

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav hygieny



Bc. Magdalena Dušová

**Mapování nutriční kvality rostlinných alternativ masa
na českém trhu**

*Mapping the nutritional quality of plant-based meat
alternatives on the Czech market*

Bakalářská práce

Praha, květen 2024

Autor práce: Magdalena Dusová

Studijní program: Nutriční terapie

Vedoucí práce: MUDr. Eliška Selinger

Pracoviště vedoucí práce: Ústav epidemiologie a statistiky, 3. LF, UK

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 18. 5. 2024

Magdalena Dusová

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní MUDr. Elišce Selinger za trpělivost, ochotu a odborné vedení této práce. Děkuji také Mgr. Filipu Trusinovi za spolupráci při statistickém zpracování dat. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za trpělivost a psychickou podporu.

ABSTRAKT

Cíl: Cílem práce je zhodnocení nutriční kvality vybraných rostlinných alternativ masa nabízených na českém trhu, včetně hodnocení míry jejich obohacení o živiny, které mohou být deficitní u lidí se stravou založenou na rostlinných potravinách. Bude vypracována souhrnná tabulka se základními údaji, výživovými hodnotami a složením jednotlivých zkoumaných produktů.

Metodika: Do studie bylo zahrnuto celkem 225 rostlinných alternativ masa nabízených v několika vybraných online obchodech v České republice. Zahrnuty byly alternativy masa 1. či 2. generace, které svými vlastnostmi napodobují maso a masné produkty. Data byla sbírána do souhrnné tabulky v programu Microsoft Excel. Zaznamenány byly základní údaje, systémy skórování, výživové údaje, ingredience poskytující bílkoviny, použité suroviny, použitá aditiva a obohacující složky. Alternativy masa byly rozděleny do kategorií dle napodobovaného masného výrobku. Data byla sbírána v období od prosince 2023 do dubna 2024 a byla následně hodnocena v programovacím jazyku R.

Výsledky: Soubor zkoumaných alternativ masa není homogenní skupinou co se týče výživových hodnot. Energetická hodnota a množství cukrů jsou jediné výživové hodnoty, jejichž hodnoty se v rámci jednotlivých skupin produktů neliší se statistickou významností. Pouze 17.8 % zkoumaných alternativ masa bylo obohaceno o alespoň jeden rizikový mikronutrient. Nejčastěji se jedná o obohacení vitamínem B12, a to ve 12.0 % produktů. Nejčastěji použitým zdrojem bílkovin ve zkoumaných produktech byl sójový protein, dále pšeničný a hrachový protein. Mezi nejčastěji používanými tuky patří postupně řepkový, slunečnicový a kokosový olej. Nejužívanějším aditivem byla methylcelulóza. Mezi nutričně nejhodnotnějšími kategoriemi produktů patří dle Nutri-Score kategorie alternativ medailonků, hřbetů, pečeně a žebírek. Průměrné Nutri-Score celého zkoumaného souboru je mezi Nutri-Score B a C.

Závěr: Rostlinné alternativy masa nabízené v ČR nelze považovat za jednotnou skupinu produktů a není tak možné dle nutriční kvality jedné alternativy soudit i ostatní. Většina produktů není obohacena o rizikové mikronutrienty a je proto třeba zvážit u lidí se stravou založenou na rostlinných produktech adekvátní suplementaci.

Klíčová slova: Rostlinná strava, veganství, rostlinné alternativy masa, potraviny, vysoce průmyslově zpracované potraviny

ABSTRACT

The main objective: The goal of the thesis is to evaluate the nutritional quality of selected plant-based meat alternatives available on the Czech market, including the evaluation of the degree of their fortification with nutrients that may be deficient in people with a plant-based diet. A summary table containing basic data, nutritional values, and the composition of the individual examined products will be completed.

Methods: A total of 225 plant-based meat alternatives (PBMA) offered in several selected online stores in the Czech Republic were included in the study. PBMA of the 1st or 2nd generation – those that mimic meat and meat products with their properties - were included. Data were collected in a summary table in Microsoft Excel. Basic data, scoring systems, nutritional data, protein-providing ingredients, raw materials, additives, and fortifying ingredients were collected. PBMA were divided into categories according to the imitated meat product. The data were collected between December 2023 and April 2024 and were subsequently evaluated in the R programming language.

Results: The set of investigated meat alternatives is not a homogeneous group in terms of nutritional values. The energy value and the amount of sugar are the only nutritional values, whose amounts do not differ with statistical significance within individual product groups. Only 17.8 % of the investigated PBMA were enriched with at least one potentially deficient micronutrient. The most common fortification concerns vitamin B12, present in 12.0 % of the products. The most frequently used source of protein was soy protein, followed by wheat and pea proteins. The most used fats are rapeseed, sunflower, and coconut oil, respectively. The most used additive was methylcellulose. According to the Nutri-Score, the most nutritionally valuable product categories include the categories of PBMA to medallions, loin meat, roasts, and ribs. The average Nutri-Score of all the examined products is between Nutri-Score B and C.

Conclusion: The PBMA offered in the Czech Republic cannot be considered a uniform group of products, and it is therefore inadequate to judge other PBMA based on the nutritional quality of one of them. Most products are not fortified with potentially deficient micronutrients, therefore adequate supplementation should be considered for people with a plant-based diet.

Key words: Plant-based diet, veganism, plant-based meat alternatives, food, highly processed food

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	10
2.1	Maso a jeho problematika.....	10
2.1.1	Maso, definice.....	10
2.1.2	Nutriční hodnota masa.....	10
2.1.3	Problémy spojené s konzumací masa.....	11
2.1.3.1	Wellfare zvířat.....	11
2.1.3.2	Dopady masa na životní prostředí.....	12
2.1.3.3	Negativní dopady masa na lidské zdraví.....	13
2.2	Rostlinné alternativy masa.....	14
2.2.1	Historie, marketingové trendy.....	14
2.2.2	Definice a typy.....	15
2.2.2.1	Tradiční výrobky z rostlinných bílkovin.....	15
2.2.2.2	Alternativy masa 1. a 2. generace.....	16
2.2.3	Ingredience.....	17
2.2.3.1	Základní ingredience.....	17
2.2.3.2	Vedlejší ingredience a aditiva.....	18
2.2.4	Způsob výroby.....	19
2.3	Kategorie hodnocení.....	21
2.3.1	Sacharidy, balastní látky.....	21
2.3.2	Tuky.....	22
2.3.3	Bílkoviny.....	25
2.3.4	Mikroživiny.....	27
2.3.4.1	Vitamin B12.....	28
2.3.4.2	Vápník.....	29
2.3.4.3	Vitamin D.....	30
2.3.4.4	Jod.....	32
2.3.4.5	Železo.....	32
2.3.4.6	Zinek.....	33
2.3.5	Aditiva.....	34
2.3.6	Fortifikace.....	35
2.3.7	Sůl.....	37
2.3.8	Environmentální dopady.....	38
2.4	Hodnotící skóre.....	39

2.4.1	Nutri-Score.....	39
2.4.2	NOVA.....	42
2.4.3	Eco-Score.....	44
3	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	45
3.1	Cíl práce a vědecké otázky	45
3.2	Hypotézy.....	46
4	PRAKTICKÁ ČÁST	47
4.1	Metodika	47
4.1.1	Sledovaný soubor.....	47
4.1.2	Design studie, příprava a provedení sběru dat.....	48
4.1.3	Použité metody pro statistické zpracování dat.....	50
4.1.3.1	ANOVA - Welchova verze.....	50
4.1.3.2	Proporční test	51
4.2	Výsledky	51
4.2.1	Základní charakteristika souboru.....	51
4.2.2	Charakteristika použitých surovin	59
4.2.3	Výsledky měření a testování hypotéz	64
5	DISKUZE	69
5.1	Limity studie.....	75
6	ZÁVĚR.....	77
	REFERENČNÍ SEZNAM	78
	Seznam zkratk.....	90
	Seznam obrázků.....	91
	Seznam tabulek.....	91
	Seznam příloh	92

1 ÚVOD

V posledních desetiletích celosvětově roste počet konzumentů, kteří chtějí limitovat maso a masné výrobky ve svém pravidelném příjmu stravy. Děje se tak z několika převládajících důvodů, jimiž jsou dopad masné produkce na životní podmínky hospodářských zvířat, dopad masné produkce na životní prostředí a dopad konzumace masa a masných výrobků na lidské zdraví. Pro popularizaci těchto problémů existuje určité riziko, že se někteří lidé domnívají, že strava založená na rostlinných produktech sama o sobě zaručuje lepší zdravotní stav. Může proto docházet k bezhlavé koupi rostlinných produktů, včetně alternativ masa, aniž by bylo zkoumáno jejich složení a celková nutriční kvalita.

K celé záležitosti navíc přispívá fakt, že mnoho studií zkoumajících zdravotní dopady veganského životního stylu bylo prováděno pomocí dat pocházejících z 90. let minulého století. Tehdy však alternativy masa (jak je známe v dnešním pojetí) vůbec neexistovaly.

Cílem naší práce je proto zhodnotit nutriční kvalitu aktuálně nabízených rostlinných alternativ masa na českém trhu. Hodnocena bude rovněž míra obohacení zkoumaných potravin o živiny, které mohou být ve stravě založené na rostlinných produktech deficitní. Přestože v několika zemích již takové studie proběhly, v České republice zatím nebyla žádná taková studie provedena a nemáme komplexně zpracovaná dostupná data týkající se těchto výrobků.

Všechna data, pomocí kterých bude hodnocena nutriční kvalita výrobků, budou zaznamenána do souhrnné tabulky, která bude rovněž zpřístupněna. Nutriční terapeuti a další zdravotničtí pracovníci se zájmem o výživu tak budou moci do dat nahlédnout, případně je užívat pro vlastní účely. Věříme, že zpracováním této práce pomůžeme zlepšit kvalitu nutriční péče, která je poskytována pacientům se specifickým způsobem stravování.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Maso a jeho problematika

2.1.1 Maso, definice

Již z evolučního vývoje vyplývá, že maso bylo pro lidskou rasu velice důležitým zdrojem energie. Přispívalo kromě obživy např. ke správnému růstu a vývoji mozku prehistorického rodu *Homo sapiens*. Maso je však i v dnešní době globálně vysoce žádaným produktem, a to hlavně maso hovězí, vepřové a kuřecí. V průběhu posledních 20 let se globální spotřeba masa zvýšila o 58 % a do budoucna můžeme předpokládat další růst poptávky. (He et al., 2020)

2.1.2 Nutriční hodnota masa

Maso je bohatým zdrojem energie a kvalitních plnohodnotných bílkovin, což znamená, že bílkoviny získané převážně z aktinomyosinových vláken a sarkoplazmatického retikula masa obsahují všechny esenciální aminokyseliny v pro tělo potřebném množství (podrobněji viz 2.3.3 – bílkoviny). Bílkoviny běžně tvoří 14-24 % masa. Maso má nízký obsah sacharidů a neobsahuje vlákninu. V pokrmu může snižovat glykemický index jiných potravin (např. ve formě příloh). Výskyt masa v hlavních denních pokrmech tedy zajišťuje, že po konzumaci potravy nenastane tak výrazný vzestup glykémie. Maso obsahuje i poslední makroživinu – tuky, které jsou v mase zastoupeny v různých množstvích (u libového masa se udávají hodnoty 2-10 %, u tučného pak 10-30 %). Většinu z nich tvoří nasycené mastné kyseliny, ale v některých druzích bychom našli také zdraví prospěšné omega-3 mastné kyseliny. (De Smett et Vossen, 2016; Biesalski, 2005; Kohout et al., 2021 Kunová et Tomášková, 2018)

Maso je vhodným zdrojem některých mikronutrientů. Obsahuje např. železo, zinek, měď, jod, hořčík nebo selen. Z vitaminů bychom v mase našli vitamin A, vitamin D, a některé vitaminy skupiny B – B12, B1, B2, B3. Množství některých z těchto nutrientů je v potravinách rostlinného původu mizivé nebo v nich úplně chybí. Někdy mají nutrienty v potravinách rostlinného původu i přes vyšší výskyt nízkou biologickou dostupnost a jsou tak pro organismus jen těžko využitelné. Například železo, které se v mase nachází v dobře využitelné hemové formě, se v rostlinných potravinách nachází ve formě nehemové a navíc bývá doplněno o fytáty, oxaláty či taniny, které jeho využitelnost ještě

více snižují. Je ovšem nutné dodat, že obsah těchto nutrientů v maso závisí na mnoha faktorech, např. na původu masa, na životních podmínkách zvířat, z nichž maso pochází nebo na složení jejich krmných směsí. (De Smett et Vossen, 2016; Biesalski, 2005; Kohout et al., 2021; Kunová et Tomášková, 2018)

Jednotlivým nutrientům, jejichž výskyt by mohl být v potravinách rostlinného původu, včetně alternativ masa, snížený, se věnuji v kapitole 2.3.4 – Mikroživiny. Maso ovšem kromě látek pro zdraví prospěšných obsahuje i látky, které mohou zdraví ohrožovat. Nejen z tohoto důvodu v posledních letech vzrostl společenský zájem o negativní dopady masa, které popisují v následující kapitole. Jsou faktorem, který přispívá k redukci příjmu masa a masných výrobků u mnoha lidí. (He et al., 2020)

2.1.3 Problémy spojené s konzumací masa

2.1.3.1 Welfare zvířat

Životní pohoda zvířat neboli tzv. „welfare“ zvířat je jedním z uváděných důvodů změny stravování z masité stravy na rostlinnou. Dle německé studie Janssen et al. (2016) až 89.7 % veganů zmiňovalo v roce 2014 ochranu zvířat jako jeden z hlavních důvodů jejich způsobu stravování. Nejsou-li dodržovány základní principy welfare, mohou zvířata v průběhu života na farmách trpět hladem, žízní, nepohodou, mohou být různě zraňována, mohou trpět stresem a úzkostmi. Jejich zdravotní problémy, které často mívají kořeny ve šlechtění, bývají někdy ignorovány. Zvířatům bývá znemožněno žít v jejich přirozeném prostředí, a tak zejména v některých velkokapacitních zařízeních mívají velice omezený prostor pro živobytí. V takových zařízeních mívají zvířata vyšší hladiny stresu, což se pojí s vyšším rizikem vzniku různých onemocnění. (He et al., 2020)

Některé farmy se těmito potížím snaží zamezit, nejčastěji prostřednictvím volných výběhů a dobrou péčí o zvířata. I ve volných výběžích však vždy budou potenciální rizika pro zvířata, např. jejich poranění predátory nebo vznik problémů vycházejících ze selekce zvířat s vyhledávanými vlastnostmi vhodnými pro budoucí produkci živočišných výrobků. U kuřat pak z důvodu zrychlování růstu a kladení důrazu na velikost prsních svalů dochází k vývoji ascitu nebo deformit končetin z příliš velké zátěže. (He et al., 2020)

V některých případech dochází dle He et al. (2020) k nedbalému zacházení se zvířaty i při jejich transportu na jatka. Na jatkách již byly z etických důvodů zavedeny standardní procedury, např. předporážkové omráčení. Problém však může nastat ve chvíli, kdy nejsou zaměstnanci dostatečně v procedurách zaučeni nebo v případě, že se procedury nedodrží.

2.1.3.2 Dopady masa na životní prostředí

Další motivací rostlinného stravování pro vegany jsou environmentální vlivy masného průmyslu. V roce 2014 dopady na životní prostředí uvedlo jako jeden z hlavních důvodů rostlinného stravování 46.8 % veganů (Janssen et al., 2016). Od té doby se však zvýšilo společenské povědomí o dopadech masného průmyslu na životní prostředí a zvedl se tak i počet vegetariánů a veganů právě s touto motivací. To potvrzuje švýcarská studie Kalte (2021) se 76 % veganů uvádějících životní prostředí jako zásadní důvod volby tohoto životního stylu.

Dle González et al. (2020) nám potraviny živočišného původu zajišťují okolo 17 % veškeré globální potravy a okolo 40-58 % bílkovin. Výroba takových potravin však zabírá 75-85 % veškeré zemědělské půdy, spotřebuje 30 % pitné vody a produkuje 12-20 % emisí skleníkových plynů (González et al., 2020; Poore et Nemecek, 2018). Tento nepoměr vychází z celkové náročnosti farmářství a následného zpracování živočišných potravin. He et al. (2020) udává, že zvířata spotřebují během svého života velké množství rostlinných zdrojů, farmářská zařízení navíc mají poměrně vysokou spotřebu fosilních paliv.

V porovnání s vysoko-bílkovinnými produkty založenými na sóje se pro výrobu masa spotřebuje až 12x více vody, fosilních paliv, půdy a fosfátové horniny. Již mnoho analýz také potvrdilo, že příprava rostlinných výrobků produkuje méně emisí skleníkových plynů než výroba živočišných produktů. Například produkce luštěnin způsobuje 250x méně emisí než produkce některých druhů masa. Poore et Nemecek (2018) udávají, že nejnižší dopady živočišných produktů v oblasti emisí skleníkových plynů, eutrofizace a acidifikace, převyšují průměrné dopady rostlinných výrobků bohatých na bílkoviny. (He et al., 2020)

Strava založená na rostlinných zdrojích může dle He et al. (2020) snížit emise skleníkových plynů o 25-55 % a zároveň snížit využití zemědělské půdy o 50-60 %.

2.1.3.3 Negativní dopady masa na lidské zdraví

Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny řadí zpracované maso do skupiny 1 (= karcinogenní pro člověka) a červené maso do skupiny 2A (= pravděpodobně karcinogenní pro člověka), jeho konzumace je totiž spojována s vyšším rizikem vzniku kolorektálního karcinomu (WHO, 2015).

Maso bývá dle He et al. (2020) bohaté na nasycené mastné kyseliny, jejichž vysoký příjem je spojen s vyššími hladinami LDL cholesterolu v kardiovaskulárním systému. Ten pak bývá jednou z příčin vzniku kardiovaskulárních chronických onemocnění.

V průběhu zpracování masa často dle He et al. (2020) vznikají pro člověka nebezpečné a toxické chemické látky, např. N-nitrosaminy, heterocyklické aromatické aminy nebo polycyklické aromatické uhlovodíky. Tyto látky, vyskytující se např. v uzeném či grilovaném mase, byly Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny zařazeny mezi karcinogeny skupiny 1 (= karcinogenní pro člověka). N-nitrosaminy vznikají hlavně při reakcích oxidů dusíku s aminy, heterocyklické aromatické aminy pak vznikají při Maillardově reakci při tepelné úpravě nad 150°C. Maillardova reakce je dle EFSA (2015) proces obvykle vznikající v potravinách obsahujících větší množství redukcujících sacharidů při jejich spojení s aminokyselinami. Je zodpovědná za vznik typické hnědé barvy při tepelné úpravě, např. při pečení chleba či masa. Při této reakci také vzniká škodlivá látka akrylamid (viz kapitola 2.4.2 – NOVA). (He et al., 2020; EFSA, 2015)

V neposlední řadě by mohlo být za určitých podmínek lidské zdraví ohroženo různými infekcemi, včetně prionových nebo antibiotickou rezistencí navozenou vysokým užitím antibiotik při chovu zvířat. (Chen et al., 2013; Bernier-Lachance et al., 2020)

2.2 Rostlinné alternativy masa

2.2.1 Historie, marketingové trendy

Alternativy masa první generace (podrobnosti viz kapitola 2.2.2.2) vznikaly především pro vegany¹ a vegetariány², kteří pravděpodobně neměli tak vysoké nároky na podobnost produktů s masem. Dnes tvoří hlavní skupinu konzumující alternativy masa tzv. flexitariáni, menší část kupujících pak stále tvoří vegetariáni a vegani. Dle slovníku Oxford English Dictionary (c2023) je flexitarián člověk, který primárně dodržuje vegetariánské stravování, nicméně občas konzumuje maso a další živočišné produkty. Produkty, které jsou v mnohých vlastnostech podobné masu, nicméně maso neobsahují, mohou být pro takovou skupinu obyvatel velkým usnadněním v jejich snaze o redukcí jeho příjmu. Textura a chuť alternativy masa jsou pro flexitariány (případně pro omnivory³) již důležitějšími faktory přispívajícími k rozhodnutí o koupi rostlinné alternativy masa. Výzkumy Dagevos (2021) a Michel et al. (2021) poukazují na to, že omnivoři jsou oproti flexitariánům méně ochotní nahradit některé masné produkty rostlinnými alternativami. (Andreani et al., 2023)

Na evropském, ale i celosvětovém trhu byl v průběhu let 2019-2021 pozorován zřetelný nárůst nabízených rostlinných alternativ masa v obchodech. Ten lze přisuzovat mimo jiné zvýšenému společenskému zájmu o výše uvedené problémy spojené s průmyslem a konzumací masa (He et al., 2020). Dle výzkumu amerického trhu se ovšem větší nárůst trhu týkal masa a masných produktů. Lze tedy usuzovat, že rostoucí trh s alternativami masa nijak neovlivnil trh s masem. (Andreani et al., 2023)

V České republice dosud chybí podrobnější analýzy trhu s alternativami masa, nicméně dle Ipsos (2023) byl i zde za posledních několik let zaznamenán značný nárůst nabídky rostlinných produktů. V naší populaci se nachází 11 % lidí, kteří konzumují alternativy

¹ Vegani jsou lidé, kteří nepřijímají ve své stravě žádné produkty pocházející ze zvířat, jejich strava je tedy založená pouze na potravinách a produktech pocházejících z rostlin. (NHS, 2022)

² Za vegetariány se obecně považují lakto-ovo-vegetariáni, kteří konzumují všechny živočišné výrobky kromě masa a masných produktů, vnitřností a ryb. Dále můžeme odlišovat lakto-vegetariány, kteří kromě již zmíněného vynechávají i vejce, ale konzumují mléko a mléčné výrobky a ovo-vegetariány, kteří nekonzumují maso, mléko a mléčné výrobky, ale konzumují vejce. (Harvard Medical School, 2020)

³ Omnivor, z latinského *omnivore*, překládaného jako všežravec, se obecně používá pro popis zvířat nebo lidí, kteří konzumují živočišné i rostlinné potraviny. V této práci používáme slovo omnivor pro popis člověka s takovým stravováním. (Oxford learner's dictionaries, c2024)

masa alespoň 1x týdně a 25 % lidí, kteří je konzumují alespoň 1x měsíčně. Vzhledem k tomu, že se v české populaci dle stejného zdroje nachází pouze 1 % veganů, 4 % vegetariánů a 5 % flexitariánů, nasvědčuje analýza tomu, že nejen lidé omezující konzumaci masa si kupují alternativní výrobky. Není však jasné, zda společnost Ipsos považuje za alternativy masa pouze produkty maso napodobující, nebo i tofu a jiné sójové výrobky. Společnost dále uvádí, že omezenou konzumaci masa a masných výrobků preferují v České republice zejména občané mladší 34 let.

Za nejčastější překážky pravidelné konzumace alternativ masa u Čechů se považují kromě tradic a zvyků také vnímání jejich ceny jako vyšší oproti masu, horší chuť a textura oproti masu nebo horší dostupnost v obchodech, což spíše svědčí o nezvládnuté propagaci či umístění produktů v obchodech. (Ipsos, 2023)

2.2.2 Definice a typy

Mezi alternativy masa řadíme v dnešním pojetí výrobky připomínající různé druhy masa a masných výrobků. Dle typu produktu je můžeme rozdělit do několika kategorií, například: burgery, klobásy, paštiky, masové kuličky či žebra. Někdy se do výčtu řadí také kategorie ryb a mořských plodů. Dalším možností je dělení dle základní ingredience a technologie přípravy. Za základní ingredienci se vždy považuje protein či jeho zdroj. Proteiny pak mohou pocházet z různých zdrojů – rostliny, hmyz, houby, mikrořasy, nepatogenní bakterie a v neposlední řadě mohou být proteiny pěstovány in vitro – tedy z kultur. (Kolodziejczak, 2022)

V této práci se budeme zabývat pouze rostlinnými alternativami masa (dále jen: alternativy masa), tedy těmi výrobky, jejichž hlavní ingredience pocházejí z rostlinných bílkovin. Jsou zatím celosvětově nejrozšířenější a v posledních letech obsadily svá místa i na českém trhu.

2.2.2.1 Tradiční výrobky z rostlinných bílkovin

Výroba tofu byla poprvé zaznamenána v Číně před 2000 lety. Postupně se rozšiřovala do okolních asijských zemí, ve kterých se v detailech odlišovala, nicméně základ výroby, a tím pádem i textury a použití tofu, zůstával stejný. Tofu se vyrábělo ze sójového mléka

koagulovaného solí nebo kyselinou. Tím vznikly žmolky bílkoviny, které se následně daly stlačit do pevnějších bloků. (He et al., 2020)

Seitan, stejně jako tofu, pochází z Číny a byl vynalezen v 6. století. Při jeho výrobě se promývá těsto z pšeničné mouky vodou, dokud nezůstane pouze pšeničná bílkovina lepek, který s vodou tvoří lepkavou elastickou hmotu. Ta má strukturu podobnou masu a dá se upravovat tak, aby z ní vznikly produkty masu podobné (napodobeniny kuřecích stripsů apod.). (He et al., 2020)

Tempeh je teprve několik století starý, pochází z Indonésie a jeho základem je, stejně jako u tofu, sója. Sójové boby nejprve nasáknou vodu, následně jsou vyloupany a částečně povařeny. Poté se nechávají fermentovat plísní *Rhizopus*, díky které získají pevnou strukturu. Nakonec se v požadovaném tvaru balí do banánových listů nebo do plastového materiálu, který zajistí správné aerobní podmínky pro adekvátní růst plísní, aniž by nadměrně sporulovaly. Tento růst plísní přispívá ke správné konečné konzistenci pevného tempehu. (He et al., 2020)

S postupným vzestupem rostlinné stravy se tofu, tempeh a seitan kvůli jejich vysokému obsahu bílkovin začaly společností považovat za alternativy masa, nicméně nebyly s tímto záměrem původně vyráběny. Dnes tyto výrobky označujeme jako tzv. tradiční rostlinné produkty. V této práci se budu věnovat pouze produktům, které se dnes považují za alternativy masa. (He et al., 2020)

2.2.2.2 Alternativy masa 1. a 2. generace

S postupným růstem poptávky po alternativách masa se začaly vyrábět produkty, tzv. textured vegetable proteins – texturované rostlinné bílkoviny. Jsou vyrobeny z rostlinných proteinů a dalších ingrediencí a aditiv přímo za účelem náhrady masa co nejvíce masu podobné. Základní ingredience nejčastěji pochází ze sójových bobů, ale také z bavlníkové mouky, z řepkových semen nebo z arašídové mouky zbavené tuku. Pro zajištění struktury a chuti podobné masu se využívá různých technologických postupů, nejčastěji extruze (viz kapitola 2.2.4 – Způsob výroby). Mezi produkty ze zmíněných rostlinných proteinů patří např. alternativy párků, hamburgerů, mletého masa či slaniny. Tyto výrobky byly později nazvány alternativy masa 1. generace. (He et al., 2020)

V posledních několika letech však roste poptávka po alternativách masa nejen z řad vegetariánů a veganů, ale také z řad omnivorů, kteří často mívají vyšší nároky na podobu analogů k reálnému masu. Technologie se tedy stále zdokonalují, aby byly výsledné výrobky podobné masu ve vzhledu, struktuře, chuti, vůni i v některých výživových hodnotách (popsáno v kapitole 2.2.4. – Způsob výroby). Tak začaly vznikat tzv. alternativy masa 2. generace. Produktem z této kategorie, o jehož zdokonalení se v současnosti snaží mnoho firem, je „maso“ do hamburgerů, do kategorie alternativ masa 2. generace však řadíme i alternativy ostatních masných produktů, zmíněné již v předchozím odstavci. (He et al., 2020)

2.2.3 Ingredience

2.2.3.1 Základní ingredience

Základem rostlinné alternativy masa jsou kvalitní zdroje bílkovin. Tyto zdroje silně ovlivňují barvu, strukturu, příchut' i výživovou hodnotu výsledného produktu. Pro dosažení vláknité struktury podobné masu se využívá moderních technologických postupů (viz kapitola 2.2.4 – Způsob výroby), je však důležitý i vhodný výběr ingrediencí. Mezi bílkovinné vlastnosti ovlivňující výslednou strukturu výrobku patří např. schopnost zadržovat tekutiny, želírovací schopnost nebo míra rozpustnosti. Mezi nejčastěji používané základní ingredience patří již výše zmíněná sója (resp. sójové boby) a hrách. Sója má pro výrobu alternativ masa vhodnou rozpustnost, schopnost vázat vodu a olej a schopnost gelovatění, navíc je dobře dostupná. Její hojné využívání však může mít i svá negativa – pro růst potřebuje správné klima, z environmentálního hlediska může její mohutné pěstování snižovat biodiverzitu a narušovat ekosystémy a u lidí může být zdrojem alergických reakcí. Její bílkovina, jako u ostatních luštěnin, se navíc nepovažuje za plnohodnotnou (viz kapitola 2.3.3 – bílkoviny). Nejen z těchto důvodů jsou dnes za nejvhodnější ingredience považovány i jiné luštěniny a rostliny (hrách, různé fazole, bob obecný, cizrna, řepková semena). (He et al., 2020; Andreani, 2023)

Do některých výrobků se přidávají olejnatá semena, která jsou vhodným zdrojem aminokyselin. Často se kombinují s obilovinami. Dle studie Chiang et al. (2019) vytvoříme vlastnosti velice věrné masu při použití sóji jako základní ingredience a přidání 30 % pšeničného lepků. Do sóji se někdy přidává mikrořasa *Spirulina (Arthrospira platensis)*, která je bohatá na bílkoviny a běžně tvoří 30-50 % výrobku. Při této

koncentraci si totiž výrobek zachová požadovanou strukturu. Spirulina však může negativně ovlivnit chuť výsledného produktu. (He et al., 2020)

Ve studii Zhang et al. (2019) se autorům podařilo využít odpad z biomasy arašídového proteinu k výrobě alternativ masa pomocí níže popsané vysoko-vlhkostní extruze (2.2.4.). Kdyby se tuto metodu podařilo využít ve větším měřítku, přispívali bychom výrobou k využití odpadu a zároveň ke snížení potřebných zdrojů.

2.2.3.2 Vedlejší ingredience a aditiva

Kromě struktury se však výrobci musejí zaměřit i na ostatní vlastnosti výrobků. Jejich vzhled je jednou z nejdůležitějších vlastností a může z velké části ovlivnit rozhodnutí o koupi či konzumaci dané potraviny. Maso má běžně za syrového stavu červenou barvu, která se tepelným zpracováním mění na hnědou. Tato očekávaná barevná změna se napodobuje poměrně složitě. Většina hlavních ingrediencí užívaných pro výrobu rostlinných alternativ masa má totiž béžovou či nažloutlou barvu. V 1. generaci alternativ masa se proto často ke zbarvení výrobku užívala různá termostabilní barviva, např. karamel nebo jiné sladové extrakty. Ve 2. generaci se používá spíše šťáva nebo prášek z červené řepy, případně sójový leghemoglobin. Pro docílení barevné změny při zahřátí se někdy navíc přidávají redukující sacharidy, které ve spojení s aminokyselinami z jiných ingrediencí zajistí průběh Maillardovy reakce a tím charakteristické zhnědnutí. V posledních letech se však začalo dbát kromě správného zbarvení a termostability barviv i na jejich kyselost. Pro dosažení optimálního zbarvení výrobku je totiž nutné, aby dodávané barvivo mělo stejnou škálu pH jako samotný výrobek. Rozdílných výsledků také dosáhneme přidáním barviva na začátku přípravy produktu a přidáním v průběhu jeho zpracovávání (výroby). Do barviv se dnes přidávají látky, které stabilizují barvivo v potravině, např. maltodextrin nebo hydratovaný alginát. (He et al., 2020)

V neposlední řadě je nutno u alternativ masa dosáhnout požadovaného chuťového zážitku. Výrobci se tak dle He et al. (2020) musí zabývat hned 2 složkami příchuti – aromatem a samotnou chutí. V masných výrobcích většinu aromat tvoří látky vznikající při Maillardově reakci nebo při degradaci lipidů za tepelné úpravy. Chuťově nejvýraznější látky v mase jsou tvořeny glutamanem sodným a inosinmonofosfátem. U alternativ masa sice zahříváním můžeme docílit Maillardovy reakce, nicméně i drobné

rozdíly v jednotlivých krocích reakce v masa a jeho alternativách mohou vést k velkým rozdílům v konečném aromatu. Pro úpravu masa navíc většinou stačí pouze jedno zahřátí, zatímco při konečné úpravě rostlinné alternativy masa suroviny procházejí zahřátím již po několikáté. Už pro výrobu alternativy masa totiž suroviny musejí projít cílenými tepelnými změnami.

Nejlepších výsledků týkajících se příchuti alternativ masa zatím dokázali výrobci dosáhnout přidávkem aditiv – aromatických ingrediencí (koření, sůl) před i v průběhu výroby potraviny. Dobré výsledky přináší adice vitamínu B1, různých aminokyselin a redukujících sacharidů. Pro dosažení příchuti blízké kuřecímu nebo hovězímu masu se zatím osvědčily alternativy založené na hydrolyzovaném proteinu ze sójových bobů, který byl zpracováván ve specifických podmínkách. (He et al., 2020)

2.2.4 Způsob výroby

Dnes se v potravinářství vyskytují 2 hlavní způsoby výroby rostlinných alternativ masa, při nichž se výrobci snaží o dosažení charakteristické vláknité struktury masa. První technikou je tzv. bottom-up, ve které jsou jednotlivé menší elementy sestavovány tak, aby vznikl výsledný celistvý produkt. Jednotlivé dílčí elementy vznikají množením kmenových buněk či biomasy vláknitých hub, nejčastěji získané z houby *Fusarium venenatum*. Příprava struktury z její biomasy vyžaduje proces několika kroků. Nejdříve je houba pěstována a množena v bioreaktorech. Poté se její biomasa zahřívá a odstředí, čímž získáme hmotu pastovité struktury, která se již dá formovat. Pro vytvoření požadované struktury musí být ještě biomasa ošetřena parou a zchlazena. Teprve poté získáme potřebnou vláknitou strukturu produktu. Jednotlivá vlákna se následně musí spojit, a to buď enzymaticky příčnými vazbami anebo smícháním vláken s pojící hmotou. Tou může být vaječná bílkovina, v případě veganských produktů pak lepek nebo bramborový protein. (Kameník, b.r.; He et al., 2020)

Druhá metoda výroby se nazývá top-down. Touto technikou výsledný vláknitý produkt vzniká vytvořením směsi biopolymerů. Poměrně často se využívá technika extruze, u které je výhoda, že může být používána ve velkém, což má pro potravinářský průmysl velký význam. Extruze je proces zpracování potravin, při němž se pomocí tzv. extrudéru ingredience stlačují a formují za využití tepla a tlaku. Poprvé byla využívána ve 30. letech

20. století pro výrobu různých druhů těstovin. Proces extruze začíná základní přípravou ingrediencí a jejich vložením do extrudéru. V něm jsou ingredience stlačovány a promíchávány šnekem neboli šroubem extrudéru, čímž se zároveň zvyšuje jejich teplota. Průběžně dochází k mazovatení škrobu a denaturaci bílkovin v potravinách obsažených. Postupně vzniká homogenní hmota ve válci extrudéru, která se následně protlačí tvarovací maticí a nechá se vychladnout. Výsledný produkt má tloušťku 5-10 mm. Pro dosažení požadované velikosti porce se nakonec hmota krájí. (Ministerstvo zemědělství, b.r.; He et al., 2020)

V minulosti byla využívána pouze nízko-vlhkostní extruze v jedno-šnekovém extrudéru. Vznikaly tak alternativy masa 1. generace se sušší konzistencí, které do sebe následně mohly nasáknout vodu. Takové výrobky mohly dle Kameníka (b.r.) napodobit maso pouze vcelku, neměly však uvnitř vláknitou strukturu. Dnes se používají při výrobě dvou-šnekové extrudéry, které jsou energeticky ekonomičtější a dokážou rovnoměrněji distribuovat teplo. Díky dodání vody nám umožňují využít vysoko-vlhkostní extruzi, která nese výsledky v podobě produktů s vyšším zastoupením vody, s lepším potenciálem dosažení fibrózní struktury a příjemnější textury při konzumaci. (He et al., 2020)

Výsledná textura výrobku je závislá na mnoha faktorech v průběhu procesu extruze. He et al. (2020) zmiňuje, že vysoké teploty napomáhají posílení absorpce vody produktem. Důležitým faktorem je také poměr rozpustných a nerozpustných komponent v surovinách. Vysoký obsah nerozpustných látek totiž brání vzniku křížových vazeb mezi bílkovinami, které výslednou strukturu zpevňují. Mezi faktory, ovlivňující strukturu o něco méně, patří např. rychlost otáčení šroubu. Při procesu extruze je důležité brát v potaz, že jednotlivé suroviny mají odlišné struktury a budou se tedy při stejném procesu výroby chovat odlišně. Je tedy nutné vždy dbát na správný výběr surovin i konkrétního technologického postupu.

Novější metodou pro výrobu alternativ masa je tzv. shear cell technologie. Pomocí zařízení s názvem shear cell nebo Couette cell využívá smykových sil za vysoké teploty. Konečná struktura výrobku závisí na mnoha parametrech, včetně použitých surovin, teploty, rychlosti smyku a času zpracování. V závislosti na těchto podmínkách můžeme dosáhnout struktury vláknité, vrstvené nebo homogenní. Tato metoda se zatím běžně nepoužívá, je zkoumána v rámci menších projektů. Výhodou oproti extruzi by měla být

kromě ekonomičtější výroby i možnost produkce výrobků s tloušťkou až 30 mm. (He et al., 2020)

2.3 Kategorie hodnocení

2.3.1 Sacharidy, balastní látky

Sacharidy se řadí mezi základní živiny poskytující tělu energii (makroživiny). Dle struktury je dělíme na 3 základní skupiny. Monosacharidy jsou tvořeny jednou molekulou a jsou po příjmu nejjednodušeji a nejrychleji tráveny. Z jednotlivých monosacharidů se mohou skládat oligosacharidy s 2 až 10 molekulami a nejsložitější polysacharidy, které jsou tvořeny více než 10 monosacharidy. Ve výživě člověka hraje významnou roli glukóza, jejíž molekuly tvoří základní stavební kameny mnohých polysacharidů a která jako monosacharid poskytuje tělu okamžitou energii. Sacharidy by měly poskytovat 45-60 % z celkového energetického příjmu (dále jen: CEP) (EFSA, 2019). (Koolman a Röhm, 2012; Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Balastní látky jsou souhrnným označením látek, většinou oligo- či polysacharidů, které projdou tenkým střevem, aniž by byly enzymaticky natráveny a dostávají se tak v nezměněné formě až do střeva tlustého. Označení vláknina se obecně používá jako synonymum balastních látek, přestože je odvozeno od vláknité struktury, kterou disponují pouze některé balastní látky. V této práci budou zmíněná označení používána jako synonyma. Balastní látky lze rozdělit na rozpustné a nerozpustné. Každá skupina působí na organismus pozitivně, a to v případě rozpustné vlákniny například zajištěním pocitu sytosti, podporou střevní mikrobioty, protizánětlivým působením a regulací glykémie. Nerozpustná vláknina váže žlučové kyseliny a cholesterol, čímž napomáhá jejich odvodu z těla ven a podporuje správnou peristaltiku. Kromě toho vláknina působí jako prevence různých onemocnění – obezity, diabetu mellitu II. typu a různých onkologických onemocnění. Pro příznivé účinky na zdraví je dle EFSA (2019) doporučeno každý den přijímat minimálně 25 g vlákniny. Vláknina se nachází v jedlých částech rostlin, např. v ovoci, zelenině, obilovinách nebo luštěninách. Díky jejímu výskytu v rostlinách můžeme jejich přítomnost očekávat i v různých alternativách masa, přestože v mase bychom ji hledali jen stěží. (Kasper, 2015; He et al., 2022)

Monosacharidy a disacharidy, někdy označované jako cukry, by měly tvořit maximálně 10 % z CEP (Kohout et al., 2021). Volné cukry, mezi které řadíme cukry přidané a přirozeně se vyskytující v medu, sirupech, ovocných šťávách a koncentrátech by dle WHO (2015) měly tvořit maximálně 10 % z CEP, nicméně autoři zmiňují prevenci vzniku zubního kazu při příjmu pod 5 % z CEP. EFSA (2022) pak zmiňuje, že příjem volných cukrů by měl být co možná nejnižší. Přidané cukry, v Evropě nejčastěji ve formě disacharidu sacharózy, se vyskytují v mnoha zpracovaných potravinách a tím zvyšují procento přijatých cukrů. Sacharóza je zdrojem tzv. prázdných kalorií, což znamená, že pro člověka slouží pouze jako zdroj energie bez dodání látek jinak významných pro tělo. Přispívá tak ke vzniku nadváhy a obezity a z nich vyplývajících zdravotních obtíží. Problematický je především příjem přidaného cukru v rozpuštěné formě v nápojích, cukrovinkách nebo jemném pečivu, jejichž konzumace často nevyvolává pocit sytosti a bývá spojena s konzumací nepříznivého množství a složení mastných kyselin (viz kapitola 2.3.2). I v rostlinných alternativách masa však můžeme očekávat přidané cukry pro zlepšení chuti výrobků. (Kasper, 2015)

V rostlinných alternativách masa můžeme očekávat přítomnost sacharidů, které často ve formě oligo- či polysacharidů pocházejí ze stejných rostlinných surovin jako bílkoviny (viz 2.3.3). Oproti masu, které obsahuje zanedbatelné množství sacharidů, jich můžeme v jeho rostlinných alternativách očekávat větší množství, někdy dosahující i 20 g na 100 g produktu. S tím se pojí přítomnost vlákniny, která často dosahuje jednotek gramů na 100 g výrobku. V australské studii rostlinných alternativ masa běžně vláknina dosahovala 3-6 g/100 g výrobku. Cukry mohou být do alternativ masa přidané za účelem zlepšení chuti výrobků. Množství přidaných cukrů se běžně v těchto výrobcích pohybuje pod hodnotou 3 g na 100 g výrobku, ve studiích alternativ masa nabízených v Lotyšsku a v Itálii autoři zmiňují průměr okolo 1.9 g cukrů / 100 g produktu (Mariseva et Beitane, 2020; D'Alessandro et al., 2022). (Romão et al.; 2023; Curtain et al.; 2019)

2.3.2 Tuky

Tuky jsou složkou potravy sloužící pro tělo jako významný zdroj energie (1 g tuků poskytuje tělu 38 kJ), zároveň jsou schopny fungovat jako její zásobárna. Ukládají se totiž do buněk tukové tkáně – adipocytů – ze kterých se mohou v případě nutnosti uvolnit a sloužit jako zdroj energie. V lidském těle mají však mnoho dalších funkcí, např. se podílí na struktuře buněčných membrán, napomáhají termoregulaci, chrání orgány před

mechanickým poškozením a mají zvláštní význam jako signální molekuly či kofaktory biochemických reakcí. Z chemického hlediska jsou tuky součástí větší skupiny lipidů. Lipidy dělíme na homolipidy (tuky a vosky) a heterolipidy (fosfolipidy, glykolipidy, lipoproteiny). Tuky se nejčastěji nachází ve formě triacylglycerolů (dále jen: TAG), které jsou označením pro estery vyšších mastných kyselin a glycerolu. (Koolman a Röhm, 2012; Kohout et al., 2021))

Mastné kyseliny (dále jen: MK) dělíme dle počtu dvojných vazeb na nasycené bez dvojně vazby, mononenasycené s 1 dvojnou vazbou a polynenasycené s více dvojnými vazbami v chemické struktuře. Tuky by dle EFSA (2019) měly tvořit 20-35 % CEP. (Kasper, 2015)

Cholesterol, jehož zvýšené hladiny v séru jsou zodpovědné za zvýšené riziko vzniku aterosklerózy, hypertenze a posléze kardiovaskulárních onemocnění s převahou ischemické choroby srdeční, můžeme dělit na endogenní – vytvářené v organismu převážně játry a exogenní – přijatý z potravy. Nachází se ve všech živočišných produktech, avšak jeho koncentrace v jednotlivých produktech se může výrazně lišit. V rostlinných potravinách se nevyskytuje. (Kasper, 2015)

Příjem exogenního cholesterolu paradoxně dle Kasper (2015) nehraje hlavní roli při zvyšování jeho koncentrace v séru. Pravděpodobně míru jeho vstřebávání a tím i sérovou koncentraci určuje spíše typ potravin, ze kterých cholesterol pochází a celkové složení stravy daného jedince. Jeho sérové hladiny totiž zvyšuje spíše strava bohatá na nasycené mastné kyseliny (dále jen: SFA) s dlouhým řetězcem. Z tohoto důvodu i pravidelná konzumace masa a uzenin, které jsou na SFA bohaté, koreluje s vyššími hladinami sérového cholesterolu. Mechanismus spočívá ve znemožnění LDL frakci cholesterolu navázat se na příslušné receptory a ve zvýšení endogenní produkce cholesterolu v buňkách. Ve většině případů obsahují alternativy masa méně nasycených MK než maso, a proto mohou být v tomto ohledu zdravotně vhodnější variantou (Romão et al., 2023).

Dostatečný příjem mono- a polynenasycených mastných kyselin (dále jen: MUFA, PUFA) snižuje hladinu cholesterolu v séru. Mezi významné PUFA patří $\omega 3$ a $\omega 6$ MK, které jsou považovány za esenciální pro člověka. Adekvátní příjem všech esenciálních MK, zejména $\omega 3$ MK, je důležitý pro správnou funkci organismu a pro správnou syntézu

některých eikosanoidů. To jsou látky s řadou příznivých účinků, mezi které patří snížení LDL a VLDL frakce cholesterolu, hladiny TAG, krevního tlaku a agregace trombocytů. To vše vede k ochraně cév před aterogenezí a kardiovaskulárními chorobami. V západních zemích je příjem potravy nakloněn $\omega 6$ mastným kyselinám, a proto je poměr příjmu $\omega 6 : \omega 3$ MK zhruba 10 : 1. Za správný poměr se považuje 5 : 1, je tedy potřeba navýšit příjem $\omega 3$ MK, které bychom našli např. v řepkovém oleji, ve lněném oleji nebo v některých mořských rybách. Z tohoto důvodu se na trhu nacházejí některé potraviny, které jsou záměrně o $\omega 3$ MK obohaceny.

Transmastné kyseliny (dále jen: TFA) vznikají ztužováním rostlinných olejů obsahujících PUFA. Tímto procesem z PUFA získáme MUFA s jedinečnou konfigurací a struktura oleje se přemění v polopevnou strukturu. Takové tuky nazýváme částečně ztužené tuky a hojně je využíváme při výrobě vysoce zpracovaných potravin, např. sušenek nebo některých slaných pochutin. TFA mají ze všech makronutrientů přijímaných potravou nejvíce negativní vliv na kardiovaskulární systém, protože výrazně zvyšují koncentraci LDL cholesterolu a TAG a snižují koncentraci HDL cholesterolu v séru. Mohou zvyšovat riziko onemocnění koronárních tepen i více než desetinásobně oproti SFA. Navíc z metaanalýzy Michels et al. (2021) vyplývá, že se podílejí na vzniku kolorektálního karcinomu a rakoviny prostaty. (Kasper, 2015)

Dle WHO (2023) by měly SFA tvořit maximálně 10 % a TFA maximálně 1 % z CEP, EFSA (2019) má však doporučení striktnější – uvádí co nejnižší možný příjem SFA i TFA. MUFA by pak měly tvořit minimálně 12 % a PUFA asi 8 % z CEP. Při dodržování těchto doporučení podporujeme správnou funkci metabolismu tuků v organismu a chráníme před vznikem hypertenze, diabetu a aterosklerózy. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

V alternativách masa nabízených v několika zemích jsou dle Romão et al. (2023) nejčastějším zdrojem tuků sójový, slunečnicový, bavlníkový a kokosový olej. Kromě toho bývají tuky také přidávány i v jiných formách, například jako řepkový olej, lněný olej, kakaové máslo či ořechy. Rostlinné oleje většinou obsahují především žádoucí nenasycené MK. Slunečnicový olej obsahuje nenasycené MK, které mají méně vhodný poměr $\omega 6 : \omega 3$ MK (63:1). Kokosový olej, který se rovněž řadí mezi častěji užívané, obsahuje zejména SFA a je tak méně zdravotně vhodný. Naopak za velmi vhodný je

z výše zmíněných olejů považován především olej řepkový, který je stabilní a má vhodný poměr $\omega 6:\omega 3$ MK, dále také olej lněný. Kromě toho se pak nenasycené MK nacházejí v luštěninách a obilovinách, které slouží v alternativách masa primárně jako zdroje bílkovin. (Romão et al., 2023; Kohout et al., 2021)

Užité tuky posléze odráží celkové množství tuků a z toho množství SFA ve výrobku. Dle studií analyzujících alternativy masa nabízené v různých zemích se celkově množství tuků nejčastěji pohybuje mezi hodnotami 5 a 15 g/100 g potraviny. Nasycené mastné kyseliny se většinou objevují v jednotkách g/100 g produktu s průměrnými hodnotami často okolo 2 g/100 g. (Curtain et al., 2019; D'Alessandro et al., 2022; Mariseva et Beitane, 2020)

2.3.3 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou makroživiny složené z proteinogenních aminokyselin (dále jen: AMK) spojených peptidickými vazbami a mají v těle široké spektrum funkcí. Slouží zejména jako stavební kameny tkání a orgánů, tvoří však také transportní molekuly, složky imunitního systému, enzymy, hormony, mediátory či genetickou informaci. Běžně neslouží jako energetický substrát. (Koolman a Röhm, 2012; Kohout et al., 2021)

Pro sestavení bílkoviny je nutno využít nejméně 100 AMK. Pokud je jich peptidickou vazbou spojeno méně, jedná se o polypeptidy (10-100 AMK) či oligopeptidy (2-9 AMK). V potravě se vyskytují proteiny skládající se z 22 různých proteinogenních AMK. Z toho 9 je označováno za esenciální, protože si je lidské tělo neumí samo vytvořit a je tedy nutno je přijímat z potraviny. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Doporučené množství bílkovin v potravě se dnes nejčastěji udává ve formě gramů bílkovin na kilogram tělesné hmotnosti – EFSA (2019) a WHO (2007) se shodují na množství 0.83 g/kg – nicméně v přepočtu na CEP by dle Kohout et al. (2021) měly tvořit minimálně 10-15 %. Trávení probíhá jejich štěpením pomocí proteolytických enzymů žludeční a pankreatické šťávy. Postupně zkracující se peptidy pokračují až do tenkého střeva, kde se jako jednotlivé AMK vstřebávají do krve. Následně přestupují do jater, kde tvoří tzv. aminokyselinový pool, což je zásobárna AMK, které jsou dále lidským tělem

využívány k výstavbě různých struktur. Pool má pouze malou kapacitu, proto je nutné pro adekvátní fungování proteiny přijímat ve stravě velmi pravidelně. (Kohout et al., 2021)

Pro hodnocení nutriční kvality potravinového proteinu se využívá termínu plnohodnotnost. Plnohodnotná bílkovina je taková, která obsahuje všech 9 esenciálních AMK v optimálním složení a množství. Pro stanovení plnohodnotnosti se parametry dané bílkoviny porovnávají s referenční vaječnou bílkovinou, která se považuje za zcela plnohodnotnou. Za plnohodnotné se ve stravě považují živočišné zdroje bílkovin – kromě vajec také maso, mléko a výrobky z nich. (Kohout et al., 2021; Wu, 2016)

Téměř všechny rostlinné proteiny obsahují nějakou limitující AMK, což je taková AMK, která se nachází v potravině v relativně nejnižším množství vůči denní potřebě. Limituje možnost následného využití strávené bílkoviny k proteosyntéze a tím i biologickou hodnotu bílkovin dané potraviny. Jakmile potravina obsahuje limitující AMK, nelze ji označit za plnohodnotnou. V obilovinách je limitující AMK lysin, v luštěninách methionin, v pšenici a žitu threonin. Houby, které bývají spolu s obilovinami a luštěninami často využívanou ingrediencí v alternativách masa, mají aminokyselinové složení lišící se dle konkrétního druhu. Některé se považují za plnohodnotné, jiné limituje např. leucin, izoleucin či valin. (Kohout et al., 2021; González et al., 2020)

Vzhledem k tomu, že rostlinné proteiny s výjimkou quinoj a chia semínek nesplňují podmínky plnohodnotnosti, využívá se někdy kombinace různých rostlinných zdrojů proteinů pro dosažení jejich celkové plnohodnotnosti v daném pokrmu či produktu. Geirsdóttir et Pajari (2023) uvádí pro příklad vhodnost kombinace luštěnin s obilovinami. Romão et al. (2023) uvádí, že nejpoužívanějšími primárními zdroji bílkovin v alternativách masa nabízených v 10 různých zemích byla sója, hrách a pšenice, dále pak cizrna, fazole či oves. Autoři zmiňují, že většina alternativ masa uvedenou kombinaci pro dosažení plnohodnotnosti využívá, nezabývají se však hlubší analýzou tohoto tématu. Důležité je podotknout, že výsledná míra vstřebání proteinů závisí na mnoha faktorech včetně přítomnosti vlákniny, která vstřebávání snižuje. Proto i při využití kombinace různých rostlinných bílkovin jen těžko dosáhneme biologické hodnoty srovnatelné s živočišnými bílkovinami. (Harvard T.H.Chan School of Public Health, c2024; Kohout et al., 2021)

Dalším potenciálním negativem konzumace rostlinných bílkovin je kyselina fytová, která se běžně nachází v endospermu zrna či semena. Při extrakci či frakcionaci proteinu pro výrobu bílkovinného koncentrátu nebo izolátu se kyselina fytová může na bílkovinu navázat a následně zamezit správnému vstřebávání některých mikronutrientů, například železa nebo vápníku. Na druhou stranu Hurrell (2004) uvádí, že procesem extruze mohou být vzniklé soli kyseliny fytové degradovány. (Bryngelsson et al., 2022)

Dle autorů studií zkoumajících alternativy masa v různých zemích většinou množství proteinů v produktech dosahuje hodnot 10-20 g/100 g výrobku. Hodnotu 52 g bílkovin/100 g produktu zaznamenala studie provedená v Lotyšsku, autoři ovšem nezmiňují, o jaký produkt se jedná (Mariseva et Beitane, 2020). (Curtain et al., 2019; D'Alessandro et al., 2022; Romão et al., 2022)

Ze studie Papier et al. (2019), které se účastnilo přes 30 000 lidí s různými výživovými směry (omnivoři s vyšším a nižším příjmem masa, omnivoři s příjmem pouze drůbežího masa, pescetariáni, vegetariáni a vegani) je zřejmé, že všechny skupiny dosahovaly doporučeného denního příjmu bílkovin (mezi 10 a 17 % z celkové přijaté energie).

U lidí omezujících živočišné potraviny tedy nedochází k příliš nízkému příjmu bílkovin, přesto bychom však měli podporovat navyšování jejich příjmu pro nižší efektivitu vstřebávání. Zároveň je vhodné zabývat se plnohodnotností bílkovin v často konzumovaných výrobcích, což by v některých případech mohly být právě alternativy masa.

2.3.4 Mikroživiny

V následujících kapitolách se budeme věnovat mikroživinám (dále jen: rizikové mikronutrienty), jejichž příjem je ve stravě založené na rostlinách nějakým způsobem omezen. V rostlinných produktech buď zcela chybí, nebo je jejich množství či využitelnost organismem znatelně nižší v porovnání s masem a jinými živočišnými produkty. U lidí, kteří mají stravu založenou primárně na rostlinách a rostlinných produktech, tak může docházet k deficitům těchto živin a následně k negativním dopadům na lidské zdraví. Kohout et al. (2021) se v takovém případě doporučuje zaměřit na pestrý jídelníček s dostatkem různých druhů obilovin, luštěnin, zeleniny, ovoce,

ořechů a semínek. Dále zmiňuje možnost pravidelné konzumace potravin obohacených o rizikové mikronutrienty, případně pak medikamentózní řešení. V každém případě by svou individuální situaci měli lidé s rostlinným stravováním probrat s adekvátně vzdělaným zdravotnickým pracovníkem. (Kohout et al., 2021)

Mezi potraviny obohacené o některé rizikové mikronutrienty patří mimo jiné i rostlinné alternativy masa. Míře, v jaké se v České republice tyto produkty obohacují, se mimo jiné budeme věnovat v praktické části této práce.

2.3.4.1 Vitamin B12

Vitamin B12 je označení skupiny látek nazývané kobalaminy, které mají vzájemně podobnou strukturu. Kobalamin je přirozeně tvořen pouze bakteriemi, které ho mohou vyrábět v těle různých zvířat, často savců. Lidé ho však musejí přijímat potravou. Za primární zdroje vitamínu B12 se považují maso, ryby a vnitřnosti, v menším množství bychom ho ale našli i v ostatních živočišných produktech – v mléce, mléčných výrobcích a vejcích. (Kasper, 2015; Smith, Warren et Refsum, 2018; Kohout et al., 2021)

Absorpce kobalaminu závisí na mnoha různých faktorech. Zásadní roli v procesu absorpce hraje kyselina chlorovodíková produkovaná buňkami žaludeční sliznice, Castleův vnitřní faktor, haptokorin a další substance. Aby bylo možné efektivní vstřebání vitamínu B12, musí správně fungovat celá složitá kaskáda reakcí. Po resorpci do krevního řečiště pokračuje vitamin do jater a cílových tkání pomocí transkobalaminu (Smith, Warren et Refsum, 2018). V játrech se kobalamin ukládá a tvoří zásoby často vystačující na několik let. (Rizzo et al, 2016; Kohout et al., 2021)

Mezi základní funkce vitamínu B12 patří metylace homocysteinu, ze kterého se posléze stává methionin. Podílí se na procesech, v nichž je důležité buněčné dělení – např. na hematopoéze a syntéze DNA. Je důležitý pro metabolizaci folátu (vitamínu B9), rozvětvených AMK a MK s lichým počtem uhlíků. Zmíněné MK jsou důležité pro správnou tvorbu myelinu. Z funkcí pak vycházejí následky deficitu kobalaminu. Kvůli porušené hematopoéze dochází k megaloblastické anémii a poškozením myelinizace nervů je narušené vedení nervového vzruchu. Časté se proto při deficitu vyskytují neurologické a psychické poruchy, např. poruchy motoriky, demence, psychózy nebo

poruchy nálady. Zmíněné kareční příznaky se ovšem díky schopnosti uskladňování vitamínu v játrech často projeví až po několikaletém nedostatku vitamínu. (Rizzo et al., 2016; Smith, Warren et Refsum, 2018; Kohout et al., 2021)

Předpokládaná adekvátní denní dávka vitamínu B12 dosahuje dle EFSA (2019) 4 µg. Vzhledem k tomu, že se vitamin přirozeně vyskytuje pouze v živočišné stravě, mají lidé s převážně či výhradně rostlinnou stravou větší riziko rozvoje jeho deficitu (Kohout et al., 2021; Rizzo et al., 2016). Z výsledků mnoha studií dle Pawlak, Lester et Babatunde (2014) vyplývá, že deficit vitamínu B12 je dle laboratorních parametrů přítomen u 0-86.5 % dospělých vegetariánů či veganů. U veganů je prevalence deficitu vyšší. S větším omezením živočišných výrobků lze tedy předpokládat růst pravděpodobnosti deficitu tohoto vitamínu. Zejména vegani nesuplementující vitamin B12 mají dle výsledků vysoké riziko rozvoje jeho deficitu. S tím se shodují výsledky studie Selinger et al. (2019), zahrnující vegany z České republiky, které naznačují, že riziko rozvoje deficitu kobalaminu souvisí především s mírou jeho suplementace. Vegani, jejichž suplementace byla dostatečná a pravidelná, dosahovali velice podobných laboratorních hodnot zmíněného vitamínu, jako omnivoři. Autoři proto vyzdvihují důležitost správné suplementace vitamínu B12 u veganů.

Velice problematický může být nedostatečný příjem kobalaminu u těhotných či kojících matek, protože malé děti nemají vybudované dostatečné zásoby vitamínu v játrech. Deficit se u nich proto vyvíjí rychleji než u dospělých. (Kohout et al., 2021)

Ve shodě s výše uvedenými studiemi Kohout et al. (2021) uvádí, že u lidí omezujících příjem potravin živočišného původu je doporučeno přijímat vitamin B12 z potravin, které jsou jím obohacené, veganům je potom doporučena dlouhodobá adekvátní suplementace.

2.3.4.2 Vápník

Většina vápníku je v těle uložena ve formě fosforečných solí v organické kostní matrix. Kromě kostí je vápník důležitý pro normální funkci membrán, správný nervosvalový přenos a svalovou kontrakci, krevní srážení a různé enzymatické a hormonální procesy. Jeho stálou koncentraci v krvi udržují především protichůdně působící hormony parathormon a kalcitonin, ale také vitamin D. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Při pravidelné dostatečné konzumaci mléka a mléčných výrobků, které jsou na využitelný vápník bohaté, běžně nehrozí jeho nedostatečný příjem ze stravy. Problém však může nastat u lidí omezujících živočišné výrobky, protože i přes přítomnost vápníku v rostlinných potravinách může být jeho vstřebatelnost ovlivněna jinými látkami přijatými potravou. V otrubách a celozrnných výrobcích se vápník často váže ve formě fyfátů, zatímco ve špenátu, rebarboře nebo čaji jsou hojné oxaláty. Tyto špatně rozpustné komplexy, nacházející se v rostlinné stravě, snižují společně s vysokým příjmem vlákniny jeho vstřebatelnost a posléze využitelnost. (Kohout et al., 2021; Kasper, 2015)

Nedostatek vápníku v krvi může způsobit zejména slábnutí kostí, tedy osteopenii až osteoporózu se zvýšením náchylnosti kostí ke zlomeninám. Při silnějším nedostatku však může způsobit i poruchy nervosvalové dráždivosti. (National Health Service, 2022; Harvard T.H.Chan School of Public Health, c2024)

V metaanalýze Bickelmann et al. (2022) zabývající se příjmem vápníku u téměř 180 000 omnivorů, vegetariánů a veganů z celého světa autoři zjistili, že vegani dosahují průměrného příjmu okolo 700-800 mg vápníku denně, zatímco vegetariáni a omnivoři okolo 900 mg. Výsledky naznačují, že s rostoucím omezením příjmu živočišných potravin ve stravě pravděpodobně klesá příjem vápníku. Je ovšem nutné podotknout, že žádná ze skupin nesplňovala doporučených 1000 mg vápníku denně (Kohout et al., 2021).

2.3.4.3 Vitamin D

Vitamin D patří dle Kasper (2015) mezi vitaminy rozpustné v tucích, vykazuje však chování typické spíše pro hormony. Jeho syntéza, která je regulována dle aktuální potřeby, částečně probíhá v lidských orgánech. Do cílových orgánů se pak dostává krevní cestou. Vyskytuje se ve 2 základních formách provitaminu: cholekalciferol pocházející z živočišných potravin a ergokalciferol pocházející z rostlinných potravin.

Protože je rozpustný v tucích, je pro jeho správnou resorpci po příjmu potravou nutné funkční vylučování žluči a pankreatických enzymů. Po vstřebání do krve se vitamin D transportuje do jater, a následně do ledvin, kde probíhá jeho metabolizace na aktivní formu vitaminu D. Dále už putuje do cílových orgánů – nejčastěji do kostí či jater – v nichž plní svou funkci. (Kasper, 2015)

V lidském těle se vitamin tvoří z cholesterolu, ze kterého se postupně stává 7-dehydrocholesterol a cholekalciferol. Pro přeměnu je nutný dopad UV-B záření ze slunečního světla na kůži. Vzniklý cholekalciferol se dále opět metabolizuje v játrech a ledvinách. (Kulda, 2012)

Jeho hlavní funkce spočívá v řízení kalciofosfátového metabolismu, s čímž souvisí regulace mineralizace a přestavby kostí, posléze prevence osteoporózy. Regulací vápníku dále ovlivňuje metabolismus kosterního a srdečního svalstva. Podporuje správnou imunitní odpověď organismu a různé buněčné procesy včetně apoptózy nádorových buněk. (Kasper, 2015; Hrdý et Novosad, 2015)

V České republice je po většinu kalendářního roku příliš nízká intenzita slunečního záření pro dostatečnou syntézu vitamínu D v těle. Je proto nutné jej pravidelně přijímat potravou. Potravinové zdroje bohaté na vitamin D jsou především živočišného typu – rybí tuk, mléčné výrobky a vaječné žloutky. Z rostlinných potravin se doporučuje dostatečná konzumace listové zeleniny, případně hub sušených na slunci. Vitamin D přijatý z rostlinných zdrojů má ovšem kvůli přítomnosti antinutričních látek, zejména kyseliny fytové a šřavelové, významně nižší vstřebatelnost oproti příjmu ze zdrojů živočišných. (Kohout et al., 2021; Spiro et Buttriss, 2014)

Autoři Spiro et Buttriss (2014) uvádí, že se v Evropě nedaří naplňovat doporučenou denní dávku vitamínu, a to ani u populace konzumující živočišné výrobky. Adolescenti mají neadekvátně nízké hladiny vitamínu D až v 90 % případů, u starší populace jde až o 80 %. U vegetariánů jsou pak dle studie hladiny vitamínu D v krvi ještě nižší než u omnivorů. Lze proto předpokládat, že ani flexitariáni a vegani nemají dostatečný příjem vitamínu D. Dle Spiro et Buttriss (2014) patří mezi rizikové skupiny obyvatel senioři, lidé trpící obezitou, lidé nedostatečně se vystavující slunečnímu záření a nedostatečně konzumující mléčné výrobky. Rizika související s nedostatečným příjmem vitamínu D se pojí zejména s měknutím kostí, tedy s křivicí u dětí a s osteomalácií u dospělých. Dále existuje korelace s poruchami metabolismu vápníku, což může dlouhodobě vést k osteoporóze i jiným nemocem. Vitamin D je tedy významným faktorem ovlivňujícím deformity a lámavost kostí. (Kohout et al., 2021)

2.3.4.4 Jod

Jod je živina důležitá především pro správné fungování štítné žlázy. Je nutná pro syntézu prohormonu tyroxinu a hormonu trijodtyroninu, které se svou funkcí podílejí na mnoha tělních pochodech, např. ovlivňují bazální metabolismus, fyzický i duševní vývoj a růst. Dle EFSA (2019) je jeho optimální příjem u dospělých 150 µg denně. (Kasper, 2015)

Vzhledem k nízkému přirozenému výskytu ve většině přístupných potravin byl dříve v Evropě běžný nedostatečný příjem tohoto mikronutrientu. Projevoval se poruchami nervového vývoje u dětí deficientních matek, dysfunkcí štítné žlázy včetně souvisejících příznaků a jejího zvětšení. Dnes jsou hlavním zdrojem jodu v Evropě soli obohacené o jod, případně mléčné výrobky pocházející od zvířat, jejichž krmivo obsahuje přísady jodu. Přirozeně bohatým zdrojem jsou také mořské plody a řasy. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Dle studií zkoumajících hladiny jodu v moči je zřejmé, že většina dospělé populace, včetně těhotných žen, má v mnoha evropských zemích nedostatečný přísun jodu potravou (Ittermann et al., 2020). Toto tvrzení potvrzuje i metaanalýza Eveleigh et al. (2023), v níž 75 % studií z různých zemí zaznamenalo, že žádná z porovnávaných skupin (vegani, vegetariáni, flexitariáni, pescetariáni, omnivoři) nedosahovala adekvátního příjmu jodu. V 73 % studií zahrnutých do metaanalýzy měli vegani nejnižší přísun jodu ze všech zkoumaných skupin. O něco vyšší přísun, než vegani měli vegetariáni. Mezi flexitariány, pescetariány a omnivory pak byly spíše drobné rozdíly. Studie Eveleigh et al. (2020) pak poukazuje na fakt, že vegani a vegetariáni žijící v průmyslových zemích mají vyšší riziko deficitu jodu oproti omnivorům, pokud pravidelně nekonzumují mořské řasy nebo suplementy jodu. Zmíněné studie se shodují v názoru, že důležitou roli v přísunu jodu u veganů i vegetariánů hraje zejména konzumace jodizované soli. U veganů, kteří neužívají jodizovanou sůl, proto může snadno vzniknout deficit jodu.

2.3.4.5 Železo

Železo je prvek důležitý pro přenos kyslíku v organismu, ať už jako součást hemoglobinu v krvi či myoglobinu ve svalové tkáni. Je také součástí některých enzymů využívaných při různých biochemických reakcích. Je poměrně hojně zastoupené v potravě, většinou ve vázané formě. Lépe využitelné je ze zdrojů živočišných, zejména z masa. Železo takto

přijaté se vstřebá asi z 30 %. V rostlinných potravinách – fazolích, sóje, špenátu či ořeších – se často vyskytuje navázané ve formě fytátů či fosforečnanů, což snižuje jeho vstřebatelnost. Na druhou stranu některé rostlinné potraviny obsahují kyselinu askorbovou, která jeho využitelnost zvyšuje. Ve výsledku se vstřebá okolo 5-10 % železa z rostlinných zdrojů. (Kohout et al., 2021)

Nižší mírou využití železa z rostlinných zdrojů mohou být populace omezující maso více ohrožené jeho deficitem, který se nejčastěji projevuje anémií (Kohout et al., 2021). Tento jev potvrzuje metaanalýza Haider et al. (2018), která dle hladin feritinu potvrdila, že lidé nekonzumující maso mají menší zásoby železa než omnivoři. Davey et al. (2003) v rozsáhlé studii porovnávající příjem různých nutrientů u veganů, vegetariánů, pescetariánů a omnivorů zjistil, že vegani měli nejvyšší příjem železa ze všech zmíněných skupin. Ostatní skupiny měly příjem železa velice srovnatelný. Z těchto výsledků bychom mohli soudit, že i přes zvýšenou konzumaci železa z rostlinných zdrojů u veganů dochází pouze k minimálnímu vstřebávání a jeho zásoby v těle jsou tedy nízké.

Potřeba železa je dle EFSA (2019) stanovena u mužů na 11 mg denně, u žen pak jde o 16 mg denně. Kasper (2015) udává, že nedostatek železa je vůbec nejčastějším deficitem na světě. Obzvláště ohroženi jeho nedostatečnými zásobami jsou kromě lidí omezujících příjem masa ženy ve fertilním věku, které železo pravidelně ztrácejí menstruací, dále těhotné a kojící. (Kohout et al., 2021)

Některé firmy do alternativ masa přidávají sójový leghemoglobin, který dodává červené zbarvení, je však také zdrojem železa. Alternativa pak lépe připomíná maso nejen vizuálně, ale i chutí a nutričními hodnotami. Může tak přispívat k adekvátnímu přívodu tohoto prvku. (He et al., 2020)

2.3.4.6 Zinek

Zinek je důležitým prvkem a stavebním kamenem řady enzymů, které se využívají nejen v metabolických drahách organismu. Dále jeho využití spočívá v udržování acidobazické rovnováhy nebo v podpoře správné funkce imunitního systému. Při nedostatečném přívodu zinku často nastávají psychické poruchy, kožní změny, vypadávají vlasy a zhoršuje se hojení ran. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Mezi zdroje zinku patří převážně živočišné potraviny, např. maso, mléko a jejich výrobky, játra či vejce. V rostlinných zdrojích, obilovinách a ořechách, je přítomen v nižších koncentracích. Často je v rostlinných zdrojích navíc vázán na kyselinu fytovou, což snižuje jeho vstřebatelnost. (Kohout et al., 2021)

Z výše uvedeného vyplývá, že vegani a jiní spotřebitelé omezující živočišnou potravu jsou ohroženi nedostatečným příjmem zinku. Metaanalýza Foster et al. (2013) potvrzuje, že vegetariáni mají významně nižší přívod zinku než omnivoři, a to o 0.9 mg, což odpovídá 7-12 % doporučené denní dávky dle EFSA (2019). Dle Davey et al. (2003) je přívod zinku nejnižší u žen veganek, u nichž dosahuje 7.22 mg a nejvyšší u mužů omnivorů, kteří přijímají 9.78 mg zinku. Ostatní skupiny obou pohlaví (vegani, vegetariáni, pescetariáni, omnivoři) mají příjem mezi zmíněnými hodnotami. Všechny skupiny kromě žen veganek tak dosahovaly doporučené denní dávky zinku při přívodu 300 mg fytátů/den, která dle EFSA (2019) činí 7.5 mg. Vzhledem k tomu, že doporučení denního přívodu zinku se mění v závislosti na příjmu kyseliny fytové, bylo by pro správné vyhodnocení adekvátnosti přívodu zinku v jednotlivých skupinách potřeba zjistit i jejich příjem této kyseliny (EFSA; 2019).

2.3.5 Aditiva

Aditiva jsou substance, které se přidávají do potravin za účelem zlepšení jejich vlastností. Může se jednat o zpříjemnění chuti, vůně, textury či barvy produktu, ale také o prodloužení jeho trvanlivosti. Některá aditiva se přidávají za účelem zvýšení nutriční kvality (viz kapitola 2.3.6), tak například některé vitaminy, které slouží jako antioxidanty, mají žádoucí účinek jak na trvanlivost potraviny, tak na lidský organismus. Na obal výrobku má výrobce povinnost udat, jaký účel daná látka v potravině splňuje, např. zahuš'ovadlo, barvivo, konzervant, antioxidant. Dále je udáván buď celý název aditiva, nebo jeho kód, který má vždy podobu písmena E a čísla. (Chazelas et al., 2021; EFSA, 2024)

V Evropské unii jsou aditiva regulována Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA), který dle chemických vlastností, biologických vlastností a potenciální toxicity určují tzv. ADI⁴. ADI udává dávku, která nezpůsobí významné negativní zdravotní

⁴ Z anglického Acceptable Daily Intake, volně přeloženo jako Akceptovatelný denní příjem

dopady i při celoživotní každodenní konzumaci dané látky. Autoři Chazelas et al. (2021) však upozorňují na limitace tohoto omezení. Vychází totiž z výzkumů, které posuzují každé aditivum zvlášť a nehledí na jejich častý výskyt v kombinaci. Mezi několika látkami v jednom produktu mohou probíhat různé chemické reakce, které synergistickým či antagonistickým působením látek mění jejich vliv na lidské zdraví. Zatím zcela chybí výzkum, který by hodnotil výskyt zdravotních následků po celoživotní pravidelné konzumaci směsí takových látek. Dalším potenciálním problémem je, že stanovení ADI je závislé na předpokládané dávce příjmu v populaci, která může být v různých populacích odlišná a samozřejmě se může odlišovat i v rámci jedné populace. (Chazelas et al., 2021; EFSA, 2024)

Aditiva se obvykle vyskytují ve vysoce zpracovaných potravinách, s jejichž pravidelným příjmem se pojí různé civilizační choroby, včetně chorob kardiovaskulárních a onkologických (viz kapitola 2.4.2 – NOVA). Dle několika studií by právě aditiva mohla přispívat ke zvýšené míře těchto onemocnění. (Soffritti, 2005; Etemadi et al., 2017; EFSA, 2021; Naimi, 2021;)

Zatím existuje malé množství výzkumů věnujících se aditivům v rostlinných alternativách masa. Kyriakopoulou (2021) udává, že se velice často používají především termolabilní barviva, která mohou při tepelné úpravě napodobovat Maillardovu reakci, a různé látky zajišťující správnou texturu výrobku. Tento výrok potvrzují autoři Romão et al. (2023), kteří uvádějí zahušťovadla a stabilizátory, konkrétně methylcelulózu, xanthan, gellan, karagenan a guarovou gumu, jako nejčastěji užitá aditiva. Vzhledem k testování bezpečnosti veškerých aditiv EFSA momentálně není důvod tyto látky zakazovat, nicméně nedostatky v dosud prováděných výzkumech problematizují jejich pravidelné přidávání do potravin. (Chazelas et al.; 2021)

2.3.6 Fortifikace

Fortifikace neboli obohacení potravin se využívá pro zvýšení jejich biologické hodnoty. Výrobky mohou být obohaceny o různé vitaminy, minerální látky, stopové prvky nebo také nenasycené mastné kyseliny. Do potravin se tak přidávají substance, z nichž mnohé jsou zařazeny na seznam povolených aditiv stanovený Evropskou komisí (2022). Jejich přítomnost v potravinách však neřešíme z důvodu možných negativních zdravotních

dopadů, naopak však z důvodu zvýšení nutriční kvality daného produktu. Fortifikace potravin je tak již dlouhodobě používanou nutriční intervencí, a to zejména v populacích, které trpí deficitem konkrétní živiny. V USA již dlouhodobě využívají například fortifikaci cereálií či rostlinných nápojů o vitamin D či B12, v České republice je pak rozšířená jodizovaná sůl. (Kohout et al., 2021)

Vzhledem k potenciálnímu nedostatku rizikových nutrientů ve stravě založené na rostlinných potravinách je doporučena adekvátní fortifikace. V alternativách masa jsou očekávatelné také z důvodu jejich konzumace jako náhrad masa, které je na mnoho z těchto živin bohaté. Rostlinné alternativy masa tak mohou obsahovat například vitamin B12, který se běžně v rostlinných potravinách nevyskytuje (v mase však ano), a tím přispívat k lepšímu zdraví konzumentů, u kterých je riziko jeho nedostatku. (Kohout et al., 2021)

Míře fortifikace rostlinných alternativ masa nabízených na českém trhu se mimo jiné budu věnovat v praktické části práce. Autoři studií zkoumajících rostlinné alternativy masa nabízené v Austrálii a ve Švédsku se shodují na nízkém poměru fortifikovaných výrobků ku nefortifikovaným. Na Australském trhu bylo alespoň jednou živinou fortifikováno méně než 25 % výrobků, na Švédském trhu se pak jednalo o méně než 10 %. Nejčastěji byly produkty obohaceny o železo či vitamin B12, méně pak o zinek, vitamin D a další nutrienty, které se neřadí mezi typicky rizikové při stravování založeném na rostlinných potravinách. (Curtain et al., 2019; Bryngelsson et al., 2022)

Jedna živina může být zpravidla do potraviny dodána ve více různých formách, tedy ve formě různých chemických sloučenin. Níže přikládám tabulku s možnými formami některých živin dodávaných za účelem fortifikace, které jsou v rostlinné stravě rizikové a jejichž přítomnost je očekávaná v rostlinných alternativách masa. (Evropská komise, 2021; Zachariášová, b. r.; Ministerstvo zemědělství, b. r.)

Tabulka č. 1: Možné formy výskytu některých rizikových mikronutrientů v potravinách po jejich obohacení

Živina	Možné formy výskytu
Vitamin D	cholekalCIFerol, ergokalCIFerol
Vitamin B12	kyanokobalamin, hydroxokobalamin
Železo	bisglycinát železnatý, uhličitan železnatý, citrát železitý, citrát amónno-železitý, glukonát železnatý, fumarát železnatý, laktát železnatý, síran železnatý, fosforečnan železnato-amonný, etylendiamintetraoctan železito-sodný, difosforečnan železitý, sacharát železitý
Zinek	octan zinečnatý, bisglycinát zinečnatý, chlorid zinečnatý, citrát zinečnatý, glukonát zinečnatý, laktát zinečnatý, oxid zinečnatý, uhličitan zinečnatý, síran zinečnatý
Jod	jodid sodný, jodid draselný, jodičnan vápenatý bezvodý, jodičnan vápenatý monohydrát, jodičnan vápenatý hexahydrát, jodované nenasycené MK

2.3.7 Sůl

Sůl je sloučenina sestávající z prvků chloru a sodíku. Sodík je nutrient, který je velice důležitý pro udržení nitrobuněčné osmolarity, svalovou kontrakci, vedení nervového vzruchu a správnou funkci ledvin. Proto je považován za esenciální složku, jejíž příjem z potravy je nutný. (National Center for Biotechnology Information, 2021 – Sodium Chloride)

Většina tzv. západní populace má však příjem této látky příliš vysoký – Kasper (2015) uvádí okolo 10 až 20 g denně. Sůl je ve většině případů ukrytá v potravinách, do nichž se přidává zpravidla v průběhu jejich zpracování. Typickým příkladem je pečivo, v němž mnohdy bývá přítomno vysoké množství soli. V případě zeleniny, která v čerstvém stavu obsahuje nízké množství sodíku, se sůl používá pro její konzervaci. Stejně pak funguje konzervace masa či jiných výrobků. Česká populace však běžně kromě této skryté soli přijímá sůl i v podobě koření pro dochucení pokrmů. (Kasper, 2015; Kohout et al., 2021)

Doporučená denní dávka soli je dle EFSA (2019) i WHO (2023) je maximálně 2000 mg sodíku, což odpovídá 5 g soli. Vyšší příjem soli je spojován s vyšší incidencí hypertenze a se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění, obezity a některých druhů rakoviny. Chloridové ionty mají totiž funkci vazokonstrikce a zároveň jejich vysoká

koncentrace podporuje zpětnou resorpci sodíku, který vyvolává větší vylučování vazopresorických faktorů ze svaloviny cévní stěny. (Koolman a Röhm, 2012; WHO, 2023)

V alternativách masa mají dle autorů Curtain et al. (2019) a Ložnjak Švarc et al. (2022) hodnoty soli poměrně široké rozpětí, a to od 0 g do 3 g/100 g výrobku. Vyšších hodnot dle autorů dosahovaly kategorie alternativ mletého a kuřecího masa (Curtain et al., 2019).

2.3.8 Environmentální dopady

Dopad rostlinných alternativ masa na životní prostředí je závislý na třech hlavních faktorech: na využitých hlavních ingrediencích, na využitých vedlejších ingrediencích a na míře zpracování produktu. (Smetana et al., 2023)

Jak již bylo zmíněno (viz kapitola 2.1.3.2), produkce hlavních ingrediencí užívaných pro výrobu rostlinných alternativ masa má v porovnání s různými druhy masa nižší dopady na životní prostředí (Poore et Nemecek, 2018). Při porovnání hlavních ingrediencí pocházejících z rostlin s jinými vysoko-bílkovinnými surovinami (hovězí a drůbeží maso, mikrořasy, kultivované maso, hmyz) mají dle Smetana et al. (2023) ty rostlinné nejnižší celkový dopad na životní prostředí. Ze zahrnutých studií dále vyplývá, že přidání koření, konzervantů a dalších drobných složek do potraviny obvykle přidá 13-26 % požadavků na zdroje, čímž se zvyšuje celkový dopad na životní prostředí. Autoři dále uvádějí, že délka seznamu využitých surovin na obalu produktu koreluje s dopadem produktu na životní prostředí. (Smetana et al., 2023)

Míra zpracování produktu hraje v jeho dopadu na životní prostředí důležitou roli, protože každá užívaná technologie zatěžuje životní prostředí jiným způsobem a intenzitou (Smetana et al., 2023). U rostlinných alternativ masa, které prošly větší mírou zpracování může být až 7x větší dopad na životní prostředí oproti výrobkům, které prošly menším zpracováním (Santo et al., 2020). U výrobků, které prošly extruzí, je tak pozorována velice podobná stopa jako u zpracování kuřecího masa, avšak využití zemědělské půdy, energií a vody může být dokonce vyšší (Detzel et al., 2021).

Ipsos (2023) uvádí, že dnes čím dál více flexitariánů omezuje maso a masné výrobky kvůli etickým a environmentálním důvodům. Z výše uvedeného však vyplývá, že i přes výroky autorů He et al. (2020) a Poore et Nemecek (2018) o udržitelnosti rostlinného stravování (viz kapitola 2.1.3.2) ne vždy zaručuje rostlinný produkt automaticky větší šetrnost vůči životnímu prostředí. Vždy záleží na užitých ingrediencích, způsobu přípravy a dalších faktorech týkajících se konkrétního produktu. Proto budu v praktické části práce pracovat s tzv. eco-score (viz kapitola 2.4.3), které dle různých parametrů pomáhá odlišovat produkty s nižším a vyšším environmentálním dopadem.

2.4 Hodnotící skóre

K vyhodnocení kvality alternativ masa v praktické části budu využívat 3 různých hodnotících skóre: Nutri-Score, NOVA a Eco-Score. Naše zdraví je totiž dle Nutri-Score blog (2021) ovlivňováno jak nutriční hodnotou konzumované potraviny, tak její měrou zpracování a reziduálními pesticidy. Zmíněné 3 kategorie ovlivňují zdraví nezávisle na sobě. Každá z nich ovlivňuje určité tělesné systémy a všechny mají potenciál podpořit v těle rozvinutí či nerozvinutí různých chronických onemocnění. Kategorie zároveň fungují komplementárně – vhodnější Nutri-Score zvyšuje pravděpodobnost vhodnějšího NOVA a Eco-Score a naopak.

2.4.1 Nutri-Score

Několik nadnárodních společností a také WHO doporučují nějakou formu označení nutriční kvality na přední straně obalu potravin, aby měli spotřebitelé rychle dostupné informace a mohli se snadno rozhodnout pro zdravější variantu. Odůvodněním tohoto doporučení je již potvrzený fakt, že strava bohatá na přidané cukry, nasycené MK a sůl a chudá na vlákninu se pojí s řadou chronických onemocnění. Mezi tyto můžeme zařadit kardiovaskulární choroby, obezitu, hypertenzi, diabetes mellitus 2. typu a různé typy rakoviny. (Afshin et al., 2017; WHO, Regional Office for Europe, 2020)

Nutri-Score je forma označení na přední straně obalu potravin založená na bodovém hodnocení zpracovaných potravin dle jejich výživových hodnot. Výživové údaje, které jsou zahrnuty do jejího algoritmu, jsou ty, u kterých máme potvrzený jejich účinek na lidské zdraví (Chantal et Hercberg, 2017). Nutri-Score umožňuje spotřebitelům při nákupu efektivně porovnat vhodnost konzumace jednotlivých potravin, co se týče

zdravotních následků a učinit tak informované rozhodnutí. Zároveň má i druhý význam – motivaci výrobců k užívání kvalitnějších ingrediencí a dosažení lepšího výsledku dle Nutri-Score. Je primárně určeno pro porovnání potravin v rámci jedné kategorie, do určité míry však lze tento nástroj použít i při porovnání potravin (či nápojů) z různých kategorií. Nutri-Score hodnotí potraviny nikoli na základě porce stanovené výrobcem, ale s ohledem na 100 g či ml výrobku. Tím zamezuje zvýhodnění zdravotně méně vhodných potravin, u kterých výrobce určil malou porci. (Hercberg, Touvier a Salas-Salvado, 2021)

Nutri-Score je velice jednoduše pochopitelný štítek. Skládá se z 5 písmen na barevných polích, z nichž jedno – odpovídající skóre dané potraviny – je zvětšené, a tím zvýrazněné (viz Obrázek č. 1). (Hercberg et al, 2021)

Výpočet Nutri-Score je u různých kategorií potravin odlišný. Například u kategorie červeného masa, sýrů nebo slazených nápojů se do výpočtu započítávají jejich specifické výživové hodnoty (např. množství nasycených mastných kyselin nebo přidaných umělých sladidel). Pro výpočet Nutri-Score u kategorie obecných potravin, do které patří i rostlinné alternativy masa, je nejprve potřeba určit body za každou ze základních složek, a to dle množství výskytu dané složky ve 100 g či ml produktu. Zdravotně méně vhodné složky (viz rovnice níže) dosahují 0-10 bodů, zatímco vhodnější složky (viz rovnice níže) mají přiděleno mezi 0-5 body. (NUTRI-SCORE Questions & Answers (2023))

Na Nutri-Score blog (2022) byla zveřejněna tabulka pro výpočet Nutri-Score, ze které vyplývá následující rovnice:

$$\text{Nutri-Score } (X) = \text{body méně vhodných složek (energetická hodnota + sůl + cukr + nasycené mastné kyseliny)} - \text{body vhodnějších složek (zelenina + ovoce + luštěniny + ořechy + vláknina + bílkoviny)}$$

Vyhodnocení kategorie obecných potravin pak probíhá následovně:

$X = (-15)$ až (-1) → Nutri-Score **A**

$X = 0$ až 2 → Nutri-Score **B**

$X = 3$ až 10 → Nutri-Score **C**

$X = 11$ až 18 → Nutri-Score **D**

$X > 18$ → Nutri-Score **E**



Obrázek č. 1: Klasifikace výsledku v systému Nutri-Score (zdroj: Nutri-Score Česko, 2023)

Nutri-Score je dle Egnell et al. (2018) díky své jednoduchosti využitelné pro širokou veřejnost, která se zpravidla jen zřídka dívá na údaje o složení nebo na tabulku výživových hodnot na zadní straně obalu, a ne vždy těmto hodnotám rozumí. Jejich studie zahrnovala účastníky různých věkových kategorií, pohlaví i socioekonomických vrstev, kteří pocházeli z 12 zemí z různých kontinentů. Spolu s dalšími studiemi prokázala, že ve srovnání s jinými metodami značení na přední straně obalu výrobků (Health Star Rating (HSR), Multiple Traffic Lights (MTL), Reference Intakes (RI), Warning symbol (WS)) je Nutri-Score nejefektivnějším pomocníkem při výběru zdravotně neoptimálnějšího produktu z dané kategorie. Nejlepší výsledky pro Nutri-Score vyšly v každé z 12 zapojených zemí. Nutri-Score přispívá ke kupování kvalitnějších a zdravějších potravin, a to zejména u lidí z nižších socioekonomických vrstev. (Egnell et al., 2018; Hercberg, Touvier a Salas-Salvado (2021))

Dle metaanalýzy Hercberg, Touvier a Salas-Salvado (2021) bylo již provedeno několik studií, které potvrzují, že lidé, kteří jedí více potravin s lepším výsledkem Nutri-Score, mají nutričně vhodnější složení jídelníčku. Studie se zabývaly nejen konzumací vhodnějších potravin, ale také biochemickým testováním (např. hladin vitamínu C či beta-karotenu v krvi). Používání Nutri-Score koreluje s nižším výskytem chronických onemocnění včetně kardiovaskulárních, onkologických či obezity společně s metabolickým syndromem. Mezi onkologická onemocnění ovlivněná užíváním Nutri-Score patří např. rakovina gastrointestinálního traktu, plic, jater či prsu. Podobně některé studie prokázaly, že konzumace potravin s horším výsledkem dle Nutri-Score je spojeno s vyšší úmrtností na onkologická a kardiovaskulární onemocnění.

Také dle simulační studie Egnell et al. (2019) má užívání Nutri-Score potenciál snížit množství úmrtí na nepřenositelné choroby ovlivnitelné výživou. Výsledky studie naznačují, že i v tomto ohledu má Nutri-Score ve srovnání s jinými typy označení (HSR, MTL, RI, Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié (SENS)) největší vliv.

Nutri-Score je již oficiálně používáno na obalech potravin v několika evropských zemích, mezi které patří Francie, Belgie, Německo, Španělsko, Lucembursko, Nizozemí a Švédsko (WHO, Regional Office for Europe, 2020). V České republice momentálně není udávání Nutri-Score povinností výrobců, někteří však označení dobrovolně využívají (Nutri-Score Česko, 2023)

2.4.2 NOVA

NOVA je skóre pro hodnocení míry zpracování potravin. Z hlediska lidského zdraví je důležité, protože dle Fiolet et al. (2018) je vysoká míra konzumace vysoce průmyslově zpracovaných potravin spojena s vyšším rizikem vzniku rakoviny, zvláště rakoviny prsu, ale i jiných neinfekčních onemocnění. K tomu přispívá skutečnost, že ve vysoce zpracovaných potravinách bývají pozorována vyšší množství SFA, TFA, přidaných cukrů a soli, jejichž negativní efekty na lidské zdraví byly popsány v kapitolách výše. Rovněž energetická hodnota bývá významně vyšší oproti té v méně zpracovaných potravinách. Naproti tomu látky s ochrannou funkcí v lidském organismu – vláknina, vitaminy a další mikronutrienty – jsou ve vysoce zpracovaných produktech zastoupeny pouze v malém množství. Ve vysoce zpracovaných potravinách bývá navíc přítomno mnoho aditiv. Při nadměrném příjmu takových potravin pak není jasné, jaké dopady na lidské zdraví mohou být jejich vlivem očekávány, protože mohou působit ve směsích (viz 2.3.5). (Moubarac et al., 2013; Luiten et al., 2016; Fiolet et al., 2018)

Autoři Fiolet et al. (2018) zmiňují častý výskyt akrylamidu ve vysoce zpracovaných potravinách. Akrylamid je látka vznikající při pečení, smažení či grilování potravin bohatých na redukující sacharidy a aminokyselinu asparagin. Její konzumace může přispívat ke vzniku rakoviny, zvláště pak adenokarcinomu a může působit na organismus genotoxicky. Kromě akrylamidu se mohou v těchto produktech nacházet také jiné škodlivé substance vznikající při kulinářské úpravě, například heterocyklické aminy nebo polycyklické aromatické uhlovodíky. (EFSA CONTAM Panel, 2015; National Center for Biotechnology Information, 2021 - Acrylamide)

Problematické mohou však být kromě ingrediencí i obaly potravin. Plastové obaly průmyslově zpracovaných potravin často obsahují látku bisfenol A, endokrinní disruptor, který může přecházet i do samotné potraviny. (Fiolet et al., 2018)

Z výše uvedených důvodů je z hlediska lidského zdraví ideální redukovat konzumaci vysoce zpracovaných potravin. NOVA je jednoduchý způsob, jakým lze rychle zjistit míru zpracování jakékoliv potraviny. Je založená na čtyřčíselném skóre, které představuje dle Open Food Facts (2012) následující kategorie:

- 1: Nezpracované a minimálně zpracované potraviny
- 2: Zpracované ingredience
- 3: Zpracované potraviny
- 4: Vysoce průmyslově zpracované produkty

Skupina č. 1 zahrnuje potraviny, u nichž k jejich konzumaci stačí očištění či odstranění nejdle části, případně další procesy, např.: sušení, drcení, chlazení, mražení, pasterizace, var či nealkoholická fermentace. Zařadili bychom sem např. zeleninu, ovoce, ořechy a semena, mléko, vejce či maso. (Open Food Facts, 2012)

Do skupiny zpracovaných ingrediencí patří potraviny, které běžně přidáváme do pokrmů v procesu jejich přípravy. Běžně se nekonzumují jako samostatné potraviny. Jejich úprava před použitím obsahuje kromě procesů zmíněných v 1. skupině mletí, lisování či rafinaci. V této skupině nalezneme: cukr, sůl, máslo a oleje. (Open Food Facts, 2012)

Třetí kategorii tvoří zpracované potraviny, pro jejichž úpravu se využívá již větší škála procesů. Vznikají smícháním a další úpravou potravin z prvních 2 kategorií. Mezi zástupce této třídy potravin patří konzervované potraviny, pečivo, saláty, polévky apod. (Open Food Facts, 2012)

Mezi vysoce průmyslově zpracované produkty bychom mohli zařadit produkty, které většinou téměř neobsahují potraviny z 1. kategorie. Kromě ingrediencí z 2. kategorie (cukr, sůl, máslo, oleje) obsahují i jiná potravinářská aditiva získaná složitějšími průmyslovými procesy, např. hydrogenací či hydrolyzací. Pro výrobu takových produktů je často potřeba přidat různé konzervační látky, aroma, umělá sladidla, barviva, zahušťovadla a jiná aditiva. Produkty spadající do zmíněné kategorie jsou např.: slazené nápoje, tyčinky, sušenky, hotové omáčky, proteinové prášky, ale také veganské alternativy sýrů či masa. Obaly takových produktů často vypadají pro lidské oko velice lákavě, avšak jak bylo již výše zmíněno, jejich konzumace může vést ke zvýšení

zdravotních rizik. Vysoce zpracované potraviny přesto dnes dle Nutri-Score blog (2021) tvoří v mnoha západních zemích více než polovinu energetického příjmu. (Open Food Facts, 2012)

NOVA je poměrně nový koncept, a proto zatím neexistuje množství kvalitních studií potvrzujících účinnost tohoto skóre. Dle probíhající studie Tan, Hwang a Shin však koreluje pravidelná konzumace potravin s NOVA skóre 4 s vyšším rizikem rozvoje dyslipidémie, a to až o 20 % oproti pravidelné konzumaci potravin s NOVA skóre 1.

Romero Ferreiro, Lora Pablós a Gómez de la Cámara (2021) ve své studii argumentují pro využívání NOVA na přední straně obalů vedle Nutri-Score. Odůvodnění shledávají ve výsledcích své analýzy, která poukazuje na skutečnost, že produkty spadající do Nutri-Score kategorií B, C, D a E jsou ve více než 50 % případů dle NOVA zařazeny v kategorii vysoce zpracovaných produktů. S rostoucím Nutri-Score obecně roste i NOVA, nicméně i v rámci Nutri-Score kategorie A patří více než 25 % produktů do skupiny NOVA 4. Dle autorů užití samotného Nutri-score poskytuje polovičatou informaci o zdravotní vhodnosti produktu, neboť bez uvedení NOVA nezískáme informaci o přidaných aditivech.

NOVA skóre se zatím v žádné zemi aktivně na obalech potravin nevyužívá. Na obalech některých potravin si ovšem můžeme všimnout černě ohraničeného Nutri-Score. Jedná se o označení vysoce průmyslově zpracovaných produktů. (Nutri-Score blog, 2021)

2.4.3 Eco-Score

Eco-Score je označení na přední straně výrobku, které pomocí matematického výpočtu hodnotí zpracované potraviny dle ekologické stopy. Umožňuje spotřebitelům snadno rozpoznat potraviny s nižším (či vyšším) dopadem na životní prostředí a opět přispívá k možnosti informovaného rozhodnutí při nákupu. (Open Food Facts, 2012)

Je založeno na posouzení životního cyklu daného výrobku, v rámci něhož se hodnotí 20 kategorií. Šest z těchto kategorií se soustředí na výrobu (např. zemědělství, zpracování či distribuce) a zbylých 14 na ukazatele vlivu na životní prostředí (např. poškozování ozonové vrstvy, znečištění ovzduší nebo spotřeba vody a energie). K základnímu výpočtu

se následně mohou připočítat i bonusové či trestné body. Bonusové body výrobek získá např. díky jinému oficiálnímu označení výrobku zaručujícímu šetrnost k životnímu prostředí, trestné body se udělují např. za ohrožení biodiverzity ekosystému. Do výpočtu Eco-Score se zahrnuje také využití pesticidů. Ze zdravotního hlediska je vyšší příjem pesticidů spojován se zvýšeným rizikem rozvoje různých onkologických onemocnění. (Open Food Facts, 2012; Nutri-Score blog, 2021)

Vizuálně vypadá podobně jako Nutri-Score – opět se jedná o písmena A-E zobrazená na barevném podkladu, tentokrát ve tvaru listu (Obrázek č. 2). Na balení je vždy zobrazeno pouze písmeno příslušející danému výrobku.



Obrázek č. 2: Klasifikace výsledku v systému Eco-Score (zdroj: Open Food Facts, 2012)

Eco-Score se využívá primárně ve Francii, v České republice se zatím na produktech neobjevuje. U produktů je však možné zjistit jejich Eco-Score např. pomocí některých aplikací s implementací scanu čárových kódů (např. OpenFoodFacts a Nutrition Score Pro). Právě aplikace Open Food Facts bude využita v praktické části práce při vyhledávání NOVA a Eco-Score u jednotlivých produktů. (Open Food Facts, 2012)

3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíl práce a vědecké otázky

Cílem práce je vyhodnotit nutriční kvalitu vybraných rostlinných alternativ masa nabízených v několika online obchodech v České republice. Sledovaná bude rovněž fortifikace o rizikové nutrienty. Bude vytvořena souhrnná tabulka obsahující základní údaje, výživové hodnoty a složení jednotlivých rostlinných alternativ masa.

Vědecké otázky práce jsou stanoveny následovně:

- Jsou skupiny námi zkoumaných rostlinných alternativ masa stejné z hlediska výživových hodnot?
- Jsou rostlinné alternativy masa fortifikované o rizikové mikronutrienty alespoň v polovině případů?
- Jaký zdroj bílkovin je v rostlinných alternativách masa nejčastěji užíván?
- Jaký zdroj bílkovin je nejčastěji užíván jako primární a jaký jako sekundární?
- Jaká jsou nejčastěji užívaná aditiva jiná než fortifikace?
- Co patří mezi nejčastěji užívané suroviny jiné než hlavní zdroje bílkovin, aditiva či obohacující látky?

Abychom mohli rozhodnout, zda jsou všechny alternativy masa podobné ve výživových hodnotách, budou rozděleny podle napodobovaného masného výrobku do kategorií. Kategorie budou dále sloučeny do skupin za účelem statistické analýzy.

Na první a druhou vědeckou otázku se pokusíme odpovědět pomocí následujících hypotéz (viz 3.2). Všechny hypotézy budeme pro jednoduchost testovat zvlášť na hladině významnosti 0.05 (nebudeme se zabývat celkovou hladinou významnosti).

3.2 Hypotézy

Nejdříve budeme testovat 8 nezávislých hypotéz týkajících se výživových hodnot. Vzhledem k tomu, že jsou hypotézy velice podobné pro všechny testované výživové hodnoty, použijeme pro jednoduchost následující zápis.

H_{A0}: Hodnota *výživové hodnoty* je stejná ve všech skupinách rostlinných alternativ masa.

H_{A1}: Hodnota *výživové hodnoty* není stejná ve všech skupinách rostlinných alternativ masa.

Kde postupně za *výživové hodnoty* budeme dosazovat: {energetická hodnota, tuky, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, cukry, vláknina, bílkoviny a sůl}.

Další testovaná hypotéza se bude zabývat fortifikací zkoumaných výrobků o rizikové mikronutrienty.

H_{B0}: Alespoň polovina zkoumaných rostlinných alternativ masa je obohacená o mikronutrienty typicky rizikové ve stravě založené na rostlinách.

H_{B1}: Méně, než polovina zkoumaných rostlinných alternativ masa je obohacená o mikronutrienty typicky rizikové ve stravě založené na rostlinách.

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Metodika

4.1.1 Sledovaný soubor

Pro hodnocení rostlinných alternativ masa na českém trhu byly použity výrobky vyskytující se v několika největších online obchodech s potravinami, které se nachází v České republice (např. rohlik.cz, kosik.cz, nakup.itesco.cz apod.). Online obchody byly zvoleny z důvodu vzestupu nakupování potravin v online prostředí v posledních letech. Vzhledem k omezené kapacitě kamenných obchodů a jejich skladů se dá v online obchodech předpokládat širší nabídka produktů. V online obchodech lze kromě toho zobrazit produkty, které jsou momentálně vyprodány, čehož v kamenných obchodech nelze dosáhnout.

Ve zmíněných online obchodech byly vybírány produkty spadající do kategorií zahrnujících rostlinné stravování, např.: „Plant Based“, „Zdraví a životní styl“, „Speciální výživa“, „Vegan“, „Veggie“. Zmíněné kategorie byly často dále děleny dle typu výrobků. Z těchto byly zahrnuty výrobky z následujících kategorií: „Bezmasé a nerybí výrobky“, „Alternativy uzenin a lahůdek“, „Rostlinné bezmasé produkty“, „Rostlinné zauzené produkty“, „Hotová jídla“ atp.

Do studie byly zahrnuty rostlinné alternativy masa 1. či 2. generace, které se svým vzhledem, strukturou a chutí snaží o napodobení masa a masných výrobků, nebyly však zahrnuty tradiční výrobky z rostlinných bílkovin (tofu, tempeh, seitan, falafel). Alternativy masa, které byly primárně založeny na rostlinných surovinách, nicméně obsahovaly složku pocházející z hub, mikroorganismů, vajec či mléka, byly zahrnuty. Nebyla zahrnuta složená jídla, v nichž určitý podíl tvoří alternativa masa (např.: omáčky

s kousky, pomazánky, párky v rohlíku, saláty s kousky, ...). Takové výrobky by ve statistické analýze mohly způsobit významné nepřesnosti z důvodu nevyhnutelného zahrnutí ostatních složek pokrmu v analýze. Výjimku pak tvoří výrobky, které obsahují i jinou složku kromě alternativy masa, nicméně jsou běžně jako masný výrobek konzumovány včetně této složky (např. řízky, stripsy či nugetky v trojobalu).

4.1.2 Design studie, příprava a provedení sběru dat

Jednotlivé charakteristiky vybraných rostlinných alternativ masa byly v průběhu sběru dat zaznamenávány do souhrnné tabulky (viz příloha č. 1). Ta byla již od začátku sestavována za účelem možnosti adekvátního zhodnocení nutriční kvality zahrnutých produktů. V následujících odstavcích popisují, jakým způsobem byla tabulka tvořena a koncipována.

Tabulka s veškerými daty, kterou lze načíst pomocí QR kódu v příloze č. 1, byla pro přehlednost rozdělena do několika sekcí – za základními údaji o produktu (název, kategorie, výskyt v obchodech) následuje skórování, dále výživové hodnoty, fortifikace, složení, a nakonec použitá aditiva. Dílčí části týkající se složení a aditiv byly seřazeny abecedně.

U každého produktu byl nejprve zaznamenán jeho název a následně byl výrobek zařazen do kategorie podle toho, jaký typ masného výrobku má napodobovat. U některých produktů byla tato informace vysloveně uvedena, pokud tomu tak nebylo, byly zařazeny do kategorie dle obalu a celkového vzhledu. K jednotlivým produktům je dále uvedena informace, ve kterých obchodech jsou nabízeny.

Následně proběhlo skórování produktů. Nutri-Score bylo vypočítáno pomocí tabulky v programu Microsoft Excel použité ze zdroje Nutri-Score blog (2022) za dodržení podmínek stanovených v dokumentu NUTRI-SCORE Questions & Answers (2023). NOVA a Eco-Score byly vyhledávány v systému Open Food facts (2012).

Údaje o výživových hodnotách a složení jednotlivých produktů byly zapsány do tabulky podle údajů dostupných v daném online obchodu, případně podle údajů z vyfotografovaného obalu výrobku dostupného v online obchodu. V případě, že byl

tentýž produkt – tedy produkt se stejným názvem a vyfotografovaným obalem – přítomen ve více online obchodech, ale uvedené složení se lišilo, byl tento produkt do tabulky zapsán podruhé pod stejným názvem s upraveným složením dle druhého obchodu. Dvojice výrobků pak byla barevně označena.

V případě zápisu užitých ingrediencí, tedy složení potraviny, jsem využívala zápis pomocí číslic 0 (= nepřítomno) a 1 (= přítomno). Na začátku sekce o obsažených surovinách byly odděleny hlavní ingredience s vysokým obsahem bílkovin. Každá z nich je rozdělena na dva sloupce – levý označuje výskyt v potravine (0, 1) a pravý označuje, zda se jedná o primární či sekundární zdroj proteinu v dané potravine (0, 1, 2). Primární a sekundární zdroje bílkovin byly posuzovány dle uvedeného procentuálního zastoupení dané suroviny, a to pouze v případě, že byla tato skutečnost výslovně uvedená na obalu. Pokud nebylo z obalu jasné, kolik % daná bílkovina tvoří, nebyla započítána jako primární či sekundární.

Zvlášť byly zaznamenávány ingredience a aditiva přidaná za účelem fortifikace, tedy obohacení daných výrobků o jinak chybějící nutrienty. Otázka, zda se jedná o fortifikaci či aditivum přidávané do potraviny za jiným účelem, byla zodpovězena pomocí registru o přidávání vitaminů a minerálních látek a některých dalších substancí sestaveným Evropskou komisí (Evropská komise, 2021), případně pak pomocí dalších zdrojů (Zachariášová, b. r.; Ministerstvo zemědělství, b. r.). V případě jasného uvedení ve složení výrobku byla fortifikace do tabulky zapsána v příslušné formě dané látky (např. „pyrofosfát železitý“), v opačném případě byla zapsána pouze jako obecný název daného vitaminu či prvku („Fe (železo)“). V kolonce označující obecný název substance byly následně pro jednodušší statistické vyhodnocení sečteny všechny využitě formy dané obohacující látky. Zmíněná kolonka, vždy označená tučně, tedy určuje výskyt dané látky v potravine (0,1), a to v jakékoli formě.

Aditiva (nevyužitá jako fortifikace) tvoří poslední část tabulky. V názvu je vždy uveden celý název i číselné označení látky dle seznamu aditiv Evropské komise (2022).

Tabulka byla sestavována v období od prosince 2023 do dubna 2024.

4.1.3 Použité metody pro statistické zpracování dat

Data zapsaná do souhrnné tabulky byla následně zpracována pomocí programovacího jazyku R v programu RStudio. Statistické hypotézy, představené v kapitole 3.2, budou testovány na hladině významnosti 0.05. K jejich testování použijeme Welchovu verzi ANOVA testu a budeme testovat, zda jsou průměry stejné napříč skupinami. Welchova verze tohoto testu je robustnější proti nesplněnému předpokladu shodnosti rozptylu hodnot ve skupinách. Tento test je například popsán ve Wilcox (2002). My zde představíme pouze hlavní princip.

4.1.3.1 ANOVA - Welchova verze

Tento test se používá k testování rovnosti středních hodnot ve více skupinách. Uvažujme n -skupin a hypotézy

$$H_0: \mu_1 = \dots = \mu_n, H_1: \text{existuje } i \text{ a } j: \mu_i \neq \mu_j.$$

Tedy alternativní hypotéza říká, že existují dvě skupiny, které nemají stejnou střední hodnotu.

Samotná ANOVA má dva předpoklady. Prvním je normalita dat v rámci skupin. Toto můžeme ověřit pomocí Shapiro-Wilkova testu. Druhým předpokladem je shodnost rozptylů ve skupinách. Welchova verze tohoto testu ovšem nepředpokládá rovnost rozptylů.

V programovacím jazyku R využijeme implementaci této verze ANOVA testu z balíčku *car* v podobě:

```
oneway.test(výživová hodnota ~ skupina, data = data, var.equal = FALSE).
```

Na základě výsledků tohoto testu získáme hodnotu F statistiky a stupně volnosti, na základě nichž jsme schopni určit p-hodnotu a rozhodnout o výsledcích jednotlivých hypotéz.

4.1.3.2 Proporční test

Tento test používáme, abychom zjistili proporce fortifikovaných výrobků vůči celému sledovanému vzorku. Použijeme ho tedy k vyhodnocení hypotézy H_{B0} a H_{B1} .

Testová statistika tohoto testu se dá pro náš případ zjednodušit do tohoto tvaru:

$$X^2 = \frac{(|O-E|-0.5)^2}{E} + \frac{(|O'-E'|-0.5)^2}{E'}$$

kde O je počet fortifikovaných, O' je počet nefortifikovaných, E je očekávaný počet fortifikovaných a E' je očekávaný počet nefortifikovaných produktů.

V programovacím jazyku R je tento test použit v následující podobě:

prop.test(x=počet fortifikovaných, n=počet pozorování, p = 0.5, alternative = "less")

4.2 Výsledky

4.2.1 Základní charakteristika souboru

Do souboru bylo zařazeno celkem 225 rostlinných alternativ masa, z toho 14 produktů se vyskytovalo ve dvou obchodech s odlišně uvedenými výživovými hodnotami. Vzhledem k odlišným nutričním hodnotám produkty, které tvoří dvojice, hodnotíme ve statistické analýze jako dva různé.

V celém souboru se nacházely produkty napodobující 40 různých typů masa/masných výrobků (tedy 40 kategorií), které byly rozděleny do 8 skupin (A - H). Toto rozdělení používáme, neboť nám dává grafickou informaci o produktech podobného typu. Nejvíce výrobků bylo obsaženo v kategorii napodobující maso do hamburgerů („burgery“), a to v počtu 27 kusů. Dalšími bohatě zastoupenými kategoriemi byly párky (21 kusů) a klobásy (17 kusů). Několik kategorií pak ovšem obsahovalo pouze 1 výrobek, např. losos, kaviár či carpaccio.

Nutri-Score bylo pro jednoduchost hodnocení analyzováno číselně (A=1, B=2, C=3, D=4, E=5). Průměrná hodnota Nutri-Score je 2.72 a pohybuje se tedy mezi výsledným Nutri-Score B a C. Tabulka č. 2 uvádí počet pozorování přítomných v každé kategorii. Poslední sloupec s názvem „NA“ uvádí počet produktů bez možnosti výpočtu Nutri-Score

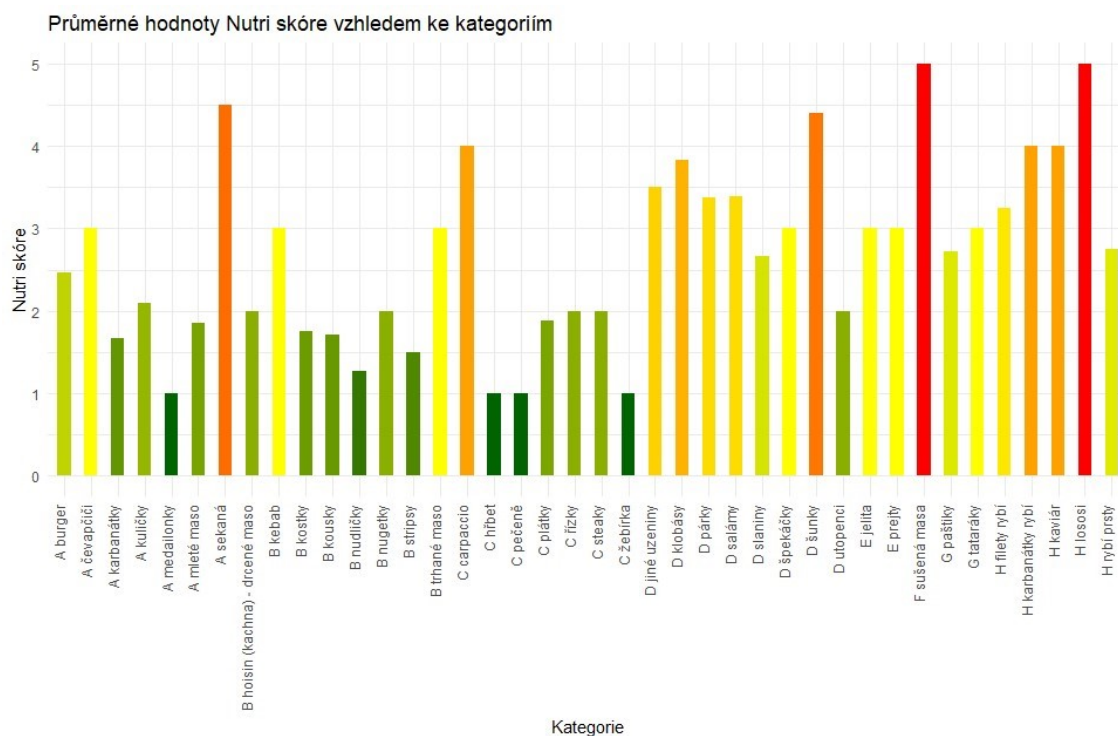
pro nedostatek dostupných informací – v online obchodech se nevyskytoval kompletní výčet výživových hodnot a dostupné fotografie obalů výrobků neobsahovaly čitelný štítek s nutričními hodnotami.

Tabulka č. 2: Počet produktů dle Nutri-score

Nutri-Score	A	B	C	D	E	NA
Počet produktů	66	23	57	61	15	3
Procentuální zastoupení	29.3 %	10.2 %	25.3 %	27.1 %	6.7 %	1.3 %

Nutri-Score bylo dále vyhodnoceno po rozdělení produktů do kategorií dle napodobovaného masného výrobku. Následující graf (Graf č. 1) ukazuje, jaké byly průměrné hodnoty Nutri-Score v jednotlivých kategoriích. Můžeme si všimnout, že nejlepšího, tedy nejnižšího Nutri-Score s průměrem = 1 (A) dosahují medailonky, hřbet, pečeně či žebírka. Naopak mezi nejvyšší průměrné Nutri-Score (5; E) bychom zařadili alternativy sušeného masa nebo lososů. Poměrně vysokého Nutri-Score pak dosahují také kategorie sekané a šunky. Většina kategorií se nachází mezi hodnotami 2 (B) a 4 (D).

Graf č. 1: Průměrné hodnoty Nutri-Score vzhledem ke kategoriím alternativ masa



Skóre NOVA, používané pro vyhodnocení míry průmyslového zpracování potravin, v 92.0 % produktů dosahovalo hodnoty 4 a řadí je tak mezi vysoce zpracované produkty. Pouze 6 (2.7 %) produktů by se řadilo do skupiny zpracovaných potravin (NOVA = 3), u ostatních produktů pak nebylo skóre možné dohledat.

Eco-Score nebylo statisticky hodnoceno, protože ve většině případů nebylo uvedeno v popisu či na obalu výrobku a pouze v malém množství produktů se jej podařilo dohledat v databázi Open Food facts. Výsledky by proto nebyly vypovídající.

Základní výživové hodnoty všech produktů jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka č. 3). Ze zmíněné tabulky je zřejmé, že zkoumané rostlinné alternativy masa jsou poměrně nejednotnou skupinou výrobků. Každá z výživových hodnot se v některém výrobku vyskytovala pouze ve velmi malém množství, někdy dokonce v nulovém, zatímco u jiného výrobku dosahovala vysokého množství. Pozoruhodné je, že přestože se jedná o alternativy masa, které by maso měly nutričně i jinak napodobovat a mohly by ho ve stravě dokonce nahrazovat, je nejnižší pozorované množství bílkovin ve výrobku rovno 1 g/100 g výrobku. Dále si můžeme všimnout velice vysokého maximálního množství soli vyskytujícího se ve sledovaném souboru (6 g soli/100 g výrobku).

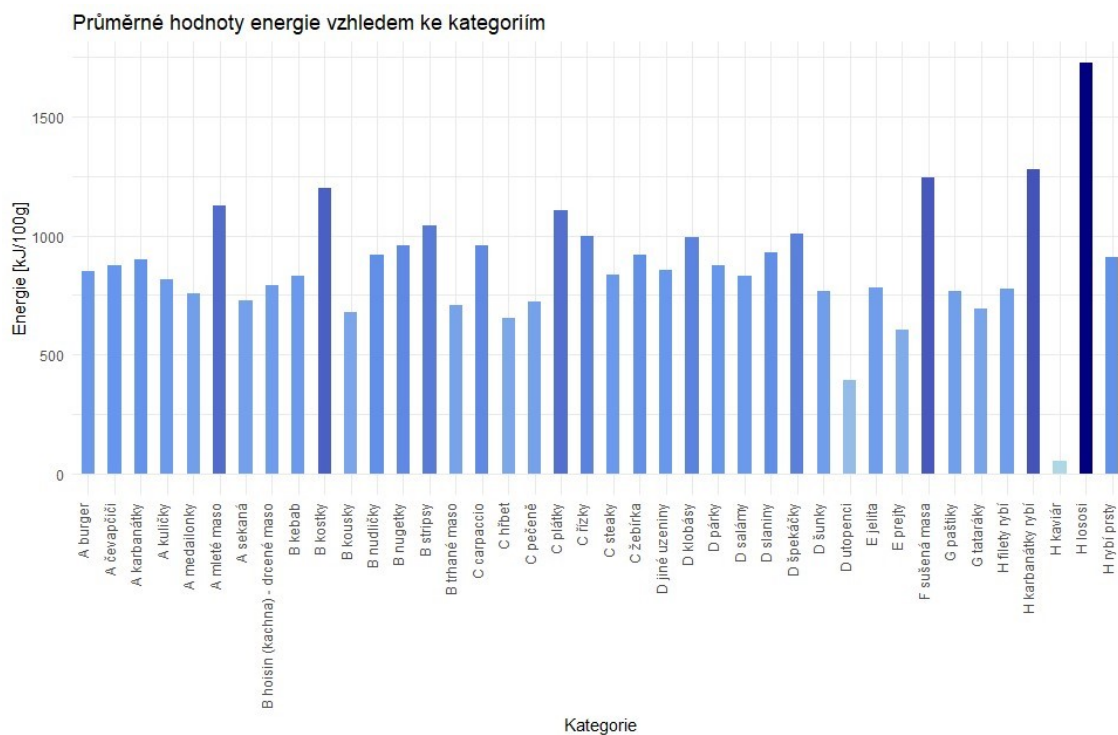
Tabulka č. 3: Výživové hodnoty všech produktů vztahované na 100 g výrobku

Hodnoty/100 g výrobku	Minimum	Medián	Průměr	Maximum	Směrodatná odchylka
Energetická hodnota (kJ)	54.0	907.4	891.6	1725.0	263.3
Tuky (g)	0.5	11.0	10.8	29.0	5.8
Nasyčené MK (g)	0.0	1.1	2.0	19.0	2.9
Sacharidy (g)	0.6	9.0	10.7	34.0	7.3
Cukry (g)	0.0	1.6	2.6	23.0	3.1
Vláknina (g)	0.0	3.4	3.9	17.0	3.7
Bílkoviny (g)	1.0	15.0	17.0	65.0	11.7
Sůl (g)	0.0	1.4	1.5	6.0	0.8

Na následujících několika stránkách bude věnována pozornost jednotlivým výživovým hodnotám a jejich rozdělení v rámci kategorií rostlinných alternativ masa. Tabulku s minimálními, maximálními a průměrnými výživovými hodnotami pro každou kategorii rostlinných alternativ masa najdete v příloze č. 2.

Energetická hodnota výrobků, zobrazená v příštím grafu (Graf č. 2), má minimální hodnotu 54 kJ/100 g výrobku, a to v případě alternativy kaviáru, jehož kategorii zastupuje pouze jeden výrobek. Nižší hodnotu oproti průměru mají dále alternativy utopenců, naopak vyšší energetická hodnota se vyskytuje u kategorií alternativ plátků, mletého masa, kostek, sušeného masa a rybích karbanátků. Nejvyšší energetickou hodnotu má alternativa lososa, zastoupená jediným výrobkem, se 1725 kJ/100 g výrobku.

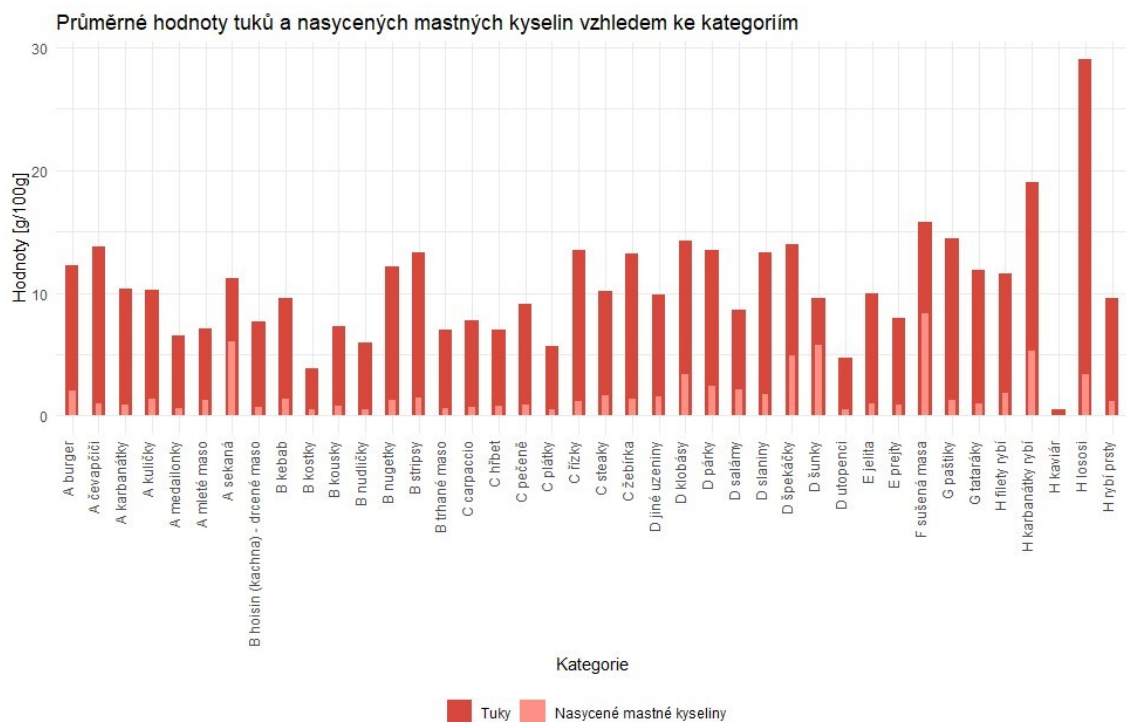
Graf č. 2: Průměrné hodnoty energie vzhledem ke kategoriím alternativ masa



Následující graf (Graf č. 3) zobrazuje průměrné hodnoty tuků a nasycených MK vzhledem ke kategoriím. Z grafu vyplývá, že většina produktů obsahuje okolo 10 g tuků na 100 g výrobku, z toho většinou pouze malý podíl tvoří nasycené mastné kyseliny (okolo 2 g/ 100 g). Nejnižší množství tuků obsahuje kaviár s pouhými 0.5 g tuků/100 g a zcela bez nasycených MK. Zajímavé je, že nízké množství tuků i nasycených MK obsahuje rovněž kategorie kostek, která má ovšem vysokou průměrnou energetickou hodnotu. Očekáváme proto vyšší množství bílkovin či sacharidů. Největší množství tuků obsahuje kategorie lososů (29 g/100 g), která se však také vyznačuje nízkým zastoupením nasycených MK.

Ve většině výrobků tvoří nasycené mastné kyseliny pouze malé množství z celkového přítomného tuku. V několika případech jsou však nasycené MK zastoupeny hojně. Jedná se zejména o kategorie alternativ šunek, sekané a sušeného masa, v nichž tvoří nasycené MK zřejmě více než polovinu ze všech přítomných tuků.

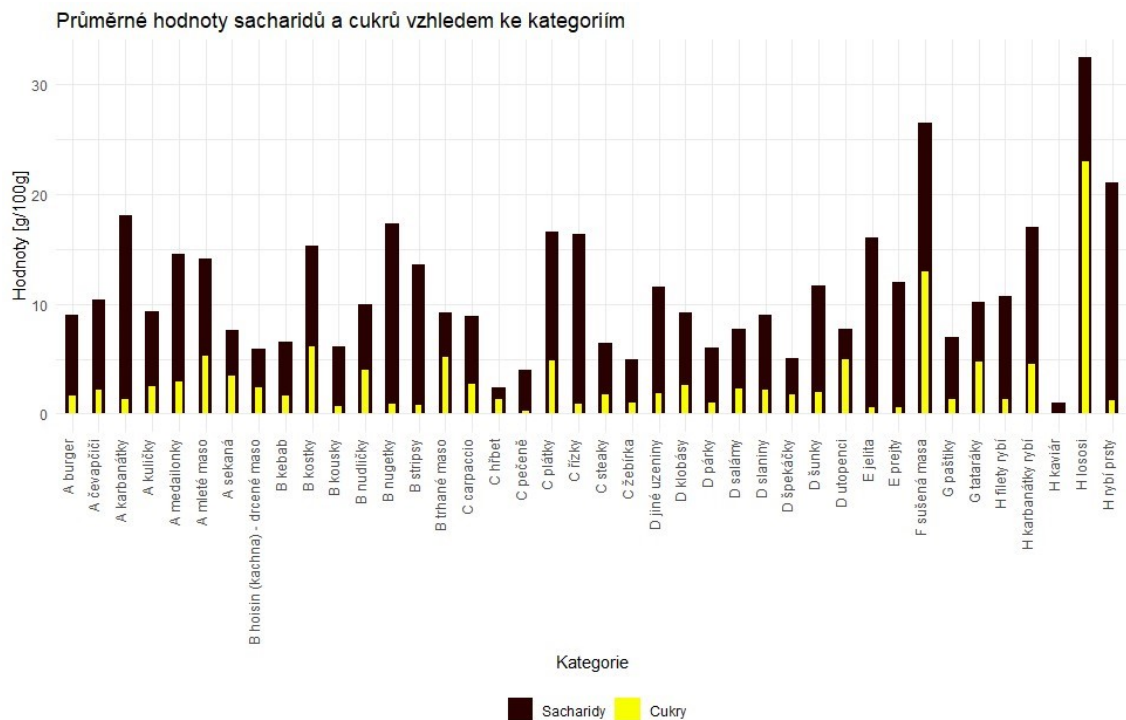
Graf č. 3: Průměrné hodnoty tuků a nasycených mastných kyselin vzhledem ke kategoriím alternativ masa



Množství sacharidů ve výrobcích, uvedené spolu s množstvím cukrů v grafu (Graf č. 4), se jeví jako poměrně různorodé. Nejnižší množství sacharidů i cukrů má opět kaviár, dále mají poměrně nízká množství sacharidů kategorie rostlinných hřbetů, pečeně, žebírek nebo špekáčků. Naopak vyšší množství sacharidů obsahují např. kategorie alternativ rybích prstů, sušeného masa nebo lososů.

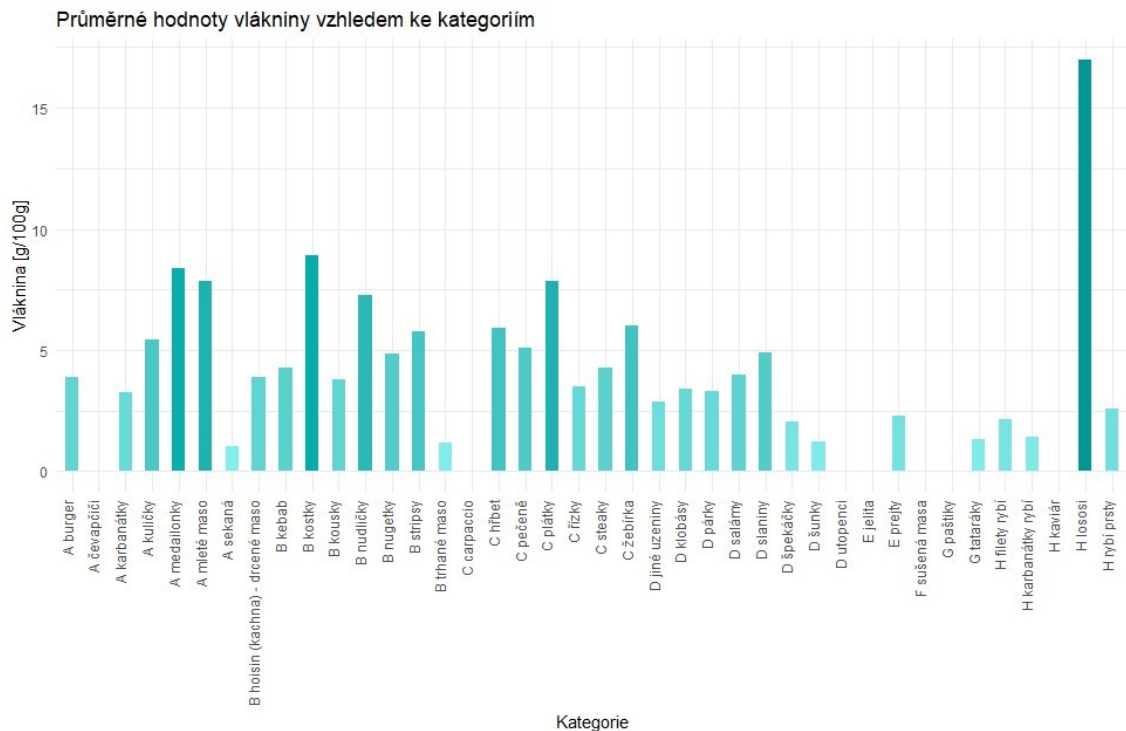
Ze zdravotního hlediska jsou pro nás důležité žlutě vyznačené kolonky vyznačující množství jednoduchých cukrů. Zdá se, že u mnoha kategorií tvoří cukry více než třetinu, a v některých případech dokonce více než polovinu všech obsažených sacharidů. Vyššího absolutního množství cukrů si můžeme všimnout u alternativ sušeného masa nebo lososů. V kategorii lososů tvoří cukry 23 g ze 100 g výrobku. Z grafu je ovšem zřejmé, že se mezi alternativami masa vyskytují i kategorie s nízkým množstvím cukrů – např. kaviár, pečeně, jelita, prejty, kousky nebo stripsy. Zejména v kategoriích alternativ jelit či řízků je zjevný velice malý poměr cukrů ku sacharidům.

Graf č. 4: Průměrné hodnoty sacharidů a cukrů vzhledem ke kategoriím alternativ masa



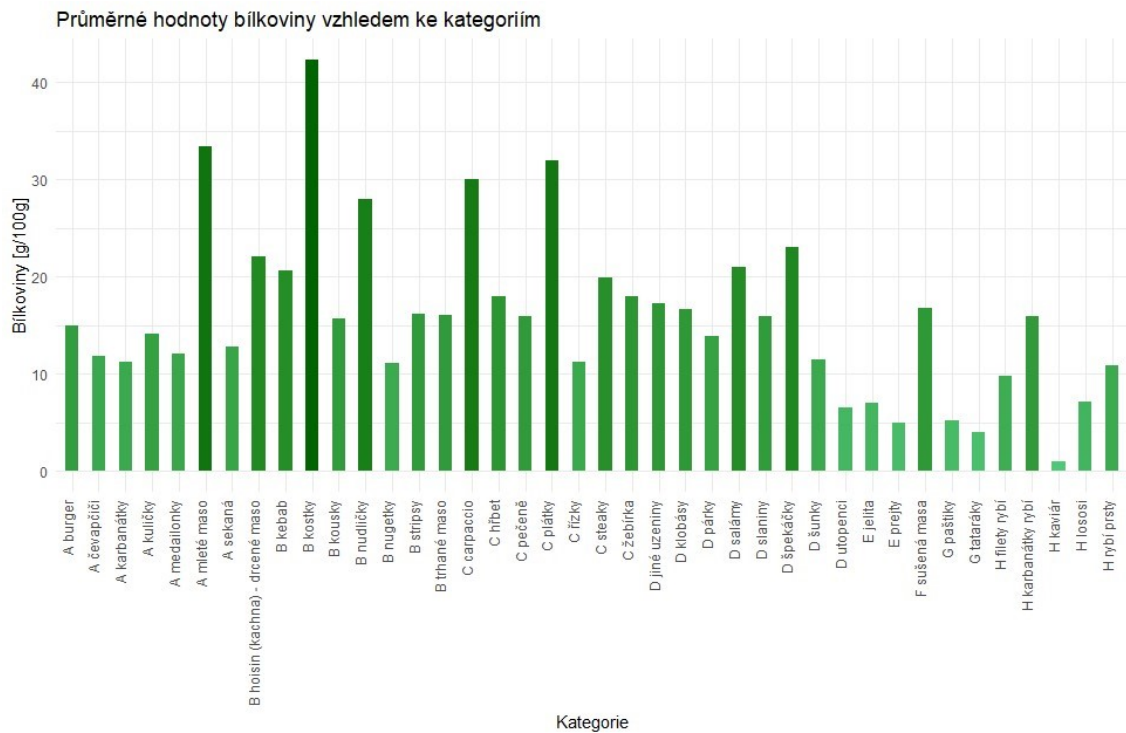
Vláknina má velice různá zastoupení v jednotlivých kategoriích potravin. Graf č. 5 zobrazuje, že některé kategorie rostlinných alternativ masa neobsahují žádnou vlákninu, případně ji výrobci neuváděli na obalu potravin. Jde například o čevapčiči, carpaccio, utopence či jelita. Naopak vysoká průměrná množství vlákniny bychom našli v kategorii lososů, kde se hodnoty pohybují nad 15 g vlákniny na 100 g výrobku.

Graf č. 5: Průměrné hodnoty vlákniny vzhledem ke kategoriím alternativ masa



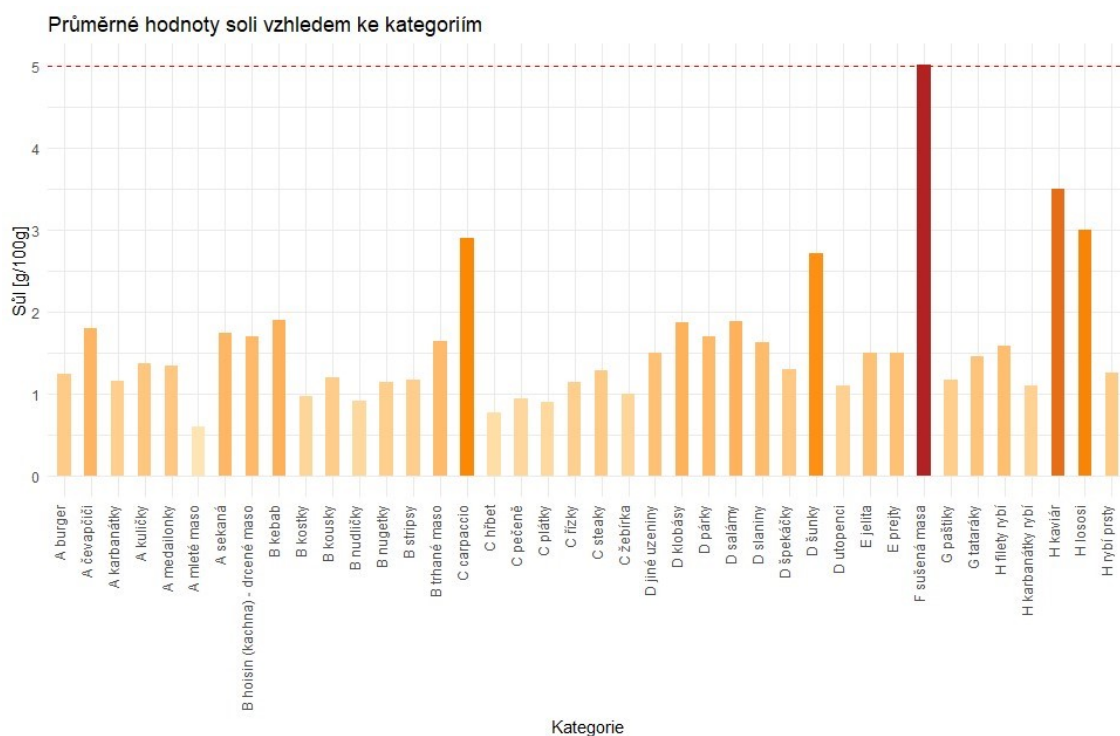
Následující graf (Graf č. 6) zobrazuje hodnoty bílkovin, které jsou zásadní z hlediska nahrazení masa ve stravě rostlinnou alternativou. Nejnížší hodnoty jsou opět viditelné v kategorii alternativ kaviáru, dále mají nízké hodnoty rostlinné tataráky, paštiky, prejty, jelita, utopenci nebo lososi. Zmíněné kategorie výrobků mají průměrně méně než 10 g bílkovin na 100 g výrobku. Průměrně 30 a více gramů bílkovin na 100 g výrobku mají kategorie carpaccio, plátky a mleté maso, kostky pak dosahují průměrné hodnoty nad 40 g bílkovin/100 g výrobku. Kvalitou obsažených bílkovin se budeme zabývat v další části výsledků (viz kapitola 4.2.2).

Graf č. 6: Průměrné hodnoty bílkovin vzhledem ke kategoriím alternativ masa



Graf č. 7 zobrazuje průměrné hodnoty soli u jednotlivých kategorií. Je zřejmé, že většina výrobků má množství soli pohybující se okolo 1-2 g/100 g výrobku. Několik kategorií ovšem dosahuje hodnot ještě vyšších – šunký, carpaccio, lososi a kaviár. Zdaleka nejvyšší průměrné hodnoty ovšem dosahuje kategorie alternativ sušeného masa, u které je množství soli ve 100 gramech rovno maximálnímu doporučenému dennímu příjmu soli (WHO, 2023).

Graf č. 7: Průměrné hodnoty soli vzhledem ke kategoriím alternativ masa



4.2.2 Charakteristika použitých surovin

Nejčastěji použité tuky ve zkoumaném souboru jsou zobrazeny v tabulce níže (Tabulka č. 4). Necelých 60 % produktů obsahovalo řepkový olej, na druhém místě (38.2 % produktů) se nachází slunečnicový olej, dále pak olej kokosový (11.6 % produktů). Ostatní oleje a tuky byly použity v méně než 10 % produktů.

Tabulka č. 4: Výskyt nejčastěji použitých zdrojů tuků

Typ použitého tuku	Výskyt (počet produktů)	Výskyt (%)
Řepkový olej	132	58.7
Slunečnicový olej	86	38.2
Kokosový olej	26	11.6
Olivový olej extra panenský	7	3.1
Sójový olej	5	2.2

Následně se zaměříme na zdroje bílkovin používané ve zkoumaných rostlinných alternativách masa. Do souhrnné tabulky byly zaznamenány všechny užití proteiny, včetně informace, zda se jednalo o primární či sekundární zdroj proteinu. Tuto informaci jsme zaznamenávali z důvodu možnosti kvalitativního zhodnocení přítomných bílkovin. V tabulce níže (Tabulka č. 5) je uvedeno několik zdrojů bílkovin, které se v alternativách

vyskytovaly nejčastěji. Můžeme si všimnout, že první a čtvrtý nejčastější zdroj bílkovin pochází ze sóji. Nejčastěji je užívána sójová bílkovina (tedy její koncentrát/izolát/hydrolyzát), čtvrtým nejčastějším zdrojem jsou sójové boby. Mezi další hojně používané zdroje bílkovin patří pšeničná, hrachová, bramborová či rýžová bílkovina. První 4 zdroje bílkovin se zároveň řadí mezi nepoužívanější primární zdroj, zatímco nejčastějším sekundárním zdrojem byla pšeničná, hrachová, sójová a následně rýžová bílkovina.

Na stanovené vědecké otázky lze tedy odpovědět následovně: Nejčastěji používaným zdrojem bílkovin je ve zkoumaných rostlinných alternativách masa sója. Sója je zároveň nejčastěji užívaným primárním zdrojem bílkovin, zatímco nejčastější sekundární bílkovina pochází z pšenice.

Tabulka č. 5: Výskyt nepoužívanějších zdrojů bílkovin v hodnocených alternativách masa

Zdroj bílkovin	Celkový výskyt - počet produktů (% výskyt)	Primární zdroj - počet produktů (% výskyt)	Sekundární zdroj - počet produktů (% výskyt)
Sójová bílkovina	90 (40.0 %)	72 (32.0 %)	11 (4.9 %)
Pšeničná bílkovina	89 (39.6 %)	52 (23.1 %)	28 (12.4 %)
Hrachová bílkovina	63 (28.0 %)	35 (15.6 %)	18 (8.0 %)
Sójové boby/sója	48 (21.3 %)	26 (11.6 %)	5 (2.2 %)
Bramborová bílkovina	11 (4.9 %)	0 (0.0 %)	2 (0.1 %)
Rýžová bílkovina	8 (3.6 %)	0 (0.0 %)	11 (4.9 %)

Tabulka č. 6 uvádí nejčastější kombinace primárních a sekundárních bílkovin. Je zřejmé, že nejčastější kombinací je primární sójová a sekundární pšeničná bílkovina, k čemuž bychom z hlediska zastoupených bílkovin mohli přičíst pátou nejčastější kombinaci – primární sójové boby a sekundární pšeničná bílkovina. Dohromady je obsahuje 28 produktů, tedy 12.4 % produktů. V případě, že je jako primární zdroj využita pšeničná bílkovina, je nejčastěji spojována se sekundární hrachovou (11 produktů) či sójovou (11 produktů) bílkovinou. V 7 produktech pak byla spojena primární hrachová se sekundární rýžovou bílkovinou.

Tabulka č. 6: Výskyt nejčastějších kombinací primárních a sekundárních zdrojů bílkovin

Primární zdroj	Sekundární zdroj	Počet produktů (% výskyt)
Sójová bílkovina	Pšeničná bílkovina	24 (10.6 %)
Pšeničná bílkovina	Hrachová bílkovina	11 (4.9 %)
Pšeničná bílkovina	Sójová bílkovina	11 (4.9 %)
Hrachová bílkovina	Rýžová bílkovina	7 (3.1 %)
Sójové boby	Pšeničná bílkovina	4 (1.8 %)
Čočková bílkovina	Hrachová bílkovina	3 (1.3 %)
Pšeničná bílkovina	Sójové boby	3 (1.3 %)

V následující tabulce jsou zobrazeny nutrienty, jimiž byly výrobky nejčastěji fortifikované. Fortifikací o rizikové nutrienty se budeme zabývat v následující kapitole (4.2.3) při testování hypotéz. Z následující tabulky (Tabulka č. 7) je zřejmé, že nejčastěji přidaným nutrientem je vitamin B12, vyskytující se ve 12.4 % produktů. Na druhém místě je draslík, který se nachází v 10.7 % zkoumaných alternativ masa. Dále bývá obsažen vitamin C, železo, vápník, vitamin B1, vitamin B3, sodík, jod či hořčík. V některých produktech jsou obsaženy i jiné mikronutrienty, nicméně se vyskytují v méně než 1 % zkoumaných výrobků.

Tabulka č. 7: Procentuální vyjádření mikronutrientů, kterými byly produkty nejčastěji obohacovány

Mikronutrient	Výskyt v produktech (%)
Vitamin B12	12.0
Draslík	10.7
Vitamin C	9.3
Železo (Fe)	8.0
Vápník (Ca)	7.1
Vitamin B1	2.7
Vitamin B3	2.7
Sodík (Na)	1.8
Jod (I)	1.8
Hořčík (Mg)	1.3

Množství přidané látky bylo uvedeno pouze u několika málo produktů, a to u vitamínu B12 a u železa, jak je vidět v následující tabulce.

Tabulka č. 8: Počet produktů s uvedeným množstvím doplňného mikronutrientu, jejich množství/100 g výrobku a vyjádření % z doporučené denní dávky dle EFSA (2019) (DDD)

Mikronutrient	Celkový výskyt - počet produktů (% výskyt)	Počet produktů s uvedeným množstvím (% výskyt)	Průměrné množství doplňného mikronutrientu (na 100 g výrobku)	% z DDD (ve 100 g výrobku)
Vitamin B12	27 (12.0 %)	9 (4.0 %)	1.14 µg	28.5 %
Železo (Fe)	19 (8.4 %)	7 (3.1 %)	3.56 mg	32.4 % pro muže 22.3 % pro ženy

Dvacet nejčastěji využívaných surovin jiných, než jsou hlavní zdroje bílkovin, látky obohacující či aditiva, je zobrazeno v tabulce v příloze č. 3. Nejčastěji se ve zkoumaných výrobcích vyskytuje sůl, dále různá dochucovadla a rostlinné oleje. V nejčastěji se vyskytujících 20 surovinách si také můžeme všimnout přidaných cukrů (cukr, glukóza), škrobu, mouky či citrusové vlákniny.

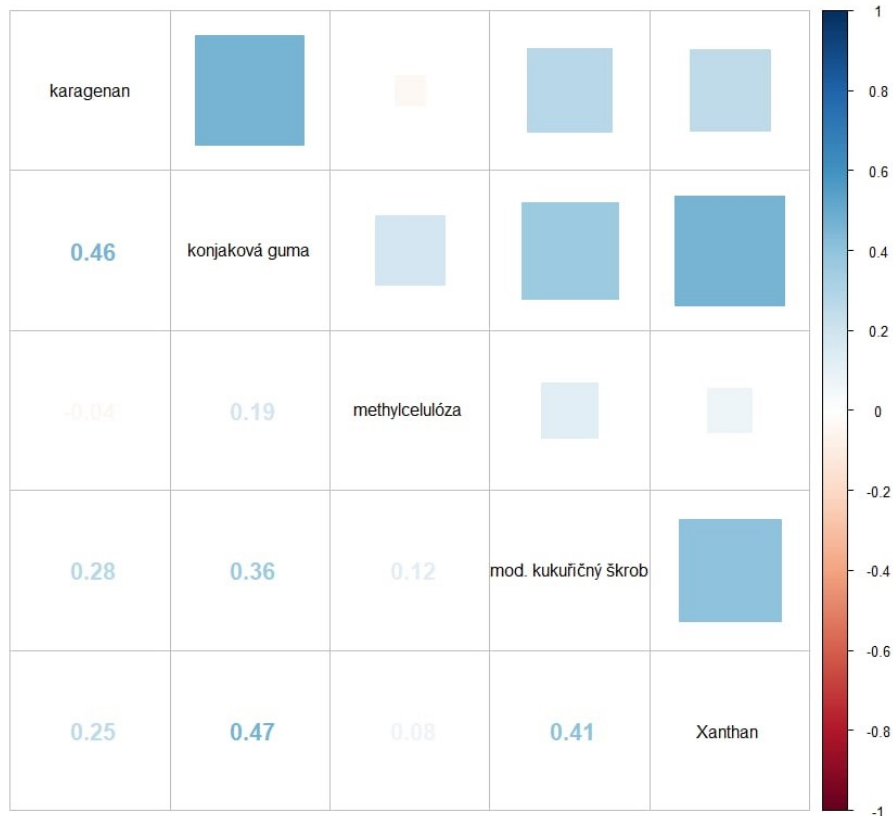
Odpověď na vědeckou otázku, jaké jsou nejčastěji užitá suroviny (kromě zdrojů bílkovin, obohacujících látek a aditiv) zní následovně: sůl jedlá/mořská, aroma/přírodní dochucovadla, řepkový olej, slunečnicový olej, cibule.

Nejčastěji užitým aditivem je methylcelulóza, která je přítomná ve 101 zkoumaných produktech. Dalšími často přítomnými aditivy jsou karagenan, konjaková guma, modifikovaný kukuřičný škrob či xanthan. Níže je zobrazená korelační matice, v níž vidíme souvislosti v užití těchto 5 nejčastějších aditiv. Pro výpočet korelací jsme použili Pearsonův korelační koeficient. Kladné hodnoty korelace, zobrazené modře, znamenají, že s použitím jednoho aditiva roste použití druhého aditiva. Nejvyšší míra korelace v rámci pěti nejpoužívanějších aditiv je mezi konjakovou gumou a xanthanem se středně silnou korelací 0.47, poté mezi konjakovou gumou a karagenanem s hodnotou 0.46. O něco nižší korelaci pak nacházíme u dvojice modifikovaný kukuřičný škrob a xanthan. Vzhledem k tomu, že mezi nejpoužívanějšími aditivy neexistuje žádná silnější záporná korelace, můžeme se domnívat, že použití jednoho aditiva nevyklučuje použití dalších

aditiv. Můžeme tedy odpovědět na vědeckou otázku: Jaká jsou nejčastěji užívaná aditiva (bez započítání obohacujících látek). Nejčastěji užívanými aditivy jsou v našem souboru postupně methylcelulóza, karagenan a konjaková guma.

Obrázek č. 3: Korelační matice nejčastěji se vyskytujících aditiv

Hodnoty korelace zobrazené v matici jsou na škále od -1 (červená) do +1 (modrá). Velikost čtverce v pravé horní části je grafickým zobrazením hodnoty viditelné v levé spodní části pro daná dvě aditiva.



4.2.3 Výsledky měření a testování hypotéz

Pro přehlednost statistické analýzy jsou následující výsledky vyhodnoceny pro 8 skupin, do nichž jsou dílčí kategorie rozděleny.

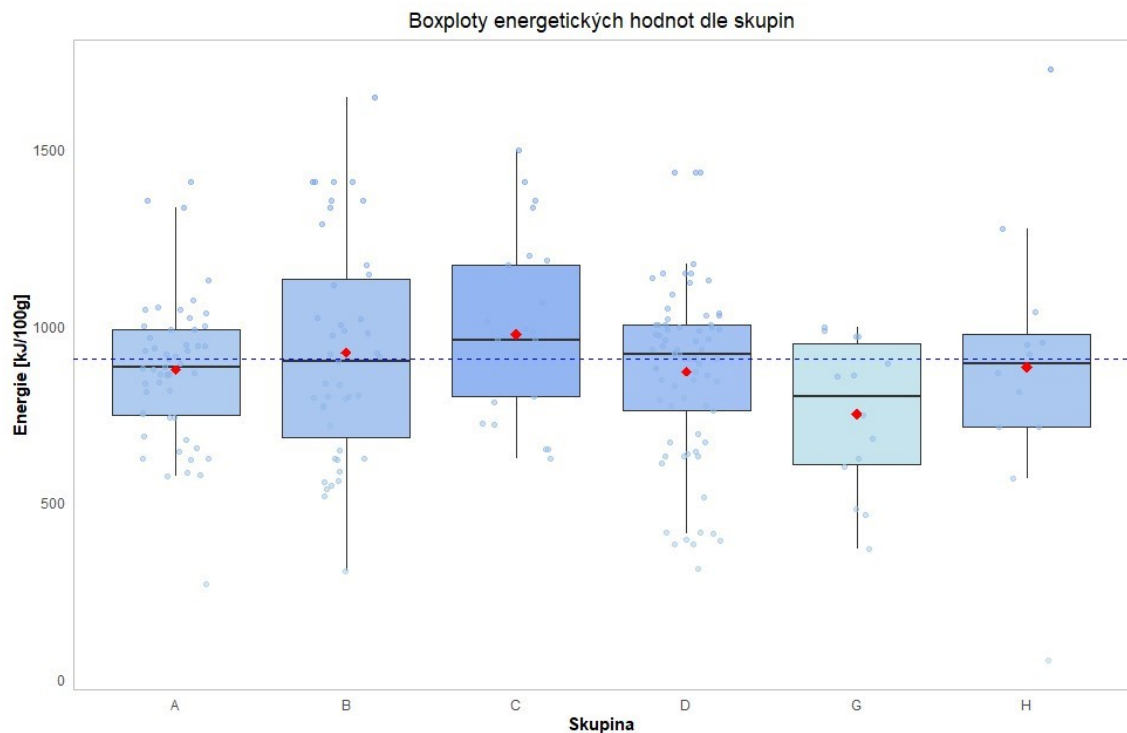
Tabulka č. 9: Rozdělení kategorií produktů do větších skupin

Skupina	Charakteristika skupiny	Zahrnuté dílčí kategorie
A	Produkty z mletého masa	Mleté maso, burgery, medailonky, kuličky, karbanátky, sekaná, čevapčiči
B	Kousky	Drcené maso, kebaby, trhaná masa, kostky, kousky, nudličky, nugetky, stripsy
C	Plátky, náhražky napodobující části těla zvířat	Plátky, steaky, řízky, pečeně, žebírka, hřbet, carpaccio
D	Uzeniny	párky, klobásy, slaniny, šunky, salámy, špekáčky, utopenci, uzeniny
E	Typické produkty domácích porážek	Jelita, prejty
F	Sušené maso	Sušená masa
G	Roztíratelné masné výrobky	Tataráky, paštiky
H	Rybí a mořské produkty	Filety rybí, rybí prsty, lososi, karbanátky rybí, kaviáry

Data pro testování hypotéz H_{A0} a H_{A1} jsou zobrazeny níže ve formě boxplotů. V grafech je zobrazeno 6 skupin z původních 8, neboť skupiny *E* a *F* mají velice malý počet pozorování, a proto nejsou zahrnuty do testování. Každým grafem prochází přes celou délku čára zobrazující medián všech zahrnutých pozorování. Každým z boxplotů pak prochází černá souvislá čára, znázorňující medián konkrétní skupiny a je viditelné červené označení průměrné hodnoty pro skupinu. V rámci boxplotu jsou také vidět jednotlivá pozorování, zobrazená menšími tečkami dané barvy. Máme zde zobrazeny grafy pro 3 zkoumané hodnoty – energetická hodnota, bílkoviny a cukry. Grafy ostatních zkoumaných hodnot jsou k nalezení v příloze č. 4.

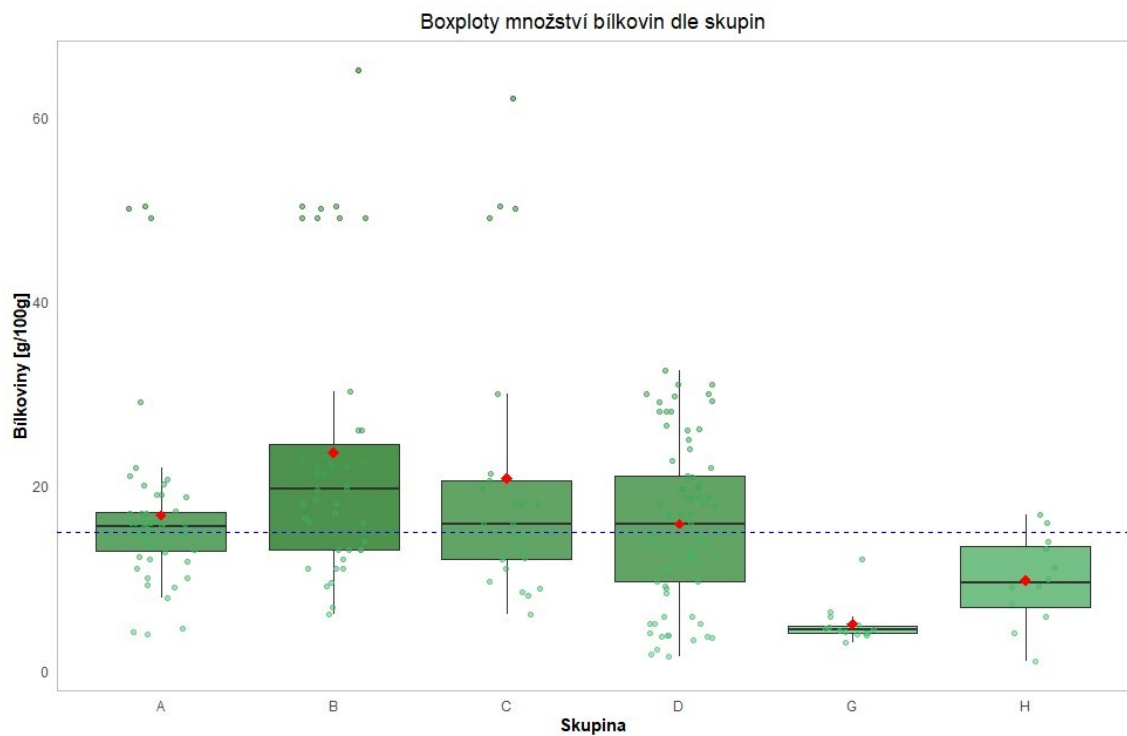
Níže je zobrazen Graf č. 8, zobrazující energetické hodnoty v kJ na 100 g výrobku napříč skupinami. Výsledná p-hodnota testu je rovna 0.112 a hypotéza H_0 tak nebyla zamítnuta. Neexistuje dvojice skupin, jejichž průměrné hodnoty jsou statisticky významně rozdílné. Průměrná hodnota se napříč skupinami neliší se statistickou významností. Z grafu je zřejmé, že medián všech skupin se pohybuje mezi energetickou hodnotou 500 a 1000 kJ/100 g. Nejrůznorodější skupinou je v tomto případě skupina B, tedy *kousky*, u níž vidíme největší interkvartilové rozpětí.

Graf č. 8: Boxploty energetických hodnot dle skupin alternativ masa



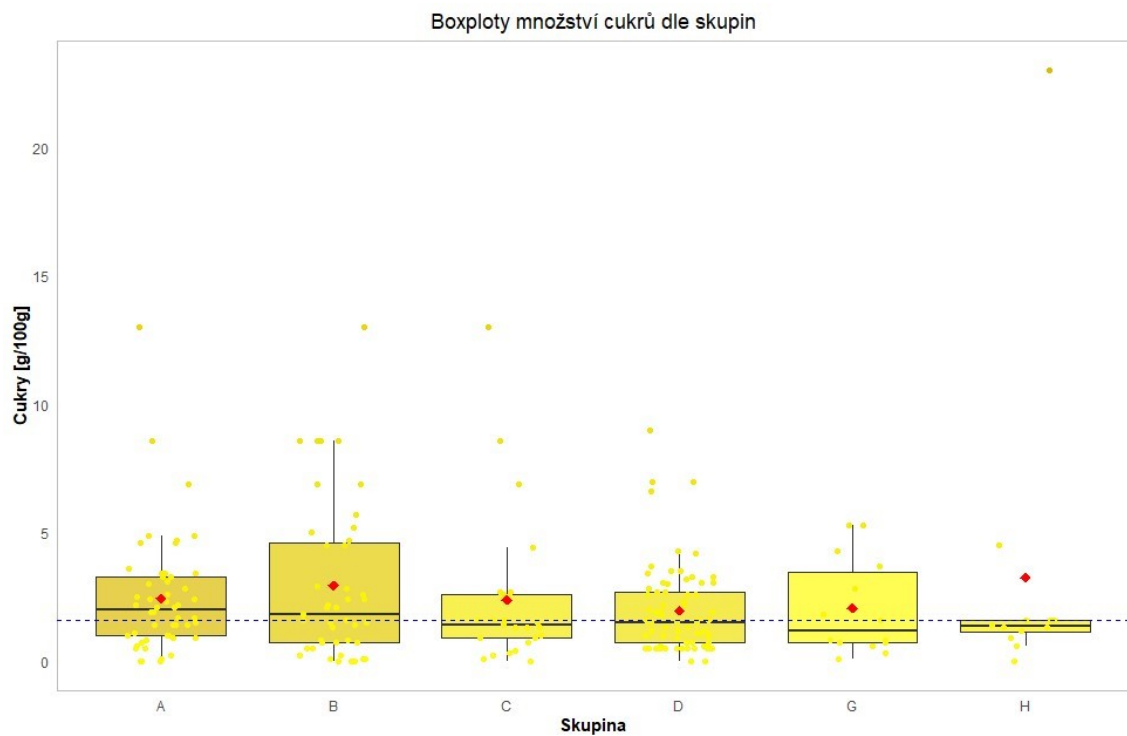
Test pro hodnocení bílkovin napříč skupinami vyšel s p-hodnotou <0.001 a můžeme tedy zamítnout nulovou hypotézu H_{A0} , že průměrné hodnoty bílkovin v jednotlivých skupinách jsou stejné. Na grafu vidíme, že mediány jednotlivých skupin jsou od sebe vzdálené. Skupina *B – kousky* má opět největší interkvartilové rozpětí, zatímco nejmenší je pozorovatelné u skupiny *G – roztíratelné masné výrobky*. Ve skupině *G* je zřejmé velice nízké množství bílkovin.

Graf č. 9: Boxploty množství bílkovin dle skupin alternativ masa



Druhou a zároveň poslední hodnotou, u které jsme nezamítli hypotézu H_{A0} , jsou cukry. P-hodnota vychází 0.243 a průměry skupin se tedy vzájemně neliší se statistickou významností. Na následujícím grafu vidíme, že medián i průměr každé skupiny je mezi 0 a 5 g cukrů na 100 g výrobku. Skupina H – *rybí a mořské produkty* má znatelně nejmenší interkvartilové rozpětí s průměrem nacházejícím se nad 3. kvartilem. Nachází se zde jedna hodnota významně zvyšující hodnotu průměru.

Graf č. 10: Boxploty množství cukrů dle skupin alternativ masa



Výsledky testování všech dílčích hypotéz H_{A0} a H_{A1} vidíme zobrazené v tabulce níže (Tabulka č. 10). Všechny hypotézy, kromě již zmíněných dvou (energetická hodnota, cukry), byly zamítnuty.

Tabulka č. 10: Výsledky testování dílčích hypotéz H_{A0} a H_{A1}

	Hodnota F statistiky	P-hodnota	Výsledek hypotézy
Energie	1.885	0.112	H_0 nezamítnuta
Tuky	3.891	0.005	H_0 zamítnuta
Nasyčené MK	7.263	<0.001	H_0 zamítnuta
Sacharidy	4.259	0.003	H_0 zamítnuta
Cukry	0.905	0.485	H_0 nezamítnuta
Vláknina	33.058	<0.001	H_0 zamítnuta
Bílkoviny	35.446	<0.001	H_0 zamítnuta
Sůl	11.017	<0.001	H_0 zamítnuta

Obohacení zkoumaných produktů o mikronutrienty jsme již popsali v kapitole 4.2.2. Nyní se zaměříme konkrétně na fortifikaci o rizikové mikronutrienty, tedy nutrienty, které jsou typicky problematické ve stravě založené na rostlinných produktech oproti stravě omnivorů. V teoretické části práce jsme stanovili, že se jedná konkrétně o vitamin B12, vápník, vitamin D, jód, železo a zinek. Následující Tabulka č. 11 zobrazuje procentuální zastoupení produktů, u nichž je doplněn daný mikronutrient. Všimněme si, že nejčastěji jsou produkty obohacovány o vitamin B12, dále pak o železo a vápník.

Tabulka č. 11: Procento produktů obohaceno o daný mikronutrient

Mikronutrient	Procentuální zastoupení
Vitamin B12	12.0
Železo (Fe)	8.4
Vápník (Ca)	7.1
Jod (I)	1.8
Zinek (Zn)	0.9
Vitamin D	0.4

Počet produktů, které byly obohaceny o alespoň jeden z rizikových mikronutrientů je 40, což odpovídá 17.8 % produktů. Hypotézu H_{B0} a H_{B1} jsme testovali pomocí proporčního testu, kde výsledná hodnota X^2 statistiky vyšla 92.16 a p-hodnota <0.001 . Tím odpovídáme na otázku, zda alespoň polovina produktů byla fortifikována. Zamítáme tedy nulovou hypotézu H_{B0} , fortifikovaných produktů je tedy méně než 50 % se statistickou významností.

5 DISKUZE

V teoretické části práce jsme se věnovali rostlinným alternativám masa. Zabývali jsme se jejich marketingovými trendy a typickými spotřebiteli těchto výrobků, dále jejich definicí, přítomnými živinami a nutrienty, které by mohly být ve stravě spotřebitelů – nejčastěji tedy flexitariánů, vegetariánů či veganů – rizikové.

Praktická část práce byla zaměřena na zkoumání nutričních parametrů a celkové nutriční kvality rostlinných alternativ masa nabízených v několika českých online obchodech. Postupně jsme se zabývali skórováním (Nutri-Score, NOVA, Eco-Score), základními výživovými hodnotami (energetická hodnota, tuky, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, cukry, vláknina, bílkoviny, sůl), použitými surovinami, aditivami a fortifikací výrobků.

Pro souhrnné vyhodnocení nutriční kvality výrobků bylo využito Nutri-Score (dále jen: NS), jehož průměr po zhodnocení všech zahrnutých produktů měl výslednou hodnotu NS mezi B a C. Mezi zdravotně nejvhodnější kategorie s průměrným NS A patří kategorie alternativ napodobujících medailonky, hřbety, pečeně a žebírka. U těchto výrobků se proto dá očekávat vyšší množství bílkovin a vlákniny, nižší energetická hodnota a nižší zastoupení SFA a cukrů. Zdravotně nejméně vhodnými kategoriemi alternativ

s průměrným NS E jsou sušená masa a lososi. Nejčteněji zastoupeným bylo NS = A (29.3 % produktů) a nejméně často pak NS E (6.7 % produktů). Ve studii Bryngelsson et al. (2022), která hodnotí alternativy masa nabízené ve Švédsku autoři zmiňují, že nejčastějším výsledkem bylo NS A (35 % produktů), zatímco NS E se nevyskytovalo. Nejlepšího NS dosahovaly dle autorů kategorie alternativ kousků/plátků, nugetek a mletého masa. Součet výrobků s vhodnějším výsledkem NS (A+B) v naší studii dává dohromady 39.5 % výrobků, zatímco ve švédské studii se jedná o 52 % výrobků. Lze tedy usuzovat, že na Švédském trhu jsou ve větší míře nabízeny zdravotně vhodnější alternativy masa.

Dle skóre NOVA se 92 % námi hodnocených produktů nachází v kategorii NOVA 4, tedy v kategorii vysoce průmyslově zpracovaných produktů. Lze tedy očekávat, že bylo u drtivé většiny produktů při výrobě použito množství aditiv.

Energetická hodnota zkoumaných výrobků dosahovala průměrné hodnoty $891.6 \text{ kJ} \pm 263.3 / 100 \text{ g}$ výrobku. Rozpětí energetických hodnot je poměrně velké s nejnižší hodnotou u alternativ kaviárů ($54 \text{ kJ} / 100 \text{ g}$) a nejvyšší u alternativ lososů ($1725 \text{ kJ} / 100 \text{ g}$). Vzhledem k tomu, že kaviár je běžně konzumován spíše v malém množství, nemělo by se jednat, oproti jiným alternativám masa, o hlavní složku pokrmu. Proto není jeho nízká energetická hodnota problematická. U reálného lososa a jiných rybích produktů se dá vyšší energetická hodnota očekávat zejména kvůli vyššímu podílu tuků v potravině. Tento výsledek tedy lze v případě vysokého množství nenasycených MK odůvodnit snahou výrobce o napodobení nutričních hodnot reálného lososa.

K podobným výsledkům dospěli autoři Curtain et al. (2019) zkoumající alternativy masa nabízené na australském trhu, kteří uvádějí průměrné energetické hodnoty v rozpětí $574\text{--}830 \text{ kJ} / 100 \text{ g}$ výrobku, s nejvyššími hodnotami nacházejícími se v kategorii alternativ mořských živočichů/plodů. Autoři podobných studií z jiných zemí (Brazílie, Dánsko, Itálie, Lotyšsko, Švédsko) dospěli k průměrným hodnotám v rozpětí $400\text{--}900 \text{ kJ} / 100 \text{ g}$. (Romão et al., 2022; Ložnjak Švarc et al., 2022; D'Alessandro et al., 2022; Mariseva et Beitane, 2020; Bryngelsson et al., 2022)

Nejpoužívanějšími tuky byly v naší studii postupně olej řepkový (58.7 % produktů), slunečnicový (38.2 % produktů) a kokosový (11.6 % produktů). Přestože se všechny zmíněné oleje řadí mezi rostlinné tuky, kokosový olej nemá pro vysoký obsah SFA zdravotně vhodné složení MK (Kohout et al., 2021). Řepkový i slunečnicový olej mají převahu nenasycených MK oproti nasyceným a jsou tedy považované za vhodnější. Řepkový olej má navíc vhodný poměr ω -6: ω -3 PUFA. Využití těchto olejů vede ke zdravotně vhodnému rozložení MK (tedy převahu MUFA či PUFA nad SFA) ve zkoumané skupině výrobků. To potvrzují zjištěné hodnoty průměrného množství tuku (10.8 ± 5.8 g/100 g) a z toho nasycených MK (2.0 ± 2.9 g/100 g), které odpovídají výsledkům autorů dalších studií i přesto, že se často odlišuje pořadí nejčastěji využitých olejů (Curtain et al., 2019; D'Alessandro et al., 2022; Mariseva et Beitane, 2020).

Nejvyšší obsah tuků (ne však nejvyšší obsah SFA) v naší studii obsahovala kategorie alternativ lososů, čímž vysvětlujeme jejich vysokou energetickou hodnotu. Velice nízké hodnoty tuků i SFA obsahovala kromě alternativ kaviárů kategorie alternativ kostek. Relativně vysoké zastoupení SFA se nachází v kategoriích alternativ šunek, sekané a sušeného masa. V případě sušeného masa je nutné uvést, že je velice nepravděpodobná konzumace 100 či více gramů takového výrobku. U šunek a sekané se jeví vysoké množství nasycených MK jako problematičtější, neboť tyto potraviny bývají konzumovány jako hlavní složka pokrmu a může se proto očekávat konzumace většího množství najednou.

Průměrná hodnota sacharidů je 10.7 g/100 g výrobku s nejnižší hodnotou u alternativ kaviárů (0.6 g/100 g) a nejvyšší hodnotou u alternativ lososů (34.0 g/100 g). Alternativy lososa mají také velice vysoký obsah jednoduchých cukrů (23 g/100 g), jejichž konzumace obecně není zdravotně vhodná. V přepočtu na jedince s potřebným denním příjmem energie v hodnotě 9 000 kJ, kde by maximální množství cukrů dle WHO (2023) bylo 10 %, tedy 52.9 g cukrů, by konzumace 100 g alternativy lososa vedla k příjmu 43.5 % z maximálního doporučeného denního příjmu cukrů. Takové množství cukrů zkonsumované v rámci jedné potraviny se jeví jako problematické, neboť zvyšuje pravděpodobnost konzumace nadbytku cukrů v rámci celého dne. Celkově se však cukry vyskytují v jednotkách % s průměrnou hodnotou $2.6 \pm 3.1/100$ g výrobku.

Ze studie Curtain et al. (2019) vyplývá, že alternativy masa nabízené v Austrálii mají rovněž poměrně široký rozptyl týkající se množství sacharidů ve výrobcích (0.5-33 %). V porovnání s průměrnou hodnotou cukrů u alternativ masa zjištěnou ve studiích v Lotyšsku a Itálii (okolo 1.9 g/100 g) obsahují alternativy masa nabízené v České republice vyšší množství cukrů. (Mariseva et Beitane, 2020; D'Alessandro et al., 2022)

Množství vlákniny ve zkoumaných rostlinných alternativách masa dosahovalo průměrně 3.9 g/100 g potravin. Přestože medián je průměru velice podobný (3.4 g/100 g), objevily se kategorie, jejichž průměrnou hodnotou je 0 g/100 g (čevapčiči, carpaccio, utopenci, jelita, sušené maso, paštiky, kaviár). Zde je ovšem třeba zohlednit skutečnost, že dle Evropská unie (b.r.) se jedná o nepovinný údaj na obalu výrobku. Tedy přestože výrobek může vlákninu obsahovat, nemusí být tento údaj vyznačen v rámci štítku s informacemi o nutričních hodnotách. Naše hodnoty odpovídají průměrným hodnotám jiných studií, které se nacházejí nejčastěji v rozpětí 3-6 g/100 g výrobku (Tonheim et al., 2022; Bryngelsson et al., 2022; Curtain et al., 2019; Romão et al., 2022). Vlákninu bychom v mase a masných výrobcích nenalezli, můžeme ji tedy v jejich rostlinných alternativách považovat za přidanou hodnotu.

Množství obsažených bílkovin mělo v alternativách masa rozptyl od 1 g/100 g potravin do 65 g/100 g. Nejnižší číslo je hodnotou kategorie alternativ kaviárů, které se běžně nekonzumují ve větším množství a nelze tedy čekat, že by měly sloužit jako důležitý zdroj bílkovin ve stravě. V souboru se ovšem nacházelo více kategorií, jejichž průměrné hodnoty nedosahovaly 10 g bílkovin /100 g potravin, a nejedná se tak o kvantitativně dostačující zdroje bílkovin ve stravě. Jednalo se konkrétně o alternativy utopenců, jelit, prejtů, paštik a tataráků. Nejvyšší průměrné hodnoty bílkovin (42.4 g/100 g) dosahovala kategorie alternativ kostek, zatímco nejčastěji zastoupená kategorie – alternativy burgerů – měla průměrnou hodnotu 15.0 g/100 g. Vzhledem k tomu, že burgery jsou typicky vyráběny z mletého masa, které dosahovalo průměrného množství bílkovin 33.5 g/100 g, jsou takto rozdílné výsledné hodnoty těchto dvou kategorií pozoruhodné. Průměrná hodnota bílkovin v naší studii (17.0 g/100 g) koresponduje s průměrnými hodnotami studií D'Alessandro et al., 2022, Romão et al., 2022 a Curtain et al., 2019.

Romão et al., 2023 ve svém souhrnu uvádí, že nejčastěji užívanými primárními zdroji bílkovin v alternativách masa jsou postupně sója, hrách, pšenice, dále pak ostatní

luštěniny a obiloviny. S tím korespondují naše závěry, že v České republice se v alternativách masa nejčastěji jako zdroj bílkovin nachází sója, pšenice a na 3. místě hrách. Zmíněné plodiny jsou zároveň nejčastěji užívanými primárními zdroji bílkovin. Jiné luštěniny jsou zatím využívány jako primární zdroj bílkovin spíše výjimečně. Mezi nejčastěji užívané sekundární zdroje bílkovin patří již zmíněné plodiny, nicméně v jiném pořadí: pšenice, hrách, sója. Jak je zmíněno v kapitole 2.3.3, kombinací primární luštěninové a sekundární obilninové bílkoviny (či naopak) lze pravděpodobně dosáhnout plnohodnotné bílkoviny. Tato kombinace se vyskytuje u celkem 61 (27.1 %) produktů. Nejčastěji užitou kombinací byla primární sójová a sekundární pšeničná bílkovina.

Průměrná hodnota soli v alternativách masa nabízených v ČR je rovna 1.5 g/100 g. K podobné hodnotě (1.2 g±0.1/100 g) pak dospěla studie Mariseva et Beitane, 2020. Studie z Dánska pak udává průměrné hodnoty v rozmezí 0.1-2.8 g soli/100 g výrobku (Ložnjak Švarc et al., 2022).

Průměrná množství soli >2.5 g/100 g obsahuje hned několik kategorií z námi zkoumaného souboru. Jedná se o alternativy napodobující carpaccio, šunky, kaviáry, lososy a sušená masa. Nejen konzumace alternativ sušeného masa s průměrným obsahem soli 5.1 g/100 g výrobku tak představuje riziko příliš vysokého příjmu soli v průběhu dne. Přestože sušené maso není typicky konzumováno ve velkém množství, příjem 20 g takového výrobku by znamenal současný příjem 1 g soli, což je již 20 % z denního limitu stanoveného EFSA (2019) a WHO (2023). Plátek alternativy lososa či šunky o 200 gramech by pak sám o sobě zajistil množství spotřebované soli nad stanoveným denním limitem. Množství soli ve zkoumaných výrobcích je alarmující zejména v souvislosti s již nadměrným příjmem soli v naší populaci. Zařazení takových potravin do pravidelného stravování představuje zvýšené riziko kardiovaskulárních či onkologických onemocnění.

Statisticky jsme testovali 8 nezávislých hypotéz pod souhrnným označením H_{A0} a H_{A1} . Hypotézy byly testovány pro 6 skupin, které byly vytvořeny spojením kategorií dle vzájemné podobnosti produktů. Pouze 2 nulové hypotézy - týkající se energetických hodnot a cukrů - nebyly dle výsledků zamítnuty. Je zajímavé, že přesto, že ostatní výživové hodnoty se napříč skupinami statisticky významně liší, a to včetně energeticky denzních tuků a nasycených mastných kyselin, výsledná průměrná energetická hodnota se mezi skupinami významně neliší.

Můžeme tedy tvrdit, že „energetické hodnoty/obsah cukrů ve všech zkoumaných skupinách rostlinných alternativ masa nejsou různé“. Ostatní hypotézy byly vyvráceny, průměrné hodnoty ostatních výživových hodnot nejsou shodné napříč skupinami a liší se tedy se statistickou významností. Z výsledků vyplývá, že se nejedná o stejnorodou skupinu výrobků. Přestože mezi nimi nejsou významné rozdíly týkající se energetických hodnot a množství cukrů, nebylo by vhodné usuzovat, že mají všechny produkty zkoumaného souboru stejnou nutriční kvalitu.

Poslední testovaná hypotéza se týkala fortifikace výrobků o rizikové mikronutrienty. Jelikož je o jakýkoli rizikový mikronutrient fortifikováno pouze 17.8 % produktů, není překvapení, že na základě statistického testu byla H_{B0} zamítnuta. Statisticky jsme dokázali, že méně než polovina zkoumaných produktů byla obohacena o rizikové mikronutrienty. Nejčastěji dodaným rizikovým mikronutrientem byl vitamin B12, nacházející se ve 12 % produktů, dále železo v 8.4 % produktů či vápník v 7.1 % produktů. Mezi často se vyskytující mikronutrienty se dále řadil draslík (10.7 % produktů) a vitamin C (9.3 % produktů), z nichž ani jeden se ve stravě založené na rostlinných produktech nepovažuje za rizikový.

Vzhledem k tomu, že maso, jehož nutriční kvalitu by zkoumané produkty měly napodobovat, je dobrým zdrojem vitaminu B12 a železa, dává obohacení produktů těmito mikronutrienty smysl. Množství přítomné substance bylo uvedeno pouze v několika málo produktech s průměrnou hodnotou 1.14 μg vitaminu B12/100 g potraviny a 3.56 mg železa/100 g potraviny. Pro dosažení dostatečného denního příjmu těchto mikronutrientů je tedy potřeba je přijímat z více různých zdrojů, ať už přirozených či obohacených. Obohacení jodem je uvedeno pouze v necelých 2 % produktů, reálné obohacení je však četnější. Nelze jej přesně určit, neboť se jedná o jeho výskyt v použité obohacené soli. Obohacenou sůl nelze odlišit od neobohacené, jelikož různé země (z nichž produkty pocházejí) mají pro fortifikaci a pro názvy soli různá legislativní opatření. (Evropská komise, 2021). Vápník je rizikovým mikronutrientem, maso se ovšem nepovažuje za jeho významný zdroj, proto bychom jej v těchto výrobcích neočekávali. Jeho přítomnost by jistě byla žádoucí v rostlinných alternativách mléka a mléčných výrobců.

Draslík a vitamin C nejsou považovány za rizikové nutrienty rostlinného stravování, jejich přítomnost ve výrobcích je proto překvapující. Obě látky mohou být ovšem

používány i za jiným účelem než je pouze fortifikace. Draslík se někdy využívá ve formě draselné soli (KCl) pro snížení nutnosti využití NaCl, a tedy snížení množství přijímaného sodíku, zatímco vitamin C může sloužit jako konzervant (National Center for Biotechnology Information, 2021 – Potassium Chloride; National Center for Biotechnology Information, 2021 – Ascorbic Acid).

Pro srovnání můžeme uvést, že studie provedená ve Švédsku zaznamenala, že pouze 9.9 % produktů bylo fortifikováno o nějaký mikronutrient. Nejčastěji se jednalo, podobně jako v České republice, o doplnění železa (8.5 % produktů) a vitamínu B12 (5.6 % produktů). Australský trh je v ohledu fortifikace zdravější, autoři zde zaznamenali 24 % alternativ masa obohacených o vitamin B12, 20 % o železo a 18 % o zinek. (Curtain et al., 2019; Bryngelsson et al., 2022)

5.1 Limity studie

Mezi limity studie lze zařadit některé aspekty týkající se sběru dat do souhrnné tabulky. V první řadě je třeba podotknout, že data byla sbírána v průběhu několika měsíců v období od prosince 2023 do dubna 2024. Pokud od té doby proběhly změny v nabízeném sortimentu daných online obchodů, nejsou v tabulce zohledněny. Od dubna 2024 nebyly záznamy v souhrnné tabulce ani výsledky studie aktualizovány.

Jak již bylo výše zmíněno, v tabulce se nacházejí některé produkty duplicitně, protože byly nalezeny ve dvou různých obchodech se zaznamenanými odlišnými nutričními hodnotami. Tyto produkty byly zařazeny do studie a mohly tak ovlivnit výsledky, k nimž jsme dospěli. Není jasné, zda se jedná o chybu uvedených údajů, nebo jsou údaje správné a situace má jiné vysvětlení (např. stejný typ produktu vyráběný v různých zemích).

Hodnoty skórování NOVA a Eco-Score byly převzaty z databáze OpenFoodfacts. Jedná se o otevřenou databázi, do které může přispívat kdokoli a nemusí tak poskytovat zcela správné informace. Pro práci bylo ovšem zásadní zejména Nutri-Score, k jehož výsledku jsme vždy dospěli vlastním výpočtem.

Kategorie alternativ kaviárů a lososů, které v několika výživových hodnotách určují minimální a maximální hodnotu, byly zastoupeny vždy pouze jedním výrobkem a je tedy vhodné tyto hodnoty brát s rezervou.

V případě jasného uvedení na obalu výrobku byla při zaznamenávání zdrojů bílkovin do souhrnné tabulky zahrnuta informace o prvním a druhém nejzastoupenějším zdroji bílkovin v dané potravine (označeno jako primární a sekundární bílkovina). Do tabulky však nebyla zaznamenána informace o procentuálním výskytu daných zdrojů bílkovin. I přes vyhodnocení plnohodnotnosti bílkovin v případě přítomné kombinace luštěnin a obilovin v potravine tak není jasné, v jakém množství je bílkovina skutečně plnohodnotná. V některých případech se totiž mohlo jednat například o obsah 30 % luštěnin a 20 % obilovin, zatímco v jiném případě o 25 % luštěnin a 5 % obilovin.

Při vyhodnocení míry zastoupení obohacených výrobků byla hodnocena pouze přítomnost dané obohacující složky. Předmětem této práce nebylo zhodnocení využitých forem a jejich využitelnosti organismem. Pro detailnější vyhodnocení tohoto faktoru bude potřeba provedení dalších studií.

V neposlední řadě je vhodné zmínit, že číselně hodnocené parametry (výživové hodnoty a zastoupení některých mikronutrientů v potravine) byly uváděny v přepočtu na 100 g dané potraviny. Jednalo se však o potraviny, které bývají konzumovány v různých množstvích (odhadem například kaviár v rámci několika málo gramů, šunka do 100 g a steak či burger >100 g na porci). Pro lepší zhodnocení a porovnání jednotlivých kategorií alternativ masa mezi sebou by bylo případně vhodné zohlednit předpokládanou velikost porce.

I přes limity studie doufáme, že námi zhodnocené výsledky a poskytnutá data budou využitelná v praxi nutričních terapeutů a jiných zdravotnických pracovníků.

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zkoumat nutriční kvalitu rostlinných alternativ masa nabízených na českém trhu, včetně míry jejich obohacení o některé živiny. Výsledky studie poukázaly na skutečnost, že alternativy masa jsou širokou skupinou potravin, v rámci které mohou mít jednotlivé produkty velice různá složení, výživové hodnoty a posléze i celkovou nutriční kvalitu. V praxi nutričního terapeuta či jiného zdravotnického pracovníka by tak bylo při hodnocení pacientovy stravy chybou uvažovat nad celou skupinou produktů obecně. Databáze potravin, s nimiž nutriční terapeuti pracují, zpravidla neobsahují informace o mnoha různých rostlinných alternativách masa. Při výskytu konkrétní alternativy masa v jídelníčku pacienta by bylo nesprávné počítat s výživovými hodnotami jiné alternativy, kterou databáze obsahuje. Mohlo by tak dojít k velkým chybám při hodnocení stravování pacienta, zejména při pravidelné konzumaci těchto výrobků.

Zjistili jsme, že většina hodnocených alternativ masa není obohacena o nutrienty typicky rizikové ve stravě založené na rostlinách. Zvýšené riziko některých neinfekčních nemocí navíc představuje poměrně vysoké průměrné množství soli ve většině kategorií zkoumaných produktů.

Přesto naše výsledky naznačují, že jsou na českém trhu nabízeny některé kategorie alternativ masa, které dle Nutri-Score mají průměrnou hodnotu NS A (kategorie alternativ medailonků, hřbetů, pečeně a žebírek). Můžeme tedy usuzovat, že tyto patří mezi zdravotně vhodnější. Naopak konzumaci produktů z kategorií s průměrem NS E (alternativy sušeného masa, lososů) spíše není vhodné doporučovat.

Závěrem bychom rádi zdůraznili nutnost adekvátní péče nutričního terapeuta či jiného zdravotnického pracovníka se vzděláním v oblasti výživy u pacientů s veganským, vegetariánským či flexitariánským způsobem stravování. Vždy je nutné zohlednit individuální situaci pacienta a zajistit dostatečný (ne však nadměrný) příjem všech živin. Pro předcházení nedostatečnému příjmu rizikových mikronutrientů je vhodné doporučit adekvátní suplementaci dle individuální stravy pacienta.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. AFSHIN, Ashkan; SUR, Patrick John; FAY, Kairsten A.; CORNABY, Leslie; FERRARA, Giannina et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Online. *The Lancet*. 2019, roč. 393, č. 10184, s. 1958-1972. ISSN 01406736. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8). [cit. 2024-05-29].
2. ANDREANI, Giulia, Giovanni SOGARI, Alessandra MARTI, Federico FROLDI, Hans DAGEVOS a Daniela MARTINI. Plant-Based Meat Alternatives: Technological, Nutritional, Environmental, Market, and Social Challenges and Opportunities. *Nutrients* [online]. 2023, 15(2), 452 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3390%2Fnu15020452>
3. ANGELOVA, M.; ASENOVA, S.; NEDKOVA, V. a KOLEVA-KOLAROVA, R. COPPER IN THE HUMAN ORGANISM. Online. *Trakia Journal of Sciences*. 2011, 9(1), s. 88-98. Dostupné z: http://www.uni-sz.bg/tsj/Vol9N1_2011/S.Asenova.pdf. [cit. 2024-01-04].
4. BERNIER-LACHANCE, Jocelyn; ARSENAULT, Julie; USONGO, Valentine; PARENT, Éric; LABRIE, Josée et al. Prevalence and characteristics of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) isolated from chicken meat in the province of Quebec, Canada. Online. *PLOS ONE*. 2020, roč. 15, č. 1, s. 1-19. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227183>. [cit. 2024-05-29].
5. BICKELMANN, Franziska V., Michael F. LEITZMANN, Markus KELLER, Hansjörg BAURECHT a Carmen JOCHEM. Calcium intake in vegan and vegetarian diets: A systematic review and Meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2022, 63(31), 10659-10677 [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2084027>
6. BIESALSKI, H.-K. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? Online. *Meat Science*. 2005, 60, 509-524. Dostupné z: <https://doi.org/doi:10.1016/j.meatsci.2004.07.017>. [cit. 2024-01-12].
7. BRYNGELSSON, Susanne; MOSHTAGHIAN, Hanieh; BIANCHI, Marta a HALLSTRÖM, Elinor. Nutritional assessment of plant-based meat analogues on the Swedish market. Online. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2022, roč. 73, č. 7, s. 889-901. ISSN 0963-7486. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09637486.2022.2078286>. [cit. 2024-05-13].

8. CURTAIN, Felicity a GRAFENAUER, Sara. Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. Online. *Nutrients*. 2019, roč. 11, č. 11, s. 2603. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu11112603>. [cit. 2024-05-13].
9. D’ALESSANDRO, Claudia; PEZZICA, Jason; BOLLI, Carolina; DI NICOLA, Alice; FALAI, Azzurra et al. Processed Plant-Based Foods for CKD Patients: Good Choice, but Be Aware. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, roč. 19, č. 11, s. 6653. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19116653>. [cit. 2024-05-16].
10. DAGEVOS, Hans. Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2021, **114**, 530-539 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421003952>
11. DAVEY, Gwyneth K, Elizabeth A SPENCER, Paul N APPLEBY, Naomi E ALLEN, Katherine H KNOX a Timothy J KEY. EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutrition* [online]. 2003, **6**(3), 259-268 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/phn2002430>
12. DE SMET, Stefaan a VOSSSEN, Els. Meat: The balance between nutrition and health. A review. Online. *Meat Science*. 2016, **120**, 145-156. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.008>. [cit. 2024-01-12].
13. DETZEL, Andreas, Martina KRÜGER, Mirjam BUSCH, Irene BLANCO-GUTIÉRREZ, Consuelo VARELA, Rhys MANNERS, Jürgen BEZ a Emanuele ZANNINI. Life cycle assessment of animal-based foods and plant-based protein-rich alternatives: an environmental perspective. *Journal of the science of food and agriculture* [online]. 2021, **102**(12), 5098-5110 [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11417>
14. Eco-Score: the environmental impact of food products. *Open Food Facts* [online]. 2012 [cit. 2023-10-12]. Dostupné z: <https://world.openfoodfacts.org/eco-score-the-environmental-impact-of-food-products>
15. EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Scientific Opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal* [online]., 2015, **13**(6):4104, 4-6 [cit. 2023-10-04]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104>
16. EFSA. *Dietary Reference Values for the EU*. Online. DRV Finder. C2019. Dostupné z: <https://multimedia.efsa.europa.eu/drvs/index.htm>. [cit. 2024-01-03].
17. EFSA. *Food Additives*. Online. EFSA. European Food Safety Authority. 2024. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-additives>. [cit. 2024-03-30].

18. EFSA. *Sugar consumption and health problems*. Online. European Food Safety Authority. 2022. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/en/infographics/sugar-consumption-and-health-problems>. [cit. 2024-04-22].
19. EFSA. *Titanium dioxide: E171 no longer considered safe when used as a food additive*. Online. EFSA. European Food Safety Authority. 2021. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/en/news/titanium-dioxide-e171-no-longer-considered-safe-when-used-food-additive>. [cit. 2024-03-30].
20. EGNELL, Manon, Paolo CROSETTO, Tania D'ALMEIDA, et al. Modelling the impact of different front-of-package nutrition labels on mortality from non-communicable chronic disease. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* [online]. 2019, 15.7.2019, **16**(56) [cit. 2023-10-09]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0817-2>
21. EGNELL, Manon, Zenobia TALATI, Serge HERCBERG, Simone PETTIGREW a Chantal JULIA. Objective Understanding of Front-of-Package Nutrition Labels: An International Comparative Experimental Study across 12 Countries. *Nutrients* [online]. MDPI, 2018, 18.10.2018, **10**(10) [cit. 2023-10-09]. Dostupné z: doi:10.3390/nu10101542
22. ETEMADI, Arash; SINHA, Rashmi; WARD, Mary H; GRAUBARD, Barry I a INOUE-CHOI, Maki. Mortality from different causes associated with meat, heme iron, nitrates, and nitrites in the NIH-AARP Diet and Health Study: population based cohort study. Online. *British Medical Journal*. 2017, 357:1957. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bmj.j1957>. [cit. 2024-03-30].
23. EVELEIGH, Elizabeth R., Lisa J. CONEYWORTH, Amanda AVERY a Simon J. M. WELHAM. Vegans, Vegetarians, and Omnivores: How Does Dietary Choice Influence Iodine Intake? A Systematic Review. *Nutrients* [online]. 2020, **12**(6), 1606 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/nu12061606>
24. EVELEIGH, Elizabeth Rose; CONEYWORTH, Lisa a WELHAM, Simon J. M. Systematic review and meta-analysis of iodine nutrition in modern vegan and vegetarian diets. Online. *British Journal of Nutrition*. 2023, **130**(9), s. 1580-1594. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1017%2FS000711452300051X>. [cit. 2024-03-08].
25. EVROPSKÁ KOMISE. *Community Register on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods*. Online. EVROPSKÁ UNIE. European Commission. 2022, 1.1.2021. Dostupné z: https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-01/labelling_nutrition-vitamins_minerals-comm_reg_en.pdf. [cit. 2024-04-26].
26. EVROPSKÁ KOMISE. *Search Food additives*. Online. EVROPSKÁ UNIE. European Commission. 2022. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/food/food-feed-portal/screen/food-additives/search>. [cit. 2024-04-26].

27. EVROPSKÁ UNIE. *Výživové údaje*. Online. Your Europe. 15.3.2024. Dostupné z: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/food-labelling/nutrition-declaration/index_cs.htm. [cit. 2024-05-16].
28. FIOLET, Thibault, Bernard SROUR, Laury SELLEM et al. Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: results from NutriNet-Santé prospective cohort. *British Medical Journal* [online]. BMJ Group, 2018, **360**(k322), 1-11 [cit. 2023-10-04]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>
29. FOSTER, Meika, Anna CHU, Peter PETOCZ a Samir SAMMAN. Effect of vegetarian diets on zinc status: a systematic review and meta-analysis of studies in humans. *Journal of the science of food and agriculture* [online]. 2013, **15**(93), 2362-2371 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.6179
30. GEIRSDÓTTIR, Ólöf Guðný a PAJARI, Anne-Maria. Protein – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Online. *Food & Nutrition research*. 2023, roč. 67. ISSN 1654-661X. Dostupné z: <https://doi.org/10.29219/fnr.v67.10261>. [cit. 2024-05-14].
31. GONZÁLEZ, Abigail, Mario CRUZ, Carolina LOSOYA, Clarisse NOBRE, Araceli LOREDO, Rosa RODRÍGUEZ, Juan CONTRERAS a Ruth BELMARES. Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods. *Food & Function* [online]. 2020, **11**(9), 7400-7414 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1039/d0fo01746a>
32. HAIDER, Lisa M., Lukas SCHWINGSHACKL, Georg HOFFMANN a Cem EKMEKCIOGLU. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2018, **58**(8), 1359-1374 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1259210>
33. HARVARD MEDICAL SCHOOL. *Staying healthy: Becoming a vegetarian*. Online. Harvard Health Publishing: Harvard Medical School. 2020. Dostupné z: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/becoming-a-vegetarian>. [cit. 2024-03-31].
34. HARVARD T.H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. *Calcium*. Online. Harvard T.H. Chan School of Public Health. C2024, 2023. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/calcium/>. [cit. 2024-05-14].
35. HARVARD T.H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. *The Nutrition Source: Protein*. Online. Harvard T.H. Chan School of Public Health. C2024. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-should-you-eat/protein/>. [cit. 2024-03-15].

36. HE, Jiang, Natasha Marie EVANS, Huaizhi LIU a Suqin SHAO. He, J., Evans, N. M., Liu, H., & Shao, S. (2020). A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:10.1111/1541-4337.12610. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2020, **19**(5), 2639-2656 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12610>
37. HE, Yang; WANG, Bixiang; WEN, Liankui; WANG, Fengzhong; YU, Hansong et al. Effects of dietary fiber on human health. Online. *Food Science and Human Wellness*. 2022, **11**(1), s. 1-6. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453021000677>. [cit. 2024-01-06].
38. HERCBERG, Serge, Mathilde TOUVIER a Jordi SALAS-SALVADO. The Nutri-Score nutrition label. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* [online]. 2021, **92**(3-4) [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000722>
39. HRDÝ, Petr a NOVOSAD, Pavel. Nové poznatky o funkci vitamínu D. Online. *Praktické lékárenství: Aktuální farmakoterapie*. 2015, **11**(2), s. 54-56. Dostupné z: <https://farmaciepropraxi.cz/pdfs/lek/2015/02/03.pdf>. [cit. 2024-01-04].
40. HURRELL. Phytic Acid Degradation as a Means of Improving Iron Absorption. Online. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2004, roč. 74, č. 6, s. 445-452. ISSN 0300-9831. Dostupné z: <https://doi.org/10.1024/0300-9831.74.6.445>. [cit. 2024-05-13].
41. Chantal J, Hercberg S, Europe WHORO for. Development of a new front-of-pack nutrition label in France: the five-colour Nutri-Score. Online. *Public Health Panorama*. 2017, roč. 3, č. 4, s. 712-725. Dostupné z: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/325207/php-3-4-712-725-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [cit. 2024-05-29].
42. CHAZELAS, Eloi, Nathalie DRUESNE-PECOLLO, Younes ESSEDDIK, Fabien Szabo DE EDELENYI, Cédric AGAESSE a Alexandre DE SA. Exposure to food additive mixtures in 106,000 French adults from the NutriNet-Santé cohort. *Scientific Reports* [online]. 2021, **11**(1): 19680 [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-98496-6>
43. CHEN, Chu-Chih; WANG, Yin-Han a WU, Kuen-Yuh. Consumption of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) Contaminated Beef and the Risk of Variant Creutzfeldt-Jakob Disease. Online. *Risk Analysis*. 2013, roč. 33, č. 11, s. 1958-1968. ISSN 0272-4332. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/risa.12079>. [cit. 2024-05-29].

44. CHIANG, Jie Hong, Simon m. LOVEDAY, Allan K. HARDACRE a Michael E. PARKER. Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Structure* [online]. 2019, **19** [cit. 2023-11-10]. ISSN 2213-3291. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.11.002>
45. ITTERMANN, Till; ALBRECHT, Diana; AROHONKA, Petra; BILEK, Radovan; CASTRO, Joao J. de et al. Standardized Map of Iodine Status in Europe. Online. *Thyroid*. 2020, **30**(9), 1346-1354. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1089/thy.2019.0353>. [cit. 2024-03-08].
46. J., Poore a Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* [online]. 2018, **360**(6392), 987-992 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>
47. JANSSEN, Meike, Claudia BUSCH, Manika RÖDIGER a Ulrich HAMM. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite* [online]. 2016, **105**, 643-651 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.06.039>
48. KALTE, Deborah. Political Veganism: An Empirical Analysis of Vegans' Motives, Aims, and Political Engagement. Online. *Political Studies*. 2021, roč. 69, č. 4, s. 814-833. ISSN 0032-3217. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0032321720930179>. [cit. 2024-05-14].
49. KAMENÍK, Josef. Inovace v masném průmyslu. VETERINÁRNÍ UNIVERZITA BRNO. *Foodnet: Informační systém PK ČR* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: https://www.foodnet.cz/images/J_Kamenk_II.pdf
50. KASPER, Heinrich. *Výživa v medicíně a dietetika*. 11. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4533-6.
51. Klasifikace výsledku v systému Nutri-Score. In: *Nutri-Score Česko* [online]. c2023 [cit. 2023-10-09]. Dostupné z: <https://www.nutriscorecesko.cz/o-nutri-score>
52. KNEBLÍKOVÁ, Markéta. IPSOS. Trendy ve veganských produktech. *Ipsos* [online]. 2023 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: <https://www.ipsos.com/cs-cz/trendy-ve-veganskych-produktech>
53. KOHOUT, Pavel; HAVEL, Eduard; MATĚJOVIČ, Martin a ŠENKYŘÍK, Michal (ed.). *Klinická výživa*. Praha: Galén, [2021]. ISBN 978-80-7492-555-9.
54. KOLODZIEJCZAK, Klaudia, Anna ONOPIUK, Arkadiusz SZPICER a Andrzej POLTORAK, DRAGOVIĆ-UZELAC, Verica a Maja REPAJIĆ, ed. Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A review. *Foods* [online]. 2022, **11**(1), 105 [cit. 2024-01-14]. Dostupné z: doi:10.3390/foods11010105
55. KOOLMAN, Jan a RÖHM, Klaus-Heinrich. In: *Barevný atlas biochemie*. 4. Praha: Grada, 2012, s. 28-50. ISBN 978-80-247-2977-0.

56. KULDA, V. Metabolizmus vitamínu D. Online. *Časopis vnitřní lékařství*. 2012, **58**(5), s. 400-404. Dostupné z: <https://casopisvnutrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2012/05/13.pdf>. [cit. 2024-01-04].
57. KUNOVÁ, Václava a TOMÁŠKOVÁ, Klára. *Maso*. Online. Společnost pro výživu. 2018. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/maso/>. [cit. 2024-05-17].
58. KYRIAKOPOULOU, Konstantina, Julia K. KEPPLER a Atze Jan VAN DER GOOT. Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods* [online]. 2021, **10**(3), 600 [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
59. LOŽNJAK ŠVARC, Petra; JENSEN, Marie Bagge; LANGWAGEN, Marija; POULSEN, Anders; TROLLE, Ellen et al. Nutrient content in plant-based protein products intended for food composition databases. Online. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022, roč. 106, s. 104332. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104332>. [cit. 2024-05-16].
60. LUITEN, Claire M; STEENHUIS, Ingrid HM; EYLES, Helen; NI MHURCHU, Cliona a WATERLANDER, Wilma E. Ultra-processed foods have the worst nutrient profile, yet they are the most available packaged products in a sample of New Zealand supermarkets. Online. *Public Health Nutrition*. 2016, roč. 19, č. 3, s. 530-538. ISSN 1368-9800. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S1368980015002177>. [cit. 2024-05-29].
61. MARISEVA, Alla a BEITANE, Ilze. Assessment of ingredients and nutritional value of vegan products in Latvian market. Online. *Food science: Research for rural development*. 2020, roč. 35, s. 118-124. Dostupné z: <https://doi.org/10.22616/RRD.26.2020.018>. [cit. 2024-05-16].
62. MICHEL, Fabienne, Christina HARTMANN a Michael SIEGRIST. Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. *Food Quality and Preference* [online]. 2021, **87**, 104063 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329320303323>
63. MICHELS, Nathalie, Ina Olmer SPRECHT, Berit L. HEITMANN, Veronique CHAJÈS a Inge HUYBRECHTS. Dietary trans-fatty acid intake in relation to cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews* [online]. 2021, **79**(7), 758-776 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z: doi:10.1093/nutrit/nuaa061
64. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Extruze. *Bezpečnost potravin* [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: bezpecnostpotravin.cz/termin/extruze/
65. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Sůl*. Online. Bezpečnost potravin. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/sul/>. [cit. 2024-05-13].

66. MOUBARAC, Jean-Claude; MARTINS, Ana Paula Bortoletto; CLARO, Rafael Moreira; LEVY, Renata Bertazzi; CANNON, Geoffrey et al. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. Online. *Public Health Nutrition*. 2013, roč. 16, č. 12, s. 2240-2248. ISSN 1368-9800. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S1368980012005009>. [cit. 2024-05-29].
67. NAIMI, Sabrine, Emilie VIENNOIS, Andrew T. GEWIRTZ a Benoit CHASSAING. Direct impact of commonly used dietary emulsifiers on human gut microbiota. *British Medical Journal* [online]. 2021, 9(66) [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40168-020-00996-6>
68. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Compound Summary for CID 6579, Acrylamide. *National Library of Medicine* [online]. 2021, 2023 [cit. 2023-10-04]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6579>
69. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Compound Summary for CID 5234, Sodium Chloride. *National Library of Medicine* [online]. 2021 [cit. 2023-11-28]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5234>
70. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Compound Summary for CID 4873, Potassium Chloride. *National Library of Medicine* [online]. 2021, [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-Chloride>
71. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Compound Summary for CID 54670067, Ascorbic Acid. *National Library of Medicine* [online]. 2021, [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/54670067>
72. NATIONAL HEALTH SERVICE. *Overview: Osteoporosis*. Online. NHS. 2022. Dostupné z: <https://www.nhs.uk/conditions/osteoporosis/>. [cit. 2024-03-07].
73. NHS. *The vegan diet*. Online. NHS. 2022. Dostupné z: <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/how-to-eat-a-balanced-diet/the-vegan-diet/>. [cit. 2024-03-31].
74. NUTRI-SCORE BLOG. Nutri-Score and other health dimensions of foods (ultra-processing, and presence of pesticide residues): how to better inform consumers ? *Nutri-Score* [online]. 2021 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://nutriscore.blog/2021/11/28/nutri-score-and-other-health-dimensions-of-foodshow-to-better-inform-consumers/>

75. NUTRI-SCORE BLOG. *Spreadsheet to calculate the updated version of the Nutri-Score*. Online. Nutri-Score blog. 2022 [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://nutriscore.blog/2022/12/25/spreadsheet-to-calculate-the-updated-version-of-the-nutri-score/>
76. NUTRI-SCORE ČESKO. Naše platforma. *Nutri-Score Česko* [online]. c2023 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.nutriscorecesko.cz/nase-platforma>
77. NUTRI-SCORE ČESKO. O Nutri-Score. *Nutri-score Česko* [online]. c2023 [cit. 2023-10-09]. Dostupné z: <https://www.nutriscorecesko.cz/o-nutri-score>
78. *NUTRI-SCORE Questions & Answers: English version*. Online. In: Santé Publique France. 2023. Dostupné z: <https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/02-determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/nutri-score/q-a-en>. [cit. 2024-04-15].
79. OPEN FOOD FACTS. Nova groups for food processing. *Open Food Facts* [online]. 2012 [cit. 2023-10-05]. Dostupné z: <https://world.openfoodfacts.org/nova>
80. OPEN FOOD FACTS. *Open Food facts*. Online. 2012. Dostupné z: <https://world.openfoodfacts.org>. [cit. 2024-04-15].
81. OXFORD LEARNER'S DICTIONARIES. *Omnivore*. Online. Oxford Learner's dictionaries. C2024. Dostupné z: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/omnivore>. [cit. 2024-05-14].
82. PAPIER, Keren, Tammy YN TONG, Paul N APPLEBY, et al. Comparison of Major Protein-Source Foods and Other Food Groups in Meat-Eaters and Non-Meat-Eaters in the EPIC-Oxford Cohort. *Nutrients* [online]. 2019, **11**(4), 824 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/4/824>
83. PAWLAK, R., S.E. LESTER a T. BABATUNDE. The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2014, **68**, 541-548 [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/ejcn201446>
84. RIZZO, Gianluca; LAGANA, Antonio Simone; RAPISARDA, Agnese Maria Chiara; FERRERA, Gioacchina Maria Grazia La; BUSCEMA, Massimo et al. Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. Online. *Nutrients*. 2016, **8**(12), 1-23. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu8120767>. [cit. 2024-02-26].

85. ROMÃO, Bernardo; BOTELHO, Raquel Braz Assunção; NAKANO, Eduardo Yoshio; RAPOSO, António; HAN, Heesup et al. Are Vegan Alternatives to Meat Products Healthy? A Study on Nutrients and Main Ingredients of Products Commercialized in Brazil. Online. *Frontiers in Public Health*. 2022, roč. 10. ISSN 2296-2565. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.900598>. [cit. 2024-05-16].
86. ROMÃO, Bernardo; BOTELHO, Raquel Braz Assunção; TORRES, Maria Luiza; MAYNARD, Dayanne da Costa; DE HOLANDA, Maria Eduarda Machado et al. Nutritional Profile of Commercialized Plant-Based Meat: An Integrative Review with a Systematic Approach. Online. *Foods*. 2023, roč. 12, č. 3, s. 448. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12030448>. [cit. 2024-05-13].
87. ROMERO FERREIRO, Carmen, David LORA PABLOS a Augustín GÓMEZ DE LA CÁMARA. Two Dimensions of Nutritional Value: Nutri-Score and NOVA. *Nutrients* [online]. 2021, **13**(8), čl. 2783 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3390/nu13082783>
88. SANTO, Raychel E., Brent F. KIM, Sarah E. GOLDMAN, Jan DUTKIEWICZ, Erin M. B. BIEHL a Martin W. BLOEM. Considering Plant-Based Meat Substitutes and Cell-Based Meats: A Public Health and Food Systems Perspective. *Frontiers in Sustainable Food Systems* [online]. 2020, **4** [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00134>
89. SELINGER, Eliška, Tilman KÜHN, Magdalena PROCHÁZKOVÁ, Michal ANDĚL a Jan GOJDA. Vitamin B12 Deficiency Is Prevalent Among Czech Vegans Who Do Not Use Vitamin B12 Supplements. *Nutrients* [online]. 2019, **11**(12), 3019 [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: doi:10.3390/nu11123019
90. SMETANA, Sergiy, Dusan RISTIC, Daniel PLEISSNER, Hanna L. TUOMISTO, Oleksii PARNIAKOV a Volker HEINZ. Meat substitutes: Resource demands and environmental footprints. *Resources, Conservation and Recycling* [online]. 2023, **190**, 106831 [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016%2Fj.resconrec.2022.106831>
91. SMITH, A. David; WARREN, Martin J. a REFSUM, Helga. Vitamin B12. Online. *Advances in Food and Nutrition Research: New Research and Developments of Water-Soluble Vitamins*. 2018, roč. 83, article 6, s. 215-279. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.005>. [cit. 2024-01-03].
92. SOFFRITTI, Morando, Fiorella BELPOGGI, Davide Degli ESPOSTI a Luca LAMBERTINI. Aspartame induces lymphomas and leukaemias in rats. *European Journal of Cancer* [online]. 2005, **10**(2), 107-116 [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://jeffreydachmd.com/wp-content/uploads/2013/07/Aspartame-induces-lymphomas-and-leukaemias-in-rats-Eur-J-Oncol-2005-Morando-Soffritti.pdf>

93. SPIRO, A. a J.L. BUTTRISS. Vitamin D: An overview of vitamin D status and intake in Europe. *Nutrition Bulletin* [online]. 2014, **39**(4), 322-350 [cit. 2024-03-07]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1111/nbu.12108>
94. Summary of requirements. In: WHO/FAO/UNU. *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. Singapore: World Health Organization, c2007, s. 242. ISBN 92 4 120935 6.
95. TAN, Li-Juan, Su Bin HWANG a Sangah SHIN. The Longitudinal Effect of Ultra-Processed Food on the Development of Dyslipidemia/Obesity as Assessed by the NOVA System and Food Compass Score. *Molecular Nutrition and Food Research* [online]. 2023, **67**(20) [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: doi:10.1002/mnfr.202300003
96. TONHEIM, Live Edvardsen; AUSTAD, Elisabeth; TORHEIM, Liv Elin a HENJUM, Sigrun. Plant-based meat and dairy substitutes on the Norwegian market: comparing macronutrient content in substitutes with equivalent meat and dairy products. Online. *Journal of Nutritional Science*. 2022, roč. 11, č. e9. ISSN 2048-6790. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/jns.2022.6>. [cit. 2024-05-16].
97. WHO, REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. *Manual to develop and implement front-of-pack nutrition labelling: Guidance for countries on the selection and testing of evidence-informed front-of-pack nutrition labelling systems in the WHO European Region*. Online. World Health Organization: Institutional Repository for Information Sharing. C2020. Dostupné z: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336988/WHO-EURO-2020-1569-41320-56234-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [cit. 2024-05-29].
98. WHO. Cancer: Carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat. *World Health Organization* [online]. 2015 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/cancer-carcinogenicity-of-the-consumption-of-red-meat-and-processed-meat>
99. WHO. *Sodium reduction*. Online. World Health Organization. 2023. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>. [cit. 2024-04-22].
100. WHO. WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children. Online. World Health Organization. 2015. Dostupné z: <https://www.who.int/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children>. [cit. 2024-04-13].
101. WILCOX, Rand. R. One Way Anova. In: *Applying Contemporary Statistical Techniques*. Academic Press, 2002, s. 285-328. ISBN 9780127515410.
102. Wilson, E.B. (1927). Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association*, 22, 209--212. 10.2307/2276774.

103. WU, Guoyao. Dietary protein intake and human health. *Food & Function* [online]. 2016, 7(3), 1251-1265 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1039/C5FO01530H>
104. ZACHARIÁŠOVÁ, Milena. *Prvky a minerální látky*. Online. In: VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE [VŠCHT]. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~dolezala/CHPC/2%20Miner%3%a1ln%3%ad%20l%3%a1tky%4%8den%3%ad.pdf>. [cit. 2024-05-13].
105. ZHANG, Jinchuang, Li LIU, Yuanrong JIANG, Shah FAISAL, Linlin WEI, Chunjie CAO, Wenhui YAN a Qiang WANG. Converting Peanut Protein Biomass Waste into "Double Green" Meat Substitutes Using a High-Moisture Extrusion Process: A Multiscale Method to Explore a Process for Forming a Meat-Like Fibrous Structure. *Journal of agricultural and food chemistry* [online]. 2019, 67(38), 10713-10725 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31453702/

SEZNAM ZKRATEK

ADI = acceptable daily intake = akceptovatelný denní příjem

AMK = aminokyselina

ANOVA = Analysis of variance = Analýza rozptylu (variance)

b. r. = bez roku

CEP = celkový energetický příjem

DNA = deoxyribonucleic acid = deoxyribonukleová kyselina

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

EFSA: CONTAM Panel = European Food Safety Authority: Contaminants in the Food Chain = Evropský úřad pro bezpečnost potravin: Kontaminanty v potravinovém řetězci

g = gram

HSR = Health Star Rating

KCl = chlorid draselný

LDL = low density lipoprotein = nízkodenzitní lipoprotein

mg = miligram

MK = mastná kyselina

MTL = Multiple Traffic Lights

MUFA = monounsaturated fatty acids = mononenasyčené mastné kyseliny

NaCl = chlorid sodný

NS = Nutri-Score

PBMAs = plant-based meat alternatives = rostlinné alternativy masa

PUFA = polyunsaturated fatty acids = polynenasycené mastné kyseliny

RI = Reference Intakes

SENS = Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié = Zjednodušený systém nutričního značení

SFA = saturated fatty acids = nasycené mastné kyseliny

TAG = triacylglycerol

TFA = trans-fatty acid = transmastná kyselina

USA = United States of America = Spojené státy americké

UV-B = ultraviolet B radiation = ultrafialové záření typu B

VLDL = very low density lipoprotein = velmi nízkodenzitní lipoprotein

WHO = World Health Organization = Světová zdravotnická organizace

WS = Warning Symbol

µg = mikrogram

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Klasifikace výsledku v systému Nutri-Score (zdroj: Nutri-Score Česko, 2023)

Obrázek č. 2: Klasifikace výsledku v systému Eco-Score (zdroj: Open Food Facts, 2012)

Obrázek č. 3: Korelační matice nejčastěji se vyskytujícími aditiv

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Možné formy výskytu některých rizikových mikronutrientů v potravinách po jejich obohacení

Tabulka č. 2: Počet produktů dle Nutri-score

Tabulka č. 3: Výživové hodnoty všech produktů vztažené na 100 g výrobku

Tabulka č. 4: Výskyt nejčastěji použitých zdrojů tuků

Tabulka č. 5: Výskyt nejpoužívanějších zdrojů bílkovin v hodnocených alternativách masa

Tabulka č. 6: Výskyt nejčastějších kombinací primárních a sekundárních zdrojů bílkovin

Tabulka č. 7: Procentuální vyjádření mikronutrientů, kterými byly produkty nejčastěji obohacovány

Tabulka č. 8: Počet produktů s uvedeným množstvím doplněného mikronutrientu, jejich množství/100 g výrobku a vyjádření % z doporučené denní dávky dle EFSA (2019) (DDD)

Tabulka č. 9: Rozdělení kategorií produktů do větších skupin

Tabulka č. 10: Výsledky testování dílčích hypotéz H_{A0} a H_{A1}

Tabulka č. 11: Procento produktů obohaceno o daný mikronutrient

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Průměrné hodnoty Nutri-Score vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 2: Průměrné hodnoty energie vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 3: Průměrné hodnoty tuků a nasycených mastných kyselin vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 4: Průměrné hodnoty sacharidů a cukrů vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 5: Průměrné hodnoty vlákniny vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 6: Průměrné hodnoty bílkovin vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 7: Průměrné hodnoty soli vzhledem ke kategoriím alternativ masa

Graf č. 8: Boxploty energetických hodnot dle skupin alternativ masa

Graf č. 9: Boxploty množství bílkovin dle skupin alternativ masa

Graf č. 10: Boxploty množství cukrů dle skupin alternativ masa

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Souhrnná tabulka obsahující data zkoumaného souboru alternativ masa

Příloha č. 2: Tabulka – nutriční kompozice rostlinných alternativ masa dle kategorií

Příloha č. 3: Tabulka – 20 nejčastěji se vyskytujících surovin (bez započítání hlavních zdrojů bílkovin, obohacujících látek a aditiv) v rostlinných alternativách masa

Příloha č. 4: Grafy zobrazující boxploty pro výživové hodnoty dle skupin: tuky, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, vláknina, sůl

Příloha 1: Souhrnná tabulka⁵



Příloha 2: Tabulka – nutriční kompozice rostlinných alternativ masa dle kategorií



⁵ Souhrnná tabulka je velkého formátu a na některých zařízeních tak může být problém s jejím načtením. V případě technických potíží je možné využít kontaktní email: majda.dusova@gmail.com, tabulka vám bude zaslána.

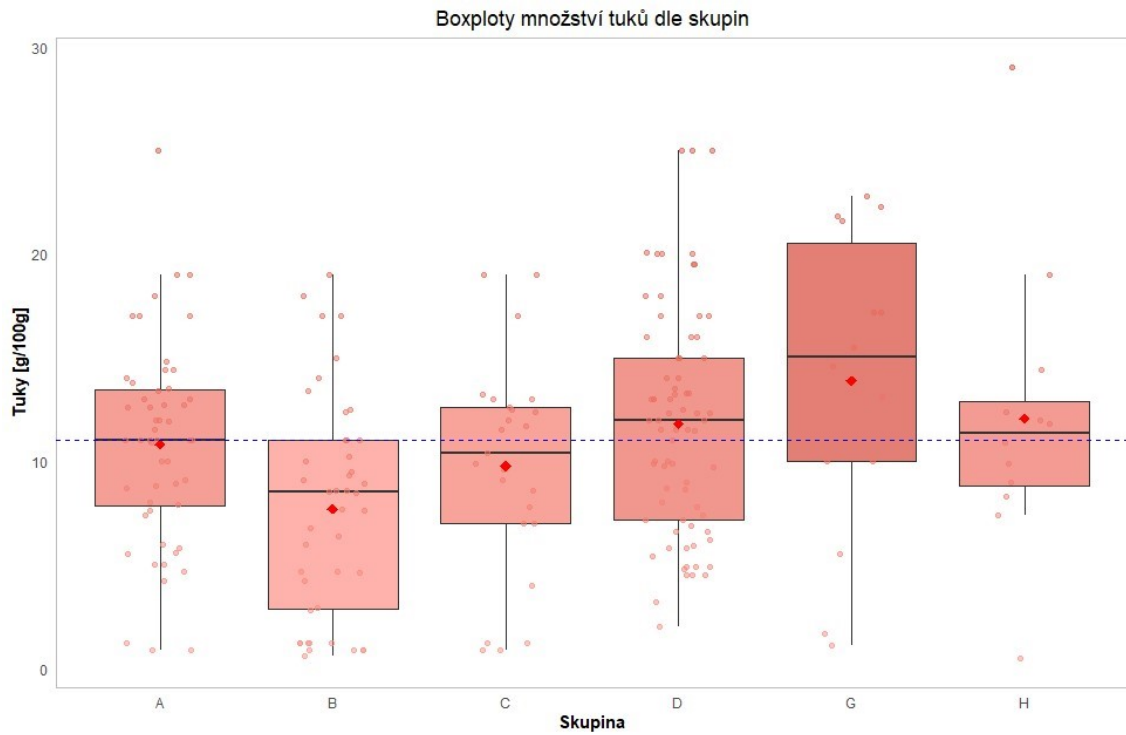
Příloha 3:

Tabulka č. 3: 20 nejčastěji se vyskytujících surovin (bez započítání hlavních zdrojů bílkovin, obohacujících látek a aditiv) v rostlinných alternativách masa

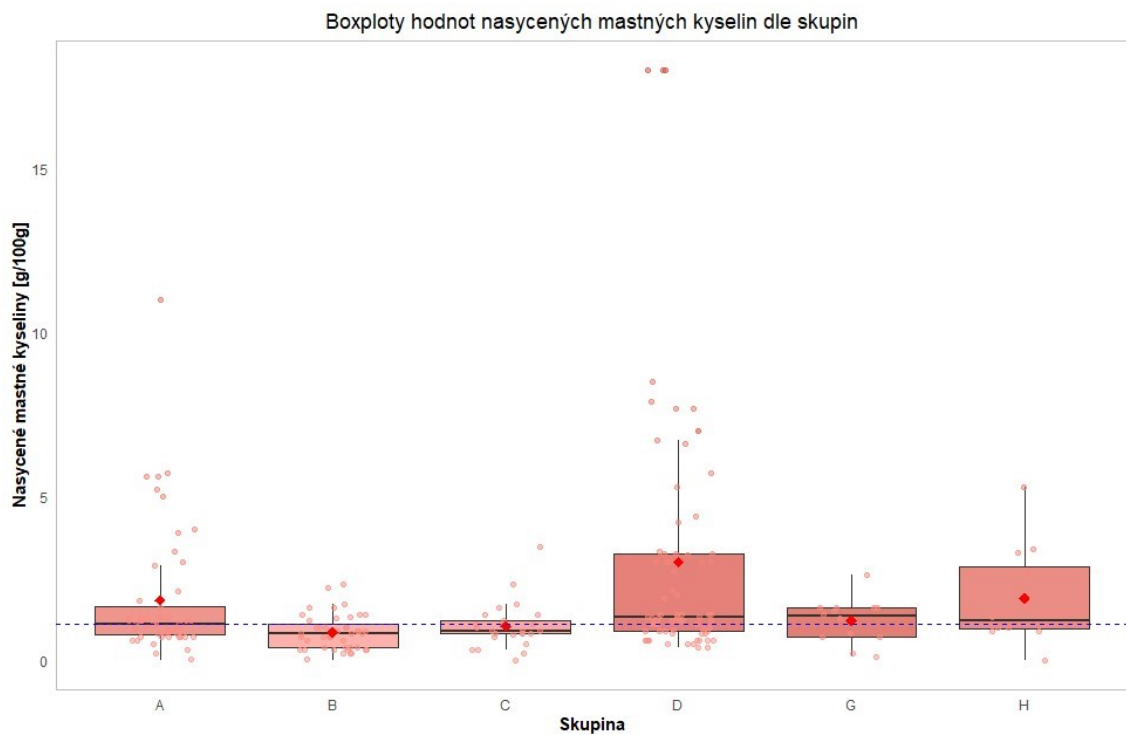
Surovina	Počet produktů obsahujících surovinu	% produktů obsahujících surovinu
Sůl jedlá/mořská	193	85.8
Aromata/přírodní dochucovadla	152	67.6
Řepkový olej	132	58.7
Slunečnicový olej	86	38.2
Cibule	77	34.2
Česnek	58	25.8
Výtažek z droždí/kvasnic	55	24.4
Kukuřičný škrob	53	23.6
Kvasný ocet (lihový/vinný/jablečný)	47	20.9
Cukr	42	18.7
Bramborový škrob	40	17.8
Droždí	39	17.3
Výtažky koření	37	16.4
Pšeničná mouka	34	15.1
Glukóza	31	13.8
Červená paprika	31	13.8
Ječný sladový výtažek	28	12.4
Citrusová vláknina	27	12.0
Kokosový olej	26	11.6
Pšeničný škrob	26	11.6

Příloha 4: Grafy zobrazující boxploty pro hodnoty: tuky, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, vláknina, sůl

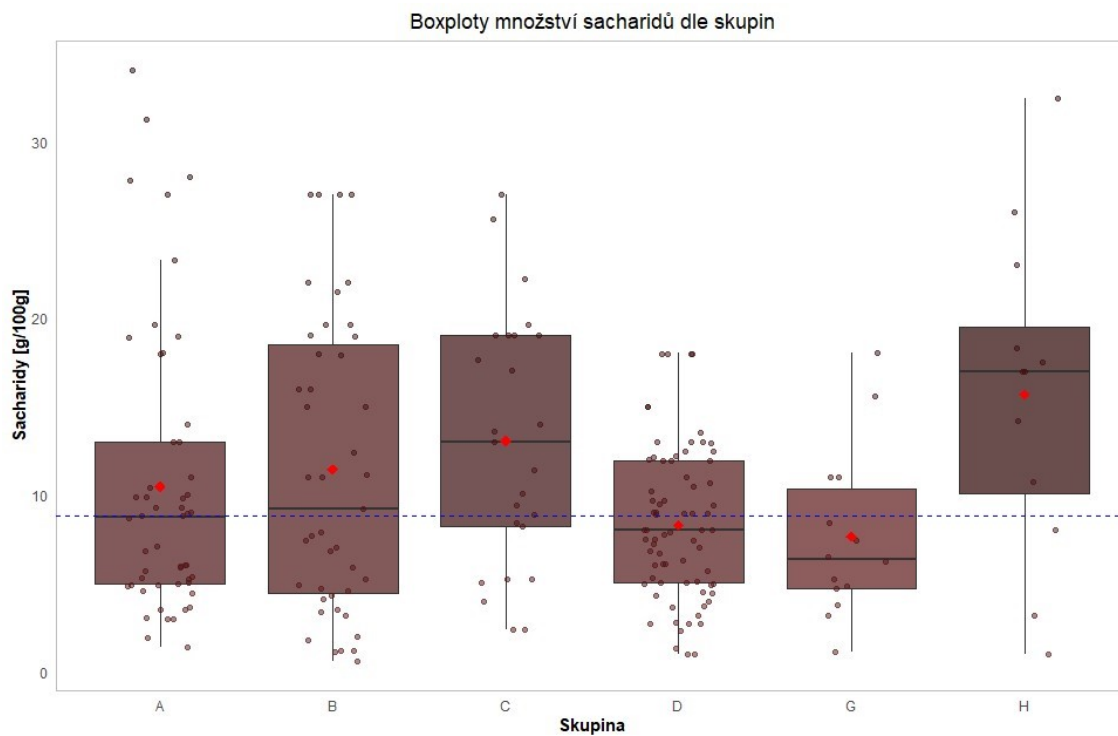
Graf č. 1: Boxploty množství tuků dle skupin alternativ masa



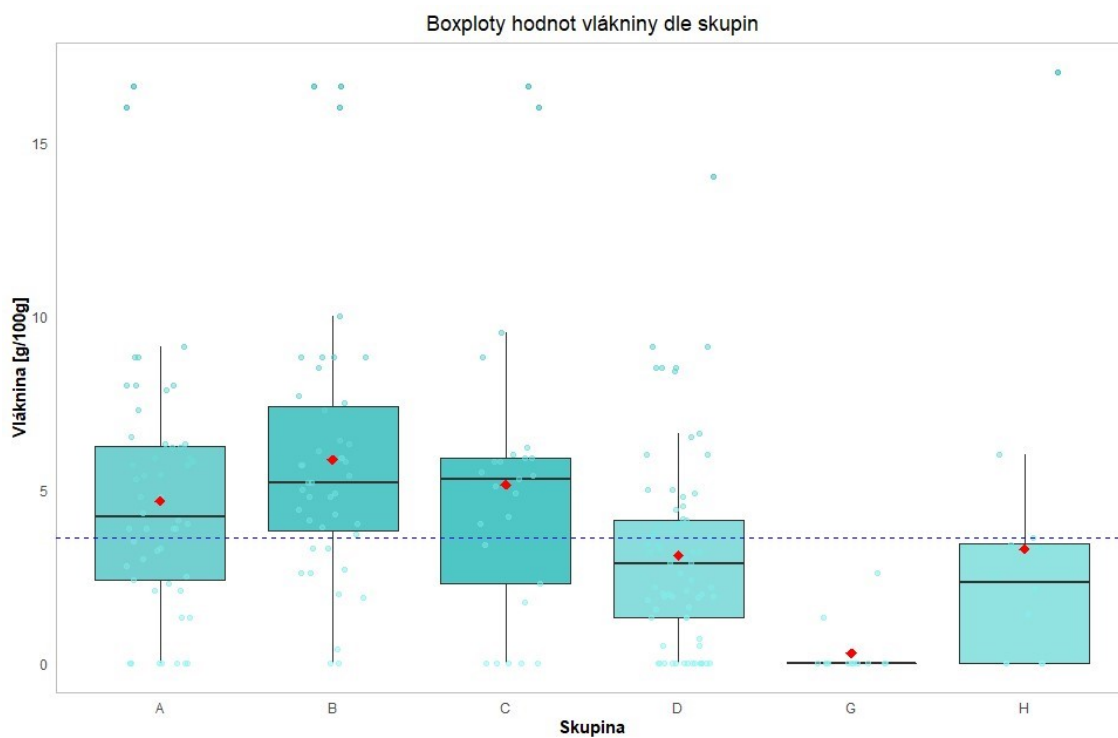
Graf č. 2: Boxploty hodnot nasycených mastných kyselin dle skupin alternativ masa



Graf č. 3: Boxploty množství sacharidů dle skupin alternativ masa



Graf č. 4: Boxploty hodnot vlákniny dle skupin alternativ masa



Graf č. 5: Boxploty množství soli dle skupin alternativ masa

