

Význam kyseliny listové ve výživě

Miroslava Janečková

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslava JANEČKOVÁ**
Osobní číslo: **T08150**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Význam kyseliny listové ve výživě**

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika kyseliny listové.
2. Význam kyseliny listové.
3. Průzkum trhu výrobků fortifikovaných kyselinou listovou.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin I, 3.vydání, OSSIS, Tábor 2009.
- [2] VÁVROVÁ, J. Vitamíny a stopové prvky 2007, 1.vydání, ČSKB ČLS JEP a SEKK, Praha 2007.
- [3] KOMPRDA, T. Výživou ke zdraví, 1.vydání, TeMi CZ, Velké Bílovice 2009.
- [4] MINDELL, E., MUNDISOVÁ, H. Nová vitaminová bible, 3.vydání, IKAR, Praha 2010.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marta Severová

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

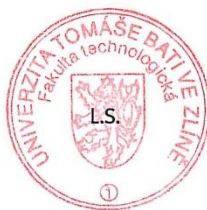
25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 23. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 30.5.2011

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na kyselinu listovou a její přínos pro lidskou výživu. Popisuje charakteristiku kyseliny listové, její význam ve výživě, zdravotní důsledky deficitu kyseliny listové a její výskyt v potravinách. Další část práce je věnována fortifikaci výrobků kyselinou listovou a průzkumu trhu. V poslední části jsou popsány doplňky stravy, jejich charakteristika a sortiment výrobků dostupných na českém trhu.

Klíčová slova: kyselina listová, výživa, fortifikace

ABSTRACT

The Bachelor's thesis is focused on folic acid and its benefit for human nutrition. It describes the characteristics of folic acid, its importance in nutrition, the health consequences of folic acid deficiency and its occurrence in the foods. Another chapter is devoted to products with folic acid fortification and market research. The last section describes the supplements, their characteristics and assortment of products available on the Czech market.

Keyword: folic acid, nutrition, fortification

Poděkování:

Chtěla bych touto cestou vyjádřit poděkování paní Ing. Martě Severové za odborné rady, trpělivost, literaturu a čas, který mi věnovala v průběhu vypracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VITAMINY	11
1.1 VITAMINY ROZPUSTNÉ VE VODĚ.....	14
1.2 VITAMINY ROZPUSTNÉ V TUCÍCH	17
2 CHARAKTERISTIKA KYSELINY LISTOVÉ	20
2.1 CHEMICKÁ STRUKTURA KYSELINY LISTOVÉ	20
2.2 STABILITA	21
2.3 RESORPCE	21
3 VÝZNAM KYSELINY LISTOVÉ VE VÝŽIVĚ	22
3.1 DOPORUČENÁ DENNÍ DÁVKA.....	22
3.2 ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY DEFICITU KYSELINY LISTOVÉ	23
3.2.1 Vrozené vady spojované s deficitem kyseliny listové	23
3.2.2 Degenerativní onemocnění srdce a cév	24
3.2.3 Úloha kyseliny listové v prevenci rakoviny.....	24
3.2.4 Megaloblastická anémie.....	25
3.2.5 Další rizika deficitu kyseliny listové.....	25
3.3 NEDOSTATEK KYSELINY LISTOVÉ.....	26
3.4 ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY NADBYTKU KYSELINY LISTOVÉ.....	26
3.5 VÝSKYT KYSELINY LISTOVÉ.....	27
3.5.1 Obsah kyseliny listové v potravinách rostlinného původu	27
3.5.2 Obsah kyseliny listové v potravinách živočišného původu	30
3.5.3 Netradiční zdroje kyseliny listové.....	30
3.6 MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ PŘÍJMU KYSELINY LISTOVÉ.....	31
3.7 ZMĚNY KYSELINY LISTOVÉ PŘI ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN.....	32
4 FORTIFIKACE KYSELINOU LISTOVOU	36
4.1 VÝROBKY FORTIFIKOVANÉ KYSELINOU LISTOVOU	37
4.1.1 Chléb s kyselinou listovou	37
4.1.2 Káva Spava.....	37
4.1.3 Cereální snídaně	38
4.1.4 Sůl s kyselinou listovou	41
4.1.5 Vejce	41
4.1.6 Bionápoje	41
4.1.7 Sušenky obohacené vitaminy	41
4.1.8 Kojenecká výživa	41
4.2 POTRAVINY VHODNÉ PRO FORTIFIKACI	42
5 DOPLŇKY STRAVY	44
ZÁVĚR	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54
SEZNAM OBRÁZKŮ	55
SEZNAM TABULEK	56

ÚVOD

Vitaminy jsou důležitou skupinou biologicky významných látek pro život člověka. Jsou to exogenní esenciální biokatalyzátory nezbytné pro život organismu, které si však organismus nedokáže sám syntetizovat a musí být přijímány potravou. Vykonávají v organismu několik funkcí. Hrají významnou úlohu jako prekurzory různých enzymů (vitaminy skupiny B), jiné se uplatňují v oxidačně redukčních systémech (vitamin C) apod. [1]

Těsné sepětí lidského zdraví s výživou je zřejmé již z její samotné definice: výživu obvykle pokládáme za způsob, jímž potraviny ovlivňují zdraví člověka. Ve stejném duchu je možno definovat výživovou (nutriční) hodnotu potravin jako ukazatel, lépe řečeno celý soubor ukazatelů, který vyjadřuje, do jaké míry je daná potravina vzhledem k obsahu jednotlivých živin schopna podporovat lidské zdraví. [2]

Vztah výživy a zdraví je ovšem nutno zasadit do ještě širšího rámce. Výsledný zdravotní stav člověka totiž ovlivňují na jedné straně genetické dispozice, na druhé straně celkový životní styl, k jehož nejvýznamnějším složkám patří právě výživa. [2]

Do skupiny vitaminů patří kyselina listová. V předkládané práci je uvedena charakteristika kyseliny listové a je rozebrán její význam ve výživě. Shromažďuje informace o fortifikaci potravin tímto vitaminem včetně doplňků stravy, které mohou být dobrým zdrojem při nedostatečném příjmu tohoto vitaminu při současném způsobu stravování, především u fertálních žen, osob ohrožených srdečními chorobami, seniorům, aj.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VITAMINY

Vitaminy jsou organické nízkomolekulární sloučeniny syntetizované výhradně autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen ve velmi omezené míře (např. člověk syntetizuje niacin z tryptofanu) a získávají je jako exogenní látky především potravou a některé z nich prostřednictvím střevní (intestinální) mikroflóry. Vitaminy jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem, ale vesměs mají funkci jako součást katalyzátorů biochemických reakcí i když zastávají řadu dalších funkcí. Funkce jednotlivých vitaminů v buněčném metabolismu je závislá na jejich chemickém složení. [3,4]

Mezi jednotlivými vitaminy neexistují po stránce chemické žádné strukturální vztahy, podle nichž by mohly být klasifikovány. Důležitým rozlišovacím znakem vitaminů je jejich rozpustnost, podle níž je lze rozdělit na vitaminy rozpustné v tucích (lipofilní) a na vitaminy rozpustné ve vodě (hydrofilní). Pro jejich označení se používají buď písmena abecedy, přičemž vitaminy s podobnými fyziologickými účinky jsou dále rozlišeny číselnými indexy, nebo názvy odvozené od chemického složení.

Mezi **vitaminy rozpustné v tucích** patří:

- vitamin A (retinol) a jeho provitaminy (karotenoidy)
- vitaminy D (kalciferoly)
- vitaminy E (tokoferoly a tokotrienoly)
- vitaminy K (fylochinony, farnochinony)

Mezi **vitaminy rozpustné ve vodě** se řadí:

- * skupina vitaminů B – komplexu:
 - vitamin B₁ (thiamin)
 - vitamin B₂ (riboflavin)
 - vitamin B₆ (pyridoxin)
 - vitamin B₁₂ (kyanokobalamin)
 - kyselina listová (folacin)
 - kyselina nikotinová a její amid
 - kyselina pantothenová
 - biotin
- * vitamin C (kyselina L-askorbová a kyselina L-dehydroaskorbová) [5]

Ve vodě rozpustné vitaminy nejsou zpravidla v organismu skladovány vůbec nebo jen omezeně a jejich přebytek je vylučován močí. Lipofilní vitaminy jsou skladovány hlavně v játrech. Rezervní kapacita, definována jako doba, po kterou je potřeba vitamínu kryta rezervami organismu, je nejdelší pro karotenoidy (3-5 let) a vitamin A (1-2 roky). U folacinu je rezervní kapacita 3-4 měsíce, u vitamínu K a C, riboflavinu, pyridoxinu a niacinu 2-6 týdnů a u thiaminu 4-10 dní. [3]

Nedostatečný příjem vitaminů v potravě se v organismu projeví různými poruchami, v lehčích případech hovoříme o hypovitaminózách, těžší formy se nazývají avitaminózy. Dlouhodobý extrémní nedostatek vitaminů může mít i fatální následky. Avitaminózy nevznikají pouze jako následek nedostatečného obsahu příslušného vitamínu v potravě, ale mohou se na nich podílet i jiné faktory, například špatná resorpce vitamínu v zažívacím traktu, vliv některých fyziologických změn v organismu, přítomnost antivitaminů a v některých případech i zvýšená potřeba vitaminů při zvýšené fyzické nebo psychické zátěži. [5]

Hypervitaminosa způsobená nadměrným příjmem lipofilních vitaminů skupiny A a D rovněž vyvolává poruchy biochemických procesů a může vést k těžkým onemocněním. [3]

V potravinách se vitaminy vyskytují v proměnném množství zpravidla od $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ po stovky až tisíce $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ podle druhu vitamínu, druhu potraviny a způsobu jejího zpracování. Vyskytují se jednak volné, jednak ve vázaných formách, obvykle vázané na bílkoviny nebo sacharidy. Fyziologickou aktivitu zpravidla vykazují více látek. Např. aktivitu vitamínu A má asi 50 přirozeně se vyskytujících sloučenin, aktivitu vitamínu C vykazují 2 základní sloučeniny. [3]

Racionální strava s vyváženým příjmem základních nutričních, minerálních i vitaminů je tedy důležitým předpokladem udržení a zlepšení aktuálního zdravotního stavu jednotlivce i celé populace. Pro každý vitamin existuje optimální denní dávka. [5,6] V tabulce 1 jsou uvedeny doporučené denní dávky dle vyhlášky č. 225/2008 Sb.

Obsah vitaminů v potravinách ovlivňuje kromě genetických předpokladů daného organismu mnoho dalších faktorů. U potravin živočišného původu závisí obsah vitaminů hlavně na způsobu skladování a zpracování suroviny. U potravin rostlinného původu je významný zejména stupeň zralosti, klimatické podmínky během růstu, především množství srážek, hnojení, posklizňové skladování a zpracování. [3]

Ke snížení jejich obsahu může vést už pouhé čištění či jiné mechanické opracování (vitamin C). K dalším ztrátám může dojít vyluhováním. Necháme-li potraviny delší dobu ve vodě, potom se do ní vyluhují všechny látky ve vodě rozpustné a těch není právě málo. Obsah biostimulátorů může nepříznivě ovlivnit i tepelná úprava (vitamin C, vitamin K, kyselina listová). Dalším nepříznivým faktorem je záření, zejména ultrafialové paprsky. V praxi to znamená, že ke ztrátám dochází už působením denního světla (vitamin A, vitaminy B₂, B₆, B₁₂, kyselina pantothenová, kyselina listová, vitamin C, vitamin E, kyselina lipoová, apod.). Pro zamezení ztrát je nutno dbát i na správné uložení a skladování potravin, zejména ovoce, zeleniny a brambor. [8]

Tab. 1 *Doporučené denní dávky vitaminů.* [7]

<i>Název vitaminů</i>	<i>Doporučená denní dávka</i>
Vitamin A	800 µg
Vitamin D	5 µg
Vitamin E	10 mg
Vitamin K	0,14 mg
Vitamin C	60 mg
Vitamin B ₁ (thiamin)	1,4 mg
Vitamin B ₂ (riboflavin)	1,6 mg
Niacin	18 mg
Vitamin B ₆ (pyridoxin)	2 mg
Kyselina listová	200 µg
Vitamin B ₁₂ (kobalamin)	1 µg
Biotin	0,15 mg
Kyselina pantothenová	6mg

1.1 Vitaminy rozpustné ve vodě

Tyto vitaminy nejsou organismem dlouhodobě ukládány. Většina je bezprostředně absorbována, nevyužité ve vodě rozpustné vitaminy jsou exkretovány do moče a mohou se jen výjimečně hromadit v organismu v toxických koncentracích. Z téhož důvodu jsou omezené i jejich zásoby v organismu (až na kobalamin), a tudíž musí být plynule doplňovány. [4,9]

Thiamin – vitamin B₁

Aktivní forma vitamínu B₁ je thiamindifosfát, je kofaktorem významných enzymů souvisejících s metabolismem sacharidů a aminokyselin. TDP se uplatňuje jako kofaktor transketoláz. Další účinky souvisí s nervovou činností a vodním hospodářstvím. Resorpce v trávicím traktu probíhá aktivním transportem, u alkoholiků je snížena. Avitaminóza u tohoto vitamínu je nemoc beri-beri, která se vyskytuje dodnes v jihovýchodní Asii (poruchy v energetickém hospodaření a v metabolismu; kardiovaskulární poruchy, edémy, nervové poruchy). Denní dávka činí 1,0 – 2,0 mg, vyšší hranice při větším energetickém příjmu. Zdrojem thiamínu je např. maso, vnitřnosti, kvasnice, luštěniny (hrách, čočka), černá mouka. Stabilita vitamínu je dobrá; částečně labilní vůči UV, teplu a v alkalickém prostředí. Ztráty při tepelné úpravě a technologickém opracování vznikají v důsledku vyluhování, vymílání. Antagonistou thiamínu je oxythiamin a thiamináza. [10,1]

Riboflavin – vitamin B₂

Riboflavin patří do skupiny flavinů, jeho aktivní formou jsou FMN – flavinmononukleotid, FAD – flavinadeninukleotid, flavoproteiny. Uplatňuje se při metabolismu proteinů. Dále je koenzymem oxidoreduktáz, ovlivňuje odolnost proti infekcím a podporuje růst. Riboflavin se také účastní procesu vidění tím, že převádí krátkovlnné modré paprsky na žlutozelené a tím umožňuje vidění za šera. Nedostatek tohoto vitamínu se projevuje zánětlivými poruchami na pokožce a sliznicích, některými očními nebo nervovými poruchami. Nedostatek vitamínů se vyskytuje nejvíce u alkoholiků. Riboflavin se snadno absorbuje v gastrointestinálním ústrojí, hlavně v duodenu. Denní dávka vitamínu B₂ je 1,2 – 2,0 mg, lze ji získat z rostlinných a živočišných zdrojů, kterými jsou obiloviny, některé druhy zeleniny, dále mléko, játra, maso. Ztráty při technologickém zpracování jsou malé, ale mohou nastat vyluhováním, ozařováním potravin UV zářením a při vystavení dennímu světlu. [10,1,11]

Niacin (kyselina nikotinová, nikotinamid)

Niacin neboli kyselina nikotinová a její aktivní forma nikotinamid. Z kyseliny nikotinové vznikají dva koenzymy, jsou to NAD^+ (nikotinamidadenindinukleotid), NADP^+ (nikotinamidadenindinukleotidfosfát), souhrnně označované jako koenzymy pyridinových dehydrogenas, které mají významnou úlohu v biochemických systémech, hlavně při glykolýze. Dalším účinkem v organismu je podpora růstu. Část vitamínu je vstřebávána v žaludku a téměř úplně je vstřebáván v tenkém střevě. Projevem deficiencie vitamínu je nemoc pelagra (nemoc „3D“ – dermatitis, diarrhoe, demence), pro dostatečný přísun niacinu je denní dávka 12 – 20 mg a zdroji jsou maso, vnitřnosti, kvasnice; vlastní syntéza niacinu v organismu z tryptofanu (60 mg tryptofanu dává 1 mg niacinu). Při kuchyňské úpravě potravin varem do 120 °C je stabilita vitamínu dobrá, ztráty nastanou hlavně vyluhováním do vývaru a nepříznivý vliv mají na niacin silné kyseliny a kyslík. [10,1]

Pyridoxin – vitamin B₆

Do skupiny vitamínu B₆ náleží tři navzájem příbuzné látky, pyridoxinová triáda: pyridoxol, pyridoxal, pyridoxamin – nejvyšší účinek má pyridoxal. Aktivní formou je pyridoxalfosfát a pyridoxaminfosfát. Pyridoxalfosfát se jako kofaktor zúčastňuje reakcí v metabolismu aminokyselin. Dále ovlivňují některé funkce v nervovém a imunitním systému a syntézu hemoglobinu. Nedostatek vitamínu se projevuje anémiemi, křečemi a zvýšenou hladinou homocysteinu v plazmě jako rizikový faktor vzniku a rozvoje kardiovaskulárních chorob. Hypervitaminosa, neboli předávkování vitaminem, je porucha periferního nervstva. Doporučená denní dávka je 1,2 – 2,0 mg (z malé části zajištěna syntézou střevní mikroflórou). Zdroje pyridoxinu jsou obiloviny, maso, játra, kvasnice. Je termostabilní, citlivý k ozáření, antivitaminem je 4-deoxypyridoxol. [10,1]

Kyselina pantothenová – vitamin B₅

Kyselina pantothenová se nejčastěji vyskytuje jako součást koenzymu A, dále jako součást ACP (acyl carrier protein), jejichž funkcí v metabolismu organismu je přenos acyl-skupin; zasahuje do citrátového cyklu, β -oxidace mastných kyselin a biosyntézy mastných kyselin. Karence u člověka je málo známá, stačí vyvážená strava, která bude obsahovat významné zdroje vitamínu, což jsou játra, mléko, vejce, kvasnice, celozrnné cereální výrobky, luštěniny, rýže, houby. Stabilita vitamínu je poměrně dobrá, závisí na pH a může dojít ke ztrátám vyluhováním. Výživová doporučená dávka pro průměrného obyvatele ČR byla vypočtena ve výši 7,3 mg.den⁻¹. [10,1]

Kobalamin – vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ patří do skupiny látek nazývaných korinoidy. Skupina korinoidů: amino-, hydroxy-, nitrosokobalamin. Aktivní formou jsou kobalamidy (koenzymy) – vázané na deoxyadenosin – např. v isomerech. Kobalamidové koenzymy zasahují do mnoha biochemických reakcí jako součást enzymových systémů, např. oxidace mastných kyselin. Pro resorpci v trávicím traktu je nutný „intrinsic faktor“, který je tvořen v žaludku (jeho nedostatek je nejčastější příčinou hypovitaminózy vitaminu B₁₂). Projevuje se megaloblastickou anémií a nervovými poruchami. Denní doporučená dávka je 2 – 3 μg.den⁻¹. Jeho zdroji jsou především potraviny živočišného původu jako játra, maso, mléko a mléčné výrobky, vejce. V rostlinných produktech je obsažen velmi omezeně jen v případě, že byla zpracována fermentací (kysané zelí). [10,1]

Biotin – vitamin H

V biochemických systémech se biotin uplatňuje jako koenzym značného počtu enzymů účastnících se např. biosyntézy mastných kyselin či katabolismu aminokyselin s rozvětveným řetězcem. Nedostatek vitaminu způsobuje únavu, nechutenství, poruchy kůže, doporučená denní dávka je 50 – 200 μg. Jeho zdroji jsou žloutek, játra, ledviny, kvasnice, sója, špenát. Tento vitamin je termolabilní, citlivý ke kyselinám a oxidaci, jeho antivitaminem je avidin (vaječný žloutek). Avidin při tepelném zpracování denaturuje a již s biotinem nereaguje. [10,1]

Kyselina lipoová

Kyselina lipoová je osmiuhlíkatá mastná kyselina, na jejímž šestém a osmém uhlíku je vázána disulfidová skupina, 6,8-dithiooktanová kyselina. Patří k důležitým antioxidantům. Při nedostatku může dojít k poškození nervové soustavy, srdce, mozku, objevuje se únava, slabost, poruchy vnímání. Zdrojem kyseliny lipoové jsou brambory a ovoce. [1,12]

Kyselina L-askorbová – vitamin C

Vitaminem C rozumíme redoxní systém, kyselina L-askorbová a L-dehydroaskorbová. Vitamin C se podílí na významných hydroxylačních reakcích probíhajících v organismu. Extracelulární funkce vitaminu by mohly spočívat především v ochraně LDL cholesterolu proti oxidaci, což znamená, že působí příznivě na snižování sérové hladiny celkového cholesterolu a zvyšuje koncentraci HDL cholesterolu u začínající hypercholesterolemie. Redukuje železo z potravy a zvyšuje jeho intestinální absorpci nebo blokuje reakci, při které

vznikají karcinogenní nitrosaminy. Velmi důležité jsou jeho antioxidační vlastnosti. Resorpce je dobrá, se zvyšujícími se dávkami se zhoršuje. Syndromem akutní avitaminosy je skorbut (kurděje). Příznakem je krvácení dásní, zhoršené hojení ran, infekce, útlum stresové reakce. To vše souvisí se selháním tvorby biosyntézy kolagenu. Denní dávka tohoto vitamínu je 60 – 100 mg. Hlavními zdroji jsou ovoce (hlavně citrusy), brambory, zelí, rajčata, brokolice, černý rybíz, šípky. Stabilita vitamínu C je nízká, ztráty mohou být způsobeny oxidací, vyluhováním, vyšší teplotou.[10,1]

1.2 Vitaminy rozpustné v tucích

Vitaminy rozpustné v tucích jsou vitaminy A, D, E a K. V potravě se vyskytují v tucích rostlinného i živočišného původu, jsou spolu s tuky tráveny, vstřebávány ve stravě a zapojeny do chylomikronů. Ty jsou následně transportovány jako chylomikronové zbytky do jater, která složí jako největší zásobní zdroj vitamínu A, D a K. Tuková tkáň je hlavním zdrojem vitamínu E. V tucích rozpustné vitaminy se nevyklučují močí, proto jejich nadměrný příjem může vést až k hypervitaminóze. [4,9]

Retinol – vitamin A

Retinol neboli vitamin A je jedním ze skupiny lipofilních vitaminů. Podle počtu dvojných vazeb rozlišujeme vitamin A₁ a A₂. Vitamin A se podílí na fotoreceptci v oční sítnici, proto je nezbytný pro proces vidění. Aktivní formou vitamínu A je i oxidací vznikající aldehyd *11-cis-retinal*. Ten je součástí fotoreceptčního pigmentu tyčinek oční sítnice – rhodopsinu. Bílkovinnou část tohoto chromoproteinu tvoří opsin (skotopsin). Na vitamin A jsou přeměňovány oxidačním štěpením provitaminy - karoteny, nejúčinnější je β-karoten. Hlavní funkce vitamínu A je v biochemii zrakového vjemu, dále účinky antikancerogenní a protinfekční, podpora růstu a vliv na reprodukci. Nedostatek vitamínu způsobuje rohovatění sliznic, změny kůže, šeroslepost, xeroftalmie, keratomalacie, zpomalený růst. Při vysokých dávkách se mohou vyskytnout změny kůže, nechutenství, nauzea, bolesti hlavy, bolesti v kostech a kloubech, úbytek na váze, hepatosplenomegalie; teratogenní účinky. Denní dávka by měla být 0,8 – 1,0 mg. Hlavními zdroji retinolu jsou játra, rybí tuk, mléčné výrobky, žlutek; u karotenů jsou to potraviny rostlinného původu jako mrkev, rajčata, petržel – nať, hrášek, špenát, meruňky, jahody. Vitamin A je citlivý k oxidaci. [10,1]

Kalciferol – vitamin D

Pod pojmem vitamin D se rozumí skupina steroidních látek nazývaných kalciferoly s antirachitickým účinkem. Nejvýznamnějšími z nich jsou vitamin D₂ – ergokalciferol, vitamin D₃ – cholekalciferol, vznikají z provitaminů ozáření UV paprsky. Funkce vitaminu D je spojena s metabolismem vápníku a fosforu, nezbytných pro růst, vývoj a udržení struktury kostí. Avitaminóza u dětí způsobuje onemocnění rachitis, zpomalený růst; u dospělých osteomalacie, vyplavování Ca²⁺ z kostí, jejich měknutí a řídnutí; hypokalcémie, hypofosfatémie. Hypervitaminóza je hyperkalcémie, ukládání vápníku do měkkých tkání, např. ledvin (nefrokalcinóza), plic, zažívacího traktu; teratogenní účinky atd. Denní dávka je 5 – 10 µg, nejvyšší dávka vitaminu je 50 µg za den. Hlavními zdroji je rybí tuk, játra, žloutek, mléko, máslo. Fortifikace se provádí velmi zřídka. Syntéza v organismu: prekurzor (7-dehydrocholesterol) → UV 265 nm → cholekalciferol → hydroxylovaný derivát (účinná forma). Stabilita tohoto vitaminu je dobrá. [10,1]

Tokoferol – vitamin E

Tokoferoly patří mezi významné antioxidanty, aktivní formou jsou tokoferoly (α- a γ- tokoferol), tokotrienoly; stimulující účinek selenu, antikancerogenní účinek, růstový faktor, reprodukce. Hypovitaminóza se projevuje poruchami jater a reprodukce, svalovou atrofií, anémií, poruchami kapilární permeability. Doporučená denní dávka by měla být 8 – 20 mg; potřeba závisí na příjmu nenasycených mastných kyselin. Vitamin E je rozšířen především v rostlinných zdrojích, jako jsou klíčky, ořechy, ovesná mouka, rostlinné oleje (možnost fortifikace), celozrnné výrobky, listová zelenina. V potravinách živočišného původu to jsou vejce, maso, játra, králičí maso apod. [10,1]

Vitamin K

Skupinu vitaminu K tvoří dvě hlavní formy a to vitamin K₁ – fyllochinon a látka produkovaná střevní mikroflórou vitamin K₂ – farnochinon. Jsou známy i některé syntetické látky s účinky vitaminu K, jako například vitamin K₃ (menadion). Vitamin K má antihemoragický, hemokoagulační účinek (biosyntéza hemokoagulačních faktorů II, VII, IX a X) a spolu s vitaminem D má vliv na správnou stavbu kostí. Vitaminům K jsou příbuzné *ubichinony* (koenzym Q), které působí jako přenašeči elektronů. Hypovitaminóza vitaminu K může způsobit prodloužení doby srážení krve, hemoragie (riziko zejména u novorozenců). Doporučuje se přijímat okolo 1 µg na 1 kg tělesné hmotnosti. Ke zdrojům vitaminu K patří zelené rostliny (květák, hrášek), luštěniny, sýry, žloutek, játra; také je produkován

střevní mikroflórou. Tento vitamin je labilní (UV záření, alkálie, oxidace); komplexy jsou stabilnější. Antivitaminem je dikumarol (antikoagulační účinek – možno využít terapeuticky). [1,10]

2 CHARAKTERISTIKA KYSELINY LISTOVÉ

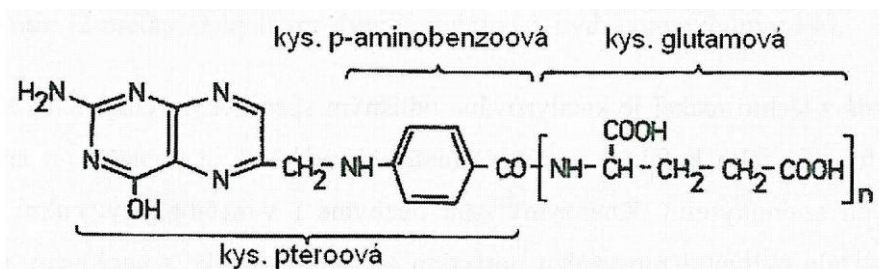
Kyselina listová je ve vodě rozpustný vitamin (rozpustnost ve vodě je však nízká, zvyšuje se přítomností NaOH). Biologickou aktivitu kyseliny listové má řada látek, souhrnně označovaných jako foláty, folacin nebo kyselina folová (z latinského *folium* – list). Jsou to deriváty kyseliny glutamové, jedné z neesenciálních aminokyselin. Dříve byly označovány jako vitamin Bc, B₉ nebo vitamin M. [4,13]

Pteroyl-glutamová kyselina je referenční sloučenina pro vitaminovou formu folátu pteroyl-glutamát. Metabolicky aktivní forma pteroyl-glutamové kyseliny je redukováná tetrahydrosloučenina, na niž jsou navázány zbytky glutamové kyseliny (polyglutamát). Metabolicky funguje jako koenzym, který přenáší jednouhlíkové fragmenty z jedné molekuly na jinou v metabolismu aminokyselin a nukleových kyselin. Kyselina listová je nutná pro syntézu tymidylátu a v konečné formě pro syntézu DNA. Z toho důvodu je kyselina listová, podobně jako vitamin B₁₂, se kterým metabolicky kooperuje, nutná pro metabolismus rychle se dělicích buněk. [14]

2.1 Chemická struktura kyseliny listové

Základem struktury je pterová neboli 4-[(pteridin-6-ylmethyl)amino]benzoová kyselina hypoteticky odvozená od 6-hydroxymethylpterinu a 4-aminobenzoové kyseliny. Na její karboxylovou skupinu je prostřednictvím amidové vazby vázána L-glutamová kyselina, ale zpravidla několik molekul této aminokyseliny, běžně $n = 3-8$. Tyto glutamylpeptidy jsou nazývány folylpolyglutamáty nebo jen konjugáty. Aktivní formou folátů je (6S)-5,6,7,8-tetrahydrofolová neboli (6S)-5,6,7,8-tetrahydropteroylglutamová kyselina s redukováným pteridinovým (resp. pyrazinovým) cyklem, ve zkratce H₄PteGlu nebo FH₄. [3]

Obr. 1 Struktura kyseliny listové. [1]



2.2 Stabilita

Kyselina listová je termolabilní, rozkládá se působením světla, podléhá oxidaci a ve stravě dochází k jejímu úbytku vyluhováním. Před oxidací ve vodném prostředí je chráněna vitamínem C. Kyselina listová v přírodních zdrojích je chemicky nestabilní, k výrazné ztrátě dochází v průběhu sklizně, skladování, zpracování a při přípravě stravy. Ztráty původní aktivity mohou, během těchto procesů, dosáhnout 50 a dokonce až 75 %. [15,16]

2.3 Resorpce

Polyglutamáty, přijaté potravou jsou štěpeny enzymy střevní mukózy na dobře rozpustný monoglutamát, který je resorbován v proximální části tenkého střeva aktivně s pomocí glukosy či galaktosy. Ve formě monoglutamátu se ze zažívacího traktu vstřebává téměř kompletně (absorbována z více než 90 %), zatímco z polyglutamátů pouze asi z 50 %. V plazmě je kyselina listová transportována volně nebo ve vazbě na albumin. Resorpce je vázána na funkční intestinální mukózu. Cílovým orgánem kyseliny listové je jaterní tkáň. Pro utilizaci jaterních zásob je nutná přítomnost žluči a funkční enterohepatální oběh. Tělesné zásoby vystačí na 2 – 4 měsíce. Exkreci zajišťují moč a žluč – významná enterohepatická recirkulace. [4,15]

3 VÝZNAM KYSELINY LISTOVÉ VE VÝŽIVĚ

Kyselina listová je esenciální látka, která zasahuje v těle do řady biochemických procesů. Aktivita vitamínu je podobná aktivitě kobalaminů. Souvisí s přenosem jednoválcových funkčních skupin, jako je methylová (CH_3-), formylová ($-\text{CHO}$), methylenová ($-\text{CH}_2-$), a další, jejichž donorem je hlavně cholin, glyoxylová kyselina, serin a další sloučeniny. Tyto funkční skupiny jsou vázány na N-5 nebo N-10 tetrahydrofolové kyseliny. Působí především v játrech. Vitamin je kofaktorem enzymů uplatňujících se především v metabolismu aminokyselin (transaminace, syntéza keratinu aj.), purinových a pyrimidinových nukleotidů. Významná je role folacinu, spolu s korrinoidy, v metabolismu homocysteinu. [15,3]

Nedostatečný přísun kyseliny listové zpomaluje tvorbu DNA a dělení buněk a zasahuje tak především rychle se dělící tkáň, jako je kostní dřev. Kyselina listová je rovněž nezbytná pro konverzi homocysteinu na methionin. Tato remetylační reakce je důležitá zejména v souvislosti se vznikem a rozvojem chorob, které jsou spojovány se zvýšenou hladinou homocysteinu, především kardiovaskulárních chorob, Alzheimerovy choroby, rakoviny a některých dalších onemocnění. Proto se v poslední době věnuje stále větší pozornost úloze kyseliny listové, resp. jejího deficitu, ve vztahu k degenerativním onemocněním srdce a cév, rakovině a vrozeným vadám, především pak defektům neurální trubice. [15]

3.1 Doporučená denní dávka

Živočichové nejsou schopni syntetizovat kyselinu 4-aminobenzoovou, nebo spojovat glutamát s pteridinem. Z těchto důvodů je nutný příjem vitamínu stravou. Aktivní formou je tetrahydrofolát. [5]

Zdravý člověk potřebuje denně 200 μg celkového množství kyseliny listové, z kterého organismus vstřebá asi jen 40%. [17]

Kyselinu listovou sice dostáváme potravou, avšak vytvářejí ji také bakterie, jež jsou za normálních okolností přítomny ve střevě. Mnoho mikroorganismů a rostlin je schopno *de novo* syntetizovat 7,8-dihydrofolovou kyselinu, živočichové mohou tuto formu vitamínu pouze redukovat na tetrahydrofolovou kyselinu. [18,3]

Příjem folátů u mužů je všeobecně vyšší, než u žen. Ve většině zemí je doporučená denní dávka kyseliny listové stejná jak pro muže, tak pro ženy, ale vychází především ze studií metabolismu žen. Doporučená denní dávka kyseliny listové je ve Spojeném Království Velké Británie a Severního Irska 200 $\mu\text{g}/\text{den}$, v Nizozemí je to 300 $\mu\text{g}/\text{den}$ získaných ze

stravy a v USA se jedná o ekvivalent denního příjmu kyseliny listové 400 µg/den. Ve starší verzi byl doporučený denní příjem v USA vyšší u mužů (240 µg/den), než u žen (190 µg/den). [19]

Tab. 2 Doporučená denní dávka pro jednotlivé skupiny rozdělení podle věku v ČR. [20]

Doporučená denní dávka vitamínu B9:		
	věk (roky)	množství [µg]
Kojenci	0,0-0,5	25
	0,5-1,0	35
Děti	1-3	50
	4-6	75
	7-10	100
Muži	11-14	150
	15-18	200
	19-24	200
	25-50	200
	51+	200
Ženy	11-14	150
	15-18	180
	19-24	180
	25-50	180
	50+	180
Těhotné ženy		400
Kojící ženy		280

3.2 Zdravotní důsledky deficitu kyseliny listové

3.2.1 Vrozené vady spojované s deficitem kyseliny listové

V souvislosti s deficitem kyseliny listové se nejčastěji hovoří o defektech neurální trubice u novorozenců, ke kterým dochází v prvním trimestru těhotenství. [15]

Spina bifida, vrozený rozštěp páteře, je jednou z nejčastějších vrozených vad, jež postihují okolo 0,2 % narozených dětí. Ve čtvrtém týdnu těhotenství se uzavírá nervová trubice, ze které vzniká páteř s míchou uvnitř. Osm týdnů starému plodu se potom uzavírá patro. Nedostatek kyseliny listové v těhotenství může vést k tomu, že novorozenec je postižen vrozeným rozštěpem páteře, při němž nejsou uzavřeny obratlové oblouky, takže mícha se svými obaly vystupuje ven z páteřního kanálu, případně narozené dítě trpí rozštěpem patra a horního rtu. [15,2]

Pro fertilní ženy je nezbytná suplementace tímto vitamínem v dávkách vyšších než 400 µg/den. Aby se minimálně snížilo riziko, protože ke vzniku uvedeného defektu dochází v průběhu organogeneze plodu v prvních týdnech těhotenství, doporučuje se z preventivních důvodů suplementace všech žen ve fertilním věku 800 µg folátu na den. [5]

3.2.2 Degenerativní onemocnění srdce a cév

Kyselina listová se podílí na metabolismu homocysteinu, a tím i na patogenezi atherosklerosy. Deficit kyseliny listové vede k hyperhomocysteinemii, která je považována za rizikový faktor vzniku atherosklerosy. Homocystein je svou povahou aminokyselina a v organismu vzniká přirozeně z methioninu, jedné z nepostradatelných aminokyselin. Protože vysoká hladina homocysteinu v krvi přispívá ke vzniku kardiovaskulárních onemocnění, je pro organismus nezbytné tuto látku zase zpátky přeměnit na zmíněný methionin. 5,10-methylentetrahydrofolátreduktáza katalyzuje přeměnu 5,10-methylentetrahydrofolátu na 5-methylentetrahydrofolát, jenž je donorem uhlíku pro metylaci homocysteinu, ze kterého tak vznikne methionin. Enzym, který tuto přeměnu umožňuje, obsahuje jako nezbytnou složku právě kyselinu listovou. Na této přeměně „spolupracuje“ kyselina listová s dalším vitamínem ze skupiny B, kobalaminem. [15,2,21]

Zvýšení plazmatické hladiny homocysteinu o každých 5 µmol/l je spojeno se 60 – 80% zvýšením rizika koronárních onemocnění. Hladina homocysteinu vyšší než 12 µmol/l již vyžaduje intenzivní léčbu, dostatečný příjem kyseliny listové je tedy nutný. [5,15,2]

Jako prevenci lze doporučit nejprve úpravy diety, případně kontinuální suplementaci vitaminy B₆, B₁₂ a kyselinou listovou. Pokud doporučená dietní opatření nesníží koncentraci homocysteinu v séru, doporučuje WHO podávat vitaminovou směs obsahující 400 µg kyseliny listové, 2 mg vitamínu B₆ a 6 µg vitamínu B₁₂ denně. [21]

3.2.3 Úloha kyseliny listové v prevenci rakoviny

V poslední době se zájem odborníků soustřeďuje i na problematiku úlohy kyseliny listové v karcinogenezi, především pak na souvislost působení suplementace kyselinou listovou a rizika nádorového bujení. [15]

Kyselina listová se podílí na tvorbě nukleotidů, které jsou nezbytné pro syntézu DNA. Nedostatek tohoto vitamínu může mít za následek poruchy ve struktuře dědičné informace, tedy vznik mutací, což je první předpoklad vzniku zhoubného bujení, rakoviny. Je tedy logické, že dostatečný přísun folacinu bude působit jako prevence vzniku rakoviny – v této

situaci lze uvažovat o suplementaci. Avšak v případě, že v organismu již bylo zhoubné bujení zjištěno, podpořilo by dostatečné zásobení kyselinou listovou právě rakovinné buňky. [15,2]

George Yunis z univerzity v Minnesotě, který se zabýval dlouhodobě výzkumem chromozómů, uvádí, že v případě nízkého obsahu kyseliny listové v organismu se některé chromozómy lámou a znovu se mezi sebou spojují atypickým způsobem a umožňují tak kancerogenní mutace. Podle Yunise nedostatek tohoto vitamínu podporuje vznik asi padesáti prasklin chromozómů vždy ve stejných místech, jako by se jednalo skoro o zděděnou vlastnost, která může být rizikovým faktorem pro iniciaci genetických deviací. Kyselina listová má tedy stabilizující účinek na chromozómy a sehrává úlohu v denním boji našeho organismu proti nebezpečí rakoviny. [22]

Vyšší příjem folátu je spojován s redukcí rizika rakoviny plic, tlustého střeva a rakoviny prsu u žen, zvláště u mírných alkoholiků. [5,15]

3.2.4 Megaloblastická anémie

Kyselina listová rovněž působí jako faktor, který zabraňuje vzniku chudokrevnosti, odborně se hovoří o antianemickém faktoru. Nedostatek folacinu může zapříčinit zvláštní druh chudokrevnosti, označovanou jako megaloblastická anémie, kdy se v kostní dřeni nacházejí velké nezralé červené krvinky, vyplavované do oběhu. I v tomto případě je možno z důvodů prevence uvažovat o suplementaci. [2]

Užívání kyseliny listové může maskovat nedostatek vitamínu B₁₂. Ten převádí kyselinu metyltetrahydrofolovou zpět na kyselinu tetrahydrofolovou, důležitou pro syntézu DNA. Inhibice této reakce následkem nedostatku vitamínu B₁₂ se dá kompenzovat zvýšeným příjmem kyseliny listové. Pak se anémie jako následek nedostatku vitamínu B₁₂ neprojeví, ale nerušeně se vyvíjí poškození nervů, jehož příčina se pro chybějící anémii však dá zjistit obtížně. Nekritické podávání multivitaminových přípravků s obsahem kyseliny listové tedy může být škodlivé. [23]

Z důvodu rizika vzniku zhoubné anémie se nedoporučuje, aby příjem kyseliny listové z potravin u obyvatelstva byl vyšší než 1mg /den. [15]

3.2.5 Další rizika deficitu kyseliny listové

Zvýšený výskyt deficitu kyseliny listové pozorujeme u alkoholiků, dále ve všech situacích, kdy dochází ke zvýšené proliferaci buněk při hojení a reparaci tkání (trauma, popálení, in-

fekce, chronická hemolytická anémie) a při zvýšeném metabolismu (nádory, hypertyreoidismus, těhotenství, laktace). Z léků dochází k interferenci a k nedostatku kyseliny listové při léčbě antiepileptiky (fenytoin), antagonisty kyseliny listové, v průběhu chemoterapie nádorů (metotrexat, aminopterin) a při léčbě kalium šetřícími diuretiky (triamteren). [14]

3.3 Nedostatek kyseliny listové

Megaloblastická anémie byla dříve považována za hlavní projev deficitu folátu. Také anémie v těhotenství je zaviněna zvýšeným katabolismem folátu. Nyní je však známo, že i mírné poklesy obsahu folátu v těhotenství, považované ještě za dolní referenční rozmezí, zvyšují riziko defektu neurální trubice. Byl zjištěn rovněž vztah mírného deficitu folátu ke kardiovaskulárním onemocněním. [4]

Dalšími charakteristickými symptomy jsou poruchy sliznice gastrointestinálního traktu, které se projevují průjmem, pálením jazyka a záněty v oblasti sliznic gastrointestinálního traktu. Do klinického obrazu deficitu kyseliny listové patří snížení buněčně zprostředkované imunity, poruchy nervového systému, psychické deprese, psychická nestabilita a demence. [14]

Nedostatek kyseliny listové se projevuje bledostí, slabostí, zapomnětlivostí, roztržitostí, ztrátou energie, únavou, podrážděností, nechutenstvím, nespavostí, závratěmi a depresemi. [24]

3.4 Zdravotní důsledky nadbytku kyseliny listové

Nežádoucí vedlejší účinky byly pozorovány u jedinců léčených antiepileptiky typu fenytoinu a při podávání vysokých dávek kyseliny listové (100 násobek DDD, což činí 20 mg), u těchto pacientů se objevovaly epileptické záchvaty. [14]

Příliš vysoké dávky vitamínu mohou být nebezpečné lidem s rakovinou vázanou na hormony (např. rakoviny prsu a prostaty). Může působit jako faktor přispívající k rozvoji zhoubného bujení, pokud už k němu došlo. Příjem kyseliny listové by neměl přesáhnout horní limit 1 mg/den, který stanovil Vědecký výbor pro potraviny v roce 2000. [25,26,27]

3.5 Výskyt kyseliny listové

Kyselina listová je obsažena v potravinách rostlinného a živočišného původu. Dobrymi zdroji kyseliny listové jsou především zelené části rostlin, to znamená především zelenina a v menší míře ovoce. Ze živočišných tkání jsou nejbohatším zdrojem játra. V biologických substancích je kyselina listová často vázána na bílkoviny, zejména v mléce (syrovátka) a v masu. Tato vazba se uvolňuje při tepelném zpracování suroviny nebo enzymatickým štěpením. [5]

3.5.1 Obsah kyseliny listové v potravinách rostlinného původu

V zelenině a ovoci se především vyskytují polyglutamylpeptidy odvozené od 5-methyl- $H_4PteGlu_n$ a 10-formyl- $H_4PteGlu_n$. Listová zelenina (hlavní formou je heptaglutamylkonjugát) je nejvýznamnějším zdrojem vitamínu. V obilovinách a luštěninách je přítomno také významné množství folové kyseliny ($PteGlu_n$) a jejích derivátů. V pšenici a žitu (také v chlebu a jiných cereálních výrobcích a v luštěninách) je na příklad 38-55% vitamínu ve formě 10-formyl- $H_4PteGlu_n$, 5-20% jako 5-methyl- $H_4PteGlu_n$ a 3-8% ve formě $H_4PteGlu_n$. Navíc je 12-21% vitamínu přítomno jako 10-formyl- $PteGlu_n$ a 12-23% jako $PteGlu_n$. [3]

Bohatými zdroji vitamínu je droždí a také vyšší houby (*Basidiomycetes*). [3]

Obsah kyseliny listové v potravinách rostlinného původu uvádí tabulka 3, 4, 5 a 6.

Významné množství kyseliny listové je v suchých skořápkových plodech neboli skořápkovém ovoci (viz. Tab. 4). Ořechy se v poslední době dostávají do popředí zájmu z hlediska možných příznivých účinků na lidské zdraví. Jsou velmi bohaté nejen na kyselinu listovou, ale na další vitamíny jako je hlavně vitamin E, thiamin, riboflavin, pyridoxin, niacin. [28]

Tab. 3 *Obsah kyseliny listové v ovoci. [29]*

<i>Ovoce</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Ovoce</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Ananas	0,8 – 6,0	Hrozny	4,5 – 4,9
Avokádo	4,0 – 57,0	Hrušky	2,5
Banán	9,6	Jablka	0,5
Borůvky	7,6	Jahody	5,3
Broskve	2,3	Mandarinky	7,4
Brusinky	1,7	Meruňky	3,6
Citron	7,4	Pomeranče	5,1 – 40,0
Grapefruit	2,7	Třešně	6,5 – 30,0

Z tabulky 3 je zřejmé, že významnými zdroji vysokého obsahu kyseliny listové ze syrového ovoce jsou avokádo, banán, borůvky, také pomeranče a třešně, nejméně významnými zdroji jsou jablka.

Tab. 4 *Obsah kyseliny listové v suchých skořápkových plodech. [17,28]*

<i>Ořechy, semena, sušené ovoce</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Ořechy, semena, sušené ovoce</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Mák	100,0	Vlašské ořechy	78,0
Slunečnic. semena	100,0	Lískové ořechy	81,0
Kokosový ořech	30,0	Pistácie	55,0
Mandle	45,0	Makadamské ořechy	11,1
Datle	21,0	Fíky	14,0

Tab. 5 Obsah kyseliny listové v zelenině. [29]

<i>Zelenina</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Zelenina</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Brambory	8,0 – 20,0	Okurky	24,0
Brokolice	34,0	Petržel (nať)	43,0
Cibule (zralá)	6,0 – 14,0	Rajčata	2,0 – 16,0
Chřest	89,0 – 142,0	Růžičková kapusta	27,0
Kapusta	51,0	Ředkvička	3,0 – 10,0
Kedlubny	10,0	Špenát	49,0 – 110,0
Květák	17,0 – 29,0	Zelí	6,0 – 42,0
Mrkev	8,0	Kukuřice cukrová	9,0 – 70,0

V tabulce 5 jsou zvýrazněny největší zdroje kyseliny listové rostlinného původu a to syrové zeleniny. Pokud budeme tyto jednotlivé druhy konzumovat, je nutno podotknout, že tepelnou úpravou se snižuje obsah vitamínu v potravíně. Pro příklad ve 100 g špenátu v syrovém stavu je obsah kyseliny listové 49,0 – 110,0 μg, po tepelné úpravě jeho obsah klesá na 29,4 – 66,0 μg. Proto musíme počítat i s tepelnou úpravou, pokud bychom si chtěli vypočítat denní příjem kyseliny listové. [5]

Tab. 6 Obsah kyseliny listové v luštěninách a pekařských výrobcích. [29]

<i>Luštěniny</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Chléb</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Čočka	99,0	Pšeničný bílý	15,0
Hrách	5,0 – 35,0	Pšeničný celozrnný	27,0
Sójové boby	1,9	Žitný	15,0 – 20,0

3.5.2 Obsah kyseliny listové v potravinách živočišného původu

Významným zdrojem kyseliny listové jsou především vejce a vnitřnosti. Hlavními přirozenými formami folacinu v živočišných materiálech jsou polyglutamylpeptidy (převládá pentaglutamylkonjugát) odvozené od 5-methyltetrahydrofolové kyseliny (asi 50%), 10-formyltetrahydrofolové kyseliny (asi 10%), a tetrahydrofolové kyseliny (asi 40%). V mléce a mléčných výrobcích je z celkového množství vitamínu průměrně 25% 5-methyl- $H_4PteGlu_n$, asi 60% 10-formyl- $H_4PteGlu_n$ a 15% $H_4PteGlu_n$. [3]

Obsah kyseliny listové ve vybraných potravinách živočišného původu uvádí tabulka 7. Je z ní patrné, že největším zdrojem kyseliny listové jsou játra všeobecně, jak vepřová, hovězí, tak kuřecí.

Tab. 7 Obsah kyseliny listové v potravinách živočišného původu. [5,17,29]

<i>Maso</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Vejce, mléko</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Hovězí libové	15,3	Vejce celé	5,1
Játra hovězí	290,0 – 294,0	Bílek	0,6
Vepřové	3,2	Žloutek	13,0
Játra vepřová	220,0	Mléko	11,1
Šunka uzená	7,8	Eidam 30% tvs	15,0
Slepice	3,1	Roquefort	49,0
Játra kuřecí	380,0	Parmezán	20,0

3.5.3 Netradiční zdroje kyseliny listové

Velmi dobrými zdroji kyseliny listové jsou netradiční plodiny, kterými jsou např. okra, lilek, artyčok a quinoa.

Quinoa

Nenáročná a odolná vysokohorská plodina s téměř 6 tisíc let dlouhou tradicí představovala hlavní složku potravy obyvatel andské oblasti Jižní Ameriky. Představuje v Evropě alternativní plodinu a je ceněná hlavně díky vysoké nutriční hodnotě.

Quinou, známou jako merlík chilský (*Chenopodium quinoa Willd.*) považujeme za dobrý zdroj vitaminů – thiaminu, riboflavinu, kyseliny listové, β – karotenu, α – tokoferolu i vitamínu C. V porovnání s běžnými obilovinami má nižší obsah pouze niacinu. [30,31]

Okra

Ibišek jedlý (*Abelmoschus esculentus* – čeleď slézovité, *Malvaceae*). Konzumní částí jsou nezralé plody – zdužnatělé, dlouhé, podélně zbrázděné špičaté tobolky, sklizené do týdne po odkvětu. Obsahují vitamin C, β – karoten a kyselinu listovou. K nám se dováží, běžné jsou v balkánské a orientální kuchyni. Obsah kyseliny listové je 88 μg ve 100g. [32]

Artyčok

Artyčok (*Cynara scolymus* – čeleď hvězdnicovité, *Asteraceae*). Užitkovou částí jsou květní úbory složené z dužnatých zákrovních listenů a lůžka, sklizené v době, kdy jsou plně vyvinuté, ale před rozkvetem. Existují odrůdy zelené, purpurové i bělavé barvy. Obsahují vedle vitaminů a minerálních látek také inulin a mají pozoruhodnou antioxidační aktivitu. Obsah kyseliny listové je 76 μg ve 100g. [32]

Baklažán

Lilek jedlý (*Solanum melongena* L. – čeleď lilkovité, *Solanaceae*). Konzumní částí je vyspělý plod, kterým je dužnatá bobule různých tvarů (vejčitý, podlouhlý, kapkovitý, kulovitý) i barev (tmavě fialová, žlutobílé, bílé, různě žíhané). Nutriční hodnota baklažánů není příliš vysoká, ceníme si ho pro příjemnou nasládlé kořenitou chuť. Dužnina obsahuje mimo jiné provitamin A, vitamin C, niacin a kyselinu listovou. Baklažán má příznivé zdravotní účinky, svým vysokým obsahem pektinů snižuje obsah cholesterolu v krvi. Obsah kyseliny listové je 18 μg ve 100g. [32]

3.6 Možnosti zvýšení příjmu kyseliny listové

Vzhledem k tomu, že u většiny populace je saturace kyselinou listovou prostřednictvím běžné stravy nedostačující a hodnoty zdaleka nedosahují doporučené denní dávky, zdůrazňují odborníci nutnost výrazného zvýšení příjmu, a to především pro embryoprotektivní účinky kyseliny listové. Uvedených 400 μg (v USA) může být obsaženo v průměrné denní smíšené stravě, ale kupř. Američané konzumují pouze asi 200 $\mu\text{g}/\text{den}$. Opakovaně bylo prokázáno, že perikonceptní suplementace kyselinou listovou (samotnou i obsaženou v multivitaminové směsi) snižuje až o 70% výskyt vrozených morfologických vad, především spina bifida. [15]

V zásadě lze zlepšení současné situace dosáhnout třemi způsoby:

1. **Zvýšením konzumace** potravin bohatých na kyselinu listovou s ohledem na správné skladování surovin a přípravu stravy.
2. **Suplementací** kyselinou listovou v přírodní formě, a to především pro ženy v reprodukčním věku v dávce 400 μg . Rozhodující je příjem v časovém rozmezí minimálně 4 týdnů před a 8 týdnů po koncepci, pro ženy, které plánují těhotenství.
3. **Obohacováním** potravin kyselinou listovou. [15]

Tab. 8 Příklad zabezpečení denního doporučeného množství kyseliny listové. [15]

<i>Potraviny (množství)</i>	<i>Obsah kyseliny listové (μg)</i>
Brambory (250g)	25*
Hrách (150g)	120*
Polní salát (100g)	73
Čerstvé ovoce (400-500g) různé druhy, průměrná hodnota 32 $\mu\text{g}/100\text{g}$	cca 150
Plnotučné mléko (150 ml)	48
Jogurt (200ml)	46
Celkový přívod za den	462

* po uvaření nebo jiné technologické úpravě

3.7 Změny kyseliny listové při zpracování potravin

Přívod některých vitaminů průměrnou stravou občana ČR není na potřebné úrovni (např. vitaminů C, E, atd.). Přitom je nutno brát v úvahu ztráty, k nimž dochází při různých vzájemných reakcích některých látek současně přítomných v potravě. Daleko důležitější jsou však možné ztráty vitaminů, které vznikají při nesprávném skladování surovin nebo nevhodným způsobem přípravy stravy. [8]

Tepelné opracování potravin je jedním z nejefektivnějších procesů pro ochranu potravin před mikrobiologickým rozkladem a pro inaktivaci nežádoucích enzymů, ale má negativní vliv na retenci vitaminů v potravě. Možným nepříznivým změnám termolabilních složek potravin lze předejít účelnou volbou kombinací zahřívacích teplot a dob: poměrně velmi

krátké a vysoké záhřevy denaturují vysokomolekulární bílkoviny mikrobů (a enzymů), kdežto nízkomolekulární, cenné sloučeniny mohou zůstat ještě beze škody. [5]

Tabulka 9 uvádí retenční faktory, které byly vypočteny tzv. TR metodou (true retention method - % TR) tak, že jsou brány v úvahu ztráty pevných látek, ke kterým v potravině dochází při jejím kulinárním opracování. Konečný výsledek představuje skutečný obsah nutrieti v potravině na konci technologického procesu (%TR). [5]

$$\% \text{ TR} = \frac{\text{nutrient ve zpracované potravině (g/g)} \times \text{hmotnost zpracované potraviny (g)}}{\text{nutrient v syrové potravině (g/g)} \times \text{hmotnost syrové potraviny (g)}} \times 100$$

Tab. 9 Retence kyseliny listové ve vybraných pokrmech [5]

<i>Potravina</i>	<i>TR [%]</i>	<i>Potravina</i>	<i>TR [%]</i>
Hovězí maso pečené	95	Mléko ohřívání 10 minut	85
Hovězí maso plátky opečené dušené	70	Mouka, moučná jídla pečená	70
Kuře pečené	60	Rýže bílá i natural vařená	60
Vepřové maso pečené	95	Brambory smažené	75
Vepřové maso obalované smažené	85	Rajčata vařená, pečená	70
Vepřové plátky opečené dušené	65	Zelenina listová vařená ve vodě	60
Vepřové maso uzené pečené	95	Zelenina listová vařená ze zmražené	55
Játra smažená	85	Zelenina kořenová vařená ve vodě	65
Párky ohřívání	95	Zelenina kořenová zmražená vařená	70
Vejce míchaná	75	Zelenina ostatní vařená	65
Vejce vařená natvrdo	75	Zelenina ostatní vařená ze zamražené	70
Luštěniny vařené 75 min.	45	Ovoce kompotované	50
Brambory ve slupce vařené	90	Ovoce mražené	95
Brambory oloupané vař.	75	Ovoce sušené	50

Změny kyseliny listové v jednotlivých skupinách potravin

- **Maso a masné výrobky**

V mase je folacin přítomen volný nebo vázaný na polysacharidy. Ztráty při tepelném zpracování dosahují až 95 %, většina ztrát nastává výluhem. [3]

- **Mléko a mléčné výrobky**

Stabilita folacinu v mléce závisí na přítomnosti kyslíku. Obvyklé ztráty při pasteraci dosahují 5 %, ztráty při výrobě UHT mléka bývají 10-20 %, při výrobě kondenzovaného mléka až 75 %. Obsah folacinu v jogurtech závisí na druhu použitých mikroorganismů. Může být nižší, ale i vyšší než v použitém mléce. V tvrdých sýrech bývá 75-90 % množství přítomného v surovině. [3]

- **Cereálie a cereální výrobky**

Obsah folacinu v obilovinách je stejně tak jako obsah všech vitaminů skupiny B nejvyšší v povrchových vrstvách obilky. Obsah v mouce je závislý na stupni vymílání. Během přípravy těsta se obsah folacinu nemění, ke ztrátám však dochází při pečení (ztráty 20 % i více). Při vaření těstovin se ztráty pohybují kolem 20 %. [3]

- **Ovoce a zelenina**

Při vaření a konzervování zeleniny dochází v průměru k 20-50 % ztrátám folacinu. [3]

V tabulce 10 jsou uvedeny příklady potravin rostlinného původu, u kterých dochází k výrazným ztrátám, nejen tepelným zpracováním, ale např. vymíláním obilnin.

Tab. 10 *Nutričních ztráty kyseliny listové ve vybraných potravinách.* [17,32,29]

<i>Potravina</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Potravina upravená</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>
Artyčok čerstvý	30,0 - 78,0	Artyčok vařený	7,70
Řepa červená syrová	83,0	Řepa červená vařená	23,0
Liška jedlá	25,0	Liška jedlá steriliz.	14,29
Čočka	99,0	Čočka vařená	22,0
Hrách	5,0 - 35,0	Hrách sterilizovaný	12,0
Ječmen zrno	65,0	Ječná mouka	20,0
Pohanka zrno	50,0	Pohanková mouka	30,0
Pšenice zrno	87,0	Pšenice krupice	25,0
Žito zrno	143,0	Žitný chléb	15,0 - 20,0
Žitná mouka celozrn.	70,0	Žitná mouka světlá	15,0

4 FORTIFIKACE KYSELINOU LISTOVOU

Vitaminy obecně patří mezi velmi labilní složky potravin. Během technologického zpracování i kulinární úpravy potravin dochází u většiny vitaminů k větším či menším ztrátám. Z tohoto důvodu se vitaminy považují za indikátory použití správných a šetrných technologických a kulinárních postupů. [3]

Vitaminy se dnes v potravinářském průmyslu používají k obohacování mnoha výrobků, k tzv. restituci a fortifikaci potravin. Restitucí se rozumí doplnění jejich obsahu na původní hladiny v surovině, fortifikace je obohacení na koncentrace vyšší, potřebné z fyziologických či jiných důvodů. Některé vitaminy také našly použití jako přirozená barviva (riboflavin a provitaminy A, zejména β -karoten) a jako antioxidanty (vitamin C, β -karoten, vitamin E). [3]

Problému fortifikace potravin kyselinou listovou je v posledních letech celosvětově věnována zvýšená pozornost. Cílovou skupinou jsou zejména ženy v perikoncepčním období, pravidelní konzumenti alkoholu, osoby středního a vyššího věku ohrožené ischemickou chorobou (nedostatek vitamínu E), senioři s častým deficitem vitamínu B a D, vegetariáni ohrožení deficitem vitamínu B₁₂ a sociálně slabší populační skupiny, které si vzhledem k nízkému příjmu nemohou dovolit kupovat dostatek zeleniny a ovoce. [15]

Příznivé dopady fortifikace potravin kyselinou listovou:

- zdravé těhotné ženy nemusí pro zajištění optimálního přísunu kyseliny listové užívat tablety s kyselinou listovou,
- je zajištěn přísun kyseliny listové i u neplánovaných těhotenství, tedy v době, kdy žena ještě neví, že je těhotná,
- je zabezpečen odpovídající příjem kyseliny listové i pro sociálně slabší skupiny obyvatelstva se špatnou výživou,
- v souvislosti s konzumací potravin fortifikovaných kyselinou listovou bylo prokázáno i jisté snížení počtu novorozenců s nízkou porodní hmotností,
- kyselina listová snižuje hladinu homocysteinu v krvi a tím redukuje riziko kardiovaskulárních onemocnění v celé populaci,
- kyselina listová má zřejmě i vliv na kognitivní funkce, zlepšuje náladu, snižuje riziko depresí a Alzheimerovy choroby,

- snižuje riziko tvorby polypů a karcinomu tlustého střeva, ulcerativní kolitidy a Crohnovy choroby,
- spolupůsobí při zamezování vzniku zánětů dásní, paradentózy a v prevenci dysplázie děložního krčku,
- kyselina listová je vhodná i při užívání hormonální antikoncepce.

Negativa fortifikace kyselinou listovou:

- nadměrný příjem kyseliny listové může zastřít zhoubnou anémii z nedostatku vitamínu B₁₂, a to především u starších lidí, u kterých je absorpce tohoto vitamínu snížena,
- nedostatek vitamínu B₁₂ vede u starší populace mimo anémii i ke vzniku některých závažnějších neurologických poruch,
- potenciálním rizikem při vysokých dávkách kyseliny listové je i určitá možnost interference s antiepileptickými léky. [15]

4.1 Výrobky fortifikované kyselinou listovou

Na našem trhu není široký sortiment těchto výrobků. Většinou se jedná o výrobky z mouky, snídaňové cereálie, extrudované výrobky a výživa pro kojence. V USA, Velké Británii a Německu je sortiment těchto výrobků více rozšířen, jde především o mouku, výrobky z mouky, snídaňové cereálie, masné výrobky (salám pro děti) a další. [33,34]

K fortifikaci se používají kyselina pteroylmonoglutamová a kalcium-L-methylfolát, což jsou formy stanovené dle vyhlášky č. 225/2008. [7]

4.1.1 Chléb s kyselinou listovou

Společnost Penam, a.s. začala vyrábět speciální chléb, který je o tento vitamin obohacen. Jde o moderní metodu, která se dlouhodobě využívá i v jiných zemích, kde výrazně klesl od dob obohacování pečiva a mouky kyselinou listovou počet dětí narozených s poškozením páteře. Už 3 krajíčky chleba pokryjí polovinu denní doporučené potřeby kyseliny listové tj. 200 µg pro těhotné ženy a celou pro běžného dospělého člověka. [20]

4.1.2 Káva Spava

Společnost Voyava Republic vyvinula novou kávu fortifikovanou vitaminy, minerálními látkami a bylinnými extrakty, která rozšiřuje řadu organických druhů kávy Spava. Káva se vyrábí novou technologií, založenou na inkorporaci vodného roztoku přírodních vitaminů,

minerálních látek a bylinných extraktů za pokojové teploty přímo do celých kávových bobů, čímž se dosáhne výrazného zesílení chuti a aroma kávy současně se zvýšením jejich zdravotních účinků. Nová fortifikovaná káva je prvním výrobkem řady Spava, který obsahuje třetinu doporučené denní dávky kyseliny listové a proto je vhodná zejména pro ženy. [35]

4.1.3 Cereální snídaně

Příkladem výrobků obohacených o kyselinu listovou jsou produkty od firmy Nestlé Česko s.r.o., snídaňové cereálie pro děti Nesquik, Cini Minis, Chocapic, Cheerios atd., kde 100 g výrobku obsahuje 170 μg kyseliny listové (85 % DDD). Rozšířením sortimentu jsou i cereální tyčinky a kukuřičné lupínky, které jsou také obohaceny o vitaminy. Množství kyseliny listové je stejné jako u cereálií, což činí 170 μg na 100 g výrobku. Jedna tyčinka (Fitness, Nesquik, Cini Minis) obsahuje 39,95 μg kyseliny listové.

Tab. 11 *Přehled cereálních tyčinek od firmy Nestlé.*

<i>Výrobek - cereální tyčinka</i>	<i>Obsah kyseliny listové [$\mu\text{g}/100\text{g}$]</i>	<i>Obsah kyseliny listové [$\mu\text{g}/23,5\text{g}$]</i>
Nesquik	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Cini Minis	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Chocapic	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Cookie crisp	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Fitness classic	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Fitness čoko	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD
Fitness oříšek	170 / 85% DDD	39,95 / 20% DDD

Tab. 12 Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy Nestlé.

<i>Výrobek</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/100g]</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg/30g]</i>
Nesquik kuličky	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Nesquik DUO	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Cheerios medové	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Chocapic	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Cini Minis	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Strawberry Minis	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Kangus	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Cereálie Lion	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Cookie Crips	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Fitness classic	200 / 100% DDD	66 / 30% DDD
Fitness Fruit	146 / 70% DDD	64,4 / 30% DDD
Fitness Chocolate	167 / 80% DDD	56 / 25% DDD
Fitness Yoghurt	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Corn flakes	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD
Gold flakes	170 / 85% DDD	51 / 25% DDD

Další firmou, která přidává kyselinu listovou do výrobků určených pro zdravou snídani je Pragosoja, spol.s r.o. Strančice, všem více známá jako Bona Vita, kyselinu listovou přidává do výrobků uvedených v tabulce 13.

Firma Family DAVO, s.r.o. Holešov obohacuje kyselinou listovou obilné polštářky (čokoládové, ořechové, jogurtové, toffee a jahodové), kde je obsah kyseliny listové 100 μg ve 100g výrobku (50 % DDD). Dále vyrábí cereálie pro děti, v nichž množství kyseliny listové je stejné jako u předchozích výrobků. Jedná se o výrobky uvedené v tabulce 14.

Tab. 13 Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy *Pragosoja*.

<i>Výrobek</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg / 100g]</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg / 30g]</i>
Šmudlův mls	155,8 / 78 % DDD	46,74 / 23% DDD
Čokoflek	155,8 / 78 % DDD	46,74 / 23% DDD
Cigi-cagi (skořicové mušle)	129,8 / 65 % DDD	39 / 19,5% DDD
Šmudlův mix	109,1 / 64,5 % DDD	32,7 / 16,5% DDD
Dobrá vláknina	125,0 / 62,5 % DDD	Neuvedeno
Dobrá vláknina s ovocem	81,2 / 40,5 % DDD	Neuvedeno
Dobrá vláknina kakaová	125,0 / 62,5 % DDD	Neuvedeno
Corn flakes Stilla (Kaufland)	50,4 / 25 % DDD	15,1 / 7,5 % DDD
Corn flakes Crip crop (Penny)	50,4 / 25 % DDD	15,1 / 7,5% DDD

Tab. 14 Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy *Family DAVO*.

<i>Výrobek</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg / 100g]</i>	<i>Obsah kyseliny listové [μg / balení]</i>
Obilné polštářky s náplní jahodovou 70g	100 / 50% DDD	70 / 35% DDD
Obilné polštářky s náplní čokoládovou 75g	100 / 50% DDD	75 / 37,5% DDD
Obilné polštářky s náplní oříškovou 75g	100 / 50% DDD	75 / 37,5% DDD
Obilné polštářky s náplní jogurtovou 70g	100 / 50% DDD	70 / 35% DDD
Obilné polštářky s náplní toffee 70g	100 / 50% DDD	70 / 35% DDD
oho! Tři kamarádi 250g	100 / 50% DDD	250 / 125% DDD
oho! Choca 250g	100 / 50% DDD	250 / 125% DDD
oho! Cocoa mix 250g	100 / 50% DDD	250 / 125% DDD
oho! Pufovaná pšenice s medem 250g	100 / 50% DDD	250 / 125% DDD
oho! Happy rings 250g	100 / 50% DDD	250 / 125% DDD

4.1.4 Sůl s kyselinou listovou

Alpská sůl s jodem, fluorem a kyselinou listovou obsahuje v 1 g 100 µg kyseliny listové. Při běžném dosolení pokrmů za předpokladu spotřeby 2 g soli je pokryta denní dávka vitamínu, což činí 200 µg za den. Alpskou sůl obohacenou o jód, fluor a kyselinu listovou vyrábí firma Solsan, a.s. Praha.

4.1.5 Vejce

Mezi významné zdroje kyseliny listové patří i vejce. Obsah kyseliny listové lze podstatně zvýšit podle dosavadních výsledků na asi 40 µg ve vejci, zkrmováním kolem 4 mg syntetického vitamínu na 1 kg krmiva. Obsah vitamínů je silně závislý na výživě nosnic. Obsah kyseliny listové ve fortifikovaném vejci činí 40 µg, což je 20 % DDD. [34,35]

4.1.6 Bionápoje

Nová řada nealkoholických bionápojů uváděných do oběhu pod obchodním označením SeeZüngle pochází z regionu Bodamské jezero v Horním Švábsku. Výrobce těchto nápojů je pivovar Clemens Härle. Používané suroviny jsou to ječmen, třešně, hrušky a hrozny, pocházejí z ekologického zemědělství. Tyto nové nápoje jsou fermentované, na kvašení se podílí bakterie mléčného kvašení. K významným látkám obsažených v nápoji patří kyselina listová a různé další vitaminy. [38]

4.1.7 Sušenky obohacené vitaminy

Firma Opavia – LU, s.r.o. Praha uvedla na trh sušenky obohacené o vitaminy a některé výrobky i o kyselinu listovou. Sortiment výrobků fortifikovaných o tento vitamin je následující: Bebe Dobré ráno oříškové s medem, Bebe Dobré ráno 4 cereálie s mlékem a Bebe Dobré ráno Musli s ovocem. Vyrábí se v 50 g nebo 300 g balení. Obsah kyseliny listové je 68 µg ve 100 g výrobku, což je 34% doporučené denní dávky, v jedné sušence (12,5 g) je 8,50 µg (4% DDD) kyseliny listové.

4.1.8 Kojenecká výživa

Výrobky určené pro počáteční výživu kojence, které jsou svým složením a vlastnostmi nejbližší mateřskému mléku, obsahují všechny potřebné živiny pro zdravý růst dětí. Součástí fortifikace vitaminy je i kyselina listová a sortiment výrobků určených pro děti je velmi široký. V tabulce 15 je přehled výrobků od firmy Nestlé Česko s.r.o., který udává množství kyseliny listové ve 100 g instantního mléka a množství vitamínu na objem 100

ml již připraveného mléka pro kojence. Tabulka také obsahuje dva výrobky z řady Junior Bifidus, které jsou určeny pro děti starší než jeden rok.

Tab. 15 Přehled výrobků kojenecké výživy obohacených kyselinou listovou.

<i>Výrobek</i>	<i>Obsah kyseliny listové [µg/100g]</i>	<i>Obsah kyseliny listové [µg/100ml]</i>
BEBA 1 HA Premium do 6 měsíce	-	10 / 40% DDD
BEBA 1 HA Premium instantní	88 / 325% DDD	12 / 48% DDD
BEBA Pro 1 do 6 měsíce	74 / 296% DDD	9,5 / 38% DDD
BEBA Pro 2 od 6 měsíce	106 / 303% DDD	14 / 40% DDD
BEBA 2 HA Premium od 6 měsíce	94 / 269% DDD	13 / 37% DDD
BEBA Pro 3 od 10 měsíce	106 / 303% DDD	15 / 43% DDD
BEBA 1 HA Junior od 10 měsíce	94 / 269% DDD	13 / 37% DDD
Junior mléko Bifidus 1+ od 1 roku	73 / 146% DDD	10 / 20% DDD
Junior mléko Bifidus 2+ od 2 let	66 / 132% DDD	10 / 20% DDD

4.2 Potraviny vhodné pro fortifikaci

Mouka je ideální surovinou pro obohacování kyselinou listovou, konzumuje se ve všech zemích světa. Vzhledem k tomu, že ve většině zemí je mlýnská výroba koncentrována do větších, relativně moderně vybavených závodů, je zde i odpovídající technické vybavení pro přidávání komerčně upraveného premixu s kyselinou listovou, a to jednoduchou technologií na konci mlecího procesu. [15]

Nizozemské studie ukazují, že stejně vhodným prostředím pro fortifikaci kyselinou listovou by mohlo být **pasterované nebo UHT mléko**. Předpokládá se, že přítomnost proteinů vázajících foláty v pasterovaném mléce může zvyšovat biologickou využitelnost kyseliny listové z fortifikovaného mléka. [15]

Ke zvyšování obsahu kyseliny listové v mléce a fermentovaných výrobcích může rovněž docházet v důsledku **bakteriální aktivity**. Je známo, že některé bakterie produkují vitaminy pro svůj vývoj a růst. Bakterie zpravidla veškeré množství vyprodukovaných vitaminů nespotřebují, proto určitý podíl zůstává ve finálním výrobku. Výběrem bakteriálních kmenů, které produkují značné množství vitaminů a genetickou modifikací zvýšení bakteriální

produkce se zabýval výzkumný projekt Nutra Cells, financovaný EU. Během výzkumu byl popsán způsob klonování a přenosu esenciálních genů pro biosyntézu kyseliny listové z *Lactococcus lactis* do *Lactobacillus gasseri*, přičemž došlo k jejich změně ze „spotřebitele“ folátu na producenta. Biologická využitelnost tohoto folátu byla ověřována studii, které potvrdily, že tímto způsobem je možné kompenzovat deficit kyseliny listové ve stravě. Praktické průmyslové využití má však nepříliš optimistické vyhlídky, vzhledem k použití geneticky modifikovaných surovin. [15]

Dalším médiem využitelným ke zvýšení obsahu kyseliny listové jsou **čerstvá vejce**. Složením krmné dávky, umožní zvýšit obsah kyseliny listové v jednom vejci z 16 µg na 46 µg, což můžeme označit za velmi dobrý zdroj kyseliny listové. [15]

Zvyšování příjmu kyseliny listové prostřednictvím potravinových suplementů není z různých důvodů pro každého vhodné. Proto se věnuje pozornost **biofortifikaci**, tj. fortifikaci plodin žádoucími nutrienty prostřednictvím vědeckých postupů, která by umožnila zvýšit příjem kyseliny listové formou běžné stravy. Pracovníkům Washington University ve St. Louis se podařilo v modelové rostlině *Arabidopsis thaliana* (huseníček Thalův) zvýšit hladinu kyseliny listové na úroveň vyšší než je ve špenátu, který se z rostlinných zdrojů považuje za nejbohatší. Postupně byl klonován gen z bakterie *E. coli* produkující folát za pomoci specifické formy GTP cyklohydrolázy 1 a přenesen do *Arabidopsis thaliana*. Výsledkem bylo zvýšení hladiny folátu ve tkáni listů na úroveň vyšší než je běžně u špenátu. [15]

Výsledek zavedení povinné fortifikace kyselinou listovou v USA (od roku 1998) se projevil poklesem o 26 % výskytu defektů neurální trubice u novorozenců. Pro neplánovaná těhotenství, kterých je 45 % v USA a asi 30 % v západní Evropě, je tento výsledek značným úspěchem. NTD se vyskytuje během prvních 22 až 28 dní po početí. [39,40]

5 DOPLŇKY STRAVY

Příjem vitaminů v současné době u řady lidí výrazně ovlivňuje spotřeba různých doplňků stravy, zejména tzv. multivitaminových přípravků. V této koncentrované formě může vést v krajním případě až k hypervitaminose. [3]

Podle zákona č. 120/2008, paragraf 2 písmeno i) se doplňkem stravy rozumí potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu, která je koncentrovaným zdrojem vitaminů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravine samostatně nebo v kombinaci a je určena k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích. [41]

Nejčastější a nejvíce oblíbenou formou jsou tablety. Je možné je dobře uchovávat a mají delší životnost. Dražé jsou obalované tablety, obal je chrání před předčasným natrávením v horních částech zažívacího traktu, kde se vitaminy pro kyselou reakci nemohou vstřebat. Tobolky mají podobné vlastnosti jako tablety, používají se pro vitaminy rozpustné v tuku (A, D a E) jako olejová suspenze. Želatinové tobolky se vyrábějí ze želatiny živočišného původu. Mají se chránit před světlem, chladem a vysušením, které mohou vyvolat jejich oxidaci a tím i znehodnocení. [42]

Rostlinné tobolky neobsahují žádnou látku, jako je škrob a cukry, nebo jinou látku, která by mohla vyvolat alergii. Vyrábějí se z celulózy a rostlinných vláken stromů, odolných proti plísním. Mohou se uchovávat i při vysokých a nízkých teplotách, aniž by se nějak poškodily. Neovlivní je také suché klima, při kterém praskají želatinové tobolky. Mají však jednu nevýhodu: reagují s některými látkami, takže je lze použít jen v určitých případech; jsou také dosti drahé.

Druh jemných želatinových tobolek má tu výhodu, že se snadno polyká, rozpouští se také až ve střevě. Vstřebává se pomaleji než vitaminy ve formě prášku nebo roztoku.

Použití vitaminů ve formě prášku je však výhodné proto, že účinnou látku lze podávat ve vysoce koncentrované formě a není třeba žádných dalších médií, na která by se lék vázal a jež by mohla zbytečně vyvolávat alergické reakce.

Roztoky se snadno mísí s vodou a jsou výhodné pro osoby, které mají obtíže s polykáním pilulek.

Podáváním ve sprejích do úst, nejlépe pod jazyk, lze použít tam, kde je nutná rychlá resorpce do krevního oběhu. Vitaminy se dostávají na místo působení během 15 minut. [42]

Tab. 16 *Přehled vitaminových a multivitaminových preparátů obsahujících kyselinu listovou.* [17]

<i>Preparáty</i>	<i>Vit.B₁</i> <i>mg</i>	<i>Vit.B₂</i> <i>mg</i>	<i>Niacin</i> <i>mg</i>	<i>Vit.B₆</i> <i>mg</i>	<i>Kys.list.</i> <i>μg</i>	<i>Vit.B₅</i> <i>mg</i>	<i>Biotin</i> <i>μg</i>	<i>Vit.C</i> <i>mg</i>
Mart'anci	1,05	1,20	3,60	1,05	10,0	2,70	3,30	45,0
ABC Spekt-rum	1,5	1,7	20,0	2,0	400,0	10,0	30,0	60,0
Stresvit	10,0	10,0	100,0	5,0	400,0	20,0	45,0	500,0
Multivitamin Classic	1,5	1,7	18,0	1,8	200,0	-	40,0	75,0
Milde Forte	3,0	3,4	36,0	3,6	400,0	-	80,0	150,0
Multivitamin šumivý	1,4	2,6	13,4	1,5	500,0	9,0	4,0	100,0
Duovit	1,0	1,2	13,0	2,0	400,0	5,0	-	60,0
Centrum	1,5	1,7	20,0	2,0	400,0	10,0	3,0	60,0
Additiva Multivitamin	3,75	7,0	37,5	4,25	1000,0	25,0	12,5	187,5
Multivitamin Junior	0,6	0,8	-	1,0	150,0	-	-	30,0
Femivit	1,2	1,6	18,0	2,5	400,0	-	-	120,0
Multibionta plus C	1,3	1,7	18,0	1,8	150,0	8,0	30,0	300,0
Omnivit	1,3	1,7	18,0	1,8	150,0	6,0	100,0	75,0

* DDD kyseliny listové je 200 μg

* obsah vitaminů je uveden v jedné tabletě

Elasti-Q kyselina listová 800

Přírodní přípravek s vyváženým obsahem vitaminů a kyseliny listové. Kyselina listová je důležitá v období plánování těhotenství, v těhotenství a kojení, neboť podporuje nejen zdraví maminky, ale i miminka. Je doporučována zejména k prevenci vývojových vad plodu a pro správný vývoj plodu. Doporučuje se užívat již 3 měsíce před plánovaným těhotenstvím. Tento přípravek dále pomáhá při anemických stavech, při zvýšené hladině homocysteinu v krvi a při dispozici ke kardiovaskulárním onemocněním. Složení v 1 tabletě: **400 µg kyseliny listové**, což je DDD pro ženy v těhotenství. Výrobce: Walmark, a.s., Česká republika.

FertilCare s kyselinou listovou

Doplňek stravy obohacený o vitaminy a minerály nezbytné pro dobrý stav reprodukčních orgánů ženy, který byl speciálně vyvinut pro pokrytí potřeby žen, které si přejí mít děti. FertilCare obsahuje doporučenou dávku **400 µg kyseliny listové** v těhotenství v jedné tabletě. Výrobce: Medi direct international, Velká Británie.

Kyselina listová ProVista

1 tobolek obsahuje **400 µg kyseliny listové**, biotin 0,2 mg, vitamin C 120 mg, železo 14 mg, jód 100 µg, kyselina pantothenová 15 mg, nikotinamid 20 mg, thiamin 2mg, riboflavin 3 mg, vitamin B₆ 3mg. Výrobce: ProVista CZ s.r.o., Česká republika.

Železo plus

Složení jedné tablety je železo 200 mg, **kyselina listová 200 µg** a vitamin B₁₂ 2 µg. Tento výrobek je určen pro těhotné ženy, pro správnou funkci červených krvinek a zamezení anémie v těhotenství, způsobené nedostatkem železa a kyseliny listové. Výrobce: Naturvita, a.s., Česká republika.

Železo plus s vitaminy a kyselinou listovou

Složení jedné kapsle je kyselina L-askorbová (odpovídá 60 mg vitaminu C), fumarát železnatý (odpovídá 14 mg železa), vápník D-pantotenát (6 mg kyseliny pantothenové), **kyselina listová 200 µg**, kyanokobalamin 1 µg. Výrobce: Magister Doskar, Rakousko.

Femibion 800

Doplňěk stravy určený pro ženy plánující těhotenství a pro těhotné ženy.

Složení jedné tablety je **kyselina listová 400 µg**, metafolin (L-metylfolát) 400 µg, vitamin B₁ 1,2 mg, Vitamin B₂ 1,6 mg, vitamin B₆ 1,9 mg, vitamin B₁₂ 3,5 mg, biotin 60 mg, niacin 15 mg, vitamin C 110 mg, vitamin E 13 mg.

Femibion 400

Jedna tableta obsahuje **kyselinu listovou 200 µg**, L-metylfolát 208 µg, vitamin C 110 mg, niacin 15 mg, vitamin E 13 mg, kyselina pantothenová 6 mg, vitamin B₆ 1,9 mg, vitamin B₂ 1,6 mg, vitamin B₁ 1,2 mg, biotin 60 µg a vitamin B₁₂ 3,5 µg.

Výrobce: Merck spol. s r.o., Německo.

Gummy + vitaminové želé s vitaminy

Gummy+ vitaminové želé je kompletní doplňěk stravy. Obsahuje celé spektrum vitaminů – A, D₃, E, C, B₃, B₁₂, kyselinu listovou a biotin. Napomáhá povzbuzovat a regulovat metabolismus, podporuje obranyschopnost organismu a jeho odolnost vůči fyzické i psychické zátěži. Výrobce: The candy plus sweet factory, s.r.o., Rohatec, Česká republika.

CEM – M Ženšen

Multivitaminy s minerály pro podporu duševní činnosti a dodání energie. Ženšen zabraňuje vyčerpanosti a snižuje dopady stresu na organismus. Zlepšuje koncentraci, paměť a duševní výkonnost. Složení jedné tablety je ženšen 65 mg, biotin 30 µg, β-karoten 300 µg, **kyselina listová 400 µg**, vitamin K 25 µg, vitamin E 30 mg, vitamin D 10 µg, vitamin C 90 mg, vitamin B₁₂ 6 µg, vitamin B₁ 2 mg, vitamin B₂ 2 mg, vitamin B₆ 2 mg, vitamin A 800 µg, kyselina pantothenová 10 mg, niacin 20 mg. Výrobce: Walmark, a.s., Česká republika.

ZÁVĚR

Vitaminy jsou nezbytnou součástí výživy člověka, pomáhají bojovat proti nemocem, posilují imunitní systém a pomáhají překonávat únavu a stres. Je to skupina látek rozdílných chemických vlastností a funkcí v lidském organismu. Jejich nedostatek v přijímané potravě se v organismu projevuje různými poruchami.

Kyselina listová je jedním ze skupiny vitaminů rozpustných ve vodě. Je to látka, která má v těle člověka nezastupitelnou úlohu v řadě biochemických procesů. Její nedostatek ve výživě se projevuje změnami v syntéze DNA, megaloblastickou anémií, rozštěpem páteře u novorozenců; může také vést k rozvoji kardiovaskulárních chorob a rakoviny. Proto je velmi důležitý dostatečný denní příjem kyseliny listové, hlavně pro ženy, které chtějí otěhotnět nebo již jsou těhotné.

V poslední době je věnována pozornost právě příjmu kyseliny listové. Její zřejmý nedostatek ve stravě je celosvětový problém, který je z velké části způsoben stylem stravování populace. Trendem posledních let jsou zařízení typu Fast food, které vedou k jednotvárnému a nedostatečnému příjmu kvalitních a nutričně plnohodnotných potravin. Týká se především nevyváženého příjmu, kde převažují potraviny bohaté na tuky a sacharidy, avšak postrádají vlákninu a dostatečný příjem ovoce a zeleniny. Tato strava má za následek obezitu a s ní spojené onemocnění jako jsou kardiovaskulární choroby, hypertenze, diabetes mellitus a rakovina.

Obohacováním výrobků můžeme předcházet nedostatku kyseliny listové. Cílovou skupinou jsou zejména ženy, osoby vyššího věku ohrožené různými nemocemi a s častým deficitem vitaminů. Povinné obohacování potravin bylo již zavedeno v USA, Kanadě a Chile. Předmětem výzkumných programů je analýza rizik a výhod fortifikace potravin. Výsledky se shodují na prospěšnosti (snížení vad neurální trubice novorozence), avšak některé studie hovoří i o negativním dopadu na zdraví člověka a to ve formě příjmu nepřiměřených dávek kyseliny listové. Vysoký příjem kyseliny listové má vliv na vývoj rakoviny, proto by se neměl překročit horní limit 1 mg za den.

Vzhledem k hektickému způsobu života, řada lidí nahrazuje nedostatek vitaminů ve stravě syntetickými doplňky stravy. V kombinaci s výrobky fortifikovanými kyselinou listovou a běžnou stravou může docházet právě k vysokému příjmu kyseliny listové ohrožující naše zdraví.

Závěrem lze říci, že vyváženost a pestrost stravy by měla zajistit dostatečný příjem kyseliny listové. Měli bychom věnovat větší pozornost naší stravě a nepodceňovat racionální a zdravou výživu, která je správnou cestou k dobrému zdravotnímu stavu a spokojenému životu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie II.* 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. 150 s. ISBN 978-80-7318-496-4.
- [2] KOMPRDA, T. *Výživou ke zdraví.* 1.vyd. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2009. 112 s. ISBN 978-80-87156-41-4.
- [3] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I.* 3.vyd. Tábor: Osis, 2009. 580 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [4] VÁVROVÁ, J. et al. *Vitaminy a stopové prvky 2007.* 1.vyd. Praha: ČSKB ČLS JEP a SEKK, 2007. 155 p. ISBN 978-80-254-1171-1.
- [5] HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy.* 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 232 s. ISBN 80-247-0373-4.
- [6] HOZA, I., VELICHOVÁ, H. *Fyziologie výživy [učební text, část I.]. Učební text pro posluchače studijního oboru Technologie a řízení v gastronomii na CD,* 102 s. Zlín 2005.
- [7] Vyhláška č. 225/2008, ze dne 17. června 2008, kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin, příloha č. 5. *Sbírka zákonů Česká republika*, ISSN 1211-1244.
- [8] HRUBÝ, S. *Ztráty vitaminů a minerálních látek při kuchyňské úpravě. Výživa a potraviny*, 2007, vol. 62, no. 5, p. 125. ISSN 1211-846X.
- [9] MURRAY R. K., a kol. *Harperova biochemie.* 4.vyd. Jihlava: H+H, 2002. 872 s. ISBN 80-7319-013-3.
- [10] PROVAZNÍK, K., KOMÁREK, L. *Manuál prevence v lékařské praxi.* Praha: Fortuna, 2004. 107 s. ISBN 80-7168-942-4.
- [11] Ku, D. Riboflavin. In *Encyclopedia of Toxicology*, 2nd ed.; Wexler, P. Elsevier, 2005; p. 701–702.

- [12] PATOČKOVÁ, M. *Vitamin B13 (kyseliny lioopvá)* [online]. 2006 [cit. 2011-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.ordinace.cz/>>.
- [13] KVASNIČKOVÁ, A. *Zdravotní aspekty fortifikace potravin kyselinou listovou* [online]. 2010 [cit. 2011-05-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- [14] ZADÁK, Z. *Výživa v intenzivní péči*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 542 s. ISBN 978-80-247-2844-5.
- [15] KOPÁČOVÁ, O. *Zdravotní aspekty fortifikace potravin kyselinou listovou*. [online]. 2006 [cit. 2011-04-16]. 5. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- [16] *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. 2nd ed. WHO and Agriculture organization of united nations, 2004. 341 p. ISBN 92-4-1454612-3.
- [17] UNGEROVÁ - GOBELOVÁ, U. *Vitaminy*. 1.vyd. Praha: Ikar, 1999. 91 s. ISBN 80-7202-508-2.
- [18] HEJDA, S. *Kapitoly o výživě*. 1.vyd. Praha: Avicem, 1985. 236 s. ISBN 80-08-086-84.
- [19] WINKELS, R. M., et al. Gender and body size affect the response of erythrocyte folate to folic acid treatment. *The journal of nutrition*. August 2008, vol. 138, no. 8, s. 1456 - 1461. ISSN 1541-6100.
- [20] *Novinka pro těhotné: Chléb s kyselinou listovou* [online]. 2009 [cit. 2011-03-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.deti.centrum.cz/>>.
- [21] GOETZ, P. *Karcinom prsu a vaječníků* [online]. 2008 [cit. 2011-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.tribune.cz>>.
- [22] FANTÒ, A. *Vitamíny a prevence*. České Budějovice: Dona, 1993. 250 s. ISBN 80-85463-18-0.
- [23] LÜLLMANN, H., MOHR, K., HEIN, L. *Barevný atlas farmakologie*. 3.vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1672-5.

- [24] MANDŽUKOVÁ, J. *Léčivá síla vitaminů, minerálů a dalších látek*. 1.vyd. Benešov: Start, 2005. 267 s. ISBN 80-86231-36-4.
- [25] JORDÁN, V., HEMZALOVÁ, M. *Antioxidanty zázračné zbraně*. 1.vyd. Brno: Jota, 2001. 160 s. ISBN 80-7217-156-9.
- [26] SUKOVÁ, I. *Vitamin dvou tváří* [online]. 2009 [cit. 2011-05-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- [27] KVASNIČKOVÁ, A. *Kyselina listová: aktuální informace k vývoji vědeckých poznatků* [online]. 2010 [cit. 2011-05-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- [28] PISKÁČOVÁ, Z., MATĚJOVÁ, H. Tři oříšky pro Popelku ... a nebo čtyři?. *Výživa a potraviny*, 2009, vol. 64, no. 4, p. 92–95. ISSN 1211-846X.
- [29] ŽÁČEK, Z., ŽÁČEK, A. *Potravinářské tabulky*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1994. 484 p. ISBN 80-04-24457-2.
- [30] RUMLOVÁ, R. *Quinoa nahradí rýži nebo kuskus*. [online]. 2008 [cit. 2011-04-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.magazineskenoviny.cz/>>.
- [31] MACHAČOVÁ, D. *Quinoa* [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.viviente.cz/>>.
- [32] KOPEC, K. *Zelenina ve výživě člověka*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 168 s. ISBN 978-80-247-2845-2.
- [33] LAMERS, Y. *(6S)- 5 - methyltetrahydrofolate compared to folic acid supplementation : Effect on risk markers of neural tube defects*. 1.ed. Göttingen: Cuvillier verlag, 2006. 159 s. ISBN 3-86537-756-4.
- [34] HVÍZDALOVÁ, I. *Masné výrobky* [online]. 2008 [cit. 2011-04-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- [35] Káva fortifikovaná vitaminy a minerálními látkami. *Výživa a potraviny*. 2009, roč. 64, č. 1, s. 18. ISSN 1211-846X.

- [36] KALACĚ, P. Vejce jako funkční potravina. *Výživa a potraviny*. 2008, roč. 63, č. 5, s. 135-138. ISSN 1211846X.
- [37] HRABĚ, J, a kol. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1.vyd. Zlín: UTB, 2008. 186 s. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [38] HVÍZDALOVÁ, I. *Bionápoje od Bodamského jezera* [online]. 2010 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz>>.
- [39] *Grains of truth about folic acid* [online]. 2005 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.wheatfoods.org/>>.
- [40] DANIELLS, S. *Folic acid: Old women and children first!* [online]. 2009 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.foodnavigator.com/>>.
- [41] KOHOUT, P, et al. *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: Solen, 2010. 108 s. ISBN 978-80-87327-39-5.
- [42] MINDELL, E; MUNDISOVÁ, H. *Nová vitaminová bible*. 3.vyd. Praha: Ikar, 2010. 576 s. ISBN 978-80-249-1419-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TDP	Thiamindifosfát
ACP	Acyl-Carrier Protein
GTP	Guanozinfosfát
NTD	Neural tube defekt
EU	Evropská Unie
DNA	Deoxyribonukleová kyseliny
DDD	Doporučená denní dávka
LDL	Low Density Lipoproteins
HDL	High Density Lipoproteins
TR	True Retention
WHO	World Health Organization

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 <i>Struktura kyseliny listové</i>	20
---	----

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Doporučené denní dávky vitaminů.</i>	13
Tab. 2 <i>Doporučená denní dávka pro jednotlivé skupiny rozdělení podle věku v ČR.</i>	23
Tab. 3 <i>Obsah kyseliny listové v ovoci.</i>	28
Tab. 4 <i>Obsah kyseliny listové v suchých skořápkových plodech.</i>	28
Tab. 5 <i>Obsah kyseliny listové v zelenině.</i>	29
Tab. 6 <i>Obsah kyseliny listové v luštěninách a pekařských výrobcích.</i>	29
Tab. 7 <i>Obsah kyseliny listové v potravinách živočišného původu</i>	30
Tab. 8 <i>Příklad zabezpečení denního doporučeného množství kyseliny listové</i>	32
Tab. 9 <i>Retence kyseliny listové ve vybraných pokrmech</i>	33
Tab. 10 <i>Nutričních ztráty kyseliny listové ve vybraných potravinách.</i>	35
Tab. 11 <i>Přehled cereálních tyčinek od firmy Nestlé.</i>	38
Tab. 12 <i>Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy Nestlé</i>	39
Tab. 13 <i>Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy Pragojoja</i>	40
Tab. 14 <i>Přehled výrobků obohacených kyselinou listovou od firmy Family DAVO</i>	40
Tab. 15 <i>Přehled výrobků kojenecké výživy obohacených kyselinou listovou</i>	42
Tab. 16 <i>Přehled vitaminových a multivitaminových preparátů obsahujících kyselinu listovou</i>	45

