

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**RADKA KŘIKAVOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

---



**Význam jednotlivých složek výživy člověka na regulaci  
imunitních reakcí organismu**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

Ing. Veronika Rozíková, Ph.D.

*Vypracovala:*

Radka Křikavová

---

Brno 2017

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „Význam jednotlivých složek výživy člověka na regulaci imunitních reakcí organismu“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala paní Ing. Veronice Rozíkové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za odborné vedení a cenné rady a připomínky, které mi pomohly zpracovat tuto bakalářskou práci.

# VÝZNAM JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK VÝŽIVY ČLOVĚKA NA REGULACI IMUNTNÍCH REAKCÍ ORGANISMU

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o vlivu výživy na lidský imunitní systém. Obecně popisuje složky imunitního systému, který je důležitý pro správné fungování lidského organismu. Také popisuje jednotlivé orgány imunitního systému a jejich funkce. Zaměřuje se na vybrané složky výživy ovlivňující imunitní systém. Podrobně je popisuje a shrnuje současné poznatky o jejich funkcích, které mají vliv na lidské zdraví.

**Klíčová slova:** imunitní systém, výživa, zdraví

# THE IMPORTANCE OF THE INDIVIDUAL COMPONENTS OF HUMAN NUTRITION ON THE REGULATION IMMUNE REACTION OF THE ORGANISM

## ABSTRACT

This bachelor thesis is about effect of nutrition on the human immune system. Generally, it describes the immune system that is important to the proper functioning of the human organism. It also describes the individual organs of the immune system and their functions. This work explores selected nutrients that affect the immune system. In describes them in detail and summarizes actual knowledge of their functions that affect human health.

**Keywords:** immune system, nutrition, health

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3 IMUNITNÍ SYSTÉM</b> .....	<b>11</b>
3.1 Orgány imunitního systému .....	13
3.1.1 Gastrointestinální trakt.....	14
3.2 Látková a buněčná imunita .....	15
3.3 Imunita vrozená a adaptivní .....	18
<b>4 LÁTKY OVLIVŇUJÍCÍ IMUNITNÍ REAKCE</b> .....	<b>20</b>
4.1 Probiotika, prebiotika a symbiotika .....	21
4.2 Vitaminy.....	26
4.3 Minerální látky .....	28
4.4 Aminokyseliny .....	31
4.5 Fytochemické látky .....	32
4.6 Včelí produkty.....	34
4.6.1 Med .....	35
4.6.2 Propolis .....	36
4.6.3 Mateří kašička.....	36
4.6.4 Pyl .....	37
4.7 Funkční potraviny .....	38

<b>5 ZÁVĚR.....</b>	<b>40</b>
<b>6 ZDROJE .....</b>	<b>41</b>

# 1 ÚVOD

Funkce imunitního systému jsou velmi široké a mají významný vliv prakticky na všechny procesy probíhající v těle. Imunitní systém je velice složitý a mnoho jeho funkcí je nám stále utajeno. Na kvalitě přirozené obranyschopnosti mimo jiné závisí i to, zda u člověka propukne nebo nepropukne nádorové bujení či jiná závažná nemoc. Imunitní systém je oslabován dlouhodobým stresem, nadměrným psychickým vypětím nebo nedostatkem spánku. Imunitu také ale zhoršuje špatný životní styl, jako je kouření, pobyt ve znečištěném prostředí, nedostatek pohybu, nadměrná konzumace alkoholu a v neposlední řadě i nezdravý jídelníček. Mezi výživou a zdravím existuje mnoho vztahů.

V současnosti se životní styl většiny lidí žijících ve vyvinutých zemích vyznačuje nedostatkem pohybu, kouřením a je také doprovázen nadbytkem velmi snadno dostupných a energeticky bohatých potravin. Tyto faktory působí negativně na zdravotní stav jednotlivce i celé populace. V České republice je zvýšený výskyt neinfekčních onemocnění hromadného charakteru, a to zejména aterosklerózy, hypertenze, nádorů, obezity a dalších chorob. Většina těchto onemocnění je z největší části následkem nesprávné výživy. Ta je charakterizována nadměrným příjmem energie, vysokým příjmem tuků s převahou nasycených živočišných tuků a nedostatkem polynenasycených mastných kyselin, polysacharidů, vlákniny a některých vitamínů a minerálů (web 14).

Vlivem zhoršení životního prostředí a zrychlení životního stylu na lidský organismus působí celá řada vnějších vlivů, které narušují naši obranyschopnost. A právě kvůli tomu je třeba myslet na doplňování vhodných potravin, posilujících náš oslabený organismus nejen o žádoucí přírodní antioxidanty, vitaminy a minerály (KERESTEŠ, 2011).



## **2 CÍLE PRÁCE**

Cílem této práce je prostudovat strukturu imunitního systému člověka a jeho funkce v lidském organismu. Tato práce má rozebrat jednotlivé složky v lidské výživě a popsat jejich funkci v lidském organismu se vztahem k imunitním reakcím. Má zhodnotit významné složky potravy zvyšující obranyschopnost organismu. Také se zmiňuje o aktuálních doporučovaných složkách potravin v České republice a jejich účincích na lidský organismus.

### 3 IMUNITNÍ SYSTÉM

Imunitní systém je tvořen souborem buněk a orgánů, které spolupracují na obraně organismu proti cizorodým zárodkům. Imunitní orgány se nacházejí v celém těle a spolu s nervovým, srdečním, pohybovým a trávicím ústrojím zajišťují harmonickou činnost organismu jako celku. Imunitní systém je také schopen kontrolovat tvorbu nádorových buněk a zároveň tyto buňky ničí.

Základem imunitní funkce je složitá a dynamická komunikační síť. Pokud se imunitní buňky setkají s cizí látkou, tak začnou produkovat chemické látky. A právě tyto látky umožňují buňkám regulovat svůj vlastní růst a chování, zmobilizovat další buňky a nasměrovat je na problematická, postižená místa. Pokud je imunita oslabená, anebo úplně selže, tak vzniká onemocnění. Mezi taková onemocnění patří: nachlazení, chřipka, alergie, zánět kloubů (artritida), ale i rakovina (web 9).

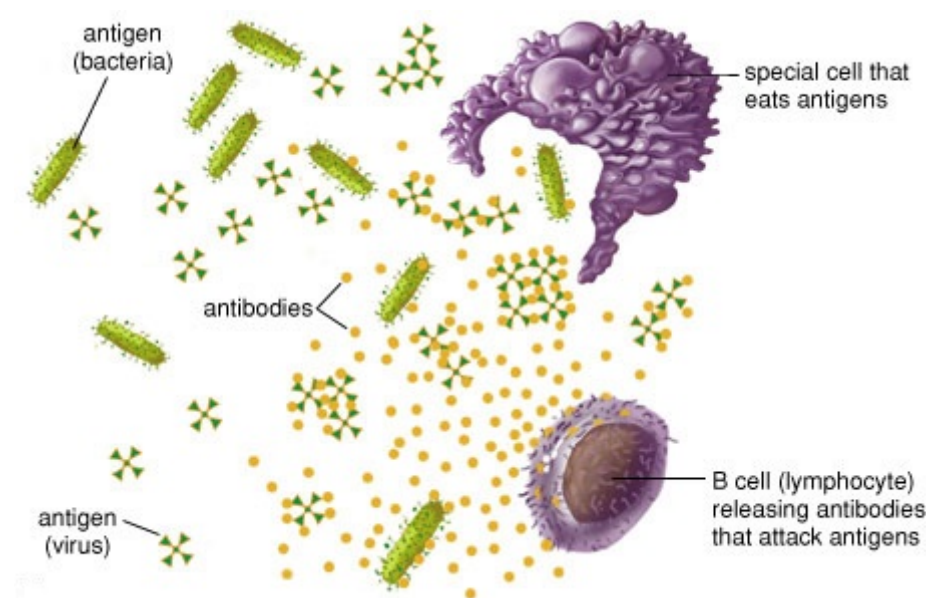
Imunita tvoří velice důležitou a nepostradatelnou schopnost lidského organismu bránit se proti cizorodým látkám – takzvaným antigenům (patogenům neboli choroboplodným zárodkům, bakteriím, virům či nádorovým buňkám), které pocházejí nejen z vnějšího prostředí, ale také z vnitřního prostředí vlastního organismu.

Antigeny jsou látky, které imunitní systém rozpozná a reaguje na ně. Jako antigeny mohou působit jakékoliv chemické struktury ve formě makromolekul, které jsou přítomné na buněčném povrchu. Nejvýznamnějšími antigeny jsou různé komplexní polysacharidy, proteiny, lipidy a lipoproteiny. Část molekuly antigenu, která je rozeznávána imunitními receptory se označuje jako epitop. Na obr. 1 jsou zobrazeny fagocytární buňky, které ničí bakteriální a virové antigeny tím, že je pohltní, zatímco B-buňky produkují protilátky, které se váží na inaktivované antigeny.

Nejčastějšími antigeny jsou cizorodé látky z vnějšího prostředí, jako jsou infekční mikroorganismy a jejich produkty, tyto antigeny nazýváme exoantigeny. Antigeny, které nejsou cizorodé, tzn., že pocházejí ze samotného organismu, nazýváme autoantigeny.

Dále rozeznáváme různé alergeny, které můžeme definovat jako exoantigeny, které mohou u vnímavého jedince vyvolat patologickou neboli alergickou imunitní reakci. Superantigen je exoantigen vyvolávající nespecifickou aktivaci velkého

počtu lymfocytů nezávisle na jejich antigenní specifitě (HOŘEJŠÍ a BARTŮŇKOVÁ, 2002).



**Obr. 1: Fagocytující buňky (zdroj: <https://www.britannica.com/science/antigen>)**

*Antigen (bacteria) – antigen bakterie, antibodies – protilátky, antigen (virus) – antigen viru, special cell that eats antigens – speciální buňky pohlcující antigeny, B cell (lymphocyte) releasing antibodies that attack antigens – B buňky (lymfocyty) produkují protilátky, které přitahují antigeny*

Obecnou funkcí imunitního systému je pomocí antigenů rozpoznat strukturální rysy patogenu nebo toxinu. Tyto rysy poté označí jako odlišné od hostitelských buněk, s cílem potlačit nebo úplně zneškodnit nebezpečný prvek v organismu. Toto rozlišení je nezbytné pro hostitele, aby mohl eliminovat nebezpečí bez poškození vlastní tkáně (NARAYANASAMY, 2005).

Důležitou funkcí imunitního systému je autotolerance, kdy imunitní systém rozpozná vlastní tkáně organismu a udržuje vůči nim toleranci. Imunitní systém rozpoznává škodliviny a chrání tak organismus proti patogenním mikroorganismům a toxickým

produktům, které tyto mikroorganismy vytváří. Tuto funkci označujeme jako obrannou schopnost. Další funkcí imunitního systému je rozpoznávat vnitřní škodliviny, to znamená, že průběžně odstraňuje staré, poškozené a některé změněné (mutované) buňky. Tuto funkci nazýváme imunitní dohled (HOŘEJŠÍ a BARTŮŇKOVÁ, 2002).

### 3.1 Orgány imunitního systému

Imunitní reakce zajišťuje mnoho různých druhů molekul a buněk, které mezi sebou vzájemně spolupracují. Buňky imunitního systému tvoří s pojivovými buňkami a dalšími strukturami funkční a anatomické celky – lymfatickou tkáň a lymfatické orgány.

Mezi primární lymfatické orgány řadíme kostní dřeň a thymus. Zde dochází ke vzniku, diferenciaci a zrání imunokompetentních buněk. Sekundární lymfatické orgány jsou slezina, lymfatické uzliny a jejich organizované shluky (tonsily, appendix, Peyeroovy plaky ve střevě; NARAYANASAMY, 2005).

Lymfatické uzliny jsou malé orgány ve tvaru fazole, umístěny podél lymfatických cest v těle. Lymfatické uzliny produkují a ukládají buňky bojující s infekcemi. Jsou součástí lymfatického systému, který se skládá z kostní dřeně, sleziny, brzlíku a lymfatických uzlin. Lymfatické uzliny obsahují lymfu, což je čirá tekutina, která obsahuje směs látek absorbovaných z epitelu a dalších tkání a je vedena do lymfatických uzlin. Lymfa roznáší tyto buňky do celého těla. Když tělo bojuje s infekcí, mohou být lymfatické uzliny zvětšené a bolestivější.

Slezina je největší lymfatický orgán v těle, nachází se na levé straně pod žebry a nad žaludkem, obsahuje velké množství bílých krvinek bojujících s infekcemi. Slezina také pomáhá kontrolovat množství krve v těle a zbavuje tělo starých nebo poškozených krevních buněk.

Kostní dřeň je žlutá tkáň ve středu kostí produkující bílé krvinky. Tato houbovitá tkáň se nachází uvnitř některých kostí, jako jsou kyčle a stehenní kosti a obsahuje nezralé buňky, takzvané kmenové buňky. Kmenové buňky, zejména embryonální kmenové buňky, které jsou odvozeny z vajíček oplodněných *in vitro* (mimo tělo), jsou ceněné pro jejich pružnost, jelikož jsou schopny se modifikovat do jakékoliv lidské buňky.

Thymus, v tomto malém orgánu dozrávají T-buňky. Nachází se pod hrudní kostí a má tvar listu tymiánu, odtud pochází jeho název. Může vyvolat nebo udržet produkci protilátek, které mohou vést ke svalové slabosti. Zajímavostí je, že brzlík je poněkud velký u kojenců, roste až do puberty, a pak se začne pomalu s věkem zmenšovat (web 17).

### 3.1.1 Gastrointestinální trakt

V trávicím traktu dochází k nejdůležitější a nejkomplicovanější interakci se zevním prostředím. Jeho součástí je i imunitní systém, který zajišťuje obranu před mnohými patogenními organismy a toxiny narušujícími střevní integritu. V důsledku poškození střevní integrity může docházet k homeostáze celého organismu. Imunitní systém také musí rozpoznat záplavu antigenních stimulů od neškodných složek lidské výživy, které nepředstavují žádné riziko.

V menší míře probíhají podobné procesy na každém povrchu sliznic a to zejména v respiračním a urogenitálním traktu. V důsledku toho vznikly specializované slizniční lymfatické tkáně, které zajišťují tuto homeostatickou funkci. Pro slizniční imunitní systém je charakteristická jasná dominance imunoglobulinového IgA izotopu ve slizničních sekretech a na sliznicích (web 16).

Peyerovy pláty a mezenterální lymfatické uzliny jsou makroskopické struktury, kryté z velké části lemen enterocytů nacházejících se ve sliznici. Hlavní funkcí Peyerových plátů je rozpoznat antigeny pomocí speciálních M-buněk, které se nachází na jejich povrchu. M-buňky zajišťují přenos antigenů ze střeva a přichází tak do styku s makrofágy, lymfocyty a dendritickými buňkami. Peyerovy pláty jsou označovány jako spouštěcí místa slizniční imunity, protože obsahují mimo jiné i B-lymfocyty. Funkčnost Peyerových plátů je ovlivňována celkovým prostředím střeva.

Imunitní děje na sliznicích nemají jen lokální význam, ale účastní se i slizniční imunity jiných orgánových soustav. Příkladem této schopnosti imunitního systému, je pasivní ochrana kojence proti virům a bakteriím trávicího systému matky. Mezi buňkami trávicího traktu a enterocyty dochází k vzájemným interakcím. Buňky imunitního systému mohou ovlivňovat sekreci a absorpci elektrolytů enterocyty. Ty jsou naopak

schopné produkovat některé interleukiny a enzymy, které se podílí na zánětlivých reakcích (COMINELLI a kol., 2010).

Mechanismy umožňující rozpoznání mikrobiálních, toxických nebo alergenních struktur lze rozdělit do dvou hlavních kategorií: vrozená a adaptivní imunitní odpověď. Specifické (adaptivní) obrany se účastní tyto dva mechanismy: Látková imunita, kam řadíme B-lymfocyty a protilátky a buněčná imunita zprostředkovaná lymfocyty. Na nespecifické (vrozené) obraně se podílí bariérové vlastnosti kůže a sliznic, NK buňky, fagocytóza, baktericidní látky tělních tekutin a antivirové látky (nespecifické virové inhibitory a interferony), komplementový systém a zánětlivá reakce. Oba tyto mechanismy se aktivují až po setkání s daným antigenem (NEČAS, 2005).

### **3.2 Látková a buněčná imunita**

**Látkovou – humorální imunitu** zprostředkovávají imunoglobulinové protilátky. Imunoglobuliny, tvořené plazmatickými buňkami diferencovanými z B lymfocytů aktivují komplementový systém, napadají a následně neutralizují antigeny. Látková imunita je podstatným obranným mechanismem proti bakteriální infekci.

Pokud se do těla dostanou cizorodé bílkoviny a podobné látky, jsou pohlceny makrofágy a následně natráveny. Zásadní funkci humorální imunity plní lymfocyty.

Lymfocyty jsou malé bílé krvinky, které hrají velkou roli v obraně organismu proti onemocněním. Existují dva typy lymfocytů: B-lymfocyty, které tvoří protilátky napadající bakterie a toxiny, a T-lymfocyty, které pomáhají ničit infikované nebo rakovinné buňky. Tzv. „zabíječské“ T-buňky jsou podskupinou T-lymfocytů, které zabíjejí buňky infikované viry a jiné patogeny nebo jinak poškozené buňky. T-pomocné buňky určují, které imunitní reakce má tělo vytvářet pro konkrétní patogen. Lymfocyty B mohou přímo navázat antigeny, ale pro úplnou aktivaci a tvorbu protilátek musí kontaktovat pomocné T lymfocyty. Aktivované B lymfocyty prolifерují a mění se na paměťové lymfocyty B a plazmatické buňky. Plazmatické buňky vylučují do oběhu velké množství protilátek a ty jsou nazývány jako imunoglobuliny (web 5).

Imunoglobuliny vytváří B lymfocyty. Jsou to cirkulující protilátky, které svého nositele chrání tím, že se vážou na některé bílkovinné toxiny a neutralizují je. Dále blokuje přichycení některých virů na buňky. Je produkováno pět druhů imunoglobulinů (IgG, IgA, IgM, IgD, IgE). Základem každé z nich je symetrická jednotka, která obsahuje čtyři polypeptidové řetězce (KLEMENTA, 1981).

Nejvíce zastoupeny jsou IgG. Podílí se na neutralizaci bakteriálních toxinů a na inaktivaci virů. Vyznačují se opsonizační schopností usnadňující fagocytózu. Prochází přes placentu z matky do plodu a vyskytuje se také v mateřském mléce. U novorozence, který není kojený je proto jediným imunoglobulinem, který ho chrání před infekcí v prvních týdnech života. IgA se vyskytují zejména ve slizničních sekretech. Brání adhezi bakterií na slizniční povrch, neutralizují viry a váží na sebe antigeny vyskytující se pod epitelovou vrstvou. Ty pak přenáší ve formě imunokomplexů do střeva, odkud odchází společně se stolicí. Také se nachází v kolostru, a tudíž je kojený novorozenec chráněn pasivně mateřským mlékem, zejména proti střevním infekcím. IgE se nachází pouze u savců a hrají důležitou roli při vzniku alergií. Zajišťují obranu organismu proti parazitům, protože působí na eozinofilní granulocyty, které jsou cytotoxické vůči některým parazitům. IgD se u člověka vyskytují jen v nízkých koncentracích. Uplatňují se hlavně jako membránový receptor B-lymfocytů. IgM se tvoří ještě před narozením, vyskytují se hlavně v krvi a někdy i v tělních sekretech. Napomáhají aktivaci komplementu a dominují hlavně v primární imunitní reakci. Jejich hlavní úlohou je likvidace bakterií aglutinací a aktivace komplementového systému (FUČÍKOVÁ, 1997).

**Buněčnou imunitu** zprostředkovávají T lymfocyty. Tato imunita je odpovědná za opožděné alergické reakce. Cytotoxické lymfocyty T napadají a ničí buňky, které mají antigeny, které byly těmito lymfocyty již aktivovány. Zničí je vsunutím perforinů (cytolyticky působící látky) a vyvoláním apoptózy. Buněčná imunita představuje hlavní obranu proti virům, plísním a některým (zejména intracelulárním) bakteriím. Rovněž napomáhá při obraně proti nádorovému bujení. Hlavními buňkami buněčné imunity jsou T-lymfocyty a leukocyty.

Efektorovými buňkami jsou T-lymfocyty, které neprodukují protilátky, ale po aktivaci antigenem se dělí a diferencují ve vysoce specializované efektorové buňky. Ty se zúčastňují imunitní odpovědi více způsoby.

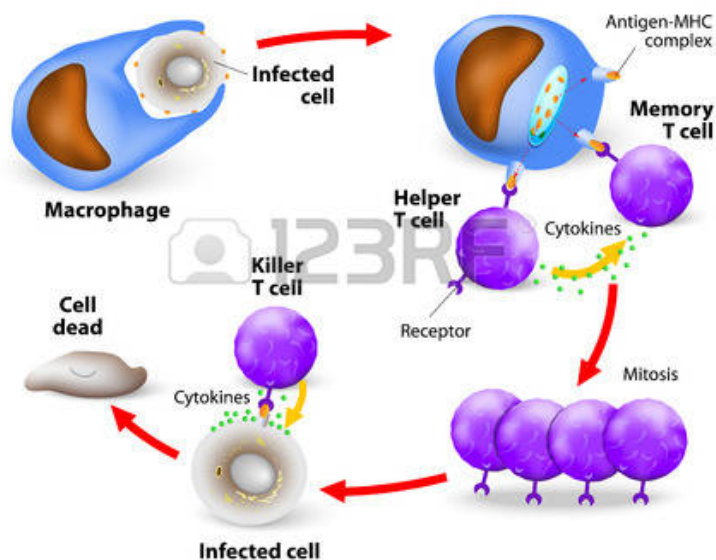
Existují čtyři hlavní funkce T-lymfocytů: aktivace B buněk k tvorbě protilátek, aktivace makrofágů, buněčně zprostředkovaná cytotoxicita (donutí buňku k apoptóze) a potlačování odpovědi specifických T a B-lymfocytů. Tyto funkce vykonávají 3 různé poddruhy T-lymfocytů: pomocné  $T_H$  – buňky, cytotoxické  $T_C$  – buňky a supresorové  $T_S$  – buňky. Tato specifita jednotlivých T-lymfocytů je determinována během jejich vývoje v thymu (web 4).

Leukocyty jsou bílé krvinky bojující s chorobami tím, že identifikují a eliminují patogeny. Jsou takovou druhou rukou vrozeného imunitního systému. Vysoký počet bílých krvinek se označuje jako leukocytóza. Vrozené leukocyty zahrnují fagocyty (makrofágy, neutrofilny a dendritické buňky), žírné buňky, eosinofily a basofily.

Eozinofily působí zejména proti parazitickým červům tak, že vylučují enzymy, které je zabíjí. Bazofily jsou zodpovědné za zánětlivou a alergickou imunitní odpověď. Navíc obsahují heparin, který zabraňuje srážení krve. Neutrofilny pohlcují cizorodé buňky okamžitě po jejich setkání, nemusí tedy čekat na aktivaci signálů, jako je tomu u lymfocytů. Pokud je bakterií větší množství, tak neutrofilny uvolní signální látky, které nastartují vznik zánětu (web 16). Makrofágy jsou v různých tkáních popsány pod různými názvy. V mozku jako mikroglia, v kůži jako Langerhansovy buňky, v játrech jako buňky Kupfferovy, v kostech jako osteoklasty. Část tkáňových makrofágů pochází z monocytů, které cirkulují v krvi. Nejdůležitější funkcí makrofágů je pohlcování (fagocytóza) zbytků odumřelých buněk. Do této reakce se zapojují aktivované makrofágy, NK buňky, cytotoxické antigen-specifické T-lymfocyty a dochází při tom k uvolnění cytokinů (na obr. 2). Makrofágy jsou významnými producenty proteinových hormonů imunitního systému, zvaných cytokiny (web 7).



## CELL-MEDIATED IMMUNE RESPONSE



Obr. 2: Buňkami zprostředkovaná imunita

(zdroj: [https://cz.123rf.com/photo\\_27277763\\_stock-photo.html](https://cz.123rf.com/photo_27277763_stock-photo.html))

*Infected cell – infikovaná buňka, antigen-MHC complex – komplex antigen-MHC, memory T cell – paměťová T buňka, cytokines – cytosiny, helper T cell – pomocné T buňky, receptor – receptor, mitosis – mitóza, killer T cell – „zabíječská“ T buňka, cell dead – usmrcená buňka, macrophage - makrofág*

### 3.3 Imunita vrozená a adaptivní

Imunitní systém je tvořen souborem buněk, tkání a molekul, které chrání tělo před patogenními mikroorganismy a toxiny, které se vyskytují v okolním prostředí. Tato obrana proti mikrobům se dělí do dvou obecných typů reakcí a to: reakce vrozené imunity a reakce adaptivní imunity.

Jak již název napovídá, **vrozený imunitní systém** se skládá z buněk a proteinů, které jsou vždy přítomny a připraveny k mobilizaci a boji proti mikrobům v místě infekce. Mechanismy vrozené imunity jsou kódovány geny v zárodečné linii hostitele a rozpoznávají molekulární vzory mnoha mikrobů a toxinů, které jsou pro hostitelský organismus cizí (CHAPLIN, 2010).

Hlavní složky vrozeného imunitního systému jsou:

- fyzikální epitelové bariéry,
- fagocytární leukocyty,
- dendritické buňky,
- zvláštní typ lymfocytů nazývaný natural killer (NK),
- plazmatické bílkoviny.

**Přírozený imunitní systém** (nespecifická imunita) je zaměřen proti molekulárním strukturám mikroorganismů, které jsou nezbytné pro mikrobiální přežití, a jsou přítomny u mnoha druhů mikroorganismů. Hlavní buňky přírozené imunity jsou fagocytární makrofágy a neutrofily, které mají na povrchu specifické receptory pro běžné povrchové molekuly. Jsou považovány za první faktory poskytující prvotní obranu proti napadajícím mikroorganismům. Zapojení těchto receptorů spouští fagocytózu a zničení mikroorganismu.

Vzhledem k tomu, že molekuly přírozeného imunitního systému jsou v podstatě vyjádřeny na velkém počtu buněk, je tento systém připraven jednat rychle po napadení patogenu nebo toxinu a představuje tak první imunitní odpověď hostitele. Přírozený imunitní systém získává dítě od matky, protože obranné mechanismy prochází placentou (DEVEREUX, 2002).

**Adaptivní imunitní systém** (specifická imunita) se skládá z malého počtu buněk se specifitou pro všechny jednotlivé patogeny, toxiny a alergenů. Bojuje proti patogenům, které jsou schopny se vyhnout, anebo překonat vrozenou imunitní obranu. Složky adaptivního imunitního systému jsou většinou v klidovém stavu; ovšem při aktivaci se tyto komponenty přizpůsobují na přítomnost infekčních agens. To znamená, že adaptivní reakce se projevují až po prvotní přírozené imunitní obraně. Klíčovým rysem adaptivní odpovědi je, že produkuje buňky, které dlouho přetrvávají v nečinném stavu, a proto mohou být pohotově aktivovány při dalším setkání se svým specifickým antigenem. To poskytuje adaptivní imunitní odpovědi schopnost imunitní paměti, která výrazně přispívá k rychlejší a účinnější reakci hostitele proti specifickým patogenům nebo toxi-

nům pokud se vyskytují v organismu hostitele opakovaně, dokonce i desetiletí po prvotním setkání. Je to tedy imunita získaná během života.

Rozdělení specifické imunity:

- látková imunita - zprostředkovaná protilátkami produkovanými B lymfocyty,
- buněčná imunita – zprostředkované protilátkami produkovanými T-lymfocyty,
- přirozená (aktivní) – při prodělané nemoci zůstávají v těle určité protilátky, anebo se provádí aktivní imunizace, které se dosáhne očkováním oslabeným či usmrceným patogenem,
- umělá – se získává pasivní imunizací, což je očkování již hotovými protilátkami (CHAPLIN, 2010).

Vrozené a získané imunitní reakce jsou na sebe závislé. Vrozená imunita je flexibilní a poskytuje velmi rychlou prvotní obrannou reakci do té doby, než vstoupí v platnost silnější získaná imunitní reakce. U patogenních organismů se vyvinuly mechanismy, které jsou schopné vyhnout se vrozené imunitní reakci, jako jsou např. bakteriální kapsle, které za normálních podmínek bývají odstraněny adaptivní imunitní reakcí. Tyto bakteriální kapsle jsou schopné připojit vhodnou odpověď neutralizující směřující specifika proti napadajícímu mikroorganismu (DEVEREUX, 2002).

## 4 LÁTKY OVLIVŇUJÍCÍ IMUNITNÍ REAKCE

Na imunitní systém má z velké části vliv i výživa. Deficit vitaminů ve stravě vede ke snížení fagocytózy, specifické buněčné i humorální imunity. Z minerálních prvků je pro zachování imunitních funkcí důležitá dostatečná hladina železa, zinku, selenu a mědi. Jejich deficit má negativní vliv na imunitní odpověď (web 12).

Nezastupitelnou roli při vytváření ochranné bariéry vůči nežádoucím patogenům (virům, bakteriím, kvasinkám) mají probiotika. Podporují trávicí pochody a ovlivňují syn-

tézu i vstřebávání některých vitaminů a minerálů. Probiotika zajišťují ve střevě odpovídající rovnováhu (symbiózu), v případě nerovnováhy dochází k negativnímu ovlivnění chodu celého organismu (web 3).

Aminokyseliny jsou základní složkou bílkovin a mají v organismu řadu životně důležitých úloh. Zajišťují strukturu a funkci tkání, enzymů a působí jako bílkovinné mediátory. Slouží jako substráty, které přenáší a uchovávají informace. V rámci těchto rolí jsou nezastupitelné pro iniciaci a průběh imunitních reakcí (ZADÁK, 2008).

Pro obyvatele České republiky se doporučuje přijímat ve stravě dostatek minerálních látek a vitaminů. Také se doporučuje pravidelný příjem dalších přírodních nutrientů, které by zajistily odpovídající antioxidační aktivitu a další ochranné procesy v organismu (zejména Zn, Fe, Ca, J, karoteny, vitaminy A, E C, látky obsažené v zelenině aj.). Příjem vlákniny by měl být alespoň 30 g za den u dospělých, u dětí od druhého roku života 5 g + počet gramů odpovídajících věku (rokům) dítěte (web 4).

#### 4.1 Probiotika, prebiotika a symbiotika

**Probiotika** definujeme jako živé mikroorganismy, které přispívají ke zlepšení zdravotního stavu hostitele, jsou-li přijímána v adekvátním množství. Jako probiotické kultury většinou používáme bakterie, které se přirozeně vyskytují v trávicím traktu člověka (web 13). Probiotika jsou mikrobiální součástí stravy a mají příznivé účinky na naše zdraví. Mezi nejznámější probiotické kultury patří především bakterie z rodu *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* (na obrázku 3) a *Streptococcus*. Tyto bakterie mají za úkol chránit organismus před patogeny, které mají negativní vliv na lidský organismus (web 1).

Mezi příznivé účinky probiotických kultur patří: tlumení alergií, imunostimulační účinky, prevence kolorektálního karcinomu, zmírnění zácpy a prevence; dále se využívají pro podpůrnou terapii zánětlivých střevních onemocnění a průjmů. (web 13)

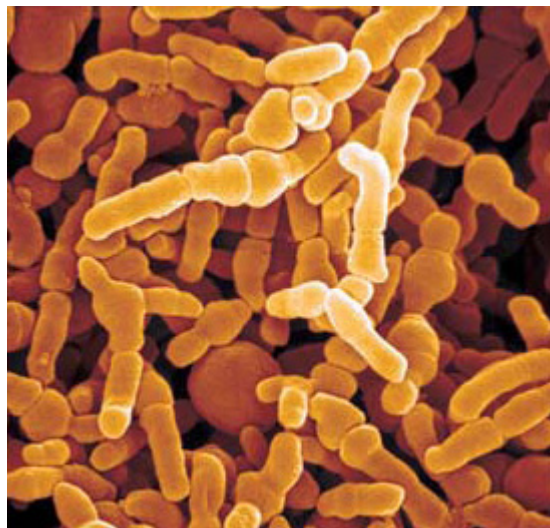
Mezi benefiční účinky bifidobakterií patří:

- ochrana před střevní infekcí,
- snížení střevního pH tvorbou kyselin po asimilaci sacharidů,
- potlačení hnilobných a patogenních bakterií,

- tvorba vitamínů,
- aktivace funkce střev, pomoc při trávení a vstřebávání,
- stimulace imunitní odpovědi.

Bifidobakterie jsou citlivé na kyslík a teplo. Proto je jejich použití v potravinách jako probiotikum, omezeno v porovnání s bakteriemi z rodu *Lactobacillus* (KOLIDA, 2002).

Probiotika se účastní syntézy některých vitamínů (zejména vitamín K a vitamíny skupiny B). Zvyšují vstřebávání vápníku a zmírňují nesnášenlivost vůči laktóze u osob postižených mléčnou intolerancí. Probiotika posilují obranyschopnost organismu a odolnost proti různým nemocem. Snižují tvorbu bakteriálních enzymů, které mají mutagenní účinky a mohou tedy vyvolávat růst zhoubných nádorů. Snižují riziko rozvinutí alergií nebo zlepšují stav těchto onemocnění (NEVORAL, 2005).



**Obr. 3: Bifidobacterium infantis**

(zdroj: <http://probioticsdb.com/probiotic-strains/bifidobacterium-infantis/>)

**Prebiotika** jsou nestravitelné oligosacharidy stimulující růst nebo aktivitu určité bakterie či skupiny bakterií, které mají pozitivní účinek na lidské zdraví. Mezi prebiotika řadíme: inulin, oligofruktózu, galaktooligosacharidy a laktulózu (web 13).

Výše zmíněné sloučeniny se nachází v některých potravinách rostlinného původu: v luštěninách, zelenině (cibule, česnek, pórek, chřest), ovoci, nezpracovaném ovsu, ječmenu, pšenici a také v mateřském mléce. Za nejvýznamnější prebiotikum můžeme označit inulin. Mezi významné zdroje inulinu patří kořeny čekanky, hlízy topinamburů a jakonu, dále cibule, česnek a pór. Prebiotika mohou být také produkována synteticky, a to chemickou úpravou sacharózy, laktózy a škrobů. Takto získaná prebiotika se přidávají do potravinářských výrobků – mléčných a cereálních produktů, pečiva, pomazánek, tyčinek i nápojů (web 10).

Prebiotika podporují vhodné složení bakteriální mikroflóry, a proto mají mnoho pozitivních účinků na lidský organismus. Působí tedy preventivně před vznikem onemocnění trávicího traktu. Snižují také riziko karcinogenních procesů v tlustém střevě a konečníku. K dalším pozitivním účinkům prebiotik patří zvýšení imunity, snížení zánětlivých reakcí sliznice tlustého střeva (Crohnova choroba a ulcerózní kolitida) anebo mírná redukce hladin cholesterolu a oxidovaného LDL v krvi.

Prebiotika napomáhají při vstřebávání některých minerálních prvků (především vápníku a hořčíku). Vlivem prebiotik dochází v tlustém střevě také k vyšší produkci mastných kyselin s krátkou délkou uhlíkatého řetězce, které rovněž kladně ovlivňují vnitřní prostředí, stav a funkci tračníku (CHADIM, 2017). Významnou mastnou kyselinou, která stojí za zmínku, je konjugovaná linolová kyselina (CLA). Podobně jako transnenasyčené mastné kyseliny vzniká i CLA přirozeně v batoru přežvýkavců (skot, ovce, kozy) a je tedy přítomna výlučně v tuku těchto zvířat. Zatímco trans-kyseliny jsou z nutričního hlediska hodnoceny spíše negativně, u CLA se naopak předpokládají velice příznivé účinky na lidský organismus. Předpokládá se, že konjugovaná linolová kyselina by mohla snižovat riziko vzniku rakoviny a srdečně-cévních onemocnění a také posilovat imunitní systém člověka. Tyto příznivé účinky na naše zdraví by se však mohly projevit až při denní konzumaci několika gramů CLA, což se zdá být dosti nereálné (KOMPRDA, 2009).

V současné době je těžké docílit toho, aby se v běžné stravě vyskytovali i oligosacharidy, které se přirozeně nachází v potravinách rostlinného původu. Správným výběrem potravin nebo obohacením výživy o potravinové doplňky s obsahem prebiotik dochází k úpravě složení střevní mikroflóry a následným zdravotním benefitům. Doporučuje přijímat 5 až 8 gramů prebioticky působících oligosacharidů na den pro běžnou

populaci. U pacientů se specifickými poruchami zažívacího traktu lze přijímat až 15 g/den. Při navyšování příjmu oligosacharidů stravou a suplementy však musíme postupovat opatrně a pozvolna, protože příliš vysoké dávky prebiotik mohou způsobovat nežádoucí reakce trávicího traktu, jako je například vyšší produkce střevních plynů, nadýmání a paradoxně i poruchy zažívání (CHADIM, 2017).

Oligosacharidy jsou hlavní složkou různých potravinových produktů (například rostlinné buňky, mléko) a od roku 1980 je jejich použití ve funkčních potravinách stále více prozkoumáváno. Aby složka potravin byla klasifikována jako prebiotikum, musí splnit následující kritéria:

- Nesmí být hydrolyzovány, ani se nesmí absorbovat v horní části gastrointestinálního traktu.
- Musí být selektivně fermentována jednou anebo omezeným počtem bakterií, které mají blahodárný účinek na mikroflóru tlustého střeva, např. *bifidobacteria* a *laktobacily*, které jsou stimulovány k růstu a / nebo jsou metabolicky aktivní.
- Prebiotika, musí být schopna měnit střevní mikroflóru k lepšímu složení, např. zvýšením počtu *saccharolytických* kmenů při současném snížení hnilobných mikroorganismů.

Oligosacharidy jsou pro člověka obecně těžko stravitelné, ale představují důležitou výživu pro bakteriální mikroflóru tlustého střeva. Kvašením oligosacharidů získávají střevní bakterie energii potřebnou pro svůj růst. Vedlejším produktem je tvorba organických kyselin (kyselina octová, máselná, mléčná, propionová). Prebitoika by neměla člověku způsobovat výraznější nadýmání (to však většina oligosacharidů vyskytujících se v luštěninách nesplňuje), ale měla by podporovat množení a aktivitu vhodných kmenů bakteriální mikroflóry. Abychom dosáhli potřebného prebiotického efektu, tak prebiotika musí být odolná vůči enzymům trávicího traktu a schopná fermentovat v tlustém střevě člověka (web 10).

Bakteriální mikroflóra lidského tlustého střeva obsahuje přibližně 95% z celkového počtu buněk v těle a hraje klíčovou roli v lidské výživě, zdraví a nemoci.

Inulin a oligofruktóza jsou právně klasifikovány jako potraviny nebo složky potravin ve všech zemích, ve kterých jsou použity. Patří mezi nejvíce prostudovaná a dobře zavedená prebiotika, jejichž účinnost byla prokázána pomocí *in vitro* a *in vivo* stanovení v různých laboratořích. Tyto složky totiž uniknou trávení v horní části gastrointestinálního traktu a dostanou se tak do tlustého střeva prakticky beze změny. Inulin i oligofruktóza jsou stále více využívány v novém vývoji potravinářských produktů (např. nápoje, jogurty, sušenky a stolní pomazánky).

Další žádoucí vlastností prebiotik je schopnost přetrvávat v distální části tlustého střeva. To je místo, kde se mohou rozvíjet různé chronické chorobné stavy, včetně rakoviny tlustého střeva a ulcerózní kolitidy. Mikroflóra v této oblasti střeva může hrát důležitou roli při vzniku anebo udržování těchto chorob. Produkty z bakteriálního metabolismu bílkovin pocházející z proximální části tlustého střeva obsahují toxické a potenciálně karcinogenní sloučeniny, jako jsou aminy, amoniak a fenolické sloučeniny (KOLIDA, 2002).

Vláknina se svým složením řadí mezi sacharidy. Z výživového hlediska bereme vlákninu samostatně, protože na rozdíl od ostatních sacharidů není pro člověka využitelná ani jako živina, ani jako významnější zdroj energie. Mezi složky vlákniny patří: celulóza, hemicelulózy, lignin, inulin, rezistentní škrob, pektiny a další. Vláknina není strávena, ani vstřebána v tenkém střevě. Tudíž přechází v nezměněném stavu do tlustého střeva. Zde je rozkládána symbiotickými mikroorganismy a zároveň umožňuje jejich rozvoj. To způsobí nárůst bakteriální biomasy, čímž dochází k vyvážení amoniaku, který tak neohrožuje vnitřní prostředí organismu člověka. Vláknina snižuje hladinu celkového cholesterolu, dále nežádoucího LDL cholesterolu v krvi, ale také krevní glukózy a inzulinu po příjmu potravy. Rozkladem složek vlákniny pomocí mikroorganismů vzniká kyselina máselná. Kyselina máselná představuje důležitý zdroj energie pro buňky vystýlající vnitřek stěny tlustého střeva a zabraňuje jim, aby se přeměnily na buňky rakovinné. Dalším příznivým důsledkem přítomnosti vlákniny v tlustém střevě je zvýšení kyselosti v tomto orgánu, což zabraňuje růstu nežádoucích hnilobných bakterií. Některé složky vlákniny podporují růst a množení bakterií mléčného kvašení, které prospívají našemu zdraví. Potravní vláknina snižuje riziko vzniku zánětu ve střevní stěně a posiluje imunitní systém střeva (KOMPRDA, 2009).



**Symbiotika** jsou kombinace probiotik a prebiotik. Příkladem symbiotické potraviny je mléčný kysaný výrobek (jogurt) obsahující bifidobakterie a oligofruktózu (web 13). Jejich název vznikl z pozorovaného jevu synergismu, což znamená, že kombinace těchto složek má mnohem větší zdravotní přínos, než kdyby tyto složky působily samostatně. Jedná se o to, že vhodná bakterie má k dispozici substrát, který může selektivně fermentovat v tlustém střevě a nemusí o tuto výživu „soupeřit“ s přirozenou mikroflórou tlustého střeva (KALÁČ, 2003).

## 4.2 Vitaminy

**Vitaminy** jsou organické látky potřebné k životu. Pro udržení života musíme neustále získávat vitaminy z normální stravy nebo z výživových doplňků (tablety, tinktury, roztoky, kapsle, prášky, spreje, masti a dokonce i injekce, které obsahují výtažky z potravin představující potřebné látky pro život, jako jsou vitaminy, minerály a další látky. Lidský organismus si kromě některých výjimek nedokáže vitaminy syntetizovat, a proto je musíme přijímat ve stravě (MINDELL a MUNDIS, 2006).

Vitaminy energii nedodávají, ale musí být součástí potravy, aby lidský organismus mohl dobře fungovat a odolávat nemocem. Působí nejen preventivně, ale jsou také vhodnými prostředky pro léčení mnohých chorob. Vitaminy se podílejí na metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Zpomalují degenerativní procesy způsobené stárnutím a obnovují a posilují imunitní, biochemické a intelektuální reakce (MANDŽUKOVÁ, 2005).

Hypovitaminóza je stav nedostatečného nasycení organismu určitým vitamínem. Absolutní nedostatek je pak nazýván jako avitaminóza. V České republice se avitaminóza téměř nevyskytuje, ale hypovitaminóza některých vitaminů je poměrně běžná, což je také způsobeno nedostatečnou konzumací ovoce a zeleniny. Hypovitaminózu nezpůsobuje jenom nedostatek určitého vitamínu, ale mohou ji způsobovat látky, nazývané jako antivitaminy, které jsou přijímány v potravě. Tyto látky mají podobnou strukturu jako vitamin a tím zabraňují činnosti příslušnému enzymu. Případně se může jednat i o látku, která vitamin přemění v neúčinnou formu, nebo se na vitamin naváže a tím vznikne komplex, který je pro organismus nevyužitelný.

Vitaminy rozdělujeme na vitaminy rozpustné v tucích a vitaminy rozpustné ve vodě. Vitaminy rozpustné v tucích jsou A, D, E a K. Mezi vitaminy rozpustné ve vodě řadíme thiamin B<sub>1</sub>, riboflavin B<sub>2</sub>, niacin, pyridoxin B<sub>6</sub>, folacin (kyselina listová), kyselina pantothenová, biotin, kobalamin B<sub>12</sub> a kyselina askorbová (vitamin C; KOMPRDA, 2009). Na imunitní systém má největší vliv vitamin C a vitamin A. Ostatní vitaminy nehrají v imunitním systému člověka tak důležitou roli.

Vitamin A patří do skupiny vitaminů rozpustných v tucích. Vyskytuje se v potravinách živočišného původu (rybí tuk, ryby, žloutky, plnotučné mléčné výrobky, vnitřnosti a játra). Z potravin rostlinného původu je dobrým zdrojem vitaminu A (beta-karotenu) brokolice, mrkev, špenát, petrželová nať, meruňky a mango (KOPEC, 2010).

Funkci vitaminu A zajišťuje látka zvaná retinol, který zajišťuje diferenciaci bílých krvinek. Lidský organismus si vitamin A vytváří i z karotenoidů, které se nacházejí především v potravinách rostlinného původu, jejichž nejznámějším zástupcem je β-karoten nacházející se především v mrkvi. β-karoten stimuluje buňky imunitního systému, chrání je proti oxidativnímu poškození, a tím zvyšuje jejich schopnost zničit a eliminovat patogenní buňky v těle (KOMPRDA, 2009). Vitamin A pomáhá při hojení zánětlivých a vředovitých postiženích tlustého střeva. Podporuje normální dělení a diferenciaci slizničních buněk, čímž ovlivňuje metabolické funkce epitelálních buněk kůže, dýchacích cest, urogenitálního a gastrointestinálního traktu. Také zvyšuje odolnost dásní proti infekcím a zánětům (MANDŽUKOVÁ, 2005).

Vitamin C patří do skupiny vitaminů rozpustných ve vodě a působí též jako antioxidant. Většina živočichů si dokáže vitamin C syntetizovat, ale lidský organismus tuto vlastnost nemá, a proto tento vitamin musí přijímat z potravinových zdrojů.

Důležitou funkcí tohoto vitaminu je spoluúčast při tvorbě kolagenu, který je potřebný pro růst organismu a opravu poškozených tkání. Stimuluje imunitní systém, snižuje sklon k alergickým reakcím, brání oxidaci škodlivého LDL cholesterolu. Také zvyšuje absorpci a biologickou dostupnost železa (MINDELL a MUNDIS, 2006).

Vitamin C se nachází téměř výlučně v potravinách rostlinného původu. Kromě ledvin, se žádná jiná potravina živočišného původu nepovažuje za významný zdroj tohoto vitaminu. Obzvláště bohatým zdrojem vitaminu C jsou plody rakytníku řešetlákového, citrusy (především citron a pomeranč), rybíz (červený a černý), ananas, angrešt, kiwi, zeleninová paprika, brokolice, listová zelenina (JEDLIČKA, 2012).

Množství vitamínu C přirozeně se vyskytujícího v rostlinných potravinách je určeno různými faktory, jako jsou různé části rostlin nebo druhy rostlin a stupně zralosti. Například hlava brokolice obsahuje více vitamínu C (158 mg / 100 g), než je obsah v jeho stonku (110 mg/100g). Obsah vitamínu C se značně snižuje při vaření, protože je rozpustný ve vodě. Tudíž je obsah v syrových potravinách podstatně vyšší (BASU a DICKERSON, 1996).

Vitamin C se vyskytuje ve vysokých koncentracích v bílých krvinkách a je rychle využíván během infekce; snížené plazmatické koncentrace tohoto vitamínu jsou často spojeny se sníženou imunitní funkcí. Domníváme se, že vitamin C zvyšuje cirkulaci hladiny imunoglobulinu (Ig) u lidí (GILL, COLDER, 2002).

Podle výživových doporučení pro obyvatelstvo České republiky, které bylo projednáno a schváleno presidiem a správní radou Společnosti pro výživu se doporučuje u dospělých lidí přijímat minimálně 100 mg kyseliny askorbové (vitamínu C) denně.

### **4.3 Minerální látky**

**Minerální látky** hrají významnou roli při růstu a jsou také důležité pro metabolismus celého organismu. U mnoha lidí může docházet k jejich nedostatku, který je způsoben zejména neadekvátní výživou. Důležité není jenom množství přijímaných látek, ale také jejich vzájemný poměr v jednotlivých potravinách. Minerální látky se podílejí na výstavbě tělesných tkání, regulují, aktivují a kontrolují metabolické pochody. Udržují osmotický tlak v tělních tekutinách a jsou důležité i pro vedení nervových vzruchů. Mohou být také součástí hormonů a enzymů a tím aktivovat některé reakce. Mnohé minerální látky se uplatňují v prevenci civilizačních chorob (web 6).

Minerální látky rozdělujeme podle různých kritérií, například s ohledem na biologický a nutriční význam, přijímané množství, účinky ve stravě a podobně.

Klasifikace minerální látek podle množství:

- Majoritní minerální prvky (makroprvky), které je denně potřebné přijímat ve stovkách mg. Do této skupiny řadíme vápník (Ca), hořčík (Mg), sodík (Na), draslík (K), síra (S), fosfor (P) a chlór (Cl).
- Minoritní minerální prvky (mikroprvky), u kterých je denní potřeba nižší než 100 mg. Sem patří železo (Fe), zinek (Zn), měď (Cu), jod (I), mangan (Mn), selen (Se), fluor (F), chrom (Cr), molybden (Mo) a kobalt (Co).
- Stopové prvky, kdy denní potřeba těchto látek je v řádech ještě nižších a to v mikrogramech. Mezi stopové prvky patří křemík (Si), bor (B), nikl (Ni), vanad (V; VELÍŠEK, 2009).

V organismu jsou ukládány především v kostech a ve svalech. Příjmem minerálních látek si lidské tělo udržuje určitou chemickou rovnováhu, která závisí nejen na množství, ale i na vzájemném poměru jednotlivých prvků. V případě nevyrovnaného množství jednoho z prvků dochází k ovlivnění stavu dalších minerálií. Fyziologické účinky každého prvku závisí na jeho přijímaném množství. Je-li toto množství výrazně nižší, objevují se známky deficitu. Naopak přesahuje-li adekvátní rozsah, začínají se objevovat známky toxicity (KVASNIČKOVÁ, 1998).

Lidé pro svoje zdraví potřebují alespoň 22 základních minerálních prvků. Ty mohou být přijímány stravou. Nicméně se odhaduje, že více než 60 % celosvětové populace trpí nedostatkem železa, asi 30 % trpí nedostatkem zinku, dalších 30 % deficitem jódu a 15 % lidské populace trpí nedostatkem selenu. Kromě toho nedostatek vápníku, hořčíku a mědi je běžný v mnoha rozvinutých a rozvojových zemích. Tato situace je přičítána spotřebě základních plodin s nízkým zastoupením minerálních látek v kombinaci s nedostatkem ryb a živočišných produktů ve stravě. V současné době je minerální podvýživa považována za jedno z nejzávažnějších globálních výzev pro lidstvo. Tuto situaci ale lze řešit pomocí minerálních doplňků nebo obohacení potravin či zvýšení koncentrace minerálních látek v plodinách určených k lidské spotřebě.

Řešením může být i aplikace minerálních hnojiv v kombinaci s odrůdami se zvýšenou schopností vázat minerální látky, tím dosáhneme nejen zvýšení koncentrace minerálních látek v plodinách, ale také se zlepší výnosy na neúrodných půdách.

Ke zvýšení koncentrace „promoter“ látky, se používá například askorbát (vitamin C), beta-karoten, bohatý na cystein a polypeptidy a některé organické aminokyseliny. Tyto látky stimulují absorpci základních minerálních prvků ve střevě a přispívají ke snížení koncentrace antinutričních látek jako je: oxalát, polyfenoly (taniny) nebo fytáty, které brání absorpci minerálních látek (WHITE a BROADLEY, 2010). Pro zachování imunitních funkcí jsou nejdůležitějšími stopovými prvky: měď, zinek, selen a železo.

Měď je zapojena do procesu hojení ran, pigmentace a tvorby kostí, pomáhá při vstřebávání železa a je tím nepřímo zodpovědná za tvorbu hemoglobinu. Podílí se na aktivitě mnoha enzymů, např. syntéze fosfolipidů anebo využívání vitamínu C. Měď také redukuje hladinu histaminu, čímž zmiňuje alergie. Vysoké koncentrace mědi jsou v játrech, mozku a ledvinách, avšak více než polovina uložené mědi je ve svalovině a kostech. Při nedostatku hrozí zvýšené riziko infarktu myokardu, snižuje se pružnost plicních sklípků, je ovlivněna funkce imunitního a centrálního nervového systému. Jsou postiženy kosti a chrupavky, což může vést k častým zlomeninám či vzniku osteoporózy. Jelikož je měď zapotřebí pro využití železa při syntéze hemoglobinu, selhává i systém krvetvorby (SHARON, 1994). Vysoký obsah mědi obsahují obilné klíčky, droždí, ořechy, celozrnná mouka, lesní plody, ryby, játra, zelená zelenina, ústřice, vnitřnosti (KVASNIČKOVÁ, 1998).

Zinek je esenciální stopový prvek, který se účastní imunitních funkcí a způsobuje aktivaci mnoha enzymů, aktivaci růstu. Nicméně nedostatek zinku byl uznán v západních zemích kvůli nedostatečné dávce ve výživě, abnormálním krevním ztrátám nebo vysokým fyziologickým požadavkům na růst, pubertu, těhotenství či kojení (HUMAYAN a kol., 2014). Zinek je hlavním ochranným prvkem imunitního systému. Napomáhá při léčbě nachlazení, urychluje hojení při vnějších i vnitřních poraněních. Výrazně urychluje léčbu zranění, jizev a vředů. Přispívá k aktivaci vitamínu A, je lékařsky ověřeno, že jednou z nejlepších prevencí proti vzniku rakoviny a podpůrným prostředkem při její léčbě je dostatek zinku a vitamínu A. Zinek rovněž zlepšuje chuťové a čichové vnímání, chrání před chemickým poškozením jater, je základní složkou inzulinu a je důležitý pro tvorbu kosterní tkáně. Zinek může preventivně působit proti akné a tvorbě volných radikálů. Najdeme ho v semenech dýní, semenech slunečnic, obilných klíčcích, rybách, česneku, pivovarských kvasnicích, a dalších. (HRABICA, 2000).

Železo je součástí hemoglobinu. V lidském těle je nejhojněji zastoupen. Umožňuje cirkulaci kyslíku a oxidu uhličitého v krvi. Podílí se na tvorbě energie a je potřebné pro mnoho enzymů. Podporuje růst, reprodukci a hojení ran. Posiluje imunitní systém. Při nedostatku železa v potravě dochází nejprve k vyčerpání zásob železa nacházejících se v kostní dřeni, játrech a slezině. Následně dochází ke snížení tvorby červených krvinek, vlivem toho dochází k anemii a snížení aktivity enzymů závislých na železu. Vlivem nedostatku železa také dochází k narušení termoregulace a snížení funkce imunitního systému (BALCH, 1998).

Selen ve spolupráci s vitamínem E zvyšuje odolnost proti virovým a bakteriálním funkcím a posiluje účinnost imunitního systému. Vykazuje antioxidační účinky, které chrání buňky proti poškození způsobenému volnými radikály kyslíku. Také inhibuje shlukování krevních destiček a tím zamezuje tvorbu krevních sraženin. Neutralizuje škodlivé účinky toxických látek v těle a tím snižuje riziko vzniku rakoviny. Má také pozitivní vliv na udržení pružnosti vazivových tkání. Nedostatek selenu se projevuje únavou, náchylností k nemocem a infekcím, což vede ke svalové slabosti (MINDELL, 2000).

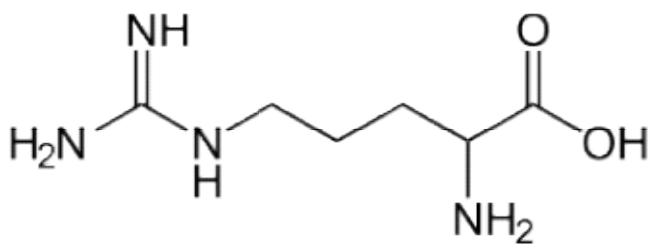
#### **4.4 Aminokyseliny**

**Aminokyseliny** jsou základní stavební látky bílkovin. V zažívacím traktu člověka se bílkoviny štěpí na jednotlivé aminokyseliny, které se pak shlukují do takových typů bílkovin, které jsou pro člověka lépe stravitelné. Existují dva druhy aminokyselin: esenciální a neesenciální. Esenciální aminokyseliny jinak nazývané jako nepostradatelné si lidský organismus nedokáže sám vytvořit, a proto je musíme přijímat v potravě. Při nepřítomnosti jedné esenciální aminokyseliny se snižuje účinnost všech ostatních aminokyselin (LEDVINA a kol., 2004). Nejvýznamnější funkci mají v imunitním systému aminokyseliny glutamin a arginin.

Glutamin patří mezi aromatické aminokyseliny. Je nejrozšířenější aminokyselinou v plazmě a v lidském svalu. Ve vysokých koncentracích se nachází v mnoha lidských tkáních (DI PASQUALE, 2008). Glutamin umožňuje proliferaci buněk poškozených tkání a je nepostradatelný pro udržení střevní bariéry. Také slouží jako dusíkový přena-

šeč mezi různými tkáněmi a představuje hlavní metabolický pohon pro buňky trávicího traktu a pro mnoho rychle se rozmnožujících buněk včetně buněk imunitního systému (ZADÁK, 2008).

Arginin (na obr. 4) je nezbytný pro syntézu proteinů a je prekurzorem důležitých fyziologických látek, jako je ornitin, močovina, polyaminy (spermidin, spermin a putrescin), prolin a kreatin. Má antioxidační účinky, působí na funkci cévního endotelu, zvyšuje vazodilataci, snižuje krevní tlak. Arginin působí stimulačně na imunitní systém. Je zdrojem reaktivních radikálů podílejících se v rámci obranných mechanismů nezávislých na kyslíku na usmrcení fagocytovaných patogenů ve fagozómech, především v makrofázích. Inhibuje růst některých bakterií a nádorových buněk. Tato aminokyselina se také podílí na regulaci zánětlivé a regenerační reakce během tkáňového poškození. Také obnovuje utlumenou aktivitu makrofágů a lymfocytů, čímž zvyšuje odolnost proti infekci, tudíž pozitivně působí při hojení ran (DI PASQUALE, 2008).



Obr. 4: Vzorec argininu (zdroj: <http://www.cvic.eu/arginin/>)

## 4.5 Fytochemické látky

Fytochemické látky se vyskytují v rostlinách, mnohé z nich příznivě ovlivňují zdraví člověka. Jsou považovány za ochranné látky poskytující do jisté míry ochranu před degenerativními chorobami. Tyto látky a jejich metabolity mají v lidském organismu také aktivní roli při blokaci nebo zpomalování procesů aterosklerózy a karcinogeneze (ZLOCH, 2010). Rostlinná barviva se přirozeně nachází v rostlinách, jejich plodech a květech. Přidávají se na dobarvování různých potravin, nejčastěji jsou to cukrovinky, mléčné výrobky, alkoholické a nealkoholické nápoje (web 11).

**Flavonoidy** jsou nepostradatelné látky pro správné fungování lidského organismu. Vyskytují se v listech černého a zeleného čaje a prakticky ve všech rostlinách, nejvíce však v plodech a semenech. Flavonoidy mají protizánětlivé, protivirové a antioxidační vlastnosti. Ochraňují buňky před škodlivými látkami z vnějšího i vnitřního prostředí. Brzdí degenerativní procesy ochranou organismu proti následkům oxidačního stresu. Flavonoidy zabraňují tvorbě aterosklerotických plátů ve stěnách cév tím, že brání oxidaci LDL cholesterolu. Mezi flavonoidy patří i chemická sloučenina zvaná rutin. Přispívá ke zvýšení pružnosti cév a používá se k léčbě křehkosti kapilár. Je významným anti-oxidantem, brání peroxidaci lipidů, s tím souvisí jeho protinádorové účinky. Rutin zesiluje účinek vitamínu C. Najdeme ho v červených a žlutých plodech. Významným zdrojem rutinu je pohanka obecná, chřest, broskve, kiwi, banány a další (YAO, 2004).

**Antokyany** jsou červené, modré a fialové pigmenty, které se vyskytují v celé přírodě. Pigmenty v květinách přitahují opylovače. V ovoci, plní antokyany svou úlohu tím, že svým vzhledem přitahují zvířata, která se živí ovocem, a tím umožňují roznést semena rostlin po celém okolí. V listech antokyany působí jako ochrana proti slunečnímu záření, a tím chrání rostliny před nadměrným poškozením světla. Antokyany nám poskytují celou řadu příznivých účinků na zdraví. S přítomností dalších účinných látek (fenolové kyseliny, prostaglandiny, flavonoly, vitamín C) snižují riziko kardiovaskulárních chorob. Mají také vliv na snížení cholesterolu a vykazují antioxidační vlastnosti.

**Karotenoidy** jsou pigmenty zodpovědné za žluté a některé červené zbarvení ovoce a zeleniny. Pravděpodobně existuje více než 600 karotenoidních sloučenin, které byly identifikovány, ale v současnosti jich lze jen 7 změřit v krvi a tkáních, za předpokladu, že poskytují zdravotní výhody pro člověka. Karotenoidy mohou vytvářet vitamín A z provitaminu A. Nicméně se tyto sloučeniny musí užívat v doporučených dávkách, neboť nejsou považovány za nezbytně nutné pro lidské zdraví. Avšak zdá se, že různé karotenoidy mají biologické účinky, které mohou být důležité při prevenci nebo oddalování určitých druhů chronických onemocnění. Karotenoidy jsou silnými antioxidanty se silnou schopností vázat volné radikály a také hrají důležitou roli při prevenci předčasného kardiovaskulárního onemocnění zvláště tím, že brání oxidaci lipoproteinů (VENZON a IZZY, 2013).



**Chlorofyl** je zelené rostlinné barvivo umožňující rostlinám fotosyntézu. Jedná se o látku, která způsobuje zelené zbarvení rostlin. Molekuly chlorofylu jsou charakteristické svou jedinečnou schopností přeměňovat sluneční energii na energii chemickou. Tato chemická energie je poté využívána k tvorbě sacharidů a kyslíku, látek nezbytných pro život na Zemi. Chlorofyl se nachází na membránách chloroplastů. Je složen z vodíku, uhlíku, kyslíku, dusíku a hořčíku. Při jeho konzumaci nám přináší také mnoho vitaminů (A, B, C, E). Zajímavostí je, až na centrální atom je struktura chlorofylu stejná jako struktura hemoglobinu. V hemoglobinu je ústředním prvkem železo, u chlorofylu je to hořčík.

Chlorofyl také zvyšuje schopnost těla hemoglobin produkovat (krevní barvivo hemoglobin uskutečňuje přenos kyslíku, v konečném důsledku má proto chlorofyl vliv na regeneraci organismu a zpomalení procesu stárnutí; BUKOVSKÝ a POSPÍŠILOVÁ, 1998). Chlorofyl se uplatňuje při tvorbě krve, zlepšuje její transportní kapacitu pro kyslík a zlepšuje metabolismus organismu. Již od pradávna byly zelené části rostlin využívány pro léčebné účinky. Chlorofyl, obsažený v zelených částech rostlin, má výrazný vliv na hojení ran, včetně hemoroidů a popálenin. Snižuje také svědění a bolestivost postiženého místa. Působí také protizánětlivě, zvláště u kožních chronických i akutních zánětů, u vředových procesů kůže a u zánětů nosohltanu. Omezuje vznik otoků, a potlačuje zápach, proto je také častou složkou deodoračních přípravků. Chlorofyl má dále pozitivní vliv na činnost trávicího traktu, obzvláště na střevní peristaltiku. Mezi běžné zdroje chlorofylu patří veškerá zelená zelenina (zelí, kapusta, brokolice, saláty, špenát, apod.), avšak nejvíce ho obsahují byliny, rostoucí v přírodě (kopřiva, pampeliška, listy konopí) a některé sladkovodní a mořské řasy (chlorella). Chlorofyl má velký význam pro povzbuzení regeneračních schopností organismu. Vyznačuje se dezinfekčním, protizánětlivým a hojivým účinkem, zlepšuje metabolismus, zlepšuje stav srdce a cév, eliminuje záněty, poruchy střev, podporuje hojení (web 2).

## 4.6 Včelí produkty

V posledních sto letech se velice změnila výživa lidstva. V dnešní době lidé jen zřídka těžce pracují a spotřeba energie je tedy nižší než dříve, proto stále více lidí bojuje

s nadváhou. Potravinářský průmysl se tomu snaží přizpůsobovat tím, že se vyrábějí potraviny se sníženým obsahem tuku, potraviny s přidavkem vitaminů a minerálních látek. Vedle tohoto trendu, který směřuje k hotovým pokrmům a náhražkám stravy, se stále více objevuje návrat k čistě přírodním produktům. Nemoci související se stravou jsou v celosvětovém měřítku v poslední době stále čtenější.

Med obsahuje celou řadu výživných látek, ale také mnoho doprovodných látek různého původu, které výrazně prospívají lidskému zdraví. Léčivé účinky má také propolis, včelí pyl a mateří kašička (FRANK, 2010).

#### **4.6.1 Med**

Patří mezi nejznámější a nejdůležitější včelí produkt. Med definujeme jako sladkou hmotu vytvářenou včelami z nektaru nebo z medovice, které včely sbírají a přetvářejí pomocí výměšků hltanových žláz (VESELÝ, 2003). Nektar nebo medovici včely zpracovávají a uskladňují v plástech, dále zahušťují, přikrývají voskovými víčky a nechávají dozrát. Druhy květin produkují nektary různého poměru glukózy a fruktózy (web 15).

Při zrání se mění chemické složení původních surovin; především se štěpí sacharosa na invertní cukr a současně z jednoduchých cukrů vznikají složitější cukry. Med obsahuje mnoho vitaminů, především riboflavin, thiamin a kyselinu pantotenovou. Většina vitaminů pochází z pylu, menší množství i z nektaru a medovice; z hlediska lidské výživy mohou tyto vitaminy představovat pouze doplňkový zdroj. Dále med obsahuje barviva. V medech se vyskytuje 11-13 různých barviv. Z flavonoidních rostlinných barviv byl prokázán kvercetin a rutin. Tyto rostlinné sloučeniny mají silné antioxidační účinky a pravděpodobně snižují riziko vzniku srdečních chorob a diabetu. Dále barvu medu určují antokyany a produkty degradace cukrů. V medu výrazně převažují rostlinná barviva, která přecházejí z medných a pylových zásob do vosku, odkud zpětně přecházejí do medu. Tím se stává, že v medu je obsaženo zpravidla více druhů rostlinných barviv, než by odpovídalo botanickému původu medu (VESELÝ, 2003).

#### 4.6.2 Propolis

Propolis je vosková pryskyřice, kterou včely sbírají z pupenů a kůry stromů. Potřebují ho k zatmelení skulin a nanášejí ho v tenké vrstvě na vnitřní stěny. Lidé propolis používali v různých formách již v dávných dobách. Například v Egyptě byl využíván k balzamování a římský historik Plinius se o něm zmiňuje jako o léčebném prostředku. Propolis je ve vodě nerozpustný, což zpočátku znesnadňovalo jeho výzkum. Až v roce 1977 docent Scheller z Mikrobiologického ústavu Slezské lékařské vysoké školy zjistil, že propolis se rozpouští v etylalkoholu. Tak byl získán propolisový extrakt. Propolis obsahuje celou řadu flavonoidů, vitaminy (kyselinou listovou a vitamin E), minerály (vápník, železo, mangan, křemík, chrom, kobalt, zinek), mastné kyseliny, enzymy a pyly (OREY, 2012).

Propolis má baktericidní účinky a působí proti některým virům (je to přírodní antibiotikum). Komponenty propolisu, např. flavonoidy, patří k nejznámějším antioxidantům. Využití propolisu v medicíně, kosmetice či potravinářství komplikuje fakt, že v podstatě není možné stanovit jeho složení, které je velmi proměnlivé, a dále je zde pak nebezpečí alergické reakce u citlivých jedinců.

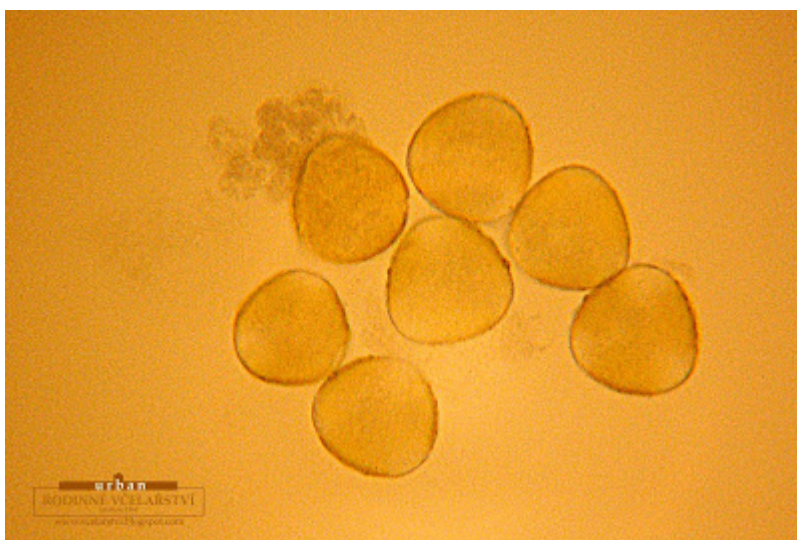
#### 4.6.3 Mateří kašička

Je to mléčně bílá hmota, která se tvoří ve slinných žlázách včelích dělnic a slouží jako bohatý zdroj živin pro zárodky nových včelích matek. Největší podíl na mateří kašičce mají bílkoviny, cukry, mastné kyseliny, vitaminy skupiny B, C, D, E, provitamin A, minerální látky, antibiotické látky a další neprozkoumané složky. Bývá nazývána elixírem života a všelékem.

U mateří kašičky byl prokázán antimikrobiální účinek, kde hlavní komponentou je kyselina 10-hydroxydecenová. Laboratorně na myších byl prokázán i antivirový účinek a u testovaných myší došlo i ke zvýšení odolnosti proti virovým infekcím. V tradiční čínské medicíně se používá k rekonvalescenci po nemocech, operacích a úrazech. Je doporučována jako podpůrný prostředek při ateroskleróze a chudokrevnosti (TITĚ-RA, 2013).

#### 4.6.4 Pyl

Je shromažďován z různých květů. Když včely nasbírají větší množství pylu, stlačí ho do pevných kuliček a ukládají do plástů; odtud se pak může vyjmout a použít. Nejlepší kvalitu poskytují oblasti, kde roste hodně léčivých rostlin, pyl z ovocných stromů (pylová zrna třešně jsou zobrazena na obr. 5), kaštanů a jetele. Včelí pyl bychom mohli označit za superpotravinu, protože obsahuje bílkoviny, sacharidy, vitaminy skupiny B, C, D, E, vápník, chlor, železo, draslík, hořčík, mangan a různé enzymy. Jeho léčebné účinky jsou předmětem vědeckého bádání. Zvyšuje obranyschopnost organismu a odolnost proti nemocem. Má protibakteriální účinek a pomáhá při poruchách výživy, zejména u jaterních chorob (CRAMP, 2013).



**Obr. 5: Květy třešně a jejich pylová zrna.**

(zdroj: [http://vcelarstvi.blogspot.cz/2009\\_04\\_01\\_archive.html](http://vcelarstvi.blogspot.cz/2009_04_01_archive.html))

Včely shromažďují pyl i z květů rostlin vyvolávajících alergickou reakci. Na druhé straně však může být včelí pyl prospěšný při léčbě alergií a senné rýmy. Užíváním malého množství pylu může dojít ke snížení citlivosti nemocného na alergizující složky, podobně jako při aplikaci specifické vakcíny. Imunitní systém při kontaktu s menším množstvím pylu vytváří protilátky, které poskytují ochranu proti alergickým příznakům.

Domníváme se, že pro získání maximálního protialergického účinku, musí být použit pyl vyskytující se v okolí pacienta (MANDŽUKOVÁ, 2005).

## 4.7 Funkční potraviny

Jsou to potraviny, které konzumentovi poskytnou určitou funkci, podpoří jeho fyziologické funkce, to znamená, že dodají něco více než živiny. V poslední době se začal objevovat i název wellness foods, což v českém překladu znamená blahodárné potraviny. Tento název je tedy výstižnější, ale méně používaný.

Funkční potravina je jakákoliv potravina, která má kromě výživové hodnoty i příznivý účinek na zdraví konzumenta, na jeho fyzický i duševní stav. Je to potravina, která je vyrobena z přirozeně se vyskytujících složek, nejsou to léky.

Konzumace funkčních potravin příznivě ovlivňuje některé pochody v lidském organismu:

- posiluje přirozenou obranyschopnost proti škodlivým vlivům prostředí,
- zpomaluje proces stárnutí,
- přispívá k fyzické i duševní pohodě,
- působí preventivně proti nemocím (KALÁČ, 2003).

Mezi běžné funkční potraviny patří kysané mléčné výrobky, které lidstvo konzumuje již několik staletí, aniž by vědělo něco o funkčních potravinách. Dále sem určitě patří tvarohy a smetany obohacené o probiotika a vlákninu. Různé džusy a nektary obohacené o betaglukany nebo nenasycené mastné kyseliny. Extrakty zeleného čaje jsou přidávány do řady nápojů. Sortiment pečárenského průmyslu nabízí celou škálu chlebů a pečiva obohacených o lněná, dýňová, slunečnicová semínka a otruby různých obilovin. Řada margarínů obsahuje rostlinné steroly (KOHOUT, 2010). Většinou se tedy jedná o běžné potraviny, obohacené o další prospěšné substance, které mohou příznivě ovlivnit činnost lidského organismu. O mnoha přírodních potravinách, aniž by se

do nich přidávaly další složky, se hovoří jako o přirozených funkčních potravinách, protože samy obsahují mnoho biologicky příznivě působících látek. Do této skupiny patří většina zeleninových druhů. V případech, kdy jsou původní potravinové zdroje ochuzovány vlivem velkovýrobního zpracování o některé cenné složky, je fortifikace účelným racionálním obohacováním stravy (KOPEC, 2010).

## 5 ZÁVĚR

Naše zdraví je ovlivňováno mnoha faktory. Mezi ně patří především výživa, životní prostředí a psychický stav daného jedince. Imunitní systém oslabuje nesprávná výživa, stres, ale i chemické látky z ovzduší a stravy. V současné době se do potravin přidávají různá aditiva, která prodlužují výrobkům trvanlivost nebo jakkoliv upravují jejich vzhled, chuť či vůni. Některé z těchto látek jsou pro lidské zdraví škodlivé, při nadměrné konzumaci může docházet k nadbytečnému hromadění těchto látek, což může mít za následek rakovinotvorné účinky. Takto oslabený imunitní systém není schopen odolávat vnějším vlivům a podléhá různým nemocem. Zvyšuje se citlivost organismu a projevují se různé alergické reakce.

Tato práce rozebírá strukturu imunitního systému, jeho funkce a jaké obranné a ochranné funkce vykonává v lidském organismu. Na náš imunitní systém působí řada negativních vlivů, a proto je velmi důležitá obranyschopnost organismu. Z tohoto důvodu je důležité udržovat naši imunitu ve skvělé kondici, protože jediné tak dokáže odolávat škodlivým vnějším vlivům.

Imunitní systém můžeme posílit dodržováním zdravého životního stylu. To znamená konzumovat zdravé a čerstvé potraviny, udržovat se v dobré psychické pohodě a dodržovat pravidelný pohyb.

Celkově pro obyvatele České republiky se doporučuje přijímat pestrou stravu přiměřenou věku, zdravotnímu stavu a pohybové aktivitě. Strava by měla být bohatá na minerální látky, vitaminy a další látky, které nám zajistí správné fungování celého organismu. Při nakupování potravin bychom měli číst údaje uvedené na etiketách a vybírat si potraviny podle složení výrobku, ne podle ceny.

## 6 ZDROJE

### LITERÁRNÍ ZDROJE:

BALCH J.F., BALCH P.A. *Bible předpisů zdravé výživy*. Praha: Pragma, 1998, 572 s. ISBN 80-720-5637-9.

BASU T.K., DICKERSON J.W.T. *Vitamins in Human Health and Disease*. Oxford: CAB International, 1996, 345s. ISBN 0851989861.

BUKOVSKÝ I., POSPÍŠILOVÁ L. *Hledá se zdravý člověk*. Praha: Advent-Orion, 1998,133s. ISBN 8071722529.

CARKEET C. *Phytochemicals: health promotion and therapeutic potential*. Boca Raton: CRC Press, 2013, 250s. ISBN 9781466551626.

COMINELLI F., ARSENEAU K.O., BLUMBERG R.S., et al. *The mucosal immune system and gastrointestinal inflammation*. In: Yamada T. *Textbook of gastroenterology*, 5th edition. Wiley-Blackwell, 2009.

CRAMP D. *Včelařství: obrazový průvodce: od porízení včelstev po medobraní : více než 400 návodných fotografií*. Čestlice: Rebo, 2013, 160s. ISBN 9788025507148.

DEVEREUX G. The immune system: an overview. *Nutrition and immune function*. Wallingford: CABI, 2002,1. DOI: 10.1079/9780851995830.0001. ISBN 9780851995830.

DI PASQUALE M.G. *Amino acids and proteins for athlete*. 2nd. edition. Ontario: CRC Press, Taylor and francis group, 2008, 434 s. ISBN 13:978-1-4200-4380-8

FRANK R. *Zázračný med*. Líbeznice: Víkend, 2010, 124s. ISBN 9788074330247.

FUČÍKOVÁ T. *Klinická imunologie v praxi*, 2. přepracované vydání. Praha: Galén, 1997, 343s. ISBN 8085824574.



GILL H.S., CALDER P.C. *Nutrition and immune function*. Wallingford. 2002. ISBN 0-85199-583-7.

HOLEČEK M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*, Praha: Grada, 2006, 288 s. ISBN 10: 80-247-1562-7.

HOŘEJŠÍ V., BARTŮŇKOVÁ J. *Základy imunologie*. 2. vyd. Praha: TRITON, c2002, 260s. ISBN 807254215X.

HRABICA M. *Prvky, vitaminy a byliny trochu jinak*. Otrokovice: Miroslav Hrabica, c2000, 221s. ISBN 8090232221.

HUMAYAN K., SWARAZ A.K, STANGOULIS J. Zinc-deficiency resistance and bio-fortification in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2014, **177**(3), 311-319. DOI: 10.1002/jpln.201300326. ISSN 14368730.

CHAPLIN D. Overview of the immune response. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2010, **125**(2), S3-S23. DOI: 10.1016/j.jaci.2009.12.980. ISSN 00916749.

KALÁČ P. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA, 2003, 130s. ISBN 8073220296.

KERESTEŠ J. *Zdravie a výživa ľudí*. Bratislava: CAD Press, 2011, 1037s. ISBN 9788088969570.

KLEMENTA J., et al. *Somatologie a antropologie*. Praha: SPN, 1981, 503s.

KOHOUT P. *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: Solen, 2010, 106s. ISBN 9788087327395.

KOLIDA S., TUOHY K., GIBSON G.R. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*. 2002, **87**(S2), S193. DOI: 10.1079/BJN/2002537. ISSN 0007-1145.

KOMPRDA T. *Výživou ke zdraví*. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2009, 110s. ISBN 9788087156414.

KOPEC K. *Zelenina ve výživě člověka*. Praha: Grada, 2010, 159s. ISBN 9788024728452.

KVASNIČKOVÁ A. *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. 1. vyd. Praha: ÚZPI - Ústav zeměděl. a potravin. informací, 1998, 127 s. ISBN 80-851-2094-1.

LEDVINA M., STOKLASOVÁ A., CERMAN J. *Biochemie pro studující medicíny I.díl*. Praha: Karolinum, 2004, 273s, s. 95-98.

LOPEZ H.W., LEENHARDT F., COUDRAY CH., REMESY CH. Minerals and phy-tic acid interactions: is it a real problem for human nutrition? *International Journal of Food Science and Technology*. 2002, **37**(7), 727-739. DOI: 10.1046/j.1365-2621.2002.00618.x. ISSN 0950-5423.

MANDŽUKOVÁ J. *Léčivá síla vitaminů, minerálů a dalších látek: praktický domácí rádce*. Benešov: Start, 2005, 266s. ISBN 8086231364.

MINDELL E. *Vitaminová bible pro 21. století: [vše o vitamínech, které budete v tomto století potřebovat]*. Vyd. 1. Překlad Miloš Máček. V Praze: Knižní klub, 2000, 303s. ISBN 80-242-0406-1.

MINDELL E., MUNDIS H. *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii*. Vyd. 2., (dopl., přeprac.). V Praze: Ikar, 2006, 576s. ISBN 8024907445.

NARAYANASAMY P. *Immunology in plant health and its impact on food safety*. New York: Food Products Press, 2005, 412 s. ISBN 1-56022-286-7.

- NEČAS E. *Poruchy funkce imunitního systému*. In NEČAS, E. aj. *Obecná patologická fyziologie*. Praha: Karolinum, 2005, 377s, s. 173-177.
- NEVORAL J. Prebiotika, probiotika a synbiotika. *Pediatric pro praxi*, 2005, č. 2, 2s.
- OREY C. *Zázračná síla medu*. Praha: Ikar, 2012, 343s. ISBN 9788024919324.
- SHARON M. *Komplexní výživa: správná cesta ke zdraví*. Praha: Pragma, 1994, 193 s. ISBN 80-852-1354-0.
- TITĚRA D. *Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, mateří kašička, propolis, včelí jed*. Vyd. 2. Praha: Brázda, 2013, 175s. ISBN 9788020903983.
- VELÍŠEK J. *Chemie potravin*. Rozšířené a přepracované 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- VESELÝ, V. *Včelařství*. 2. vyd. / . Praha: Nakladatelství Brázda, 2003. ISBN 8020903208, 272s.
- VENZON D.S., IZZY S.M. Fruit, vegetables, and Phytochemicals in Human Health and Disease. *Phytochemicals: Health promotion and therapeutic potential*. USA: CRC Press, 2013, s. 1-17. ISBN 978-1-4665-5162-6.
- WHITE P.J., BROADLEY M.R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets - iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist*. 2009, **182**(1), 49-84. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02738.x. ISSN 0028646x.
- WHITE P.J., BROADLEY M.R. *Plant nutrition for sustainable development and global health*. 2010, **105** (7): 1073-1080. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>.
- YAO L.H., et al. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)*, 2004, 59.3: 113-122.

ZADÁK Z. *Výživa v intenzivní péči*. 2. vyd. Praha: Grada, 2008, 542s. ISBN 978-80247-2844-5.

ZLOCH Z. : *Fytochemické látky s antioxidační aktivitou v prevenci aterosklerosy*. *Výukový portál Lékařské fakulty v Plzni*, 2010. ISSN 1804-4409.

#### INTERNETOVÉ ZDROJE:

Web1: ANDRT T. *Probiotika a prebiotika*. *CELOSTNIMEDICINA.CZ: Informační server o zdraví z pohledu celostní, přírodní, alternativní medicíny* [online]. 2016 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/probiotika-a-prebiotika.htm>

Web 2: ANDRT T. *Chlorofyl* [online]. *CELOSTNIMEDICINA.CZ* [online]. 2009 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/chlorofyl.htm>

Web 3: CORTHÉSY B., GASKINS H.R., MERCENIER A. Cross-Talk between Probiotic Bacteria and the Host Immune System. *The Journal of Nutrition* [online]. 2007, 781-790 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Kvasnickova\\_2/JN\\_7.pdf](http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Kvasnickova_2/JN_7.pdf)

Web 4: DOSTÁLOVÁ J. et kol. *Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky* [online]. 2012 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>

Web 5: FISHER P., *Humoral immunity* [online]. In: San Francisco, 2008 [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: [http://missinglink.ucsf.edu/lm/immunology\\_module/prologue/objectives/obj05.html](http://missinglink.ucsf.edu/lm/immunology_module/prologue/objectives/obj05.html)

Web 6: GRYGÁRKOVÁ S. Minerální látky - jejich zdroje a význam pro organismus. *Celostnimedicina* [online]. 2006 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/mineralni-latky-jejich-zdroje-a-vyznam-pro-organismus.htm>

Web 7: HOŘEJŠÍ V. Makrofágy. *Vesmír* [online]. 2015, (94) [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [www.img.cas.cz/files/2015/03/65\\_Makrofagy\\_6\\_2015.pdf](http://www.img.cas.cz/files/2015/03/65_Makrofagy_6_2015.pdf)

Web 8: CHADIM V. *Základy výživy člověka: Doplnky stravy*. NUTRICOACH [online]. 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.nutricoach.cz/prebiotika--c164>

Web 9: *Imunita: Imunita - obranná linie organismu* [online]. 2013 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: [www.prebio.cz](http://www.prebio.cz)

Web 10: LUKÁŠ M. Prebiotika, probiotika a střevní mikroflóra. *Interní medicína pro praxi* [online]. Praha, 2015 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: [http://www.internimedicina.cz/artkey/int-201501-0003\\_Prebiotika\\_probiotika\\_a\\_strevni\\_mikroflora.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3DPREBIOTIKA%26sfrom%3D0%26spage%3D30](http://www.internimedicina.cz/artkey/int-201501-0003_Prebiotika_probiotika_a_strevni_mikroflora.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3DPREBIOTIKA%26sfrom%3D0%26spage%3D30)

Web 11: MIHÁLIKOVÁ M. *Základy výživy člověka* [online]. Brno: Výživová poradna Viviente, 2015 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.viviente.cz/neni-cervena-jako-cervena-aneb-barviva-v-nasi-strave/>

Web 12: PETANOVÁ J. Vliv prostředí na imunitní systém. *Medicína pro praxi* [online]. Praha, 2007, (6), 256-258 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/06/04.pdf](http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/06/04.pdf)

Web 13: RADA V. *Využití probiotik, prebiotik a synbiotik* [online]. 2012, 92-97 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: [www.internimedicina.cz](http://www.internimedicina.cz)

Web 14: VESELÁ I. *Jak výživou posílit imunitní systém* [online]. 2014 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://kulturstika.ronnie.cz/c-19365-jak-vyzivou-posilit-imunitni-system-i.html>

Web 15: *Včelí produkty: Včelí med* [online]. Fryšták: Český svaz včelařů Fryšták, 2016 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.csv-frystak.cz/produkty.html>

Web 16: ZÁVADA F. Gastrointestinální imunitní systém. *Medicina pro praxi* [online]. Praha, 2010, (7), 268-269 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/06/05.pdf>

Web 17: ZIMMERMAN K.A. Immune System: Diseases, Disorders & Function. In: *Live Science* [online]. 2016 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.livescience.com/26579-immune-system.html>