

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Obsah vitamínu C ve vybraných potravních doplňcích**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Tereza Dupalová**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: RNDr. Milena Bušová, CSc.**

**© 2017 ČZU v Praze**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Obsah vitamínu C ve vybraných potravních doplňcích" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2017

---

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala RNDr. Mileně Bušové, CSc., vedoucí mé bakalářské práce za ochotu a odbornou pomoc, dále také Všem respondentům za účast v dotazníkovém průzkumu. A v poslední řadě bych chtěla poděkovala především své rodině a přátelům za podporu během studia.

# Obsah vitamínu C ve vybraných potravních doplňcích

## Souhrn

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na potravní doplňky, vitamín C a jeho obsah v potravních doplňcích.

Rešeršní, teoretická část je rozdělena do dvou hlavních částí. První část je orientována na charakteristiku vitamínů, dále se věnuje vitamínu C, tj. stabilitě askorbové kyseliny, zdrojům vitamínu C, doporučenému dennímu dávkování u jednotlivých kategorií osob, nedostatku a přebytku askorbové kyseliny, přehledu metod výskytu vitamínu C a v poslední řadě základnímu rozdílu mezi přírodním a syntetickým vitamínem C. Druhá rešeršní část je věnována doplňkům stravy - legislativním předpisům, rozdílům mezi doplňky stravy a léčivými přípravky, notifikačním povinnostem, označování doplňků stravy, benefitům a negativům a vitamínu C jako potravnímu doplňku.

Po teoretické části následuje experimentální část, jejíž součástí je analýza obsahu vitamínu C ve vybraných potravních doplňcích. Pro tuto část byly vybrány 4 užívané doplňky stravy, tj. Celaskon, Dr. Max Vitamin C, Vitamín C s šípky a Spektrum. Bakalářská práce je ve svém závěru doplněna o dotazníkový průzkum, který byl proveden formou online dotazníku. Výsledky dotazníku byly vyhodnoceny grafickou podobou a následně prodiskutovány.

**Klíčová slova:** vitamín C, antioxidanty, avitaminóza, potravní doplňky

# **Ascorbic acid content in selected food supplements**

## **Summary**

The presented bachelor thesis is focused on food supplements, vitamin C and its presence in selected food supplements.

Theoretical part of the research is divided into two main sections. The former is dedicated to the characteristic of vitamins, it examines vitamin C, i.e. ascorbic acid stability, sources of vitamin C, recommended daily intake of vitamin C by various categories, lack and surplus of vitamin C, methods of vitamin C occurrence overview and the basic differences between natural and synthetic vitamin C. The latter deals with food supplements – its legislation; differences between food supplements and medical products; notification to competent authorities; food supplements labeling; benefits and negatives of vitamin C as a food supplement.

The theoretical part is followed by the experimental part, which includes an analysis of the content of vitamin C in selected food supplements. For the purpose of this thesis were used the most common food supplements containing vitamin C - Celaskon, Vitamin C (Dr. Max), Vitamin C with rosehips and Spectrum.

The thesis is supplemented by the survey completed via online questionnaire. The results of the questionnaire were evaluated in graphic form and discussed.

**Keywords:** Ascorbic acid, antioxidants, vitamin deficiency, food supplements

## Obsah

Obsah	6
SEZNAM ZKRATEK	9
1 Úvod	10
2 Cíl práce	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Vitamíny	12
3.2 Charakteristika vitamínu C	13
3.2.1 Stabilita askorbové kyseliny	14
3.2.2 Význam vitamínu C ve výživě a metabolismu člověka	14
3.3 Zdroje vitamínu C	15
3.3.1 Obsah vitamínu C v ovoci a zelenině	16
3.4 Doporučené dávkování vitamínu C	17
3.4.1 Dospělí	18
3.4.2 Těhotné a kojící ženy	18
3.4.3 Děti	18
3.4.4 Senioři	18
3.4.5 Kuřáci	19
3.4.6 Doporučená denní dávka vitamínu C	19
3.4.7 Zvýšené dávky a jejich toxicita	19
3.5 Nedostatek AA	20
3.6 Přebytek AA	20
3.7 Přehled metod stanovení vitamínu C	21
3.7.1 Jodometrie	21
3.7.2 Chromatografie	22
3.7.3 Voltametrie	22
3.7.4 Průtoková injekční analýza (FIA)	23

3.8	Přírodní versus syntetický vitamín C	23
3.9	Doplňky stravy	23
3.9.1	Legislativní předpisy	24
3.9.2	Rozdíl mezi doplňky stravy a léčivými přípravky	24
3.9.3	Notifikační povinnost	26
3.9.4	Označování doplňků stravy	26
3.10	Benefity a negativa užívání doplňků stravy	27
3.10.1	Benefity	27
3.10.2	Negativa	27
3.11	Antioxidanty jako doplňky stravy	29
3.12	Vitamín C jako doplněk stravy	29
4	Experimentální část	31
4.1	Potravní doplňky s vitamínem C - analyzované vzorky	31
4.2	Metoda	32
4.2.1	Princip	32
4.2.2	Použité chemikálie	32
4.2.3	Přístroje a pomůcky	32
4.2.4	Postup	33
5	Metodika průzkumného šetření	37
6	Výsledky a diskuse	37
6.1.1	Celaskon – Zentiva	37
6.1.2	Vitamín C – Dr. Max	38
6.1.3	Spektrum – Imunactiv	38
6.1.4	Vitamín C s šípky – MedPharma	38
6.2	Průzkumné šetření	38
6.2.1	Výsledky	38
7	Závěr	45

8	Přílohy	46
8.1	Dotazník	46
9	Seznam literatury	48



## **SEZNAM ZKRATEK**

<b>AA</b>	Ascorbic Acid (kyselina askorbová)
<b>DS</b>	Doplněk stravy
<b>EFSA</b>	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
<b>FIA</b>	Flow Injection Analysis (průtoková injekční analýza)
<b>HPLC</b>	High Performance Liquid Chromatography (vysokoúčinná kapalinová chromatografie)
<b>MZ ČR</b>	Ministerstvo zdravotnictví ČR
<b>OTC</b>	Over-the-Counter (volně prodejné přípravky)
<b>SÚKL</b>	Státní ústav pro kontrolu léčiv
<b>WHO</b>	Světová zdravotnická organizace

# 1 Úvod

Způsob, jakým se člověk stravuje, významně ovlivňuje jeho zdravotní stav. Všechny důležité živiny a látky potřebné k zajištění životních funkcí jsou tělu dodávány potravou. Základ výživy člověka tvoří bílkoviny, sacharidy a tuky, tedy látky nazývané makronutrienty, jejichž úkolem je dodávat energii potřebnou pro růst a vývoj. Fungování lidského těla zajišťují látky zvané mikronutrienty - vitamíny a minerální látky. Vitamíny zajišťují velké množství životně důležitých funkcí v lidském organismu. Samostatně nebo jako složka řady enzymů se účastní antioxidantních, metabolických a detoxikačních procesů. Významně se zapojují do imunitních pochodů a jiných důležitých reakcí. Vitamíny musíme přijímat potravou, organismus si většinu z nich nedokáže sám vytvořit. Minerální látky mají význam pro růst a tvorbu tkání, vedou nervové vzruchy a regulují metabolismus.

Pokud je příjem vitamínů potravou nedostačující pro zajištění všech funkcí a pochodů organismu, což se stává především při snížené imunitě či řadě infekčních a neinfekčních chorob, je třeba zajistit jejich přívod správnou skladbou stravy a její vhodnou přípravou, která co nejvíce zabrání ztrátám vitamínů. Další možností je užívání doplňků stravy, což jsou přípravky, které mají organismu dodat živiny, které nezískává v dostatečném množství v běžné stravě. Mohou to být však i jiné látky, které mají podle výrobců pozitivní vliv na zdravotní stav jedince.

V současné době dochází v potravinářském odvětví k největšímu akceleraci ve vývoji a výrobě doplňků stravy. Objem prodeje doplňků stravy činil v roce 2008 zhruba 7 miliard korun, to je ve srovnání s rokem 2006 téměř sto procentní nárůst. S růstem tržeb a registrací stále novějších přípravků dochází také k nárůstu počtu uživatelů. Minimálně polovina české populace dnes užívá doplňky stravy (Michalová, 2007).

Pro účely své bakalářské práce jsem vybrala vitamín C, který patří mezi jeden z nejdůležitějších a zároveň jeden z nejprodávanějších doplňků stravy, a proto jsem se také rozhodla sledovat jeho obsah ve vybraných potravních doplncích stravy.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je popsat význam vitamínu C ve výživě a metabolismu člověka, zpracovat přehled obsahu vitamínů v potravinách, benefity i negativa potravních doplňků stravy, legislativní opatření vztahující se k jejich značení, distribuci a používání i přehled použití u potravin jako doporučené aditivum. Hlavním cílem je ale především zjištění obsahu vitamínu C ve vybraných suplementech a porovnat tyto hodnoty s deklarovaným obsahem uvedeným na etiketách.

Práce je doplněna dotazníkovým průzkumem vztahujícím se ke znalosti potravních doplňků a jejich používání populací.

### 3 Literární rešerše

Tato kapitola pojednává o vitamínech obecně, dále se blíže zabývá vitamínem C, jeho zdroji, doporučeným dávkováním, metodami stanovení vitamínu C a doplňky stravy.

#### 3.1 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny, které vyšší organismy nejsou schopny samy syntetizovat, a musí je přijímat ve stravě, kde se ale vyskytují v malém množství, čímž se liší od dalších nepostradatelných látek (tj. esenciálních aminokyselin a některých mastných kyselin). Mají různé funkce v organismu a zcela odlišné chemické struktury. Působí jako prekursor<sup>1</sup> biokatalyzátorů (např. kofaktorů enzymů a hormonů nebo antioxidanty). Některé látky se dříve řadily mezi vitamíny, ale dnes se názory odborníků na tento pohled liší. Patřil sem např. vitamín/vitagen F (esenciální mastná kyselina), lipoová kyselina, orotová kyselina, ... Dnes je známo 13 druhů vitamínů, které dělíme na vitamíny lipofilní (rozpuštěné v tucích) – A, D, E, K a hydrofilní (rozpuštěné ve vodě) - B1, B2, B6, B12, H. Zařazení vitamínu C k vitamínům je již vžitě, avšak velmi diskutabilní. Potřeba této významné látky je značně vyšší než u ostatních vitamínů. Vitamín C je navíc esenciální jen pro některé živočichy. Dle rozdělení na lipofilní a hydrofilní bychom ho zařadili mezi hydrofilní (Havlík, Marounek, 2013 a Pánek a kol., 2002).

U každého vitamínu je určena optimální denní dávka. Pokud máme nedostatek určitého vitamínu, dochází tak k jevu, označovanému jako hypovitaminóza. Velký nedostatek vitamínu je označován jako avitaminóza. Právě projevy avitaminózy vzbudily zájem o vitamíny obecně a vedly k jejich detailnějšímu prozkoumání.

Pokud konzumujeme stravu bohatou na lipofilní vitamíny, dochází k jejich uskladňování v játrech a tukové tkáni. Odtud jsou v případě nedostatku postupně uvolňovány dle potřeby organismu do těla. Oproti tomu vitamíny rozpustné ve vodě nedokáže organismus uskladňovat do zásob, a proto se příznaky jejich nedostatku objevují již během několika dní, příp. týdnů.

---

<sup>1</sup>Prekurzor označuje sloučeninu, která se účastní chemické reakce, kdy vzniká jiná sloučenina. V biochemii se tento termín používá specificky k označení chemické sloučeniny, která předchází jinou sloučeninu na metabolické dráze.

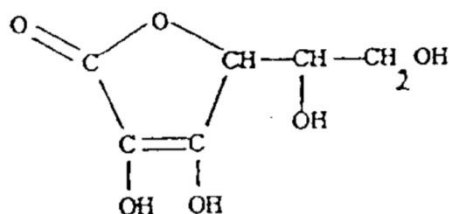
Nedostatek vitamínů nemusí být způsoben pouze jejich nedostatečným příjmem, ale i špatným vstřebáváním, přítomností antivitaminů, či zvýšenou potřebou. Ve výjimečných případech může dojít i k hypervitaminozám, tj. přebytek určitého vitamínu. Dochází tak ke zdravotním potížím způsobeným nadměrným příjmem vitamínů. To se však děje pouze u vitamínů lipofilních, vitamíny hydrofilní jsou při nadměrném množství vyloučeny močí (Havlík, Marounek, 2013 a Pánek a kol., 2002).

### 3.2 Charakteristika vitamínu C

Abyar a Farrokhpour (2016), formulují vitamín C neboli askorbovou kyselinu (ascorbic acid – AA), jako kyselinu, která patří spolu s vitamíny B2, B12, B6 a B9 mezi vitamíny rozpustné ve vodě. Její sumární vzorec je  $C_6H_8O_6$  (Obrázek 1). Je to nejefektivnější živina lidského zdraví přijímána ovocem a zeleninou. Přítomen je v různých formách, například jako askorbová kyselina, dehydroaskorbová kyselina, askorbát vápenatý, askorbát hořečnatý, askorbylpalmitát, atd. Antioxidační vlastnosti vitamínu C chrání buňky a DNA před poškozením a mutací. Vitamín C chrání naše zdraví před kardiovaskulárními riziky, rakovinou, mrtvicí a podporuje naši imunitu.

Je obsažen ve velkém množství v rostlinných buňkách, kde hraje řadu rozhodujících rolí pro růst a metabolismus. Kyselina askorbová má, jako silný antioxidant, schopnost eliminovat několik různých forem kyslíku, působí jako kofaktor zachování aktivity řady enzymů (udržuje kovové ionty v redukovaném stavu) (Arrigoni a Tullio, 2002).

Kyselina L-askorbová se vyskytuje v podobě bezbarvých krystalů, které jsou v tucích nerozpustné. Naopak dokonale rozpustné jsou ve vodě (1 g na 3 ml vody), v alkoholu se rozpouští jen 1g na 50ml, v benzenu, chloroformu, etheru. Ve vodných roztocích se chová jako středně silná kyselina s disociačními konstantami  $pK_1 = 4,17$  a  $pK_2 = 11,57$ . Je opticky aktivní (Knobloch, 1956). Její relativní molekulová hmotnost je 176,13 g/mol a bod tání 192 °C. Dostupné z: <<http://chemicalland21.com>>



**Obrázek 2: Chemická struktura kyseliny askorbové**  
(Austria, Semenzato, & Bettero, 1997)

### 3.2.1 Stabilita askorbové kyseliny

Kyselina askorbová je velmi nestabilní, rychle oxiduje reakcí s oxidačními látkami, především ionty železa a mědi a v biologických systémech s různými enzymy (např. askorbáza, peroxidáza cytochromoxidázy) či se vzdušným kyslíkem. Kromě toho si organismus nevytváří její zásoby, polovina se vyloučí v průměru za 16 dní. Z tohoto důvodu je potřeba zajistit její konstantní přívod, především v období zvýšeného výskytu respiračních onemocnění, v rekonvalescenci, při zvýšené tělesné zátěži a psychickém stresu (Turek a kol., 2013).

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují stabilitu vitamínu C. Patří mezi ně světlo, teplota nebo přítomnost kovových iontů a kyslíku. Hlavní vliv na stabilitu askorbové a dehydroaskorbové kyseliny má teplota. Při jednom z mnoha pokusů, které byly provedeny při teplotách 60 až 80 °C, bylo zjištěno, že koncentrace askorbové kyseliny klesla z původní koncentrace o více než 20 % v průběhu jedné hodiny. Z toho vyplývá, že s kyselinou askorbovou je nutné pracovat velmi rychle a za pokojových teplot (Nováková a kol., 2008).

### 3.2.2 Význam vitamínu C ve výživě a metabolismu člověka

Vitamín C působí jako donor elektronů pro 11 enzymů (FAO & World Health Organization, 1998), které jsou zapojeny v metabolismu základních substrátů, karnitinu, kolagenu, katecholaminů, peptidových i steroidních hormonů. Podílí se na transformaci cholesterolu na žlučové kyseliny, biotransformaci cizích látek a resorpci železa, dále chrání organismus před poškozením volnými radikály a stimulací imunitního systému podporuje celkovou obranyschopnost organismu (Fajfrová, 2011). Společně s pektinem urychluje odbourávání cholesterolu na žlučové kyseliny (aktivuje 7- $\alpha$ -hydroxylázu), čímž se snižuje hladina cholesterolu a zároveň dochází ke snížení krevního tlaku (Turek a kol., 2013).

Mezi odborníky i veřejností se vedou spekulace o tom, zda zvýšený příjem vitamínu C v potravě dokáže oddálit či zmírnit stárnutí a prodloužit délku života. Skutečně bylo prokázáno, že podáváním zvýšeného množství antioxidantů prodlužuje délku života zvířat, i když výsledky nebyly vždy konzistentní. Tyto pokusy byly provedeny například u druhu *Drosophila*<sup>2</sup> (Pallauf a kol., 2013).

Ahmet Unlu a kol. (2016) tvrdí, že kyselina askorbová je v buňkách imunitního systému k dispozici ve vysokých koncentracích, v případě jakékoliv infekce jsou tyto koncentrace rychle spotřebované. Nedostatek vitamínu C vede k degeneraci dásní, slabosti a kurdějím. Někteří zastánci alternativní medicíny prohlašují, že vysoké dávky vitamínu C mohou být použity k léčbě rakoviny. Avšak přes slibné výsledky na zvířatech nebyly tyto výroky podpořeny při klinických studiích na lidech.

Vitamín C je známý tím, že napomáhá absorpci železa podporováním dvojmocného železa ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Železo v zoxidovaném stavu je lépe absorbováno, na rozdíl od trojmocného ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Ačkoli může být tento proces velmi důležitý u jedinců s nedostatkem železa, stále není jasné, zda nadměrná spotřeba vitamínu C zvyšuje riziko přetížení železem. Nicméně, předběžný výzkum ukazuje, že nemusíme mít obavy. Spotřeba 1 až 2 gramů AA denně by neměla mít vliv na zvýšení stavu železa, jako ferritin (tj. globulární vnitrobuněčný protein, který slouží jako hlavní zásobní forma železa) (Medeiros a Wildman, 2012).

### 3.3 Zdroje vitamínu C

Haytowitz (1995) uvádí, že největším zdrojem vitamínu C je ovoce a zelenina. Absolutně nejvyšší koncentraci kyseliny askorbové, zhruba 1790 mg AA/100 g ovoce (Visentainer a kol., 1997) obsahuje ovoce *Malpighia punicefolia*<sup>3</sup> ze Západoindických ostrovů. Velmi bohatý zdroj mají také citrusové plody, ale i jiné ovoce včetně melounu, třešně, kiwi, manga, papáji, jahod atd. Ze zeleniny to může být například zelí, brokolice, růžičková kapusta, paprika, hrášek, rajče, brambory. Zelenina hraje často větší roli než ovoce. Je to způsobeno především tím, že ze zeleniny se vitamíny uvolňují po delší dobu, než je tomu u ovoce. Dostupné z: <<https://hort.purdue.edu>>

---

<sup>2</sup> *Drosophila* = octomilka, rod malého dvoukřídlého hmyzu (Lindsley, Zimm, 1992)

<sup>3</sup> *Malpighia punicefolia* = barbadoská třešeň (Velíšek, 1999)

Vitamín C je velmi citlivý na světlo, vzduch a teplo. Z toho vyplývá, že nejvíce vitamínu C získáme, pokud budeme konzumovat ovoce a zeleninu syrovou popřípadě lehce vařenou. Dostupné z: <<http://umm.edu/>>

### 3.3.1 Obsah vitamínu C v ovoci a zelenině

Pokud se zaměříme na jednotlivé druhy ovoce/zeleniny, existují značné rozdíly v obsahu vitamínu C podle odrůdy, vyzrálosti, způsoby zpracování, délky a charakteru skladování. Údaje v tabulce č.1 je třeba chápat jen jako průměrné hodnoty ze značné šíře individuálních hodnot.

**Tabulka č. 1: Obsah askorbové kyseliny v ovoci a zelenině dle různých informačních zdrojů.**

Druh ovoce či zeleniny	Obsah vitamínu C mg/100 g (Lewin, 1976)	Obsah vitamínu C mg/100 g (Knobloch, 1996)
Ananas	24	-
Banán	12	10
Borůvka	16	-
Broskev	8	-
Citron	40	50
Černý rybíz	110	180
Červený rybíz	35	58
Grapefruit	40	40
Hruška	8	-
Jablko	8	12
Jahody (zahradní)	60	35
Malina	24	30
Mandarinka	40	40
Meruňka	8	9,5
Ostružina	24	-
Pomeranč	52	41
Rajče	25-35	30
Švestka	8	-
Brambory nové	24	35
Brambory staré	12	15
Paprika zelená	120	-
Květák	55	70
Hrách zelený	15-24	20
Křen	200	136
Zelí bílé	25-35	25



### 3.4 Doporučené dávkování vitamínu C

Dle Vyhlášky č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin je doporučená denní dávka vitamínu C 80 mg. Nejčastěji se však objevují doporučované hodnoty 50–70 mg (odborné časopisy, skripta atd.). Lze se setkat s doporučením až 100 i více mg vzhledem k antioxidačním účinkům, přestože 30 mg stačí k ochraně před avitaminózou. Nárazově se mohou přijímat i vysoké dávky (např. 200 mg, ale mohou dosahovat i řádů několika gramů).

Carr a Frei (1999) tvrdí, že nejvhodnější pro stanovení doporučených denních dávek vitamínu C je biochemická, klinická a epidemiologická kontrola (spotřební studie, ověření spotřeby jednotlivých potravin v závislosti na stravovacích návycích, ročním období atd.). Dle přezkoumání by se měla denní dávka pro dospělého člověka pohybovat v hodnotách 90-100 mg. Při podání 100 mg/den kyseliny askorbové stoupá její koncentrace v plazmě téměř lineárně až do hodnoty okolo 50  $\mu\text{mol/l}$ , čímž dochází k překročení ledvinového prahu a začne stoupat vylučování nemetabolizované kyseliny askorbové v moči. Pokud dospělý člověk přijme dávku vyšší než 200 mg, dojde k vylučování vitamínu C a suplementace pak nemá téměř žádný účinek.

Velkým propagátorem vitamínu C jako potravinového doplňku pro zlepšení zdraví a prevenci onemocnění byl Linus Pauling (1976), který tvrdil, že askorbová kyselina je lékem na vše, od nastydnutí až po rakovinu. Pravdou je, že vitamín C zastává v lidském zdraví podstatnou roli.

Pauling doporučoval velmi vysoké dávky vitamínu C (10 g/den podávat intravenózně po dobu 10 dnů a následovně alespoň 10 g/den perorálně po neomezenou dobu), což mělo zvýšit délku a zlepšit kvalitu života pacientů s konečným stádiem rakoviny. Tyto dávky si dle jeho tvrzení běžně syntetizují některá zvířata např. kozy, ovce, což jsou zvířata s přibližně stejnou váhou, jako má člověk (Cameron a Pauling, 1976 a Šebela, 2015). Toto doporučení však není odborníky z řad lékařů doporučované z důvodu vylučování jejího přebytku a také pro možnost negativních zdravotních účinků.

### **3.4.1 Dospělí**

K dostatečnému množství vitamínu C u dospělého muže je potřeba přibližně 20 mg/kg nebo 1500 mg. Příznaky kurdějí se objeví, pokud množství vitamínu C klesne pod 300–400 mg. Naopak k vymizení příznaků je potřeba, aby tělo obsahovalo minimálně 1000 mg (Barker a kol., 1969 a Kallner a kol., 1979).

### **3.4.2 Těhotné a kojící ženy**

Během těhotenství je mírně zvýšená potřeba vitamínu C, zejména během posledního trimestru. Dostatečná koncentrace vitamínu C pro zabránění příznaků kurdějí ve věku 4-17 měsíců je 8 mg/den (Irwin a Hutchins, 1976).

Z tohoto důvodu by měla být zvýšena dávka vitamínu C po celou dobu těhotenství o 10 mg/den, ta se kumuluje ve formě rezerv, které rostoucí plod využije v období posledního trimestru.

Během kojení se přibližně 20 mg vitamínu C denně vylučuje v mateřském mléce. Dá se tedy předpokládat, že kojící žena potřebuje 25 mg vitamínu C denně navíc. Proto je doporučená denní dávka pro kojící ženy 70 mg/den, aby splňovala potřeby obou, matky a dítěte během laktace (FAO & World Health Organization, 1998).

### **3.4.3 Děti**

Jak bylo již uvedeno výše, 8 mg/den vitamínu C je dostatečné množství, které zabrání projevu kurdějí u dětí (Irwin a Hutchins, 1976). Průměrná koncentrace vitamínu C ve zralém mateřském mléce je odhadována na 40 mg/l (Brown, Dewey, & Allen, 1998), ale množství vitamínu C v mateřském mléce se podle všeho odráží od jeho přísunu v potravě a nikoliv od potřeb kojence (Van Zoeren-Grobbe, 1987).

Doporučená denní dávka pro kojence ve věku 0–6 měsíců je tedy nastavena poněkud libovolně, 25 mg/den, poté se její množství zvyšuje, jak děti stárnou.

### **3.4.4 Senioři**

Starší lidé mají často nízké hodnoty askorbantu. Z důvodu zhoršené pohyblivosti nebo špatnému chrupu přijímají menší množství potravy, než mladší generace.

Senioři mají mimo jiné větší pravděpodobnost vzniku subklinických onemocnění, které mohou ovlivnit plazmatické koncentrace askorbátu. Potřeby vitamínu C u starších lidí se však

nijak podstatně neliší od mladších. Doporučená denní dávka je stejná jako u dospělých, 45 mg/den (WHO, 2004 a Kritchevsky a kol., 1989).

### 3.4.5 Kuřáci

Kallner a kol. (1981) uvádí, že obrat vitamínu C u kuřáků byl o 50 % vyšší než u nekuřáků. Nicméně v dostupné literatuře není spolehlivě vědecky potvrzeno, že by zvýšená doporučená denní dávka vitamínu C nějak ovlivnila jejich zdraví.

### 3.4.6 Doporučená denní dávka vitamínu C

V tabulce č.2 je možno vidět shrnutí diskutovaných denních dávek vitamínu C pro různé věkové skupiny.

Tabulka č. 2: Shrnutí denních dávek vitamínu C.

Skupina	Doporučená denní dávka (mg/den)
<b>děti a novorozenci</b>	-
0-6 měsíců	25
7-12 měsíců	30
1-3 roky	30
4-6 let	30
7-9 let	35
<b>dospívající</b>	-
10-18 let	40
<b>dospělí</b>	-
19-65 let	45
65+ let	45
<b>těhotné ženy</b>	55
<b>kojící ženy</b>	70

(WHO, 2004)

### 3.4.7 Zvýšené dávky a jejich toxicita

Otrava vysokými dávkami vitamínu C není známa, jedinou známou kontraindikací je přecitlivělost na kyselinu askorbovou. Dle Encyklopedie klinické toxikologie, vydané v USA roku 2002 se nežádoucí efekt zvýšených dávek vitamínu C popisuje takto: „Dávka 1000 mg denně způsobuje bolesti hlavy, slabost, nespavost, podráždění sliznice a žaludku, acidifikuje moč. Množství 4–12 g denně způsobuje precipitaci urátů, oxalátů a cystinu v močových cestách a tvorbu močových kamenů. Mimo jiné vysoké dávky AA zvyšují cholesterol, snižují sérový bilirubín a mohou maskovat poškození jater. Dále mohou způsobit glykosurii a alergické projevy. Užívání vysokých dávek vitamínu C během těhotenství může vést u novorozenců

k tzv. "Rebound Scurvy". V Petrohradě potratilo 16 z 20 žen, které braly 6 g kyseliny askorbové denně více než 3 dny.“

Podle australských vědců může kombinace kyseliny askorbové (hlavně dávky nad 4 g denně) a kadmia (obsažený v cigaretovém kouři, barvivech a plastech) vést ke kancerogenezi. Tento výrok ještě podpořili vyjádřením, že „Vitamín C "zabíjí" kuřáky!“ Protože se kadmium vylučuje z organismu velmi pomalu a může v něm přetrvávat až desítky let, riziko kancerogeneze nevymizí a hrozí dlouhodobě (Buchanec a kol., 2005).

### **3.5 Nedostatek AA**

Jiří Štefánek (2016) tvrdí, že příčinou nedostatku AA je především jeho nízký příjem v potravě. Může za to nezdravé a nepravidelné stravování, nejčastěji proto trpí nedostatkem vitamínu C bezdomovci a alkoholicí.

V minulosti trpěli nedostatečným příjmem vitamínu C především námořníci, a to vzhledem ke složení jejich stravy (např. naložené maso, sušené ovoce, voda, rum). To zapříčinilo projevy nemoci zvané kurděje. K prevenci a léčbě kurdějí pak námořníci začali využívat konzumaci kysaného zelí či klíčících výhonků obilovin.

Definitivní dávka minimální koncentrace vitamínu C v plazmě, při níž se vyvíjí kurděje, není známa. Podle studií Padayatty a Levine (2016) je v těle zdravého člověka uloženo zhruba 1500 mg kyseliny askorbové. Kurděje se s nejvyšší pravděpodobností vyskytují, pokud hodnota AA klesne pod 300 mg (Hodges a kol., 1971), při koncentraci vitamínu C v plazmě <10  $\mu\text{M}$ .

### **3.6 Přebytek AA**

Někteří zastánci alternativní medicíny tvrdí, že vysoké dávky vitamínu C mohou být užívány k léčbě rakoviny. Přestože existují slibné výsledky laboratorních studií na zvířatech, neexistují studie na lidech, které by tyto výroky potvrdily. V jiných studiích byl vitamín C kombinován s dalšími léčebnými režimy, ale nikdy nebyl prokázán specifický přínos vysokých dávek vitamínu C (Unlu a kol., 2015).

Nadbytek vitamínu C se vyloučí močí, problém však nastává při dlouhodobém užívání. Tabletami s vysokým obsahem vitamínu C je zatěžována žaludeční sliznice, tlusté střevo a především ledviny. Verrax a Calderon (2008) uvádí, že vitamín C okyseluje moč, což může vést ke vzniku ledvinových kamenů.

Studie publikovaná v roce 2000, udává horní tolerovatelnou hranici vitamínu C 2 g. Hodnoty, které přesahují tuto hranici, způsobují diarrhoeu (projímavé účinky). Průjem patří mezi nejčastější vedlejší účinky předávkování vitamínem C (Unlu a kol., 2015).

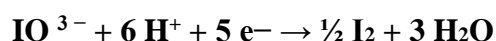
### 3.7 Přehled metod stanovení vitamínu C

Výběr vhodné analytické metody je rozhodující pro získání co nejpřesnějších výsledků. V literatuře bylo popsáno mnoho analytických metod ke stanovení obsahu askorbové kyseliny v potravinách a biologických materiálech, mezi nimi **titrační metoda** (Suntornsuk a kol., 2002), **vysokoučinná kapalinová chromatografie (HPLC)** (Mazurek a Jamroz 2015), **voltametrie** (Baghizadeh a kol., 2015), **průtoková injekční analýza (FIA)** (Asgher a kol., 2014), **chemiluminescence** (Chaichi a Alijanpour; 2013), **spektrometrie** (Sun a kol., 2012) a **ampometrie** (Thangamuthu a kol., 2007). Ampometrie, voltametrie a elektrochemické metody patří mezi nejatraktivnější techniky v potravinovém a farmaceutickém průmyslu, a to především kvůli nízkým nákladům, vysoké citlivosti a účinnosti (Bakker, 2004).

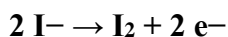
#### 3.7.1 Jodometrie

Jodometrie je titrace odměrným roztokem jodu, založená na redukci jodu na jodid v neutrálním prostředí a na oxidaci jodidu na jod v kyselém prostředí. Indikátorem je škrobový maz, který se barví roztokem jodu modře. Stanovení přesné koncentrace jodu se provádí odměrným roztokem thiosíranu sodného známé koncentrace.

Když se přidají jodičnanové ionty ( $\text{IO}_3^-$ ) do kyselého roztoku obsahující jodidové ionty ( $\text{I}^-$ ), probíhá oxidačně-redukční reakce, jodičnanové ionty se redukují na jod,



zatímco jodidové ionty oxidují za vzniku jodu.

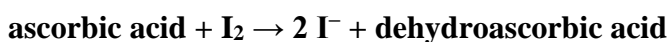


Reakce mezi jodičnanem a jodidem:



Touto reakcí je vytvořen jod, který oxiduje askorbovou kyselinu na dehydroaskorbovou.

Poté, co se jod v průběhu titrace přidá ke kyselině askorbové, dojde k její oxidaci na kyselinu dehydroaskorbovou a zároveň jod redukuje jodidové ionty.



V průběhu této reakce se jod mění na jodid tak dlouho, dokud je přítomna kyselina askorbová. Jakmile je všechna kyselina askorbová oxidována, nadbytek jodu reaguje se škrobovým indikátorem, tvořící modro-černý komplex jodidu. Toto je koncový bod titrace. Tato metoda je velmi vhodná pro stanovení vitamínu C v tabletách, čerstvé ovocné či zeleninové šťávě nebo přímo v ovoci a zelenině (Canterbury a Rassam, 2005).

### 3.7.2 Chromatografie

Chromatografie je separační metoda, tedy metoda, při které se oddělují (separují) složky obsažené ve vzorku. Svým určením je to především metoda kvalitativní a kvantitativní analýzy vzorku.

V chromatografii se vzorek vnáší mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze. Stacionární fáze je nepohyblivá, mobilní fáze je pohyblivá. Nejprve je vzorek umístěn na začátek stacionární fáze. Pohybem mobilní fáze přes stacionární fázi je vzorek touto soustavou unášen. Složky vzorku mohou být stacionární fází zachycovány, a proto se při pohybu zdržují. Více se zdrží složky, které jsou stacionární fází poutány silněji. Tím se postupně složky od sebe separují a nakonec stacionární fáze se dostávají dříve složky méně zadržované (Klouda, 2003).

HPLC (High Performance Liquid Chromatography) metoda neboli vysokoúčinná kapalinová chromatografie patří mezi nejčastěji používané separační metody pro stanovení vitamínu C. V kapalinové chromatografii je mobilní fází kapalina. Při této metodě se látky rozdělují mezi dvě nesmísitelné fáze, nepohyblivou (stacionární) a pohyblivou (mobilní), což probíhá na základě fyzikálně chemických interakcí, jako je iontová výměna, adsorpce, rozpouštění apod. K účinné separaci je potřeba použít dostatečně malých zrníček sorbentu, která kladou kapalině značný odpor. Proto je nutno pracovat při vysokém tlaku (Nováková a kol., 2008).

### 3.7.3 Voltametrie

Další metodou pro stanovení obsahu AA může být voltametrie (=voltamperometrie), jež patří mezi elektrochemické metody. Je založena na měření křivek závislosti proudu na potenciálu pracovní elektrody při elektrolýze analyzovaného roztoku. Při měření se potenciál pracovní elektrody mění s časem podle určité funkce (při stejnosměrné voltametrii nebo polarografii jde o lineární změnu potenciálu s časem). Polarografie je voltametrická metoda, při které jako pracovní elektroda používá rtuťová elektroda s obnovovaným povrchem (Baghizadeh a kol., 2015).

### **3.7.4 Průtoková injekční analýza (FIA)**

Průtoková injekční analýza neboli FIA (Flow Injection Analysis) je chemická analýza, která se provádí vstříkáním vzorku do tekoucího proudu nosné tekutiny. Princip je podobný jako u průtokové segmentované analýzy (SFA), ale v tomto případě se nevstříkuje žádný vzduch nebo činidla do proudu vzorků (Huang a kol., 1995 a Sasaki a kol., 2014).

## **3.8 Přírodní versus syntetický vitamín C**

V současné době je značný zájem o suplementace vitamínu C. Ve srovnání s doporučeným denním příjmem v potravě jsou tyto dávky poměrně velké. Tento zájem vzrostl především po zveřejnění výzkumu Linuse Paulinga na účinnost askorbové kyseliny při léčení nachlazení (Pauling, 1970) a léčbě rakoviny (Cameron, Pauling, 1979).

Vinson a Bose (1983) tvrdí, že přestože jsou přírodní a syntetické askorbové kyseliny chemicky identické, citrusové plody a další možné zdroje vitamínu C obsahují další sloučeniny, včetně bioflavonoidů, které by mohly mít vliv na biologickou dostupnost kyseliny askorbové.

Byla provedena studie na morčatech, kterým se orálně podávaly stejné dávky přírodní a syntetické askorbové kyseliny. Touto studií bylo zjištěno, že přírodní produkty vitamínu C, obsahující bioflavonoidy, byly snadněji absorbovány morčaty (Vinson a Bose, 1983).

Pokud se člověk pro užívání tablet rozhodne, měly by to být tablety, které obsahují extrakt z šípku nebo ze severské višně (acerola). Některé tablety nejsou vhodné, protože nejsou vyráběny z přírodních surovin, ale chemickou syntézou. V chemických sloučeninách chybí polyfenoly. Nejvhodnější je ovšem zcela přirozená konzumace, například rakytníkové šťávy, dostatek čerstvého ovoce a zeleniny.

## **3.9 Doplnky stravy**

Doplňkem stravy je potravina, jejímž úkolem je doplňovat běžnou stravu. Potravní doplňky se nabízejí v různých formách, např. tablety nebo kapsle, mohou mít tekutou či pevnou podobu a přítomna může být široká škála živin. Jedná se především o vitamíny, minerální látky, esenciální mastné kyseliny, vlákninu, širokou škálu různých rostlinných a bylinných výtažků. Pro výrobu doplňků stravy lze však používat pouze vitamíny a minerální látky v takových formách, které jsou následně schváleny Evropským úřadem pro bezpečnost potravin EFSA (Michalová, 2007).

Z řad průzkumů zdraví Američanů vyplývá, že doplňky stravy užívá 50–60 % dospělých. Od roku 1994 dodnes se každý rok zvýší poptávka o 10 a více procent (Talbot, 2003).

Bailey a kol. (2013) uvádí, že jedna třetina dětí (cca 31 %) v USA užívá doplňky stravy, nejčastěji však pouze jeden produkt. Důvodů konzumace potravních doplňků je mnoho: zlepšení zdravotního stavu (41 %), zachování zdraví (37 %), doplnění běžné stravy (23 %), jako prevence před zdravotními komplikacemi (20 %) nebo posílení imunity (14 %). Jen velmi malé procento dětí (15 %) užívá doplňky stravy na základě doporučení lékaře či jiného odborníka. Většina dětí, které používají doplňky stravy, konzumují multivitaminové a minerální produkty.

### **3.9.1 Legislativní předpisy**

Doplňky stravy upravuje zákon č. 225/2008 Sb., který stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin potravními doplňky.

Doplňek stravy je definován v § 2 písm. g.) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o potravinách“), jako: „potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitamínů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samostatně nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích.“  
Dostupné z: <<http://www.mvcr.cz> >

Označování doplňků stravy, jejich obchodní úprava a reklama nesmějí obsahovat žádné tvrzení, které by výslovně uvádělo nebo naznačovalo, že vyvážená a pestrá strava obecně nemůže poskytovat dostatečná množství živin. Označování, prezentace a reklama nesmějí doplňkům stravy připisovat schopnost prevence nebo léčby nebo vyléčení lidských onemocnění nebo odkazovat na tyto vlastnosti (Michalová, 2007).

### **3.9.2 Rozdíl mezi doplňky stravy a léčivými přípravky**

Léky i doplňky stravy jsou nejdostupnější v lékárnách. Oba produkty vyrábějí farmaceutické firmy (Michalová, 2007).

Léčivý přípravek je charakterizován, v Zákonu č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů. § 2, odst. 1, písm. a), jako „látka nebo kombinace látek prezentovaná s tím, že má léčebné nebo preventivní vlastnosti v případě onemocnění lidí nebo zvířat“.



Ve vyspělých zemích je výdej většiny léků obvykle vydáván na lékařský předpis. Přesto určitou kategorii látek, takzvané volně prodejné přípravky tj. OTC (Over-the-Counter), mohou na základě § 39-40 zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů pacienti koupit i bez předpisu.

Potravní doplňky jsou potraviny, které se liší od potravin pro běžnou spotřebu, vysokým obsahem vitamínů, minerálních látek nebo jiných látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem. Byly vyrobeny s cílem doplnit běžnou stravu spotřebitele za účelem příznivě ovlivnit jeho zdravotní stav. Množství doplňků stravy na českém trhu v současné době stále roste. Liší se svým složením, vzhledem a způsobem podání informací uváděných na obalu. Přestože nejsou potravní doplňky vyráběny k prevenci či léčbě onemocnění, mnohdy deklarují zlepšení zdravotního stavu, popř. prevenci různých onemocnění. Běžný spotřebitel není často schopen rozeznat kategorii nabízeného výrobku a posoudit důvěryhodnost informací uváděných výrobcem.

Léky a léčivé přípravky posuzuje a povoluje Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL), doplňky stravy jsou považovány za potraviny, schvaluje je Ministerstvo zdravotnictví ČR (MZ ČR). Posuzuje především jejich zdravotní nezávadnost, tzn. jejich dlouhodobé užívání by nemělo vést k poškození zdraví. (Michalová, 2007)

Účinnost doplňků stravy není posuzována, z toho vyplývá, že účinky deklarované výrobcem nejsou nikým ověřovány. Pokud nejsou stanovené účinky výrobku v rozporu s právními předpisy pro označování potravin a doplňků stravy, je umožněno jejich uvádění na obalech a v ostatních materiálech bez ohledu na jejich skutečnost. Dostupné z: <<http://www.sukl.cz/leciva>>

Dalším rozdílem je, že doplněk stravy nemá registrační číslo. Registrační číslo slouží k identifikaci léků a je přiděleno každému léku, který prošel procesem schvalování, tzv. registrací. Doplňky stravy jsou volně prodejné a nežádoucí účinky nejsou uvedeny, zdravotní nezávadnost je sice garantována, avšak nikdo to již nekontroluje. Pro jeho uvedení na trh stačí pouhé zaslání textu etikety. Oproti tomu léčiva podléhají složitějšímu schvalovacímu řízení, nežádoucí účinky musí být uvedeny a prodávají se pouze v lékárnách. Jejich hlavní rozdíl je ve výrobním procesu.

### 3.9.3 Notifikační povinnost

„Provozovatel potravinářského podniku, který vyrábí nebo uvádí na trh doplňky stravy, je povinen před jejich prvním uvedením na trh zaslat Ministerstvu zemědělství český text označení, včetně povinných informací, který bude uveden na obale výrobku.“  
Dostupné z: <<http://eagri.cz> >

Tato povinnost je v souladu s ustanovením § 3d odst. 1 písm. b) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Jak je již uvedeno výše, doplňky stravy v ČR schvaluje Ministerstvo zdravotnictví ČR. Účinnost těchto přípravků deklarovaná výrobcem není posuzována, Ministerstvo zdravotnictví ČR se zaměřuje pouze na jejich zdravotní nezávadnost.

Dostupné z: <<http://www.mzcr.cz>>

### 3.9.4 Označování doplňků stravy

Na potravní doplňky se vztahují všechny požadavky na značení jako na běžné potraviny. Každý volně prodejný doplněk stravy musí být označen:

- v názvu potraviny slovo „doplněk stravy“
- název vitamínů, minerálních látek nebo dalších látek charakterizujících výrobek
- číselný údaj o množství vitamínů, minerálních látek nebo dalších látek vztažený na doporučenou denní dávku
- údaje o obsahu vitamínů a minerálních látek i v procentech, přičemž tento údaj lze uvést i v grafické podobě
- doporučené denní dávkování a popřípadě další podmínky použití
- varování před překročením doporučeného denního dávkování
- upozornění, aby byly výrobky uloženy mimo dosah dětí
- upozornění, že doplňky stravy nejsou náhradou pestré stravy
- upozornění „Nevhodné pro těhotné ženy“ u doplňků stravy obsahujících více než 800 µg (RE) vitamínu A v denní dávce

## **3.10 Benefitya negativa užívání doplňků stravy**

### **3.10.1 Benefity**

Doplňky stravy podporují optimální zdraví. Vzhledem k tomu, že může být pro některé lidi obtížné potravou získat správné množství všech důležitých vitamínů a minerálů, mohou potravní doplňky zaplnit tyto nedostatky. To funguje jako preventivní opatření pro udržení zdraví.

Pokud se někdo stravuje tzv. za pochodu nebo mu pracovní režim či jiné důvody nedovolují konzumovat dobře vyvážené jídlo každý den, mohou doplňky stravy doplnit základní vitamíny a minerály, které jejich tělo potřebuje.

Co se týče veganů či vegetariánů, jsou doplňky stravy doporučeny. Vzhledem k tomu, že je omezena konzumace produktů živočišného původu, je důležité doplňovat vitamín B12 a jiné. Dostupné z: < <http://positivemed.com>>

### **3.10.2 Negativa**

Přestože doplňky stravy mohou být velmi užitečné, mají určitá negativa, o kterých by měl vědět běžný spotřebitel. Nejdůležitější věc, kterou je třeba mít na paměti je, že potravní doplňky nenahrazují jídlo. Existuje mnoho druhů vitamínů a minerálních látek, které doplňky stravy nemohou poskytnout (Carocho a kol., 2014).

Jednou z hlavních nevýhod vitamínových a minerálních doplňků je jejich cena. Naplánování a příprava zdravého, výživného jídla je obvykle méně nákladná než nakupování doplňků stravy.

Potravní doplňky mohou způsobit nežádoucí účinky. Například konzumace nadměrného množství vitamínu A v podobě doplňků může způsobit poškození jater, snížit pevnost kostí či způsobit bolest hlavy a vrozené vady. Velké dávky některých vitamínů a minerálů způsobují nevolnost, zvracení, poškození nervů, úbytek na váze, svalovou slabost a další onemocnění. Předávkovat se vitamíny a minerálními látkami konzumací běžných potravin však není možné.

Kombinací některých vitamínů a minerálů se mohou navzájem prolínat s absorpcí. Doplňky stravy reagují s léky na předpis, což může ztížit zdravotní stav. Toto je velmi rizikový faktor, vzhledem k tomu, že se lékaři neptají svých pacientů na užívané doplňky stravy. Dostupné z: < <http://healthywellbeing.info>>

Geller a kol. (2015) provedli vědeckou studii, která odhalila skutečné důsledky užívání doplňků stravy. Doplňky stravy mohou mít, podobně jako běžné léky, vedlejší účinky, a to včetně těch závažných. Lidé, kteří užívají doplňky stravy, o nich často netuší. Bylo zjištěno, že zdánlivě neškodné výživové doplňky přivedou na pohotovost nebo urgentní příjem 23 000 Američanů ročně. Nejčastějšími problémy jsou kardiovaskulární potíže způsobeny doplňky stravy na hubnutí či energetické produkty. Dále bolest na hrudi, dušení a další zdravotní komplikace. V přímé souvislosti s užíváním doplňků stravy je pak hospitalizováno zhruba 2 000 osob ročně. Avšak celkový počet lidí, u kterých dochází k vedlejším účinkům, bude pravděpodobně vyšší, protože studie nezahrnují případy, kdy se lidé obrátili na svého praktického lékaře či jiného specialistu.

**Tabulka č. 3: Národní odhady návštěv pohotovosti kvůli nežádoucím účinkům doplňků stravy z roku 2003-2013.**

Kategorie produktů	Nežádoucí účinky pohotovost či urgentní příjem (%)
<b>Bylinné či nutriční produkty</b>	65,9
Hubnutí	25,5
Energie	10
Zlepšení sexuální výkonnosti	3,4
Srdce a krevní tlak	3,1
Spánek, útlum	2,9
Projímadlo	2,5
Kulturistika	2,2
Imunita nebo infekce	2,2
Bolest a úleva	1,7
Detoxikační a čistící	1,4
Pleť a vlasy	1
Mikrobiální doplňky	0,8
jiné	4,8
<b>Mikroprvky</b>	31,8
Multivitamin nebo vitamin	16,8
Železo	4,7
Vápník	3,4
Draslík	2
jiné	4,9

(Geller a kol.; 2015)

### 3.11 Antioxidanty jako doplňky stravy

Antioxidační potravinové doplňky jsou prodávány jako izolované látky nebo jako směsi, z přírodního či syntetického původu. Jsou distribuovány v různých formách, jako tablety, pilulky, kapsle, prášky a nápoje. Antioxidační přípravky obsahují nepřeberné množství složek, např. antioxidační vitamíny (tokoferoly, kyselina askorbová), bioaktivní látky rostlinného původu (polyfenoly a karotenoidy), rostlinné výtažky a řasy, ovocné a zeleninové koncentráty, enzymy, minerální látky (selen, zinek, mangan), polysacharidy, atd. (Ivone a kol., 2011).

### 3.12 Vitamin C jako doplněk stravy

Vitamin C je jeden z nejlevnějších dostupných potravních doplňků a patří mezi nejužívanější jednosložkový doplněk stravy. Běžně se přidává do multivitaminových směsí, v různorodých dávkách, od 30 mg do více než 1000 mg. V jednosložkových směsích se běžná dávka pohybuje v rozmezí 100–500mg na 1 tabletu. Tělo však dokáže absorbovat a udržet přibližně 200 mg vitamínu C najednou, zbytek je vyloučen močí. To znamená, že

nejefektivnější je dávkování rozdělené v průběhu dne (Talbot, 2003). V doplňcích stravy se vitamín C vyskytuje ve formě kyseliny L-askorbové a její sodné, vápenaté a draselné soli a L-askorbyl-6-palmitátu (Michalová, 2007).

Mendeiros a Wildman (2012) tvrdí, že vitamín C je jeden z nejpoužívanějších doplňků stravy. Je profylaktický nebo může léčit běžné nachlazení, stejně tak i rakovinu.

## **4 Experimentální část**

### **4.1 Potravní doplňky s vitamínem C - analyzované vzorky**

Bakalářská práce analyzuje 4 druhy vzorků potravních doplňků s vitamínem C vybrané na základě hojnosti užívání – Celaskon, dále Vitamín C, multivitaminový přípravek Spektrum a Vitamín C s šípky.

#### **Vzorek č. 1: Celaskon – výrobce Zentiva**

Tablety Celaskon mají deklarovaný obsah vitamínu C 250 mg v jedné tabletě. Prodávají se v různém množství: 100 mg 30 tablet a 250 mg 100 tablet. Pro potřeby práce bylo využito balení obsahující 30 tablet.

Popis přípravku: Mramorované oranžovo-bílé tablety

Datum expirace: 09/2018

Č. šarže: 2511016

Druh obalu: Transparentní lahvička z hnědého skla s bílým šroubovacím uzávěrem opatřeným desikantem a pojistným proužkem, krabička

Velikost balení: 30 tablet

#### **Vzorek č. 2: Vitamín C – výrobce Dr.Max**

Tablety Vitamín C mají, stejně jako Celaskon, deklarovaný obsah vitamínu C 250 mg v jedné tabletě. Menší balení obsahuje 30 tablet, větší pak 100 tablet.

Popis přípravku: Bílé tablety

Datum expirace: 05/2019

Č. šarže: L1606012

Druh obalu: Blistr, krabička

Velikost balení: 30 tablet

#### **Vzorek č. 3: Spektrum – výrobce Imunactiv**

Jedná se o kompletní multivitaminový a multiminerální přípravek. Udávaný obsah vitamínu C je 80 mg v 1 tabletě. Dalšími obsaženými látkami jsou: Beta glukan, Bioflavonoidy (komplex), Zinek, Vitamín A, Vitamín B1, Vitamín B2, Vitamín B3, Vitamín B5, Vitamín B6,

Vitamín B12, Vitamín D, Vitamín E, Vitamín K, Biotin, Kyselina listová, Chaluha bublinatá extrakt (obsahuje 0,1% jódu), Hořčík, Mangan, Měď, Selen, Vápník a Železo.

Popis přípravku: Světlé oranžovo-růžové tablety

Datum expirace: 06/2018

Č. šarže: L D5F1776

Druh obalu: Plastová lahvička, krabička

Velikost balení: 30 tablet

### **Vitamín C s šípky – výrobce MedPharma**

Tablety vitamínu C s šípky, které zvyšují účinek vitamínu C a zajišťují jeho maximální využití. Deklarovaný obsah v tabletě je 500 mg vitamínu C a 10 mg šípků.

Datum expirace: 12/2015

Č. šarže: 8594045470338

Druh obalu: Plastová lahvička

Velikost balení: 107 tablet

## **4.2 Metoda**

### **4.2.1 Princip**

Ke zjištění množství vitamínu C přítomného ve vybraných vzorcích doplňků stravy byla zvolena metoda jodometrické titrace.

### **4.2.2 Použité chemikálie**

Roztok thiosíranu sodného 0,025M, roztok jódu 0,0125M, kyselina sírová koncentrace 2,0 mol/l, škrobový maz, destilovaná voda, kyselina L-askorbová ( $C_6H_8O_6$ ) v čistotě p.a.

### **4.2.3 Přístroje a pomůcky**

Laboratorní pomůcky: analytické váhy, byreta (25 ml), stojan, držák na byretu, titrační baňka, nálevka, pipeta (5, 10 a 20 ml), pipetovací balónek, kádinka, skleněná tyčinka, odměrná baňka se zátkou (100 ml), třecí miska, tlouček

Další pomůcky: gáza, vata, vzorky (tableta Celaskonu, Vitamínu C - Dr. Max, Spektrum, Vitamín C se šípkem)



## 4.2.4 Postup

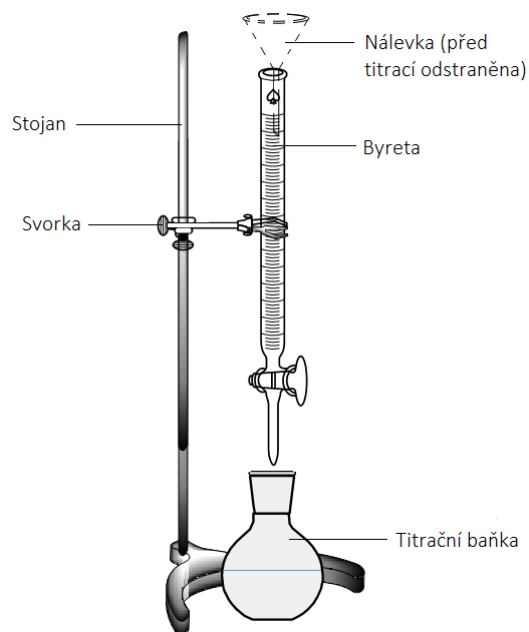
### 4.2.4.1 Standardy

Pro přesnost stanovení byla provedena kontrolní titrace se standardem kyseliny askorbové o známé koncentraci. Do titrační baňky o objemu 100 ml bylo naváženo 3x – 10 mg, 50 mg a 100 mg kyseliny askorbové. Tyto vzorky byly doplněny po rysku destilovanou vodou. Roztok byl poté homogenizován pomocí skleněné tyčinky. Byreta byla upevněna na stojan a dolita za pomoci nálevky odměrným roztokem thiosíranu sodného. Před každou titrací byl roztok doplněn na nulu. Do titrační baňky bylo odpipetováno 10 ml vzorku a 20 ml roztoku jódu. Celý roztok byl dále okyselen 5 ml 2M kyseliny sírové. Stěny baňky byly opláchnuty destilovanou vodou a zároveň byl vzorek mírně naředěn. Roztok v titrační baňce byl titrován thiosíranem sodným do žlutého zbarvení. Následovně byly přidány 3 ml škrobového mazu. Škrobový maz způsobil v přítomnosti jódu modré zbarvení. Poté byla důležitá velmi pomalá a důkladná titrace, bod ekvivalence nastal při úplném odbarvení vzorku. Množství spotřebovaného thiosíranu sodného bylo zaznamenáno do tabulky níže. Všechna měření byla provedena ve třech opakováních.

### 4.2.4.2 Vzorky potravních doplňků

Byla zvážena jedna tableta vybraného vzorku, navážka byla poznamenána do tabulky níže. Následně byla tableta rozdrčena v třecí misce a vložena do kádinky. Do kádinky bylo přidáno malé množství destilované vody a pomocí skleněné tyčinky se vzorek rozpustil. Roztok byl poté přefiltrován přes smotek vaty do 100 ml odměrné baňky a doplněn destilovanou vodou po rysku.

Byreta byla upevněna na stojan a naplněna za pomoci nálevky odměrným roztokem thiosíranu sodného. Před každou titrací byl roztok doplněn po horní rysku byrety.



**Obrázek č.2: Schéma titrační aparatury**

Do titrační baňky bylo odpipetováno 10 ml vzorku a 20 ml roztoku jódu. Celý roztok byl dále okyselen 5 ml 2M kyseliny sírové (Obr. 3. a). Roztok v titrační baňce byl titrován thiosíranem sodným do žlutého zbarvení (Obr. 3. b). Následovně byly přidány 3 ml škrobového mazu. Škrobový maz způsobil v přítomnosti jódu modré zbarvení (Obr. 3. c). Poté byla důležitá velmi pomalá a důkladná titrace, bod ekvivalence nastal při úplném odbarvení vzorku (Obr. 3. d). Množství spotřebovaného thiosíranu sodného bylo zaznamenáno do tabulky. Všechna měření byla provedena v pěti opakováních.



**Obrázek č.3: Barevné změny při analýze rozpuštěné tablety**

- (a) Tableta s roztokem jódu
- (b) Titrace do žlutého zbarvení
- (c) Roztok po přidání škrobu
- (d) Bod ekvivalence

Tabulka č. 4: Hodnoty potřebné pro výpočet obsahu vitamínu C v tabletě.

Morální hmotnost kyseliny askorbové M (AA)	176,13	g/mol
Koncentrace standardizovaného roztoku thiosíranu	0,025	mol/l
Koncentrace standardizovaného roztoku jódu $c(I_2)$	0,0122	mol/l

**Faktor ředění:**

F= celkový objem roztoku/ objem pipetovaný při titraci

**Spotřeba jódu při reakci 2:**

S= koncentrace standardizovaného roztoku thiosíranu sodného x průměrná spotřeba thiosíranu sodného/ 2x koncentrace standardizovaného roztoku jódu

**Spotřeba jódu při reakci:**

S= napipetovaný objem roztoku jódu (20 ml) - spotřeba jódu při reakci 2

**Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku:**

n= koncentrace standardizovaného roztoku jódu x spotřeba jódu při reakci x  $10^{-3}$

**Hmotnost vitamínu C v tabletě:**

m= faktor ředění x látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku: x morální hmotnost kyseliny askorbové

Tabulka č.5: Celaskon

Hmotnost tablety	0,342	g
Faktor ředění	100/10=10	
Spotřeba thiosíranu sodného V ( $Na_2S_2O_3$ )	<b>1. titrace</b> 9,3 ml <b>2. titrace</b> 8,7 ml <b>3. titrace</b> 9 ml <b>4. titrace</b> 9,1 ml <b>5. titrace</b> 8,9 ml <b>průměr</b> 9 ml	
Spotřeba jódu při reakci 2	9,22	ml
Spotřeba jódu při reakci	10,8	ml
Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku	$1,32 \times 10^{-4}$	g
Hmotnost vitamínu C v tabletě	0,232	g

Tabulka č. 6: Vitamín C – Dr. Max

Hmotnost tablety	0,348	g
Faktor ředění	100/10=10	
Spotřeba thiosíranu sodného V ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )	1. titrace 9,8	ml
	2. titrace 9	ml
	3. titrace 9,2	ml
	4. titrace 9,4	ml
	5. titrace 9,2	ml
	průměr 9,3	ml
	9,53	ml
Spotřeba jódu při reakci 2		
Spotřeba jódu při reakci 1	10,47	ml
Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku	$12,77 \times 10^{-4}$	g
Hmotnost vitamínu C v tabletě m	0,225	g

Tabulka č. 7: Spektrum

Hmotnost tablety	1,42	g
Faktor ředění	100/10= 10	
Spotřeba thiosíranu sodného V ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )	1. titrace 5,4	ml
	2. titrace 5,5	ml
	3. titrace 5,6	ml
	4. titrace 5,2	ml
	5. titrace 5,8	ml
	průměr 5,5	ml
	15, 88	ml
Spotřeba jódu při reakci 2		
Spotřeba jódu při reakci 1	4,12	ml
Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku	$5,03 \times 10^{-5}$	g
Hmotnost vitamínu C v tabletě	0,0885	g

**Tabulka č. 8: Souhrnné hodnoty analyzovaných vzorků.**

analyzovaný vzorek	Celaskon	Dr.Max	Spektrum	Vitamín C s šípky
navážka vzorku	342 mg	348 mg	1420 mg	1002 mg
spotřeba jódu	10,8 ml	10,47 ml	4,12 ml	-
deklarované množství vitamínu C	250 mg	250 mg	80 mg	500 mg
stanovené množství vitamínu C	232 mg	225 mg	88,5 mg	-

## 5 Metodika průzkumného šetření

Součástí bakalářské práce je dotazníkové šetření vztahující se ke znalosti potravních doplňků a jejich používání v populaci. Úvod dotazníku, který je uveden v části 7.1, tvoří oslovení respondentů, následné seznámení s cílem šetření, ujištění o anonymitě. Dále byli respondenti informováni o správném způsobu vyplňování dotazníku. Následovala část dotazníku a v závěru bylo respondentům poděkováno za jejich čas a ochotu spolupracovat.

## 6 Výsledky a diskuse

Vzhledem k tomu, že na rozdíl od léčiv nedochází k žádnému ověřování účinnosti doplňků stravy a pro jeho uvedení na trh stačí pouhé zaslání textu etikety, byla tato práce zaměřena na stanovení obsahu vitamínu C v doplňcích stravy a jejich porovnání s deklarovaným obsahem na etiketách.

### 6.1.1 Celaskon – Zentiva

Dle tabulky č. 7 bylo v Celaskonu 232 mg askorbové kyseliny. Deklarované množství obsahu vitamínu C v tabletě je 250 mg. Vzhledem k tomu, že vitamín C patří mezi nejméně stabilní vitamíny, mohla být snižená koncentrace kyseliny askorbové způsobena různými vlivy jako např. pomalou manipulací při jodometrickém stanovení, častým otevíráním a zavíráním či oxidací.

V porovnání se spektrofotometrickým stanovením kyseliny askorbové v Celaskonu, byl obsah o cca 8 mg nižší než při titrační metodě. Tento rozdíl může být přisuzován použití odlišné metody (Moravcová, 2013).

### 6.1.2 Vitamín C – Dr. Max

Dále byl sledován obsah Vitamínu C v tabletách Vitamín C, Dr. Max. Výsledky můžeme vidět v předchozí kapitole v tabulce č. 8. Obsah vitamínu C byl 225 mg, rozdíl od deklarovaného množství byl 10 %. Tento rozdíl mohl být způsoben stejně jako u Celaskonu, vzhledem k náchylnosti kyseliny askorbové vůči vnějším vlivům.

### 6.1.3 Spektrum – Imunactiv

Tablety spektrum nejsou jednosložkové tablety, ale obsahují i jiné látky kromě Vitamínu C. Jednotlivé hodnoty a výpočet, můžeme vidět v tabulce č. 9. Naměřený obsah Vitamínu C byl 88,5 mg, což byla dokonce vyšší hodnota, než deklarovaný obsah 80 mg.

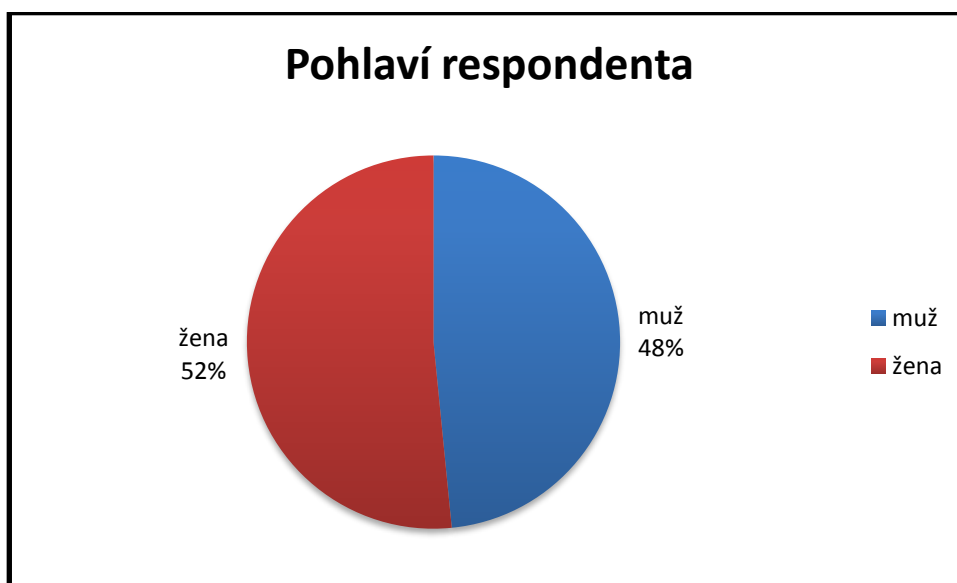
### 6.1.4 Vitamín C s šípky – MedPharma

Vzhledem k tomu, že tyto tablety měly již prošlou expirační dobu, nebyl zde již žádný obsah Vitamínu C.

## 6.2 Průzkumné šetření

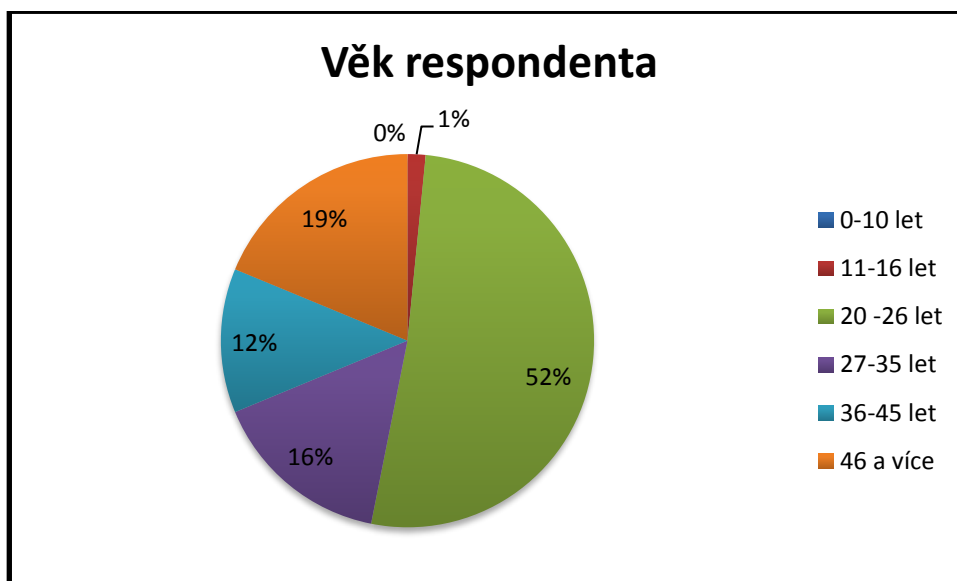
Následující výzkum byl proveden formou online dotazníku (příloha č.1). Dotazník se skládá z 11 otázek, u všech bylo nutné vybrat si z předepsaných odpovědí. Zodpovídání dotazníku bylo anonymní, bylo však nutné zodpovědět všechny položené otázky.

### 6.2.1 Výsledky



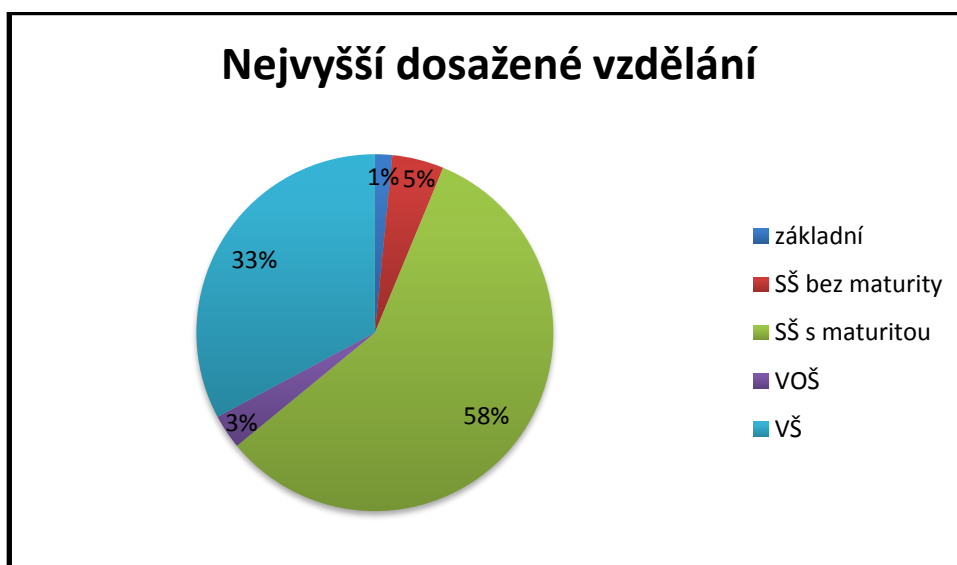
Graf č. 1 – Pohlaví respondenta

Průzkumného šetření se zúčastnilo 128 respondentů, 52 % tázaných tvořily ženy a zbylých 48 % muži.



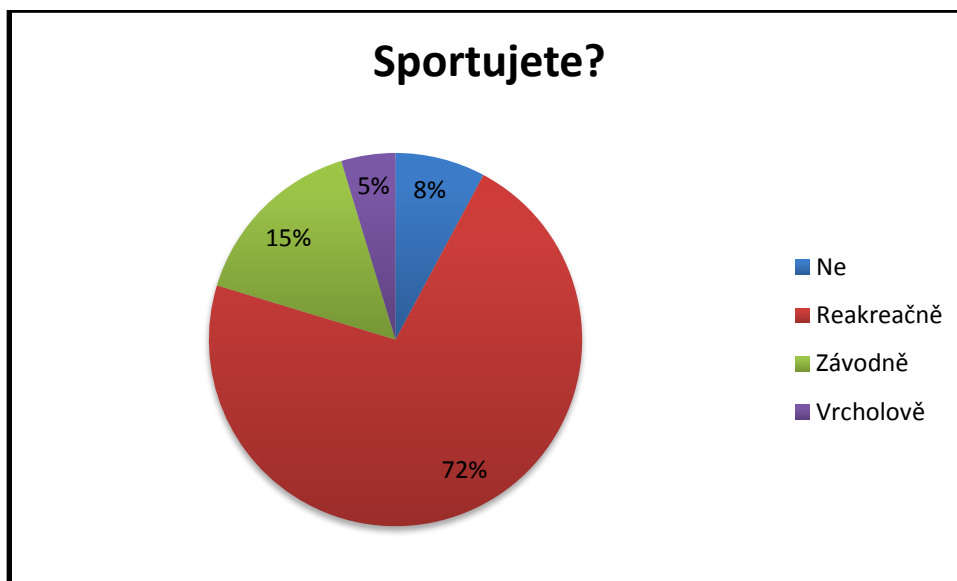
**Graf č. 2 – Věk respondenta**

Dotazník byl položen online, proto největší skupina oslovených tvořila kategorie 20–26 let.



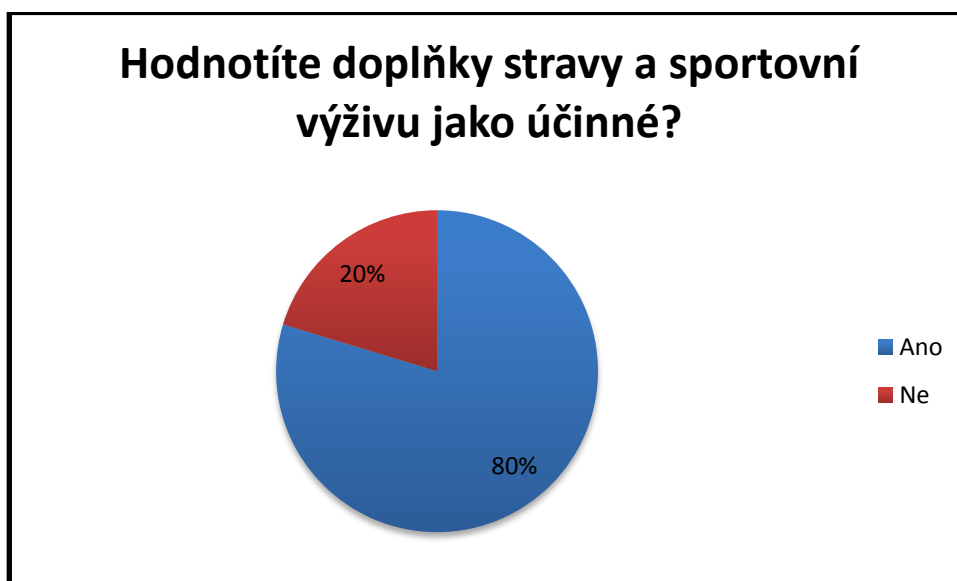
**Graf č. 3 – Nejvyšší dosažené vzdělání respondentů**

Vzhledem k tomu, že největší počet tj. 74 respondentů tvoří studenti, nejčastějším dosaženým vzděláním byla střední škola s maturitou.



**Graf č. 4 – Vztah respondentů ke sportu**

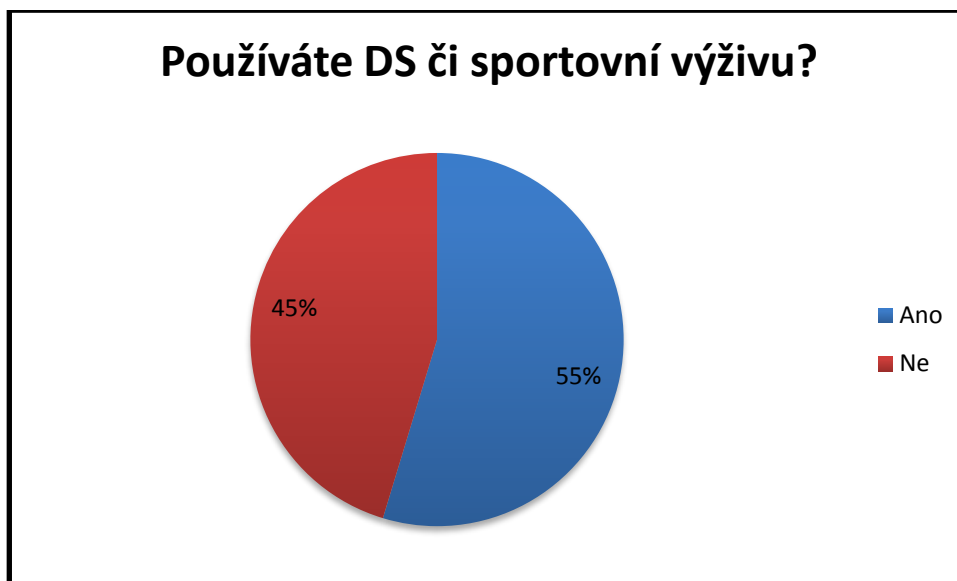
Celých 92 % dotázaných sportuje – z toho 92 respondentů rekreačně, 20 závodně a 6 vrcholově. Pouze 8 % se nevěnuje žádnému sportu, tj. 10 účastníků ankety.



**Graf č. 5 – Zhodnocení účinnosti doplňků stravy a sportovní výživy**

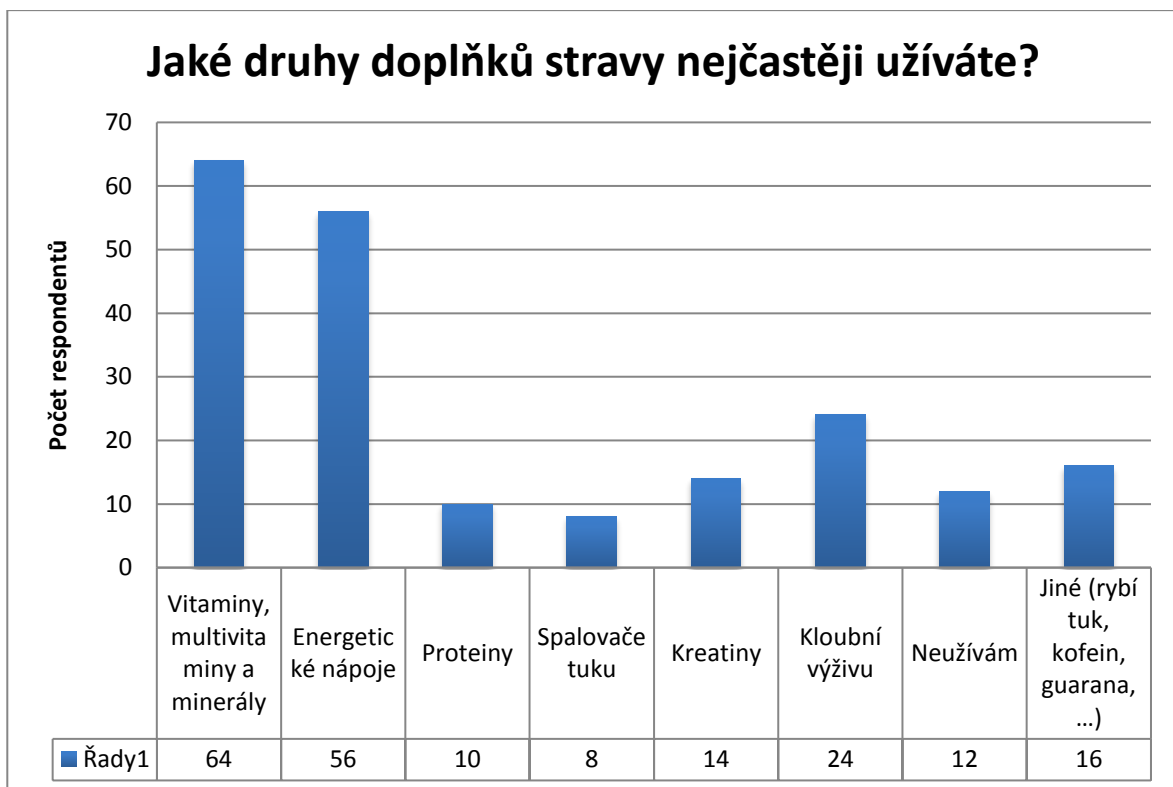
Celkem 102 respondentů, tj. 80 % hodnotilo potravní doplňky a sportovní výživu jakou účinnou. Zbýlých 26, tj. 20 % jejich účinnosti nevěří. Stejný výsledek důvěry v účinek potravních doplňků byl potvrzen i v dalším výzkumu (Tenglerová, 2014).





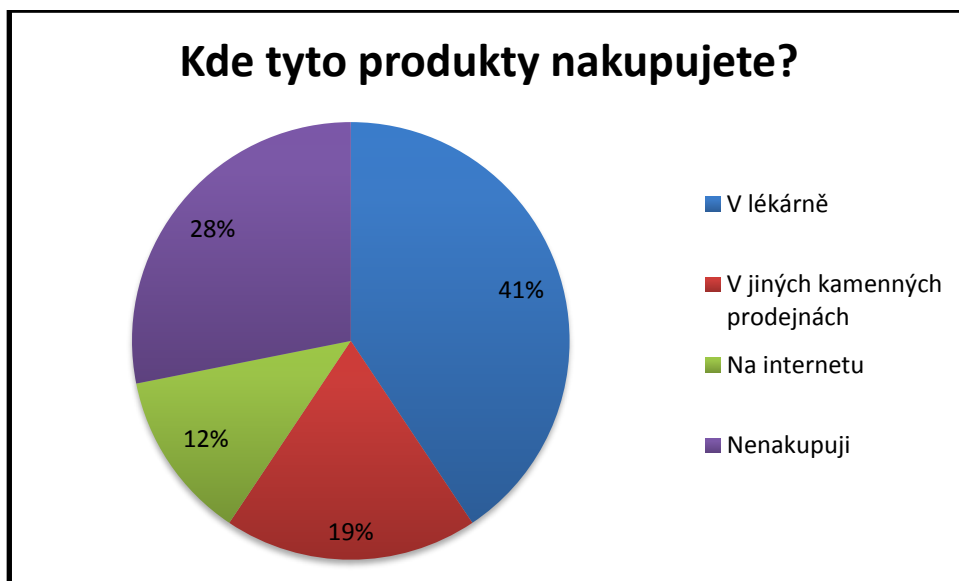
**Graf č. 6 – Užívání doplňků stravy či sportovní výživy**

Větší část respondentů užívá nějaký doplněk stravy či produkt sportovní výživy. Ve vztahu k předchozí otázce „*Hodnotíte DS a sportovní výživu jako účinné?*“, je zřejmá mírná nesrovnalost mezi účinností a použitím doplňků stravy. Ne všichni, kteří hodnotí doplňky stravy a sportovní výživu jako účinné je však užívají. Důvodů může být mnoho, například finanční náročnost nebo přesvědčení, že jejich strava je dostatečně pestrá a obsahuje všechny potřebné látky.



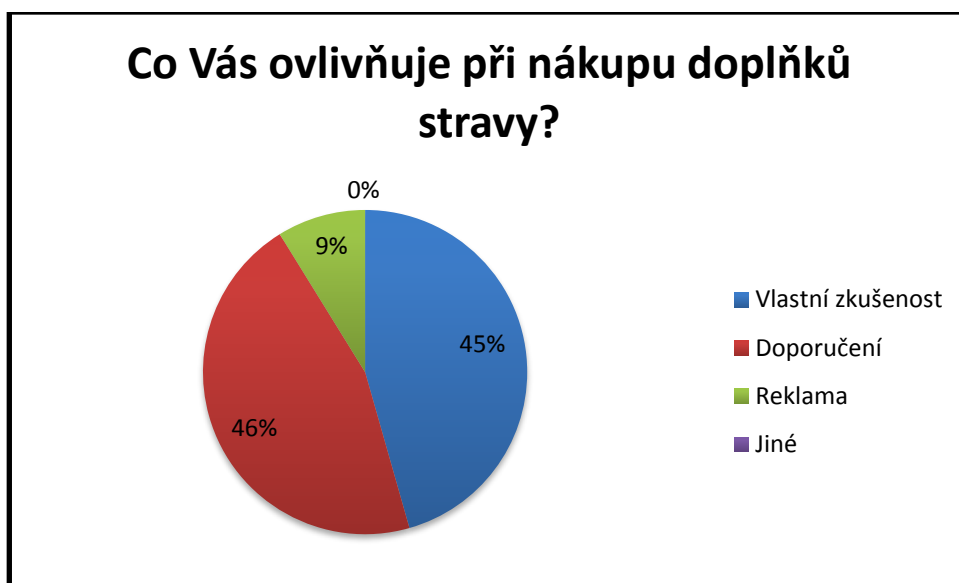
**Graf č. 7 – Preferované druhy doplňků stravy**

Výsledky v Grafu č. 7 odpovídají věkovému rozložení respondentů. Z dotazníku vyplývá, že mezi nejčastěji užívané doplňky stravy patří vitamíny, multivitaminy, minerály a energetické nápoje. Tyto výsledky lze připisovat výraznému zastoupení respondentů ve věkové skupině 20–26 let.



**Graf č. 8 – Preference prodejního místa**

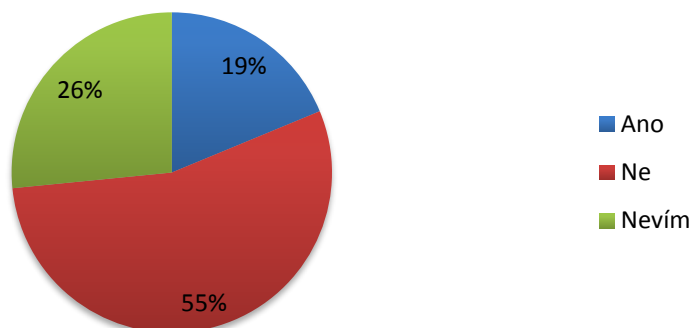
Překvapivě stále větší množství lidí preferuje nákup doplňků stravy v kamenných prodejnách před nákupem online.



**Graf č. 9 – Faktory ovlivňující nákupní chování**

Dle dotazníkového průzkumu dají lidé při výběru DS nejčastěji na doporučení či vlastní zkušenost.

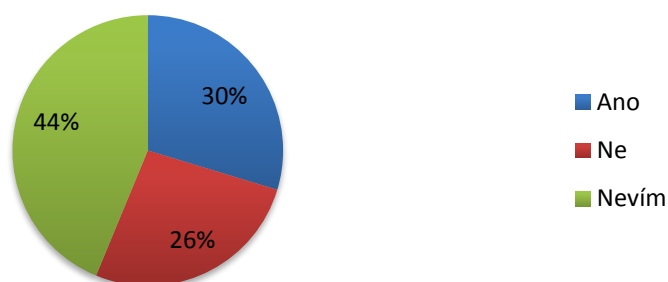
**Myslíte si, že jsou před uvedením doplňků stravy na trh kladeny stejné nároky a náležitosti jako na léky?**



**Graf č. 10 – Obecné mínění o uvádění doplňků stravy na trh**

Více než polovina respondentů si nemyslí, že jsou před uvedením doplňků stravy na trh kladeny stejné nároky jako na léky.

**Dochází podle Vás k ověřování účinnosti doplňků stravy?**



**Graf č. 11 – Obecné mínění o ověřování účinnosti doplňků stravy**

Většina respondentů si není jistá ověřováním účinnosti doplňků stravy.

## 7 Závěr

V předkládané bakalářské práci jsem se zaměřila na význam vitamínu C ve výživě a metabolismu člověka, přehled obsahu vitamínu v potravinách, benefity i negativa potravních doplňků stravy, legislativní opatření vztahující se k jejich značení, distribuci a používání i přehled použití doplňků stravy u potravin jako aditivum.

Dále bylo popsáno laboratorní stanovení obsahu vitamínu C v doplňcích stravy. Za tímto účelem byly provedeny analýzy čtyř druhů doplňků stravy s obsahem vitamínu C jodometrickou titrací.

V laboratorní části práce bylo zjištěno, že koncentrace vitamínu C se snižuje s dobou expirace. Proto v tabletách Vitamín C s šípkem, jejíž expirace proběhla v 12/2015, již nebylo žádné či minimální množství vitamínu C. Obsah Vitamínu C u vitamínových tablet Celaskon a Vitamín C – Dr. Max činil přibližně 230 mg v jedné tabletě. Uvedený obsah na obou tabletách je 250 mg, rozdíl od deklarovaného obsahu je 10 %. Vzhledem k tomu, že vitamín C patří mezi nejméně stabilní vitamíny, mohla být snížená koncentrace kyseliny askorbové způsobena různými vlivy, jako např. pomalou manipulací při jodometrickém stanovení, častým otevíráním a zavíráním či oxidací.

V neposlední řadě bylo cílem práce také dotazníkové šetření vztahující se ke znalosti potravních doplňků a jejich používání v populaci. Z této části bylo zjištěno následující:

- Doplňky stravy hodnotí 80 procent respondentů jako účinné
- 55 % respondentů užívá DS
- Nejčastěji užívanými doplňky stravy jsou vitamíny, multivitamíny a minerály
- DS nakupuje nejvíce respondentů v lékárnách
- Při nákupu DS ovlivní většinu lidí doporučení
- 18,75 % dotázaných si myslí, že jsou před uvedením doplňků stravy na trh kladeny stejné nároky a náležitosti jako na léky, 54,68 % nesouhlasí s tímto tvrzením
- Podle 30 % dochází k ověřování účinnosti doplňků stravy, 27 % si myslí, že k ověřování nedochází

## 8 Přílohy

### 8.1 Dotazník

Dobrý den,

jsem studentkou Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze, oboru Výživa a potraviny. Chtěla bych Vás požádat o vyplnění mého dotazníku k bakalářské práci, který je zaměřen na doplňky stravy. Výsledky dotazníku budou sloužit výhradně pro účely mé bakalářské práce a jsou zcela anonymní.

**1. Vyberte Vaše pohlaví**

- Žena
- Muž

**2. Vyberte Váš věk**

- 0 – 10
- 11 – 19
- 20 – 26
- 27 – 35
- 36 – 45
- 45 a více

**3. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?**

- Základní
- SŠ bez maturity
- SŠ s maturitou
- VOŠ
- VŠ

**4. Sportujete?**

- Ne
- Rekreačně
- Závodně
- Vrcholově

**5. Hodnotíte doplňky stravy a sportovní výživu jako účinné?**

- Ano
- Ne

**6. Používáte DS nebo sportovní výživu?**

- Ano
- Ne

**7. Jaké druhy doplňků stravy nejčastěji užíváte?**

- Vitamíny, multivitamíny a minerály
- Energetické nápoje
- Proteiny
- Spalovače tuku
- Kreatiny

- Kloubní výživu
- Neužívám
- Jiné

**8. Kde tyto produkty nakupujete?**

- V lékárně
- V jiných kamenných prodejnách
- Na internetu

**9. Co vás ovlivňuje při nákupu doplňků stravy?**

- Vlastní zkušenost
- Doporučení
- Reklama

**10. Myslíte si, že jsou před uvedením doplňků stravy na trh kladeny stejné nároky a náležitosti jako na léky?**

- Ano
- Ne
- Nevím

**11. Dochází podle Vás k ověřování účinnosti doplňků stravy?**

- Ano
- Ne
- Nevím

## 9 Seznam literatury

ALMEIDA, Ivone M.C. ; BARREIRA, João C.M. a,b ; OLIVEIRA, M. Beatriz P.P. a; FERREIRA, Isabel C.F.R. b. (2011). Dietary antioxidant supplements: Benefits of their combined use. 49 (2011) 3232–3237

ARRIGONI, O., & De TULLIO, M. C. (2002). Ascorbic acid: Much more than just an antioxidant. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1569(1–3), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0304-4165\(01\)00235-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4165(01)00235-5)

AUSTRIA, R., SEMENZATO, A., & BETTERO, A. (1997). Stability of vitamin C derivatives in solution and topical formulations. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 15(6), 795–801. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(96\)01904-8](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(96)01904-8)

BROWN, K., DEWEY, K., & ALLEN, L. (1998). Complementary Feeding of Young Children In Developing Countries: a review of current scientific knowledge. Retrieved from [http://www.who.int/child-adolescent-health/New\\_Publications/NUTRITION/WHO\\_NUT\\_98.1/covers.pdf](http://www.who.int/child-adolescent-health/New_Publications/NUTRITION/WHO_NUT_98.1/covers.pdf)

BUCHANEC, Ján, Ján MIKLER, Peter ĎURDÍK a Miriam ČILJAKOVÁ. VITAMÍN C: ČO O ŇOM (NE)VIEME. *PEDIATRIE PRO PRAXI*. Klinika detí a dorastu JLF UK a MFN Martin, 2005, , 16-19.

CAMERON, E. and PAULING, L. *Cancer and Vitamin C*. Warner Books, Inc., New York, 1979.

CANTERBURY, U. of. (n.d.). College of Science Determination of Vitamin C Concentration by Titration.

CAROCHO, M., BARREIRO, M. F., MORALES, P., & FERREIRA, I. C. F. R. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 377–399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>

CARR, Anita a Balz FREI. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans<sup>1,2,3</sup>. *American Society for Clinical Nutrition*. 1999(6). DOI: 1086-1107.

FAO, & World Health Organization. (1998). Vitamín and mineral requirements in human nutrition Second edition. *World Health Organization*, 1–20. [https://doi.org/92\\_4\\_154612\\_3](https://doi.org/92_4_154612_3) metabolismus. (n.d.).

GELLER, Andrew I. a Nadine Shehab, Pharm.D., M.P.H., Nina J. Weidle, Pharm.D., Maribeth C. Lovegrove, M.P.H., Beverly J. Emergency Department Visits for Adverse Events Related to Dietary Supplements. *The New England Journal of Medicine*. Massachusetts Medical Society, 2015, , 1531-1540.



HAVLÍK, Jaroslav a Milan MAROUNEK. *Živiny a živinové potřeby člověka*. 2.vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013.

HUANG, CAI, ZENG. *Flow-injection stopped-flow spectrofluorimetric kinetic determination of total ascorbic acid based on an enzyme-linked coupled reaction*. 1995, 309, 271–275.

IRWIN MI, HUTCHINS BK. (1976) A conspectus of research on vitamin C requirements in man. *Journal of Nutrition*, 106:821–879.

KALLNER AB, HARTMANN D, HORNIG DH. On the requirements of ascorbic acid in man: steady state turnover and body pool in smokers. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1981, 34:1347–1355.

KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. Ostrava, 2003. ISBN 978-80-86369-07-5.

KNOBLOCH, E. Fyzikálně chemické metody stanovení vitaminů. Nakladatelství Československé akademie věd Praha, 1956, 1. vyd., str.319-331

KRITCHEVSKY, David et. al. *Human Nutrition: Nutrition, Aging and the Elderly*. Springer Science+Business Media New York, 1989. ISBN 978-1-4899-2539-8.

LEWIN, Sherry. *Vitamin C: its molecular biology and medical potentia*. London: Academic Press, 1976. ISBN 0 12 446 3509.

MEDEIROS, Denis a Robert WILDMAN. *Advanced Human Nutrition: Third edition*. London: Jones and Barlett Learning, 2015. ISBN 978-1-284-03666-4.

MICHALOVÁ, Irena. Doplnky stravy (Potraviny k doplnění jídelníčku): Průvodce spotřebitele, svazek č. 12 - Doplnky stravy (Potraviny k doplnění jídelníčku). Praha: Sdružení českých spotřebitelů, o. s., 2007. ISBN 978-80-903930-1-1.

MORAVCOVÁ, Gabriela. *SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ KYSELINY ASKORBOVÉ VE ZBARVENÝCH VZORCÍCH*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce PhDr. MIROSLAV HRSTKA, Ph.D.

NOVÁKOVÁ, L.; SOLICH, P; SOLICHOVÁ, D. HPLC methods for simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids-Article in *TrAC Trends in Analytical Chemistry* · November 2008, vyd. 10., 942-985

PADAYATTY, SJ; LEVINE, M. Vitamin C: the known and the unknown and Goldilocks; 2016; Pages 463–493

PALLAUF, K. et al. (2013) Vitamin C and lifespan in model organisms. *Food and Chemical Toxicology*, 58 (2013) 255–263

PÁNEK, Jan, Jan POKORNÝ a Jana DOSTÁLOVÁ. *Základy výživy a výživová politika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002.

PAULING, L. *Vitamin C and the Common Cold*. Freeman Publishing Company, San Francisco, 1970

RASSAM, Maysoon; LAING, William. Variation in Ascorbic Acid and Oxalate Levels in the Fruit of *Actinidia chinensis* Tissues and Genotypes; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005

SASAKI, MK, DS RIBEIRO, C FRIGERIO, JA PRIOR, JL SANTOS a EA ZAGATTO. Chemiluminometric determination of ascorbic acid in pharmaceutical formulations exploiting photo-activation of GSH-capped CdTe quantum dots. 2014.

TENGLEROVÁ, Dana. *Užívání potravinových doplňků seniory*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze 1. lékařská fakulta. Vedoucí práce Mgr. Miluše Kulhavá

TUREK, Bohumil, Petr ŠÍMA a Irena MICHALOVÁ. JAK A PROČ VÝŽIVA OVLIVŇUJE ZDRAVÍ: Zdravotní tvrzení na potravinách. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2013. ISBN 978-80-905096-8-9.

TALBOTT, Stahwn M. *A guide to understanding dietary supplements*. New York, London, Oxford: The Haworth Press, 2003. ISBN 0-7890-1455-6

UNLU, Ahmet et al. (2016) High-dose vitamin C and cancer. *Journal of Oncological Science* 1 (2016) 10e12

Van ZOEREN-GROBBEN D et al. Human milk vitamin content after pasteurisation, storage, or tube feeding. *Archives of Diseases in Childhood*, 1987, 62:161–165

VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 2*. Osis Tábor, 1999. 1. vyd., str.29-41, ISBN 80- 902391-4-5

VINSON, J.A.; BOSE, P. *Nutrition Reports International*, 27, no.4, 1983. Comparative Bioavailability of Synthetic and Natural Vitamin C in Guinea Pigs. Department of Chemistry, University of Scranton, Scranton, PA 18510, USA

VISENTAINER, J. V., Vieira, O. A., Matsushita, M., and de Souza, N. E. [Physico-chemical characterization of acerola (*Malpighia glabra* L.) produced in Maringa, Parana State, Brazil]. *Arch Latinoam Nutr* 1997;47(1):70-72. 9429646

*Advantages and disadvantages of food supplements* [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://healthywellbeing.info>

*Barbados Cherry: Malpighia punicifolia L.* [online]. Miami: Morton, J, 2013 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <https://hort.purdue.edu>

*Doplňky stravy: Pravidla pro uvádění na trh a splnění informační povinnosti (ze dne 10.11.2016)* [online]. eAGRI, 2016 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://eagri.cz//>

*Jaký je rozdíl mezi doplňky stravy a volně prodejnými léčivými přípravky?* [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.sukl.cz>

*L-ASCORBIC ACID* [online]. Argentina, 2015 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://chemicalland21.com>

- Léčiva* [online]. Státní ústav pro kontrolu léčiv, 2016 [cit. 2017-03-02].  
Dostupné z: <http://www.sukl.cz>
- Sbírka zákonů* [online]. Ministerstvo vnitra ČR, 2016 [cit. 2017-01-11].  
Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/>
- The Pros and Cons of Nutritional Supplements* [online]. [cit. 2017-03-13].  
Dostupné z: <http://positivemed.com/2016/07/19/nutritional-supplements/>
- Vitamin C (Ascorbic acid)* [online]. University of Maryland: Medical center, 2013  
[cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://www.umm.edu>
- [online]. MUDr. Jiří Štefánek [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz>