

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky (FAPPZ)



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Personalizovaná výživa

Bakalářská práce

**Daria Musiienko
Výživa a potraviny**

Vedoucí práce: Ing. Ladislav Žatečka

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Personalizovaná výživa" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Ladislavu Žatečce, za pomoc a za cenné rady při zpracování bakalářské práce. Také chtěla bych poděkovat mým známým, které odpověděli na online dotazník a pomohli při zpracování praktické části práce.

Personalizovaná výživa

Souhrn

Bakalářská práce se zabývala tématem personalizované výživy a byla rozdělena na dvě části: teoretickou a praktickou. Nejprve se práce věnovala základním pojmům, historií a použití personalizované výživy. Dále byla zpracována informace na téma nutrigenetiky, nutrigenomiky a analýze mikrobiomu člověka. Jednotlivé kapitoly obsahovaly studie prováděné na zvířatech a lidech, výsledky vědeckých experimentů týkajících se personalizované výživy, DNA testů a střevní mikrobioty. Díky rozvoji technologie a rozšíření znalostí v oblasti biochemie a genetiky došlo k novým objevům, včetně výživy člověka. Výzkumy ukázaly, že personalizovaná výživa je lepší v porovnání s obvyklou dietou, při léčení pacientů, které měli alergií a potravinové intolerance, při zvyšování / snižování hmotnosti, budování svalů, funkci střev atd. V práci bylo popsáno, proč jsou důležité DNA testy a jaký vliv má nutrigenetika a nutrigenomika při tvorbě personalizovaného jídelníčku. Práce vysvětlila vliv výživy člověka na složení jeho střevního mikrobiomu.

Po prozkoumání vědecké literatury byl proveden online průzkum a byly zkoumány tři hypotézy o povědomí o personalizované výživě na Ukrajině i v České republice. Pokud jde o výsledku, bylo zjištěno, že první hypotéza není platná, a většina lidí měla správnou představu o personalizované výživě. Nebyla potvrzená i druhá hypotéza, bylo zjištěno, že Češi měli větší znalosti o personalizované výživě než Ukrajinci. Byla ověřená a potvrzená třetí hypotéza, že personalizovaná výživa přináší více výhod ve srovnání s obecnými výživovými doporučeními.

Klíčová slova: nutrigenomika, nutrigenetika, mikrobiom, dieta, personalizace

Personalized nutrition

Summary

The bachelor thesis dealt with the topic of personalized nutrition and was divided into two parts: theoretical and practical. First, the work focused on the basic concepts, history and use of personalized nutrition. Furthermore, information on Nutrigenetics, Nutrigenomics and human microbiome analysis was processed. The individual chapters included studies performed on animals and humans, the results of scientific experiments on personalized nutrition, DNA tests and intestinal microbiota. Thanks to the development of technology and the expansion of knowledge in the field of biochemistry and genetics, new discoveries have been made, including human nutrition. Research has shown that personalized nutrition is better compared to the usual diet, in the treatment of patients with allergies and food intolerances, in weight gain / loss, muscle building, bowel function, etc. The work described why DNA tests are important and what Nutrigenetics and nutrigenomics have an effect on the creation of a personalized diet. The work explained the effect of human nutrition on the composition of its intestinal microbiomes.

After examining the scientific literature, an online survey was conducted and three hypotheses about awareness of personalized nutrition in Ukraine and the Czech Republic were examined. In terms of outcome, the first hypothesis was found to be invalid, and most people had a correct idea of personalized nutrition. The second hypothesis was not confirmed, it was found that the Czechs had more knowledge about personalized nutrition than the Ukrainians. The third hypothesis was confirmed and confirmed that personalized nutrition brings more benefits compared to general nutritional recommendations.

Keywords: nutrigenomics, nutrigenetics, microbiome, diet, personalization

Obsah	
1. Úvod	7
1 Cíl práce	8
2 Personalizovaná výživa	9
2.1 Definice	9
2.2 Historie	9
2.3 K čemu to slouží	10
2.4 Metody	11
3 Nutrigenetika	13
3.1 Koncept	13
3.2 Historie	13
3.3 Použití	14
3.4 Příklady a výsledky	14
4 Nutrigenomika	16
4.1 Historie	16
4.2 Použití	17
4.3 Experimenty a výsledky	18
5 Analýza mikrobiomu	20
5.1 Mikrobiom	20
5.2 Historie analýza mikrobiomu	20
5.3 Vliv na zdraví a člověka	21
6 Analýza metabolismu	25
6.1 Definice	25
6.2 Pokusy a výsledky	25
6.3 Použití	27
7 Materiál a metody	29
7.1 Dotazník	29
7.2 Vyhodnocení dat	29
8 Výsledky	30
8.1 Osobní otázky	30
8.2 Specializované otázky	30
9 Diskuze	36
10 Závěr	38
11 Literatura	39
Seznam tabulek	45

1. Úvod

Národní dietní směrnice jsou obvykle založeny na hodnocení zdravé populace. Tato doporučení jsou stanovena na základě minimálních požadavků na živiny pro udržení zdraví (“Nordic Nutrition Recommendations 2012”). Vztahy mezi stravou a zdravím jsou však složitější, a proto vyžadují personalizovaný přístup a individuální výživové poradenství (VP).

Existují důkazy, že jednotlivci reagují odlišně na různou stravu, protože mají různý genetický podklad, rozlišené složení střevního mikrobiomu a odlišné schopnosti metabolismu. To naznačuje, že obecný přístup s jednou sadou VP k celé populaci může být pohodlný, ale možná neefektivní při plnění individuálních požadavků. To se dále projevuje chorobami souvisejícími s výživou, jako například kardiovaskulární onemocnění, Diabetes mellitus 2. typu, obezita a další (WHO, 2017).

Cílem personalizované výživy je vytvoření a udržení zdravých stravovacích návyků pro konkrétního jedince. Taky identifikaci rizikových skupin pro zabránění dalšímu rozvoji nemocí souvisejících se stravováním (Mathers 2019).

1 Cíl práce

Cílem práce bylo shrnutí dostupných informací o personalizované výživě a zjištění povědomí lidí o daném tématu. V teoretické části byla provedena rešerše současné vědecké literatury o personalizované výživě, pojmy nutrigenomiky a nutrigenetiky, informace o střevním mikrobiomu a metabolické analýze. V praktické části bylo pomocí dotazníku zjišťováno, jaké je povědomí veřejnosti v České republice a na Ukrajině o personalizované výživě. Cílem bylo také ověřit, zda lidé věří, že personalizovaná výživa vede k lepším výsledkům oproti obecným výživovým doporučením.

2 Personalizovaná výživa

Personalizovaná výživa (PN) je novým vzhledem na stravování a vlivem potravin na zdraví člověka. Ve studii Ferrario (2021), PN je definována jako účinek, který mění zdravotní výsledky výběrem jedné dobře definované diety určené pro konkrétního člověka na základě výsledků jeho DNA testu, analýzy střevní mikroflóry, náchylnosti k nemocím atd.

I když se ukázalo, že spotřebitelé na stravu reagují odlišně, v závislosti na jejich genetickém složení, životním stylu a prostředí, související znalosti z oblastí nutrigenomiky, nutrigenetiky a mikrobiologie zůstávají stejné pro všech.

V současné době existuje velký zájem ohledně personalizované výživy, a to jak ve výzkumu výživy, tak v potravinářském a výživovém průmyslu. V prvním případě jde o změně stravovacích návyků, díky kterým lze řešit zdravotní problémy související s výživou, případně jim předcházet nebo dokonce je řešit cílenými nutričními zásahy. V druhém případě přichází s příslibem perspektiv velkých podniků.

Velkou roli PN hraje i ve sportu. Vědecké a rozumné stravovací návyky a správná struktura výživy přispívají k efektivnějšímu tréninku sportovců a udržování vynikajícího fyzického a duševního stavu. Očekávaných výsledků lze dosáhnout personalizovaným jídelníčkem, posílením výzkumu zvláštních výživových problémů, pravidelným vyšetřováním stavu výživy sportovců za účelem studia jejich nutričního stavu a komplexního rozvoje vztahu mezi rehabilitací a fitnesssem.

2.1 Definice

Podle Krut'ko (2020), personalizovaná výživa je taková metoda stravování, klíčovým principem které je personifikace, tj. individuální přístup ke každému člověku s ohledem na jeho pohlaví, věk, zvyky a formu činnosti, spolu s datovými záznamy o genetických, psychofyziologických a lékařských vlastnostech dané osoby. Jedná se o přístup, který pomáhá jednotlivcům dosáhnout trvalé změny stravovacího chování, které jsou prospěšné pro zdraví.

2.2 Historie

Vliv nedostatku potravy na hubnutí a rozvoj nemocí je známý tisíci let. Ale koncept personalizované výživy je docela nový a souvisí se vznikem nových civilizačních chorob, technologickým rozvojem a následně se vznikem věd spojených s výživou. Jak bylo uvedeno ve práci Hosafci (2017), nejstarší forma personalizace proběhla prostřednictvím hromadného přizpůsobení: odstranění nebo snížení „ošklivých“ přísad, jako je lepek, mléčné výrobky, sója a cukr, z potravin. Toho využila celá řada potravinářských a nápojových společností, s cílem oslovit segment trhu formulací produktů na základě vnímaných preferencí a zdravotních potřeb spotřebitele.

Pinar Hosafci (Hosafci 2017) ve své práci píše, že obaly potravin taky vyžadují přizpůsobení ve více personalizovaném směru. Tato forma personalizace se používá zejména u produktů pro lidi s fenylketonurií, celiakie, pro novorozence a další skupiny lidí, které potřebují neobvyklé potraviny s odlišným od klasického složením. Taky na etiketách lze najít informace, že výrobek je bez cukru nebo se sladidly, že je bez GMO nebo vyroben v BIO podmínkách. Ve dnešní době existuje řada zákonů ohledně takových poznámek na etiketách potravin a doplňků stravy.

2.3 K čemu to slouží

Jak už bylo uvedeno výše a potvrzeno v nejnovější severoamerické pobočce Mezinárodního institutu vědy o živé přírodě (Adams et al. 2019), personalizovaná výživa slouží k podpoře změny stravovacího chování, které může vést k měřitelným přínosům pro zdraví jednotlivce nebo skupiny jednotlivců.

Otázky správně vybrané výživy jsou důležité pro sportovce, kteří využívají tělesné rezervy na hranici možného kvůli zvýšenému fyzickému a emocionálnímu stresu, stejně jako děti a starší lidé a všichni ti, kteří jsou zájem o udržení a posílení vlastního zdraví.

Děti, včetně dětí se zdravotním postižením, které sportují, potřebují optimální výživu, která je klíčovým faktorem při výcviku mladého sportovce. Ve srovnání s běžnými vrstevníky musí být tělu sportovce v dětství a dospívání poskytnuto zvýšené vyvážené množství živin, včetně základních (nenahraditelných) biologicky aktivních složek potravy (mikroživin).

Mezi nejdůležitější zásady výživy mladých sportovců patří vyvážená strava, která musí obsahovat všechny potřebné makroživiny: bílkoviny, tuky, sacharidy a samozřejmě vitamíny, minerální soli, biologicky aktivní látky - to vše musí do těla vstupovat v nezbytné proporce, uspokojovat fyziologické potřeby. Je nutná přítomnost produktů živočišného i rostlinného původu. Obsah kalorií ve stravě by měl odpovídat spotřebě energie sportovců v daném období sportovní aktivity, s přihlédnutím k věku, pohlaví, klimatickým podmínkám, fázi sportovního cyklu a některým dalším faktorům.

Určitou roli při udržování potenciálu mladých sportovců hraje obnova těla po tvrdém tréninku. Současně je použití farmakologických léků nepřijatelné, jejich použití je v dětství a dospívání absolutně zakázáno. Personalizace výživy je zároveň účinným způsobem, jak urychlit procesy obnovy.

Strava dospělých sportovců taky musí odpovídat pravidlům personalizované výživy, které vyvíjí nutrigenomika, nutrigenetika, omika a metabolinomika.

Existují dva hlavní postuláty PN. První říká, že energetický výdej těla musí odpovídat množství energie spotřebované jídlem. Nedodržení této zásady vede k tomu, že nyní ve vyspělých zemích existuje epidemie alimentární obezity. Více než čtvrtina dětské a dospělé populace čelí problému, který s sebou nese celou řadu komplikací: nemoci kardiovaskulárního systému, diabetes mellitus typu II, rakovina a dna. Pokud utratíme méně energie, než spotřebujeme kalorie, pak je samozřejmě čelit takovým problémům nevyhnutelné. Sledovat svůj personální počet kalorií, který sníme za určité období, lze například pomocí webových stránek jako Nutriservis a Dietsystem.

Podobné aplikace umožňují kontrolovat potřebné kalorie na základě stravování a pohybové aktivity.

Druhým zákonem je, že chemické látky z různých potravin a pokrmů musí ve svém složení odpovídat fyziologickým potřebám těla. Byly provedené různé studie, které ukázaly, že pro normální fungování těla potřebuje člověk neustálý přísun asi 170 biologicky aktivních látek (flavonoidy, isoflavony atd.) denně. Pokud to nestačí, pak bude tělo trpět.

Jelikož všechny sporty mají své vlastní charakteristiky, je výživa sportovců rozdělena podle typu fyzické aktivity a množství energetického výdeje. Například při hraní šachů je spotřeba energie stále mnohem nižší než při běhu na dlouhé vzdálenosti. Pokud se tedy pro sport a fitness dětí a mládeže vyvíjí skupinová strava, která je určena pro určitý věk a pohlaví s přihlédnutím k antropometrickým ukazatelům, pak pro vysoce kvalifikované sportovce, členy národních týmů je nutný personalizovaný přístup (Nikityuk 2018).

Vědci zjistili, že zdravá strava zaměřena na personalizaci zlepšuje funkci mozku. Pětiletého výzkumu se zúčastnilo více než 27 tisíc respondentů starších 55 let. U 16 % dobrovolníků došlo k poklesu schopností myšlení. Ti, kteří dodržovali dietu nebo alespoň jedli zdravá jídla, měli o 24 % nižší riziko vzniku onemocnění centrálního nervového systému. Odborníci poznamenávají, že při nevyvážené stravě dochází k nedostatku minerálů a vitamínů a snížení funkčnosti centrálního nervového systému (Kostyuk 2015).

Poptávka po personalizaci potravin se stále zvyšuje. Spotřebitelé začínají při určování toho, co by měli jíst a pít, uvažovat o svém genetickém podkladu. Budoucnost stravování zahrnuje jídlo a pití šité na míru konkrétním potřebám člověka. Díky kombinaci genetického testování, testů intolerance a osobních preferencí lidí mohou rychleji dosáhnout svých cíle v hubnutí, sportu a studiu. Personalizovaná výživa umožňuje spotřebitelům větší výběr prospěšných potravin a flexibilitu.

2.4 Metody

Podle práce z časopisu *Advances in Nutrition* (Adams et al. 2019), některé aspekty personalizované výživy jsou již pravidelně hodnoceny a využívány v oblasti výživy, například rady založené na stravovacím příjmu, životním stylu, fenotypu a osobních cílech. Nedávný nárůst technologického vývoje napříč různými obory však zvýšil schopnost shromažďovat, ukládat a analyzovat podrobnější údaje o hodnocení na úrovni jednotlivců, a proto poskytovat individualizované informace, produkty a rady týkající se nutričních potřeb, potravin, a stravy.

Mnoho z hodnotících nástrojů používaných k rozvoji personalizovaného stravování se zaměřilo na individuální vlastnosti, jako jsou genetické informace, stav zdraví a přítomnost onemocnění, příjem stravy, stav živin, antropometrie, fyziologický stav, preference potravin, životní styl a smyslové preference. Řada těchto hodnotících nástrojů pro personalizaci se stává stále více přístupnou, zatímco jiné zahrnují vznikající technologie, které dosud nejsou běžné nebo jsou validovány pro klinický význam.

Časopis *Advances in Nutrition* (Adams et al. 2019) uvedl, že důležitým aspektem přístupů PN je integrace několika z těchto personalizovaných charakteristik, které poskytují individualizované výživové poradenství, produkty nebo služby a podporují změnu chování. Současně došlo k pokroku v inovaci produktů, což umožňuje přístup k více přizpůsobeným potravinám, doplňkům nebo dietám přizpůsobeným nutričním potřebám, preferencím životního stylu (např. produkty pro diety bez laktózy, veganské, bez lepku nebo s nízkým obsahem tuku nebo sodíku).

3 Neutrigenetika

3.1 Koncept

Podle práce Jima Kaputa (Kaput & Rodriguez 2004), neutrigenetika je obor, který se zabývá závislostí účinků potravy (druhu, množství, jednotlivých složek) na genetických odlišnostech mezi jednotlivci. Oblast neutrigenetiky je relativně nová. V roce 2007 byl dokončen projekt, který studoval lidský genom a identifikoval všechny geny v lidské DNA a určil sekvenci až 3 miliard párů chemických bází, které tvoří lidskou DNA. Znalost sekvencí lidského genomu dovolila prozkoumat vztah mezi genetickou výbavou jedince, příjmem potravy a zdravotními výsledky.

Je zřejmé, že populační stravovací doporučení jsou užitečná, ale nejsou vhodná pro všechny jednotlivce, protože lidé na stravu reagují odlišně. Personalizovaná výživa zakládá stravovací doporučení na genetické predispozici k onemocněním a vlastnostem jednotlivého organismu. Myšlenka neutrigenomiky spočívá v tom, že jakmile je personalizovaná výživa integrována do rutinní péče, pacienti mohou být genotypizováni pro specifické genetické variace, seznámeni s rizikem chronických onemocnění, nedostatkem živin a mohou být dány strategií k dramatickému snížení jejich rizika.

Autory práce " Personalised nutrition and health " (Ordovas et al.) rovněž uvádí, že genetická variace mezi jednotlivci je minimální. Většina lidí je přibližně z 99 % geneticky identická, s malými odchylkami. Tato přibližně 1 % genetická variace však vede k široké variabilitě výsledků v oblasti zdraví v závislosti na příjmu potravy a dalších podmínkách prostředí.

3.2 Historie

Podle Simopoulova (2010), termín Nutigenetika zavedla Brennanová ještě v roce 1975 v „Nutrigenetics: New Concepts for Relief Hypoglycemia“. Nutrigenetika a Nutrigenomika mohli by poskytnout rámec pro vývoj nových potravin závislých na genotyp pro podporu zdraví, prevenci a zvládnání chronických onemocnění.

Techniky a znalosti vycházející z genomových projektů způsobily revoluci v procesu lokalizace a identifikace genů podílejících se na nemoci. K dnešnímu dni bylo identifikováno a částečně charakterizováno téměř 1000 genů lidských onemocnění, z nichž je nyní známo, že 97 % způsobuje monogenní onemocnění.

Většina případů obezity, kardiovaskulárních onemocnění (CVD), Diabetes mellitus 2. typu, rakoviny a dalších chronických onemocnění je však způsobena složitými interakcemi mezi několika geny a faktory prostředí. Není proto překvapením, že strategie pro charakterizaci a identifikaci monogenních onemocnění byly při aplikaci na chronická onemocnění neúspěšné.

Navzdory více než 600 asociačním studiím publikovaným od roku 2002, zůstává molekulární základ chronických onemocnění nepolapitelný. Takové výsledky vedly k vývoji „hypotézy o běžné nemoci / společné variantě“ (tj. Hypotéza CDCV), která uvádí, že chronická

onemocnění jsou způsobena sadami variant genů, které společně přispívají k zahájení a rozvoji nemoci. Složitost genetických interakcí a počet a rozmístění mapovacích markerů vysvětlují, proč je pro molekulární epidemiologické studie obtížné lokalizovat geny spojené s chronickými chorobami.

Například Fenylylketonurie (PKU) byla první „ vrozenou metabolickou chybou “ způsobenou defektem jediného genu, který reagoval na dietní léčbu při použití nutriční léčby s nízkým obsahem fenylalaninu . Existuje přibližně 6000 poruch jednoho genu, z nichž jenom 2000 bylo identifikováno. Chronická onemocnění, jako jsou ischemická choroba srdeční (CHD), hypertenze, Diabetes mellitus 2. typu, rakovina a obezita, jsou multigenetická a multifaktoriální. Stejný fenotyp může být způsoben různými heterogenními geny. Což dělá práce složitější a financovo náročnější.

3.3 Použití

Přesná medicína transformuje klinickou praxi. Food and Drug Administration (FDA) v Americe během posledních 2 let schválila rekordní počet nových přesných léků, farmakogenetických a genetických testů souvisejících s rizikem rakoviny, což svědčí o praktických výhodách rozsáhlého výzkumu genetických a životních stylů ovlivňujících lidské zdraví. Schválení FDA řeší potřebu přetváření zdravotní péče predefinováním cílových populací léků a poskytují pacientům klinicky nejúčinnější, nejbezpečnější a nákladově nejefektivnější možnosti personalizované léčby (Gkouskou et al. 2020).

Dlé De La Rochera a kolegů (2018) nová éra medicíny je založená na genetických datech a poskytuje základ pro „ hodnocení a řízení lidského zdraví na bezprecedentní úrovni řešení “. Taková medicína je označena jako medicína s vysokým rozlišením a umožňuje lepší predikci personalizované léčby a zdravotních výsledků. Různé výpočetní, humanizované modely in vitro a in vivo odpovídají tomuto konceptu, zejména v onkologii.

3.4 Příklady a výsledky

Množství asociačních studií dvojčat a celého genomu (GWAS) podtrhují silný genetický vliv jak na lidskou hubenost, tak na obezitu. Studií dvojčat naznačují, že od 40 % do 70 % interindividuální variability Body mass index (BMI) lze připsat genetickým faktorům a více než 800 genů bylo spojeno s obezitou. Mnoho z těchto genetických variant naráží na klíčové hypotalamické okruhy, které regulují chuť k jídlu, emoční stravování a příjem potravy, což naznačuje, že stravovací chování – ovlivněné genetikou, a může významně ovlivnit tělesnou hmotnost. Další monogeny se týkají energetického metabolismu a výdajů, sekrece a působení inzulínu, adipogeneze a dalších klíčových biologických procesů. Protože jednotlivé varianty mohou mít malý nebo střední účinek na BMI, byly navrženy skóre genetického rizika. Třeba poznamenat, že prostředí způsobující obezitu pravděpodobně přednostně odhalí zděděnou

náchylnost u osob s nejvyšším genetickým rizikem, v souladu s „chybějící dědičností“ (Torkamani et al. 2018).

Proběhla dlouhá debata, zda složení makroživin v dietních intervencích ovlivňuje úbytek hmotnosti u jedinců s obezitou. V klíčové randomizované klinické studii Sacksa (2009), zahrnující 4 diety, které se lišily procentem základních makroživin, byly u každé diety shledány vzorce hubnutí u nadváhy a obezity podobné. Je však pozoruhodné, že u každé ze 4 dietních skupin byly zaznamenány značné rozdíly v úbytku hmotnosti, což naznačuje genetické vlivy v reakci na dietní intervence.

Kromě makroživin může genetika hrát souhru s odpověďmi na mikroživiny. Například souvislost mezi koncentracemi vitamínu D a rizikem kardiovaskulárních onemocnění se u různých etnických skupin liší a pravděpodobně odráží polymorfismy v genech podílejících se na biologické aktivitě vitamínu D (Pilz 2016).

Různé klinické studie, včetně POUNDS (Preventing Overweight Using Novel Dietary Strategies), studie DioGenes (Dieta, obezita a geny), PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea), Food4Me a další, odhalily genetické varianty, které mohou předpovídat hubnutí většinou ve vztahu ke konkrétním makroživinám. Například obézní jedinci nesoucí genotyp AA FTO rs1558902 reagují na stravu s vysokým obsahem bílkovin s významným snížením BMI ve srovnání s jedinci s genotypem TT (Zhang et al. 2012). Genotyp AA HNF1A rs7957197 je spojen s větším úbytkem hmotnosti u jedinců s nízkým obsahem tuku ve srovnání s jedinci s alelami TT. Stravovací chování bylo také spojeno s konkrétními variantami. Dieta s vysokým obsahem bílkovin tedy významně snižuje chuť k jídlu nositelů alely A rs9939609, zatímco jedinci s alelou A v MC4R rs7227255 vykazují zvýšenou chuť k jídlu, pokud jim je přidělena nízkotučná strava. Varianty v lokusu AMY1-AMY2 (amyláza) (rs11185098) byly spojeny se ztrátou hmotnosti bez ohledu na stravu (Huang et al. 2018). Taky byly prozkoumány souvislosti s reakcemi na složky stravy. Například vysoká spotřeba kávy má příznivé účinky na hubnutí pouze u jedinců s vysokou obezitou (Wang et al. 2017). Je to jen několik příkladů interakcí mezi genem a dietou, které společně podtrhují potenciál geneticky řízených dietních doporučení pro zvládnání obezity a pro personalizovaný zdravý životní styl. Tato oblast je důkladně prozkoumána jak akademickým, tak průmyslovým sektorem.

4 Nutrigenomika

Jak je uvedeno ve práci „Nutrigenomics - perspectives from registered dietitians“ (Cormier et al. 2014), rozhraní mezi nutričním prostředím a buněčnými / genetickými procesy se označuje jako nutriční genomika nebo „nutrigenomika“. Společnost Nutrigenomics se snaží poskytnout genetické porozumění tomu, jak výživa ovlivňuje rovnováhu mezi zdravím a chorobami. Vědci využívají molekulární nástroje k hledání, přístupu a porozumění několika reakcí získaných prostřednictvím určité stravy aplikované mezi jednotlivci nebo populačními skupinami. Snaží se vysvětlit, jak mohou složky konkrétní stravy (bioaktivní sloučeniny) ovlivnit expresi genů, což mohlo zvýšit její potenciál nebo které lze potlačit.

4.1 Historie

Již více než deset let se Nutrigenomika zaměřuje na identifikaci genů, které ovlivňují riziko onemocnění souvisejících se stravou v celém genomu, a na pochopení mechanismů, které spojují genetické predispozice k nemocem. Personalizovaná výživa je jednou z možných aplikací této vědy, která vedla k vývoji a marketingu genetických testů přímo dostupných spotřebitelům na internetu, které se nazývají Direct-to Consumer testy (DTC-testy). Počet testů DTC se každým rokem zvyšuje. Zájem spotřebitelů o testy DTC roste a očekává se, že komercializace těchto testů, zejména v oblasti nutrigenomiky, se postupem času rozšíří, protože výzkum identifikuje asociace mezi genotypem a fenotypem (Ries & Castle 2008).

Ke konci prvního desetiletí 20. století několik trendů posunulo používání genetických technologií v klinickém prostředí a povzbudilo veřejnost k přístupu k technologiím prostřednictvím tržiště, zejména s nástupem testu DTC. Wendel a kolektiv (2013) prokázali, že při přijímání genetických doporučení musí být doprovázeni spotřebitelé, a rozhodující roli by mohli sehrát zprostředkovatelé, jako jsou praktičtí lékaři. Do 2010 se jediné genetické testy systematicky prováděné v zdravotní síti v Quebecu (Quebec City, QC, Kanada) a provádějí v kontextu novorozeneckého screeningu 12 metabolických nebo endokrinních onemocnění. Screening krve zahrnuje tyrosinemie, fenylketonurie a vrozenou hypotyreózu, zatímco screening moči zahrnuje dalších devět metabolických onemocnění.

Lékařský institut identifikoval terapeuti jak nejlépe kvalifikované profesionály pro výživovou terapii a v době prvního desetiletí 20. století jsou byli jedinou identifikovatelnou skupinou zdravotnických pracovníků s odpovídajícím standardizovaným vzděláním, klinickým výcvikem a národními požadavky na pověřování, které jsou nezbytné k tomu, aby byly přímo hraditelným poskytovatelem nutriční terapie. Úloha těchto lékařů byla již dříve popsána Akademií výživy a dietetiky: terapeuti pracují na optimalizaci zdraví populace a na rozvoji profese výživy poskytováním kvalitních služeb se zaměřením na bezpečnost a kvalitu života jednotlivců (Cormier et al. 2014).

V dnešní době vzrůstá zájem v oboru nutričního terapeuta a výživového poradce. Lékařské a agrobiologické fakulty světových univerzit podporují studium v této sféře. Vznikají nové předměty na základě rozvoje povědomí v oblastech genetiky, mikrobiologie, a především

díky technologickému pokroku. Univerzity dávají možnost pokračovat v magisterském studiu a taky provádět výživové výzkumy spojené s nutrigenomikou a nutrigenetikou.

4.2 Použití

Genetické a výživové interakce mají silný vliv na fenotyp jednotlivce. Nutriční genomika studuje tyto vztahy s cílem odhalit interakci mezi genetikou a příjmem potravy a spojit vznikající odvětví biologie, jako je bioinformatika, výživa, molekulární biologie, genetika, genomika, epidemiologie a molekulární medicína (Milani et al. 2021).

Různé reakce na intervence v životním stylu, zejména ty, které modulují stravu, kvůli genetickým variantám, mohou skutečně ovlivnit to, jak jsou složky stravy absorbovány, metabolizovány a využívány. Podlé práce Milani Gregorio (2021), výzkumné činnosti v oblasti nutrigenomiky mají dvě hlavní ohniska: identifikace genů reagujících na změny ve stravě a studium interakcí mezi dietními změnami a metabolickou homeostázou. Jedna aplikace nutrigenomiky se týká individuálního stravovacího poradenství podle konkrétního genotypu daného jedince. Tento přístup může být účinnější v prevenci chronických onemocnění ve srovnání s obecnými doporučeními populace o doporučeném příjmu potravy.

Podle Neeha a Priyamvadah (2013), nutrigenomika se jistě očekává jako další vlna pro potravinářský průmysl, i když se objevilo jen několik praktických nápadů. Jedním obchodním modelem je vývoj přizpůsobených nutraceutik na základě konkrétních genetických profilů. Dalším modelem mohou být potraviny pro specifické zdravotní použití, které jsou již na japonském trhu. V Japonsku bylo japonským ministerstvem zdravotnictví, práce a sociálních věcí schváleno jako potravina pro specifické zdravotní účely asi 350 položek. Každá položka má specifické zdravotní tvrzení, jako jsou potraviny pro vysoký krevní tlak, vysoký cholesterol, Diabetes atd. Všechny produkty byly vyvinuty na základě vědeckých analýz a údajů, i když zatím ne na genetické úrovni. Potravinářský průmysl uznává potřebu výzkumu v oblasti nutrigenomiky jako základ pro rozvoj konceptu personalizované výživy, pro identifikaci molekulárních biomarkerů nebo nových bioaktivních složek potravin a pro ověření účinnosti těchto bioaktivních složek jako funkčních složek potravin nebo nutraceutik.

V první studii Blossa (2011) uvedl výsledky studie, ve které si více než 1900 zaměstnanců zdravotnických a technologických společností zakoupilo test hodnocení rizika pro celý genom za sníženou cenu. Odhady rizika onemocnění založených na genetice neměli žádný vliv na míru úzkosti nebo na klíčové zdravotní chování. Navíc, i když účastníci studie vnímali toto riziko některých onemocnění, např. Diabetes mellitus 2. typu, toto vnímání nevedlo ke změně chování. Naproti tomu informování o tom, že nosili rizikovou variantu genu ACE, která může zvýšit citlivost na nepříznivé účinky vysokého příjmu soli, mělo za následek snížený příjem sodíku o 12 měsíců později u mladých dospělých přijatých do randomizované kontrolované studie provedené v Kanadě. Nebyly však žádné účinky na příjem kofeinu, vitamínu C nebo cukrů, když byli účastníci informováni, že mají rizikové varianty v genech CYP1A2, GSTM1 a GSTT1, respektive TAS1R2.

Ale po proběhnutí několika let, Turnwald (2019) testoval hypotézu, že poskytnutí personalizované informace o genetickém riziku (bez ohledu na to, zda jsou skutečně pravdivé) by změnilo chování jedinců a respondenty vykazovali očekávané změny ve fyziologii, stravování a subjektivních zkušenostech souvisejících s geny. přiřazení k tomu, aby dostali buď „vysoce rizikový“, nebo „chráněný“ výsledek genetického testu na obezitu prostřednictvím kardiorepirační zátěžové kapacity nebo fyziologické sytosti. Pouhé přijímání informací o genetickém riziku změnilo fyziologii kardiorepiračního systému jednotlivců, vnímalo námahu a vytrvalost při běhu a změnilo fyziologii sytosti.

Různé výsledky těchto dvou studií lze spojit s rozvojem v oblasti genetiky a vzrůstem důvěry lidí k novým znalostem. Taky velký vliv na výsledky výzkumů měly reklama a marketing potravin, které jsou zaměřeny na personalizace potravin a vznik nových alternativních způsobů stravování. Šířením BIO potravin, bezlepkových a bezlaktózových potravin, výrobků se sníženým obsahem cukru a tuku, došlo ke zvětšení zájmu o stavu zdraví a riziku spojeného s výživou a tím pádem podpořilo další rozvoj nutrigenomiky.

4.3 Experimenty a výsledky

Cílem nutrigenomiky je pomoc při korekci váhy, prevence a léčení některých nemocí. Díky testům DNA sportovci mohou zjistit své silné a problematické strany. Například v případě geneticky podmíněných kloubních potíží bude doporučena konkrétní výživa a potraviny obsahující žádoucí látky, aby se zabránilo rozvoji nemocí.

Petrelli (2009) vysvětlil nutrigenomiku a její nové aspekty ve výzkumu rakoviny. Tato studie poskytla širší představu o historii rakoviny, strategiích, technologiích, aplikacích a současném výzkumu. Bylo ujištěno, že rakovina ústní dutiny má nejvyšší výskyt v rozvojových zemích, zejména mezi uživateli tabáku, alkoholu a žvýkaček. A během studia bylo potvrzeno, že interakce dieta-gen může podporovat nebo chránit před rakovinou.

Jak už bylo uvedeno výše, stravovací návyky jsou spojeny s různými riziky onemocnění. Zatímco západní strava zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a některých druhů rakoviny, jiné stravy mají příznivé účinky na zdraví. Středomořská strava je bohatá na konzumaci ovoce, zeleniny, olivového oleje, ryb a ořechů. Vyznačuje se příjmem potravy bohaté na polyfenoly, mononenasyčené mastné kyseliny a polynenasycené mastné kyseliny. V jedné Americké práci 2020 roku (Bottero & Potashkin 2020), bylo navrženo, že některé složky středomořské stravy jsou prospěšné pro zdraví jednotlivce. Na základě pozorování a randomizovaných kontrolovaných studií bylo navrženo, že středomořská strava snižuje riziko vzniku několika nemocí. Byl pozorován příznivý účinek stravy na kardiovaskulární rizika spolu s poklesem krevního tlaku. Kromě toho bylo navrženo, že středomořská strava prospěšná pro pacienty s diabetes mellitus zlepšením glykogenní regulace u pacientů, moduluje aktivitu a expresi jaderných receptorů, čímž podporuje expresi lipolytických genů a snižuje transkripci cílových genů spojených s adipogenezí a inzulínovou rezistencí.

Několik observačních studií dále zjistilo, že středomořská strava snížila riziko vzniku několika druhů rakoviny, jako je kolorektální karcinom, rakovina prsu, žaludku, jater, hlavy a

krku. Středomořská strava navíc může zlepšit odolnost jedince vůči Parkinsonově nemoci, depresím a demenci (Sánchez-Sánchez et al. 2020).

Hlavním zdrojem tuků ve středomořské stravě je olivový olej. Olivový olej obsahuje vysoké hladiny mononenasycených mastných kyselin a dalších biologicky aktivních složek, jako je polyfenol (Sanchez-Rodriguez et al. 2019). Mnoho studií prokázalo přínos olivového oleje pro kardiovaskulární rizikové faktory (Bendinelli et al. 2011) a přínos pro pacienty s diabetem 2. typu (Mazzocchi et al. 2019). Olivový olej také pomáhá kontrolovat hladinu plazmatických lipidů a glukózy u pacientů s metabolickým syndromem. Navíc může olivový olej chránit některé formy rakoviny. Zdravotní přínosy olivového oleje souvisejí s jeho antihypertenzními, protizánětlivými a antioxidačními účinky (Menendez & Lupu 2006).

Ořechy, další složka středomořské stravy, jsou dobrým zdrojem monosaturovaných mastných kyselin, polynenasycených mastných kyselin a dalších živin, jako jsou vláknina, vitamin E a L-arginin. Například vlašské ořechy jsou bohaté na omega-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem. Četné epidemiologické studie osvětlily příznivý dopad konzumace ořechů na zdravotní výsledky. Ukázalo se, že konzumace ořechů má pozitivní účinek na pacienty trpící obezitou, hypertenzí, Diabetes a kardiovaskulárními chorobami. Ořechy mohou snižovat oxidační stres, záněty a krevní tlak a pomáhat s kontrolou glykemie (Blanco Mejia et al. 2014).

Tyto výsledky nebyly by možní bez povědomí o nutrigenomice a technologickém pokroku.

5 Analýza mikrobiomu

5.1 Mikrobiom

Termín mikrobiota se používá k definování populace mikroorganismů (bakterie, houby a viry), které žijí v ekologickém výklenku. A termín mikrobiom se používá k definování kolektivních genomů těchto mikrobů žijících v ekologickém výklenku (Voth & Khanna 2020). Doposud bylo publikováno několik prospektivních epidemiologických studií zkoumajících úlohu mikrobiomu v lidském zdraví. Mikrobiální buňky mírně převyšují lidské buňky a mikrobiální geny dramaticky převyšují lidské geny. Projekt Human Microbiome (HMP) shromáždil ~ 4,5 bilionů bází DNA (1500 násobek lidského genomu).

Důležité je, že geny v našem mikrobiomu nejsou fixovány při narození, jsou řízeny volbami životního stylu a kódují mnoho našich jedinečných metabolických funkcí. Nejdramatičtější změny ve složení se vyskytují v kojeneckém věku a v raném dětství. Na střevní mikrobiom kojence má vliv gestační věk (plný nebo předčasný), způsob porodu (vaginální porod nebo císařský řez), druh krmiva (mateřské mléko nebo kojenecká výživa), nutriční stav matky (nadváha nebo podvýživa) a používání antibiotik. Složitost a plasticita mikrobioty u kojenců a vývoje v raném věku se považuje za důležitou pro udržení homeostázy s imunitním systémem hostitele a má dopad na zdraví později v životě (Meropol & Edwards 2015).

Zdravé lidské střevo může obsahovat nejméně 1000 různých druhů bakterií, které se skládají ze dvou hlavních kmenů, jmenovitě *Bacteroidetes* a *Firmicutes*. Objasnění složení střevního mikrobiomu u zdravých jedinců je důležité pro pochopení toho, jaké důsledky mohou mít změny ve složení mikrobiomu pro lidské zdraví a náchylnost k chorobám.

Podle Amona a Sandersona (2017), v posledních letech došlo k explozi v našem chápání lidského mikrobiomu. Pokrok v technologiích sekvenování genomu a metagenomická analýza (genetické studium genomů odebraných přímo ze vzorků životního prostředí) umožnilo vědcům studovat tyto mikroby a jejich funkce a zkoumat interakce mikrobiom – hostitel jak ve zdraví, tak v nemoci. Lidský mikrobiom má odhadem 100 bilionů mikrobů, z nichž většina žije v našich střevech. Na rozdíl od hostitelského genomu, který je relativně konstantní, je mikrobiom dynamický a mění se s časným vývojem, faktory prostředí, jako je strava a užívání antibiotik, zejména v reakci na onemocnění (Lozupone et al. 2012).

5.2 Historie analýza mikrobiomu

Jak zdůraznila Kara Rogers (2011), první vědecké důkazy o tom, že mikroorganismy jsou součástí normálního lidského systému, objevily se v polovině 80. let 20. století. Rakouský pediatr Theodor Escherich pozoroval druhy bakterií ve střevní flóře zdravých dětí a děti postižené průjemovými chorobami. V následujících letech vědci popsali řadu dalších mikroorganismů izolovaných z lidského těla, včetně roku 1898 druh *Veillonella parvula*, bakteriální člen mikrobioty orální, zažívací, močové a horních cest dýchacích, a v roce 1900 byly popsane

Bifidobakterie. V průběhu 20. století byla z nosních cest, ústních dutin, kůže, gastrointestinálního traktu a urogenitálního traktu izolována řada dalších mikroorganismů, které byly charakterizovány jako součást lidské mikrobioty. Ačkoli byla tato skupina organismů od svého objevu pojmána různými způsoby, koncept lidského mikrobiomu, a tedy jeho intenzivní studium, byl vyvinut především v prvním desetiletí 21. století. Znalosti o lidském mikrobiomu se znatelně rozšířily po roce 2007, kdy byl zahájen projekt Human Microbiome.

Jednalo se o sérii projektů zahájených konsorciem téměř 80 univerzit a výzkumných institucí z různých částí světa. Projekt byl navržen tak, aby porozuměl mikrobiálním složkám lidské metabolické a genetické funkce, jejich roli ve fyziologii člověka a náchylnosti k chorobám. V prvních třech letech projektu vědci objevili nové členy lidské mikrobioty a charakterizovali téměř 200 různých druhů bakteriálních členů (Turnbaugh et al. 2007).

Do roku 2012 vědci HMP stanovili normální bakteriální složení u zdravých západních populací. To zahrnovalo čištění a analýzu veškeré lidské a mikrobiální DNA v 5000 vzorcích odebraných z nosu, úst, kůže a pochvy u 242 zdravých amerických dobrovolníků. Byla to velká studie, která nebyla by možná bez snížení nákladů na sekvenování DNA. Celkově vědci identifikovali 81 až 99 procent z více než 10000 mikrobiálních druhů nalezených v lidském ekosystému. Jejich úspěch byl pozoruhodný vzhledem k tomu, že dříve bylo izolováno pouze několik stovek druhů bakterií. Vědci z HMP také provedli řadu studií, aby zkoumali souvislost mezi mikrobiomem a nemocí. Pětileté mezinárodní úsilí charakterizovalo mikrobiální společenství nalezená v lidském těle a identifikovali roli každého mikroorganismu.

V roce 2014 Národní institut zdraví (NIH) financoval druhou fázi výzkumu nazvanou Integrative Microbiome Project, jejímž cílem bylo prohloubit pochopení toho, jak mikrobiom ovlivňuje nemoci, porozumět roli mikrobiomu v těhotenství a předčasném porodu, zánětlivém onemocnění střev a Diabetes mellitus 2. typu (“The Integrative Human Microbiome Project” 2019). V současné době probíhá mnoho studií a experimentů. Díky novým technologiím a vývoju v oblasti mikrobiologie studium mikrobiomu stává zajímavějším a užitečnějším.

5.3 Vliv na zdraví a člověka

Lidský mikrobiom hraje důležitou roli při udržování a rozvoji lidského těla. Tyto organismy jsou odpovědné za spuštění imunitního systému, ovlivnění zánětlivé homeostázy a imunitní regulace u novorozenců a malých dětí. Průběžné výzkumné studie o mikrobiomu také zjistily, že tyto organismy interagují a degradují vnější kontaminující látky, jako jsou těžké kovy, polycyklické aromatické uhlovodíky, pesticidy, ochratoxiny, plastové monomery a organické sloučeniny. Po renální filtraci v ledvinách jsou toxiny odstraněné z krevního řečiště uloženy v močovém měchýři, což poskytuje substráty a příznivé prostředí pro mikrobiotu močových cest k deaktivaci toxických látek. Aktivity těchto organismů se vzájemně ovlivňují v důsledku infekce (Amon & Sanderson 2017).

Mikrobiota tlustého střeva významně přispívá k výživovým požadavkům hostitele. Tyto organismy aktivně rozkládají složité složky stravy, které jsou nestravitelné (komplexní sacharidy) střevními buňkami, čímž jsou snadno dostupné komplexní potravinové materiály pro absorpci a

asimilaci. V trávicím traktu jsou hlavními konečnými produkty sacharidů a aminokyselin mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které zahrnují kyselinu octovou, propionovou a máselnou. Tyto tři složky potravy po absorpci sliznicí tlustého střeva slouží jako zdroje energie a prekurzory pro syntézu lipidů sliznice a stimulují růst buněk epitelu, což vede k zachování integrity střeva (Yatsuneneko et al. 2012).

Zánětlivé onemocnění střev (IBD) je jeden z nejrozsáhleji studovaných lidských stavů spojených se střevní mikroflórou. Složení střevní mikroflóry se u zdravých jedinců a pacientů s IBD liší, a to jak z hlediska druhové bohatosti (tj. počtu bakteriálních druhů), tak i druhové abundance (tj. počtu jedinců na druh). Studie uvádějí, že pacienti s IBD mají sníženou bakteriální rozmanitost a snížené množství *Firmicutes* a *Bacteroidetes*, a zvýšené množství *Proteobakterií* ve srovnání se zdravými jedinci (Manichanh 2006). Nejnovější výzkumy naznačují, že patogeneze IBD je způsobena interakcí faktorů prostředí (např. kouření, dieta a stres) a genetická náchylnost hostitele, která je ovlivněna komenzální mikroflórou, která aktivuje buď patogenní nebo ochrannou imunitní odpověď.

Vliv mikrobiomu byl sledován i během Atopických nemocí. Stále častěji se vyskytují stavy jako ekzémy, astma a potravinové alergie. To často souvisí s hygienickou hypotézou. Předpokládá se, že nedostatečná expozice mikrobiálním antigenům v raném věku v hygienicky vyspělých zemích mění složení mikrobiomu ve střevech kojenců, což narušuje imunitní vývoj způsobující alergické onemocnění (Riiser 2015). Mikrobiota kojenců je ovlivněna také faktory prostředí, včetně domácích zvířat, bydlicích ve venkovských domovech a sourozenců, u nichž je prokázáno, že mají ochranné účinky proti astmatu a alergiím (Ege et al. 2011). Koncept, že změněné složení mikrobiomu ovlivňuje citlivost dětských alergických onemocnění, je dále podporován údaji z epidemiologických studií, které uvádějí vyšší prevalenci atopických onemocnění u kojenců porodených císařským řezem, kojenců s umělou výživou a kojenců vystavených antibiotikům (Riiser 2015).

Ještě jednou nemocí spojenou s mikrobiomem je Diabetes. Střevní mikrobiota se podílí na regulaci metabolicko-imunitní osy. Předpokládá se však, že *Bifidobakterie* jsou ochranné, zatímco *Proteobakterie* jsou uváděny rizikovým faktorem. Podobně jsou změny ve střevní mikroflóře způsobené životním stylem (např. způsob porodu a strava) známými rizikovými faktory pro rozvoj diabetu 1. typu, jako je narození císařským řezem údajně zvyšuje riziko vzniku diabetu 1. typu o 20 %.

V ženském genitálním traktu je ochranný mechanismus iniciován původní mikrobiální flórou, která je zodpovědná za vyvolání vrozené imunity, včetně sekrecí obsahujících cytokiny, antimikrobiální peptidy a inhibiční látky. Zmínila také, že prostřednictvím koevoluce domorodé mikrobioty a imunitního systému se imunitní reakce rozvíjejí a zvyšují schopností imunitního systému rozlišovat mezi škodlivými patogeny a komenzálními organismy, které je třeba udržovat. Ve střevě ovlivňuje složení mikrobioty vývojové aspekty adaptivního imunitního systému; proto je imunitní systém savců, který je zodpovědný za kontrolu mikroorganismů, formován lidskou mikrobiotou (Qin et al. 2010).

V práci „Gut Microbiota and Autism : Key Concepts and Findings ” (Ding et al. 2017) bylo uvedeno, jak střevní mikrobiom může ovlivnit lidské chování modulací osy střevo-mozek prostřednictvím endokrinních (kortizol) imunitních (cytokiny) a nervových (vagus a enterický

nervový systém) signálních drah. A byla popsána změněna střevní mikroflóra u dětí s Poruchou autistického spektra ve srovnání s vývojově normálními dětmi.

Pokud jde o příklady výsledků studie uváděné Davidem (2014), tak uvedl, že krátkodobé dramatické změny ve stravě jsou dostatečné ke změně mikrobiomu. Například do čtyř dnů, když je konzumována strava založená na živočišné nebo rostlinné produkci. Nebo do dvou týdnů, když se změní vláknina a tuky ve stravě (O'Keefe et al., 2015). Mírné změny v některých složkách potravy zase snadno nenarušují stabilitu střevního mikrobiomu. Příkladem taky je konzumace různých druhů chleba, která vede k malým změnám ve složení střevní mikrobioty (Korem et al. 2017). Osobnostní rysy, jako je věk, pohlaví, léky a etnická příslušnost, dále komplikují účinky stravy na tvorbu střevní mikroflóry, což ztěžuje hodnocení kolektivní reakce. Ale některé složky mají silný vliv na složení a funkci střevní mikroflóry, což zase ovlivňuje metabolismus hostitele. Příkladem jsou tuky. Současné důkazy naznačují, že u zdravých lidí vede konzumace omega-3 polynenasycených mastných kyselin ke zvýšenému množství několika bakterií produkujících butyrát v souladu se známými protirakovinovými a protizánětlivými účinky omega-3 (Watson et al. 2018). Změny v příjmu tuku vedou ke změnám v mikrobiomu velmi individuálně. U zdravých lidí vedou i krátkodobé mírné změny hladin nasycených tuků k významně odlišným individuálním reakcím mikrobioty. Vyšší základní úroveň mikrobiální diverzity je spojena s menšími změnami ve střevní mikroflóře v reakci na tuky. To podporuje myšlenku, že vyšší rozmanitost poskytuje větší odolnost vůči poruchám stravování, zatímco nižší rozmanitost je méně optimální (Lang et al. 2018).

Účinek sacharidů na střevní mikroflóru je složitý a závisí na jejich typech a množství. U lidí se prokázalo, že dlouhodobý příjem komplexních sacharidů podporuje vývoj rodu *Prevotella*, které odpovídají za metabolismus sacharidů (Korem et al., 2017). Určité bakterie mohou růst na určitých druzích sacharidů, takže dieta může vyloučit určité druhy nebo zvýšit jejich počet. Například bifidobakterie se živí arabinoxylany nacházejícími se v pšenici a jiných zrnech. Rod *Bifidobacterium* má jedinečnou metabolickou cestu, která se používá k fermentaci sacharidů. Různé druhy a kmeny *Bifidobakterií* mohou poskytnout řadu zdravotních výhod, včetně regulace střevní mikrobiální homeostázy, inhibice patogenů a škodlivých bakterií, které kolonizují a infikují střevní sliznici. Rovněž přispívají k produkci vitamínů a biokonverzi řady sloučenin potravin na bioaktivní molekuly. *Bifidobakterie* zlepšují bariéru střevní sliznice a snižují hladinu lipopolysacharidů ve střevě (Mayo a van Sinderen August, 2010). *Bifidobakterie* mohou také snižovat bolesti břicha u pacientů se syndromem dráždivého tračníku, ačkoli dosud nebyly konečné studie.

Na rozdíl od vlákniny, snadno stravitelné jednoduché cukry, které dominují v západní stravě a potlačují kolonizaci *Bacteroides* ve střevech a přispívají k obezitě. Ačkoli reakce na vlákninu má v populaci společný podpis, byly také detekovány heterogenní a vysoce personalizované posuny v lidské mikroflóře v reakci na sacharidy, včetně vlákniny, rezistentního škrobu a prebiotika obsahujícího sacharidy (Pratt a Campbell, 2020). Strava s vysokým obsahem vlákniny pro stabilizaci váhy nebo hubnutí ovlivňuje složení střevního mikrobiomu s významnými interpersonálními variacemi. Tento dietní zásah je méně účinný při zlepšování klinických fenotypů u jedinců s nižším bohatstvím mikrobiálních genů. Kromě toho, stravovací návyky mají vliv na reakci střevní mikrobioty. Například zdraví lidé s vysokým příjmem vlákniny vykazují větší odpověď střevní mikroflóry na prebiotický inulin fruktanového typu než lidé s nízkým příjmem

vlákniny. Healey (2018) zdůrazňuje význam zohlednění stravovacích návyků při snaze regulovat střevní mikroflóru pomocí dietních intervencí.

Ačkoli jsou považována za bezpečná, bylo prokázáno, že některá umělá sladidla přispívají k metabolickým nebo zánětlivým poruchám. Studie na myších spojily léčbu sacharinem s rozvojem hepatitidy a běžných dávek konzumace sukralózy s poruchami metabolismu lipidů. stejně jako střevní zánět (Uebanso et al. 2017).

6 Analýza metabolismu

6.1 Definice

Podle Smitha (2018) metabolismus je soubor životně důležitých chemických reakcí v organismech. Tři hlavní účely metabolismu jsou: přeměna jídla na energii k běhu buněčných procesů; přeměna jídla / paliva na stavební kameny pro bílkoviny, lipidy, nukleové kyseliny a některé sacharidy; a eliminaci metabolických odpadů. Tyto enzymem katalyzované reakce umožňují organismům růst a rozmnožování, udržování jejich struktury a reakce na prostředí. Slovo metabolismus může také označovat souhrn všech chemických reakcí, které se vyskytují v živých organismech, včetně trávení a transportu látek do různých buněk a mezi nimi. Je známo, že u různých onemocnění, jako je Diabetes mellitus 2. typu, metabolický syndrom a rakovina, je normální metabolismus narušen.

Metabolické reakce lze kategorizovat jako katabolické - štěpení sloučenin (například štěpení glukózy na pyruvát buněčným dýcháním); nebo anabolické - hromadění (syntéza) sloučenin (jako jsou bílkoviny, sacharidy, lipidy a nukleové kyseliny). Katabolismus obvykle uvolňuje energii a anabolismus energii spotřebovává.

Chemické reakce metabolismu jsou organizovány do metabolických drah, ve kterých je jedna chemická látka transformována řadou kroků na jinou chemickou látku, přičemž každý krok je usnadněn specifickým enzymem. Enzymy mají zásadní význam pro metabolismus, protože umožňují organismům řídit žádoucí reakce, které vyžadují energii, k níž nedojde samo, tím, že je spojí se spontánními reakcemi, které uvolňují energii. Enzymy působí jako katalyzátory - umožňují rychlejší reakci

6.2 Pokusy a výsledky

Metabolismus zahrnuje širokou škálu chemických reakcí, ale většina spadá pod několik základních typů reakcí, které zahrnují přenos funkčních skupin atomů a jejich vazeb v molekulách. Tato běžná chemie umožňuje buňkám používat malou sadu metabolických meziproductů k přenosu chemických skupin mezi různými reakcemi. Tyto meziproducty skupinového přenosu se nazývají koenzymy. Každá třída reakcí skupinového přenosu je prováděna konkrétním koenzymem, který je substrátem pro skupinu enzymů, které ji produkují, a sadu enzymů, které ji konzumují. Tyto koenzymy se proto neustále vyrábějí, spotřebovávají a poté recyklují (Dimroth et al. 2006).

Mnoho bílkovin jsou enzymy, které katalyzují chemické reakce v průběhu metabolismu. Jiné proteiny mají strukturální nebo mechanické funkce, například ty, které tvoří cytoskelet, systém lešení, který udržuje tvar buňky. Proteiny jsou také důležité v buněčné signalizaci, imunitních reakcích, adhezi buněk, aktivním transportu přes membrány a v buněčném cyklu. Aminokyseliny také přispívají k metabolismu buněčné energie tím, že poskytují zdroj uhlíku pro vstup do cyklu kyseliny citronové (cyklus trikarboxylové kyseliny), zejména když je primární

zdroj energie, jako je glukóza, vzácný nebo když buňky procházejí metabolickým stresem (Hothersall & Ahmed 2013).

Podle Pollaka (2007) vitamin je organická sloučenina potřebná v malém množství, kterou nelze vytvořit v buňkách. Ve výživě člověka většina vitaminů po úpravě funguje jako koenzymy. Například všechny vitamíny rozpustné ve vodě jsou fosforylované nebo jsou spojeny s nukleotidy, pokud jsou použity v buňkách. Nikotinamid adenin dinukleotid (NAD⁺), derivát vitamínu B3 (niacin), je důležitým koenzymem, který působí jako akceptor vodíku. Stovky samostatných typů dehydrogenáz odstraňují elektrony ze svých substrátů a redukují NAD⁺ na NADH. Tato redukovaná forma koenzymu je potom substrátem pro kteroukoli z reduktáz v buňce, které potřebují redukovat své substráty. Nikotinamid adenin dinukleotid existuje v buňce ve dvou příbuzných formách, NADH a NADPH. Forma NAD⁺ / NADH je důležitější při katabolických reakcích, zatímco NADP⁺ / NADPH se používá při anabolických reakcích.

Důležitou roli v metabolismu hrají anorganické prvky. Některé jsou hojné (např. sodík a draslík), zatímco jiné fungují při nepatrných koncentracích. Asi 99 % tělesné hmotnosti člověka tvoří prvky : uhlík, dusík, vápník, sodík, chlor, draslík, vodík, fosfor, kyslík a síra. Bohaté anorganické prvky fungují jako elektrolyty. Nejdůležitější ionty jsou sodík, draslík, vápník, hořčík, chlorid, fosforečnan a hydrogenuhličitan organických iontů. Udržování přesných gradientů iontů napříč buněčnými membránami udržuje osmotický tlak a pH. Iony jsou také zásadní pro funkci nervů a svalů, protože akční potenciály v těchto tkáních jsou vytvářeny výměnou elektrolytů mezi extracelulární tekutinou a buněčnou tekutinou, cytosolem. Elektrolyty vstupují a opouštějí buňky prostřednictvím proteinů v buněčné membráně nazývaných iontové kanály. Například svalová kontrakce závisí na pohybu vápníku, sodíku a draslíku iontovými kanály v buněčné membráně a T-tubulech. (Dulhunty 2006).

Přechodné kovy jsou obvykle přítomny jako stopové prvky v organismech, přičemž nejvíce jich je zinek a železo. Tyto kovy se používají v některých proteinech jako kofaktory a jsou nezbytné pro aktivitu enzymů, jako je kataláza, a proteinů přenášejících kyslík, jako je hemoglobin (Torres-Romero et al. 2018).

Nutriční a metabolické poruchy jsou vysoce převládající u pacientů s chronickým onemocněním ledvin (CKD) a pacientů na renální substituční terapii. Tyto poruchy, které lze nazvat uremickou podvýživou, významně ovlivňují vysokou morbiditu a mortalitu pozorovanou u této populace pacientů. Několik předběžných studií naznačuje, že intervence ke zlepšení nutričního stavu a metabolického stavu uremických pacientů mohou ve skutečnosti zlepšit očekávaný výsledek u těchto pacientů (Pupim et al. 2006).

Všechny výše uvedené znalosti byly získány během různých experimentů a pozorování. Tyto výsledky lze použít při léčbě, sportování a pro zdravý život konkrétního člověka na základě analýzy jeho metabolismu. Kontrolou a nastavením jídelníčku lze dosáhnout správného vyvážení mikro- a makro- nutrientů a tím zlepšit metabolismus.

6.3 Použití

Metabolismus hraje klíčovou roli v lidském zdraví a nemocech a je modulován vnitřními (např. genetickými) a vnějšími (např. dietou a střevní mikroflórou) faktory. Při individuálním posouzení tyto faktory dostatečně nevysvětlují vývoj a progresi mnoha komplexních nepřenosných nemocí, včetně metabolického syndromu a neurodegenerativních onemocnění. Proto je nezbytný systémový přístup k objasnění přínosu každého z těchto faktorů ak umožnění vývoje účinných nových léčebných strategií.

Takový systémový přístup vyžaduje snadné sdílení znalostí a experimentálních dat generovaných různými výzkumnými komunitami. Databáze představují přesvědčivou metodu ukládání, spojování a zpřístupňování široké škály informací odvozených z primární literatury, experimentálních dat a anotací genomu. Ve skutečnosti se biologické databáze staly cennými nástroji pro usnadnění distribuce znalostí a umožnění výzkumných snah (Noronha et al. 2019).

Za poslední desetiletí byly vytvořeny komplexní databáze metabolických reakcí u lidí. Ale naše znalosti probíhajících metabolických reakcí u lidí zdaleka nejsou úplné, částečně kvůli omezenému rozlišení současných technologií profilování metabolitů a omezenému překladu nálezů z buněčné kultury a modelových organismů jako výstupů in vivo procesů u lidí.

Vytvoření komplexního porozumění metabolickým reakcím u lidí je důležité z několika důvodů. Zaprvé, změněné hladiny metabolitů mohou způsobovat klinické příznaky a nemoci, jak dokládají zvýšené hladiny urátů v séru, dna a mnoho vrozených chyb metabolismu. Zadruhé, objevující se důkazy implikují metabolity jako důležité druhé posly v mezioborové komunikaci a v signálních procesech. Poznatky o zacházení s metabolity proto mohou posílit naše chápání lidského metabolismu na systémové úrovni, mimo tkáň přímo zapojené do jejich absorpce, tvorby, metabolismu a vylučování. Za třetí, metabolity se běžně používají k diagnostice, stádiu a monitorování onemocnění, jako jsou hladiny kreatininu pro chronické onemocnění ledvin (CKD) nebo různé aminokyseliny a acylkarnitiny v screeningových programech pro novorozence po celém světě. Takové biomarkery mohou naznačovat cesty a / nebo buněčné typy, které se v chorobném stavu mění, i když metabolity nejsou příčinou samotného onemocnění (Cheng et al. 2021).

Existuje spousta biochemických databází (Rigden & Fernández 2018), dosud však nebyla vyvinuta databáze, která výslovně spojuje lidský metabolismus s genetikou, mikrobiálním metabolismem spojeným s člověkem, výživou a nemocemi. Jedním z důvodů nedostatku takové databáze může být použití nestandardizované nomenklatury, což komplikuje integraci dat. Ruční oprava obsahu databáze je navíc časově náročná a vyžaduje odborné znalosti domény.

Ve dnešní době nejlepší databázi je Virtual Metabolic Human (VMH), která se skládá z pěti vzájemně propojených zdrojů: „Lidský metabolismus“, „Střevní mikrobiom“, „Nemoc“, „Výživa“ a „ReconMaps“. Tyto zdroje jsou vzájemně propojeny na základě sdílené nomenklatury a položek databáze pro metabolity, reakce a geny. Vzhledem k rozsáhlým kurátorským a různorodým informacím zachyceným v databázi VMH představuje tento zdroj jedinečný, komplexní a mnohostranný přehled lidského a lidského mikrobiálního metabolismu.

Databáze VMH hostí nejnovější verzi rekonstrukce lidské metabolické sítě Recon3D (Brunk et al. 2018), která popisuje základní síť 13543 metabolických reakcí distribuovaných napříč 104 subsystemy, 4140 jedinečných metabolitů a 3288 genů exprimovaných alespoň v jedné lidské buňce. Obsah Recon3D byl shromážděn prostřednictvím rozsáhlého přehledu literatury za poslední desetiletí komunitou systémové biologie.

Nástroj „Návrhář diety“ ,v databáze VMH, umožňuje uživatelům navrhovat stravu. Rozhraní je rozděleno do dvou seznamů: „Dostupné potraviny“ a „Vybrané potraviny“. Uživatelé mohou vyhledat a vybrat kteroukoli z dostupných 8790 potravin a přidat je do seznamu vybraných potravin zadáním velikosti porce. Jak uživatel navrhuje stravu, aktualizují se celkové informace o celkových kaloriích, lipidech, bílkovinách, sacharidech a porci hmotnosti. Uživatel pak může zobrazit a stáhnout odpovídající hodnoty molekulárního složení a toku pro rychlost příjmu živin mapovaných metabolity. Tyto hodnoty toku mohou být výchozím bodem pro modelování interakcí hostitel-mikrobiom, ale neberou v úvahu rozdíly v absorpci v gastrointestinálním traktu. Za zmínku stojí také to, že ne všechna množství živin se převádějí na množství metabolitů kvůli nedostatku podrobných informací o molekulárním složení potravin.

Databáze VMH zachycuje informace o lidském a střevním mikrobiálním metabolismu a spojuje je se stovkami nemocí a údaji o výživě. Proto databáze VMH řeší rostoucí potřebu usnadnit rychlé analýzy a interpretace komplexních dat vyplývajících z rozsáhlých biomedicínských studií (Noronha et al. 2019).

7 Materiál a metody

Pro sběr dat byl vytvořen on-line dotazník na on-line platformě s názvem survio.com, který jsem distribuovala pomocí emailu a sociálních sítí jako Telegram, Facebook, Instagram a Vkontakte. Dotazníky byly distribuovány ve dvou státech: v Česku a na Ukrajině, a ve dvou příslušných jazycích. Respondenti byli vybíráni náhodně.

7.1 Dotazník

Online dotazník obsahoval 10 otázek a byl vytvořen ve dvou jazycích: v češtině a ukrajinštině. Byla zajištěna anonymita, ale byla vyžadována osobní data, jako například věk a pohlaví.

Cílem bylo zjistit, jaké je povědomí veřejnosti v České republice o personalizované výživě a na Ukrajině, proto v úvodu nebyla poskytnuta žádná informace o tom, co je personalizovaná výživa a jaký vliv má člověka. Všechny otázky měly jednu odpověď a bylo na to upozorněno. Na základě odpovědí byli udělaný tabulky s výsledky.

7.2 Vyhodnocení dat

Dotazník se správně vyplněnými otázkami byl získán od 100 respondentů z České Republiky a od 100 respondentů z Ukrajiny. Průzkum byl prováděn samostatně pro české jedince, po kterém později následují ukrajinští jednotlivci, a je proto porovnán. Poskytnutá data byla uspořádaná a zapsaná do tabulek. Vzhledem ke stejným hodnotám a výsledkům byla pro vyhodnocení vybrána pouze data z dvěma osobními otázkami a osmi nejdůležitějšími specializovanými otázkami.

8 Výsledky

8.1 Osobní otázky

1. Pohlaví respondentů

Jak je vidět z Tabulky 1, většina respondentů průzkumu z České republiky pocházejí z ženského pohlaví, které zmínilo 51 osobu ve srovnání s mužským pohlavím, kterých bylo 49. Na Ukrajině byla pozorována stejná situace, kdy v průzkumu hrála hlavní roli ženské pohlaví s 57 jedinci ve srovnání s mužským pohlavím, kterých bylo 41. Z těchto údajů vybývá, že dotazník vyplnilo 54 % (108 dotázaných) žen a 46 % (92 dotázaných) mužů

Tabulka 1. Pohlaví respondentů

Pohlaví	Česká republika	Ukrajina
Muž	49	43
Žena	51	57

(Zdroj: Vlastní)

2. Věk respondentů

Tabulka 2 vysvětluje věk respondentů průzkumu. Z tabulky je zřejmé, že jedinců ve věku 18-25 let a 26-35 let bylo více v porovnání z ostatními. A další výsledky a myšlenky jsou zaměřeny na mladší věkovou skupinu.

Tabulka 2. Věk respondentů

Věk	Česká republika	Ukrajina
18-25	51	42
26-35	24	29
36-45	10	17
46-55	3	7
56-65	6	3
>65	6	2

(Zdroj: Vlastní)

8.2 Specializované otázky

3. Co pro vás znamená pojem personalizovaná výživa?

Personalizovaná výživa znamená složitější přístup v definici stravování. Zvažuje všechny vztahy mezi charakteristikami jednotlivce, fenotypem a zdravotním stavem, aby se přizpůsobil výživovým intervencím. Za tímto účelem PN je přístup kromě genetiky taky k metabolickém

stavu, střevní mikrobiotě, metabolomu, fyziologickém stavu a environmentálních expozicích (včetně stravovacích návyků a chování v potravinách) každého jednotlivce (Milani et al. 2021).

Personalizovaná výživa je jednou z fascinujících hranic medicíny. Mnoho vědců tvrdí, že za mezník v nutričním výzkumu byly individuálně přizpůsobené intervence .

Tato otázka pomohla zjistit jak lidé rozumí termín a cíl personalizované výživy, a taky ověřit jestli byla druhá hypotéza práce správná.

Tabulka 3. Představa o personalizované výživě

Možnosti	Česká republika	Ukrajina
Dieta pro konkrétního člověka na základě jeho váhy a věku	38	38
Dieta pro konkrétního člověka na základě DNA testu, analýzy střevních bakterií a krve	52	49
Nevím	10	13
Jiná...	0	0

(Zdroj: Vlastní)

Data z třetí tabulky ukazují, že většina lidí z Česka (52 ze 100) a z Ukrajiny (49 ze 100) souhlasili se správným tvrzením o tom, co je personalizovaná výživa. Ale českých jedinců bylo více, což dává právo pohybovat o správnosti druhé hypotézy o větším povědomí Ukrajinců o personalizované výživě.

4. Souhlasíte s tím, že personalizovaná výživa vede k lepším výsledkům oproti obecným výživovým doporučením?

Jak bylo zjištěno z teoretické části práce, personalizovaná výživa má lepší výsledky v porovnání s obvyklými výživovými doporučení. Při ošetření pacienta a zjištění jeho osobních náhlylostí lze sestavit nejenom komfortnější jídelníček s pozice dostupnosti potravin a preference strav, ale i efektivnější. Na základě personalizovaných údajů je možné obejit nemoci a udělat stravování pro prevence chorob. Taky lze zajistit lehčí a rychlejší hubnutí a zvětšení váhy, upravit spánek a najít lepší fyzickou aktivitu.

Tabulka 3. Personalizovaná výživa proti obecné výživě

Reakce	Česká republika	Ukrajina
Souhlasím	83	77
Neutrální	13	20
Nesouhlasím	4	3

(Zdroj: Vlastní)

Jak je uvedeno v tabulce 4, téměř 83 českých a 77 ukrajinských jedinců se shodly na tom, že personalizovaná výživa je důležitější a prospěšnější než obecná výživa, což znamená, že lidé v obou státech dávají přednost personalizované výživě oproti obecné výživě. Téměř 33 ze 200 respondentů se shodly na tom, že personalizovaná výživa a obecná výživa jsou vzájemně závislé proměnné, a výrazná menšina s tvrzením nesouhlasila. Tým pádem lze říct, že respondenty měli

správnou představu o personalizované výživě. Taky výsledky potvrdily, že druhá hypotéza o větším povědomí lidí na Ukrajině, je chybná.

5. Co pro vás znamená zdravý život?

Podle WHO zdraví je stav úplné tělesné, duševní a sociální pohody, nejen pouze nepřítomnost nemoci. Samotná definice zdravého života se vztahuje k tomu, jaké kroky, opatření a strategie člověk volí, aby dosáhl optimálního zdraví. Zdravý životní styl je cenný pro snížení výskytu a dopadu zdravotních problémů, zvládnání životních stresorů, regeneraci organismu a zlepšení kvality života. V poslední době stále více vědeckých objevů dokazuje, že naše stravování hraje obrovskou roli v tom, jak zdraví jsme. Z toho, co jíme a pijeme, kolik času věnujeme pohybu, zda kouříme nebo bereme léky. To všechno ovlivní naše zdraví, a to nejen pokud jde o průměrnou délku života, ale také z pohledu na to, jak dlouho můžeme žít bez chronického onemocnění.

Srdeční choroby, rakovina, Diabetes, onemocnění kloubů nebo duševní nemoci jsou odpovědné za velký počet úmrtí a postižení. V současné době jsme zvyklí se spoléhat téměř výhradně na poskytování klinické péče ze strany kvalifikovaných zdravotnických pracovníků, kteří nám pomáhají vyrovnat se s těmito podmínkami. Je však potřeba si uvědomit, že mnoha zdravotním problémům lze předejít, nebo alespoň jejich výskyt odložit tím, že se budeme snažit zdravě stravovat (Vacková 2015).

Zdravý život a správné stravování jsou spoluzávislé tvrzení. Kvalita života je závislá na množství živin, vitamínů a minerálů v organismu. Správné vyvážení ve výživě zajišťuje lidem dobrý spánek, vysoké výsledky při sportování a podporuje kognitivní schopnosti. Při sestavování jídelníčku na základě personalizovaných údajů, jako DNA test a analýza mikrobiomu, lze doplnit nezbytné a potřebné látky pro konkrétního člověka. A taky vyloučit potraviny, které škodí nebo je v nadbytku, takým pádem zlepšit život a udělat jedince zdravějším.

Tabulka 5. Definice zdravého života

Možností	Česká republika	Ukrajina
Zdravý spánek	24	22
Personalizovaná výživa	35	36
Čtení časopisů o zdravém životě	1	2
Nedostatek špatných skutků	12	8
Sportování	28	32

(Zdroj: Vlastní)

Jak ukazuje tabulka, třetina českých i ukrajinských jedinců si většinou uvědomila příznivé výsledky, které může personalizovaná výživa přinést. Tyto lidé myslí ve správném směru ohledně zdravého života. Ale pořád velký procent respondentů spojuje zdravý život jenom se sportováním, dobrým spánkem a snížením stresu. Což znamená, že lidé potřebují více informace a znalostí ve sféře personalizované výživy a stravování celkem.

6. Jaký je důvod použití personalizované výživy?

Důvodem pro použití personalizované výživy jsou znalosti v oblasti Nutrigenetiky. Podle Sales et al. (2014), Nutrigenetika vysvětluje vztahy mezi potravinami a jejich vlivem na organismy pozérstvím biochemických reakcí. Tato věda snaží se zjistit a vysvětlit, jak mohou složky stravy ovlivnit expresi genů. Podle toho, jak jednotlivé geny reagují na různou potravu, lze snížit rizika chorob a zvětšit potřebné výsledky diety a stravování celkem.

Tabulka 6. Důvod použití personalizované výživy

Možností	Česká republika	Ukrajina
Vysoká variabilita fenotypu	19	12
Přání pro přizpůsobení	14	27
Inovace a reflexe	36	19
Nutrigenetika	21	32
Nesnášenlivost laktózy	10	20

(Zdroj: Vlastní)

Jak je zřejmé z variant odpovědí tabulky 6, za správnou odpověď lze považovat každou variantu, protože všechny jsou důvodem použití personalizované výživy. Ale jenom 53 jedinců ze 200 zvolilo slavnější odpověď – nutrigenetiku. Výsledky ve dvou státech byly celkem shodné a rovnoměrné. Což ukazuje, že lidé nemají nějaký stereotyp o personalizované výživě, jako například, že tato výživa je určena pouze pro lidi s intolerancí laktózy.

7. Souhlasíte s tím, že lidé mají různé genetické predispozice ke vstřebávání živin z potravy?

V teoretické části práce jsem psala, jakou roli má genotyp člověka na vstřebávání živin z potravy. A zjistila jsem, že lidé opravdu mají různé genetické predispozice ke vstřebávání živin z potravy. V práci Neeha a Priyamvadah (2013), byly uvedeny příklady potravin vyvinutých pro lidi s různými nemocemi a intolerancí, spojenými i se špatným vstřebáváním, například lepku a mléčných bílkovin. Taky na genotyp závisí i produkce enzymu, která má vliv na štěpení a ukládání látek. Bylo zajímavou otázkou, jestli obvykle lidé, které nemají znalosti v genetice, spojí genotyp se schopností organismu vstřebávat živiny z potravy.

Tabulka 7. Genetická predispozice ke vstřebávání živin z potravy

Reakce	Česká republika	Ukrajina
Souhlasím	28	21
Neutrální	56	66
Nesouhlasím	16	13

(Zdroj: Vlastní)

Jak je uvedeno v tabulce 7, většina respondentů si myslí, že různé genetické predispozice má neutrální vztah ke vstřebávání živin z potravy. Lze předpokládat, že takový výběr byl

způsobeny nedostatkem znalostí v oblasti nutrigenetiky a nutrigenomiky. Ale 49 jedinců z 200 dalo správnou odpověď, a proto není možné říct, že tento koncept vůbec není známý. Taky byl procent lidí, které nesouhlasili s tvrzením a nevěří, že personalizovaná vířivá je spojena s genotypem a fungováním jednotlivých genu.

8. Souhlasíte s tím, že na základě testu DNA je možné vytvořit personalizovanou dietu?

Tato otázka je spojena s předchozí otázkou a ukazuje, jestli lidé věří, že je možné sestavit personalizovaný jídelníček na základě DNA testu. Zjistila jsem, že čísla se moc nezměnily, a pořad většina respondentu měla neutrální odpověď nebo vůbec nesouhlasila s tvrzením ohledně DNA testů. Což potvrzuje nedostatek povědomí jedinců v oblasti nutrigenetiky a nutrigenomiky.

Tabulka 8. Možnost tvorby personalizované diety na základě testu DNA

Reakce	Česká republika	Ukrajina
Souhlasím	26	27
Nevím	53	59
Nesouhlasím	21	14

(Zdroj: Vlastní)

9. Souhlasíte s tím, že krevní test je důležitý při tvorbě personalizovaného jídelníčku?

Biochemický krevní test je důležitý pro diagnostiku téměř všech nemocí, proto je předepisován na prvním místě. Pomocí biochemického krevního testu je možné posoudit metabolismus v těle a funkční stav téměř všech vnitřních orgánů - srdce, ledvin, jater, slinivky břišní atd. A získat informace o metabolismu (metabolismus lipidů, bílkovin, sacharidů). Kromě toho biochemický krevní test ukáže, zda má lidské tělo nedostatek konkrétního stopového prvku nebo vitamínu. Tato metoda laboratorní diagnostiky je pro lékaře velmi informativní a má vysokou míru spolehlivosti. Během této analýzy je zpravidla vyšetřováno poměrně velké množství parametrů (stav krvinek, biochemické, imunologické, hormonální ukazatele), které jsou důležité při sestavování personalizovaného jídelníčku.

Tabulka 9. Důležitost krevních testu při sestavování personalizovaného jídelníčku.

Reakce	Česká republika	Ukrajina
Souhlasím	72	82
Nevím	23	17
Nesouhlasím	5	1

(Zdroj: Vlastní)

Tabulka číslo 9 ukazuje, že většina lidí chápe důležitou roli analýzy krve při sestavování jídelníčku. Lze předpokládat, že pozitivny výsledek otázky a důvěra k této metodě šetření jsou spojeny se znalostmi získanými během léčení různých nemocí.

10. Podle Vás, personalizovaná výživa může přinést více výhod nebo rizik ?

Jak je zřejmé z teoretické části práce, personalizovaná výživa má příznivý účinek na zdraví. Použití personalizovaných dat jedince je mnohem vhodnější než sestavování jídelníčku na základě obvyklých výživových doporučení a přináší mnohem více výhod než rizik. Rizikem při sestavování personalizovaného způsobu stravování je špatně kvalifikovaný nutriční terapeut nebo výživový poradce, kteří mohou uvést pacienta v omyl a sestavit špatně nastavený jídelníček.

Tabulka 10. Rizikovost použití personalizované výživy.

Reakce	Česká republika	Ukrajina
Více výhod	100	100
Více rizik	0	0

(Zdroj: Vlastní)

Výsledky z tabulky číslo 10 ukázaly, že respondenty souhlasí s tvrzením, že personalizovaná výživa má více výhod než rizik. Ať některé jedinci nevěří ve fungování DNA testů a dalších šetřících metod, všichni vnímají personalizovanou výživu jako prospěšný způsob stravování.

9 Diskuze

V této části výzkumu bylo provedeno hodnocení výsledků spolu s jejich vysvětlením. Dále byl diskutován vztah mezi výsledky, hypotézou a cílem současného výzkumu.

Hlavním cílem praktické části bylo zjistit jaké je povědomí lidí o personalizované výživě, jestli respondenti věří, že personalizovaná výživa opravdu má lepší výsledky oproti obecným výživovým doporučením. Dále byl zajímavý rozdíl ve znalostech lidí v různých státech, konkrétně v Česku a na Ukrajině. Přesná formulace hypotéz byla následující :

- Lze předpokládat, že koncept personalizované výživy bude pro statisticky významný počet jedinců neznámý.
- Lze předpokládat, že lidé na Ukrajině budou znát koncept personalizované výživy více než lidé v České republice.
- Lze předpokládat, že lidé, kteří znají koncept personalizované výživy, uvěří, že vede k lepším výsledkům ve srovnání s obecnými výživovými doporučeními.

Díky těmto informacím lze sestavit plán práce s veřejností. Na základě povědomí společnosti a hloubce zajmu je možná tvorba reklamy jednotlivých potravin, šíření mikrobiální a metabolické analýz, princip provedení akce o personalizované výživě.

První otázka dotazníku byla o pohlaví jedinců, a výsledkem bylo přibližně stejný počet osob jako mužského tak i ženského pohlaví. Což znamená, že následky průzkumu se tykají obou pohlaví ve stejném poměru na rozdíl od věku respondenta. Protože většina jedinců byla ve věku 18-25 let, lze počítat s tím, že rezultáty se tykají mladé populace.

Jak bylo odhaleno a získáno ze specializovaných otázek, které se týkaly první hypotézy o statisticky významném počtu jedinců, lze konstatovat, že hypotéza nebyla potvrzena, protože existuje rozdíl v počtu jedinců, kterým byl známý koncept personalizované výživy. Ověření první hypotézy lze potvrdit významem zdravého života pro jednotlivce žijící na Ukrajině a v České republice, kteří si většinou vybírali správnou odpověď o tom, co je personalizovaná výživa a že je hlavním faktorem zdravého života, což znamená, že koncept je znám statisticky významnému počtu lidí. Potvrzují tyto hypotézu i studie provedené Jose et al. (2018), ve které bylo zjištěno, že koncept personalizované výživy je více známy, než bylo předpokládáno.

Pokud jde o druhou hypotézu o srovnání znalostí jednotlivců o personalizované výživě ve dvou zemích, Na Ukrajině a v České republice, lze konstatovat, že znalosti jsou podobné. Ale statisticky, lidé z České republiky jsou více vzdělaný v oboru personalizované výživy. Což znamená, že v Česku je větší zájem o zdraví a výživě jako vědě. Díky zajmu o personalizované výživě je potřeba ve specialitech, které by této zájem podporovaly a pomáhaly lidem ve sestavování jídelníčku. Kvůli tomu, že personalizovaná výživa se týče nejenom nemocných jedinců a i sportovců, těhotných žen, malých dětí atd, je potřeba rozšiřovat obor výživových poradců a dietologů. Zájem o výživě ve státech s různými příjmy, potvrzuje, že různé personalizované analýzy jsou dostupnější a mají velkou poptávku mezi obyvatele nejenom rozvinutých států.

Pokud jde o třetí a poslední hypotézu o přesvědčení, že personalizovaná výživa přináší lepší výsledky ve srovnání s obecnými výživovými doporučeními, bylo potvrzeno a ověřeno, že personalizovaná výživa je mnohem prospěšnější než obecná výživová doporučení. Ale není tak velká důvěra k testům DNA. Většina lidí z obou států neměly přesný názor na vztah DNA testu ke sestavování jídelníčku. Jak už bylo řečeno ve výsledcích, lze předpokládat, že respondenti nemají užší znalosti o nutri genetice a její vlivu na personalizace ohledně stravování. Podlé mě, genetika je velice důležitou částí personalizované výživy, a i obvyklým obyvatelům nestačí jenom vědět, že genetika existuje. Protože, se zlepšením vzdělání v oboru nutri genetiky a nutri genomiky, vzniká i důvěra k DNA testům, GMO potravinám a rozšiřuje se názor na personalizovanou výživu.

10 Závěr

Cílem teoretické části bylo shromažďování informace o personalizované výživě a dalších složek potřebných k vytvoření personalizovaného jídelníčku. I přes to, že tento koncept je nový, studie prokázali pozitivní změny při použití personalizované výživy. Díky novým technologiím bylo možné zjistit vztah různých látek z potravy k buňkám našeho těla, sledovat odpověď střevní mikrobioty na jednotlivé potraviny a pozorovat princip fungování genů. Podle získané informace z provedených výzkumu, je možné říct, že personalizovaná výživa nejenom zlepšila stav zdraví, a i stav života celkem. Správné stravování pomohlo lidem snížit riziko nemocí, vylepšilo kognitivní a fyzické schopnosti. Technologický pokrok udělal provedení důležitých analýz dostupným pro obvykle obyvatele, což umožnilo rozvoj personalizované výživy a rozšířilo možnosti léčení a prevence nemocí. PN zajistila normální průběh těhotenství, bez neadekvátního zvětšení váhy a škody pro plod. Pomohla sportovcům efektivněji budovat svalovou hmotu bez použití škodlivých látek a nadměrných tréninku. Správně sestavený jídelníček pomohl dětem a studentům ve studiu, protože zabezpečil dostatečným množstvím nezbytných a důležitých látek.

Po provedení praktické části práce bylo možné konstatovat, že výsledky současného výzkumu byly v souladu s cílem a 3 hypotézami. Aktuálně provedený výzkum ověřil a potvrdil, že koncept personalizované výživy byl známý statisticky významným počtem jedinců v obou státech. Ukázalo se, že Češi a Ukrajinci většinou věřily, že personalizovaná výživa přináší více výhod než obecná výživová doporučení. Ale taky byl zjištěn nedostatek znalostí v oboru PN a potřeba v šíření informace o výhodách personálně nastaveného jídelníčku

11 Literatura

- Adams SH et al. 2019. Perspective: Guiding Principles for the Implementation of Personalized Nutrition Approaches That Benefit Health and Function. *Advances in Nutrition*. Available at <https://academic.oup.com/advances/advance-article/doi/10.1093/advances/nmz086/5556010>.
- Amon P, Sanderson I. 2017. What is the microbiome? *Archives of disease in childhood - Education & practice edition* **102**:257-260. Available at <https://ep.bmj.com/lookup/doi/10.1136/archdischild-2016-311643> (accessed April 28, 2021).
- Bendinelli B et al. 2011. Fruit, vegetables, and olive oil and risk of coronary heart disease in Italian women: the EPICOR Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* **93**:275-283. Available at <https://academic.oup.com/ajcn/article/93/2/275/4597617> (accessed April 28, 2021).
- Blanco Mejia S et al. 2014. Effect of tree nuts on metabolic syndrome criteria: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open* **4**:e004660-e004660. Available at <https://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2013-004660> (accessed April 28, 2021).
- Bottero V, Potashkin JA. 2020. A Comparison of Gene Expression Changes in the Blood of Individuals Consuming Diets Supplemented with Olives, Nuts or Long-Chain Omega-3 Fatty Acids. *Nutrients* **12**. Available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/12/3765>.
- Brunk E et al. 2018. Recon3D enables a three-dimensional view of gene variation in human metabolism. *Nature Biotechnology* **36**:272-281. Available at <http://www.nature.com/articles/nbt.4072> (accessed April 29, 2021).
- Cormier H, Tremblay BL, Paradis A-M, Garneau V, Desroches S, Robitaille J, Vohl M-C. 2014. Nutrigenomics - perspectives from registered dietitians: a report from the Quebec-wide e-consultation on nutrigenomics among registered dietitians. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* **27**:391-400. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/jhn.12194>.
- David LA et al. 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature* **505**:559-563. Available at <http://www.nature.com/articles/nature12820> (accessed September 29, 2020).
- De La Rochere P, Guil-Luna S, Decaudin D, Azar G, Sidhu SS, Piaggio E. 2018. Humanized Mice for the Study of Immuno-Oncology. *Trends in Immunology* **39**:748-763. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S147149061830125X>.
- Dimroth P, von Ballmoos C, Meier T. 2006. Catalytic and mechanical cycles in F-ATP synthases. *EMBO reports* **7**:276-282. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/sj.embor.7400646> (accessed April 28, 2021).
- Ding HT, Taur Y, Walkup JT. 2017. Gut Microbiota and Autism: Key Concepts and Findings. *Journal of Autism and Developmental Disorders* **47**:480-489. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s10803-016-2960-9> (accessed April 28, 2021).
- Dulhunty AF. 2006. EXCITATION-CONTRACTION COUPLING FROM THE 1950s INTO THE NEW MILLENNIUM. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* **33**:763-

772. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1440-1681.2006.04441.x> (accessed April 28, 2021).

Ege MJ, Mayer M, Normand A-C, Genuneit J, Cookson WOCM, Braun-Fahrländer C, Heederik D, Piarroux R, von Mutius E. 2011. Exposure to Environmental Microorganisms and Childhood Asthma. *New England Journal of Medicine* **364**:701-709. Available at <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa1007302> (accessed April 28, 2021).

Ferrario PG, Watzl B, Møller G, Ritz C. 2021. What is the promise of personalised nutrition? *Journal of Nutritional Science* **10**. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S2048679021000136/type/journal_article.

Gkouskou K, Vlastos I, Karkalousos P, Chaniotis D, Sanoudou D, Eliopoulos AG. 2020. The “Virtual Digital Twins” Concept in Precision Nutrition. *Advances in Nutrition* **11**:1405-1413. Available at <https://academic.oup.com/advances/article/11/6/1405/5889940>.

Healey G, Murphy R, Butts C, Brough L, Whelan K, Coad J. 2018. Habitual dietary fibre intake influences gut microbiota response to an inulin-type fructan prebiotic: a randomised, double-blind, placebo-controlled, cross-over, human intervention study. *British Journal of Nutrition* **119**:176-189. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114517003440/type/journal_article (accessed September 29, 2020).

Hosafci P. 2017. What the New Packaged Food Data Tells Us: A Look into Global Company Performances and Brand Rankings: -. - edition. -, -.

Hothersall JS, Ahmed A. 2013. Metabolic Fate of the Increased Yeast Amino Acid Uptake Subsequent to Catabolite Derepression. *Journal of Amino Acids* **2013**:1-7. Available at <https://www.hindawi.com/journals/jaa/2013/461901/> (accessed April 28, 2021).

Huang T et al. 2018. HNF1A variant, energy-reduced diets and insulin resistance improvement during weight loss: The POUNDS Lost trial and DIRECT. *Diabetes, Obesity and Metabolism* **20**:1445-1452. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/dom.13250>.

Cheng Y et al. 2021. Rare genetic variants affecting urine metabolite levels link population variation to inborn errors of metabolism. *Nature Communications* **12**. Available at <http://www.nature.com/articles/s41467-020-20877-8> (accessed April 29, 2021).

Kaput J, Rodriguez RL. 2004. Nutritional genomics: the next frontier in the postgenomic era. *Physiological Genomics* **16**:166-177. Available at <https://www.physiology.org/doi/10.1152/physiolgenomics.00107.2003>.

Korem T et al. 2017. Bread Affects Clinical Parameters and Induces Gut Microbiome-Associated Personal Glycemic Responses. *Cell Metabolism* **25**:1243-1253.e5. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1550413117302887> (accessed April 28, 2021).

Kostyuk R. 2015. Eating healthy foods improves brain function. *!in .: .* -, Moskou. Available at https://sfera.fm/news/v-strane/upotreblenie-poleznykh-produktov-uluchshaet-rabotu-mozga_9342 (accessed April 30, 2021).

Krut'ko VN, Dontsov VI, Markova AM. 2020. Intelligent System for Health Saving. *Advances in Artificial Systems for Medicine and Education II*:211-219. Springer International Publishing, Cham. Available at http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-12082-5_19.

- Lang JM et al. 2018. Impact of Individual Traits, Saturated Fat, and Protein Source on the Gut Microbiome. *MBio* **9**:e01604-18. Available at <https://mbio.asm.org/content/9/6/e01604-18> (accessed September 29, 2020).
- Lozupone CA, Stombaugh JI, Gordon JI, Jansson JK, Knight R. 2012. Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota. *Nature* **489**:220-230. Available at <http://www.nature.com/articles/nature11550> (accessed April 28, 2021).
- Manichanh C. 2006. Reduced diversity of faecal microbiota in Crohn's disease revealed by a metagenomic approach. *Gut* **55**:205-211. Available at <https://gut.bmj.com/lookup/doi/10.1136/gut.2005.073817> (accessed April 28, 2021).
- Mathers JC. 2019. Paving the way to better population health through personalised nutrition. *EFSA Journal* **17**. Available at <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2019.e170713>.
- Mayo B, van Sinderen D. August 2010. *Bifidobacteria: Genomics and Molecular Aspects*. 1st edition. Caister Academic Press, United Kingdom.
- Mazzocchi A, Leone L, Agostoni C, Pali-Schöll I. 2019. The Secrets of the Mediterranean Diet. Does [Only] Olive Oil Matter? *Nutrients* **11**. Available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/12/2941> (accessed April 28, 2021).
- Menendez J, Lupu R. 2006. Mediterranean Dietary Traditions for the Molecular Treatment of Human Cancer: Anti-Oncogenic Actions of the Main Olive Oils Monounsaturated Fatty Acid Oleic Acid (18. *Current Pharmaceutical Biotechnology* **7**:495-502. Available at <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1389-2010&volume=7&issue=6&spage=495> (accessed April 28, 2021).
- Meropol SB, Edwards A. 2015. Development of the infant intestinal microbiome: A bird's eye view of a complex process. *Birth Defects Research Part C: Embryo Today: Reviews* **105**:228-239. Available at <http://doi.wiley.com/10.1002/bdrc.21114> (accessed April 28, 2021).
- Milani GP, Silano M, Mazzocchi A, Bettocchi S, De Cosmi V, Agostoni C. 2021. Personalized nutrition approach in pediatrics: a narrative review. *Pediatric Research* **89**:384-388. Available at <http://www.nature.com/articles/s41390-020-01291-8> (accessed April 28, 2021).
- Neeha VS, Kint P. 2013. Nutrigenomics research: a review. *Journal of Food Science and Technology* **50**:415-428. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s13197-012-0775-z> (accessed April 27, 2021).
- Nikityuk D. 2018. *Personalizovaná výživa podrobně*. 1in -. -, Moskva. Available at <https://dnahealth.ru/personalizirovanoe-pitanie-v-detajah/> (accessed April 30, 2021).
- Noronha A et al. 2019. The Virtual Metabolic Human database: integrating human and gut microbiome metabolism with nutrition and disease. *Nucleic Acids Research* **47**:D614-D624. Available at <https://academic.oup.com/nar/article/47/D1/D614/5146204> (accessed April 29, 2021).
- O'Keefe SJD et al. 2015. Fat, fibre and cancer risk in African Americans and rural Africans. *Nature Communications* **6**. Available at <http://www.nature.com/articles/ncomms7342> (accessed September 29, 2020).

- Ordovas JM, Ferguson LR, Tai ES, Mathers JC. Personalised nutrition and health. *BMJ*. Available at <https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.k2173>.
- Petrelli NJ et al. 2009. Clinical Cancer Advances 2009: Major Research Advances in Cancer Treatment, Prevention, and Screening—A Report From the American Society of Clinical Oncology. *Journal of Clinical Oncology* **27**:6052-6069. Available at <http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2009.26.6171> (accessed April 27, 2021).
- Pilz S. 2016. *Nature Reviews Cardiology* **13**. Available at <http://www.nature.com/articles/nrcardio.2016.73>.
- Pollak N, Dölle C, Ziegler M. 2007. The power to reduce: pyridine nucleotides – small molecules with a multitude of functions. *Biochemical Journal* **402**:205-218. Available at <https://portlandpress.com/biochemj/article/402/2/205/41836/The-power-to-reduce-pyridine-nucleotides-small> (accessed April 28, 2021).
- Pratt C, Campbell MD. 2020. The Effect of Bifidobacterium on Reducing Symptomatic Abdominal Pain in Patients with Irritable Bowel Syndrome: A Systematic Review. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* **12**:834-839. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s12602-019-09609-7> (accessed September 29, 2020).
- Pupim LB, Cuppari L, Ikizler TA. 2006. Nutrition and Metabolism in Kidney Disease. *Seminars in Nephrology* **26**:134-157. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0270929505001877> (accessed April 29, 2021).
- Qin J et al. 2010. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* **464**:59-65. Available at <http://www.nature.com/articles/nature08821> (accessed April 28, 2021).
- Ries NM, Castle D. 2008. Nutrigenomics and Ethics Interface: Direct-to-Consumer Services and Commercial Aspects. *OMICS: A Journal of Integrative Biology* **12**:245-250. Available at <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/omi.2008.0049>.
- Rigden DJ, Fernández XM. 2018. The 2018 Nucleic Acids Research database issue and the online molecular biology database collection. *Nucleic Acids Research* **46**:D1-D7. Available at <http://academic.oup.com/nar/article/46/D1/D1/4781210> (accessed April 29, 2021).
- Riiser A. 2015. The human microbiome, asthma, and allergy. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology* **11**. Available at <http://www.aacijournal.com/content/11/1/35> (accessed April 28, 2021).
- Sacks FM et al. 2009. Comparison of Weight-Loss Diets with Different Compositions of Fat, Protein, and Carbohydrates. *New England Journal of Medicine* **360**:859-873. Available at <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa0804748>.
- Sanchez-Rodriguez E et al. 2019. Effects of Virgin Olive Oils Differing in Their Bioactive Compound Contents on Biomarkers of Oxidative Stress and Inflammation in Healthy Adults: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Nutrients* **11**. Available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/3/561> (accessed April 28, 2021).
- Sánchez-Sánchez ML, García-Vigara A, Hidalgo-Mora JJ, García-Pérez M-Á, Tarín J, Cano A. 2020. Mediterranean diet and health: A systematic review of epidemiological studies and

- intervention trials. *Maturitas* **136**:25-37. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378512220302231> (accessed April 28, 2021).
- Simopoulos AP. 2010. Nutrigenetics/Nutrigenomics. *Annual Review of Public Health* **31**:53-68. Available at <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.publhealth.031809.130844>.
- Smith RL, Soeters MR, Wüst RCI, Houtkooper RH. 2018. Metabolic Flexibility as an Adaptation to Energy Resources and Requirements in Health and Disease. *Endocrine Reviews* **39**:489-517. Available at <https://academic.oup.com/edrv/article/39/4/489/4982126> (accessed April 28, 2021).
- Torkamani A, Wineinger NE, Topol EJ. 2018. The personal and clinical utility of polygenic risk scores. *Nature Reviews Genetics* **19**:581-590. Available at <http://www.nature.com/articles/s41576-018-0018-x>.
- Torres-Romero JC, Alvarez-Sánchez ME, Fernández-Martín K, Alvarez-Sánchez LC, Arana-Argáez V, Ramírez-Camacho M, Lara-Riegos J. 2018. Zinc Efflux in *Trichomonas vaginalis*: In Silico Identification and Expression Analysis of CDF-Like Genes. 149-168 in *Quantitative Models for Microscopic to Macroscopic Biological Macromolecules and Tissues*. Springer International Publishing, Cham. Available at http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-73975-5_8 (accessed April 28, 2021).
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Hamady M, Fraser-Liggett CM, Knight R, Gordon JI. 2007. The Human Microbiome Project. *Nature* **449**:804-810. Available at <http://www.nature.com/articles/nature06244> (accessed April 28, 2021).
- Turnwald BP, Goyer JP, Boles DZ, Silder A, Delp SL, Crum AJ. 2019. Learning one's genetic risk changes physiology independent of actual genetic risk. *Nature Human Behaviour* **3**:48-56. Available at <http://www.nature.com/articles/s41562-018-0483-4> (accessed April 27, 2021).
- Uebanso T, Ohnishi A, Kitayama R, Yoshimoto A, Nakahashi M, Shimohata T, Mawatari K, Takahashi A. 2017. Effects of Low-Dose Non-Caloric Sweetener Consumption on Gut Microbiota in Mice. *Nutrients* **9**. Available at <http://www.mdpi.com/2072-6643/9/6/560> (accessed September 29, 2020).
- Vacková K. 2015. *Co je to zdravý životní styl? -*, Praha. Available at <https://www.vitalia.cz/clanky/co-je-to-zdravy-zivotni-styl/> (accessed April 30, 2021).
- Voth E, Khanna S. 2020. The Integrative Human microbiome project: a mile stone in the understanding of the gut microbiome. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology* **14**:639-642. Available at <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17474124.2020.1780912> (accessed April 28, 2021).
- Wang T et al. 2017. Habitual coffee consumption and genetic predisposition to obesity: gene-diet interaction analyses in three US prospective studies. *BMC Medicine* **15**. Available at <http://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-017-0862-0>.
- Watson H et al. 2018. A randomised trial of the effect of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplements on the human intestinal microbiota. *Gut* **67**:1974-1983. Available at <https://gut.bmj.com/lookup/doi/10.1136/gutjnl-2017-314968> (accessed September 29, 2020).
- WHO WHO. 2017. *World Health Statistics 2017: Monitoring health for the SDGs*. 2017 edition.

Yatsunenko T et al. 2012. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature* **486**:222-227. Available at <http://www.nature.com/articles/nature11053> (accessed September 28, 2020).

Zhang X, Qi Q, Zhang C, Smith SR, Hu FB, Sacks FM, Bray GA, Qi L. 2012. FTO Genotype and 2-Year Change in Body Composition and Fat Distribution in Response to Weight-Loss Diets: The POUNDS LOST Trial. *Diabetes* **61**:3005-3011. Available at <http://diabetes.diabetesjournals.org/cgi/doi/10.2337/db11-1799>.

Nordic Nutrition Recommendations 2012.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Pohlaví respondentů

Tabulka 2: Věk respondentů

Tabulka 3: Představa o personalizované výživě

Tabulka 4: Personalizovaná výživa proti obecné výživě

Tabulka 5: Definice zdravého životu

Tabulka 6: Důvod použití personalizované výživy

Tabulka 7: Genetická predispozice ke vstřebávání živin z potravy

Tabulka 8: Možnost tvorby personalizované diety na základě testu DNA

Tabulka 9: Důležitost krevních testů při sestavování personalizovaného jídelníčku.

Tabulka 10: Rizikovost použití personalizované výživy.