

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Porovnání obsahu vitamínu C a dusičnanů v zelenině
z farmářských trhů a supermarketu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tereza Dupalová

Obor studia: Kvalita a zpracování zemědělských produktů

Vedoucí práce: Ing. Monika Sabolová, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání obsahu vitamínu C a dusičnanů v zelenině z farmářských trhů a supermarketu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí, Ing. Monice Sabolové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas věnovaný konzultaci práce. Dále bych ráda poděkovala rodině a blízkým, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

Porovnání obsahu vitamínu C a dusičnanů v zelenině z farmářských trhů a supermarketu

Souhrn

Vitamin C je důležitým vitamínem, který lidský organismus nedokáže syntetizovat a musí být přijímán ve stravě. Bohatým zdrojem vitamínu C je ovoce a zelenina. V lidském organismu plní vitamin C řadu důležitých funkcí. Ovoce a zelenina však nejsou zdrojem pouze nutričně významných živin, mohou obsahovat i látky škodlivé lidskému zdraví. Jednou z těchto látek jsou právě dusičnany.

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši zaměřenou na dusičnany, vitamin C a faktory, které mohou ovlivnit jejich obsah v potravinách. Následně provést chemickou analýzu vybraných vzorků ovoce a zeleniny zakoupených na farmářských trzích a v supermarketu a porovnat jejich obsah vitamínu C a dusičnanů. Pro analýzu byly vybrány vzorky švestek, jahod, jablek, špenátu, červené papriky a rajčat. Obsah vitamínu C a dusičnanů byl stanoven metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC).

Hypotézou práce bylo, že bude mít ovoce a zelenina z farmářských trhů vyšší obsah vitamínu C a nižší obsah dusičnanů než vzorky zakoupené v supermarketu.

Pomocí laboratorních analýz bylo zjištěno, že z celkového pohledu neexistuje průkazný rozdíl vitamínu C mezi vzorky z farmářských trhů a ze supermarketu ($p=0,9140$). Při detailnějším zaměření na jednotlivé druhy lze tvrdit, že pouze mezi vzorky jahod, rajčat a červené papriky existuje významný rozdíl mezi vzorky zakoupenými v supermarketu a na farmářských trzích.

Za největší zdroj dusičnanů je považována listová zelenina, to bylo potvrzeno i v této práci. Nejvyšší naměřená hodnota obsahu dusičnanů byla ve vzorku špenátu (2969 mg/kg).

Ve srovnání se zeleninou měly vzorky ovoce mnohem nižší obsah dusičnanů. Nejvyšší obsah dusičnanů ze vzorků ovoce měly jahody. Po celkovém statistickém zhodnocení byla potvrzena hypotéza, že obsah dusičnanů byl nižší v ovoci a zelenině z farmářských trhů než ve vzorcích ze supermarketu ($p=0,0349$). Nicméně při detailní analýze jednotlivých druhů byly velmi zajímavé výsledky rajčat, u kterých byly výsledné hodnoty oproti předpokládanému výsledku. Rajčata z farmářských trhů měla vyšší obsah dusičnanů než rajčata ze supermarketu.

Klíčová slova: vitamin C, dusičnany, zelenina, farmářské trhy, supermarket

Comparison of vitamin C and nitrate content in vegetable from local market and supermarket

Summary

Vitamin C is an important vitamin which is not being synthesized by the human body and as such is an essential component of a balanced diet. Fruits and vegetables are the best food sources of vitamin C. Vitamin C is an essential nutrient involved in many important body functions. However, fruits and vegetables can be also sources of potentially harmful substances to the human body, nitrates being one of these.

The aim of this thesis is to elaborate a research of literature focused on nitrates, vitamin C and aspects that can influence their presence in nutrition. Following that to carry out a chemical analysis of selected fruits and vegetables, in order to compare presence of vitamin C and nitrates in samples sourced in supermarket and local markets. Samples of plums, strawberries, apples, spinach, red peppers and tomatoes were chosen for the analysis. Content of vitamin C and nitrates was established with high-performance liquid chromatography (HPLC) methodology.

The hypothesis was that local market fruits and vegetables should contain more vitamin C and less nitrates than samples bought in a supermarket.

Laboratory analyses showed no significant difference in vitamin C contents in samples from supermarket and local markets ($p=0,9140$). In detailed comparison of individual fruit types, it can be claimed that only for strawberries, tomatoes and red peppers there is a significant difference in samples bought in a supermarket and local markets.

Leafy vegetables are considered the largest source of nitrates, which was also proven by this thesis. The highest measured content of nitrates was in the spinach sample (2969 mg/kg). Nitrate levels in fruit samples were always lower in comparison to vegetables. From all fruit samples, strawberries had the highest nitrates levels. The overall statistical conclusion confirmed the hypothesis, that nitrates content is generally lower in samples bought at the local markets compared to samples bought in a supermarket ($p=0,0349$). However, a detailed analysis of individual samples concluded in an interesting result for tomatoes, which shown higher nitrates levels in the samples bought in local markets, compared to tomatoes bought in a supermarket.

Keywords: vitamin C, nitrate, vegetable, local market, supermarket

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíl práce.....	10
3. Literární rešerše	11
3.1 Vitamin C	11
3.1.1 Zdroje vitamínu C	12
3.1.2 Vliv vitamínu C na zdraví člověka	14
3.1.3 Faktory ovlivňující obsah vitamínu C v ovoci a zelenině	18
3.2 Dusičnany	24
3.2.1 Zdroje dusičnanů	24
3.2.2 Vliv dusičnanů na zdraví člověka.....	26
3.2.3 Faktory ovlivňující obsah dusičnanů v ovoci a zelenině.....	29
3.3 Souvislost mezi vitamínem C a dusičnany	31
3.3.1 Detoxikace dusičnanů pomocí vitamínu C	31
3.4 Farmářské trhy.....	32
3.4.1 Definice.....	32
3.4.2 Kodex farmářských trhů	32
3.4.3 Dozorové orgány při kontrole potravin.....	33
3.4.4 Produkty farmářských trhů	33
3.5 Ovoce a zelenina.....	34
3.5.1 Legislativní zařazení.....	35
3.5.2 Vybrané druhy ovoce a zeleniny	35
4. Materiály a metody.....	40
4.1 Princip stanovení	42
4.1.1 Stanovení obsahu vitamínu C	42
4.1.2 Stanovení obsahu dusičnanů.....	46
4.2 Statistické vyhodnocení dat.....	48
5. Výsledky	49
6. Diskuze	61
7. Závěr.....	67
8. Seznam literatury.....	68
9. Seznam použitých zkratk	79
10. Seznam příloh	80

1. Úvod

Ovoce a zelenina tvoří nezastupitelnou úlohu ve výživě člověka. Velmi důležité je brát ohled především na jejich kvalitu. Na toto téma je vedeno nespočet diskusí mezi spotřebiteli, producenty i distributory. Každý klade jiné požadavky na kvalitu ovoce a zeleniny (Hoffmann et al. 2007).

Ovoce a zelenina, které pochází z farmářských trhů, jsou pro většinu spotřebitelů chápány jako zdravější, nežli běžné, „konvenční“ produkty ze supermarketu. Vychází z předpokladu, že produkty zakoupené na farmářských trzích pocházejí od lokálních maloproducentů, zatímco produkty ze supermarketů jsou spíše z dovozu. Oblíbenost farmářských trhů a bedýnek v posledních letech několikanásobně vzrostla díky trendu zdravého životního stylu a podpory kvalitních českých výrobků. Zda tyto farmářské produkty obsahují více živin a méně škodlivých látek však jasné není (Wunderlich et al. 2009).

Vitamin C je velmi důležitým vitamínem pro lidský organismus. Jeho průměrná denní dávka, která vyrovnává metabolické ztráty tohoto vitamínu, by měla být u zdravého dospělého člověka 90 mg/den (EFSA 2017). K nejvýznamnějším zdrojům vitamínu C patří ovoce a zelenina. Jelikož je vitamin C velmi nestabilní, jeho množství, při skladování ovoce a zeleniny či úpravě pokrmů velmi rychle klesá.

Zelenina je považována za hlavní zdroj příjmu dusičnanů ve výživě člověka. Vzhledem k tvrzení několika výzkumů z předchozích let, že zelenina s vysokým obsahem dusičnanů ve stravě může zvyšovat riziko methemoglobinemie či výskytu rakoviny trávicího traktu, je cílem minimalizovat obsah dusičnanů v zelenině (Shao-ting et al. 2007). ADI, neboli přijatelný denní příjem pro dusičnany je dle EFSA (2008) 3,7 mg/kg tělesné hmotnosti/den, což odpovídá 222 mg/den dusičnanů pro dospělého člověka, při váze 60 kg.

Proto se tato diplomová práce se zabývá porovnáním obsahu vitamínu C a dusičnanů ve vybraných druzích ovoce a zeleniny z farmářských trhů a ze supermarketu.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo v teoretické části zpracovat literární rešerši zaměřenou na obsah vitamínu C a dusičnanů v ovoci a zelenině, a faktory, které mohou ovlivnit jejich obsah v potravinách. V praktické části práce byl porovnán obsah vitamínu C a dusičnanů ve vybraných druzích zeleniny a ovoce zakoupených na farmářských trzích a v supermarketu.

Vědecká hypotéza:

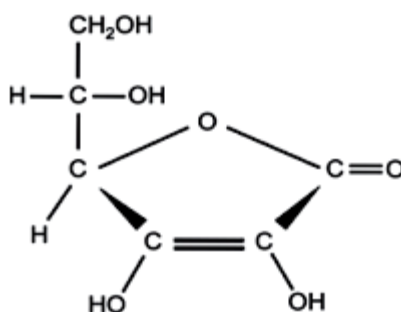
Ovoce a zelenina z farmářských trhů bude mít vyšší obsah vitamínu C a nižší obsah dusičnanů.

3. Literární rešerše

3.1 Vitamin C

Vitamin C, jinak také askorbová kyselina (ascorbic acid – AA) je nejdůležitějším vitamínem v ovoci a zelenině. Kromě lidí a jiných primátů může většina fylogeneticky vyšších zvířat tento vitamin syntetizovat (Rekha et al. 2012). Molekula askorbové kyseliny tvoří díky přítomnosti dvou chirálních uhlíků čtyři stereoizomery (L-askorbová, D-askorbová, L-isoaskorbová a D-isoaskorbová kyselina), přičemž biologickou aktivitu má pouze L-askorbová kyselina (Velíšek & Hajšlová 2009).

Tento vitamin se řadí mezi vitaminy rozpustné ve vodě, tedy hydrofilní vitaminy. Je klasifikován jako sacharid, který má chemickou strukturu L-threo-hex-2-enono-1,4-lakton (viz obrázek 1). Endiolová skupina [-C(OH)=C(OH)-] je odpovědná za kyselé a redukující vlastnosti askorbové kyseliny (Soni et al. 2017).



Obrázek 1 Chemická struktura L-askorbové kyseliny (Carpenter 2012)

Chemickou strukturu vitaminu C odvodil v roce 1933 britský chemik Norman Haworth (Carpenter 2012). Vitamin C se může vyskytovat v přírodě a v potravinách v různých formách, např. jako kyselina askorbová, kyselina dehydroaskorbová, askorbát vápenatý, askorbát hořečnatý, askorbylpalmitát, aj. (Abyar & Farrokhpour 2016).

Knobloch (1956) popisuje vitamin C jako bezbarvé krystaly, které se ve vodných roztocích chovají jako středně silná kyselina. Uvádí následující rozpustnost tohoto vitaminu:

- v tucích: nerozpustný
- ve vodě: dokonale rozpustný, 1 g na 3 ml vody
- v alkoholu: rozpustný, jen 1 g na 50 ml (v benzenu, chloroformu, etheru)

V lidském těle neexistuje žádný zásobní orgán pro vitamin C, vyskytuje se téměř ve všech tkáních. Mozek, konkrétně hypofýza, má nejvyšší koncentraci vitaminu C v celém těle, tj. 40 – 50 mg/kg (Combs 2012). Celkový obsah vitaminu C v těle je přibližně 1,5 – 5 g (Skeaf 2002).

3.1.1 Zdroje vitaminu C

Dle studie Soni et al. (2017) se jedná o jeden z nejběžnějších a nejvíce zastoupených vitaminů, které kdy byly objeveny. Zdrojem vitaminu C je z více než 90 % ovoce a zelenina, přičemž vysoké množství tohoto vitaminu obsahuje zejména černý rybíz, citrusové plody, listová zelenina, rajčata, zelená a červená jablka (Rekha et al. 2012). Na obrázku 2 je acerola lysá, neboli barbadorská třešeň (*Malpighia glabra*), což je ovoce s nejvyšším obsahem vitaminu C, tj. 170 – 460 mg/100 g vzorku (Kopec 2010).



Obrázek 2 Barbadorská třešeň (*Malpighia glabra*) (UCONN 2019)

V následující tabulce (tabulka 1) je znázorněn průměrný obsah vitaminu C v ovoci a zelenině z různých informačních zdrojů. Dle Lewina (1976) má nejvyšší obsah (200 mg/100 g vzorku) vitaminu C křen. Ze vzorků, které jsou uvedeny ve studii Lee & Kader (2000) má největší obsah, 151 mg/100 g vzorku červená paprika.

Tabulka 1 Obsah vitamínu C v ovoci a zelenině (Lewin 1976, Lee & Kader 2000; Saxholt et al. 2008)

Druh ovoce či zeleniny	Obsah vitamínu C (mg/100 g vzorku)
Ananas	24
Banán	10 - 12
Borůvky	16
Broskve	8
Citron	40 - 50
Černý rybíz	110 - 180
Červený rybíz	35 - 58
Grapefruit	40
Hrušky	8
Jablka	8 - 12
Jahody (zahradní)	35 - 60
Maliny	24 - 30
Mandarinky	40
Meruňky	8
Ostružiny	24
Pomeranč	40 - 52
Rajče	25 - 35
Švestky	8
Brambory rané	24 - 35
Brambory pozdní	12
Paprika zelená	120
Paprika červená	151
Špenát	55 - 70
Květák	55
Hrách zelený	15 - 24
Křen	200
Zelí bílé	25 – 35

Vitamin C se však může vyskytovat také v potravinách živočišného původu, především ve vnitřnostech. Například v ledvinách a játrech je jeho obsah 10 – 40 mg/100 g (Combs 2012).

3.1.2 Vliv vitamínu C na zdraví člověka

Rekha et al. (2012) uvádí následující vlivy vitamínu C na lidské zdraví - udržuje zdravou kůži, dásně a krevní cévy, dále působí při tvorbě kolagenu a zlepšuje absorpci anorganického železa, snižuje plazmatickou hladinu cholesterolu, inhibuje nitrosaminy, zlepšuje funkci imunitního systému, reaguje s kyslíkem a dalšími molekulami.

Vitamin C je důležitou součástí metabolismu aminokyselin, především hydroxylysinu a hydroxyprolinu. Tím se účastní na zmíněné tvorbě kolagenu. Kolagen je důležitou bílkovinou, která je důležitou součástí kostí, chrupavek, svalů a cév (Soni et al. 2017). Jako antioxidant snižuje vitamin C riziko arterosklerózy, kardiovaskulárních onemocnění a některých forem nádorových onemocnění (Rekha et al. 2012).

Vzhledem k rozpustnosti vitamínu C ve vodě, si lidský organismus nevytváří jeho zásoby a jeho nadbytek je vyloučen močí, polovina denního příjmu se vyloučí v průměru za 16 dní. Proto je nutné zajistit jeho konstantní příjem, především v období respiračních onemocnění, v rekonvalescenci, při zvýšené fyzické zátěži a psychickém stresu (Turek et al. 2013).

3.1.2.1 Doporučené dávkování vitamínu C

Dle EFSA (2017) by průměrná denní dávka vitamínu C u zdravého dospělého člověka, která vyrovnává metabolické ztráty tohoto vitamínu, měla odpovídat 90 mg/den.

Nejvhodnější pro stanovení doporučených denních dávek vitamínu C jsou dle studie Carr & Frei (1999) následující postupy: ověření stravovacích návyků jedince a spotřeba jednotlivých potravin, zdravotní stav a návyky (kuřák/nekuřák aj.) jedince, aktuální roční období. V této studii se také uvádí, že denní dávka vitamínu C by se měla pohybovat v hodnotách 90-100 mg pro dospělého člověka. Při podání dávky 100 mg vitamínu C/den stoupá jeho koncentrace v plazmě téměř lineárně až do hodnoty okolo 50 $\mu\text{mol/l}$, při této hodnotě dochází k překročení ledvinového prahu a začne stoupat vylučování nemetabolizovaného vitamínu C v moči. V případě příjmu vyšších dávek než 200 mg/den, dochází k vylučování vitamínu C a jeho vysoký příjem pak nemá téměř žádný účinek.

V průběhu těhotenství (především v období 3. trimestru) je zvýšená potřeba vitamínu C, proto by měla být zvýšená dávka tohoto vitamínu o 10 mg/den (FAO & World Health Organization 1998).

3.1.2.2 Antioxidační funkce

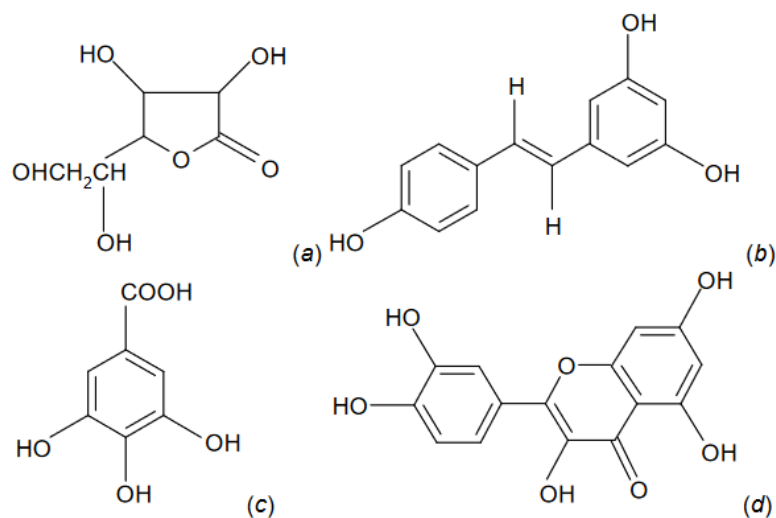
Vystavení organismu záření, volným radikálům a reaktivním formám kyslíku může vést k poškození buněk. Ochranný faktor organismu zajišťují látky zvané antioxidanty (Combs 2012). Antioxidanty jsou sloučeniny, jejichž hlavním cílem je redukovat či inhibovat oxidaci jiné molekuly. Antioxidační látky se dělí na dvě základní skupiny:

- Primární antioxidanty, které působí jako tzv. lapače volných radikálů. Zabraňují oxidaci či přerušují oxidační procesy (předpokládá se radikálový mechanismus jejich působení). Mezi hlavní zástupce primárních antioxidantů patří fenolové látky a aromatické aminy.
- Sekundární antioxidanty reagují s hydroperoxidovými skupinami, které vznikají v procesu řetězové reakce při oxidaci a konvertují je na neradikálové produkty (patří sem např. estery síry) (Ondrejčková et al. 2008).

Mercola (2018) uvádí další dělení antioxidantů a to na enzymatické a neenzymatické. Enzymatické antioxidanty ničí a odstraňují volné radikály. Nebezpečné produkty oxidace mohou odstranit jejich přeměnou na peroxid vodíku a následně na vodu. Pro tento děj je nutná přítomnost několika součinitelů stopových prvků (např. zinek, měď, železo). Tuto skupinu antioxidantů není možné najít v doplňcích stravy, tvoří se v lidském organismu přirozeně. Mezi nejdůležitější enzymatické radikály patří superoxid dismutáza (v aerobních buňkách a extracelulárních tekutinách), kataláza a glutathionperoxidáza (především v játrech). Oproti tomu neenzymatické antioxidanty jsou přínosné především schopností přerušit řetězovou reakci volných radikálů. Tato skupina antioxidantů je přítomna ve stravě a v doplňcích stravy, tzn. lidské tělo si je nedokáže vyrobit samo. Hlavními zástupci jsou karotenoidy, kyselina lipoová, vitamin C a E.

Důležité je nezapomínat, že antioxidační vlastnosti jsou velmi úzce spojeny s kvalitou potravin. Potravinové bohaté na vitamíny, flavonoidy a další zdravě prospěšné látky fungují jako tzv. lapače volných radikálů. Mnohé nežádoucí procesy v potravinách probíhají radikálovým

mechanismem. Antioxidanty pomáhají eliminovat či utlumovat takové procesy. Na obrázku 3 jsou znázorněny příklady přírodních látek s antioxidačním účinkem (Ondrejkořičová et al. 2008).



Obrázek 3 Přírodní látky s antioxidačním účinkem (a) vitamin C, (b) resveratrol, (c) gallová kyselina, (d) kvercetin (Ondrejkořičová et al. 2008)

Mezi hlavní antioxidanty ze skupiny vitaminů patří právě vitamin C, a dále pak vitamin E a A. Vitamin C, jako antioxidant například chrání organismus před reaktivními formami kyslíku, které jsou uvolňovány z dýchacího řetězce nebo v průběhu nervové synapse. Také pomáhá organismu odstranit látky (superoxidy či hydroperoxydy), vzniklé z neutrofilních leukocytů, které byly aktivovány při zánětu (Combs 2012; Yamamoto & Kinoshita 2017).

3.1.2.3 Askorbová kyselina jako aditivum

Kyselina askorbová se využívá jako přídatná látka při výrobě potravin. Označuje se kódem E300. Nejčastěji se používá jako antioxidant (př. ovocné džusy), v pekárenském průmyslu (zabraňuje oxidaci tuků) či jako konzervant (zlepšuje stabilitu barvy zpracovaného masa a vína, trvanlivost sušeného mléka, předchází zakalení piva aj.) (Střítecká 2018).

SZPI (2016) však v nařízení (ES) č. 1333/2008 uvádí, že i přes jisté konzervační účinky kyseliny askorbové v potravinách, ji není vhodné za konzervant považovat, jelikož není do potravin přidávána za účelem ochrany potravin před působením mikroorganismů. Kyselina askorbová patří dle legislativy ČR mezi antioxidanty.

3.1.2.4 Nedostatek vitamínu C

Chorobný stav vyvolaný naprostým nedostatkem vitamínu C neboli avitaminóza je v dnešní době vzácný. Může nastat v případě nižšího příjmu vitamínu C, než je jeho minimální dávka, která činí 8 – 10 mg/den. Avitaminóza vitamínu C způsobuje nemoc zvanou skorbut nebo kurděje. Touto nemocí trpěli především námořníci z důvodu nedostatku ovoce a zeleniny při dlouhých plavbách. Odhaduje se, že kurděje postihly až 2 miliony námořníků. Tato nemoc se však vyskytovala i na pevnině, např. v Irsku v roce 1845 v období „bramborového hladomoru“. Vlivem nedostatku vitamínu C nedochází k tvorbě kolagenu, což vážně postihuje růst kostí a způsobuje osteoporózu u dospělých. Defektní syntéza kolagenu vede také ke špatné tvorbě dentinu a typickému krvácení dásní. V roce 1700 zjistil britský námořní chirurg, že konzumace citronů a pomerančů působí jako prevence a léčba kurdějí (Baert 2008; Carpenter 2012).

Dosud není známa minimální koncentrace vitamínu C v plazmě, při které dochází k vývoji kurdějí. S nejvyšší pravděpodobností se kurděje vyskytují, při příjmu vitamínu C pod 10 mg/den. Příznaky se projeví za 120 – 140 dní (Hodges et al. 1971).

V dnešní době jsou kurděje poměrně vzácné onemocnění. Nejnáchylnější jsou starší pacienti či alkoholici s nedostatečným příjmem ovoce a zeleniny. Pokud je nemoc včas diagnostikována a léčena, prognóza je vynikající (Baert 2008; Carpenter 2012).

Hypovitaminóza vitamínu C se vyskytuje častěji než avitaminóza. Jedná se o chorobný stav, způsobený částečným nedostatkem určitého vitamínu. S hypovitaminózou vitamínu C se můžeme setkat v důsledku nedostatku tohoto vitamínu v potravě v určitém období. Nejčastěji na jaře, což je označováno jako tzv. „jarní únava“. Dále také v období růstu, při extrémní tělesné zátěži, stresu, konzumaci drog, alkoholu aj. (Fajfrová 2011). Mezi klinické příznaky nedostatku vitamínu C patří únava, bolest svalů a kostí, anémie, náchylnost k infekcím, hematomy, záněty a krvácení dásní, změny kůže, zhoršené hojení ran a celková slabost (Akikusa 2003; Fajfrová 2011).

3.1.3 Faktory ovlivňující obsah vitamínu C v ovoci a zelenině

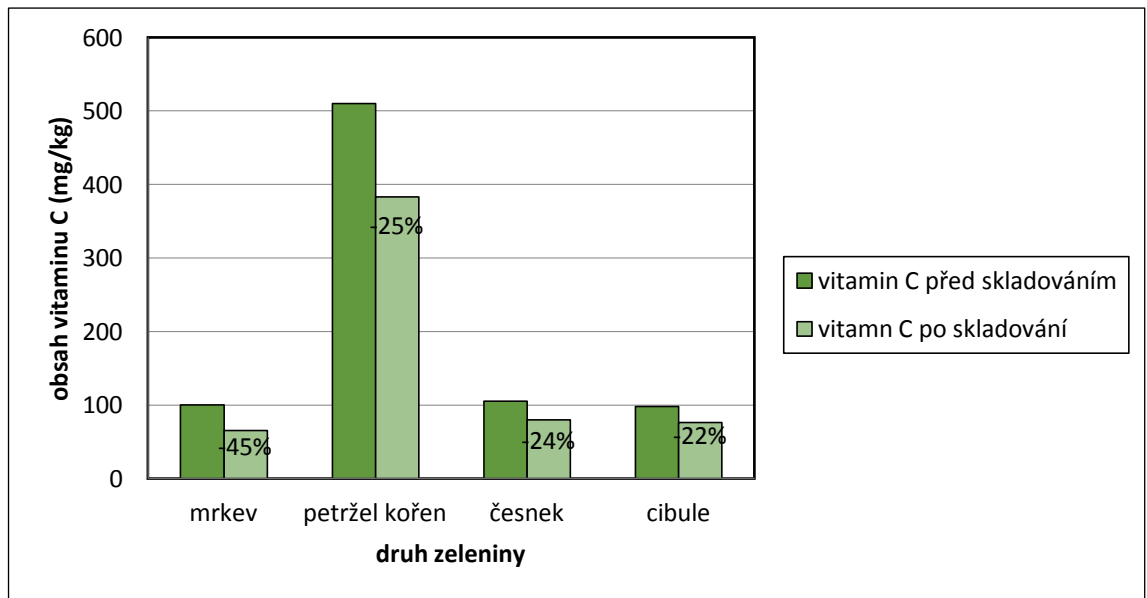
Matějková & Petříková (2010) se ve své studii zabývaly komplexem faktorů, které mají vliv na obsah vitamínu C u vybraných druhů zelenin. Mezi jejich vzorky zeleniny byla mrkev, kořenová petržel, petržel nať, cibule, česnek a pór. Vybrané vzorky zeleniny byly pěstovány v letech 2004 až 2006 na dvou stanovištích – pozemku Zahradnické fakulty v Lednici a Školního zemědělského podniku v Žabčicích. Obsah vitamínu C byl stanoven metodou HPLC. V následující tabulce (tabulka 2) jsou znázorněny jednotlivé druhy zeleniny, u kterých byl či nebyl zjištěn průkazný vliv odrůdy, stanoviště, pěstebního roku a skladování na obsah vitamínu C. Všechny vypěstované vzorky byly sklizeny manuálně. Pozdní mrkev a petržel byla skladována při teplotě $+2 \pm 3$ °C a relativní vzdušné vlhkosti 90 %, česnek a cibule byli skladovány při teplotě 0 ± 2 °C a relativní vzdušné vlhkosti 70 %. Skladování trvalo u všech vzorků zeleniny třicet dní.

Tabulka 2 Vliv odrůdy, stanoviště, pěstebního roku a skladování na obsah vitamínu C u vybraných druhů zeleniny (Matějková & Petříková 2010)

	Mrkev	Petržel kořen	Petržel nať	Cibule	Česnek	Pór
Vliv odrůdy	+	+	+	-	+	-
Vliv stanoviště	-	-	+	+	-	-
Vliv pěstebního roku	-	+	+	+	+	+
Vliv skladování	+	+	x	+	+	x

Pozn.: -...nebyl zjištěn průkazný vliv na hladině významnosti $\alpha=0,05$; +...byl zjištěn průkazný vliv na hladině významnosti $\alpha=0,05$; x...vliv se nezjišťoval

Z tabulky 2 vyplývá, že největší vliv na obsah vitamínu C v zelenině má vliv pěstebního roku. Rozdíly v obsahu vitamínu C mezi pěstebními roky byly s nejvyšší pravděpodobností způsobeny vlivem rozdílných teplot a srážek. Například u petržele byl zjištěn průkazně vyšší obsah vitamínu C v kořeni i v nati v roce 2005, v tomto roce byly vyšší teploty ke konci vegetačního období. Průkazný vliv stanoviště na obsah vitamínu C u vybraných vzorků zeleniny byl pouze u cibule. Skladování se projevilo jako významný faktor, který ovlivňuje obsah vitamínu C po sklizni. Po skladování nastal u všech sledovaných vzorků významný pokles obsahu vitamínu C (viz obrázek 4). Nejvyšší ztráty zaznamenaly u mrkve (45%), poté petržele (25%), česneku (24%) a cibule (22%).



Obrázek 4 Průměrný obsah vitamínu C před a po skladování vybraných zelenin (Matějková & Petříková 2010)

3.1.3.1 Odrůda

Ze studií Tressler et al. (1936) na vzorcích hrachu, fazolí, rajčat, zelí, špenátu a rebarboře je zřejmé, že odrůda má zásadní vliv na obsah vitamínu C. Pouze u vzorku rebarbory byl velmi malý rozdíl v obsahu vitamínu C mezi dvěma odrůdami. Naopak v případě vzorku hrachu platí, že lusky hrachu s malými semeny (odrůda z Aljašky) mají přibližně o polovinu více vitamínu C, než odrůdy s velkými semeny.

Matějková & Petříková (2010) ve své studii potvrdily vliv odrůdy na obsah vitamínu C v mrkvi, kořeni i nati petržele a v česneku. V této studii bylo zanalyzováno celkem osmnáct odrůd pěti druhů zeleniny. Každá odrůda byla ze dvou různých stanovišť a dvou pěstebních let. V tabulce 3 jsou znázorněny průměrné hodnoty vitamínu C jednotlivých druhů zeleniny a jejich odrůd. Například u mrkve byl zjištěn vyšší obsah vitamínu C u pozdních odrůd Olympia a Tinga oproti ostatním odrůdám.

Tabulka 3 Průměrné hodnoty vitamínu C v analyzovaných vzorcích zelenin (Matějčková & Petříková 2010)

Druh	Odrůda (udržovatel)	Obsah vitamínu C (mg/kg)
Mrkev	Delicia, raná (Sempra)	61 a
	Kráska, poloraná (Ing. Jitka Hruběšová)	80 a
	Strupnická k rychlení, raná (Sempra)	58 a
	Nerac F1, polopozdní (Bejo Zaden)	79 a
	Olympia, pozdní (Seva-Flora)	117 b
	Tinga, pozdní (Moravoseed)	108 b
	Alba, polopozdní (Moravoseed)	586 a
Petržel	Atika, raná (Semo)	472 b
	Olomoucká dlouhá, pozdní (Semo)	459 b
Petržel nať	Alba, polopozdní (Moravoseed)	1833 ab
	Atika, raná (Semo)	1574 c
	Olomoucká dlouhá, pozdní (Semo)	1668 bc
Cibule	Karmen, poloraná (Semo)	104 a
	Všetana, poloraná (Semo)	99 a
	Dorata di Parma, pozdní (S&G Flowers)	94 a
Česnek	Blanin, paličák (Ing. Jan Kozák)	109 a
	Lukan, nepaličák (Ing. Jan Kozák)	105 a
	Vekan, paličák (Ing. Jan Kozák)	132 b
Pór	Bohdan, podzimní (Šlecht. st. Kvetoslavov)	281 a
	Elefant, podzimní (Seva-Flora)	297 a
	Pancho, raný (Nickerson-Zwaan)	293 a

Pozn.: mezi hodnotami označenými stejnými písmeny nejsou průkazné rozdíly na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

3.1.3.2 Způsob pěstování

Půda, na které se daný druh ovoce či zeleniny pěstuje a podmínky pěstování, jsou rozhodujícím faktorem pro obsah vitamínu C. V tabulce 4 lze pozorovat, že průměrné množství vitamínu C ve vzorcích listového špenátu, pěstovaného na jaře na hlinité půdě bylo o 50 % vyšší než ve vzorcích špenátu z hnojené půdy (Tressler et al. 1936).

Tabulka 4 Obsah vitamínu C v různých odrůdách špenátu, sklizených na podzim a na jaře z rozdílných typů půdy (Tressler et al. 1936)

	Obsah vitamínu C (mg/g vzorku)			
	na jaře		na podzim	
	hnojená půda	hlinitá půda	hnojená půda	hlinitá půda
Odrůda				
<i>Eskimo</i>	0,62	0,77	-	-
<i>Viking</i>	-	-	0,61	1,13
<i>Virginia Savoy</i>	0,48	0,8	0,67	1,05
<i>Broad Flanders</i>	0,49	0,89	0,56	1,13
<i>Old Dominion</i>	0,56	0,7	0,65	1,02
<i>Nobel</i>	0,55	0,79	0,53	1,07
<i>Victoria</i>	0,55	0,66	0,59	-
<i>Viroflay</i>	0,53	0,78	0,54	0,88
<i>Hollandia</i>	0,42	0,75	0,63	0,99
<i>Long Standing</i>				
<i>Bloomsdale</i>	0,49	0,74	0,55	0,8
<i>Prickly Winter</i>	0,46	0,75	0,48	0,95
<i>King of Denmark</i>	0,4	0,64	0,65	0,8
<i>Princess Juliana</i>	0,38	0,53	0,65	0,72
Průměr	0,49	0,73	0,59	0,96

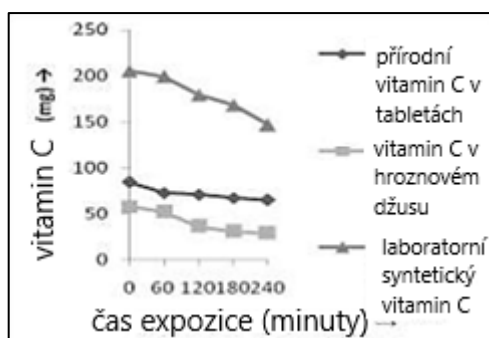
3.1.3.3 Stabilita vitamínu C

Vitamin C se řadí mezi velmi nestabilní sloučeniny. Dochází k jeho rychlé oxidaci s oxidačními činidly, především s ionty železa, mědi, různými enzymy (např. askorbáza, peroxidáza, cytochromoxidáza) a vzdušným kyslíkem (Jeney-Nagymateet et al. 2008). Stabilita vitamínu C navíc klesá se i se zvyšující se teplotou, pH (Jeney-Nagymate et al. 2008) a přístupem světla (Nováková et al. 2008).

Iwase et al. (2000) se snažili zjistit optimální podmínky pro stabilitu vitamínu C, s cílem zvolit nejvhodnější laboratorní sklo pro přípravu vzorku. Studie byla zaměřená na vliv denního světla a UV záření (265nm) na stabilitu vitamínu C. Z této studie vyplývá, že Vitamin C je ovlivněn denním světlem i UV zářením. Koncentrace vitamínu C, který byl skladován v hnědé, neprůhledné lahvi při pokojové teplotě po dobu jedné hodiny klesla na 95,6 % původního obsahu. U roztoku vitamínu C, skladovaného v čiré lahvi klesla koncentrace na 84,2 %. Výsledkem studie je, že stabilita vitamínu C je vyšší při skladování v hnědé lahvi, která chrání obsah před světlem. Popřípadě doporučují ochranu pomocí hliníkové folie (Nováková et al. 2008).

Iwase et al. (2000) a Nováková et al. (2008) zkoumali stabilitu vitamínu C při různých koncentracích vzorku. Zjistili, že čím je vyšší koncentrace vitamínu C, tím je vyšší jeho stabilita. Stabilita vzorku se významně snížila při koncentraci nižší než 0,1 mg/l.

Na obrázku 5 jsou zobrazeny 3 odlišné zdroje vitamínu C a jejich změny obsahu vitamínu C po vystavení těchto vzorků vzduchu. K nejvýraznějšímu úbytku vitamínu C došlo u vzorku syntetického vitamínu C v tabletách, což je připisováno malému povrchu tablety či přítomnosti pojidla, které bylo pravděpodobně přidáno během výroby. K nejnižším změnám obsahu vitamínu C došlo v hroznovém džusu (Oyetade et al. 2012).



Obrázek 5 Změny obsahu vitaminu C v různých zdrojích, vystavených působení vzduchu (Oyetade et al. 2012)

V průběhu zpracování je stabilita vitaminu C vyšší u ovoce než u zeleniny a to z důvodu vyššího pH (Mařáková 2008).

3.1.3.4 Způsob skladování a tepelná úprava

Obsah vitaminu C se ve většině potravin výrazně snižuje během skladování. Dle studie Oyetade et al. (2012), obalové materiály, přístup kyslíku a teplota při skladování významně ovlivňují stabilitu vitaminu C v potravinách.

Například brambory skladované po dobu 5 měsíců ztratí až 50 % vitaminu C a skladování po dobu 8 měsíců způsobí ztráty až 65 %. Jablka a zelí, skladované v zimě, mohou ztratit 40 – 50 % původního obsahu vitaminu C. Ztráty při vaření jsou ještě větší, protože stabilita vitaminu C je mnohem menší ve vodném roztoku. Například brambory mohou ztratit až 40 % v průběhu varu a vyluhování (Combs 2012). Vlivem mytí, blanšírování, vaření a konzervování ovoce a zeleniny dochází ke značným ztrátám vitaminu C. Velikost těchto ztrát je závislá na pH, množství vody, teplotě, velikosti povrchu ovoce či zeleniny, přívodu kyslíku a zralosti materiálu. U listové zeleniny dochází k větším ztrátám obsahu vitaminu C než u kořenové, která má menší povrch. Ke ztrátám vitaminu C může docházet také loupáním, povrchové vrstvy ovoce a zeleniny jsou totiž velmi bohaté na tento vitamin. Jedná se tedy o důležitou část plodů. Při mléčném kvašení dochází rovněž ke ztrátám vitaminu, např. kysané zelí obsahuje o poloviční množství vitaminu než čerstvé hlávkové zelí (Mařáková 2008).

kteřé vstřebávají rostliny a postupně se stávají součástí rostlin. Do živočišných produktů se dusičnany dostávají z krmiv či jako aditivum ve formě dusitanových a dusičnanových solí používaných pro stabilizaci barvy a konzervační účely.

Dusičnany tvoří jednu z nejdůležitějších forem dusíku. Snadno se vstřebávají, většinou ve velkém množství do zahradních plodin (tj. především zelenina, ovocné stromy a vinná réva) (Colla 2018). Vyšší koncentrace dusičnanů se akumulují v listech, zatímco nižší koncentrace jsou přítomny v kořenech, hlízách, semenech a v ovoci. Z tohoto důvodu je listová zelenina (špenát, salát, petržel aj.) považována za nejvýznamnější zdroj dusičnanů (Maynard et al. 1976; Santamaria 2006).

V následující tabulce (tabulka 5) jsou uvedeny různé druhy ovoce a zeleniny, rozřazeny do příslušných skupin podle obsahu dusičnanů.

Tabulka 5 Klasifikace ovoce a zeleniny dle obsahu dusičnanů (Prugar et al. 2008; Colla 2018)

Kategorie	Obsah dusičnanů (mg/kg)	Druh ovoce, zeleniny
Nízký	méně než 250	rajčata, paprika, cibule, fazole, hrách, okurka, brambora, jahoda, jablko, pomeranč
Střední	250–1000	cuketa, brokolice, zelí, mrkev, hlávková kapusta, petržel, meloun, dýně
Vysoký	1000–2000	kopr, fenykl, řeřicha, rukola, kozlíček, ředkvička, celer
Velmi vysoký	více než 2000	salát hlávkový, bazalka, špenát, řepa, tymián

Ovoce obvykle obsahuje malé množství dusičnanů, typicky méně než 10 mg/kg. Mezi výjimky, které někdy mohou obsahovat až 150 mg dusičnanů/kg patří banány a jahody (Walker 1990).

3.2.2 Vliv dusičnanů na zdraví člověka

Existuje nepřeberné množství studií, které se zabývají vlivem dusičnanů na zdraví člověka. Většina studií hodnotí vliv dusičnanů jako negativní, avšak příjem malého množství dusičnanů může mít i pozitivní vliv. Toto téma je rozebráno v následujících kapitolách.

3.2.2.1 Pozitivní vliv dusičnanů

Golden et al. (1999) tvrdí, že dle novějších studií mohou mít dusičnany příznivé účinky na fyziologii trávicího traktu a kardiovaskulárního systému. Mohou nás také chránit před gastrointestinálními onemocněními, zubním kazem a perorálními infekcemi.

Ve studii Lundberg et al. (2011), která se zabývala vlivem dusičnanů na zdravotní stav při příjmu 0,06 – 0,35 mmol/kg/den dusičnanu draselného (dávka dusičnanů 0,01 mmol/kg/den u člověka odpovídá příjmu 100 – 300 g zeleniny bohaté na dusičnany), byly zjištěny následující pozitivní účinky při nízkém příjmu dusičnanů:

- snižují krevní tlak;
- snižují spotřebu kyslíku během cvičení;
- inhibují funkci krevních destiček;
- zabraňují endoteliální dysfunkci (tj. raná fáze aterosklerózy).

V Japonsku je výskyt kardiovaskulárních onemocnění nízký a japonská dlouhověkost je nejvyšší na světě. Ve studii Sobko et al. (2010) zkoumali účinky na krevní tlak po 10 dnech konzumace tradiční japonské stravy, bohaté na zeleninu u 25 zdravých dobrovolníků. Západní tradiční japonská strava je přirozeně velmi bohatá na obsah dusičnanů a to se odráží na zvýšené hladině dusičnanů a dusitanů v krevní plazmě a slinách ve srovnání s běžnou stravou. V této studii bylo potvrzeno, že přirozené dusičnany a dusitany, přijímané potravou snižují krevní tlak.

Webb et al. (2008) také zkoumali vliv dusičnanů na krevní tlak a v jejich studii bylo prokázáno významné snížení diastolického a systolického krevního tlaku 3 hodiny po požití půl litru šťávy z červené řepy. Řepa je totiž bohatým zdrojem dusičnanů.

3.2.2.2 Negativní vliv dusičnanů

Dusičnany jsou samy o sobě relativně netoxické, avšak jejich metabolity (nitrosloučeniny), které vznikají v lidském organismu, mohou vyvolat řadu zdravotních problémů (Santamaria 2006).

Odborný panel EFSA pro kontaminanty v potravním řetězci (Panel on Contaminants in the Food Chain) tzv. Panel CONTAM, měl v roce 2008 za úkol zhodnotit zdravotní rizika a přínosy dusičnanů v zelenině. Panel vyhodnotil 3 733 analytických výsledků ze 13 zemí EU a dospěl k závěru, že nad možnými zdravotními riziky z expozice dusičnanů v zelenině převažovaly přínosné účinky a že u průměrného spotřebitele nedocházelo k překročení přijatelného denního příjmu (ADI) dusičnanů, který je podle EFSA (2008) 3,7 mg/kg tělesné hmotnosti/den, což odpovídá 222 mg dusičnanů/den pro dospělého člověka, při váze 60 kg. CONTAM však poznamenal, že kojenci a děti s bakteriálními infekcemi trávicího traktu jsou citlivější vůči účinkům dusičnanů. Na základě těchto závěrů EFSA nedoporučuje, aby se těmto dětem podával špenát (EFSA 2010). Dle belgické studie Temme et al. (2011) je reálný průměrný denní příjem dusičnanů 96 mg/den neboli 1,38 mg/kg tělesné hmotnosti/den. Hlavním zdroj dusičnanů představuje zelenina (především salát) a voda.

EFSA (2010) uvádí, že nesprávné skladování vařené zeleniny může vést k přímé přeměně dusičnanů na dusitanů, což způsobuje značný nárůst rizika vzniku methemoglobinemie. Methemoglobinemie může nastat již po jedné expozici dusičnanům. Nejčastěji jsou postiženými pacienti velmi malé děti, které žijí ve venkovských oblastech, kde je zdroj vody v místě výskytu vysokých koncentrací dusičnanů, popř. odtoku hnojiv (Wright et al. 1999). Proto jsou také na kojeneckou vodu požadovány zvláštní limity obsahu dusičnanů (10 mg/l) a dusitanů (0,1 mg/l) (Vyhláška č. 252/2004 Sb.); (Pizingerová 2011). Mikrobiota trávicího traktu pak redukuje dusičnany na dusitanů, které mohou vést k methemoglobinemii. Dalšími příčinami methemoglobinemie může být acidóza (nejčastěji důsledkem průjmu a dehydratace), genetika a požití či vystavení kůže působení oxidačního činidla (naftalen aj.) (Wright et al. 1999). V následující tabulce (tabulka 6) jsou uvedeny příznaky, související s různou koncentrací methemoglobinu v krvi.

Pizingerová a kol. (2011) upozorňují na nebezpečí přípravy stravy pro děti z nekontrolovatelné zeleniny. Dále tvrdí, že by lékaři měli rodiče upozorňovat, že dětem je

vhodné podávat pestrou stravu s dostatečným množstvím zeleniny, ale i to, že je nutné tyto suroviny správně skladovat a upravovat. V případě jakýchkoliv pochybností o obsahu dusičnanů je vhodné obrátit se na příslušnou hygienickou stanici.

Tabulka 6 Symptomy související s různou koncentrací methemoglobinu v krvi (Wright et al. 1999)

Koncentrace methemoglobinu (MHb)	Celkový methemoglobin (%)	Symptomy *
< 1,5 g/dl	< 10	Žádné
1,5–3,0 g/dl	10–20	Cyanotická změna barvy kůže
3,0–4,5 g/dl	20–30	Úzkost, závratě, bolesti hlavy, tachykardie
4,5–7,5 g/dl	30–50	Únava, zmatenost, nevolnost, zrychlené dýchání, zvýšená tachykardie
7,5–10,5 g/dl	50–70	Kóma, křeče, srdeční arytmie, acidóza
>10,5 g/dl	>70	Smrt

* U pacientů se srdečním, plicním nebo hematologickým onemocněním se mohou vyskytovat závažnější příznaky pro danou koncentraci MHb

Studie Gorenjak et al. (2012) uvádí souvislost mezi dusičnany a rakovinou močového měchýře, vaječníku, žaludku a jater. V Anglii byl zkoumán zvýšený výskyt nádorů mozku a centrálního nervového systému u dospělých v oblastech s vysokou hladinou dusičnanů v pitné vodě, ale řada studií případu a kontrol nenalezla žádnou korelaci mezi příjmem dusičnanů v pitné vodě a nádorovým onemocněním mozku a CNS.

Na základě dlouhodobých analýz (tzv. spotřebního koše) provedených Státním zdravotním ústavem bylo zjištěno, že průměrný Čech dostane do těla maximálně čtvrtinu povolené dávky dusičnanů a dusitanů v potravinách. Mezi konzumenty však existují individuální

rozdíly, tudíž nelze vyloučit, že někteří zkonzumují nadlimitní množství dusičnanů a dusitanů (Šuta 2017).

3.2.3 Faktory ovlivňující obsah dusičnanů v ovoci a zelenině

Kumulace dusičnanů v zelenině a ovoci závisí na mnoha faktorech – především na druhu/genotypu ovoce či zeleniny, odrůdě, klimatických podmínkách (hlavně intenzitě světla, teplotě vzduchu a koncentraci oxidu uhličitého), agronomických faktorech (např. načasování, forma aplikace dusíku aj.) a fázi a době sklizně (Sorensen 1994; Colla 2018).

3.2.3.1 Odrůda

Sorensen (1994) zkoumal vliv odrůdy na obsah dusičnanů v listech salátu. Uvádí, že rozdíly mezi odrůdami byly velmi významné. Nejvyšší akumulace dusičnanů byla zaznamenána v odrůdě Archimedes (2221,68 mg/kg), zatímco nejnižší obsah byl zaznamenán u odrůdy Santoro (1761,00 mg/kg). K podobným závěrům dospěla i studie Govedaric-Lučić et al. (2002).

3.2.3.2 Způsob pěstování

Množství dusičnanů v ovoci a zelenině závisí také na způsobu hnojení a světelných podmínkách při pěstování. Souvislostí mezi intenzitou světla a obsahem dusičnanů v zelenině se zabývala řada studií: Maynard et al. (1976), Santamaria (2006), Colla et al. (2018) a další. Absorpce a asimilace dusičnanů závisí na světelném ozáření a na fotosyntéze, což zajišťuje tzv. uhlíkovou kostru potřebnou k integraci amoniaku. Proto se akumulace dusičnanů v rostlinné tkáni mění s ročním obdobím, k vyšší akumulaci dochází v podzimně – zimním období, kdy převládají nízké světelné podmínky než v jarním vegetačním období (Santamaria 2006; Colla et al. 2018).

Maynard et al. (1976) a Colla et al. (2018) uvádí, že snížení intenzity světla je spojené se zvýšenou koncentrací dusičnanů v rostlinách. Nejvíce dusičnanů bývá v tzv. rychlé zelenině, což je zelenina, která je na trhu ihned po zimě, kdy je nedostatečné množství světla v období jejího růstu. Při dozrávání zeleniny či ovoce pak dochází k poklesu obsahu dusičnanů.

Ve skleníkových experimentech, se používají odstínové tkaniny a doplňková světla, pro výzkum změn obsahu dusičnanů. Cantliffe (1973) dosáhl dramatického snížení koncentrace dusičnanů v řepě a špenátu při zvyšování intenzity světla.

Těžší půdy způsobují větší kumulaci dusičnanů v zelenině než půdy lehké, je proto doporučeno tyto půdy obohacovat humusem. Hnojiva jsou považována za nejvýznamnější zdroj dusičnanů, avšak pokud jsou dodržovány jejich doporučené dávky, nezpůsobují zvýšený obsah dusičnanů v ovoci či zelenině (Maynard et al. 1976).

3.2.3.3 Způsob skladování a tepelná úprava

Obsah dusičnanů v ovoci a zelenině může ovlivnit i tepelná úprava (tj. smažení, pečení, vaření) či způsob skladování (např. zmrazení). Vařená zelenina obsahuje zhruba o 50 % méně dusičnanů, než je v původní čerstvé formě. Po tepelné úpravě pečením, zůstává obsah dusičnanů téměř nezměněn. Smažením naopak dochází k navýšení dusičnanů 1,6 – 3 krát. Při skladování zeleniny či ovoce v chladničce dochází k redukci dusičnanů na dusitany. Při mražení k této redukci nedochází, tudíž se množství dusičnanů v mražené zelenině liší od obsahu v čerstvé zelenině či ovoci jen nepatrně. Změny obsahu dusičnanů vlivem tepla jsou uvedeny v tabulce 7 (Prasad 2008).

Tabulka 7 Obsah dusičnanů (mg/kg) ve vybrané zelenině před a po tepelné úpravě (Prasad 2008)

Druh zeleniny	Obsah dusičnanů							
	Čerstvá*		Vaření		Pečení		Smažení	
	Průměr	SD**	Průměr	Ztráty (-) (%)	Průměr	Ztráty (-) či nárůst (+) (%)	Průměr	Nárůst (+) (%)
Anglické zelí	1425,5	731,7	760	-46,7	1381	-3,1	3688,4	+158,8
Salát	1297,1	347,9	653	-49,7	1320	+1,8	3626,4	+179,6
Celer	4706,7	1010,5	1923	-59,1	4783,8	+1,6	15063,1	+220
Čínské zelí	5658,1	738,7	2487	-56	5687,7	+0,5	23032	+307

* Šest vzorků (n = 6) pro každý druh zeleniny

** SD = směrodatná odchylka

Temme et al. (2011) se ve své studii zabývali vlivem způsobu konzervace na obsah dusičnanů v zelenině. Koncentrace dusičnanů ve zmrazeném stavu byla v průměru o 43 % (19 % - 62 %) nižší než původní množství a v konzervované zelenině či zelenině balené do skleněných obalů o 69 % (54 % - 91 %) nižší než u čerstvé zeleniny.

3.3 Souvislost mezi vitamínem C a dusičnany

Negativní vliv dusičnanů na lidské zdraví je výrazně omezován současnou přítomností vitamínu C. Ovoce či zelenina s přirozeným obsahem vitamínu C a ostatních antioxidantů chrání před negativním vlivem dusičnanů pocházejících i z jiných zdrojů, např. z uzenin či pitné vody (Kopec 2010).

3.3.1 Detoxikace dusičnanů pomocí vitamínu C

Shehata provedl v roce 2010 studii, ve které zjišťoval, zda je možné pomocí vitamínu C detoxikovat rostoucí novozélandské králíky, po pití vody s koncentrací dusičnanů 729 mg/l.

Jedna skupina králíků pila pouze vodu s přídavkem dusičnanů, druhá skupina králíků pila stejné množství dusičnanů s přídavkem 100, 200 či 400 mg/l vitamínu C po dobu sedmi týdnů. Třetí skupina novozélandských králíků, byla kontrolní skupinou, pila pouze vodu bez přídavku dusičnanů a kyseliny askorbové.

Voda s dusičnany způsobila významné snížení výkonu králíků (příjem krmiva a vody, stravitelnost živin, tempo růstu). Došlo k významnému poklesu koncentrace hemoglobinu, počtu červených krvinek, celkového obsahu bílkovin, albuminu a globulinu u králíků. U těchto králíků také došlo ke snížení denního přírůstku hmotnosti. Druhá skupina králíků, konzumující vodu s dusičnany a s přídavkem vitamínu C ve třech různých koncentracích (100, 200 a 400 mg/l), měla významně vyšší výkon a docházelo u ní ke zlepšení měrných hematologických parametrů (tj. počet leukocytů, trombocytů, erytrocytů, hemoglobin, hematokrit, sedimentace Er). Výsledky obecně ukazují, že nejvyšší úroveň zlepšení těchto parametrů byla dosažena přidáním vitamínu C v koncentraci 200 mg/l.

3.4 Farmářské trhy

3.4.1. Definice

Definici farmářských trhů uvádí Bohatec (2011):

„Farmářské trhy (sedlácké, selské, zemědělské trhy apod.) jsou forma prodeje zemědělského a potravinářského zboží pro občanskou veřejnost, jejímž cílem je:

- podpora malých a středních zemědělských pěstitelů, chovatelů, zpracovatelů a výrobců potravin;
- zásobování občanů čerstvými zemědělskými plodinami a potravinami převážně českého a regionálního původu;
- vytvoření nového společenského prostoru, který vedle prodeje zemědělského zboží slouží k setkávání lidí, přiblížení městských obyvatel zemědělské sezóně a přírodním cyklům;
- oživit vybrané prostory měst a zlepšit jejich atmosféru.

Farmářské trhy se konají ve veřejně oznámené časové periodě, zpravidla pod otevřeným nebem, a prodej na nich se řídí předem oznámeným a vyvěšeným tržním řádem, který vychází ze vzorového tržního řádu a z dispozic jednotlivých měst.“

3.4.2. Kodex farmářských trhů

Tzv. „kodex farmářských trhů“ znamená, že předmětem prodeje musí být pouze takové zboží, které odpovídá tématice farmářských trhů. Dále musí vycházet z české tradice, a to především z tradice chovu hospodářských zvířat, výroby potravinářských produktů a pěstování plodin. To by mělo zajistit větší srozumitelnost pro spotřebitele, jistotu o původu, kvalitě a hygienické nezávadnosti daných produktů (Bohatec 2011).

Sedláček (2015) uvádí, že prodejci musí respektovat všechny platné legislativní předpisy související s prodejem potravin na farmářských trzích. A každé prodejní místo, popř. stánek musí být čitelně označeno jménem a příjmením prodejce nebo názvem podniku, dále adresou, stručnou informací o zboží a identifikačním číslem. Na farmářských trzích by mělo být v prodeji pouze sezónní zboží.

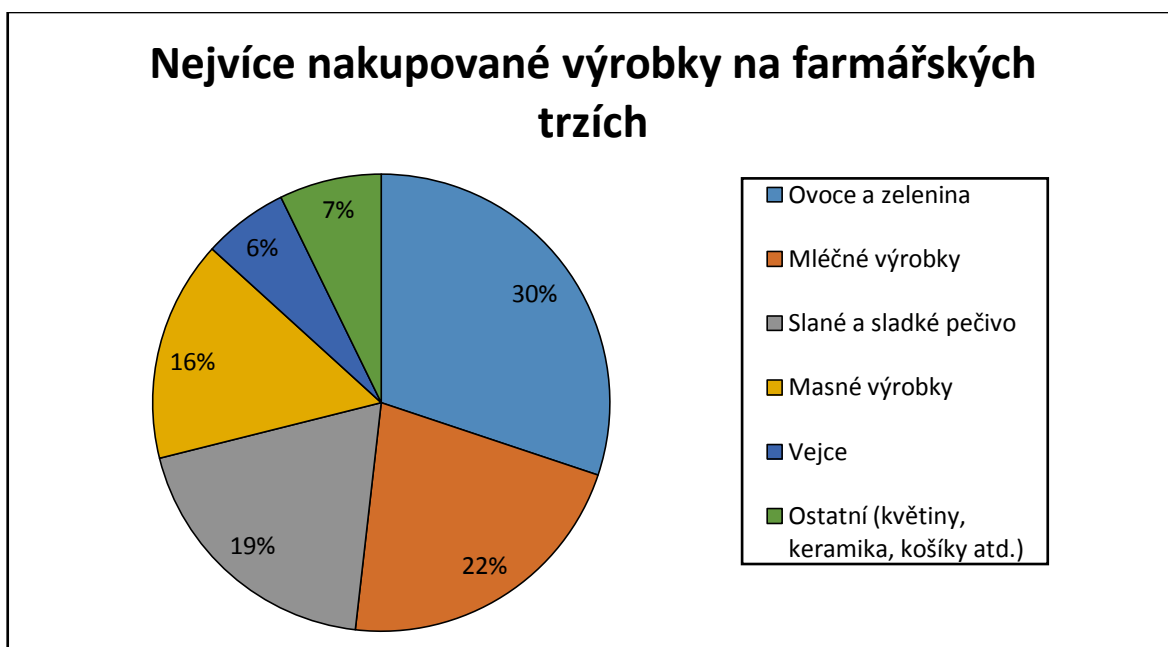
3.4.3. Dozorové orgány při kontrole potravin

Jedním z kontrolních orgánů potravin na farmářských trzích je Státní veterinární správa (SVS), která provádí veterinární dozor. Následně uvádí počty kontrol a nejčastější nedostatky za předešlé dva roky (Pejchar 2015).

Zatímco SVS kontroluje potraviny živočišného původu zpracované či nezpracované (např. ryby, med, čerstvé maso), které se prodávají na schválených i neschválených (tj. neregistrovaných) tržištích, Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) kontroluje především potraviny rostlinného původu, které jsou prodávány opět jak na schválených, tak i neschválených tržištích, popřípadě zpracované potraviny živočišného původu, které nejsou schválené SVS (SZPI 2016).

3.4.4. Produkty farmářských trhů

Mezi nejčastěji vyhledávané produkty z farmářských trhů patří ovoce a zelenina. Dle studie Brůčkové (2012) tvoří tato kategorie z celkové nabídky 30%. Detailnější procentuální podíl komodit nejčastěji nakupovaných na farmářských trzích je znázorněn na obrázku 7.



Obrázek 7 Nejvíce nakupované výrobky na farmářských trzích (Brůčková 2012)

3.4.1.1. Lokální produkty

Jak již bylo zmíněno výše, produkty prodávané na farmářských trzích by měly vycházet z českých tradic a mělo by se jednat o sezónní a lokální produkty (Bohatec 2011; Sedláček 2015).

Na rozdíl od biopotravin neexistuje pro lokální potraviny žádná právní ani všeobecně uznávaná definice. Částečně se jedná o geografický koncept, který se vztahuje ke vzdálenosti mezi výrobcí potravin a spotřebiteli. Kromě geografické blízkosti výrobců a spotřebitelů lze však vymezit lokální potraviny z charakteristik sociálního a dodavatelského řetězce.

Lokální potraviny jsou takové potraviny, které jsou vypěstovány v co nejmenší vzdálenosti od spotřebitele. Mnoho autorů popisuje jako "lokální" potraviny takové potraviny, které byly vyrobené do 100 km od spotřebitele. Jiní autoři tvrdí, že lokálními potravinami jsou ty, které byly vyprodukovány v daném kraji či zemi.

Nákup lokálních potravin hraje důležitou roli pro ekonomiku regionu, ve kterém žijeme, a pomáhá k zachování jeho přírodního bohatství. Dalším pozitivním faktorem nákupu lokálních potravin je jejich kvalita. Na farmářských trzích nalezneme čerstvé ovoce a zeleninu, které byly utržené těsně před prodejem. Zatímco v supermarketech můžeme narazit na potraviny, které putovaly na pult několik dnů a dozrávaly cestou, což se projeví i na chuti. S tím souvisí i uhlíková stopa, produkce lokálních potravin je výrazně energeticky úspornější a tedy i ekologičtější (Brůčková 2012; Kukla 2012).

3.5 Ovoce a zelenina

Ovoce a zelenina tvoří důležitou součást zdravé výživy a jejich přiměřená denní spotřeba může pomoci zabránit závažným onemocněním (WHO 2003).

Český statistický úřad (2018) uvádí průměrnou spotřebu zeleniny 88 kg na obyvatele za rok 2017. Tato hodnota vzrostla od roku 2015 o 5 kg/obyvatele/rok.

Průměrná spotřeba ovoce činila v roce 2017 82k g na obyvatele za rok, z toho bylo 35 kg jižního ovoce (tj. subtropické a tropické ovoce) a 47 kg ovoce mírného pásma.

Zveřejněná zpráva Světové zdravotnické organizace (WHO/FAO) doporučuje denně minimálně 400 g ovoce a zeleniny (s výjimkou brambor a jiných škrobových hlíz) pro prevenci chronických onemocnění, jako jsou srdeční a nádorová onemocnění, diabetes mellitus 2. typu a obezita, dále i jako prevenci a zmírnění nedostatků mikronutrientů, zejména v méně rozvinutých zemích (WHO 2003).

Výživové doporučení pro obyvatele české republiky udává doporučený denní příjem zeleniny a ovoce 600 g, vč. tepelně upravené zeleniny. Poměr zeleniny a ovoce by měl být zhruba 2:1 (SPV 2012).

3.5.1. Legislativní zařazení

Stanovení požadavků pro čerstvé ovoce a zeleninu je uvedeno ve vyhlášce Ministerstva zemědělství ČR č. 157/2003 Sb. Vyhláška definuje čerstvé ovoce jako „Jedlé plody a semena stromů, keřů nebo bylin uváděné do oběhu bezprostředně po sklizni nebo po určité době skladování v syrovém stavu.“

Čerstvá zelenina je vyhláškou definována jako

„Jedlé části, zejména kořeny, bulvy, listy, nať, květenství, plody jednoletých nebo víceletých rostlin uváděné do oběhu bezprostředně po sklizni nebo po určité době skladování v syrovém stavu.“

3.5.2. Vybrané druhy ovoce a zeleniny

V této kapitole budou rozebrány vybrané druhy ovoce a zeleniny, které byly použity v praktické části diplomové práce.

3.5.2.1. Švestky

Švestky patří mezi tradiční ovoce konzumované v České republice. Mimo přímou konzumaci v čerstvé podobě se používají na výrobu povidel, k zavařování, do ovocných knedlíků a také k sušení. Tradičně se švestky v České republice využívají na výrobu kvalitních destilátů, a to díky typické cukernatosti a specifickým aromatickým látkám.

Odrůdy švestek, nejčastěji slivoň švestka a slivoň domácí (*Prunus domestica*), jsou řazeny do rodu slivoň (*Prunus*) (Zloch et al. 2004). V seznamu odrůd pro rok 2017 je ve Státní odrůdové knize zapsáno 39 odrůd slivoní (ÚKZÚZ 2017).

Plody švestek obsahují 80 % vody a 7 – 14 % cukru. Dalšími významnými látkami jsou organické kyseliny (např. jablečná), dusíkaté látky, minerální látky a vitaminy (Skorňakov et al. 1991). Průměrný obsah vitamínu C na 100 g švestek je 5,6 mg (Zloch et al. 2004) až 8 mg (Lewin 1976). Bahadoran et al. (2016) uvádí ve své studii průměrnou hodnotu 27 mg dusičnanů ve 100 g švestek.

3.5.2.2. Jahody

Jahody se řadí mezi tzv. drobné ovoce. Jedná se o souplodí nažek, které tvoří nepravý plod, rostoucí na jahodníku (*Fragaria*).

V seznamu odrůd pro rok 2017 je ve Státní odrůdové knize zapsáno celkem 9 odrůd jahodníků (ÚKZÚZ 2017).

Jahody obsahují velké množství vlákniny, draslíku a vitamínu C (Harris & Mitcham 2007). Obsah vitamínu C v jahodách je srovnatelný s jeho obsahem v citrusových plodech. Plody jahod mohou obsahovat 35 mg (Knobloch 1956) až 60 mg/100 g vitamínu C, v závislosti na odrůdě (Lewin 1976). Spolu s banány však jahody patří mezi skupinu ovoce, které může obsahovat vyšší hodnoty dusičnanů (až 150 mg dusičnanů/kg) (Walker 1990).

3.5.2.3. Jablka

Mezi nejběžnější ovoce, pěstované v Evropě patří jablka. Plod jablka se nazývá malvice (*Pomum*), což je nepravý dužnatý nepukavý plod.

V seznamu odrůd pro rok 2017 je ve Státní odrůdové knize zapsáno celkem 99 odrůd jabloní (ÚKZÚZ 2017).

Jablka obsahují až 85 % vody, 11 % cukrů a 3 – 20 mg vitamínu C/100 g (McCance & Widdowson 2004). Nejvíce vitamínu C mají polokulturní, plané typy a klasické starší odrůdy. Významný podíl vlákniny a minerálních látek je ve slupce, loupáním se jejich množství sníží (McCance & Widdowson 2004).

Boyer & Liu (2004) uvádí ve své studii, že 1 čerstvé jablko (100 g) má antioxidační aktivitu, která odpovídá 1500 mg vitamínu C. Antioxidační aktivita extraktu z jablek byla naměřena pomocí metody TOSC (Total Oxylradical Scavenging Capacity). V této studii tvrdí, že celá

jablka mají vyšší antioxidační aktivitu než dužina. Vyšší antioxidační aktivitu zajišťuje větší obsahem flavonoidů především kvercetinu ve slupce. Vitamin C patří mezi silné antioxidanty, avšak tato studie poukazuje na to, že většina antioxidační aktivity jablek pochází z jiných sloučenin. Vitamin C tvoří méně než 0,4% celkové antioxidační aktivity v jablkách.

3.5.2.4. Špenát

Špenát setý (*Spinacia oleracea*) je jednoletá rostlina, která se řadí mezi krytosemenné rostliny (McCance & Widdowson 2004). Ve Státní odrůdové knize ČR je pro rok 2017 zapsána pouze odrůda Monores (ÚKZÚZ 2017).

Špenát patří mezi zeleninu s vysokým obsahem vitaminů a minerálních látek. Mezi nejvíce zastoupené vitaminy patří kyselina listová a vitamin C. Vitamin C (průměrný obsah 9,6 mg/100 g) navíc zlepšuje resorpci železa obsaženého ve špenátu ve značném množství (průměrný obsah 2,1 mg/100 g). Špenát, stejně jako listový salát, má vysokou schopnost akumulace dusičnanů, které jsou následně v lidském organismu přeměňovány na dusitany, ze kterých mohou vznikat škodlivé nitrosloučeniny. Špenát patří mezi zeleninu, pro kterou jsou v nařízení ES č. 1881/2006 ze dne 16. prosince stanoveny limitní hodnoty obsahu dusičnanů (2 500, resp. 3 000 mg/kg, v závislosti na ročním období) viz příloha 1.

K přeměně dusičnanů na dusitany však může dojít i v případě, že se nechá kulinářsky upravený špenát stát po delší dobu při pokojové teplotě. Vařený špenát by se měl tedy co nejrychleji zkonsumovat (MZe ČR 2005).

3.5.2.5. Červená paprika

Paprika (*Capsicum*) patří mezi rostliny čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Plod papriky, se nazývá lusk. Papriky jsou rozdělené na dva druhy:

- zeleninové papriky – dužnaté oplodí, určené ke konzumaci
- kořeninové papriky – chilli papričky, feferonky aj. (Oberbeil et al. 2003).

Pochází ze Střední Ameriky, v dnešní době je však rozšířena celosvětově. Paprika, pěstovaná v našich podmínkách je jednoletá rostlina. V tropech může být i víceletá.

V seznamu odrůd pro rok 2017 je ve Státní odrůdové knize zapsáno celkem 184 odrůd paprik (ÚKZÚZ 2017).

Obsahuje až 93 % vody, významné množství vlákniny (1,6 %) a vitamínu C. Průměrný obsah vitamínu C v červené paprice je 120 mg/100 g. Pro porovnání, průměrný obsah vitamínu C v zelené paprice je 100 mg/100 g (McCance & Widdowson 2004).

Dle obsahu dusičnanů, patří paprika do skupiny >250 mg/kg (Colla et al.2018).

3.5.2.6. Rajčata

Rajče, původně správně lilek rajče je vytrvalý keř a měl by být tedy správně pro botaniky ovocem. Určení ovoce a zeleniny závisí na dohodě, především kvůli rozdílným názorům různých vědních oborů (McCance & Widdowson 2004).

Zařazením rajčat se v historii, roku 1893 zabýval například Nejvyšší soud Spojených států ve sporu Nix vs. Hedden, který rozhodl, že rajče patří mezi zeleninu. Tento problém byl způsoben ekonomickým důvodem – na zeleninu se vztahovala dovozní cla, na ovoce ne. V roce 2005 došlo v USA k dalšímu soudnímu sporu o zařazení rajčat. Od této doby jsou rajčata řazena ve státech Tennessee a Ohio mezi ovoce. Stejným sporem se v roce 2011 zabýval i Evropský parlament, ten je v příloze č. III směrnice 113/2001 prohlásil za ovoce (viz Příloha 3), alespoň pro účely výroby zavařeniny. Z citace rozsudku: „Pro účely této směrnice se rajčata, jedlé části lodyh rebarbory, mrkev a sladké brambory, okurky, dýně, melouny a melouny vodní pokládají za ovoce.“ (Český rozhlas Radiožurnál 2016, ES 2011).

Existují dva základní typy rajčat, tj. indeterminantní (tyčkové) a determinantní (keříčkové). V seznamu odrůd pro rok 2017 je ve Státní odrůdové knize zapsáno celkem 89 odrůd. Z toho 39 keříčkových odrůd, 1 odrůda vyšlechtěná pro pěstování za zvláštních podmínek a 49 tyčkových odrůd (ÚKZÚZ 2017).

Rajčata jsou plody (bobule) patří podobně jako paprika do čeledi lilkovitých. Nezralé (zelené) plody, obsahující solanin, mohou způsobit otravu. Zralé plody jsou naopak bohatým zdrojem β -karotenů, vitamínu C a vlákniny (McCance & Widdowson 2004).

Obsah vitamínu C se udává 30 – 35 mg/100 g rajčat (Knobloch 1956; Lewin 1976). Dle George et al. (2004) je obsah vitamínu C v rajčatech vyšší ve slupce, uvádí 90 – 560 mg/100 g, než v dužině (84 – 324 mg/100 g). Odrůda *Lycopersicum peruvianum*, která patří

mezi původní druh rajčat, obsahuje výrazně vyšší koncentrace vitamínu C (až 1200 mg/100 g) než běžné odrůdy (George et al. 2004).

Obsahem dusičnanů patří, stejně jako paprika do skupiny >250 mg/kg (Colla et al. 2018).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4. Materiály a metody

Obsah vitamínu C a dusičnanů byl sledovaný ve 3 druzích ovoce a 3 druzích zeleniny zakoupených v různých supermarketech a na farmářských trzích. Seznam vzorků je uveden v tabulce 8 a 9.

Tabulka 8 Seznam vzorků ovoce a zeleniny

Vzorek	Kategorie	Místo nákupu
Švestky	Supermarket	Albert
		Tesco
	Farmářské trhy/bedýnky	Kaufland
		Milan Šťastný (farmářské trhy - Anděl) Bioobchod Rozmarýna Bedýnky Ořech
Jahody	Supermarket	Albert
		Tesco
	Farmářské trhy/bedýnky	Delmart
		Milan Šťastný (farmářské trhy - Anděl) Čelakovice (farmářské trhy Hradčanská) Jahody Kunratice (farmářské trhy - Anděl)
Jablka	Supermarket	Albert
		Tesco
	Farmářské trhy/bedýnky	Delmart
		Saucherovy Zahrady (farmářské trhy - Anděl) Petr Johanovský (farmářské trhy Hradčanská) Sady Bílé Podolí (farmářské trhy - Anděl)

Tabulka 9 - pokračování

Vzorek	Kategorie	Místo nákupu
Špenát	Supermarket	Kaufland - Belgravia
		Kaufland - Hans Kolz
		Delmart
	Farmářské trhy/bedýnky	Tesco
		Farmářské trhy Anděl
Červená paprika	Supermarket	Bioobchod Rozmarýna
		Farmářské trhy Hradčanská
		Tesco
	Farmářské trhy/bedýnky	Albert
		Kaufland
Rajčata	Supermarket	Farmářské trhy Hradčanská
		Bioobchod Rozmarýna
		Jambor Čáslav (farmářské trhy Anděl)
	Farmářské trhy/bedýnky	Tesco
		Albert
Rajčata	Supermarket	Delmart
		Milan Šťastný (farmářské trhy - Anděl)
		Petr Johanovský (farmářské trhy Hradčanská)
	Farmářské trhy/bedýnky	Jambor Čáslav (farmářské trhy Anděl)

4.1 Princip stanovení

Ke zjištění množství dusičnanů a vitamínu C ve vybraných vzorcích ovoce a zeleniny byla zvolena metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie s detekcí pomocí detektoru diodového pole.

4.1.1 Stanovení obsahu vitamínu C

Použité chemikálie:

Metanol pro HPLC (Lach-Ner, Česká republika)

Kyselina metafosforečná (Honeywell, Německo)

Askorbová kyselina p. a. (Lach-Ner, Česká republika)

Kyselina o-fosforečná čistá, min. 85 % (Lachema, Česká republika)

Destilovaná voda – přečištěná pomocí Milli-Q Plus (Millipore, Německo)

Použité přístroje:

Milli Q Plus (Millipore, Německo)

Stolní počítač LYNX s počítačovým softwarem Chromeleon

Ultrazvuková lázeň (Tesla, Česká republika)

Chromatografický systém

- termostat kolony Thermostatted Column Compartment TCC – 100 (Dionex, USA)
- pumpa P680 HPLC Pump (Dionex, USA)
- detektor UVD340U (Dionex, USA)
- nástřikový ventil Rheodyne 7725 i (Rheodyne, USA)

Ruční mixér (Zepter, Itálie)

Analytická váha (přesnost 0,1 mg) Mettler AE 200 (Mettler – Toledo, Švýcarsko)

Postup

Příprava mobilní fáze

Do roztoku metanolu a demineralizované vody, o poměru 40:760 ml, bylo přidáno 0,2 µl H₃PO₄ za účelem úpravy pH na hodnotu 3. Poté byla mobilní fáze vložena do ultrazvukové lázně po dobu 40 minut.

Příprava extrakčního činidla

Extrakčním činidlem byl 3 % roztok kyseliny metafosforečné. 15 g kyseliny metafosforečné bylo rozpuštěno v 500 ml demineralizované vody.

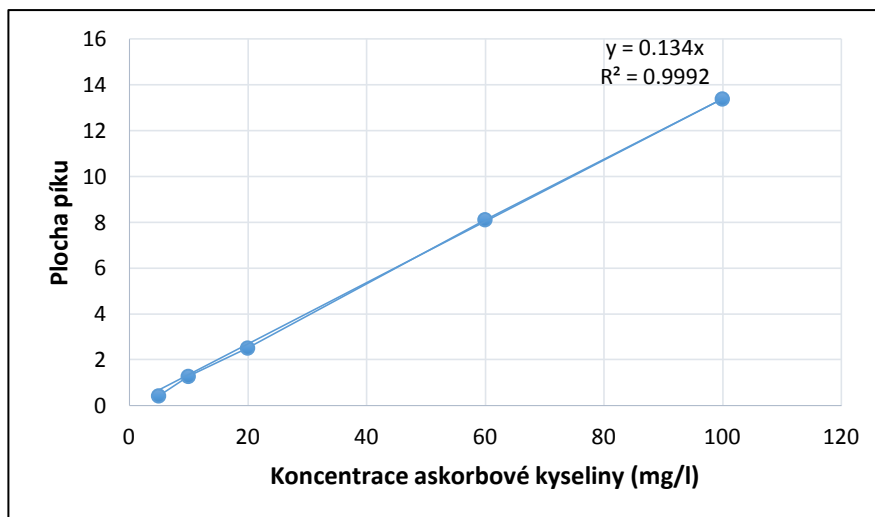
Příprava roztoků standardu

Byl připraven zásobní roztok askorbové kyseliny o koncentraci 0,01 g/100 ml, rozpuštěním 0,01 g standardu askorbové kyseliny ve 100 ml extrakčního činidla. Následně byla ze zásobního roztoku připravena kalibrační řada askorbové kyseliny o koncentracích: 1, 5, 10, 20, 60 a 100 mg/l, který byla ředěna pomocí extrakčního činidla. Výsledky měření standardních roztoků jsou znázorněny v následující tabulce 10. Z těchto výsledků byla vytvořena kalibrační křivka (viz obrázek 8).

Tabulka 10 HPLC měření standardních roztoků askorbové kyseliny

Koncentrace AA	Velikost píku	Retenční čas (min)
5	0,4278	5,356
10	1,2804	5,374
20	2,5185	5,382
60	8,1239	5,397
100	13,3989	5,396

Pozn. AA – askorbová kyselina



Obrázek 8 Ukázka kalibrační křivky askorbové kyseliny

Příprava vzorku

Vzorek ovoce/zeleniny byl zhomogenizován pomocí ručního mixéru po co nejkratší dobu – cca 1 min. Do 25 ml kádinky bylo naváženo 2,5 g vzorku, který byl zalit cca 15 ml extrakčního činidla a kádinka byla umístěna na 5 min na ultrazvukovou lázeň. Po 5 minutách byl vzorek přefiltrován přes filtrační papír do 25 ml odměrné baňky, která byla doplněná po rysku extrakčním činidlem (viz obrázek 9). Na závěr byl vzorek nastříknut na HPLC přes stříkačkový mikrofiltr s PTFE membránou (0,45 μm) a analyzován pomocí HPLC. Podmínky HPLC stanovení askorbové kyseliny jsou znázorněny v tabulce 11. Pro každý vzorek byly prováděny vždy 3 paralelní stanovení.



Obrázek 9 Vzorke ovoce a zeleniny připravené k analýze HPLC

Tabulka 11 Podmínky stanovení askorbové kyseliny

Mobilní fáze	Voda a metanol v poměru 760:40, pH 3
Objem nástřiku	20 μ l
Průtok mobilní fáze	0,8 ml/min
Předkolona	Předkolona C 18, velikost 10 x 10 mm (Phenomenex, Německo)
Kolona	Kolona Luna [®] 5 μ m C 18 (2), velikost 250 x 4,6 mm (Phenomenex, Německo)
Teplota kolony	25°C
Vlnová délka	254 nm
Délka analýzy	7 min
Retenční čas	5,417 min

4.1.2 Stanovení obsahu dusičnanů

Použité chemikálie

Metanol pro HPLC (Lach - Ner, Česká republika)

Destilovaná voda – přečištěná pomocí Milli-Q Plus (Millipore, Německo)

Dihydrogenfosforečnan draselný p.a. (Lach-Ner, Česká republika)

Dusičnan sodný p.a. (Sigma, Japonsko)

Kyselina o-fosforečná čistá, min. 85 % (Lachema, Česká republika)

Použité přístroje:

Milli Q Plus (Millipore, Německo)

Stolní počítač LYNX s počítačovým softwarem Chromeleon

Ultrazvuková lázeň (Tesla, Česká republika)

Chromatografický systém

- termostat kolony Thermostatted Column Compartment TCC – 100 (Dionex, USA)
- pumpa P680 HPLC Pump (Dionex, USA)
- detektor UVD340U (Dionex, USA)
- nástřikový ventil Rheodyne 7725 i (Rheodyne, USA)

Ruční mixér (Zepter, Itálie)

Analytická váha (přesnost 0,1 mg) Mettler AE 200 (Mettler – Toledo, Švýcarsko)

pH metr - Checker Plus HANNA (Sigma, Japonsko)

Filtrační zařízení pro filtraci mobilní fáze (Aura Industries Inc., USA)

Postup

Příprava mobilní fáze

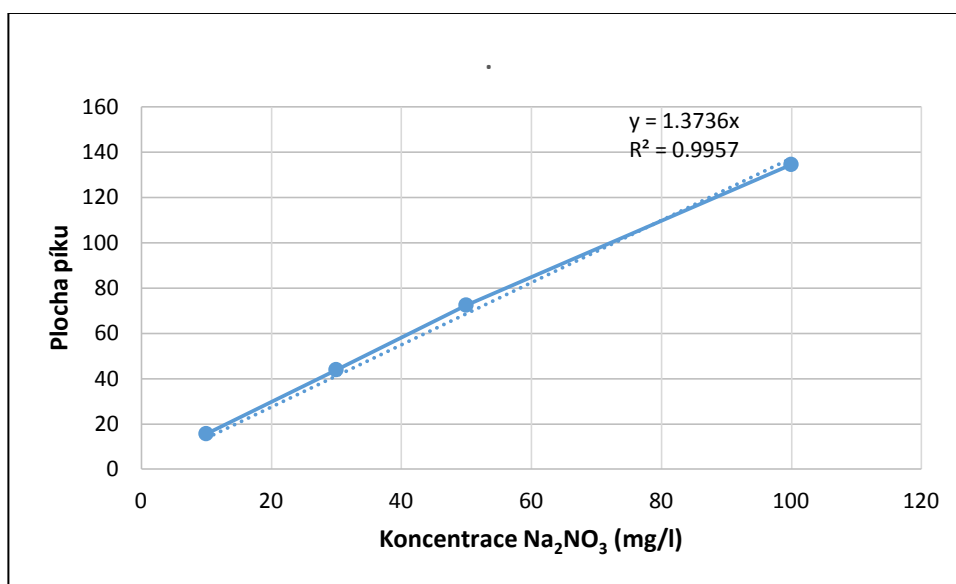
Byl připraven roztok 10 g KH_2PO_4 v 1l vody, který byl následně přefiltrován pomocí zařízení pro filtraci mobilní fáze. Poté byl roztok okyselen na pH 3 přibližně 11 kapkami H_3PO_4 . Kontrola pH proběhla pomocí pH metru. Poté byla mobilní fáze odplyněna na ultrazvuku po dobu 20 minut.

Příprava roztoků standardu

Byl připraven zásobní roztok navážením 50 mg NaNO₃ do 100 ml odměrné baňky a doplněním demineralizovanou vodou po rysku. Následně byla ředěním zásobního roztoku NaNO₃ připravena kalibrační řada o koncentracích: 10, 30, 50 a 100 mg/l ředěná pomocí demineralizované vody. Tato kalibrační řada je zobrazena v tabulce 12 a na obrázku 10.

Tabulka 12 HPLC měření standardních roztoků Na₂NO₃

Koncentrace Na ₂ NO ₃	Plocha píku	Retenční čas (min)
10	15,6334	2,85
30	43,903	2,847
50	72,4115	2,857
100	134,4992	2,863



Obrázek 10 Kalibrační křivka standardu Na₂NO₃

Příprava vzorku

Vzorek ovoce či zeleniny byl zhomogenizován pomocí tyčového mixéru, poté bylo naváženo 5 g vzorku do 150 ml kádinky. Navážený vzorek byl zalit 60 ml demineralizované vody a ponechán 10 min v ultrazvukové lázni. Poté byl vzorek přefiltrován do 100 ml odměrné baňky a doplněn po rysku demineralizovanou vodou. Na závěr byl vzorek nastříknut na HPLC

přes stříkačkový mikrofiltr s PTFE membránou (0,45 µm) a analyzován pomocí HPLC. Podmínky HPLC stanovení askorbové kyseliny jsou znázorněny v tabulce 13. Pro každý vzorek byly prováděny vždy 3 paralelní stanovení.

Tabulka 13 Podmínky stanovení dusičnanů

Mobilní fáze	KH ₂ PO ₄ (c = 10g/l), pH 3
Objem nástřiku	20 µl
Průtok mobilní fáze	1 ml/min
Předkolona	Předkolona C 18, velikost 10 x 10 mm (Phenomenex, Německo)
Kolona	Kolona Luna [®] 5 µm C 18 (2), velikost 250 x 4,6 mm (Phenomenex, Německo)
Teplota kolony	25°C
Vlnová délka	214 nm
Délka analýzy	5 min
Retenční čas	2,705 min

4.2 Statistické vyhodnocení dat

Data, získána z programu Chromeleon (viz příloha 4) byla převedena a zpracována v programu MS Excel do tabulek a grafů. Ke statistickému vyhodnocení byl použit program Statistica 12, konkrétně jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) na hladině pravděpodobnosti 0,05.

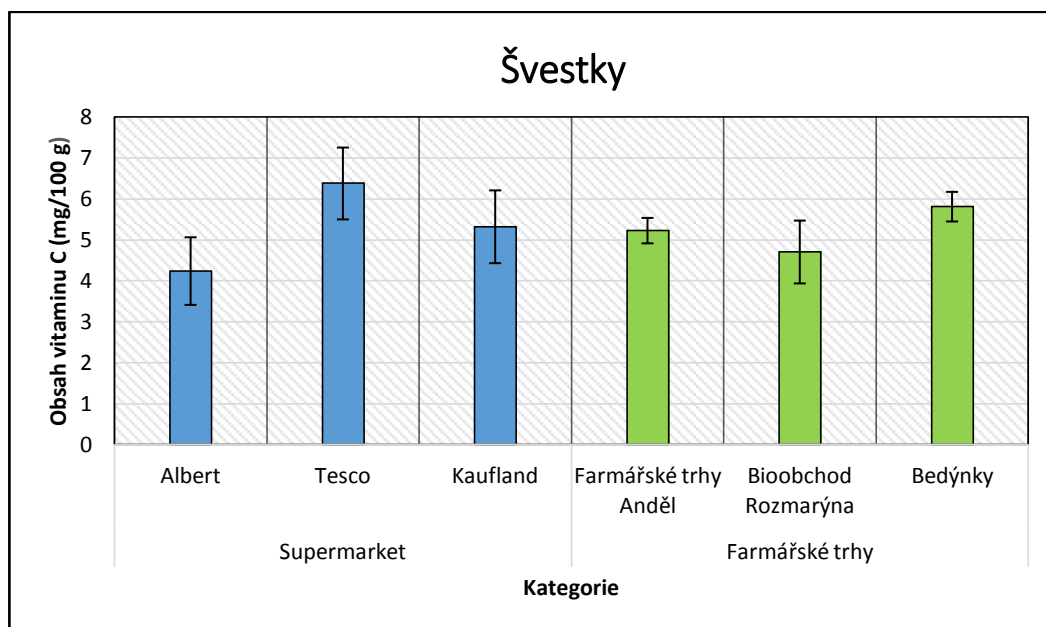
5. Výsledky

V následující kapitole budou rozebrány výsledky jednotlivých vzorků praktické části této diplomové práce.

5.1. Stanovení obsahu vitamínu C

5.1.1. Švestky

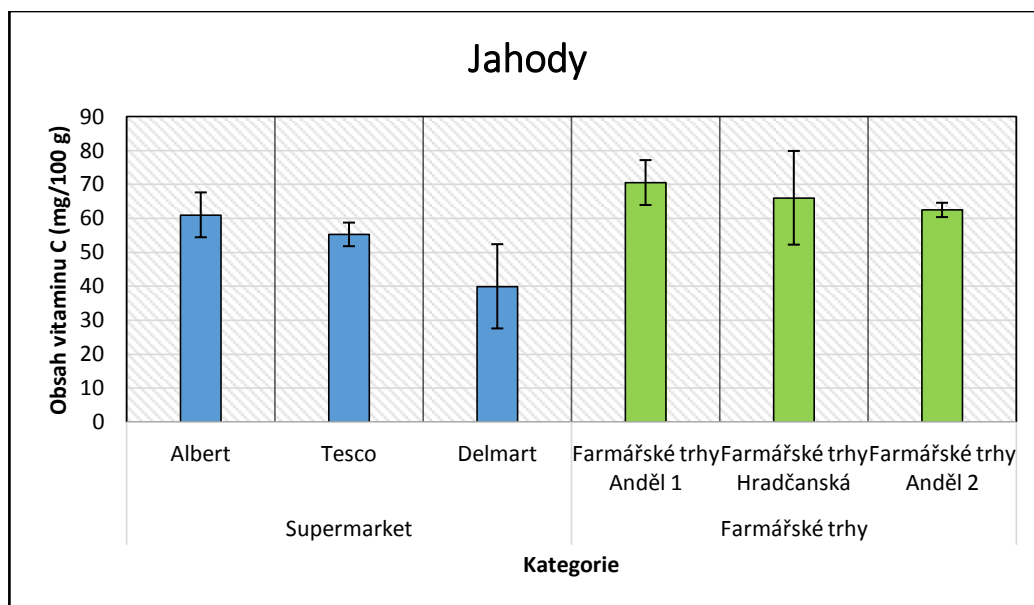
Z obrázku 11 je zřejmé, že nejnižší i nejvyšší obsah vitamínu C ve švestkách byl naměřen ve vzorcích ze supermarketu. Hodnoty obsahu vitamínu C ve švestkách nemají příliš kolísavý charakter, pohybují se kolem 5 mg/100g vzorku. Nebyl zjištěn statistický rozdíl v obsahu vitamínu C u švestek z farmářských trhů a ze supermarketu ($p=0,8664$).



Obrázek 11 Naměřené množství obsahu vitamínu C ve švestkách

5.1.2. Jahody

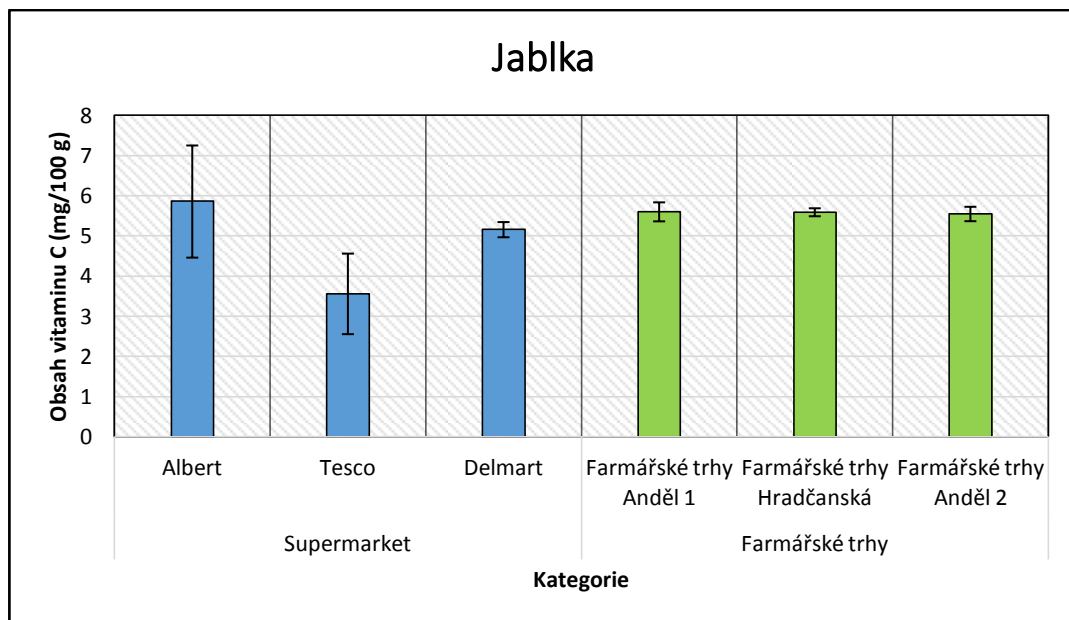
Všechny vzorky jahod z farmářských trhů měly významně vyšší obsah vitamínu C než vzorky ze supermarketu (viz obrázek 12 a tabulka 14). Nejvyšší průměrný obsah vitamínu C měl 1. vzorek jahod z farmářských trhů, tato hodnota odpovídala 70,53 mg/100 g jahod. Naopak u vzorku jahod ze supermarketu Delmart byl obsah vitamínu C nižší než 40 mg/100 g jahod.



Obrázek 12 Naměřené množství obsahu vitamínu C v jahodách

5.1.3. Jablka

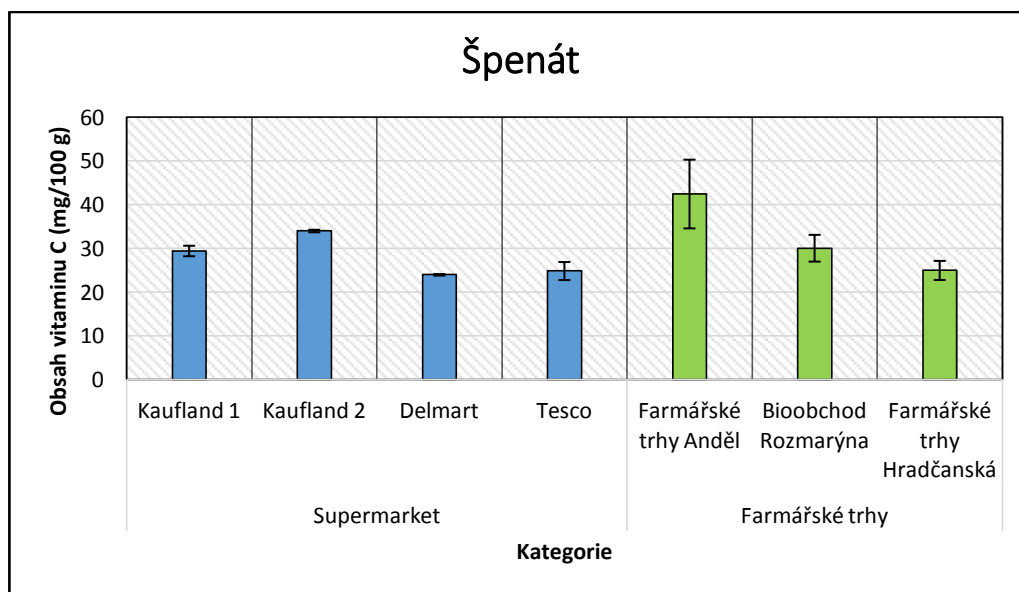
Na obrázku 13 je možné pozorovat výsledky obsahu vitamínu C u jablek. U vzorků jablek byl obsah vitamínu C, až na vzorek z Tesca, vyrovnaný a pohyboval se v hodnotách 5 – 6 mg/100 g vzorku.



Obrázek 13 Naměřené množství obsahu vitamínu C v jablkách

5.1.4. Špenát

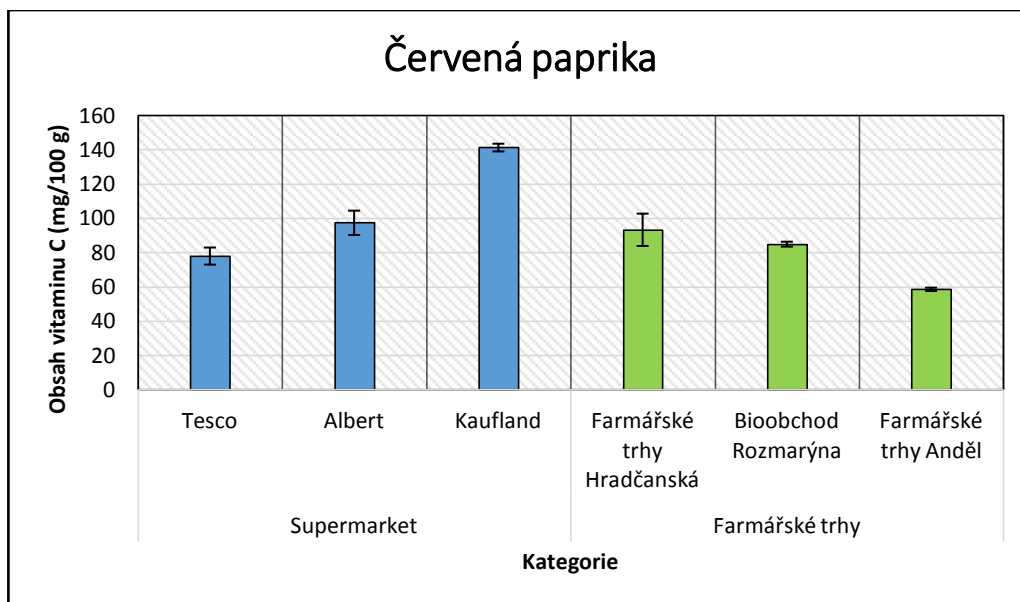
Obsah vitamínu C se v sledovaných vzorcích špenátu ze supermarketu i z farmářských trhů pohyboval okolo průměrné hodnoty 30 mg/100 g (viz obrázek 14).



Obrázek 14 Naměřené množství obsahu vitamínu C ve špenátu

5.1.5. Červená paprika

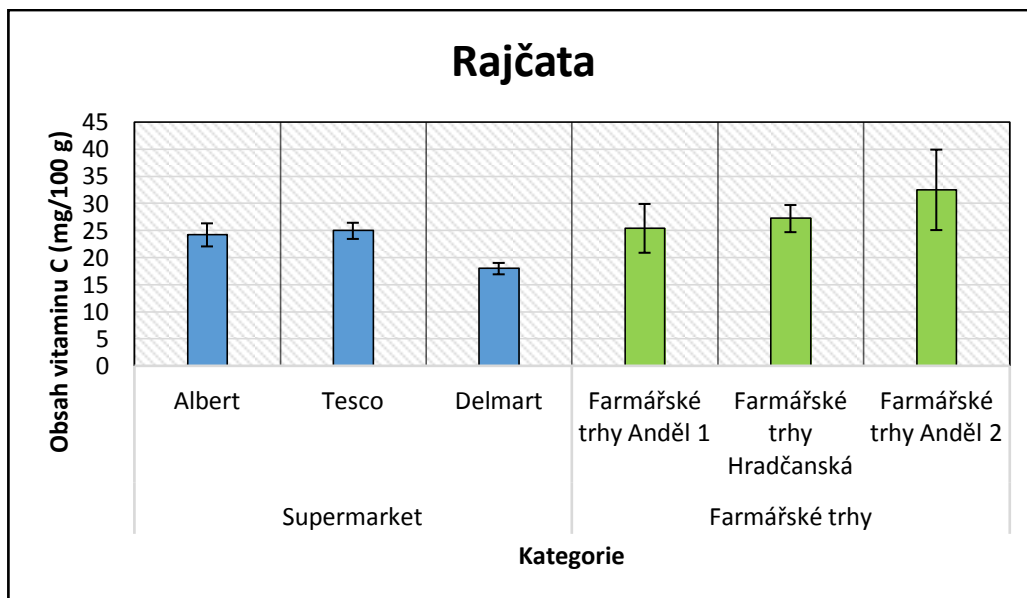
Vzorky papriky ze supermarketu dosahovaly výrazně vyšších hodnoty, než paprika z farmářských trhů (viz obrázek 15). Průměrná hodnota obsahu vitamínu C v červené paprice byla 92,23 mg/100 g.



Obrázek 15 Naměřené množství obsahu vitamínu C v červené paprice

5.1.6. Rajčata

Obrázek 16 znázorňuje naměřené výsledky obsahu vitamínu C v rajčatech. Průměrný obsah vitamínu C v rajčatech ze supermarketu byl 22 mg/100 g, zatímco v rajčatech z farmářských trhů byl průměrný obsah o 6 mg vyšší.



Obrázek 16 Naměřené množství obsahu vitamínu C v rajčatech

5.1.7. Souhrnné statistické vyhodnocení pro obsah vitamínu C

V tabulce 14 je porovnán průměrný obsah vitamínu C u vzorků ovoce a zeleniny z farmářských trhů a ze supermarketu. Bylo zjištěno, že mezi vzorky jahod, rajčat a červené papriky ze supermarketu a z farmářských trhů existuje významný rozdíl v obsahu vitamínu C, přičemž významně vyšší byl obsah vitamínu C u jahod a rajčat z farmářských trhů, avšak u papriky z farmářských trhů byl oproti paprice ze supermarketu obsah vitamínu C významně nižší. Při celkovém srovnání ovoce a zeleniny z farmářských trhů a supermarketu, bez ohledu na jejich druh nebyl zjištěn významný rozdíl v obsahu vitamínu C.

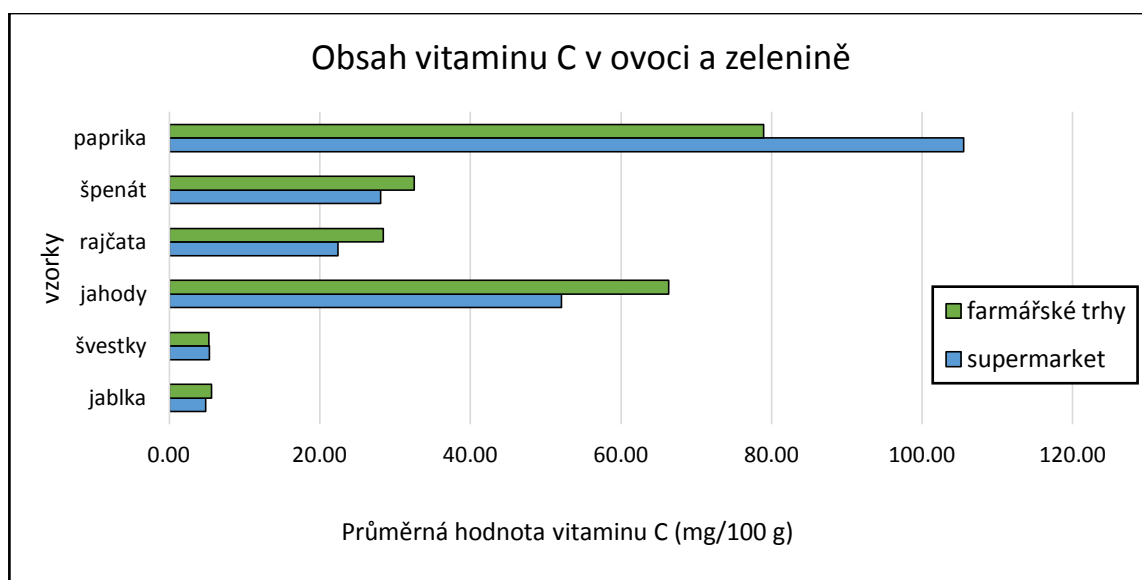
Tabulka 14 Porovnání obsahu vitamínu C v ovoci a zelenině ze supermarketu a farmářských trhů

Ovoce/zelenina	Průměrný obsah vitamínu C (mg/100 g) ± S D		p hodnota*
	supermarket	farmářské trhy	
Celkově	36,38 ± 35,75	36,17 ± 28,94	0,9140
Jablka	4,86 ± 1,00	5,58 ± 0,16	0,0613
Švestky	5,32 ± 0,95	5,25 ± 0,50	0,8664
Jahody	52,09 ± 9,01	66,35 ± 3,84	0,0008
Rajčata	22,40 ± 3,20	28,40 ± 4,55	0,0076
Špenát	28,07 ± 4,04	32,51 ± 7,67	0,1199
Paprika	105,53 ± 26,56	78,92 ± 14,99	0,0253

*tučně zvýrazněné hodnoty znázorňují statisticky významný rozdíl

SD, směrodatná odchylka

Jak je patrné z tabulky 13 a názorněji pak z obrázku 17, nejvyšší obsah vitamínu C ze sledovaných druhů ovoce a zeleniny měl vzorek červené papriky. Naopak nízkým obsahem vitamínu C se vyznačovali jablka a švestky. Obsah vitamínu C se v jednotlivých druzích ovoce a zeleniny lišil (hodnota $p > 0,0001$).

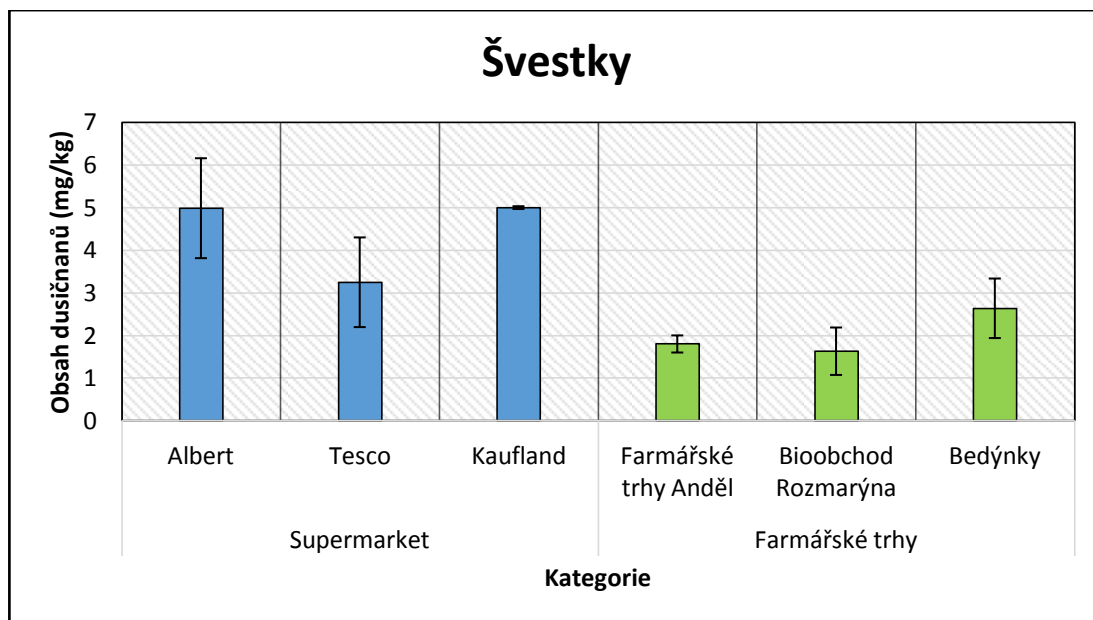


Obrázek 17 Obsahu vitamínu C v ovoci a zelenině z farmářských trhů a ze supermarketu

5.2. Stanovení obsahu dusičnanů

5.2.1. Švestky

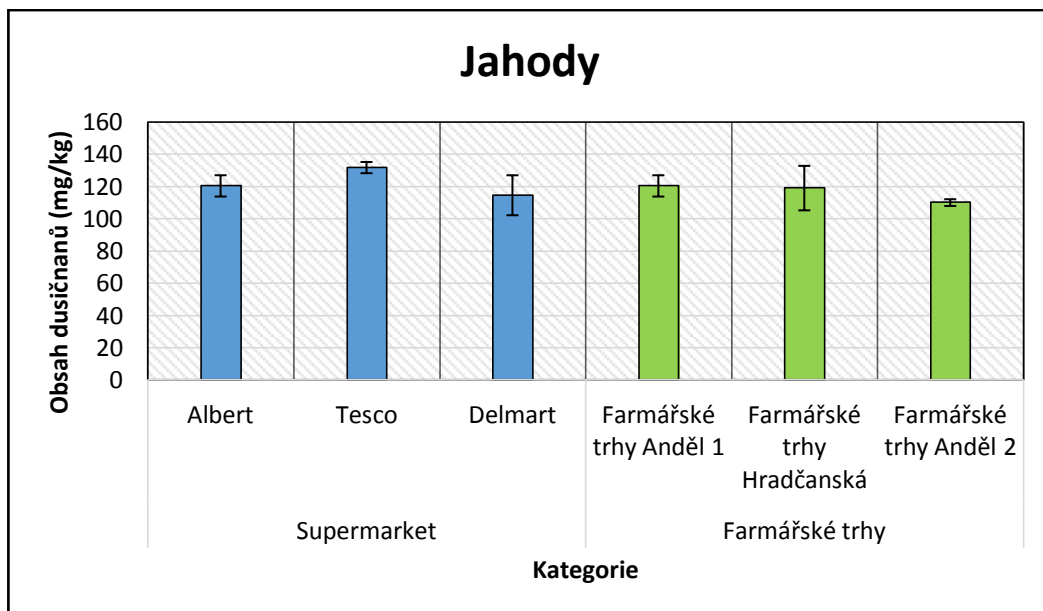
Z obrázku 18 je zřejmé, že vzorek ze supermarketu obsahoval až dvojnásobné množství dusičnanů než vzorek z farmářských trhů. Výsledky vzorků švestek ze supermarketu byly nevyrovnané, obsah dusičnanů kolísal od hodnot 5mg/kg do 3mg/kg.



Obrázek 18 Naměřené množství obsahu dusičnanů ve švestkách

5.2.2. Jahody

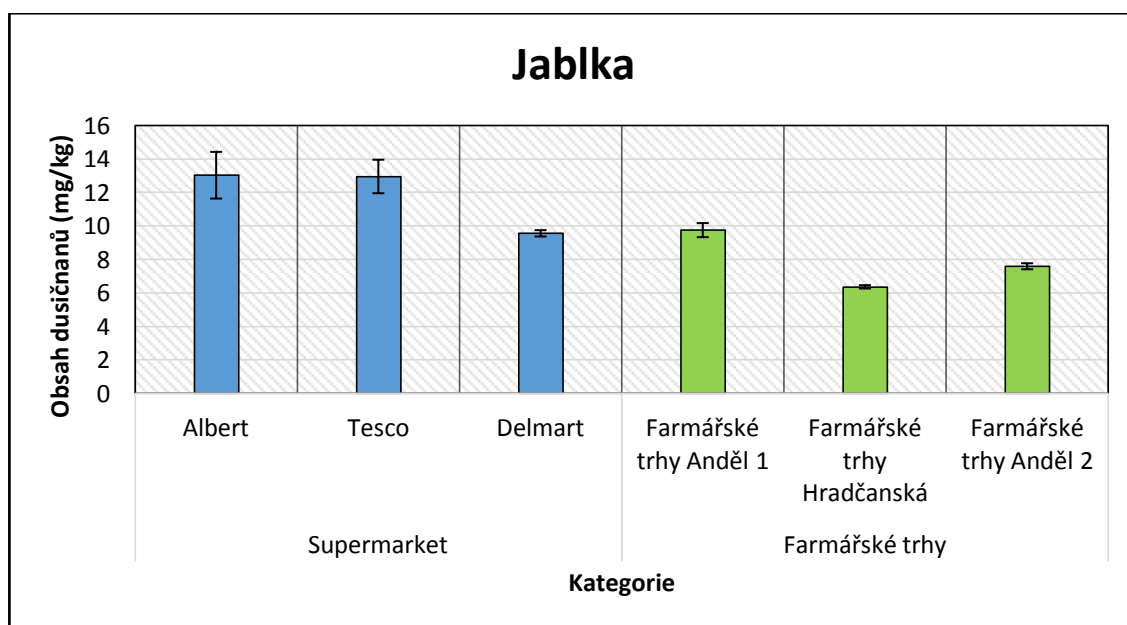
Mezi vzorky jahod z farmářských trhů a ze supermarketu existuje pouze nepatrný rozdíl v obsahu dusičnanů (viz obrázek 19). Průměrná hodnota obsahu dusičnanů v jahodách ze supermarketu byla 122 mg/kg a v jahodách z farmářských trhů 116 mg/kg.



Obrázek 19 Naměřené množství dusičnanů v jahodách

5.2.3. Jablka

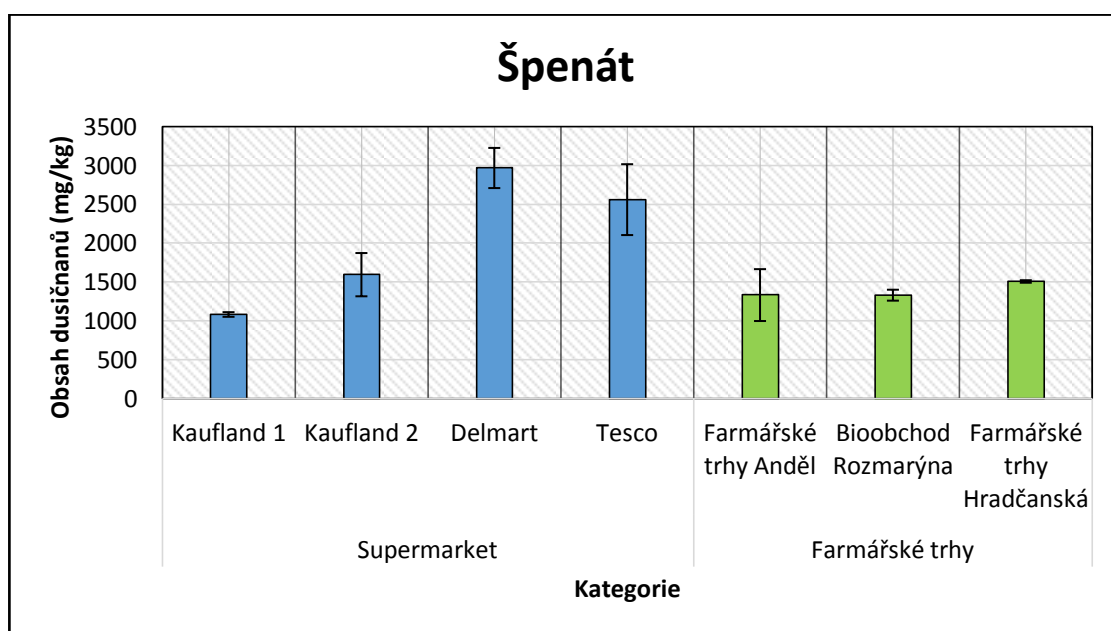
Na obrázku 20 je možné sledovat rozdílný obsah dusičnanů ve vzorcích, nejvyšší obsah dusičnanů byl naměřen ve vzorku ze supermarketu – 13 mg/kg. Naopak nejnižší obsah dusičnanů měl vzorek z farmářských trhů, a to 6,36 mg/kg.



Obrázek 20 Naměřené množství obsahu dusičnanů v jablkách

5.2.4. Špenát

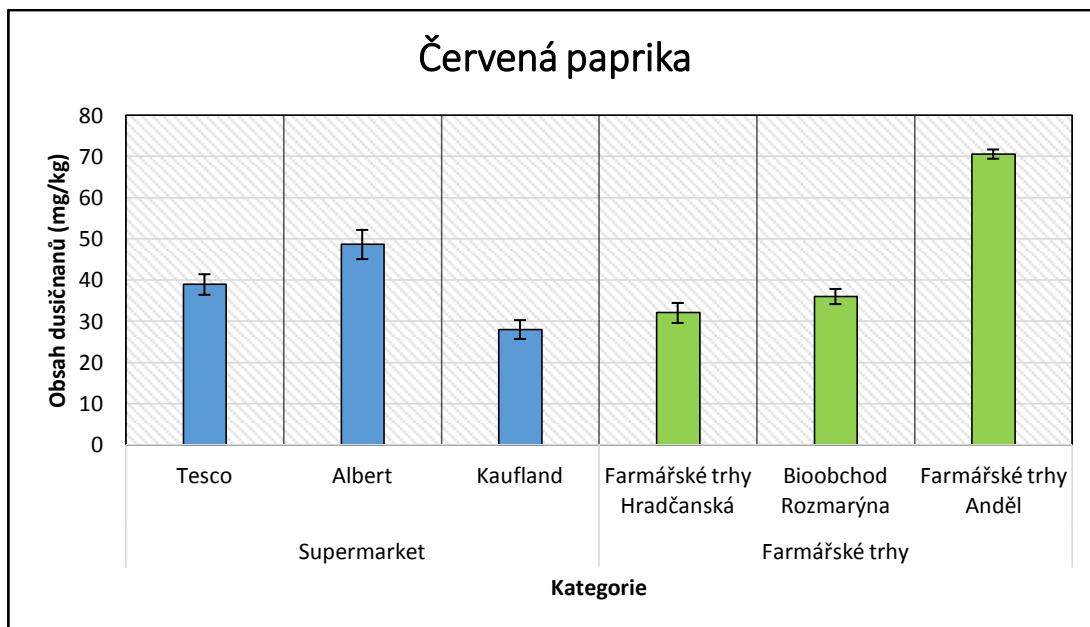
Mezi vzorky špenátu z farmářských trhů a vzorky ze supermarketu byl velký rozdíl (viz obrázek 21). Obsah dusičnanů ve vzorcích z farmářských trhů byl vcelku vyrovnaný. Oproti tomu jednotlivé vzorky ze supermarketu se v obsahu dusičnanů velmi lišili, nejnižší obsah dusičnanů byl 1084 mg/kg v 1. vzorku z Kauflandu a nejvyšší obsah dusičnanů měl vzorek špenátu z Delmartu 2969 mg/kg.



Obrázek 21 Naměřené množství obsahu dusičnanů ve špenátu

5.2.5. Červená paprika

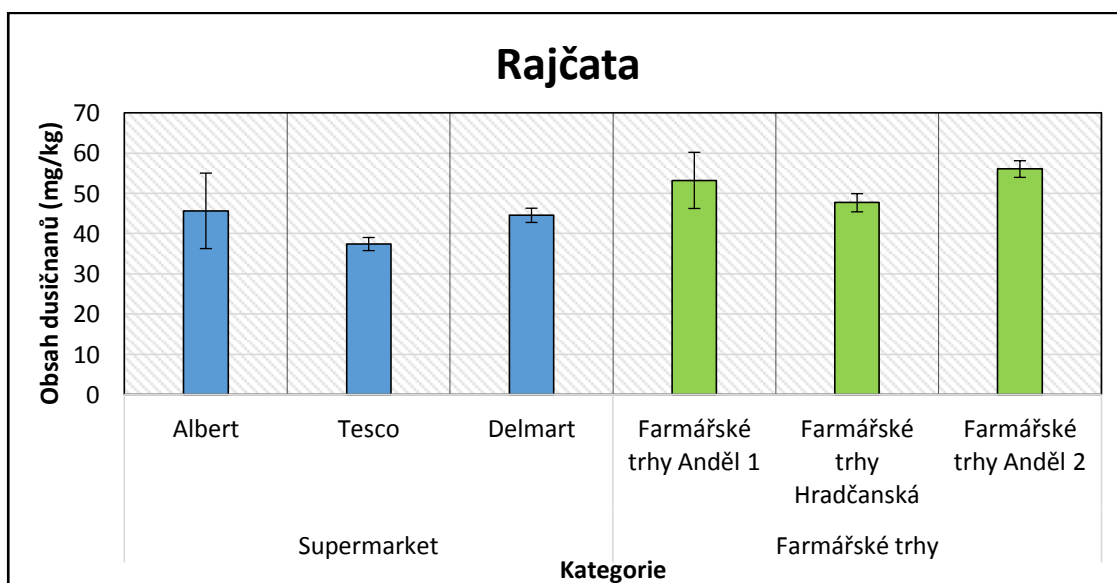
Mezi vzorky papriky měl nejvyšší naměřený obsah dusičnanů vzorek z farmářských trhů, téměř 71 mg/kg. Vyjma tohoto vzorku byly výsledky obsahu dusičnanů vyrovnané, pohybovaly se okolo hodnoty 35 mg/kg.



Obrázek 22 Naměřené množství obsahu dusičnanů v červené paprice

5.2.6. Rajčata

Průměrný naměřený obsah dusičnanů ve vzorku rajčat ze supermarketu byl 42,5 mg/kg, zatímco průměrný obsah u vzorků z farmářských trhů byl o 10 mg vyšší – tedy 52,3 mg/kg (viz obrázek 23).



Obrázek 23 Naměřené množství obsahu dusičnanů v rajčatech

5.2.7. Souhrnné statistické vyhodnocení pro obsah dusičnanů

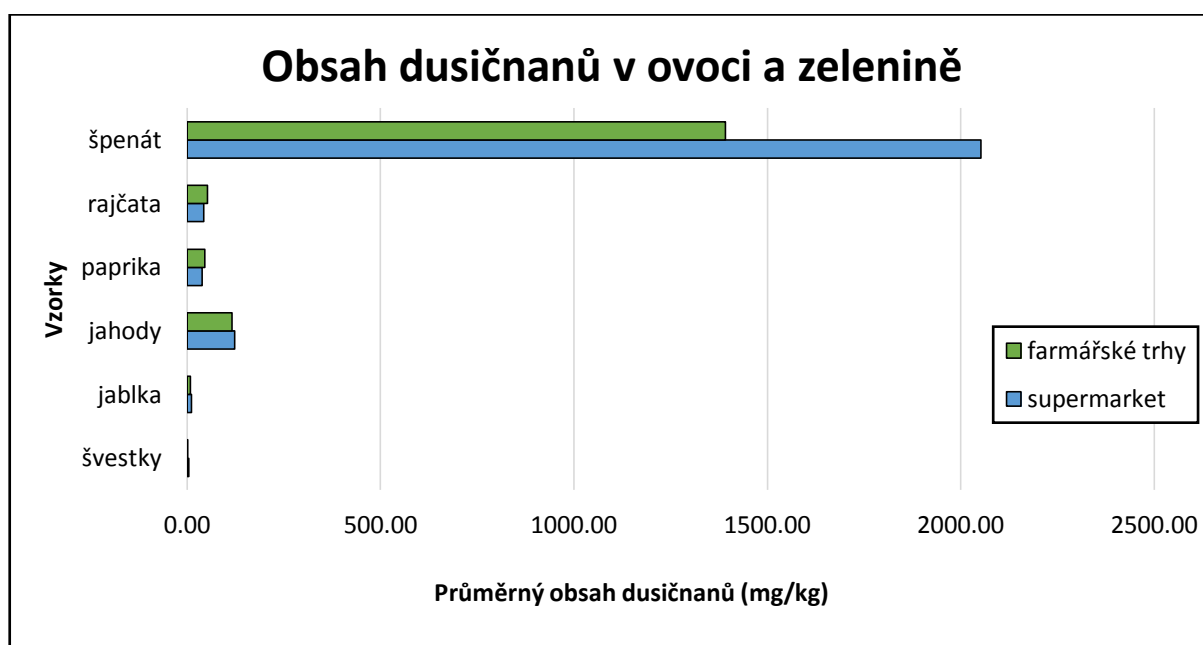
V tabulce 15 je znázorněné statistické zhodnocení obsahu dusičnanů v ovoci a zelenině. Celkově mezi vzorky ovoce a zeleniny z farmářských trhů a vzorky ze supermarketu existuje statisticky významný rozdíl v obsahu dusičnanů. Při detailnějším statistickém vyhodnocení však nebyl zjištěn statistický rozdíl v obsahu dusičnanu mezi vzorky z farmářských trhů a supermarketu u jahod a papriky. Nejvyšší množství dusičnanů obsahoval z vybraných vzorků špenát (viz také obrázek 24). Množství dusičnanů se významně lišilo i v závislosti na sledovaném druhu ovoce a zeleniny ($p > 0,0001$).

Tabulka 15 Statistické vyhodnocení porovnání obsahu dusičnanů

Ovoce/zelenina	supermarket	farmářské trhy	p hodnota*
Celkově	378,75 ± 890,88	269,42 ± 506,86	0,0349
Švestky	4,41 ± 0,91	2,02 ± 0,50	0,0001
Jablka	11,84 ± 1,82	7,90 ± 1,40	0,0002
Jahody	122,39 ± 7,95	116,63 ± 5,90	0,1193
Paprika	38,57 ± 8,52	46,26 ± 17,32	0,2767
Rajčata	42,55 ± 4,35	52,33 ± 3,60	0,0002
Špenát	2052,71 ± 760,05	1391,36 ± 148,87	0,02425

*tučně zvýrazněné hodnoty znázorňují statisticky významný rozdíl

SD, směrodatná odchylka

**Obrázek 24** Obsah dusičnanů v ovoci a zelenině z farmářských trhů a ze supermarketu

6. Diskuze

Obsah vitamínu C byl stanoven metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) v 6 druzích ovoce a zeleniny, následně byl porovnán rozdíl mezi vzorky ze supermarketu a vzorky z farmářských trhů. Jelikož je vitamin C velmi nestabilní, jeho množství při skladování ovoce a zeleniny či při úpravě pokrmů velmi rychle klesá (Matějková & Petříková 2010; Combs 2012). Z tohoto důvodu byly vzorky sledovány v čerstvé formě. Pomocí laboratorních analýz bylo zjištěno, že obsah vitamínu C se v jednotlivých druzích ovoce a zeleniny významně lišil ($p > 0,0001$).

Ze sledovaných vzorků měla nejvyšší obsah vitamínu C červená paprika, její průměrný obsah se pohyboval v rozmezí 78,9 mg/100 g (z farmářských trhů) – 105,5 mg/100 g (ze supermarketu). Tento obsah je nižší v porovnání s ostatními studii, např. Mccance & Widdowson (2004) uvádí ve své studii průměrný obsah 120 mg/100 g vitamínu C v červené paprice, Saxholt et al. (2008) a Lee & Kader (2000) dokonce 151 mg/100 g. Odlišnost naměřených výsledků obsahu vitamínu C od ostatních studií mohlo způsobit období měření (září – listopad) vzorků. Pro větší přesnost měření by bylo vhodné provést druhé, kontrolní měření v letních měsících. Dalším možným důvodem odlišnosti naměřených výsledků může být např. pomalá manipulace či nepřesné měření vzhledem k nízké stabilitě tohoto vitamínu. Důležité je zmínit, že jeden ze vzorků papriky měl výrazně vyšší obsah vitamínu C (průměrně 141,26 mg/100 g) na rozdíl od ostatních měřených vzorků (viz obrázek 14). Jak již bylo zmíněno výše, odrůda ovoce/zeleniny a způsob jejich skladování má také zásadní vliv na obsah vitamínu C (Matějková & Petříková 2010), což může být další z důvodů těchto rozdílů.

Druhý nejvyšší průměrný obsahu vitamínu C v rozmezí 52 mg/100 g (supermarket) – 66 mg/100 g (farmářské trhy) měly vzorky jahod. Ke stejným výsledkům došli i autoři Lewin (1976), Lee & Kader (2000) a Saxholt et al. (2008), kteří ve svých výsledcích uvádějí obsah vitamínu C v jahodách v rozmezí 35 - 60 mg/100 g. Knobloch (1956) uvádí, že obsah vitamínu C v jahodách je srovnatelný s jeho obsahem v citrusových plodech (40 – 50 mg/100 g) (Lee & Kader 2000).

V této práci bylo zjištěno, že pouze mezi vzorky jahod, rajčat a papriky z farmářských trhů existoval průkazný rozdíl v obsahu vitamínu C ve srovnání se vzorky ze supermarketu.

Největší rozdíl byl mezi vzorky jahod. Jahody z farmářských trhů totiž obsahovaly v průměru o 27,4% více vitamínu C než jahody ze supermarketu. Oproti tomu obsahu vitamínu C ve švestkách z farmářských trhů a supermarketu byl téměř identický.

Mnoho studií porovnálo kvalitu plodů jahod pěstovaných v systému organické produkce a v konvenčním systému, avšak výsledky těchto studií jsou protichůdné (Silva et al. 2013; Andrade et al. 2017). Andrade et al. (2017) ve své studii zkoumali kvalitu jahod a porovnání plodů jahod pěstovaných v systému organické produkce a v konvenčním systému. Jedním ze sledovaných parametrů byl i obsah vitamínu C. Obsah vitamínu C byl měřen titrační metodou. Jeho obsah v organických jahodách byl (49,07 mg/100 g) a v konvenčních jahodách (52,32 mg/100 g). Dle těchto autorů se tedy obsah vitamínu C v jahodách z konvenčního a z organického systému výrazně neliší. Uvádí, že obsah vitamínu C závisí na mnoha faktorech, včetně odrůdy, zralosti, podmínek pěstování a doby sklizně. Tyto faktory pak mohou mít za následek značné odchylky výsledků, a to jak mezi studii, tak v rámci studií.

Výzkumem rozdílu obsahu vitamínu C mezi organickým a konvenčním ovocem se zabývali také Esch et al. (2010). Analyzovanými plody byly pomeranče, mango, kiwi, citrony, gala jablka a červená jablka. Ze šesti analyzovaných druhů ovoce byl pouze u citronu prokázán významný rozdíl mezi obsahem vitamínu C organicky pěstovaných vzorků (vyšší obsah) a konvenčně pěstovaných vzorků. Tato studie naznačuje, že další faktory více ovlivňují obsah vitamínu C, než zda jsou plody konvenčně či organicky pěstovány. Například Wunderlich et al. (2009) ve své studii uvedli, že období, ve kterém se sklízí brokolice, má významně větší vliv na obsah vitamínu C, než to zda jsou organicky či konvenčně pěstovány. Dále naznačuje, že hlavní vliv na hladinu vitamínu C v zelenině mají před a posklizňové podmínky.

Doporučená dávka vitamínu C pro dospělého, zdravého člověka je 90 mg/den (EFSA 2017). Pro dosažení této doporučené dávky by člověk musel zkonzumovat 100 g červené papriky, 169 g jahod, 330 g špenátu, 394 g rajčat, 1,8 kg švestek nebo 1,9 kg jablek, které byly sledovány v této práci.

Jednou z hypotéz práce bylo, že ovoce a zelenina z farmářských trhů bude mít vyšší obsah vitamínu C. Tuto hypotézu nelze na základě této diplomové práce potvrdit - vyjma vzorku rajčat a jahod. U vzorku papriky, byl též zjištěn významný rozdíl v obsahu vitamínu C, avšak v neprospěch farmářských trhů. Tuto odlišnou hodnotu způsobil 3. vzorek (ze supermarketu Kaufland), který měl významně vyšší obsah vitamínu C. Vyhodnocením

jednofaktorovou analýzou ANOVA bylo zjištěno, že obecně neexistuje mezi vzorky ovoce a zeleniny z farmářských trhů a vzorky ovoce a zeleniny ze supermarketu průkazný rozdíl v obsahu vitamínu C.

Ovoce a zelenina však neobsahují jen látky tělu prospěšné, mohou obsahovat i látky, které mají ve vyšších koncentracích negativní vliv na lidské zdraví. Z tohoto důvodu byla druhá polovina této práce zaměřena na obsah dusičnanů v ovoci a zelenině z farmářských trhů a supermarketu. Po statistickém zhodnocení výsledků lze konstatovat, že existuje významný rozdíl v obsahu dusičnanů mezi jednotlivými sledovanými druhy ovoce a zeleniny.

Dle studie Prugar et al. (2008) a Colla (2018) lze ovoce a zelenina rozdělit do 4 kategorií dle obsahu dusičnanů. Mezi vzorky s nejvyšším obsahem dusičnanů patří listová zelenina, například špenát. Maynard et al. (1976) a Santamaria (2006) uvádí, že dusičnany mají schopnost akumulace především v listech, zatímco nižší koncentrace dusičnanů jsou přítomny v kořenech, hlízách, semenech a v ovoci. Z tohoto důvodu je listová zelenina (špenát, salát, petržel aj.) považována za nejvýznamnější zdroj dusičnanů.

Existuje mnoho faktorů, na kterých závisí kumulace dusičnanů v ovoci a zelenině – tj. druh/genotyp ovoce či zeleniny, odrůda, klimatické podmínky (hlavně intenzita světla, teplota vzduchu a koncentrace oxidu uhličitého), agronomické faktory (např. načasování, forma aplikace dusíku aj.) a fáze a doba sklizně (Sorensen 1994; Colla 2018).

Maximální limity pro obsah dusičnanů jsou v ČR stanoveny ES č. 1881/2006 ze dne 19. prosince pouze pro salát a špenát (viz příloha 1). Maximální limit pro špenát je stanoven ve dvou kategoriích, tj. 3 500 mg NO₃/kg pro sklizeň od 1. října do 31. března a 2500 mg NO₃/kg pro sklizeň od 1. dubna do 30. září. Nejvyšší naměřená hodnota obsahu dusičnanů ve vzorku špenátu byla 2969 mg/kg. Vzhledem k tomu, že měření vzorků proběhlo v říjnu, se lze domnívat, že nebyl překročen maximální limit pro obsah dusičnanů. Historicky však pro špenát patřil měsíc říjen do letního období, zatímco u hlávkového salátu do období zimního. V říjnu tedy docházelo velmi často k překročení maximálních limitů dusičnanů u čerstvého špenátu. Z naměřených vzorků by tedy dle starého Nařízení ES dva vzorky ze supermarketu překročily maximální limit s hodnotami 2969 mg/kg a 2562 mg/kg. Nařízení ES č. 466/2001 pojednávalo o zařazení měsíce října u špenátu do zimního období v zájmu jednotnosti. V roce 2002 byl tento požadavek splněn.

Autoři Prugar et al. (2008) a Colla (2018) uvádí ve své klasifikaci ovoce a zeleniny dle obsahu dusičnanů (viz tabulka 5) špenát jako zeleninu “s velmi vysokým obsahem

dusičnanů”, tj. více než 2000 mg/kg. V této studii však tvoří výjimku výsledky vzorků špenátu z farmářských trhů, jejichž průměrný obsah dusičnanů byl 1391 mg/kg, tyto vzorky lze tedy zařadit do nižší kategorie “s vysokým obsahem dusičnanů” (tj. 1000 – 2000 mg/kg). Špenát ze supermarketu obsahoval v průměru o 47,5% více dusičnanů než špenát z farmářských trhů.

Tento rozdíl je s největší pravděpodobností způsoben rozdílnými podmínkami při pěstování. Ovoce a zelenina z velkoobchodů pochází velmi často ze skleníků či fóliovníků. Hlavní faktory, které přispívají ke zvýšené koncentraci dusičnanů, jsou teplota, nedostatek světla a silná koncentrace hnojiv. Oproti tomu produkty z farmářských trhů jsou obvykle vypěstovány volně na poli, za přístupu dostatečného množství světla.

Nejvhodnější je kupovat zeleninu z odpolední sklizně. V dopoledních hodinách je obsah dusičnanů v ovoci a zelenině vyšší než ve večerních. Proto je doporučeno sklízet zemědělské produkty odpoledne (Sorensen 1994; Colla 2018).

Muramoto (1999) provedl podobnou studii, ve které sledoval vzorky ledového salátu, římského salátu a špenátu ze supermarketu (konvenční způsob pěstování) a farmářských trhů (organický způsob pěstování). Ve svém výzkumu došel k závěru, že vzorky špenátu ze supermarketu (průměrný obsah dusičnanů 2540 mg/kg) měly výrazně vyšší koncentraci dusičnanů než vzorky z farmářských trhů (průměrný obsah dusičnanů 1810 mg/kg). Tato studie tedy potvrzuje, že mezi vzorky špenátu z farmářských trhů a ze supermarketu existuje významný rozdíl. Muramoto (1999) také uvádí, že použití dusíkatých hnojiv může být hlavní příčinou tohoto rozdílu. V dalších studiích Barker (1975) a Stopes et al. (1989) jsou uvedeny pozitivní účinky dusíkatých hnojiv na hromadění dusičnanů ve špenátu.

Ve srovnání se zeleninou měly vzorky ovoce mnohem nižší obsah dusičnanů. Nejvyšší obsah dusičnanů ze vzorků ovoce měly jahody, které jsou považovány ve studii Walker (1990) za ovoce “s vyšším obsahem dusičnanů”. Walker (1990) ve své studii uvádí až 150 mg dusičnanů v 1 kg jahod. Naměřené průměrné hodnoty obsahu dusičnanů v jahodách byly 116,63 mg/kg (z farmářských trhů) až 122,39 mg/kg (ze supermarketu). Vysvětlením vysokého obsahu dusičnanů by mohla být jejich tenká, porézní vrstva, časté přihnojování či způsob pěstování, při kterém se využívá fóliovníků (nedostatek světla způsobuje hromadění dusičnanů). Otázkou přihnojování jahod se zabývali brazilští vědci Medeiros et al. (2015). Ve své studii tvrdí, že pro vyšší růst a výnos jahod je důležité přihnojování dusíkem (N), fosforem (P) a draslíkem (K). Dále zmiňují, že nízká dostupnost dusíku ovlivňuje velikost, výrazně

omezuje výnosnost plodin a celkovou biomasu jahod. Kirschbaum et al. (2010) ve své studii tvrdí, že při přebytku dusíku dochází k přehnanému růstu, evidentnímu nadbytku listů, zvýšené náchylnosti k patogenům a celkovému zhoršení sensorických vlastností jahod. Kříž (2016) uvádí, že dřívější doporučené roční dávky dusíku pro plodiny jahod byly 60 – 150 kg/N/ha bez nutného prozkoumání obsahu dusíku v půdě. Ve více než stovce německých jahodáren byly koncem 80. let provedeny rozborů půdy. Těmito studiemi bylo zjištěno že ¾ jahodáren přehnojují jahody dusíkem, často velmi výrazně. V důsledku toho byl v Německu zaveden nový postup pravidelného měření dusíku v půdě. V České republice se tento postup doposud nezavedl, což může být další z důvodů vysokého obsahu dusíku v půdě a následné kumulace dusičnanů v plodinách.

Evropská komise však vytvořila tzv. Nitrátovou směrnici (viz příloha 5), která uvádí základní omezování pro používání hnojiv a limity hnojení jednotlivých plodin (Mze 2014).

Susin et al. (2005) zkoumali obsah dusičnanů v ovoci a zelenině, pěstované ve Slovinsku v letech 1996 – 2002. Nejvyšší obsah dusičnanů v ovoci naměřili ve vzorcích jahod (94 mg/kg). V ostatních studiích Walker (1990), Nabrzyski & Gajewska (1994) byl obsah dusičnanů v jahodách vyšší než 120 mg/kg.

Dle p hodnoty ($p=0,012$) jahod (viz tabulka 15) lze tvrdit, že mezi vzorky jahod ze supermarketu a z farmářských trhů neexistuje významný rozdíl. Toto tvrzení je v souladu se studií Bordeleau et al. (2002), kteří se také zabývali rozdílem obsahu dusičnanů v jahodách z farmářských trhů a ze supermarketu bylo uvedeno, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi těmito vzorky jahod.

Ostatní vzorky – švestky, červená paprika, rajčata a jablka obsahovaly méně než 250 mg dusičnanů/kg, patří tedy dle kategorizace obsahu dusičnanů mezi ovoce a zeleninu s nízkým obsahem dusičnanů (Prugar et al. 2008; Colla 2018).

Jelikož ovoce a zelenina z farmářských trhů obsahovala o 29 % méně dusičnanů než ta, která byla nakoupená v supermarketu a i následným statistickým testováním byl prokázán významný rozdíl v obsahu dusičnanů v ovoci a zelenině z farmářských trhů a supermarketu, byla potvrzena druhá hypotéza této práce, a to, že ovoce a zelenina z farmářských trhů měla nižší obsah dusičnanů než ovoce a zelenina ze supermarketu. I když pokud se jedná o jednotlivé druhy ovoce a zeleniny, tak u jahod a papriky nebyl prokázán významný rozdíl. U rajčat byl dokonce významně vyšší obsah dusičnanů, pokud byly koupené na farmářských trzích.

Studií, které zjistili menší, či výrazně nižší hladinu dusičnanů v produktech z farmářských trhů ji obecně přičítají nižší intenzitě hnojení. Bordeleau (2002) uvádí, že minerální hnojiva mají větší vliv na obsah dusičnanů než statková hnojiva či humus. Dalším důležitým prvkem, který ovlivňuje obsah dusičnanů je počasí a dostupnost světla.

7. Závěr

První rešeršní část této předložené diplomové práce byla zaměřena na vitamin C. Bylo zjištěno, že tento hydrofilní vitamin je velmi nestabilní. Z tohoto důvodu byla provedena laboratorní část na ovoci a zelenině v čerstvé formě, aby byly ztráty vitaminu C co nejmenší. Druhá část rešerše byla zaměřena na dusičnany. Bylo zjištěno, že nejvyšší vliv na výskyt dusičnanů v přírodě má především činnost člověka. V půdě se přirozeně vyskytují jako produkt mikroorganismů, avšak jejich primárním zdrojem jsou hnojiva. Dusičnany jsou přijímané především vodou a potravinami. Při nízkém příjmu mohou mít pozitivní vliv na zdraví člověka. Avšak při vyšším příjmu dusičnanů převažuje negativní vliv na zdraví, riziko představuje především u malých dětí a zvířat.

Z výsledků této práce vyplývá, že celkově neexistuje významný rozdíl v obsahu vitaminu C mezi ovocem a zeleninou, pocházející z farmářských trhů a supermarketu ($p > 0,0001$). Pokud se podíváme na jednotlivé druhy ovoce a zeleniny, průkazný rozdíl v obsahu vitaminu C mezi vzorky z farmářských trhů ve srovnání se vzorky ze supermarketu existuje pouze u jahod, papriky a rajčat. Nejvýznamnějším zdrojem vitaminu C ze sledovaných druhů ovoce a zeleniny byla paprika, u které by k pokrytí doporučené denní dávky, která činí 90 mg, stačilo zkonzumovat 100 g.

Naproti tomu byl zjištěn celkově významně nižší obsah dusičnanů (o 29%) v ovoci a zelenině z farmářských trhů než ze supermarketu. Významně méně dusičnanů obsahovaly zejména vzorky špenátu, švestek a jablek. Nejvýznamnějším zdrojem dusičnanů byl špenát, ve kterém však obsah dusičnanů nepřekročil legislativou stanovený limit. Ve srovnání se zeleninou měly vzorky ovoce mnohem nižší obsah dusičnanů. Nejvyšší obsah dusičnanů ze vzorků ovoce měly jahody.

Na základě rešerše dostupných zdrojů bylo zjištěno, že se převážná většina podobných studií zabývá spíše otázkou kvality "bio" a konvenčních produktů než srovnáním obsahu dusičnanů a vitaminu C v ovoci a zelenině původem z farmářských trhů a supermarketů. Zkoumané téma by bylo zajímavé prozkoumat podrobněji a rozšířit soubor sledovaných vzorků. Závěrem práce lze konstatovat, že farmářské produkty nemusí být vždy z hlediska obsahu vitaminu C a dusičnanů lepší volbou než zelenina a ovoce zakoupené v supermarketu. Je proto asi vhodnější se zaměřit na původ produktů bez ohledu na místo jeho prodeje.

8. Seznam literatury

ABYAR, Fatemeh a Hossein FARROKHPOUR. 2016. Ionization of vitamin C in gas phase: Theoretical study. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. **160**: 11-17. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2016.03.057. ISSN 10111344. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1011134416302135> (accessed November 2018)

AKIKUSA, JD, D GARRICK a MC NASH. 2003. Scurvy: Forgotten but not gone. *Journal of Pediatrics and Child Health*. **39**(1):75-77. DOI: 10.1046/j.1440-1754.2003.00093.x. ISSN 1034-4810. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1440-1754.2003.00093.x> (accessed December 2018)

BAERT, A. L.. 2008. *Encyclopedia of diagnostic imaging*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. London: Springer. ISBN 978-3-540-35278-5.

BAHADORAN, Zahra, Parvin MIRMIRAN, Sajad JEDDI, Fereidoun AZIZI, Asghar GHASEMI a Farzad HADAEGH. 2016. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*. **51**: 93-105. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.06.006. ISSN 08891575. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157516300795> (accessed December 2018)

BOHATEC, Pavel. 2011. Farmářské trhy: Základní legislativní požadavky z oblasti potravin. In: SideServe[online]. Ministerstvo zemědělství: Úřad pro potraviny. Available from: www.sideserve.com (accessed December 2018)

BOYER, Jeanelle a Rui Hai LIU. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*. **3**(1). DOI: 10.1186/1475-2891-3-5. ISSN 1475-2891. Available from: <http://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-3-5> (accessed January 2019)

BRŮČKOVÁ, Terezie. 2012. Farmářské trhy jako fenomén doby. Pardubice. a [BSc. Thesis] Univerzita Pardubice.

CANTLIFFE, D. J. 1973. Nitrate Accumulation in Table Beets and Spinach as Affected by Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Nutrition and Light Intensity¹. *Agronomy Journal*. **65**(4): 536-565. DOI: 10.2134/agronj1973.00021962006500040012x. ISSN 0002-1962. Available from: <https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/65/4/AJ0650040563>

Carpenter, K. J.. 2012. The Discovery of Vitamin C. *Annals of Nutrition and Metabolism*, **61**(3): 259–264. doi:10.1159/000343121

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

COLLA, Giuseppe, Hye-Ji KIM, Marios C. KYRIACOU a Youssef ROUPHAEL. 2018. Nitrate in fruits and vegetable. *Scientia Horticulturae*. **237**:221-238 DOI: 273(2018)221-238.

COMBS, Gerald F. 2012. *The Vitamins: [fundamental aspects in nutrition and health]*. 4th vyd. Boston: Elsevier/Academic Press. ISBN 978-0-12-381980-2.

DU, Shao-ting, Yong-song ZHANG a Xian-yong LIN. 2007. Accumulation of Nitrate in Vegetables and Its Possible Implications to Human Health. *Agricultural Sciences in China* [online]. **6**(10): 1246-1255. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60169-2. ISSN 16712927. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1671292707601692> (accessed December 2018)

EFSA. 2008. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables, *The EFSA Journal*. Journal number, **689**: 1-79.

EFSA. 2010. Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. *EFSA Journal*. 2010, **8**(12). DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1935. ISSN 18314732. Available from: <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2010.1935>(accessed December 2018)

EFSA Supporting Publications. 2017. **14**(12), ISSN 23978325. Available from: <http://doi.wiley.com/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>

FAJFROVÁ, Jana. Vitaminy a jejich funkce v organizmu. *Interní medicína pro praxi*. Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany Hradec Králové, 2011, **13**(12), 466-468.

FAO, & World Health Organization. (1998). Vitamin and mineral requirements in human nutrition Second edition. World Health Organization, 1–20. <https://doi.org/9241546123> metabolismus. (n.d.).

FOREJT, Martin. 2008. Dusičnany v potravinách. *Medicína pro praxi*. Ústav preventivního lékařství LF MU, Brno, **5**(9): 335-336. DOI: 5(9):333-334.

George, B., Kaur, Ch., Khurdiya, D. S., Kapoor, H. C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, **84**: 45-51.

GOLDEN, Michael, DUNCAN, Callum, Hong LI, Carlo LEIFERT, Denise KELLY. 1999. Bacterial Nitrate Reductase Activity is Induced in the Oral Cavity by Dietary Nitrate. *Managing Risks of Nitrates to Humans and the Environment*. Elsevier, 289-294. DOI: 10.1533/9781845693206.289. ISBN 9781855738089. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781855738089500285>

GORENJAK Maksimiljan, BEVC, Sebastjan, Radovan HOJS, Robert EKART, Matej ZAVRŠNIK a Ludvik PUKLAVEC. 2012. Simple Cystatin C Formula for Estimation of Glomerular Filtration Rate in Overweight Patients with Diabetes Mellitus Type 2 and Chronic Kidney Disease. *Experimental Diabetes Research*. 1-8. DOI: 10.1155/2012/179849. ISSN 1687-5214. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jdr/2012/179849/>

GOVEDARICA-LUČIĆ, Aleksandra a Goran PERKOVIĆ. 2014. Effect of Variety and Production Methods on Nitrate Content in Lettuce. **14**(4): 541-547. DOI: 10.7251/AGREN1304541G. ISSN 2233-0070. Available from: <http://doisrpska.nub.rs/index.php/agroznanje/article/view/1275>

HARRIS, Linda J. a Elizabteh MITCHAM. 2007. Strawberries: Safe Methods to Store, Preserve, and Enjoy. University of California, Agriculture and Natural Resources. DOI: 10.3733/ucanr.8256. ISBN 978-1-60107-476-8.

HODGES, Robert E., James HOOD, John E. CANHAM, Howerde E. SAUBERLICH a Eugene M. BARKER. 1971. Clinical manifestations of ascorbic acid deficiency in man. The American Journal of Clinical Nutrition. **24**(4): 432-443. DOI: doi.org/10.1093/ajcn/24.4.432

HOFFMANN, Manfred, Bernhard STALLER a Gunter WOLF. 2007. Lebensmittelqualität und Gesundheit Bio-Testmethoden und Produkte auf dem Prüfstand. : ökologische konzepte. baerns & fuss. ISBN 978-3-935046-05-3.

JENEY-NAGYMATE, Emese a Peter FODOR. 2008. The stability of vitamin C in different beverages. British Food Journal. **110**(3): 296-309. DOI: 10.1108/00070700810858709. ISSN 0007-070X. Available from: <https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/00070700810858709> (accessed March 2019)

IWASE, Hiroshi. 2000. Use of an amino acid in the mobile phase for the determination of ascorbic acid in food by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. Journal of Chromatography A. **881**(1-2): 317-326. DOI: 10.1016/S0021-9673(00)00199-0. ISSN 00219673. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967300001990> (accessed January 2018)

Kirschbaum, D. S.; Larson, K. D.; Weinbaum, S. A.; DeJong, T. M. 2010. Late-season nitrogen applications in high-latitude strawberry nurseries improve transplant production pattern in warm regions. African Journal of Biotechnology, v.9, pages 1001-1007.

KNOBLOCH, E. 1956. Fysikálně chemické metody stanovení vitaminů. Nakladatelství Československé akademie věd Praha, 1. vydání, pages 319-331.

KOPEC, Karel. 2010. Zelenina ve výživě člověka. I. Praha 7: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-6604-1.

KŘÍŽ, Oldřich. 2016. Nové trendy ve výživě jahodníků. Zahradnictví č. 5/2016. [online]. Available from: <https://www.zahradaweb.cz/nove-trendy-ve-vyzive-jahodniku/> (accessed April 2019)

KUKLA, David. 2012. Pět důvodů proč nakupovat lokální potraviny. Vitalita [online]. Available from: <https://www.vitalia.cz/clanky/pet-duvodu-proc-nakupovat-lokalni-potraviny/> (accessed March 2019)

LEE, Seung K. a Adel A. KADER. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 20(3), 207-220. DOI: 10.1016/S0925-5214(00)00133-2. ISSN 09255214. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925521400001332> (accessed January 2019)

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

LUNDBERG, Jon O, Mattias CARLSTRÖM a Filip J LARSEN. 2011. Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease. *Cardiovascular research*. 89(3): 525–532. ISSN 1755-3245. doi 10.1093/cvr/cvq325.

MAŘÁKOVÁ, V. 2008. Možnosti využití plodů méně známých keřovin. [BSc. Thesis]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.

MATĚJČKOVÁ, J., PETŘÍKOVÁ, K. 2010. Ascorbic acid contents in selected vegetables in relation to variety, growing site, year and storage. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LVIII, 1: 95–100.

MAYNARD, D.N., A.V. BARKER, P.L. MINOTTI a N.H. PECK. 1976. Nitrate Accumulation in Vegetables [online]. Elsevier, pages 71-118. *Advances in Agronomy*. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60553-2. ISBN 9780120007288. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065211308605532> (accessed December 2018)

MCCANCE, R. A. a Elsie M. WIDDOWSON. 2004. McCance and Widdowson's The composition of foods. 6th summary ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 978-0-85404-428-3.

MEDEIROS, Reinaldo F., Walter E. PEREIRA, Rummenigge de M. RODRIGUES, Ronaldo do NASCIMENTO, Janivan F. SUASSUNA a Tony A. G. DANTAS. 2015. Growth and yield of strawberry plants fertilized with nitrogen and phosphorus. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. **19**(9): 865-870. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p865-870. ISSN 1415-4366.

MILLS, Ben. 2007. Canonical forms of the nitrate ion, NO₃⁻, resonating [online]. Available from: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dusi%C4%8Dnany#/media/File:Nitrate-ion-resonance-2D.png> (accessed march 2019)

MZe. 2005. Špenát a výživa [online]. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, page. Available from: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/spenat-a-vyziva.aspx> (accessed December 2018)

Nováková, L., Solich, P., & Solichová, D.. 2008. HPLC methods for simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, **27**(10): 942–958. doi:10.1016/j.trac.2008.08.006

Oberbeil, Klaus a Lentzová, Christiane. 2003. Ovoce a zelenina jako lék: strava, která léčí. 2.vyd. Praha : Fortuna Print, page 294. ISBN 80-7321-067-3.

ONDREJKOVIČOVÁ, Iveta et al. 2008. Pokroky v chémii a biológii: Vyššia kvalita života. *Slovenská Technická univerzita v Bratislave* [online]. 47-55. Available from:

https://www.fchpt.stuba.sk/buxus/docs/doc/pedagogika/chemia_a_biologia_2008.pdf#page=48 (accessed February 2019)

OYETADE, O.A., G.O. OYELEKE, B.M. ADEGOKE a A.O. AKINTUNDE. 2012. Stability Studies on Ascorbic Acid (Vitamin C) From Different Sources. IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC). Nigeria, **4**(2): 20-24. ISSN 2278-5736.

PEJCHAR, Petr. 2015. Kontroly farmářských trhů. Státní veterinární správa [online]. Praha 2, 4.3.2015 Available from: <https://www.svscr.cz/> (accessed December 2018)

PIZINGEROVÁ, Kateřina, Jiří FERMUTH, Lumír ŠAŠEK, et al. 2011. Akutní methemoglobinemie – závažná alimentární intoxikace zeleninou koupenou na trhu. *Pediatric pro praxi*. Plzeň: 1Dětská klinika LF UK a FN, **12**(4): 267-269. DOI: 12(4): 267–269.

PRASAD, Surendra a Adrian Avinesh CHETTY. 2007. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. *Food Chemistry*. **106**(2): 772-780. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.06.005. ISSN 03088146. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607005602> (accessed December 2018)

PRUGAR, Jaroslav et al.. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, ISBN 978-80-86576-28-2.

REKHA, C., G. POORNIMA, M. MANASA, V. ABHIPSA, J. PAVITHRA DEVI, H T. VIJAY KUMAR a T R. PRASHITH KEKUDA. 2012. Ascorbic Acid, Total Phenol Content and Antioxidant Activity of Fresh Juices of Four Ripe and Unripe Citrus Fruits. *Chemical Science Transactions*. **1**(2): 303-310. DOI: 10.7598/cst2012.182. ISSN 22783318. Available from: <http://www.e-journals.in/abstract.asp?Totarticle=182> (accessed January 2019)

Radiožurnál. 2016. Rajče: ovoce, nebo zelenina? Tuhle otázku nerozřešily ani soudy. In: *Český Rozhlas Radiožurnál* [online]. Český rozhlas. Available from:

<https://radiozurnal.rozhlas.cz/rajce-ovoce-nebo-zelenina-tuhle-otazku-nerozresily-ani-soudy-6235139> (accessed February 2019)

SANTAMARIA, Pietro. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. **86**(1): 10-17. DOI: 10.1002/jsfa.2351. ISSN 0022-5142. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.2351> (accessed November 2018)

Saxholt E, Christensen AT, Møller A, Hartkopp HB, Hess Ygil K, Hels OH. 2008. Danish Food Composition Databank, revision 7. Department of Nutrition, National Food Institute, Technical University of Denmark. Available from: <http://www.foodcomp.dk/> (accessed December 2018)

SEDLÁČEK, Jiří. 2015. Kodex farmářských trhů: Farmářský trh pořádaný členem AT musí splňovat následující podmínky. Asociace farmářských tržišť ČR [online]. Praha 2; Available from: <http://www.aftcr.cz/kodex-farmarskych-trhu> (accessed December 2018)

SHEHATA, S.A. 2010. Nitrate Detoxification of drinking water by ascorbic acid in growing rabbits. *World Rabbit Science*. **13**(2): 93-106. DOI: 10.4995/wrs.2005.526. ISSN 1989-8886.

SKEAFF, Murray. 2002. Vitamin C and E. In: Jim MANN a A. Stewart TRUSWELL. *Essentials of Human Nutrition* [online]. 2nd vyd. Oxford: Univerzity Press, ISBN 0 19 850861 1.

SKORŇAKOV, Sergej, Jan JENÍK a Václav VĚTVIČKA. 1991. *Zelená kuchyně*. 2. Praha: Lidové nakladatelství: 301-303. ISBN 80-7022-042-2.

SOBKO T, MARCUS C, GOVONI M, KAMIYA S. 2010. Dietary nitrate in Japanese traditional foods lowers diastolic blood pressure in healthy volunteers. *Nitric Oxide* **22**:136–140.

SONI, Vipin Kumar, Fahmida KHAN, A.B. SONI a Ch CHANDRA. 2017. Determination of Ascorbic Acid in Fruit Juices by Reducing behaviour of Oxalohydroxamic Acid [online]. India:

International Journal of Engineering Technology Science and Research, (4) . ISSN 2394 – 3386
(accessed December 2018)

Sorensen, J.M., Johansen, A.S. & Poulsen. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. I. Marketable and nutritional quality by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant Foods Hum. Nutr.*, **46**: 1-11.

SPV. 2012. Výživová doporučení pro občany české republiky. In: Společnost pro výživu [online]. Praha 6, Available from: <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelestvo-ceske-republiky/>(accessed February 2019)

STŘÍTECKÁ, Hana. 2018. E300 [online]. In: Praha: Fér potravina. Available from: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E300> (accessed March 2019)

SZPI. 2016. Dotazy podnikatelů. Státní zemědělská a potravinářská inspekce: Ministerstvo Zemědělství [online]. Praha. Available from: www.szpi.gov.cz(accessed November 2018)

ŠUTA, Miroslav. 2017. Dusičnany a dusitany v potravinách. Je důvod k obavám? [online]. In: 25.8.2017. Available from: <https://plzen.rozhlas.cz/dusicnany-a-dusitany-v-potravinach-je-duvod-k-obavam-6715495> (accessed March 2019)

TEMME, E.H.M., S. VANDEVIJVERE, C. VINKX, I. HUYBRECHTS, L. GOEYENS a H. VAN OYEN. 2011. Average daily nitrate and nitrite intake in the Belgian population older than 15 years. **28**(9): 1193-1204. DOI: 10.1080/19440049.2011.584072. ISSN 1944-0049. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19440049.2011.584072> (accessed December 2018)

TRESSLER, D. K., G. L. MACK a C. G. KING. 1936. VITAMIN C CONTENT OF VEGETABLES. I. SPINACH. *Journal of Food Science*. **1**(1): 3-7. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1936.tb17765.x. ISSN 0022-1147. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1936.tb17765.x> (accessed December 2018)

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

UCONN. 2019. *Malpighia glabra* L. In: University of Connecticut: UCONN [online]. Available from: <http://florawww.eeb.uconn.edu/198500465.html> (accessed March 2019)

ÚKZÚZ. 2017. Seznam odrůd: zapsaných ve Státní odrůdové knize. Věstník. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, **XVI(3)**: 1-80.

VELÍŠEK, J. & HAJŠOVÁ, J. 2009. *Chemie potravin I*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, ISBN 978-80-86659-15-2.

Ministerstvo zdravotnictví. 2004. Vyhláška č. 252/2004 Sb. ze dne 22. dubna 2004, kterou se stanoví požadavky na pitnou a teplo vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In Sběrka zákonů České republiky, 2004, Česká republika.

WALKER, R. 1990. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants*. **7(6)**: 717-768. DOI: 10.1080/02652039009373938. ISSN 0265-203X. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02652039009373938> (accessed December 2018)

WEBB, Andrew J., Nakul PATEL a Stavros LOUKOGEORGAKIS. 2008. Acute Blood Pressure Lowering, Vasoprotective, and Antiplatelet Properties of Dietary Nitrate via Bioconversion to Nitrite. *Hypertension*. **51(3)**:784–790. ISSN 0194-911X, 1524-4563. doi 10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.103523.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2003. WHO Fruit and Vegetable Promotion Initiative – report of the meeting,. WHO - report of the meeting,. Geneva 27, Switzerland: 25-27. DOI: WHO/NMH/NPH/NNP/0308.

WUNDERLICH, S. M., Ch. FELDMAN, S. KANE a T. HAZHIN. 2009. Nutritional quality of organic, conventional, and seasonally grown broccoli using vitamin C as a marker. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. 59(1): 34-45. DOI: 10.1080/09637480701453637. ISSN 0963-7486. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09637480701453637> (accessed December 2018)

WRIGHT, Robert O, William J LEWANDER a Alan D WOOLF. 1999. Methemoglobinemia: Etiology, Pharmacology, and Clinical Management. *Annals of Emergency Medicine*. 34(5): 646-656. DOI: 10.1016/S0196-0644(99)70167-8. ISSN 01960644. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196064499701678> (accessed March 2019)

YAMAMOTO, Tetsuo a Manabu KINOSHITA. 2017. Radioprotective Effect of Vitamin C as an Antioxidant. *Vitamin C*. InTec, DOI: 10.5772/intechopen.68988. ISBN 978-953-51-3421-3. Available from: <http://www.intechopen.com/books/vitamin-c/radioprotective-effect-of-vitamin-c-as-an-antioxidant> (accessed February 2019)

Ministerstvo zemědělství. 2003. Zákon č. 157/2003 Sb. ze dne 15. května 2003, Stanovení požadavků pro čerstvé ovoce a zeleninu: Česká Republika. Page 3327 in *Sbírka zákonů České Republiky*. Available from: https://www.epravo.cz/_dataPublic/sbirky/archiv/sb059-03.pdf

ZLOCH, Z., J. ČELAKOVSKÝ a A. AUJEZDSKÁ. 2004. Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu. Ústav hygieny Lékařské fakulty UK, Plzeň: 1-50.

9. Seznam použitých zkratk

AA	kyselina askorbová
ADI	přijatelný denní příjem
ANOVA	analýza rozptylu
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství
HPLC	Vysokoučinná kapalinová chromatografie
Mze	Ministerstvo zemědělství ČR
SVS	Státní veterinární správa ČR
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce ČR
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
WHO	Světová zdravotnická organizace

10. Seznam příloh

- Příloha 1** Maximální limity kontaminujících látek v potravinách
- Příloha 2** Tržní řád Náplavka
- Příloha 3** SMĚRNICE RADY 2001/113/ES ze dne 20. prosince 2001 O ovocných džemech, rosolech a marmeládách a kaštanovém krému určených k lidské spotřebě
- Příloha 4** a.) HPLC Chromatogram – vitamin C v jahodách
b.) HPLC Chromatogram – dusičnany v jahodách
- Příloha 5** Nitrátová směrnice (Směrnice Rady 91/676/EHS)
- a.) Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na zemědělské půdě
 - b.) Limity hnojení jednotlivých plodin

Příloha 1 – Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách

MAXIMÁLNÍ LIMITY NĚKTERÝCH KONTAMINUJÍCÍCH LÁTEK V POTRAVINÁCH

▼M16

Oddíl 1: Dusičnany

Produkt	Maximální limit (mg NO ₃ na kg)	Metoda odběru vzorků	Referenční metoda analýzy
1.1 čerstvý špenát ^(c) (<i>Spinacia oleracea</i>)	sklizen od 1. října do 31. března 3 000 sklizen od 1. dubna do 30. září 2 500	směrnice Komise 2002/63/ES ^(d)	
1.2 konzervovaný, hluboce zmrazený nebo zmrazený špenát	2 000	směrnice 2002/63/ES	
1.3 čerstvý hlávkový salát (<i>Lactuca sativa</i> L.) (skleníkový a polní salát) s výjimkou salátů uvedeného v bodě 1.4.	sklizen od 1. října do 31. března hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem 4 500 ^(*) hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách 4 000 ^(*) sklizen od 1. dubna do 30. září hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem 3 500 ^(*) hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách 2 500 ^(*)	směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10	
1.4 druh salátu „Iceberg“ ^(e)	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem 2 500 ^(*) hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách 2 000 ^(*)	směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10	
1.5 obilné a ostatní příkrmy pro kojenče a malé děti ^(b) , ^(e)	200	směrnice 2002/63/ES (ustanovení o zpracovaných potravinách rostlinného původu a o zpracovaných potravinách živočišného původu)	

▼B

Příloha 2 – Tržní řád Náplavka

FARMÁŘSKÉ TRŽIŠTĚ NÁPLAVKA – TRŽNÍ ŘÁD

Farmářské tržiště

Farmářské tržiště je především potravinovým trhem. Je to vymezený prostor, umožňující prodej a poskytování služeb (dále jen „tržiště“), kde mohou především výrobci, event. jiní, jimi určení prodejci (dále jen „prodejci“, na základě písemného pověření výrobce) prodávat v tržním řádu stanovený čas své výrobky, rovněž stanovené tržním řádem. Pro prodej farmářských výrobků jsou určeny přenosné, složitelné a rozložitelné prodejní stánky. Rozmístění stánků je určeno plánkem.

Prodejní místo/stánek

Prodejní/tržní místo musí být na vhodném, trvale viditelném místě označeno jménem a příjmením, popřípadě obchodní firmou provozovatele - fyzické osoby nebo názvem popřípadě obchodní firmou u provozovatele - právnické osoby a identifikačním číslem provozovatele. Prodejce je povinen dodržovat tržní řád a obsadit pouze takové tržní místo (stánek), které mu bylo přiděleno.

Prodejní stánek a prodejní místo

Prodejce je povinen prodejní stánek i prodejní místo udržovat v čistotě a dobrém technickém stavu.

Čistota a bezpečnost

Při prodeji zboží a poskytování služeb na tržišti jsou prodejci povinni:

- dodržovat zásady osobní čistoty a udržovat pracovní oděv v čistotě,
- zabezpečovat zde trvalý a řádný úklid, udržovat čistotu stánků, prodejních míst i míst pro nakládku a vykládku zboží a dočasných skladových prostor,
- průběžně odstraňovat odpad i obaly ze zboží na správcem určené místo utříděné podle jednotlivých druhů a kategorií odpadů.
- k prodeji a nabídce zboží používat prodejní zařízení zhotovená ze zdravotně nezávadného a dobře čistitelného materiálu,
- ovoce, zeleninu, brambory a lesní plody dovézt před nabízením k prodeji již očištěné a zbavené zavadilých částí,
- osobními vozidly zde parkovat pouze v prostoru určeném správcem v souladu s místní úpravou provozu na pozemních komunikacích na základě příslušného povolení, resp. výjimky, které udělí prodejci správce

Prodejní sortiment

Na tržišti se mohou prodávat výrobky z domácích (českých) farem, tedy včelstvy a chovy pocházející z domácí (české) produkce. Z široké a možné nabídky výrobků vyjímáme: ovoce a zelenina, byliny a koření, květiny a sazenice, med, vejce, chléb a pečivo, koláče, perníky, domácí moučnický, mošty a džusy, sirupy, džemy a marmelády, uzeniny, maso, drůbež, ale i rukodělné nebo řemeslné výrobky, košíky, víno, pivo, destiláty, apod. Na farmářském tržišti Náplavka se budou také prodávat živé ryby včetně souvisejících služeb spotřebitelům, jako zabítí, kuchání, filetování apod.

Práva správce a manažera tržiště

Správce i manažer tržiště si vyhrazuje právo posoudit prodejní sortiment a případně nevhodný sortiment nebo jeho část z prodeje vyloučit.

Otevírací doba tržiště

Tržiště je otevřeno v prodejní den sobota od 8:00 do 14:00 v závislosti na denním světle. Pokud si prodejce rezervoval prodejní místo (dále jen „místo“) a do 8:30 jej neobsadí, má správce právo místo poskytnout jinému prodejci.

Povinnosti prodejce

Prodejci jsou povinni dodržovat ustanovení zákona o živnostenském podnikání, pokud se na ně vztahuje. Prodejce je povinen na vyžádání vydat kupujícímu doklad o zaplacení podle platných předpisů ČR. Všichni prodejci jsou povinni dodržovat ustanovení zákona o zemědělství, hygienické a veterinární předpisy.

Doprava a parkování

Parkování je prodejci povoleno na určených – vyhrazených místech správcem, resp. pořadatelem tržiště. Každé vozidlo prodejce musí být viditelně označeno příslušným povolením, které prodejci vydá správce.

Ostatní

Prodejce je zodpovědný za všechny škody, které sám nebo jeho pomocníci zavíní. Prodejní místo je předáno k dispozici ve stavu převzatém, veškeré nároky vůči správci jsou tímto vyloučeny.

Pořadatel tržiště

Pořadatel i provozovatel tržiště: Archetyp, Šumavská 69/17, Praha 2, IČO: 27019705

Vedení tržiště

Manažerka tržiště: Alena Bžochová, tel: 608 099 991 (sortiment, prodejci, noví prodejci, legislativa)

Správce tržiště: Štěpán Skála, tel: 732 153 282 (technické součásti, elektřina, voda, poruchy, havárie, výpadky apod.)

www.farmarsketrziste.cz

www.facebook.com/ftp Praha

**Příloha č. 3 - SMĚRNICE RADY 2001/113/ES ze dne 20. prosince 2001 O
ovocných džemech, rosolech a marmeládách a kaštanovém krému určených k
lidské spotřebě (Úř. věst. L 10, 12.1.2002, s. 67)**

2001L0113 — CS — 01.01.2008 — 002.001 — 9

▼ B

PŘÍLOHA III

A. DEFINICE

Pro účely této směrnice se rozumí:

1. Ovocem:

- čerstvé, zdravé ovoce, nezkažené, obsahující všechny základní části ve stavu zralosti vhodném pro použití, po očištění, odstranění nežádoucích příměsí, větviček a stopek,
- pro účely této směrnice se rajčata, jedlé části lodyh rebarbory, mrkev a sladké brambory, okurky, dýně, melouny a melouny vodní pokládají za ovoce,
- „zázvorem“ jedlý kořen zázvoru v čerstvém nebo konzervovaném stavu. Zázvor může být sušen nebo uchováván v sirupu.

2. (Ovocnou) pulpou:

Jedlá část celého plodu, podle potřeby bez kůry, slupek, jader, pecek a podobně, která byla nakrájena nebo rozdrcena, ale která nebyla rozmělněna na dřev.

3. (Ovocnou) dřeví:

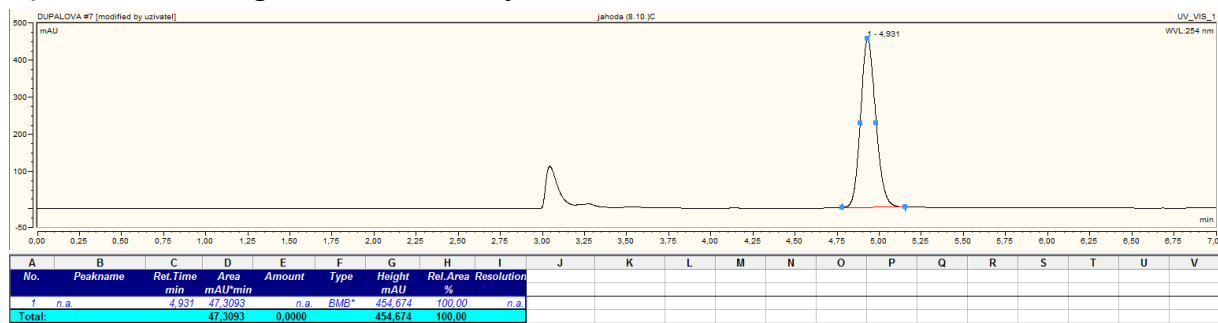
Jedlá část celého plodu, v případě potřeby bez kůry, slupek, jader, pecek a podobně, která byla rozmělněna na dřev propasírováním nebo obdobným procesem.

4. Vodnými extrakty (ovoce):

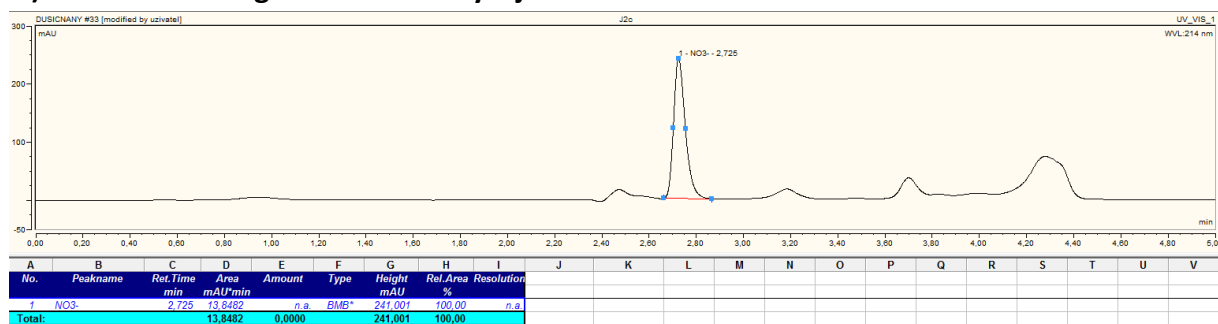
Vodné extrakty ovoce, které kromě ztrát nutně vznikajících při řádném zpracování obsahují všechny ve vodě rozpustné složky použitého ovoce.

Příloha 4

a.) HPLC Chromatogram – vitamin C v jahodách



b.) HPLC Chromatogram – dusičnany v jahodách



Příloha 5 – Nitrátová směrnice (Směrnice Rady 91/676/EHS)

a.) Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na zemědělské půdě

Klimatický region ^{*)}	Minerální dusíkatá hnojiva	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem	Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem ^{**)}
0–5	1. 11. – 31. 1. (pro ozimé plodiny)	15. 11. – 31. 1. (pro ozimé plodiny)	1. 6. – 31. 7. ^{***)} 15. 12. – 15. 2.
	15. 10. – 15. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	15. 11. – 15. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	
	15. 10. – 15. 2. (pro ozimé plodiny)	5. 11. – 15. 2. (pro ozimé plodiny)	1. 6. – 31. 7. ^{***)} 15. 12. – 28. 2.
	1. 10. – 28. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	5. 11. – 28. 2. (pro ostatní plodiny a kultury)	

Vysvětlivky:

^{*)} První číslice kódu bonitované půdně ekologické jednotky.

^{**)} Platí i pro upravené kaly.

b.) Limity hnojení jednotlivých plodin

Plodina	Limit hnojení ^{*)}	Výnos hlavního produktu (t) stanovený dle koeficientu potřeby N na 1 t hlavního produktu a příslušného množství vedlejšího produktu
pšenice ozimá	190	7,7
pšenice jarní	120	5,5
žito ozimé	120	6,0
ječmen ozimý	140	6,7
ječmen jarní	110	6,0
oves	120	4,8
triticale	140	6,1
kukuřice na zrno	230	11,0
luskoviny	30	5,0
brambory sadbové	140	30,0
brambory ostatní	180	40,0
brambory rané	120	25,0
cukrovka	210	70,0
krmná řepa	150	70,0
řepka ozimá	230	4,5
slunečnice	140	2,9
mák	85	1,2
len	80	2,0
hořčice bílá	80	1,2
kukuřice na siláž	230	60,0
jetel ^{**)}	40	10,0
vojtěška ^{**)}	40	10,0
trávy na orné půdě	200	10,0
trvalé travní porosty	160	8,0
zelí	250	70,0
květák	220	27,0
mrkev	200	50,0
brokolice	200	13,0
kapusta hlávková	180	28,0
kapusta růžičková	180	6,0
celer bulvový	180	35,0
kedluben	150	30,0
zelí pekingské	150	55,0
rajčata	150	55,0
cibule kuchyňská	135	45,0
pór pravý,	120	43,0

Příloha 5 b - pokračování

pažitka pravá	120	30,0
petržel zahradní naťová	120	17,0
okurky salátové	120	70,0
okurky nakládačky	100	60,0
špenát setý	100	20,0
salát	100	43,0
pastiňák setý	100	30,0
paprika zeleninová	100	37,0
kukuřice cukrová	100	9,0
řepa salátová	95	30,0
ředkvička	80	32,0
petržel zahradní kořenová	80	37,0
kopr vonný	60	12,0
hrách zahradní	60	7,0
fazol obecný	60	6,0
česnek	30	11,0

Vysvětlivky:

*) V limitu hnojení je započítán celkový dusík z minerálních hnojiv a podíl dusíku využitelného pěstovanou plodinou ze statkových hnojiv živočišného původu a z organických a organominerálních hnojiv, popřípadě upravených kalů.

**) Limit se vztahuje k celkové dávce za všechny roky pěstování. Do uvedeného limitu se nezapočítává případné hnojení krycí plodiny do doby její sklizně