

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Biologicky aktivní látky v hlívě ústříčné a jejich možné  
využití při chronických onemocněních člověka**

**Bakalářská práce**

**Kateřina Polcová  
Výživa a potraviny**

**Ing. Lucie Malá**

**© 2021 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biologicky aktivní látky v hlívě ústříčné a jejich možné využití při chronických onemocněních člověka" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3.5.2021

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala především své vedoucí Ing. Lucii Malé za její nekonečnou trpělivost a benevolentní přístup při vypracovávání bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala za veškeré rady včetně pomoci, které mě vždy navedly správným směrem.

# Biologicky aktivní látky v hlívě ústříčné a jejich možné využití při chronických onemocněních člověka

## Souhrn

Tato literární rešerše se zabývala problematikou chronických onemocnění v návaznosti na obsahové biologicky aktivní látky přítomné v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) a na jejich možné využití při zlepšení chronických stavů postihnutých osob. Z počátku práce byla pozornost věnována primárně chronickým onemocněním, která se v celosvětovém měřítku velmi často vyskytují nejen z genetického hlediska, ale především z důvodu špatné životosprávy jedinců. V tomto výčtu byly dále rozebrány možné komorbidity, jako častý projev chronických onemocnění. Následně byla podrobněji rozepsána prevence vzniku chronických onemocnění, zahrnující zdravou životosprávu, dostatečnou pohybovou aktivitu a omezení vystavování se škodlivým látkám. Dále se práce soustřeďovala na hlívu ústříčnou a biologicky aktivní látky v ní obsažené. Hlíva ústříčná skýtá nespočet benefitů pro lidský organismus. Nejprve bylo rozebráno makromolekulární látkové zastoupení, a poté byla literární rešerše zaměřena především na specifické složky hlívy ústříčné, jež mohou pozitivně ovlivňovat průběh chronických onemocnění. Polysacharidové  $\beta$ -glukany, především  $\beta$ -(1,3/1,6)-D-glukan též zvaný pleuran, patří mezi nejvýznamnější složku *P. ostreatus*.  $\beta$ -glukany působí pozitivně proti nádorovému bujení, podílejí se na metabolismu tuků a rovněž se uplaňují při posílení imunitního systému a přirozené obranyschopnosti organismu. Další důležitou složkou *P. ostreatus* je pleurotin, látka terpenoidní povahy s významnými antimikrobiálními a antikancerogenními účinky. S ohledem na výše zmíněné vlastnosti obsahových látek v hlívě ústříčné může být tato dřevokazná houba vhodnou volbou v prevenci civilizačních chorob. Na základě shromáždění studií a pokusů *in vivo/in vitro* se poslední část práce soustřeďovala na možný vliv biologicky aktivních látek *P. ostreatus* na chronická onemocnění člověka. Zrealizované výzkumy následně poskytly cenné informace o účincích hlívy ústříčné a jejího využití při chronických onemocněních.

**Klíčová slova:**  $\beta$ -glukany, hlíva ústříčná, chronická onemocnění, pleurotin

# **Bioactive substances of Oyster mushroom (*Pleurotus* sp.) and its use for chronic diseases treatment in human**

## Summary

This literature search dealt with the issue of chronic diseases in relation to the content of biologically active substances present in Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and its possible use in improving the chronic conditions of affected people. From the beginning of the work, attention was paid primarily to chronic diseases, which occur very often worldwide not only from a genetic point of view but mainly due to the poor lifestyle of individuals. In this list, possible comorbidities, as a frequent manifestation of chronic diseases, were further discussed. Subsequently, the prevention of chronic diseases was described in more detail, including a healthy lifestyle, sufficient physical activity, and reduction of exposure to harmful substances. Furthermore, the work focused on Oyster mushroom and biologically active substances contained in it. Oyster mushroom offers countless benefits for the human body. First, the macromolecular substance representation was analyzed, and then the literature search focused mainly on specific components of Oyster mushrooms, which can positively influence the course of chronic diseases. Polysaccharide  $\beta$ -glucans, especially  $\beta$ -(1,3/1,6)-D-glucan also called pleuran, are among the most important components of *P. ostreatus*.  $\beta$ -glucans have a positive effect against tumor growth, are involved in fat metabolism, and are also used to strengthen the immune system and the body's natural defenses. Another important component of *P. ostreatus* is pleurotin, a substance of terpenoid nature with significant antimicrobial and anticancer effects. When taking into consideration, properties of the Oyster mushroom mentioned above, this wood-destroying fungus may be a suitable choice in the prevention of diseases of civilization. Based on a set of *in vivo/in vitro* studies and experiments, the last part of the work was focused on the possible effect of biologically active substances of *P. ostreatus* on chronic human diseases. The research subsequently provided valuable information on the effects of the Oyster mushroom and its use in chronic diseases.

**Keywords:**  $\beta$ -glucans, chronic diseases, Oyster mushroom, pleurotin

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Hypotéza a cíl práce</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Hypotéza</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Chronická onemocnění</b> .....	<b>3</b>
3.1.1	Výčet chronických onemocnění .....	4
3.1.1.1	Diabetes mellitus II. typu .....	4
3.1.1.2	Nádorová onemocnění .....	5
3.1.1.3	Ateroskleróza.....	6
3.1.1.4	Revmatoidní artritida.....	6
3.1.1.5	Osteoporóza.....	7
3.1.2	Příčiny vzniku chronických onemocnění vč. rizikových faktorů.....	8
3.1.3	Komorbidity a chronická onemocnění .....	11
3.1.4	Prevence chronických onemocnění .....	11
<b>3.2</b>	<b>Hlíva ústříčná</b> .....	<b>15</b>
3.2.1	Obecná charakteristika hlívy ústříčné .....	16
3.2.2	Obsahové látky v hlívě ústříčné .....	17
3.2.3	Význam hlívy ústříčné ve výživě člověka.....	19
3.2.3.1	Pozitivní účinky na lidský organismus.....	19
3.2.3.2	Negativní účinky na lidský organismus .....	22
<b>3.3</b>	<b>Hlíva ústříčná a chronická onemocnění</b> .....	<b>22</b>
3.3.1	Hlíva ústříčná a diabetes mellitus.....	23
3.3.2	Hlíva ústříčná a nádorová onemocnění .....	24
3.3.3	Hlíva ústříčná a ateroskleróza .....	25
3.3.4	Hlíva ústříčná a revmatoidní artritida.....	25
3.3.5	Hlíva ústříčná a osteoporóza .....	26
<b>4</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Literatura</b> .....	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b> .....	<b>37</b>

# 1 Úvod

Chronická onemocnění jsou dlouhotrvajícím sužujícím stavem lidské populace s pomalým průběhem. Původním označením je latinské slovo *chronicus*, které značí právě zmíněnou časovou náročnost. Chronický stav začíná velmi nenápadně a jedinec si onemocnění může uvědomit až v pozdějším stádiu. Průběh by měl být delší jak několik měsíců, v některých případech se dokonce stane nedílnou součástí nemocného po zbytek jeho života (Janáčková 2019).

Jedná se o nepřenositelné neinfekční choroby vznikající následkem komplexního souhrnu rizikových faktorů, které jsou úzce spjaté především s životosprávou jedinců. Tento typ chorob doprovázel lidstvo od nepaměti, ale až s rozvíjející se technologií lidské společnosti začalo riziko vzniku chronických onemocnění vzrůstat až do enormních měřítek. Mezi nejčastější druhy chronických onemocnění se řadí kardiovaskulární onemocnění (KVO), nádorová onemocnění, chronická respirační onemocnění a diabetes mellitus (DM) (Kivelä et al. 2014).

Onemocnění chronického charakteru se v současnosti řadí mezi závažné globální problémy, jelikož jsou stále více spojovaná s četnější mírou úmrtnosti, která se pohybuje v řádech milionů. Vysoká míra výskytu chronických onemocnění navíc představuje velkou zátěž i z ekonomického hlediska (Abegunde et al. 2007). Proto je důležité se snažit o dostatečnou informovanost veřejnosti, aby se riziku vzniku chronického stavu mohlo do budoucna snadněji předcházet.

Klíčovým aspektem v předcházení výskytu chronických onemocnění je správně vedená prevence v podobě zdravé životosprávy člověka. V návaznosti na prevenci se poté eliminují rizikové faktory, jakými mohou být například hypertenze a obezita, které by následně mohly vést ke vzniku chronického onemocnění (Darnton-Hill et al. 2004).

Jednou z možných variant prevence je zařazování funkčních potravin do jídelníčku, mezi které spadá i mnoho druhů jedlých hub. Ty jsou obvykle součástí běžné stravy a jsou rovněž zajímavým alternativním zdrojem živin. Mezi funkční houbové potraviny se řadí i jedna z nejpěstovanějších hub na světě, tedy hlíva ústříčná, a to s ohledem na látky v ní přítomné. Díky žádoucímu množství biologicky aktivních látek se vyzdvihuje její potenciální prospěch ke snížení výskytu chronických onemocnění (Dicks & Ellinger 2020).

S dostatečným množstvím relevantních výzkumů by se tak mohla hlíva ústříčná stát vhodným doplněním kulinářských úprav či nutraceutikem pro osoby k předcházení onemocnění, ale také pro osoby s již nastalým chronickým onemocněním, a tlumit tak příznaky i projevy daného onemocnění, aby nebyla osoba s chronickým onemocněním nijak limitována v každodenním životě ani v průběhu vykonávaných aktivit.

## **2 Hypotéza a cíl práce**

### **2.1 Hypotéza**

Biologicky aktivní látky přítomné v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) mohou hrát významnou roli v terapii a prevenci chronických onemocnění člověka.

### **2.2 Cíl práce**

Cílem práce bylo vypracovat literární rešerši na téma problematiky chronických onemocnění člověka se zaměřením na možnosti jejich terapie a prevence pomocí biologicky aktivních látek vyskytujících se v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*).



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Chronická onemocnění

Obecnou definicí zdraví je podle světové zdravotnické organizace (World Health Organization; WHO) stav úplné tělesné, duševní i sociální pohody. Nejedná se tedy jen o nepřítomnost nemoci či vady (Callahan 1973). Termín „chronické onemocnění“ označuje nemoc nebo handicap, který trvá po dobu alespoň 6 měsíců, rovněž vyžaduje neustálou lékařskou péči a trvale způsobuje změny životního stylu. Jedinec se musí neustále přizpůsobovat nepředvídatelnosti nemoci od snížení fyzického výkonu, změny fyzického vzhledu, až po závislost na lékařské péči po celou dobu léčby (Kynge et al. 2000).

Slovo „chronický“ si vybuchovalo řadu významů a vysvětlení. Jednou z hlavních kratších definic je, že se jedná o onemocnění, které je trvalé, ale jen zřídka kdy zůstává konstantním. I přes trvalý průběh chronických chorob je obvyklá spíše proměnlivost než stálost, taková onemocnění mohou vykazovat různá období aktivity či období klidového stavu i různou rychlost progresu. Jedná se o individuální stav, během kterého má na jedince dopad rozmanitost mnoha faktorů od fyziologických změn a environmentálních faktorů až po životní styl (Merrell & Shulman 1955; Egger & Dixon 2014). Většina chronických onemocnění zůstává asymptomatických, tudíž se k jejich odhalení nemusí ani v prvních letech od propuknutí přijít. Protože pozdní diagnostika těchto onemocnění může mít závažný dopad jak na zdraví jedince, tak i na celkový průběh dané choroby, je důležité včasné zjištění nemoci (Falagas et al. 2007).

Z časového hlediska se může chronické onemocnění přiřadit k pojmu „chronicita“, čímž se označuje vleklost choroby. Pokud má tento typ nemoci prognosticky nezlepšitelný průběh v čase, tak se navíc jedná o nemoc celoživotní. Všechna chronická onemocnění jsou dále často vymezována oproti akutním onemocněním. Ve srovnání s chronickými onemocněními, akutní onemocnění lze vysvětlit jako onemocnění trvající po krátkou dobu s minimálním dopadem na jedince, jeho aktivity či jeho zdravotní stav, avšak za předpokladu, že je včas léčitelné (Chrastina et al. 2011). Může se ale stát, že chronické onemocnění má počátek v akutním typu onemocnění. Tudíž i krátkodobé onemocnění může vést k dlouhodobému chronickému stavu například u meningitidy, která v následcích může způsobit až sluchový deficit (Mokkink et al. 2008). Mezi chronická onemocnění, která mohou ve velké míře omezit rutinu každodenního života, patří revmatoidní artritida (RA), DM (Rizzuto et al. 2017), Crohnova choroba či ulcerózní kolitida (Janáčková et al. 2019), ale i rizikový faktor hypertenze vedoucí ke vzniku KVO jako je infarkt myokardu nebo ischemická choroba srdeční (ICHS) (Reddy & Katan 2004).

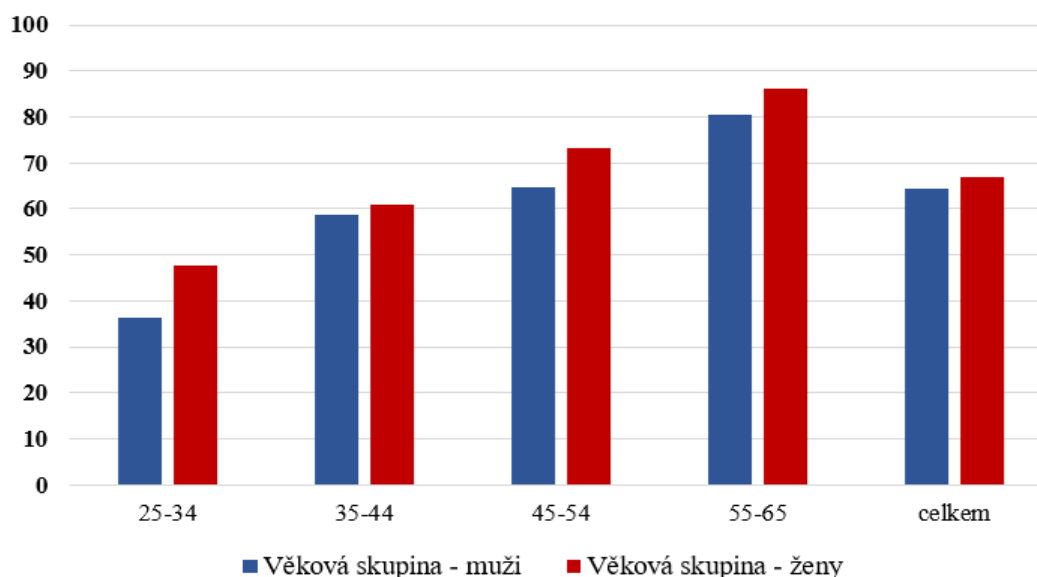
V důsledku stárnutí populace se v posledním desetiletí v mnoha zemích dramaticky zvýšil počet osob s chronickými onemocněními. Mezi nejčastější onemocnění chronického charakteru postihující starší osoby jsou posléze DM, nádorová onemocnění a demence. Demence představuje zhruba kolem 11 % až 17 % všech úmrtí osob ve věku 65 let a u osob ve věku 95 let a více se zvyšuje až na 42 %. Vyšší hodnoty byly zjištěny také u KVO, která představují 17 % až 37 % všech úmrtí spojených se stárnoucí populací. Procento úmrtí je u vybraných typů chronických onemocnění přibližně následovné:

nádorová onemocnění 6 – 20 % > endokrinní onemocnění 3,6 – 8 % > onemocnění dýchacích cest 2,1 – 3,2 %. Navíc bylo zjištěno, že osobám postiženým nemocemi chronického charakteru se průměrná délka života zkracuje po 67 letech života o 1,8 roku. Z výše zmíněných hodnot vyplývá, že stárnutí populace vede k podstatnému navýšení jedinců, u kterých bude větší predispozice ke vzniku chronické nemoci (Rizzuto et al. 2017). Dále se předpokládá, že úmrtnost osob s diagnostikovaným chronickým onemocněním by se v roce 2030 měla pohybovat přibližně od 48,5 milionů až do 53,6 milionů osob po celém světě (Abegunde et al. 2007).

Mít dohled nad chronickými chorobami je rozhodující pro posouzení dopadu na celkovou populaci, identifikaci rizikových skupin a hodnocení účinnosti populační strategie podpory zdraví a prevence nemocí. Pro dohled se používají například statistické záznamy, specifické registry pro určité onemocnění, populační průzkumy a administrativní údaje. Vyhodnocení každého zdroje je důležitým krokem k celkovému vývoji sledovacích systémů chronických nemocí (Lix et al. 2006).

V letech 2014 a 2015 bylo v rámci studie EHES (European Health Examination Survey) na území České republiky provedeno testování celkového zdravotního stavu včetně prevalence rizikových faktorů chronických onemocnění u celkem 1 220 osob. Ze získaných statistik bylo zjištěno, že se s přibývajícím věkem skutečně riziko přítomnosti chronického onemocnění zvyšuje (viz Graf č. 1) (Čapková et al. 2017).

Graf č. 1 Statistika respondentů EHES s chronickým onemocněním upraveno dle Čapkové et al. (2017).



### 3.1.1 Výčet chronických onemocnění

#### 3.1.1.1 Diabetes mellitus II. typu

DM II. typu je jedním z nejrozšířenějších onemocnění chronického charakteru. Jedná se o metabolickou poruchu látkové přeměny především sacharidů, ale může se vyskytovat i látková porucha přeměny tuků či bílkovin. Hlavním projevem této choroby

je zvýšená hladina glukózy v krvi tzv. hyperglykémie a vylučování glukózy močí tzv. glykosurie (Bodlák 2017). DM II. typu může být způsoben buďto sníženou účinností inzulínu (Valíček 2011), který je tvořen  $\beta$ -buňkami slinivky břišní (DeFronzo et al. 2015) nebo jeho nedostatečnou sekrecí (Valíček 2011). Z důvodu stárnutí populace se prevalence DM II. typu neustále zvyšuje po celém světě (Olokoba et al. 2012).

Predispozice ke vzniku DM II. typu jsou také přikládány genetice, etnické příslušnosti, ale především životnímu stylu (nezdravé stravování, nedostatečná fyzická aktivita a tabákové výrobky) (Sami et al. 2017). Celkově se DM II. typu vyskytuje především u populace s nadváhou nebo obezitou (Bodlák 2017), kdy je index tělesné hmotnosti (body mass index; BMI) vyšší nad hodnotou  $24,9 \text{ kg/m}^2$  (Marín-Peñalver et al. 2016). Jedinci s DM II. typu jsou poté vystaveni mikrovaskulárním a makrovaskulárním komplikacím onemocnění. V případě mikrovaskulárních komplikací se může jednat o retinopatii, nefropatii a neuropatii. Oproti tomu makrovaskulární komplikace jsou spojené s kardiovaskulárními komorbiditami, kdy příkladem může být ICHS (DeFronzo et al. 2015).

Ke dlouhodobému zvládnutí nemoci je nutné, aby byl pacient pravidelně kontrolován příslušným lékařem a rovněž by měl dodržovat správná výživová opatření (Bodlák 2017). Vhodná je konzumace potravin bohatých na vlákninu, konzumace masa s nízkým obsahem tuku a v poslední řadě konzumace ryb. Současně je důležité omezit spotřebu červeného masa, slazených nápojů a podobně (DeFronzo et al. 2015). Protože slazené nápoje obsahují velké množství rychle se vstřebávajících sacharidů, jejich příjem zvyšuje riziko rozvoje DM II. typu nebo KVO. Pro diabetiky je rovněž doporučeno vážení potravin a počítání přijatých sacharidů (Marín-Peñalver et al. 2016).

### 3.1.1.2 Nádorová onemocnění

Vznik nádorových typů onemocnění tzv. kancerogeneze, je popisován jako buněčná mutace, což znamená, že nádorová onemocnění mají specifický druh buněk, který je z důvodu změněné genetické informace odolnější. Poté vzniká nádor, tkáň, která se rozrůstá a vyvíjí. Příčiny stále nejsou plně objasněny, avšak na rozvoji nádorových onemocnění se podílí jak řada ovlivnitelných (konzumace tabákových výrobků, prostředí, stres, špatná životospráva), tak neovlivnitelných (dědičné predispozice) faktorů. Také při expozici některým druhům chemických látek tzv. kancerogenů (anilinu, polyvinylchloridům, polychlorovaným bifenylym PCB, azbestu, azobarvivům a aflatoxinům), vystavení se radioaktivnímu nebo ultrafialovému záření či virům (RNA-viry i DNA-viry), může docházet ke kancerogenezi, přičemž se vzniklé nádory dělí na dva základní typy (Valíček 2014).

V první řadě nezhoubný typ nádoru tzv. benigní, který má homogenní strukturu, pomalý a vždy ohraničený růst, obvykle nekončí úmrtím jedince. Oproti tomu zhoubný typ nádoru tzv. maligní je charakteristický heterogenní strukturou, rychlým a neohraničeným růstem (Kumar et al. 2017), což znamená, že se dostává i mimo původně napadenou tkáň do okolních tkání, kde vytváří druhotná dceřiná ložiska tzv. metastázy. Metastázy se tvoří nejčastěji v játrech, uzlinách či plicích. Mezi známá nádorová onemocnění s maligním typem nádoru patří leukemie, nádorová onemocnění kůže, plic, jater, tlustého střeva konečníku, prsu, děložního čípku nebo prostaty. Během léčby je využíváno především chirurgických zákroků, ozařování (radioaktivní izotopy, rentgenové paprsky, radium) či chemoterapie (použití

cytostatik k potlačení dalšího buněčného dělení) a u některých typů nádorů se může využít i hormonální terapie (Valíček 2014). Léčbu je možné také doplnit o fytoterapii díky antioxidačním a tonifikačním účinkům rostlin. Například kurkumin může mít pozitivní účinek na kolorektální karcinom či karcinom slinivky břišní (Mirzaei et al. 2016).

### 3.1.1.3 Ateroskleróza

Chronickým zánětlivým onemocněním postihujícím cévní stěny je ateroskleróza. Jedná se o onemocnění, které je úzce spojeno se stárnutím a patří mezi jednu z nejčastějších příčin morbidit a mortality na světě. Navíc je nebezpečným rizikovým faktorem pro vznik KVO jako je infarkt myokardu a cévní mozková příhoda (CMP), které jsou každoročně odpovědné za smrt v souhrnu přibližně 10 milionů lidí (Moghbel et al. 2018).

V případě aterosklerózy jde převážně o proces, postihující především velké a střední tepny (Ruiz-León et al. 2019). Stěny tepen jsou zahuštěné, jelikož se v nich ve velké míře koncentrují lipidy, cholesterol, makrofágy a další látky, které mohou snížit průtok krve postiženou tepnou, tím vznikají tzv. aterosklerotické pláty a dochází ke ztvrdnutí arteriální stěny. Problémem je i vysoká koncentrace nízkodenzitních lipoproteinů (LDL) (Li et al. 2011; Hartman & Frishman 2014).

Důležitá je prevence ve formě zdravého životního stylu a úpravy jídelníčku. Je vhodné konzumovat dostatek zeleniny, funkčních potravin, zařazení středomořské stravy ve formě ryb, potravin s bioaktivními sloučeninami, vlašské ořechy a celkově potraviny obsahující polynenasycené mastné kyseliny  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6. V případě aterosklerózy jsou další vhodnou komponentou stravy vitaminy A, D, E a C, koenzym Q10 a také fytochemikálie včetně isoflavonů, stilbenů a sterolů. Všechna výše zmíněná doporučení týkající se stravy mohou mít vliv na zlepšení aterosklerotických plátů (Ruiz-León et al. 2019).

### 3.1.1.4 Revmatoidní artritida

RA je polyartikulární systémové autoimunitní onemocnění charakteristické zánětem kloubů (Volkov et al. 2020), kdy se imunitní systém organismu splete v identifikaci nebezpečných látek a začne tak napadat vlastní buňky v těle, až postupně dochází k destrukci vlastních tkání (Janáčková 2019). RA postihuje 1 % celosvětové populace v jakémkoliv věku (Montecucco & Mach 2009), z čehož nemoc postihuje dvakrát až třikrát častěji ženy než muže (Aletaha & Smolen 2018).

Nemocné mohou být i děti tzv. juvenilní idiopatickou artritidou (JIA), která nastupuje před 16. rokem života a přetrvává nejméně 6 týdnů. JIA zahrnuje heterogenní skupinu onemocnění, která je klasifikována podle 3 hlavních projevů: oligoartritidou, polyartritidou a systémovou formou JIA. Přesný mechanismus, který vede k jejímu vzniku, zůstává stále nejasný, ale předpokládá se, že prozánětlivé cytokiny jsou odpovědné za alespoň část klinických příznaků u všech typů JIA (Hahn & Kim 2010).

Při průběhu RA hrají specifickou roli imunitní buňky konkrétně B-lymfocyty, makrofágy a T-lymfocyty, které se infiltrují do kloubní tkáně (synovia), a poté produkují prozánětlivé cytokiny podporující rozvoj zánětu vedoucího až k destrukci tkáně (Montecucco & Mach 2009).

RA se dělí do dvou hlavních kategorií na séropozitivní a séronegativní, přičemž je pro obě kategorie důležitá hladina autoprotilátek (imunoglobulinů) zejména revmatoidního faktoru (RF) a anticitrulinových protilátek, které jsou zjištělné z krevního rozboru. Přítomnost těchto protilátek se dá pozorovat až u 50 % pacientů se začínajícími projevy RA a až u 80 % pacientů s již stanovenou RA (Volkov et al. 2020).

Příčina vzniku tohoto onemocnění není stále zcela objasněna, ale mohou přispívat, jak genetické, tak environmentální faktory. Může se jednat o užívání tabákových výrobků, virové infekce, paradentózu nebo prostředí mikrobiomu střev, úst a plic (Aletaha & Smolen 2018). Navíc bylo zjištěno, že RA je potencionálním rizikovým faktorem pro rozvoj aterosklerózy, jelikož je její rozvoj s přítomností RA urychlený především kvůli přítomnosti prozánětlivého cytokinu TNF (Montecucco & Mach 2009).

Mezi příznaky RA patří hubnutí, nadměrná únava, zvýšená teplota, záněty oční skléry, anemie a poškození nervového systému (Janáčková 2019). Toto autoimunitní onemocnění může napadat i některé orgány jako jsou plíce a srdce, a rovněž může způsobovat kožní vyrážky (Montecucco & Mach 2009). Dalšími nejběžnějšími projevy jsou revmatoidní uzliny, což jsou pevné podkožní hrudky poblíž kostních výčnělků například v oblasti loktu nebo může docházet k revmatoidní vaskulitidě neboli zánětům cév. Co se týká kloubních příznaků, nejčastěji dochází k jejich bolesti, ranní ztuhlosti trvající déle než 30 minut, zhoršené pohyblivosti, otokům a v horších případech dochází až k jejich deformacím (Aletaha & Smolen 2018).

K léčbě RA se využívá hlavně medikamentů k potlačení symptomů. Jedná se především o antirevmatika, která potlačují zánět a vznik dalšího poškození (Janáčková 2019). Antirevmatiky jsou například methotrexát (MTX) nebo sulfasalazin (SASP) (Capell et al. 2007), dále glukokortikoidy, které se využívají pro svůj rychlý protizánětlivý účinek (Aletaha & Smolen 2018). Pokud je onemocnění ve vážném stavu je možné přejít na biologickou léčbu (Janáčková 2019). Léčba cílenými biologickými látkami snižuje i riziko KVO (Aletaha & Smolen 2018). Včasná a optimální léčba je pro RA životně důležitá, aby bylo možné snížit progresi onemocnění. Nicméně vzhledem k tomu, že každá osoba reaguje na farmakologickou léčbu odlišně, podávání léků je zcela individuální (Capell et al. 2007). Pokud je léčba nedostatečná, může docházet k nevratnému poškození kloubů a invaliditě (Aletaha & Smolen 2018).

Kromě léčby stanovené lékařem je dobré také zařadit pravidelnou fyzickou aktivitu pro posílení svalů a rehabilitaci kloubů a dodržovat správnou životosprávu s dostatkem spánku (Janáčková 2019).

### 3.1.1.5 Osteoporóza

Osteoporóza je chronické metabolické onemocnění kostí, při kterém dochází ke zhoršené kvalitě pevnosti kosterního aparátu, což následně vede k jeho zvýšené náchylnosti ke zlomeninám. Při kostním řídnutí je negativně ovlivněna kostní hustota i kostní hmota (Schuiling et al. 2011).

Pravděpodobnost vzniku osteoporózy se zvyšuje hlavně u lidí starších 50 let (Arcos et al. 2014). Dalšími faktory může být genetika, nižší tělesná hmotnost, prodělané kostní zlomeniny, nesprávná výživa nebo předčasná menopauza u žen pod 45 let

(Schuiling et al. 2011). Může se projevit u obou pohlaví, ale především se s osteoporózou potýkají ženy po menopauze, u kterých dochází v organismu ke změnám v množství estrogenu, které hraje významnou roli při vývoji a pevnosti kostí (Kling et al. 2014). Nejprve dochází k předstupni osteoporózy tzv. osteopenii, což je stav, při kterém začíná docházet k úbytku kostní hmoty. Osteoporózu lze rozdělit na primární a sekundární. Primární osteoporóza nesouvisí s žádným jiným onemocněním a objevuje se v návaznosti na starší věk a při sníženém množství estrogenových hormonů. Sekundární osteoporóza může nastat v důsledku jiného chronického stavu, který přispívá k úbytku minerálních látek (ML) v těle. Může se jednat o anorexii, chronická onemocnění jater, DM, malabsorpční syndromy, ale také k ní může docházet v důsledku alkoholismu, při nutričních nedostatcích nebo může být způsobena medikamenty, které negativně ovlivňují vývoj kostí (Schuiling et al. 2011).

V primární prevenci je důležité dbát na fyzickou aktivitu a omezení toxických vlivů, jakými jsou tabákové výrobky, zvýšený příjem fosfátů ve stravě nebo příjem těžkých kovů, a naopak zajistit dostatečný příjem vitaminů C a D, bílkovin a v neposlední řadě vápníku, který pomáhá v upevnování celkové stability kostí (Cosman 2005). Ke správné funkci a celkovému zdraví kosterního aparátu napomáhá také konzumace mléčných výrobků s nízkým obsahem tuků, dále konzumace ovoce a zeleniny a konzumace přiměřeného množství masa. Mohou se užívat také minerální a vitaminové doplňky stravy, které musí být pečlivě kontrolovány odborníky. Jejich množství totiž nemusí být dostatečným zajištěním k optimální ochraně kostí. V některých případech mohou mít doplňky i nepříznivé účinky, například suplementace vápníku byla spojena se zvýšeným rizikem vzniku KVO hlavně u postmenopauzálních žen nad 80 let, které již v minulosti prodělaly nějakou kardiovaskulární příhodu (Peters & Martini 2010). V případě sekundární prevence je důležité dbát na to, aby ztráty kostní hmoty byly co nejnižší. Doporučuje se pohyb, který pomáhá stimulovat osteoblasty, aby se kostní hmota znovu utvářela (Cosman 2005).

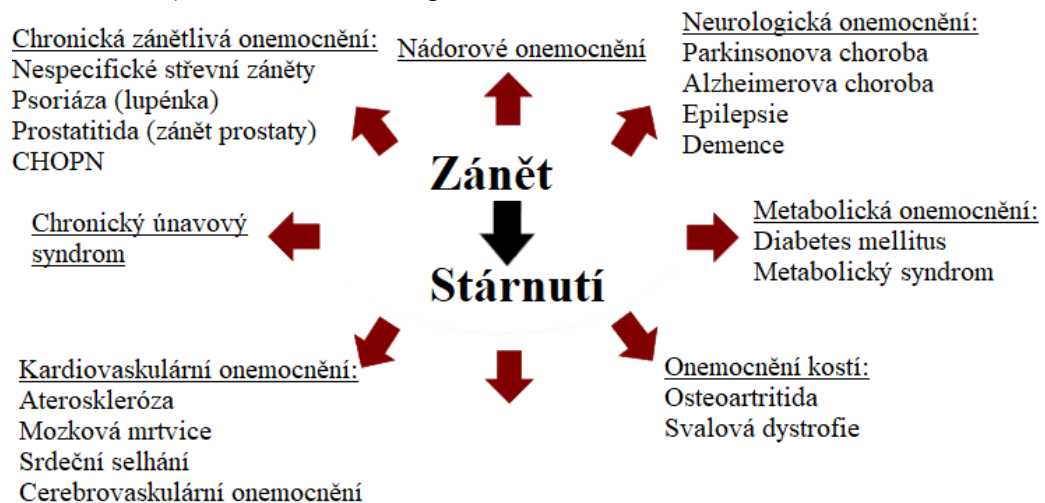
### **3.1.2 Příčiny vzniku chronických onemocnění vč. rizikových faktorů**

Při neustále se rozvíjejícím prostředí lidské společnosti (životní prostředí, urbanizace stárnoucí populace a podobně) existuje stále vyšší riziko vzniku chronických onemocnění u člověka, které mohou být zapříčeny jak znaky neovlivnitelnými, tak znaky ovlivnitelnými. Mezi neovlivnitelné faktory lze zařadit věk, pohlaví, dědičnost a genetické predispozice. Do ovlivnitelných rizikových faktorů spadají různé vzorce chování jedince jako je například nezdravá výživa, nedostatek pohybové aktivity, tabákové výrobky a alkohol, dále společenské faktory, které zahrnují komplexní směs interagujících socioekonomických a kulturních parametrů a také prostředí, ve kterém jedinec žije a vyrůstá (Meeto 2008; Cecchini et al. 2010; Kivelä et al. 2014). Neovlivnitelným znakem je i prodlužující se délka života, která má za následek zvýšené riziko vzniku chronického onemocnění, proto je důležité dbát na lepší životní návyky, aby se mohlo těmto komplikacím předcházet nebo aby se jedincům život s chronickým onemocněním mohl zkvalitnit (Kennedy et al. 2014).

Bylo prokázáno, že veškeré rizikové faktory spojené s chronickými chorobami (nádorová onemocnění, KVO, Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, RA, DM) regulují záněť (viz Obrázek 1). Snížením rizikových faktorů spojených s možným zánětem v organismu člověka, především v již zmíněném případě stárnoucí populace, by se mohlo

výše uvedeným druhům onemocnění předcházet, či je alespoň částečně oddálit. Ačkoli moderní medicína vyvinula řadu medikamentů na léčbu chronických chorob, většina těchto léků je nesmírně nákladná a je spojena s vážnými vedlejšími účinky (Prasad et al. 2012). V případě podávání kortikoidů se může jednat o hypertenzi, výkyvy nálad až deprese nebo řídnutí kostní tkáně. Co se týče podávání antibiotik mohou hrozit alergické reakce a v horších případech až vznik rezistentních kmenů bakterií, které následně způsobují infekce. Antihistaminikům jsou zřídka kdy připisovány vedlejší účinky, ale pokud se objeví, tak se může jednat o únavu či bolest hlavy. U protizánětlivých medikamentů může docházet k alergickým reakcím nebo trávicím obtížím (průjemy, nevolnost a podobně) a osoby podstupující moderní biologickou léčbu může postihovat pocit únavy, horečky, bolesti kloubů nebo mohou více inklinovat k infekcím. Všeobecně se ke dlouhodobějším komplikacím mohou řadit i různé sexuální dysfunkce (porucha menstruačního cyklu, horší kvalita spermií a vajíček) (Janáčková et al. 2019).

Všechny výše zmíněné body mohou pak vést k projevům a rozvoji řady chronických onemocnění od KVO, onemocnění dýchacích cest, DM až ke vzniku nádorových onemocnění (Meeto 2008; Cecchini et al. 2010). V případě neléčení chronických onemocnění hrozí člověku další zdravotní komplikace jako jsou sexuální dysfunkce, onemocnění ledvin, poškození nervů, mozková mrtvice nebo problémy s očima (Atkins 2005; Krishnan & Kiernan 2009; Prentas et al. 2013; Esposito et al. 2014), přičemž právě retinopatie je v průmyslových zemích nejčastější komplikací při DM a může dojít až k oslepnutí. Navíc se v následujících letech očekává rapidní nárůst pacientů trpících DM II. typu. Do roku 2030 se ve celosvětovém měřítku odhaduje přírůstek nemocných na přibližně 440 milionů ve věkovém rozhraní 20 – 79 let (s prevalencí 7,7 %), zatímco v roce 2010 to bylo 285 milionů lidí s DM (s prevalencí 6,4 %) (Nentwich & Ulbig 2015).



Obrázek č. 1 Chronická onemocnění související se stárnutím řízená zánětem upraveno dle Prasad et al. (2012).

Mezi jednu z nejčastějších příčin vzniku chronických onemocnění související s věkem patří špatná životospráva. Ta zahrnuje nedostatek fyzické aktivity, nezdravou výživu (například strava s vysokým obsahem tuků, přesněji nasycených umělých trans-tuků, také vysoký příjem jednoduchých sacharidů, nedostatek ovoce a zeleniny nebo naopak nadměrný příjem potravin s vysokým obsahem sodíku), nadměrnou konzumaci alkoholu nebo nadměrnou konzumaci tabákových výrobků. Špatná životospráva může vést k vysokým

hodnotám BMI nebo hypertenzi a další řadě rizikových faktorů přispívajících ke vzniku zánětu v těle a následnému rozvoji chronického onemocnění (Unwin & Alberti 2006; Prasad et al. 2012; Bauer et al. 2014).

Zároveň bylo prokázáno, že nedostatek pohybové aktivity patří mezi 10 nejčastějších rizikových faktorů pro veškeré druhy chorob a uvádí se, že je odpovědný až za 9 % všech úmrtí s vážnými zdravotními, ekonomickými, environmentálními a sociálními důsledky celoplošně ve všech zemích (Grazioli et al. 2017). Navíc se uvádí, že jedna další hodina sedavé aktivity zvyšuje riziko nadváhy (13 %) a zvyšuje vznik tuku v břiše (26 %). Nedostatečná fyzická aktivita a sedavý životní styl jsou kromě toho spojeny s vyšším rizikem vzniku DM II. typu bez ohledu na věk, pohlaví, etniku nebo BMI. Výskyt DM je v zásadě vyšší u osob s nadváhou a fyzicky neaktivních jedinců. Tudíž se právě tyto dva faktory řadí mezi zásadní rizikové faktory spojené s DM II. typu (González et al. 2017). Dále jsou genetické i environmentální důkazy, že nedostatek pohybové aktivity skutečně způsobuje další rizikové faktory, které pak mohou zvyšovat jak morbiditu, tak i mortalitu (Booth et al. 2017).

Významný vliv při projevu chronických onemocnění mohou mít i psychosociální faktory, neboť značně přispívají k jejich vzniku a rozvoji například ICHS. Psychosociální faktory zahrnují hlavně depresi, úzkost, osobní faktory a povahové vlastnosti (hněv, cynismus, nedůvěra, úzkostné poruchy), sociální izolaci a dlouhotrvající až chronický stres. To pak může vést opět ke špatným životním návykům v podobě nezdravé a nepravidelné stravy, kouření tabákových výrobků, alkoholismu a podobně (Rozanski et al. 1999). V současné době jsou deprese a úzkost navíc brány jako podstatné rizikové faktory pojící se s průběhem chronického onemocnění jakéhokoliv typu (Clarke & Currie 2009). Deprese a úzkosti se objevují hlavně u osob trpících nádorovým onemocněním, KVO, RA a chronickým plicním onemocněním. Deprese nemusí mít za následek jen zhoršenou kvalitu života, ale mohou vést i ke zvýšené morbiditě, mortalitě a vyšším nákladům na léčbu. Léčba deprese může negativní důsledky nemoci zlepšit ku prospěchu celkového zdravotního stavu pacienta a zmírnit tak i celý průběh (Kilzieh et al. 2008). Ku příkladu antidepresiva mohou být účinnou možností při léčbě deprese či úzkosti u pacientů s řadou chronických onemocnění. Účinnou formou je také řada psychologických a behaviorálních terapií pro celkové zlepšení nálady pacientů (Clarke & Currie 2009).

Významnou roli v patogenezi řady chronických onemocnění hraje i oxidační stres. Zvláště při dlouhodobém vystavení se zvýšeným hladinám prooxidačních faktorů může dojít až ke strukturálním vadám na úrovni mitochondriální DNA, stejně jako k funkčním alteracím enzymů a buněčných struktur, které pak následně mohou vést až ke genovým mutacím (Sharifi-Rad et al. 2020). Zásadním momentem, kdy dochází k oxidačnímu stresu je stav, kdy je tělo přehlcené tzv. volnými radikály. Volnými radikály se rozumí molekuly či atomy, které jsou vybavené jedním nepárovým elektronem. Důležitým procesem je moment, kdy se molekuly či atomy střetnou s dalšími buňkami, kdy dojde k tomu, že jsou buňky připravené o elektron, který si poté molekuly přivlastní, čímž dojde k tomu, že se oloupená buňka sama stává volným radikálem a celý proces se následně znovu opakuje. Dochází tak k neustálé řetězové reakci, která dává vzniku oxidačnímu stresu (De La Foret 2018). K tvorbě volných radikálů a následnému vzniku oxidačního stresu může přispívat moderní životní styl, absence pohybu (Sharifi-Rad et al. 2020), ale také stres, konzumace zpracovaných potravin, přepálené maso či olej, vystavení se široké škále



chemických látek (znečištěné ovzduší, tabákový dým) či nedostatek spánku. Všechny tyto faktory je dobré minimalizovat, protože hrají významnou roli při indukci oxidačního stresu (De La Foret 2018).

### **3.1.3 Komorbidita a chronická onemocnění**

Komorbidita je definována jako přítomnost dvou a více nemocí vyskytujících se u jedné osoby. Nicméně přesná míra komorbidity není obvykle známá a nejsou ani zcela přesně definovány míry jejího postižení (van Baal et al. 2006). Dále je v literatuře komorbidita přibližována jako existence dalšího odlišného klinického obrazu během již léčitelného klinického průběhu určitého onemocnění u pacienta (Petrosyan et al. 2017). Koexistence vícero onemocnění je navíc nejčastějším chronickým stavem hlavně u dospělých (Fried et al. 2014; Vetrano et al. 2016). Často se můžeme setkat s faktem, že především většina pacientů trpících více než jedním chronickým onemocněním je staršího věku. Obzvláště u osteoartrózy a DM, které mají vysokou míru dalších přidružených nemocí (Schellevis et al. 1993). V pokročilém věku se prevalence multimorbidity dvou nebo více chronických onemocnění pohybuje od 55 % do 98 % (Rizzuto et al. 2017). Dle studie Rijkena et al. (2005), kde byla zkoumána míra komorbidity u KVO a nádorových onemocnění, RA, chronických onemocnění dýchacích cest, DM a dysfunkce štítné žlázy, vyšla s nejvyšší mírou KVO, která měla více než polovinu (57 %) pacientů s alespoň jedním dalším přidruženým chronickým onemocněním. Nejnižší míra komorbidity ze studovaných onemocnění byla dále zaznamenána u chronických respiračních onemocnění a RA. Podle Rizzuto et al. (2017) může multimorbidita vést nejen ke špatné kvalitě života, vysokým nárokům na zdravotní péči ale i invaliditě.

### **3.1.4 Prevence chronických onemocnění**

Přestože základním kamenem chronických onemocnění je především výzkum konkrétních aspektů mechanismů spojujících výživu se zdravím, těmto chorobám se z velké části dá předcházet. Důležitá je nejen vhodná lékařská pomoc již postiženým osobám, ale také přístup primární prevence k veřejnému zdraví, který je považován za nákladově nejefektivnější, cenově dostupný a udržitelný způsob řešení s celosvětovým problémem chronických onemocnění. Přijetí společného přístupu výše zmíněných rizikových faktorů k prevenci chronických onemocnění je významným vývojem v myšlení integrované zdravotní politiky. Někdy jsou dokonce chronická onemocnění považována za přenosná na úrovni rizikových faktorů (moderní stravovací vzorce a vzorce fyzické aktivity). To vše se přenáší napříč populacemi z různých zemí, což ovlivňuje nemoc v celkovém globálním měřítku (WHO 2003). Dosažení této prevence a kontroly chronických nemocí by mohlo v následujících letech odvrátit nespočet milionů úmrtí, navíc by to přineslo i větší ekonomické výhody, včetně prodloužení produktivního života a snížení potřeby drahé péče (Beaglehole et al. 2007).

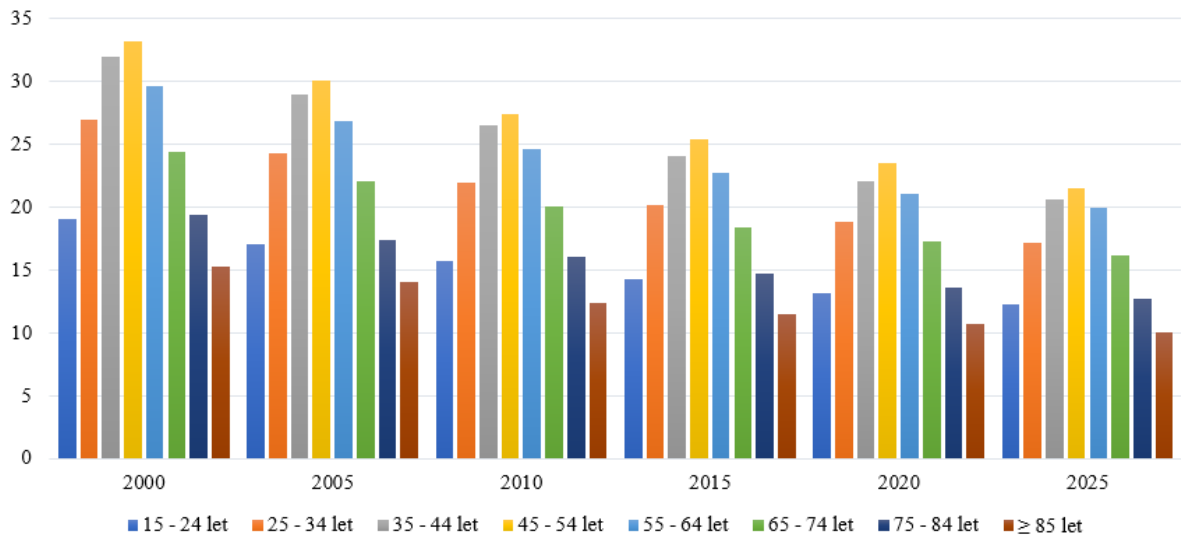
Dle výzkumu Gonzáleze et al. (2017) zabývajícího se problematikou nedostatečné fyzické aktivity, bylo zjištěno, že ke snížení prevalence chronických onemocnění, již nestačí splňovat pouze minimální doporučení zdravotních pokynů, ale je také důležité snažit se omezit sedavý životní styl (sledování televize, používání počítače a elektronických zařízení nebo řízení vozidla), aby se předešlo následným rizikům například v podobě obezity (Kivelä et al. 2014).

Nyní je fyzická aktivita společně se cvičením považována za jednu z hlavních primárních a sekundárních prevencí chronických nemocí. U mladistvých je kladen větší důraz na primární prevenci, tedy zabránění možnému propuknutí nemoci. Obdobný důraz je ale třeba věnovat i u sekundární prevence jak u dětí, tak i u dospělých, kteří již chronickým onemocněním trpí. Dostatek fyzické aktivity pak celkový zdravotní stav zlepšuje. Jedná se o jeden z pozitivních kroků vhodných k optimalizaci a dosažení cílů vedoucích k lepšímu fyzickému fungování, zdraví a celkové pohodě. Nicméně nesmí být opomenut také individuální přístup každého jednotlivce (Durstine et al. 2013). Pravidelná fyzická aktivita na střední zátěžové úrovni zlepšuje zdravotní stav u všech věkových skupin, včetně snížení rizika výskytu hypertenze i DM II. typu. Avšak i mírný pohybový trénink může pomoci ke snížení krevního tlaku a působit jako ochranný faktor pro některé typy nádorových onemocnění nezávisle na hmotnosti člověka. Se stárnoucí populací se obecně zvyšuje důležitost rutinní fyzické aktivity například místo řízení autem zvolit spíše chůzi, pokud je to možné (Marques et al. 2018). Doporučením je, aby dospělí ve věku od 18 do 64 let vynaložili alespoň 150 minut aerobní fyzické aktivity střední intenzity nebo minimálně 75 minut intenzivní aerobní fyzické aktivity v průběhu týdne. Může se zvolit také kombinace obou těchto forem fyzické aktivity (González et al. 2017).

Kromě fyzické aktivity je dále potřeba omezit užívání nikotinových produktů, a to především u mladistvých. Až 95 % dospělých kuřáků začíná s kouřením před věkem 21 let a až 80 % z nich se stane pravidelnými kuřáky. Užívání tabáku následně může vést k hypertenzi a rozvoji dalších nebezpečných faktorů přispívajících k rozvoji chronických onemocnění. To samé platí i pro nadměrné užívání alkoholu (Dietz et al. 2016).

Expozice rizikovým faktorům se liší geograficky napříč úrovněmi příjmů ze zaměstnání i mezi pohlavími, jelikož genderové role a sociální normy vystavovaly muže a ženy různým standardům a společenským normám, které měli splňovat. Až do konce 20. století bylo například užívání tabáku a konzumace alkoholu ve většině zemí obecně považováno za standardně žádanou mužskou normu. Nicméně u sledovaných skupin bylo zjištěno, že prevalence kouření tabáku celkově klesá téměř ve všech regionech světa (viz Graf č. 2). Pouze jeden region, Severní a Jižní Amerika, je na cestě k dosažení celkového snížení konzumace tabákových výrobků až o 30 % u mužů i žen do roku 2025 (WHO 2018).

Graf č. 2 Prevalenční statistiky užívání tabákových výrobků v globálním měřítku upraveno dle WHO (2018).



Dalším důležitým faktorem v prevenci chronických onemocnění je obzvláště kvalitní a pravidelný příjem stravy. Ten se liší podle rasy, etnického původu, věku, pohlaví, těhotenství a záleží také na rodinných stravovacích návycích či rozdělení porcí přes den. Podstatnou součástí je dostatečný příjem zeleniny a ovoce, celozrnné výrobky, mořské plody, luštěniny a ořechy, nízkotučné a odtučněné mléčné výrobky, nižší příjem červeného a zpracovaného masa, potraviny a nápoje s nízkým obsahem sacharidů a rafinovaných zrn. Dále by se měl omezit i příjem nasycených tuků, přidaného cukru a nadbytek sodíku (Kimokoti & Millen 2016). Nespočet výzkumů (Slavin & Lloyd 2012; Aguilera et al. 2016; van Breda & de Kok 2018; del Río-Celestino & Font 2020) poukazuje na fakt, že jsou ovoce a zelenina zásadním aspektem pro zdraví, a to z důvodu zastoupení řady minerálů, vitamínů, vysokého obsahu vlákniny a fytochemikálií (Prasad et al. 2012). Fytochemikálie jsou rostlinné bioaktivní látky přispívající k prevenci vzniku chronických onemocnění (Meybodi et al. 2017), které mohou mít i příznivý potenciál vůči nádorovým onemocněním (Prasad et al. 2012). Konzumace ovoce a zeleniny napomáhá snižovat riziko hypertenze, ICHS či CMP. Jejich vyšší příjem může zabránit i nárůstu tělesné hmotnosti, a tím pádem je zde možnost snížení výskytu DM II. typu. Pokud je ovoce a zeleniny ve stravě člověka málo, může docházet k očním onemocněním, rozvoji demence a riziku vzniku osteoporózy. Větší množství ovoce a zeleniny ve stravě může pomoci i k prevenci vzniku RA či astmatu (Boeing et al. 2012).

Vhodné je také doplňovat poživatiny o různé druhy koření, které díky obsahu fytochemikálií mohou sloužit jako prevence chronických onemocnění (Kunnumakkara et al. 2018). Specifické fytochemikálie můžeme například najít v kurkumě – kurkumin, černém kmínu – thymochinon, červeném chilli – kapsaicin, česneku – diallyldisulfid, zázvoru – gingerol, fenyklu – anetol, pískavici řecké – diospegin nebo v hřebíčku a skořici – eugenol. Fytochemikálie jsou látky, které kromě prevence chronických onemocnění mohou také potlačit výskyt zánětu v lidském organismu (Prasad et al. 2012) a mohou mít mimo jiné i antimikrobiální, antimutagenní, radioprotektivní, imunomodulační, antioxidační či protivředové účinky (Kunnumakkara et al. 2018).

Dále je vhodné rovněž konzumovat různé druhy bylinek, které následně posilují funkci trávicího i imunitního systému. Zároveň dokážou dostatečně stimulovat nervový systém, čímž usměrňují negativní dopad stresu a díky obsahu antioxidantů mohou zmírnit i již vzniklé problémy způsobené oxidačním stresem (RA, KVO, jaterní obtíže). Některé druhy bylinek navíc oplývají antimikrobiálním účinkem, a tím jsou efektivní proti houbovým infekcím či některým druhům virů. Také mohou zlepšit působení antibiotik a podporují správnou funkci střevní mikrobioty (De La Foret 2018). Mnohé speciální bylinné směsi mohou pomáhat i v průběhu chronického onemocnění. U nemocí oběhové soustavy je řeč například o hypertenzi, zvýšené hladině cholesterolu v krvi nebo zánětu žil. U nemocí dýchacího aparátu se mohou bylinné směsi využívat třeba u bronchiálního astmatu, chronické bronchitidy a chronické rýmy. V případě trávicího traktu mohou zmírnit průběh gastritidy nebo zánět tlustého střeva. Ve vylučovacím ústrojí se mohou podávat při zánětu ledvin nebo močového měchýře. A v poslední řadě se bylinné směsi mohou použít při onemocněních pohybového aparátu jako je například artróza nebo RA (Bodlák 2017).

S ohledem na stravu je v poslední řadě základem také konzumace celozrnných obilovin a luštěnin, protože hrají důležitou roli v prevenci vzniku chronických nemocí a snižují riziko karcinomu dutiny ústní, hltanu, jícnu, a dalších. Mezi hlavní obiloviny a celozrnné potraviny patří pšenice, rýže, kukuřice, ječmen, čirok, proso, žito a oves a k nejčastěji konzumovaným luštěninám patří fazole, čočka, vlnička, hrášek a arašíd. Tyto zmíněné druhy obsahují chemopreventivní antioxidanty a protizánětlivé chemikálie (vitamíny a polyfenoly) (Prasad et al. 2012). V souladu s tímto faktem se často zdůrazňuje jejich umístění na základně výživových pyramid. Obiloviny a luštěniny pomáhají ke kontrole a prevenci chronických degenerativních onemocnění, bioaktivní peptidy odvozené od bílkovin představují jeden ze zdrojů, který nepochybně zlepšuje zdraví kvůli antimikrobiálním vlastnostem, účinku na snížení krevního tlaku, schopnosti snižovat hladinu cholesterolu v krvi a podobně. Peptidy mohou být již přítomny v potravinách jakožto přírodní složky nebo mohou pocházet z hydrolýzy pomocí chemických či enzymatických úprav (trávení, hydrolýza nebo fermentace) (Gebrelibanos et al. 2013; Malaguti et al. 2014).

Důležitá je i správná hydratace těla. Přibývá stále více důkazů, že mírná dehydratace může hrát roli v různých morbiditách. Dostatečná hydratace snižuje riziko vzniku urolitiázy, zácpy, astmatu, hypertonické dehydratace u kojenců či hyperglykémie u diabetické ketoacidózy a je současně spojena se snížením rizika vzniku hypertenze, fatální koronární srdeční choroby, žilního tromboembolismu a CMP (Manz & Wentz 2005).

Významné mohou být také mnohé druhy jedlých hub, které slouží jako prospěšné doplňkové zdroje medicíny k prevenci nemocí (Tanaka et al. 2015). Asijské druhy hub se využívají po mnoho let, hlavně pro své bohaté živinové zastoupení od vitamínů, stopových prvků, bílkovin, nenasycených mastných kyselin až po příznivě účinné polysacharidy, především obsahem významných  $\beta$ -glukanů (Socha & Vít 2020). Například houba *Agaricus blazei* Murrill, ze které se používají především její sušené plodnice (Tanaka et al. 2016), což je celá horní viditelná část houby, která obsahuje buňky, na kterých se utváří u stopkovýtrusných hub výtrusy (Bielli 2001). Plodnice je konzumována pro své léčivé hodnoty, podporuje obranyschopnost, reguluje imunitní systém a může sloužit jako pomocná léčba u nemocí včetně nádorových onemocnění. Významným druhem jsou také některé druhy hlívovitých druhů hub například *Pleurotus ostreatus* tzv. hlíva ústříčná.

Hlíva ústříčná byla tradičně konzumována hlavně v Japonsku místními lidmi k prevenci rizikových faktorů (hypertenze) i nemocí (nádorové bujení), posílení imunitního systému a přirozené obranyschopnosti těla proti infekčním nemocem (Tanaka et al. 2016). Kromě přímé konzumace čerstvých či sušených hub se mohou užívat formou extraktů, macerátů, nálevů, odvarů, tinktur, ale také jako likéry, vína nebo destiláty. V České republice jsou léčivé druhy hub nabízeny především formou farmaceuticky upravených doplňků výživy (Socha & Vít 2020).

### 3.2 Hlíva ústříčná

Hlíva ústříčná neboli celým latinským názvem *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. je mimo jiné známá pod dalšími latinskými synonymy jako je *Pleurotus opuntiae* (Durieu et Lév.) Sacc. a *Agaricus ostreatus* Jacq., čínsky je známá pod názvem *pinggu*, japonsky jako *hiratake* a anglicky se nazývá *Oyster mushroom* (Valíček 2011). Tato houba spadá do vymezené třídy vyšších hub tzv. stopkovýtrusných (*Basidiomycetes*), která se vyznačuje plodnicemi s excentrickým třeněm navazujícím na klobouky, který se během morfogeneze otevírá podobně jako ústřice, proto se začal používat přívlastek ústříčná (*ostreatus*) (Sher et al. 2011; Deepalakshmi & Sankaran 2014). Z taxonomického hlediska náleží tato houba do čeledi hlívovitých (*Pleurotaceae*) (Lepšová 2005). Podrobné taxonomické zařazení hlívy ústříčné je vyobrazeno v Tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Taxonomické zařazení hlívy ústříčné upraveno dle Deepalakshmi & Sankaran (2014).

Říše	houby ( <i>Fungi</i> )
Oddělení	houby pravé ( <i>Eucomycota</i> )
Třída	stopkovýtrusé ( <i>Basidiomycetes</i> )
Podtřída	houby rouškaté ( <i>Agaricomycetidae</i> )
Řád	lupenotvaré ( <i>Agaricales</i> )
Čeleď	hlívovité ( <i>Pleurotaceae</i> )
Rod	hlíva ( <i>Pleurotus</i> )
Druh	ústříčná ( <i>ostreatus</i> )

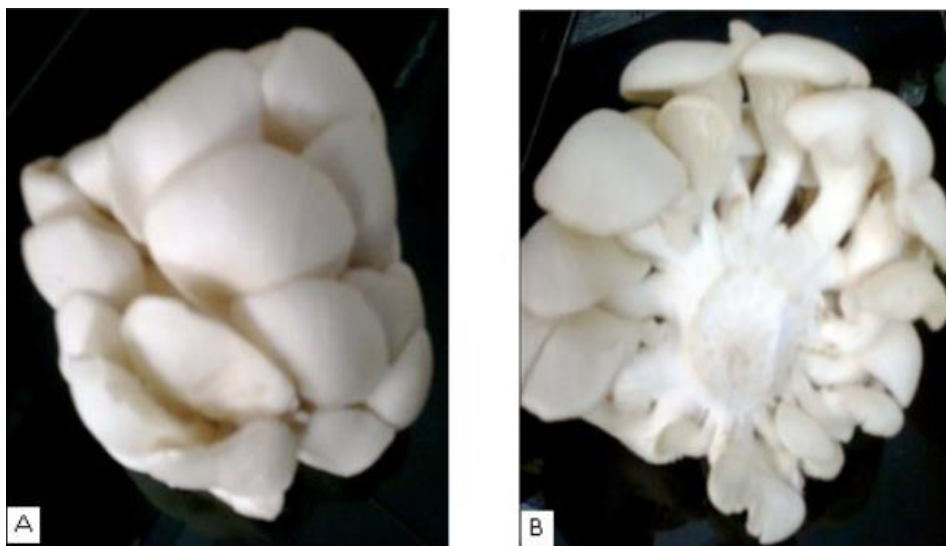
Houby tvoří nedílnou součást lidské stravy. V poslední době se výrazně zvýšila jejich spotřeba. Rod *Pleurotus* zahrnuje přes 40 různých druhů, které se konzumují po celém světě díky své jemné chuti, aromatu, vysokým nutričním hodnotám a léčivým vlastnostem (Deepalakshmi & Sankaran 2014), díky kterým se hlíva zařadila mezi tzv. „houbová nutraceutika“ (Corrêa et al. 2016). *P. ostreatus* se vyznačuje širokým spektrem účinků mezi něž spadá účinek antidiabetický, antibakteriální, hypocholesterolemický, antiartritický, antioxidantní, protinádorový a v neposlední řadě účinek antivirový. Kromě toho má hlíva blahodárný vliv na hladinu krevního tlaku a zdraví očí (Abidin et al. 2016). V posledním desetiletí se navíc exponenciálně zvedl počet odborných vědeckých článků a patentů zkoumajících rod *Pleurotus* (Corrêa et al. 2016).

### 3.2.1 Obecná charakteristika hlívy ústříčné

*P. ostreatus* se vyskytuje především v mírném klimatickém pásu (Valíček 2011), obvykle od podzimu do jara (Bielli 2001; Socha & Vít 2020). *Pleurotaceae* tvoří zpravidla druhy hub, které rostou na listnatých stromech, a to buď na živých nebo odumřelých kmenech (Bielli 2001; Valíček 2014). Výjimečně se však hlíva ústříčná může vyskytovat i na jehličnanech (Lepšová 2005). *P. ostreatus* je mimo jiné charakteristická tím, že způsobuje tzv. bílé tlení dřeva. Jedná se tedy o dřevokaznou houbu, která degraduje dřevní lignin svými bílými hnilobami (Bari et al. 2015; Nakazawa et al. 2019). Pro svou nenáročnost se *P. ostreatus*, kromě běžného výskytu v přírodě, s oblibou pěstuje i uměle (Jablonský & Šašek 2006). Hlíva ústříčná vyžaduje poměrně krátkou dobu růstu, sklizení ze substrátu se pohybuje přibližně od třetího až čtvrtého týdne po rozmnožení a substrát používaný ke kultivaci nevyžaduje sterilizaci. Další výhodou je, že plodnice nejsou často napadány chorobami ani škůdci. *P. ostreatus* lze tedy pěstovat poměrně jednoduchým a levným způsobem (Sánchez 2010).

Hlíva ústříčná se vyznačuje kloboukem širokého, lopatkovitého až ústřicovitého tvaru (Laux 2006; Deepalakshmi & Sankaran 2014) a stupňovitého až střečovitého shlukovaného uspořádání (Bielli 2001) v bohatých trsech (Deepalakshmi & Sankaran 2014). Průměr klobouku *P. ostreatus* je od 5 cm do 15 cm (Bielli 2001), podle Lause (2006) se rozměr klobouku může pohybovat do 20 cm, dle Sher et al. (2011) je průměr do 25 cm a jak uvedl Valíček (2011), průměr klobouku může dosahovat dokonce až do šířky 35 cm. Barva klobouku sahá od bílé přes šedou nebo pálenou až po tmavěhnědou (Deepalakshmi & Sankaran 2014), fialovou nebo se klobouk může vyznačovat i barevnou kombinací šedohnědé či šedofialové (Bielli 2001; Socha & Vít 2020). Celkový povrch klobouků je lesklého charakteru (Bielli 2001). Klobouky jsou zpočátku růstu shluklé směrem k sobě s podvinutými okraji, které nezasahují do okolí, často jsou i velmi hladké, mírně laločnaté nebo zvlněné (viz Obrázek č. 2) (Deepalakshmi & Sankaran 2014).

*P. ostreatus* je snadno rozpoznatelným druhem houby. Je známa podobnost hlívy ústříčné s hlívou ústříčnou holubí (*Pleurotus ostreatus* var. *columbinus*), se kterou by se *P. ostreatus* mohla snadno zaměnit (Bielli 2001). Jejich rozdílem je, že *P. columbinus* má klobouk šedomodrého zbarvení, ale nejzásadnější je fakt, že oproti *P. ostreatus* roste *P. columbinus* především na jehličnatých stromech (Valíček 2011).



Obrázek č. 2 Plodnice *P. ostreatus* během počínajícího růstu (A) a v pokročilém stádiu růstu (B) upraveno dle Deepalakshmi & Sankaran (2014).

Lupeny hlívy ústříčné jsou našedlého (Valíček 2014), bílého až krémového zbarvení a pokud jsou přítomné, tak na třeni sestupují (Bielli 2001; Sher et al. 2011).

Typickou charakteristikou *P. ostreatus* je postranní třeň (Lepšová 2005), který primárně roste mimo střed s bočním připevněním ke dřevu, a právě latinské slovo *Pleurotus* označuje jeho specifický boční růst (Sher et al. 2011). Třeň bílého (Bielli 2001) až našedlého zbarvení (Valíček 2014) je dlouhý 3 cm až 6 cm, často může i zcela chybět nebo je pouze mírně vyvinutý (Laux 2006). Jeho tloušťka se pohybuje kolem zhruba 2 cm (Valíček 2011) a je válcovitého tvaru s plsnatým povrchem u vyrůstajících klobouků (Valíček 2014).

Bíle zbarvená dužina hlívy ústříčné (Bielli 2001; Valíček 2014) je pevná a mění se v tloušťce z důvodu svého nepravidelného uspořádání (Sher et al. 2011). V raném vývoji je dužina měkká a čím je starší, tím je tužší (Laux 2006). Během dozrávání může tato část *P. ostreatus* později vykazovat až zatuchlý pach (Valíček 2014).

Výtrusy jsou buď bílého zbarvení (Sher et al. 2011) nebo jsou opět barevnou kombinací fialovobílé (Bielli 2001) nebo fialovošedé a nejlépe jsou viditelné na tmavém povrchu (Sher et al. 2011).

Poslední částí hlívy ústříčné jsou podzemní mycelia tzv. podhoubí, které je složené z komplexu bílých vláken (Bielli 2001).

### 3.2.2 Obsahové látky v hlívě ústříčné

Největším obsahovým podílem plodnic hlívy ústříčné je voda, která tvoří 85 – 95 % z celkového množství (Piskov et al. 2020), což je obdobné u ostatních druhů hub. Sušina tedy tvoří zhruba 10 % a její složky jsou závislé na buněčné hmotnosti prvků z houbových vláken a pletiv tzv. hyf (Lepšová 2001).

Makromolekulární procentuální zastoupení v plodnicích hlívy ústříčné je zhruba následovné: 5 % sacharidů, 2,5 % bílkovin a nejméně zastoupené jsou tuky v řádu desetin, od 0,1 % až 0,2 % (Valíček 2011). V plodnicích se dále vyskytuje až 18 druhů mastných kyselin, ze kterých je zde nejvíce zastoupena linolenová kyselina (až z 55 %)

a olejová kyselina (ze 40 %) (Valíček 2011). Rovněž se zde nachází arachidonová kyselina (10,8 µg/g sušené houby) a linolová kyselina (533 µg/g sušené houby) (Kumar 2020). Z aminokyselin se v plodnicích vyskytuje především glutamová kyselina (Valíček 2011) a alanin. Navíc bylo zjištěno, že aminokyseliny jsou do určité míry zodpovědné za chuť hub (Lepšová 2005).

Z vitaminů jsou v *P. ostreatus* hojně zastoupené vitaminy skupiny B, především vitamin B<sub>9</sub> neboli listová kyselina, která přispívá k růstu nových buněk uvnitř organismu i v místech kostní dřeně (Valíček 2011; Socha & Vít 2020). Kromě vitaminu B<sub>9</sub> se hlíva ústříčná vyznačuje také větším množstvím vitaminu B<sub>2</sub> (riboflavinu), B<sub>1</sub> (thiaminu), B<sub>7</sub> (biotinu), B<sub>5</sub> (panthotenové kyseliny) a B<sub>3</sub> (niacinu) (Kumar 2020). Následně jsou přítomny vitamin K (fylochinon) a vitamin C (askorbová kyselina) (Valíček 2011; Kumar 2020; Socha & Vít 2020). Askorbová kyselina je ve vodě rozpustná sloučenina, která je pro lidský organismus důležitá pro podporu imunitního systému. S ohledem na své antioxidační vlastnosti dokáže vitamin C tlumit projevy chronických zánětlivých reakcí (Abidin et al. 2016; Selvamani et al. 2018). Při porovnávání celkového obsahu askorbové kyseliny v různých druzích hub, bylo zjištěno, že extrakt *P. ostreatus* obsahoval zhruba 25 mg vitaminu C na 100 g extraktu. Jedná se o relativně vyšší množství než u jiných druhů hub, například u žampionů se hladina vitaminu C pohybovala od 17 do 21 mg na 100 g extraktu (Jayakumar et al. 2011).

Co se týká zastoupení ML, v *P. ostreatus* je zastoupeno kolem 5 – 10 % ML z celkové sušiny hub, přičemž největší množství tvoří makroprvky železo, fosfor, hořčík, draslík a sodík (Lepšová 2005; Kumar 2020). Ze stopových prvků se v sušině hlívy ústříčné vyskytuje molybden, zinek, jod, bor nebo měď (Valíček 2011) a selen jakožto antioxidant (Kumar 2020). Významnou složkou *P. ostreatus* jsou polysacharidy především β-(1,3/1,6)-D-glukan tzv. pleuran (Socha & Vít 2020), který má významné protinádorové účinky (Valíček 2011), a dokáže posílit imunitní systém organismu potýkajícího se s chronickým onemocněním (Jayasuriya et al. 2020). Mimo jiné může být pleuran vhodný i v případě dermatologických terapií při hojení ran (Majtan 2012). Kromě výše zmíněných účinků, glukany vykazují navíc protivirové účinky, jelikož napomáhají činnosti NK buněk (Jablonský & Šašek 2006). Dalším polysacharidem přítomným v hlívě ústříčné je chitin, jenž je tvořený z derivátů sacharidů tzv. aminocukrů (Vysotskaya et al. 2009; Zhou et al. 2016). Chitin je pro člověka prakticky nestravitelný, nicméně plní funkci vlákniny, napomáhá tedy lidskému trávicímu traktu v čištění střev a podporuje jeho správnou funkci (Lepšová 2005). Tento polysacharid mimo jiné napomáhá vychytávat cholesterol (Valíček 2011) a kyselinu žlučovou (Jablonský & Šašek 2006). Ze sacharidů se v *P. ostreatus* v menším množství vyskytují i rozpustné sacharidy, ze kterých zde nalezneme trehalózu, mannitol a glukózu (Lepšová 2005; Zhou et al. 2016).

Další složkou *P. ostreatus* je tzv. lovastatin, také znám jako mevinolin, který může tvořit 0,4 až 2,7 % sušiny (Valíček 2011), v množství zhruba kolem 5,8 mg/l (Atli & Yamac 2012). Lovastatin dokáže příznivě ovlivňovat hladinu glukózy a cholesterolu v krvi, bez toho, aniž by se musela snížit hladina inzulínu. Také dokáže příznivě ovlivňovat některé druhy nádorových onemocnění například nádory tlustého střeva či prostaty (Valíček 2011). Dále může mít pozitivní účinky u KVO, jelikož eliminuje poškození srdeční tkáně a věnčitých tepen (Valíček 2014). Kromě lovastatinu obsahuje *P. ostreatus* další biologicky aktivní fenolové



sloučeniny jako je gallová kyselina, protokatechová kyselina, chlorogenová kyselina, naringenin či hesperetin (Alam et al. 2011).

V hlívě ústříčné se nachází i skupina sterolů hlavně ergosterol, který má protinádorové účinky, díky nimž umí eliminovat tvoření nových cév v již vzniklých tumorech a také funguje jako provitamin D<sub>2</sub> (Jasinghe et al. 2007). Hlíva ústříčná obsahuje i skupinu terpenů, z nichž je nejvýznamnější látkou pleurotin, který také příznivě působí proti nádorovému bujení a má antimikrobiální účinky (Valíček 2011). Dále je zde z purinových alkaloidů zastoupený eritadenin, který pomáhá k vyrovnání cholesterolu a glukózy v krvi (Valíček 2011).

Dalšími složkami v *P. ostreatus* jsou glykopeptidy neboli lektiny, které mají antioxidační vliv na lidský organismus (Kumar 2020). Tyto látky mohou být dále využívány i jakožto koagulační faktor společně ve směsi s vápenatými ionty (Jablonský & Šašek 2006). Dále se v hlívě vyskytuje množství phlobataninů, steroidů, antrachinonů či taninů (Kumar 2020). Rovněž je v hlívě zastoupeno také množství triterpenoidů, které mají pozitivní účinky vůči alergiím a hypertenzi (Jablonský & Šašek 2006).

### 3.2.3 Význam hlívy ústříčné ve výživě člověka

Hlíva ústříčná je považována za funkční potravinu pro svou bohatost na funkční a kvalitní složky (Jayasuriya et al. 2014; Prasad & Rathore 2015; Abidin et al. 2016). V posledních letech se konzumace *P. ostreatus* stala značně populární, zejména z důvodu prospěšných účinků již zmíněných biologicky aktivních látek (Abidin et al. 2016; Kumar 2020).

Dle Lepšové (2001) je výživová hodnota hlívy ústříčné velmi podobná výživové hodnotě zeleniny. Obsahuje významný podíl vlákniny, bílkovin, aminokyselin a ML. Navíc obsahují jen malé množství tuků a sacharidů, tudíž svou nízkou energetickou hodnotou jsou vhodnou složkou pro zpestření jídelníčku (Lepšová 2005; Valíček 2014; Kumar 2020).

Vzhledem k nadměrnému množství léčivých látek obsažených v plodnicích *P. ostreatus*, se dá říct, že je hlíva ústříčná velmi podobná houbám šitake. Pozitivní léčivé účinky hlívy ústříčné propůjčují především glukany, které mají významný vliv na funkci imunitního systému, navíc pozitivně přispívají v regulaci cholesterolu (Jablonský & Šašek 2006; Abidin et al. 2016). *P. ostreatus* se také může využívat při podávání chemoterapeutik nebo při radioterapii. V takových případech dokáže svými imunomodulačními vlastnostmi omezit nežádoucí účinky, které mohou při tomto typu léčby nastat (Deepalakshmi & Sankaran 2014).

#### 3.2.3.1 Pozitivní účinky na lidský organismus

Kromě významných nutričních vlastností má hlíva ústříčná také terapeutické účinky (viz Obrázek č. 3) proti různým onemocněním spojených s kvalitou životního stylu jako je DM II. typu (Jayasuriya et al. 2014; Kumar 2020), u kterého pomáhá snižovat hladinu glykémie bez ovlivnění hladiny inzulínu (Socha & Vít 2020). Může také pomáhat při hypertenzi, nádorových onemocnění, hypercholesterolemii a obezitě, při které konzumace *P. ostreatus* pozitivně ovlivňuje lipidový profil (Kumar 2020; Socha & Vít 2020), což je dané obsahem glukanů, které dokážou posílit imunitní systém a vychytávat volné radikály. Hypoglykémické účinky byly již laboratorně potvrzené. Například při testování hladiny glukózy u krys, kdy se jim uměle navodil DM pomocí látky alloxanu. Jakmile nastal hyperglykémický stav,

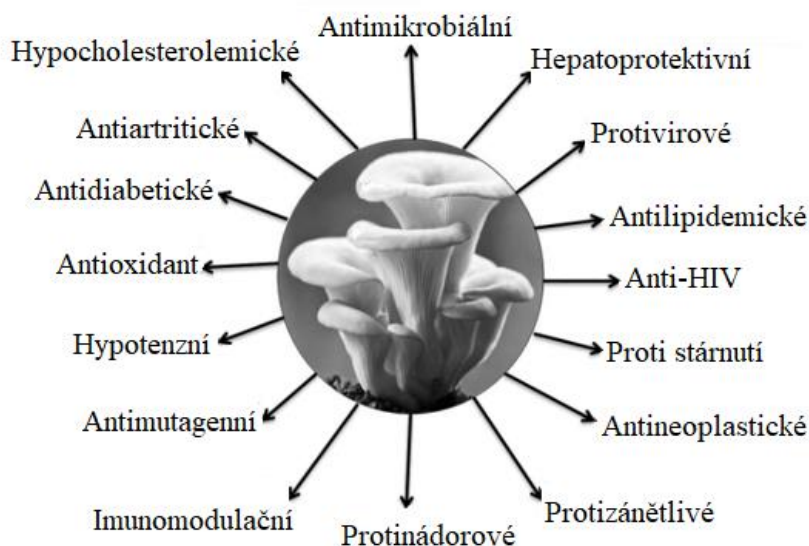
začala se jim podávat dvakrát denně směs sušené hlívy v určitém množství. Celý experiment trval dohromady 30 dnů a po jeho ukončení byly znatelné rozdíly v poklesu hladiny sledované glukózy (Socha & Vít 2020).

Poté následovala studie, která zkoumala vlastnosti stravy s hlívou ústřičnou při snižování hladiny cholesterolu. Bylo vybráno celkem 20 testovaných osob (9 mužů a 11 žen od 20 do 34 let). První skupina konzumovala po dobu 21 dnů jednu porci polévky obsahující 30 g sušené hlívy ústřičné (přibližně v přepočtu 300 g čerstvých hub na člověka) a druhá skupina konzumovala rajčatovou polévku jako placebo. Ve výsledku byla u první skupiny zjištěna významně nižší koncentrace triacylglycerolů (TG) (Schneider et al. 2011), což jsou látky, které vznikají pomocí vazby tří molekul mastných kyselin na glycerol (Lepšová 2005). Také bylo prokázáno významné snižování celkového množství cholesterolu (Schneider et al. 2011), tudíž působí i jako prevence aterosklerózy (Abidin et al. 2016).

Zároveň snižuje riziko přetučnění jater a pomáhá při jejich regeneraci (Lepšová 2005). Díky bioaktivním látkám ( $\beta$ -glukany, vitamin C a fenolové sloučeniny) může být hepatoprotektivních účinků *P. ostreatus* využíváno i při dlouhodobém podávání některých typů léků, které způsobují jaterní obtíže až poškození, jelikož zvyšují aktivitu antioxidantních enzymů (například katalázy), které poté pomáhají poklesu nekrózy jaterních buněk (Kumar 2020).

*P. ostreatus* má dále silné antioxidantní vlastnosti jak *in vivo*, tak *in vitro* (Deepalakshmi & Sankaran 2014), imunomodulační a v neposlední řadě antimikrobiální účinky (Kumar 2020). Může pozitivně působit například při chřipce, angíně, nachlazení či astmatu (Valíček 2011). *P. ostreatus* má také antivirové účinky (Vlasenko & Vlasenko 2018). U sportovců bylo u extrahovaného pleuranu zjištěno, že dokázal pozitivně stimulovat buňky imunitní soustavy (makrofágy, thymocyty a splenocyty) a rovněž bylo prokázáno, že vyluhované glykoproteiny z hlívy ústřičné mohou utlumit aktivitu transkriptázy viru HIV-1, jenž v lidském organismu zapříčiňuje nedostatečnou imunitní odpověď (Lepšová 2001; Kumar 2020; Socha & Vít 2020). A u viru hepatitidy typu C, u kterého neexistuje žádná ochranná vakcína ani žádný účinný lék, bylo zjištěno, že získaná látka tzv. lakáza z hlívy ústřičné je také schopná bránit v replikaci tohoto viru, což se potvrdilo při podávání první a druhé dávky v určitých koncentracích po dobu dohromady osmi dnů. Hlíva ústřičná je díky imunomodulačním vlastnostem pospolu s nízkou cytotoxicitou účinným prostředkem i u onkologicky nemocných pacientů, kteří jsou léčeni pomocí chemoterapie či ozařování. Účelem je zvýšení imunity a snížení již vystavenému množství toxicity (Kumar 2020).

Za antioxidační účinky obsažené v *P. ostreatus* jsou zodpovědné hlavně flavonoidy, fenolové sloučeniny (Socha & Vít 2020), vitaminy a selen. Celkově jsou tyto antioxidanty užitečné při inhibici oxidačních procesů v lidském těle, díky čemuž se následně snižuje riziko vzniku oxidačního stresu, který je považován za primární faktor při vývoji mnoha chronických onemocnění (nádorová onemocnění, DM II. typu, KVO, hepatotoxicita a dalších) (Abidin et al. 2016; Kumar 2020).



Obrázek č. 3 Léčivé vlastnosti hlívy ústříčné upraveno dle Kumar (2020).

Dle Valíčka (2011) právě glukany společně s dalšími obsahovými látkami, které jsou obsažené v plodnici hlívy ústříčné, mají protinádorové vlastnosti, tudíž mohou pozitivně působit při nádorovém bujení a slouží, jak k prevenci KVO (infarkt myokardu, CMP), tak i k prevenci různých zánětlivých onemocnění (RA a dlouhodobé záněty), a také k prevenci osteoporózy. Při podávání hlívy ústříčné či extraktu z ní, který obsahuje glukany, pak následně působí na lidský organismus proti možnému výskytu nádorového bujení a snižuje riziko výskytu nádorů tlustého střeva. Za protinádorové účinky je v hlívě ústříčné odpovědná další řada látek jako jsou proteoglykany, heteroglykany (obsah manózy, galaktózy, glukózy), glykopeptidy (lektiny, terpeny a tzv. pleurotin) (Socha & Vít 2020). Také byl nově identifikován nízkomolekulární  $\alpha$ -glukan se slibnými protinádorovými vlastnostmi a byl shledán jako účinný v prevenci nádorového bujení v tlustém střevě (Kumar 2020). V *P. ostreatus* již zmíněné glykopeptidy teda lektiny a terpeny (pleurotin) mají krom pozitivních účinků proti nádorovému bujení také antibiotické a antimykotické účinky (Socha & Vít 2020).

Antimikrobiální účinky v hlívě ústříčné jsou také známé (Valíček 2011). Nedávno byla nově identifikována látka z vodného výluhu plodnice tohoto druhu houby, která se jmenuje 3-(2-aminophenylthio)-3-hydroxypropanová kyselina a bylo zjištěno, že tato látka má na svědomí antimykotické účinky například u druhu *Candida albicans*, a dokonce působí i antibakteriálními vlastnosti. Dále dokáže tlumit aktivitu některých bakterií jako je *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* nebo *Salmonella typhi* (Socha & Vít 2020).

Co se týká protizánětlivých účinků, tak má hlíva ústříčná schopnost snižovat projevy dermatitidy a RA *in vivo* (Valíček 2011; Kumar 2020). U krys se střevním zánětem byla konkrétně testovaná látka pleuran z *P. ostreatus* a výsledky byly vyhodnoceny s prokazatelně kladným výsledkem protizánětlivého účinku (Socha & Vít 2020). Tudíž může být považována za funkční potravinu s potenciálem regulovat zánět (Jayasuriya et al. 2020).

Konzumace plodnic *P. ostreatus* může také pomáhat k podpoře peristaltiky střev a k celkové podpoře metabolismu (Socha & Vít 2020). Rovněž slouží k posílení cévního systému a k uvolňování napětí ve svalcích a šlachách (Lepšová 2005). Dále byly pozorovány pozitivní účinky proti stárnutí při pravidelné konzumaci hlívy (Valíček 2011; Valíček 2014). Údajně se může hlíva ústříčná nebo její extrakt použít i k domácímu odstraňování bradavic (Lepšová 2005; Socha & Vít 2020).

Kromě jater a správné funkce střev má hlíva ústříčná pozitivní vliv i na žaludek či slezinu, které může posílit a eliminovat z nich nadbytečnou vlhkost (Valíček 2011). Vzhledem k vyššímu zastoupení vitamínu B<sub>9</sub> může být *P. ostreatus* konzumována jako doplněk tohoto vitamínu, aby se předcházelo tvorbě aftů či narušení růstu kostí nebo vlasů (Socha & Vít 2020).

Bylo dokonce zjištěno, že mycelia hlív mohou ligninolytickými enzymy jakožto nízkonákladové organické substráty efektivně rozkládat těžce odbouratelné druhy organických látek, které mohou být pro nás v životním prostředí toxické, jedná se například o aromatické uhlovodíky a PCB, čímž se následně snižuje i akutní toxicita těchto chemických látek (Jabloňský & Šašek 2006; Stella et al. 2017; Siracusa et al. 2017; Chun et al. 2019).

### 3.2.3.2 Negativní účinky na lidský organismus

Některé negativní účinky hlívy ústříčné se mohou projevit při jejím pěstování, a to především v oblasti větších pěstíren v období, kdy se z nich dostává do okolního prostředí nespočet výtrusů z lupenů plodnic. Bez použití respirátorů může tento proces u senzitivnějších jedinců vyvolat až intenzivní alergickou reakci od astmatu až po zápal plic (Lepšová 2005). Houby se navíc vyznačují schopností kumulace některých těžkých kovů z vnějšího prostředí, což může mít za následek nepříznivý dopad na lidský organismus. Jedná se především o rtuť, olovo a kadmium (Valíček 2011). Nicméně obsah těchto prvků je u dřevokazných hub zpravidla nižší než u jiných druhů hub. Existují však případy, kdy hlívy rostou poblíž znečištěných silnic nebo v blízkosti komínů. V těchto prostředích je vysoké riziko nánosu popílku na plodnice *P. ostreatus*, které následně nejsou vhodné ke konzumaci (Lepšová 2005).

## 3.3 Hlíva ústříčná a chronická onemocnění

Prevalence chronických onemocnění (DM, KVO, RA a dalších) se celosvětově navyšuje s každým rokem, proto se začalo s mnoha výzkumy, které se snaží o poskytnutí přijatelných alternativ k jejich prevenci nebo k potlačení a celkovému zmírnění příznaků již nastalých dlouhodobých onemocnění (Sayeed et al. 2015). Řada těchto výzkumů se zabývá především šetrnými rostlinnými variantami, jakou je i hlíva ústříčná. Mezi výzkumy orientující

se na *P. ostreatus* v návaznosti na chronická onemocnění spadají pokusy *in vitro* a *in vivo*, zaměřující se na DM, nádorová onemocnění, KVO, RA nebo osteoporózu. Zkoumané látky hlívy byly buď izolované a následně testované v různých roztocích nebo byly zkoumány jejich možné vlivy pomocí pokusných zvířat s navozeným onemocněním. Později se také začalo s nemocnými dobrovolníky, často diabetiky, aby se tyto účinky potvrdily i u lidí (Bobek & Galbavý 1999; Rovenský et al. 2011; Olufemi et al. 2012; Zhang et al. 2016; Rezaul Karim et al. 2020; Kerezoudi et al. 2021).

### 3.3.1 Hlíva ústříčná a diabetes mellitus

Hlavním projevem DM je zvýšená hladina glykémie. Řada syntetických léků je však doprovázena nežádoucími vedlejšími účinky, a tak se moderní farmakoterapie snaží najít nové alternativní přípravky přírodního původu. Mezi těmito přípravky hraje důležitou roli i *P. ostreatus*, která je zdrojem velkého množství vysokomolekulárních a nízkomolekulárních sloučenin s hypoglykémickým účinkem (Vitak et al. 2017).

Bylo provedeno mnoho studií s *P. ostreatus* v návaznosti na léčbu DM. Například u pokusných potkanů, kterým se DM navodil pomocí streptozotocinu. Po dobu 30 dnů se potkanům podávalo 200 mg/kg hlívy ústříčné. Z výsledků bylo patrné, že podávání hlívy značně snížilo hladinu glukózy v krvi, již během druhého týdne pokusu. Její podávání, ale také snížilo hladinu TG (Rezaul Karim et al. 2020). Dále byla snížena hladina celkového cholesterolu v krvi, a také LDL. Zároveň se navýšila hladina vysokodenzitních lipoproteinů (HDL). Tudíž byl prokázán antihyperglykémický i antidyslipidemický účinek *P. ostreatus* (Rezaul Karim et al. 2020).

Ve studii z roku 2020 byl hlodavcům navozen DM pomocí alloxanu při perorálním podávání sušené hlívy po dobu 30 dnů, kde byl 1 g rozdělen do dvou denních dávek. Výsledkem byla nižší hladina glukózy v krvi, aniž by byla ovlivněna hladina inzulínu v organismu (Socha & Vít 2020).

V obdobných studiích se zkoumaly účinky celkových polysacharidů extrahovaných z *P. ostreatus* ve spojitosti s DM. Krysám byla podávána strava s vysokým obsahem tuku a streptozotocin k vyvolání projevů DM. Následně se hlodavcům podával extrakt s polysacharidy a výsledkem byla opět snížená hladina hyperglykémie a hyperlipidémie. Navíc se zlepšila inzulínová rezistence, čímž se prokázal antidiabetický účinek (Zhang et al. 2016).

Pokusy se dělaly i s obsahem cholesterolu v krvi u potkanů, kdy se kombinoval účinek stravy obsahující 4 % hlívy a 0,1 % cholesterolu. Potkanům byl opět podáván streptozotocin a po dvou měsících se u diabetických potkanů projevil významný pokles glykémie, aniž by se jakkoliv změnila hladina inzulínu. Koncentrace cholesterolu byla snížena o více než 40 %, čímž se zlepšil i profil LDL a velmi nízkodenzitních lipoproteinů (VLDL) (Chorváthová et al. 1993).

Antidiabetická aktivita látek z *P. ostreatus* byla zkoumaná i v etanolovém extraktu z plodnic. Zaznamenávaly se hodnoty celkového cholesterolu v séru, LDL, HDL, VLDL a hladina glukózy v krvi. Myším se opět navodil DM pomocí alloxanu a po 15 dnech probíhalo hodnocení, ze kterého opět vzešel výrazný pokles glykémie. To znamená, že etanolový extrakt z *P. ostreatus* lze považovat za pomocný léčivý přípravek prospěšný pro DM (Ravi et al. 2013).

Dále byla provedena studie, která trvala 3 měsíce. Sledovaly se opět účinky *P. ostreatus* na krevní tlak a glykémický stav u hypertenzních diabetických dobrovolníků. Studie byla provedena v laboratoři National Mushroom Development and Extension Center (NAMDEC). Do studie bylo zahrnuto celkem 27 hypertenzních mužských dobrovolníků trpících DM II. typu ve věkovém rozmezí od 32 do 68 let, kteří neprodělali žádné poškození ledvin ani další akutní nebo chronická onemocnění. Byl měřen krevní tlak, plazmatická glukóza nalačno a sérový kreatinin před zahájením a po ukončení studie. Dobrovolníci měli pravidelný příjem 3 g kapslí s práškem hlívy denně ve třech rozdělených dávkách. Studie ukázala, že po 3 měsících pravidelného užívání hlívy se významně snížil systolický i diastolický krevní tlak. Bylo také pozorováno, že se významně snížila hladina glukózy v plazmě nalačno. Nebyla však zaznamenána žádná větší změna hladiny kreatininu v plazmě, což naznačuje, že *P. ostreatus* nemá žádný škodlivý účinek na renální systém. Ze studie vyplývá, že příjem hub *P. ostreatus* zlepšuje glykémický stav i kontrolu krevního tlaku u diabetických pacientů s hypertenzí (Choudhury et al. 2013).

### 3.3.2 Hlíva ústříčná a nádorová onemocnění

Použití přírodních bioaktivních sloučenin v konvenční chemoterapii je novým směrem v léčbě nádorového bujení, který si v poslední době získává více pozornosti. Jako zdroje účinných a netoxických látek byly identifikovány bioaktivní polysacharidy a komplexy polysacharidů a proteinů z *P. ostreatus* (Olufemi et al. 2012).

Byl zkoumán účinek pleuranu izolovaného z *P. ostreatus* u potkanů na vývoj nádorových změn v tlustém střevě. Potkanům byl podáván karcinogenní dimethylhydrazin. Jejich strava obsahovala buď 10 % pleuranu nebo 10 % celulózy a posléze byla porovnávána se skupinou potkanů, která dostávala pouze dimethylhydrazin. Bylo zjištěno, že při podávání pleuranu byl snížen výskyt prekancerózních lézí až o 50 %, než u skupiny s pouhým dimethylhydrazinem. Co se týká podávání celulózy, tak byl také znatelně pozitivní účinek, ale nebyl tak výrazný, jako u pleuranu. Pleuran i celulóza dále stimulovali aktivitu antioxidačních enzymů, které snižují výskyt volných oxidujících radikálů například konjugované dieny v erytrocytech a v játrech, které by mohly ovlivnit karcinogenní změny uvnitř buněk. Obzvláště významné bylo snížení konjugovaných dienu v tlustém střevě po podání pleuranu (Bobek et al. 2001).

Dále byly účinky polysacharidů zkoumány pomocí nádorových buněk tlustého střeva *in vitro* ve vodě, kde byl posléze přidán extrakt z *P. ostreatus*. V tomto vodném roztoku byl částečně izolován nízkomolekulární  $\alpha$ -glukan, který měl slibné protinádorové vlastnosti v přímém cytotoxickém účinku na nádorové bujení (proliferaci) tlustého střeva (Lavi et al. 2006; Tong et al. 2009).

Biologicky aktivní látky byly testovány i u potkanů s navozenou leukémií, kterým se podával vodný extrakt z *P. ostreatus*. Ve výsledku bylo zjištěno, že polysacharidy značně potlačily navozenou leukemii a zvýšila se zároveň odpověď jejich imunitního systému (Olufemi et al. 2012).

Ve vodě rozpustným proteoglykanům z *P. ostreatus* byl rovněž připsán protinádorový a imunomodulační účinek *in vitro* i *in vivo*. U pokusu na myších dokázaly proteoglykany navýšit cytotoxicitu NK buněk a stimulovat funkci makrofágů. Tudíž by mohly být proteoglykany použity jako imunomodulátory a protinádorové látky (Sarangi et al. 2006).

Dále jsou s velmi prospěšnými protinádorovými účinky v hlívě obsažené také glykopeptidy (lektiny, terpeny). Bylo rovněž prokázáno, že při podávání gluknanů z *P. ostreatus* je omezen i výskyt možných nádorů tlustého střeva (Socha & Vít 2020).

### 3.3.3 Hlíva ústříčná a ateroskleróza

Hlíva ústříčná může být díky svému obsahu účinných látek, například lovastatinu, slibnou alternativou i při léčbě aterosklerózy. Během testování *in vivo* se lidem podávalo 30 g sušené hlívy po dobu 21 dnů a na konci experimentu byl skutečně prokázán pokles hladiny cholesterolu v krvi (Socha & Vít 2020).

Výhodou stravy obsahující lovastatin v lipidovém profilu je snížení hladiny cholesterolu a TG v krevní plazmě i v jaterních buňkách. Lovastatin mimo jiné snižuje produkci VLDL a LDL, a současně zvyšuje hladinu HDL (Sařata et al. 2018).

Byl proveden pokus na králících, kterým se podávaly vyšší dávky cholesterolu a *P. ostreatus*. Během tohoto podávání se zkoumaly aterosklerotické změny v jejich cévách. Králíci byli rozděleni do dvou skupin. V jedné se současně podával cholesterol i hlíva a ve druhé se podával pouze cholesterol. V první skupině, kdy se podávala i hlíva bylo výrazně sniženo množství aterosklerotických ložisek, a když už se ložiska objevila, byla mnohem menších rozměrů než ve skupině bez přídavku hlívy. Tudíž bylo prokázáno potlačení aterosklerotických změn uvnitř cév, jelikož přidání 10 % sušených plodnic hlívy do stravy, která obsahovala 1 % cholesterolu ve výsledku snížilo hladinu cholesterolu v séru až o 65 % a současně bylo sniženo poškození věnčitých tepen a rizika vzniku srdeční fibrózy (Bobek & Galbavý 1999).

### 3.3.4 Hlíva ústříčná a revmatoidní artritida

*P. ostreatus* jsou připisovány i protizánětlivé účinky. Cílem studie z roku 2011 bylo zkoumat právě tento účinek u pleuranu izolovaného z *P. ostreatus* při léčbě RA MTX u potkanů. Skupiny potkanů s RA byly léčené pomocí 1 mg MTX na týden, přičemž  $\beta$ -glukanů se podával také 1 mg ale každý druhý den. Sledovaly se projevy RA od tělesné hmotnosti, zánětu, otoků tlapek po hladinu sérového albuminu. Když se podával samotný MTX v nízké dávce, docházelo k potlačení možných zánětlivých projevů. Na druhou stranu kombinace MTX a  $\beta$ -glukanů významně zvýšila tělesnou hmotnost hlodavců, zároveň  $\beta$ -glukany výrazně zesílily příznivé účinky MTX, což vedlo k významnějšímu snížení otoků tlapek i k zanedbatelným hodnotám sérového albuminu. V případě, kdy byly  $\beta$ -glukany podávány samostatně, bylo rovněž pozorováno významné snížení jak u otoků tlapek, tak celkových projevů RA. Dá se tedy říct, že přídavek  $\beta$ -glukanů k primární léčbě MTX navýšil jeho pozitivní účinek na organismus. A u pacientů s RA může tento imunomodulátor zabránit sekundárním infekcím a obnovit narušenou imunologickou homeostázu (Rovenský et al. 2011).

V další studii byla opět zkoumaná protizánětlivá aktivita u pleuranu izolovaného z *P. ostreatus* u pokusných hlodavců, přičemž byly účinky také pozitivní. Podávání  $\beta$ -glukanů mělo imunomodulační účinek na všechny naměřené plazmatické hladiny prozánětlivých cytokinů.  $\beta$ -glukany lze tedy považovat za vhodnou doplňující terapii při léčbě RA (Bauerová et al. 2009).

### 3.3.5 Hlíva ústříčná a osteoporóza

Glukany z *P. ostreatus* mají příznivé účinky i při osteoporóze (Valíček 2014), jelikož podporují tvorbu buněk obsažených v kostní dřeni (Valíček 2011). Nedávná data poukázala na důležitost role střevní mikrobioty a jejích metabolitů při udržování zdraví kostí. Manipulace se střevními mikroby například prebiotiky, by mohla nabídnout potenciální pomoc v boji proti kostním degenerativním chorobám jako je osteoporóza. Existuje studie soustřeďující se na *in vitro* prebiotický potenciál *P. ostreatus* u zdravých a osteopenických žen a na zkoumání dopadu produktů fermentace *P. ostreatus* na lidské osteoblasty. Při tomto výzkumu bylo od šesti žen, třech zdravých a třech osteopenických dárek, odebráno fekální inokulum (vzorek), do kterého se přidal sušený prášek z hlívy. Poté se inokulum nechalo s práškem fermentovat po dobu 24 hodin a posléze se tyto vzorky porovnávaly. Během fermentace byla provedena analýza střevní mikrobioty a měření mastných kyselin s krátkým řetězcem, následně se vypočítaly prebiotické indexy. Dále proběhlo hodnocení účinků produktů fermentace v závislosti na kostním metabolismu v kulturách osteoblastů. Výsledek studie naznačuje, že původ inokula střevní mikrobioty hraje dokonce hlavní roli v životaschopnosti osteoblastů. Konzumace prášku z *P. ostreatus* měla pozitivní účinky na základě analýz střevní mikrobioty i mastných kyselin s krátkým řetězcem a extrakt z *P. ostreatus* měl tendenci zvyšovat osteoblastickou aktivitu. Závěrem lze tedy říci, že houby bohaté na  $\beta$ -glukany mohou mít příznivé účinky *in vitro* na fyziologii kostí změn ve střevní mikrobiotě nebo produkci mastných kyselin s krátkým řetězcem (Kerezoudi et al. 2021).

Byl také proveden výzkum na zdroj vitamínu D v *P. ostreatus*, jelikož nedostatek vitamínu D je vážným globálním problémem, který může vést k predispozicím osteoporózy. Byly dva pokusné vzorky hlívy ve formě prášku. První vzorek byl samostatně vystaven ultrafialovému záření a druhý byl rozpuštěn ve směsi ethanolu, u kterého se měřila vlnová délka, kombinace vlnových délek a doba expozice UV zářením. V konečném porovnávání bylo znatelné, že vzorek ve směsi ethanolu vedl k mnohem vyššímu obsahu vitamínu D<sub>2</sub>, než u ozařování vzorku suchého prášku. Výsledky získané z této studie tudíž prokázaly, že koncentrace vitamínu D<sub>2</sub> byla významně ovlivněná UV zářením. Během tohoto pokusu se ale zároveň snížila koncentrace ergosterolu v hlívě při zvyšování vitamínu D<sub>2</sub>, což mohlo být způsobené buď jeho částečnou přeměnou na vitamín D<sub>2</sub> nebo se mohla UV zářením většina ergosterolu degradovat. Vystavení ultrafialovému záření ve směsi ethanolu tedy nabízí efektivní způsob, jak zvýšit koncentraci vitamínu D<sub>2</sub>, a tím zlepšit nutriční hodnotu *P. ostreatus*, aby byla jeho účinnějším funkčním zdrojem pro zlepšení zdraví kostního aparátu (Hu et al. 2020).



## 4 Závěr

Předložená literární rešerše, týkající se vlivu biologicky aktivních látek přítomných v hlívě ústřičné na nejběžnější chronická onemocnění vyskytující se u člověka, byla vypracována na základě studia dostatečného množství relevantních článků. Prevalence těchto onemocnění je vysoká a následná léčba je často doprovázena vedlejšími účinky. Hlíva ústřičná, *P. ostreatus*, se vyznačuje bohatým zastoupením biologicky aktivních látek se širokospektrými vlastnostmi. S odkazem na množství studií, *in vivo* i *in vitro*, byl jednoznačně prokázán pozitivní vliv obsahových látek v hlívě ústřičné ve spojitosti s chronickými onemocněními, jakožto možná pomocná terapie. Navzdory tomuto zjištění je však vhodné doporučit více bádání a prozkoumání s ohledem na biologicky aktivní látky hlívy ústřičné a jejich vliv na RA a osteoporózu, aby byly i tyto aspekty mnohem více podloženy a potvrzeny. Důvodem je fakt, že u těchto dvou zmíněných onemocnění bylo k dispozici méně dat, než jak tomu bylo u DM, nádorových onemocnění a aterosklerózy.

## 5 Literatura

- Abegunde DO, Mathers CD, Adam T, Ortegón M, Strong K. 2007. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *The Lancet* **370**:1929-1938.
- Abidin MHZ, Abdullah N, Abidin NZ. 2016. Therapeutic properties of *Pleurotus* species (oyster mushrooms) for atherosclerosis: A review. *International Journal of Food Properties* **20**:1251-1261.
- Aguilera Y, Martín-Cabrejas MA, González de Mejía E. 2016. Phenolic compounds in fruits and beverages consumed as part of the Mediterranean diet: their role in prevention of chronic diseases. *Phytochemistry Reviews* **15**:405-423.
- Alam N, Yoon KN, Lee TS, Lee UY. 2011. Hypolipidemic activities of dietary *Pleurotus ostreatus* in hypercholesterolemic rats. *Mycobiology* **39**:45-51.
- Aletaha D, Smolen JS. 2018. Diagnosis and Management of Rheumatoid Arthritis: A Review. *JAMA* **320**:1360-1372.
- World Health Organization 2003. World Health Organization Technical Report Series 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases, Geneva.
- Arcos D, Boccaccini AR, Bohner M, Díez-Pérez A, Epple M, Gómez-Barrena E, Herrera A, Planell JA, Rodríguez-Mañas L, Vallet-Regí M. 2014. The relevance of biomaterials to the prevention and treatment of osteoporosis. *Acta Biomaterialia* **10**:1793-1805.
- Atkins RC. 2005. The epidemiology of chronic kidney disease. *Kidney International* **67**:14-18.
- Atli B, Yamac M. 2012. Screening of medicinal higher basidiomycetes mushrooms from Turkey for lovastatin production. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **14**:149-159.
- Bari E, Nazarnezhad N, Kazemi SM, Tajick Ghanbary MA, Mohebbi B, Schmidt O, Clausen CA. 2015. Comparison between degradation capabilities of the white rot fungi *Pleurotus ostreatus* and *Trametes versicolor* in beech wood. *International Biodeterioration and Biodegradation* **104**:231-237.
- Bauer UE, Briss PA, Goodman RA, Bowman BA. 2014. Prevention of chronic disease in the 21st century: Elimination of the leading preventable causes of premature death and disability in the USA. *The Lancet* **384**:45-52.
- Bauerová K, Paulovičová E, Mihalová D, Švík K, Poništ S. 2009. Study of new ways of supplementary and combinatory therapy of rheumatoid arthritis with immunomodulators. Glucomannan and Imunoglukán in adjuvant arthritis. *Toxicology and Industrial Health* **25**:329-335.
- Bielli E. 2001. Houby: Obsáhlý rádce pro určování a sběr hub. Euromedia Group k. s., Praha.
- Beaglehole R, Ebrahim S, Reddy S, Voûte J, Leeder S. 2007. Prevention of chronic diseases: a call to action. *The Lancet* **370**:2152-2157.

- Bobek P, Galbavý Š. 1999. Hypocholesterolemic and antiatherogenic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rabbits. *Nahrung / Food* **43**:339-342.
- Bobek P, Nosálová V, Černá S. 2001. Effect of pleuran ( $\beta$ -glucan from *Pleurotus ostreatus*) in diet or drinking fluid on colitis in rats. *Nahrung / Food* **45**:360-363.
- Bodlák J. 2017. *Příroda léčí: Bylinář s recepty*. Granit s. r. o., Praha.
- Boeing H et al. 2012. Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition* **51**:637-663.
- Booth FW, Roberts CK, Thyfault JP, Ruegsegger GN, Toedebusch RG. 2017. Role of inactivity in chronic diseases: Evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. *Physiological Reviews* **97**:1351-1402.
- Callahan D. 1973. The WHO Definition of 'Health'. *The Hastings Center Studies* **1**:77-87.
- Capell HA et al. 2007. Combination therapy with sulfasalazine and methotrexate is more effective than either drug alone in patients with rheumatoid arthritis with a suboptimal response to sulfasalazine: Results from the double-blind placebo-controlled MASCOT study. *Annals of the Rheumatic Diseases* **66**:235-241.
- Cecchini M, Sassi F, Lauer JA, Lee YY, Guajardo-Barron V, Chisholm D. 2010. Tackling of unhealthy diets, physical inactivity, and obesity: Health effects and cost-effectiveness. *The Lancet* **376**:1775-1784.
- Chorváthová V, Bobek P, Ginter E, Klvanová J. 1993. Effect of the Oyster Fungus on Glycaemia and Cholesterolaemia in Rats with Insulin-Dependent Diabetes. *Physiological research* **42**:175-179.
- Choudhury M, Rahman T, Kakon A, Hoque N, Akhtaruzzaman M, Begum M, Choudhuri M, Hossain M. 2013. Effects of *Pleurotus ostreatus* on Blood Pressure and Glycemic Status of Hypertensive Diabetic Male Volunteers. *Bangladesh Journal of Medical Biochemistry* **6**:5-10.
- Chrastina J, Žiaková K, Ivanová K. 2011. Chronická nemoc, její definování a chápání pohledem nemocného a rodinných příslušníků. Teória, výskuma vzdelavanie v ošetrovatel'stve. Jeseniova lekárska fakulta.
- Chun SC, Muthu M, Hasan N, Tasneem S, Gopal J. 2019. Mycoremediation of PCBs by *Pleurotus ostreatus*: Possibilities and Prospects. *Applied Sciences* **9**:1-9.
- Clarke DM, Currie KC. 2009. Depression, anxiety and their relationship with chronic diseases: a review of the epidemiology, risk and treatment evidence. *Medical Journal of Australia* **190**:54-60.
- Corrêa RCG, Brugnari T, Bracht A, Peralta RM, Ferreira ICFR. 2016. Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends in Food Science & Technology* **50**:103-117.

- Cosman F. 2005. The prevention and treatment of osteoporosis: A review. *Medscape general medicine* **7**:73-73.
- Čapková N, Lustigová M, Kratěnová J, Žejglicová K, Kubínová R. 2017. Vybrané ukazatele zdravotního stavu české populace studie EHES (European Health Examination Survey) 2014. *Hygiena* **62**:35-37.
- Darnton-Hill I, Nishida C, James W. 2004. A life course approach to diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Public Health Nutrition* **7**:101-121.
- De La Foret, R. 2017. *Alchemy of Herbs: Transform Everyday Ingredients Into Foods and Remedies That Heal*. Hay House, Carlsbad.
- Deepalakshmi K, Sankaran M. 2014. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology* **5**: 718-726.
- DeFronzo RA et al. 2015. Type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Disease Primers* **1**:1-22.
- Del Río-Celestino M, Font R. 2020. The Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Foods* **9**:1-4.
- Dicks L, Ellinger S. 2020. Effect of the Intake of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on Cardiometabolic Parameters—A Systematic Review of Clinical Trials. *Nutrients* **12**:1-19.
- Dietz WH, Douglas CE, Brownson RC. 2016. Chronic disease prevention: Tobacco avoidance, physical activity, and nutrition for a healthy start. *JAMA* **316**:1645-1646.
- Durstine JL, Gordon B, Wang Z, Luo X. 2013. Chronic disease and the link to physical activity. *Journal of sport and health science* **2**:3-11.
- Egger G, Dixon J. 2014. Beyond obesity and lifestyle: A review of 21st century chronic disease determinants. *BioMed Research International* **2014**:1-12.
- Esposito K, Maiorino MI, Bellastella G. 2014. Diabetes and sexual dysfunction: Current perspectives. *Dove Press journal: Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* **7**:95-105.
- Falagas ME, Vardakas KZ, Vergidis PI. 2007. Under-diagnosis of common chronic diseases: prevalence and impact on human health. *International Journal of Clinical Practice* **61**:1569-1579.
- Fried TR, O’Leary J, Towle V, Goldstein MK, Trentelange M, Martin DK. 2014. The Effects of Comorbidity on the Benefits and Harms of Treatment for Chronic Disease: A Systematic Review. *PLoS ONE* **9** (e112593) DOI: 10.1371/journal.pone.0112593.
- Gebrelibanos M, Tesfaye D, Raghavendra Y, Sintayeyu B. 2013. Nutritional and health implications of legumes. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* **4**:1269-1279.
- González K, Fuentes J, Márquez JL. 2017. Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean Journal of Family Medicine* **38**:111-115.

- Grazioli E, Dimauro I, Mercatelli N, Wang G, Pitsiladis Y, Di Luigi L, Caporossi D. 2017. Physical activity in the prevention of human diseases: Role of epigenetic modifications. *BioMed Central Genomics* **18**:111-131.
- Hahn YS, Kim JG. 2010. Pathogenesis and clinical manifestations of juvenile rheumatoid arthritis. *Korean Journal of Pediatrics* **53**:921-930.
- Hartman J, Frishman WH. 2014. Inflammation and Atherosclerosis. *Cardiology in Review* **22**:147-151.
- Hu D et al. 2020. Ultraviolet Irradiation Increased the Concentration of Vitamin D2 and Decreased the Concentration of Ergosterol in Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) and Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Powder in Ethanol Suspension. *ACS Omega* **5**:7361-7368.
- Jablonský I, Šašek V. 2006. Jedlé a léčivé houby: pěstování a využití. Brázda s. r. o., Praha.
- Janáčková J, Macejová Ž, Šimaljaková M., Kužela L. 2019. Chronická onemocnění léčba změny. Mladá fronta a. s., Praha.
- Jasinghe VJ, Perera CO, Sablani SS. 2007. Kinetics of the conversion of ergosterol in edible mushrooms. *Journal of Food Engineering* **79**:864-869.
- Jayakumar T, Thomas PA, Sheu JR, Geraldine P. 2011. In-vitro and in-vivo antioxidant effects of the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Food Research International* **44**:851-861.
- Jayasuriya WJABN, Handunnetti SM, Wanigatunge CA, Fernando GH, Abeytunga DTU, Suresh TS. 2020. Anti-Inflammatory Activity of *Pleurotus ostreatus*, a Culinary Medicinal Mushroom, in Wistar Rats. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* **2020**:1-9.
- Jayasuriya WJABN, Wanigatunge CA, Fernando GH, Abeytunga DTU, Suresh TS. 2014. Hypoglycaemic Activity of Culinary *Pleurotus ostreatus* and *P. cystidiosus* Mushrooms in Healthy Volunteers and Type 2 Diabetic Patients on Diet Control and the Possible Mechanisms of Action. *Phytotherapy Research* **29**:303-309.
- Kennedy BK et al. 2014. Geroscience: Linking aging to chronic disease. *Cell* **159**:709-713.
- Kerezoudi EN et al. 2021. Fermentation of: *Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum* mushrooms and their extracts by the gut microbiota of healthy and osteopenic women: Potential prebiotic effect and impact of mushroom fermentation products on human osteoblasts. *Food and Function* **12**:1529-1546.
- Kilzieh N, Rastam S, Maziak W, Ward KD. 2008. Comorbidity of depression with chronic diseases: A population-based study in Aleppo, Syria. *International Journal of Psychiatry in Medicine* **38**:169-184.
- Kimokoti RW, Millen BE. 2016. Nutrition for the Prevention of Chronic Diseases. *Medical Clinics of North America* **100**:1185-1198.

- Kivelä K, Elo S, Kyngäs H, Kääriäinen M. 2014. The effects of health coaching on adult patients with chronic diseases: A systematic review. *Patient Education and Counseling* **97**:147-157.
- Kling JM, Clarke BL, Sandhu NP. 2014. Osteoporosis prevention, screening, and treatment: A review. *Journal of Women's Health* **23**:563-572.
- Krishnan A V., Kiernan MC. 2009, September 1. Neurological complications of chronic kidney disease. *Nature Reviews Neurology* **5**:542-551.
- Kumar K. 2020. Nutraceutical potential and processing aspects of Oyster mushrooms (*Pleurotus* species). *Curent Nutrition & Food Science* **16**:3-14.
- Kunnumakkara AB, Sailo BL, Banik K, Harsha C, Prasad S, Gupta SC, Bharti AC, Aggarwal BB. 2018. Chronic diseases, inflammation, and spices: How are they linked? *Journal of Translational Medicine* **16**:1-25.
- Kyngäs HA, Kroll T, Duffy ME. 2000. Compliance in adolescents with chronic diseases: A review. *Journal of adolescent health* **26**:379-388.
- Laux HE. 2006. Jedlé houby a jejich jedovatí dvojníci. Víkend s. r. o., Český Těšín.
- Lavi I, Friesem D, Geresh S, Hadar Y, Schwartz B. 2006. An aqueous polysaccharide extract from the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* induces anti-proliferative and pro-apoptotic effects on HT-29 colon cancer cells. *Cancer Letters* **244**:61-70.
- Lepšová A. 2001. Zázračná houba? Hlíva ústříčná. Víkend, Český Těšín.
- Lepšová A. 2005. Houby jako elixír života. Víkend, Český Těšín.
- Li X, Liu Y, Zhang H, Ren L, Li Q, Li N. 2011. Animal models for the atherosclerosis research: A review. *Protein & cell* **2**:189-201.
- Lix L, Yogendran M, Burchill C, Metge C, Mckeen N, Moore D, Bond R. 2006. Defining and Validating Chronic Diseases: An Administrative Data Approach. Manitoba Centre for Health Policy, Winnipeg.
- Majtan J. 2012. Pleuran ( $\beta$ -Glucan from *Pleurotus ostreatus*): An Effective Nutritional Supplement against Upper Respiratory Tract Infections? *Acute Topics in Sport Nutrition* **59**:57-61.
- Malaguti M, Dinelli G, Leoncini E, Bregola V, Bosi S, Cicero A, Hrelia S. 2014. Bioactive Peptides in Cereals and Legumes: Agronomical, Biochemical and Clinical Aspects. *International Journal of Molecular Sciences* **15**:21120-21135.
- Manz F, Wentz A. 2005. The Importance of Good Hydration for the Prevention of Chronic Diseases. *Nutrition Reviews* **63**:2-5.
- Marín-Peñalver JJ, Martín-Timón I, Sevillano-Collantes C, del Cañizo-Gómez FJ. 2016. Update on the treatment of type 2 diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes* **7**:354-395.
- Marques A, Santos T, Martins J, Matos MG De, Valeiro MG. 2018. The association between physical activity and chronic diseases in European adults. *European Journal of Sport Science* **18**:140-149.

- Meetoo D. 2008. Chronic diseases: the silent global epidemic. *British Journal of Nursing* **17**:1320-1325.
- Merrell M, Shulman LE. 1955. Determination of prognosis in chronic disease, illustrated by systemic lupus erythematosus. *Journal of Chronic Diseases* **1**:12-32.
- Meybodi NM, Mortazavian AM, Monfared AB, Sohrabvandi S, Meybodi FA. 2017. Phytochemicals in cancer prevention: A review of the evidence. *Iranian Journal of Cancer Prevention* **10** (e7219) DOI: 10.17795/ijcp-7219.
- Mirzaei H, Khoi MJM, Azizi M, Goodarzi M. 2016. Can curcumin and its analogs be a new treatment option in cancer therapy? *Cancer Gene Therapy* **23**:410-410.
- Moghbel M, Al-Zaghal A, Werner TJ, Constantinescu CM, Høilund-Carlsen PF, Alavi A. 2018. The Role of PET in Evaluating Atherosclerosis: A Critical Review. *Seminars in Nuclear Medicine* **48**:488-497.
- Mokkink LB, Van Der Lee JH, Grootenhuis MA, Offringa M, Heymans HSA. 2008. Defining chronic diseases and health conditions in childhood (0-18 years of age): national consensus in the Netherlands. *European Journal of Pediatrics* **167**:1441-1447.
- Montecucco F, Mach F. 2009. Common inflammatory mediators orchestrate pathophysiological processes in rheumatoid arthritis and atherosclerosis. *Rheumatology* **48**:11-22.
- Nakazawa T, Morimoto R, Wu H, Kodera R, Sakamoto M, Honda Y. 2019. Dominant effects of gat1 mutations on the ligninolytic activity of the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Fungal Biology* **123**:209-217.
- Nentwich MM, Ulbig MW. 2015. Diabetic retinopathy - ocular complications of diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes* **6**:489-499.
- Olokoba AB, Obateru OA, Olokoba LB. 2012. Type 2 diabetes mellitus: A review of current trends. *Oman Medical Journal* **27**:269-273.
- Olufemi AE, Terry AOA, Kola OJ. 2012. Anti-leukemic and immunomodulatory effects of fungal metabolites of *Pleurotus pulmonarius* and *Pleurotus ostreatus* on benzene-induced leukemia in Wister rats. *Kourean Journal of Hematology* **47**:67-73.
- Peters BSE, Martini LA. 2010. Nutritional aspects of the prevention and treatment of osteoporosis. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia* **54**:179-185.
- Petrosyan Y, Bai YQ, Koné Pefoyo AJ, Gruneir A, Thavorn K, Maxwell CJ, Bronskill SE, Wodchis WP. 2017. The Relationship between Diabetes Care Quality and Diabetes-Related Hospitalizations and the Modifying Role of Comorbidity. *Canadian Journal of Diabetes* **41**:17-25.
- Piskov S, Timchenko L, Grimm W-D, Rzhepakovsky I, Avanesyan S, Sizonenko M, Kurchenko V. 2020. Effects of Various Drying Methods on Some Physico-Chemical Properties and the Antioxidant Profile and ACE Inhibition Activity of Oyster Mushrooms (*Pleurotus Ostreatus*). *Foods* **9**:1-26.

- Prasad S, Rathore H. 2015. Medicinal Mushrooms as a Source of Novel Functional Food. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics* **4**:221-225.
- Prasad S, Sung B, Aggarwal BB. 2012. Age-associated chronic diseases require age-old medicine: Role of chronic inflammation. *Preventive medicine* **54**:29-37.
- Prentašić P, Lončarić S, Vatavek Z, Benčić G, Subašić M, Petković T, Dujmović L, Malenica-Ravlić M, Budimlija N, Tadić R. 2013. Diabetic retinopathy image database (DRiDB): A new database for diabetic retinopathy screening programs research. 2013 8th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA) **8**:711-716.
- Ravi B, Renitta RE, Prabha ML, Issac R, Naidu S. 2013. Evaluation of antidiabetic potential of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in alloxan-induced diabetic mice. *Immunopharmacology and Immunotoxicology* **35**:101-109.
- Reddy KS, Katan MB. 2004. Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases. *Public Health Nutrition* **7**:167-186.
- Rezaul Karim M, Foyzur Rahman M, Rezanur Rahman M, Tamannaa Z, Krisna Ghose D, Nurul Islam M, Tofazzal Hossain M, Islam R, Ataur Rahman M. 2020. Hypoglycemic and antidiabetic potential of *Pleurotus ostreatus* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics* **3**:49-55.
- Rijken M, Van Kerkhof M, Dekker J, Schellevis FG. 2005. Comorbidity of chronic diseases. *Quality of Life Research* **14**:45-55.
- Rizzuto D, Melis RJF, Angleman S, Qiu C, Marengoni A. 2017. Effect of Chronic Diseases and Multimorbidity on Survival and Functioning in Elderly Adults. *Journal of the American Geriatrics Society* **65**:1056-1060.
- Rovenský J, Stančíková M, Švík K, Bauerová K, Jurčovičová J. 2011. The effects of  $\beta$ -glucan isolated from *Pleurotus ostreatus* on methotrexate treatment in rats with adjuvant arthritis. *Rheumatology International* **31**:507-511.
- Rozanski A, Blumenthal JA, Kaplan J. 1999. Impact of psychological factors on the pathogenesis of cardiovascular disease and implications for therapy. *Circulation* **99**:2192-2217.
- Ruiz-León AM, Lapuente M, Estruch R, Casas R. 2019. Clinical advances in immunonutrition and atherosclerosis: A review. *Frontiers in immunology* **10**:1-73.
- Sałata A, Lemieszek M, Parzymies M. 2018. The nutritional and health properties of an oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr) P. Kumm.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* **17**:185-197.
- Sami W, Ansari T, Butt NS, Hamid MRA. 2017. Effect of diet on type 2 diabetes mellitus: A review. *International journal of health sciences* **11**:65-71.
- Sánchez C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology* **85**:1321-1337.



- Sarangi I, Ghosh D, Bhutia SK, Mallick SK, Maiti TK. 2006. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. *International Immunopharmacology* **6**:1287-1297.
- Sayeed MA, Banu A, Khatun K, Khanam PA, Begum T, Mahtab H, Haq JA. 2015. Effect of edible mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on type-2 diabetics. *Ibrahim Medical College Journal* **8**:6-11.
- Schellevis FG, van der Velden J, van de Lisdonk E, van Eijk JTM, van Weel C. 1993. Comorbidity of chronic diseases in general practice. *Journal of Clinical Epidemiology* **46**:469-473.
- Schneider I, Kressel G, Meyer A, Krings U, Berger RG, Hahn A. 2011. Lipid lowering effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in humans. *Journal of Functional Foods* **3**:17-24.
- Schuilig KD, Robinia K, Nye R. 2011. Osteoporosis Update. *Journal of Midwifery & Women's Health* **56**:615-627.
- Selvamani S, El-Enshasy HA, Dailin DJ, Malek RA, Hanapi SZ, Kumar Ambehabati K, Sukmawati D, Leng OM, Moloji N. 2018. Antioxidant Compounds of the Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus*. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries* **7**:1-14.
- Sharifi-Rad M et al. 2020. Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases. *Frontiers in Physiology* **11**:1-21.
- Sher H, Al-Yemeni M, Khan K. 2011. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.) in two different agroecological zones of Pakistan. *African Journal of Biotechnology* **10**:183-188.
- Siracusa G, Becarelli S, Lorenzi R, Gentini A, Di Gregorio S. 2017. PCB in the environment: bio-based processes for soil decontamination and management of waste from the industrial production of *Pleurotus ostreatus*. *New Biotechnology* **39**:232-239.
- Slavin JL, Lloyd B. 2012. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition* **3**:506-516.
- Socha R, Vít A. 2020. *Houby z Boží lékárny: Léčivé houby v terapii a kuchyni*. Eminent, Praha.
- Stella T, Covino S, Čvančarová M, Filipová A, Petruccioli M, D'Annibale A, Cajthaml T. 2017. Bioremediation of long-term PCB-contaminated soil by white-rot fungi. *Journal of Hazardous Materials* **324**:701-710.
- Tanaka A, Nishimura M, Sato Y, Sato H, Nishihira J. 2016. Enhancement of the Th1-phenotype immune system by the intake of Oyster mushroom (*Tamogitake*) extract in a double-blind, placebo-controlled study. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* **6**:424-430.
- Tong H, Xia F, Feng K, Sun G, Gao X, Sun L, Jiang R, Tian D, Sun X. 2009. Structural characterization and in vitro antitumor activity of a novel polysaccharide isolated from the fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus*. *Bioresource Technology* **100**:1682-1686.

- Unwin N, Alberti KGMM. 2006. Chronic non-communicable diseases. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* **11**:455-464.
- Valíček P. 2011. Houby a jejich léčivé účinky. Start, Benešov.
- Valíček P. 2014. Rostliny pro zdravý život. Start, Benešov.
- Van Baal PHM, Hoeymans N, Hoogenveen RT, de Wit GA, Westert GP. 2006. Disability weights for comorbidity and their influence on health-adjusted life expectancy. *Population Health Metrics* **4**:1-7.
- Van Breda SGJ, de Kok TCM. 2018. Smart Combinations of Bioactive Compounds in Fruits and Vegetables May Guide New Strategies for Personalized Prevention of Chronic Diseases. *Molecular Nutrition & Food Research* **62** (e1700597) DOI: 10.1002/mnfr.201700597.
- Vetrano DL, Foebel AD, Marengoni A, Brandi V, Collamati A, Heckman GA, Hirdes J, Bernabei R, Onder G. 2016. Chronic diseases and geriatric syndromes: The different weight of comorbidity. *European Journal of Internal Medicine* **27**:62-67.
- Vitak T, Yurkiv B, Wasser S, Nevo E, Sybirna N. 2017. Effect of medicinal mushrooms on blood cells under conditions of diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes* **8**:187-201.
- Vlasenko V, Vlasenko A. 2018. Antiviral activity of fungi of the Novosibirsk Region: *Pleurotus ostreatus* and *P. pulmonarius* (Review). *BIO Web of Conferences* **11**:1-4.
- Volkov M, Schie KA, Woude D. 2020. Autoantibodies and B Cells: The ABC of rheumatoid arthritis pathophysiology. *Immunological Reviews* **294**:148-163.
- Vysotskaya MR, Maslova G V., Petrova VA, Nud'Ga LA. 2009. Electrochemical recovery of chitin-glucan complex from *Pleurotus ostreatus* basidial fungus and properties of the product. *Russian Journal of Applied Chemistry* **82**:1390-1395.
- World Health Organization. 2018. WHO global report on trends in prevalence of tobacco smoking 2000-2025, second edition. World Health Organization, Geneva.
- Zhang Y, Hu T, Zhou H, Zhang Y, Jin G, Yang Y. 2016. Antidiabetic effect of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus* in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules* **83**:126-132.
- Zhou S, Ma F, Zhang X, Zhang J. 2016. Carbohydrate changes during growth and fruiting in *Pleurotus ostreatus*. *Fungal Biology* **120**:852-861.

## 6 Seznam použitých zkratk a symbolů

BMI – index tělesné hmotnosti  
CMP – cévní mozková příhoda  
DM – diabetes mellitus  
HDL – vysokodenzitní lipoproteiny  
ICHS – ischemická choroba srdeční  
JIA – juvenilní idiopatická artritida  
KVO – kardiovaskulární onemocnění  
LDL – nízkodenzitní lipoproteiny  
MTX – methotrexát  
ML – minerální látky  
PCB – polychlorované bifenyly  
RA – revmatoidní artritida  
RF – revmatoidní faktor  
SASP – sulfasalazin  
TG – triacylglyceroly  
VLDL – velmi nízkodenzitní lipoproteiny