

Univerzita Karlova

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut



Ema Gregorová

Nutriční a senzorická hodnota alternativ masa

Nutritional and sensory value of meat alternatives

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. Dr. Ing. Marek Doležal

Praha, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 29. 04. 2022

.....

Ema Gregorová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala doc. Dr. Ing. Marku Doležalovi za odborné vedení mé práce, za ochotu a trpělivost při realizaci experimentální části a za věcné rady a připomínky.

Identifikační záznam

GREGOROVÁ, Ema. Nutriční a senzorická hodnota alternativ masa. [*Nutritional and sensory value of meat alternatives*]. Praha, 2022. 86 s. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, 3. interní klinika. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Marek Doležal.

Abstrakt

Alternativy masa hrají stále důležitější roli ve výživě nejen vegetariánů a veganů, jejich nutriční hodnota a senzorické vlastnosti jsou však častým předmětem diskuze.

Cílem této práce bylo analogy masa nutričně a senzoricky zhodnotit, závěr práce je věnován srovnání nutričních hodnot s nutričními hodnotami hovězího masa. Analyzováno bylo celkem 17 vzorků, většina analýzy se věnuje 16 vzorkům alternativ masa, do senzorické analýzy byl zahrnut vzorek živočišného masa pro porovnání organoleptických vlastností. Pro stanovení nutričních hodnot ve vzorcích bylo využito několik metod: gravimetrie (stanovení obsahu sušiny), extrakce dle Soxhleta (stanovení obsahu tuku), Kjeldahlova metoda (stanovení obsahu bílkovin), plynová chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem GC/FID (stanovení složení mastných kyselin), smyslové vlastnosti vzorků byly hodnoceny pomocí senzorické analýzy. Stanovením sušiny, bílkovin a tuků byly zjištěny kvantitativní údaje, které byly využity pro dopočet sacharidů.

V hodnocených alternativách masa bylo zastoupení hlavních živin velmi rozdílné. Byl zjištěn obsah tuku v rozpětí 0,2-22,5 g/100 g, obsah bílkovin 6,7-57,4 g/100 g a obsah sacharidů 1,15-37,8 g/100 g. Poměr živin v alternativách byl více různorodý, než je v živočišném mase. Stanovením složení mastných kyselin byl ve všech vzorcích zjištěn obsah nasycených mastných kyselin méně než 50 % a obsah *trans*-mastných kyselin méně než 1 %. V rámci senzorické analýzy předčily živočišný vzorek 3 rostlinné alternativy masa.

Alternativy masa mají z nutričního hlediska oproti živočišnému masu svá pozitiva i svá negativa, u většiny z nich byla však zaznamenána nižší senzorická jakost.

Klíčová slova: Alternativy masa, nutriční hodnocení, GC-FID, senzorická analýza

Abstract

Meat alternatives are playing an increasingly important role not only in the diet of vegetarians and vegans, their nutritional value and sensory properties are often a matter of discussion.

The aim of this thesis was to evaluate nutritional and sensory value of meat analogues nutritionally and the conclusion of the paper is dedicated to the comparison of nutritional values with those of beef. A total of 17 samples were analyzed, most of the analysis is devoted to 16 meat alternatives, the sensory analysis included a sample of animal meat for comparison of organoleptic properties. Several methods were used to determine the nutritional values in the samples: gravimetry (determination of dry matter content), Soxhlet extraction (determination of fat content), Kjeldahl method (determination of protein content), GC/FID (determination of fatty acid composition), sensory analysis. The determination of dry matter, protein and fat provided quantitative data which were used to calculate the carbohydrate content.

The fat content of the meat alternatives evaluated ranged from 0,2-22,5 g/100 g, the protein content ranged from 6,7-57,4 g/100 g and the carbohydrate content from 1,15-37,8 g/100 g. The ratio of nutrients in the alternatives was more diverse than in the animal meat. The analysis of fatty acid composition of all samples showed a saturated fatty acid content of less than 50 % and a *trans* fatty acid content of less than 1 %. In the sensory analysis, 3 plant based meat alternatives outperformed the animal meat sample.

Compared to animal meat, meat alternatives have both advantages and disadvantages from a nutritional point of view, but most of them have been found to be of lower sensory quality.

Keywords: Meat alternatives, nutritional evaluation, GC-FID, sensory analysis

Obsah

TEORETICKÁ ČÁST	11
1. Úvod	11
2. Suroviny	13
2.1. Sója luštinatá.....	13
2.2. Pšenice	15
2.2.1. Lepek	15
2.3. Hrách setý.....	16
2.4. Vejce.....	17
3. Produkty	18
3.1. Tempeh	18
3.1.1. Složení	18
3.1.2. Technologie	18
3.1.3. Nutriční hodnoty	19
3.2. Tofu	19
3.2.1. Složení	19
3.2.2. Technologie	20
3.2.3. Nutriční hodnoty	21
3.3. Seitan	21
3.3.1. Složení	21
3.3.2. Technologie	21
3.3.3. Nutriční hodnoty	21
3.4. Šmakoun	22
3.4.1. Složení	22
3.4.2. Technologie	22
3.4.3. Nutriční hodnoty	22
3.5. Extrudované sójové produkty.....	23

3.5.1.	Složení	23
3.5.2.	Technologie	23
3.5.3.	Nutriční hodnoty	24
3.6.	Robi	24
3.6.1.	Složení	24
3.6.2.	Technologie	24
3.6.3.	Nutriční hodnoty	24
3.7.	Bezmasé burgery	24
3.7.1.	Složení	25
3.7.2.	Technologie	25
3.7.3.	Nutriční hodnoty	26
4.	Nutriční hodnocení	27
4.1.	Nutriční hodnocení lipidů v potravě	27
4.1.1.	Nasyčené mastné kyseliny	28
4.1.2.	Mononenasyčené mastné kyseliny	28
4.1.3.	Omega-6 mastné kyseliny	28
4.1.4.	Omega-3 mastné kyseliny	29
4.1.5.	<i>Trans</i> -nenasyčené mastné kyseliny	29
4.2.	Nutriční hodnocení proteinů v potravě	30
4.3.	Nutriční hodnocení sacharidů v potravě	30
4.4.	Antinutriční a toxické látky	31
PRAKTICKÁ ČÁST		33
5.	Analyzované vzorky	33
6.	Metodika	41
6.1.	Stanovení sušiny	41
6.1.1.	Chemikálie	41
6.1.2.	Přístroje a pomůcky	41

6.1.3.	Příprava vzorku.....	42
6.1.4.	Postup	42
6.2.	Stanovení tuku podle Soxhleta	42
6.2.1.	Chemikálie	42
6.2.2.	Přístroje a pomůcky	43
6.2.3.	Příprava vzorku.....	43
6.2.4.	Postup	43
6.3.	Stanovení složení mastných kyselin metodou GC/FID	44
6.3.1.	Chemikálie	44
6.3.2.	Přístroje a pomůcky	44
6.3.3.	Příprava vzorku.....	44
6.3.4.	Postup	45
6.4.	Stanovení bílkovin pomocí Kjeldahlovy metody	46
6.4.1.	Chemikálie	46
6.4.2.	Přístroje a pomůcky	46
6.4.3.	Postup	47
6.5.	Senzorická analýza	48
6.5.1.	Průběh sensorické analýzy	49
7.	Výsledky	50
7.1.	Obsah sušiny	50
7.2.	Obsah tuku	51
7.3.	Stanovení složení mastných kyselin	52
7.4.	Obsah bílkovin	57
7.5.	Obsah sacharidů.....	58
7.6.	Senzorická analýza	58
8.	Diskuze	70
9.	Závěr	74

Seznam použité literatury	76
Seznam zkratk.....	82
Seznam tabulek	83
Seznam grafů.....	85

TEORETICKÁ ČÁST

1. Úvod

S narůstající oblibou alternativních stravovacích směrů pozorujeme nárůst i v popularitě využívání alternativ masa. Alternativou masa rozumíme výrobek, který je vyroben z vegetariánských ingrediencí (nejčastěji luštěniny, zelenina, vejce) a připomíná texturu masa živočišného – používá se jako jeho náhrada. Tyto výrobky jsou populární hlavně u vegetariánů, pokud jsou z čistě rostlinných ingrediencí, tak také u veganů. V poslední době narůstá počet lidí, kteří vědomě snižují svůj příjem masa z etických, environmentálních či zdravotních důvodů, což zapříčiňuje zvýšení popularity těchto produktů. Cílovou skupinou tedy nejsou jen vegani a vegetariáni, ve vědecké a veřejné společnosti se vžil neologismus "flexitarián", který označuje konzumenty masa, kteří ho považují za důležitý zdroj živin, ale zároveň berou v úvahu etické hledisko (např. udržitelnost intenzivní produkce a dobré životní podmínky zvířat), a tak svou spotřebu masa vědomě snižují (De Marchi, 2021).

Celková spotřeba masa (v hodnotě na kosti) v České republice od roku 1989 poklesla z 97,4 kg na 84 kg na obyvatele za rok (2020), maso však stále představuje podstatnou část českého jídelníčku (Rysová, 2021), hodnota spotřeby masa na obyvatele ČR se nachází nad průměrnou spotřebou masa na obyvatele v Evropě, která činí 68,4 kg (2021) (Shahbandeh, 2021). Zájem o alternativy masa se ve světě meziročně zvyšuje, avšak není ani zdánlivě tak vysoký, jako o živočišné maso.

Mezi nejznámější rostlinné alternativy masa patří výrobky z luštěnin. K nejběžnějším patří výrobky ze sóji – extrudované sójové produkty, tempeh (fermentované sójové boby), nebo tofu (výrobek ze sráženého sójového nápoje). Dále k alternativám masa řadíme také výrobky z obilovin – robi (výrobek z rostlinné bílkoviny), seitan (výrobek z pšeničného lepku) a výrobky z vajec (Šmakoun – výrobek z vaječné bílkoviny). Za valnou část popularizace alternativ masa může také rostoucí nabídka rostlinných burgerů, které představují velmi různorodou skupinu potravin.

Na narůstající zájem o alternativy masa reaguje i trh s nimi, který se rychle rozšiřuje. Za povšimnutí stojí také popularizace alternativ masných výrobků (rostlinné salámy, párky, paštiky...). Tyto produkty jsou vyráběny z podobných surovin, s přidáním ingrediencí

zajišťujících požadovanou chuť a konzistenci imitující masné výrobky. Nabídka těchto výrobků značně rozšiřuje možnosti alternativního stravování, což přispívá k jeho zvyšující se oblibě.

Alternativy masa se od živočišného liší jak nutričními, tak organoleptickými vlastnostmi. Cílem výrobců rostlinných alternativ masa je vytvořit produkt, který bude živočišné maso alespoň z části sensoricky připomínat a ve stravě nutričně nahrazovat.

Navzdory narůstajícímu zájmu o tyto produkty můžeme konstatovat, že mají několik nedostatků, často diskutovaným tématem u bezmasého stravování je příjem bílkovin z rostlinných produktů, který bývá obecně vnímán jako nedostatečný z hlediska jak množství, tak kvality (obsahu esenciálních aminokyselin). Pro celkové nutriční zhodnocení těchto výrobků je nutné zohlednit také obsah antinutričních látek – látek, které znemožňují správné vstřebávání živin (např. minerálů). Zdrojem antinutričních látek jsou hlavně rostliny, konkrétně i luštěniny a obilniny, které jsou ve většině případů hlavními surovinami pro výrobu těchto produktů. Velkou technologickou překážkou je intenzivní zpracovávání surovin za účelem dosažení konzistence a chuti masa, které může představovat výzvu z pohledu bezpečnosti potravin.

V české legislativě nejsou alternativy masa nijak přímo definovány, nesmí se však označovat pojmenováním *maso* (např. sójové *maso*), což vychází z jeho definice ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. Přímo definované je v legislativě tofu, jako sójový výrobek vytvořený srážením a tempeh, jako sójový výrobek vyrobený tepelnou úpravou fermentované sóji, jiné luštěniny či obilniny nebo jejich kombinace (vyhláška č. 329/1997 Sb.).

Cílem této práce je shrnout informace o alternativách živočišného masa a kriticky zhodnotit jejich nutriční a sensorické vlastnosti. Teoretická část práce se věnuje základním charakteristikám těchto produktů, surovinám a technologiím výroby. Experimentální část je zaměřena na obsah hlavních živin ve vybraných vzorcích, jeho hodnocení a porovnání s informacemi deklarovanými na obalech výrobků. V závěru je provedeno sensorické zhodnocení pozorovaných vzorků pomocí sensorické analýzy a srovnání nutričních hodnot alternativ masa s nutričními hodnotami živočišného masa.

2. Suroviny

Základem vývoje alternativ masa jsou bílkoviny. K napodobení struktury, vzhledu a chuti živočišných výrobků jsou potřeba různé funkční ingredience a vytvoření konzistence vláknitých struktur podobných masu vyžaduje intenzivní zpracování (např. extruze, odstředování...). Tyto procesy umožňují transformaci nativních struktur bílkovin do nesložené, denaturované formy, která podporuje interakci mezi bílkoviny a polysacharidy. Polysacharidy jsou látky s významnou schopností vázat vodu, zlepšující konzistenci a texturu.

Na chuti, struktuře a šťavnatosti masa a masných výrobků se významně podílí živočišný tuk, pro navození podobných vlastností se u alternativ masa využívá jak tuhých tuků extrahovaných z tropických plodů (např. kokosový tuk), tak tekutých olejů (řepkový, slunečnicový olej), které mají vyšší obsah nenasycených mastných kyselin. Do produktů, které mají přímo evokovat maso se přidávají červené pigmenty, které dodávají esteticky podobný vzhled, mohou také obsahovat přídavky různých vitaminů a minerálních látek, aby se dosáhlo výživové hodnoty srovnatelné s masem.

Pro přípravu analogů masa by mohly být využity prakticky všechny rostlinné bílkoviny, avšak vzhledem k široké dostupnosti, ceně a zpracovatelnosti se jako stavební kámen alternativních produktů nejčastěji používají sójové a hrachové bílkoviny a pšeničný lepek. Přírozená globulární struktura luštěninových bílkovin není vhodná pro vytvoření vláknité struktury podobné masu, proto je nutností intenzivní zpracování, jehož součástí jsou procesy, které přeměňují původní globulární strukturu na strukturu vláknitou (Sha & Xiong, 2020). Najdeme i takové alternativy, jejichž základem je živočišná bílkovina (např. vaječný bílek).

2.1. Sója luštinatá

Sója je aktuálně světově nejvýznamnější a nejrozšířenější luštěninou. Co se světové produkce týče, zaujímá 8. místo mezi zemědělskými surovinami. Mezi její nejvýznamnější producenty řadíme USA, Brazílii, Argentinu a Čínu (Dostálová, 2014). Její produkce stále stoupá, v ČR ale nedošlo k žádnému výraznému rozmachu jejího pěstování vzhledem k nevhodným podmínkám – chybí dostatečné teplo, které je potřeba k vyžrání (Pokora, 2013). V Evropě je pěstování sóji vhodné pouze ve vybraných klimaticky vyhovujících lokalitách, objem zde vypěstované sóji činí asi 2 % celkové světové produkce (Dostálová, 2014).

V České republice najdeme na trhu několik druhů sójových produktů, mezi které řadíme suché sójové boby, sójovou mouku, sójové nápoje, zakysané sójové výrobky, sojanézu (sójová obdoba tatarské omáčky) a produkty, které můžeme označit za rostlinné alternativy masa – extrudované sójové výrobky, tofu a tempeh (Pokora, 2013).

Díky svému specifickému složení má sója oproti jiným luštěninám o mnoho širší využití, z tohoto důvodu představuje v současnosti nejvýznamnější a světově nejrozšířenější luštěninu. Sója vyčnívá vysokým obsahem bílkovin a tuků, což zapříčiňuje vysokou energetickou hodnotu sójových bobů (1900 kJ na 100 g sóji).

Obsah bílkovin v sójových bobech se pohybuje v rozpětí 32-42 %, závisí na několika faktorech, kterými jsou např. odrůda nebo lokalita pěstování. Esenciální aminokyseliny tvoří významný podíl bílkovin sóji, dominantní je ale obsah neesenciálního glycinu (až 36 %). Nutričně limitujícími aminokyselinami jsou methionin, cystein a tryptofan. Z tohoto důvodu nemůžeme sójové výrobky považovat za plnohodnotnou náhradu živočišného masa, pouze částečnou. Sójové bílkoviny jsou význačné svou schopností vázat vodu a tuky – díky tomu se nabízí možnost je technologicky převést na vláknité struktury, které připomínají živočišné maso, čehož se využívá při tvorbě jeho alternativ (Dostálová, 2017).

Tuky v sójových bobech představují 20-30 %. Jejich složení je velmi hodnotné – mají vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin (Dostálová, 2017). Sója je výborným zdrojem kyseliny linolové (obsah 55 %) ze skupiny omega-6 mastných kyselin (Brát, 2017), která je pro člověka významná schopností udržovat hladiny cholesterolu v normě (Dostálová, 2017). Sója je zároveň jediná luštěnina, kterou můžeme zařadit mezi zdroje omega-3 mastných kyselin, obsahuje cca 7 % kyseliny alfa-linolenové. V neposlední řadě obsahuje sója fosfolipidy, látky tvořící základ buněčných membrán, které tvoří dvouprocentní podíl obsažených tuků (Brát, 2017).

Podíl sacharidů v sóji činí asi 30 %, z toho cca 10 % tvoří sacharóza, 5 % oligosacharidy, zbytek představují polysacharidy a vláknina. Vláknina hraje významnou roli v trávení – představuje nestravitelnou složku, která napomáhá jeho průběhu. Naopak obsažené oligosacharidy nás mohou ovlivnit negativně v podobě flatulence, protože k jejich štěpení dochází až v tlustém střevě, tyto látky je však možné eliminovat klíčením nebo delším namáčením ve vodě (Brát, 2017).

Sója obsahuje vitaminy skupiny B, dále vitamin C a provitaminy vitaminu A. Sójový olej je bohatý na vitaminy rozpustné v tucích, významným je vitamin E (obsah 530-2000 mg.kg⁻¹), přírodní antioxidant chrání buňku před negativním účinkem působení volných radikálů. Sója obsahuje dále vitamin K2, který je důležitý pro optimalizaci využití vápníku při stavbě kostí (Dostálová, 2017). Ve fermentovaných výrobcích můžeme najít také vitamin B12, který je často deficitní u lidí, kteří nekonzumují živočišné potraviny – např. u veganů (Brát, 2017).

2.2. Pšenice

Pšenice je jednou z nejvýznamnějších světových potravinářských plodin, řadí se mezi 3 nejpěstovanější obiloviny společně s rýží a kukuřicí. Ročně se sklídí více než 600 milionů tun pšenice, je pro ni význačný její rozsah pěstování – dá se pěstovat v různých klimatických podmínkách (od Ruska, přes Skandinávii až po Argentinu). V současné době se pěstuje hlavně hexaploidní chlebová pšenice (95 %), zbylých 5 % tvoří tetraploidní tvrdá pšenice. V poslední době jsou popularizovány také odrůdy známé jako zdravé alternativy pšenice chlebové, kamut a špalda (Shewry, 2009). Tyto druhy pšenice jsou minoritní, ve srovnání s pšenicí obecnou z nutričního hlediska obsahují více minerálních látek, esenciálních aminokyselin a polyfenolů. (Sluková, 2016).

Pšenice má vysokou energetickou hodnotu díky vysokému obsahu škrobu. Pšeničné jádro obsahuje 8-15 % bílkovin, z nichž 10-15 % tvoří albumin nebo globulin a 85-90 % lepek (Biesiekierski, 2017). Na 100 g obsahuje pšeničné zrno průměrně 1367 kJ/323 kcal, 1,83 g tuku, 11,4 g bílkovin a 59,6 g sacharidů (Souci et al., 2015).

Pšenice je také zdrojem důležitých minerálních látek, kterých lidé často přijímají nedostatečné množství, například selen, zinek, nebo železo. Pšenice neobsahuje významně velké množství těchto minerálů, ale díky časté konzumaci chleba a dalších pšeničných produktů v západním světě výrazně přispívá k udržování jejich hladiny v normě (Shewry, 2009). Mezi produkty na bázi pšenice řadíme i masové alternativy seitan a Robi.

2.2.1. Lepek

Součástí pšenice je lepek (směs bílkovin, jejíž nejdůležitějšími složkami jsou gliadiny a gluteniny), který představuje omezení ve stravování pro konzumenty, kteří v důsledku celiakie dodržují bezlepkovou dietu. Lepek je obsažen v několika obilovinách – v pšenicí, žitě, ovsu a

ječmeni (Dostálová, 2014). Alternativy masa na bázi pšenice nebo pšeničné bílkoviny nejsou pro tyto spotřebitele vhodné, osoby s intolerancí lepku však mohou na trhu najít několik jiných produktů tohoto typu, které budou vyhovovat jejich dietě, vzhledem k obsahu lepku nižším než 5 mg/kg – hluboko pod legislativním limitem pro bezpečkové potraviny (20 mg lepku/kg). Mezi alternativy masa vhodné pro celiaky řadíme např. tofu nebo tempeh (Rysová, 2021).

2.3. Hrách setý

Hrách setý představuje velmi významnou luštěninu, jeho odhadovaná roční produkce činí 13,5 milionů tun (Ge et al., 2020). Hrách je považován za snadno dostupný zdroj bílkovin, polysacharidů, vitaminů a minerálních látek. Vysoká hustota živin z něj činí cennou potravinářskou komoditu, je významným zdrojem bílkovin pro člověka i zvířata.

Hrách je důležitým zdrojem vysoce kvalitních rostlinných bílkovin ve stravě. V hrachu setém je obsaženo 21,2–32,9 % proteinů, většina z těchto bílkovin jsou zásobní bílkoviny – globuliny. Stravitelnost syrové bílkoviny hrachu *in vitro* je snížena přítomností inhibitorů proteáz, ačkoli se uvádí, že stravitelnost bílkoviny hrachu je vyšší než stravitelnost sójových bobů a některých dalších luštěnin. Na rozdíl od ostatních surovin, které se používají jako báze alternativ masa, hrachový protein není získáván z jedné z 8 nejčastějších alergenních potravin (mléko, vejce, arašidy, ořechy ze stromů, sója, ryby, korýši a pšenice), což je pozitivní pro konzumenty s dietními omezeními.

Hlavní složkou hrachu jsou škrob a vláknina, které tvoří v průměru 46 %, celkový podíl vlákniny se pohybuje mezi 14 a 26 %. Díky vlastnostem těchto dvou složek je hrách potravinou s nízkým glykemickým indexem, je tedy prospěšný při prevenci a léčbě inzulinové rezistence, případně diabetu 2. typu. Hrách, stejně jako jiné luštěniny, obsahuje významné koncentrace oligosacharidů obsahujících galaktózu, které mohou mít flatulenční účinky v tlustém střevě.

Obsah lipidů v hrachu představuje pouze 1,2 až 2,4 %, je tedy nízký, ale má příznivou skladbu mastných kyselin. Co se vitaminů a minerálů týče, nejvýznamnějšími prvky vyskytujícími se v hrachu jsou draslík, fosfor, hořčík a vápník, zároveň je dobrým zdrojem provitaminu karotenu (Dahl et al., 2012).

2.4. Vejce

Slepíčí vejce jsou velmi dobrým zdrojem živin konzumovaným napříč kontinenty. Představují komplexní potravinu, jsou považována za všestranně využitelná a zdravá s vyváženým obsahem základních živin. Vejce jsou levným a nízkokalorickým zdrojem vysoce kvalitních bílkovin a dalších živin prospěšných pro lidské zdraví.

Vaječné bílkoviny, přibližně 6,5 g na vejce, obsahují vyvážený přísun devíti aminokyselin nezbytných pro člověka: histidin, isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin. Kvalita bílkovin ve vejcích je vysoká, a je standardem pro hodnocení ostatních potravin (Chambers et al., 2017).

Vejce obsahují esenciální mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, kyselinu arachidonovou, kyselinu eikosapentaenovou (EPA) a kyselinu dokosahexaenovou (DHA). Jedná se o složky fosfolipidů, které přispívají k pružnosti buněčných membrán a snižují hladinu cholesterolu v plazmě. EPA a DHA pravděpodobně také snižují riziko kardiovaskulárních onemocnění, onemocnění centrálního nervového systému a duševních onemocnění, zánětů a infekcí imunitního systému. Kromě toho mají preventivní úlohu u dalších chronických onemocnění (Fraeye et al., 2012).

Jedno vejce obsahuje přibližně 200 mg cholesterolu, což v minulosti mnohé odrazovalo od jeho spotřeby, cholesterol má však v lidském těle mnoho důležitých funkcí. Neexistuje žádná přímá souvislost mezi konzumací vajec a rizikem kardiovaskulárních onemocnění, výjimkou jsou osoby s familiární hypercholesterolemií (Chambers et al., 2017). U zdravých mužů a žen konzumace jednoho vejce denně nezvyšuje sérový cholesterol a riziko kardiovaskulárních onemocnění (Shin et al., 2013).

Vejce obsahuje vitaminy rozpustné v tucích: A, D, E a K a ve vodě rozpustné vitaminy skupiny B: thiamin (B1), riboflavin (B2), kyselinu pantothenovou (B5), pyridoxin (B6), biotin (B7), folát (B9), kobalamin (B12) a cholin. Také obsahuje několik antioxidantů, které redukují volné radikály vznikající při buněčném metabolismu, čímž potlačují vznik oxidačního stresu. Mezi tyto antioxidanty patří selen, ve vaječných žloutcích obsažený lutein, karotenoid zeaxantin a vitamin E.

Obsah živin ve vejcích se může lišit v závislosti na způsobu chovu a krmení slepic. Některé složky vajec lze zvýšit navýšením jejich obsahu ve stravě slepic. Patří mezi ně polynenasycené

esenciální mastné kyseliny, karotenoidy (například lutein, zeaxantin), vitaminy a minerální látky.

Celosvětová spotřeba vajec se za posledních 40 let ztrojnásobila, roční spotřeba záleží na sledované zemi, pohybuje se od 300 g na osobu v Afrických zemích po 19,1 kg na osobu v Japonsku (Chambers et al., 2017).

3. Produkty

3.1. Tempeh

Tempeh je fermentovaná potravina vyráběná převážně ze sójových bobů. Je výživným, cenově dostupným a udržitelným zdrojem bílkovin. Jde o původní potravinu pocházející z Indonésie, kde se konzumuje jako základní zdroj bílkovin již více než 300 let (Ahnan-Winarno et al., 2021). Tempeh vzniká fermentací sójových bobů pomocí plísně *Rhizopus oligosporus* (Hachmeister & Fung, 1993). Vzhledem k tomu, že tempeh není standardizovaný jako tempeh ze sójových bobů, existují tempehy vyrobené z jiných surovin, čistých nebo smíšených. Tyto nesójové tempehy se označují uvedením substrátu za slovem "tempeh", například tempeh z cizrny (Ahnan-Winarno et al., 2021).

3.1.1. Složení

Na trhu v České republice najdeme nejčastěji tempeh přírodní (natural) obsahující pouze sójové boby a fermentační kulturu. Dalšími typy jsou pak tempeh uzený, do kterého jsou přidávány další ingredience, především česnek, sójová omáčka, slunečnicový olej, poté tempeh marinovaný, který bývá ochucen např. sójovou omáčkou, slunečnicovým olejem, zázvorem a koriandrem a tempeh smažený (předsmažený výrobek). Celosvětový trh nabízí mnohem více druhů tempehu, který je vyráběn ze zcela jiných surovin – základem může mimo jiných být cizrna, lupina, pohanka, čočka nebo různé druhy fazolí.

3.1.2. Technologie

Tempeh se připravuje ve třech základních krocích: namáčení, vaření a fermentace. Délka jednotlivých kroků se může u jednotlivých výrobců lišit. Sójové boby se nejprve promyjí, očistí a poté se zbaví slupky buď mechanicky, nebo namáčením při teplotě 100 °C po dobu 30 minut v kyselém roztoku (roztok vody s přísadkou kyseliny mléčné nebo octové s pH 4,3-5,3). Krátce

po namočení se sójové boby 90 minut vaří a poté se scedí. Suché sójové boby se naočkují plísní *Rhizopus oligosporus*, zabalí se a inkubují se při teplotě 35-38 °C a relativní vlhkosti 75-78 % po dobu 18-24 hodin. Po inkubaci se fermentované sójové boby uchovávají v chladu (Karyadi & Widjaja, 1996). Zajímavou vizuální vlastností tempehu je možná přítomnost tmavých skvrn, které mohou evokovat závadu, jsou ale pouhým projevem dozrání.

3.1.3. Nutriční hodnoty

Čerstvý sójový tempeh obsahuje průměrně 657 kJ/157 kcal na 100 g. Na tento objem připadá cca 40 % sušiny, ze které tvoří 19,5 % bílkoviny; 7,5 % tuky; 9,9 % sacharidy; 1,4 % vláknina; 1,3 % popel (Hachmeister & Fung, 1993).

3.2. Tofu

Pojmem tofu rozumíme produkt získaný srážením sójového nápoje, jde o tradiční čínský pokrm. Kvalita tofu závisí na vlastnostech sójových bobů, ze kterých je vyráběno (Zheng et al., 2020). Klasické tofu je prodáváno v podobě bílých měkkých bločků strukturou připomínajících tvaroh. I přes zmíněnou strukturu připomínající spíše tuhý tvaroh se používá v různých podobách jako alternativa masa, zejména v asijské kuchyni.

Tofu se prodává ve vakuovaných sáčcích buď bez příchutě, nebo s přidavkem ochucovacích ingrediencí. Z tofu se vyrábí mnohé rostlinné alternativy masných výrobků, například tofu párky nebo tofu prsty (alternativa rybích prstů), dále tofu pomazánky, nebo různé variace tofu steaků ochucených odpovídajícími směsmi koření. Kromě bločkové varianty tofu existuje ještě varianta silken tofu (hedvábné tofu), které se od klasického liší jemnější konzistencí, které je dosaženo odlišnostmi v procesu srážení sójového nápoje.

3.2.1. Složení

V posledních letech můžeme na českém trhu pozorovat značný růst nabídky tofu, jak přírodního, tak ochuceného. Přírodní tofu (tofu natural, také tofu bílé) obsahuje kromě sóji pouze přídavek soli.

Mezi nejpoblárnější ochucené varianty tofu patří tofu uzené, které obsahuje shoyu (japonská alternativa sójové omáčky), mořskou sůl a slunečnicový olej, nebo například tofu marinované (lahůdkové) v marinádě ze sójové omáčky, řepkového oleje, sušené cibule, sušeného česneku a směsi bylinek.

Dalšími variantami tofu je tofu bazalkové s přidavkem soli a sušené bazalky, tofu česnekové s přidavkem soli a česneku a tofu s řasou s přidavkem cibule, mořské řasy, shoyu, hořčičného semínka a koření. Výše zmiňované tofu steaky lze řadit do kategorie marinovaného tofu, jde o klasický bloček ochucený směsí koření, která má navodit chuť masa – například marináda z kari, hořčice a směsi koření.

3.2.2. Technologie

Tofu se vyrábí procesem, který zahrnuje výběr surových sójových semen, namáčení, mletí, zahřívání sójového mléka, filtrování, přidávání koagulantů, lisování a balení (Zhang et al., 2018).

Kvalitu tofu ovlivňuje více faktorů, tyto faktory lze rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří různorodost sójových semen v závislosti na jejich genotypu a složení bílkovin. Vnějšími faktory jsou podmínky zpracování a balení produktu. Předchozí studie ukázaly, že rozmanitost sójových semen, složení bílkovin, pH, vysoký tlak, zahřívání, různé typy koagulantů a rozsah zpracování mohou významně ovlivnit kvalitu výsledného tofu (Wang et al., 2019; Zhang et al., 2018). Podle způsobu technologického zpracování můžeme tofu rozdělit na lisované (měkké a pevné) a balené.

Měkké lisované tofu se zpracovává tepelnou denaturací bílkovin sójového mléka, důležitá je vhodná rychlost a doba míchání po přidání koagulantu. Dalšími kroky jsou želírování při vysoké teplotě (75-85 °C) a volba vhodného lisovacího tlaku. Tofu je zpracováno lisováním neporušené sýřeniny. Sensoricky má měkkou strukturu podobnou sýru, je ale dostatečně pevné, aby si po nakrájení zachovalo svůj tvar. Typická je lehká fazolová chuť.

Pevné lisované tofu se také zpracovává pomocí tepelné denaturace bílkovin sójového mléka, kroky jsou totožné jako u měkkého lisovaného tofu s rozdílem v tlaku použitém při lisování, v pevném tofu zůstává po lisování menší obsah vody, který činí asi 80 % (u měkkého lisovaného tofu je to až 90 %). Sensoricky má tento typ tofu kompaktní strukturu s výraznou fazolovou příchutí (Shurtleff et al., 2013; Zhang et al., 2018).

3.2.3. Nutriční hodnoty

Na 100 g tofu připadá průměrně 15,4 g sušiny, ze sušiny tvoří 8,84 g bílkoviny, 4,78 g tuky a 1,78 g sacharidy. Energetická hodnota tofu činí v průměru 346 kJ/83 kcal na 100 g (Souci et al., 2015).

3.3. Seitan

Seitan neboli pšeničné maso je alternativa masa známá hlavně pro svou charakteristickou konzistenci, která výrazně připomíná kuřecí maso. Podobně jako většina masových alternativ, seitan pochází z Asie (Bettenhausen, 2013). Vzhledem k tomu, že je vyráběn z pšeničné mouky, obsahuje pšeničnou bílkovinu, proto tato alternativa není vhodná pro celiaky a osoby citlivé na lepek.

3.3.1. Složení

Seitan označovaný jako natural (přírodní) se prodává s přídavkem shoyu/sójevé omáčky a dochucujícího koření. Na trhu existuje i několik produktů z různě kořeněného seitanu, např. Seitánky, ve kterých je seitan smíšen s ovesnými vločkami, slunečnicovým olejem a kořením.

3.3.2. Technologie

Základní postup výroby seitanu je stejný, ať už se vyrábí doma, nebo v komerčních provozech. Prvním krokem je tvorba těsta z pšeničné mouky, droždí a vody, které se uhněte a nechá se krátce odpočinout. Poté se těsto rozmíchá ve velkém množství vody. Škroby a další ve vodě rozpustné složky těsta se vyluhují do vody a zanechávají lepivou bílkovinnou hmotu, lepek. (Malav et al., 2015)

Na trhu můžeme nalézt také mouku, z níž byla většina nebo všechn škrob odstraněn, jako výrobek nazývaný vitální pšeničný lepek. Používá se především jako přísada při pečení, aby se zlepšila textura a kvalita pečiva, ale často se používá i jako výchozí surovina pro výrobu domácího seitanu.

3.3.3. Nutriční hodnoty

Seitan obsahuje velký podíl bílkovin. Průměrně má na 100 g asi 669 kJ/160 kcal, 18 g bílkovin, 6,6 g tuků a 7 g sacharidů. Komerčně vyráběný seitan může obsahovat větší množství soli (Kunová, 2017).

3.4. Šmakoun

Šmakoun je česká potravina vyvinutá Výzkumným ústavem potravinářským v Praze (VÚPP). Jde o výrobek z vaječného bílku, obsahuje hlavně bílkoviny, minimum sacharidů a neobsahuje skoro žádné tuky. Používá se jako alternativa masa nebo sýra. Dá se konzumovat i bez tepelné úpravy, základní je bez potravinových aditiv a konzervantů. Šmakoun je zároveň bez lepku a laktózy, je tedy vhodný i pro lidi se specifickými dietami. Základní Šmakoun se dá přidávat do všech jídel, protože neovlivňuje jejich chuť – je vhodný pro navýšení bílkovin pokrmů. Má všestranně využitelnou konzistenci, lze ho nakrájet, nastroumat i rozmixovat. Svůj pevný tvar si zachová i při vyšších teplotách. Při skladování v nižších teplotách má velmi dlouhou dobu trvanlivosti. Kromě klasického Šmakouna se vyrábí také Šmakoun párky, klobásy nebo Šmakoun kakaovo-oříškový krém.

Je vhodný pro vegetariány, osoby vyhledávající alternativní příjem bílkovin, či se specifickými dietami (bez laktózy a lepku), nebo např. pro seniory se zvýšenou potřebou kvalitních bílkovin. Je vhodný i pro děti.

3.4.1. Složení

Šmakoun klasik je vyroben z vaječného bílku, vody, přírodního aroma, jitrocelové vlákniny a soli. Je vyráběn v různých příchutích, například s přidavkem hlívy ústřičné nebo provensálského koření, dále se prodává uzený Šmakoun s přírodním kouřovým aroma a Šmakoun mexico s rajčaty, lněným a řepkovým olejem, cibulí a chilli kořením. Existují i sladké verze šmakounu s příchutí meruňky nebo švestky se skořicí.

3.4.2. Technologie

Originální výrobek Šmakoun se vyrábí pomocí technologie vyvinuté VÚPP, v domácích podmínkách je možné zpracovat vaječný bílek do obdobné podoby vařením vaječného bílku s přidavkem vlákniny a soli na mírném plameni.

3.4.3. Nutriční hodnoty

Klasický Šmakoun obsahuje ve 100 g: 14 g bílkovin, 2,6 g sacharidů (z toho 0 g cukrů) a 0,2 g tuků. Neobsahuje žádný cholesterol, obsahuje 2,46 g vlákniny, 0,57 g soli. Jeho energetická hodnota na 100 g činí 282 kJ/66 kcal.

3.5. Extrudované sójové produkty

Extrudované sójové produkty (např. sójové kostky) jsou vyráběny z izolovaného sójového proteinu, který je následně extrudací upraven do finální podoby. Sójový protein může být upravován buď při nízké vlhkosti (<35 %) nebo naopak při vlhkosti vysoké (>50 %). Produkty z extruze s nízkou vlhkostí, mezi které řadíme i extrudované sójové výrobky, jsou obvykle expandované, mají houbovitou strukturu a velmi rychle absorbují vodu (Lin et al., 2002). Často se používají jako přídatné látky do masa, zabraňují jeho smršťování a u zpracovaných masných výrobků, jako jsou klobásy a paštiky, zlepšují schopnost zadržovat vodu. Samotné sójové extrudáty nemají žádnou výraznou chuť, ale díky své konzistenci jsou schopny po přidání do pokrmu dobře vstřebávat chuť okolní. Prodávají se nejčastěji ve formě kostek, plátků nebo nudliček.

3.5.1. Složení

Výrobek obsahuje pouze odtučněnou sójovou mouku.

3.5.2. Technologie

Extruze je postup sloužící k úpravě fyzikálních vlastností potravin, především jejich chuti a textury. Výhodami tohoto postupu je jeho snadná říditelnost, energetická efektivita a fakt, že je prakticky bezodpadový. Provádí se v extrudéru, přístroji, který dokáže kombinovat celou řadu operací, jako je například míchání, hnětení, zvlhčování (hydratace), smykové namáhání, stlačování, desintegrace, spékání (aglomerace) a formování.

Principem extruze je protlačení materiálu přes matrici – surovina je stlačena v těle extrudéru při řízené sekvenci teplot a následně protlačena dýzou (tryskou) na konci zařízení. Důležitou roli hraje při extruzi teplota – podle ní rozlišujeme extruzi horkou (při teplotě 120–180 °C) a studenou (při teplotě 40–90 °C), u obou metod se liší také vlhkost a rozsah tlaků. Pro výrobu extrudovaného sójového masa se používá horká extruze. Proces provází různé změny složení substrátu, například snížení obsahu mikroorganismů, rozklad některých přírodních toxinů, inaktivace přírodních enzymů a ztráta některých nutričních látek – v průběhu výroby sójového extrudátu dochází k denaturaci bílkovin. Extruze se používá v mnoha dalších odvětvích, například v cereální a cukrovinkářském průmyslu nebo při výrobě krmiv (Šárka et al., 2013).

3.5.3. Nutriční hodnoty

Vzhledem k variabilitě produktu nejsou oficiálně uvedeny, orientační hodnotu lze stanovit průměrem nutričních hodnot 3 vzorků této kategorie (Bonavita Sójové kostky, EKOPRODUKT Sójové kostky, Country Life Sójové kostky): na 100 g energetická hodnota činí 1340 kJ/318 kcal, obsahují 2 g tuků, 16,3 g sacharidů a 49,2 g bílkovin.

3.6. Robi

Robi neboli rostlinná bílkovina, je produkt na bázi obilovin vyráběný ze směsi pšeničné bílkoviny a červené řepy. Připomíná jateční maso v mnoha faktorech – v podílu bílkovin, konzistencí i vzhledem. Dá se konzumovat za studena i tepelně upravené. Robi se prodává již tepelně upravené, obsahuje tedy pouze minimální množství mikroorganismů. Na trh je uváděno ve 4 variantách, jako plátky, sekaná, nudličky, nebo součást hotových jídel (například Robi Čína, karbanátky). Jde o český výrobek.

3.6.1. Složení

Na trhu najdeme především neochucenou variantu, případně bývá Robi dochuceno octem, cukrem, solí, kořením. Produkt může být zahuštěn pšeničnou moukou.

3.6.2. Technologie

Originální výrobek Robi se vyrábí pomocí technologie firmy EUROBI, s.r.o., která není veřejně dostupná.

3.6.3. Nutriční hodnoty

Robi obsahuje cca 31,6-35,2 % sušiny, bílkoviny tvoří 19,8-21,9 %, tuky 0,03-0,05 %. Jeho energetická hodnota činí 556 kJ/133 kcal na 100 g. Díky nízkému obsahu tuků a cholesterolu je vhodné pro konzumaci při antisklerotické dietě, je vhodné i pro diabetiky a děti. Pro nízkou energetickou hodnotu může být vhodné tento produkt zařadit i při redukční dietě. Vzhledem k tomu, že hlavní složkou je pšeničná bílkovina, tento výrobek není vhodný pro celiaky.

3.7. Bezmasé burgery

Slovo burger ve svém původním znění slouží pro popis potraviny charakteristického plochého kulatého tvaru, která je vyrobena z hovězího masa rozmělněného na malé kousky a typicky

podávána v housce se zeleninovou oblohou a dochucovadly (Hull, 2013). Vzhledem k popularitě původního burgeru jsou bezmasé burgery velmi oblíbenou alternativou. Produkty tohoto typu mohou obsahovat i živočišné složky (např. vejce), většina výrobců ale dbá na kompletní absenci živočišných složek, aby byl produkt vyhovující i pro vegany. Velmi podobné technologické zpracování i složení mají výrobky označované jako „veganské mleté“, tedy rostlinné alternativy mletého masa. Vzhledem k podobnosti ve zpracování, složení a odlišnosti pouze ve finálním tvaru je možné tento produkt zahrnout do stejné kategorie.

3.7.1. Složení

V důsledku vysoké variability této potraviny nelze uvést všechny typy alternativních burgerů a jejich jednotlivá složení, mezi produkty představující nejběžnější varianty patří burgery na bázi luštěnin, příkladem je Nature's promise Čočkový burger (čočka 50 %, mrkev, petržel, celer, cibule, česnek, ovesné vločky, slunečnicový olej, hořčice, směs koření, sójová omáčka, sůl).

Další běžnou variantou jsou burgery na bázi sóji a pšenice – např. produkt Classic Veggie Burger (voda, řepkový olej, texturovaná sójová bílkovina, texturovaná rostlinná bílkovina, izolovaná sójová bílkovina, pšeničný lepek, pšeničný škrob, aromata, emulgátor: metylcelulóza, smažená sušená cibule, zahušťovadlo: modifikovaný škrob, sůl, koncentrát z červené řepy, sladový extrakt z ječmene, kvasný jablečný ocet) značky Well Well.

Velmi výrazné jsou na trhu také burgery na bázi hrachové bílkoviny, jejichž pravděpodobně nejznámějším představitelem je Beyond Burger značky Beyond meat (voda, hrášková bílkovina, lisovaný řepkový olej, rafinovaný kokosový tuk, přírodní aroma, obsahuje méně než 2 % následujících složek: bambusová vláknina, metylcelulóza, bramborový škrob, maltodextrin, kvasnicový extrakt, sůl, slunečnicový olej, rostlinný glycerin, sušené kvasnice, arabská guma, kyselina askorbová, šťáva z červené řepy, modifikovaný škrob, kyselina octová, jablečný extrakt, koncentrát z citronové šťávy).

3.7.2. Technologie

Pro konstrukci analogů svalových vláken se využívá několik metod, nejčastěji extruze, metoda HTSC (high-temperature conical shear cell), mokré zvlákňování a elektrospinning (elektrostatické zvlákňování).

Extruze je proces, kdy se zdrojová bílkovina pomocí extrudéru zpracovává na vláknitý materiál (viz kapitola 3.5.2.). Existují mnohé typy extruze, dělené dle využití teploty a vlhkosti. Pro získání žádoucí vláknité struktury schopné absorbovat vodu je rozhodující, aby ve výchozí směsi materiálu byla vlhkost vyšší než 40 %. Při vývoji analogů masa na bázi sójových bílkovin byly porovnávány tři úrovně vlhkosti (60, 65 a 70 %) a tři teploty extruze (138, 149 a 160 °C). Bylo zjištěno, že obsah vlhkosti je pro sensorické vlastnosti výrobku důležitějším faktorem než teplota. Střední až vysoká vlhkost je nezbytná pro vytvoření trojrozměrné konformace, která vede k přijatelné struktuře a žvýkatelnosti.

Při metodě HTSC (high-temperature conical shear cell) se využívá zařízení typu kužel v otočném kuželu (dutina mezi kužely je uzavřena, aby se zabránilo úniku páry). Při ohřevu za teploty 95-140 °C je základní směs surovin podrobena konstantnímu zahřívání a stříhání po dobu 15 minut, poté je ochlazena na 25 °C. Produkty se po uzavření ve vzduchotěsném obalu ponechají při pokojové teplotě po dobu nejméně 1 hodiny, aby se získala strukturně stabilní vlákna (Sha & Xiong, 2020).

Mokrý zvlákňování je metoda, při které se vlákna tvoří pomocí protlačování roztoku zvlákňovací tryskou do srážecí lázně. Elektrospinning je proces používaný k výrobě kontinuálních vláken v nanorozměrech o průměru v rozmezí od submikrometrů po nanometry účinkem vysokonapěťového elektrického pole (Park, 2010).

3.7.3. Nutriční hodnoty

Vzhledem k vysoké variabilitě není možné jednotně určit nutriční hodnoty, pokud ale vezmeme v úvahu tři varianty alternativních burgerů uvedených v kapitole 3.7.1., můžeme určit jejich průměrnou nutriční hodnotu na 100 g: obsah energie činí 937,7 kJ/224 kcal, obsah sacharidů 17,5 %, obsah bílkovin 14,2 % a obsah tuků 34,5 % (dle údajů uvedených na obalech výrobků).

Pro srovnání tři jejich masové protějšky, hovězí burgery (Naše maso Hamburger, MASO! Hovězí burger, Biopark BIO Hovězí burger) mají v průměru na 100 g obsah energie 747,3 kJ/178,6 kcal, obsah sacharidů 0,1 %, obsah bílkovin 19,5 %, obsah tuků 12,4 % (dle údajů uvedených na obalech výrobků).

4. Nutriční hodnocení

Jednou z předpokládaných výhod rostlinných alternativ masa oproti běžnému živočišnému masu a masným výrobkům je hodnotnější obsah. Vzhledem k vysokému technologickému zpracování výrobků (míchání, homogenizace, zpracování při vysokých teplotách atd.) rostlinné alternativy ale nevyhnutelně ztrácejí některé živiny, ať už přirozeně přítomné, nebo přidané. V současné době existuje jen málo nutričních studií, které by podporovaly konkrétní tvrzení o zdravotních přínosech rostlinných alternativ ve srovnání s výživovým složením masa.

4.1. Nutriční hodnocení lipidů v potravě

Mezi nutričně významné lipidy ve stravě patří zejména triacylglyceroly a fosfolipidy, z doprovodných látek lipidů pak lipofilní vitaminy a steroly. Tuk je důležitým zdrojem energie a usnadňuje vstřebávání složek stravy rozpustných v tucích. Tuky a oleje jsou také zdrojem esenciálních mastných kyselin, které se podílejí na mnoha životně důležitých procesech v těle (např. strukturní složky buněčných membrán, prekurzory bioaktivních molekul, regulátory enzymových aktivit, regulace genové exprese) – nutriční hodnotu jednotlivých lipidů lze určit mimo jiné i podle míry jejich zastoupení.

Mastné kyseliny lze klasifikovat podle počtu dvojných vazeb. Nasycené mastné kyseliny (SFA) nemají žádné dvojně vazby, zatímco mononenasycené mastné kyseliny (MUFA) mají jednu dvojnou vazbu a polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) mají dvě nebo více dvojných vazeb. Tyto dvojně vazby mohou být v konfiguraci *cis* nebo *trans*. Většina nenasycených mastných kyselin ve stravě má konfiguraci *cis*, mastné kyseliny s odlišnou konfigurací označujeme jako *trans*-nenasycené mastné kyseliny (TFA).

Ve většině zemí existují samostatná výživová doporučení pro celkový příjem tuků, nasycených mastných kyselin, mononenasycených mastných kyselin, polynenasycených mastných kyselin a *trans*-mastných kyselin. Pro tento účel se polynenasycené mastné kyseliny často dělí na n-6 polynenasycené mastné kyseliny, n-3 polynenasycené mastné kyseliny a n-3 polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem. Označení n-3 nebo n-6 vyjadřují umístění první dvojně vazby v uhlíkovém řetězci od methylového konce.

Vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem je k lipidům řazen cholesterol, který neposkytuje energii, ale hraje ústřední roli v mnoha metabolických procesech. Doporučení k příjmu

cholesterolu se vyjadřují v miligramech na den (mg/den) nebo v miligramech na megajoule (mg/MJ), doporučení k příjmu ostatních lipidů ve stravě se používá procentuální vyjádření poměru k celkové energii ve stravě (E %) nebo v g/den.

Dle úřadu EFSA (Evropský úřad pro bezpečnost potravin) byla stanovena pro dospělé dolní hranice referenčního rozmezí příjmu lipidů na 20 % a horní hranice na 35 %. Strava s vysokým obsahem lipidů může snižovat citlivost na inzulin a může zvyšovat kardiovaskulární riziko.

4.1.1. Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny jsou syntetizovány v těle a nejsou ve stravě potřebné. Existuje pozitivní, na dávce závislý vztah mezi příjmem směsi nasycených mastných kyselin a koncentrací cholesterolu v lipoproteinech s nízkou hustotou (LDL) v krvi. Z intervenčních studií vyplývá, že snížení příjmu potravin bohatých na nasycené mastné kyseliny a jejich nahrazení potravinami s obsahem n-6 polynenasycených mastných kyselin (aniž by se změnil celkový příjem tuků) snižuje počet kardiovaskulárních příhod. Nelze stanovit hranici příjmu nasycených mastných kyselin, jelikož negativní účinky vztahu mezi jejich příjmem a příjmem cholesterolu nejsou přesně definovatelné, z toho důvodu se pouze doporučuje udržovat příjem nasycených mastných kyselin na minimu.

4.1.2. Mononenasycené mastné kyseliny

Pro mononenasycené mastné kyseliny nejsou stanoveny referenční hodnoty z důvodu absence specifické role v prevenci nebo podpoře onemocnění souvisejících s výživou a vzhledem k jejich rozdílným metabolickým účinkům.

4.1.3. Omega-6 mastné kyseliny

Mezi omega-6 mastné kyseliny řadíme MK rostlinného původu (Grofová, 2010). Kyselina linolová je látka, kterou tělo není schopno syntetizovat, je ale důležitá pro zachování metabolické integrity – řadíme ji mezi esenciální mastné kyseliny. Existuje negativní (příznivý), na dávce závislý vztah mezi příjmem kyseliny linolové a koncentrací LDL cholesterolu v krvi, na druhou stranu pro koncentraci HDL cholesterolu je tento vztah pozitivní. Dle EFSA je adekvátní příjem kyseliny linolové stanoven na 4 % z celkového energetického příjmu.

Kyselina arachidonová se v těle syntetizuje z kyseliny linolové, neřadíme ji tedy mezi esenciální mastné kyseliny, její množství v organismu se odvíjí od příjmu kyseliny linolové.

V současné době neexistují důkazy prokazující škodlivé účinky na zdraví zaviněné příjmem této skupiny mastných kyselin, proto u nich není stanovena horní hranice příjmu.

4.1.4. Omega-3 mastné kyseliny

Mezi omega-3 mastné kyseliny řadíme např. kyselinu alfa-linolenovou, eikosapentaenovou a dokoheptaenovou (Grofová, 2010). Kyselina alfa-linolenová nemůže být tělem syntetizována, proto je považována za esenciální mastnou kyselinu. Adekvátní příjem této kyseliny byl panelem EFSA stanoven ve výši 0,5 % z celkového energetického příjmu. Horní hranice příjmu není stanovena z důvodu absence negativních účinků této látky na zdraví. Z kyseliny alfa-linolenové dokáže lidské tělo syntetizovat kyselinu eikosapentaenovou a kyselinu dokosaheptaenovou.

V souvislosti s kardiovaskulárními onemocněními epidemiologické a intervenční studie ukazují, že konzumace tučných ryb nebo doplňků stravy s polynenasycenými mastnými kyselinami s dlouhým řetězcem n-3 (v množství 250 až 500 mg kyseliny eikosapentaenové a kyseliny dokosaheptaenové denně) snižuje riziko úmrtí na ischemickou chorobu srdeční (ICHS) a náhlou srdeční smrt. Pro primární prevenci je u zdravých osob dostatečný příjem 250 mg kyseliny eikosapentaenové a kyseliny dokoheptaenové denně, z tohoto důvodu byl jejich doporučený denní příjem stanoven v této hodnotě. V současné době dostupné důkazy neumožňují stanovit kvantitativní odhad přiměřeného příjmu kyseliny eikosapentaenové a dokosaheptaenové ve stravě pro děti ve věku 2 až 18 let. Doporučení týkající se stravy pro děti by však měla odpovídat doporučením pro dospělé populaci (tj. 1 až 2 ryby týdně nebo ~250 mg kyseliny eikosapentaenové a dokosaheptaenové denně).

4.1.5. *Trans*-nenasycené mastné kyseliny

Trans-nenasycené mastné kyseliny se v lidském těle nesyntetizují a ve stravě nejsou potřebné, přiměřený příjem tedy není stanoven. Konzumace stravy obsahující *trans*-mononenasycené mastné kyseliny, stejně jako stravy obsahující směsi (kombinace) nasycených mastných kyselin, zvyšuje koncentrace celkového a LDL cholesterolu v krvi v závislosti na dávce (ve srovnání s konzumací stravy obsahující *cis*-mononenasycené mastné kyseliny nebo *cis*-polynenasycené mastné kyseliny). Konzumace stravy obsahující *trans*-mastné kyseliny má

taktéž vliv na koncentraci HDL cholesterolu v krvi, způsobuje její snížení a zároveň zvyšuje poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu. Prospektivní kohortové studie prokazují vztah mezi vyšším příjmem *trans*-mastných kyselin a zvýšeným rizikem ischemické choroby srdeční.

4.2. Nutriční hodnocení proteinů v potravě

Bílkoviny ve stravě jsou zdrojem dusíku a nepostradatelných aminokyselin, které tělo potřebuje pro růst a udržování tkání. Hlavní cestou metabolismu aminokyselin je syntéza bílkovin, trávení bílkovin probíhá v žaludku a v tenkém střevě.

Pro stanovení potřeby bílkovin používáme dusíkovou bilanci - rozdíl mezi příjmem dusíku a jeho ztrátami močí, stolicí, kůží a dalšími cestami. U zdravých dospělých osob je potřeba bílkovin (udržovací potřeba) definována jako takové množství bílkovin ve stravě, které postačuje k dosažení nulové dusíkové bilance – takové množství, které pokryje denní ztrátu dusíku. Dle úřadu EFSA činí referenční příjem bílkovin pro populaci 0,83g/kg tělesné hmotnosti vysoce kvalitních bílkovin na den.

Při jejich nutričním hodnocení se zaměřujeme na několik aspektů, např. na jejich množství, na stravitelnost, množství esenciálních aminokyselin a účinnost využití bílkovin jako takových.

Potraviny živočišného původu s vysokým obsahem bílkovin jsou maso, ryby, vejce, mléko a mléčné výrobky. Mezi potraviny rostlinného původu bohaté na bílkoviny můžeme zařadit chléb a další výrobky z obilí, luštěniny a ořechy. Většina živočišných zdrojů je považována za vysoce kvalitní bílkoviny, které mají optimální složení nepostradatelných aminokyselin pro lidské potřeby a vysokou stravitelnost, zatímco obsah nepostradatelných aminokyselin v rostlinných bílkovinách a jejich stravitelnost je obvykle nižší.

4.3. Nutriční hodnocení sacharidů v potravě

Z nutričního hlediska lze rozlišit dvě základní kategorie sacharidů: glykemické sacharidy (sacharidy trávené a vstřebávané v tenkém střevě člověka) a vlákninu (nestravitelné sacharidy přecházející do tlustého střeva). Glykemické sacharidy můžeme rozdělit na monosacharidy, disacharidy, oligosacharidy a škrob. Evropský úřad pro bezpečnost potravin ve svém stanovisku definuje pojem "cukry" jako monosacharidy a disacharidy. Pojem "přidané cukry" dle stanoviska označuje sacharózu, fruktózu, glukózu, škrobové hydrolyzáty (glukózový sirup,

fruktózový sirup) a jiné izolované cukerné přípravky používané samy o sobě nebo přidávané do potravin během jejich přípravy a výroby. Cukerné alkoholy, jako je sorbitol, xylitol, mannitol a laktitol, obvykle nejsou zahrnuty do pojmu "cukry", podle evropské legislativy jsou však částečně metabolizovány a zahrnuty do pojmu "sacharidy".

Vláknina je definována jako nestravitelné sacharidy (plus lignin), včetně neškrobových polysacharidů: celulózy, hemicelulózy, pektinů, hydrokoloidů (gumy, slizy, -glukany), rezistentní oligosacharidy (např. fruktooligosacharidy, galaktooligosacharidy), rezistentní škrob, některé typy surového škrobu, retrogradovaná amyulóza, nebo chemicky či fyzikálně modifikované škroby.

Hlavními zdroji cukrů ve stravě jsou ovoce, některé druhy zeleniny, mléko a mléčné výrobky a potraviny obsahující přidanou sacharózu a škrobové hydrolyzáty (např. glukózový sirup, fruktózový sirup), jako jsou sycené nápoje a sladkosti. Hlavními zdroji škrobu ve stravě jsou chléb a další obilné výrobky, brambory, hlízy a luštěniny. Mezi významné zdroje vlákniny patří celozrnné obiloviny, luštěniny, ovoce, zelenina a brambory.

Absolutní potřeba glykemických sacharidů ve stravě závisí na množství přijatých tuků a bílkovin. Obecně platí, že příjem 50 až 100 g sacharidů denně zabrání vzniku ketózy. Odhaduje se, že příjem 130 g denně u dospělých i dětí (>1 rok) je dostatečný k pokrytí potřeby glukózy pro mozek, tyto hodnoty příjmu ale nestačí k pokrytí energetických potřeb těla v kontextu s doporučeným příjmem ostatních složek potravy (bílkoviny, tuky).

Pro celkový příjem sacharidů je stanoveno referenční rozmezí příjmu, ve kterém jsou zohledněny praktické aspekty (např. současná úroveň příjmu, dosažitelné stravovací návyky). Referenční rozmezí příjmu sacharidů činí 45-60 % energetického příjmu.

Intervenční studie prokazují, že strava s vysokým obsahem sacharidů má tendenci vyvolávat nepříznivé účinky na profil krevních lipidů. Strava s obsahem glykemických sacharidů 45 až 60 % je v kombinaci se sníženým příjmem tuků a nasycených mastných kyselin slučitelná se zlepšením metabolických rizikových faktorů chronických onemocnění.

4.4. Antinutriční a toxické látky

Antinutriční a toxické látky jsou sloučeniny, které se nacházejí ve většině potravin, jsou pro člověka buď přímo toxické, nebo nějakým způsobem omezují dostupnost živin pro organismus,

čímž brání optimálnímu využití živin obsažených v potravinách a snižují tak jejich výživovou hodnotu. Tyto látky jsou přítomny v různých potravinách v různém množství v závislosti na druhu potraviny.

Mnoho antinutričních látek (šřavelová kyselina, fytoová kyselina, glukosinoláty, tanniny aj.) a toxických látek (alkaloidy, kyanogenní glykosidy, fytoestrogeny, saponiny, lektiny aj.) je přítomno v rostlinách a zelenině. Antinutrienty v rostlinných potravinách jsou v určitých dávkách zodpovědné za škodlivé účinky související se vstřebáváním živin a mikroživin, v některých případech ale může být jejich působení opačné. Bylo prokázáno, že kyselina fytoová, lektiny, třísloviny, saponiny, inhibitory amylázy a inhibitory proteázy snižují dostupnost živin a způsobují inhibici růstu. Na druhou stranu bylo prokázáno, že fytáty, lektiny, třísloviny, inhibitory amylázy a saponiny při použití v nízkých koncentracích snižují hladinu glukózy v krvi a inzulínu v reakci na škrobnaté potraviny, stejně jako hladinu cholesterolu a triglyceridů v plazmě (Thakur & Kumar, 2017). Příkladem antinutriční látky s negativním a současně pozitivním působením je kyselina fytoová, která současně snižuje vstřebávání minerálních látek, ale je zároveň silným antioxidantem (Brát, 2017).

V důsledku přítomnosti několika antinutričních látek současně mají luštěniny nízkou stravitelnost bílkovin, což může výrazně ovlivnit výslednou nutriční hodnotu alternativ masa.



Většinu toxických a antinutričních účinků těchto sloučenin v rostlinných potravinách lze odstranit několika způsoby zpracování, jako je namáčení, klíčení, vaření, autoklávování, fermentace, genetická manipulace a další metody zpracování, aniž by se změnila výživová hodnota potraviny. Toto je proveditelné díky termolabilitě některých antinutrientů (Thakur & Kumar, 2017).


PRAKTICKÁ ČÁST




5. Analyzované vzorky




Analyzováno bylo celkem 16 zvolených vzorků alternativ masa zakoupených na českém trhu. Přehled analyzovaných vzorků a jejich složení je shrnut v Tabulce 1, jejich nutriční hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 2 a 3 a výrobce, země výroby, hmotnost balení a cena jsou shrnuty v Tabulce 4.



Tabulka 1: Seznam vzorků a jejich složení


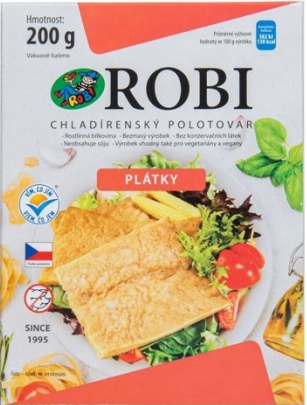
Číslo vzorku	Značka, název , složení	Vzhled
1	EKOPRODUKT Sójové kostky Složení: sójová mouka odtučněná, voda	
2	Bonavita Zero meat Veggie Beef Složení: sójový proteinový izolát 43 %, odtučněná sójová mouka 42 %, kukuřičný škrob, pšeničný lepek, kakaový prášek se sníženým obsahem tuku 1 %, pražený ječmen, stabilizátor: uhličitan vápenatý	

3	<p>Sunfood Seitánky</p> <p>Složení: seitan 75 %, ovesné vločky, slunečnicový olej, směs koření, mořská sůl</p>	
4	<p>Veto Eco Kukuřízek</p> <p>Složení: tofu (sója, nigari), voda, pšeničná bílkovina, olej řepkový, kukuřice 9 %, drožďový extrakt, hrách, zahušťovadla: metylcelulóza, karagenan, konjaková guma, xanthan, sůl, koření, aroma</p>	
5	<p>Šmakoun klasik</p> <p>Složení: vaječný bílek 95 %, jítrocelová vláknina, voda, přírodní aroma, jedlá sůl</p>	

<p>6</p>	<p>Kalma Tempeh uzený</p> <p>Složení: sójové boby, rostlinný olej řepkový, sójová omáčka, ušlechtilá plíseň</p>	
<p>7</p>	<p>Veto Eco Yakomaso</p> <p>Složení: voda, tofu (sója, nigari), sójová bílkovina, olej řepkový, pšeničná bílkovina, brambory, drožďový extrakt, hrách, zahušťovač: metylcelulóza, karagenan, konjaková guma, rýže, červená řepa, sůl, koření, barvivo: karamel, aroma</p>	
<p>8</p>	<p>Nature's promise čočkový burger</p> <p>Složení: čočka 50 %, zelenina (mrkev, petržel, celer, cibule, česnek), ovesné vločky, slunečnicový olej, hořčice (hořčičné semeno, kvasný ocet lihový, kukuřičný sirup, jedlá sůl, koření), směs koření, sójová omáčka shoyu (sója, fermentovaná pšenice, mořská sůl), mořská sůl</p>	

<p>9</p>	<p>Lunter Tofu natural</p> <p>Složení: sójové boby (57 %), voda, vápník</p>	
<p>10</p>	<p>Beyond meat The Beyond Burger</p> <p>Složení: voda, hrachová bílkovina, lisovaný řepkový olej, rafinovaný kokosový tuk, přírodní aroma, <u>obsahuje méně než 2 % následujících složek</u>: bambusová vláknina, metyl celulóza, bramborový škrob, maltodextrin, kvasnicový extrakt, sůl, slunečnicový olej, rostlinný glycerin, sušené kvasnice, arabská guma, kyselina askorbová, šťáva z červené řepy, modifikovaný škrob, kyselina octová, jablečný extrakt, koncentrát z citronové šťávy.</p>	
<p>11</p>	<p>All Natural Tempeh marinovaný</p> <p>Složení: sojové boby 70 %, pitná voda, slunečnicový olej, sojová omáčka (sojové boby, pitná voda, fermentovaná pšenice, mořská sůl, koji), česnek granulovaný, zázvor mletý, tempeh starter</p>	

<p>12</p>	<p>Well Well Plant based burger Classic</p> <p>Složení: voda, řepkový olej, texturovaná sójová bílkovina 6 %, texturovaná rostlinná bílkovina (izolovaná sójová bílkovina, kukuřičný škrob, pšeničný lepek) 6 %, Izol. sójová bílkovina 4 %, pšeničný lepek, pšeničný škrob, aroma, emulgátor: methylcelulóza, smažená sušená cibule (sušená cibule, slunečnicový olej), zahušťovadlo: modifikovaný bramborový škrob, sůl, barvivo: koncentrát z červené řepy, koření, ocet v prášku, sladový extrakt z ječmene, ocet kvasný jablečný v prášku.</p>	 <p>The image shows the packaging for Well Well Plant-based Burger Classic. It features a clear plastic tray containing a burger patty. The top part of the packaging is white with green accents. The text 'WELLWELL' is at the top, followed by 'PLANT-BASED BURGER CLASSIC' in large, bold letters. There are several small circular icons at the bottom right, including one with a 'V' for 'VEGAN' and another with 'x2'.</p>
<p>13</p>	<p>Vivera Plant steak</p> <p>Složení: sójovo-pšeničný protein 77 % (voda 54 %, sójový protein 3 %, pšeničný protein 20 %), slunečnicový olej, kokosový tuk, zahušťovadlo (methylcelulóza), lihovina, přírodní příchutě, rostlinná vláknina (cukrová třtina, citron, limeta), barvivo (betalainová červeně), pšeničný škrob, maltodextrin, mořská sůl, bramborový protein, voda, světlicový koncentrát, bylinky a koření, sůl, cibule, česnek, aroma, sušené houby, železo, ječmenový sladový extrakt, vitamin B12</p>	 <p>The image shows the packaging for Vivera Plant Steak. It features a clear plastic tray containing a steak patty. The top part of the packaging is white with green accents. The text 'VIVERA' is at the top in large, bold letters. Below it, 'PLANT STEAK' is written in bold. There are several small circular icons at the top right, including one with 'VEGAN FRIENDLY' and another with 'CONTAINS 19% PROTEIN + VITAMIN B12 + IRON'. At the bottom right, it says '200 g' and 'COOK ME PLEASE MORE LIFE LESS MEAT'.</p>

<p>14</p>	<p>Garden Gourmet Vegan burger</p> <p>Složení: pitná voda, sójová bílkovina 16,0 %, pšeničná bílkovina 5 %, rostlinné oleje v různém poměru (řepkový, slunečnicový), cibule, kukuřičný škrob, stabilizátory (methylcelulosa, karagenan), jedlá sůl, kvasný ocet lihový, sušený kvasničný výtažek, aroma, cibulový prášek, česnekový prášek, sladový výtažek z ječmene, karamelizovaný cukr, maltodextrin, směs koření (římský kmín, pepř černý, koriandr, nové koření), kyselina (kyselina citronová)</p>	
<p>15</p>	<p>Eurobi Robi plátky</p> <p>Složení: voda, pšeničná bílkovina 30 %, pšeničná mouka, červená řepa sterilovaná (červená řepa, voda, cukr, sůl, ocet, výtažky koření), voda, sůl, barvivo: karamel</p>	

16	<p>Next level meat Veganské mleté</p> <p>Složení: pitná voda, nakládané žampiony (žampiony, pitná voda, jedlá sůl, kyselina: kyselina citronová; antioxidant: kyselina L-askorbová), kokosový tuk, hrachová bílkovina 9 %, pšeničná bílkovina 7,4 %, řepkový olej, sójová bílkovina 3,8 %, sójová mouka, koření, emulgátor: methylcelulóza; jedlá sůl, aromata, hrachový škrob, extrakt z pekařského droždí, bambusová vláknina, rostlinný koncentrát: koncentrát šťávy z červené řepy; konzervanty: sorban draselný, octany sodné; kouřové aroma</p>	
----	--	--

Tabulka 2: Energetická hodnota jednotlivých vzorků na 100 g (deklarovaná na obalu)

Vzorek	Energetická hodnota [kJ]	Energetická hodnota [kcal]
1	1320	314
2	1497	354
3	948	226
4	823	197
5	282	66
6	1476	353
7	830	199
8	942	224
9	521	125
10	1031	245,5
11	1350	321
12	840	201
13	814	195
14	662	158
15	582	138
16	952	229

Tabulka 3: Nutriční hodnoty jednotlivých vzorků (deklarované na obalu), hodnoty jsou uvedeny v g/100 g

Vzorek	Tuky	Z toho nasycené MK	Sacharidy	Z toho cukry	Vláknina*	Bílkoviny	Sůl
1	2,4	0,5	11	5,1	24,9	49,7	0,01
2	1,2	0,3	19	4,4	9,5	62	1,8
3	10	0,8	16	2,2	N	18	1,1
4	15,3	1,1	8,6	0,6	N	7,4	1,4
5	0,2	0	2,6	0	2,5	14	0,6
6	27	3,5	1,9	1,3	11	19	1,3
7	13	1	11,4	1,6	N	8,1	2,1
8	5,8	0,5	34	3,4	N	9	1
9	7,5	1	2,3	0,5	1	12	0,2
10	17,7	7,1	9,7	0	2,7	17,7	0,75
11	26,9	4,8	0,2	0,19	6,9	17,3	0,5
12	11	0,8	8,8	3	3,5	16	2,1
13	9,9	4,7	6,3	1,1	4,6	18	1,3
14	6	0,7	8	1	4	16	1,5
15	2	0,4	5,9	1	N	24	0,8
16	14,5	9,2	4,8	2,1	N	17,9	1,3

*Vlákninu v některých případech výrobce neuvedl, tato skutečnost je označena písmenem N

Tabulka 4: Výrobce, cena, země výroby jednotlivých vzorků

Vzorek	výrobce	země původu	gramáž [g]	cena
1	EKOPRODUKT, s.r.o.	Česká republika	100	21,90 Kč
2	Bonavita, s.r.o.	Česká republika	200	54,90 Kč
3	Sunfood, s.r.o.	Česká republika	200	44,90 Kč
4	VETO ECO, s.r.o.	Česká republika	150	58,90 Kč
5	Maso West, s.r.o.	Česká republika	200	74,90 Kč
6	Kalma, k.s.	Česká republika	200	54,90 Kč
7	VETO ECO, s.r.o.	Česká republika	150	58,90 Kč
8	Sunfood, s.r.o.	Česká republika	200	59,90 Kč
9	Alfa bio, s.r.o.	Slovenská republika	180	23,90 Kč
10	Aspius, s.r.o.	Nizozemsko	227	219 Kč
11	ALL NATURAL WAY, s.r.o.	Česká republika	200	64,90 Kč
12	Well Well Potraviny, s.r.o.	Česká republika	200	59,90 Kč
13	Encko holding B.V.	Nizozemsko	200	114,90 Kč
14	Nestlé Česko, s.r.o.	Česká republika	150	89,90 Kč
15	Eurobi, s.r.o.	Česká republika	200	78 Kč
16	Vefo GmbH	Německo	275	79,90 Kč

6. Metodika

Experimentální část byla provedena v podobě vlastní laboratorní analýzy. Nejprve proběhlo stanovení sušiny, poté extrakce tuku dle Soxhleta, stanovení složení mastných kyselin metodou plynové chromatografie s plamenově-ionizační detekcí (GC/FID), stanovení bílkovin pomocí Kjeldahlovy metody, stanovení sacharidů dopočtem a na závěr sensorická analýza, která byla provedena ve dvou částech. Postupy pro stanovení obsahu sušiny, tuků a bílkovin vycházejí z ČSN 46 1011-1 (Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Všeobecná ustanovení.), sensorická analýza byla provedena v sensorické laboratoři při VŠCHT Praha s 12 boxy, která je vybavena podle příslušné mezinárodní normy ISO 8589. Hodnotitelé byli vybráni, vyškoleni a monitorováni podle mezinárodní normy ČSN EN ISO 8586 (560037) Sensorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných sensorických posuzovatelů, ČSN ISO 5496 Sensorická analýza – Metodologie – Zaslíbení do problematiky a výcvik posuzovatelů při zjišťování a rozlišování pachů a ČSN ISO 3972 (560039) Sensorická analýza - Metodologie - Metoda zkoumání citlivosti chuti.

6.1. Stanovení sušiny

Sušina byla stanovena pomocí gravimetrie (vážkové metody), tedy postupem, jehož principem je v tomto případě odpaření vody ze vzorku pomocí vysoké teploty a množství analytu (sušiny) se určuje z finální hmotnosti. Voda se ze vzorku odpařuje za teploty 105 °C dokud není hmotnost konstantní, minimálně však 5 hodin. Stanovení probíhalo u každého vzorku ve 2 paralelních měřeních.

6.1.1. Chemikálie

- Mořský písek praný, Penta s.r.o., Česká republika

6.1.2. Přístroje a pomůcky

- Digitální analytická váhy (přesnost 0,1mg) Sartorius MC 1, Sartorius Laboratory, Německo
- Laboratorní sušárna Memmert, Verkon, Česká republika
- Hliníkové kelímky, Simax, Česká republika
- Exsikátor, Simax, Česká republika

6.1.3. Příprava vzorku

Pro stanovení sušiny byly vybrány pro každý vzorek 2 hliníkové kelímky určené pro stanovení sušiny, tyto kelímky byly vloženy do sušárny a byly sušeny při teplotě 105 °C po dobu 10 minut, po vychladnutí byly i s tyčinkami zváženy. V rámci přípravy vzorku byla vždy odhadem odebrána jeho část o několika gramech, která byla homogenizována v mlýnku pro dosažení požadované textury. Z homogenizovaného vzorku byly odebrány 2x 2 g, které byly umístěny do hliníkových kelímků, poté byl dle potřeby (dle vlhkosti) vzorek rozetřen práným mořským pískem pomocí skleněné tyčinky a znovu s pískem a skleněnou tyčinkou zvážen.

6.1.4. Postup

Připravené vzorky byly vkládány do laboratorní sušárny a byly sušeny po dobu minimálně 5 hodin při teplotě 105 °C. Po vyjmutí ze sušárny byly vzorky umístěny do exsikátoru, kde byly ponechány do vychladnutí, po vychladnutí byly zváženy. Poté byly kontrolně půl hodiny sušeny, následně temperovány v exsikátoru a váženy. Tento postup byl opakován až do dosažení konstantní hmotnosti. Konečná hmotnost vzorku je z navážky přepočítána na 100 g výrobku.

6.2. Stanovení tuku podle Soxhleta

Principem metody extrakce podle Soxhleta je extrakce tuku na extrakčním zařízení pomocí rozpouštědla (diethylether). Rozpouštědlo umístěné ve varné baňce je zahříváno, dochází k jeho odpaření a následně je přes chladič kondenzováno do patrony, kde je umístěn vzorek. Ze vzorku jsou rozpouštědlem vymývány rozpustné komponenty, dokud není extrahován tuk, který je následně zvážen. Stanovení probíhalo u každého vzorku ve 2 paralelních měřeních.

6.2.1. Chemikálie

- Síran sodný bezvodý p.a., Penta s.r.o., ČR
- Diethylether p.a., stabilizovaný BHT, Penta s.r.o., ČR

6.2.2. Přístroje a pomůcky

- Digitální analytická váha (přesnost 0,1 mg), Sartorius MC1, Sartorius Laboratory, SRN
- Běžné laboratorní sklo
- Papírové extrakční patrony
- Topné hnízdo, LTH S 50, Brněnská Drutěva, ČR
- Soxhletův extraktor
- Varné kamínky
- Vakuová rotační odparka R-114, Büchi, Švýcarsko, s vodní lázní B-840 Büchi
- Sušárna Chirana HS 62A, LABO – MS, s. r. o., ČR
- Vata
- Exsikátor

6.2.3. Příprava vzorku

Na začátku bylo naváženo 4-13 g vzorku. Dále byl vzorek rozetřen ve třecí misce s bezvodým síranem sodným do požadované sypké konzistence.

6.2.4. Postup

Připravené vzorky byly kvantitativně převedeny do papírových extrakčních patron, které byly poté utěsněny vatou a umístěny do Soxhletových extraktorů. Před každou extrakcí byla zvážena 250 ml varná baňka se zábrusem s varným kamínkem, která byla k extraktoru připevněna. Do zmiňované baňky bylo přidáno 170 ml diethyletheru. Extrakce trvala osm hodin. Rozpouštědlo z varné baňky bylo po ukončení extrakce odpařeno pomocí vakuové odparky při 30 °C a poté byla varná baňka umístěna do sušárny vyhřáté na 105 °C, kde byla zahřívána dalších 30 minut. Následně byla baňka vložena do exsikátoru, zchlazena a zvážena. Baňka byl vážena do konstantní hmotnosti (resp. dokud rozdíl mezi dvěma měřeními nebyl menší než 10 mg). Obsah tuku byl stanoven jako rozdíl mezi hmotností baňky s extrahovaným tukem a předem zváženou prázdnou baňkou. Výsledek byl vyjádřen v hmotnostních procentech.

6.3. Stanovení složení mastných kyselin metodou GC/FID

Zkratka GC/FID značí v anglickém jazyce *gas chromatography/flame ionization detector*, v překladu jde tedy o metodu využívající plynovou chromatografii/plamenový ionizační detektor. Plynová chromatografie je metoda, pomocí které je možné současně dělit a stanovit velké množství organických látek vyskytujících se v potravinách.

6.3.1. Chemikálie

- Methanol, Penta s.r.o., ČR
- Hydroxid sodný, pecky p.a., Penta s.r.o., ČR
- Fluorid boritý (~ 10 % v methanolu), Sigma-Aldrich, Německo
- n-Hexan 99 % p.a., Penta s.r.o., ČR
- Chlorid sodný p.a., Penta s.r.o., ČR
- Síran sodný bezvodý p.a., Penta s.r.o., ČR
- Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich Chemistry, Supelco, USA

6.3.2. Přístroje a pomůcky

- Analytické váhy (přesnost 0,1 mg), Sartorius MC1, Sartorius Laboratory, SRN
- Běžné laboratorní sklo
- Varné kamínky
- Topné hnízdo, LTH S 50, Brněnská Drutěva, ČR
- Kapilární kolona Supelco SP 2560, Supelco, USA
- Plynový chromatograf s plamenově-ionizačním detektorem Agilent Technologies 6890N, Palo Alto, USA

6.3.3. Příprava vzorku

Pro přípravu vzorku byl pro každý vzorek využit jeho příslušný tuk extrahovaný při Soxhletově extrakci. Před vlastním stanovením mastných kyselin pomocí GC/FID je nutné je převést na

jejich těkavé a termostabilní methylestery, jelikož jeden z předpokladů pro stanovení je těkavost analyzovaných látek.

Nejprve bylo do 50 ml varné baňky naváženo 0,15-0,25 g vzorku tuku, dále bylo do baňky přidáno 5 ml methanolu společně s 1 ml 0,5 M methanolického roztoku hydroxidu sodného a varný kamínek. Směs byla v baňce umístěna na topné hnízdo a byla vařena pod zpětným chladičem po dobu 20 minut. Po uplynutí tohoto času bylo pomocí pipety do směsi přes chladič přidáno 0,5 ml roztoku fluoridu boritého a směs byla vařena na topném hnízdě po dalších 20 minut. Po tomto kroku byla baňka 10 minut chlazena na laboratorní teplotu. Následně bylo ke směsi přes zpětný chladič přidáno 5 ml hexanu, po jeho odkapání byl chladič odejmut. Poté byl do cca poloviny baňky přidán nasycený roztok chloridu sodného a směs byla 1 minutu protřepávána, dále byla baňka po hrdlo naplněna zmíněným roztokem, do hrdla vystoupala oddělená hexanová fáze. Vzniklá horní vrstva byla odebrána Pasteurovou pipetou a byla převedena do vialky s malým množstvím bezvodého síranu sodného.

6.3.4. Postup

Po přípravě vzorků (převedení mastných kyselin na methylestery) proběhla vlastní analýza mastných kyselin pomocí plynového chromatografu s plamenově-ionizačním detektorem. Pro chromatografické stanovení existuje několik podmínek, které jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5: Podmínky pro chromatografické stanovení

Parametr	Podmínky
nosný plyn	helium
průtok nosného plynu	0,8 ml/min
detektor	FID
teplota detektoru	220 °C
teplotní program kolony	175-220 °C (1 °C/min)
teplota nástřiku	220 °C
objem nástřiku	1 µl
doba analýzy	90 min
dělicí poměr	50:1

Složení mastných kyselin bylo určeno na základě jejich retenčních časů v chromatogramu. Retenční časy vzorků byly porovnávány s retenčními časy standardů methylesterů mastných kyselin Supelco 37 Component FAME mix, pomocí tohoto porovnání byly mastné kyseliny identifikovány. Vyhodnocení procentuálního zastoupení mastných kyselin proběhlo pomocí

metody vnitřní normalizace, obsah daného methylesteru byl tedy stanoven poměrem plochy jeho píku a celkové plochy všech píků methylesterů mastných kyselin. Limit detekce (LOD) a limit kvantifikace (LOQ) byl určen z poměru signálu k šumu, který je pro LOD roven 3 a pro LOQ je roven 10. LOD byl 0,003 % a LOQ byl 0,01 %. Pro vyhodnocení chromatogramů byl použit program CSW 1.7 (Data Apex).

6.4. Stanovení bílkovin pomocí Kjeldahlovy metody

Kjeldahlova metoda je analytická metoda stanovení množství dusíku, má univerzální využití pro vzorky potravin. Principem metody jsou 3 kroky: mineralizace, destilace a titrace.

Ve vzorku přítomné dusíkaté látky jsou pomocí mineralizace (varu v kyselině sírové za přítomnosti katalyzátoru) převedeny na amoniak vázaný ve formě síranu amonného. Ze síranu amonného se poté odkyselením (alkalizací) uvolní a po destilaci se jeho množství stanoví titračně.

6.4.1. Chemikálie

- Destilovaná voda
- Kyselina sírová (96% koncentrovaná)
- Směsné katalyzační tablety (KJELTABS S/3,5; 3,5 g K_2SO_4 + 0,0035 g Se)
- Hydroxid sodný (30% roztok)
- Tashirův indikátor (methylčerven + methylenová modř)
- Kyselina sírová (roztok o koncentraci $c = 0,05$ mol/litr)

6.4.2. Přístroje a pomůcky

- Digitální analytická váha (přesnost 0,1 mg), Sartorius MC1, Sartorius Laboratory, SRN
- Mineralizační jednotka VELD DK 6 (FOSS, Denmark)
- Mineralizační trubice (250 ml)
- Stojan na mineralizační trubice (6 pozic)
- Destilační jednotka UDK 129 (FOSS, Denmark) se zásobním kanystrem na 30% roztok hydroxidu sodného
- Odsávač par s teflonovým těsněním připojený na vodní vývěvu

- Běžné laboratorní sklo

6.4.3. Postup

Prvním krokem Kjeldahlovy metody je mineralizace. Na lodičku byly umístěny dvě tablety pro mineralizaci a na ně bylo naváženo vzhledem k deklarovanému složení 0,5 g vzorku (s přesností na 4 desetinná místa). Následně byl takto navážený vzorek spolu s tabletami kvantitativně převeden do mineralizační trubice, do trubice byl tedy vhozen mezi 2 mineralizačními tabletami tak, aby dopadl na dno a nezůstal tak na jejích stěnách. Tento postup byl zvolen vzhledem k měkké a přilnavé konzistenci vzorků. Dále bylo do trubice přidáno 15 ml koncentrované kyseliny sírové a obsah trubice byl krouživým pohybem zamíchán. Takto připravené vzorky v trubicích byly umístěny do stojanu a následně do spalovacího bloku, kde byl na trubice umístěn odsávač par. Poté byla spuštěna vodní vývěva a zapnut spalovací blok. Byl využit přednastavený program spalování, který je nastaven na teplotu spalování 420 °C po dobu 150 minut, z čehož je 25 minut vyhrazeno pro nahřátí samotného spalovacího bloku. Po uplynulé době byly trubice z bloku vytaženy a ponechány cca 15 minut chladnout. Do jednotlivých trubic bylo poté opatrně přilito 30 ml destilované vody.

Dalším krokem metody je destilace a titrace vzorku. Nejprve byla destilační jednotka Kjeltec promyta destilovanou vodou po dobu 3,5 minut. Do přístroje byla umístěna mineralizační trubice a pod vývod z přístroje byla vložena titrační baňka s 25 ml 0,05 M kyseliny sírové. Na přístroji byl následně k destilaci nastaven objem 45 ml hydroxidu sodného a doba 3 minuty. Po uplynutí této doby byla mineralizační trubice vymyta. Vzniklý destilát v titrační baňce byl zbarven pomocí 5 kapek Tashirova indikátoru, který roztok zbarvil do fialova, a následně byl titrován 0,1M roztokem NaOH do změny zbarvení na průhledné/šedavé, která značí bod ekvivalence (stav, kdy veškerá látka zreagovala s titračním činidlem – v roztoku se v tomto bodě nachází jen produkty reakce, po dalším přidání činidla by došlo ke změně zbarvení do zelena).

Pomocí zpětné titrace hydroxidem sodným (0,1 mol/l) bylo zjištěno množství kyseliny sírové, která nezreagovala s amoniakem ve vzorku. Spotřeba hydroxidu sodného (V_{NaOH}) při titraci je ekvivalentní množství nezreagované kyseliny sírové (V_{K_2}), čemuž odpovídá následující rovnice: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \leftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Pro zjištění množství dusíku ve vzorku je nutné nejdříve zjistit množství zreagované kyseliny (V_{KN}), což bylo zjištěno odečtem nezreagovaného množství kyseliny od původního množství

kyseliny v předloze (V_{K1}). Tento výpočet lze charakterizovat vzorcem:
 $V_{KN} = V_{K1} - V_{K2} = V_{K1} - V_{NaOH}$

Samotný obsah dusíku byl poté zjištěn dle úměry vycházející ze stechiometrie (výpočtu z chemické rovnice), která říká, že 1 ml H_2SO_4 o koncentraci 0,05 mol/l odpovídá 1,4 mg dusíku.

6.5. Senzorická analýza

Senzorická analýza je vědecká disciplína, která slouží k vyvolání, měření, analýze a interpretaci reakcí na charakteristiky potravin a materiálů vnímané smysly (zrakem, čichem, chutí, hmatem a sluchem). Jde tedy o metodu bezprostředního hodnocení pomocí lidských smyslů, kterou nelze nahradit přístrojem. Při senzorické analýze je vynaloženo maximální úsilí k tomu, aby podmínky hodnocení zajistily objektivní, přesné a reprodukovatelné výsledky. V Tabulce 6 jsou uvedeny optimální podmínky pro senzorické hodnocení. Senzorické laboratoře jsou vybaveny dle ISO normy ČSN ISO 8589:2008, splňují tedy speciální požadavky, jakými jsou např. adekvátní osvětlení a možnost odvětrávání pachů. Specifické vybavení laboratoře zajišťuje vyšší objektivitu hodnocení, proto např. nádobí na kterém hodnotitelé dostávají vzorky musí mít stejnou velikost, stejnou barvu a musí být stejného typu. Vzorky jsou anonymizovány, jsou označeny kódy se stejným počtem znaků, stejným typem písma stejné barvy. Hodnotitelé dostávají stejné množství vzorku o stejné teplotě.

Tabulka 6: Optimální podmínky pro senzorické hodnocení (Panovská, Míková, Ilko)


Faktor	Optimální podmínky pro hodnocení
Hladina zvuku	cca 40 dB, ideálně izolace dveří a oken
Teplota	21-23 °C, ideálně klimatizace
Vlhkost vzduchu	40-70 %
Pohyb vzduchu	co nejmenší, poznatelný jen o přestávkách
Odvětrávání pachů	ventilace, filtry
Zrakové vjemy (barva místnosti, nádobí...)	světle šedá nebo bílá, bez výzdob
Zamezení kontaktu mezi lidmi	kóje, přehrazení

Senzorická analýza může být použita i k testování charakteristik alternativ masa. Mezi potenciální vady můžeme zařadit např. hořkost a intenzitu pachutí, kterou lze předpokládat u takto zpracovaných obilnin a luštěnin. Dále je možné očekávat různou intenzitu kořeněnosti u kořeněných/solených výrobků.

6.5.1. Průběh senzoričké analýzy

Senzoričká analýza proběhla ve 2 termínech kvůli vysokému počtu vzorků (17) – v prvním termínu se tedy hodnotilo 8 alternativ masa, ve druhém se hodnotilo 8 alternativ masa a 1 jejich masový protějšek, burger z hovězího masa (viz Tabulka 7). Vzorky byly připraveny v senzoričké laboratoři před začátkem analýzy pomocí požadované úpravy vzhledem k povaze vzorku. Připravené vzorky byly na talířích společně s příbory umístěny na stůl doprostřed místnosti a označeny trojčiferným kódem. Zároveň byly připraveny jednotlivé oddělené kóje, ve kterých probíhalo hodnocení, na stole byl v každé kóji umístěn tácek na vzorky a kelímek na vodu pro neutralizaci chuti pro každého hodnotitele. Hodnotitelé si vzorek umístili na tácek a pomocí škály na počítačích jednotlivě u každého vzorku hodnotili 14 předem určených charakteristik (deskriptorů). Po skončení analýzy proběhla diskuze a vyhodnocení výsledků.

Tabulka 7: Živočišný vzorek

Číslo vzorku	Značka, název , složení	Vzhled
17	K-Purland Hovězí burger Složení: mleté hovězí maso	

7. Výsledky

7.1. Obsah sušiny

Obsah sušiny byl ve vzorcích stanoven pomocí gravimetrie (vážkové metody), která byla popsána v kapitole 6.1., stanovení proběhlo u každého vzorku dvakrát, uvedené hodnoty jsou výsledným průměrem těchto dvou měření. V Tabulce 8 jsou uvedeny výsledky.

Nejvyšší podíl sušiny (91,95 a 92,34 g/100 g) měly vzorky 1 a 2, jelikož se jedná o extrudované produkty, naopak nejnižší podíl sušiny byl zjištěn u vzorků 5 a 9 (19,96 a 28,60 g/100 g), tedy u Šmakounu a Tofu natural.

Tabulka 8: Výsledky stanovení obsahu sušiny

Číslo vzorku	Stanovený obsah sušiny [g/100 g]
1	91,95
2	92,34
3	56,51
4	31,98
5	19,96
6	49,91
7	33,77
8	58,92
9	28,60
10	40,40
11	47,89
12	43,29
13	45,54
14	42,59
15	37,78
16	45,47

7.2. Obsah tuku

Obsah tuku byl ve vzorcích stanoven pomocí Soxhletovy extrakce, která byla popsána v kapitole 6.2., u všech vzorků byla provedena 2 paralelní stanovení. Výsledky stanovení jsou uvedeny v Tabulce 9. Stanovené množství tuku bylo porovnáno s deklarovaným množstvím tuku. Přípustné odchylky deklarovaného obsahu uvádí Příručka pro provozovatele potravinářských podniků k nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům (vydaná Ministerstvem zemědělství ČR), odchylky jsou uvedeny v Tabulce 10.

Dle tohoto nařízení splnilo legislativní normu 13 ze 16 vzorků. U vzorku 1, extrudovaných Sójových kostek EKOPRODUKT, byl stanoven nižší podíl tuku, u vzorků 8 a 14 (Nature's promise Čočkový burger a Garden Gourmet Vegan burger) byl naopak stanoven vyšší podíl tuku, než byl deklarován.

Tabulka 9: Výsledky stanovení tuků

Číslo vzorku	Stanovený obsah tuku [g/100g]	Deklarovaný obsah tuku [g/100g]
1	0,2	2,4
2	0,5	1,2
3	11,4	10
4	13,6	15,3
5	0,9	0,2
6	22,5	27
7	10,4	13
8	11,3	5,8
9	7,2	7,5
10	17,4	17,7
11	21,6	26,9
12	11,4	11
13	11,3	9,9
14	8,0	6
15	1,2	2
16	13,3	14,5

Tabulka 10: Přípustné odchylky deklarovaného obsahu tuků

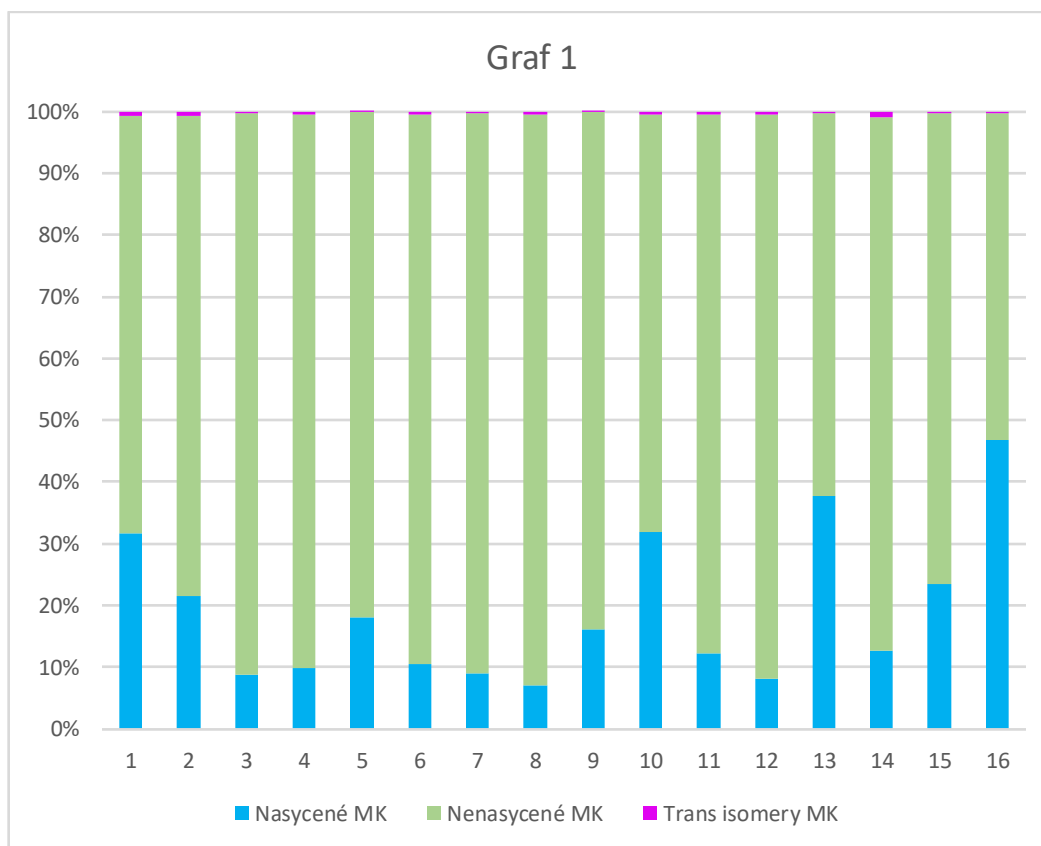
Deklarované množství tuků	Přípustná odchylka
< 10 g/100 g	± 1,5 g
10 - 40 g/100 g	± 20 %
> 40 g/100 g	± 8 g

7.3. Stanovení složení mastných kyselin

Stanovení složení mastných kyselin proběhlo metodou GC/FID, která byla popsána v kapitole 6.3., identifikováno bylo celkem 28 mastných kyselin.

V grafu 5 je zobrazeno procentuální zastoupení různých skupin mastných kyselin v každém ze vzorků - je zobrazeno zastoupení nasycených mastných kyselin, nenasycených mastných kyselin a *trans*-mastných kyselin.

Graf 1: Zastoupení mastných kyselin ve vzorcích



V Tabulce 11-14 jsou uvedena procentuální zastoupení jednotlivých mastných kyselin v každém vzorku, Tabulky 15 a 16 obsahují údaje o zastoupení skupin mastných kyselin ve vzorku. Vzhledem k heterogenitě vzorků je složení jejich mastných kyselin velmi variabilní. Uvedený procentuální obsah se vztahuje k celkovému obsahu mastných kyselin, v tabulkách jsou uvedeny jen ty kyseliny, jejichž obsah přesáhl u alespoň jednoho ze vzorků hodnotu 0,1 %. Hodnoty pod limitem detekce (0,01 %) jsou označeny <LOD.

Tabulka 11: Zastoupení nasycených mastných kyselin u vzorků 1-8*

Název		1	2	3	4	5	6	7	8
Kaprinová	C 10:0	0,15	0,09	<LOD	<LOD	<LOD	0,01	0,03	<LOD
Laurová	C 12:0	0,79	0,17	0,02	0,09	0,61	0,02	0,02	0,01
Myristová	C 14:0	9,84	0,45	0,06	0,09	0,69	0,19	0,38	0,07
Palmitová	C 16:0	14,31	12,49	4,14	5,97	11,19	6,60	5,09	4,97
Margarová	C 17:0	0,22	0,10	0,04	0,07	0,15	0,07	0,06	0,05
Stearová	C 18:0	5,29	6,54	2,87	2,48	3,74	2,55	2,14	0,13
Arachová	C 20:0	0,44	0,58	0,31	0,57	0,84	0,52	0,64	0,41
Behenová	C 22:0	0,49	0,92	0,94	0,38	0,54	0,42	0,36	0,98
Lignocerová	C 24:0	0,28	0,24	0,36	0,18	0,24	0,21	0,19	0,40

*Hodnoty pod limitem detekce (0,01 %) jsou označeny <LOD

Tabulka 12: Zastoupení nasycených mastných kyselin u vzorků 9-16

Název		9	10	11	12	13	14	15	16
Kapronová	C 6:0	<LOD	0,20	<LOD	<LOD	0,23	<LOD	<LOD	0,22
Kaprylová	C 8:0	<LOD	2,29	<LOD	<LOD	2,62	<LOD	<LOD	5,33
Kaprinová	C 10:0	0,01	1,67	0,02	0,01	1,88	0,03	<LOD	4,04
Laurová	C 12:0	0,02	12,93	0,13	0,06	14,41	0,17	0,32	17,64
Myristová	C 14:0	0,08	5,41	0,26	0,19	6,22	0,45	3,64	7,45
Pentadekanová	C 15:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,10	0,02
Palmitová	C 16:0	10,11	6,01	6,99	4,68	7,86	8,66	17,03	7,98
Margarová	C 17:0	0,12	0,08	0,06	0,05	0,03	0,07	0,12	0,04
Stearová	C 18:0	4,77	2,41	3,54	1,87	3,55	2,33	1,59	3,43
Arachová	C 20:0	0,43	0,49	0,26	0,62	0,23	0,59	0,19	0,20
Behenová	C 22:0	0,46	0,28	0,65	0,36	0,58	0,33	0,21	0,42
Lignocerová	C 24:0	0,14	0,16	0,25	0,19	0,23	0,18	0,28	0,16

Tabulka 13: Zastoupení nenasycených mastných kyselin vzorků 1-8

Název		1	2	3	4	5	6	7	8
Palmitolejová	C 16:1 Δ 9c	0,13	0,15	0,12	0,19	0,36	0,16	0,18	0,12
Hexadecenová	C 16:1 Δ 11c	0,11	0,07	<LOD	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01
Oktadecenová	C 18:1 <i>trans</i> isomery	0,43	0,71	0,18	0,03	0,02	0,15	0,05	0,45
Olejová	C 18:1 Δ 9c	19,61	48,28	81,35	52,52	56,12	45,23	58,61	82,29
Askepová	C 18:1 Δ 11c	1,54	1,10	0,88	2,69	2,87	2,26	2,93	0,94
Oktadekadienová	C 18:2 <i>cis trans</i> isomery	0,21	0,11	0,03	0,11	0,08	0,11	0,10	0,05
Linolová (LA)	C 18:2 Δ 9c,12c (n-6)	40,52	23,80	7,30	25,62	16,25	33,53	20,80	7,82
Oktadekatrienová	C 18:3 <i>cis trans</i> isomery	<LOD	<LOD	0,01	0,45	0,06	0,35	0,23	0,01
α -Linolenová (ALA)	C 18:3 Δ 9c,12c,15c (n-3)	5,13	3,45	0,79	7,03	3,25	6,51	6,39	0,60
Ikosenová	C 20:1 Δ 11c	0,23	0,36	0,40	1,02	1,05	0,75	1,33	0,49
Ikosadienová	C 20:2 Δ 8c,14c	0,04	0,07	0,05	0,03	0,59	0,03	0,04	0,07
Ikosadienová	C 20:2 Δ 11c,14c	0,04	0,13	0,01	0,06	0,95	0,05	0,08	0,01
Arachidonová (AA)	C 20:4 Δ 5c,8c,11c,14c (n-6)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,11	<LOD	<LOD	<LOD
Eruková	C 22:1 Δ 13c	<LOD	<LOD	<LOD	0,17	<LOD	0,07	0,10	<LOD

Tabulka 14: Zastoupení nenasycených mastných kyselin vzorků 9-16

Název		9	10	11	12	13	14	15	16
Hexadecenová	C 16:1 Δ 7c	0,02	0,03	0,05	0,05	0,02	0,08	0,11	0,02
Palmitolejová	C 16:1 Δ 9c	0,07	0,16	0,09	0,21	0,08	0,25	0,19	0,06
Heptadecenová	C 17:1 Δ 9c	0,05	0,10	0,04	0,07	0,02	0,06	0,06	0,02
Olejová	C 18:1 Δ 9c	19,63	43,25	25,64	60,92	20,93	58,27	15,99	17,94
Askepová	C 18:1 Δ 11c	1,21	2,28	0,82	2,82	0,54	2,65	1,04	0,49
Oktadekadienová	C 18:2 <i>cis trans</i> isomery	0,08	0,08	0,38	0,09	0,21	0,14	0,16	0,17
Linolová (LA)	C 18:2 Δ 9c,12c (n-6)	54,33	13,86	58,19	19,30	39,88	17,87	54,54	33,20
Oktadekatrienová	C 18:3 <i>cis trans</i> isomery	0,06	0,38	0,17	0,31	0,01	0,43	0,11	0,03
α -Linolenová (ALA)	C 18:3 Δ 9c,12c,15c (n-3)	8,12	6,75	2,11	6,54	0,18	5,43	3,36	0,90
Ikosenová	C 20:1 Δ 11c	0,17	0,81	0,17	1,20	0,15	1,16	0,66	0,13

Tabulka 15: Celkové zastoupení skupin mastných kyselin ve vzorcích 1-8

Název		1	2	3	4	5	6	7	8
Nasyčené MK celkem	Σ SFA	31,87	21,64	8,75	9,85	18,08	10,61	8,93	7,04
Nenasycené MK celkem	Σ UFA	68,12	78,36	91,23	90,04	81,92	89,32	90,95	92,96
Poměr nenas. ku nas. MK	UFA/SFA	2,14	3,62	10,43	9,14	4,53	8,42	10,18	13,20
Monoenové MK celkem	Σ MUFA	21,75	50,09	82,86	56,71	60,61	48,59	63,26	83,95
Polyenové MK celkem	Σ PUFA	45,73	27,45	8,15	32,74	21,15	40,12	27,31	8,50
<i>Trans</i> isomery MK celkem	Σ TFA	0,64	0,82	0,22	0,59	0,16	0,61	0,38	0,51
Omega-6 MK celkem	Σ omega-6	40,52	23,80	7,30	25,62	16,36	33,53	20,80	7,82
Omega-3 MK celkem	Σ omega-3	5,13	3,45	0,79	7,03	3,25	6,51	6,39	0,60

Tabulka 16: Celkové zastoupení mastných kyselin ve vzorcích 9-16

Název		9	10	11	12	13	14	15	16
Nasyčené MK celkem	Σ SFA	16,16	32,00	12,18	8,05	37,88	12,84	23,48	46,96
Nenasycené MK celkem	Σ UFA	83,83	67,88	87,81	91,81	62,11	87,08	76,51	53,03
Poměr nenas. ku nas. MK	UFA/SFA	5,19	2,12	7,21	11,40	1,64	6,78	3,26	1,13
Monoenové MK celkem	Σ MUFA	21,16	46,67	26,82	65,41	21,74	62,73	18,10	18,67
Polyenové MK celkem	Σ PUFA	62,50	20,70	60,38	25,96	40,11	23,42	58,06	34,13
<i>Trans</i> isomery MK celkem	Σ TFA	0,17	0,51	0,61	0,44	0,26	0,93	0,35	0,23
Omega-6 MK celkem	Σ omega-6	54,33	13,86	58,19	19,30	39,88	17,87	54,54	33,20
Omega-3 MK celkem	Σ omega-3	8,12	6,75	2,11	6,54	0,18	5,43	3,36	0,90

Ze všech 28 identifikovaných mastných kyselin byly nejvíce zastoupeny kyselina olejová, jejíž nejvyšší procentuální obsah (82,29 %) byl stanoven ve vzorku č. 8 (Nature's promise Čočkový burger), dále kyselina linolová, jejíž nejvyšší procentuální obsah (58,19 %) byl stanoven ve vzorku č. 11 (Tempeh marinovaný) a kyselina palmitová, nejvíce zastoupená nasycená mastná kyselina, jejíž nejvyšší procentuální obsah (17,03 %) byl stanoven ve vzorku č. 15 (Robi plátky). Nejvíce zastoupenou nenasycenou mastnou kyselinou je výše zmiňovaná kyselina olejová.

Nasycené mastné kyseliny byly v různém poměru stanoveny ve všech vzorcích, ve všech byl stanoven obsah nižší než 50 %. Nejvyšší obsah nasycených mastných kyselin byl stanoven ve vzorku č. 16 (Veganské mleté), a to 46,93 %, což je pravděpodobně zapříčiněno přítomností kokosového tuku, který obsahuje velmi vysoký podíl nasycených mastných kyselin. Naopak nejnižší obsah nasycených mastných kyselin byl stanoven ve vzorku č. 8 (Nature's promise Čočkový burger), a to 7,04 %.

Ze stanovených dat byl určen poměr nenasycených a nasycených mastných kyselin. Mezi vzorky s největším poměrem nenasycených MK ku nasyceným MK patří vzorek č. 8 (Nature's promise Čočkový burger) (13,20), vzorek č. 12 (Well Well Plant based burger) (11,40) a vzorek č. 3 (Seitánky) (10,43), tyto vzorky obsahují pouze slunečnicový nebo řepkový olej, což je důvodem jejich nižšího podílu nasycených mastných kyselin. Mezi vzorky s nejnižším poměrem nenasycených MK ku nasyceným MK patří vzorek č. 10 (Beyond burger) (2,12), dále vzorek č. 13 (Vivera Plant steak) (1,64) a vůbec nejnižší poměr byl zaznamenán u vzorku č. 16 (Veganské mleté) (1,13), všechny 3 tyto vzorky obsahují kokosový tuk, jehož obsah zapříčiňuje vyšší podíl nasycených mastných kyselin.

Obsah *trans*-mastných kyselin byl u všech vzorků nižší než 1 %, jejich nejvyšší obsah byl stanoven ve vzorku č. 14 (Garden Gourmet Vegan burger), a to 0,93 %.

Nejvyšší obsah polynenasycených (polyenových) mastných kyselin byl stanoven u vzorku č. 9 (Tofu natural) (62,50 %), dále u vzorku č. 11 (60,38 %) a u vzorku č. 15 (Robi plátky) (58,06 %).

Z omega-3 mastných kyselin byla ve vzorcích identifikována pouze kyselina alfa-linolenová. Nejvyšší obsah této kyseliny tedy i omega-3 mastných kyselin celkově byl zaznamenán ve vzorku č. 9 (Tofu natural), a to 8,12 %. Z omega-6 mastných kyselin byla ve všech vzorcích

identifikována kyselina linolová, ve vzorku č. 5 (Šmakoun klasik) bylo zaznamenáno malé množství kyseliny arachidonové. Nejvyšší obsah omega-6 mastných kyselin byl stanoven ve vzorku č. 11 (Tempeh marinovaný), a to 58,19 %.

7.4. Obsah bílkovin

Obsah bílkovin byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody popsané v kapitole 6.4. Stanovené výsledky byly porovnány v Tabulce 17 s deklarovaným obsahem bílkovin. Přípustné odchylky deklarovaného obsahu bílkovin uvádí Příručka pro provozovatele potravinářských podniků k nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům (vydaná Ministerstvem zemědělství ČR), odchylky jsou uvedeny v Tabulce 18.

Dle tohoto nařízení splňují legislativní normu všechny vzorky.

Tabulka 17: Výsledky stanovení bílkovin

Číslo vzorku	Stanovený obsah bílkovin [g/100]	Deklarovaný obsah bílkovin [g/100]
1	51,1	49,7
2	57,4	62
3	18,6	18
4	6,7	7,4
5	13,8	14
6	18,5	20
7	8,6	8,1
8	8,8	9
9	14,3	12
10	18,4	17,7
11	17,0	17,3
12	15,2	16
13	19,7	18
14	16,2	16
15	22,9	24
16	17,2	17,9

Tabulka 18: Přípustné odchylky deklarovaného obsahu bílkovin

Deklarované množství bílkovin	Přípustná odchylka
<10 g/100 g	± 2 g
10-40 g/100 g	± 20 %
>40 g/100 g	± 8 g

7.5. Obsah sacharidů

Sacharidy byly stanoveny dopočtem pomocí odečtu obsahu tuků, bílkovin, vlákniny (pokud výrobce uvedl) a soli od stanoveného obsahu sušiny. Pro přesnější dopočet by bylo vhodné znát u vzorků ještě hodnotu popela a vlákniny, kterou výrobci u 6 ze 16 vzorků samostatně neuvedli. U vzorku číslo 6 vyšla díky vysokému deklarovanému obsahu vlákniny úplná absence sacharidů, což může být způsobeno nadhodnocením obsahu vlákniny výrobcem. Dopočtený obsah sacharidů je uveden v Tabulce 19.

Tabulka 19: Dopočtený obsah sacharidů

Číslo vzorku	Sušina [g/100 g]	Tuky [g/100 g]	Bílkoviny [g/100 g]	Vláknina [g/100 g]*	Sůl [g/100 g]	Dopočtený obsah sacharidů [g/100 g]
1	91,95	0,2	51,1	24,9	0,01	15,74
2	92,34	0,5	57,4	9,5	1,8	23,14
3	56,51	11,4	18,6	N	1,1	25,41
4	31,98	13,6	6,7	N	1,4	10,28
5	19,96	0,9	13,8	2,5	0,6	2,16
6	49,91	22,5	18,5	11	1,3	-
7	33,77	10,4	8,6	N	2,1	12,67
8	58,92	11,3	8,8	N	1	37,82
9	28,6	7,2	14,3	1	0,2	5,9
10	40,4	17,4	18,4	2,7	0,75	1,15
11	47,89	21,6	17	6,9	0,5	1,89
12	43,29	11,4	15,2	3,5	2,1	11,09
13	45,54	11,3	19,7	4,6	1,3	8,64
14	42,59	8	16,2	4	1,5	12,89
15	37,78	1,2	22,9	N	0,8	12,88
16	45,47	13,3	17,2	N	1,3	13,67

*N=nedeklarováno

7.6. Senzorická analýza

Metoda senzorického profilu, popsána normou ČSN EN ISO 13299, je vhodná pro celkový popis zkoumaných vzorků a umožňuje vlastnosti vzorku kvantifikovat, což pak dovoluje statistické zpracování dat. V rámci senzorické analýzy se u vzorků hodnotilo 14 dopředu

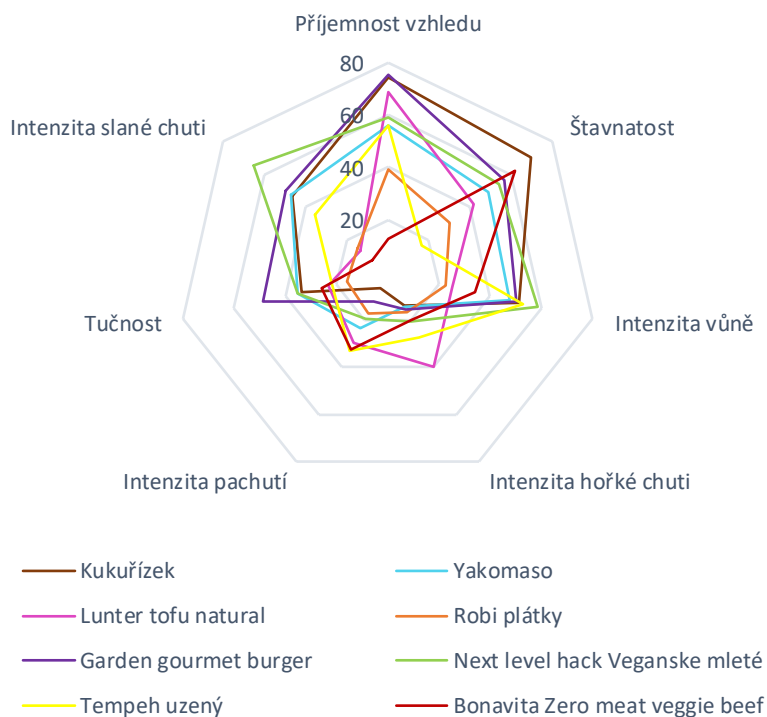
zvolených deskriptorů, které jsou uvedeny v Tabulce 20. Pomocí těchto deskriptorů hodnotili účastníci sensorické analýzy jednotlivé vzorky na škále 0-100. Deskriptory účastníci hodnotili několik vlastností potravin: chuť, vůni, konzistenci ale také např. vzhled. Kvůli vyššímu počtu vzorků (17) probíhala sensorická analýza ve dvou částech, v první části se hodnotilo 8 vzorků, ve druhé 9. Hodnoceno bylo celkem 16 alternativ masa (viz Tabulka 1: Analyzované vzorky a jejich složení) a 1 hovězí burger (viz tabulka X: Živočišný vzorek) pro srovnání sensorických kvalit živočišného masa a jeho rostlinných alternativ. V Grafech 2 a 3 jsou zaznamenány výsledky sensorického hodnocení prvních 8 vzorků, pro větší přehlednost je hodnocení vždy rozděleno do dvou grafů (každý zobrazuje 7 deskriptorů). V první části měl nejvyšší celkové hodnocení vzorek č. 4 – Kukuřízek (Veto Eco), naopak nejnižší celkové hodnocení získal vzorek č. 2 - Zero Meat Veggie Beef (Bonavita). V druhém hodnocení, jehož výsledky jsou shrnuty v Grafech 4 a 5, získal nejlepší hodnocení vzorek č. 10 – Beyond Burger (Beyond Meat), který tak předčil i burger z hovězího masa. Naopak nejnižší celkové hodnocení získal v druhé části sensorické analýzy vzorek č. 5 – Šmakoun klasik.

Tabulka 20: Deskriptory hodnocené při sensorické analýze

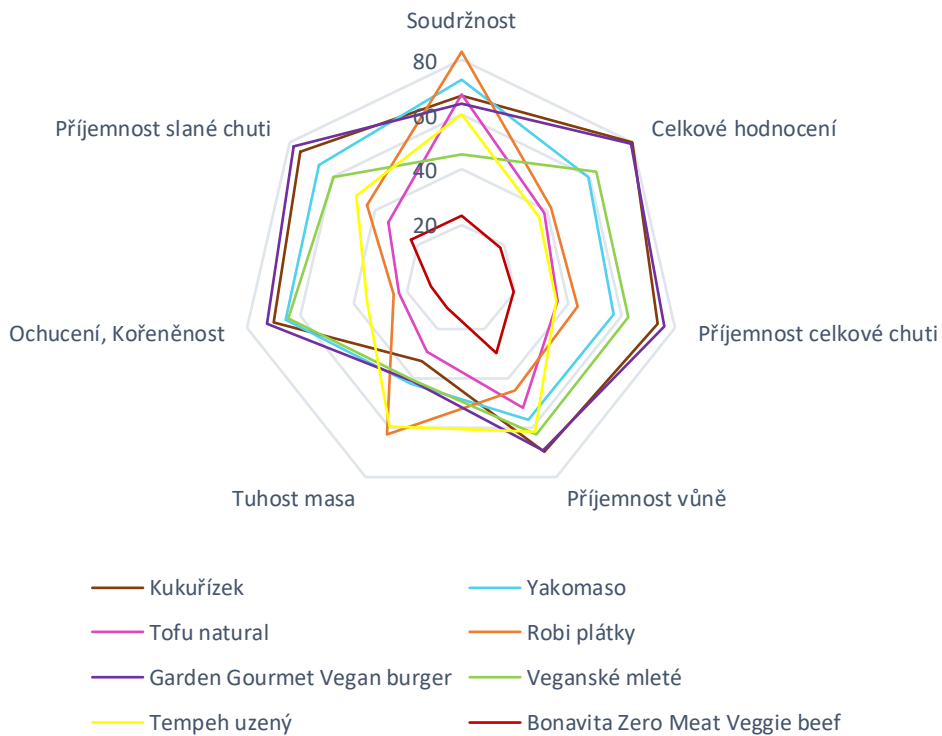
Číslo	Deskriptor	Škála
1	Příjemnost vzhledu	0 (Velmi špatný) - 100 (Velmi dobrý)
2	Příjemnost vůně	0 (Velmi špatná) - 100 (Velmi dobrá)
3	Intenzita vůně	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
4	Šťavnatost	0 (Suché) - 100 (Šťavnaté)
5	Intenzita hořké chuti	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
6	Intenzita pachutí	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
7	Tučnost	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
8	Intenzita slané chuti	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
9	Příjemnost slané chuti	0 (Nepříjemná) - 100 (Velmi příjemná)
10	Ochucení, kořeněnost	0 (Velmi špatné) - 100 (Vynikající)
11	Soudržnost	0 (Malá, rozpadá se) - 100 (Velmi velká, kompaktní)
12	Tuhost	0 (Měkké, vláčné) - 100 (Tuhé)
13	Příjemnost celkové chuti	0 (Velmi špatná) - 100 (Vynikající)
14	Celkové hodnocení	0 (Velmi špatné) - 100 (Vynikající)

Graf 2 + Graf 3: První část senzoričkého hodnocení

Graf 2

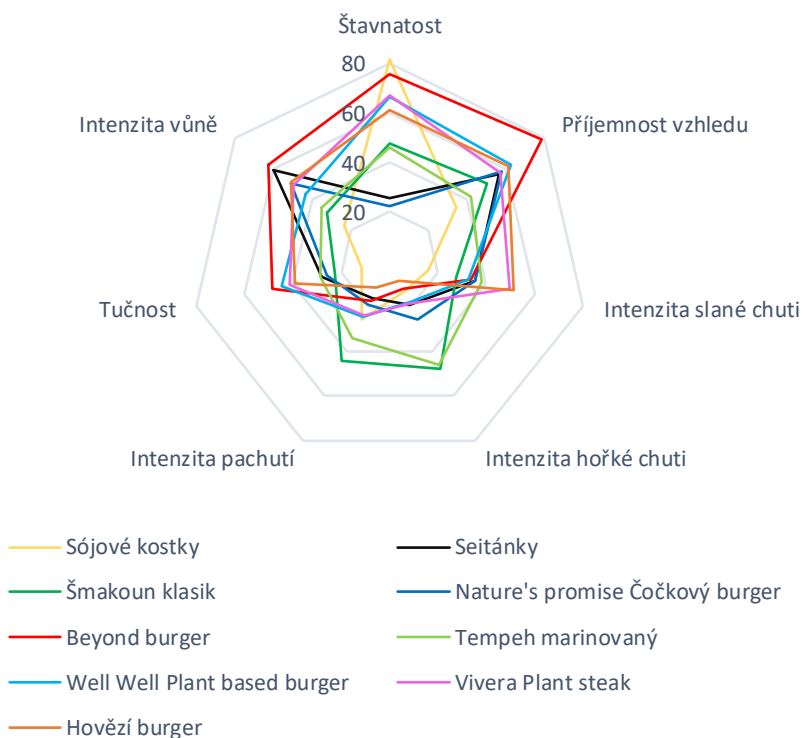


Graf 3

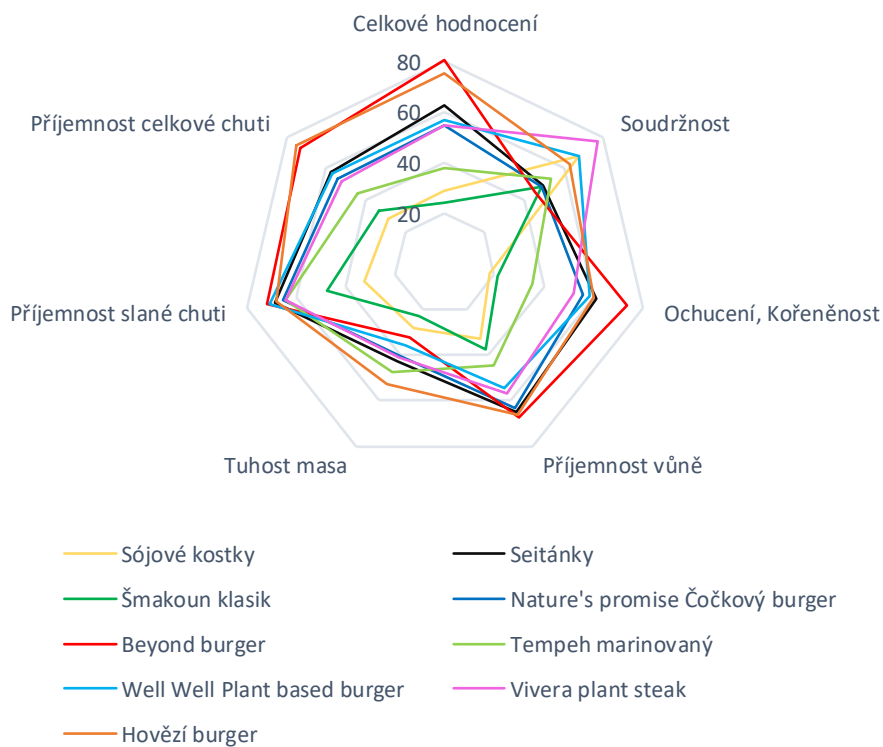


Graf 4 + Graf 5: Druhá část senzoričkého hodnocení

Graf 4



Graf 5



V Tabulce 21 jsou shrnuty výsledky deskriptoru Celkové hodnocení, od nejlépe hodnoceného vzorku po nejhůře hodnocený vzorek, 3 nejlépe hodnocené vzorky jsou zvýrazněny tučným písmem. Hovězí burger byl 4. nejlépe hodnoceným vzorkem, mezi nejnižše hodnocené vzorky patřily extrudované sójové výrobky a výrobek Šmakoun klasik.

Tabulka 21: Výsledky celkového hodnocení

Název vzorku	Celkové hodnocení
Beyond burger	80,17
Kukuřízek	79,75
Garden Gourmet Vegan burger	79,00
Hovězí burger	74,92
Veganské mleté	63,08
Seitánky	62,50
Yakomaso	59,50
Well Well Plant based burger	56,50
Nature's promise Čočkový burger	54,58
Vivera Plant steak	54,42
Robi plátky	41,92
Tofu natural	38,75
Tempeh marinovaný	37,75
Tempeh uzený	36,17
Sójové kostky	28,50
Šmakoun klasik	24,00
Zero Meat Veggie beef	18,50

Z hlediska tučnosti byl nejvýše hodnocen vzorek č. 14 – Garden Gourmet Vegan burger, který má dle deklarovaného hodnocení pouze 6 g tuku/100 g. Naopak vzorek s nejvyšším deklarovaným obsahem tuku (vzorek č. 6 – Kalma Tempeh uzený), byl z hlediska tučnosti hodnocen až na 13. místě.

Při hodnocení slanosti byl jako nejslanější vyhodnocen vzorek č. 16 – Next level meat Veganské mleté. Nejvyšší deklarované množství soli obsahují vzorek č. 7 (Yakomaso) a vzorek č. 12 (Well Well Plant based burger). Vzorek č. 7 byl hodnocen jako jeden z nejslanějších, vzorek č. 12 byl hodnocen jako podprůměrně slaný.

Jako vzhledově nejpříjemnější byl hodnotiteli označeny vzorek č. 10 (Beyond burger), vzorek č. 14 (Garden Gourmet Vegan burger) a vzorek č. 4 (Kukuřízek). Za vzorek s nejpříjemnější vůní byl hodnotiteli označen vzorek č. 4 (Kukuřízek).

V Tabulce 22-34 jsou shrnuty výsledky senzoričké analýzy dle jednotlivých deskriptorů.

Tabulka 22: Příjemnost vzhledu

Název vzorku	Příjemnost vzhledu
Beyond burger	78,67
Garden Gourmet Vegan burger	75,00
Kukuřízek	74,00
Tofu natural	68,67
Well Well Plant based burger	62,33
Hovězí burger	61,58
Veganské mleté	59,00
Nature's promise Čočkový burger	58,17
Vivera Plant steak	57,17
Seitánky	56,25
Tempeh uzený	56,08
Yakomaso	55,75
Šmakoun klasik	50,50
Tempeh marinovaný	41,92
Robi plátky	39,42
Sójové kostky	34,58
Zero Meat Veggie beef	12,92

Tabulka 23: Příjemnost vůně

Název vzorku	Příjemnost vůně
Kukuřízek	69,67
Garden Gourmet Vegan burger	69,17
Beyond burger	67,33
Hovězí burger	66,08
Seitánky	64,83
Nature's promise Čočkový burger	63,42
Veganské mleté	62,83
Tempeh uzený	61,75
Vivera Plant steak	56,75
Yakomaso	56,67
Well Well Plant based burger	54,25
Tofu natural	52,08
Robi plátky	45,08
Tempeh marinovaný	44,42
Šmakoun klasik	37,50
Sójové kostky	32,67
Zero Meat Veggie beef	29,75

Tabulka 24: Intenzita vůně

Název vzorku	Intenzita vůně
Beyond burger	62,17
Seitánky	59,50
Veganské mleté	58,67
Tempeh uzený	53,00
Hovězí burger	51,08
Kukuřízek	51,00
Nature's promise Čočkový burger	50,75
Garden Gourmet Vegan burger	50,33
Vivera Plant steak	49,58
Yakomaso	47,50
Well Well Plant based burger	43,17
Tempeh marinovaný	34,83
Zero Meat Veggie beef	33,83
Šmakoun klasik	31,92
Tofu natural	25,08
Sójové kostky	23,17
Robi plátky	22,67

Tabulka 25: Šťavnatost

Název vzorku	Šťavnatost
Sójové kostky	81,50
Beyond burger	75,33
Kukuřízek	69,92
Vivera Plant steak	67,17
Well Well Plant based burger	66,58
Zero Meat Veggie beef	61,67
Hovězí burger	61,08
Garden Gourmet Vegan burger	56,50
Veganské mleté	54,17
Yakomaso	48,67
Šmakoun klasik	47,50
Tempeh marinovaný	46,17
Tofu natural	41,83
Robi plátky	30,00
Seitánky	25,67
Nature's promise Čočkový burger	22,50
Tempeh uzený	16,67

Tabulka 26: Intenzita hořké chuti

Název vzorku	Intenzita hořké chuti
Šmakoun klasik	47,83
Tempeh marinovaný	46,08
Tofu natural	39,75
Tempeh uzený	27,33
Nature's promise Čočkový burger	26,08
Veganské mleté	20,83
Zero Meat Veggie beef	20,17
Seitánky	19,08
Vivera Plant steak	18,58
Well Well Plant based burger	18,33
Robi plátky	16,58
Garden Gourmet Vegan burger	15,75
Yakomaso	14,42
Kukuřízek	14,00
Sójové kostky	13,67
Beyond burger	12,33
Hovězí burger	8,92

Tabulka 27: Intenzita pachutí

Název vzorku	Intenzita pachutí
Šmakoun klasik	44,42
Tempeh marinovaný	34,25
Tempeh uzený	33,25
Zero Meat Veggie beef	32,42
Tofu natural	29,67
Sójové kostky	25,92
Well Well Plant based burger	24,92
Vivera Plant steak	23,92
Yakomaso	23,75
Veganské mleté	19,75
Nature's promise Čočkový burger	19,42
Beyond burger	17,83
Robi plátky	17,25
Seitánky	16,50
Garden Gourmet Vegan burger	12,42
Hovězí burger	11,67
Kukuřízek	6,83

Tabulka 28: Tučnost

Název vzorku	Tučnost
Garden Gourmet Vegan burger	48,67
Beyond burger	48,50
Well Well Plant based burger	44,50
Vivera Plant steak	41,17
Hovězí burger	39,33
Veganské mleté	35,25
Yakomaso	35,17
Kukuřízek	33,67
Tempeh marinovaný	28,58
Seitánky	28,08
Zero Meat Veggie beef	26,00
Nature's promise Čočkový burger	25,67
Tofu natural	23,00
Šmakoun klasik	22,58
Tempeh uzený	21,83
Robi plátky	15,92
Sójové kostky	11,50

Tabulka 29: Intenzita slané chuti

Název vzorku	Intenzita slané chuti
Veganské mleté	65,50
Hovězí burger	51,50
Garden Gourmet Vegan burger	49,92
Vivera Plant steak	49,67
Yakomaso	47,42
Kukuřízek	46,75
Tempeh marinovaný	38,33
Nature's promise Čočkový burger	35,50
Seitánky	35,42
Tempeh uzený	35,33
Beyond burger	33,42
Well Well Plant based burger	32,83
Šmakoun klasik	27,67
Sójové kostky	15,83
Robi plátky	14,58
Tofu natural	13,17
Zero Meat Veggie beef	7,75

Tabulka 30: Příjemnost slané chuti

Název vzorku	Příjemnost slané chuti
Garden Gourmet Vegan burger	77,92
Kukuřízek	74,83
Beyond burger	71,92
Well Well Plant based burger	70,83
Seitánky	68,92
Hovězí burger	68,25
Yakomaso	66,50
Nature's promise Čočkový burger	65,42
Vivera Plant steak	64,67
Tempeh marinovaný	64,58
Veganské mleté	59,50
Tempeh uzený	48,83
Šmakoun klasik	47,92
Robi plátky	43,75
Tofu natural	33,67
Sójové kostky	32,42
Zero Meat Veggie beef	23,17

Tabulka 31: Ochucení, kořeněnost

Název vzorku	Ochucení, kořeněnost
Beyond burger	73,50
Garden Gourmet Vegan burger	72,33
Kukuřízek	70,08
Yakomaso	65,50
Veganské mleté	64,67
Seitánky	61,33
Hovězí burger	60,08
Well Well Plant based burger	58,83
Nature's promise Čočkový burger	56,00
Vivera Plant steak	52,25
Tempeh marinovaný	35,42
Tempeh uzený	35,00
Robi plátky	25,25
Tofu natural	23,42
Šmakoun klasik	21,42
Sójové kostky	18,00
Zero Meat Veggie beef	11,00

Tabulka 32: Soudržnost

Název vzorku	Soudržnost
Robi plátky	83,08
Vivera Plant steak	77,00
Yakomaso	72,92
Well Well Plant based burger	67,92
Sójové kostky	67,67
Tofu natural	67,58
Kukuřízek	66,92
Garden Gourmet Vegan burger	63,83
Hovězí burger	62,92
Tempeh uzený	60,00
Tempeh marinovaný	53,42
Seitánky	49,42
Šmakoun klasik	48,83
Nature's promise Čočkový burger	48,58
Veganské mleté	45,50
Beyond burger	45,42
Zero Meat Veggie beef	23,17

Tabulka 33: Tuhost

Název vzorku	Tuhost
Robi plátky	62,50
Tempeh uzený	59,67
Hovězí burger	52,75
Tempeh marinovaný	47,75
Seitánky	42,83
Yakomaso	42,33
Vivera Plant steak	41,25
Garden Gourmet Vegan burger	41,00
Veganské mleté	40,83
Nature's promise Čočkový burger	40,25
Well Well Plant based burger	35,83
Kukuřízek	32,92
Beyond burger	32,17
Tofu natural	29,08
Sójové kostky	28,08
Šmakoun klasik	23,25
Zero Meat Veggie beef	11,67

Tabulka 34: Příjemnost celkové chuti

Název vzorku	Příjemnost celkové chuti
Garden Gourmet Vegan burger	76,25
Hovězí burger	75,00
Kukuřízek	73,50
Beyond burger	72,83
Veganské mleté	62,58
Seitánky	57,58
Well Well Plant based burger	57,08
Yakomaso	57,08
Nature's promise Čočkový burger	54,00
Vivera Plant steak	51,83
Tempeh marinovaný	44,00
Robi plátky	43,83
Tofu natural	36,00
Tempeh uzený	35,67
Šmakoun klasik	33,25
Sójové kostky	28,25
Zero Meat Veggie beef	19,67

8. Diskuze

Předmětem praktické části práce bylo nutriční a sensorické hodnocení alternativ masa, jejím cílem bylo analyzovat obsah sušiny, bílkovin a tuků v 16 vzorcích, k sensorické analýze byl přidán 1 živočišný vzorek navíc, pro možnost porovnání sensorických kvalit živočišného masa a jeho alternativ.

Stanovený obsah sušiny koresponduje s fyzickou povahou vzorků, nejvyšší obsah sušiny byl stanoven u vzorků upravených extruzí, kde vlivem technologické úpravy dochází u finálního produktu k odpaření podstatné části vody. Nejnižší obsah sušiny byl stanoven u vzorků, které jsou technologicky zpracované do jemné konzistence, obsahují tedy více tekutých složek.

Samotné nutriční hodnoty vzorků jsou velmi variabilní. Jejich energetická hodnota se pohybuje v rozmezí 228-1497 kJ, toto rozpětí představuje 2,71-17,8 % referenčního energetického příjmu 8400 kJ/2000 kcal (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011). Gramáž všech vzorků (viz Tabulka 3) je vyšší nebo rovna 100 g, maximálně ale dosahuje až 275 g – při konzumaci celého balení tohoto výrobku by zkonsumovaná energetická hodnota představovala až třetinu referenčního energetického příjmu, je tedy vhodné brát v úvahu gramáž výrobku, energetickou hodnotu celého balení a tomu upravit požadovanou porci.

Dominantními živinami ve vzorcích jsou tuky a sacharidy. Dle EFSA by denní příjem tuků měl být v rozmezí 20-35 %, tedy cca 44-77 g tuku (1 g tuku = 38 kcal) u průměrné osoby konzumující 8400 kJ/2000 kcal. V analyzovaných vzorcích je na 100 g deklarován obsah tuků v rozmezí 0,2-27 g. Při stanovení obsahu tuku splnilo legislativní normu 13 z 16 vzorků. U vzorků, které normu nesplnily mohlo způsobit větší rozptyl mezi stanovenou a deklarovanou hodnotou několik faktorů, mohlo dojít např. ke špatné homogenizaci vzorku nebo nadhodnocení či podhodnocení obsahu tuku výrobcem.

Složení mastných kyselin v tucích koresponduje s deklarovaným zdrojem tuků ve vzorcích. Obsah nasycených mastných kyselin je u všech vzorků menší než 50 %, ve vzorcích tedy převažovaly nenasycené mastné kyseliny. Vzorky s nejvyšším obsahem nasycených MK obsahují kokosový tuk, který je jejich významným zdrojem. Kvůli přítomnosti kokosového tuku je možné u těchto vzorků konstatovat vyšší zastoupení kyseliny laurové a myristové. Vysoký obsah nasycených MK je v potravě ze zdravotního hlediska nežádoucí (viz kapitola 2.3.8.), úřad EFSA doporučuje přijímat tuto skupinu MK v co nejmenším množství. Vzorky

s nejvyšším obsahem nenasycených mastných kyselin obsahují pouze slunečnicový nebo řepkový olej, neobsahují tedy žádné významné zdroje nasycených MK. Stejně jako u nasycených MK doporučuje úřad EFSA udržet příjem *trans*-mastných kyselin na minimu. *Trans*-mastné kyseliny byly identifikovány ve všech vzorcích, jde však o z nutričního hlediska zanedbatelná množství. Obsah polyenových kyselin, který je vzhledem k jejich pozitivnímu účinku v rámci prevence kardiovaskulárních onemocnění žádoucí, se v analyzovaných vzorcích pohybuje mezi 8,15 a 62,5 %. Stejně tak žádoucí omega-3 mastné kyseliny byly obsaženy ve všech vzorcích do 10 %, omega-6 mastné kyseliny byly ve 3 vzorcích zastoupeny částí větší než 50 %.

Dopočetem stanovený obsah sacharidů se ve vzorcích pohybuje mezi 1,15 a 37,82 g na 100 g, až na vzorek č. 6 (Tempeh uzený), ve kterém nebyly stanoveny žádné sacharidy, což mohlo být způsobeno nadhodnocením obsahu vlákniny výrobcem. Dle EFSA by denní příjem sacharidů měl tvořit 45-60 % energetického příjmu, tedy cca 222-296 g sacharidů z referenčního příjmu. Panelem EFSA bylo zároveň uloženo doporučení udržovat v rámci zdravého životního stylu příjem cukrů na minimu, jedním z důvodů je vyšší glykemický index u potravin obsahujících cukry. Analyzované vzorky obsahují z výše uvedeného celkového objemu sacharidů cukry v rozpětí 0,19-5,1 g/100 g, výjimkou jsou 2 vzorky: vzorek č. 5 (Šmakoun klasik) a 10 (Beyond burger), které dle informace od výrobce cukry vůbec neobsahují.

Z výživového hlediska je klíčový i obsah bílkovin jakožto základních substrátů pro růst a udržování tkání. Při hodnocení obsahu bílkovin je stejně jako u tuků vhodná jak kvantitativní, tak kvalitativní analýza bílkovin, jejíž předmětem je složení aminokyselin. Tato práce se věnovala kvantitativnímu stanovení obsahu bílkovin, ve vzorcích bylo stanoveno na 100 g 7,4-62 g bílkovin. EFSA stanovila doporučený denní příjem bílkovin pro dospělé populaci 0,83 g/kg/den. Při stanovení bílkovin pomocí Kjeldahlovy metody splnilo legislativní normu všech 16 vzorků.

Za příznivý lze považovat i nízký deklarovaný obsah soli v analyzovaných vzorcích, nejvíce soli obsahují vzorek č. 7 (Yakomaso) a vzorek č. 12 (Well Well Plant based burger), u obou její obsah činí 2,1 g na 100 g výrobku. Nejnižší obsah soli byl deklarován u vzorku č. 1 (Sójové kostky), a to 0,01 %.

Senzorická analýza zahrnovala 1 vzorek živočišného masa pro porovnání velmi diskutovaných organoleptických vlastností rostlinných alternativ. V celkovém hodnocení byly nejlépe

hodnoceny 3 rostlinné alternativy masa, hovězí burger byl hodnocen jako 4. nejlepší. Jako sensoricky nejpříjemnější byl účastníky analýzy vnímán vzorek č. 10 (Beyond burger), který byl několikrát mylně identifikován jako živočišné maso. Hodnocení odpovídalo složení vzorků, v rámci sensorické analýzy není možné vzorky připravovat s vlastním přídatkem koření nebo aromatických látek, některé analyzované vzorky ale obsahovaly tyto látky ve složení, což mohlo být důvodem jejich vysokého hodnocení. Vzorky, které tyto látky ve složení neobsahovaly byly v celkovém hodnocení umístěny níže, naopak více u nich byla vnímána intenzita hořkosti a intenzita pachutí.

V případě srovnání, zda je nutričně hodnotnější živočišné maso nebo jeho alternativy je nutné zaměřit se na několik hledisek:

Obsah tuku v živočišném mase záleží na druhu zvířete a jateční části, nejvíce tento parametr ovlivňuje krmení, není tedy vhodné maso kategorizovat dle těchto kritérií na tučné a méně tučné, nelze ani přesně určit, zda je obecně tučnější maso nebo jeho (rostlinné) alternativy – tento parametr je u obou skupin velmi variabilní. Rostlinné tuky mají oproti živočišným však příznivější složení (ve smyslu nižšího obsahu nasycených mastných kyselin) - živočišné tuky bývají díky nižšímu obsahu polyenových mastných kyselin a vyššímu obsahu nasycených mastných kyselin hodnoceny negativně, jedinou výjimku tvoří rybí tuk (Dostálová, 2011).

Vzhledem k výběru vzorku hovězího masa do sensorické analýzy byl tento druh zvolen i pro srovnání nutričních hodnot. Z živočišných tuků má nejméně příznivé složení právě hovězí tuk, který obsahuje 47-66 % nasycených mastných kyselin a pouze 1-5 % polyenových mastných kyselin, na druhou stranu v rybím oleji (olej ze sledě) je obsah nasycených MK výrazně nižší (17-29 %) a obsah polyenových MK příznivější (10-24 %) (Dostálová, 2011). Ze vzorků analyzovaných v této práci měl nejvyšší obsah nasycených mastných kyselin vzorek č. 16 (Veganské mleté), který obsahoval 46,96 % nasycených mastných kyselin, což představuje bezmála spodní hranici rozpětí nasycených MK v hovězím tuku. Současně měly všechny analyzované vzorky stanoven vyšší podíl polyenových mastných kyselin než hovězí tuk. V porovnání s uvedenými daty o hovězím tuku lze vyvodit, že zkoumané alternativy masa měly v těchto ohledech zdraví příznivější zastoupení mastných kyselin.

Z hlediska bílkovin je pro porovnání rostlinných a živočišných potravin klíčové složení aminokyselin, v potravinách rostlinného původu totiž některé esenciální aminokyseliny chybí, což je vnímáno jako jejich velký mínus. Z alternativ masa by výhodu v tomto mohl mít výrobek

Šmakoun, který je vyráběn z vaječné bílkoviny, tedy bílkoviny živočišného původu. Kvantitativně hovězí maso obsahuje 13,1-27 %, v průměru tedy 20,8 % bílkovin (Velíšek, 2009), v analyzovaných alternativách byl průměrný obsah bílkovin ve vzorcích 20,28 %, tedy bezmála stejný.

Maso obsahuje 0,1-0,15 % monosacharidů (Velíšek, 2009), což lze považovat za zanedbatelné množství, stejně tak neobsahuje vlákninu. Oproti tomu analyzované alternativy masa jsou na sacharidy poměrně bohaté, některé stejně tak i na vlákninu, což může být považováno za benefiční.

Mimo nutriční hodnoty pro spotřebitele hrají při rozhodování mezi masem a alternativou masa roli pravděpodobně také aspekty ceny a dostupnosti. V Tabulce 3 je uveden výrobce analyzovaných produktů, jejich země původu, gramáž a cena, za kterou byly nakoupeny. Všechny produkty jsou dostupné na českém trhu, většina je dostupná v kamenných prodejnách běžných sítí potravin, některé produkty zahraničního původu jsou pro český trh dostupné přes české e-shopy s potravinami. Ceny produktů jsou velmi variabilní, nejnížší cena byla zaznamenána u vzorku č. 1 (Sójové kostky), který je na českém trhu v několika variantách dobře dostupný, naopak nejvyšší cena byla zaznamenána u vzorku č. 10 (Beyond burger), který je vyráběn v zahraničí, jeho dostupnost v ČR je nižší.

9. Závěr

Alternativy živočišného masa jsou rychle se rozšiřující kategorií potravin, spotřebu živočišného masa lidé snižují z etických, environmentálních či zdravotních důvodů čím dál více. Z nutričního hlediska mají vůči živočišnému masu svá pozitiva i svá negativa.

V teoretické části práce byla stručně popsána problematika alternativ masa, hlavní suroviny pro jejich výrobu, nejznámější produkty, které tato skupina zahrnuje a nutriční hodnocení jednotlivých složek živin.

Praktická část byla zaměřena na laboratorní analýzu 16 vzorků alternativ masa, v rámci senzoričké analýzy byl hodnocen 1 vzorek živočišného masa navíc pro porovnání senzoričké kvality masa a jeho alternativ. Laboratorní analýzou byly získány hodnoty obsahu sušiny, tuků a bílkovin ve vzorcích, tyto parametry byly porovnány s deklarovaným obsahem a podrobeny hodnocení.

Stanovení sušiny vážkovou metodou prokázalo nejvyšší obsah sušiny u extrudovaných vzorků a naopak nejnižší obsah u vzorků jemnější krémovější konzistence dle počátečních očekávání.

Analýza obsahu tuků pomocí extrakce dle Soxhleta potvrdila, že u 13 ze 16 vzorků odpovídá údaj deklarovaný na obale skutečnosti, u vzorků č. 1, 8 a 14 byla překročena legislativně stanovená přípustná odchylka vlivem nedokonalé homogenity vzorku, nebo nadhodnocením či podhodnocením obsahu tuku výrobcem. Součástí analýzy tuků bylo také stanovení složení mastných kyselin, bylo stanoveno zastoupení jednotlivých mastných kyselin ve vzorcích a shrnuto zastoupení významných skupin mastných kyselin pro podrobnější nutriční analýzu. U všech vzorků byl stanoven obsah nasycených mastných kyselin nižší než 50 % a obsah *trans*-isomerů mastných kyselin nižší než 1 %. Ve vzorcích tedy převažovaly nenasycené mastné kyseliny, příznivý byl i obsah polyenových a omega-3 mastných kyselin stanovený ve vzorcích.

V rámci analýzy bílkovin Kjeldahlovou metodou bylo u všech vzorků potvrzeno, že jejich obsah bílkovin deklarovaný na obale odpovídá stanovenému obsahu.

Senzoričká analýza prokázala lepší senzoričké vlastnosti 3 vzorků alternativ masa oproti masu živočišnému, zároveň také potvrdila lepší chuťové vlastnosti u výrobků obsahujících ve složení koření a aromatické látky oproti výrobkům, které tyto látky neobsahují.

Příjem alternativ masa může být z mnoha hledisek benefiční. Vzhledem k tomu, že jsou výrobky stále více dostupné a popularizované, byl by žádoucí další výzkum zaměřený na tuto skupinu potravin, jelikož výrobky vlivem vysokého stupně technologického zpracování ztrácejí na nutriční hodnotě. Pokud mají být tyto výrobky konkurenceschopné vůči živočišnému masu, bylo by v naprosté většině vhodné zlepšit také jejich sensorickou jakost.

Seznam použité literatury

- AHNAN-WINARNO, Amadeus Driando, Lorraine CORDEIRO, Florentinus Gregorius WINARNO, John GIBBONS a Hang XIAO, 2021. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. **20**(2), 1717-1767 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12710
- BIESIEKIERSKI, Jessica R, 2017. What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* [online]. **32**(S1), 78-81 [cit. 2021-11-20]. ISSN 08159319. Dostupné z: doi:10.1111/jgh.13703
- BRÁT, Jiří, 2017. Sója ano, či ne. *Practicus: Odborný časopis Společnosti všeobecného lékařství ČLS JEP*. Praha, **16**(9), 24-27. ISSN 1213-8711.
- CEJPEK, Karel. *Úloha 2 - Plynová chromatografie (GC-FID)* [online]. In: s. 2 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://web.vscht.cz/~schulzov/SAPOII%20navody/KC323501_2a.pdf
- CRAIG BETTENHAUSEN, 2013. Seitan. *C&EN: Chemical & Engineering News* [online]. **91**(23), 32 [cit. 2021-12-05]. ISSN 0009-2347. Dostupné z: doi:10.1021/cen-09123-scitech2
- DAHL, Wendy J., Lauren M. FOSTER a Robert T. TYLER, 2012. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *British Journal of Nutrition* [online]. **108**(S1), S3-S10 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0007-1145. Dostupné z: doi:10.1017/S0007114512000852
- DE MARCHI, Massimo, Angela COSTA, Marta POZZA, Arianna GOI a Carmen L. MANUELIAN, 2021. Detailed characterization of plant-based burgers. *Scientific Reports* [online]. **11**(1) [cit. 2022-04-27]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-81684-9
- DOSTÁLOVÁ, Jana, 2011. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. *Interní medicína* [online]. **13**(9), 348-349 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/09/08.pdf>
- DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC, 2014. *Potravinářské zboží: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- DOSTÁLOVÁ, Radmila, 2017. *Sója a výrobky ze sóji* [online]. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. [cit. 2021-11-20]. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-88019-22-0. Dostupné z: https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Koubova%201/soja_final_web3.pdf
- DOSTÁLOVÁ, Radmila, Jiří HORÁČEK, Pavel SKŘIVAN a Marcela SLUKOVÁ, [2016]. *Obiloviny a luštěniny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-88019-09-1.

DOSTÁLOVÁ, Radmila, Jiří HORÁČEK, Pavel SKŘIVAN a Marcela SLUKOVÁ, [2016]. *Obiloviny a luštěniny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-87719-35-0.

FRAEYE, Ilse, Charlotte BRUNEEL, Charlotte LEMAHIEU, Johan BUYSE, Koenraad MUYLAERT a Imogen FOUBERT, 2012. Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Research International* [online]. **48**(2), 961-969 [cit. 2022-04-27]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodres.2012.03.014

GE, J., C. SUN, H. CORKE, R. GAN a Y. FANG, 2020. The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY* [online]. **19**(4), 1-42 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12573

GROFOVÁ, Zuzana, 2010. Mastné kyseliny. *Medicína pro praxi*. **7**(10), 388.

HACHMEISTER, Kathleen A. a Daniel Y. C. FUNG, 1993. Tempeh: A Mold-Modified Indigenous Fermented Food Made from Soybeans and/or Cereal Grains. *Critical Reviews in Microbiology* [online]. **19**(3), 137-188 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1040-841X. Dostupné z: doi:10.3109/10408419309113527

HAMID, NS THAKUR a Pradeep KUMAR, 2017. Anti-nutritional factors, their adverse effects and need for adequate processing to reduce them in food. *AgricINTERNATIONAL* [online]. **4**(1), 56-60 [cit. 2021-11-20]. ISSN 2454-8634. Dostupné z: doi:10.5958/2454-8634.2017.00013.4

HULL, M. Alison, 2013. Veggie Burgers. *Journal of Renal Nutrition* [online]. **23**(5), e99-e100 [cit. 2022-04-24]. ISSN 10512276. Dostupné z: doi: 10.1053/j.jrn.2013.06.004

CHAMBERS, James R., Khalid ZAHEER, Humayoun AKHTAR a El-Sayed M. ABDEL-AAL, 2017. Chicken Eggs. *Egg Innovations and Strategies for Improvements* [online]. Elsevier, 2017, **1.**, 1-9 [cit. 2021-12-05]. ISBN 9780128008799. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-800879-9.00001-9

KARYADI, Darwin a Lukito WIDJAJA, 1996. Beneficial effects of tempeh in disease prevention and treatment. *Nutrition Reviews* [online]. Oxford, **54**(11), S94 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z:

www.proquest.com/openview/e4a4df0b47fe7f9e716130930a8dab2e/1?cbl=42187&loginDisplay=true&pq-origsite=gscholar

KARYADI, Darwin a Lukito WIDJAJA, 1996. Beneficial effects of tempeh in disease prevention and treatment. *Nutrition reviews* [online]. **54**(11), S94 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/openview/e4a4df0b47fe7f9e716130930a8dab2e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=42187>

KOTLAND, Vojtěch, 2019. *SEPARACE LIPIDŮ Z BUNĚČNÝCH TKÁNÍ* [online]. Brno [cit. 2022-04-03].

Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=189463.
Bakalářská práce. VUT.

KUNOVÁ, Václava, 2017. Seitan. In: *Společnost pro výživu* [online]. Praha: Společnost pro výživu [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/seitan/>

KUNOVÁ, Václava, 2017. Seitan. In: *Společnost pro výživu* [online]. Praha 1 [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/seitan/>

LIN, S., H.E. HUFF a F. HSIEH, 2002. Extrusion Process Parameters, Sensory Characteristics, and Structural Properties of a High Moisture Soy Protein Meat Analog. *Journal of Food Science* [online]. **67**(3), 1066-1072 [cit. 2021-12-05]. ISSN 0022-1147. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09454.x

MALAV, O. P., S. TALUKDER, P. GOKULAKRISHNAN a S. CHAND, 2014. Meat Analog: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **55**(9), 1241-1245 [cit. 2022-04-27]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2012.689381

MALAV, O. P., S. TALUKDER, P. GOKULAKRISHNAN a S. CHAND, 2014. Meat Analog: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **55**(9), 1241-1245 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2012.689381

PANOVSKÁ, Zdeňka, Kamila MÍKOVÁ a Vojtěch ILKO. Senzorická analýza. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: VŠCHT [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~panovskz/Přednášky/1.pdf>

RYSOVÁ, Jana, 2021. Obsah lepku v alternativách masa a masných výrobců. *Výživa a potraviny*. Společnost pro výživu, **76**(6), 145-148. ISSN 1211-846X.

- SHAHBANDEH, M., 2021. Per capita consumption of meat in Europe from 2011 to 2021, with a forecast to 2031. In: *Statista* [online]. New York: Statista [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/1045028/per-capita-consumption-of-meat-in-europe/>
- SHA, Lei a Youling L. XIONG, 2020. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology* [online]. (102), 51-61 [cit. 2022-03-24]. ISSN 0924-2244. Dostupné z: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420304830
- SHEWRY, P. R., 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany* [online]. **60**(6), 1537-1553 [cit. 2021-12-05]. ISSN 0022-0957. Dostupné z: doi:10.1093/jxb/erp058
- SHIN, Jang Yel, Pengcheng XUN, Yasuyuki NAKAMURA a Ka HE, 2013. Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. **98**(1), 146-159 [cit. 2022-04-27]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.3945/ajcn.112.051318
- SLUKOVÁ, Marcela a Pavel SKŘIVAN, [2016]. Obiloviny. *Obiloviny a luštěniny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., s. 2-19. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-87719-35-0.
- SOUCI, S.W., W. FACHMANN a H. KRAUT, 2015. *Food Composition and Nutrition Tables*. 8. vydání. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. ISBN 3804750729.
- ŠÁRKA, Evžen, Jana ČOPÍKOVÁ a Petra SMRČKOVÁ, 2013. Extruzní proces v cereální a cukrovinkářské technologii. *Listy cukrovarnické a řepařské* [online]. **129**(11), 350 [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www-proquest-com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/1461355162?accountid=195367&forcedol=true&pq-origsite=primo&forcedol=true>
- VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-15-2.
- WANG, Xufeng, Kaiyun LUO, Shutao LIU, Benu ADHIKARI a Jie CHEN, 2019. Improvement of gelation properties of soy protein isolate emulsion induced by calcium cooperated with magnesium. *Journal of Food Engineering* [online]. **244**(244), 32-39 [cit. 2021-12-05]. ISSN 02608774. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.09.025

ZHANG, Qing, Chenzhi WANG, Bokang LI, et al., 2018. Research progress in tofu processing: From raw materials to processing conditions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **58**(9), 1448-1467 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2016.1263823

ZHENG, Li, Joe M. REGENSTEIN, Fei TENG a Yang LI, 2020. Tofu products: A review of their raw materials, processing conditions, and packaging. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. **19**(6), 3683-3714 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12640

Šmakoun [online], 2021. Praha: Proteiner trading [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.smakoun.eu>

Příručka pro provozovatele potravinářských podniků: k nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, 2013. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-141-0.

Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein, 2012. *EFSA Journal* [online]. **10**(2), 1-30 [cit. 2022-04-27]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi: 10.2903/j.efsa.2012.2557

Označování potravin z hlediska lepku, 2017. In: *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. Brno: SZPI [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-potravin-z-hlediska-obsahu-lepku.aspx>

Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre, 2010. *EFSA Journal* [online]. **8**(3), 1-37 [cit. 2022-04-27]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi: 10.2903/j.efsa.2010.1462

Úloha 2 - Plynová chromatografie (GC-FID), 2006. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: VŠCHT [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://web.vscht.cz/~schulzov/SAP0II%20navody/KC323501_2a.pdf

Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol, 2010. *EFSA Journal* [online]. **8**(3), 1-54 [cit. 2022-04-27]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461

Tolerable upper intake for dietary sugars, 2022. *EFSA Journal* [online]. **20**(2), 44-45 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: doi: doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7074

Electrospinning and its applications, 2010. *Advances in Natural sciences: Nanoscience and Nanotechnology* [online]. (1), 5 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: doi:10.1088/2043-6262/1/4/043002

Vyhláška č. 329/1997 Sb.: Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, 2021. In: *Zákony pro lidi* [online]. Zlín: AION [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-329>

ROBI [online], 2013. Újezd u Brna: Eurobi [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://eurobi.cz/proc-robi/>

Sója, královna luštěnin, 2013. In: *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. Brno: SZPI [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/soja-kralovna-lustenin.aspx>

Seznam zkratek

ČSN	Česká technická norma
DHA	kyselina dokosahexaenová
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EN	Evropská norma
EPA	kyselina eikosapentaenová
GC/FID	plynová chromatografie využívající plamenově ionizační detektor
HDL	lipoprotein s vysokou hustotou
HTSC	vysokoteplotní kuželová stříhací komora
ICHS	ischemická choroba srdeční
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci
LDL	lipoprotein s nízkou hustotou
LOD	limit detekce
MK	mastné kyseliny
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny
omega-3	řada polyenových mastných kyselin s prvou dvojnou vazbou na třetím uhlíku od konce řetězce
omega-6	řada polyenových mastných kyselin s prvou dvojnou vazbou na šestém uhlíku od konce řetězce
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
SFA	nasyčené mastné kyseliny
TFA	trans-mastné kyseliny
V _{K1}	množství kyseliny v předloze
V _{K2}	množství nezreagované kyseliny
V _{KN}	množství zreagované kyseliny
V _{NaOH}	spotřeba hydroxidu sodného při titraci
VÚPP	Výzkumný ústav potravinářský v Praze

Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam vzorků a jejich složení

Tabulka 2: Energetická hodnota jednotlivých vzorků na 100 g (deklarovaná na obalu)

Tabulka 3: Nutriční hodnoty jednotlivých vzorků (deklarované na obalu)

Tabulka 4: Výrobce, cena, země výroby jednotlivých vzorků

Tabulka 5: Podmínky pro chromatografické stanovení

Tabulka 6: Optimální podmínky pro senzorické hodnocení (Panovská, Míková, Ilko)

Tabulka 7: Živočišný vzorek

Tabulka 8: Výsledky stanovení obsahu sušiny

Tabulka 9: Výsledky stanovení tuků

Tabulka 10: Přípustné odchylky deklarovaného obsahu tuků

Tabulka 11: Zastoupení nasycených mastných kyselin u vzorků 1-8

Tabulka 12: Zastoupení nasycených mastných kyselin u vzorků 9-16

Tabulka 13: Zastoupení nenasycených mastných kyselin vzorků 1-8

Tabulka 14: Zastoupení nenasycených mastných kyselin vzorků 9-16

Tabulka 15: Celkové zastoupení skupin mastných kyselin ve vzorcích 1-8

Tabulka 16: Celkové zastoupení mastných kyselin ve vzorcích 9-16

Tabulka 17: Výsledky stanovení bílkovin

Tabulka 18: Přípustné odchylky deklarovaného obsahu bílkovin

Tabulka 19: Dopočtený obsah sacharidů

Tabulka 20: Deskriptory hodnocené při senzorické analýze

Tabulka 21: Výsledky celkového hodnocení

Tabulka 22: Příjemnost vzhledu

Tabulka 23: Příjemnost vůně

Tabulka 24: Intenzita vůně

Tabulka 25: Šťavnatost

Tabulka 26: Intenzita hořké chuti

Tabulka 27: Intenzita pachutí

Tabulka 28: Tučnost

Tabulka 29: Intenzita slané chuti

Tabulka 30: Příjemnost slané chuti

Tabulka 31: Ochucení, kořeněnost

Tabulka 32: Soudržnost

Tabulka 33: Tuhost

Tabulka 34: Příjemnost celkové chuti

Seznam grafů

Graf 1: Zastoupení mastných kyselin ve vzorcích

Graf 2: První část sensorického hodnocení

Graf 3: První část sensorického hodnocení

Graf 4: Druhá část sensorického hodnocení

Graf 5: Druhá část sensorického hodnocení

EVIDENCE VÝPŮJČEK

Prohlášení:

Beru na vědomí, že odevzdáním této závěrečné práce poskytuji svolení ke zveřejnění a k půjčování této závěrečné práce za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou přednáškovou nebo publikační aktivitu, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

V Praze, 29. 04. 2022

.....

Jako uživatel potvrzuji svým podpisem, že budu tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno	Ústav / Pracoviště	Datum	Podpis