

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

Bc. Veronika Solčány



**Sledování kvalitativního a kvantitativního zastoupení
vitaminů v masozeleninových přesnídávkách určených
pro dětskou výživu**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Hana Šulcerová, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Veronika Solčány

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Sledování kvalitativního a kvantitativního zastoupení vitamínů v masozeleninových přesnídávkách určených pro dětskou výživu* 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

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Haně Šulcerové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vstřícný přístup při vedení diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá kvalitativním a kvantitativním zastoupením vitaminů v masozeleninových přesnídávkách určených pro dětskou výživu. Práce je rozdělena na část teoretickou a část experimentální. V části teoretické jsou popsány vitaminy a zásady výživy dětí. V kapitolách zabývajících se vitaminy, jak vitaminy rozpustnými v tucích (vitamin A, D, E a K), tak vitaminy rozpustnými ve vodě (vitaminy skupiny B a vitamin C), jsou u jednotlivých vitaminů popsány jejich biologické funkce v organismu, doporučené denní dávky a jejich stabilita v průběhu zpracování potravin. Práce se zabývá výživou dětí v kojeneckém, batolecím věku a výživou malých dětí do 10 let věku. Pro jednotlivé věkové skupiny jsou zde uvedeny denní potřeby vitaminů. Část experimentální se zabývá kvantifikací vitaminů (retinol, kyselina askorbová, α -tokoferol a β -karoten) metodou HPLC analýzy ve vzorcích masozeleninových přesnídávek. Sledoval se vliv délky skladování a způsobu skladování (na denním světle x ve tmě) na koncentraci sledovaných vitaminů ve vzorcích. Výsledky byly poté statisticky vyhodnoceny v programu Statistica 12 lineární regresí a Wilcoxonovým testem ($p < 0,05$) a ukazují, že všechny sledované vitaminy podléhají degradaci v průběhu skladování a na jejich koncentraci ve výrobku má také vliv typ skladování (k rychlejší degradaci vitaminů docházelo u vzorků skladovaných na denním světle).

Klíčová slova: vitaminy, vitaminy rozpustné ve vodě, vitaminy rozpustné v tucích, retinol, β -karoten, α -tokoferol, kyselina askorbová, výživa dětí

Abstract

This thesis deals with the qualitative and quantitative representation of vitamins in the meat-vegetables based infant food. The work is divided into the theoretical and the experimental part. The theoretical part describes a child nutrition and the vitamins. In the chapters, dealing with vitamins, is a description of particular vitamins, their biological functions in the body, the recommended daily dose and their stability during food processing. These chapters concern fat-soluble vitamins (vitamin A, D, E and K) and water-soluble vitamins (B-group vitamins and vitamin C) as well. The work deals with nutrition of infants, toddlers and young children under age of 10 years too. For the each age group there is given the daily recommended dose of vitamins. Experimental part deals with the quantification of vitamins (retinol, ascorbic acid, α -tocopherol and β -carotene) by the HPLC analysis in the samples of the meat-vegetables based infant food. The influence of storage time and conditions (exposure to daylight vs storage in the dark) was measured on concentration of the examined vitamins in the samples. The results were statistically analyzed using software Statistica 12 (Wilcoxon signed-rank test, linear regression, $p < 0,05$) and showed, that all monitored vitamins degrades during storage. The concentration of vitamins in the product is also influenced by the storage conditions (the faster degradation of vitamins occurred in samples exposed to daylight).

Keywords: vitamins, water-soluble vitamins, fat-soluble vitamins, retinol, β -carotene, α -tocopherol, ascorbic acid, child nutrition

OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 CÍL PRÁCE	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1 Vitaminy.....	12
3.1.1 Vitaminy rozpustné v tucích.....	13
3.1.1.1 Vitamin A.....	13
3.1.1.2 Vitamin D (ergokalciferol a cholekarciferol)	16
3.1.1.3 Vitamin E	18
3.1.1.4 Vitamin K.....	20
3.1.2 Vitaminy rozpustné ve vodě.....	22
3.1.2.1 Vitamin C	22
3.1.2.2 Vitamin B ₁ (thiamin).....	24
3.1.2.3 Vitamin B ₂ (riboflavin)	25
3.1.2.4 Niacin (kyselina nikotinová, amid kyseliny nikotinové, vitamin PP).....	26
3.1.2.5 Vitamin B ₆	27
3.1.2.6 Biotin.....	28
3.1.2.7 Kyselina pantotenová.....	29
3.1.2.8 Kyselina listová	30
3.1.2.9 Vitamin B ₁₂ (cyankobalamin)	31
3.1.3 Doporučené denní dávky stanovovaných vitaminů	33
3.1.4 Hranice příjmu vitaminů	34
3.2 Výživa kojenců, batolat a malých dětí.....	35
3.2.1 Výživa kojenců	35
3.2.1.1 Výživa novorozenců	35
3.2.1.2 Starší kojenecký věk	36
3.2.2 Výživa batolat	37
3.2.3 Výživa malých dětí	38
3.2.4 Potřeba vitaminů u dětí	38
3.2.4.1 Vitamin A.....	39
3.2.4.2 Vitaminy skupiny B.....	39

3.2.4.3 Vitamin C	40
3.2.4.4 Vitamin D	40
3.2.4.5 Vitamin E	41
3.2.4.6 Vitamin K	41
4 MATERIÁL A METODIKA	42
4.1 Materiál	42
4.2 Metodika	42
4.2.1 Stanovení lipofilních vitaminů A (retinol), D ₂ (ergokalciferol), D ₃ (cholecalciferol), E (α-tokoferol) a β-karotenu v potravinách	43
4.2.1.1 Chemikálie (v závorce spotřeba na 20 vzorků)	43
4.2.1.2 Přístroje a pomůcky	43
4.2.1.3 Postup	44
4.2.1.4 Výpočty	46
4.2.2 Stanovení vitamínu C (kyseliny askorbové) v potravinách	47
4.2.2.1 Chemikálie (v závorce spotřeba na 20 vzorků)	47
4.2.2.2 Přístroje a pomůcky	47
4.2.2.3 Postup	47
4.2.2.4 Výpočty	49
4.3 Statistické vyhodnocení	49
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	50
5.1 Vzorek A – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou	50
5.1.1 Skladování na světle	50
5.1.2 Skladování ve tmě	51
5.1.3 Porovnání skladování světlo x tma	53
5.1.3.1 Retinol	53
5.1.3.2 B-karoten	53
5.1.3.3 A-tokoferol	54
5.1.3.4 Kyselina askorbová	55
5.2 Vzorek B – Hovězí maso s mrkví a rýží	56
5.2.1 Skladování na světle	56
5.2.2 Skladování ve tmě	57

5.2.3 Porovnání skladování světlo x tma	59
5.2.3.1 Retinol.....	59
5.2.3.2 B-karoten.....	59
5.2.3.3 A-tocoferol	60
5.3 Vzorek C – Králík s bramborami a špenátem	61
5.3.1 Skladování na světle.....	61
5.3.2 Skladování ve tmě.....	62
5.3.3 Porovnání skladování světlo x tma	64
5.3.3.1 B-karoten.....	64
5.3.3.2 A-tocoferol	65
5.3.3.3 Kyselina askorbová.....	66
5.4 Vzorek D – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem	66
5.4.1 Skladování na světle.....	66
5.4.2 Skladování ve tmě.....	67
5.4.3 Porovnání skladování světlo x tma	69
5.4.3.1 Retinol.....	69
5.4.3.2 B-karoten.....	70
5.4.3.3 A-tokoferol	71
5.4.3.4 Kyselina askorbová.....	72
5.5 Diskuze	73
6 ZÁVĚR.....	76
7 POUŽITÁ LITERATURA	78
8 SEZNAM TABULEK	85
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	86
10 PŘÍLOHY	89
11 SEZNAM PŘÍLOH	100

1 ÚVOD

Vitaminy patří mezi látky esenciální, to znamená, že si je organismus neumí vytvořit sám, ale je nutné je přijímat v potravě. Proto je jejich zastoupení ve výživě člověka velice klíčové. Nedostatečnou saturací organismu může docházet k hypovitaminóze, případně až avitaminóze, kterou doprovází vážné zdravotní problémy. V České republice je spíše problémem hypovitaminóza, díky nízké konzumaci ovoce a zeleniny. Vitaminy se dělí dle své rozpustnosti na vitaminy rozpustné ve vodě a vitaminy rozpustné v tucích. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou vylučovány z těla močí, ve vyšších dávkách jsou tedy netoxické. Vitaminy rozpustné v tucích jsou však za vyšších dávek toxické a je potřeba jejich příjem regulovat.

O koncentraci vitaminů v konečném produktu (pokrmu) rozhoduje spousta aspektů – od samotné výroby potravin až po jejich kulinární zpracování. Teplota, kyslík, světlo, UV, pH, přítomnost kovů, všechny tyto parametry mohou způsobovat degradaci vitaminů, každý vitamin na ně však reaguje jinak.

Rostoucí dětský organismus má relativně vyšší potřebu vitaminů než organismus dospělého člověka. Denní potřeba se odvíjí od věku dítěte, ale i podle roční doby a zatížení daného organismu. Proto se u některých vitaminů doporučuje zvýšit doporučenou denní dávku např. těhotným a kojícím ženám, při nemoci, kuřákům, starším lidem, lidem odmítajícím některé potraviny. Mohou se také lišit nejen různé potřeby vitaminů v průběhu života, ale i mezi pohlavími.

Dítě, které se stravuje pestře a rozmanitě s obsahem zeleniny a ovoce, by nemuselo užívat multivitaminové doplňky stravy. Tyto doplňky nenahradí přírodní produkty v čerstvém syrovém stavu nebo správně tepelně upravené. Doporučit je lze dítěti, které odmítá jíst ovoce a zeleninu, při dlouhodobějším stonání, před nástupem do školky, v podzimních a zimních měsících. Je však vhodné se poradit s pediatrem, neodborné podávání těchto přípravků může zatížit organismus.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce na téma: „Sledování kvalitativního a kvantitativního zastoupení vitaminů v masozeleninových přesnídávkách určených pro dětskou výživu“ bylo:

1. prostudovat problematiku kvalitativního i kvantitativního zastoupení hydrofilních a lipofilních vitaminů v masozeleninových konzervách určených pro dětskou výživu; zdůraznit obsah vitaminů v surovině a vliv sterilačního procesu na jejich degradaci,
2. důkladně prostudovat metodiky stanovení vitaminů v potravinách a jejich stabilitu v čase,
3. samostatně provádět stanovení vybraných vitaminů a vyhodnotit získané výsledky,
4. získané výsledky statisticky zpracovat, event. graficky vyjádřit, diskutovat,
5. zpracovat literární rešerši a praktickou část na dané téma a odevzdat v uvedeném termínu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Vitaminy

Vitaminy se řadí mezi organické nízkomolekulární sloučeniny, které jsou syntetizované téměř výhradně autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen ve velice omezené míře – člověk např. umí syntetizovat niacin z tryptofanu, vitaminy jsou tedy získávány potravou, nebo pomocí mikroorganismů intestinální mikroflóry (Velíšek, 2009).

Vitaminy jsou látky, které jsou pro člověka nepostradatelné. Protože si je lidský organismus neumí sám vytvořit, musí být přijímány potravou. Vitaminy se sice neřadí mezi základní živiny, přesto zajišťují životně důležité funkce (Komprda, 2009). Proto se někdy nazývají jako exogenní esenciální biokatalyzátory (Velíšek, 2009).

Funkce vitaminů v organismu jsou rozdílné, stejně jako jejich struktura. Nejdůležitější funkcí je katalytický účinek při řadě metabolických reakcí (některé působí jako koenzymy), další funkcí je potom tvorba oxidačně-redukčních systémů apod. (Kastnerová, 2011). Funkce vitaminů a projevy jejich nedostatku jsou shrnuty v tabulce č. 1.

Při nedostatečném příjmu vitamínu v potravě se stav špatně nasyceného organismu daným vitamínem nazývá hypovitaminóza. V případě úplného nedostatku mluvíme o avitaminóze, která je již provázena vážnými zdravotními poruchami. V České republice je spíše problémem hypovitaminóza, díky nízké konzumaci ovoce a zeleniny (Komprda, 2009). Poruchy zapříčiněné nedostatkem vitaminů mohou být také způsobeny látkami, které jejich funkci inhibují, nebo zabraňují plnému využití, tzv. antivitaminy neboli antagonisté vitaminů. Aktivita antivitaminů je dána následujícími principy: strukturální analogy vitaminů reagují s příslušnými apoenzymy (kompetitivní inhibitory enzymů) nebo s bílkovinami, které vitaminy transportují; některé enzymy přeměňují vitaminy na neúčinné látky; některé látky umí tvořit s vitaminy nevyužitelné komplexy (Velíšek, 2009).

Vitaminy se dají rozlišit podle rozpustnosti a jejich distribuce v lidském organismu na vitaminy lipofilní (rozpustné v tucích) a hydrofilní (rozpustné ve vodě) (Taguchi a kol., 2014). Vitaminy rozpustné ve vodě jsou rychle vylučovány organismem a jsou tím pádem netoxické. Vitamin A a vitamin D, které jsou nepolárními sloučeninami a ukládají se v tukových tkáních, které jsou také nepolární, jsou potenciálně toxickými ve vyšších dávkách (Wade, 2013).

Doporučená denní dávka je udávána ve dvou rozdílných jednotkách – gramech (většinou u vitaminů rozpustných ve vodě) a jednotkách IU (vitamin A 1 IU = 0,3 µg, vitamin D 1 IU = 0,025 µg, 1 mg vitaminu E = 1 – 1,5 IU) (Kastnerová, 2011).

Tab. 1 *Vitaminy – projevy nedostatku a funkce* (Bugg, 2012)

Vitamin	Chemický název	Nemoc z nedostatku	Biochemická funkce
A	Retinol	Šeroslepost	Zrakový pigment
B₁	Thiamin	Beri-Beri	Koenzym TPP (thiamin pyrofosfát)
B₂	Riboflavin	Kožní léze	Koenzym FAD, FMN
Niacin	Nikotinamid	Pelagra	Koenzym NAD
B₆	Pyridoxal	Křeče	Koenzym PLP (pyridoxal-5-fosfát)
B₁₂	Kobalamin	Perniciózní anémie	Koenzym
C	Kyselina askorbová	Kurděže	Koenzym, antioxidant
D	Kalciferol	Křivice	Homeostáza vápníku
E	Tokoferol	Hemolytická anémie novorozenců	Antioxidant
H	Biotin	Kožní léze	Koenzym
K	Fylochinon	Poruchy srážlivosti krve	Koenzym, antioxidant
	Kyselina listová	Megaloblastická anémie	Koenzym (tetrahydrofolát)
	Kyselina pantotenová	Syndrom pálivých nohou	Koenzym (CoA), přenos acylových zbytků

3.1.1 Vitaminy rozpustné v tucích

Mezi vitaminy rozpustné v tucích jsou řazeny vitaminy A, D, E a K. V lidském organismu jsou skladovány hlavně v játrech (Velíšek, 2009).

Vitaminy rozpustné v tucích mají zásadní vliv na udržení fyziologických podmínek organismu. Nízké sérové hladiny těchto vitaminů (pod optimem) jsou považovány za rizikové faktory pro vznik degenerativních onemocnění, jako je diabetes mellitus, kardiovaskulární onemocnění a rakovina. Kromě toho také vitaminy rozpustné v tucích hrají roli v prevenci progresu mnoha patologických procesů souvisejících s osteoporózou a cystickou fibrózou. U dětských pacientů s cystickou fibrózou nedostatek vitaminů rozpustných v tucích vede k nedostatečné funkci slinivky břišní, malabsorpčnímu syndromu tuků, což může mít vliv na mineralizaci kostí a infekční a autoimunitní onemocnění (Konieczna a kol., 2016).

3.1.1.1 Vitamin A

V přírodních produktech se vitamin A vyskytuje v různých formách, jako retinoidy v živočišných tkáních a jako provitamin A – karotenoidy v zelených, žlutých a oranžových tkáních rostlin (Zadák, 2005). Intenzita zbarvení však není přesným ukazatelem obsahu karotenu (Mindell, Mundisová, 2010). Základní a nejvýznamnější

aktivní látkou této skupiny vitaminů je v živočišných tkáních all-trans-retinol (axeroftol, vitamin A₁) (Velíšek, 1999). V mléce, masu a vajíčkách se vyskytuje jako ester retinolu (Zadák, 2005). Relativně špatnou resorpci β-karotenu a karotenoidů a využití karotenu zvyšuje vysoký obsah tuku v potravě (Kasper, 2015). Obsah vitaminu A ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 2 pod textem.

Kvůli rozmanitosti sloučenin, které slouží jako provitaminy vitaminu A, byly zavedeny mezinárodní jednotky (IU) a retinový ekvivalent (RE), aby je bylo možné mezi sebou srovnávat (Zadák, 2005).

Prekurzorem vitaminu je β-karoten, v případě nedostatku vitaminu A se β-karoten v tento vitamin mění.

Derivát vitaminu A hraje důležitou roli v procesu vidění, je navázán na protein opsin, který je zodpovědný za vidění v šeru a vidění barev (Campbell, Farrell, 2015). Nedostatečná saturace organismu vede ke špatnému nočnímu vidění nebo šerosleposti, je to nejčastější symptom nedostatku vitaminu A u dětí a těhotných žen. Ohroženou skupinou obyvatel nedostatkem vitaminu A jsou tedy děti, těhotné ženy a kojící ženy, předčasně narozené děti a v rozvojových zemích kojící děti matkami s nedostatkem vitaminu A (Baynes, Dominiczak, 2014). Další funkce vitaminu A jsou udržení zdravé sliznice, normálního dělení a diferenciaci buněk a funkce vidění. Ovlivňuje funkce epitelálních buněk. Reguluje genovou expresi, syntézu bílkovin, včetně signálních. Významnou roli hraje v kostním metabolismu (při nedostatku dochází k nadměrné tvorbě kostní tkáně). Účastní se krvetvorby, nedostatek vede k anémii (Zadák, 2005). Vitamin A chrání vitamin C před oxidací (Mindell, Mundisová, 2010). Předpokládá se, že vitamin A spolu s vitaminy E a K, přijímán v dostatečných dávkách v průběhu těhotenství, může mít pozitivní vliv na rozvoj astmatu a alergických rým u dětí (Maslova a kol., 2014). Některé studie poukazují na to, že vitamin A a jeho metabolity mají vliv na rozvoj a funkci imunitního systému, včetně vlivu na T- a B-buňky (Zhou a kol., 2008, Wei a kol., 2007), dendritické buňky a další komponenty imunitního systému (Tao a kol., 2006).

Jedna retinolová jednotka (1 RE) = 1 μg all-trans-retinolu = 2 μg all-trans-β-karotenu v tabletkách = 12 μg all-trans-β-karotenu v jídle = 24 μg ostatních provitaminů A karotenoidů. Ve farmácii se spíše využívá jednotky IU, 1 IU = 0,3 μg all-trans-retinolu = 0,344 μg all-trans-retinylacetate = 0,55 μg all-trans-retinylpalmitate (Combs, 2012).

Podle vyhlášky 225/2008 Sb. je doporučená denní dávka 800 µg pro dospělého člověka. Denní doporučená dávka pro děti ve věku 7–10 roků: 250 IU, 4–6 roků: 170 IU, 1–3 roky: 140 IU. Dále jsou vloženy tabulky č. 15 a 16 s doporučenými denními příjmy definovanými jinými autory.

Stabilitu vitamínu A narušuje teplo a světlo za přítomnosti kyslíku. Při kuchyňských úpravách běžně dochází ke ztrátám 20 % (Zadák, 2005). Přírodní retinoidy jako je β-karoten v potravinách rostlinného původu i estery retinolu v potravinách živočišného původu jsou látky relativně stabilní za nepřístupu vzduchu. Při vyšších teplotách a na světle (při konzervaci) však můžou izomerovat na tvz. neokaroteny, které vykazují aktivitu vitamínu A, když mají zachovaný alespoň jeden β-ionový cyklus, ale jsou méně intenzivně zbarvené. Autooxidace retinoidů bývá obzvláště rychlá při sušení. Retinoidy také reagují s produkty oxidace lipidů, resp. mastných kyselin, kde také vznikají méně barevné produkty (Velíšek, 1999). Stability všech vitamínů jsou patrné v příloze 1 v tabulkách 23–24.

Stanovení vitamínu A v potravinách se provádí metodou HPLC (třídící znak: 560048, technický předpis: ČSN EN 12823-1). Tato norma specifikuje metodiku pro stanovení vitamínu A v potravinách. Metoda spočívá ve stanovení all-trans retinolu a 13-cis retinolu v extraktu zmýdelněného vzorku potravinářské metody kapalinové chromatografie. Detekce se provádí fluorometricky nebo spektrofotometricky v UV oblasti. Stanovení provitaminu A – β-karotenu se také provádí metodou HPLC (třídící znak: 560048, technický předpis: ČSN EN 12823-2). Tato norma specifikuje metodiku pro stanovení β-karotenu v potravinách. Metoda spočívá v izolaci β-karotenu ze zmýdelněného vzorku potravinářské extrakcí do vhodného rozpouštědla s následným kvantitativním stanovením sumy izomerů β-karotenu v extraktu metodou kapalinové chromatografie.

Tab. 2 *Obsah vitamínu A v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin A aktivita	
	IU*100 g ⁻¹	RE mg*100 g ⁻¹
Hovězí játra	10,503	35,346
Drůbež	41	140
Makrela	130	434
Sled'	28	94
Vejce	552	1,839
Sýr	253	856
Máslo	754	3,058

3.1.1.2 Vitamin D (ergokalciferol a cholekarciferol)

Vitamin D a parathormon jsou nejdůležitějšími regulátory metabolismu vápníku (Kasper, 2015). Vitamin D lze tedy spíše považovat za prohormon, než vitamin (Devlin, 2011).

Vitamin D se vyskytuje ve dvou formách, ergokalciferol – vitamin D₂ a cholekalciferol – vitamin D₃ (Zadák, 2005). Vitamin D₃ je odvozen od cholesterolu a hraje významnou roli v metabolismu vápníku (Baynes, Dominiczak, 2014). V přírodě se vyskytují převážně jejich provitaminy. Vitamin D₂ (ergokalciferol) je syntetizován v kůži pomocí UV paprsků z ergosterolu a vitamin D₃ (cholekalciferol) ze 7-dehydrocholesterolu. Vitamin D₃ a jeho hydroxylované metabolity jsou transportovány plazmou navázané na specifický globulin, vitamin D vázící protein (Baynes, Dominiczak, 2014). Konečná přeměna probíhá v játrech za přítomnosti kyslíku a hořčíku. Receptory citlivé na vitamin D se vyskytují jak v mozku dospělého člověka, tak v mozku plodu (Benton, 2012).

Vitamin D se účastní metabolismu vápníku a fosforu. Ovlivňuje ukládání i uvolňování vápníku z kostí. Rovnováhu mezi vápníkem a fosforem řídí díky regulaci vápníku a fosforu ve střevě, ledvině a kosti (Zadák, 2005). Což následně ovlivňuje mineralizaci kostí a neuromuskulární funkce (Fuleihan, Vieth, 2007).

Nejvýznamnější úloha vitamínu D je spojená se stimulací resorpce sloučenin vápníku a fosforu, které jsou nutně potřebné pro růst, vývoj a udržení pevnosti kostí. Podstatné jsou i pro pevnost zubů a sílu svalů. Také mají pozitivní vliv na imunitní systém, např. v případě sklerózy multiplex a psoriázy (Uherová, 2002).

V okolních státech Evropy je doporučená denní dávka stanovena na hodnotu 5 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ pro dospělé a 10 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ pro starší jednice. Horní tolerovatelná mez je stanovena na 50 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ pro celou populaci (Zadák, 2005). Doporučená denní dávka pro dítě ve věku 1–3 roku je 0,77 μg na $\text{kg}\cdot\text{den}^{-1}$ (Gregora, 2006). Doporučená dávka pro děti je (400 IU) 10 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ (Vasudevan a kol., 2013). V prvních letech života je vitamin D dodáván ve formě léků, je potřeba, aby jej podávali dětem rodiče. Podle nizozemského výzkumu však pouze necelá polovina rodičů dodržovala dávkování (Nooijer a kol., 2010).

Hlavním zdrojem vitamínu D jsou rybí játra a oleje (Zadák, 2005) a potraviny fortifikované (mléko a mléčné produkty, dětská výživa, pečivo) (Bender, 2014). Obsah

vitaminu D ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 3 pod textem. Při normální pestré stravě stačí člověku k pokrytí potřeby pravidelná expozice ultrafialovému záření (Zadák, 2005). Pro většinu lidí je tak endogenní syntéza vitaminu D hlavním jeho příjmem. Nejvyšší koncentrace vitaminu D v plazmě je koncem léta a naopak nejnižší koncem zimy (Bender, 2014). V zimním období na Novém Zélandu byla uskutečněna studie. Jedné skupině dětí bylo podáváno mléko obohacené o vitamin D, výsledky nasycení organismu pak byly porovnány s výsledky ve druhé skupině, která mléko nepřijímala. Nasycení organismu bylo vyšší, ale stále nedosahovalo hladiny, která je potřebná (Graham a kol., 2008). Pokud vystavíme tváře a předloktí slunečnímu záření v poledne po dobu 20 až 30 minut, pak bude vyvolána tvorba vitaminu v přepočtu na množství 2000 IU, pokud je pokožka takto vystavována slunečnímu záření alespoň 2krát až 3krát týdně, je zabezpečena správná hladina vitaminu D v organismu (Gupta a kol., 2011). K nedostatečnému zásobení vitaminem D může vést i řada gastroenterologických onemocnění (Kasper, 2015).

Podle vyhlášky 225/2008 Sb. je doporučená denní dávka $5 \mu\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$ pro dospělého člověka.

Vitamin D_2 i D_3 jsou náchylné na teplo, světlo, kyslík, ke zlepšení stability je vhodné použít antioxidantů (Combs, 2012). Vitaminy D jsou, jako všechny lipofilní vitaminy, oxylabilní látky a je proto možné předpokládat vznik autooxidačních produktů. Termickou transformací (při teplotách okolo $200 \text{ }^\circ\text{C}$) vznikají pyroizomery a izopyroizomery obou vitaminů D. V ozářených potravinách mohou vznikat fotodegradační produkty, které vznikají i v případě průmyslové výroby ergokalciferolu z ergosterolu. Při ozařování ergosterolu je sice nejvýznamnějším produktem provitamin D_2 , ale jako vedlejší produkt vzniká ještě tachysterol, lumisterol a další produkty. Některé dokonce vykazují určitou toxicitu (Velíšek, 1999).

Stanovení vitaminu D se provádí metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Stanovení cholekalciferolu D_3 i ergokalciferolu D_2 (třídící znak: 560047, technický předpis: ČSN EN 12821).

Tab. 3 *Obsah vitamínu D v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin D [IU*100 g ⁻¹]	Potravina	Vitamin D [IU*100 g ⁻¹]
Mléko kravské	0,3–54	Makrela	120
Mléko lidské	0-10	Losos	220–440
Máslo	35	Sardinky	1500
Sýr	12	Hovězí játra	8-40
Smetana	50	Drůbeží játra	50-65
Vejce	28	Vepřová játra	40
Treska	85	Drůbež	80
Tresčí játra	10000	Drůbeží kůže	900
Sled'	330	Špenát	0,2
Játra sledě	140000		

3.1.1.3 *Vitamin E*

Aktivitu vitamínu E, nazývaného také antisterilním vitaminem, vykazuje 8 základních struktur příbuzných derivátu chromanu. Strukturálním základem společným pro všechny sloučeniny vitamínu E je tokol atokotrienol. Čtyři formy vitamínu E s nasyceným terpenoidním bočním řetězcem odvozené od tokolu se nazývají tokoferoly, čtyři formy s nenasyceným bočním řetězcem odvozené od tokotrienolu se nazývají tokotrienoly. Jednotlivé tokoferoly a tokotrienoly se liší polohou a počtem metylovaných skupin v chromanovém cyklu (Velíšek, 1999). Součástí struktury vitamínu E a vitamínu K₁ je fytol, který je v rostlinné říši součástí lipofilního řetězce v chlorofylu (Talapatra, Talapatra, 2015).

Vitamin E (spolu s vitaminem C a selenem) se účastní metabolismu všech buněk, díky jeho schopnosti bránit je před volnými kyslíkovými radikály (Zadák, 2005). Je donorem elektronu při reakci s volným radikálem (Crowe, Bradshaw, 2014). Chrání důležité sloučeniny, včetně vitamínu A, před degradací v laboratorních podmínkách, předpokládá se, že tuto funkci zastupuje i v organismu (Campbell, Farrell, 2015). Dále pak chrání lipoproteiny o nízké hustotě před oxidací, stejně tak nenasycené mastné kyseliny (brání tak vzniku lipoperoxidů a dalších oxidovaných forem lipidů) (Zadák, 2005). Díky své schopnosti ničit volné radikály, může snižovat riziko rakoviny a zabránit rozvoji prekancerózních lézí (Pinheiro-Sant'Ana a kol., 2011). Na myších bylo dokázáno, že vitamin E má vliv na reprodukci a předpokládá se, že by mohl mít stejný vliv i na člověka (Campbell, Farrell, 2015).

Hlavním zdrojem vitamínu E jsou rostlinné oleje (Zadák, 2005). Vysoký obsah β -tokoferolu má olej z obilných klíčků, γ - a δ -tokoferol se nachází v sójovém oleji.

Rostlinné oleje mají nižší obsah vitaminů jako klíčkové oleje a jejich hodnota úzce souvisí se způsobem jejich zpracování. Všeobecně platí, že panenské oleje mají vyšší obsah vitamínu E jako rafinované (Uherová, 2002). Nejčastěji je vitamin E přijímán ve formě hotového jídla, proto by se při přípravě pokrmu (smažení, vaření, pečení) měla vzít v úvahu degradace vitamínu. Způsob zpracování může vést ke změnám obsahu vitamínu E v pokrmu (Sund a kol., 2007). Obsah vitamínu E ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 4 pod textem.

Klasickým projevem deficitu vitamínu E je anémie, která vzniká předčasným odumíráním červených krvinek lidí staršího věku, případně u předčasně narozených dětí, nebo dospívajících. Dalšími příznaky je křehkost žil, neurologické problémy, těžkost při chůzi. Může být zhoršené vstřebávání tuků v organismu u předčasné narozených dětí, lidí s onemocněním slinivky, celiakií nebo cystickou fibrózou (Uherová, 2002). Novorozenci se narodí s velmi malými rezervami vitamínu E, získávají ho z mateřského mléka, nebo formulí. Novorozencům s velmi nízkou porodní váhou může být vitamin E suplementován, aby nedocházelo k hemolýze a retinopatii (může vést až k nevidomosti) zapříčiněnou nedostatkem vitamínu E (Ferrier, 2014).

Podle vyhlášky 225/2008 Sb. je doporučená denní dávka 12 mg pro dospělého člověka. Obsah vitamínu E klesá při sušení, konzervování a čištění (Zadák, 2005). Estery tokoferolu jsou celkem stabilní, sám tokoferol se ale rozkládá teplem a při změnách pH (Combs, 2012). Při rafinaci olejů dochází ke snížení obsahu vitamínu na 10–50 % původního obsahu. K hlavním ztrátám dochází při odkyselování (v důsledku oxidace vitamínu v alkalickém prostředí) a při balení. Při hydrogenaci tuků za použití niklových katalyzátorů činí ztráty 30–50 %. V nepřítomnosti kyslíku a oxidovaných lipidů je vitamin E poměrně stabilní při běžných způsobech kulinárního a průmyslového zpracování potravin. V průběhu zpracování a skladování masa, masných výrobků, mléčných výrobků, mléka a cereálií nepřesahují ztráty 10 % původního obsahu. K největším ztrátám dochází při smažení a pečení. V tucích používaných opakovaně pro smažení potravin se tokoferoly prakticky nevyskytují, protože za vyšších teplot degradují (Velíšek, 1999).

Vitamin E se stanovuje metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie, stanovení α -, β -, γ -, δ -tokoferolů (třídící znak: 560055, technický předpis: ČSN EN 12822). Tato norma specifikuje metodiku pro stanovení vitamínu E v potravinách. Stanovení obsahu vitamínu E je uskutečněné stanovením α -, β -, γ -, δ -tokoferolů metodou kapalinové

chromatografie. Ve většině případů je nevyhnutelné zmýdelnění analyzovaného materiálu s následnou vhodnou extrakcí. Detekce probíhá fotometricky v UV oblasti, nebo přednostně fluorometricky.

Tab. 4 *Obsah vitamínu E v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Celkový vitamin E [mg*100 g ⁻¹]
Lůj	0,6–1,3
Máslo	1–5
Kukuřičný olej	53–162
Kokosový olej	1–4
Olej z burských ořechů	20–32
Olej ze světlice barviřské	25–49
Olivový olej	5–15

3.1.1.4 Vitamin K

Vitamin K organismus nutně potřebuje pro srážení krve a tvorbu kostí.

Doporučená denní dávka se odhaduje na 120 mg*den⁻¹ pro muže, 90 mg*den⁻¹ pro ženy. Mělo by se přijímat tolik vitamínu K v mg, kolik člověk váží v kg (Zadák, 2005). Doporučená denní dávka pro děti ve věku 1–3 roky je 1,15 µg*kg⁻¹*den⁻¹ (Gregora, 2006). Koncentrace vitamínu K, i faktorů krevního srážení závislých na vitamínu K, je u novorozenců velmi nízká (Kasper, 2015). Po narození je nutná okamžitá suplementace, aby nedošlo ke krvácení do mozku.

Hlavními zdroji vitamínu K jsou brokolice, špenát a vnější zelené listy zelí, ale i rostlinné oleje a potraviny, na jejichž výrobě se podílela mikrobiální masa (Zadák, 2005). Obsah vitamínu K ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 5 pod textem.

Vitamin K je poměrně stabilní látkou, je odolný vůči kyslíku i teple (Zadák, 2005).

Část vitamínu K je přijímána potravou, ale většina je tvořena mikroflórou střeva (Carey, Giuliano, 2011).

U opic, které byly déle než 9 měsíců živeny stravou neobsahující vitamin K, nebyly patrné změny ve srážení krve. Dá se proto říci, že potřeba vitamínu K byla zcela pokryta jeho syntézou v tlustém střevě. Nahrává tomu i fakt, že zvířatům, kterým byla podávána antibiotika, začaly velmi rychle nastupovat symptomy spojené s nedostatkem vitamínu K (Kasper, 2015).

Tab. 5 *Obsah vitamínu K v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin K [g*100 g ⁻¹]	Potravina	Vitamin K [g*100 g ⁻¹]
Chřest	39	Olivový olej	58
Řepa	5	Sójový olej	200
Brokolice	154	Pomeranč	1,3
Zelí	149	Hovězí játra	104
Mrkev	13	Drůbeží játra	80
Květák	191	Vepřová játra	88
Okurka	5	Mléko	4
Rajská jablka	48	Vejce	50
Salát	113	Žloutek	149
Hrách	28	Oves	63
Brambory	0,5	Rýže	0,05
Špenát	266	Obilné klíčky	39

3.1.2 Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitaminy rozpustné ve vodě jsou různorodé organické molekuly, které hrají klíčovou roli v udržování energetických a metabolických drah a diferenciaci a proliferaci buněk (El Azim a kol., 2015). Mezi vitaminy rozpustné ve vodě se řadí vitaminy skupiny B a vitamin C (Navarro-Pascual-Ahuir a kol., 2016). Vitaminy rozpustné ve vodě nejsou v organismu vůbec skladovány (nebo jen omezeně) a přebytek je vylučován z těla ven močí (Velíšek, 2009). Je dokázáno, že konzumace většího množství vitaminů skupiny B zvyšuje duševní bdělost a schopnost soustředění, za současného zlepšení nálady (Navarro-Pascual-Ahuir a kol., 2016).

3.1.2.1 Vitamin C

Vitamin C byl poprvé izolován v roce 1921 a v roce 1932 jej přesně definoval Szent-Györgyi (Zadák, 2015). Všichni savci, kromě člověka, morčete a kaloňů, si však umí vitamin C sami syntetizovat (Clayden a kol., 2012). Základní biologicky aktivní sloučeninou vitaminu C je kyselina askorbová. Ze čtyř možných stereoizomerů vykazuje aktivitu vitaminu C jen L-askorbová kyselina. Její izomer D-askorbová kyselina a druhý pár enantiomerů, tj. L- a D-izoaskorbová kyselina aktivitu vitaminu C prakticky nevykazují vůbec (Velíšek, 1999).

Vitamin C je silný antioxidant, chrání tělo před účinkem volných radikálů, před oxidací chrání látky jako α -tokoferol, redukovaný glutation a další pro organismus potřebné látky. Hraje roli při absorpci železa z trávicího traktu, v případě nízké koncentrace kyseliny askorbové v těle dochází ke špatnému vstřebávání železa, které může vést až k anémii (Zadák, 2005). Vitamin C se podílí na tvorbě kolagenu – nedostatek vede ke kurdějím (Clayden a kol., 2012). Vitamin C je kofaktorem enzymu prolylhydroxylázy, která konvertuje prolin v kolagen jako 4-hydroxyprolin v posttranslační reakci (Fromm, Hargrove, 2012). Podílí se na výstavbě vazivových tkání, na syntéze noradrenalinu a karnitinu, který je potřebný k oxidaci mastných kyselin. Reguluje hladinu sérového cholesterolu zvyšováním přeměny cholesterolu na žlučové kyseliny. Zvyšuje biologickou využitelnost mědi a železa. Zvyšuje funkci imunitního systému, zrychluje eliminaci virů při virózách, hojení ran a zlepšuje pevnost jizvy. Snižuje poškození lipoproteinů a tím potlačuje vznik aterosklerózy. Zpomaluje vývoj šedého zákalu (Zadák, 2005). Vitamin C má také přímý vliv na posílení cévních stěn, které jsou pak odolnější vůči různým stimulům (Dakshinamurti, Dakshinamurti, 2001).

Podle vyhlášky 225/2008 Sb. je doporučená denní dávka $80 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ pro dospělého člověka. Doporučená denní dávka pro děti od 1 do 3 let je $3,08 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ (Gregora, 2006). Pod textem v kapitole 3.1.3 jsou vloženy doporučené příjmy vitaminů v tabulce č. 15 (Combs, 2012) a v tabulce č. 16 dle FAO/WHO z roku 2001. Vitamin C je vitamin ve vodě rozpustný, takže je jeho přebytek vylučován a nemělo by nastat předávkování. Avšak v dávkách přesahujících 2000 mg denně přijímaných po delší dobu může dojít k přetížení organismu železem, protože vitamin C uskutečňuje jeho absorpci (Vasudevan a kol., 2013).

Vitamin C se nachází v čerstvé zelenině, ovoci a citrusech (Zadák, 2005). Mezi jednotlivými druhy však existují velké rozdíly v obsahu vitaminu. Ten závisí i na vegetačních podmínkách v průběhu růstu, stupni zralosti, způsobu zpracování po sběru suroviny apod. Bohaté zdroje vitaminu C však zpravidla nebývají příliš významné pro pokrytí potřeby vitaminu, protože se konzumují jen příležitostně. Těmito bohatými zdroji jsou například šípky, černý rybíz, kadeřavá petržel – nať (Velíšek, 1999). V Evropě jsou největším zdrojem vitaminu C brambory, jejich skladováním však za 5 měsíců klesne obsah kyseliny askorbové na 50 % a za 8 měsíců dochází ke ztrátě až 65 % (Zadák, 2005). Brambory nejsou důležitým zdrojem vitaminu C, protože by obsahovaly vysoké koncentrace tohoto vitaminu, ale proto, že je lidé konzumují ve velkých dávkách (Campbell, Farrell, 2015). Obsah vitaminu C ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 6 pod textem.

Dalším zpracováním vitamin C také degraduje, zejména při styku s kovem, vařením a jiným tepelným opracováním (Zadák, 2005). Kyselina askorbová je nejméně stálým vitaminem. Ke ztrátám při skladování, kulinárním a průmyslovém zpracování dochází různými způsoby. Nejvýznamnější jsou ztráty výluhem (mytí, blanšírování, vaření, konzervace – pokud se výluh dál nevyužívá) a oxidací. V nepřítomnosti kyslíku jsou ztráty způsobené hlavně kyselinami katalyzovanou degradací. Celkové ztráty se pohybují v rozmezí 20–80 %. Povahy a rozsah ztrát závisí na pH, teplotě, množství vody, velikosti povrchu materiálu náčiní, zralosti, rozsahu kontaminace, přítomnosti těžkých kovů a přístupu kyslíku. Ztráty výluhem jsou vyšší u listové, než kořenové zeleniny. Ke značnému úbytku také dochází při loupání plodů, když se odstraňují vrstvy bohaté na vitamin C. V průběhu zpracování je stabilita kyseliny askorbové vyšší u ovoce, které má nižší pH, než zeleniny. Nejmenší ztráty se dosahují při využití vysokoteplotní krátkodobé sterilizace. U kompotů dochází k největším ztrátám

v průběhu skladování, které jsou závislé na době a teplotě skladování a činí 10–50 % (Velíšek, 1999).

Vitamin C se v potravinách stanovuje metodou HPLC (třídící znak: 560062, technický předpis: ČSN EN 14130). Tato norma specifikuje metodiku pro stanovení vitamínu C v potravinách. Celkový obsah vitamínu C jako kyselina L (+) askorbová je potom stanovený metodou HPLC s UV detektorem při 265 nm.

Tab. 6 *Obsah vitamínu C v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin C [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Vitamin C [mg*100 g ⁻¹]
Jablko	10–30	Zelí	30–60
Banán	10	Mrkev	5–10
Třešně	10	Květák	60–80
Grapefruit	40	Celer	10
Meloun	13–33	Cibule	10–30
Pomeranč	50	Brambory	10–30
Citron			
Broskev	7–14	Špenát	50–90
Jahody	40–90	Maso	0–2
Fazole	10–30	Játra	10–40
Brokolice	90–150	Kravné mléko	1–2

3.1.2.2 Vitamin B₁ (thiamin)

Onemocněním z nedostatku thiaminu jsou ohroženi lidé, kteří nemají pestré složení stravy, alkoholici, lidé trpící nechutenstvím, pacienti v intenzivní péči.

Thiamin je součástí enzymu, který zajišťuje dekarboxylaci kyseliny pyrohroznové. V případě nedostatku dochází k hromadění kyseliny pyrohroznové v organizmu, narušuje se metabolismus cukrů a dochází k celkové acidóze.

Doporučená denní dávka je 1-1,2 mg*den⁻¹ a minimálně 0,5 mg na 1000 kcal přijatých potravou (Zadák, 2005). Těhotné a kojící ženy by měly dávky zvýšit na 1,6–1,8 mg*den⁻¹ (Mindell, Mundisová, 2010). Doporučená denní dávka pro děti od 1 do 3 let je 0,05 mg na kg a den (Gregora, 2006).

V živočišných produktech se thiamin vyskytuje ve fosforylované formě, jako volný je pak thiamin v rostlinných produktech. Nejvíce se ho nachází v kvasnicích, játrech, celozrnných potravinách (Zadák, 2005). Obsah vitamínu B₁ ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 7 pod textem.

Thiamin je ničen vysokou teplotou, alkalickým prostředím a oxidačními činidly. Pokud je vázán na bílkovinu, jako je tomu u živočišných potravin, pak je stabilní. Stabilní

je také ve zmražených potravinách, při rozmrazování však dochází k jeho ztrátám (Zadák, 2005). Thiamin patří mezi vitaminy, které se ničí teplem nejvýrazněji, ztráty dosahují 9–70 % (Kasper, 2015).

Tab. 7 *Obsah thiaminu v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Thiamin [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Thiamin [mg*100 g ⁻¹]
Kukuřičná mouka	0,2	Pivovarské kvasnice	15,6
Ovesná mouka	0,55	Šunka	0,74
Neloupaná rýže	0,29	Telecí maso	0,18
Loupaná rýže	0,07	Srdce	0,6
Loupaná, vařená rýže	0,02	Vepřová játra	0,43
Žito	0,3	Sýr	0,02–0,06
Pšeničná mouka	0,55	Mléko	0,04
Brokolice	0,1	Vejce	0,12
Brambory	0,11		

3.1.2.3 Vitamin B₂ (riboflavin)

Riboflavin patří do skupiny flavinů, součástí enzymů přenášejících kyslík. Flavoproteinové enzymy obsahují flavin mononukleotid a flavin adenindinukleotid. Jsou potřebné pro dýchání buněk díky zajištění oxidačních a redukčních reakcí v procesu získávání energie a oxidace energetických substrátů.

Doporučená denní dávka je 1,8 mg*den⁻¹ pro muže, 1,6 mg*den⁻¹ pro těhotné a kojící ženy a 1,2 mg*den⁻¹ pro ženy (Zadák, 2005). Těhotné a kojící ženy potřebují až 2 mg*den⁻¹ (Mindell, Mundisová, 2010). Doporučená denní dávka pro děti ve věku 1 až 3 roky je 0,06 mg*kg⁻¹*den⁻¹ (Gregora, 2006).

Potřeba riboflavinu je vyšší při zvýšené fyzické aktivitě, nemoci, v těhotenství a laktaci. Důležitým zdrojem je rychle rostoucí listová zelenina, mléčné produkty a celozrnné výrobky (Zadák, 2005). Obsah vitamínu B₂ ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 8 pod textem.

Riboflavin je termostabilní, jeho obsah v potravinách se nemění ani sterilizací teplem, konzervováním a vařením. Ale světlo velkou měrou snižuje obsah v potravine (sušení na slunci, uchování ve skleněných nádobách). Velkým ztrátám dochází při vaření ve vodě – riboflavin přechází do vodného prostředí díky svojí rozpustnosti (Zadák, 2005).

Tab. 8 *Obsah riboflavinu v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Riboflavin [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Riboflavin [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	0,17	Rýže	0,01
Jogurt	0,16	Brokolice	0,2
Sýr	0,46	Zelí	0,06
Tvaroh	0,28	Mrkev	0,06
Játra	3,5	Květák	0,08
Hovězí maso	0,24	Brambory	0,04
Kuře	0,19	Špenát	0,14
Jehněčí maso	0,22	Rajská jablka	0,04
Vepřové maso	0,27	Banány	0,04
Pšenice	0,11	Jahody	0,07
Žito	0,08	Vejte	0,3

3.1.2.4 Niacin (*kyselina nikotinová, amid kyseliny nikotinové, vitamin PP*)

Niacin si umí organismus syntetizovat i z aminokyseliny tryptofanu, která je také esenciální.

Niacin je součástí enzymů nikotinamidadeninukleotidu (Zadák, 2005), který je derivátem niacinu (Wade, 2013) a nikotinamidadeninukleotidfosfátu, které se účastní přenosu elektronů v buňce a přenosu protonů v metabolických drahách (cukrů, mastných kyselin, aminokyselin), syntézy mastných kyselin a díky komplexu s chromem zvyšuje citlivost buněk ke glukóze a zvyšuje tím citlivost tkání na odpověď na inzulin (Zadák, 2005).

Doporučený denní příjem je 20 mg*den⁻¹ pro muže, 18 mg*den⁻¹ pro osoby starší 65 let a 17 mg*den⁻¹ pro ženy (Zadák, 2005). Kojící matky by měly dávky zvýšit až na 20 mg*den⁻¹ (Mindell, Mundisová, 2010).

Biologická dostupnost niacinu je problémem kvůli špatnému uvolňování z potravy.

Důležitým zdrojem kyseliny nikotinové jsou kvasnice, maso, celozrnné výrobky, vnitřnosti a ryby (Zadák, 2005). Obsah niacinu ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 9.

Niacin je v potravině velmi stabilní v procesu zpracování (Zadák, 2005).

Tab. 9 *Obsah niacinu v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Niacin [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Niacin [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	0,2	Fazole	0,5–2,4
Jogurt	0,1	Brokolice	0,9
Sýr	1,2	Zelí	0,3
Hovězí maso	4,6	Mrkev	0,6
Kuře	4,7–14,7	Květák	0,7
Jehněčí maso	4,5	Čočka	2,0
Vepřové maso	0,8–5,6	Cibule	0,2
Krocán	8,0	Brambory	1,5
Telecí maso	7,5	Sója	1,4
Srdce	6,4	Špenát	0,6
Sled'	3,6	Rajská jablka	0,7
Ječmen	3,1	Jablka	0,6
Kukuřice	1,4–2,9	Banán	0,7
Rýže loupaná	1,6	Pomeranč	0,4
Rýže neloupaná	4,7	Broskve	1,0
Žito	0,9–1,6	Jahody	0,6
Vejce	0,1	Burské ořechy	17,2
Kvasnice	50,1		

3.1.2.5 Vitamin B₆

Vitamin B₆ má tři aktivní formy – pyridoxin, pyridoxal a pyridoxamin.

Funkce vitamínu B₆ je dána tím, že tento vitamin je součástí enzymů transamináz, dekarboxyláz a fosforyláz, modulátorem struktury bílkovin. Jeho nedostatek snižuje aktivitu daných enzymů.

Doporučený denní příjem vitamínu B₆ je 1,9 mg*den⁻¹ pro muže, 1,8 mg*den⁻¹ pro ženy (Zadák, 2005). Těhotné ženy, kojící ženy, ženy užívající antikoncepci a alkoholici by měli zvýšit denní příjem na hodnotu 2,2 mg (Mindell, Mundisová, 2010). Pro děti ve věku 1–3 roky je doporučený denní příjem stanoven na hodnotu 0,08 mg*kg⁻¹*den⁻¹ (Gregora, 2006).

Nejlépe využitelný je vitamin B₆ z živočišných potravin (Zadák, 2005). Obsah vitamínu B₆ ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 10 pod textem.

Stabilita vitamínu je vcelku dobrá v kyselém prostředí, avšak klesá v neutrálním a alkalickém prostředí, a to hlavně za přítomnosti tepla a světla. Při kuchyňské přípravě mohou ztráty být i rovnající se 40 %. Největší ztráty jsou při úpravě živočišných produktů, malé pak u produktů rostlinných (Zadák, 2005).

Tab. 10 *Obsah vitamínu B₆ v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin B ₆ [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Vitamin B ₆ [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	0,04	Květák	0,21
Jogurt	0,05	Celer	0,06
Sýr	0,04–0,08	Kukuřice	0,20
Hovězí maso	0,33	Brambory	0,25
Kuře	0,33–0,68	Špenát	0,28
Jehněčí maso	0,28	Jablka	0,03
Vepřové maso	0,35	Grapefruit	0,03
Rýže loupaná	0,17	Pomeranč	0,06
Rýže neloupaná	0,55	Broskve	0,02
Vejce	0,19	Jahody	0,06
Fazole	0,08–0,18	Rajská jablka	0,10
Brokolice	0,17	Burské ořechy	0,40
Mrkev	0,15		

3.1.2.6 Biotin

Biotin je součástí enzymů, přenášejících karboxylovou skupinu organických kyselin. Účastní se metabolismu lipidů, glukosy a některých aminokyselin a glukoneogeneze (Zadák, 2005).

Jedna švýcarská studie dokazuje, že 2/3 sledovaných lidí se po užívání biotinu zvýšila tloušťka nehtu o 25 % a zmírnily se tak obtíže lámavosti nehtu (Hájková, Perglerová, 2001).

Doporučená denní dávka není dosud přesně definována, ale doporučená dávka pro dospělého je 30 mg*den⁻¹, kojící ženy 35 mg*den⁻¹.

Důležitým zdrojem biotinu jsou pivovarské kvasnice, mléko, játra, vaječný žloutek a křížaté rostliny (Zadák, 2005). Obsah vitamínu biotinu ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 11.

Biotin se ničí teplem, konzervováním i přítomností kyslíku. Jeho ztráty se dají zmírnit použitím antioxidačních činidel (Zadák, 2005).

Tab. 11 *Obsah biotinu v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Biotin [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Biotin [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	2	Květák	17
Sýr	3-5	Čočka	13
Hovězí maso	3	Cibule	4
Kuře	11	Hrách	9
Vepřové maso	5	Brambory	0,1
Ječmen	14	Špenát	7
Kukuřice	7,9	Rajská jablka	4
Oves	24,6	Jablka	1
Žito	8,5	Banán	4
Sója	27	Víno	2
Vejce	20	Pomeranč	1
Pivovarské kvasnice	80	Broskve	2
Zelí	2	Jahody	1,1
Mrkev	3	Burské ořechy	34

3.1.2.7 *Kyselina pantotenová*

Kyselina pantotenová se vyskytuje ve velkých množstvích v rostlinných i živočišných produktech, hypovitaminóza tedy nastává velmi zřídka.

Funkce kyseliny pantotenové jsou dány tím, že je součástí koenzymu A – enzymu, který přenáší organické kyseliny, především mastné kyseliny a kyselinu octovou. Je proto nepostradatelná při získávání energie z cukrů, tuků a bílkovin. Kyselina pantotenová se také podílí na růstu a proliferaci tkání, udržování normálních metabolických poměrů ve sliznicích a kůži a zvyšuje odolnost tkání proti ionizujícímu záření.

Důležitým zdrojem tohoto vitamínu je maso, zejména játra a srdce, pak avokádo, brokolice, kvasnice, houby (Zadák, 2005). Obsah kyseliny pantotenové ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 12 pod textem.

Kyselina pantotenová je relativně stabilní látka, není inaktivována běžným kuchyňským zpracováním potravin. Vysoké teploty ji však zčásti ničí, stejně jako kyselé a zásadité prostředí. Během konzervování a skladování dochází ke ztrátám až 50 % vitamínu (Zadák, 2005).

Tab. 12 *Obsah kyseliny pantotenové v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Pantotenová kys. [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Pantotenová kys. [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	0,2	Mrkev	0,27
Sýr	0,1–0,9	Květák	1,0
Hovězí maso	0,3–2	Čočka	1,4
Vepřové maso	0,4–3,1	Brambory	0,3
Rýže neloupaná	1,1	Sója	1,7
Ječmen	1,1	Rajská jablka	0,3
Vejce	2,9	Jablka	0,1
Pivovarské kvasnice	5,3–11	Banán	0,2
Avokádo	1,1	Pomeranč	0,2
Brokolice	1,2	Jahody	0,3
Zelí	0,1–1,4	Burské ořechy	2,8

3.1.2.8 Kyselina listová

Nedostatek kyseliny listové je známý u jedinců, kteří odmítají jíst listovou zeleninu.

Kyselina listová se účastní metabolismu jednouhlíkových složek, obzvláště přenos metylů. Je důležitá při přeměně homocysteinu na methionin, syntéze purinových látek a tím syntéze DNA. Deficit kyseliny listové díky hromadění homocysteinu může vést ke vzniku aterosklerózy. Nedostatek tohoto vitamínu v těhotenství vede ke vzniku rozštěpů nervové trubice plodu. Nízká metylace také způsobuje větší lomivost chromozomů s genetickými poruchami, vyšší sklon ke vzniku zhoubných nádorů a onemocnění krve (Zadák, 2005).

Předběžné studie v Oxfordu poukazují na to, že by kyselina listová mohla hrát roli v prevenci Alzheimerovy choroby, lidé trpící touto chorobou mají sklon k nižší hladině kyseliny listové a vitamínu B₁₂ v krvi oproti zdravým lidem téhož věku (Hájková, Perglerová, 2001).

Doporučená denní dávka je pro dospělé 200 µg*den⁻¹, těhotným ženám se doporučuje k předejití genetických poruch dávku zvýšit až na 1000 µg*den⁻¹, což se rovná i hornímu tolerovatelnému limitu (Zadák, 2005). Doporučená denní dávka pro děti 1–3 roky je 3,85 µg*kg⁻¹*den⁻¹ (Gregora, 2006).

Nejvíce kyseliny listové se nachází v listové zelenině, houbách, vnitřnostech, zejména játrech (Zadák, 2005). Obsah kyseliny listové ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 13 pod textem.

Kyselina listová je značně nestabilní látkou, lehce podléhající oxidaci, obzvlášť při zpracování potravin a jejich skladování. Stabilita je zhoršována vzestupem teploty, přístupem světla a přítomností kovů. Při vaření přestupuje kyselina listová do vody a dochází k velkým ztrátám z potravin, okolo 22 % u květáku a až 84 % u chřestu.

Tab. 13 *Obsah kyseliny listové v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Listová kys. [mg*100 g ⁻¹]	Potravina	Listová kys. [mg*100 g ⁻¹]
Mléko	5–12	Fazole	70
Sýr	20	Brokolice	180
Hovězí maso	5–18	Zelí	15–45
Hovězí játra	140–1070	Květák	55–120
Kuřecí játra	1810	Hrách	90
Tuňák	15	Sója	360
Ječmen	15	Špenát	50–190
Rýže loupaná	15	Rajská jablka	5–30
Rýže neloupaná	35	Jablka	5
Vejce	70	Banán	30
Pivovarské kvasnice	1500	Pomeranč	25

3.1.2.9 Vitamin B₁₂ (cyankobalamin)

Vitamin B₁₂ se vyskytuje převážně jen v živočišných produktech, proto jeho nedostatkem mohou trpět vegané a lidé odmítající potraviny živočišného původu (Zadák, 2015). U vegetariánů se však skutečný nedostatek vyvine jen vzácně (Kasper, 2015). Vitamin B₁₂ vzniká také syntézou bakteriemi. Nedostatkem mohou trpět také lidé, kterým se tvoří v žaludku nedostatek vnitřního faktoru, na který se vitamin váže. Lidský organismus má zásoby vitamínu B₁₂ nejméně na rok.

Vitamin B₁₂ zajišťuje funkci enzymů metylmalonyl-CoA mutázy, ovlivňuje tvorbu a odbourávání aminokyseliny leucinu a účastní se přeměny homocysteinu na methionin. Doporučená denní dávka nebyla pro Českou Republiku stanovena. V okolních evropských zemích se doporučuje pro obě pohlaví od 13 let 3 µg*den⁻¹, pro těhotné 3,5 µg*den⁻¹ a pro kojící ženy 4 µg*den⁻¹. Horní tolerovatelná mez je 14 µg*den⁻¹ (Zadák, 2005). Pro děti ve věku 1–3 roky doporučená denní dávka činí 0,05 µg*kg⁻¹*den⁻¹ (Gregora, 2006). Obsah vitamínu B₁₂ ve vybraných potravinách je patrný v tabulce č. 14.

Stabilita vitamínu B₁₂ je poměrně vysoká, snižuje ji vysoká koncentrace kyseliny askorbové a železa, které vitamin oxidují (Zadák, 2005).

V roce 1948 byla poprvé úspěšně z hovězích jater izolována červená krystalická sloučenina, tzv. antiperniciózní-anemický faktor, kterou vědci pojmenovali jako vitamin B₁₂ (Carey, Giuliano, 2011). Díky svojí velmi složité struktuře však dodnes tento vitamin nemá systematické jméno, lze ho najít jen pod pojmem vitamin B₁₂ (Clayden a kol., 2012).

Tab. 14 *Obsah vitamínu B₁₂ v potravinách (Zadák, 2005)*

Potravina	Vitamin B ₁₂ [μg*100 g ⁻¹]	Potravina	Vitamin B ₁₂ [μg*100 g ⁻¹]
Hovězí maso	1,94-3,64	Mléko	0,36
Hovězí mozek	7,83	Sýr	0,36-1,71
Hovězí ledviny	38,3	Jogurt	0,06-0,62
Hovězí játra	69-122	Sled'	4,3
Kuře	0,32	Vejce	1,26
Kuřecí játra	24,1	Bílek	0,09
Vepřové maso	0,55	Žloutek	9,26
Krocán	0,379		

3.1.3 Doporučené denní dávky stanovovaných vitaminů

V tabulkách č. 15 a 16 jsou uvedeny doporučené denní dávky vitaminů pro jednotlivé skupiny obyvatel.

Doporučené denní dávky jsou vykonstruovány na představě geneticky průměrného občana s přesně stanoveným životním stylem, potom se tedy u každého jedince jeho potřebný denní příjem daného vitaminu liší (Jopp, 2014).

Tab. 15 *Doporučené denní dávky vitaminů A, D, E a C (Combs, 2012)*

Skupiny (věk, pohlaví)	Vitamin A [μg] (RE)	Vitamin D [μg]	Vitamin E (α-tokoferol) [mg]	Vitamin C [mg]
Kojenci:				
0–6 měsíců	400*	10	4	40*
7–11 měsíců	500*	10	5	50*
Děti:				
1–3 roky	300	15	6	15
4–8 roků	400	15	7	25
Muži:				
9–13 let	600	15	11	45
14–18 let	900	15	15	75
19–30 let	900	15	15	90
31–50 let	900	15	15	90
51–70 let	900	15	15	90
>70 let	900	20	15	90
Ženy:				
9–13 let	600	15	11	45
14–18 let	700	15	15	65
19–30 let	700	15	15	75
31–50 let	700	15	15	75
51–70 let	700	15	15	75
>70 let	700	20	15	75
Těhotné ženy:				
≤ 18 let	750	15	15	80
19–30 let	770	15	15	85
31–50 let	770	15	15	85
Kojící ženy:				
≤ 18 let	1200	15	19	115
19–30 let	1300	15	19	120
31–50 let	1300	15	19	120

* doporučená denní dávka není přesně určena

Tab. 16 *Doporučená denní dávka vitaminů A, D, E a C dle FAO/WHO z roku 2001* (Combs, 2012)

Skupiny (věk, pohlaví)	Vitamin A [μg] (RE)	Vitamin D [μg]	Vitamin E [mg]	Vitamin C [mg]
Kojenci:				
0–6 měsíců	375	5	2,7	25
7–11 měsíců	400	5	2,7	30
Děti:				
1–3 roky	400	5	5	30
4–6 roků	450	5	5	30
7–9 roků	500	5	7	35
Dospívající 10 – 18 roků				
Muži	600	5	10	40
Ženy	600	5	7,5	40
Dospělí				
Muži 19–65 let	600	5 (19–50 let), 10 (>50 let)	10	45
Ženy 19–50 let	500	5	7,5	45
Ženy 51–65 let	500	10	7,5	45
Starší dospělí > 65 let				
Muži	600	15	10	45
Ženy	600	15	7,5	45
Těhotné ženy	800	5	-	55
Kojící ženy	850	5	-	70

3.1.4 Hranice příjmu vitaminů

Nejvyšší lidským organismem tolerovatelná hranice příjmu jednotlivých vitaminů pro dospělé a děti je uvedena v tabulkách č. 17 a 18.

Tab. 17 *Hranice příjmu vitaminů* (Jopp, 2014)

Vitamin	Hranice příjmu	Vitamin	Hranice příjmu
Vitamin A	1000–2300 μg	Biotin	Až 500 μg
Provitamin A (β-karoten)	2–20 mg	Kyselina listová	150–400 μg
Thiamin	1,2–100 mg	Kobalamin	3–500 μg
Riboflavin	1,4–200 mg	Vitamin C	100–2000 mg
Niacin	16–45 mg	Vitamin D	200–800 IU
Kyselina pantotenová	6–500 mg	Vitamin E	14–400 mg
Pyridoxin	1,5–200 mg		

Tab. 18 *Horní tolerovatelná hranice vitaminů A, D, E a C pro děti* (Combs, 2012)

Skupiny (věk, pohlaví)	Vitamin A [µg] (RE)	Vitamin D [µg]	Vitamin E (α-tokoferol) [mg]	Vitamin C [mg]
Kojenci:				
0–11 měsíců	600	25-38	-	-
Děti:				
1–3 roky	600	63	200	400
4–8 roků	600	75	300	650

3.2 Výživa kojenců, batolat a malých dětí

Výživa dítěte musí zajistit jeho správný tělesný a duševní vývoj. Strava se skládá z bílkovin, cukrů, tuků, solí, stopových prvků a vitaminů (Volf, Volfová, 2000).

Základní živiny a jejich poměr ve výživě je: cukry 50 %, tuky 35 % a bílkoviny 15 %.

Cukry jsou zdrojem akutní potřeby energie, zásobním cukrem je glykogen, který se však v případě potřeby špatně využívá. Nadbytečný cukr je přeměňován na tuk. Tuky jsou zásobárnou energie organismu. Tukové buňky, pokud se již jednou vyplní, tak se snaží tuto náplň neztratit nebo ji co nejdříve zase doplnit. Živočišné tuky neobsahují dostatek nenasycených mastných kyselin, proto je potřeba přijímat v potravě tuky rostlinné. Bílkoviny jsou stavební jednotkou tkáně. Bílkoviny jsou rozloženy v těle až na aminokyseliny. Aminokyseliny esenciální si organismus neumí sám vyrobit, je potřeba je přijímat potravou (Velemínský a kol., 2009).

Výživa dětí do jednoho roku se dá rozdělit do tří období (každé trvá zhruba 4–6 měsíců). Prvním obdobím je období výhradně mléčné výživy, navazuje období přechodné, kdy se k mléku začínají přidávat kašovitě příkrmy. Posledním třetím obdobím je období smíšené stravy, do jídelníčku se zařazuje upravená strava dospělého člověka (Vytejková a spol., 2011).

3.2.1 Výživa kojenců

3.2.1.1 Výživa novorozenců

V tomto období je dítě živeno výhradně mateřským mlékem nebo výrobkem mléčné kojenecké výživy. Množství vypitého mléka se pohybuje kolem 1/6 tělesné hmotnosti dítěte (cca 150–170 ml*kg⁻¹*den⁻¹, nejvíce však 1 l mléka denně) (Vytejková a kol., 2011). Kojení je přirozený způsob výživy novorozence a kojence. Mateřské mléko je přirozeným zdrojem živin a vody pro mláďata všech druhů savců, jeho složení je druhově specifické, proto jej nelze bez rizik a případných komplikací zaměňovat. Do 6. měsíce věku plně saturuje potřeby dítěte (Hrstková a kol., 2003). Výhradní výživa

kojením je považována za optimální způsob výživy dítěte. V současné době je takto do 6. měsíce živeno necelých 39 % kojenců (Bayer, 2011). Kojené děti v průměru lépe prospívají, jsou méně náchylné k infekcím gastrointestinálního traktu, ale i všeobecně. U kojených dětí byl zjištěn nižší výskyt nádorových onemocnění, alergických onemocnění, lépe snášejí bolest. V dospělosti je nižší výskyt kardiovaskulárních onemocnění a obezity. Kojení je také důležitým aspektem pro psychologický rozvoj vztahu matka dítě (Hrstková a kol., 2003). Další tekutiny není nutné dítěti podávat. Optimální výživou novorozence a kojence je mateřské mléko (Vytejková a kol., 2011). Složení mateřského mléka z hlediska bílkovin, tuků a sacharidů je následující: bílkoviny (0,9–1,2 g*100 ml⁻¹ mléka), tuky (3,5 g*100 ml⁻¹), sacharidy (laktosa 6,8 g *100 ml⁻¹). V mateřském mléce se vyskytují ochranné a jiné bioaktivní faktory, jako je například laktoferrin, lysozym, bifidus faktor, mikrořágy, lymfocyty, inhibitory proteáz, interferon, oligosacharidy, B₁₂ a folát vázící proteiny antistafylokokový faktor, růstové faktory, antioxidanty (Hrstková a kol., 2003). Pokud se ale stane, že dítě nemůže být z jakéhokoli důvodu kojeno, jsou mu podávána tzv. počáteční mléka. V případě zdravotních problémů dítěte existují mléka speciální, které se dítěti připravují. Jsou to mléka: antirefluxní, hypoantigenní přípravky pro preventivní užití (alergická onemocnění v rodině), hypoantigenní přípravky pro léčebné užití (alergie na kravské mléko, malabsorpční syndrom, některé metabolické vady), léčebné přípravky na bázi aminokyselin (těžký malabsorpční syndrom), přípravky s nízkým nebo žádným obsahem laktózy (přechodná intolerance laktózy), počáteční výživa ze sóji (některé alergie na bílkovinu kravského mléka, galaktosemie, dítě veganů), mléka pro nedonošené děti, přípravky k obohacení mateřského mléka (nedonošenost, nízká porodní váha) (Vytejková a kol., 2011).

3.2.1.2 Starší kojenecký věk

Mateřské mléko i nadále pokrývá potřeby růstu a chrání proti většině nemocí, je však vhodné od druhého půlroka života začít podávat nemléčné příkrmy, začít se může od ukončeného 4. měsíce věku dítěte. U dítěte nekojeného je vhodné začít od ukončeného 5. měsíce (Gregora, 2004). Důvody k časnějšímu zavádění příkrmů, na však dřív jak od ukončeného 4. měsíce, jsou váhové neprospívání a hlad při neomezeném kojení (Bayer, 2011). Koncem 6. měsíce již samotné mléko nepokrývá energetické potřeby dítěte (Vytejková a kol., 2011).

Nemléčný příkrm se podává nejlépe lžičkou. Doporučuje se začít podávat malé množství stravy před poledním kojením, nebo pitím. Prvním příkrmem bývá zeleninové pyré z jednoho druhu zeleniny, rozmělněné a vařené v neosolené vodě. Vhodnými počátečními potravinami jsou mrkev, petržel, brambor, brokolice, květák. Je lepší stravu nemixovat, ale mačkat vidličkou, aby si dítě příliš nezvykalo na rozmixované jídlo, později by tužší stravu mohlo odmítat. Během 3–4 dnů se doporučuje vyzkoušet nový druh zeleniny, aby byla odhalena případná nesnášenlivost některé potraviny. Později se část zeleniny nahradí masem a postupně se zvyšuje celkové množství na úkor mléka. Po třech týdnech je již polední dávka mléka nahrazena nemléčným příkrmem. Zpočátku se podává 20 g masa za den, od ukončeného 7. měsíce 35 g. Jednou týdně se nahrazuje maso vaječným žloutkem.

Po zavedení obědu se místo večerního mléka pomalu zavádí ovocné pyré a kaše. Ovocné pyré se nepřislazuje. Potraviny obsahující lepek se smí podávat až po ukončeném 6. měsíci věku dítěte, musí se tedy dávat pozor na složení kaší.

Z mléčných výrobků, kvůli vysokému obsahu bílkovin, se doporučuje podávat jen jogurt.

Mezi 10. a 12. měsícem věku dítěte se jeho strava začíná podobat stravě batolete (Gregora, 2004).

Od 6. měsíce je potřeba nekojenému dítěti, kojenému od 10. měsíce, zařadit pravidelné doplňování tekutin v průběhu dne. Mladším dětem se podávají tekutiny jen v případě teploty, zvýšeného pocení, průjmu a ztráty chuti k jídlu (Vytečková a spol., 2011).

3.2.2 Výživa batolat

V batolecím věku se stravovací návyky rodičů přenáší na dítě (Gregora, 2004). Proto se musí dbát na správné hygienické návyky a zásady správného stolování. Jídlo by se mělo podávat v klidné atmosféře, bez spěchu a bez nucení do jídla (Klíma a kol., 2003).

Jídla by měla být lehce stravitelná, nekořeněná, solená jen trochu, nenáročná na kousání, podle schopností dítěte. Příjem tuků by měl tvořit 35–30 % z celkového energetického příjmu. Od dvou let by neměl přesahovat 30 %.

Stejně jako v jídelníčku dospělých, tak ve stejné míře by měla batolata konzumovat cereálie, zeleninu a vlákninu. Živočišné bílkoviny zajišťuje libové maso, drůbež, mléko a mléčné výrobky. Mléko a mléčné výrobky by měly zároveň zajistit denní příjem vápníku (cca 800 mg).

I v tomto věku platí, že pokud dítě přijímá nové druhy potravin, mělo by se před zavedením další potraviny počkat 3–4 dny, aby byla odhalena případná nesnášenlivost na danou potravinu (Gregora, 2004).

3.2.3 Výživa malých dětí

Období od 3 do 10 let je obdobím dramatického psychického a fyzického vývoje dítěte a s tím souvisí i výživa dítěte. Hmotnost těla se zvyšuje 3–4x a děti rostou o 60–80 cm. Pohybová aktivita se zvyšuje, zejména díky sportu. Dítě by mělo před nástupem do školy získat správné stravovací návyky, zejména na příjem všech druhů potravin (sortiment), ale také co se týče frekvence jídel – rozdělení porcí v průběhu celého dne. Od nástupu do školy se začíná stávat dítě samostatným, proto je důležité, aby bylo zvyklé snídat, obědovat, večeřet a svačit v pravidelných časech a intervalech. Správné návyky jsou prevencí civilizačních chorob – obezity a cukrovky, ale také nemocí gastrointestinálních. Celková energetická potřeba dítěte se s věkem zvyšuje, ale při přepočtu na 1 kg hmotnosti se snižuje. Důležitý je vysoký příjem bílkovin potřebný pro růst, rozvoj svalové hmoty a tvorby orgánů. Více jako 50 % přijímaných bílkovin by měly tvořit bílkoviny živočišné. Cukry a tuky se mají přijímat tak, aby nevznikaly nadměrné zásoby podkožního tuku. S přibývajícím věkem se příjem tuku zvyšuje až na hodnotu 30 % z celkového energetického příjmu. Důležitý je příjem vápníku a fosforu. Pestrým jídelníčkem by se měl zajistit dostatečný příjem vitaminů a minerálních látek (Beňo, 2008).

Dítě, které se stravuje pestře a rozmanitě s obsahem zeleniny a ovoce, nemusí užívat multivitaminové doplňky stravy. Tyto doplňky nenahradí přírodní produkty v čerstvém syrovém stavu nebo správně tepelně upravené. Doporučit je lze dítěti, které odmítá jíst ovoce a zeleninu, při dlouhodobějším stonání, před nástupem do školky, v podzimních a zimních měsících. Je však vhodné se poradit s pediatrem, neodborné podávání těchto přípravků může zatížit organismus (Gregora, 2004).

3.2.4 Potřeba vitaminů u dětí

Rostoucí dětský organismus má relativně vyšší potřebu vitaminů než organismus dospělého člověka. Denní potřeba se odvíjí od věku dítěte, ale i podle roční doby a zatížení daného organismu.

3.2.4.1 Vitamin A

Vitamin A je pro dětský organismus nezbytný. Při narození má dítě malou zásobou vitamínu v organismu. Nejlepšími zdroji jsou: mateřské i kravské mléko, máslo, žloutek, rybí tuk, játra, mrkev, rajčata, špenát.

Doporučená denní dávka dle organizace WHO v RE (1 RE = 6 μg β -karotenu = 3,33 IU vitamínu A) je pro kojene děti (0–12 měsíců) 350 RE na den a pro batolata a děti (1–6 let) 400 RE na den.

3.2.4.2 Vitaminy skupiny B

Vitamin B₁, thiamin, je v potravě hojně rozšířen. Důležitými zdroji jsou: maso, mléko, kvasnice, žloutek, cereálie, zelenina.

Doporučená denní dávka dle WHO je pro kojence (0–12 měsíců) 0,3 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, pro batolata (1–3 roky) 0,5 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$ a pro děti ve věku 4–6 let 0,7 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

Vitamin B₂, riboflavin, se vyskytuje v mléce, vejcích, zelenině, mase, játrech a ovoci.

Doporučená denní dávka dle WHO: kojenci (0–12 měsíců) 0,5 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) 0,8 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) 1,1 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

Vitamin B₆, pyridoxin, se hojně vyskytuje v kvasnicích, játrech, mase, žloutku, kravském mléku. Avitaminóza byla pozorována u dětí krmených mlékem sterilizovaným v autoklávu. Tímto postupem degraduje více než polovina vitamínu pyridoxinu.

Doporučená denní dávka dle WHO: kojenci (0–6 měsíců) 0,3 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, kojenci (7–12 měsíců) 0,6 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) 1,0 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) 1,1 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

Niacin, kyselina nikotinová, se vyskytuje v kvasnicích, játrech, mase, vejcích, zelenině a ovoci.

Doporučená denní dávka dle WHO: kojenci (0–12 měsíců) 5,4 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) 9,0 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) 12,1 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

Kyselina pantotenová je v přírodě hojně rozšířená.

Doporučená denní dávka není organizací WHO stanovena, v USA doporučují: kojenci (0–6 měsíců) 2 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, kojenci (7–12 měsíců) 3 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) 3 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) 3–7 $\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

Biotin je také hojně rozšířen, je součástí všech tkání. Vysoký obsah je také v mateřském mléce. Albumin syrového vaječného bílku, avidin, váže biotin. Tento účinek se ruší

teplem, ne však pomocí šťáv v trávicím traktu, proto se nedoporučuje konzumovat bílek v syrovém stavu.

Doporučená denní dávka není WHO udána, v USA se doporučuje: kojenci (0–6 měsíců) $10 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, kojenci (7–12 měsíců) $15 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) $20 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) $25\text{--}30 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$.

Kyselina listová během intrauterinního života, již během prvních dní a týdnů po koncepci, ovlivňuje vývoj plodu. Její nedostatek v těle matky může vést k fatálnímu defektu neurální trubice, což je neslučitelné se životem. Za účasti vitamínu B_{12} a vitamínu C se mění na kyselinu folinovou, účinnou formu. Tato kyselina pak zasahuje do metabolismu nukleových kyselin. Výskyt je v listové zelenině a játrech, dále pak ve fazolích, červené řepě, celozrnném chlebu, vejcích a některých rybách.

Doporučená denní dávka dle WHO: kojenci (0–3 měsíce) $16 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, kojenci (4–6 měsíců) $24 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, kojenci (7–12 měsíců) $32 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata a děti do 6 let $50 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$.

Vitamin B_{12} – jeho hlavními zdroji jsou: játra, ryby, maso, vejce, mléko, sýry, jogurt.

Doporučená denní dávka dle WHO: kojenci (0–12 měsíců) $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, děti (4–6 let) $0,8 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$.

3.2.4.3 Vitamin C

Vitamin C se obvykle v mateřském mléce vyskytuje v dostatečném množství, jeho obsah ale kolísá podle příjmu vitamínu matkou. Kravské mléko obsahuje málo vitamínu C. Zdrojem vitamínu C je: ovoce, zelenina a brambory. Značná část vitamínu C se ztrácí při přípravě.

Doporučená denní dávka dle WHO pro děti do 6 let je $20 \text{mg}\cdot\text{den}^{-1}$.

3.2.4.4 Vitamin D

Zásoba vitamínu D u novorozence závisí od obsahu vitamínu D v těle matky. Stejně je to i s obsahem vitamínu D v mateřském mléce. V některých zemích se doporučuje suplementace vitamínem D i kojící matky. Dětem v České republice se doporučuje podávat vitamin D již od novorozeneckého věku (Hrstková a kol., 2003). Je podáván ve formě kapek denně od věku 3 týdnů do konce 1. roku. Může se také podávat depotní forma vitamínu D, která se podává ve věku 3 týdnů, ve 3., 6., 9. a 12. měsíci dětem, kde se předpokládá, že rodiče nezajistí pravidelné každodenní podávání vitamínu ve formě kapek (Volf, Volfová, 2000).

Doporučená denní dávka dle WHO: $10 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1} = 400 \text{IU}$ denně.

3.2.4.5 Vitamin E

Vitamin E se vyskytuje převážně v potravinách rostlinného původu a jeho doporučená denní dávka pro děti do 6 let dle WHO je $0,15 - 2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$.

3.2.4.6 Vitamin K

Vitaminu K se nachází v mateřském mléce poměrně málo. Novorozencům je podáván profylakticky (Hrstková a kol., 2003) ihned po porodu (Volf, Volfová, 2000).

Doporučená denní dávka vitaminu K není určena WHO, ale v USA se doporučuje: kojenci (0–6 měsíců) $5 \mu\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$, kojenci (7–12 měsíců) $10 \mu\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$, batolata (1–3 roky) $15 \mu\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$ a děti (4–6 let) $20 \mu\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$ (Hrstková a kol., 2003).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Pro stanovení vitaminů byly vybrány vzorky masozeleninových dětských příkrmů. Vzorky se mezi sebou lišily nejen svým složením, ale také způsobem skladování, jedna skupina byla skladována ve tmě a druhá na denním světle.

Složení vzorků:

- Vzorek A – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou: voda, mrkev, krůtí maso (15 % hm.), rýže a rýžová mouka (9 % hm.), rajčatový protlak, rostlinný olej, regulátor kyselosti: kyselina citrónová
- Vzorek B – Hovězí maso s mrkví a rýží: voda, karotka (35 % hm.), hovězí maso (8 % hm.), rýže (13,6 % hm.), rýžová mouka (1,5 % hm.), rostlinný olej, regulátor kyselosti: kyselina citrónová
- Vzorek C – Králík s bramborami a špenátem: bramborové pyré 35 % hm. (voda, sušené bramborové vločky, emulgátor: mono a diglyceridy mastných kyselin), voda, špenát (20 % hm.), králičí maso (10 % hm.), bramborový škrob, rostlinný olej
- Vzorek D – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem: voda, bramborové pyré 26 % hm. (voda, sušené bramborové vločky, emulgátor: mono a diglyceridy mastných kyselin), mrkev, tuňák (10 % hm.), hrášek, bramborový škrob, rostlinný olej, regulátor kyselosti: kyselina citrónová

4.2 Metodika

Vzorky byly odebírány a vitaminy stanovovány v pravidelných časových intervalech po celou dobu minimální trvanlivosti a také po jejím ukončení:

- směs před plněním do konzerv, před sterilací
- ihned po sterilaci
- po 3 měsících skladování
- po 6 měsících skladování
- po 9 měsících skladování
- po 12 měsících skladování
- po 15 měsících skladování
- po 18 měsících skladování
- po 21 měsících skladování

4.2.1 Stanovení lipofilních vitaminů A (retinol), D₂ (ergokalciferol), D₃ (cholecalciferol), E (α-tokoferol) a β-karotenu v potravinách

4.2.1.1 Chemikálie (v závorce spotřeba na 20 vzorků)

Na přípravu standardu: všechny čistoty p.a. (každého 20 mg)

- Vitamin A (retinol)
- Vitamin D₂ (ergokalciferol)
- Vitamin D₃ (cholecalciferol)
- Vitamin E (α-tokoferol)
- β-karoten (provitamin A)
- Hydroxid draselný (KOH) p.a. (4 g)
- Methanol p.a. nebo HPLC čistota (1100 ml)
- Hexan p.a. (200 ml)
- Dichlormethan p.a. (25 ml)
- Demineralizovaná voda (ne starší než 5 dní)

4.2.1.2 Přístroje a pomůcky

- Kapalinový chromatograf (HPLC) s UV/VIS detektorem a fluorescenčním detektorem
- Kolona ZORBAX XDB-C18, 150 x 4,6mm, 5 μm
- Kolona Eclipse XDB-C8, 50 x 4,6mm, 1,8 μm
- Třepačka GFL 3005
- Magnetická míchačka, míchadlo
- Zařízení na odpařování pod proudem dusíku
- Minitřepačka VORTEX
- Analytické váhy
- Předvážky
- Automatické pipety 1–5 ml, 100–1000 μl a 10–100 μl
- Mikrostríkačka Hamilton 10 μl
- Vialky o objemu 40 ml (velké vialky), o objemu 5 ml a o objemu 1,8 ml (malé vialky)
- Odměrný válec 500 ml
- Odměrné baňky 10 ml
- Kádinky 250 ml, 10 nebo 25 ml

4.2.1.3 Postup

Příprava methanolického roztoku hydroxidu draselného

Do kádinky byly naváženy 4,0 g hydroxidu draselného (KOH), přidalo se 200 ml methanolu a míchadlo. Kádinka se umístila na magnetickou míchačku. Směs se míchala do úplného rozpuštění KOH. Označení „KOH v MeOH“.

Příprava vzorku

Do velké vialky (o objemu 40 ml) se navážilo 5 g vzorku, přidalo 10 ml methanolického roztoku KOH a dalo na třepačku na 1 hodinu při 350 otáčkách za minutu třepat. Přidalo se 10 ml demineralizované vody a 3 ml hexanu. Vše se umístilo na třepačku na 10 minut ($350 \text{ ot.} \cdot \text{min}^{-1}$). Horní hexanová vrstva se odpipetovala do 5ml vialky a dala odpařovat pod proud dusíku. Do vialky se vzorkem se přidaly další 3 ml hexanu, znovu se dalo na 10 minut na třepačku. Pak se opět odpipetovala horní hexanová vrstva, přidala k prvnímu hexanovému podílu a dál se odpařovalo pod proudem dusíku. Do vialky se vzorkem se potřetí přidaly 3 ml hexanu, 10 minut se třepalo, poté hexanovou vrstvu odpipetovalo a přidalo k předchozím hexanovým podílům, odpařilo pod dusíkem do sucha. K odparku se přidalo 0,5 ml methanolu a 0,5 ml dichlormethanu a důkladně promíchalo na VORTEXu. Dokonale rozpuštěné vzorky se přepipetovaly do malých vialek (1,8 ml). Vzorky byly tímto připraveny pro HPLC analýzu, analýza musela proběhnout nejpozději do 48 hodin od přípravy.

Příprava jednotlivých koncentrovaných standardů vitaminů A, D₂, D₃ a E

Do jednotlivých odměrek o objemu 10 ml se navážilo na analytických vahách 20 mg každého standardu vitaminů A, D₂, D₃ a E, přidal se methanol a důkladně protřepalo na VORTEXu. Doplnilo se methanolem po rysku a znovu důkladně promíchalo. Koncentrace jednotlivých roztoků byla $\sim 2.0 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$.

Příprava zředěného směsného roztoku standardů vitaminů A, D₂, D₃ a E

Do odměrky na 10 ml se napipetovalo 100 μl každého koncentrovaného roztoku standardů vitaminů A, D₂, D₃ a E, doplnilo po rysku methanolem a důkladně promíchalo. Roztok byl označen „4VIT“, koncentrace každého vitaminu byla $\sim 20 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$.

Příprava kalibrační řady vitaminů A, D₂, D₃ a E

Roztoky kalibrační řady standardů se připravovaly do malých vialek (objem 1,8 ml) podle následující tabulky (Tab. 19).

Tab. 19 *Roztoky kalibračních standardů řady vitaminů A, D₂, D₃ a E*

Objem zředěného standardu	Objem methanolu	Výsledná koncentrace A, D ₂ , D ₃ a E
1 ml	-	~20 µg*ml ⁻¹
400 µl	600 µl	~8 µg*ml ⁻¹
100 µl	900 µl	~2 µg*ml ⁻¹
40 µl	960 µl	~0,8 µg*ml ⁻¹
10 µl	990 µl	~0,2 µg*ml ⁻¹

Pro odměření objemu 10 µl se použila mikrostříkačka Hamilton o objemu 10 µl.

Vialky se uzavřely a důkladně protřepaly. Roztoky kalibrační řady byly analyzovány metodou HPLC do 48 hodin po jejich přípravě.

Příprava koncentrovaného standardu β-karotenu

Do odměrky o objemu 10 ml se navázilo na analytických vahách 20 mg β-karotenu, přidal dichlormethan a důkladně protřepalo na VORTEXu. Dichlormethanem se doplnilo po rysku a znovu důkladně promíchalo. Koncentrace roztoku byla ~2.0 mg*ml⁻¹.

Příprava kalibrační řady β-karotenu

Roztoky kalibrační řady standardů se připravovaly do malých vialek (objem 1,8 ml) podle následující tabulky (Tab. 20).

Tab. 20 *Roztoky kalibračních standardů řady vitaminu β-karotenu*

Objem standardu β-karotenu	Objem dichlormethanu	Výsledná koncentrace β-karotenu
100 µl	900 µl	~200 µg*ml ⁻¹
40 µl	960 µl	~80 µg*ml ⁻¹
10 µl	990 µl	~20 µg*ml ⁻¹
4 µl	996 µl	~8 µg*ml ⁻¹
1 µl	999 µl	~2 µg*ml ⁻¹

Pro odměření objemu 10 µl, 4 µl a 1 µl se použila mikrostříkačka Hamilton o objemu 10 µl.

Vialky se uzavřely a důkladně protřepaly. Roztoky kalibrační řady byly analyzovány metodou HPLC do 48 hodin po jejich přípravě.

Parametry HPLC analýzy vitaminů A, D₂, D₃ a E

- Kolona ZORBAX XDB-C18, 150 x 4,6mm, 5 μm
- Teplota kolony: 35 °C
- Mobilní fáze: methanol : voda (97 : 3), isokraticky
- Průtok mobilní fáze: 1,0 ml*min⁻¹
- Doba analýzy: 18 min
- Objem nástřiku: 10 μl
- UV/VIS detektor: vlnová délka 325 nm, od 5. minuty 265 nm, od 10,5. minuty 292 nm
- Fluorescenční detektor: vlnová délka excitační 325 nm, emisní 480 nm, od 5. minuty excitační 292 nm, emisní 330 nm

Parametry HPLC analýzy β-karotenu

- Kolona Eclipse XDB-C8, 50 x 4,6mm, 1,8 μm
- Teplota kolony: 55 °C
- Mobilní fáze: methanol : voda, gradient podle následující tabulky (Tab. 21)

Tab. 21 *Gradient mobilní fáze (methanol : voda) při HPLC analýze β-karotenu*

Čas	% methanolu
0 min	90
2 min	90
3 min	95
6 min	100
13 min	100
14 min	90
15 min	90

- Průtok mobilní fáze: 0,8 ml*min⁻¹
- Doba analýzy: 15 min
- Objem nástřiku: 20 μl
- UV/VIS detektor: vlnová délka 450 nm

4.2.1.4 Výpočty

Výpočet rovnice kalibrační přímky a výpočet koncentrací roztoků vzorků se prováděl v programu ChemStation.

Výpočet výsledné koncentrace byl proveden podle následujícího vzorce:

$$c_m = \frac{c \cdot V}{\frac{m}{10}}$$

- c_m = výsledná koncentrace ve vzorku [$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$]
- c = koncentrace roztoku vypočítaná programem ChemStation z kalibračního grafu a uvedená v reportu [$\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$]
- V = objem vzorku v malé vialce [ml], $V = 1 \text{ ml}$
- m = navážka vzorku (čerstvé hmotnosti) [g]

4.2.2 Stanovení vitamínu C (kyseliny askorbové) v potravinách

4.2.2.1 Chemikálie (v závorce spotřeba na 20 vzorků)

- Kyselina askorbová p.a. (reagent grade) na přípravu standardu (50 mg)
- L-cystein min. 97% (4 g)
- Koncentrovaná kyselina sírová H_2SO_4 96% (< 1 ml)
- Demineralizovaná voda (ne starší než 5 dní)

4.2.2.2 Přístroje a pomůcky

- Kapalinový chromatograf (HPLC) s UV/VIS detektorem
- Kolona OSTION LG KS 0800 $10 \mu\text{m H}^+$, 250 x 8mm, $10 \mu\text{m}$
- Centrifuga HETTICH
- Třepačka GFL 3005
- Minitřepačka VORTEX
- Analytické váhy
- Automatické pipety 1–5 ml, 100–1000 μl a 10–100 μl
- Mikrostríkačka Hamilton 10 μl
- Vialky o objemu 12 ml (středně velké vialky), o objemu 5 ml a o objemu 1,8 ml (malé vialky)
- Odměrný válec na 500 nebo 1000 ml
- Odměrné baňky na 100 ml a 10 ml

4.2.2.3 Postup

Příprava 0,01 M kyseliny sírové

Do 1 litrové lahve se odměřilo 0,5 l demineralizované vody, do ní opatrně odpipetovalo 0,558 ml koncentrované H_2SO_4 a důkladně promíchalo. Dále bylo přidáno dalšího 0,5 l

demineralizované vody a znovu důkladně promícháno. Označilo se „0,01M H₂SO₄“ a uvedlo datum.

Příprava roztoku cysteinu

Roztok cysteinu se připravoval vždy čerstvý. Do odměrky 100 ml se navážily 4 g l-cysteinu, zalilo 0,01M H₂SO₄ a důkladně protřepalo na VORTEXU, až se cystein rozpustil. Dolilo po rysku 0,01M H₂SO₄ a důkladně promíchalo. Odměrka se označila.

Příprava vzorku

Do středně velké vialky (o objemu 12 ml) se navážily 2 g vzorku, které byly nabírány plastovou špachtlí. Přidaly se 2 ml roztoku cysteinu a 6 ml 0,01M H₂SO₄, důkladně protřepalo a umístilo na třepačku na 10 minut při 300–350 otáčkách za minutu. Vzorky se umístily do centrifugy a odstředily 10 minut při 4000 otáčkách za minutu a teplotě 20 °C. Z každého vzorku se odpipetoval 1 ml do malé vialky (objem 1,8 ml). Pipetou se odebíralo z prostředku objemu vzorku. Vzorky byly tímto připraveny pro HPLC analýzu, analýza se prováděla nejpozději do 24 hodin od přípravy.

Příprava koncentrovaného standardu

Do odměrky 10 ml se navážilo na analytických vahách 50 mg kyseliny askorbové p. a., zalilo roztokem cysteinu a důkladně protřepalo. Doplnilo roztokem cysteinu po rysku a znovu důkladně promíchalo. Koncentrace roztoku byla ~5.0 mg*ml⁻¹.

Příprava zředěného roztoku standardu

Do vialky o objemu 5 ml se napipetovalo 0,5 ml koncentrovaného standardu a 4,5 ml roztoku cysteinu a důkladně protřepalo. Koncentrace roztoku byla ~500 µg*ml⁻¹.

Příprava kalibrační řady

Roztoky kalibrační řady standardů se připravovaly do malých vialek (objem 1,8 ml) podle následující tabulky (Tab. 22).

Tab. 22 *Roztoky kalibračních standardů řady vitamínu kyseliny askorbové*

Objem zředěného standardu	Objem roztoku cysteinu	Výsledná koncentrace KA
1 ml	-	~500 µg*ml ⁻¹
400 µl	600 µl	~200 µg*ml ⁻¹
100 µl	900 µl	~50 µg*ml ⁻¹
40 µl	960 µl	~20 µg*ml ⁻¹
10 µl	990 µl	~5 µg*ml ⁻¹
4 µl	996 µl	~2 µg*ml ⁻¹

Pro odměření objemů 10 µl a 4 µl se použila mikrostříkačka Hamilton o objemu 10 µl. Vialky se uzavřely a důkladně protřepaly. Roztoky kalibrační řady byly analyzovány metodou HPLC co nejdříve po jejich přípravě.

Parametry HPLC analýzy

- Teplota kolony: 25 °C
- Mobilní fáze: 0,01M H₂SO₄, isokraticky
- Průtok mobilní fáze: 1.0 ml*min⁻¹
- Doba analýzy: vzorky 23 min, standardy 10 min
- Objem nástřiku: 20 µl
- UV/VIS detektor: vlnová délka 254 nm

4.2.2.4 Výpočty

Výpočet rovnice kalibrační přímky a výpočet koncentrací roztoků vzorků se prováděl v programu ChemStation. Výpočet výsledné koncentrace se provedl podle následujícího vzorce:

$$c_m = \frac{c \cdot V}{10}$$

- c_m = výsledná koncentrace ve vzorku [mg*100 g⁻¹]
- c = koncentrace roztoku vypočítaná programem ChemStation z kalibračního grafu a uvedená v reportu [µg*ml⁻¹]
- V = objem vzorku ve středně velké vialce [ml], $V = 10$ ml
- m = navážka vzorku (čerstvé hmotnosti) [g]

4.3 Statistické vyhodnocení

Vypočítané průměrné hodnoty ($n = 3$) koncentrací stanovovaných vitaminů byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica 12 za využití Wilcoxonova testu a lineární regrese ($p < 0,05$).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

U vybraných vzorků dětských masozeleninových výživ byly sledovány, v průběhu skladování na denním světle a ve tmě, po dobu 21 měsíců, vitaminy: retinol, β -karoten, α -tokoferol a kyselina askorbová. V průběhu skladování docházelo ke statisticky významným změnám ($p < 0,05$) v jejich obsahu jak v závislosti na délce, tak na způsobu skladování.

5.1 Vzorek A – Krutí maso s rýží a gratinovanou zeleninou

5.1.1 Skladování na světle

U vzorků dětské výživy Krutí maso s rýží a gratinovanou zeleninou (Obr. 1) byly v průběhu skladování zjištěny největší, a také statisticky vysoce průkazné, změny v průběhu skladování u β -karotenu ($p = 0,00001$, $r^2 = 0,9507$). Hodnoty před sterilací (Tab. 25 v příloze 2) (připravena homogenní směs) byly $1,610 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a ihned po sterilaci byl obsah β -karotenu $1,500 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Od 3. měsíce až do konce doby skladování 21 měsíců došlo postupně ke snižování obsahu. Největší rozdíly byly mezi 9. a 12. měsícem, kdy došlo k poklesu z hodnoty $1,080 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na hodnotu $0,335 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Dál docházelo k poklesu β -karotenu až na hodnotu $0,204 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve 21. měsíci skladování.

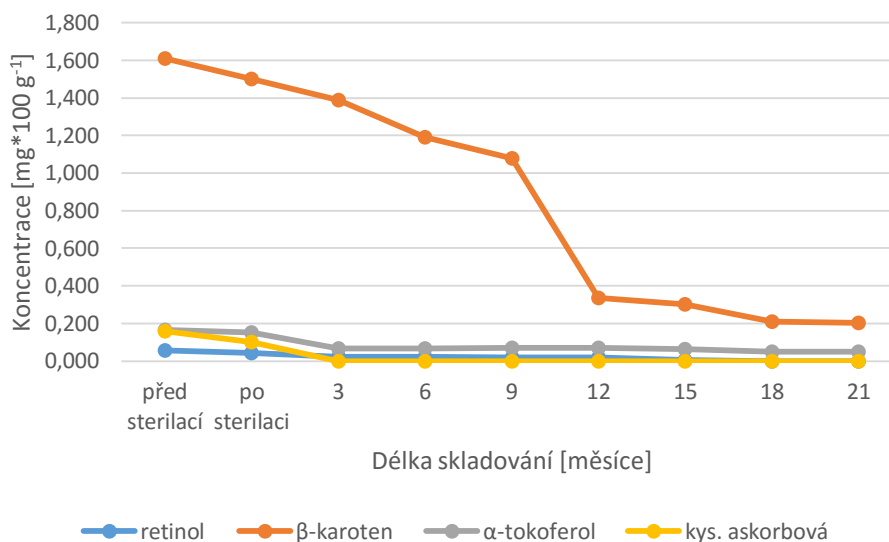
Dalším sledovaným vitamínem, u kterého byly v průběhu skladování zaznamenány statisticky vysoce průkazné změny ($p = 0,00007$, $r^2 = 0,9101$) byl retinol.

Hodnoty před sterilací (Tab. 25 v příloze 2) byly $0,056 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Ihned po sterilaci byl obsah retinolu $0,042 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Mezi 3. a 12. měsícem skladování na světle se hodnoty změnilly jen nepatrně, bez statistické průkaznosti, a to z hodnoty $0,023 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na $0,020 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V 15. měsíci skladování byl obsah již velmi nízký, a to $0,004 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a v 18. a 21. měsíci skladování na světle byl obsah retinolu pod detekčním limitem.

Kyselina askorbová se ve vzorku vyskytovala pouze před sterilací ($0,160 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a po sterilaci ($0,100 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), v dalších stanoveních byl již obsah vitamínu pod detekčním limitem. Lineární regresí byla stanovena p -hodnota = $0,0177$ a $r^2 = 0,5762$.

Obsah α -tokoferolu se v průběhu skladování významně statisticky neměnil ($p = 0,1964$ a $r^2 = 0,2255$). Největší změna v naměřených hodnotách byla mezi měřeními po sterilaci ($0,150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a ve 3. měsíci ($0,068 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Dále se hodnoty jen nepatrně

snižovaly, nedocházelo k větším ztrátám. Na konci měření po 21 měsících bylo stále možné obsah α -tokoferolu stanovit, koncentrace činila $0,048 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.



Obr. 1 Změny obsahu sledovaných vitamínů v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle

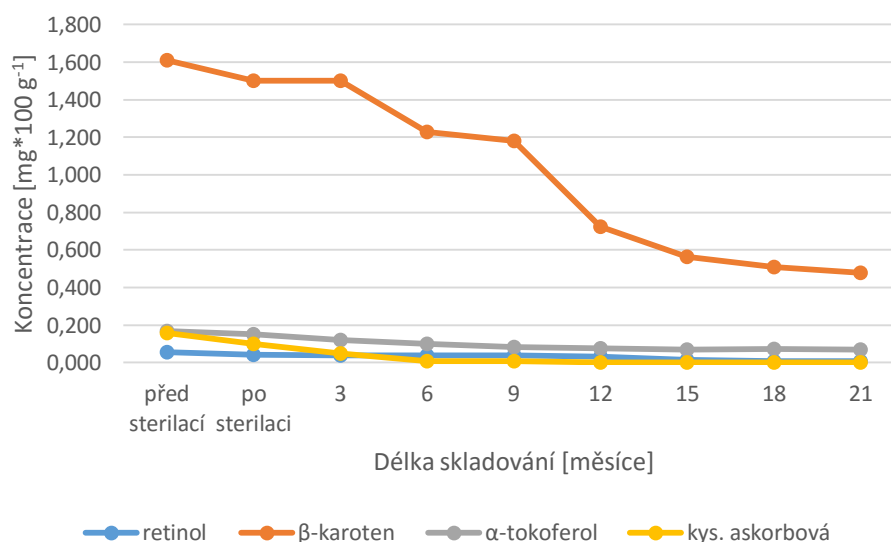
5.1.2 Skladování ve tmě

Stejně jako při skladování vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou na světle, i při skladování ve tmě byly naměřeny nejvyšší hodnoty β -karotenu (Obr. 2) s největšími statisticky průkaznými změnami v průběhu celého skladování ($p = 0,00001$ a $r^2 = 0,9507$). Před sterilací obsahoval vzorek $1,610 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ vitamínu. Postupně hodnoty klesají a i na konci měření, ve 21. měsíci, je obsah β -karotenu stanovitelný, a to $0,480 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Což je nejvyšší koncentrace ze všech stanovovaných vitamínů. K největšímu rozdílu mezi hodnotami došlo mezi 9. měsícem ($1,180 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a 12. měsícem ($0,724 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

U dalšího měřeného vitamínu, retinolu, byly také změny naměřených hodnot v průběhu celého skladování statisticky významné ($p = 0,00007$, $r^2 = 0,9101$). Největší rozdíl mezi naměřenými hodnotami je patrný mezi 12. měsícem ($0,032 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a 15. měsícem ($0,016 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). I na konci skladování, po 21 měsících, byl vitamin ve vzorku stanoven ($0,008 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Obsah kyseliny askorbové také vykazuje v průběhu skladování statisticky významné změny ($p = 0,0177$ a $r^2 = 0,5762$). Naměřené hodnoty od odběru před sterilací ($0,160 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) postupně klesají a od 9. měsíce ($0,010 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) jsou již pod detekčním limitem.

A-tokoferol, obdobně jako při skladování na světle, v průběhu skladování klesá, tyto změny však nejsou statisticky průkazné ($p = 0,1964$ a $r^2 = 0,2255$). Na začátku, před sterilací, byla naměřena hodnota vitaminu $0,167 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, hodnoty postupně celkem rovnoměrně klesají. Koncentrace vitaminu byla změřena i na konci měření, po 21 měsících, $0,070 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Všechny hodnoty obsahu vitaminů ve vzorku jsou patrné v Tab. 26 v příloze 2.



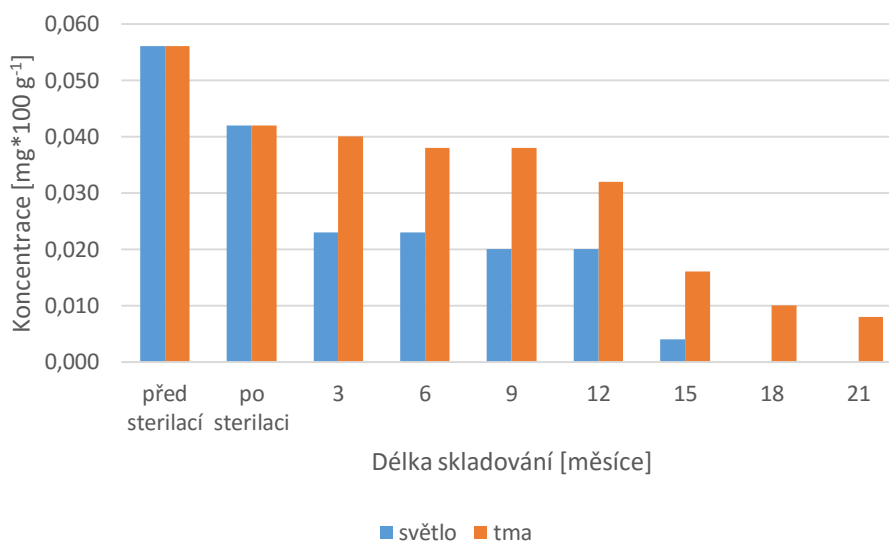
Obr. 2 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Krutí maso s rýží a gratinovaná zeleninou – v závislosti na délce skladování ve tmě

5.1.3 Porovnání skladování světlo x tma

Vzorek Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou by bylo vhodné z hlediska obsahu vitaminů v přesnídávkce skladovat ve tmě. U všech sledovaných vitaminů byla naměřena nižší hodnota koncentrace vitaminů v přesnídávkce skladované na denním světle oproti přesnídávkce skladované ve tmě.

5.1.3.1 Retinol

Podle výsledků je patrné, že na koncentraci vitaminu retinolu měl typ skladování vliv. Tento vliv je statisticky průkazný ($p = 0,0179$). Ke ztrátě 25 % vitaminu retinolu došlo sterilačním zákrokem, po dalších třech měsících se ve vzorcích skladovaných na světle nacházelo jen 41 % původního obsahu vitaminu, na této hodnotě setrval až do 12. měsíce, poté byl zaznamenán prudký pokles a v 18. měsíci byl obsah pod detekčním limitem. Vzorky skladované ve tmě obsahovaly po roce skladování 57 % vitaminu retinolu oproti jeho výchozí koncentraci, na konci experimentu (po 21 měsících) zůstalo ve vzorku 14 % vitaminu (Obr. 3).

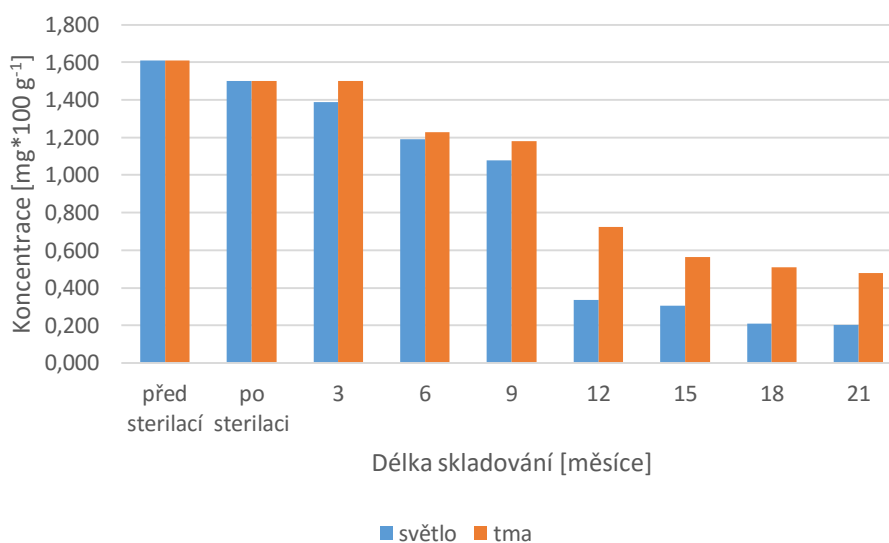


Obr. 3 Porovnání změn v obsahu vitaminu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.1.3.2 B-karoten

Na obsah β -karotenu ve vzorku měl typ skladování také důležitý efekt ($p = 0,0179$). Je patrné, že do devátého měsíce byly hodnoty koncentrací téměř stejné, v průběhu

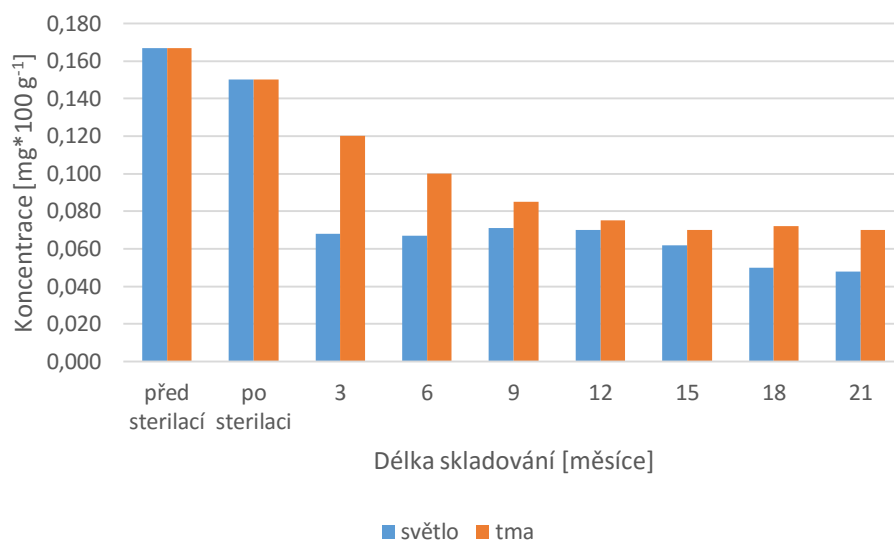
dalších třech měsíců (do měsíce 12.) však došlo k velkým ztrátám vitamínu. Na těchto hodnotách již obsah vitamínu ve vzorku setrval až do 21. měsíce (Obr. 4). Vyšlo-li se z původní hodnoty koncentrace vitamínu ve vzorku před sterilací, pak po 9 měsících skladování na světle ve vzorku zůstalo 67 % vitamínu β -karotenu a po 12 měsících již jen necelých 19 %. Po skladování vzorku ve tmě po 9 měsících se ve vzorku nacházelo 73 % vitamínu a po 12 měsících necelých 45 % z původního obsahu β -karotenu. Sterilačním zákrokem došlo ke ztrátě vitamínu o 7 %.



Obr. 4 Porovnání změn v obsahu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.1.3.3 A-tocopherol

Zákrokem sterilace došlo k 10% ztrátě vitamínu α -tocoferolu ve vzorku. Poté byl zaznamenán velký pokles obsahu vitamínu u vzorků skladovaných na denním světle a to na hodnotu necelých 41 % po třech měsících skladování, dalším skladováním obsah vitamínu víceméně postupně pomalu klesal a na konci experimentu po 21 měsících byl necelých 21 %. Vzorky skladované ve tmě na konci experimentu obsahovaly necelých 42 % z původní koncentrace vitamínu, což je víc, než obsah vitamínu po 3 měsících skladování na denním světle (Obr. 5). Vliv typu skladování je také statisticky podložen ($p = 0,0179$).

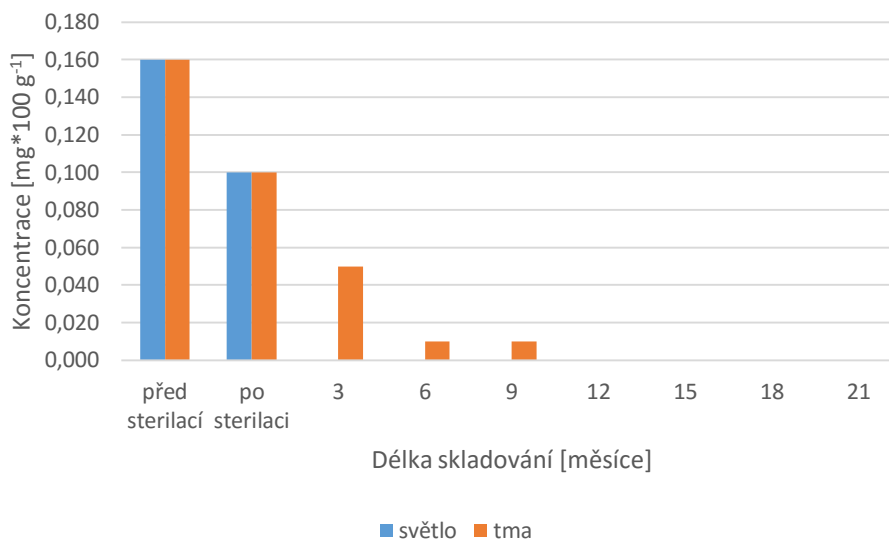


Obr. 5 Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tocoferolu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.1.3.4 Kyselina askorbová

Nejvíce náchylným vitamínem ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou na sterilační zákrok byla kyselina askorbová. Sterilací bylo degradováno téměř 38 % celkového vitamínu. V přesnídávkách skladovaných na světle došlo k dalšímu prudkému poklesu obsahu kyseliny askorbové a ve 3. měsíci skladování byl její obsah již pod detekčním limitem.

U vzorků skladovaných na světle došlo ke ztrátám pomaleji (ne však statisticky průkazně po celou dobu skladování, $p = 0,1088$), ale i tak po 6 měsících skladování se již ve vzorku nacházelo jen 6 % z původního obsahu kyseliny askorbové, po roce skladování již obsah vitamínu nebyl detekovatelný (Obr. 6).



Obr. 6 Porovnání změn v obsahu vitamínu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.2 Vzorek B – Hovězí maso s mrkví a rýží

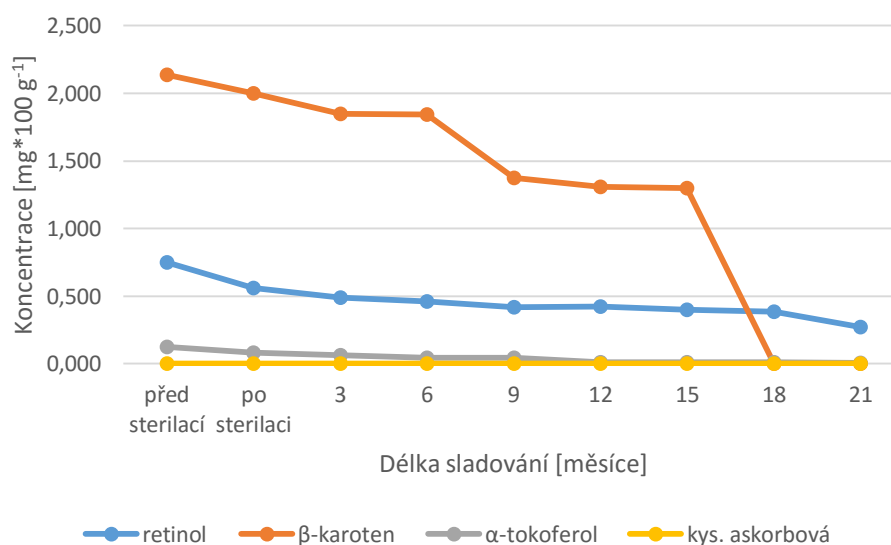
5.2.1 Skladování na světle

Obdobně jako u předchozího vzorku se i ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží v nejvyšším množství vyskytoval β -karoten. Před sterilací byl obsah vitamínu ve vzorku $2,136 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, dalším skladováním docházelo ke statisticky významným změnám ($p = 0,0002$ a $r^2 = 0,8775$). Největší pokles byl zaznamenán mezi 6. měsícem ($1,842 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a 9. měsícem ($1,374 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Po 15. měsíci byla koncentrace $1,300 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, viz Obr. 7, v dalších měsících již byla koncentrace vitamínu pod detekčním limitem.

Obsah retinolu také statisticky významně klesal ($p = 0,0038$ a $r^2 = 0,7211$). Před sterilováním vzorku byla koncentrace vitamínu naměřena v hodnotě $0,750 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, při dalších stanoveních postupně klesala až na hodnotu $0,263 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve 21. měsíci.

Vitamin α -tokoferol byl před sterilací ve vzorku naměřen v koncentraci $0,125 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, v průběhu skladování docházelo k významným změnám ($p = 0,0015$, $r^2 = 0,7826$) až na hodnotu $0,007 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve 21. měsíci. Záznam veškerých hodnot koncentrací vitaminů po celou dobu skladování je zobrazen v Tab. 27 v příloze 2.

Obsah kyseliny askorbové nebylo možné naměřit, v průběhu celého skladování byl pod detekčním limitem.



Obr. 7 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle

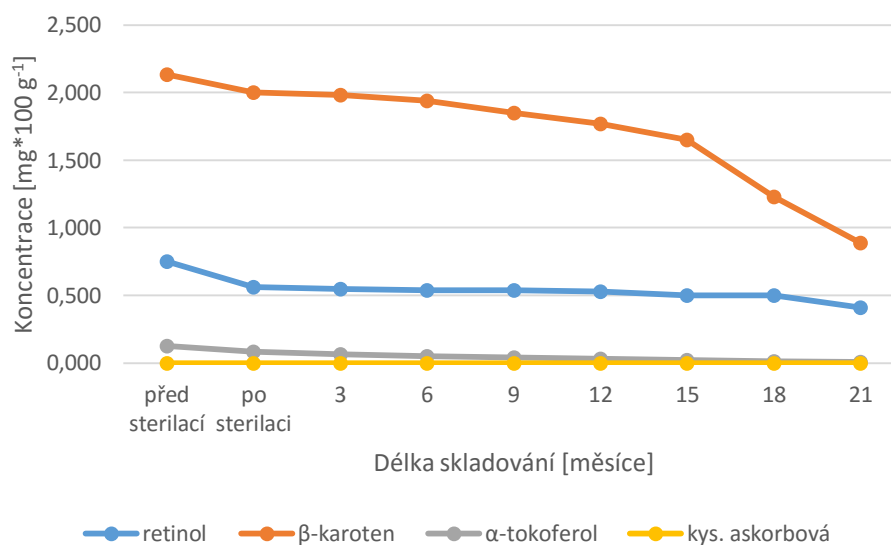
5.2.2 Skladování ve tmě

Výchozí koncentrace β -karotenu ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží před sterilací byla $2,136 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Pod hodnotu $1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ se obsah vitaminu dostal až ve 21. měsíci. Změny mezi jednotlivými měřeními byly statisticky významné ($p = 0,0002$, $r^2 = 0,8742$). Pozorovatelné nejvyšší změny nastaly mezi 15. měsícem ($1,650 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), 18. měsícem ($1,230 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a 21. měsícem ($0,890 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Dalším sledovaným, druhým nejvíce zastoupeným viz Obr. 4, vitaminem ve vzorku byl retinol. Před sterilací dosahovala koncentrace $0,750 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, poté došlo sterilací k největšímu propadu na obsah $0,560 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V dalších měsících obsah postupně klesal až na hodnotu $0,410 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve 21. měsíci. Mezi jednotlivými stanoveními byly statisticky významné rozdíly ($p = 0,0133$ $r^2 = 0,6073$).

Změny mezi jednotlivými měřeními koncentrace α -tokoferolu byly statisticky významné ($p = 0,0009$, $r^2 = 0,8150$). Ve vzorku se vitamin vyskytoval po celou dobu skladování. Výchozí hodnota před sterilací $0,125 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ se nejvíce změnila po sterilaci na hodnotu $0,085 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a dále klesala až na $0,010 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, Tab. 28 v příloze 2, po 21 měsících.

Kyselina askorbová, pokud se ve vzorku vyskytovala, byla po celou dobu pod detekčním limitem (Obr. 8).



Obr. 8 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování ve tmě

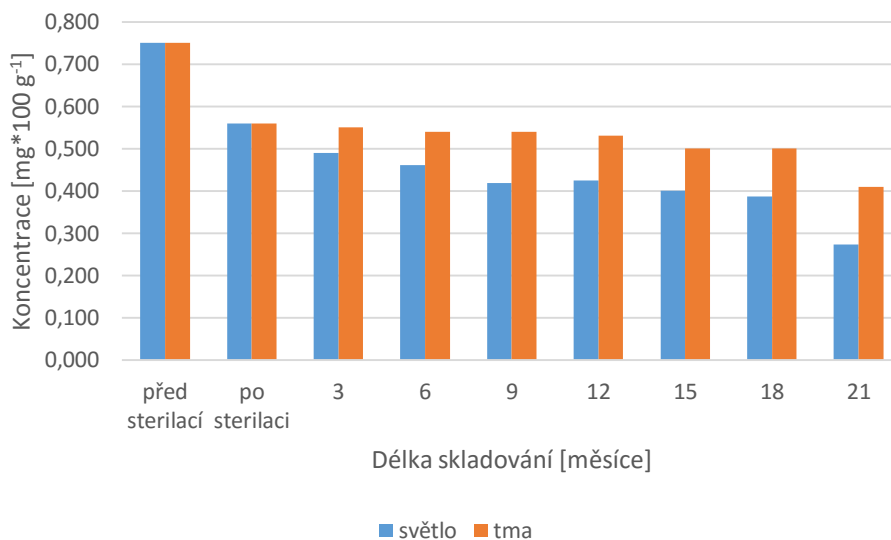
5.2.3 Porovnání skladování světlo x tma

Vzorek Hovězí maso s mrkví a rýží by bylo vhodné z hlediska obsahu vitaminů v přesnídávkce skladovat ve tmě. Jak je patrné nejen graficky, u všech sledovaných vitaminů byla naměřena nižší hodnota koncentrace vitaminů v přesnídávkce skladované na denním světle oproti přesnídávkce skladované ve tmě.

Obsah vitaminu C byl po celou dobu experimentu pod detekčním limitem

5.2.3.1 Retinol

Obsah vitaminu retinolu ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží byl na způsobu skladování v průběhu experimentu závislý ($p = 0,0179$). Sterilačním zákrokem byl obsah vitaminu snížen o 25 %. Dalším skladováním bez přístupu světla se hladina koncentrace vitaminu retinolu postupně pomalu snižovala. Při posledním měření ve 21. měsíci byl obsah vitaminu oproti původní hodnotě před sterilací 55 %. Oproti tomu hodnoty koncentrací vitaminu při skladování vzorků na světle klesaly mnohem strměji, ve 21. měsíci byl jeho obsah již pouhých 36 %. Celý průběh je znázorněný na Obr. 9.

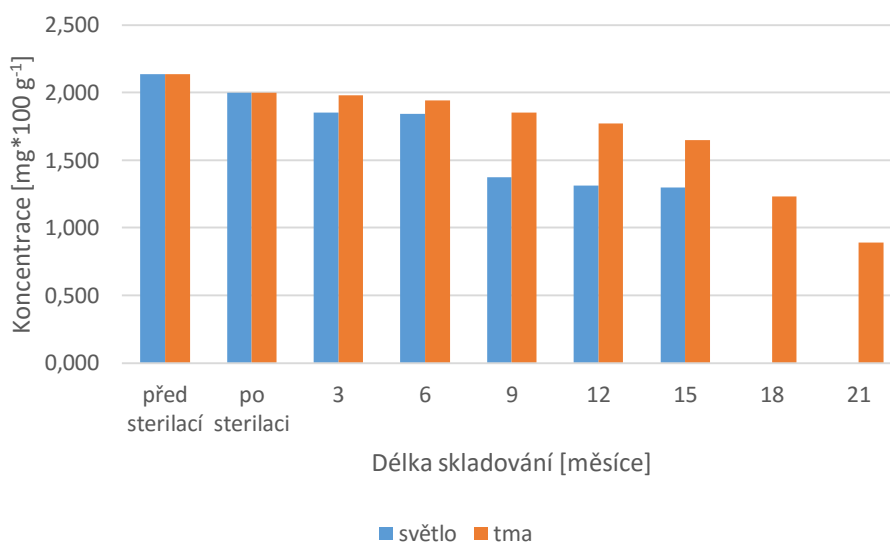


Obr. 9 Porovnání změn v obsahu vitaminu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.2.3.2 B-karoten

Stejně jako u předchozího vzorku neměl na obsah vitaminu β -karotenu ve vzorku tak veliký význam sterilační zákrok jako u jiných sledovaných vitaminů. Pokles po sterilaci

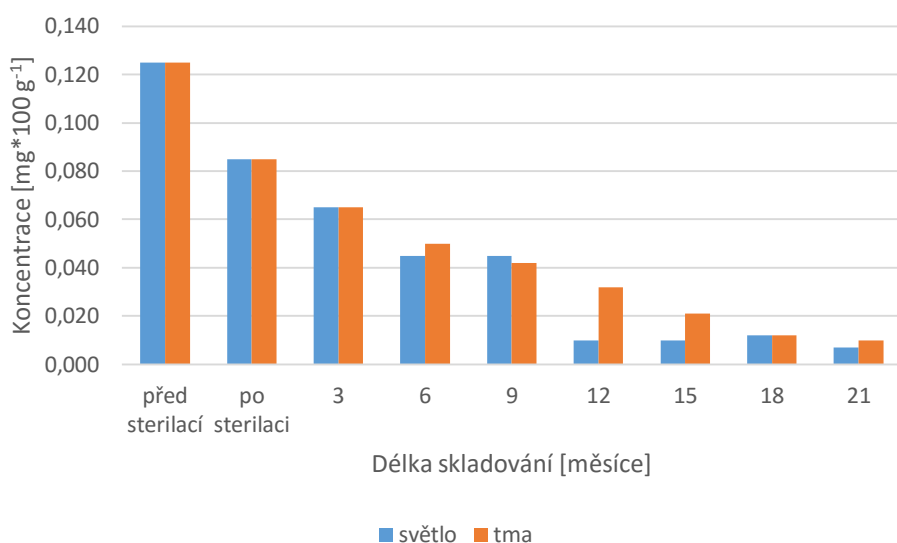
se rovnal 6 % oproti původní naměřené hodnotě. Dále je možno sledovat vliv způsobu skladování ($p = 0,0179$). Zatímco při skladování přesnídávky ve tmě obsah vitamínu klesal postupně pomalu do 15. měsíce, kdy byl obsah 77 %, a poté strměji až do konce měření ve 21. měsíci s obsahem vitamínu necelých 42 % oproti původnímu. Tak při skladování na světle dochází k degradaci vitamínu mnohem rychleji (Obr.10). V 15. měsíci byl naměřen obsah 61 % vitamínu β -karotenu, v dalších měřeních již byla koncentrace pod detekčním limitem.



Obr. 10 Porovnání změn v obsahu vitamínu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.2.3.3 A-tocopherol

Závislost koncentrace vitamínu α -tocoferolu na způsobu skladování (světlo, tma) nebyla v tomto vzorku statisticky zcela prokázána ($p = 0,0796$). Sterilizačním zákrokem bylo ve vzorku zničeno 32 % vitamínu. Tato koncentrace postupně klesá, v 9. měsíci odběru byl stanoven obsah vitamínu pro obě skupiny skladování přibližně stejný, 35 % oproti původnímu obsahu. Dále došlo k velkému poklesu vitamínu u vzorků skladovaných na světle na hodnotu 8 % vitamínu, na konci experimentu byl obsah necelých 6 %. U skladování vzorků ve tmě nebyl od 9. měsíce rozdíl tak markantní a na hodnotu 8 % vitamínu oproti původnímu obsahu se vzorek dostal až při posledním měření ve 21. měsíci, viz Obr. 11.



Obr. 11 Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tokoferolu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.3 Vzorek C – Králík s bramborami a špenátem

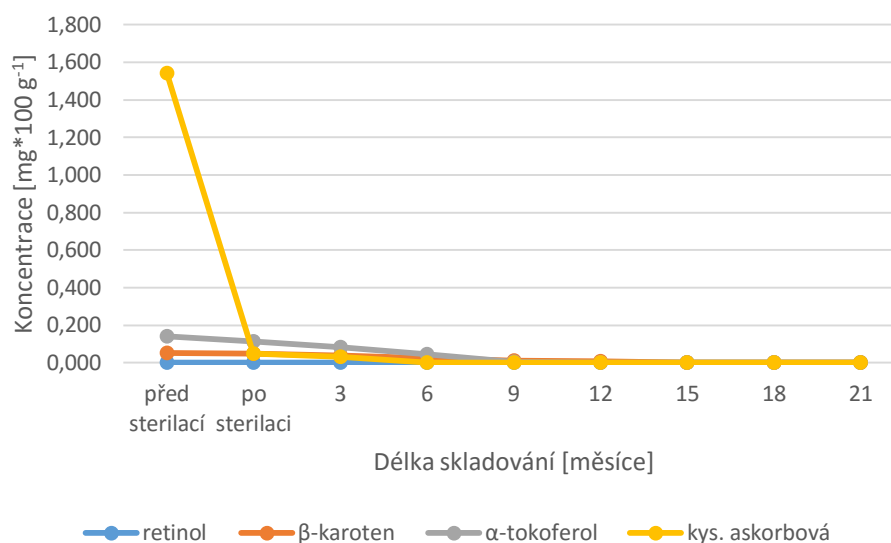
5.3.1 Skladování na světle

Statisticky nejprůkaznější změny obsahu vitamínu v průběhu skladování vzorku Králík s bramborami a špenátem (Obr. 12) vykazoval vitamin β -karoten ($p = 0,0003$, $r^2 = 0,8670$). Vzorek Králík s bramborami a špenátem neobsahoval tolik β -karotenu jako předchozí vzorky, před sterilací byla koncentrace $0,051 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Postupně obsah klesal až na hodnotu $0,008 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve 12. měsíci, v dalších stanoveních již byl pod detekčním limitem, Tab. 29 v příloze 2.

V průběhu skladování vzorku se také statisticky významně měnila hodnota koncentrace vitamínu α -tokoferolu ($p = 0,0027$, $r^2 = 0,7457$). Hodnota koncentrace před sterilací byla ve vzorku $0,141 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, poté postupně klesala do 9. měsíce – obsah $0,005 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Od tohoto měření již byla koncentrace pod detekčním limitem.

Kyselina askorbová se ve vzorku vyskytovala jen v prvních 3 měsících, poté již byla pod detekčním limitem, i proto nebyl statisticky prokázán vliv délky skladování na koncentraci tohoto vitamínu ($p = 0,2032$ a $r^2 = 0,2197$). Před sterilací byla naměřena koncentrace $1,540 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a sterilačním zákrokem se snížila na hodnotu $0,050 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Ve třetím měsíci již byl obsah pouhých $0,030 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Retinol byl již od prvního měření před sterilací vzorku pod detekčním limitem.



Obr. 12 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle

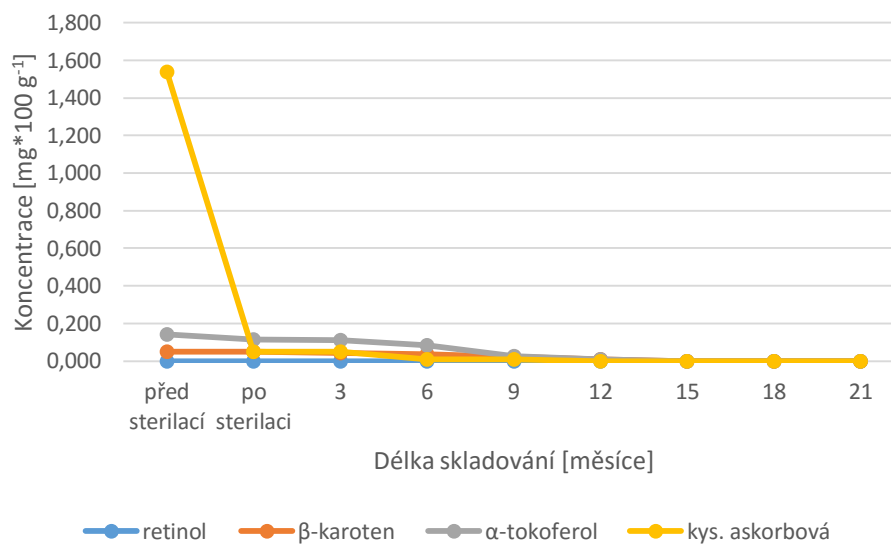
5.3.2 Skladování ve tmě

Vitamin β-karoten se před sterilací vyskytoval ve vzorku Králík s bramborami a špenátem (Obr. 13) v koncentraci 0,051 mg*100 g⁻¹, poté hodnoty postupně klesaly, Tab. 30 v příloze 2, se statistickou průkazností ($p = 0,00002$, $r^2 = 0,9346$) až na koncentraci 0,010 mg*100 g⁻¹ ve 12. měsíci. Poté se již vitamin ve vzorku nevyskytoval, obsah byl pod detekčním limitem.

Dalšími staticky prokazatelnými změnami v průběhu skladování procházel obsah vitamínu α-tokoferolu ve vzorku ($p = 0,0003$, $r^2 = 0,8594$). Na začátku měření před sterilací byl obsah vitamínu 0,141 mg*100 g⁻¹, po sterilaci 0,114 mg*100 g⁻¹. K největší změně naměřených hodnot došlo mezi 6. měsícem 0,085 mg*100 g⁻¹, 9. měsícem 0,024 mg*100 g⁻¹ a 12. měsícem 0,008 mg*100 g⁻¹. Další hodnoty již byly pod detekčním limitem.

Nejvýznamnější změnu obsahu kyseliny askorbové způsobil sterilační zákrok (před sterilací 1,540 mg*100 g⁻¹ a po sterilaci 0,050 mg*100 g⁻¹). Dále koncentrace tohoto vitamínu ve vzorku klesala, avšak bez statistické významnosti ($p = 0,1953$, $r^2 = 0,2265$). Od 12. měsíce byly hodnoty pod detekčním limitem.

Retinol se stejně jako u skladování na denním světle ve vzorku Králík s bramborami a špenátem vůbec nevyskytoval, obsah byl pod detekčním limitem.



Obr. 13 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování ve tmě

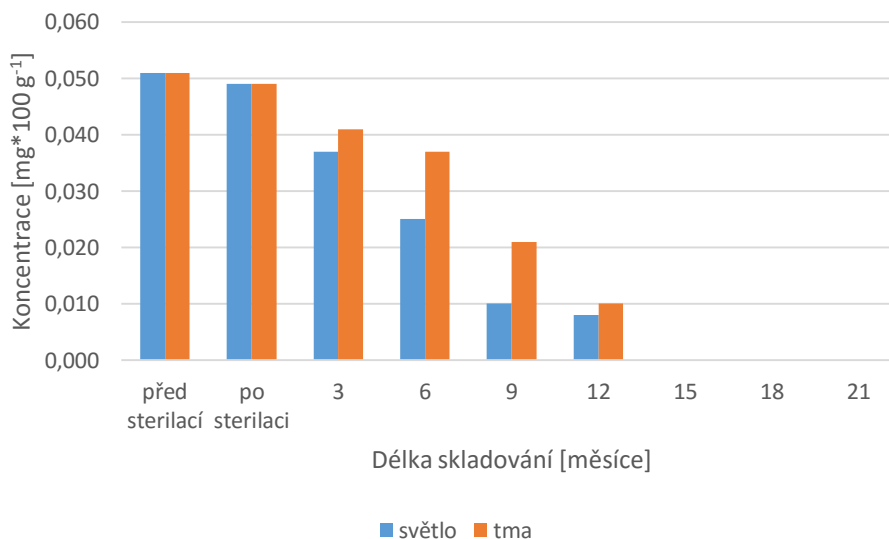
5.3.3 Porovnání skladování světlo x tma

U vzorku Králík s bramborami a špenátem nebyl statisticky významný rozdíl v obsahu sledovaných vitaminů mezi skladováním na světle ve tmě. Naměřené hodnoty koncentrace α -tocoferolu a β -karotenu se však lišily, rozdíly byly odvislé od způsobu skladování. Obsah retinolu byl po celou dobu měření pod detekčním limitem.

5.3.3.1 B-karoten

Sterilačním procesem byla degradována pouhá 4 % vitaminu β -karotenu. Dalším skladováním však docházelo k velkému poklesu obsahu vitaminu. Prudší změny byly neměřeny ve vzorcích skladovaných na světle. Po půl roce skladování byl obsah vitaminu 49 %, po roce už jen necelých 16 %. V dalších měsících již nebyla koncentrace detekovatelná. Oproti tomu přesnídávky skladované ve tmě obsahovaly vyšší koncentrace. Po půl roce se v nich nacházelo necelých 73 % původního vitaminu, po roce necelých 20 %. Rozdíly však nebyly zcela statisticky průkazné ($p = 0,0679$).

V dalších měsících, stejně jako u vzorků skladovaných na světle byla koncentrace pod detekčním limitem (Obr. 14).

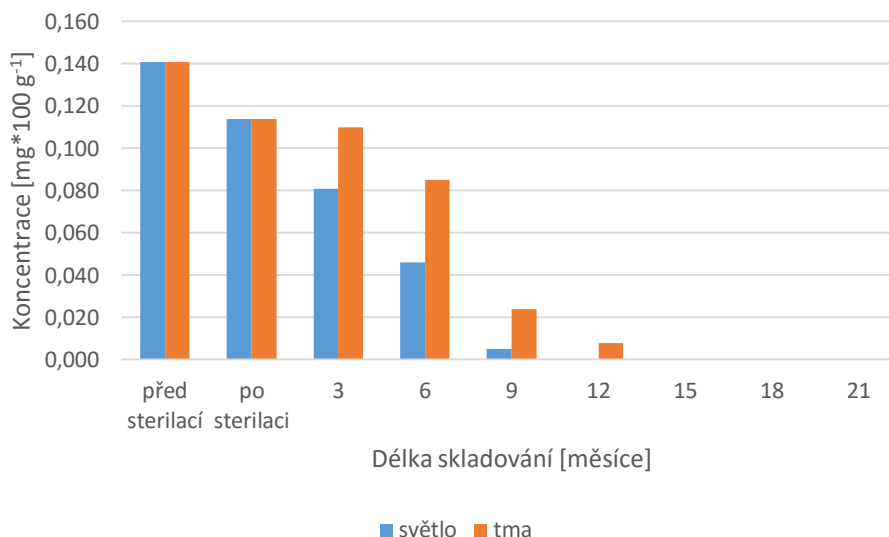


Obr. 14 Porovnání změn v obsahu vitaminu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.3.3.2 A-tocopherol

U vzorku Králík s bramborami a špenátem bylo sterilačním procesem zničeno 19 % α -tocopherolu. Dále výrazně rychleji, i když bez jednoznačné statistické průkaznosti ($p = 0,0679$), klesal obsah vitamínu v přesnídávkách skladovaných na denním světle. Po 3 měsících byl obsah již jen 57 %, po 9 měsících pouhá necelá 4 %, v dalších měřeních již byly koncentrace vitamínu ve vzorcích skladovaných na světle pod detekčním limitem.

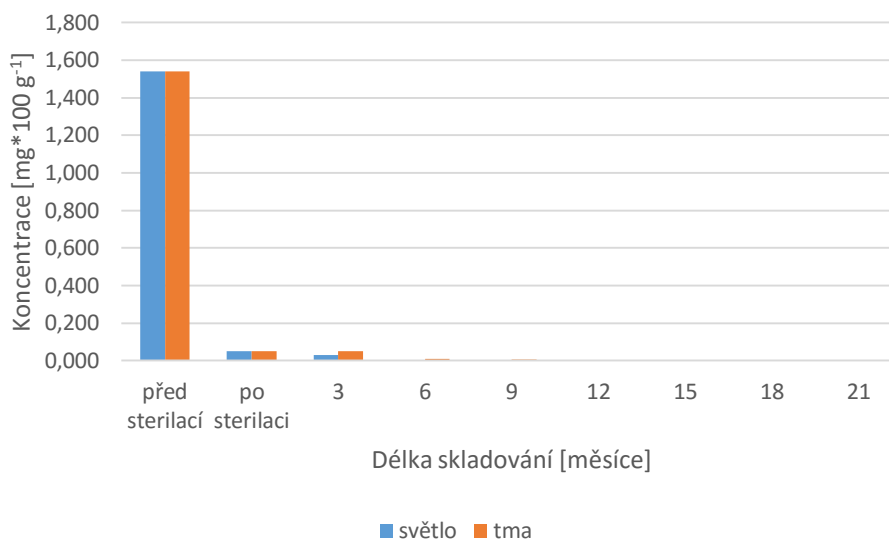
V přesnídávkách skladovaných ve tmě nebyla degradace tak rychlá, po 3 měsících obsahovaly 78 % původního obsahu vitamínu, po 9 měsících 17 %, po roce skladování již jen necelých 6 %, v dalších stanoveních již nebyl vitamin naměřen, viz Obr. 15.



Obr. 15 Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tocopherolu v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.3.3.3 Kyselina askorbová

Obsah kyseliny askorbové ve vzorku Králík s bramborami a špenátem byl extrémně snížen sterilačním zákrokem, po sterilaci byla naměřena hodnota koncentrace pouhá 3 %. Což je patrné i na grafickém zobrazení na Obr. 16. Od šestého měsíce již nebyla kyselina askorbová ve vzorku detekována. Vliv způsobu skladování nebyl statisticky dokázán ($p = 0,1088$).



Obr. 16 Porovnání změn v obsahu vitamínu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.4 Vzorek D – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem

5.4.1 Skladování na světle

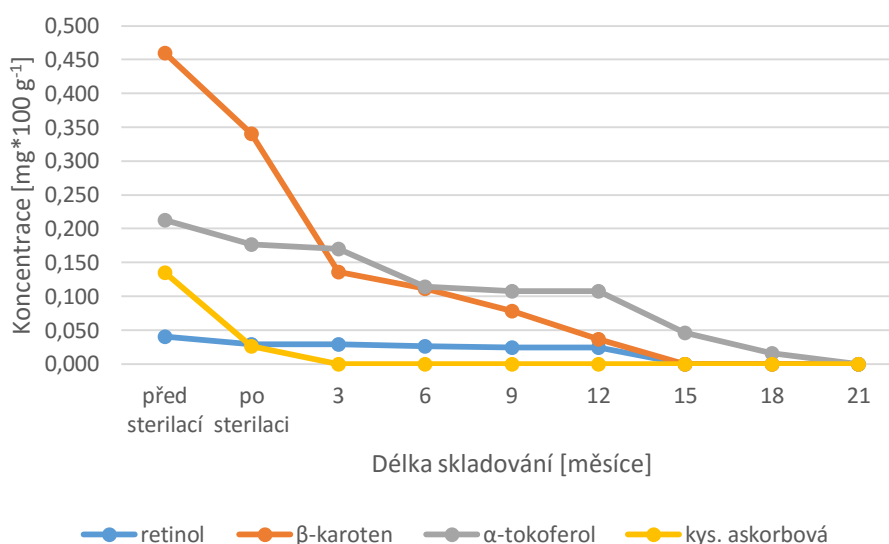
Statisticky nejvýznamnější pozorovatelné změny v průběhu skladování vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem (Obr. 17) vykazoval vitamin α -tokoferol ($p = 0,00001$, $r^2 = 0,9524$). Před sterilací byl obsah α -tokoferolu $0,213 \text{ mg*}100 \text{ g}^{-1}$. Největší rozdíl mezi naměřenými koncentracemi byl mezi 12. měsícem ($0,108 \text{ mg*}100 \text{ g}^{-1}$) a 15. měsícem ($0,046 \text{ mg*}100 \text{ g}^{-1}$). V posledním měření ve 21. měsíci již byl obsah pod detekčním limitem, viz Tab. 31 v příloze 2.

Další prokazatelné změny v koncentraci v průběhu skladování ($p = 0,0003$, $r^2 = 0,8650$) vzorku byly pozorovány u vitamínu retinolu. Významná změna mezi obsahem byla naměřená po sterilačním procesu (před sterilací $0,040 \text{ mg*}100 \text{ g}^{-1}$ a po sterilaci

0,029 mg*100 g⁻¹) a mezi 12. měsícem (0,024 mg*100 g⁻¹) a 15. měsícem, kdy již nebyla koncentrace detekovatelná.

Nejvyšší naměřená hodnota koncentrace ve vzorku, byla u vitamínu β-karotenu, 0,460 mg*100 g⁻¹. Hodnoty dále se statistickou průkazností klesaly (p = 0,0063 a r² = 0,6785) až do 12. měsíce (0,037 mg*100 g⁻¹), od 15. měsíce byl již obsah pod detekčním limitem. K největšímu skoku mezi naměřenými hodnotami došlo po sterilačním zákroku (před sterilací 0,460 mg*100 g⁻¹ a po sterilaci 0,341 mg*100 g⁻¹) a po 3. měsíci (0,136 mg*100 g⁻¹), dále hodnoty postupně klesaly.

Kyselinu askorbovou se podařilo naměřit jen před sterilací (0,135 mg*100 g⁻¹) a po sterilaci (0,026 mg*100 g⁻¹), dále koncentrace vitamínu nebyla detekovatelná. Tato měření kyseliny askorbové nebyla statisticky průkazná (p = 0,1463 a r² = 0,2760).



Obr. 17 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle

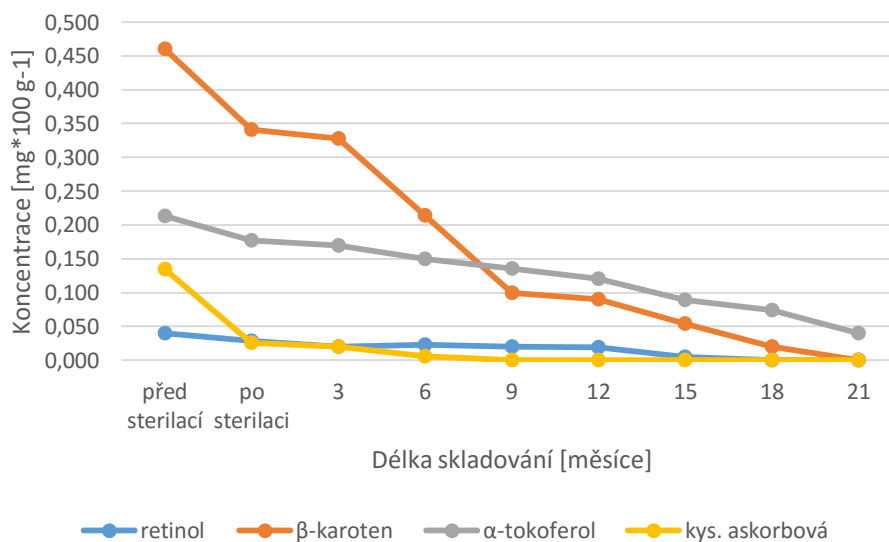
5.4.2 Skladování ve tmě

K nejprůkaznějším změnám v průběhu skladování vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem (Obr. 18) docházelo u vitamínu α-tokoferolu (p = 0,0000 a r² = 0,9704). Jeho obsah klesal postupně od začátku (před sterilací 0,213 mg*100 g⁻¹) až do konce, i ve 21. měsíci skladování vzorek obsahoval 0,040 mg*100 g⁻¹ α-tokoferolu.

Největší koncentrace sledovaných vitaminů ve vzorku dosáhla koncentrace β -karotenu a to $0,460 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ před sterilací vzorku, sterilizační proces snížil obsah β -karotenu na hodnotu $0,341 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Obsah dále prudce klesal až do 9. měsíce ($0,100 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), v dalších měsících již koncentrace klesala pozvolněji až do 18. měsíce ($0,020 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), při posledním měření ve 21. měsíci skladování byla koncentrace pod detekčním limitem, veškeré hodnoty jsou patrné v Tab. 32 v příloze 2. Změny koncentrace jsou statisticky průkazné ($p = 0,0002$ a $r^2 = 0,8805$).

Před sterilací vzorku byla naměřena hodnota koncentrace $0,040 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ retinolu a ta se postupně v průběhu skladování snižovala. K největšímu skoku došlo mezi 12. měsícem ($0,019 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a 15. měsícem ($0,005 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), dále již byla koncentrace retinolu nedetekovatelná. Změny obsahu vitaminu retinolu jsou statisticky významné ($p = 0,0003$ a $r^2 = 0,8632$).

Před sterilací byla naměřená hodnota $0,135 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ vitaminu C, po sterilaci $0,026 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, dalším skladováním obsah postupně klesal přes hodnotu $0,02 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ve třetím měsíci na hodnotu $0,006 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ v 6. měsíci, při dalších odběrech a stanoveních byl obsah kyseliny askorbové pod detekčním limitem. Statistická významnost prokázána ($p = 0,0099$ a $r^2 = 0,6376$).



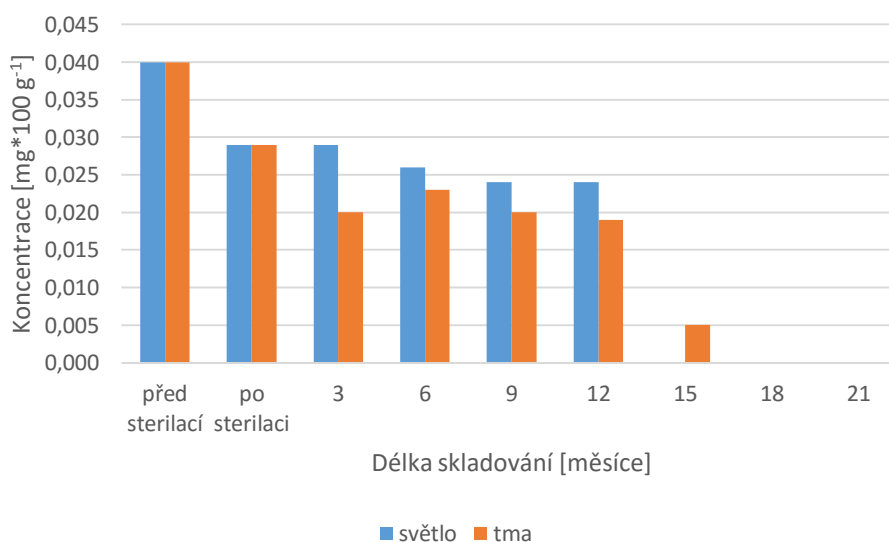
Obr. 18 Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování ve tmě

5.4.3 Porovnání skladování světlo x tma

Ve vzorku přesnídávky Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem byly pozorovatelné změny v obsahu sledovaných vitaminů v závislosti na typu skladování. Statisticky významné však byly jen rozdíly v koncentracích vitaminů β -karotenu a α -tokoferolu.

5.4.3.1 Retinol

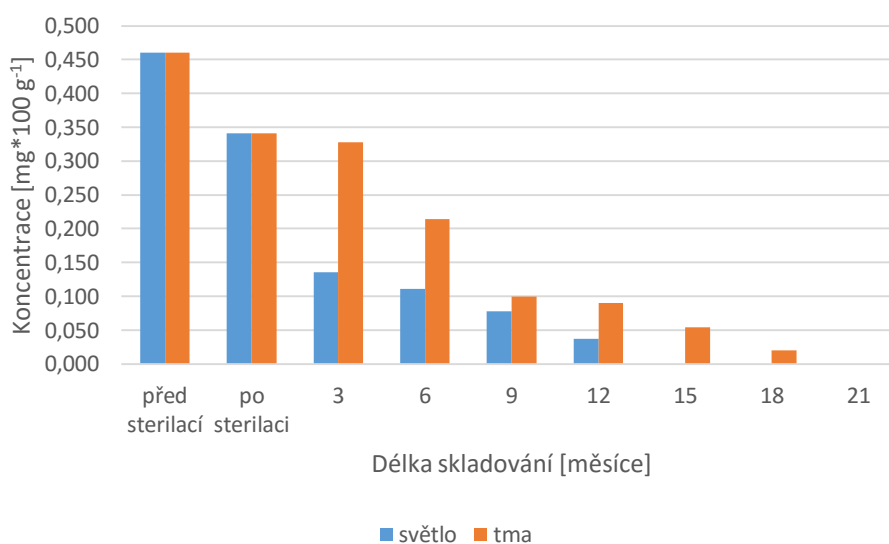
Sterilačním zákrokem ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem bylo degradováno necelých 28 % vitaminu retinolu. V dalších měsících obsah vitaminu postupně klesal, po roce skladování u vzorků skladovaných na světle bylo naměřeno 60 % původního obsahu vitaminu, v dalších stanoveních již nebyl detekován. Po roce skladování ve tmě bylo stanoveno 48 % obsahu původního vitaminu, v 15. měsíci necelých 13 % a v dalších stanoveních se již vitamin nepodařilo detekovat. Vzhledem k naměřeným vyšším hodnotám ze začátku skladování ve vzorcích skladovaných na světle a později ve tmě (Obr. 19), nejsou výsledky statisticky průkazné ($p = 0,2249$).



Obr. 19 Porovnání změn v obsahu vitaminu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.4.3.2 B-karoten

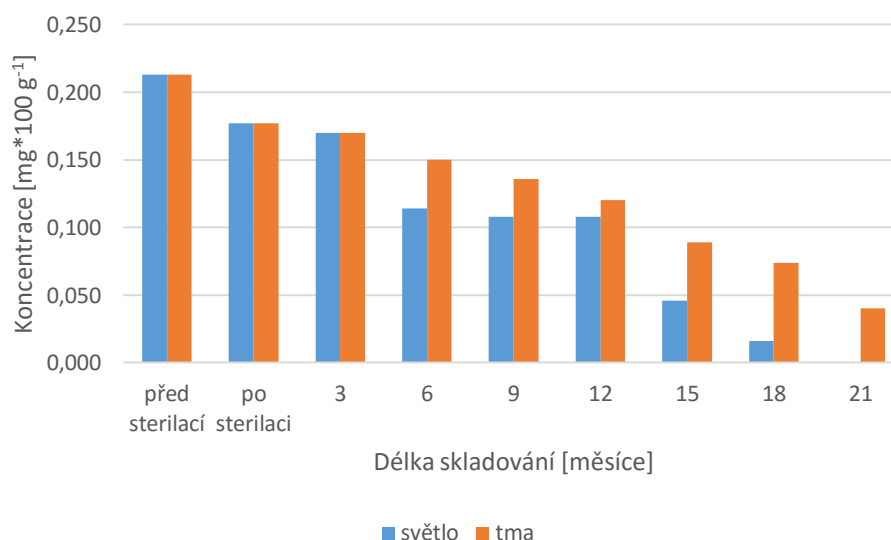
Obsah vitamínu β -karotenu ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem byl snížen sterilačním zákrokem o 26 %. Dále prudce klesá koncentrace vitamínu ve vzorcích skladovaných za přítupu světla, ve 3. měsíci skladování bylo již ve vzorku přítomno necelých 30 % z původního obsahu vitamínu, po roce skladování 8 %, dále již nebyl vitamin detekován. U vzorků skladovaných ve tmě docházelo k poklesu obsahu vitamínu mnohem pomaleji a pozvolněji, po 3 měsících je koncentrace ve vzorku na hodnotě 71 % původního, po roce necelých 20 % a naměřit se podařilo vitamin až do 18. měsíce (4 %). Vitamin byl tedy zachován ve vzorcích skladovaných ve tmě o půl roku déle, než ve vzorcích skladovaných na světle (Obr. 20). Vliv skladování na obsah vitamínu β -karotenu ve vzorku byl statisticky prokázán ($p = 0,0277$).



Obr. 20 Porovnání změn v obsahu vitamínu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.4.3.3 A-tokoferol

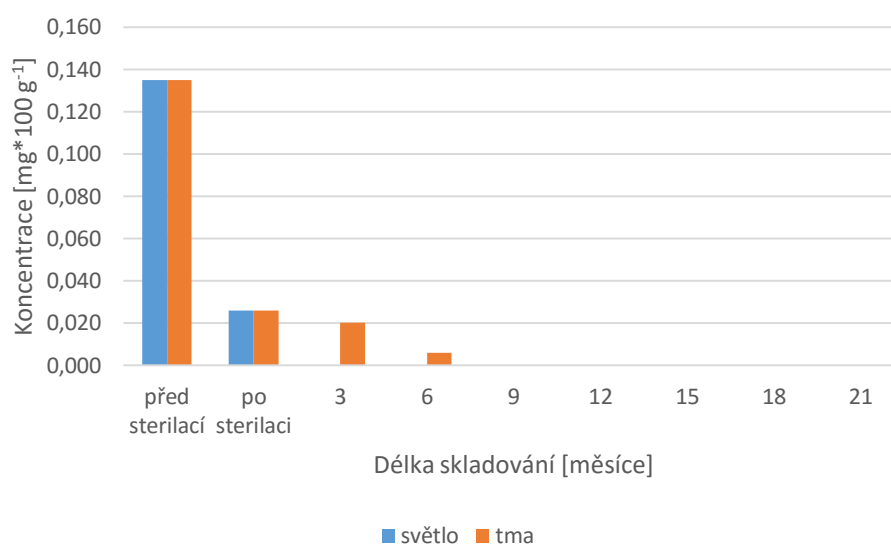
Sterilačním zákrokem bylo zničeno 17 % vitamínu α -tokoferolu ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem. Dále byl obsah statisticky významně ovlivněn způsobem skladování ($p = 0,0277$). Ještě ve 3. měsíci je obsah vitamínu ve vzorku téměř totožný (Obr. 21). Od 6. měsíce je již zřejmý rozdíl, při skladování na světle zůstalo ve vzorku necelých 54 %, zatímco při skladování ve tmě ve vzorku stále zůstávalo 70 % z původního obsahu vitamínu. Dále obsah vitamínu v obou způsobech skladování postupně klesal. U vzorků skladovaných na světle byl naposledy vitamin detekován v 18. měsíci, kdy byl jeho obsah již pouhých necelých 8 %. Zato vzorky skladované ve tmě i na konci experimentu ve 21. měsíci obsahovaly téměř 19 % z původního obsahu α -tokoferolu.



Obr. 21 Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tokoferolu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

5.4.3.4 Kyselina askorbová

Kyselina askorbová byla vitamínem, stejně jako u předešlých vzorků, která nejvíce degradovala ihned na začátku měření, po sterilačním zákroku, bylo zničeno téměř 81 % celkového obsahu vitamínu. Po 3 měsících byl patrný vliv způsobu skladování, i když bez statistické významnosti ($p = 0,1797$), protože byla kyselina askorbová detekována jen ve vzorcích skladovaných ve tmě. Její obsah byl necelých 15 % původního obsahu vitamínu, po 6 měsících již jen 4 %. Dále se již kyselinu askorbovou nepodařilo detekovat (Obr. 22).



Obr. 22 Porovnání změn v obsahu vitamínu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě

Ve všech vzorcích se vitaminy ergokalciferol a cholekalciferol nacházely pod detekčním limitem.

V příloze 3, obr. 23–26, jsou přiloženy krabicové grafy, porovnávající rozdíly v koncentracích vitamínů na způsobu skladování v jednotlivých vzorcích.

5.5 Diskuze

Hlavními zdroji kyseliny askorbové ve výživě člověka jsou čerstvá zelenina a ovoce, ale také ovoce a zelenina tepelně zpracovaná, i když obsahuje nižší množství tohoto vitamínu. Kyselina askorbová ve všech sledovaných vzorcích velice podléhala sterilačním zákrokům, po sterilizaci se nacházela ve vzorcích nejdéle po 9 měsících ve velmi nízkých koncentracích a to jen u vzorků skladovaných ve tmě, zkoumané vzorky skladované na světle obsahovaly kyselinu askorbovou nejdéle 3 měsíce. Degradaci kyseliny askorbové potvrzuje studie, která se zabývala úbytkem kyseliny askorbové v průběhu zpracování a skladování sterilovaných fazolek. Vařené sterilované fazolky obsahovaly po blanšírování a sterilace necelých 37 % původního vitamínu C, při skladování dále klesala jeho koncentrace degradací oxidačními reakcemi (Rigaux a kol., 2016). Z těchto výsledků plyne, že vzhledem k obsahu kyseliny askorbové ve sledovaných přesnídávkách, je rozumné její potřeby pokrýt čerstvou zeleninou a ovocem a potravinami připravenými doma a ihned zkonsumovanými. Což je potvrzeno i dalšími studiemi, která se zabývala stabilitou vitamínů A, C a E. Vitamíny A, C a E podléhají degradaci v průběhu skladování potravin, největší ztráty byly zaznamenány u vitamínu C (Chávez-Servín a kol., 2008), což koresponduje s výsledky v této diplomové práci ($p < 0,05$). U vitamínu C při tepelném zpracování dochází průměrně k téměř 6x vyšším ztrátám obsahu vitamínu v potravině než u β -karotenu (Bureau a kol., 2015). Degradace vitamínu C závisí také na teplotě skladování (Uddin a kol., 2002), výše teploty je klíčovým faktorem k udržení co nejvyššího množství vitamínu v potravině (Spínola a kol., 2014), a aktivitě vody výrobku (Uddin a kol., 2002).

Obsah vitamínu A a β -karotenu klesá rychleji za zvyšující se teploty za současného skladování výrobku na světle (Chen a kol., 1996). Lze říci, že čím vyšší teplota je pro skladování na světle použita, tím vyšší jsou ztráty β -karotenu (Lin, Chen, 2005). Stabilitu karotenoidů v průběhu skladování na světle může ovlivňovat obsah chlorofylů v potravině (Calvo, Santa-María, 2008). Lepší stabilita vitamínu A a β -karotenu ve vzorcích skladovaných na světle potvrdila i naše měření, rozdíly mezi jednotlivými skladováními byly statisticky průkazné ($p < 0,05$). V měřeních prováděných u vzorků zaměřených na obsah β -karotenu bylo zjištěno, že tento vitamin je celkem stabilní vzhledem ke sterilizačnímu zákroku, u všech sledovaných vzorků byla degradace tohoto vitamínu oproti ostatním vitaminům nižší. Vaření v domácích podmínkách způsobuje

vyšší ztráty β -karotenu než při průmyslovém sterilizačním zákroku (Provesi a kol., 2011). Na obsah β -karotenu nemá významný vliv tepelný ohřev na hodnotu 70 °C (Sánchez a kol., 2014).

Ve vzorcích masozeleninových přesnídávek by se měla zohlednit i jejich nutriční kvalita vzhledem ke koncentraci sledovaných vitaminů ve vzorcích a doporučeným denním potřebám dětí, kterým jsou přesnídávky určeny.

Prodávané přesnídávky v Norsku by při celodenní konzumaci pokryly potřebu minerálních látek dítěte (Melø a kol., 2008). Vzhledem k obsahu vitamínu ve sledovaných přesnídávkách byly výsledky následující.

Malé děti do 12 měsíců, kterým jsou přesnídávky určeny, mají doporučenou denní dávku dle WHO vitamínu C 20 mg*den⁻¹. Po konzumaci 100 g přesnídávky vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou by dítě přijalo pouze 0,5 % doporučené denní dávky tohoto vitamínu, vzorku Králík s bramborami a špenátem 0,025 % doporučené denní dávky, vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem 0,13 % doporučené denní dávky a u vzorku B nebyla kyselina askorbová detekovatelná. Obsah vitamínu C ve sledovaných přesnídávkách opět naznačuje, že by rodiče měli svým dětem zajistit potřebnou dávku kyseliny askorbové čerstvými surovinami.

Doporučená denní dávka vitamínu E je dle organizace WHO pro děti do 12 měsíců stanovena na hodnotu 2,7 mg*den⁻¹. Konzumací 100 g vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou by byla potřeba splněna jen z 5 %, 100 g vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem ze 7 %, 100 g vzorku Hovězí maso s mrkví a hráškem by dítě přijalo 3 % doporučené denní dávky, 100 g vzorku Králík s bramborami a špenátem 4 % doporučené denní dávky. Stejně jako u předešlého vitamínu, kyseliny askorbové, i koncentrace vitamínu E ve vzorcích byly nízké. Bylo by tedy nejspíš vhodné dětem, které jsou živeny přesnídávkami, do jídla přidávat rostlinné panenské oleje a další přírodní zdroje vitamínu E k pokrytí doporučené denní dávky vitamínu E. Doporučená denní dávka by byla například pokryta po konzumaci zhruba 18 g olivového oleje (Zadák, 2002).

Vitamin A by měly dle organizace WHO přijímat děti do 12 měsíců denně v hodnotě 350 RE (= 2,1 mg β -karotenu = 0,999 μ g retinolu). Konzumací 100 g vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou by dítě přijalo 71 % doporučené denní dávky, 100 g vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží 95 % doporučené denní dávky, 100 g vzorku Králík s bramborami špenátem 2 % doporučené denní dávky, 100 g vzorku Tuňák

s bramborami, mrkví a hráškem 16 % doporučené denní dávky. Vzorke obsahovaly mnohem vyšší koncentrace provitaminu A β -karotenu, než retinolu.

U všech vzorků pro posouzení příjmu doporučené denní dávky vitaminů se vycházelo z hodnot koncentrací vitaminů ve vzorcích ihned po sterilaci, čím déle bude přesnídávka u spotřebitele skladována, díky potvrzení degradace sledovaných vitaminů v průběhu skladování, obzvlášť při skladování na světle, tím nižší bude jejich obsah ve výrobku.

Všechny sledované vitaminy v daných vzorcích masozeleninových přesnídávek, kromě vitaminu A ve dvou vzorcích (Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou a Hovězí maso s mrkví a rýží), byly naměřené ve velmi nízkých koncentracích, proto, vzhledem k doporučeným denním dávkám dle WHO daných vitaminů pro děti, by se dala jen doporučit domácí strava s důrazem na kvalitní a čerstvé potraviny.

6 ZÁVĚR

U vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou, skladovaného na denním světle i ve tmě, byl u všech sledovaných, kromě α -tokoferolu, vitaminů (retinol, β -karoten, kyselina askorbová) zjištěn statisticky průkazný vztah ($p < 0,05$) mezi koncentrací vitaminu a délkou skladování. Naměřené hodnoty koncentrace α -tokoferolu ve vzorku postupně po celou dobu skladování klesaly, ale rozdíly mezi jednotlivými měřeními nebyly tak výrazné jako u ostatních vitaminů. Vliv typu skladování u vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou, na koncentraci sledovaných vitaminů byl statisticky průkazně zjištěn ($p < 0,05$) u vitaminů β -karoten, retinol a α -tokoferol. Vitamin C se ve vzorku skladovaném na světle nad detekčním limitem vyskytoval jen velmi krátkou (již od třetího měsíce nebyla kyselina askorbová ve vzorku detekována), proto statistický vliv typu skladování nebyl prokázán. Podle naměřených hodnot je však patrné, že se kyselina askorbová ve vzorku nacházela déle (detekovatelná do 9. měsíce) při skladování ve tmě.

Ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží byla kyselina askorbová po celou dobu měření pod detekčním limitem. U ostatních vitaminů, β -karoten, retinol a α -tokoferol, byl statisticky prokázán ($p < 0,05$) vliv délky skladování na jejich degradaci. Vitaminy retinol a β -karoten vykazovaly statisticky významné změny ($p < 0,05$) v jejich koncentraci ve vzorcích skladovaných na světle oproti vzorkům skladovaným ve tmě. U vitaminu α -tokoferolu nebyly rozdíly zcela statisticky prokázány.

Vzorek Králík s bramborami a špenátem byl na sledované vitaminy celkem chudý, kyselina askorbová se ve vzorku skladovaném na světle nacházela jen v prvních třech měsících, skladovaném ve tmě po dobu 9 měsíců. Vzhledem k tomu, i k velmi nízkým koncentracím tohoto vitaminu, nebyl statisticky prokázán vliv délky skladování na obsah vitaminu kyseliny askorbové ve vzorku. Vitamin retinol se nepodařilo po celou dobu měření detekovat. Koncentrace vitaminů β -karoten a α -tokoferol klesaly v průběhu skladování se statistickou průkazností ($p < 0,05$). Vzhledem k velmi nízkému obsahu sledovaných vitaminů ve vzorku Králík s bramborami a špenátem, nebyly zjištěny statisticky průkazné změny v koncentracích odvislých od způsobu skladování.

Vitamin kyselina askorbová se ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem nacházel nejen ve velmi nízkých koncentracích, ale také po velmi krátkou dobu (při skladování na světle detekovaný jen v měření po sterilaci vzorku, při skladování

ve tmě pouze do 6. měsíce), proto nebyl statisticky prokázán vliv délky ani způsobu skladování na koncentraci vitamínu C ve vzorku. Koncentrace ostatních vitamínů (retinolu, β -karotenu a α -tokoferolu) při obou typech skladování statisticky průkazně klesaly ($p < 0,05$). Ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem byl statisticky dokázán ($p < 0,05$) vliv způsobu skladování na koncentraci vitamínů β -karotenu a α -tokoferolu. U ostatních vitamínů nebyl tento vliv statisticky podložen.

Z výsledků plyne, že všechny sledované vitaminy, retinol, kyselina askorbová, α -tokoferol a β -karoten, jsou citlivé na skladování na denním světle a délku skladování. Proto by se dalo doporučit co možná nejdříve od zakoupení přesnídávky výrobek zkonsumovat, nebo jej po co možná nejkratší dobu skladovat bez přístupu světla. Možností pro výrobce by bylo také plnit výrobky rovnou do obalů, které budou výrobek chránit před světlem.

Jen u dvou vzorků by byl dítěti po konzumaci celé přesnídávky, nejspíše vzhledem k vyššímu obsahu mrkve oproti druhým dvěma vzorkům, zajištěn potřebný denní příjem vitamínu A (retinol + β -karoten). Jinak byly naměřené hodnoty koncentrací sledovaných vitamínů tak nízké, že by zdaleka potřeby dítěte nepokryly. Proto by měly, nikoli jen, děti přijímat zejména stravu pestrou, pro pokrytí veškerých vitaminových potřeb organismu.

7 POUŽITÁ LITERATURA

BAYER, M., 2011, *Pediatric*, Praha, Triton, s. 350, ISBN 978-80-7387-388-2

BAYNES, J., DOMINICZAK, M., 2014, *Medical biochemistry*, Edinburgh, Saunders Elsevier, 4. vyd., s. 636, ISBN 978-1-4557-4580-7

BENDER, D., 2014, *Introduction to nutrition and metabolism*, Boca Raton, CRC Press, 5. vyd., s. 404, ISBN 978-1-4665-7224-9

BENTON, D., 2012, *70th Anniversary Conference on 'Vitamins in early development and healthyaging: impact on infectious and chronicdisease', Symposium 1: Vitamins and cognitive development and performance Vitamins and neural and cognitive developmental outcomes in children*, Proceedings of the Nutrition Society (2012), 71, s. 14–26, DOI: 10.1017/S0029665111003247

BEŇO, I., 2008, *Náuka o výžive: fyziologická a liečebná výživa*, Martin, Osveta, s. 145, ISBN 978-80-8063-294-6

BUGG, T., 2012, *Introduction to enzyme and coenzyme chemistry*, Chichester, Wiley, 3. vyd., s. 279, ISBN 978-1-119-99594-4

BUREAU, S., MOUHOUBI, S., TOULOUMET, L., GARCIA, C., MOREAU, F., BÉDOUET, V., RENARD M. G. C., C., 2015, *Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables*, LWT - Food Science and Technology 64 (2015), s. 735–741

CALVO M., M., SANTA-MARÍA, G., 2008, *Effect of illumination and chlorophylls on stability of tomato carotenoids*, Food Chemistry 107 (2008), s. 1365–1370

CAMPBELL, M., FARRELL, S., 2015, *Biochemistry*, Stamford, Cengage Learning, 8. vyd., s. 752, ISBN 978-1-285-42910-6

CAREY, F., GIULIANO, R., 2011, *Organic chemistry*, New York, McGraw-Hill, 8. vyd., s. 1247, ISBN 978-0-07-132397-0

CLAYDEN, J., GREEVES, N., WARREN, S., 2012, *Organic chemistry*, New, York, Oxford University Press, 2. vyd., s. 1234, ISBN 978-0-19-927029-3

COMBS, F., 2012, *The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health*, Amsterdam, Elsevier, s. 570, ISBN 978-0-12-381980-2

CROWE, J., BRADSHAW, T., 2014, *Chemistry for the biosciences: the essential concepts*, New York, Oxford University Press, 3. vyd., s. 740, ISBN 978-0-19-966288-3

DAKSHINAMURTI, K., DAKSHINAMURTI, S., 2001, Blood pressure regulation and micronutrients, *Nutrition Research Reviews* 14 (2001), s. 3–43, DOI: 0.1079/NRR200116

DE NOOIJER, J., ONNINK, M., VAN ASSEMA, P., 2010, *Vitamin D supplementation in young children: associations with Theory of Planned Behaviour variables, descriptive norms, moral norms and habits*, *Public Health Nutrition*: 13(8), s. 1279–1285, DOI: 10.1017/S1368980010000777

DEVLIN, T., 2011, *Textbook of biochemistry: with clinical correlations*, Hoboken, John Wiley&Sons, 7. vyd., s. 1204, ISBN 978-0-470-28173-4

EL AZIM, A., H., NAFEE, N., RAMADAN, A., KHALAFALLAH, N., 2015, *Liposomal buccal mucoadhesive film for improved delivery and permeation of water-soluble vitamins*, *International Journal of Pharmaceutics* 488 (2015), s. 78 – 85

FERRIER, D., 2014, *Lippincott's illustrated reviews: biochemistry*, Philadelphia, WoltersKluwer, 6. vyd., s. 552, ISBN 978-1-4511-8753-3

FROMM, H., HARGROVE, M., 2012, *Essentials of Biochemistry*, Heidelberg, Springer, s. 364, ISBN 978-3-642-19623-2

FULEIHAN, G., VIETH, R., 2007, *Vitamin D insufficiency and musculoskeletal health in children and adolescents*, In International Congress Series 1297 (2007), s. 91–108

GRAHAM, D., KIRA, G., CONAGLEN, J., MCLENNAN, S., RUSH, E., 2008, *Vitamin D status of Year 3 children and supplementation through schools with fortified milk*, Public Health Nutrition: 12 (2008), s. 2329–2334, DOI:10.1017/S1368980008004357

GREGORA, M., 2006, *Jídelníček kojenců a malých dětí*, Praha, Grada Publishing, a.s., s. 164 + 16, ISBN 80-247-1514-7

GREGORA, M. 2004, *Výživa malých dětí*, Příbram, Grada, s. 95, ISBN 80-247-9022-X

GUPTA A, et al., 2011, *Vitamin D and Asthma in Children*, Paediatr. Respir. Rev. (2011), DOI: 10.1016/j.prrv.2011.07.003

HÁJKOVÁ, J, PERGLEROVÁ, M., 2001, *Léčivá moc vitaminů, bylin a minerálních látek*, Praha, Reader's Digest Výběr, s. 416, ISBN 80-86196-24-0

HRSTKOVÁ, H, BAJER, M., BAJEROVÁ, K., MATUŠKA, J., VORLOVÁ, L., 2003, *Výživa kojenců a mladších batolat*, Brno, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, s. 77, ISBN 80-7013-385-6

CHÁVEZ-SERVÍN L., J., CASTELLOTE I., A., RIVERO, M., LÓPEZ-SABATER M., C., 2008, *Analysis of vitamins A, E and C, iron and selenium contents in infant milk-based powdered formula during full shelf-life*, Food Chemistry 107 (2008), s. 1187–1197

CHEN E., H., PENG Y., H., CHEN H., B., 1996, *Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice*, Food Chemistry 1996 (Vol. 57, No. 4), s. 497–503

JOPP, A., 2014, *Vitaminy a stopové prvky pro zdraví*, Praha, Eminent, 224 s., ISBN 978-80-7281-489-3

KASPER, H., 2015, *Výživa v medicíně a dietetika*, Praha, Grada, s. 572, ISBN 978-80-247-4533-6

KASTNEROVÁ, M., 2011, *Poradce pro výživu*, České Budějovice, Nová Forma, s. 377, ISBN 978-80-7453-177-4

KLÍMA, J. A KOL., 2003, *Pediatric*, Praha, Eurolex Bohemia, s. 320, ISBN 80-86432-38-6

KOMPRDA, T., 2009, *Výživou ke zdraví*, Brno, TeMi CZ s.r.o., 112 s., ISBN 978-80-87156-41-4

KONIECZNA, L., KA'ZMIERSKA, K., ROSZKOWSKA, A., SZLAGATYS-SIDORKIEWICZ, A., BA'ÇZEK, T., 2016, *The LC-MS method for the simultaneous analysis of selected fat-soluble vitamins and their metabolites in serum samples obtained from pediatric patients with cystic fibrosis*, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2016.03.021>

LIN H., C., CHEN H., B., 2005, *Stability of carotenoids in tomato juice during storage*, Food Chemistry 90 (2005), s. 837–846

MASLOVA, E., HANSEN, S., STRØM, M., HALLDORSSON, T., OLSEN, S., 2014, *Maternal intake of vitamins A, E and K in pregnancy and child allergic disease: a longitudinal study from the Danish National Birth Cohort*, British Journal of Nutrition (2014), 111, s. 1096–1108, DOI: 10.1017/S0007114513003395

MELØ, R., GELLEIN, K., EVJE, L., SYVERSEN, T., 2008, *Minerals and trace elements in commercial infant food*, Food and Chemical Toxicology 46 (2008), s. 3339–3342

MICHALEK, K., SCHAMBECK, M., 1996, *Vitaminy: Was, wieviel, wofür? Mit den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung*, Wiesbaden, Dr. Werner Jopp Verlag, II. vyd., s. 104, ISBN 3-926955-84-8

MINDELL, E., MUNDISOVÁ, H., 2010, *Nová vitaminová bible*, vyd. 3., Praha, Ikar, s. 576, ISBN 978-80-249-1419-0

NAVARRO-PASCUAL-AHUIR, M., LERMA-GARCÍA J., M., SIMÓ-ALFONSO F., E., HERRERO-MARTÍNEZ M., J., 2016, *Determination of water-soluble vitamins in energy and sport drinks by micellar electrokinetic capillary chromatography*, Food Control 63 (2016), s. 110 – 116

PINHEIRO-SANT'ANA, H., GUINAZI, M., DA SILVA OLIVEIRA, D., LUCIA, C., DE LAZZARI REIS, B., BRANDAO, S., 2011, *Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection*, Journal of Chromatography A, 1218 (2011), s. 8496–8502

PROVESI G., J., DIAS O., C., AMANTE R., E., 2011, *Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree*, Food Chemistry 128 (2011), s. 195–202

RIGAUX, C., GEORGÉ, S., ALBERT, I., RENARD M. G. C., C., CARLIN, F., 2016, *A mechanistic and probabilistic model estimating micronutrient losses in industrial food processing: Vitamin C and canned green beans, a case-study*, LWT - Food Science and Technology 69 (2016), s. 236–243

SÁNCHEZ, C., BARANDA B., A., MARTÍNEZ DE MARAÑÓN, I., 2014, *The effect of High Pressure and High Temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables*, Food Chemistry 163 (2014), s. 37–45

SPÍNOLA, V., LLORENT-MARTÍNEZ J., E., CASTILHO C., P., 2014, *Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation*, Journal of Chromatography A, 1369 (2014), s. 2–17

SUNDL, I., MURKOVIC, M., BANDONIENE, D., WINKLHOFER-ROOB, B., 2007, *Vitamin E content of foods: Comparison of results obtained from food composition tables and HPLC analysis*, Clinical Nutrition (2007) 26, s. 145–153

UHEROVÁ, R., 2002, *Čo vieme o vitamínoch dnes*, Bratislava, Malé Centrum, s. 143, ISBN 80-968737-0-9

TALAPATRA, S. K., TALAPATRA, B., 2015, *Chemistry of plant natural products: stereochemistry, conformation, synthesis, biology and medicine*, Berlin, Springer, 2 sv. (lxiii, 624 s.; lxiii s., s. 625-1180), ISBN 978-3-642-45409-7

TAO, Y., YANG, Y., WANG, W., 2006, *Effect of all-trans-retinoic acid on the differentiation, maturation and functions of dendritic cells derived from cord blood monocytes*, FEMS Immunol Med Microbiol 2006 (47), s. 444–50

TAGUCHI, K., FUKUSAKI, E., BAMBA, T., 2014, *Simultaneous analysis for water- and fat-soluble vitamins by a novel single chromatography technique unifying supercritical fluid chromatography and liquid chromatography*, Journal of Chromatography A, 1362 (2014), s. 270 – 277

UDDIN S., M., HAWLADER N. A., M., DING, L., MUJUMDAR S., A., 2002, *Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage*, Journal of Food Engineering, 51 (2002), s. 21–26

VASUDEVAN, D., SREEKUMARI S., VAIDYANATHAN K., 2013, *Textbook of biochemistry: for medical students*, New Delhi, Jaypee Brothers Medical, 7. vyd., ISBN 978-93-5090-530-2

VELEMÍNSKÝ, M., TOMŠÍKOVÁ, Z., KUKLA, L., KOLÁŘOVÁ, J., 2009, *Vybrané kapitoly z pediatrie*, České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 6. vyd., s. 176, ISBN 978-80-7394-182-6

VELÍŠEK, J., 2009, *Chemie potravin I*, Tábor, OSSIS, s. 580, ISBN 978-80-86659-16-9

VELÍŠEK, J., 1999, *Chemie potravin 2*, Tábor, OSSIS, s. 328, ISBN 80-902391-4-5

VOLF, V., VOLFOVÁ, H., 2000, *Pediatric*, Praha, Informatorium, 2. vyd., s. 247, ISBN 80-86073-62-9

VYTEJŠKOVÁ, R., SEDLÁŘOVÁ, P., WIRTHOVÁ, V., HOLUBOVÁ, J., 2011, *Ošetrovatelské postupy v péči o nemocné I: Obecná část*, Praha, Grada, s. 228, ISBN 978-80-247-3419-4

WADE, L., 2013, *Organic chemistry*, Boston, Pearson, 8. vyd., s. 1258, ISBN 978-0-321-81139-4

WEI, D., YANG, Y., WANG, W., 2007, *The expression of retinoic acid receptors in lymphnodes of young children and the effect of all-trans-retinoic acid on the B cells from lymphnodes*, *J Clin Immunol* 2007 (27), s. 88–94

ZADÁK, Z., 2005, *Magnezium a další minerály, vitaminy a stopové prvky ve službách zdraví*, Zlín, GRASPO CZ, a.s., 71 s., ISBN 80-903350-7-1

ZHOU, X., WANG, W., YANG, Y., 2008, *The expression of retinoic acid receptors in thymus of young children and the effect of all-transretinoic acid on the development of T cells in thymus*, *J ClinImmunol* 2008 (26), s. 85–91

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Vitaminy – projevy nedostatku a funkce</i>	13
Tab. 2 <i>Obsah vitamínu A v potravinách</i>	15
Tab. 3 <i>Obsah vitamínu D v potravinách</i>	18
Tab. 4 <i>Obsah vitamínu E v potravinách</i>	20
Tab. 5 <i>Obsah vitamínu K v potravinách</i>	21
Tab. 6 <i>Obsah vitamínu C v potravinách</i>	24
Tab. 7 <i>Obsah thiaminu v potravinách</i>	25
Tab. 8 <i>Obsah riboflavinu v potravinách</i>	26
Tab. 9 <i>Obsah niacinu v potravinách</i>	27
Tab. 10 <i>Obsah vitamínu B₆ v potravinách</i>	28
Tab. 11 <i>Obsah biotinu v potravinách</i>	29
Tab. 12 <i>Obsah kyseliny pantotenové v potravinách</i>	30
Tab. 13 <i>Obsah kyseliny listové v potravinách</i>	31
Tab. 14 <i>Obsah vitamínu B₁₂ v potravinách</i>	32
Tab. 15 <i>Doporučené denní dávky vitaminů A, D, E a C</i>	33
Tab. 16 <i>Doporučená denní dávka vitaminů A, D, E a C dle FAO/WHO z roku 2001</i>	34
Tab. 17 <i>Hranice příjmu vitaminů</i>	34
Tab. 18 <i>Horní tolerovatelná hranice vitaminů A, D, E a C pro děti</i>	35
Tab. 19 <i>Roztoky kalibračních standardů řady vitaminů A, D₂, D₃ a E</i>	45
Tab. 20 <i>Roztoky kalibračních standardů řady vitamínu β-karotenu</i>	45
Tab. 21 <i>Gradient mobilní fáze (methanol : voda) při HPLC analýze β-karotenu</i>	46
Tab. 22 <i>Roztoky kalibračních standardů řady vitamínu kyseliny askorbové</i>	48

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle.....51*
- Obr. 2 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování ve tmě.....52*
- Obr. 3 *Porovnání změn v obsahu vitaminu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....53*
- Obr. 4 *Porovnání změn v obsahu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....54*
- Obr. 5 *Porovnání změn v obsahu vitaminu α -tocoferolu v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....55*
- Obr. 6 *Porovnání změn v obsahu vitaminu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....56*
- Obr. 7 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle.....57*
- Obr. 8 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování ve tmě.....58*
- Obr. 9 *Porovnání změn v obsahu vitaminu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....59*
- Obr. 10 *Porovnání změn v obsahu vitaminu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....60*

- Obr. 11 *Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tocoferolu v dětských masozeleninových výživách – Hovězí maso s mrkví a rýží – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....61*
- Obr. 12 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle.....62*
- Obr. 13 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování ve tmě.....63*
- Obr. 14 *Porovnání změn v obsahu vitamínu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....64*
- Obr. 15 *Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tocoferolu v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....65*
- Obr. 16 *Porovnání změn v obsahu vitamínu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Králík s bramborami a špenátem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....66*
- Obr. 17 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle.....67*
- Obr. 18 *Změny obsahu sledovaných vitaminů v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování ve tmě.....68*
- Obr. 19 *Porovnání změn v obsahu vitamínu retinolu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....69*
- Obr. 20 *Porovnání změn v obsahu vitamínu β -karotenu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....70*
- Obr. 21 *Porovnání změn v obsahu vitamínu α -tocoferolu v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....71*

Obr. 22 *Porovnání změn v obsahu vitamínu kyseliny askorbové v dětských masozeleninových výživách – Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem – v závislosti na délce skladování na denním světle oproti skladování ve tmě.....72*

10 PŘÍLOHY

Příloha 1

Tab. 23 *Stabilita vitaminů* (Michalek, Schambeck, 1996)

Vitamin	Rozpustnost	Teplo	Kyslík	Světlo	UV	pH<7	pH>7
A	V tučích	+++	---	---	~~~	+++	+++
D	V tučích	+++	---	~~~	~~~	+++	~~~
E	V tučích	+++	---	~~~	+++	+++	+++
K	V tučích	+++	+++	---	~~~	+++	~~~
B₁	Ve vodě	---	~~~	+++	~~~	+++	~~~
B₂	Ve vodě	~~~	+++	---	~~~	+++	~~~
Niacin	Ve vodě	+++	+++	+++	+++	+++	+++
B₆	Ve vodě	~~~	+++	---	+++	+++	+++
Kyselina listová	Ve vodě	---	+++	~~~	+++	~~~	+++
Kyselina pantotenová	Ve vodě	---	+++	+++	+++	~~~	~~~
Biotin	Ve vodě	+++	+++	+++	+++	+++	+++
B₁₂	Ve vodě	+++	~~~	~~~	~~~	+++	+++
C	Ve vodě	~~~	~~~	~~~	+++	+++	~~~

Stabilní = +++

Mírně nestálý = ~~~

Nestálý = ---

Tab. 24 *Stabilita vybraných vitaminů* (Combs, 2012)

Vitamin	Forma vitaminu	Nestabilní za těchto podmínek:					Zlepšení stability	
		UV	100 °C	O ₂	pH<7	pH>7		Kovy
A	Retinol	+		+	+		+	Tma, bez kyslíku, antioxidanty
	Retinal			+	+		+	Bez kyslíku, antioxidanty
	B-karoten	+		+				Tma, bez kyslíku, antioxidanty
D	D₂	+	+	+	+		+	Chlad, tma, bez kyslíku, antioxidanty
	D₃	+	+	+	+	+	+	
E	Tokoferol		+	+	+	+	+	Chlad, pH = 7
	Estery tokoferolu				+	+		
C	Kyselina askorbová			+	+	+	+	Bez kyslíku, pH = 7

Příloha 2

Tab. 25 Změny obsahu vitaminů u vzorku *Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou* v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,056	1,610	0,167	0,160
po sterilaci	0,042	1,500	0,150	0,100
3	0,023	1,390	0,068	0,000
6	0,023	1,190	0,067	0,000
9	0,020	1,080	0,071	0,000
12	0,020	0,335	0,070	0,000
15	0,004	0,303	0,062	0,000
18	0,000	0,208	0,050	0,000
21	0,000	0,204	0,048	0,000

Tab. 26 Změny obsahu vitaminů u vzorku *Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou* v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,056	1,610	0,167	0,160
po sterilaci	0,042	1,500	0,150	0,100
3	0,040	1,500	0,120	0,050
6	0,038	1,230	0,100	0,010
9	0,038	1,180	0,085	0,010
12	0,032	0,724	0,075	0,000
15	0,016	0,565	0,070	0,000
18	0,010	0,510	0,072	0,000
21	0,008	0,480	0,070	0,000

Tab. 27 Změny obsahu vitaminů u vzorku *Hovězí maso s mrkví a rýží* v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,750	2,136	0,125	0,000
po sterilaci	0,560	2,000	0,085	0,000
3	0,490	1,850	0,065	0,000
6	0,461	1,842	0,045	0,000
9	0,418	1,374	0,045	0,000
12	0,425	1,311	0,010	0,000
15	0,400	1,300	0,010	0,000
18	0,387	0,000	0,012	0,000
21	0,273	0,000	0,007	0,000

Tab. 28 Změny obsahu vitaminů u vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,750	2,136	0,125	0,000
po sterilaci	0,560	2,000	0,085	0,000
3	0,550	1,980	0,065	0,000
6	0,540	1,940	0,050	0,000
9	0,540	1,850	0,042	0,000
12	0,530	1,770	0,032	0,000
15	0,500	1,650	0,021	0,000
18	0,500	1,230	0,012	0,000
21	0,410	0,890	0,010	0,000

Tab. 29 Změny obsahu vitaminů u vzorku Králík s bramborami a špenátem v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,000	0,051	0,141	1,540
po sterilaci	0,000	0,049	0,114	0,050
3	0,000	0,037	0,081	0,030
6	0,000	0,025	0,046	0,000
9	0,000	0,010	0,005	0,000
12	0,000	0,008	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 30 Změny obsahu vitaminů u vzorku Králík s bramborami a špenátem v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,000	0,051	0,141	1,540
po sterilaci	0,000	0,049	0,114	0,050
3	0,000	0,041	0,110	0,050
6	0,000	0,037	0,085	0,010
9	0,000	0,021	0,024	0,007
12	0,000	0,010	0,008	0,000
15	0,000	0,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000

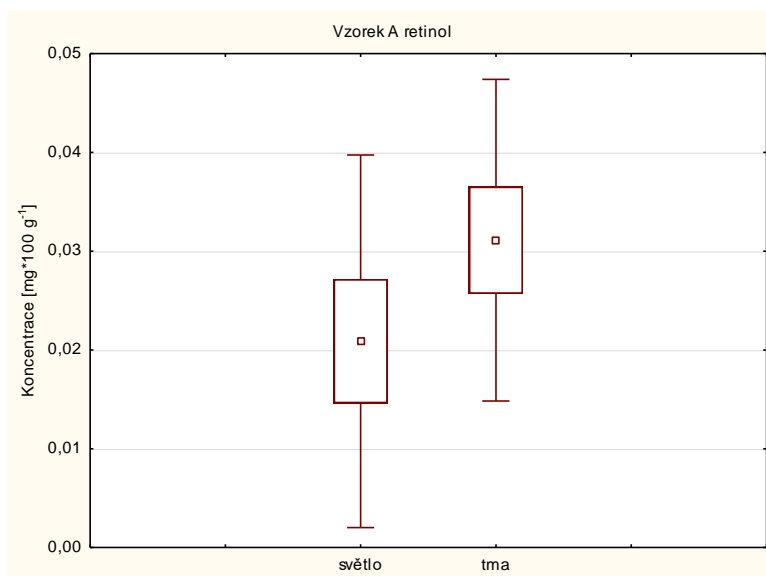
Tab. 31 *Změny obsahu vitaminů u vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců*

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,040	0,460	0,213	0,135
po sterilaci	0,029	0,341	0,177	0,026
3	0,029	0,136	0,170	0,000
6	0,026	0,111	0,114	0,000
9	0,024	0,078	0,108	0,000
12	0,024	0,037	0,108	0,000
15	0,000	0,000	0,046	0,000
18	0,000	0,000	0,016	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000

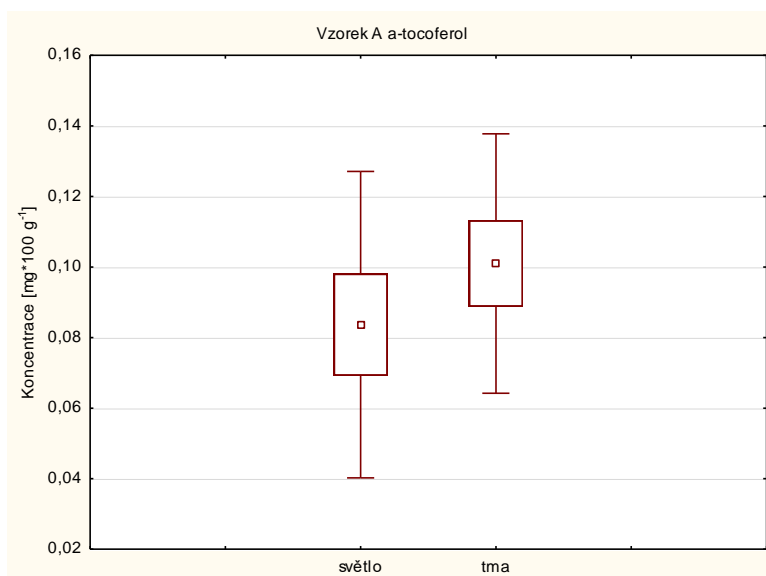
Tab. 32 *Změny obsahu vitaminů u vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců*

	Retinol (mg*100 g ⁻¹)	β-karoten (mg*100 g ⁻¹)	α-tokoferol (mg*100 g ⁻¹)	kys. askorbová (mg*100 g ⁻¹)
před sterilací	0,040	0,460	0,213	0,135
po sterilaci	0,029	0,341	0,177	0,026
3	0,020	0,328	0,170	0,020
6	0,023	0,214	0,150	0,006
9	0,020	0,100	0,136	0,000
12	0,019	0,090	0,120	0,000
15	0,005	0,054	0,089	0,000
18	0,000	0,020	0,074	0,000
21	0,000	0,000	0,040	0,000

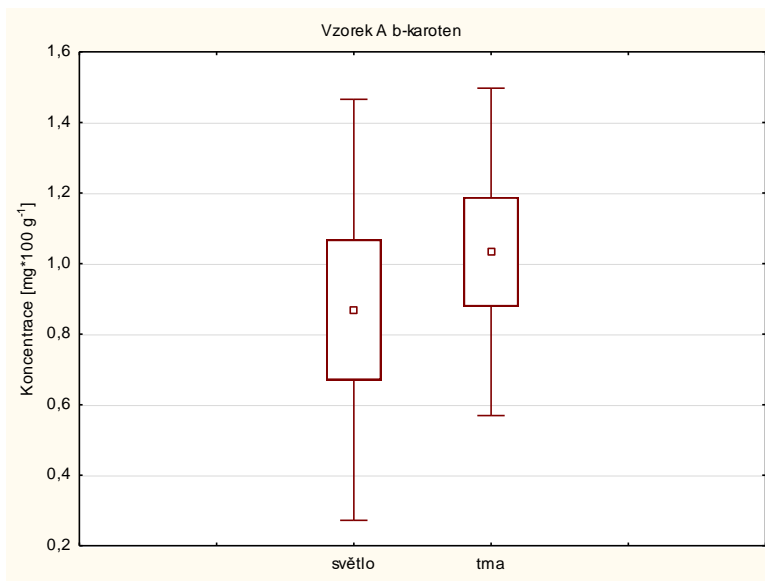
Příloha 3



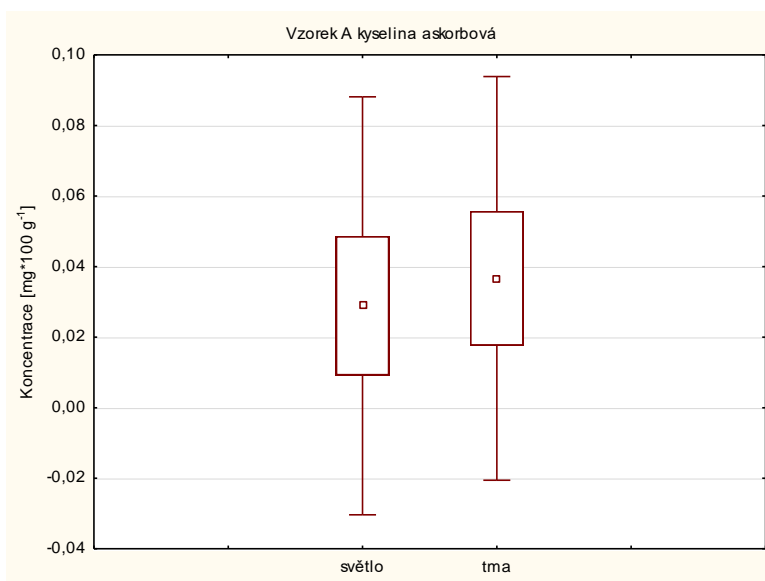
Obr. 23 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin retinol



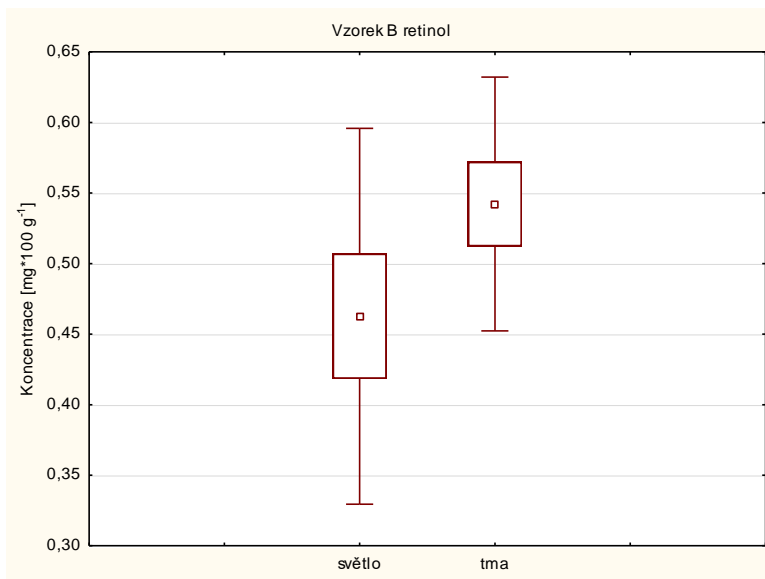
Obr. 24 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin α -tocopherol



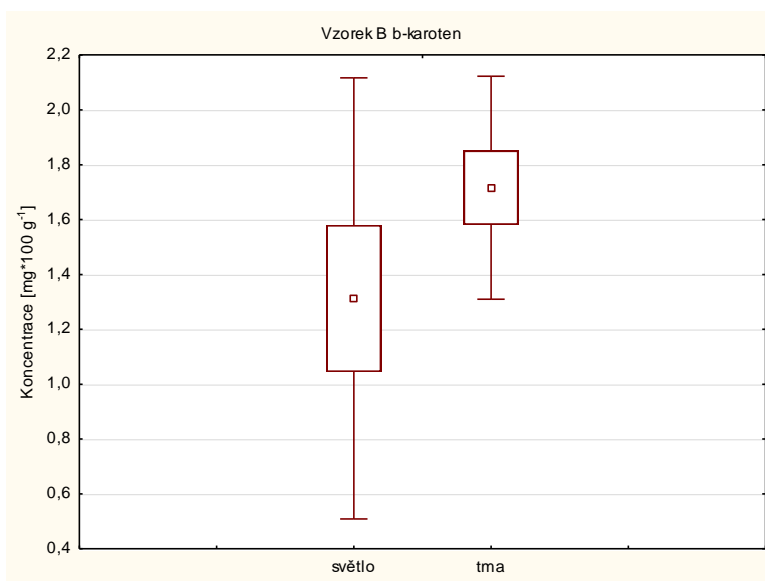
Obr. 25 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin β -karoten



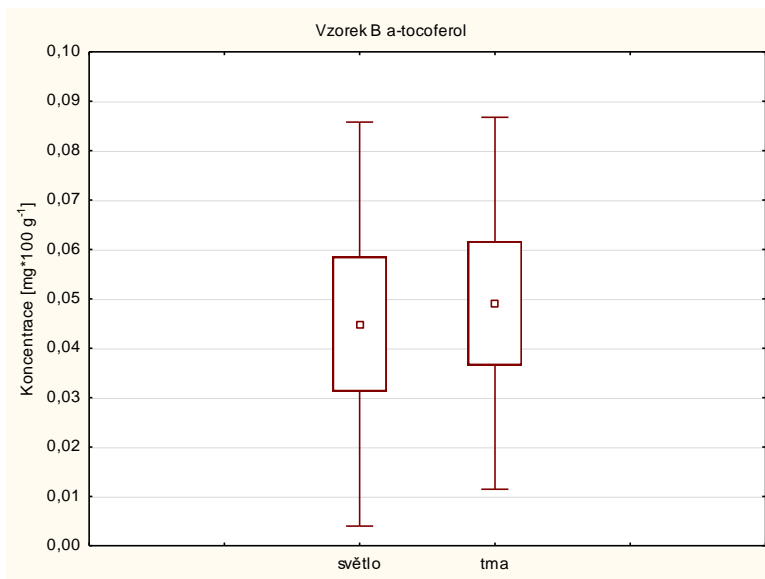
Obr. 26 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro kyselinu askorbovou



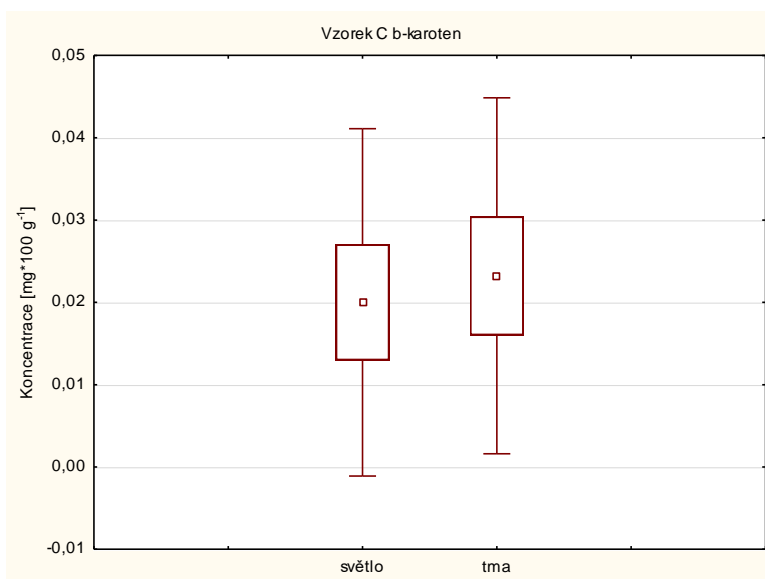
Obr. 27 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin retinol



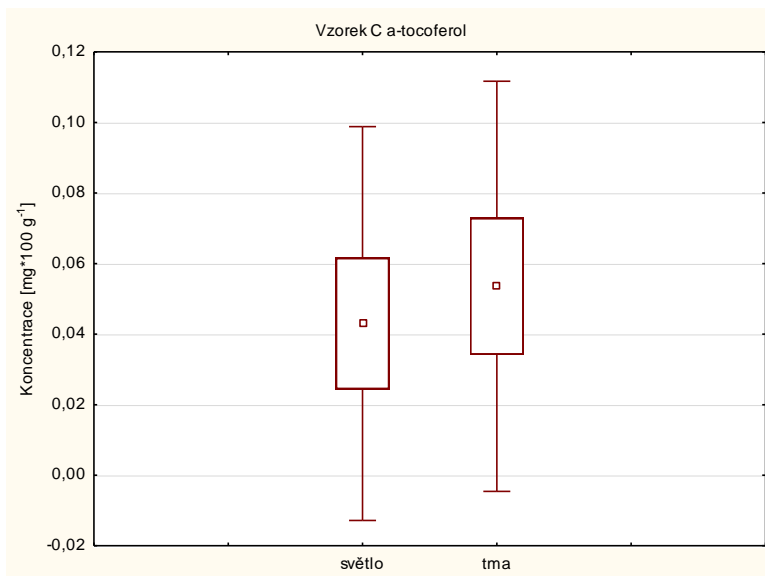
Obr. 28 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin β -karoten



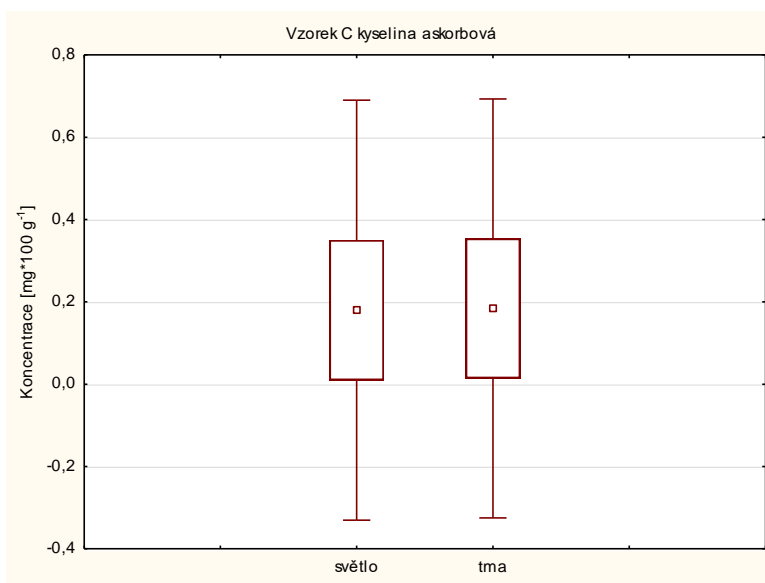
Obr. 29 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin α -tocopherol



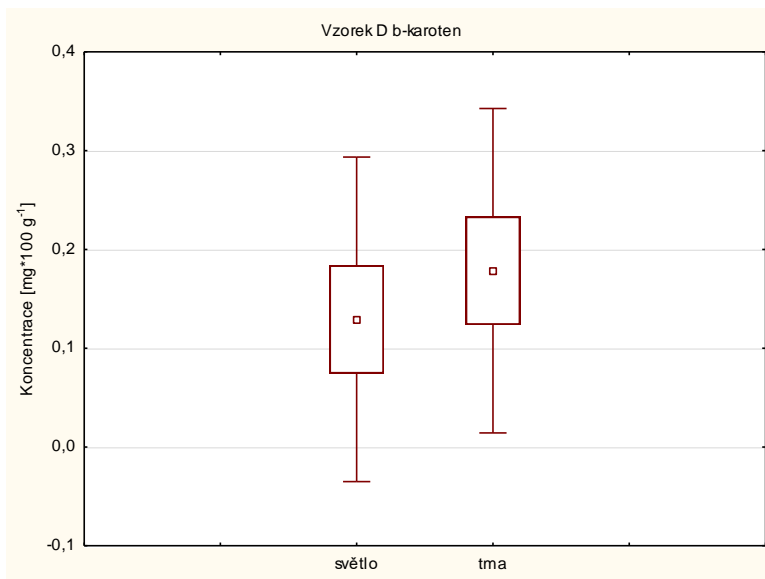
Obr. 30 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro vitamin β -karoten



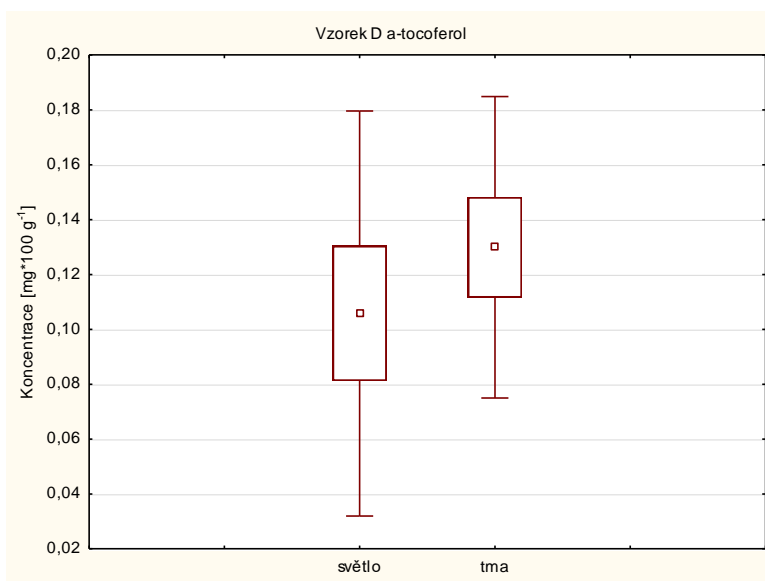
Obr. 31 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro vitamin α -tocoferol



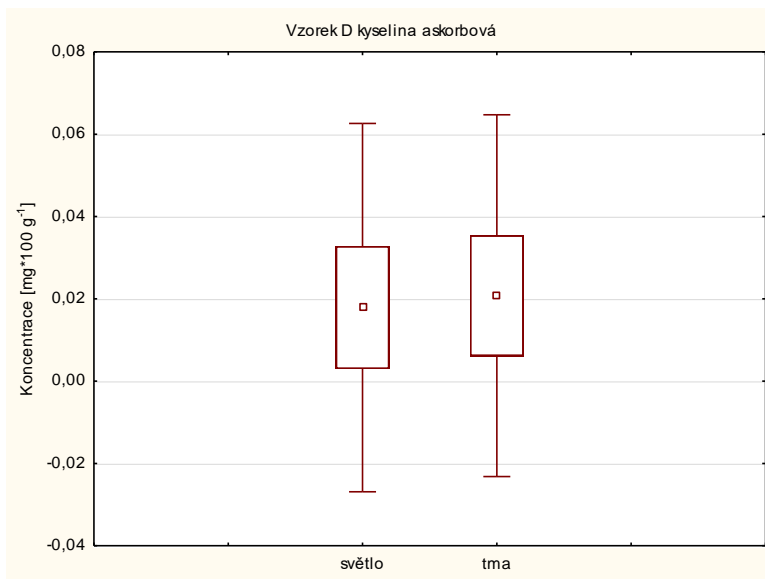
Obr. 32 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro kyselinu askorbovou



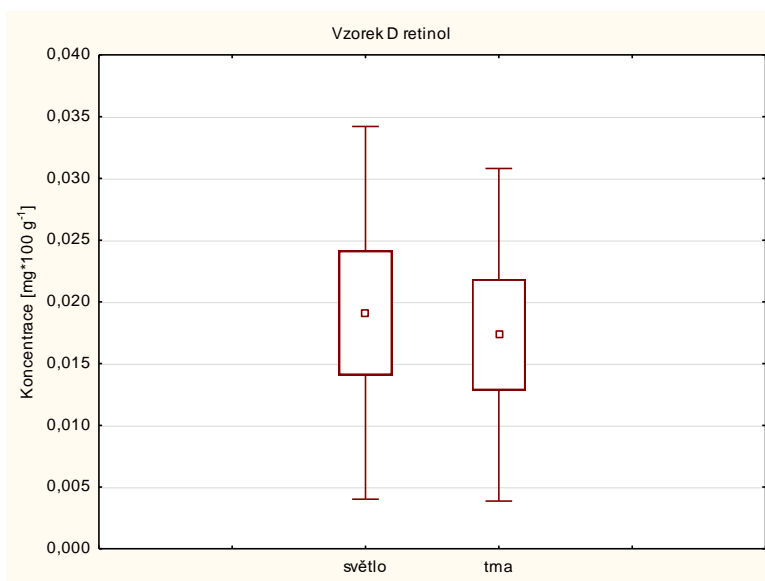
Obr. 33 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin β -karoten



Obr. 34 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin α -tocoferol



Obr. 35 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro kyselinu askorbovou



Obr. 36 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin retinol

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Tab. 23 <i>Stabilita vitaminů</i>	89
Tab. 24 <i>Stabilita vybraných vitaminů</i>	89

Příloha 2

Tab. 25 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců</i>	90
Tab. 26 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců</i>	90
Tab. 27 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců</i>	90
Tab. 28 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců</i>	91
Tab. 29 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Králik s bramborami a špenátem v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců</i>	91
Tab. 30 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Králik s bramborami a špenátem v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců</i>	91
Tab. 31 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem v průběhu skladování na světle po dobu 21 měsíců</i>	92
Tab. 32 <i>Změny obsahu vitaminů u vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem v průběhu skladování ve tmě po dobu 21 měsíců</i>	92

Příloha 3

Obr. 23 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin retinol.....	93
Obr. 24 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin α -tocoferol.....	93
Obr. 25 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro vitamin β -karoten.....	94
Obr. 26 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Krůtí maso s rýží a gratinovanou zeleninou pro kyselinu askorbovou.....	94
Obr. 27 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin retinol.....	95
Obr. 28 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin β -karoten.....	95
Obr. 29 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Hovězí maso s mrkví a rýží pro vitamin α -tocoferol.....	96
Obr. 30 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro vitamin β -karoten.....	96
Obr. 31 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro vitamin α -tocoferol.....	97
Obr. 32 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Králík s bramborami a špenátem pro kyselinu askorbovou.....	97
Obr. 33 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin β -karoten.....	98
Obr. 34 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin α -tocoferol.....	98
Obr. 35 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro kyselinu askorbovou.....	99
Obr. 36 Porovnání skladování světlo x tma ve vzorku Tuňák s bramborami, mrkví a hráškem pro vitamin retinol.....	99