba vzrostla napříč světem o 383 mg/den. Dle norem FAO (>1100 mg/den) se jedná o adekvátní preventivní příjem, přesto však mezi státy panovaly velké rozdíly, například v zemích jižní Asie, Afriky a střední Ameriky se hodnoty pohybovaly pod 500 mg/den (17,8 % světové populace). Naopak hodnoty nad 2000 mg/den byly v Číně, Spojeném království nebo v Kanadě.



Obrázek 6: Příjem n-3 PUFA z rostlinných produktů [mg/den] u dospělých jedinců ≥ 20 let (1990-2007) (Micha et al. 2014)

Ani Česká republika nebyla s konzumací jednotlivých FA na ideálních hodnotách. Příjem SFA tvořil 16,9 % zatímco TFA 1,4 %, v obou případech tedy vyšší než maximální doporučené denní procento celkového příjmu. U n-6 PUFA činil denní příjem 8,4 %. Opačný problém se týkal n-3 PUFA, u kterých bylo zjištěno 0,7 % z celkového denního energetického příjmu a u EPA+DHA byl příjem pouhých 145 mg/den (Micha et al. 2014).

USDA (2020) prostřednictvím National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) pravidelně kontroluje příjem jednotlivých živin v populaci Spojených států amerických a nejnovější průzkum byl proveden v letech 2017-2018. V tabulce 10 je znázorněn

přehled PUFA a jejich hlavních zástupců, přijatých prostřednictvím stravy u jednotlivých věkových kategorií. Lze pozorovat, že muži mají nepatrně vyšší celkový příjem těchto živin než ženy, to je pravděpodobně zapříčiněno jejich obecně vyšším denním energetickým příjmem. Lze pozorovat, že celkový příjem PUFA ze stravy se v USA pohybuje v rámci doporučených hodnot, konkrétně ALA je přijímána nadprůměrně, zato EPA a DHA se konzumací do těla nedostávají v dostatečné míře. Nicméně se dá na základě hodnot pozorovat stále stoupající trend oproti průzkumům z předchozích let.

Tabulka 10: Průměrná množství příjmu PUFA ze stravy v USA 2017-2018 dle věkové kategorie a pohlaví. (USDA 2020; vlastní zpracování)

Věk	PUFA [g]	ALA [g]	EPA [g]	DHA [g]
≤ 11	15,8 14,0	1,3 1,2	0,01 0,01	0,02 0,02
12-19	20,4 17,8	1,7 1,6	0,02 0,02	0,03 0,03
20-49	23,9 19,1	2,2 1,8	0,03 0,02	0,06 0,05
50-69	24,2 17,8	2,3 1,7	0,04 0,04	0,08 0,08
≥70	21,5 15,9	2,1 1,6	0,04 0,03	0,10 0,06
*všechny kategorie	19,9	1,8	0,03	0,05

*pozn.: všechny kategorie, tzn. věk+pohlaví *pozn.: X | Y, tzn. muži|ženy

3.4.1 Omega-3 formy doplňků stravy

Doplňky stravy se spolu s funkčními potravinami řadí mezi tzv. nutraceutika. Obecně jsou to výrobky z potravinářských surovin přetransformované do podoby tablety, kapsle, prášku, roztoku apod. Podobně jako u funkčních potravin jsou zde přínosné látky ve vyšší koncentraci, které není možné pouhým stravováním do organismu dostat. Dopomáhají k prevenci chronických onemocnění, zároveň ale mohou mít i nebezpečné negativní účinky, pokud se nedodrží doporučené dávkování. Je tedy z tohoto hlediska nutné na ně nahlížet jako na léky. PUFA jsou dodávány do řady potravinových produktů, včetně cereálních nebo mléčných výrobků a nápojů. Takto fortifikované produkty nazýváme funkčními potravinami a lze k nim řadit i například speciální rostlinné oleje, u kterých bylo pozměněno složení šlechtěním původních plodin (např. řepkový olej se sníženým obsahem erukové kyseliny) nebo oleje s genetickou úpravou (např. jedlý rostlinný olej s obsahem DHA a EPA) (Pánek 2002; Stark et al. 2016).

Tato podskupina mastných kyselin je velkou částí populace přijímána pod doporučovanou mez, proto by mohlo být řešením užívání doplňků stravy obsahující tyto potřebné komponenty v koncentrovanější a konečně desaturované formě. Nejen že snadněji vyrovnávají denní potřebu u zdravých jedinců, ale také mohou dopomoci zvýraznit terapeutický účinek při různých onemocněních (spojených i s nižším dietetickým příjmem). V současné době je na trhu dostupná velká škála doplňků stravy, která může obsahovat několik různých forem n-3, včetně přírodních triacylglycerolů, volných mastných kyselin, ethylesterů, reesterifikovaných triacylglycerolů nebo fosfolipidů. Triacylglyceroly vyskytující se přirozeně v rybím tuku lze syntetizovat na ethylestery (Ganesan 2014; National Institutes of Health 2020).

Zdroje n-3 mohou být suchozemského i mořského původu, jak z rostlin a živočichů, tak i z některých druhů bakterií. Výrobci nabízí tyto zdroje ve formě koncentrovaného rybího tuku (z masa tučných ryb / z jater libových ryb), enkapsulovaného želatinového gelu, sypkého prášku a dalších alternativ podání. V typickém výrobku z rybího tuku zastupují EPA+DHA cca 30 % všech přítomných mastných kyselin. Kapsle rybího oleje o 1 g tak obsahuje cca 300 mg EPA+DHA, tedy větší množství, než je ve standardních rybích olejích. Rostlinné zdroje, například olej z mořských řas, poskytují cca 100-300 mg DHA a některé druhy obsahují i EPA. Množství a podíl jednotlivých n-3 LCPUFA se mohou velmi lišit v závislosti na jejich původu nebo formě podání. (Calder 2013) Velmi dobrou alternativou se zdá být i krillový olej, extrahovaný z antarktického krillu *Euphausia superba*. Ulven et al. (2011) zjišťovali jeho biologické schopnosti a výsledky na základě zvýšené plazmatické koncentrace EPA a DHA naznačují, že biodostupnost n-3 PUFA z krillového oleje (fosfolipidů) je stejná ne-li vyšší, než z rybího oleje (triacylglycerolů).

V roce 2009 bylo na celém světě přes 33 dodavatelů n-3 PUFA a z toho 26 sídlících v USA. Rostoucí poptávka po doplňcích vyžaduje jejich výrobu ve větším měřítku, než je jejich dostupnost. Proto se v současnosti olej bohatý na PUFA namísto z ryb začíná více extrahovat z izolovaných mořských řas. Je možné tak do budoucna zabránit environmentálnímu znečištění a problémům s nedostatkem těchto produktů (Ganesan 2014).

3.4.2 Označování a zdravotní tvrzení

Zdravotní tvrzení na potravinářských výrobcích se často používají jako prostředek ke zdůraznění vědecky prokázaných zdravotních přínosů spojených s jejich konzumací. Funkční potraviny a jejich příznivý vliv je ošetřen zákonem. Aby totiž mohlo být na potravinářském výrobku uvedeno například „zdroj omega-3 mastných kyselin“, musí obsahovat nejméně 300 mg ALA/100 g nebo 40 mg EPA a DHA/100 g výrobku. Pro označení „s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin“ musí potravina obsahovat nejméně 600 mg ALA/100 g nebo alespoň 80 mg EPA+DHA/100 g (Bezpečnost potravin 2019).

U doplňků stravy platí ještě přísnější pravidla. Dle předpisů FDA (2014) o zdravotních tvrzeních musí potraviny a doplňky stravy, které jsou jím označené, splňovat požadavky týkající se úrovně určitých živin. V případě n-3 LCPUFA musí takto označené produkty obsahovat v jedné dávce alespoň 800 mg EPA+DHA. Dále bylo nařízeno, že označení doporučeného denního příjmu na obalech by nemělo překračovat 2000 mg EPA a DHA (Swanson 2012; Bezpečnost potravin 2019).

FDA v roce 2004 schválila kvalifikované zdravotní a výživové tvrzení, že „konzumace omega-3 mastných kyselin EPA a DHA přispívá k normální funkci srdce a může snížit riziko srdečně-cévních chorob“. Výrobci ho tak mohou uvádět na obalech svých produktů, které obsahují tento druh LCPUFA (Ganestan 2014). Dále dle zdravotního tvrzení EFSA „příjem DHA přispívá k rozvoji mozku, zraku a celkovému vývoji plodu a kojenců“. Stejně tak přispívá k růstu a správnému vývoji dětí ALA, která může mít navíc pozitivní i vliv na hladiny cholesterolu v krvi u dospělých jedinců. (EFSA 2010)

FDA mimo jiné zavedla správné výrobní postupy (good manufacturing practices GMP), které musí společnosti dodržovat pro zajištění správného složení výrobků a snížit tak možnost kontaminace nebo nesprávného označování produktů. Provádí se pravidelné kontroly a existuje i několik nezávislých organizací, které nabízí testování kvality a zaručují tak správné výrobní postupy a pravdivé informace uvedené na etiketě daného doplňku stravy (National Institutes of Health 2020).

Pokud se jedná o produkty, které byly inovovány a kontrolovány v akreditované laboratoři, měl by být uvedený obsah n-3 na etiketě v pořádku. Když Nichols et al. (2016) zkoumali produkty rybího oleje na trhu Austrálie a Nového Zélandu, zjistili, že nejen splňují požadavky na etiketě týkající se obsahu, ale dokonce že skutečný obsah n-3 v produktech převyšuje obsah uváděný na etiketách, a to u všech deseti kontrolovaných produktů. Doplňky obsahovaly průměrně 124 % celkového obsahu n-3 PUFA a 109 % EPA+DHA oproti uvedeným informacím na etiketách. Stále se však na trhu objevují méně kvalitní produkty, které mají tendence oxidovat, nebo produkty nesplňující denní příjem EPA a DHA. Proto je dobré zjišťovat si informace o produktech a vybírat certifikované z akreditovaných pracovišť.

3.4.3 Alternativy v případě rostlinného stravování a alergií

Pro vegetariány či vegany na trhu existuje několik rostlinných alternativ n-3, jako vlašské ořechy, lněné, konopné a chia semínka nebo řasy (a oleje z nich). Nevýhodou těchto rostlinných zdrojů je nedostatečná efektivita a využitelnost, jelikož obsahují pouze ALA s omezenou konverzí v organismu. Možností jsou doplňky z mikrořas bakteriálního původu, (např. spirulina), jež jsou významným rostlinným zdrojem DHA. Ta by v tomto případě mohla být využita i jako zdroj EPA pomocí zpětné konverze (Groce 2021).

Lane et al. (2014) vytvořili přehled deseti intervenčních studií, zkoumajících vegetariánské alternativy n-3 zdrojů (potraviny nebo doplňky stravy) a jejich biologickou dostupnost. Pro hodnotnější výsledky byla doba trvání intervencí v rozmezí 1-6 měsíců. Všechny druhy zkoumaných ořechových či semenných olejů měly dobré výsledky z hlediska prospěšnosti a prevence. Bohužel většina nedokáže v organismu syntetizovat dostatečné množství DHA. Nejslibnější alternativou by proto na základě shrnutí dostupných studií mohl být olej z mořských řas, který obsahuje dostatečné množství ALA vedoucí ke zvýšení hladin DHA v krevní a plazmě. Oficiální doporučení pro vegetariány a vegany není přesně určeno, ale je doporučeno v takovém případě alespoň zdvojnásobit doporučený příjem ALA.

Zajímavé výsledky měla nedávná studie, která sledovala několik biomarkerů krevní plazmy z pohledu změny stravování, konkrétně při přechodu na stravu založenou pouze na rostlinných a rybích zdrojích. 36 zdravým jedincům, kteří se stravovali jako vegani/pescatariáni (konzumovali pouze rostlinnou a rybí stravu) byly po dobu 6 týdnů kontrolovány hladiny krevního tlaku, O3I, AA, GLA apod. Změny plazmatických mastných kyselin se od prvního týdne rapidně zvedaly (DHA o 22 %) a v šestém týdnu byla hladina n-3 LCPUFA (EPA+DHA) navýšená o 73 %. Průměrný O3I na počátku byl 2,1 % a vzrostl na 3,4 % (tzn. navýšení kardioprotekce). Oproti tomu hladiny n-6 PUFA (AA, GLA) se progresivně snižovaly a výsledně klesly o 16 %. Krevní tlak (systolický|diastolický) byl snížen o 8|5 mmHg. Na základě výsledků lze tedy tvrdit,

že změna stravy může vést k progresivní a zdravotně prospěšné změně hladin n-3 a n-6 PUFA (Alshahawy 2021).

Většina výrobců n-3 doplňků stravy varuje před konzumací v případě, že jedinec trpí alergií na ryby. Ačkoli je to velmi sporné, je zde možná pravděpodobnost, že n-3 LCPUFA suplementy by mohli užívat i jedinci s alergií na mořské plody, a to bez výrazných vedlejších účinků. Samozřejmě to nelze tvrdit na 100 %, ale některé studie zabývající se tímto tématem hodnotí doplňky stravy jako velmi dobře tolerovatelné.

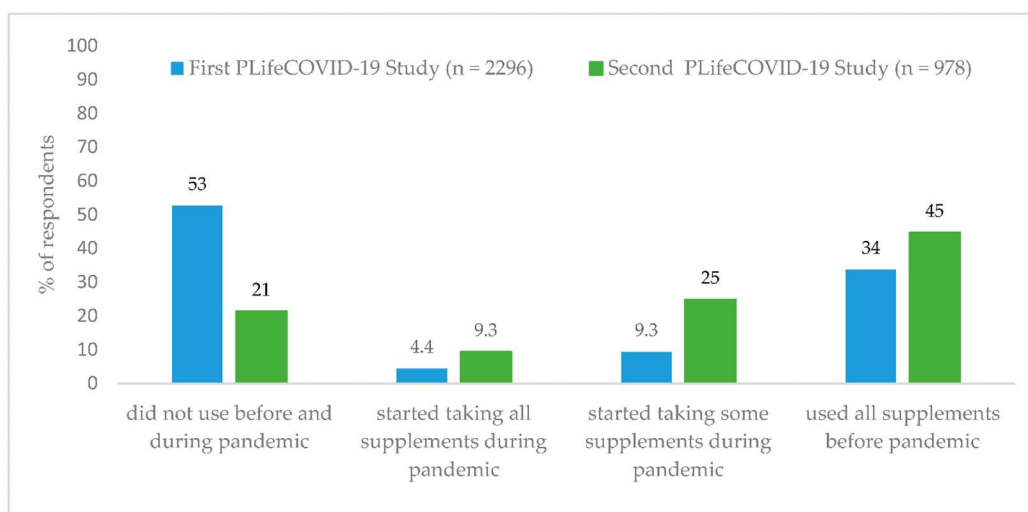
Mark et al. (2008) se pokoušeli jako jedni z prvních zjistit, zda lidé s alergií na ryby mohou bezpečně tolerovat doplňky s rybím olejem. Bylo vybráno 6 subjektů s diagnostikovanou přecitlivělostí na tuto komoditu (stanoveno na základě anamnézy a kožních testů). Byli testováni na kůži se dvěma různými typy běžně dostupného doplňku stravy s rybím tukem, z nichž jeden měl na etiketě upozornění na alergeny a druhý ne. Oba produkty byly ve formě 1000mg měkké gelové tablety o stejném obsahu EPA+DHA (180 mg+120 mg). Každý doplněk byl perorálně testován s odstupem 60 minut. Vitální funkce byly měřeny na začátku a ve 20minutových intervalech po každé expozici. Byla měřena i ventilace pacienta pomocí spirometrie, na začátku a poté 60 minut po každé expozici. U 6/6 pacientů s pozitivními kožními testy na mořské plody se neprojevila alergická reakce ani na jeden druh doplňku s rybím tukem. I když se výrobky v této studii ukázaly jako neškodné a dobře tolerovatelné alergickými osobami, je složité tyto poznatky zobecnit, protože studie byla provedená u velmi malého vzorku respondentů a pouze u dvou výrobků. Odborné potvrzení či vyvrácení alergenicity těchto výrobků by mohly prokázat jen testy na stopy parvalbuminu, hlavního alergenu v mořských plodech (resp. rybách).

3.4.4 Vliv pandemické situace C-19, imunita

Onemocnění SARS-CoV-2, které před dvěma lety započalo světovou pandemii, je také jedním z důvodů zvýšeného zájmu o doplňky stravy všeho druhu, ale zejména těch, které povzbuzují imunitu, a ačkoliv nejsou žádné důkazy potvrzující, že by jejich užívání mělo vliv na prevenci či léčbu této nemoci, dodnes je tento trend zachován. Hamulka et al. (2021) ve své studii pomocí softwaru Google Trends analyzovali nejčastější druhy funkčních potravin a doplňků stravy souvisejících s imunitou vyhledávaných během vypuknutí pandemie v roce 2020. Mezi nejčastěji vyhledávanými komoditami od března do října byl hlavně vitamin C, vitamin D, zinek nebo n-3 LCPUFA. Z potravin to byl česnek, zázvor a kurkuma. Zároveň o tyto produkty v Evropě narostl zájem již v první pandemické vlně.

Ve studii se autoři také zabývali vlivem pandemie C-19 na veřejné mínění o doplňcích stravy a funkčních potravinách v Evropě, zejména v Polsku. Povedlo se získat data od 2296 respondentů v první vlně a od 978 respondentů v druhé vlně. Respondenti pomocí online dotazníku odpovídali, kdy se rozhodli začít suplementovat některou z variant doplňků stravy a za jakých okolností. Velké procento respondentů doplňovalo některou z uvedených živin již před nástupem pandemie, ale během vypuknutí buď upravili dávkování stávajícího doplňku nebo začali užívat více druhů. Na obrázku 7 je vyobrazen graf jednotlivých procentuálních odpovědí respondentů. První sloupec kopíruje počet odpovědí v 1. vlně (březen-duben)

a druhý sloupec odpovědi 2. vlně (říjen-listopad). 1148/2296 respondentů nevyužilo žádného doplňku stravy ani před ani během pandemie, ve 2. vlně jich bylo už jen 205/978.



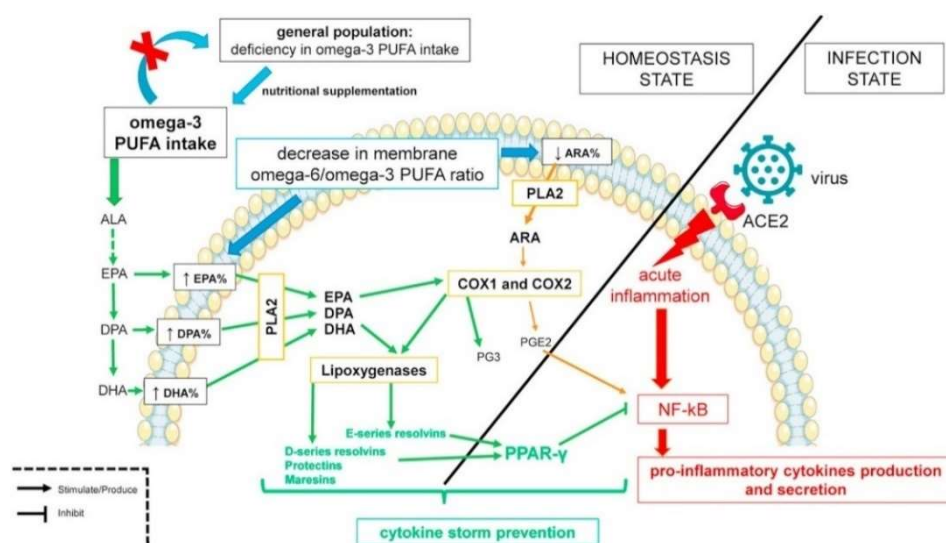
Obrázek 7: Užívání doplňků stravy během pandemie 2020 [%] (Hamulka et al. 2021)

Nejčastějším důvodem, který respondenti uváděli, bylo zlepšení imunity (60 %), dále posílení celkového zdraví (57 %), častým důvodem bylo i sezónní užívání vitamínu D nebo rybího tuku (56 %) nebo doplnění nedostatečností ve stravě (53 %). Respondenti, kteří začali suplementaci během pandemie, zdůvodňovali své rozhodnutí tím, že chtěli podpořit imunitu anebo být chráněni proti nákaze C-19 (13 %). Dalším méně častým důvodem bylo těhotenství a kojení (5 %) nebo opět sezónní užívání vitamínu D a rybího tuku (2 %). Více jak polovina respondentů uvedla, že začala užívat doplňky z vlastní iniciativy a z větší části se jednalo o ženy v mladém dospělém věku. Nejčastějšími živinami doplňovanými během první a druhé vlny pandemie byly vitamín D (38 % a 67 %), vitamín C (17 % a 37 %) a n-3 PUFA (15 % a 35 %). Jejich procentuální zastoupení rostlo současně s vývojem pandemické situace. Studie tedy prokázala vliv pandemie C-19 na vyšší zájem o produkty, jako jsou doplňky stravy, funkční potraviny nebo bylinné léky podporující imunitu (Hamulka et al. 2021).

Studie pod vedením Kamarli Altun et al. (2021) vyhodnocovala stravovací návyky dietologů během pandemie. Studie se účastnilo 550 dietologů (z toho 485 žen) ve věku 30-40 let. Ke sběru dat – sociodemografická charakteristika účastníků, zdravotní stav, stravovací návyky – byl využit online dotazník. Většina respondentů (88,9 %) si myslí, že přiměřená a vyvážená výživa pozitivně ovlivní průběh C-19. Pro vyhnutí se nákaze skoro všichni (94,5 %) během pandemie užívali doplňky stravy, méně než polovina (46,1 %) bylinné léky a více než třetina (34,9 %) funkční potraviny. Nejčastěji používaným doplňkem stravy byl rybí tuk (81,9 %), funkční potravinou byla zelenina a ovoce (80,5 %) a bylinným lékem skořice (63,5 %). Výsledky ukázaly, že čím déle respondenti pracovali ve svém oboru, tím více funkčních potravin a bylinných léků využívali.

U přibližně 10 % pacientů infikovaných SARS-CoV-2 jsou příznaky onemocnění komplikované vážným poškozením plic, tzv. syndromem akutní respirační tísně. Organismus v takovém případě spouští nekontrolovanou nadprodukcii imunitních buněk a cytokinů neboli

cytokinovou bouří. Tento stav může vést k systémovému zánětu, následnému selhání orgánů a může skončit až smrtí. V takovém případě by mohly být prospěšné n-3 LCPUFA, které do určité míry snižují hladiny zánětů v těle, a tak by mohly dokázat eliminovat i cytokinové bouře (viz obrázek 8). Proto bylo u těžce nemocných hospitalizovaných pacientů nakažených C-19 zavedeno podávání enterální výživy obohacené o 3500 mg/den EPA a DHA. V této souvislosti můžeme vyslovit hypotézu, že zvýšení hladiny n-3 LCPUFA ve stravě nebo při podávání pomocí umělé výživy by mohlo snížit dopad zánětu způsobeného virovými infekčními onemocněními, jako je C-19. Účinek suplementace by tak mohl urychlit rekonvalescenci, zkrátit hospitalizaci, a v neposlední řadě i snížit úmrtnost na tuto a podobné nákazy (Weill et al. 2020).



Obrázek 8: Mechanismy protizánětlivého účinku n-3 LCPUFA a prevence/eliminace cytokinové bouře při nákaze C-19 (Weill et al. 2020)

3.5 Postoj veřejnosti k omega-3 mastným kyselinám

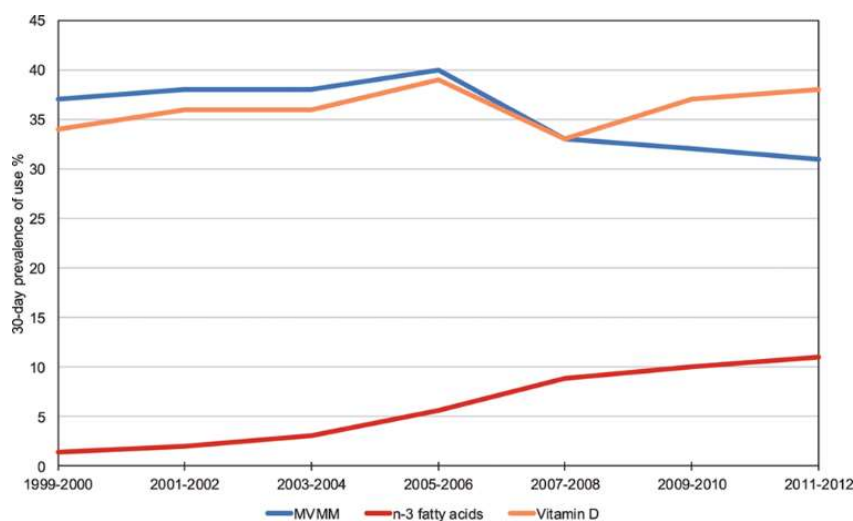
Mezi doplňky stravy lze zahrnout vitaminy, minerální látky, aminokyseliny, mastné kyseliny a další látky s fyziologickým účinkem. Užívání doplňků stravy se v posledních letech ve většině zemí světa každoročně zvyšuje a procento uživatelů se pohybuje okolo 50-75 % populace, z toho polovina je užívá na pravidelné bázi. Každý jedinec má jinou motivaci k užívání, většinou se jedná o prevenci, nápravu nedostatků ve stravě nebo například zlepšení celkového zdravotního stavu. Dále je motivace pro užívání doplňků stravy částí veřejnosti v mnoha ohledech nepochopena a občas je využívána jako náhrada plnohodnotné stravy namísto pouhého doplnění nedostatku jinak vyváženého stravování (Lentjes 2019).

3.5.1 Spotřeba doplňků stravy s omega-3 ve světě

Při porovnávání výsledků týkajících se příjmu živin ze suplementů, je potřeba vzít v úvahu výrazné rozdíly mezi zeměmi, zejména v Evropě je velká variabilita a rozdílná zdravotní prevalence. Používání doplňků stravy se v posledních desetiletích ve zvýšilo například i ve Spojeném království. Konkrétně v letech 2012-2014 dosáhl jejich příjem mezi dospělou

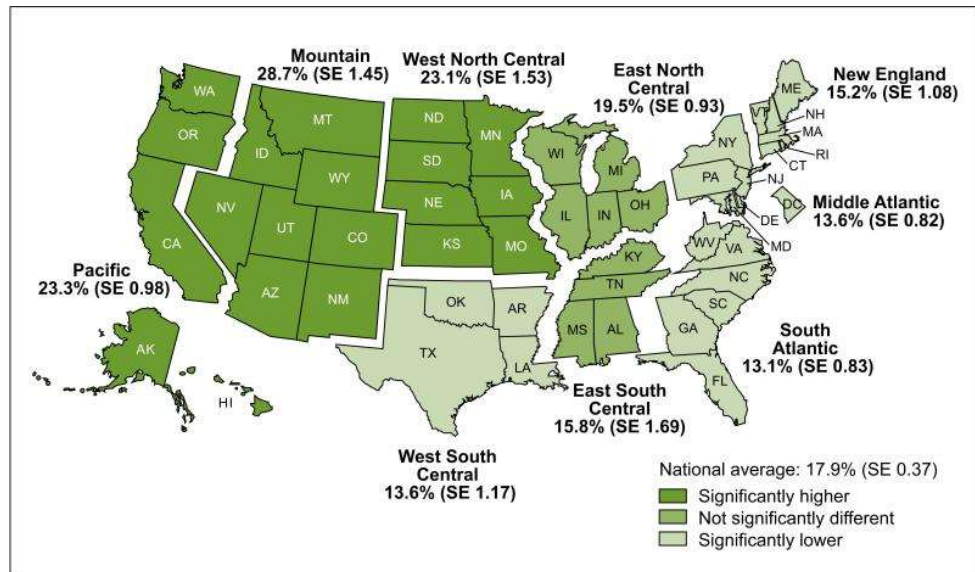
populací ve věku 19-64 let na 15 % u mužů a na 24 % u žen. U populace starší 65 let počet vystoupal k 30 % u mužů a k 41 % u žen (Lentjes 2019).

AHA vytváří každoročně společně s National Institutes of Health nejaktuálnější statistiky, které se týkají rizikových faktorů onemocnění kardiovaskulárního systému a indikací vedoucích k jeho zdraví. Celková spotřeba doplňků stravy n-3 PUFA v USA vzrostla mezi lety 1999 a 2012 až osminásobně z 1,4 % na 11 %. V populaci 52 % dospělých uvedlo, že užívá doplňky stravy jakéhokoliv charakteru. Nejvíce vede užívání multivitaminů/multiminerálů (31 % – modrá křivka), vitamínu D (38 % – žlutá křivka) a n-3 PUFA (11 % – červená křivka), viz obrázek 9. Zájem o užívání jakýchkoli doplňků stravy během let vzrostl zejména u lidí starších 50 let, u mladších dospělých naopak zájem nepatrně poklesl (Virani et al. 2021).



Obrázek 9: Trend užívání doplňků stravy (multivitaminy/multiminerály, n-3 PUFA, vitamin D u dospělých jedinců v USA v období 1999-2012 [%] (Virani et al. 2021)

Clarke et al. (2015) vytvořili report na základě shromážděných dat v rámci průzkumu National Health Interview Survey (NHIS) v letech 2002, 2007 a 2012. Průzkumy se týkaly populačních trendů v přístupu ke zdraví (např. využívání doplňků stravy, cvičení, způsob stravování apod.) ve Spojených státech. Byla analyzována demografická data o celkem 88 962 dospělých (18+). Celkový počet dospělých lidí, kteří se zabývali v daném období zdravějším životním stylem, bylo pokaždé cca 33 %, tedy dle odhadů 1/3 populace USA, z toho vyšší procento zájmu bylo u ženského pohlaví. V každém ze tří zkoumaných období byla na předních příčkách oblíbenosti kategorie tzv. „nonvitamin/nonmineral dietary supplements“, do které spadají i doplňky stravy s n-3 PUFA. Užívání doplňků stravy využívalo v roce 2002 18,9 % a v roce 2007-2012 17,7 % dospělých jedinců. Mezi nejvyužívanější typ doplňků stravy patřil rybí tuk, jehož užívání vzrostlo ze 4,8 % v roce 2007 na 7,8 % v roce 2012. Hlavní předností dat prostřednictvím NHIS je, že tvoří celostátně reprezentativní vzorek jedinců, což umožňuje odhady převést na celou populaci USA. Na obrázku 10 je znázorněn příjem nevitaminových a neminerálních doplňků stravy rozdělen dle regionů. Nejvyšší příjem u dospělých osob byl v roce 2012 v severních a západních oblastech USA.



Obrázek 10: Geografické rozdělení příjmu doplňků stravy v devíti regionech USA [%] (Peregoy et al. 2014)

Podobný průzkum byl proveden (také pod záštitou NHIS) dohromady u 17 321 dětí ve věkové kategorii 4-17 let (7 103 v roce 2007 a 10 218 v roce 2012). V letech 2007-2012 využívalo obecně doplňky stravy cca 12 % dětí, z čehož nejběžnější byla opět kategorie nevitaminových a neminerálních doplňků. Společně s věkem rostla i míra užívání, u kategorie 12-17 let byla proto hodnota užívání o 5 % vyšší než u dětí 4-11 let. Rybí tuk (tzn. n-3 LCPUFA EPA a/nebo DHA) byl opět na předních příčkách v užívání. V roce 2007 jej užívalo 0,7 % dětí a v roce 2012 dokonce 1,1 %. Je potřeba uvést, že důvod suplementace doplňků stravy u takto mladých věkových skupin byla většinou pomoc při léčbě chronického zdravotního stavu, konkrétně tomu tak bylo u 49,4 % respondentů v roce 2007 a u 35,5 % respondentů v roce 2012 (Black et al. 2015).

3.5.2 Tolerance a akceptování doplňků stravy s omega-3

Velký počet lidí pokrmu z ryb do svého jídelníčku vůbec nezařazuje, důvodem může být nepříjemný zápach, chuť nebo alergenní predispozice. Konzumace rybiho masa se tedy v takovém případě může nahradit potravinovými doplňky obsahujícími EPA a DHA. Obecně je tolerance rybích FA velmi dobrá a nežádoucí účinky se dostávají velmi zřídka. Jsou závislé spíše na velikosti dávky, údajná incidence nežádoucích účinků je při denní dávce ≤ 3000 mg odhadována na 4 %. Při vyšších dávkách může však dosahovat až 20 %. Mohou se dostavit zažívací obtíže (nevolnost, rybí pachů v ústech), bolesti hlavy nebo břicha. Odhadované množství pacientů, kteří musí léčbu pro nežádoucí účinky přerušit je menší než 5 %. Především tomu lze užíváním doplňku s n-3 PUFA při konzumaci jídla, postupným zvyšováním dávky a zároveň nepřekročením její stanovené bezpečné hodnoty, tedy 3000-4000 mg/den. V potraviny mohou mít rybí zápach a pachů, která je ve většině případech spotřebiteli

považována za nepříjemnou nebo dokonce nepřijatelnou. Hlavní příčinou nepříjemného zápachu je pravděpodobně autooxidace lipidů n-3 PUFA. Nyní je možné čištěním nebo dochucováním výrobků (např. citrusy) minimalizovat, respektive eliminovat pachů (Vrablík 2007; Ganestan 2014).

Přímý postoj veřejnosti/respondentů k přijímání a toleranci doplňků stravy se ve studiích příliš neobjevuje, nebo se alespoň neuvádí do detailů. U většiny studií zabývajících se jakýmkoliv způsobem o n-3 příjem, je v závěru malá zmínka typu: „suplementace byla účastníky dobře snášena“, „příjem byl bezproblémový“, „neproběhlo ukončení léčby na základě vedlejších účinků“, „bez nežádoucích reakcí“ nebo „takto vysoká dávka byla zároveň prohlášena u dospělých osob za dobře tolerovatelnou až bezpečnou“. Většina randomizovaných studií s odborným impaktem se zabývá preventivním nebo terapeutickým účinkem, omega-3 indexem, rozdílem působnosti jednotlivých druhů n-3, velikostí dávek, obsahem n-3, vedlejšími účinky, mortalitou apod. Na přímý názor respondentů tedy není brán ve větší míře zřetel. Ačkoliv názor a pohled veřejnosti na samotné doplňky stravy nebyl u PUFA pomocí studií zaznamenán, tato práce – zejména její experimentální část – by mohla být prvopočátkem pro další detailnější vědecký výzkum.

4 Metodika

Experimentální část obsahuje 2 oddíly, dotazníkové šetření a senzorickou analýzu vzorků. Tyto dvě části jsou, co se týče respondentů a hodnotitelů, navzájem nezávislé. V obou metodách bylo cílem proniknout do veřejného mínění o doplňcích stravy, konkrétně doplňcích obsahujících omega-3 mastné kyseliny. V první části byla snaha nahlédnout na obecný názor veřejnosti na tento typ produktů a ve druhé části zjistit podrobnější preference chuti a formy podání těchto výrobků.

4.1 Dotazníkové šetření

Primárním zaměřením dotazníku bylo oslovit co nejširší škálu věkových kategorií, zejména pak ty se zhoršeným příjmem velkých kapslí, do kterých patřili zejména senioři. Otázky byly formulovány tak, aby byly srozumitelné a aby respondenti byli schopni předat co nejvíce informací a názorů, potřebných k výzkumu. Plná forma dotazníkového formuláře je k dispozici v příloze I – formulář dotazníkového šetření. Dotazníky byly distribuovány online i offline formou a v následujících kapitolách byly statisticky zpracovány do podoby výsledků. Sběr dat byl rozložen do dvou částí roku, důvodem bylo, že tento typ doplňků stravy lidé upřednostňují v chladnějších měsících (přelom zima/jaro), tudíž byl dotazník pro většinu respondentů aktuálnější, než by byl například v letním období. První fáze šetření tedy započala na počátku roku (leden, únor, březen) a druhá část pokračovala ke konci roku (říjen, listopad, prosinec).

4.1.1 Soubor respondentů

Celkový počet respondentů byl 200, a to konkrétně v poměru 3:2 v zastoupení žen a mužů. Četnost pohlaví a jednotlivých věkových kategorií respondentů je vyobrazena v tabulkách 11 a 12.

Tabulka 11: Četnost pohlaví respondentů

Pohlaví	Četnost	Četnost [%]
Ženy	120	60
Muži	80	40

Tabulka 12: Četnost věkových kategorií respondentů

Věková kategorie	Četnost	Četnost [%]
≤14 let	10	5
15-25 let	35	17,5
26-64 let	84	42
≥65 let	71	35,5

V první fázi sběru dat odpovědělo 108 respondentů (54 %), ve druhé to bylo 92 respondentů (46 %). Celkem 148 respondentů (74 %) vyplnilo dotazník v online verzi a zbylých 52 (26 %)

online formou. Rozdělení do online i offline podoby bylo z důvodu potřeby zahrnout i věkovou kategorii 65 let a více, která nepůsobí na internetu v tak hojném počtu, jako jiné mladší generace. Navíc v případě osobního vyplnění dotazníku bylo velkou výhodou, že se respondent (ve většině případů v seniorském věku) mohl kdykoliv u jednotlivých otázek doptat v případě nesrovnalostí či neúplného porozumění. U nejrozsáhlejší věkové kategorie 26-64 let, která má zároveň i největší rozpětí, lze potvrdit, že pro vyplňování byli vybíráni respondenti, blízcí se vyšší věkové hranici této kategorie, tedy přibližně 45 let a více.

U online verze dotazníku přesný věk ani „správnost“ odpovědi nemohla být sledována, ale tu vyplňovala převážně mladší a střední věková kategorie respondentů, tudíž bylo předpokládáno že většina otázek bude vyplněna bez větších komplikací. Lze tak soudit i na základě průměrného času vyplnění, který činil 3-5 minut.

4.2 Senzorická analýza

Senzorická analýza probíhala na Katedře mikrobiologie, výživy a dietetiky a účastnili se jí pouze proškolení hodnotitelé. Veškeré hodnocené vzorky byly dodány českou společností mcePharma s.r.o., která doplňky stravy sama vyrábí, inovuje na základě vlastních výzkumů a distribuuje po světě. Touto cestou tak může například na základě výsledků zhodnotit zpětnou vazbu hodnotitelů na své produkty a popřípadě dopravit jejich recepturu či formu podání.

K hodnocení a následnému vzájemnému porovnávání byly podávány 3 odlišné formy vzorků: polykací kapsle s olejem, rozpustná tableta v ústech, rybí tuk ve formě oleje. Formy byly hodnoceny z několika hledisek na základě jejich senzorických vlastností. Pořadí vzorků bylo stanoveno tak, aby se navzájem nijak chuťově neovlivňovaly a pro jistotu byl k dispozici i neutralizační prvek (voda) pro případnou potřebu odeznění chuti a oddělení jednotlivých organoleptických vlastností vzorků.

Původ hodnocených kapslí a tablet nebyl zcela do detailu známý, jelikož se jednalo o firemní nepopsané testovací vzorky před uvedením na trh. Vzorek podávaného oleje byl norského původu od značky Möller's. Hlavními složkami výrobku byla tresčí játra a citronové aroma (příchuť) a navíc bylo základní složení omega-3 mastných kyselin doplněno o vitamin A, D a E. Doporučená denní dávka (5 ml) obsahovala 0,4 g EPA a 0,5 g DHA.

4.2.1 Formulář senzorického hodnocení

Pro jednoduché vyobrazení subjektivních pocitů byla pro hodnocení stanovena grafická úsečka o délce 100 mm. Z každé strany byla tato úsečka ohraničena protikladnými body s popisem subjektivního pocitu souvisejícího s vůní, chutí, či celkovou příjemností produktu. Hodnotitelé měli za úkol přetnout úsečku v kterémkoliv bodě, který se z jejich subjektivního pohledu nejvíce shodoval s daným produktem. Daný bod vytvořený na úsečce poté sloužil, jako přenesená hodnota od 0 do 100 %, aby bylo umožněno přesnější zpracování výsledků.

U produktu olejové kapsle se hodnotily následující vlastnosti: příjemnost vůně, intenzita vůně, schopnost polykání. V případě tablety rozpustné v ústech byla hodnocena příjemnost a intenzita vůně, rozpustnost tablety v ústech, příjemnost chuti, celková intenzita chuti a

intenzita rybí pachuti po požití. U třetího produktu ve formě oleje byly hodnoceny obdobné prvky, jako u rozpustné tablety, vyjma rozpustnosti v ústech. Pro detailnější popis jednotlivých úseček je formulář k sensorickému hodnocení k dispozici v příloze II.

Nakonec bylo potřeba porovnat jednotlivé vzorky mezi sebou dle všech výše zmíněných faktorů, popřípadě i dalších individuálních preferencí. Hodnotitel měl finálně zhodnotit a určit, kterou konkrétní formu doplňku stravy by si osobně vybral, kdyby měl užívat tyto produkty pravidelně.

4.2.2 Soubor hodnotitelů

V tomto případě bylo respondentů značně méně, než tomu bylo u předchozího dotazníkového šetření. Sensorického hodnocení se zúčastnilo 16 proškolených hodnotitelů. Co se týká četnosti pohlaví, byla zde převaha žen nad muži 3:1, tedy 12 žen a 4 muži. Věkové kategorie bohužel nejsou v této části blíže specifikované, je však známo, že rozptyl nebyl tak velký a většinou se jednalo o hodnotitele ve střední věkové kategorii, tudíž žádní senioři ani děti se této fáze experimentu neúčastnili.

Důležitý a vypovídající byl pouze zdravotní stav daného hodnotitele (např. průchodí dýchací cesty a nosohltan) z důvodu případných zhoršených podmínek při hodnocení a ten byl u všech hodnotitelů v pořádku. Hodnocení probíhalo v místnosti určené pro sensorickou analýzu v oddělených kójičkách. Hodnotitelé byli informováni, měli dostatek času na posuzování a v prostorech byla dodržena veškerá protiepidemická opatření. Také časový rozptyl byl větší, aby se hodnotitelé mohli případně prostřídat.

4.3 Statistické zpracování výsledků

Výsledky dotazníkového šetření i sensorické analýzy byly zpracovány prostřednictvím excelových tabulek a programu STATISTICA 12. Odpovědi dotazníku byly z velké části zpracovány do podoby grafů a pro zjištění vzájemného vlivu nezávislých proměnných (věk, pohlaví) a závislých proměnných (vnímání, užívání, preference apod.) byla využita analýza rozptylu (ANOVA) s post-hoc testem (Scheffeho test).

Výsledky sensorického hodnocení (vstupní data ke statistickému šetření) jsou k nahlédnutí v příloze III. Pro jejich zpracování a vzájemné porovnání byla využita popisná statistika, korelační analýza, analýza rozptylu (ANOVA) a vícenásobná analýza (konkrétně metoda hlavní komponenty a hierarchické shlukování). Dále byly aplikovány výpočty a vyhodnocení dle Friedmana (pořadová preferenční zkouška) pro posouzení preference u všech vzorků (forem podání).

5 Výsledky

Jak již bylo avizováno v metodice, výsledky jsou rozděleny do dvou kapitol dle typu posuzování na dotazníkovou část a sensorickou část, které se navzájem neprolínají. V první kapitole jsou k nahlédnutí výsledky názorů, zkušeností, preferencí a obecné informovanosti o doplňcích stravy s n-3 MK u různorodého vzorku 200 respondentů. Druhá kapitola porovnává výsledky sensorického hodnocení tří forem doplňků stravy s n-3 MK prostřednictvím 16 hodnotitelů. Výsledky byly zpracovány na základě subjektivního mínění a preferencí jednotlivých respondentů/hodnotitelů, proto mohou být velmi rozličné.

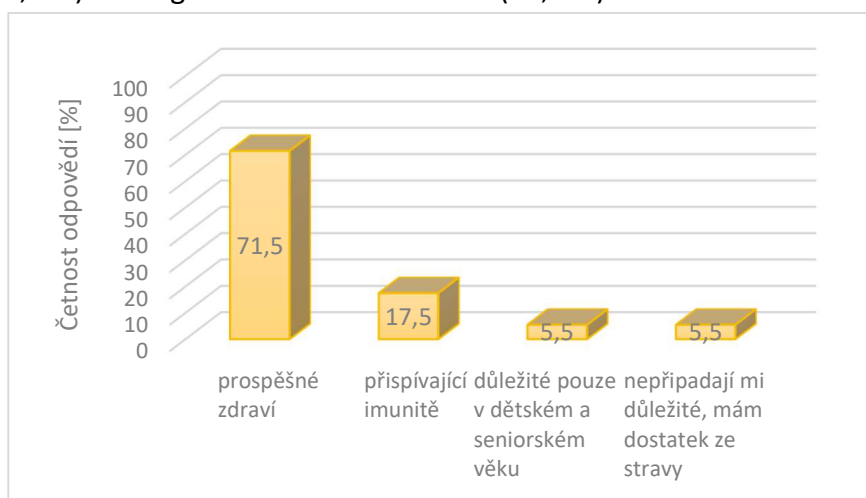
5.1 Dotazníkové šetření

Odpovědi z dotazníkového průzkumu jsou rozděleny do tří podkapitol dle charakteristiky pokládaných otázek. Jsou zde vynechány první dvě otázky na věk a pohlaví, které byly více rozvedeny v předchozí kapitole (4.1.1 Soubor respondentů). Na začátku odstavce je vždy kurzívou vyznačená, podtržená a uvozovkami ohraničená otázka, na kterou respondenti odpovídali pomocí jedné z nabízených možností. Výsledky jednotlivých odpovědí jsou dále vyhodnoceny pomocí textového komentáře, procentuálních hodnot, případně i sloupcových grafů (obrázek 11-20). Pro ucelenější přehled otázek a odpovědí je v k nahlédnutí v příloze I kompletní formulář dotazníkového šetření.

5.1.1 Vnímání a užívání v současnosti

„Doplňky stravy obsahující n-3 MK vnímám jako:“

Téměř tři čtvrtiny respondentů (71,5 %) odpověděly „prospěšné zdraví (činnost srdce, cholesterol)“. Dále měli někteří v povědomí n-3 MK jako „přispívající imunitě“ a tuto možnost tak zvolilo 17,5 %. Pro 5,5 % byly n-3 MK „důležité pouze v dětském a seniorském věku“. Dalším 5,5 % nepřípadaly doplňky stravy důležité, protože dle jejich názoru mají dostatek n-3 MK ze stravy (obrázek 11). Poslední zmíněnou možnost zaškrtovala zejména kategorie starších dospělých (45,5 %) a kategorie důchodového věku (45,5 %).



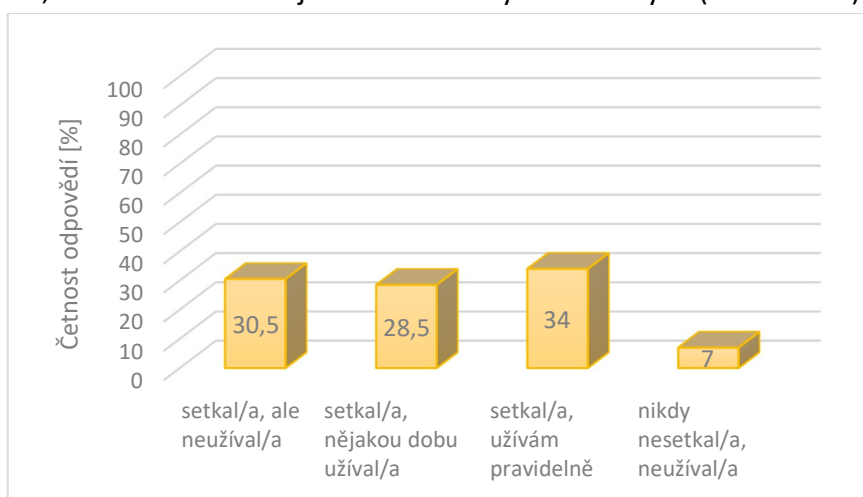
Obrázek 11: Graf výsledků hodnocení vnímání n-3 doplňků stravy

„Doposud jsem se s doplňky stravy obsahující n-3 MK:“

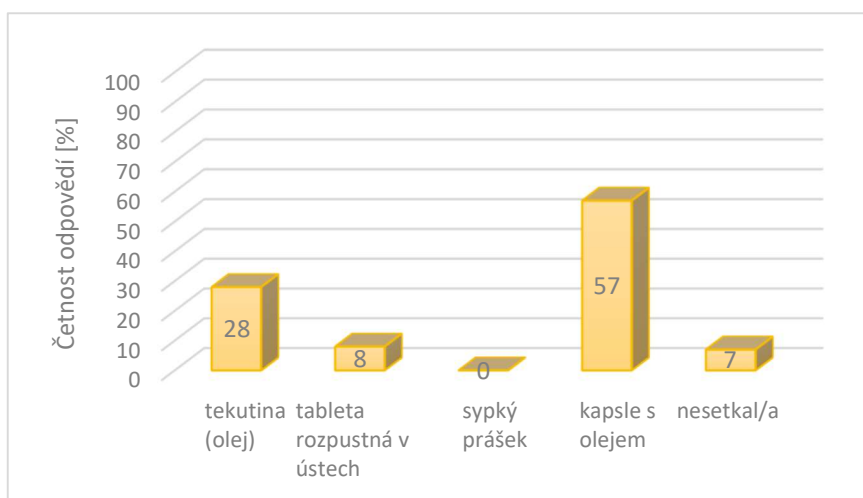
U této otázky byl rozptýl kladných odpovědí celkem vyvážený a pouze 7 % dotazovaných se s doplňky nikdy neseťkalo ani je neužívalo. Dalších 30,5 % se s doplňky setkalo, ale nikdy je pravidelně neužívalo. Více než polovina (62,5 %) měla zkušenosti s užíváním tohoto druhu doplňků stravy, konkrétně 28,5 % respondentů je nějakou dobu v minulosti pravidelně užívalo a 34 % dokonce užívá v současnosti pravidelně (obrázek 12). Pravidelné uživatele zahrnovalo 40 % všech dotazovaných dětí v kategorii do 14 let a velkou část odpovědí (44,1 %) tvořila také kategorie seniorů, u kterých je suplementace doporučována.

„Pokud jsem se setkal/a, bylo to ve formě:“

Nejznámější a také nejčastější formou, se kterou se lidé setkávají, je kapsle s olejem, kterou vybrala více než polovina (57 %) dotazovaných. Dále byla zejména v kategorii starších dospělých a seniorů zarytá v povědomí tekutá forma rybího tuku (28 %). Někteří se setkali s novější formou tablety rozpustné v ústech (8 %), ale s formou sypkého prášku se naopak neseťkal nikdo. Stejně jako u předchozí otázky, 7 % jedinců se s doplňky stravy tohoto druhu nikdy neseťkalo, tudíž ani s žádnou jeho formou z výše zmíněných (obrázek 13).



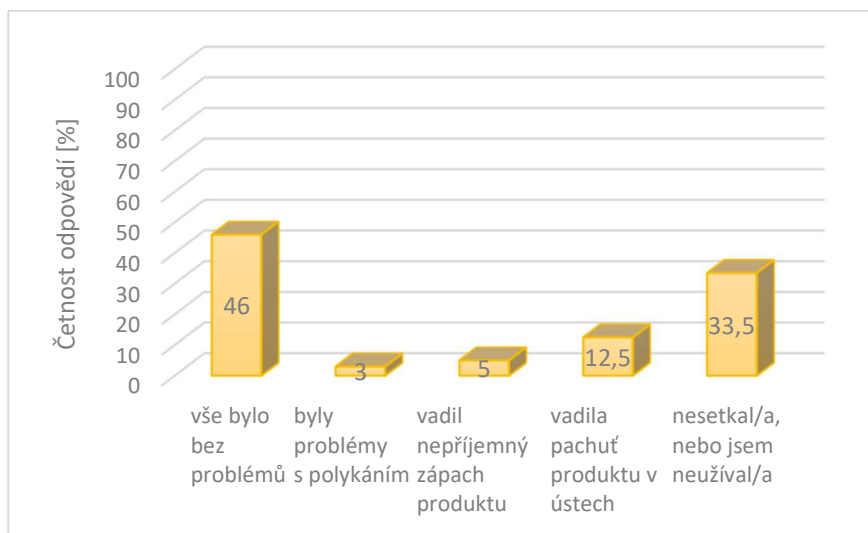
Obrázek 12: Graf výsledků zkušeností s n-3 doplňky stravy



Obrázek 13: Graf výsledků zkušeností s formami n-3 doplňků stravy

„Pokud jsem nějakou dobu užíval/a:“

Téměř polovina (46 %) zvolila odpověď „vše bylo bezproblémové“. 12,5 % zmínilo jako problém pachut' produktu v ústech, 5 % vadil nepříjemný zápach samotného produktu a u 3 % dotazovaných byl při užívání problém s polykáním produktu. Na zápach produktu byla citlivější zejména mladší kategorie do 25 let a skupinu, která hůře snášela polykání olejových kapslí, tvořily zejména ženy. Tato otázka se netýkala celkem 33,5 % jedinců, kteří v předchozích otázkách označili, že se s n-3 MK doplňky stravy buď vůbec nesetkali nebo je nikdy pravidelně neužívali (obrázek 14).



Obrázek 14: Graf výsledků zkušeností s užíváním n-3 doplňků stravy

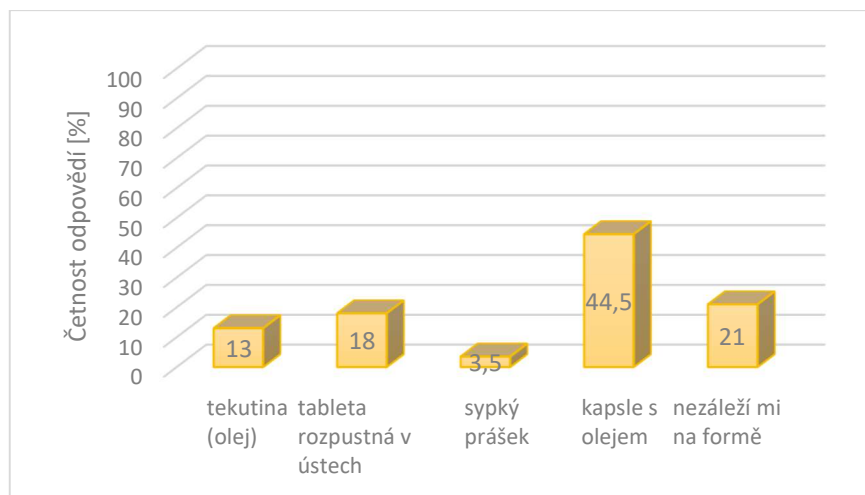
5.1.2 Přijatelnost a dávkování

„Nejpřijatelnější forma doplňků stravy pro mě je:“

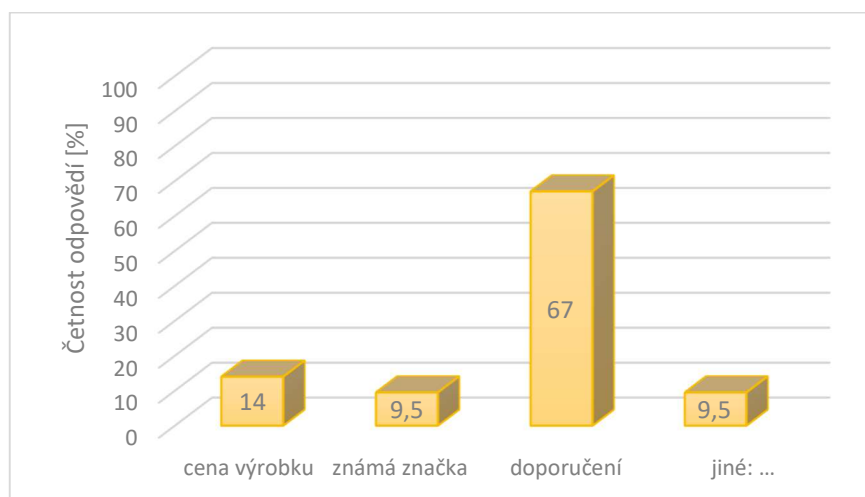
Zde opět vedla forma olejové kapsle, kterou by si pro pravidelné užívání zvolilo 44,5 % dotazovaných. Dále 18 % respondentů zaujala forma tablety rozpustné v ústech, 13 % by užívalo tekutou formu (olej) a 3,5 % by zkusilo sypký prášek. U kategorie dětí do 14 let by jednoznačně vedla forma tablety rozpustné v ústech. Zbýlých 21 % respondentů odpovědělo, že jim na formě podání tolik nezáleží, tudíž by jim s velkou pravděpodobností nevadilo nic z výše zmíněného (obrázek 15). Poslední možnost „nezáleží mi na formě“ označovaly z velké části kategorie starších dospělých a seniorů.

„Při výběru doplňků stravy je pro mě důležité:“

Více než polovina (67 %) dá na doporučení odborníků nebo známého. U 14 % rozhoduje cena daného výrobku a 9,5 % přikládá důraz věhlasu známé značky. K otázce byla přiložena také čtvrtá možnost, odpovědět vlastními slovy, které využilo zbylých 9,5 % respondentů (obrázek 16). Mezi odpověďmi se nejčastěji objevovalo: kvalita a složení výrobku, produkt bez pachuti, dobré recenze a vědecké studie výrobku, nevtíravá reklama nebo kombinace všech tří výše zmíněných možností. Kategorie dětí u této otázky nejčastěji odpovídala, že výběr (doporučení) je na rodičích a důležité je, aby byl produkt zdraví prospěšný.



Obrázek 15: Graf výsledků hodnocení nejpříjemnější formy n-3 doplňků stravy



Obrázek 16: Graf výsledků hodnocení důležitých vlastností n-3 doplňků stravy

„Přijatelné dávkování produktu (doplňku stravy) během dne, pro mě je:“

Zde by většina, konkrétně 81 %, volila dávkování jedenkrát denně. 17,5 % respondentů by nevadilo užívat dva produkty denně (např. ráno a večer) a 1,5 % by nemělo problém ani s třemi produkty během dne (ráno, odpoledne, večer).

„Přijatelná jednorázová dávka produktu (doplňku stravy) pro mě je:“

71 % jedinců by se přiklonilo k jednomu produktu, dva produkty najednou by si zvolilo 18,5 % a požívat dokonce tři produkty najednou by zvládlo 10,5 %. Rozptýl věkových kategorií byl u všech odpovědí překvapivě podobný, stejně tomu bylo i u předchozí otázky na dávkování.

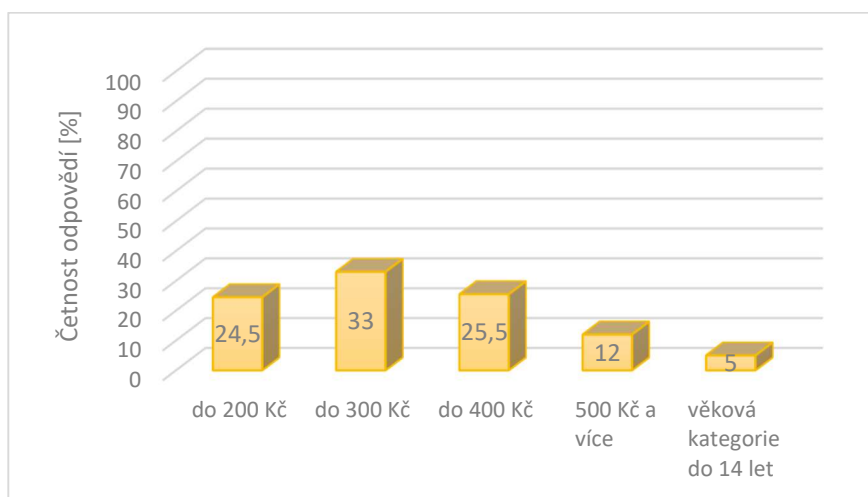
5.1.3 Očekávání a preference

„Od doplňku n-3 MK očekávám zejména:“

Téměř tři čtvrtiny dotazovaných (71,5 %) volilo odpověď „zdravotní benefity“. Odpovědi „přijatelnou formu podání“ a „přijatelnou chuť“ měly podobnou četnost odpovědí, 15,5 % a 12 %. Zbylé 1 % jedinců si zvolilo odpověď „vše výše zmíněné“, tedy kombinaci všech tří možností. Přijatelnou formu podání volili zejména jedinci z kategorie důchodového věku.

„Za 1 měsíc užívání kvalitních doplňků n-3 MK jsem ochotný/a zaplatit:“

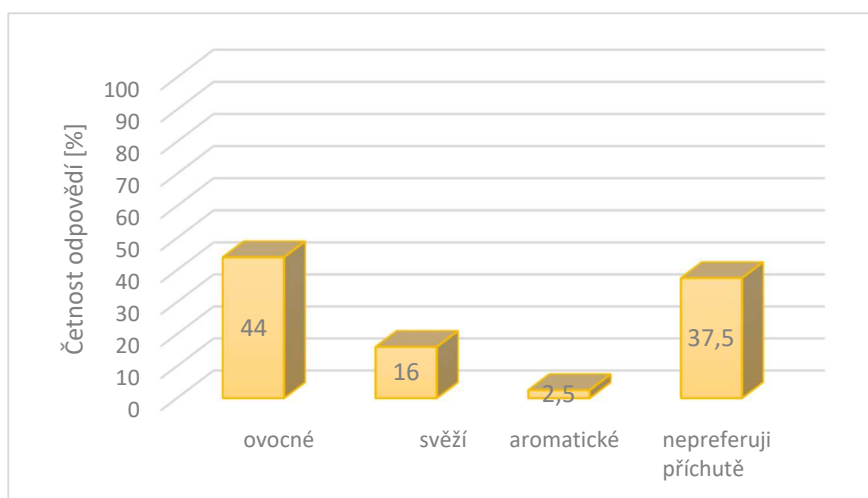
Maximálně 200 Kč by bylo ochotno investovat do produktů 24,5 % lidí, do 300 Kč 33 % a do 400 Kč 25,5 % respondentů. 500 Kč a více by bylo ochotno zaplatit 12 % dotazovaných. 5 % respondentů u této otázky nezmiňovalo konkrétní částky, jelikož se jednalo o kategorii dětí do 14 let (obrázek 17). U této otázky se jako u jediné projevily statisticky průkazné rozdíly v závislosti na věku, konkrétně se velmi významně lišila věková kategorie dětí do 14 let od všech ostatních kategorií na hladině významnosti $p < 0,0001$.



Obrázek 17: Graf výsledků přijatelné investice do n-3 doplňků stravy

„Pokud by byla možnost příchutí produktů, preferoval/a bych:“

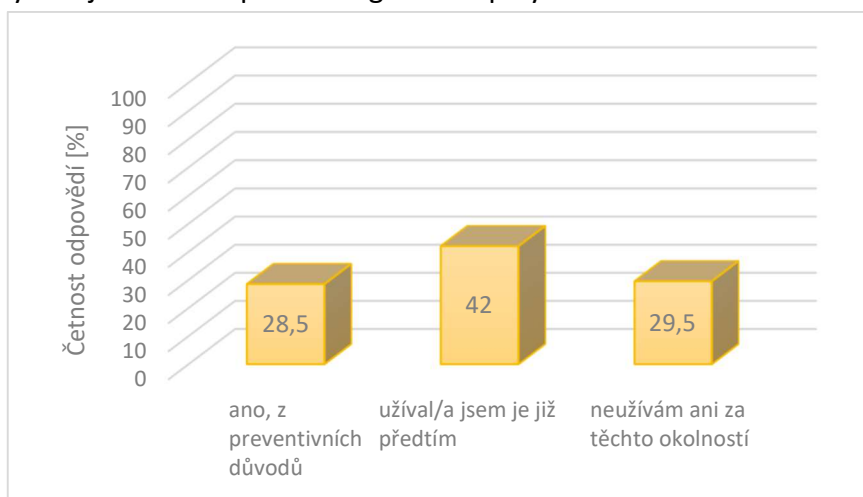
U volby příchutí byla oblíbená možnost „ovocné (jahoda, citron, mango)“, kterou zvolilo 44 % dotazovaných. Poměrně dost respondentů (37,5 %), zvolilo odpověď „nepreferuji příchutě“. Pravděpodobně by tedy raději užívali obyčejnou formu produktů bez přidaných aromat. U 16 % tázaných byl zvolen doplněk stravy se svěží (máta) příchutí a jen u 2,5 % s aromatickou (čokoláda, vanilka) příchutí (obrázek 18). Nejvyšší četnost u respondentů nepreferujících příchutě byla ve věkové kategorii staršího dospělého a seniorského věku.



Obrázek 18: Graf výsledků preference chuti u n-3 doplňků stravy

5.1.4 Zájem o užívání do budoucna

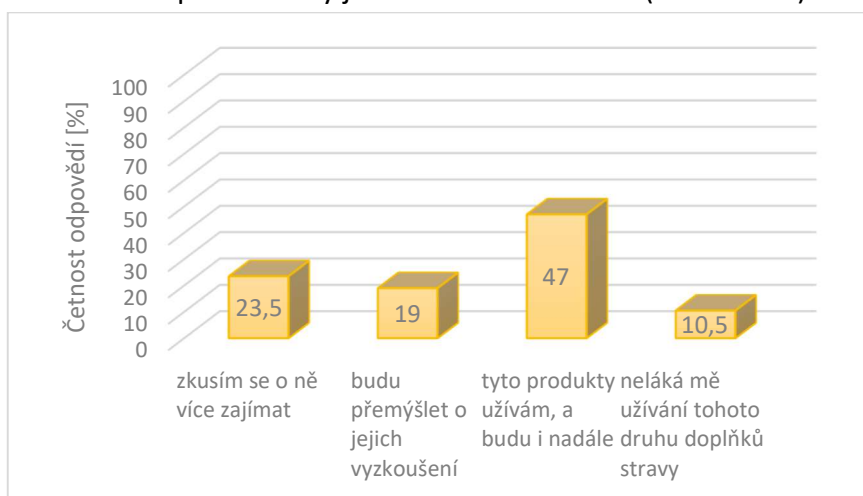
„V souvislosti s okolnostmi v posledním roce jsem se uchýlil/a k užívání doplňků stravy:“
Dotazník byl doplněn o tuto otázku pro zajímavost, jelikož během průzkumu byla pandemická situace stále velmi aktuální. Necelá polovina dotazovaných (42 %) užívala doplňky stravy (pravděpodobně jakéhokoliv druhu) již před nástupem této situace. 29,5 % nezačalo užívat doplňky stravy ani za těchto okolností. Naopak tomu bylo u 28,5 % tázaných, kteří začali z preventivních důvodů některé doplňky stravy na imunitu využívat (obrázek 19) – mezi těmito odpověďmi byla nejvíce zastoupená kategorie dospělých 26-64 let.



Obrázek 19: Graf vlivu pandemické situace na užívání n-3 doplňků stravy

„Pokud jsem se do této chvíle nesetkal/a s doplňky n-3 MK:“

Prakticky polovina (47 %) účastníků průzkumu byla aktivními uživateli doplňků stravy. Dle rozdílu četností z předchozích odpovědí (podkapitola 5.1.1.), kde bylo pravidelných uživatelů doplňků s n-3 MK pouze 34 % je pravděpodobné, že někteří dotazovaní odpovídali na užívání doplňků stravy obecně. V každém případě tento průzkum vzbudil zájem u 23,5 % dotazovaných a dalších 19 % uznalo, že popřemýšlí o jejich vyzkoušení. Zbýlých 10,5 % označilo, že tento druh doplňků stravy je do budoucna neláká (obrázek 20).



Obrázek 20: Graf závěrečného vyhodnocení postoje k užívání n-3 doplňků stravy

5.2 Senzorická analýza

Výsledky sensorického hodnocení (viz příloha III) jsou rozděleny do tří podkapitol dle hodnocených produktů. V každé podkapitole je k dispozici tabulka (tabulka 13, 14, 15) související s daným produktem, která pro lepší orientaci obsahuje detailnější popis grafických úseček z formuláře. Výsledky jsou vyobrazeny v podobě schémat grafických úseček (obrázek 21-34) a jednotlivé body na těchto úsečkách vyznačují celkové hodnocení následujícími společnými znaky:

- průměrná (střední) zaznamenaná hodnota
- | směrodatná chyba průměrné (střední) hodnoty
- [..... minimální zaznamenaná hodnota
-] maximální zaznamenaná hodnota

Všechny výsledné hodnoty na grafických úsečkách jsou zde uváděné v procentech ve směru zleva doprava (0-100 %). Z pozice znaků na levé straně grafické úsečky (0 %) lze vyčíst, že při hodnocení produkty navozovaly spíše negativní či neznatelné vjemy, naopak pozice znaků blížící se pravé straně grafické úsečky (100 %) vykazuje navození pozitivnějších či intenzivnějších vjemů při hodnocení.

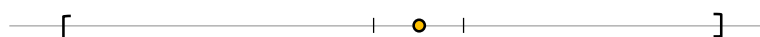
5.2.1 Olejová kapsle

Tabulka 13: Charakteristika grafických úseček u olejové kapsle

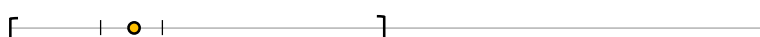
	0 %	100 %
Příjemnost vůně	odporná	vynikající
Intenzita vůně	neznatelná	velmi silná
Polykání	obtížné	velmi snadné

Na obrázcích 21, 22 a 23 je vyznačeno, jak hodnotitelé reagovali na olejovou kapsli. Příjemnost vůně kapsle byla hodnocena v průměru $53,94 \pm 6,18$ %. Mezi nejnižší a nejvyšší zaznamenanou hodnotou byl poměrně velký rozdíl, a to celých 87 %. Minimální hodnota byla 7 % (takto negativní hodnocení však bylo vyznačeno pouze jedním hodnotitelem) a maximální zaznamenaná hodnota naopak dosáhla 94 %. Celkově byla vůně kapsle hodnocena jako poměrně příjemná.

Intenzita vůně kapsle byla dle hodnocení spíše neznatelná, jelikož její průměrná hodnota dosáhla pouze $15,66 \pm 3,65$ %. Polovina všech hodnotitelů označovala na úsečce ≤ 10 % a čtvrtina všech hodnotitelů označovala intenzitu vůně dokonce menší než 5 %. Minimální vyznačená hodnota byla 0 %, maximální a zároveň velmi ojedinělá byla hodnota 49,5 %.



Obrázek 21: Grafická úsečka s výsledky hodnocení příjemnosti vůně kapsle



Obrázek 22: Grafická úsečka s výsledky hodnocení intenzity vůně kapsle

U hodnocení obtížnosti polykání kapsle bylo prokázáno největší rozpětí ze všech. Diference mezi odpověďmi byla téměř sto procentní, jelikož obsahovaly 0 % i 99 %. Je zde vidět velká individualita v toleranci větších kapslí při jejich požití. Průměrné hodnocení se pohybovalo okolo $63,25 \pm 8,01$ % (obrázek 23). I když je variabilita výsledků velká, polovina všech respondentů problémy s polykáním olejové kapsle neměla a hodnotila je tak velmi kladně (hodnocení ≥ 80 %). Pouze tři respondenti hodnotili tuto část jako velmi obtížnou (hodnocení ≤ 17 %).



Obrázek 23: Grafická úsečka s výsledky hodnocení polykání kapsle

V případě všech charakteristik kapsle se projevila korelace pouze mezi intenzitou a příjemností vůně. Konkrétně se jednalo o významnou negativní korelaci (-0,57), která ukazuje, že čím vyšší byla intenzita vůně kapsle, tím byla pro hodnotitele nižší její příjemnost, a naopak.

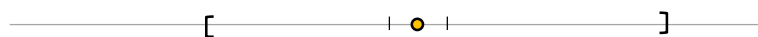
5.2.2 Tableta rozpustná v ústech

Na obrázcích 24, 25, 26, 27, 28 a 29 je pomocí grafických úseček vyznačeno celkové hodnocení tablety rozpustné v ústech dle jejich jednotlivých charakteristik a tabulka 14 tyto charakteristiky, respektive jejich hraniční hodnoty popisuje podrobněji.

Tabulka 14: Charakteristika grafických úseček u tablety rozpustné v ústech

	0 %	100 %
Příjemnost vůně	odporná	vynikající
Intenzita vůně	neznatelná	velmi silná
Rozpustnost v ústech	velmi pomalá	okamžitá
Příjemnost chuti	odporná	vynikající
Celková intenzita chuti	neznatelná	velmi silná
Intenzita rybí pachuti	neznatelná	velmi silná

Vnímání příjemnosti vůně rozpustné tablety bylo vesměs pozitivní, protože se výsledky pohybovaly v neutrálních až vyšších hodnotách, průměrně v rozmezí $53,97 \pm 4,35$ %. Nejmenší zaznamenaná hodnota byla na 26 % nejvyšší na 87 % (obrázek 24). Intenzita vůně tablety byla pro hodnotitele spíše méně znatelná, tedy okolo $35,97 \pm 5,56$ %. Nejnižší dosažená mez byla 3 % a nejvyšší 67 %, přičemž tyto maximální hodnoty (hodnocení ≥ 60 %) byly zaznamenány pouze u dvou jedinců (obrázek 25).

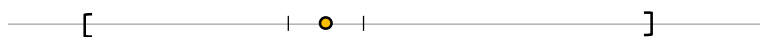


Obrázek 24: Grafická úsečka s výsledky hodnocení příjemnosti vůně tablety



Obrázek 25: Grafická úsečka s výsledky hodnocení intenzity vůně tablety

Průměrná hodnota rozpustnosti tablety v ústech činila $41,84 \pm 5,04$ %. Nejnižší hodnocení bylo 10 %, ale takto nízké cifry (hodnocení ≤ 16 %) zadali pouze tři hodnotitelé. Nejčastěji vyznačovaná hodnota se naopak pohybovala v oblasti 41 %. Nejvyšší zadaná hodnota blížící se „okamžitá rozpustnost v ústech“ sahala k 85 %, ta byla však označena pouze jedním hodnotitelem (obrázek 26). Ostatním jedincům se zdála rozpustnost spíše pomalejší a někteří tento faktor zmínili i dodatečně v poznámkách jako nežádoucí.



Obrázek 26: Grafická úsečka s výsledky hodnocení rozpustnosti tablety v ústech

Příjemnost chuti tablety byla hodnocena v průměru $51,31 \pm 6,35$ %, ale odpovědi byly rozptýlené skoro po celé délce grafické úsečky. Zde se můžeme přesvědčit, že platí pořekadlo „sto lidí, sto chutí“, protože přibližně polovina hodnotících jedinců se přiklání k úseku „odporná“ a druhá polovina k úseku „vynikající“. Nejnižší hodnocení činilo 20 % a nejvyšší 95 % (obrázek 27). U celkové intenzity chuti byla průměrná hodnota nepatrně vyšší ($58,59 \pm 4,74$ %), rozptyl odpovědí byl však nižší. Minimální hodnota byla 34 % a maximální 95 %, hodnotitelé tedy shledali intenzitu chuti tablety znatelnou až velmi silnou (obrázek 28).



Obrázek 27: Grafická úsečka s výsledky hodnocení příjemnosti chuti tablety



Obrázek 28: Grafická úsečka s výsledky hodnocení celkové intenzity chuti tablety

Průměrný výsledek $26,91 \pm 6,49$ % nám naznačuje, že rybí pachůt u tablety byla pro hodnotitele méně znatelná až neznatelná. Pár jedinců hodnotilo pachůt jako silnější, proto je maximální zaznamenaná hodnota na 71 %, většina z nich však pachůt nepocítovala. Nejnižší hodnota 0 %, tzn. zcela neznatelná rybí pachůt byla při hodnocení zaznamenána dokonce třemi jedinci (obrázek 29).



Obrázek 29: Grafická úsečka s výsledky hodnocení intenzity rybí pachuti tablety

U charakteristik tablety rozpustné v ústech se podobně jako u polykací kapsle objevila pouze jedna významná korelace, a to opět negativní (-0,56), mezi rozpustností v ústech a intenzitou rybí pachuti. Z výsledku je patrné, že čím byla rozpustnost tablety v ústech pomalejší, tím u ní byla více znatelná intenzita rybí pachuti. Naopak výsledek prakticky nulové korelace byl mezi příjemností chuti a rozpustností v ústech (0,00) nebo mezi celkovou intenzitou chuti a příjemností vůně (0,03). Tyto charakteristiky se tedy navzájem při hodnocení nijak neovlivňovaly.

5.2.3 Rybí olej

Tabulka 15: Charakteristika grafických úseček u rybího oleje

	0 %	100 %
Příjemnost vůně	odporná	vynikající
Intenzita vůně	neznatelná	velmi silná
Příjemnost chuti	odporná	vynikající
Celková intenzita chuti	neznatelná	velmi silná
Intenzita rybí pachuti	neznatelná	velmi silná

Průměrná výsledná hodnota $70,94 \pm 4,53$ % vykazuje velmi příjemnou vůni podávaného rybího oleje. Nejnižší hodnotu (21,5 %), tzn. nepříjemnou až odpornou vůni rybího oleje zaznamenal pouze jeden hodnotitel, zbylá část odpovědí na grafické úsečce byla $\geq 57,5$ %. Maximální mez hodnocení dosáhla 94 % (obrázek 30). Při hodnocení intenzity vůně oleje panovala vysoká variabilita mezi výsledky, každá dvouciferná hodnota začínající číslem 1-9 zde totiž byla zaznamenána alespoň jednou. Lze tak potvrdit, že čichové receptory a vjemy jsou u každého jedince individuální. V průměru byla hodnocena $61,03 \pm 5,92$ %, tudíž byla evidentně znatelná. Minimální hranice výsledků byla na 17 % a maximální na 92 % (obrázek 31).



Obrázek 30: Grafická úsečka s výsledky hodnocení příjemnosti vůně oleje



Obrázek 31: Grafická úsečka s výsledky hodnocení intenzity vůně oleje

Co se týká příjemnosti chuti, byly výsledky opět velmi rozdílné. Rozpětí hodnot kolísalo od 5 % do 86 %. Průměrná příjemnost chuti však byla stanovena na $38,59 \pm 6,04$ %, nebyla tedy hodnocena moc pozitivně (obrázek 32). Stále však šest účastníků hodnotilo příjemnost chuti dobře, ba dokonce svěže (hodnocení ≥ 53 %). Dle konečných poznámek je pravděpodobné, že hodnotitelům při podání vadila spíše textura oleje v ústech než jeho samotná chuť.

Rozpětí výsledků celkové intenzity chuti oleje bylo skoro stejně obrovské, jako tomu bylo u výsledků polykání olejové kapsle (obrázek 23). Průměrné hodnocení bylo sice stanoveno na $50,63 \pm 7,37$ %, ale rozdíl mezi maximální a minimální vyznačenou hodnotou dosáhl 95 % (obrázek 33). Pro jednu polovinu hodnotitelů tak byla celková intenzita chuti neznatelná, pro druhou velmi silná.



Obrázek 32: Grafická úsečka s výsledky hodnocení příjemnosti chuti oleje



Obrázek 33: Grafická úsečka s výsledky hodnocení celkové intenzity chuti oleje

Pachuť u rybího oleje byla naopak celkově zhodnocena velmi kladně, průměrné výsledky činily $21,53 \pm 5,79$ %. Byla tím pádem většinou shledána jako neznatelná (obrázek 34). Pět hodnotitelů vyznačilo odpovědi v úseku ≤ 6 % a dva z nich přímo na hraničních 0 %. Nejvyšší a v tomto případě zároveň i ojedinělá negativní odpověď byla vyznačena na 67,5 %.



Obrázek 34: Grafická úsečka s výsledky hodnocení intenzity rybí pachuti oleje

U charakteristik oleje se také objevila jedna významná korelace a tentokrát se jednalo o pozitivní hodnotu (0,75) mezi intenzitou a příjemností vůně. Čím vyšší byla intenzita vůně oleje, tím byla vyšší i její příjemnost pro hodnotitele. Celkové pozitivní hodnocení u příjemnosti vůně oleje mohlo být zapříčiněno faktem, že obsahoval citronové aroma. Dále intenzita rybí pachuti žádným způsobem neovlivňovala příjemnost chuti oleje (0,00).

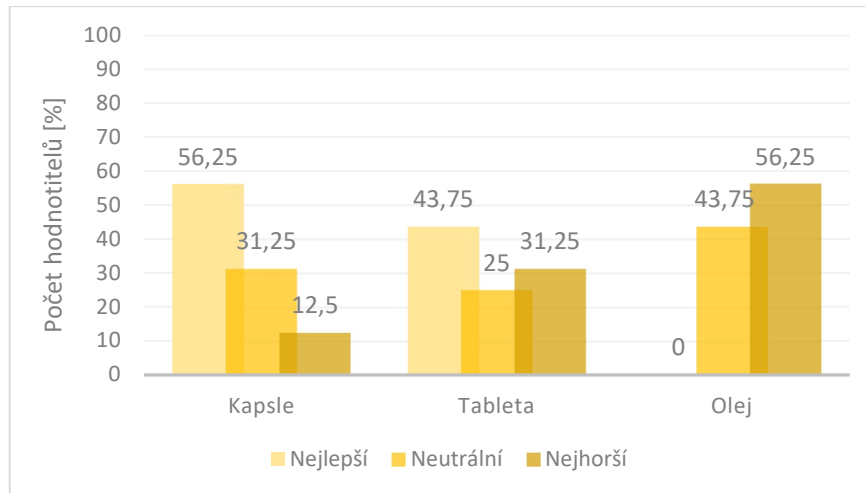
5.2.4 Celkové hodnocení a pořadová zkouška

Z konečných poznámek byla olejová kapsle zhodnocena jako nejpraktičtější z výběru a také byla vybrána více jak polovinou hodnotitelů (56,25 %) z šestnácti jako nejlepší forma doplňku stravy pro pravidelné užívání. Neutrálně ji označilo pět (31,25 %) hodnotitelů a za nejhorší formu doplňku stravy ji považovali pouze dva (12,5 %), kteří zároveň při hodnocení označili polykání kapsle jako velmi obtížné.

U rozpustné tablety byla třemi hodnotiteli zmíněna delší rozpustnost v ústech. I tak se ale zamlouvala sedmi (43,75 %), kteří by si ji vybrali jako nejlepší volbu pro dlouhodobé užívání. Čtyřmi (25 %) hodnotiteli byla označena jako neutrální a pět (31,25 %) by ji nechtělo pravidelně užívat vůbec. Možnou překážkou při výběru mohla být právě zmiňovaná delší rozpustnost v ústech.

Doplňek ve formě oleje byl shledán jako nejméně přijatelný pro pravidelné užívání. Jako nejlepší formu ji neoznačil nikdo. Sedm (43,75 %) hodnotitelů jej zařadilo na druhé neutrální místo a zbylých devět (56,25 %) jedinců mu přiřadilo třetí místo, tudíž by si jej nevybrali jako doplňek stravy pravděpodobně vůbec. Hlavním faktorem negativního hodnocení byla dle odpovědí nepříjemná textura tekutiny v ústech. Co se týká chuti byl olej naopak hodnocen jako velmi svěží varianta s minimální rybí pachutí. Není však známo, zdali se pachutí u hodnotitelů nedostavila později, například hodinu až dvě po hodnocení. Na základě rešerše při dotazníkovém šetření bylo totiž zjištěno, že nepříjemná pachutí, která se dostaví i během dne několik hodin po podání, bývá u citlivějších jedinců i důvodem vysazení doplňků stravy s n-3 PUFA.

Společné výsledky preference hodnotitelů u jednotlivých forem doplňků stravy jsou vyobrazené ve sloupcovém grafu na obrázku 35.



Obrázek 35: Graf subjektivní preference formy doplňku stravy pro pravidelné užívání

Aby mohl být dokázán statisticky významný rozdíl preference vzorků, bylo využito Friedmanova kritéria pro vyhodnocení tzv. pořadové zkoušky. Hodnotitelé udělovali kapsli, tableti a oleji 1. 2. nebo 3. místo dle jejich subjektivní preference na základě celkového sensorického hodnocení. Podrobnější tabulka se vstupními daty pro vyhodnocení pořadové zkoušky je k nahlédnutí v příloze IV. Součty pořadí u každého hodnotitele zvlášť se poté spolu s počtem hodnotitelů a počtem vzorků dosadily do vzorce (1a). Tak bylo možné zjistit výsledek Friedmanova kritéria (výpočet 1b)

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (R_1^2 + R_2^2 + R_3^2) - 3J(P+1) \quad (1a)$$

$$F = \frac{12}{16 \cdot 3 \cdot 4} (25^2 + 30^2 + 41^2) - 3 \cdot 16 \cdot 4 = 8,38 \quad (1b)$$

- F.....Friedmanovo kritérium
- J.....počet posuzovatelů
- P.....počet vzorků
- R_x^2součty pořadí vzorků P

Tabulková hodnota tzv. kritického Friedmanova kritéria (F_{krit}) byla stanovena na 5,99. Pokud je výsledná hodnota $F \geq F_{krit}$ potom platí, že je mezi hodnotami statisticky významný rozdíl. Mezi vzorky tedy existuje významný rozdíl, protože $8,38 \geq 5,99$. Dále bylo potřeba zjistit mezi kterými konkrétními vzorky panuje rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Po dosazení do vzorce (2a) vyšla hodnota (výpočet 2b), se kterou bylo potřeba porovnat rozdíly součtů pořadí mezi konkrétními vzorky, a to v následujících třech možnostech: kapsle/tableta, tableta/olej a kapsle/olej.

$$|R_b - R_a| \geq 1,96 \sqrt{\frac{JP(P+1)}{6}} \quad (2a)$$

$|R_b - R_a|$ absolutní hodnota rozdílu součtů pořadí vzorků P
 b,a.....dva porovnávané vzorky (součty)

$$1,96 \sqrt{\frac{16 \cdot 3 \cdot 4}{6}} = 11,1 \quad (2b)$$

Konečný výsledek vzájemného porovnání a výpočtů ukázal, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ byl mezi vzorky nalezen statisticky průkazný rozdíl pouze mezi kapslí a olejem. Pouze výsledek jejich rozdílu dosahoval nad stanovenou hodnotu 11,1 (O/K). Hraniční hodnoty statisticky významného rozdílu se objevily i u dvojice vzorků tablety s olejem (O/T), u které se výsledná hodnota lišila pouze o 0,1.

$$\begin{array}{l} |R_T - R_K| \geq 11,1 \\ |5| \leq 11,1 \end{array} \quad \text{T/K}$$

$$\begin{array}{l} |R_O - R_T| \geq 11,1 \\ |11| \leq 11,1 \end{array} \quad \text{O/T}$$

$$\begin{array}{l} |R_O - R_K| \geq 11,1 \\ |16| \geq 11,1 \end{array} \quad \text{O/K}$$

5.2.5 Vyhodnocení rozdílnosti vzorků

Na základě hodnocených charakteristik byla zkoumána rozdílnost mezi vzorky (analýza rozptylu). Takto bylo učiněno u charakteristik společných pro všechny hodnocené vzorky, tedy u příjemnosti vůně a intenzity vůně. Z pohledu formy podání se příjemnost vůně mezi jednotlivými vzorky nelišila a nebyly nalezeny žádné statisticky průkazné rozdíly. Příjemnost vůně byla u kapsle a tablety hodnocená podobně a u oleje o něco lépe. U intenzity vůně byl odhalen statisticky průkazný vzájemný rozdíl mezi všemi formami podání. Konkrétně mezi tabletou a olejem $p=0,0051$, mezi tabletou a kapslí $p=0,027$ a mezi kapslí a olejem byl rozdíl $p < 0,0001$. Spolu s posloupností podávaných produktů (kapsle, tableta, olej) měla tedy intenzita vůně zvyšující se tendenci.

Dále bylo hodnocení závislých proměnných vztaheno pouze na dvě formy podání (tableta a olej), které měly další tři společné hodnocené charakteristiky: příjemnost chuti, celková intenzita chuti a intenzita rybí pachuti. Mezi hodnotami však nebyly nalezeny na hladině významnosti $p > 0,05$ žádné statistické rozdíly. To mohlo být způsobeno velkým rozptylem výsledků daných vzorků.

Přestože četnost mužů ve vzorku byla značně menšinová (25 %), výsledné hodnoty byly zkoumány i v závislosti na pohlaví hodnotitelů. U příjemnosti vůně bylo právě pohlaví hodnotitele hlavním rozlišujícím faktorem mezi všemi vzorky ($p = 0,0237$). Naopak u výsledků dalších charakteristik nebyl v tomto ohledu mezi jednotlivými vzorky zjištěn žádný průkazný

rozdíl na hladině významnosti $p > 0,05$. Pokud se však jednalo o vzájemné působení závislosti formy i pohlaví při hodnocení intenzity vůně, panovaly mezi vzorky určité rozdíly, které jsou zaznamenány v tabulce 16.

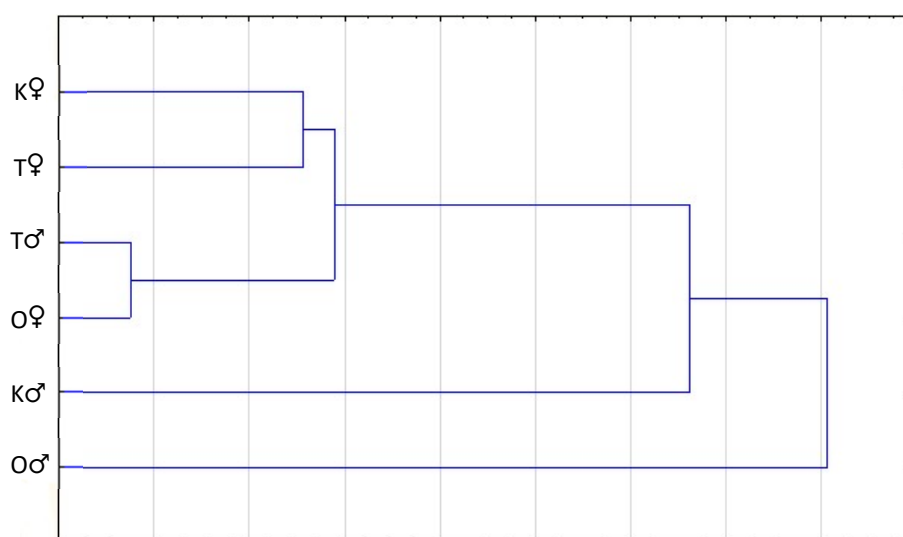
Tabulka 16: Přehled statisticky ne/významných rozdílů v intenzitě vůně mezi všemi vzorky v závislosti na formě podání a pohlaví hodnotitelů

*Forma+pohlaví	Průměr	**Index	Hodnoty p dle Sheffeho post-hoc testu					
O + ♂	0,7975	a		0,4701	0,2173	0,0179	0,0004	0,0014
O + ♀	0,5479	ab	0,4701		0,9246	0,2957	0,0037	0,0210
T + ♂	0,4125	abc	0,2173			0,9958	0,5284	0,4448
T + ♀	0,3421	bc	0,0179	0,2957	0,9958		0,5349	0,5049
K + ♀	0,1754	c	0,0004	0,0037	0,5284	0,5349		0,9942
K + ♂	0,1000	c	0,0014	0,0210	0,4448	0,5049	0,9942	
			O + ♂	O + ♀	T + ♂	T + ♀	K + ♀	K + ♂

*pozn.: O=olej, T=tableta, K=kapsle

**pozn.: Hodnoty, mezi kterými nepanuje statisticky rozdíl, mají navzájem shodné indexy a naopak.

Mezi statisticky průkazné rozdíly (červeně vyznačené hodnoty v tabulce 16) spadá například hodnocení kapsle u žen vůči hodnocení oleje u mužů. Dále byl zaznamenán rozdíl v hodnocení kapsle a oleje mezi muži nebo kapsle a oleje mezi ženami. Podrobnější popis vzájemných rozdílů popisují indexy a,b,c v tabulce 16 nebo grafické znázornění hierarchického shlukování vzorků na obrázku 36. Čím vzdálenější jsou dané body vzájemného protnutí na ose Y, tím jsou mezi hodnotami významnější rozdíly z hlediska obou proměnných. Lze opět vyčíst, že největší rozdíly panují mezi kapslí a olejem.



Obrázek 36: Grafické znázornění hierarchického shlukování – rozdíly mezi výsledky hodnocení jednotlivých vzorků v závislosti na pohlaví hodnotitele a formě podání

6 Diskuze

V celé práci se věnujeme tématu n-3 mastných kyselin, nejprve obecněji v teoretické části, a detailněji v praktické části, kde se zaměřujeme čistě na jejich suplementy. Cílem práce bylo nahlédnout na názor lidí na tento typ produktů a také zjistit jejich podrobnější zájem, očekávání, preference chuti nebo formy podání atd. V České republice a vnitrozemských státech obecně je velmi malý příjem n-3 mastných kyselin ze stravy. Téma tak mohlo doplňky stravy s těmito komponenty dostat částečně do povědomí osob, které se by o ně jinak nezajímaly a na základě informací si na ně dále mohli utvořit vlastní subjektivní názor.

6.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 200 osob různého věku a pohlaví. Ačkoliv se stále jedná o poměrně malý vzorek populace, kdy byla drtivá většina respondentů z hlavního města Prahy nebo ze Středočeského kraje, existují rozdíly mezi účastníky, které mohly při hodnocení hrát roli, např. životní styl, zkušenosti s produkty, vzdělání, sociální vlivy apod. Ačkoliv byla četnost žen o 20 % vyšší než u mužů, z výsledků vyplývá, že ženy se nepatrně více zajímají o doplňky stravy než muži (Lentjes 2019). V každém případě drtivá většina odpovědí měla podobné zastoupení žen a mužů i věkových skupin, mezi jednotlivými odpověďmi tak nebyl prokázán na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statistický rozdíl (výjimkou byl statisticky průkazný rozdíl $p < 0,0001$ v závislosti na věku při hodnocení přijatelné investice do n-3 doplňků).

Vzorek respondentů u dětské kategorie do 14 let se bohužel nepodařilo dle představ naplnit a skýtal tak jen 10 respondentů, i tak byl ale do výsledků pro zajímavost a vyšší rozmanitost zařazen. Této kategorii by určitě stálo za to věnovat více prostoru, protože děti mají specifické potřeby a je důležité vyslyšet jejich preference, ať už chuti či vhodné formy podání, u které nebudou mít problémy při požívání. Nicméně v našem případě se u kategorie dětských uživatelů doplňků problémy s polykáním neobjevovaly.

Z výsledků vyplývá několik poznatků: zkoumaný vzorek respondentů má dobré povědomí o doplňcích stravy s n-3 masnými kyselinami, uvědomuje si jejich možné benefity a více než polovina je buď v minulosti užívala nebo stále pravidelně užívá (Lentjes 2019; Virani et al. 2021) a překážky nebo problémy při požívání respondenti ve větší míře nepociťují. Dále jako nejznámější a zároveň nejpřijatelnější forma bývá u lidí olejová kapsle, velmi známá je i forma oleje samotného, ale ta už se takové oblíbenosti netěší. Příchuť nebo obecně chuť z velké části nehraje při výběru roli tak velkou roli, důležitější je pro uživatele doplňku stravy praktičnost, účinnost a poměr dobré ceny a kvality.

Průzkum užívání doplňků stravy během pandemie ukázal, že tři čtvrtiny respondentů situace nijak neovlivnila, jelikož buď užívali doplňky již předtím nebo naopak vůbec neužívali a ani během pandemie nezačali. Jednu čtvrtinu tato situace ovlivnila. Podobné výsledky a rozložení odpovědí se ukázaly i v evropském průzkumu (Hamulka et al. 2021, obrázek 7). Uživatelů doplňků stravy v tomto průzkumu bylo 94 z 200 (47 %), z toho 4 děti, 13 mladších, 43 starších dospělých a 34 důchodců. Dle reakcí respondentů, kteří doplňky stravy neužívají, byl u 85 z 200 (42,5 %) dotazovaných při vyplňování vyvolán zájem o tento typ produktů.

6.2 Senzorická analýza

V této části průzkumu se ukázala vysoká variabilita výsledků, a i když se analýzy zúčastnilo pouze 16 hodnotitelů, byly znát jejich odlišné preference prakticky u všech tří produktů. Při sensorickém hodnocení slavila největší úspěch z hlediska všech sensorických vjemů olejová kapsle, druhé místo obsadila tableta rozpustná v ústech a nejmenší úspěch měl u hodnotitelů rybí olej.

Olejová kapsle byla zhodnocena jako nejpraktičtější forma n-3 doplňků stravy z výběru. Úspěch u hodnotitelů sklídila tato v současnosti nejrozšířenější forma podání pravděpodobně i pro svou vyšší koncentraci obsahu EPA+DHA oproti olejovým formám (Calder 2013). Zároveň se však na základě sensorického hodnocení prokázalo, že některým jedincům stále může na této formě produktu vadit velikost, která dělá problémy při polykání. Nutno uznat, že olejová kapsle podávaná konkrétně při naší analýze v tomto směru nedělala problém skoro nikomu.

O tabletě rozpustné v ústech možná slyšelo několik hodnotitelů poprvé, byla takovým ozvláštňujícím prvkem celého hodnocení. Ačkoliv se jednalo o inovativní méně známý výrobek, téměř polovina (43,75 %) hodnotitelů se shodla, že by byla nejlepší volbou pro pravidelné užívání. Její celkové hodnocení při podání nebylo vůbec špatné, proto by mohla fungovat jako skvělý kompromis mezi problémem s polykáním u kapsle a nepříjemným pocitem textury v ústech u oleje (Asiri et al. 2021).

Nejhůře dopadla, co se týká volby pravidelného užívání, forma rybího oleje. Žádný hodnotitel si olej nevybral jako případný doplněk k pravidelnému užívání. To bylo dle některých hodnotitelů způsobeno zejména nepříjemnou chutí a texturou v ústech (Asiri et al. 2021). Špatné výsledky oleje mohly být také ovlivněny mezigeneračním přenosem „nesnášenlivosti“ či „traumatem“ z rybího tuku podávaného v dětství, které si může pamatovat zejména současná generace starších dospělých a seniorů.

Celkové vnímání vůně či chutě mohla ovlivnit individuální preference, stav sytosti, postoj k doplňkům jako takovým nebo například i konzumace tří produktů za sebou. Poslednímu zmíněnému faktoru však bylo během hodnocení v rámci možností zabráněno, a to dodržením posloupnosti podávání doplňků, neutralizačním prvkem či krátkými pauzami mezi každým hodnocením. Z celkových výsledků lze tedy tvrdit, že lidé preferují formu kapsle před tabletou a dále preferují formu rozpustné tablety před olejem.

V rámci rešerše nebylo možné konkrétní druh sensorické analýzy, který byl prováděn, z veřejně dostupných zdrojů dohledat. Důvodem by mohl být fakt, že pokud se někde takové sensorické zkoušky provádí, jsou pořádány spíše soukromě distribučními a výrobními firmami, které potřebují před uvedením na trh zkontrolovat a případně dopravit všechny atributy svých produktů. Ve veřejných vědeckých studiích a experimentech se povětšinou autoři zaměřovali spíše na obecné účinky n-3 doplňků stravy, jejich dávkování, obsah denní dávky nebo na jejich účinky na různé fyzické a psychické stavy či onemocnění člověka, než na jejich vnímání ve společnosti ať už z pohledu sensorického hodnocení či dostatečné informovanosti. Do budoucna by se tedy podobná hodnocení a průzkumy mohly začít objevovat i na poli odborných vědeckých článků.

7 Závěr

- Předpoklad a zároveň hypotéza, že veřejnost (hodnotitelé) bude lépe přijímat doplňky s lepší chutí a pohodlnější formou užívání byla potvrzena. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že veřejnost dává přednost praktickým rychlým formám podávaným v dávce jednoho produktu jednou denně. Co se týká chuti 44 % respondentů by preferovalo ovocné příchutě a 37,5 % (převážně starší dospělí a senioři) obyčejnou formu doplňků bez jakéhokoliv dochucení. Z hlediska výběru typu suplementu kladli hodnotitelé důraz na osobní doporučení a poměr ceny a kvality. Při dotazníkovém průzkumu nebyly na hladině významnosti $p > 0,05$ nalezeny statisticky významné rozdíly mezi pohlavím a věkem respondentů.
- Nejčastější volbou pro hodnotitele byla při dotazníkovém šetření (44,5 %) i sensorickém hodnocení (56,25 %) olejová kapsle, která byla označena jako nejpraktičtější pro pravidelné užívání. V těsném závěsu byla zvolena při sensorické analýze tableta rozpustná v ústech (43,75 %) pro její téměř nezatelnou pachutí v ústech po požití a zároveň byla oceněna z pohledu zajímavé formy podání. Během hodnocení pořadové zkoušky vzorků se na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ zjistily významné odlišnosti mezi vzorky, a to konkrétně mezi kapslí a olejem $|R_0 - R_k| = 16 \geq 11,1$. Olej se od ostatních dvou zmíněných forem odlišoval z hlediska obou společně hodnocených charakteristik – příjemnosti a intenzity vůně.
- Jedním z cílů práce bylo na základě výsledků navrhnout úpravu produktů, jenž by je činily uživatelsky příjemnějšími. Zde je pár příkladů:
 - Vyšší maskování vůně, chuti či pachuti rybiny v produktech při výrobě
 - Menší velikost olejových kapslí
 - Rychlejší rozpustnost tablety v ústech
 - Více průzkumů z hlediska veřejného mínění a sensorického hodnocení tohoto typu doplňku stravy
- Zadané cíle práce byly dle všeho splněny, a to v teoretické i praktické části. Teorie popisuje obecný přehled n-3 mastných kyselin, výživová doporučení, jejich působení na lidský organismus, možné formy doplňků stravy či současný stav jejich příjmu ve světě. Postoj veřejnosti je prozatím málo prozkoumaným tématem, proto má do budoucna určitý potenciál se rozvíjet. V praktické části byla tedy vyvinuta snaha toto téma představit a alespoň trochu k němu přispět dotazníkovým šetřením a potažmo i sensorickým hodnocením. Tato práce by tak mohla být jedním ze skromných prvopočátků detailnějších průzkumů a obsáhlejších sensorických hodnocení v budoucnu.

8 Literatura

Ackman RG. 2008. Fatty acids in fish and shellfish. *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*, pp. 155-185. CRC Press, London.

Alshahawy R, Habachi NE, Allam E, Jernerén F, Refsum H, Elshorbagy A. 2021. Changes in plasma fatty acids and related biomarkers during transition to an exclusively plant and fish-based diet in healthy adults. *Nutrition*. **90**: 111306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111306>.

Asiri A, Hofmanová J, Batchelor H. 2021. A review of in vitro and in vivo methods and their correlations to assess mouthfeel of solid oral dosage forms. *Drug Discovery Today*. **26** (3): 740-753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.12.015>.

Bezpečnost potravin. 2019. Omega-3 mastné kyseliny. Ministerstvo zemědělství České republiky. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92481.aspx> (zprístupněno: 10/2021)

Black LI, Clarke TC, Barnes PM, Stussman BJ, Nahin RL. 2015. Use of complementary health approaches among children aged 4-17 years in the United States: National Health Interview Survey (NHIS), 2007-2012. *National Health Statistics Reports*. **78**: 1-19.

Buydens-Branchey L, Branchey M. 2006. n-3 Polyunsaturated fatty acids decrease anxiety feelings in a population of substance abusers. *Journal of clinical psychopharmacology*. **26** (6): 661–665. DOI: 10.1097/01.jcp.0000246214.49271.f1.

Calder PC. 2013. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology?. *British Journal of Clinical Pharmacology*. **75**(3): 645-662. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2012.04374.x. ISSN: 03065251.

Chiu CC, Su KP, Cheng TC, Liu HC, Chang CJ, Dewey ME, Stewart R, Huang SY. 2008. The effects of omega-3 fatty acids monotherapy in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: a preliminary randomized double-blind placebo-controlled study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry* **32** (6): 1538–1544. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2008.05.015.

Clarke TC, Black LI, Stussman BJ, Barnes PM, Nahin RL. 2015. Trends in the use of complementary health approaches among adults: United States, 2002-2012. *National Health Statistics Reports*. **79**: 1-16.

Covington MB. 2004. Omega-3 fatty acids. University of Maryland School of Medicine, Baltimore, Maryland. *American Family Physician* **70** (1): 133–140.

Čeledová L, Čevela R. 2017. Člověk ve zdraví i v nemoci: podpora zdraví a prevence nemocí ve stáří. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, Praha. ISBN: 9788024638294

Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration (FDA). 2005. Substances affirmed as generally recognized as safe: menhaden oil [online]. College Park: Office of the Federal Register. Dostupné z: <https://www.federalregister.gov/documents/2005/03/23/05-5641/substances-affirmed-as-generally-recognized-as-safe-menhaden-oil>. (zpřístupněno 01/2022)

Dostálová J. 2011. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. VŠCHT. Ústav chemie a analýzy potravin. Interní medicína **13** (9): 347–349. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/09/08.pdf> (zpřístupněno 12/2021)

Drouin G, Rioux V, Legrand P. 2019. The n-3 docosapentaenoic acid (DPA): A new player in the n-3 long chain polyunsaturated fatty acid family. Biochimie. **159**: 36–48. DOI: 10.1016/j.biochi.2019.01.022.

Dunstan JA, Simmer K, Dixon G, Prescott SL. 2008. Cognitive assessment of children at age 2(1/2) years after maternal fish oil supplementation in pregnancy: a randomised controlled trial. Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition. **93** (1): F45-50. DOI: 10.1136/adc.2006.099085.

Edelstein S. 2018. Food Science. Second edition. Jones&Bartlett Learning, Burlington, MA. ISBN/EAN: 1284122301.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal, **8**: 1461. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. 2012. Scientific Opinion related to the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). Scientific Opinion. EFSA Journal. **10** (7): 2815. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2815.

European Commission. 2015. EU Register on nutrition and health claims. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/nuhclaims/?event=search&CFID=1529336&CFTOKEN=96d35f14e81418cd-B7ABA5F5-F7E2-9AE1E24E91CE79CCA9C5&jsessionid=921291868a195f06f0714a47493421512253-TR> (zpřístupněno 12/2021)

FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN: 978-92-5-106733-8. ISSN 0254-4725.

Fourová K. 2020. Nejez blbě: jediná kniha o jídle, kterou potřebujete. Vydání 1. Euromedia Group, Praha. ISBN: 978-80-242-7157-6.

Freund-Levi Y, Eriksdotter-Jönhagen M, Cederholm T, Basun H, Faxén-Irving G, Garlind A, Vedin I, Vessby B, Wahlund LO, Palmblad J. 2006. Omega-3 fatty acid treatment in 174 patients with mild to moderate Alzheimer disease: OmegAD study: a randomized double-blind trial. Archives of Neurology. **63** (10): 1402–1408. DOI: 10.1001/archneur.63.10.1402.

Ganesan B, Brothersen C, McMahon DJ. 2014. Fortification of foods with omega-3 polyunsaturated fatty acids. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. **54** (1): 98–114. DOI: 10.1080/10408398.2011.578221.

Groce V. 2021. Fish Allergies and Omega-3 Supplements. Verywell health. Dostupné z: <https://www.verywellhealth.com/fish-allergy-and-omega-3-supplements-1324477>. (zpřístupněno 01/2022)

Grofová Z. 2010. Mastné kyseliny. [online] Nutriční a dietologické oddělení Pardubické krajské nemocnice, a.s. Medicína pro praxi, **7**(10): 388-390. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/08/10.pdf> (zpřístupněno 12/2021)

Hamazaki K, et al. 2005. Effect of omega-3 fatty acid-containing phospholipids on blood catecholamine concentrations a randomized, placebo-controlled, double-blind trial. Los Angeles County, California, **21** (6): 705–710. DOI: 10.1016/j.nut.2004.07.020.

Hamulka J, Jeruszka-Bielak M, Górnicka M, Drywień ME, Zielinska-Pukos MA. 2021. Dietary Supplements during COVID-19 Outbreak. Results of Google Trends Analysis Supported by PLifeCOVID-19 Online Studies. Nutrients. **13** (1). DOI: 10.3390/nu13010054.

Harris WS, von Schacky C. 2004. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease?. Preventive Medicine **39** (1): 212-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2004.02.030>

Institute of medicine. 2002. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Journal of the American Dietetic Association, Washington, DC. The National Academies Press **102** (11): 1621–1630. DOI: 10.1016/S0002-8223(02)90346-9.

Judge MP, Harel O, Lammi-Keefe CJ. 2007. Maternal consumption of a docosahexaenoic acid-containing functional food during pregnancy: benefit for infant performance on problem-solving but not on recognition memory tasks at age 9 mo. The American Journal of Clinical Nutrition. **85** (6): 1572–1577. DOI: 10.1093/ajcn/85.6.1572.

Kamarli Altun H, Karacil Ermumcu MS, Seremet Kurklu N. 2021. Evaluation of dietary supplement, functional food and herbal medicine use by dietitians during the COVID-19 pandemic. *Public Health Nutrition*. **24** (5): 861–869. DOI: 10.1017/S1368980020005297.

Koolman J, Röhm KH. 2012. *Barevný atlas biochemie*. Vydání 1. Grada, Praha. ISBN: 978-80-247-2977-0.

Krauss-Etschmann S, et al. 2008. Decreased cord blood IL-4, IL-13, and CCR4 and increased TGF-beta levels after fish oil supplementation of pregnant women. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. **121** (2): 464-470. DOI: 10.1016/j.jaci.2007.09.018.

Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. 2002. American Heart Association, Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. **106**: 2747–2757.

Lane K, Derbyshire E, Li W, Brennan C. 2014. Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids: a review of the literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **54** (5): 572-579. DOI: 10.1080/10408398.2011.596292.

Ledvina M., Stoklasová A, Cerman J. 2009. *Biochemie pro studující medicíny*. Vydání 2. Karolinum, Praha. ISBN: 978-80-246-1416-8.

Lentjes M. 2019 The balance between food and dietary supplements in the general population. *Proceedings of the Nutrition Society*, **78** (1): 97-109. DOI: 10.1017/S0029665118002525.

Manson JE, et al. 2019. Marine n–3 Fatty Acids and Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. *New England Journal of Medicine*. **380** (1): 23–32. DOI: 10.1056/NEJMoa1811403.

Mark BJ, Beaty AD, Slavin RG. 2008. Are fish oil supplements safe in finned fish-allergic patients? *Allergy and Asthma Proceedings*. **29** (5): 528–529. DOI: 10.2500/aap.2008.29.3159.

Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Fahimi S, Lim S, Andrews KG, Engell RE, Powles J, Ezzati M, Mozaffarian D. 2014. Global, regional and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys. (Clinical Research Ed.) *BMJ* 348:(g2272). DOI: 10.1136/bmj.g2272.

Molfinio A, Gioia, G, Fanelli FR, Muscaritoli M. 2014. The Role for Dietary Omega-3 Fatty Acids Supplementation in Older Adults. *Nutrients*. **6** (10):4058–4072. DOI: 10.3390/nu6104058.

Mozaffarian D, Wu JHY. 2012. (n-3) fatty acids and cardiovascular health: are effects of EPA and DHA shared or complementary?. *The Journal of Nutrition*. **142** (3): 614-625. DOI: 10.3945/jn.111.149633.

Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Rodwell VW, Weil PA. Harperova ilustrovaná biochemie. Galén, Český Těšín. 730 s. ISBN 978-80-7262.

National Institutes of Health. Dietary supplements: What you need to know. 2020. Office of dietary supplements. [online]. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/WYNTK-Consumer/> (zprístupněno 01/2022)

Nevrlá M, Matějová H. 2015. Význam polynenasycených mastných kyselin během těhotenství a při kojení. *Výživa a Potraviny, Společnost Pro Výživu*. **70**: 99-103. Dostupné z: http://www.vyzivapol.cz/wp-content/uploads/2017/12/Vyziva-4_2015_all.pdf (zprístupněno 10/2021)

Nichols PD, Dogan L, Sinclair A. 2016. Australian and New Zealand Fish Oil Products in 2016 Meet Label Omega-3 Claims and Are Not Oxidized. *Nutrients*. **8** (11). DOI: 10.3390/nu8110703.

Pánek J. 2002. Základy výživy. Vydání 1. Svoboda Servis, Praha. ISBN: 80-86320-23-5.

Peregoy JA, Clarke TC, Jones LI, Stussman, BJ, Nahin RL. 2014. Regional variation in use of complementary health approaches by U.S. adults. *National Health Interview Survey (NHIS) Data Brief*. **146**:1-8. ISSN: 1941-4935

Referenční hodnoty pro příjem živin. 2011. Vydání 1. Společnost pro výživu, Praha. ISBN: 978-80-254-6987-3.

Ruprich J, Bischofová S, Pernicová H, Měřínská Z, Horáková K, Dvořáková Š, Ostrovská D, Kalivodová M, Řehůřková I. 2021. Omega-3 mastné kyseliny v lidské krvi – omega-3 index. Prevence chronických zánětů. *Acta Hygienica Epidemiologica Microbiologica* **2**: 1-111. ISSN: 1804-9613.

Salem Jr. N, Eggersdorfer M. 2015. Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition?. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, **182**: 147-154.

Simopoulos AP. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. **56** (8): 365-379. DOI: 10.1016/S0753-3322(02)00253-6.

Skulas-Ray AC, et al. 2019. Omega-3 Fatty Acids for the Management of Hypertriglyceridemia: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. **140** (12): e673-e691. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000709.

Společnost pro výživu. 2012. Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. Společnost pro výživu [online], Praha. Dostupné z: <http://www.vyzivapol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>. (zpřístupněno 11/2021)

Společnost pro výživu. 2021. Zdravá třináctka – stručná výživová doporučení pro obyvatelstvo. SPV [online], Praha. Dostupné z: <https://www.vyzivapol.cz/zdrava-trinactka-strucna-vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo/#seniori> (zpřístupněno 11/2021)

Stark KD, Van Elswyk ME, Higgins MR, Weatherford CA, Salem N. 2016. Global survey of the omega-3 fatty acids, docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid in the blood stream of healthy adults. *Progress in Lipid Research*. **63**: 132–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.05.001>.

Swanson D, Block R, Mousa SA. 2012. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life. *Advances in Nutrition*. **3** (1): 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>

Ulven SM, Kirkhus B, Lamglait A, Basu S, Elind E, Haider T, Berge K, Vik H, Pedersen JI. 2011. Metabolic effects of krill oil are essentially similar to those of fish oil but at lower dose of EPA and DHA, in healthy volunteers. *Lipids*. **46** (1): 37–46. DOI: 10.1007/s11745-010-3490-4.

U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service. 2020. Nutrient Intakes from Food and Beverages: Mean Amounts Consumed per Individual, by Gender and Age. What We Eat in America, National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2017-2018. Dostupné z: <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/food-surveys-research-group/docs/wweia-data-tables/> (zpřístupněno 02/2022)

U.S. Food and Drug Administration (FDA). 2014. Summary of qualified health claims subject to enforcement discretion. [online] Dostupné z: <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/qualified-health-claims-letters-enforcement-discretion> (zpřístupněno: 01/2022)

U.S. Food and Drug Administration (FDA). 2020. Qualified Health Claims: Letters of Enforcement Discretion [online]. Silver Spring. Dostupné z: <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/qualified-health-claims-letters-enforcement-discretion>. (zpřístupněno 01/2022)

U.S. Food and Drug Administration (FDA). 2021. Advice about Eating Fish. For Those Who Might Become or Are Pregnant or Breastfeeding and Children Ages 1-11 Years. [online] Dostupné z: <https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish#text> (zpřístupněno: 01/2022)

Van Dael P. 2021. Role of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in human nutrition and health: review of recent studies and recommendations. *Nutrition research and practice*, **15** (2): 137–159. DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2021.15.2.137>.

Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin*. OSSIS, Tábor. ISBN: 978-80-86659-17-6.

Velíšek J. 2014. *The Chemistry of Food*. John Wiley & Sons Incorporated Somerset, United Kingdom. ISBN: 9781118383834.

Virani SS, et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. 2021. Heart disease and stroke statistics 2021 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, **143** (8): 254-743.

Vrablík M. 2007. Omega-3 mastné kyseliny a kardiovaskulární onemocnění. *Internal Medicine for Practice*. **9** (6): 262–264. Dostupné z: <https://www.internimedica.cz/artkey/int-200706-0002.php> (zpřístupněno 12/2021)

Wachira JK, Larson MK, Harris WS. 2014. n-3 Fatty acids affect haemostasis but do not increase the risk of bleeding: clinical observations and mechanistic insights. *The British Journal of Nutrition*. **111** (9): 1652–1662. DOI: 10.1017/S000711451300425X.

Weill P, Plissonneau C, Legrand P, Rioux V, Thibault R. 2020. May omega-3 fatty acid dietary supplementation help reduce severe complications in Covid-19 patients? *Biochimie*. **179**: 275-280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2020.09.003>.

Wilhem Z. 2013. Mastné kyseliny omega-3: od teorie po klinickou praxi. *Medicína pro praxi*, Olomouc: Solen, s.r.o. **10**: 72-76. ISSN 1214-8687. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2013/02/07.pdf> (zpřístupněno 12/2021)

Zhang Y, Chen J, Qiu J, Li Y, Wang J, Jiao J. 2016. Intakes of fish and polyunsaturated fatty acids and mild-to-severe cognitive impairment risks: a dose-response meta-analysis of 21 cohort studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **103** (2): 330–340. DOI: 10.3945/ajcn.115.124081.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

FA = fatty acids = mastné kyseliny

SFA = saturated fatty acids = nasycené mastné kyseliny

UFA = unsaturated fatty acids = nenasycené mastné kyseliny

MUFA = mono-unsaturated fatty acids = mono-nenasycené mastné kyseliny

PUFA = poly-unsaturated fatty acids = poly-nenasycené mastné kyseliny

EFA = essential fatty acids = esenciální mastné kyseliny

TFA = trans fatty acids = trans mastné kyseliny

ALA = alfa-linolenic acid = alfa-linolenová kyselina

GLA = gama-linolenic acid = gama-linolenová kyselina

EPA = eicosapentaenoic acid = eikosapentaenová kyselina

DHA = docosahexaenoic acid = dokosahexaenová kyselina

DPA = docosapentaenoic acid = dokosapentaenová kyselina

LA = linoleic acid = linolová kyselina

AA = arachidonic acid = arachidonová kyselina

LCPUFA = long chain PUFA = PUFA s velmi dlouhým řetězcem

O3I = omega-3 index

SZÚ = Státní zdravotnický ústav

KVO = kardiovaskulární onemocnění

FAO = Food and Agriculture Organization = Organizace pro výživu a zemědělství

SPV = Společnost pro výživu

WHO = World Health Organization = Světová zdravotnická organizace

EFSA = The European Food Safety Authority = Evropský úřad pro bezpečnost potravin

FDA = Food and Drugs Administration = Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (USA)

AHA = American Heart Association = Americká kardiologická asociace

EPA = Environmental Protection Agency = Agentura pro ochranu životního prostředí (USA)

AD = Alzheimerova choroba

ICHS = ischemická choroba srdeční

NSS = náhlá smrt srdeční

HTG = high triglycerides = vysoká hladina triacylglycerolů

VHTG = very high triglycerides = velmi vysoká hladina triacylglycerolů

10 Samostatné přílohy

10.1 Příloha I – formulář dotazníkového šetření

1) Jsem:

- a) muž
- b) žena

2) Moje věková kategorie je:

- a) dítě: do 14 let
- b) junior: 15-25 let
- c) dospělý: 26-64 let
- d) důchodový věk: od 65 let

3) Doplnky stravy obsahující n-3MK (rybí tuk) vnímám jako:

- a) prospěšné zdraví (činnost srdce, cholesterol)
- b) přispívající imunitě
- c) důležité pouze v dětském a seniorském věku
- d) nepřipadají mi důležité, mám dostatek n-3MK ze stravy

4) Doposud jsem se s doplňky stravy obsahující n-3MK:

- a) setkal/a, ale neužíval/a
- b) setkal/a, nějakou dobu užíval/a
- c) setkal/a, užívám pravidelně
- d) nikdy nesetkal/a, neužíval/a

5) Pokud jsem se setkal/a, bylo to ve formě:

- a) tekutina (olej)
- b) tableta rozpustná v ústech
- c) sypký prášek
- d) kapsle s olejem
- e) nesetkal/a

6) Pokud jsem nějakou dobu užíval/a:

- a) vše bylo bezproblémové
- b) byly problémy s polykáním
- c) vadil mi nepříjemný zápach produktu
- d) vadila mi pachuť produktu v ústech
- e) nesetkal/a, nebo jsem neužíval/a

7) Nejpříjemnější forma doplňků stravy pro mě je:

- a) tekutina (olej)
- b) tableta rozpustná v ústech
- c) sypký prášek
- d) kapsle s olejem
- e) nezáleží mi na formě, je mi to jedno

8) Při výběru doplňků stravy je pro mě důležité:

- a) cena výrobku
- b) známá značka
- c) doporučení (známého, lékárníka)
- d) nic z výše uvedeného, jiné:.....

9) Přijatelné dávkování produktu (doplňku stravy) během dne, pro mě je:

- a) 1x denně
- b) 2x denně (ráno, večer)
- c) 3x denně (ráno, odpoledne, večer)

10) Přijatelná jednorázová dávka produktu (doplňku stravy) pro mě je:

- a) 1 produkt
- b) 2 produkty najednou
- c) 3 produkty najednou

11) Od doplňku n-3MK očekávám zejména:

- a) přijatelnou formu podání
- b) přijatelnou chuť
- c) zdravotní benefity
- d) jiné:.....

12) Za 1 měsíc užívání kvalitních doplňků omega 3 mastných kyselin jsem ochotný/a zaplatit:

- a) do 200 Kč
- b) do 300 Kč
- c) do 400 Kč
- d) 500 Kč a více
- e) Jiné: jsem věková kategorie dítě do 14 let

13) Pokud by byla možnost příchutí produktů, preferoval/a bych:

- a) ovocné (jahoda, citron, mango)
- b) svěží (máta-pepermint)
- c) aromatické (čokoláda, vanilka)
- d) nepreferuji příchutě

14) V souvislosti s okolnostmi v posledním roce (pandemická situace) jsem se uchýlil/a k užívání doplňků stravy:

- a) ano, z preventivních důvodů
- b) užíval/a jsem je již předtím
- c) ne, neužívám ani za těchto okolností

15) Pokud jsem se do této chvíle nesetkal/a s doplňky n-3MK

- a) zkusím se o ně více zajímat
- b) budu přemýšlet o jejich vyzkoušení
- c) tyto produkty užívám, a budu i nadále
- d) neláká mě užívání tohoto druhu doplňků stravy

10.2 Příloha II – formulář sensorického hodnocení

HODNOCENÍ DOPLŇKŮ STRAVY S n-3MASTNÝMI KYSELINAMI

Jméno a příjmení:..... Zdravotní stav:.....

Datum:..... Hodina:.....

Úkol: Ohodnoťte předložené vzorky. Na lineární grafické stupnici vyznačte kolmým přeškrtnutím úsečky vaše hodnocení.

Vzorek: doplněk stravy ve formě kapsle

PŘÍJEMNOST VŮNĚ:	_____	_____
	odporná	vynikající
INTENZITA VŮNĚ:	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
POLYKÁNÍ:	_____	_____
	obtížné	velmi snadné

Vzorek: doplněk stravy ve formě tablety rozpustné v ústech

PŘÍJEMNOST VŮNĚ:	_____	_____
	odporná	vynikající
INTENZITA VŮNĚ:	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
ROZPUSTNOST V ÚSTECH:	_____	_____
	velmi pomalá	okamžitá
PŘÍJEMNOST CHUTI:	_____	_____
	odporná	vynikající
CELKOVÁ INTENZITA CHUTI:	_____	_____
	neznatelná	velmi silná
INTENZITA RYBÍ PACHUTI:	_____	_____
	neznatelná	velmi silná

Vzorek: doplněk stravy ve formě oleje

PŘÍJEMNOST VŮNĚ:	<hr/> odporná	<hr/> vynikající
INTENZITA VŮNĚ:	<hr/> neznatelná	<hr/> velmi silná
PŘÍJEMNOST CHUTI:	<hr/> odporná	<hr/> vynikající
CELKOVÁ INTENZITA CHUTI:	<hr/> neznatelná	<hr/> velmi silná
INTENZITA RYBÍ PACHUTI:	<hr/> neznatelná	<hr/> velmi silná

Porovnejte prosím navzájem všechny tři předložené vzorky. Určete pořadí dle toho, kterou formu doplňku stravy (kapsle–rozpustná tableta–olej) byste si vybrali, kdybyste je měli užívat.

- Nejlepší forma 1.
2.
- Nejhorší forma 3.

Uvedte případné poznámky, připomínky či návrhy na úpravy/vylepšení předložených doplňků stravy:.....

.....

.....

.....

.....

10.3 Příloha III – data získaná ze senzorického hodnocení

hodnotitelé:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KAPSLE																
příjemnost vůně	0,550	0,475	0,710	0,070	0,700	0,910	0,290	0,230	0,290	0,470	0,495	0,580	0,490	0,560	0,870	0,940
intenzita vůně	0,240	0,390	0,060	0,150	0,070	0,020	0,495	0,280	0,290	0,000	0,010	0,190	0,110	0,100	0,060	0,040
polykání	0,820	0,975	0,440	0,690	0,415	0,850	0,850	0,110	0,000	0,935	0,990	0,720	0,830	0,155	0,800	0,540
ROZPUSTNÁ TABLETA																
příjemnost vůně	0,730	0,440	0,580	0,465	0,430	0,395	0,260	0,680	0,490	0,580	0,870	0,760	0,710	0,285	0,540	0,420
intenzita vůně	0,510	0,080	0,180	0,030	0,080	0,445	0,545	0,370	0,490	0,070	0,670	0,520	0,160	0,635	0,410	0,560
rozpuštěnost v ústech	0,410	0,470	0,470	0,850	0,390	0,410	0,160	0,100	0,120	0,720	0,310	0,325	0,390	0,610	0,440	0,520
příjemnost chuti	0,950	0,370	0,575	0,370	0,725	0,205	0,280	0,210	0,490	0,200	0,795	0,760	0,310	0,590	0,470	0,910
celková intenzita chutí	0,690	0,340	0,370	0,370	0,495	0,885	0,730	0,690	0,660	0,950	0,590	0,540	0,660	0,665	0,390	0,350
intenzita rybí pachuti	0,000	0,000	0,360	0,030	0,245	0,700	0,580	0,260	0,660	0,000	0,290	0,110	0,710	0,130	0,160	0,070
OLEJ																
příjemnost vůně	0,680	0,625	0,730	0,215	0,610	0,820	0,775	0,590	0,580	0,925	0,850	0,890	0,575	0,725	0,820	0,940
intenzita vůně	0,580	0,170	0,560	0,205	0,485	0,830	0,760	0,750	0,410	0,845	0,650	0,880	0,610	0,330	0,780	0,920
příjemnost chuti	0,410	0,060	0,675	0,050	0,215	0,530	0,405	0,320	0,190	0,235	0,860	0,530	0,665	0,630	0,240	0,160
celková intenzita chutí	0,640	0,950	0,280	0,000	0,220	0,885	0,745	0,760	0,740	0,240	0,820	0,240	0,640	0,400	0,260	0,280
intenzita rybí pachuti	0,510	0,015	0,290	0,000	0,160	0,110	0,675	0,560	0,580	0,000	0,020	0,115	0,110	0,120	0,120	0,060

10.4 Příloha IV – vstupní data pro vyhodnocení pořadové zkoušky

Pohlaví	Hodnotitel	Pořadí přiřazené hodnotitelem		
		Kapsle	Tableta	Olej
žena	1	2	1	3
žena	2	1	2	3
žena	3	1	3	2
žena	4	2	1	3
žena	5	1	2	3
žena	6	1	3	2
žena	7	1	3	2
žena	8	1	2	3
žena	9	3	1	2
žena	10	1	2	3
žena	11	1	3	2
muž	12	2	1	3
muž	13	1	3	2
žena	14	3	1	2
muž	15	2	1	3
muž	16	2	1	3
Součty	16	25	30	41