

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agropodnikání
Katedra: Katedra biologických disciplín
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Sledování, vyhodnocení a porovnání obsahu nitrátů v zelenině
distribuované v obchodní síti vybrané oblasti ČR a přilehlé příhraniční
oblasti Rakouska

Vedoucí práce: Ing. Karel Suchý, Ph.D.

Autor: Bc. Marek Růžek

2013

MÍSTO PRO ZADÁVACÍ LIST

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 26. 4. 2013

.....

Děkuji Ing. Karlu Suchému Ph.D., vedoucímu diplomové práce za odborné vedení a ochotnou pomoc při vypracování této práce.

Sledování, vyhodnocení a porovnání obsahu nitrátů v zelenině distribuované v obchodní síti vybrané oblasti ČR a přilehlé příhraniční oblasti Rakouska.

Abstrakt

Cílem práce bylo sledovat a vyhodnotit obsahy nitrátů z hlediska antinutričního významu, v zelenině nabízené v obchodní síti. Obsah dusičnanů byl sledován v běžných druzích zeleniny v průběhu celého roku. Zdrojem vzorků byly vybrané supermarketky.

Stanovení obsahu bylo provedeno metodou měření iontově selektivní elektrodou.

Analyzované vzorky byly pořízeny v obchodní síti Billa v Jindřichově Hradci a v sousedním Rakousku v městě Heidenreichstein. Celkem bylo provedeno měření u 149 vzorků, z čehož 71 pocházelo z tuzemské obchodní sítě a zbylých 78 z Rakouska. Odebírána byla listová a kořenová zelenina: hlávkový salát, ledový salát, mrkev, petržel a ředkvička.

Nejnižší naměřená hodnota $21 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla zaznamenána u petržele původem z České republiky. Nejvyšší množství dusičnanů bylo naměřeno u hlávkového salátu, který také pocházel z české produkce a dosáhl $5200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

V celkovém a konečném porovnání se sousedním Rakouskem vykazovaly vzorky z tuzemska, až na mrkev, vyšší obsahy dusičnanů.

Klíčová slova: dusičnany, zelenina, limitní množství nitrátů

Monitoring, evaluation and comparison of a nitrate content in vegetables distributed in a network of markets in selected area in the Czech Republic and adjacent regions of Austria.

Abstract

The main aim of this study was to monitor and evaluate nitrate contents in vegetables, offered in the network of markets, from anti-nutritive point of view. The nitrate content was monitored in common vegetable types in the course of a year. The selected supermarkets were used as the source of samples.

The ion-selective electrode measurement method was used to set the nitrate content.

The analysed samples were provided in Billa markets in Jindřichův Hradec and in Heidenreichstein in Austria. In total 149 samples were analysed, 71 were provided in the Czech markets and 78 in Austria. The leaf and root vegetables were tested, especially lettuce, iceberg lettuce, a carrot, a parsley and a radish.

The lowest measured value $21 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ was taken from the parsley from the Czech Republic. The highest nitrate content was detected in the lettuce also originated from the Czech production and reached $5200 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

In the final comparison with the neighbouring Austria, the Czech samples have shown, except for the carrot, higher nitrate contents.

Key words: nitrates, vegetables, limit amount of nitrates

Obsah

1.	ÚVOD	9
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1	ZELENINA	11
2.1.1	Význam zeleniny	11
2.1.2	Složení zeleniny	11
2.1.3	Produkce a spotřeba zeleniny v České republice 2012	12
2.1.4	Produkce a spotřeba zeleniny v Rakousku	14
2.2	DUSIČNANY	14
2.2.1	Výskyt dusičnanů	14
2.2.2	Dusičnany v lidském těle	16
2.2.3	Faktory ovlivňující příjem a obsah dusičnanů v zelenině	19
2.2.4	Možnosti snížení obsahu dusičnanů v zelenině	22
2.2.5	Limity dusičnanů v zelenině	23
3.	METODIKA	25
3.1	Stanovení dusičnanů iontově selektivní elektrodou (ISE)	25
3.2	Odběr vzorků	25
3.3	Příprava vzorků pro měření	26
3.4	Příprava extrakčního roztoku	26
3.5	Vlastní měření vzorku	26
3.6	Výpočet koncentrace NO_3^- ze stanovení pomocí ISE	27
4.	VÝSLEDKY A DISKUSE	28
4.1	LEDOVÝ SALÁT	31
4.2	HLÁVKOVÝ SALÁT	32
4.3	MRKEV	35
4.4	PETRŽEL	37
4.5	ŘEDKVIČKA	39
5.	ZÁVĚR	43

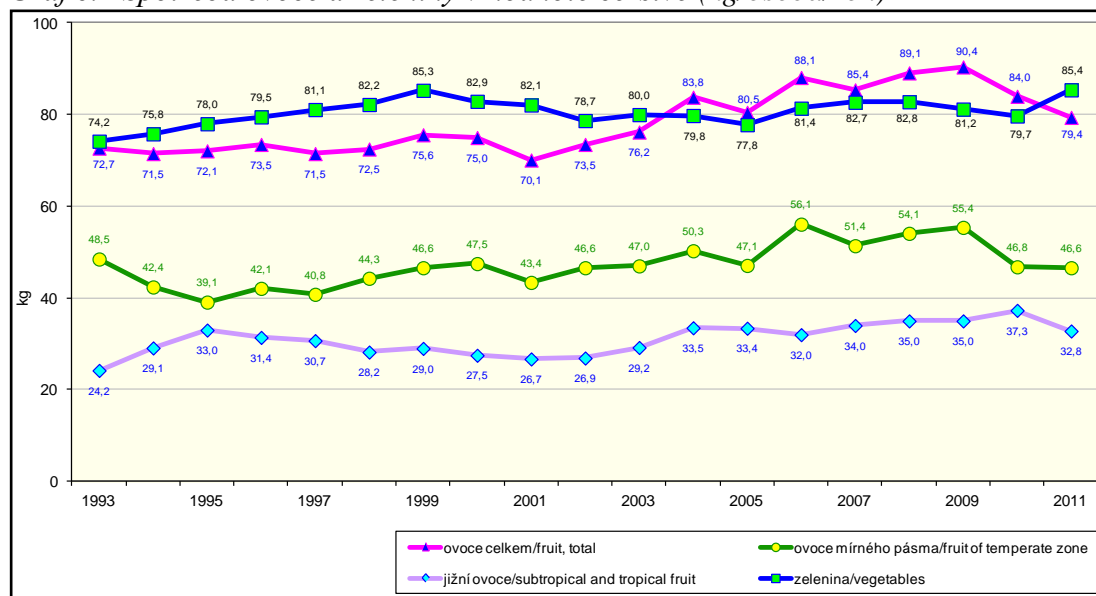
6.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
7.	Přílohy	49

1. ÚVOD

Výživa i zdraví člověka jednoznačně závisí na rostlinných produktech, v nichž se nacházejí téměř všechny minerální i organické látky nezbytné pro zdravý vývoj jedince. Rostliny jsou logicky na počátku potravinového řetězce (NÁTR, 2002).

Podle výsledků Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2013) zaznamenala spotřeba zeleniny mezi roky 2010 a 2011 nárůst o více než 5 kg na osobu za rok. Spotřeba zeleniny tím překonala dosažené maximum z roku 1999 a dosáhla hodnoty 85,4 kg na osobu za rok, což představuje nejvyšší dosaženou hodnotu v České republice za posledních 20 let (Graf č.1). Podle různých zdrojů by se ovšem spotřeba zeleniny měla pohybovat na mnohem vyšší úrovni. HLUŠEK (2004) uvádí, že za minimální hranici v konzumaci zeleniny je zdravotníky považováno 90 kg, za ideální stav 120 – 130 kg na osobu za rok.

Graf č.1 Spotřeba ovoce a zeleniny v hodnotě čerstvé (kg/osoba/rok)



Zdroj: ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2013

Zdravotní nezávadnost, jakost a kvalitu potravin je nutné sledovat. Kontrolním úřadem v České republice je Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Pod pojmem zdravotní nezávadnost se rozumí kontrola mikrobiologických požadavků a kontrola obsahu cizorodých látek. Do cizorodých látek jsou zařazeny i dusičnany.

PEKÁRKOVÁ (1992) uvádí, že dusičnany nelze v rostlinách považovat za cizorodé látky, protože jsou jedním z běžných asimilačních produktů všech rostlin.

Až jejich vysoké množství je řadí mezi látky ohrožující lidské zdraví (FLOHROVÁ, 1990).

Cílem práce bylo zmonitorovat množství obsahu dusičnanů v některých druzích kořenové a listové zeleniny, a tím pomoci ve sledování zdravotní nezávadnosti zeleniny.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 ZELENINA

Pěstování zeleniny patří k významným odvětvím zemědělské výroby, neboť zelenina představuje nezbytnou součást lidské výživy. Zde má nezastupitelné místo pro vysokou biologickou a nízkou energetickou hodnotu (HLUŠEK, 2004).

2.1.1 Význam zeleniny

Rostliny poskytují člověku nejen základní živiny (bílkoviny, tuky, cukry), ale i důležité vitamíny, minerální látky, hrubou vlákninu, silice a mnoho dalších ochranných a léčivých látek. K zelenině patří několik desítek rostlinných druhů. Zařazení většiny z nich je jednoznačné, jen některé nelze přesně oddělit od jiných plodin. Mnohé rostlinné druhy se používají jako zelenina pro své domnělé nebo skutečně léčivé vlastnosti a pro svou aromatickou a kořenou chuť (TRONÍČKOVÁ, 1985).

Hlavní význam zeleniny spočívá v tom, že dodávají lidskému organismu potřebné vitamíny a minerální látky. Lidské tělo si udržuje určitý poměr mezi zásadotvornými minerálními látkami (sodík, draslík, vápník, hořčík, železo) a kyselinotvornými prvky (fosfor, síra, chlor, aj.). Většina zdrojů potravy obsahuje hlavně kyselinotvorné minerálie. Jen ovoce a zelenina (včetně brambor) obsahuje nadbytek zásadotvorných prvků a jsou proto důležitým regulátorem tzv. acidobazické rovnováhy v organismu (DUDÁŠ a PELIKÁN, 1989).

Zeleninu oceňujeme nejen pro její složení, ale hlavně z toho důvodu, že se konzumuje i syrová, čímž v plné hodnotě zůstávají zachovány všechny cenné obsahové látky. Většinu z nich získává lidský organismus právě jen prostřednictvím konzumu zeleniny (PEKÁRKOVÁ, 2004).

Podle údajů zjištěných ze zpráv světové zdravotnické organizace (WHO, 2013) je ve většině členských státech Evropské unie konzumace zeleniny na nedostatečné úrovni. Jako dostatečný přísun zeleniny WHO uvádí 400g zeleniny a ovoce na osobu za 1 den.

2.1.2 Složení zeleniny

Z látek, které mají energetickou, tj. výživnou hodnotu, jsou v zelenině obsaženy bílkoviny (průměrně 1 %), sacharidy (5 %) a tuky (0,2 %). Jednou z nejvýznamnějších obsahových složek zeleniny je vláknina. Obvykle se hovoří o

tzv. hrubé vláknině, která je představována především celulosou, hemicelulosami a ligninem (dřevovinou). Je prokázáno, že nízká spotřeba vlákniny má souvislost s chorobami zažívacího traktu, ale i srdce a cév, s otylostí a se vznikem zhoubných nádorů. Část vlákniny se v zažívacím traktu rozloží a stráví, ostatní odchází z těla nestrávená. Nestravitelnost však v tomto případě vůbec neznamená neúčinnost, právě naopak. Obě součásti potravy, stravitelná i nestravitelná, jsou pro zdraví člověka stejně důležité (PEKÁRKOVÁ, 1992).

Důležitou roli ve vlákninovém komplexu mají pektiny. VELÍŠEK (2002) uvádí, že pektin patří mezi polysacharidy tvořící vlákninu potravy. Ovlivňuje metabolismus glukosy a snižuje obsah cholesterolu v krvi. PEKÁRKOVÁ (1992) popisuje pektiny jako látky, které mají vysokou bobtnavou schopnost a tím přispívají k regulaci trávicího traktu. Podporují také střevní mikroflóru. Nejbohatším dodavatelem pektinu v potravě je ovoce a po něm hned zelenina.

Velké množství vlákniny nalezneme v čerstvé zelenině, ovoci, nemletých luštěninách a otrubách, ovesných vločkách, sušených švestkách, rozinkách, hroznovém víně. Co se týče zeleniny, nejvíce vlákniny mají např.: brokolice, celerová nať, špenát, salát, petržel, chřest, mrkev, kedlubny. Její hlavní funkce je vyčištění tlustého střeva. Je tak nejdůležitější prevencí pro vznik mnoha onemocnění od hemeroidů až po karcinogenní onemocnění. Lidé, kteří konzumují převážně průmyslově zpracované potraviny a zapomínají na zeleninu a ovoce, si vytvářejí v těle nedostatek potravinové vlákniny (ČPZP, 2009).

Zelenina je významným a často hlavním nositelem látek, nezbytných pro lidské zdraví – vitamínů (PEKÁRKOVÁ, 2000). Nejvýznamnější z nich jsou vitamíny A, C a B.

2.1.3 Produkce a spotřeba zeleniny v České republice 2012

Rok 2012 nebyl pro producenty zeleniny z hlediska klimatických a meteorologických nijak příznivý. Nízké teploty v zimním období měly na pozemcích bez sněhové pokrývky velice nepříznivý vliv na ozimé druhy zeleniny. Pěstitelé u nich zaznamenali poškození v rozsahu od 30 – 90 %. Jaro v roce 2012 začalo velmi brzy, a tak zhruba v polovině března začali pěstitelé zakládat první porosty raných druhů zeleniny. Některé z těchto porostů byly poškozeny přízemními mrazy v první polovině dubna a začátkem května, jako např. rané výsevy mrkve, petržele, výsadby košťálovin. Mrazová vlna, která přišla na velikonoční pondělí, spálila na Moravě

vysázené porosty okurek, tykví a paprik. Sucha v roce 2012 postihla především pěstitele na severní a jižní Moravě. Vybudované závlahové systémy nebyly dostačující ke krytí vláhového deficitu, proto zde došlo ke snížení výnosů vlivem stresu ze sucha a některé porosty musely být zaorány. Rozmary počasí potrápily i pěstitele na Přerovsku, kde přivalový déšť ve druhé polovině května zatopil a zničil zelinářům část zeleninových porostů. Ve druhé polovině měsíce srpna postihlo některé pěstitele na Litoměřicku ničivé krupobití, kdy kroupy o průměru až 3 cm na mnoha místech zničily porosty květáku, zelí, kapusty a celeru. Krupobití zasáhlo také pěstitele v okolí Prostějova, kde byly poškozeny porosty paprik, cuket, květáku, zelí, kapusty a cibule. Proměnlivé počasí roku 2012 způsobilo vyšší tlak houbových chorob (BUCHTOVÁ, 2012).

Tab. č. 1: Vývoj osevních ploch konzumní zeleniny v ČR (ha)

Zelenina	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Celer	285	319	348	298	296	294	334	186
Cibule	1 838	2 235	2 152	2 072	1 732	1 832	1 830	1 515
Česnek	49	37	63	45	56	67	82	164
Hrách dřevový	978	1 132	1 341	1 310	973	1 020	993	1 034
Kapusta	141	176	146	157	156	118	177	117
Kedlubny	122	139	124	137	147	180	192	80
Květák	486	510	443	396	317	316	362	358
Mrkev	713	679	688	603	603	638	688	547
Okurky nakládačky	323	261	333	235	331	296	268	263
Okurky salátové	119	125	137	101	131	118	99	54
Petržel	427	364	529	278	190	244	231	180
Pórek	-	-	-	-	-	-	11	7
Rajčata	481	513	433	301	442	389	409	381
Ředkvičky	-	-	-	-	-	-	242	42
Salát hlávkový	-	-	-	-	-	-	182	139
Zelí hlávkové*	1 001	1 310	1 287	1 235	1 088	1 077	1 462	1 200
Ostatní zelenina	1 953	2 271	2 248	2 565	2 378	1 995	2 028	2 073
Zelenina celkem	8 917	9 970	10 272	9 732	8 838	8 583	9 591	8 340

Zdroj: MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR, 2012

V roce 2011 byla celková sklizeň zeleniny 277 tis. tun z plochy 9591 ha. Pro rok 2012 Český statistický úřad nevydal informace o celkové sklizni.

Spotřeba zeleniny překonala dosažené maximum z roku 1999 a dosáhla hodnoty 85,4 kg na osobu za rok, což představuje nejvyšší dosaženou hodnotu v České republice za posledních 20 let.

Míra soběstačnosti České republiky pro zeleninu je v současné době 36,9 % a stále klesá (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR, 2012).

2.1.4 Produkce a spotřeba zeleniny v Rakousku

Rakousko pěstuje zeleninu na ploše okolo 16 tis. ha a v roce 2011 představovala celková sklizeň 703 691 tun. Většina těchto oblastí se nachází v Dolním Rakousku (9300 ha), následované Štýrskem (1800 ha), Horním Rakouskem (1700 ha) a Burgenlandskem (1300 ha). Největší výměru věnují Rakušané pěstování mrkvi (7700 ha) (LEBENS MINISTERIUM, 2012).

Tab. č. 2: Osevní plochy konzumní zeleniny a výnosy v Rakousku

Spolková země	Osevní plocha v ha	Celkem v t
Burgenlandsko	1360	61866
Korutansko	126	3084
Dolní Rakousy	8203	308463
Horní Rakousy	1679	82670
Salcbursko	181	6505
Štýrsko	1699	47206
Tyrolsko	994	31332
Vorarlbersko	74	2794
Vídeň	679	71744
Celkem v roce 2012	14995	615664
Celkem v roce 2011	16158	703691

Zdroj: STATISTIK AUSTRIA, 2013

Tabulka č. 2 představuje pěstební plochy a výnosy pro rok 2012, kdy Rakousko vyprodukovalo 615,6 tis. tun zeleniny. Stejně jako Českou republiku, tak i Rakousko postihlo nepříznivé počasí roku 2012 (STATISTIK AUSTRIA, 2013).

Celková spotřeba zeleniny na jednoho občana za jeden rok se pohybuje okolo 110 kg a stále narůstá.

Míra soběstačnosti pro zeleninu je kolem 61 % (LEBENS MINISTERIUM, 2012).

2.2 DUSIČNANY

2.2.1 Výskyt dusičnanů

Dusičnany a dusitany jsou přirozenou složkou životního prostředí a podílejí se na koloběhu dusíku v přírodě. V rámci tohoto koloběhu se rozkladem bílkovin a jiných dusíkatých látek živých organismů uvolňuje amoniak. Nitrifikační bakterie oxidují amoniak na dusitany a ty se dále oxidují na dusičnany. Denitrifikační bakterie uvolňují dusík, který se vrací do atmosféry (VELÍŠEK, 2002).

Dusičnany nelze v rostlinách považovat za cizorodé látky, protože jsou jedním z běžných asimilačních produktů všech rostlin (PEKÁRKOVÁ, 1992). Až jejich vysoké množství je řadí mezi látky ohrožující lidské zdraví (FLOHROVÁ, 1990).

Obsah dusičnanů v rostlinách je silně ovlivňován prostředím. V rostlinách se dusičnany akumulují v době, kdy dusík nemůže být rostlinou využíván, tedy v době, kdy rostlina neredukuje dusičnany na snadněji asimilovatelné formy amonných solí. K takovým stavům dochází především nepříznivými teplotními, vlhkostními a světelnými podmínkami, které zapříčiňují nedostatek uhlíkatých sloučenin nezbytných pro přeměnu nahromaděných dusičnanů na aminokyseliny a v konečné fázi na bílkoviny (VELÍŠEK, 2002).

Rozdíly v zastoupení dusičnanů v jednotlivých orgánech rostlin jsou poměrně stálým charakteristickým znakem jednotlivých rostlinných druhů. Přednostně se hromadí v rostlinných orgánech s vyšším podílem xylémových pletiv a s dokonale vyvinutými vakuolami, tedy v orgánech zajišťujících především transport živin. Nejvyšší koncentrace NO_3^- se nacházejí v listových řapících, žilkách a žebrech, v košťálech, stoncích, špičkách kořenů a vnějších listech. Naopak nejnižší koncentrace naměříme v plodech, v listových čepelích a ve vnitřních listech hlávek. V povrchových vrstvách bývají zajišťovány zpravidla vyšší obsahy než uvnitř plodů, hlíz a kořenů (PRUGAR, 2008).

Vlastní redukce dusičnanů NO_3^- až na aminoskupinu NH_2 je energeticky velmi náročná a probíhá v procesu řízeném dvěma enzymatickými systémy (nitrátreduktáza a nitritreduktáza). Opětovné využívání uložených dusičnanů probíhá obtížněji než příjem kořenovým systémem (ŠINDELÁŘOVÁ, 1985).

Dusičnany se také vyskytují v živočišných produktech, do kterých se dostávají z krmiv a dále jako aditivní látky.

Přirozený obsah dusičnanů v živočišných tkáních je ve srovnání s rostlinnými pletivy velmi nízký. Výjimku tvoří pouze potraviny (např. šunka a některé uzeniny), při jejichž výrobě byly dusičnany nebo dusitany použity jako aditiva (VELÍŠEK, 2002).

Obsah dusíkatých látek ve vodě velmi úzce souvisí s problematikou obsahu dusičnanů v zelenině. Především je pitná voda dalším zdrojem dusičnanů při přímém požívání. Dále se uplatňuje při kuchyňské úpravě zeleniny a někdy může být zdrojem vyššího obsahu dusičnanů v zelenině závlahová voda.

Světová zdravotnická organizace již v roce 1978 upozornila na to, že se prakticky ve všech průmyslově vyspělých zemích stále zvyšuje obsah dusičnanů jak v podzemních, tak i v povrchových vodách. V Evropě již existují rozsáhlé oblasti, ve kterých obsah NO_3^- v podzemních vodách přesáhl 50 mg.l^{-1} . Množství dusičnanů ve vodě je jedním z hlavních limitujících činitelů jejího použití pro pitné účely (ŠINDELÁŘOVÁ, 1985).

2.2.2 Dusičnany v lidském těle

Dusičnany člověk nepřijímá jenom ze zeleniny. U nás připadá z celkového denního příjmu 150 mg dusičnanů na zeleninu asi 50 %, na brambory 25 %, na pitnou vodu 10 % a na maso asi 9 %. Přitom Světová zdravotnická organizace považuje za přípustnou dávku na 1 dospělou osobu 220 mg dusičnanů denně (PEKÁRKOVÁ, 1992).

Dusičnany přijímané v obvyklých množstvích s potravou nejsou pro člověka nebezpečné. V zažívacím traktu se vstřebávají do krve a v ledvinách převážně vylučují do moče. Zdravotní rizika vznikají redukcí dusičnanů na toxické dusitany. Tuto redukci zajišťuje enzym nitrátreduktáza, kterou produkují některé běžné, většinou neškodné mikroorganismy, přítomné v potravinách a ve střevní mikroflóře člověka. Ty se rovněž resorbují do krve a v ní oxidují krevní barvivo hemoglobin na methemoglobin, který nemá schopnost přenášet kyslík. Tím vzniká nebezpečí tzv. dusičnanové methemoglobinemie. U zdravého člověka se tento stav rychle likviduje obranným enzymovým oxidoredukčním systémem, jehož součástí je enzym methemoglobinreduktáza přítomná v erythrocytech. Díky aktivitě tohoto systému je zdravý člověk schopen vyrovnat se i se zvýšeným příjmem dusičnanů anebo přímo dusitanů. Jiná je situace u kojenců (do cca 4 měsíců věku), kteří nemají dosud dostatečně vyvinutý a aktivovaný obranný enzymový systém a mimoto v jejich krvi převládá ještě tzv. fetální hemoglobin, přinesený z matčina těla. Ten je mnohem citlivější na dusitany než hemoglobin dospělého člověka, kterým je až později postupně nahrazován (PRUGAR, 2008).

Methemoglobinemie se může projevat modráním sliznic i některých částí těla, bolestmi hlavy, poklesem krevního tlaku, bušením srdce, zhoršeným dýcháním až ztrátou vědomí (MÍČA a kol., 1991).

V lidském organismu za přítomnosti aminů může docházet k vazbě dusitanů na aminy za vzniku nitrosaminů – látek s kancerogenními účinky (MÍČA a kol., 1991).

Orálně přijatý dusičnan se již v dutině ústní působením tam přítomné mikroflóry částečně redukuje na dusitan a ten spolu s nezredukovaným dusičnanem přichází do žaludku. Tam může dusitan buď reagovat s přítomnými nitrosovatelnými aminy na nitrosaminy, nebo je detoxikován jinými nespecifikovanými reakcemi. Dusičnany s nezreagovanými dusitany se pak resorbují v horní části střevního traktu a dostávají se do krevního oběhu. Dusitan se tu ihned váže na krevní barvivo za vzniku nitrosohemoglobinu a je takto vyřazen z možnosti dalších reakcí. Dusičnan cirkuluje v organismu, z velké části (asi 75 %) je prostřednictvím ledvin vyloučen močí, avšak zbývající čtvrtina se znovu vylučuje do žaludku a – co je obzvlášť důležité – prostřednictvím krevního oběhu a slinných žláz se znovu dostává zpět i do ústní dutiny, čímž proces začíná znovu. Znamená to tedy, že se dusičnan může redukovat na dusitan i po relativně delším časovém úseku po jeho příjmu potravou. Mezi množstvím dusičnanu přijatého v potravě a intenzitou jeho sekrece ve slinách existuje lineární vztah, stejně jako s intenzitou tvorby dusitanu ve slinách. Při pokusech se prokázalo, že k uvedeným procesům dojde až po překročení určité prahové hodnoty přijímaného dusičnanu, která představuje cca 50 mg (pokud hodnota nebyla překročena, nebylo pozorováno vylučování dusičnanu do dutiny ústní) (PRUGAR, 2008).

Existují i inhibitory, které vzniku nitrosaminů v těle brání. Jedněmi z nejúčinnějších inhibitorů při vzniku nitrosaminů v lidském těle jsou vitamíny C a E, bohatě obsažené právě v zelenině. Pokusy s vlivem látek obohacených vitamínem C a E na blokaci tvorby nitrosaminů, které byly prováděny ve francouzském Mezinárodním ústavu pro výzkum rakoviny, ukázaly, že vitamín C, který je ve vodě rozpustný, blokoval proces tvorby nitrosaminů dokonce z 98 %. Vitamín E, který je ve vodě méně rozpustný, měl účinek horší (PEKÁRKOVÁ, 1992).

Naopak od vitamínu C, který slouží jako inhibitor, může být i tvorba nitrosaminů zrychlena. Aktivním katalyzátorem je např. thiokyanát, který je normálně přítomen ve slinách, u kuřáků v podstatně vyšší koncentraci (PRUGAR, 2008).

Podle nové studie je sice tvorba nitrosaminů z nitrátů jednou z možných chemických reakcí, v lidském těle k ní však zřejmě nedochází. Epidemiologické

studie z posledních let také ukázaly, že zřejmě neexistuje souvislost mezi příjmem nitrátů ze zeleniny a onemocněním rakovinou. Naopak bylo zjištěno, že vysoká konzumace zeleniny představuje určitý ochranný faktor. V této souvislosti byla také EFSA (Evropský úřad pro bezpečnost potravin) předložena vědecká expertiza k podílu nitrátů v zelenině, z níž vyplývá, že s konzumací zeleniny je spojeno více předností než rizik. Z této aktuální studie také vyplynulo, že velmi vysoké množství nitrátů, tedy více než desetinásobek normálního příjmu, může vykazovat i příznivé zdravotní účinky. Tak například produkt odbourávání nitrátů – oxid dusíku – snižuje krevní tlak, vyvíjí vysokou mikrobiální aktivitu proti choroboplodným zárodkům, zlepšuje prokrvení a regeneraci žaludeční sliznice a tak preventivně působí proti tvorbě žaludečních vředů. Vzhledem k nedostatku ověřených poznatků však dosud nemohlo být stanoveno, zda i toto velmi vysoké množství nitrátů je, co se týče tvorby nitrosaminů, ještě bezpečné. Proto by zatím každopádně nebylo vhodné vyvolávat na základě těchto nejnovějších poznatků diskusi o maximální přípustné hodnotě nitrátů v potravinách. (KOUBOVÁ, 2009).

Další americký výzkum prokázal lepší prokrvení určitých oblastí mozku u starších osob konzumujících dietu bohatou na nitráty. Cílem této studie bylo zjistit, zda dietní nitráty zvýší průtok krve mozkiem u starších osob. Na základě získaných výsledků vědci dospěli k závěru, že senioři, kteří konzumují zeleninu bohatou na nitráty (dusičnany) mohou vykazovat lepší prokrvení určitých oblastí mozku. Zhoršený průtok krve a hypoxie/ischemie v čelních lalocích mozku přispívají k mnoha chorobným stavům a mohou patřit k faktorům odpovědným za pokles fyzických a kognitivních funkcí ve stáří. Bylo prokázáno, že nitrity (dusitany) způsobují vasodilataci, která je přednostně využitelná při hypoxii. Byly ověřovány účinky jak inhalační tak i infúzní formy podávání nitritů jako léčebného prostředku na celou řadu nemocí. Bylo prokázáno, že nitrity odvozené od dietních nitrátů snižují krevní tlak a zlepšují sportovní výkon. Dietní nitráty mohou být také významné, pokud je indikován zvýšený průtok krve v hypoxických nebo ischemických oblastech mozku. Tyto podmínky by mohly splňovat demence a pokles kognitivních schopností souvisejících s věkem. V rámci experimentu dostávali senioři dva druhy stravy - bohatou na nitráty, k níž patřila i řepná šťáva (s obsahem 5,5 mmol, tj. 530 mg nitrátů) v množství 500 ml nebo dietu nízkonitrátovou. Nízkonitrátová dieta obsahovala málo ovoce a zeleniny a byla tvořena především obilovinami, masem a mléčnými výrobky. Masným výrobkům bohatým na nitráty a nitrity jako jsou šunky

a párky bylo nutné se vyhnout. Vysokonitrátovou dietu tvořila hlavně zelenina, zejména se zelenými listy (špenát, saláty, brokolice). Obě diety obsahovaly málo nitritů, rozdíl v koncentraci nitrátů však byl propastný – 12,4 mmol vs. 0,089 mmol, což je 150x více. Následná vyšetření metodou magnetické rezonance prokázala u probandů z pokusné skupiny zvýšený průtok krve v bílé hmotě čelních mozkových laloků. Čelní mozkové laloky řídí motorické a kognitivní schopnosti. Vědci z toho vyvodili závěr, že by strava bohatá na nitráty nebo speciální potravní doplňky s vysokým obsahem těchto látek mohly působit proti stařecké demenci (TENNILLE, D. PRESLEY, ET AL., 2011).

Pozitivní účinky pro kardiovaskulární systém v lidském těle potvrzují i další studie. LIDDER (2013) ve své práci uvádí prokázané pozitivní působení dusičnanů na snížení krevního tlaku.

2.2.3 Faktory ovlivňující příjem a obsah dusičnanů v zelenině

Faktory, které přímo nebo nepřímo ovlivňují obsah dusičnanů v produkci zemědělských plodin a z nich vyráběných produktů, působí zpravidla ve vzájemné interakci. Počet těchto faktorů se pohybuje kolem dvaceti – váha ovlivňování obsahu dusičnanů jednotlivými faktory je podle konkrétního druhu a podmínek rozdílná.

Mezi nejvýznamnější faktory patří:

- biologické a genetické vlastnosti plodin charakterizující druh a užitkový směr pěstování,
- vliv ročníku, světelné poměry, a dále i poměry tepelné a vlhkostní
- stanovištní podmínky jako půdní podmínky, agrochemické poměry a humóznost půdy,
- vliv organického hnojení a minerálního hnojení z hlediska výše dávek a vyváženosti živin a termínu aplikace, případně i využívání inhibitorů nitrifikace,
- vliv agrotechnických opatření a pěstitelských zásahů včetně korigování termínu sklizně v závislosti na obsahu dusičnanů,

způsob potravinářského a kuchyňského zpracování (MÍČA a kol., 1991).

2.2.3.1 Obsah dusičnanů v závislosti na druhu rostliny

PRUGAR (2008) rozděluje zeleninu podle schopnosti akumulovat nitráty do tří kategorií:

- Vysoký obsah $> 1000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$: zařazujeme zeleninu kořenovou, listovou, košťálovou a cibulovou pěstovanou při vyšším obsahu přístupných dusíkatých živin v půdě a při nedostatku slunečního svitu

(např. rychlené, skleníkové). Do této skupiny např. řadíme: salát hlávkový a listový, rukolu, čínské a pekingské zelí, ředkvičky, špenát, řepa salátová, ředkev bílá a černá, kedluben, celer řapíkatý, reveň (rebarbora), řeřicha zahradní, fenykl sladký, kopr a další.

- Střední obsah 250 až 1000 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$: kapusta hlávková, zelí hlávkové bílé i červené, květák, pór, lilek, celer, petržel, mrkev, pastinák, patizon, cuketa, brokolice, česnek, pažitka, křen, okurky salátové rychlené, okurky nakládačky, fazol zahradní, brambory. Do této kategorie zařazujeme i některé plodové zeleniny, které byly pěstovány při vyšším obsahu přístupných dusíkatých živin v půdě a za nedostatku slunečního svitu.
- Nízký obsah $< 250 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$: hlavně plodové zeleniny v letním období a pěstované v polních podmínkách. Patří sem: kapusta růžičková, paprika, cibule, rajče, artyčok, chřest, okurky, kukuřice cukrová, hrách zahradní.

Velmi podobná rozdělení například uvádějí FLOHROVÁ (1990) a VELÍŠEK (2002).

2.2.3.2 Vliv světla, teploty a vlhkosti

Světlo má velký význam pro redukci dusičnanů. Vyšší světelná intenzita a větší množství slunečního svitu podporují asimilaci přijatého dusíku a tím pokles množství dusičnanů v rostlině (ŠINDELÁŘOVÁ, 1985).

Světlo ovlivňuje obsah dusičnanů v rostlině v zelených listech prostřednictvím redukovaného ferredoxinu v chloroplastech. Takové spřažení redukce dusičnanů s osvětlením v zelených listech je v protikladu k redukci dusičnanů v kořenech. V důsledku tohoto je proto kolísání koncentrace dusičnanů v kořenech během světelné a temnostní periody malé ve srovnání se značným kolísáním v lodyze a listech. Dále světlo ovlivňuje obsah dusičnanů prostřednictvím nitrátoreduktázy tím, že může buď stimulovat transport nitrátů, které vedou k její indukci, nebo může stimulovat nitrátoreduktázu syntézou bílkoviny enzymu. Světlo umožňuje ovlivňovat nitrátoreduktázu tím, že spojuje asimilaci dusičnanů s fotosyntézou (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1995).

Moderní technologie osvětlení, které nejsou energeticky náročné, jejichž skupinu představují například technologie typu LED, byly testovány v Číně na Ústavu pro životní prostředí a udržitelného rozvoje v zemědělství. Test byl prováděn na hlávkovém salátu. Před jeho sklizní se salát nechal nepřetržitě pod osvětlením 48 hodin. Pro porovnání výsledku s LED technologií bylo použito monochromatické světlo. LED osvětlení bylo složeno ze dvou barev – modrá a červená. Množství

obsahu dusičnanů v salátu bylo výrazně nižší při osvětlení s LED technologií (WANLAI, Z., L. WENKE A Y. QICHANG, 2013).

FLOHROVÁ (1990) uvádí, že akumulace nitrátů v zelenině značně kolísá i podle roční doby. Vyšší obsah dusičnanů v zelenině v zimních měsících je důsledkem nižší intenzity světla.

Teplota ovlivňuje mineralizační a nitrifikační procesy, na nichž se podílejí půdní mikroorganismy a tím se zvyšuje dostupnost dusíku pro rostlinu (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1994).

V teplé půdě se živiny uvolňují rychleji, v chladné půdě se jejich uvolňování zpomaluje. Při nižších teplotách se zpomaluje i příjem živin kořeny (FLOHROVÁ, 1990).

Kolísání obsahu dusičnanů v průběhu dne zaznamenali u salátové řepy MINNOTI a STANKEY (1973). Minima bylo dosaženo v odpoledních hodinách (16 hod.) a maxima ve 4 a v 8 hodin ráno. Sledovali současně průběh teploty vzduchu. Dramatická změna teploty z 8 °C na 32 °C byla provázena poklesem obsahu dusičnanů z 0,68 na 0,22 % v sušině a obráceně. Postupný pokles teploty vzduchu z 35 °C na 17 °C nepůsobil podstatné změny v koncentraci dusičnanů (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1995).

Vláhový režim ovlivňuje koncentraci dusičnanových iontů v rostlinách. Na sucho rostliny reagují jejich zvýšeným hromaděním. Zvýšení akumulace dusičnanů se vysvětluje jako důsledek poklesu aktivity nitrátoreduktázy, k němuž dochází tehdy, když příjem vody rostlinou začíná klesat. MAYNARD et. al. (1976) uvádějí, že obsah dusičnanů se může zvyšovat při zvyšující se vzdušné vlhkosti, a to proto, že transpirace je omezena. Tím dochází k poklesu translokace dusičnanů. Půdní vlhkost má vliv na zásobování rostlin dusíkem i na akumulaci dusičnanů také tím, že je na ní závislá nitrifikace v půdě (ŠINDELÁŘOVÁ, 1985).

MÍČA a kol. (1991) dospěli svými pokusy, na obsahu dusičnanů v hlízách brambor, k závěru, že dostatek srážek ve vegetačním období vytváří základní předpoklad pro nižší obsah dusičnanů v hlízách.

2.2.4 Možnosti snížení obsahu dusičnanů v zelenině

2.2.4.1 Agrotechnická opatření

ŠINDELÁŘOVÁ (1985) uvádí, že v rámci agrotechnických opatření, která ovlivňují hromadění dusičnanů v rostlinných produktech, je hnojení bezesporu nejdůležitější činitelem, který se dá ovšem nejsnáze usměrňovat.

U minerálního hnojení lze aplikací dávek odpovídajících skutečné potřebě vhodným způsobem a ve vhodnou dobu omezit jak vymývání dusíku z půdy, tak jeho akumulaci v zelenině (FLOHROVÁ, 1990).

Změna minerálního hnojení za organické nemusí vždy vézt k lepším výsledkům. Důraz se klade na vyvážený poměr ostatních makroprvků a přítomnost mikroprvků. Nedostatek mikroelementů v živném prostředí je často příčinou snížených výnosů i kvality produktů včetně nadměrné akumulace dusičnanů (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1995).

Z hlediska obsahu nitrátů je výhodnější sklizeň v odpoledních hodinách a v plné zralosti (FLOHROVÁ, 1990).

2.2.4.2 Snížení obsahu dusičnanů kuchyňskou úpravou

Při kuchyňské úpravě se můžeme vyhnout těm částem, které obsahují dusičnanů nejvíce: košťálům, stonkům, listovým žebřům. Tak např. u mrkve je na dusičnany nejbohatší střední dřevná část kořene, u celeru je zase nejbohatší horní část bulvy u vegetačního vrcholu a u kedlubny je naopak obsah dusičnanů v horní části bulvy nejnižší. U salátů jsou nejvyšší obsahy dusičnanů ve vnějších listech, potom ve středních listech a nejnižší v srdéčku hlávky. Vyšší obsahy dusičnanů mají také slupky. Loupáním okurek, tykví apod. snižujeme obsah dusičnanů v připravovaném jídle (PEKÁRKOVÁ, 1992).

MÍČA a kol. (1991) na základě poznatků zjistili, že jakákoli kuchyňská úprava brambor snižuje obsah dusičnanů v hlízách a nelze tedy při hodnocení přísunu dusičnanů ve stravě brát v úvahu obsah dusičnanů v syrových hlízách.

PRASAD (2011) uvádí, že vařením zeleniny dochází k redukci dusičnanů v rozmezí od 25,25 % do 65,37%. Smažením na oleji se obsah dusičnanů také snižuje, ale pečením se množství dusičnanů mění minimálně.

Velmi důležité je také správné skladování zeleniny. Jak uvádí ŠINDELÁŘOVÁ (1985), z pozorování u špenátu bylo zjištěno, že 24 hodin po sklizni byl obsah

dusičnanů 65,8 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v čerstvé hmotě, po 48 hodinách obsahoval špenát uložený v ledničce 71,4 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a volně uložený 166,3 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

PEKÁRKOVÁ (1992) doporučuje při krátkodobém skladování po dobu několika dnů zeleninu navlhčit a uložit do polyethylenového obalu a takto uložit do ledničky při teplotě 2 až 4 °C. Dále uvádí, že uložení v chladném prostředí je důležité, aby v zelenině nedocházelo k přeměně dusičnanů na nebezpečné dusitanů.

Výše zmiňované tvrzení potvrzuje zahraniční výzkum z roku 2004. CHUNG ET. AL. (2004) testovali rozdíly obsahu dusičnanů a dusitanů v zelenině skladované při pokojové teplotě (22 +/- 1 °C) a v chladničce (5 +/- 1 °C) po dobu sedmi dnů. Skladováním při pokojové teplotě se množství dusičnanů v zelenině snižovalo do třetího dne, zatímco množství dusitanů dramaticky vzrostlo od čtvrtého dne. Oproti tomu skladování v chladničce nevedlo ke změnám hladiny dusitanů a dusičnanů v zelenině po více než 7 dnů.

2.2.5 Limity dusičnanů v zelenině

Dne 2. prosince 2011 bylo přijato Nařízení Komise (EU) č. 1258/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006. Toto nové nařízení zvyšuje o 500 mg/kg max. limity pro dusičnany v čerstvém špenátu a salátu.

Důvodem změny je fakt, že navzdory pokroku dosaženému ve správné zemědělské praxi v oblasti omezování přítomnosti dusičnanů v hlávkovém salátu a ve špenátu a přísnému uplatňování této správné zemědělské praxe nelze v některých regionech Unie soustavně splňovat dosavadní limity dusičnanů v hlávkovém salátu a čerstvém špenátu. Hlavním faktorem jsou klimatické, a zejména světelné podmínky, které producenti nemohou řídit ani změnit (EUR-Lex, 2011).

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., která obsahovala ve své příloze (tato příloha je součástí práce v přílohách) detailní vymezení přípustného množství a nejvyššího přípustného množství obsahu dusičnanů v různých druzích zeleniny, byla zrušena. Současná nařízení Komise (ES) stanovuje maximální limity mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ pouze u listové zeleniny a obilných příkrmů a ostatních příkrmů určených pro kojenice a malé děti.

Tab. č. 3: Příloha, Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, oddíl - nařízení Komise (ES) č. 1258/2011

Potraviny ⁽¹⁾		Maximální limity (mg NO ₃ /kg)	
1.1	Čerstvý špenát (<i>Spinacia oleracea</i>) ⁽²⁾		3 500
1.2	Konzervovaný, hluboce zmrazený nebo zmrazený špenát		2 000
1.3	Čerstvý hlávkový salát (<i>Lactuca sativa</i> L.) (skleníkový a polní salát) kromě salátu uvedeného v bodě 1.4	Sklizeň od 1. října do 31. března: hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	5 000
		hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	4 000
		Sklizeň od 1. dubna do 30. září: hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	4 000
		hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	3 000
1.4	Salát typu ‚Iceberg‘	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	2 500
		hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 000
1.5	Rukola (<i>Eruca sativa</i> , <i>Diplotaxis</i> sp., <i>Brassica tenuifolia</i> , <i>Sisymbrium tenuifolium</i>)	Sklizeň od 1. října do 31. března:	7 000
		Sklizeň od 1. dubna do 30. září:	6 000
1.6	Obilné příkrmy a ostatní příkrmy určené pro kojence a malé děti ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		200*

Zdroj: EUR-LEX, 2011

3. METODIKA

3.1 Stanovení dusičnanů iontově selektivní elektrodou (ISE)

Stanovení dusičnanů v rostlinném materiálu patří k nejčastěji prováděným analýzám pomocí iontově selektivních elektrod.

Jednou z významných předností potenciometrie a iontově selektivních elektrod (ISE) je relativně nízká pořizovací i provozní cena potřebného zařízení a jejich dostupnost. Dále také v rychlém získávání potřebných údajů a v neposlední řadě i v jednoduchosti použité metodiky (SEMLER a kol., 1990).

Při pečlivé kalibraci elektrody poskytuje metoda potenciometrického stanovení dusičnanů iontově selektivní dusičnanovou elektrodou (ISE) dobré a reprodukovatelné výsledky a umožňuje značné zjednodušení jak přípravy vzorků, tak vlastního měření.

Potenciál iontově selektivních elektrod určují iontově výměnné rovnováhy na fázovém rozhraní mezi elektrochemickou membránou a roztokem elektrolytu. Podstatou těchto membrán je vznik rozdílu elektrických potenciálů na rozhraní membrán, tzv. membránového potenciálu.

Pro stanovení dusičnanů byla použita komerční iontově selektivní elektroda s monokrystalickou membránou (výrobce Monokrystal Turnov) a upravená metoda přípravy vzorků podle metodik ministerstva zemědělství (JAVORSKÝ a kol., 1987).

Potenciometrické stanovení dusičnanů pomocí iontově selektivní elektrody využívá změny potenciálu elektrod způsobené změnami aktivity dusičnanových iontů v roztoku zfiltrovaného extraktu.

3.2 Odběr vzorků

Při výběru nakupovaných vzorků bylo snahou pokrýt základní skupiny zeleniny. Z listové zeleniny to byly hlávkový a ledový salát, z kořenové zeleniny mrkev, petržel a ředkvička.

Odběr vzorků byl prováděn ve městě Jindřichův Hradec a současně byl pro porovnání výsledků prováděn odběr téže zeleniny ve stejný den v sousedním Rakousku ve městě Heidenreichstein. Zelenina byla jak v České republice, tak v Rakousku nakupována z obchodního řetězce Billa.

Získané vzorky byly v ten samý den nákupu pečlivě označeny a zmrazeny na teplotu -18 °C, při které byly uchovány až do následného vyhodnocení v laboratoři.

3.3 Příprava vzorků pro měření

Pro vlastní měření představuje příprava vzorku, stejně jako předcházející fáze, neoddelitelnou součást celého komplexu analytické práce. Zelenina se pokrájí a promísí, čímž získáme reprezentativní vzorek.

Z připraveného vzorku se naváží přesně 3 až 5 g hmoty, která se smíchá s 50 ml extrakčního roztoku. Roztok s rostlinnou hmotou se zhomogenizují v mixéru.

Takto vzniklá stejnorodá směs se přelije do kádinky a nechá se sedimentovat 15 minut. Následně se extrakt filtruje přes řídkou gázu a jímá do kádinky o objemu 50 ml.

3.4 Příprava extrakčního roztoku

V odměrné baňce 1000 ml se smíchá 250 ml 0,024 M Ag_2SO_4 a 50 ml 0,2 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ a se 100 ml 0,1 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a doplní se destilovanou vodou po rysku. V případě, že rostlinný materiál obsahuje malé množství Cl^- iontů, lze použít extrakční roztok, který vznikne smícháním 200 ml 0,2 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ s 200 ml 0,1 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a následným doplněním na 1000 ml destilovanou vodou.

3.5 Vlastní měření vzorku

Filtrát se okamžitě měří ponořením dusičnanové ISE a referenční kalomelové elektrody s dvojitým solným mostem. Po ustálení elektrického potenciálu se na dostatečně citlivém mV-metru odečte potenciál v mV.

Rychlost ustalování potenciálu iontově selektivních elektrod je závislá na mnoha faktorech. Jedním z nich je velikost tloušťky vrstvy, která je bez pohybu a kterou musí ionty projít, aby dosáhly povrchu membrány. Tato tloušťka vrstvy se začne zmenšovat při míchání roztoku. Tím dochází ke zrychlení odezvy elektrody (SEMLER a kol., 1990).

Kalibrační křivky se sestaví pomocí standardních roztoků (alespoň dva), které se připraví ředěním zásobního roztoku o koncentraci 1 000 ppm NO_3^- . Koncentrace standardních roztoků se zvolí tak, aby koncentrace NO_3^- iontů měřených vzorků byla mezi koncentracemi obou standardů. Ředění se provádí extrakčním roztokem. Při měření potenciálu standardů se měří nejdříve standard o vyšší koncentraci NO_3^- .

Pro kontrolu přesnosti stanovení obsahu dusičnanů bylo prováděno opakované měření u každého koupeného vzorku zeleniny.

3.6 Výpočet koncentrace NO_3^- ze stanovení pomocí ISE

K výpočtu obsahu dusičnanů byla použita matematická metoda, která vychází z logaritmické rovnice přímky. Výpočet byl realizován pomocí Microsoft Excel.

Matematická metoda vychází z rovnice přímky:

$$y = kx + q \quad y - \text{hledaná koncentrace v ppm (mg.kg}^{-1}\text{)}$$

$$k = (\log y_2 - \log y_1)/(x_2 - x_1) \quad x - \text{potenciál v mV}$$

$$q = \log y_1 - kx_1 \text{ nebo} \quad k, q - \text{parametry přímky}$$

$$q = \log y_2 - kx_2$$

x_1, x_2 - potenciál kalibračních roztoků (mV)

y_1, y_2 - koncentrace kalibračních roztoků (ppm)

hledaná koncentrace v ppm: $(10^x) y = kx + q$

$$\text{výpočet: mg NO}_3^{-\text{.kg}^{-1}} = (a.5)/z.10000$$

a - vypočtená hodnota v ppm

z - navážka vzorku v mg

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Analyzované vzorky byly zakoupeny v období od března 2012 do února 2013. Jednalo se o pět druhů zeleniny v celkovém počtu 149 vzorků zakoupených v obchodní síti Billa. Z celkového počtu bylo 71 vzorků pořízeno ve městě Jindřichův Hradec a 78 vzorků pocházelo z Rakouského města Heidenreichstein.

Tabulka č. 4 je rozdělena do dvou částí (Česká republika a Rakousko) a uvádí celkový počet analyzovaných vzorků jednotlivých druhů zeleniny, počet vzorků s nadlimitní koncentrací dusičnanů v mg.kg^{-1} , podíl nadlimitních vzorků v procentuálním vyjádření a obvyklé statistické hodnoty. Nadlimitní hodnoty u všech vzorků kromě ledového a hlávkového salátu jsou posuzovány podle již neplatné vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb..

Tab. č. 4: Početní zastoupení analyzovaných vzorků jednotlivých druhů zelenin s průměrnými hodnotami obsahu dusičnanů v mg.kg^{-1} čerstvé hmoty

Česká republika								
Druh zeleniny	n	N +	% N +	Ø	min	max	median	s
Hlávkový salát	14	3	21,43	3116	1046	5200	3436	1156,72
Ledový salát	17	1	5,88	1155	747	2635	1008	457,22
Mrkev	17	0	0,00	64	31	222	45	45,93
Petržel	14	2	14,29	419	21	2654	75	766,06
Ředkvička	9	7	77,78	2130	1120	3432	2083	808,37
Celkem	71	13	18,31	-	-	-	-	-

Rakousko								
Druh zeleniny	n	N +	% N +	Ø	min	max	median	s
Hlávkový salát	17	1	5,88	2047	772	3306	1898	768,60
Ledový salát	17	0	0,00	858	320	1706	777	370,41
Mrkev	17	1	5,88	231	32	804	103	235,21
Petržel	17	0	0,00	79	27	533	46	119,08
Ředkvička	10	5	50,00	1713	609	2756	1555	705,88
Celkem	78	7	8,97	-	-	-	-	-

n - celkový počet analyzovaných vzorků, **N+** - počet nadlimitních nálezů, **%N+** - podíl nadlimitních nálezů v %, **Ø** - aritmetický průměr souboru výsledků, **medián** - střední hodnota souboru, **min** - nejnižší hodnota souboru výsledků, **max** - nejvyšší hodnota souboru výsledků, **s** - směrodatná odchylka

Ledový a hlávkový salát je posuzován podle aktuálního nařízení Komise (ES) – vzhledem k tomu, že ani jeden z prodejců zeleniny neuvádí v jeho obchodním

domě podrobnosti o způsobu pěstování – polní x skleníkové, je ledový salát posuzován podle limitu při pěstování na otevřených plochách s maximálním přípustným limitem $2000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a hlávkový salát v rozdělení na letní ($3000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$) a zimní ($4000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$) období také při pěstování na otevřených plochách.

Z tabulky č.4 je patrné, že větší počet vzorků s nadlimitním množstvím dusičnanů byl odebrán v České republice. Jak již bylo popsáno v kapitole Limity dusičnanů v zelenině, vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb. pozbyla platnosti. Limity pro jednotlivé druhy zeleniny, které uváděla, se v této práci používají pouze jako informativní a pro porovnání.

Rozpětí naměřených hodnot se pohybuje v širokém rozmezí, čímž se ukazuje, že obsah dusičnanů v jednotlivých druzích zeleniny je značně nevyrovnaný.

Sledováním a kontrolou obsahu cizorodých látek v potravinách se v České republice zabývá Státní zemědělská a potravinářská inspekce (dále jen SZPI). Jak vyplývá ze Zprávy o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2012, provedla inspekce kontrolu u celkem 99 vzorků zeleniny a nebyl zjištěn nevyhovující platný limit. Nejvyšší hladina dusičnanů byla zaznamenána u rukoly, kdy průměrná hodnota činila $4428,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a maximální dosáhla hodnoty $6700 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Druhy analyzované zeleniny a výsledky měření SZPI (2013) jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. č. 5: Obsah dusičnanů v zelenině (hodnoty v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Analyt	n	pozit	% pozit	N+	%N+	průměr	medián	90% kv.	min	max
brukev	5	5	100,00	0	0,00	1059,80	1130,00	1520,00	309,00	1520,00
červená řepa	5	5	100,00	0	0,00	1824,00	1010,00	4780,00	618,00	4780,00
fenykl	5	5	100,00	0	0,00	1414,00	1420,00	2440,00	620,00	2440,00
pekingské zelí	5	5	100,00	0	0,00	906,40	672,00	1350,00	518,00	1350,00
ředkev	5	5	100,00	0	0,00	743,86	198,00	2280,00	76,30	2280,00
ředkvička	5	5	100,00	0	0,00	1330,00	1350,00	1920,00	520,00	1920,00
rukola	11	11	100,00	0	0,00	4428,18	4670,00	6455,00	1660,00	6700,00
salát	24	24	100,00	0	0,00	1109,04	969,00	2515,00	126,00	3220,00
špenát	25	25	100,00	0	0,00	1837,60	1880,00	3170,00	186,00	3360,00

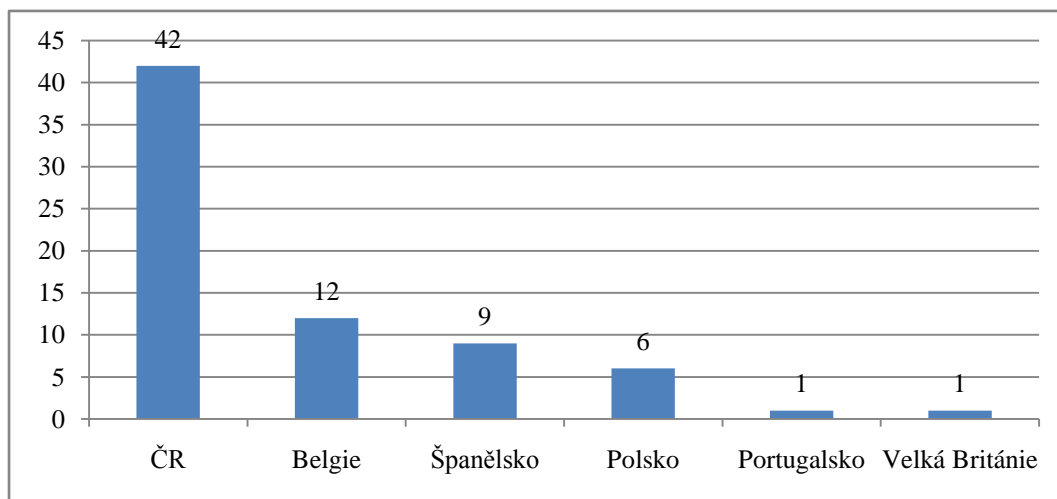
Zdroj: SZPI, 2013

Početní zastoupení vzorků z jednotlivých zemí je vyobrazeno v grafu č. 2 pro Českou republiku a v grafu č.3 pro Rakousko. Lze v na nich pozorovat, že obchodní domy, v kterých byla zelenina nakupována, prodávají převážně zeleninu tuzemských

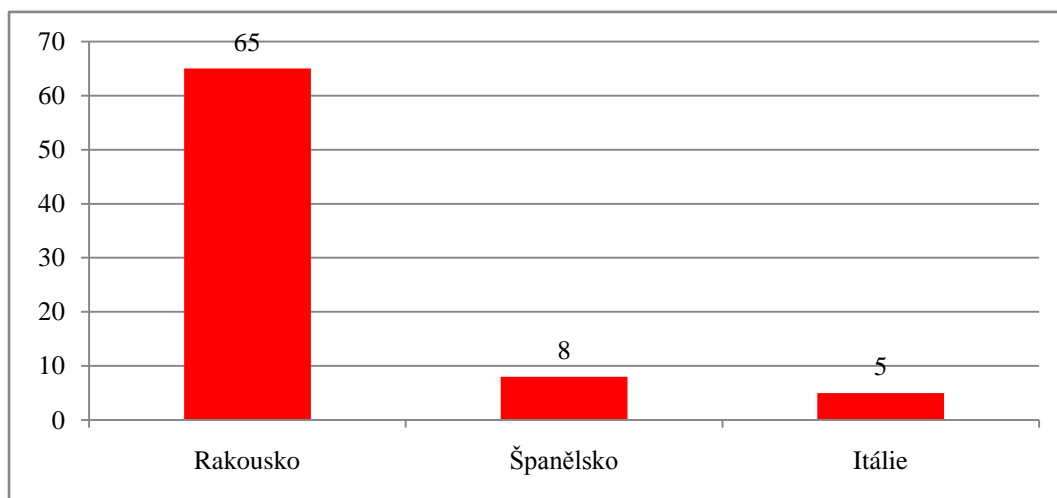
producentů. Ze vzorků kupovaných v České obchodní síti pocházelo z České republiky 59,15 % vzorků, z Belgie už jen 16,9 %, na třetím místě Španělsko s 12,68 %, dále Polsko 8,45 %, Portugalsko 1,41 % a Velká Británie 1,41 %. V sousedním Rakousku je výsledek následující: Rakousko 83,33 %, Španělsko 11,27 % a Itálie 7,04 %. Údaje o původu zeleniny byly zjišťovány při nákupu vzorků v obchodní síti a nemusí zcela odpovídat skutečnosti.

Výsledky měření a jejich porovnání s ostatními pracemi, zaměřenými také na obsah dusičnanů v zelenině, jsou popsány u každého druhu zeleniny a pro lepší přehlednost je v závěru kapitoly tabulka č. 6, které porovnává průměrné hodnoty všech prací.

Graf č. 2: Početní zastoupení vzorků z jednotlivých zemí – obchodní síť ČR



Graf č. 3: Početní zastoupení vzorků z jednotlivých zemí – obchodní síť AT

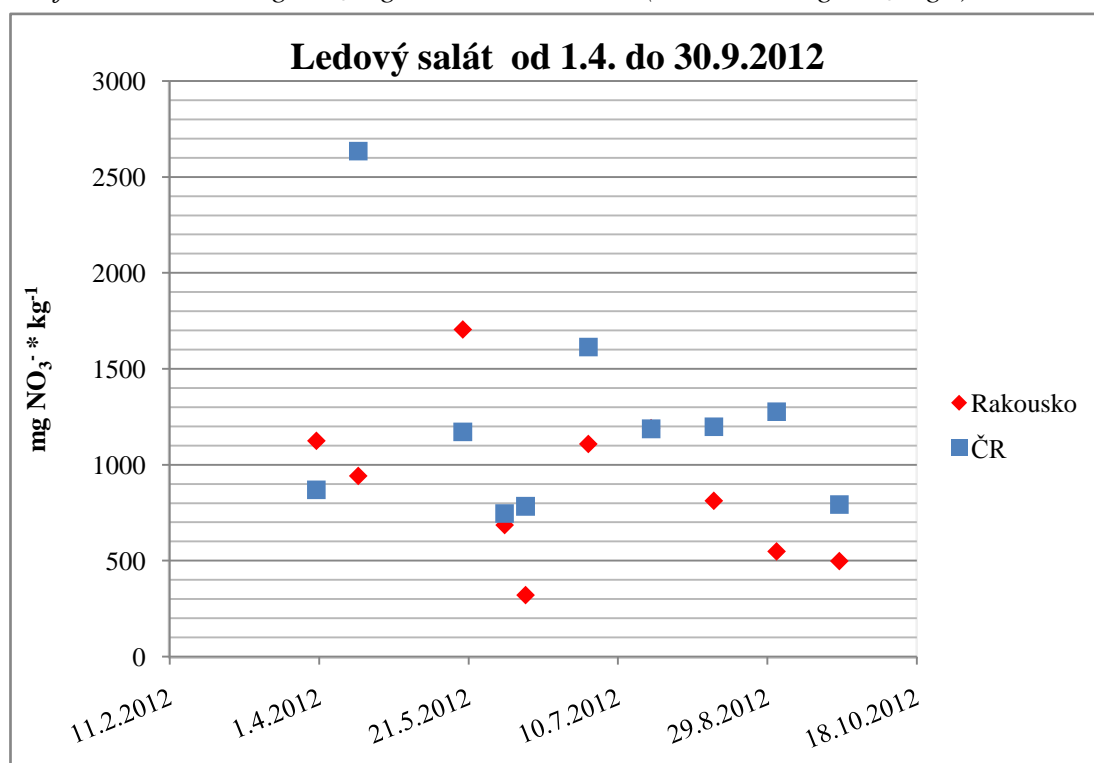


4.1 LEDOVÝ SALÁT

Obsah dusičnanů v ledovém salátu upravuje nařízení č. 1258/2011 Komise (ES). Rozlišuje přitom ledový salát pěstovaný na poli a ve skleníku. U odebíraných vzorků ledového salátu v obchodních sítích nebyla informace o způsobu pěstování ani v jednom případě uvedena.

Celkem bylo z české obchodní sítě pořízeno 17 vzorků ledového salátu a měřené vzorky se skládaly z promíšené směsi různých částí salátu. Průměrný obsah dusičnanů ve sledovaných vzorcích činil 1155 mg.kg^{-1} . Maximální hodnota $2635 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku pořízeného dne 14. 4. 2012 původem ze Španělska. Nejnižší hodnotu $747 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ vykazoval vzorek z Polska zakoupený dne 2. 6. 2012.

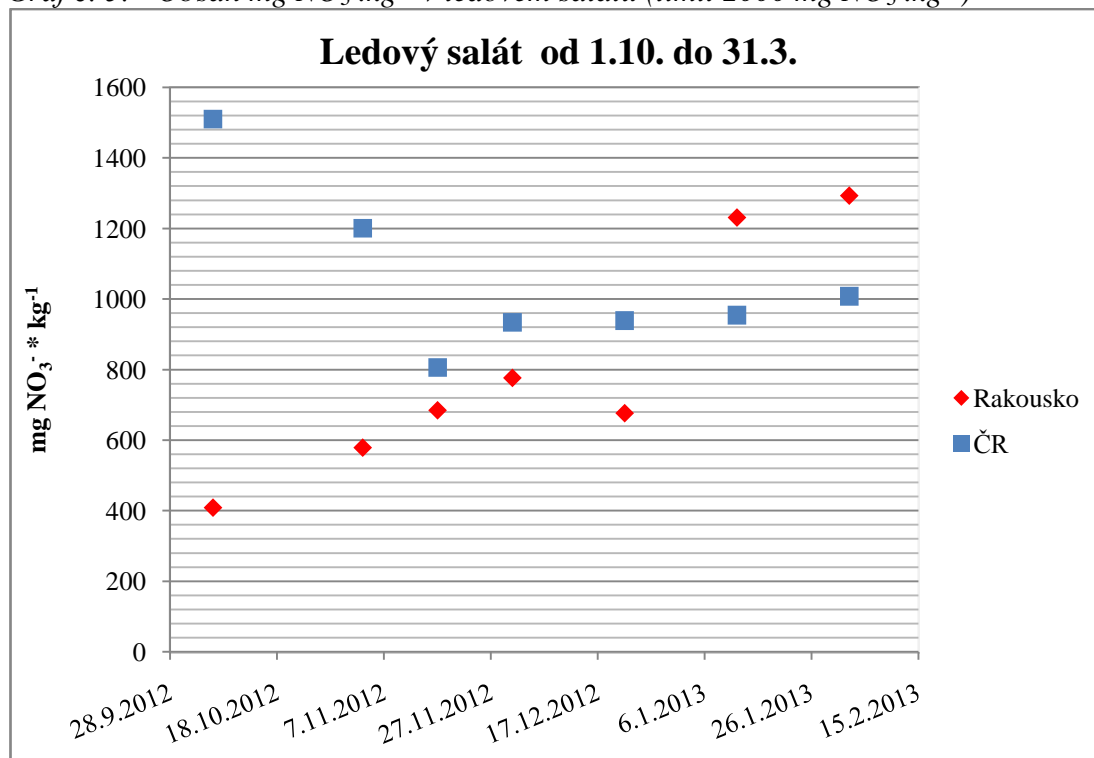
Graf č. 4: Obsah $\text{mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ v ledovém salátu (limit $2000 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$)



Z Rakouské obchodní sítě bylo odebráno také 17 vzorků ledového salátu. Průměrný obsah dusičnanů ve sledovaných vzorcích činil 858 mg.kg^{-1} . Maximální hodnota $1706 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku pořízeného dne 19. 5. 2012 původem ze Španělska. Nejnižší hodnotu $320 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ vykazoval vzorek původem z Rakouska zakoupený dne 9. 6. 2012.

Maximální limit podle nařízení Komise (ES) č. 1258/2011, který činí pro ledový salát pěstovaný na poli $2000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, byl překročen u 1 ze 17 vzorků zakoupených v České republice - procenticky 5,88 %. Vzorky s vyšší koncentrací dusičnanů pocházely ze Španělska. Mezi rakouskými vzorky nebyl limit překročen.

Graf č. 5: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v ledovém salátu (limit $2000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$)



Průměrný obsah dusičnanů z 35 sledovaných vzorků činil $1804 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Maximální hodnota $5406 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku pořízeného v obchodním domě Kaufland dne 4. 9. 2010 původem z České republiky. Nejnižší hodnotu $461 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ vykazoval vzorek rovněž z České republiky zakoupený v obchodním domě Kaufland dne 7. 8. 2011 (RŮŽEK, 2011).

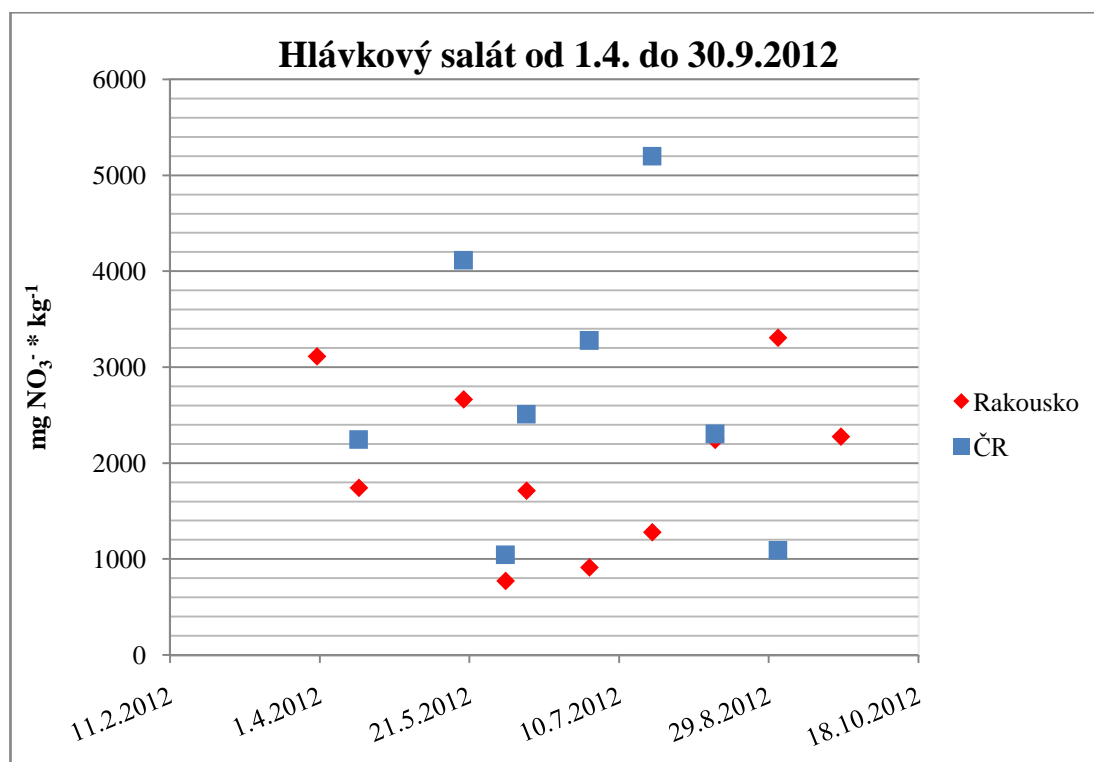
BENEDÍKOVÁ (2007) naměřila u ledového salátu v období let 2005 až 2007 z celkem 38 vzorků průměrnou hodnotu $1166 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Dále uvádí, že stanovený limit překročily pouze dva vzorky původem ze Španělska a jejich hodnoty činily 2726 a $2501 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

4.2 HLÁVKOVÝ SALÁT

Podobně jako u ledového salátu, i u hlávkového je množství dusičnanů upravováno nařízením Komise (ES) č. 1258/2011. Limit je rozdělen pro letní a zimní

období a dále pro pěstování na poli a ve sklenicích. U odebíraných vzorků hlávkového salátu v obchodních sítích také nebyla informace o způsobu pěstování ani v jednom případě uvedena.

Graf č. 6: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v hlávkovém salátu (limit $3000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$)



Naměřené hodnoty u hlávkového salátu zachycuje graf č. 6 a č.7. Z celkového počtu 31 odebraných vzorků pocházelo 14 vzorků z české obchodní sítě a přípustné množství dusičnanů nesplnily 3 vzorky, což činí 21,43 %. Maximální hodnota $5200 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku pořízeného dne 21. 7. 2012 původem z České republiky. Nejnižší hodnotu $1046 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ vykazoval vzorek původem také z České republiky zakoupený dne 2. 6. 2012. Průměrný obsah dusičnanů ve sledovaných vzorcích z ČR činil $3116 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

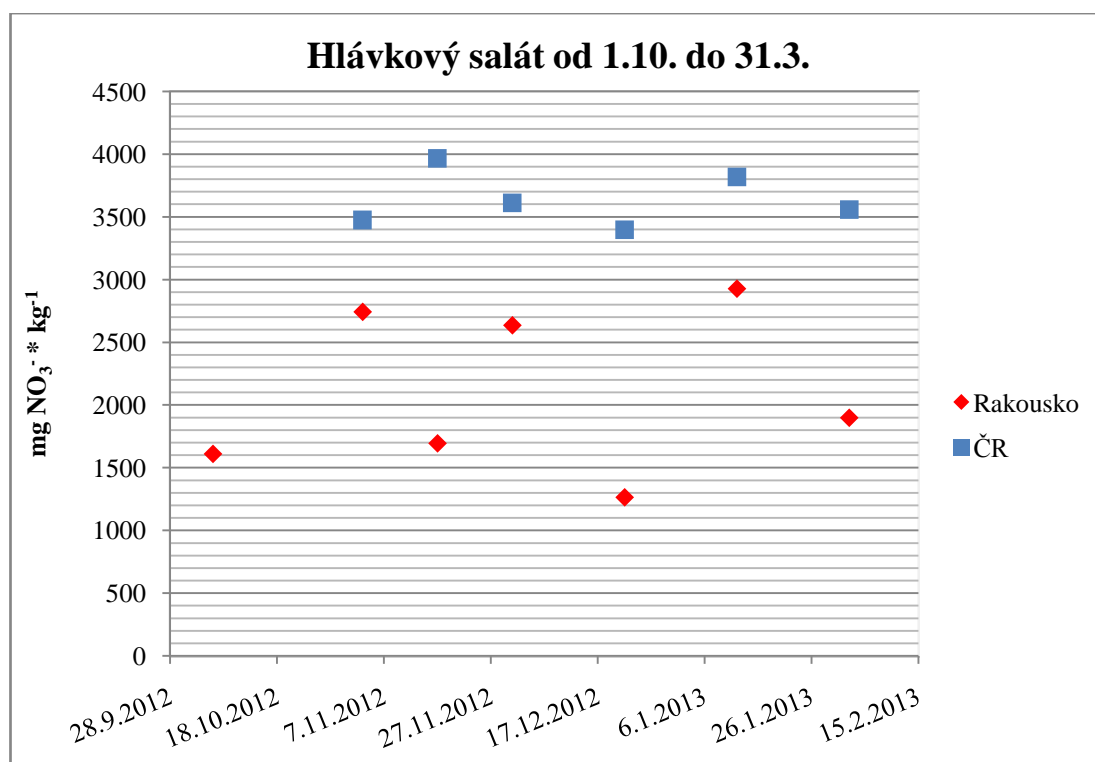
Z rakouské obchodní sítě bylo odebráno celkem 17 vzorků a nevyhovující množství bylo naměřeno v 1 vzorku – to představuje 5,88 %. Průměrná hodnota obsahu dusičnanů činila $2047 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, maximální pak $3306 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a minimální $772 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nevyhovující vzorek pocházel z Rakouské produkce a zakoupený byl 1. 9. 2012.

Vzorky byly připraveny z různých částí hlávkového salátu (vnější a vnitřní list, košťál) a při přípravě vzorku důkladně promíšeny.

SZPI v roce 2012 odebrala celkem 24 vzorků hlávkového salátu a průměrná naměřená hodnota obsahu dusičnanů byla 1109,04 mg.kg⁻¹. Nejvyšší naměřená hodnota byla 3220 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a nejnižší 126 mg NO₃⁻.kg⁻¹ (STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE, 2013).

LIDDER (2013) u hlávkového salátu naměřil následující hodnoty – průměrný obsah 1893 mg NO₃⁻.kg⁻¹, minimální hodnota 970 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a maximální hodnota 2782 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Zpráva pochází z Velké Británie.

Graf č. 7: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v hlávkovém salátu (limit 4000 mg NO₃⁻.kg⁻¹)



LUCARINI ET. AL. (2012) ve své práci uvádí výsledky obsahu dusičnanů v oblasti střední Itálie. Průměrná naměřená hodnota dusičnanů činila 1825 mg kg⁻¹, minimální 1621 mg kg⁻¹ a maximální 2123 mg kg⁻¹.

MOR a kol. (2010) uvádí, že obsah dusičnanů naměřený u hlávkového salátu v jižní provincii Turecka byl 1439 mg kg⁻¹. Ve srovnání s ostatními výsledky porovnávanými v této práci jde o srovnatelné množství obsahu dusičnanů.

DOUCHA (2003) provedl analýzu hlávkového salátu u celkem 24 vzorků. Dále uvádí, že z tohoto celkového počtu jich 5 nevyhovělo stanovené normě, což je 20,8 % z kontrolovaného množství. Minimální naměřená hodnota byla 84,3 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a maximální hodnota činila 5826,1 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

4.3 MRKEV

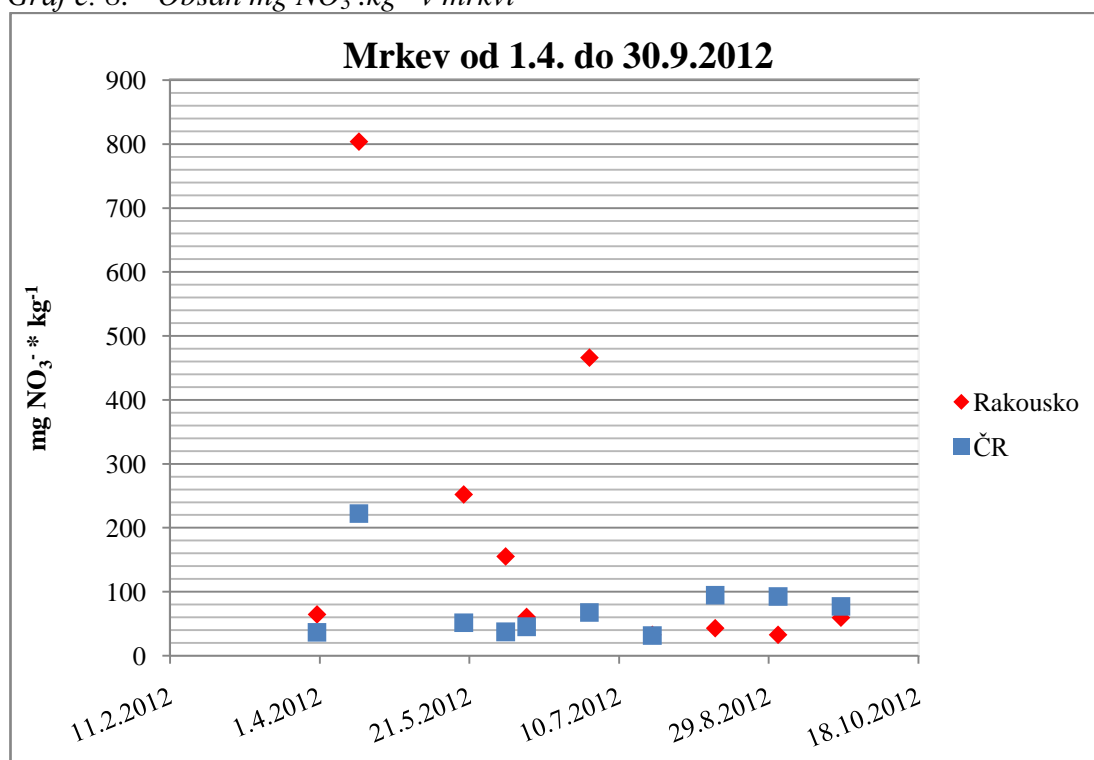
Celkem bylo z české obchodní sítě analyzováno 17 vzorků mrkve zakoupených v období od března 2012 do února 2013. Průměrná koncentrace dusičnanů 64 mg.kg^{-1} je desetkrát nižší, než přípustný limit, který udávala vyhláška č. 53/2002 Sb, a zároveň se jedná o nejnižší průměrnou hodnotu v porovnání s ostatními zdroji dále uváděnými. Žádný ze vzorků nepřekročil dříve povolené přípustné množství. Maximální hodnota byla naměřena u vzorku ze dne 14. 4. 2012 a dosáhla $222 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$. Nejnižší hodnota byla $31 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ a vzorek pocházel z České republiky. Z pohledu bývalé vyhlášky č. 53/2002 Sb. by analyzované vzorky mrkve normu nepřekročily.

Průměrné množství dusičnanů naměřené ze 17 vzorků pořízených v Rakousku dosáhlo hodnoty 213 mg kg^{-1} . Minimální hodnota činila 32 mg kg^{-1} a maximální 804 mg kg^{-1} . Jeden ze získaných vzorků by tedy nesplnil dříve platnou vyhlášku našeho Ministerstva zdravotnictví.

Výsledky měření mrkve znázorňují grafy č. 8 a č. 9.

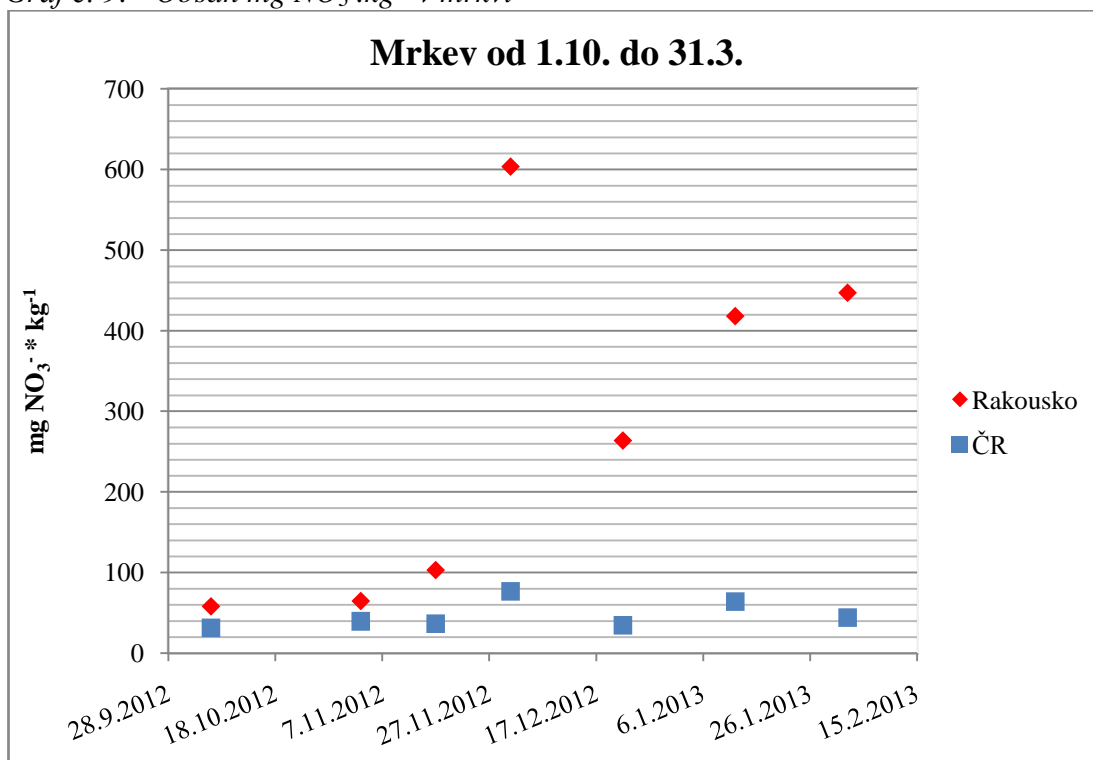
LIDDER (2013) ve své publikaci uvádí průměrnou hodnotu $222 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$. Nejvyšší naměřená hodnota dosáhla $316 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ a minimální pak uvádí $121 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$.

Graf č. 8: Obsah $\text{mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ v mrkvi



Obsah dusičnanů u mrkve byl zjišťován u celkem 27 vzorků. Žádný z těchto analyzovaných vzorků nepřekročil maximální povolenou hodnotu. Maximální obsah dusičnanů 155,06 mg NO₃⁻.kg⁻¹ byl zaznamenán u vzorku odebraného 3. října 2011 a minimum dusičnanů bylo zjištěno u vzorku č. 16 a to pouhých 21,05 mg NO₃⁻.kg⁻¹ (PĚSTOVÁ, 2012).

Graf č. 9: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v mrkvi



RŮŽEK (2011) analyzoval 32 vzorků mrkve zakoupených v obchodních domech v Jindřichově Hradci. Průměrná koncentrace dusičnanů byla 241 mg.kg⁻¹. Pouze u dvou vzorků (6,25 %) pořízených z obchodní sítě Kaufland bylo naměřeno větší než dříve povolené přípustné množství. Oba vzorky pocházely z České republiky. Maximální hodnota byla naměřena u vzorku ze dne 28. 11. 2010 a dosáhla 2564 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Nejnižší hodnota byla pouze 14 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a vzorek pocházel z České republiky.

BENEDÍKOVÁ (2007) analyzovala 46 vzorků a povolené množství dusičnanů překročeno ani v jednom případě nebylo. Průměrný obsah nitrátů se pohyboval hluboko pod přípustným množstvím a činil 145 mg NO₃⁻ na kg čerstvé hmoty.

CÍSAŘ (2009) provedl analýzu celkem 24 vzorků a žádný z nich by přípustné množství nepřekročil. Nejvyšší naměřená hodnota byla 587 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a nejnižší

1,34 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Průměrná hodnota se pohybovala u jeho vzorků na úrovni 127 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

NOVÁKOVÁ (2010) prováděla analýzu na celkem 45 vzorcích. Z toho u 12 vzorků (skoro 27 %) zjistila obsah nitrátů větší, než povolovala vyhláška. Průměrná koncentrace dusičnanů na úrovni 441 mg.kg⁻¹ je nejvyšší v porovnání s výsledky této práce, měřením CÍSAŘE (2009) a BENEDÍKOVÉ (2007). NOVÁKOVÁ (2010) vzorky mrkve pořídila v období od prosince 2008 do února 2010. Nejvyšší naměřená hodnota činila 1230 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

DOUCHA (2003) analyzoval v letech 2001 a 2002 celkem 36 vzorků mrkve a žádný z těchto analyzovaných vzorků nepřekročil přípustné množství, které bylo stanovené vyhláškou č. 53/2002 Sb. Maximální hodnota 448,6 mg NO₃⁻.kg⁻¹ byla dosažena u vzorku z 26. 9. 2002.

4.4 PETRŽEL

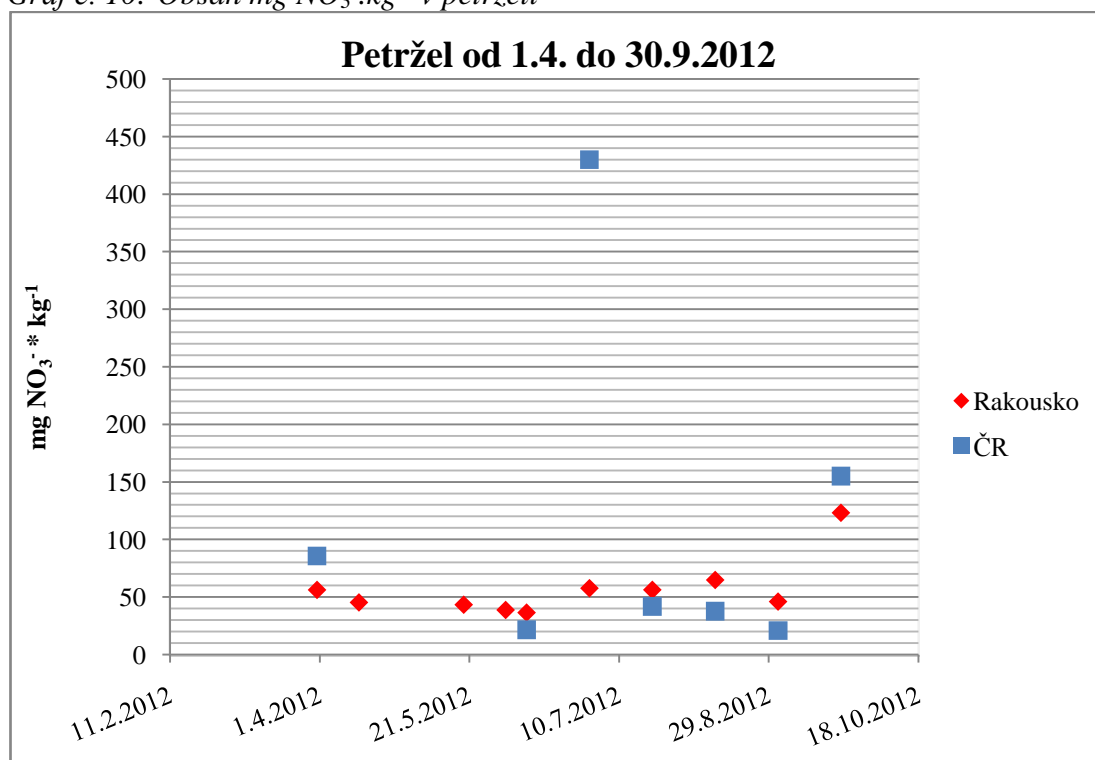
Celkem bylo v české obchodní síti zakoupeno 14 vzorků petržele a měřené vzorky se skládaly z promíšené směsi různých částí kořenu. Průměrný obsah dusičnanů ve sledovaných vzorcích činil 419 mg.kg⁻¹. Maximální hodnota 2654 mg NO₃⁻.kg⁻¹ byla naměřena u vzorku pořízeného dne 12. 1. 2013 původem z tuzemska. Nejnižší hodnotu 21 mg NO₃⁻.kg⁻¹ vykazoval vzorek z České republiky zakoupený dne 1. 9. 2012. Vyšší než přípustné množství dusičnanů 700 mg.kg⁻¹ pro kořenovou zeleninu, které stanovovala vyhláška č. 53/2002 Sb., bylo naměřeno u 2 vzorků (14,29 %).

Vzorky petržele pořízené v Rakousku vykazovaly výrazně nižší průměrné množství dusičnanů a dosáhly 79 mg.kg⁻¹. Tato průměrná koncentrace je nejnižší hodnota ze všech porovnávaných zdrojů. Všechny pocházely z rakouské produkce. Maximální hodnota 533 mg NO₃⁻.kg⁻¹ byla naměřena u vzorku odebraného dne 1. 12. 2012. Minimální pak představovala 27 mg NO₃⁻.kg⁻¹ a vzorek byl zakoupen dne 17.11.2012.

SZPI (2011) provedla v roce 2010 analýzu v petrželi u 8 vzorků. V jednom případě ve své zprávě uvádí, že pozitivní nález dusičnanů u petržele nebyl nalezen. Průměrná koncentrace dusičnanů z 8 vzorků byla 662,34 mg.kg⁻¹. Nejvyšší naměřená hodnota činila 1772 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

Průměrnou hodnotu $452 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ z 33 vzorků naměřil RŮŽEK (2011). Dále se v práci uvádí, že nejvyšší koncentrace dusičnanů byla naměřena u vzorku z České republiky, pořízeného v obchodním domě Billa dne 17. 10. 2010 a činila $2933 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Naopak nejnižší koncentrace $28 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku z Velké Británie, také z obchodní sítě Billa ze dne 7. 8. 2010.

Graf č. 10: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v petrželi



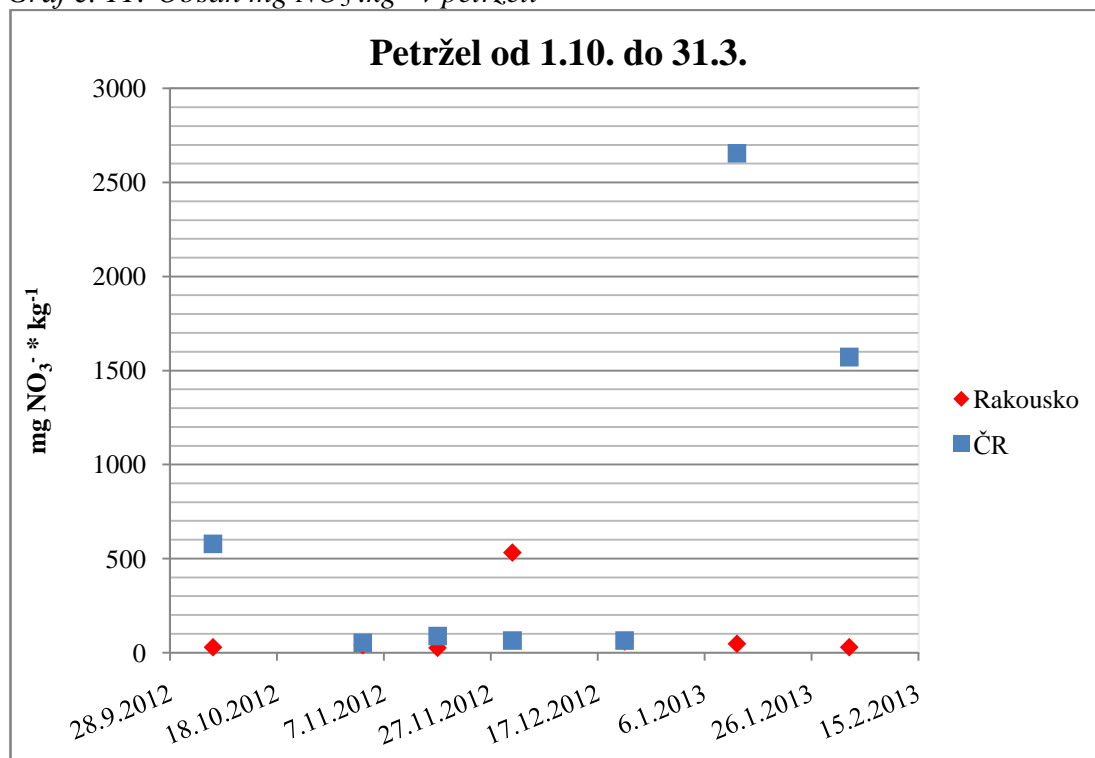
MOR a kol. (2010) naměřili průměrnou hodnotu $1070 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Vzorky petržele byly odebrány v jižní provincii Turecka a ve srovnání s naměřenými hodnotami této práce a porovnávaných výsledků ostatních prací se jedná o nejvyšší průměrný obsah dusičnanů v petrželi.

NOVÁKOVÁ (2010) v období od prosince 2008 do února 2010 odebrala v obchodních domech celkem 30 vzorků petržele. Z tohoto množství bylo 80 % od tuzemských dodavatelů a pouze 20 % ze zahraniční produkce, konkrétně z Polska. Pouze 3 vzorky petržele (10 %) vykazovaly vyšší, než přípustné množství dusičnanů. Překročení limitu $700 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ bylo však pouze o 0,15 %. Průměrný obsah dusičnanů se pohyboval na úrovni $477 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

CÍSAŘ (2009) v období od června 2007 do října 2008 analyzoval 23 vzorků petržele a ani u jednoho z nich nenaměřil vyšší hodnotu, než připouštěla vyhláška.

Maximální obsah dusičnanů byl stanoven u vzorku z obchodního domu Kaufland a to množstvím 557,228 mg.kg⁻¹. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku z obchodního domu Globus a to množstvím 1,33 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

Graf č. 11: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v petrželi



BENEDÍKOVÁ (2007) v období let 2005 až 2007 provedla stanovení obsahu dusičnanů u 26 vzorků. Nevyhovující hodnoty obsahu dusičnanů byly zjištěny u 4 vzorků, což představuje 15 % z kontrolovaného množství. Průměrný obsah nitrátů byl 424 mg.kg⁻¹. Nejvyšší hodnota 2 239 mg NO₃⁻.kg⁻¹ byla naměřena u vzorku z tuzemska. Nejnižší hodnota, 26 mg NO₃⁻.kg⁻¹, byla zjištěna u petržele pocházející rovněž z České republiky.

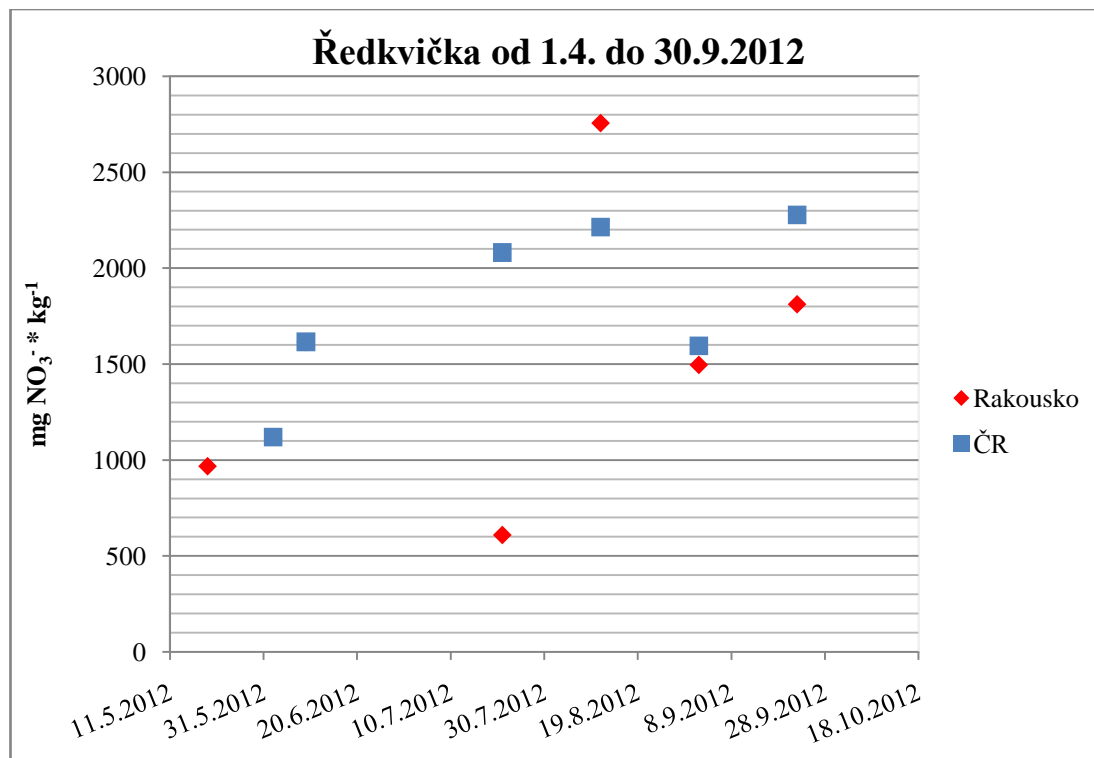
4.5 ŘEDKVIČKA

Ředkvičky můžeme zařadit mezi zeleninu se zvýšenou schopností akumulace dusičnanů. Dříve platná vyhláška č. 53/2002 Sb. stanovovala přípustné množství 1500 mg.kg⁻¹.

Z 9 vzorků pořízených v tuzemské obchodní síti by překročilo stanovený limit 7 vzorků (77,78 %). Průměrná koncentrace činila 2130 mg NO₃⁻.kg⁻¹, medián 2083 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Minimální naměřená hodnota byla 1120 mg NO₃⁻.kg⁻¹,

maximální pak 3432 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Všechny zakoupené vzorky pocházely z tuzemské produkce.

Graf č. 12: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v ředkvičce



V Rakousku bylo odebráno 10 vzorků a přesně polovina by nevyhověla bývalé vyhlášce našeho Ministerstva zdravotnictví. Získané vzorky byly vypěstovány v Rakousku a jejich průměrná hodnota byla 1713 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Maximum naměřených dusičnanů bylo 2756 mg $\cdot \text{kg}^{-1}$ a minimum 609 mg $\cdot \text{kg}^{-1}$

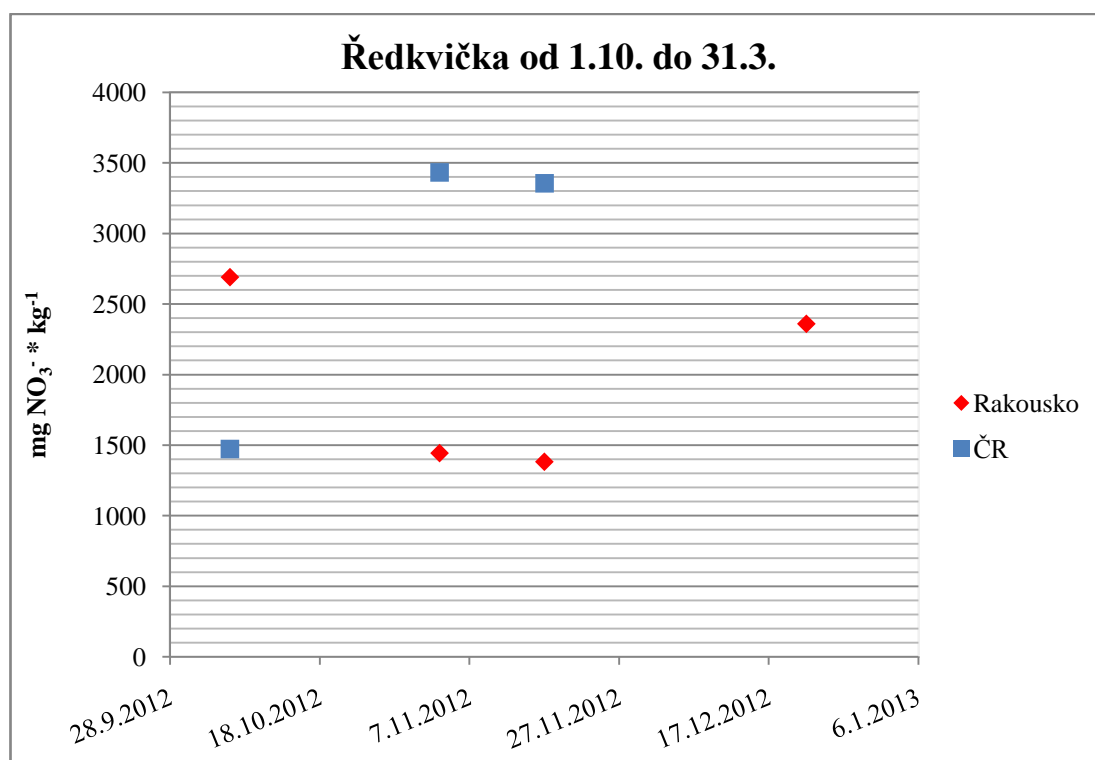
LIDDER (2013) uvádí, že průměrná hodnota u ředkviček byla 1868 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Minimální hodnota přitom byla 1060 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a maximální 2600 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

Obsah dusičnanů v ředkvičkách byl sledován celkem v 17 vzorcích, z nichž nevyhověly 3, což představuje 17,65 % z celkového sledovaného množství. Maximální hodnoty dosáhl vzorek z 6. 1. 2012, kde byla naměřena hodnota 2693 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, došlo k překročení povoleného limitu o 1193 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, tedy o 79,54 %. Naopak minimální hodnotu obsahoval vzorek z 1. 3. 2012 s 51 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ (PĚSTOVÁ, 2012).

SZPI (2013) provedla analýzu u 5 vzorků ředkviček a průměrná hodnota koncentrace dusičnanů byla na úrovni 1330 mg $\cdot \text{kg}^{-1}$.

Obsah dusičnanů v ředkvičkách byl stanoven u celkem 9 vzorků a z tohoto počtu překročil, dříve stanovené přípustné množství (1500 mg.kg^{-1}) vyhláškou č. 53/2002 Sb., každý analyzovaný vzorek. Průměrná koncentrace nitrátů byla na úrovni 2599 mg.kg^{-1} . Maximální obsah byl naměřen u vzorku z Itálie a to $4602 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$. Minimální obsah dusičnanů 1736 mg.kg^{-1} byl také naměřen u vzorku z Itálie. Oba vzorky byly pořízeny v obchodní síti Billa (RŮŽEK, 2011).

Graf č. 13: Obsah $\text{mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ v ředkvičce



SZPI (2011) ve své Zprávě o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2010 uvádí, že provedla analýzu u 10 vzorků ředkviček a průměrná hodnota koncentrace dusičnanů byla na úrovni $982,08 \text{ mg.kg}^{-1}$.

MOR a kol. (2010) analyzovaly vzorky ředkviček v jižní provincii Turecka a naměřili průměrnou hodnotu obsahu dusičnanů 3428 mg.kg^{-1} . V porovnání se vzorky ředkviček odebraných v obchodních sítích v České republice se jedná o nejvyšší průměrnou hodnotu ze všech porovnávaných prací.

CÍSAŘ (2009) analyzoval 20 vzorků, z nichž by 8 přesahovalo limit $1500 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ stanovený vyhláškou č. 53/2002 Sb. Maximální naměřenou koncentrací dusičnanů ve vzorcích ředkviček byla hodnota 6762 mg.kg^{-1} . Minimální hodnotou

byla 13,66 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Průměrem ze zkoumaných vzorků byl 1706,46 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

BENEDÍKOVÁ (2007) u ředkviček odebrala celkem 45 vzorků. Povolenému limitu 1 500 mg NO₃⁻.kg⁻¹ nevyhovělo 18 vzorků, což představuje 40 %. Průměrný obsah dusičnanů byl 1 420 mg.kg⁻¹. Maximální obsah nitrátů 4291 mg.kg⁻¹ byl zjištěn u ředkvičky vypěstované v ČR. Minimální množství dusičnanů obsahovala ředkvička původem z tuzemska s 21 mg.kg⁻¹.

CHUNG a kol. (2003) prováděli měření obsahu dusičnanů v Koreji a naměřili průměrný obsah dusičnanů 1878 mg.kg⁻¹. Ve srovnání s ostatními měřeními jde o srovnatelný obsah dusičnanů jako u vzorků z Evropy.

DOUCHA (2003) odebral z obchodní sítě 13 vzorků ředkviček a nadlimitní koncentraci naměřil u celkem 6 vzorků (46,2 %). Minimální naměřená hodnota byla 314 mg NO₃⁻.kg⁻¹ ze dne 15.5.2002 a maximální hodnota dosáhla 3818 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

Tab. č. 6: Porovnání průměrného obsahu dusičnanů ve vybraných druzích zeleniny v období 2003 až 2013 (mg NO₃⁻.kg⁻¹)

		Ledový salát	Hlávkový salát	Mrkev	Petržel	Ředkvička
Průměrná koncentrace dusičnanů v mg * kg⁻¹	Česká republika	1155	3116	64	419	2130
	Rakousko	858	2047	231	79	1713
	Lidder (2013)	-	1893	222	-	1868
	SZPI (2013)	-	1109	-	-	1330
	Lucarini (2012)	-	1825	-	-	-
	Růžek (2011)	1804	-	241	452	2599
	SZPI (2011)	1143	-		662	982
	Mor (2010)	-	1439		1070	3428
	Nováková (2010)	-	-	441	477	-
	Císař (2009)	-	-	127	129	1706
	Benedíková (2007)	1166		145	424	1420
	Chung (2003)	-	-	-	-	1878

5. ZÁVĚR

Přijímáním nařízení Evropské komise došlo v roce 2006 ke zrušení vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., která upravovala přípustné množství a nejvyšší přípustné množství dusičnanů u mnoha druhů zeleniny. Současné nařízení (ES) č. 1258/2011 upravuje limity dusičnanů pouze v listové zelenině. Pěstitelé zeleniny se tedy nemusí obávat, jaké množství dusičnanů, mimo listovou zeleninu, jejich zelenina obsahuje (RŮŽEK, 2011).

Celkem bylo analyzováno 149 vzorků zeleniny rozdělených do dvou souborů. Z celkového počtu byl nevyhovující limit dusičnanů naměřen u 20 vzorků, procenticky 13,42 %. Z 20 nevyhovujících vzorků bylo 13 z tuzemské obchodní sítě, což představuje 8,72 % a 7 vzorků z Rakouské obchodní sítě s 4,7 %. V celkovém výsledku však majoritní podíl nevyhovujících vzorků představují ředkvičky, kterých bylo z celkem 20 nevyhovujících vzorků 12. Procentuálně si tak zabírají 8,05 % z celého souboru a 60 % v souboru nevyhovujících vzorků.

V konečném výsledku dopadl soubor vzorků (71 ks) pořízený z tuzemské obchodní sítě ve srovnání se získanými výsledky z předchozích let průměrně. Vyšší hodnoty dusičnanů byly naměřeny v hlávkovém salátu, avšak podle platných limitů překročily stanovený limit pouze 3 ze 14 vzorků (21,43 %). Nejvíce nevyhovujících vzorků představovaly, již výše zmíněné, ředkvičky, u kterých by dřívější limit nesplnilo 7 z 9 vzorků (77,78 %). S výbornými výsledky dopadla mrkev. Z celého souboru 17 vzorků by nepřekročil ani jeden vzorek limit, a zároveň s průměrnou hodnotou $64 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ jde o nejnižší průměrnou hodnotu ze všech porovnávaných zdrojů. Vzorky petržele s průměrnou hodnotou $419 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ představují dlouhodobí průměr ve srovnání s ostatními zdroji, avšak medián s hodnotou $75 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ prezentuje podobně výborné výsledky, jaké byly naměřeny u mrkve. Ledový salát v porovnání s ostatními zdroji vykazoval průměrné hodnoty dusičnanů.

Soubor zeleniny pořízený z Rakouské obchodní sítě obsahoval 79 vzorků. Celkový výsledek se dá, stejně jako u tuzemského souboru, považovat za průměrný a srovnatelný. V případě ředkviček by překročilo vyhlášku 5 z 10 vzorků a z celkového počtu vzorků s nevyhovujícím limitem, kterých bylo celkem 7, to představuje 71,43 %. Platný limit pro hlávkový salát překročil pouze 1 vzorek ze 17 a dosáhl hodnoty $3306 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Posledním vzorkem, který by nesplnil limit, je

mrkev, a stejně jako u ledového salátu, jde o 1 vzorek ze 17 – 5,88 %. Průměrný obsah dusičnanů u mrkve činil $231 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a ve srovnání s ostatními zdroji se jedná o průměrnou hodnotu. Medián mrkve však udává hodnotu nižší a to pouhých $103 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. U ostatních druhů zeleniny již žádný vzorek limity nepřekračoval. Výborných výsledků dosáhla petržel, která se svým průměrem $79 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ představuje absolutně nejnižší obsah dusičnanů ve srovnání s ostatními zdroji. V ledovém salátu, v porovnání s jinými zdroji, bylo naměřeno podprůměrné množství dusičnanů $858 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

V celkovém a konečném porovnání se sousedním Rakouskem vykazovaly vzorky z tuzemska, až na mrkev, vyšší obsahy dusičnanů.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BENEDÍKOVÁ P. Sledování a vyhodnocení obsahu nitrátů ve vybraných druzích zeleniny distribuovaných obchodní sítí města Plzně. České Budějovice, 2007. 69 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra biologických disciplín.
2. BUCHTOVÁ, I.: Situační a výhledová zpráva. Zelenina. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR, 2012.
3. CÍSAŘ, Pavel. Vyhodnocení obsahu nitrátů v základních druzích zeleniny distribuované obchodní sítí města České Budějovice. České Budějovice, 2009. 55 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra biologických disciplín.
4. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 30.11.2010 [cit. 2011-05-03]. Spotřeba potravin, nápojů a cigaret na 1 obyvatele v ČR v letech 2001 – 2009. Dostupné z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/tab/EA0049D184>>.
5. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/>
6. ČPZP [online]. 2009 [cit. 2011-04-26]. Význam vlákniny pro náš organismus. Dostupné z WWW: <<http://www.cpzp.cz/clanek/1299-0-Vyznam-vlakniny-pro-nas-organismus.html>>.
7. DOUCHA, Martin. Sledování a srovnání obsahu nitrátů ve vybraných druzích zeleniny produkovaných malovýrobcem a distribuovaných obchodní sítí ve zvoleném regionu. České Budějovice, 2003. 82 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra ekologie.
8. DUDÁŠ F., PELIKÁN M. (1989): Využití produktů rostlinné výroby. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně, 247 s.
9. EUR-Lex [online]. 2011 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?val=627847:cs&lang=cs&list=627847:cs,&pos=1&page=1&nbl=1&pgs=10&hwords=>
10. FLOHROVÁ A.: Dusíkaté hnojení zeleniny z hlediska ekologického a nutričního. Studie VTR, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1990, 82 s.
11. HLUŠEK, J.: Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 1996, 48 s.
12. HLUŠEK, Jaroslav. Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. 2. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004, 56 s. ISBN 80-727-1147-4.
13. CHUNG, JC a et. al. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS [online]. 2004, č. 21 [cit. 2013-04-23]. ISSN 0265-203X. DOI: 10.1080/02652030410001668763. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=T2DEO@hDB@iL18bneNP&page=1&doc=1

14. CHUNG, S.Y., et al. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. In Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea [online]. ENGLAND : TAYLOR & FRANCIS LTD, JUL 2003 [cit. 2011-04-27]. Dostupné z WWW: <<http://portal.isiknowledge.com/>>.
15. JAVORSKÝ P. a kol.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. Praha, Ministerstvo zemědělství a výživy ČR, 1987, s. 287
16. KALÁČ P.: Organická chemie – základní část, České Budějovice, ZF JCU, 1996, 145 s
17. KOUBOVÁ, Dana. Nitráty ze zeleniny: Více předností než rizik. Informační centrum bezpečnosti potravin [online]. 2009, , [cit. 2011-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=549&typ=1&val=90949&ids=3590>>.
18. Lebensministerium: Produktion von Obst, Gemüse und Sonderkulturen in Österreich [online]. 2012 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.lebensministerium.at/land/produktion-maerkte/pflanzliche-produktion/obst-gemuese/obst.html>
19. LIDDER, Satnam. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. BRITISH JOURNAL OF CLINICAL PHARMACOLOGY [online]. 2013, č. 1 [cit. 2013-04-23]. ISSN 0306-5251. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2012.04420.x. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=T2DEO@hDB@iL18bneNP&page=1&doc=1
20. LUCARINI, Massimo, et. al.. Influence of growing system on nitrate accumulation in two varieties of lettuce and red radicchio of Treviso. JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE [online]. 2012, č. 14 [cit. 2013-04-24]. ISSN 0022-5142. DOI: 10.1002/jsfa.5526. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.5526/abstract>
21. MÍČA B., VOKÁL B., PENK J.: Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu. Praha, Mze ČR, 1991, 75 s.
22. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Zákon o hnojivech a navazující předpisy zpracované v podobě úplného znění. Praha : Tisk Horák a.s., 2009. 1 - 73 s. ISBN 978-80-7084-877-7.
23. MOR, Firdevs; SAHINDOKUYUCU, Fatma; ERDOGAN, Neslihan. Nitrate and Nitrite Contents of Some Vegetables Consumed in South Province of Turkey. In Nitrate and Nitrite Contents of Some Vegetables Consumed in South Province of Turkey [online]. PAKISTAN : MEDWELL ONLINE, AUG 1 2010 [cit. 2011-04-27]. Dostupné z WWW: <<http://portal.isiknowledge.com/>>.
24. NÁTR, Lubomír. Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. 1. vyd. Praha : ISV, 2002. 423 s. ISBN 80-858-6692-7.
25. NOVÁKOVÁ, Jana. Sledování a vyhodnocení obsahu nitrátů v kořenových a košťálových druzích zeleniny distribuovaných v obchodní síti. České

- Budějovice, 2010. 57 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra biologických disciplín.
26. PEKÁRKOVÁ, E.: Pěstujeme zdravou zeleninu. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 1992, s. 143.
 27. PEKÁRKOVÁ, E. (2000): Pěstujeme zeleninu. Praha, Grada, 150 s.
 28. PEKÁRKOVÁ E. (2004): Pěstujeme mrkev, ředkvičky, celer a další kořenové zeleniny. Praha, Grada, 97 s.
 29. PĚSTOVÁ, Michaela. Vyhodnocení obsahu nitrátů v základních druzích zeleniny distribuovaných obchodní sítí města Prachatice, 2012. 64 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra biologických disciplín.
 30. PRASAD, Surendra a Adrian A. CHETTY. Flow Injection Assessment of Nitrate Contents in Fresh and Cooked Fruits and Vegetables Grown in Fiji. JOURNAL OF FOOD SCIENCE [online]. 2011, č. 76 [cit. 2013-04-23]. ISSN 0022-1147. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02346.x. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=T2DEO@hDB@iL18bneNP&page=1&doc=1
 31. PRUGAR, Jaroslav. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha : Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. 327 s. ISBN 978-808-6576-282.
 32. PRUGAR J., HADAČOVÁ V.: Vliv agrotechniky na obsah dusičnanů v zelenině a bramborách.(studijní zpráva). Praha, ÚZPI, 1995
 33. PRUGAR J., HADAČOVÁ V.: Vliv výživy dusíkem na kumulaci dusičnanů v zelenině. ÚZPI, Praha, 1994, 59 s
 34. RŮŽEK, Marek. Vyhodnocení obsahu nitrátů v základních druzích zeleniny distribuovaných obchodní sítí vybraných lokalit, 2011, 47 s. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra biologických disciplín.
 35. SEMLER M. a kol. Iontově selektivní elektrody a jejich využití v potravinářské a zemědělské praxi. Praha, Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1990, s. 214
 36. STATISTIK AUSTRIA: Gemüse [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/gemuese/index.html
 37. STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE: Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2010, 2011
 38. STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE: Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2012, 2013

39. ŠINDELÁŘOVÁ, J.: Obsah dusičnanů a dusitanů v zelenině. Studijní informace ÚVTIZ, Ř. ochrana a tvorba životního prostředí v zemědělství a lesnictví, 1985, č. 1, 64 s.
40. TENNILLE, D. Presley, et al. Acute effect of a high nitrate diet on brain perfusion in older adults. NITRIC OXIDE: BIOLOGY AND CHEMISTRY [online]. 2011, č. 1 [cit. 2013-04-23]. ISSN 1089-8603. DOI: 10.1016/j.niox.2011.03.263. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1089860310004246>
41. TRONÍČKOVÁ E.: Zelenina. Praha, ARTIA, 1985
42. VANĚK, V. a kol.: Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. Praha, Ing. Martin Sedláček, 2002, s. 132.
43. VELÍŠEK, Jan: Chemie potravin 3. Vyd. 2., upr. Tábor : OSSIS, 2002. 343 s. ISBN 80-866-5902-x.
44. WANLAI, Z., L. WENKE a Y. QICHANG. Reducing nitrate content in lettuce by pre-harvest continuous light delivered by red and blue light-emitting diodes. Journal of Plant Nutrition [online]. 2013, č. 3 [cit. 2013-04-23]. ISSN 01904167. DOI: 10.1080/01904167.2012.748069. Dostupné z: <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-84872543821&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=nitrates+vegetable&nlo=&nlr=&nls=&sid=F9E02909642AD0711388A9D9ED9CD179.53bsOu7mi7A1NSY7fPJf1g%3a20&sot=b&sdt=b&sl=33&s=TITLE-ABS-KEY%28nitrates+vegetable%29&relpos=17&relpos=17&searchTerm=TITLE-ABS-KEY%28nitrates+vegetable%29>
45. WORLD HEALTH ORGANIZATION: Regional office for Europe. WORLD HEALTH ORGANISATION. Promoting fruit and vegetable consumption: Background[online]. 2013 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/nutrition/activities/technical-support-to-member-states/promoting-fruit-and-vegetable-consumption>

7. Přílohy

Naměřené hodnoty dusičnanů v zelenině v období 2012 – 2013

č.	datum nákupu	místo nákupu	druh zeleniny	země původu	NO ₃ ⁻ v mg * kg ⁻¹			
					1.	2.	3.	Ø
1	31.3.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	783	1200	626	870
2	31.3.2012	ČR	mrkev	Belgie	39	41	31	37
3	31.3.2012	ČR	petržel	ČR	54	145	58	86
4	31.3.2012	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	1195	1106	1075	1125
5	31.3.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	69	59	65	64
6	31.3.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	56	47	65	56
7	31.3.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	2913	3719	2704	3112
8	14.4.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	2710	2079	3117	2635
9	14.4.2012	ČR	mrkev	Anglie	195	191	280	222
10	14.4.2012	ČR	polní salát	Belgie	2778	1528	2435	2247
11	14.4.2012	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	953	816	1056	942
12	14.4.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	908	802	701	804
13	14.4.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	52	37	46	45
14	14.4.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	1854	1286	2087	1742
15	19.5.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	1329	1031	1156	1172
16	19.5.2012	ČR	mrkev	Belgie	54	51	50	52
17	19.5.2012	ČR	polní salát	Belgie	4357	4095	3895	4116
18	19.5.2012	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	1516	1838	1764	1706
19	19.5.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	211	292	253	252
20	19.5.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	52	41	36	43
21	19.5.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	2554	2838	2599	2664
22	19.5.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	834	1134	934	967
23	2.6.2012	ČR	ledový salát	Polsko	538	938	764	747
24	2.6.2012	ČR	mrkev	Portugalsko	31	34	47	37
25	2.6.2012	ČR	polní salát	ČR	953	1450	734	1046
26	2.6.2012	ČR	ředkvička	ČR	1157	804	1400	1120
27	2.6.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	720	802	535	686
28	2.6.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	169	137	159	155
29	2.6.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	36	49	31	39
30	2.6.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	825	847	645	772
31	9.6.2012	ČR	ledový salát	Polsko	637	685	1029	784
32	9.6.2012	ČR	mrkev	ČR	41	67	28	45
33	9.6.2012	ČR	petržel	ČR	19	24	22	22
34	9.6.2012	ČR	polní salát	ČR	2023	2413	3093	2510
35	9.6.2012	ČR	ředkvička	ČR	1723	1845	1282	1617
36	9.6.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	374	276	311	320
37	9.6.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	33	108	41	61
38	9.6.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	43	36	30	36
39	9.6.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	1686	1976	1476	1713
40	9.6.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1707	1524	1613	1615

41	30.6.2012	ČR	ledový salát	Polsko	1255	2259	1328	1614
42	30.6.2012	ČR	mrkev	ČR	69	55	79	68
43	30.6.2012	ČR	petržel	ČR	371	521	398	430
44	30.6.2012	ČR	polní salát	ČR	2733	3042	4065	3280
45	30.6.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	1108	904	1314	1109
46	30.6.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	458	345	594	466
47	30.6.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	48	58	67	58
48	30.6.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	649	578	1512	913
49	21.7.2012	ČR	ledový salát	Polsko	1252	1149	1163	1188
50	21.7.2012	ČR	mrkev	ČR	35	27	33	32
51	21.7.2012	ČR	petržel	ČR	45	35	46	42
52	21.7.2012	ČR	polní salát	ČR	5199	5526	4875	5200
53	21.7.2012	ČR	ředkvička	ČR	2520	1837	1891	2083
54	21.7.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	1716	910	948	1191
55	21.7.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	30	29	38	32
56	21.7.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	67	50	52	56
57	21.7.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	846	1249	1744	1280
58	21.7.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	720	703	404	609
59	11.8.2012	ČR	ledový salát	Polsko	1444	926	1224	1198
60	11.8.2012	ČR	mrkev	ČR	92	102	89	95
61	11.8.2012	ČR	petržel	ČR	34	47	33	38
62	11.8.2012	ČR	polní salát	Belgie	893	1223	4801	2306
63	11.8.2012	ČR	ředkvička	ČR	1682	2205	2760	2215
64	11.8.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	1077	748	612	812
65	11.8.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	40	35	53	43
66	11.8.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	66	46	82	65
67	11.8.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	2579	2567	1580	2242
68	11.8.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1515	4146	2605	2756
69	1.9.2012	ČR	ledový salát	Polsko	1364	1188	1279	1277
70	1.9.2012	ČR	mrkev	ČR	123	101	55	93
71	1.9.2012	ČR	petržel	ČR	21	19	23	21
72	1.9.2012	ČR	polní salát	Belgie	1016	875	1388	1093
73	1.9.2012	ČR	ředkvička	ČR	1529	1725	1534	1596
74	1.9.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	506	691	448	548
75	1.9.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	35	24	38	33
76	1.9.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	47	48	42	46
77	1.9.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	3326	3363	3228	3306
78	1.9.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1381	1746	1359	1495
79	22.9.2012	ČR	ledový salát	ČR	899	441	1039	793
80	22.9.2012	ČR	mrkev	ČR	102	50	80	77
81	22.9.2012	ČR	petržel	ČR	162	116	187	155
82	22.9.2012	ČR	ředkvička	ČR	2583	2327	1925	2278
83	22.9.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	572	466	456	498
84	22.9.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	68	57	53	59
85	22.9.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	83	171	117	123

86	22.9.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	2128	2208	2492	2276
87	22.9.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1837	1773	1825	1812
88	6.10.2012	ČR	ledový salát	ČR	1537	1738	1256	1510
89	6.10.2012	ČR	mrkev	ČR	36	32	26	31
90	6.10.2012	ČR	petržel	ČR	722	360	654	579
91	6.10.2012	ČR	ředkvička	ČR	1671	1188	1561	1474
92	6.10.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	496	356	376	409
93	6.10.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	50	64	61	58
94	6.10.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	30	40	19	30
95	6.10.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	1902	1647	1282	1610
96	6.10.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	2472	2757	2843	2691
97	3.11.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	1328	1158	1116	1201
98	3.11.2012	ČR	mrkev	ČR	44	39	36	39
99	3.11.2012	ČR	petržel	ČR	57	52	51	53
100	3.11.2012	ČR	polní salát	Belgie	4553	2909	2962	3475
101	3.11.2012	ČR	ředkvička	ČR	3322	3705	3269	3432
102	3.11.2012	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	566	527	644	579
103	3.11.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	72	57	65	65
104	3.11.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	39	48	37	41
105	3.11.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	2952	2870	2408	2743
106	3.11.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1702	1305	1324	1443
107	17.11.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	789	812	817	806
108	17.11.2012	ČR	mrkev	ČR	41	39	30	37
109	17.11.2012	ČR	petržel	ČR	78	97	91	89
110	17.11.2012	ČR	polní salát	Belgie	3788	4057	4057	3968
111	17.11.2012	ČR	ředkvička	ČR	3180	3743	3145	3356
112	17.11.2012	Rakousko	ledový salát	Rakousko	605	647	803	685
113	17.11.2012	Rakousko	mrkev	Spanelsko	108	110	92	103
114	17.11.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	30	27	23	27
115	17.11.2012	Rakousko	polní salát	Rakousko	1814	1245	2025	1694
116	17.11.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	1459	1509	1178	1382
117	1.12.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	1142	928	732	934
118	1.12.2012	ČR	mrkev	ČR	87	73	70	77
119	1.12.2012	ČR	petržel	ČR	76	73	45	65
120	1.12.2012	ČR	polní salát	Belgie	5208	2587	3041	3612
121	1.12.2012	Rakousko	ledový salát	Italie	695	800	835	777
122	1.12.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	641	643	527	604
123	1.12.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	615	474	510	533
124	1.12.2012	Rakousko	polní salát	Italie	2843	2471	2594	2636
125	22.12.2012	ČR	ledový salát	Spanelsko	981	936	900	939
126	22.12.2012	ČR	mrkev	ČR	33	37	33	35
127	22.12.2012	ČR	petržel	ČR	76	62	57	65
128	22.12.2012	ČR	polní salát	Belgie	3782	3056	3353	3397
129	22.12.2012	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	658	509	863	677
130	22.12.2012	Rakousko	mrkev	Rakousko	287	248	256	264

131	22.12.2012	Rakousko	petržel	Rakousko	57	48	77	61
132	22.12.2012	Rakousko	polní salát	Italie	1399	1215	1177	1264
133	22.12.2012	Rakousko	ředkvička	Rakousko	2161	2137	2781	2360
134	12.1.2013	ČR	ledový salát	Spanelsko	971	963	930	954
135	12.1.2013	ČR	mrkev	ČR	58	73	61	64
136	12.1.2013	ČR	petržel	ČR	2696	2563	2704	2654
137	12.1.2013	ČR	polní salát	Belgie	3944	3508	4004	3819
138	12.1.2013	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	1473	1105	1116	1231
139	12.1.2013	Rakousko	mrkev	Rakousko	417	445	392	418
140	12.1.2013	Rakousko	petržel	Rakousko	53	46	45	48
141	12.1.2013	Rakousko	polní salát	Italie	3185	2911	2687	2928
142	2.2.2013	ČR	ledový salát	Spanelsko	789	1044	1191	1008
143	2.2.2013	ČR	mrkev	ČR	51	36	46	44
144	2.2.2013	ČR	petržel	ČR	2507	1056	1151	1571
145	2.2.2013	ČR	polní salát	Belgie	4911	1976	3785	3558
146	2.2.2013	Rakousko	ledový salát	Spanelsko	1343	1459	1078	1293
147	2.2.2013	Rakousko	mrkev	Rakousko	419	533	390	447
148	2.2.2013	Rakousko	petržel	Rakousko	40	23	28	30
149	2.2.2013	Rakousko	polní salát	Italie	2093	2676	925	1898

Příloha vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb.:

Část 13

DUSIČNANY

(1) Množství dusičnanů je stanoveno jako dusičnanový iont NO_3^- .

(2) Pro výrobky ze zeleniny, sterilované, nakládané, zmrazené, kysané a pro zeleninové šťávy a dále pro výrobky z ovoce a ovocné šťávy platí přípustná množství jako pro výchozí základní suroviny.

(3) Pro obsah dusičnanů používaných jako přídatná látka jsou stanovena nejvyšší přípustná množství v příloze č. 1.

Potravina	NPM mg.kg^{-1}	PM mg.kg^{-1}	SM mg.kg^{-1}
		(5/2)*	
dětská a kojenecká výživa na bázi mléka			15,0
dětská a kojenecká výživa na bázi zeleniny a banánů pro děti po ukončeném 4. měsíci věku			200
dětská a kojenecká výživa na bázi ovoce pro děti po ukončeném 4. měsíci věku			70
zelenina - listová, kromě hlávkového salátu, pekingského a čínského zelí	1000		
plodová zelenina		400	
lusková zelenina		400	
kořenová zelenina		700	
košťálová zelenina		700	
čerstvý špenát (sklizeň od 1. 11. do 31. 3.)	3000		
čerstvý špenát (sklizeň od 1. 4. do 31. 10.)	2500		
špenát zmrazený, konzervovaný	2000		
čerstvý salát hlávkový (sklizeň od 1. 10. do 31. 3.)	4500 ⁵⁾		
čerstvý salát hlávkový (sklizeň od 1. 4. do 30. 9.) s výjimkou salátu polního	3500 ⁵⁾		
salát polní (sklizeň od 1. 5. do 31. 8.)	2500 ⁵⁾		
pekingské a čínské zelí		2500	
melouny, tykev, cuketa		700	
ředkvičky	1500		
brukev rychlená	1500		
červená řepa	3000		
brambory mimo brambory rané		300	
brambory rané (do 15.7.)		500	
ovoce bobulové		150	
ovoce jádrové		100	
banány		600	
nealkoholické nápoje		70	
pivo		50	

Zdroj: <http://www.mvcr.cz/>