

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Katedra biologických disciplín

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vyhodnocení obsahu nitrátů v základních druzích zeleniny
distribuovaných obchodní sítí vybraných lokalit**

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

Autor: Marek Růžek

2011

MÍSTO PRO ZADÁVACÍ LIST

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské 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. 2011

.....

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

Vyhodnocení obsahu nitrátů v základních druzích zeleniny distribuovaných obchodní sítí vybraných lokalit

Abstrakt

Cílem práce bylo zmonitorovat množství obsahu dusičnanů v některých druzích zeleniny, a tím pomoci ve sledování zdravotní nezávadnosti zeleniny distribuované do obchodní sítě města Jindřichův Hradec v letech 2010 až 2011. Celkem bylo vyhodnoceno 206 vzorků zeleniny.

Při výběru nakupovaných vzorků bylo snahou pokrýt základní skupiny zeleniny. Z listové zeleniny to byly čínské zelí a ledový salát, z kořenové zeleniny mrkev, petržel a ředkvička, z košťálovin kedluben a nakonec i brambor.

V porovnání jednotlivých druhů obsahovaly nejnižší koncentraci dusičnanů vzorky kořenové zeleniny (mimo ředkviček), a brambor. Z kořenové zeleniny to byly petržel s průměrnou koncentrací 452 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a mrkev s 241 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Brambor v průměru obsahoval 230 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Naopak nejvyšších koncentrací dusičnanů dosáhla košťálová zelenina, jmenovitě kedluben, který svým průměrným obsahem dosáhl na 1982 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

Klíčová slova: dusičnany, zelenina, limitní množství nitrátů

Conclusion of study examining content of nitrates in basic species of vegetable distributed to the certain commercial network of merchandisers

Abstract

The aim of this study was to examine content of nitrates as anti-nutritional factor in selected species of vegetable available in stores of Jindřichův Hradec. The study was carried out in years 2010 and 2011. Number of analysed samples reached 206.

Due to the very wide range of vegetable diversity on the market the study was focused on basic categories. The green-stuff were represented by Chinese leaves and Iceberg lettuce, the root-vegetable by carrot, parsley and radishes. Finally there were put in test turnip cabbages and potatoes.

The lowest amount of nitrates was determined in samples of root-vegetable except radishes and potatoes. Parsley contained 452 mg of $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, carrot 241 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. The average of nitrate concentration in potatoes was 230 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. The other side of the scale occupied turnip cabbages containing 1982 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ in average.

Keywords: nitrates, vegetables, content

OBSAH

1.	ÚVOD	8
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1	ZELENINA	9
2.2	DUSÍK	11
2.2.1	Význam dusíku	11
2.2.2	Nadbytek a nedostatek dusíku	11
2.2.3	Dusík v půdě a jeho přeměny	12
2.2.3.1	Mineralizace	14
2.2.3.2	Imobilizace	15
2.2.3.3	Nitrifikace.....	15
2.2.3.4	Denitrifikace.....	16
2.3	DUSIČNANY	17
2.3.1	Výskyt dusičnanů.....	17
2.3.2	Dusičnany v lidském těle.....	18
2.3.3	Faktory ovlivňující příjem a obsah dusičnanů v zelenině.....	20
2.3.3.1	Obsah dusičnanů v závislosti na druhu rostliny	21
2.3.3.2	Vliv světla, teploty a vlhkosti.....	21
2.3.4	Možnosti snížení obsahu dusičnanů v zelenině	23
2.3.4.1	Agrotechnická opatření	23
2.3.4.2	Snížení obsahu dusičnanů kuchyňskou úpravou	23
2.3.5	Limity dusičnanů v zelenině	24
3.	METODIKA	26
3.1	Stanovení dusičnanů iontově selektivní elektrodou (ISE)	26
3.2	Odběr vzorků	26
3.3	Příprava vzorků pro měření	27
3.4	Příprava extrakčního roztoku	27
3.5	Vlastní měření vzorku	27
3.6	Výpočet koncentrace NO_3^- ze stanovení pomocí ISE	28
4.	VÝSLEDKY A DISKUSE	29
4.1	Brambor	31
4.2	Čínské zelí	33
4.3	Ledový salát	34
4.4	Kedluben	36
4.5	Mrkev	38
4.6	Petržel.....	39
4.7	Ředkvička	40
5.	ZÁVĚR	43
6.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
7.	PŘÍLOHY	48

1. ÚVOD

Výživa i zdraví člověka jednoznačně závisejí 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, z jehož živočišného článku člověk rovněž získává část své potravy (NÁTR, 2002).

Podle ČESKÉHO STATISTICKÉHO ÚŘADU (2010) se v současné době spotřeba zeleniny na jednoho obyvatele za rok pohybuje kolem 80 kg. 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.

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).

Důležité je, aby zelenina, která se na trhu prodává, byla vysoce kvalitní a neobsahovala nežádoucí látky. V důsledku vysokých dávek hnojiv a snahami pěstitelů o rychlení však často klesá kvalita na úkor kvantity a v zelenině se objevuje neustále více rizikových látek, mezi něž patří právě dusičnany.

Cílem práce bylo zmonitorovat množství obsahu dusičnanů v některých druzích kořenové, košťálové a listové zeleniny a tím pomoci ve sledování zdravotní nezávadnosti zeleniny distribuované do obchodní sítě města Jindřichův Hradec v letech 2010 až 2011.

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).

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.

V roce 2008 pokračoval trend mírného nárůstu spotřeby zeleniny (tab. č. 1). Obecně lze říci, že v posledních letech stoupá poptávka po zelenině, která nevyžaduje náročnou kuchyňskou úpravu. V domácnostech se z časových důvodů vaří méně ze základních surovin, čímž se snižuje spotřeba zelenin časově náročných na úpravu, jako je např. hlávkové zelí, celer, hlávková kapusta, pór a červená řepa. Naproti tomu se zvyšuje spotřeba salátů, kedlubnů, ředkviček, paprik a chřestu a začíná se rovněž zvyšovat poptávka po koktejlových a cherry rajčatech (BUCHTOVÁ, 2010).

Tab. č. 1: Spotřeba zeleniny v ČR v hodnotě čerstvé (kg/osoba/rok)

Rok	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Spotřeba	81,1	82,2	85,3	82,9	82,1	78,7	80,0	79,8	77,8	81,4	82,7	82,8	81,2

Zdroj: ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2010

2.2 DUSÍK

2.2.1 Význam dusíku

Dusík má mezi makrobiogenními prvky specifický význam. Podle kvantitativního zastoupení v rostlinné biomase stojí na čtvrtém místě mezi biogenními prvky.

Všeobecně uznávaná úloha dusíku v životě rostlin je stará více než 150 let, ale přesto teprve vznik moderních chemických a biochemických metod objasnil podrobněji nezbytnost a funkci tohoto prvku v jednotlivých úsecích látkové výměny. Dusík jako složka chlorofylu spoluzajišťuje přeměnu kinetické sluneční energie na energii chemickou, sám je v rostlině stavebním kamenem všech aminokyselin, ze kterých je zkonstruována každá makromolekula bílkoviny. Tato skutečnost mu dává výjimečné postavení (RICHTER, 1994).

Dusík reprezentuje majoritní složku zemské atmosféry. Jeho koncentrace ve vzduchu se pohybuje kolem 78% (KALAČ, 1996). Dle MÍČI a kol. (1991) je dusík přirozenou součástí přírodního prostředí a nachází se v atmosféře, horninách, půdě, v rostlinných a živočišných organismech.

Do půdy se dusík dostává z atmosféry pomocí fixace mikroorganismy, prostřednictvím organických a průmyslových hnojiv, ve srážkách a v pevném spadu (TESAŘ a VANĚK, 1992).

Z početných sloučenin dusíku vyskytujícího se v půdě jsou pro výživu rostlin vhodné NO_3^- a NH_4^+ . Rostliny mohou obě formy dobře přijímat i asimilovat, i když existuje druhová a dokonce genotypová odlišnost příjmu a využití kationového a anionového dusíku. Některé rostlinné druhy efektivněji využívají nitrátovou formu a jiné naopak formu amonnou (KOLEK a KOZINKA a kol., 1988).

2.2.2 Nadbytek a nedostatek dusíku

Při nedostatečném zásobení rostlin dusíkem se obsah dusíkatých látek v rostlině silně snižuje a rostliny se slabě vyvíjejí. Podle stupně nedostatku dusíku se mění barva nejstarších listů od bledě zelené do žluté. Při silném nedostatku dusíku list odumírá a někdy i odpadne. Listy nižších pater obvykle trpí nedostatkem dusíku dříve, protože se z nich dusík přemísťuje, aby udržel vývoj mladších listů, plodů a semen. To někdy vede ke klamnému dojmu rychlého dozrávání (RICHTER, 1994).

Jedním z prvních projevů nedostatku dusíku je pokles hodnoty udávající poměr hmotnosti sušiny nadzemní část/kořeny (PROCHÁZKA a kol., 1998).

Nadbytek dusíku má naopak vliv na bujný růst rostlin. Rostliny se vyznačují větší asimilační plochou, listy jsou temně zelené (spodní často žlutne v důsledku nedostatku světla), u obilnin jsou stébla řídká, náchylná k poléhání a chorobám (RICHTER, 1994). Velmi citlivé na nadbytek dusíku v raných fázích vegetace, tzn. při vzcházení, jsou některé drobnosemenné zeleniny (květák, brukev, zelí, salát), řepa. V pozdějších fázích růstu působí nadbytek dusíku jeho hromadění v minerální formě v rostlinách. (VANĚK a kol., 2002).

Zeleniny přehnojené dusíkem poskytují méně kvalitní produkty. Listové zeleniny a košťáloviny obsahují často méně vitamínu C, při uskladnění rychle podléhají hnilobě. U řady zelenin se při neúměrně vysokých dávkách dusíku hromadí nitráty v rostlinách, které mohou překročit povolený limit pro konzumaci člověkem. U cibulovin je negativně ovlivněna skladovatelnost cibulí. Při vysokých dávkách dusíku se u mrkve zhoršuje vybarvení kořene. U celeru se projevuje černání nebo modrání dužniny (špatná vařivost). Nadbytek dusíku u plodové zeleniny omezuje násadu květů a plodů, rajčata tvoří vodnatelné plody, které stejně jako lusky kořeninové papriky špatně vyzrávají a načervenají (HLUŠEK a kol., 2002).

2.2.3 Dusík v půdě a jeho přeměny

Do půdy se dusík dostává z posklizňových zbytků, ze zeleného hnojení, stájového hnoje, průmyslových hnojiv (amonných solí a dusičnanů). Amonné ionty se v půdě zadržují sorpčními schopnostmi půdy, dusičnanový dusík se naopak z půdy lehce vyplavuje a může kontaminovat vodu (VELÍŠEK, 2002).

Dusík dodaný do půdy zvyšuje produkci biomasy, a proto jím byly, zvláště v posledních desetiletích, agrocenózy bohatě zásobeny. Úroveň dusíkatého hnojení se ve většině vyspělých zemí dostala na nejvyšší únosnou hranici a často i za ni. V poslední době se však intenzita dusíkaté výživy snižuje i v důsledku výrazného zdražení průmyslových hnojiv (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1994).

Podle PROCHÁZKY a kol. (1998) je největší podíl dusíku v půdě tvořen dusíkem vázaným v organických sloučeninách (98 - 99 %). Jeho množství se pohybuje v rozmezí od 0,2 až do 5 g.kg⁻¹. Představuje velmi heterogenní skupinu sloučenin zahrnující huminové kyseliny, fulvokyseliny a biomasu půdní flóry i fauny.

Na anorganický dusík připadá celkový obsah v půdě kolem 1 až 2 %. Anorganickým podílem se rozumí dusičnanové (NO_3^-), amonné (NH_4^+) a dusitanové (NO_2^-) ionty.

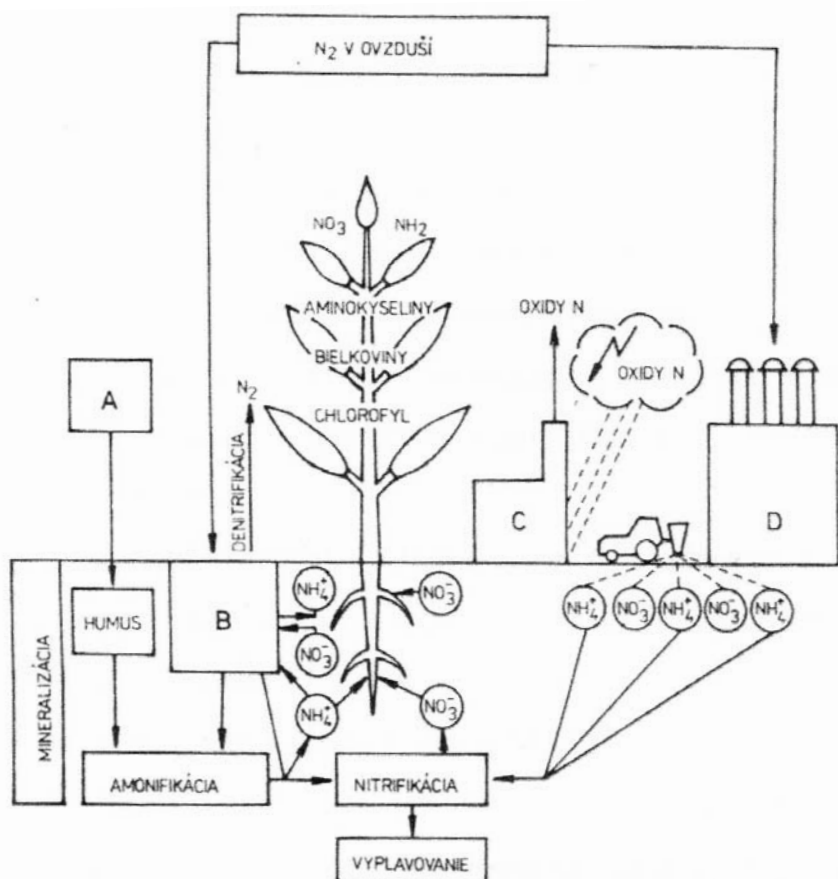
Celkový obsah minerálního dusíku je však v průběhu celého roku značně rozdílný. V průběhu vegetačního období, hlavně na jaře, hovoříme o tzv. jarním maximu, které se pohybuje na úrovni 40 – 60 mg.kg^{-1} . V období léta pak mluvíme o minimu a na podzim opět o maximu, které ovšem bývá nižší než maximum jarní (PRUGAR a PRUGAROVÁ, 1985).

Pro přísun dusíku do půdy a jeho ztráty existuje řada bilancí. LEDVINA a kol. (1999) uvádějí průměrné údaje, respektive rozpětí v $\text{kg N.kg}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$:

- pro příjem:
 - deštěm = 5 až 20
 - fixací symbiotickými organismy = 5 až 20
 - fixací symbiotickými mikroorganismy = 60 až 400
 - mineralizací = 30 až 270
 - hnojivy = 50 až 150
- pro ztráty:
 - vyplavováním = 3 až 80
 - imobilizací mikroorganismy = 50 až 300
 - uvolněním do ovzduší = 2 až 30
 - fixací organickými a minerálními koloidy = 5 až 200
 - odčerpáním rostlinami = 5 až 250

Koloběh dusíku a jeho akumulace jak rostlinami, tak v půdě, je rozdílná v různých půdních typech v rozdílných klimatických podmínkách a souvisí i se způsobem využívání půd (LEDVINA a kol., 1999).

Obr. č. 1: Koloběh dusíku v přírodě



Zdroj: PRUGAR a PRUGAROVÁ, 1985

Nitrifikace, denitrifikace, mineralizace a imobilizace jsou procesy přeměny dusíku v půdě. Mineralizace a imobilizace tvoří dva neoddelitelné procesy.

2.2.3.1 Mineralizace

Mineralizací jsou organické sloučeniny rozkládány na anorganické formy, a to rychlostí 142 až 814 kg ha⁻¹ N za rok, což odpovídá přeměně 1,2 až 7,4 % veškerého organického dusíku (PROCHÁZKA a kol., 1998).

Podle BÍZIKA (1989) při mineralizaci dochází k trojstupňové konverzi organického dusíku na minerální (aminizace, amonizace, nitrifikace) a uvolňuje se energie, kterou využívají heterotrofní mikroorganismy, přičemž se anorganický dusík znovu zabudovává do organických sloučenin, zejména do bílkovin.

Významným činitelem majícím převahu mineralizačních nebo imobilizačních procesů po zaorání organické hmoty do půdy je poměr C:N. Při vysoké hodnotě podílu C:N v organické hmotě se více uplatňuje imobilizace anorganického dusíku, při hodnotách pod 20 zase mineralizace. (BÍZIK, 1989).

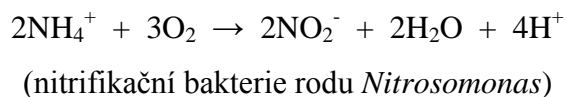
2.2.3.2 Imobilizace

KOLÁŘ (1987) uvádí, že imobilizace je opačným procesem mineralizace, při které dochází k vazbě minerálního dusíku do organické formy. Faktory ovlivňující imobilizaci:

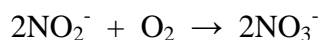
- široký poměr C:N organické hmoty (sláma příznivě ovlivňuje imobilizaci dusíku) zaorávané do půdy (více než 25 - 35)
- přístupnost dusíku mikroorganismům – čím nižší, tím vyšší imobilizace
- příznivé podmínky pro mikroorganismy - sucho a kyselá půdní reakce, nízká teplota zpomalují imobilizaci dusíku
- přísun minerálních dusíkatých hnojiv – s vyšší dávek hnojiv stoupá absolutní množství imobilizovaného dusíku
- forma použitých dusíkatých hnojiv – u amonných forem je vyšší imobilizace, než u forem ledkových (půdní mikroorganismy využívají přednostně NH_4^+ před NO_3^-)

2.2.3.3 Nitrifikace

BÍZIK (1989) popisuje, jako velmi významný proces týkající se další přeměny mineralizovaného dusíku v půdě, nitrifikaci. Amoniakální dusík se oxiduje mikrobiální cestou podle rovnic:



Konverze dusitanů na dusičnany způsobuje druhá skupina autotrofních bakterií *Nitrobacter*:



Uvolňované vodíkové ionty okyselují půdní prostředí a jsou příčinou snižování hodnoty pH při intenzivním hnojení dusíkatými hnojivy. I když na změnu hodnoty pH působí také odvápnění ornice a draselné soli přes výměnné reakce, přece má rozhodující vliv amoniakální forma dusíku (BÍZIK, 1989).

TESAŘ a VANĚK (1992) a BÍZIK (1989) se shodují v hodnotách pH (5,0 – 8,5) a teplotě (20 °C – 30 °C), při kterých je nitrifikace nejučinnější. Při teplotách pod 5 °C již nitrifikace téměř neprobíhá a při teplotách od 5 °C do 10°C probíhá jen velmi pozvolna. BÍZIK (1989) uvádí, že nitrifikaci brzdí také vyšší koncentrace solí v půdě,

např. i síran amonný. Ačkoli optimální průběh nitrifikace je při hodnotě pH 8,5, v půdě většinou probíhá v rozsahu pH 5,5 – 7,5.

2.2.3.4 Denitrifikace

Jako snadno pohyblivá forma dusíku může být část nitrátů podle druhu půd a podmínek v půdě více nebo méně denitrifikována. Tento proces způsobují bakterie, které z nitrátů získávají potřebný kyslík, je-li půda málo provzdušněná a její teplota se pohybuje mezi 5 až 10 °C. Za jeden rok může denitrifikace činit 10 až 70 kg N.ha⁻¹ (FLOHROVÁ, 1990).

TESAŘ a VANĚK (1992) popisují denitrifikaci jako proces, při kterém bakterie oxidují organické látky při současné redukci NO₃⁻ přes NO₂⁻ až na NO, N₂O a N₂.

Denitrifikaci způsobují některé mikroorganismy rodů *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter* a *Bacillus*. Z autotrofních mají schopnost redukovat dusičnany nejvíce sírné bakterie *Thiobacillus denitrificans* a *Thiobacillus thioparus* (BÍZIK, 1989).

2.3 DUSIČNANY

2.3.1 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 uhlikatých 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).

2.3.2 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 Mezinárodní organizace (WHO – World Health Organisation) 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 projevovat 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 obzvláště 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 neúčinnějších 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).

2.3.3 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).

2.3.3.1 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, rukola, 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 $1000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$: 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).

2.3.3.2 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

kolísání v lodyze a listech. Dále světlo ovlivňuje obsah dusičnanů prostřednictvím nitrátreduktázy tím, že může buď stimulovat transport nitrátů, které vedou k její indukci, nebo může stimulovat nitrátreduktázu syntézou bílkoviny enzymu. Světlo umožňuje ovlivňovat nitrátreduktázu tím, že spojuje asimilaci dusičnanů s fotosyntézou (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1995).

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, 1995).

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 nitrátreduktázy, 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.

2.3.4 Možnosti snížení obsahu dusičnanů v zelenině

2.3.4.1 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 plně zralosti (FLOHROVÁ, 1990).

2.3.4.2 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.

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

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 dusitany.

2.3.5 Limity dusičnanů v zelenině

V České republice v současné době upravuje limitní hodnoty dusičnanů vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 120/2008 Sb., která odkazuje na nařízení Komise Evropského společenství z roku 2006.

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., která obsahovala ve své příloze detailní vymezení přípustného množství a nejvyššího přípustného množství obsahu dusičnanů v různých druzích zeleniny, byla zrušena. Současná nařízení Komise (ES) stanovuje maximální limity $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ pouze u listové zeleniny.

Obsah dusičnanů v zelenině také upravovala vyhláška č. 305/2004 Sb., Ministerstva zdravotnictví, která odkazovala na nařízení Komise (ES) č. 563/2002, kterým se měnilo nařízení (ES) č. 466/2001, a nařízení Komise (ES) č. 655/2004 upravující maximální množství dusičnanů ($200 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$) v obilných a ostatních příkrmech pro kojenče a malé děti. Tyto nařízení Komise (ES) již také byly změněny nařízením Komise (ES) z roku 2006.

Nejnovější nařízení z roku 2006 vydané Komisí (ES) č. 1881/2006 vstupuje v platnost od 1. 3. 2007. Toto nařízení je závazné v celém rozsahu a přímo použitelné ve všech členských státech. Nařízením se dále ruší nařízení Komise (ES) č. 466/2001, které v pozdějších úpravách nařízeními Komise (ES) č. 563/2002 a č. 655/2004 upravovali maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 bylo přijato vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 120/2008 Sb.

Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 oproti předchozím nařízením (č. 466/2001, č. 563/2002) neobsahuje informace o tom, jak posuzovat produkt není-li označen odpovídajícím způsobem, z něhož je patrný způsob pěstování. U předchozích nařízeních totiž bylo uvedeno, že pokud produkt neobsahuje informace o tom, jakým způsobem byl pěstovaný, vztahuje se na něj limit stanovený pro hlávkový salát pěstovaný na poli.

Tab. č. 2: Příloha, Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, oddíl - nařízení Komise (ES) č. 1881/2006,

Potraviny ⁽¹⁾		Maximální limity (mg NO ₃ /kg)	
1.1	Čerstvý špenát (<i>Spinacia oleracea</i>) ⁽²⁾	Sklizeň od 1. října do 31. března Sklizeň od 1. dubna do 30. září	3 000 2 500
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 hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách Sklizeň od 1. dubna do 30. září: hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	4 500 4 000 3 500 2 500
1.4	Salát typu „Iceberg“	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 500 2 000
1.5	Obilné příkrmy a ostatní příkrmy určené pro kojence a malé děti ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		200

Zdroj: <http://eur-lex.europa.eu>

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

Vzorky zeleniny byly nakupovány v obchodních domech Albert, Billa a Kaufland v Jindřichově Hradci v téměř pravidelných intervalech. Tyto obchodní domy byly vybrány z důvodu prodeje zeleniny na kusy a váhu.

Při výběru nakupovaných vzorků bylo snahou pokrýt základní skupiny zeleniny. Z listové zeleniny to byly čínské zelí a ledový salát, z kořenové zeleniny mrkev, petržel a ředkvička, z košťálovin kedluben a nakonec i brambor.

Získané vzorky byly v ten samý den nákupu pečlivě označeny a zmrazeny na teplotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 srpna 2010 do února 2011. Jednalo se o sedm druhů zeleniny v celkovém počtu 206 vzorků.

Tabulka č. 3 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 salátu jsou posuzovány podle zrušené vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., ledový 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 polního maximálního limitu $2000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

Tab. č. 3: Početní zastoupení analyzovaných vzorků jednotlivých druhů zelenin s průměrnými hodnotami obsahu dusičnanů v mg.kg^{-1} čerstvé hmoty

Druh zeleniny	n	N +	% N +	$\bar{\phi}$	min	max	median	s
Brambory rané a pozdní	35	5	14,29	230	73	690	211	123,98
Čínské zelí	31	5	16,13	1706	150	4415	1664	1059,3
Kedluben	31	25	80,65	1982	300	6952	1707	1488,3
Ledový salát	35	9	25,71	1804	461	5406	1619	904,18
Mrkev	32	2	6,25	241	14	2564	74	559,98
Petržel	33	8	24,24	452	28	2933	107	702,14
Ředkvička	9	9	100,00	2599	1736	4602	2548	870,73
Celkem	206	63	30,58	-	-	-	-	-

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

Z tabulky je patrné, že u některých druhů zeleniny je již sama průměrná hodnota obsahu dusičnanů několikrát vyšší než připouštěla norma stanovená vyhláškou č. 53/2002 Sb. 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 2010, provedla inspekce kontrolu u celkem 89 vzorků zeleniny, z čehož u 3 vzorků byl zjištěn nevyhovující platný limit. Druhy analyzované zeleniny a výsledky měření SZPI jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. č. 4: Obsah dusičnanů v zelenině (hodnoty v mg.kg^{-1})

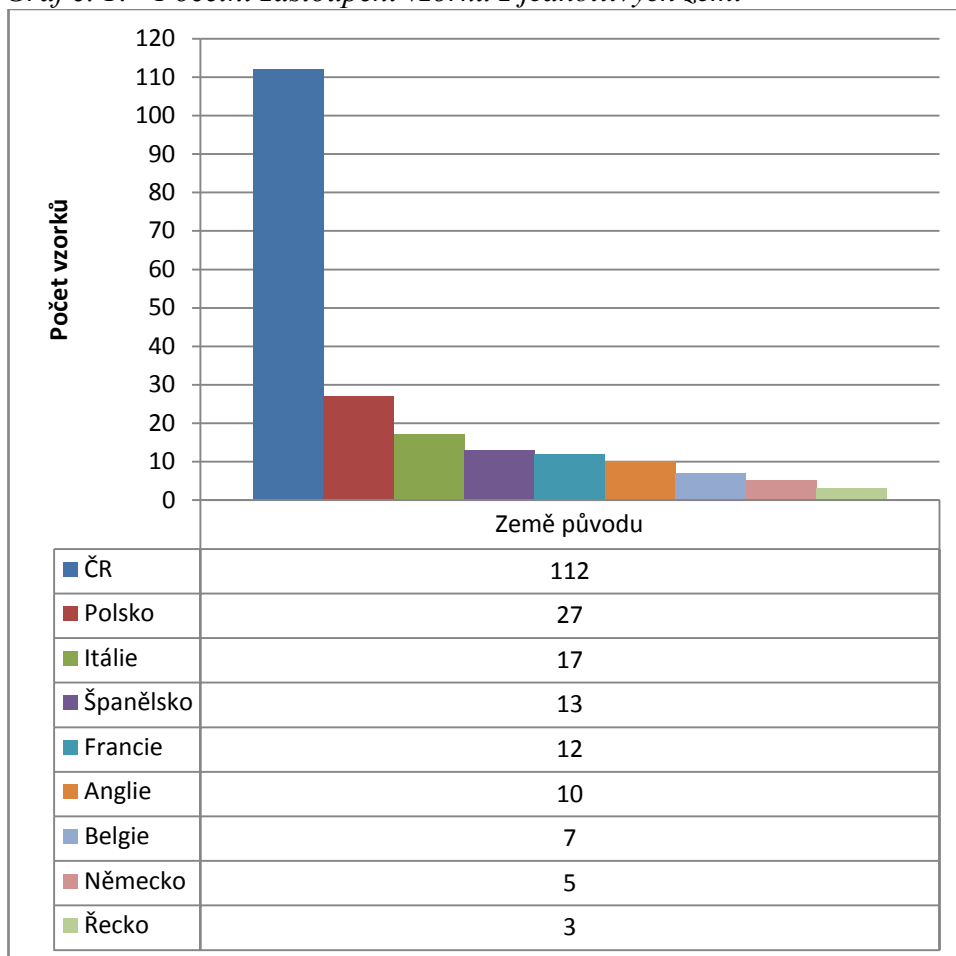
Analyt	n	pozit	% pozit	N+	%N+	průměr	medián	90% kv.	min	max
červená řepa	9	9	100,00	0	0,00	1853,11	1591,00	2806,00	775,00	2806,00
brukev	10	10	100,00	0	0,00	812,38	896,50	1389,50	87,80	1544,00
fenykl	4	4	100,00	0	0,00	919,88	643,10	2310,00	83,30	2310,00
petržel	8	7	87,50	0	0,00	662,34	589,50	1772,00	n.d.	1772,00
pekingské zelí	6	6	100,00	0	0,00	847,83	607,50	1737,00	299,00	1737,00
rukola	5	5	100,00	0	0,00	4228,00	3308,00	7459,00	1910,00	7459,00
ředkev	8	8	100,00	0	0,00	675,63	654,50	1332,00	239,00	1332,00
ředkvičky	10	10	100,00	0	0,00	982,08	734,00	2183,00	342,80	2442,00
salát	15	15	100,00	0	0,00	1143,33	980,00	2692,00	218,00	2972,00
špenát	14	14	100,00	3	21,43	2093,62	2285,50	3648,00	10,70	4120,00

Zdroj: SZPI, 2011

Početní zastoupení vzorků z jednotlivých zemí je vyobrazeno v grafu č. 1. Lze na něm pozorovat, že obchodní domy, v kterých byla zelenina nakupována, prodávají převážně zeleninu tuzemských producentů. Celkově pocházelo z České republiky 54,4 % vzorků, z Polska už jen 13,1 %, na třetím místě je Itálie s 8,3 %, dále Španělsko 6,3 %, Francie 5,8 %, Anglie 4,9 %, Belgie 3,4 %, Německo 2,4 % a na posledním místě Řecko 1,5 %. 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. 5, které porovnává průměrné hodnoty všech prací.

Graf č. 1: Početní zastoupení vzorků z jednotlivých zemí



4.1 Brambory

Celkem bylo analyzováno 35 vzorků brambor, z čehož bylo 6 vzorků raných brambor a zbytek tj. 29 vzorků pozdních brambor.

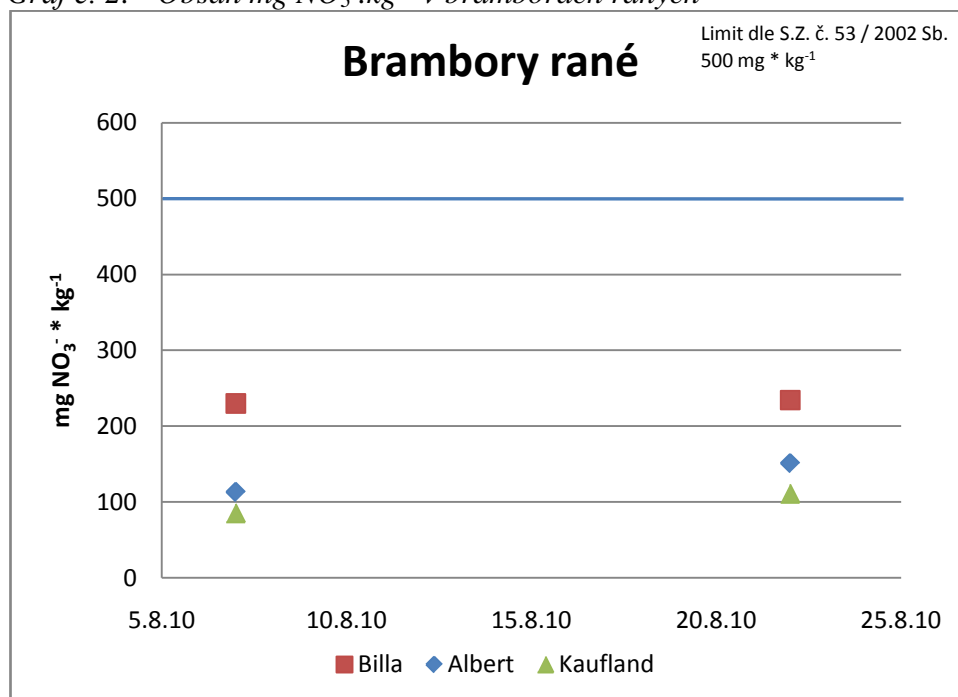
Pro raný brambor udávala vyhláška č. 53/2002 Sb. přípustné množství 500 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Z celkem 6 vzorků raných brambor žádný přípustné množství nepřekročil. Hodnoty zobrazuje graf č. 2.

Všechny vzorky byly původem z České republiky. Vzorek s nejnižší naměřenou hodnotou 86 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ pocházel z obchodního řetězce Kaufland a byl zakoupen dne 7. 8. 2010. Nejvyšší naměřená hodnota byla 235 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ u vzorku z obchodní sítě Billa ze dne 22. 8. 2010. Průměrná hodnota všech vzorků raných brambor je 154 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

BENEDÍKOVÁ (2007) naměřila u raných brambor v období let 2005 až 2007 z 19 vzorků průměrnou hodnotu 199 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Z celkového počtu 19 vzorků by

překročil povolený limit již neplatné vyhlášky č. 53/2002 Sb. 1 vzorek, u kterého bylo naměřeno 592 mg NO₃⁻.kg⁻¹.

Graf č. 2: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v bramborách raných



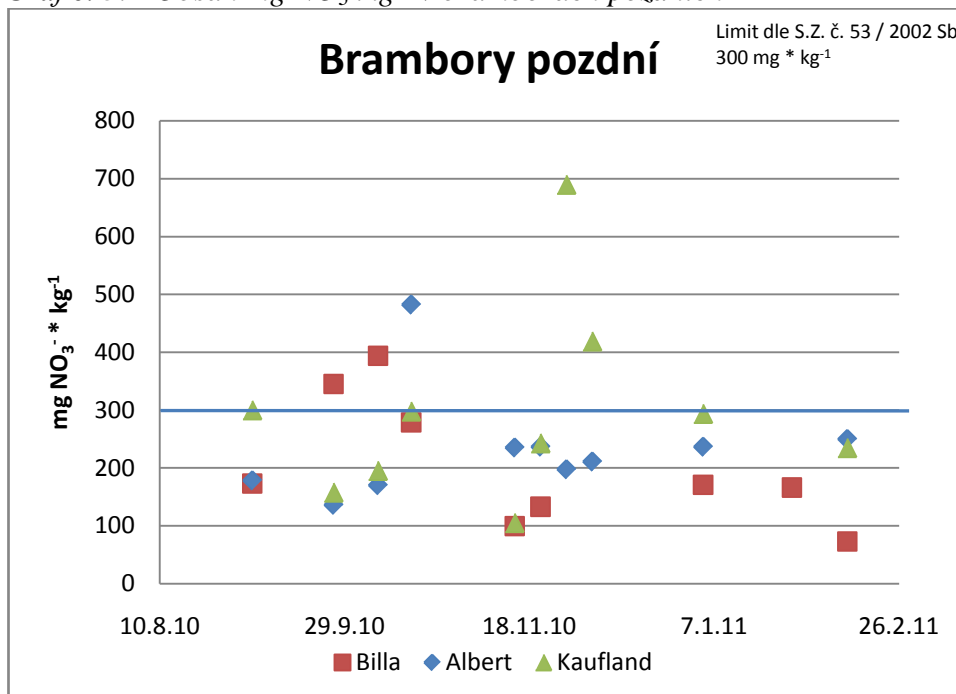
Pro pozdní brambory udávala vyhláška č. 53/2002 Sb. přípustné množství 300 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Z celkem 29 vzorků pozdních brambor přípustné množství překročilo 5 vzorků. Vyhláška č. 53/2002 Sb. dále uváděla, že z 5 analyzovaných vzorků mohou vykazovat nadlimitní obsah maximálně 2 vzorky – procenticky 40 %. Z tohoto vyplývá, že norma nebyla překročena. Ve skutečnosti ale není v současné době právním předpisem limit pro dusičnany v bramborách stanoven. Hodnoty bramboru pozdního zobrazuje graf č. 3. Nejvyšší koncentrace dusičnanů 690 mg.kg⁻¹ byla naměřena u vzorku pořízeného z obchodní sítě Kaufland dne 28. 11. 2010 původem z Francie. Průměrný obsah dusičnanů všech vzorků pozdních brambor činí 245 mg.kg⁻¹.

BENEDÍKOVÁ (2007) v letech 2005 až 2007 naměřila průměrnou hodnotu 190 mg NO₃⁻.kg⁻¹ u 29 vzorků v bramboru pozdním. Z tohoto počtu vzorků by stanoveným limitem vyhlášky č. 53/2002 Sb. neprošlo 7 vzorků, což představovalo 24 %.

SZPI ve své Zprávě o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2010 uvádí, že provedla kontrolu v bramborách (neuvádí, zda šlo

o rané či pozdní) u celkem 10 vzorků. Průměrná hodnota měřených vzorků byla 124,79 mg NO₃⁻.kg⁻¹ (STÁTNI ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE, 2011).

Graf č. 3: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v bramborách pozdních



NOVÁKOVÁ (2010) v období od prosince 2008 do února 2010 odebrala v obchodních domech celkem 30 vzorků brambor, u kterých se průměrná hodnota vyšplhala na 330,3 mg NO₃⁻.kg⁻¹, přičemž nejvyšší naměřená hodnota činila 798 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Celkový počet vzorků, které by neprošly limitem vyhlášky č. 53/2002 Sb., byl 15 vzorků, což procenticky vychází na 50 %. Z jejího měření je tedy patrné, že pokud by vyhláška č. 53/2002 Sb. byla platná, nesplnily by vzorky normu pro počet vzorků, které mohly z celkově odebraných vzorků překročit přípustné množství dusičnanů, tedy 40% vzorků.

CÍSAŘ (2009) odebral v obchodní síti v Českých Budějovicích v období od června 2007 do října 2008 celkem 24 vzorků brambor, přičemž uvádí, že 4 vzorky nesplnily přípustný limit. Průměrný obsah dusičnanů ze všech analyzovaných vzorků byl 219,31 mg.kg⁻¹.

4.2 Čínské zelí

Naměřené hodnoty u čínského zelí zachycuje graf č. 4. Z celkového počtu 31 odebraných vzorků čínského zelí by podle vyhlášky č. 53/2002 Sb. nesplnilo přípustné množství 5 vzorků, což činí 16,13 %. Průměrná hodnota obsahu

dusičnanů činila $1706 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Stejně jako u bramboru však není v současné době právním předpisem limit pro dusičnany v čínském zelí stanoven.

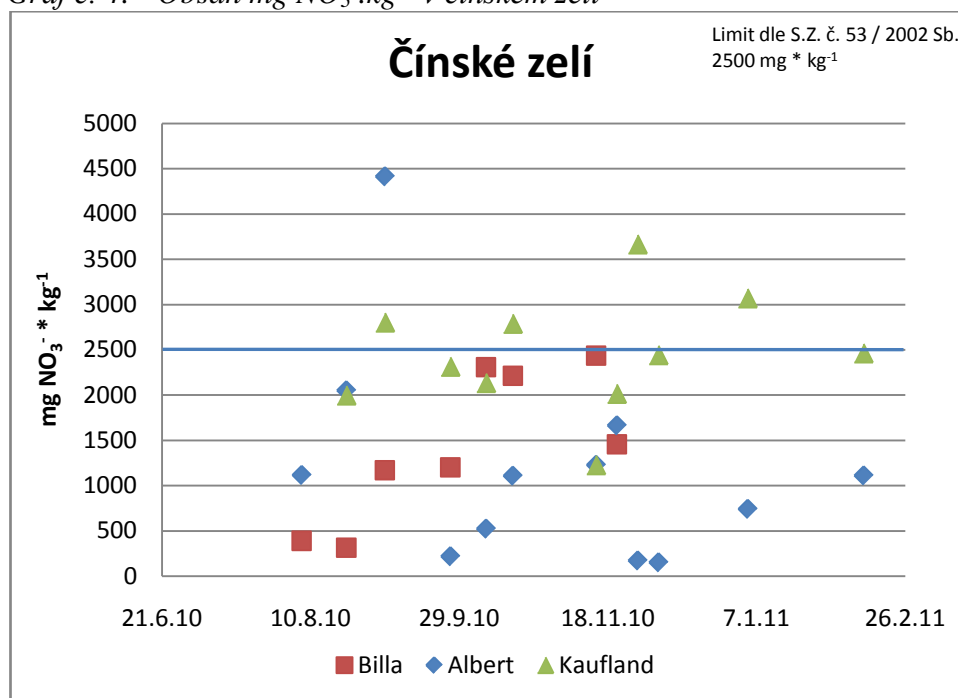
Vzorky byly připraveny z různých částí čínského zelí (vnější a vnitřní list, košťál) a při přípravě vzorku důkladně promíšeny.

SZPI v roce 2010 odebrala celkem 6 vzorků pekingského zelí a průměrná naměřená hodnota obsahu dusičnanů byla $847,83 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nejvyšší naměřená hodnota byla $1737 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a nejnižší $299 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ (Státní zemědělská a potravinářská inspekce, 2011).

I z výsledku měření SZPI je patrné, že obsah dusičnanů v čínském zelí, respektive v listové zelenině je značně nevyrovnaný.

CHUNG a kol. (2003) prováděli měření v Koreji a průměrný obsah dusičnanů v čínském zelí byl $1740 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Ve srovnání s průměrnou hodnotou získanou měřením vzorků v této práci se jedná o zcela srovnatelný výsledek průměrného obsahu dusičnanů v čínském zelí.

Graf č. 4: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v čínském zelí



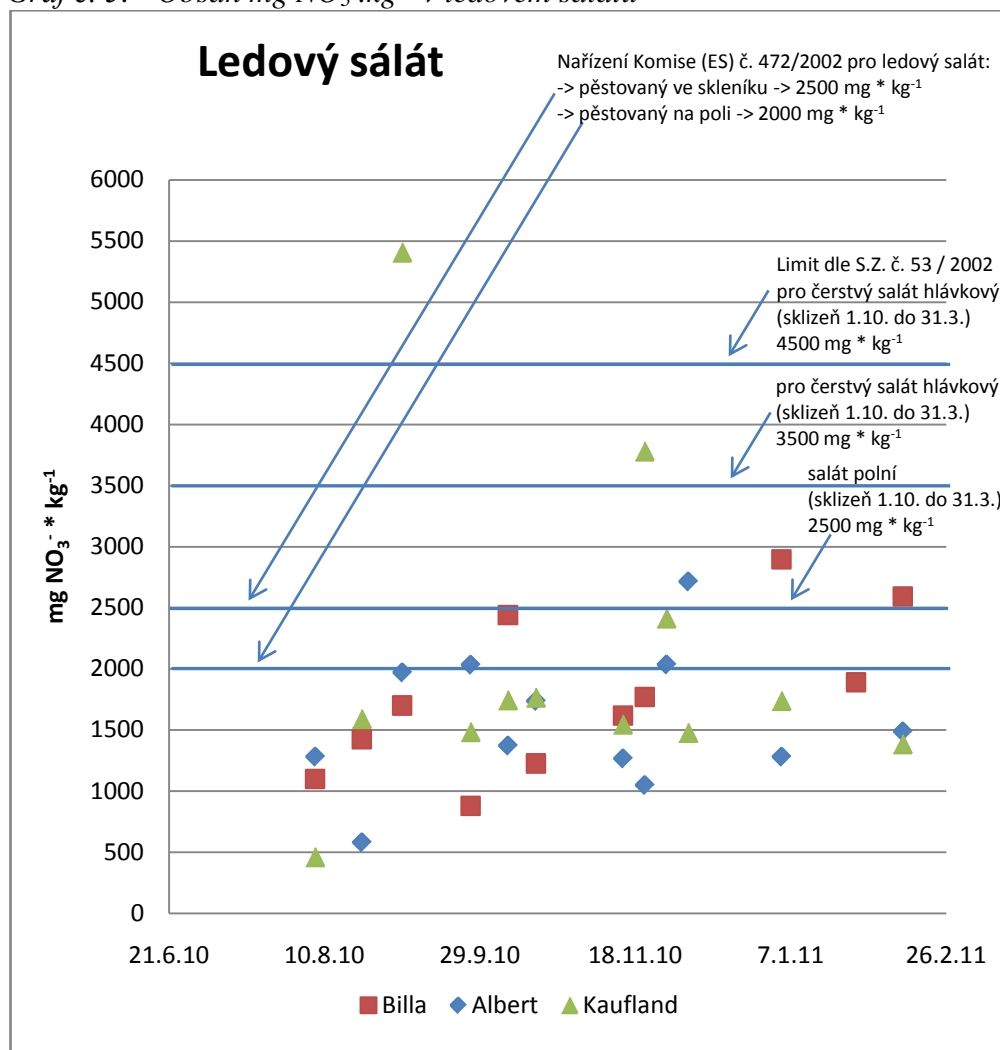
4.3 Ledový salát

Obsah dusičnanů v ledovém salátu, jako v jediném druhu analyzované zeleniny této práce, upravuje nařízením č. 1881/2006 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.

V grafu č. 5 jsou vyobrazeny všechny limity pro ledový salát stanovené nařízením Komise (ES) č. 1881/2006 a vyhláškou č. 53/2002 Sb. Vyhláška č. 53/2002 Sb. neuváděla hodnoty přímo pro ledový salát, ale pro salát hlávkový.

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



Celkem bylo pořízeno 35 vzorků ledového salátu a stejně jako u čínského zelí se měřené vzorky skládaly z promíšené směsi různých částí salátu. Průměrný obsah dusičnanů ve sledovaných vzorcích činí $1804 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. 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.

Maximální limit podle nařízení Komise (ES) č. 1881/2006, který činí pro salát pěstovaný na poli $2000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, byl překročen u 9 vzorků - procenticky 25,71 %. Kdybychom salát hodnotili podle staré vyhlášky č. 53/2002 Sb., museli bychom použít maximální přípustné množství $2500 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a tento limit by překročilo 5 vzorků. Vzorky s vyšší koncentrací dusičnanů pocházely z České republiky a Španělska.

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 $84,3 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a maximální hodnota činila $5826,1 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

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 $2501 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

SZPI odebrala v roce 2010 celkem 15 vzorků hlávkového salátu. Průměrná koncentrace NO_3^- byla $1143 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Státní zemědělská a potravinářská inspekce, 2011).

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.

4.4 Kedluben

Celkem bylo analyzováno 31 vzorků kedlubnu. Z tohoto počtu by podle vyhlášky č. 53/2002 Sb. nesplnilo připuštěné množství 25 vzorků (procenticky 80,65 %), z čehož je patrné, že vzorky by nesplnily normu pro přípustné množství. Vyhláška č. 53/2002 Sb. udávala pro košťálovou zeleninu přípustné množství $700 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrná koncentrace dusičnanů u kedlubnu vyšla $1982 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, téměř třikrát vyšší než povolovala norma. Nejvyšší hodnota $6952 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku z obchodního domu Albert ze dne 4. 9. 2010 a vzorek pocházel, podle údajů uváděných prodejcem, z České republiky. Vzorek s nejnižší koncentrací $300 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ pocházel z Řecka a byl zakoupený dne 7. 8. 2010 v obchodním domě Kaufland. Graf č. 6 zobrazuje výsledky naměřených hodnot.

DOUCHA (2003) analyzoval v letech 2001 a 2002 celkem 31 vzorků z obchodní sítě v městě Tábor. Z celkového počtu vzorků jich 22 překročilo

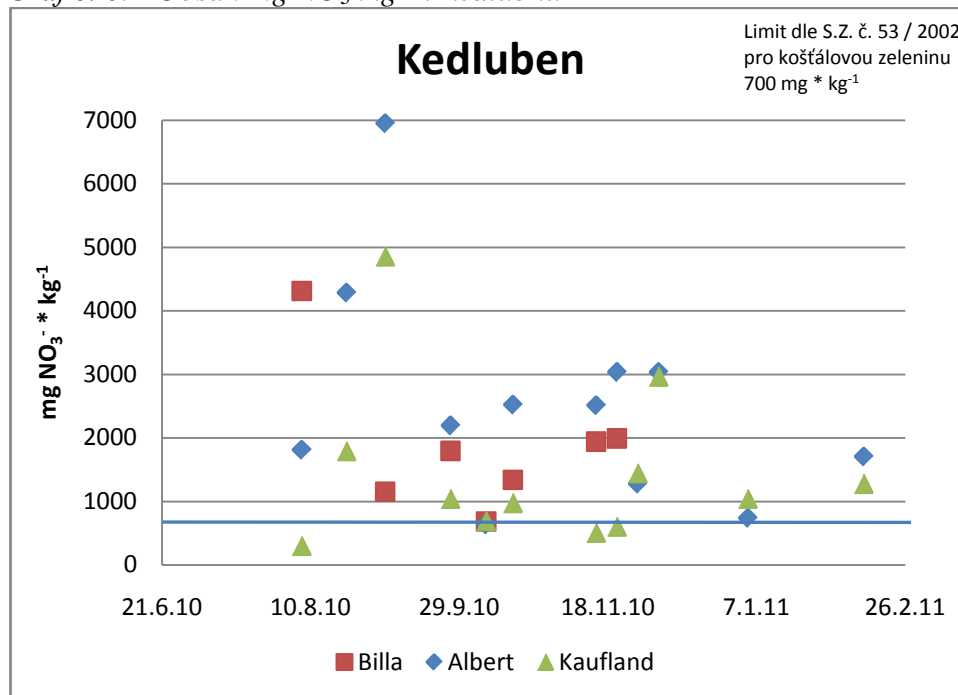
přípustné množství, což představovalo 71%. Minimální hodnota $125,4 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku z 24. 4. 2002 a maximální hodnotu vykázal vzorek z 2. 11. 2001 ve výši $3403 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

BENEDÍKOVÁ (2007) provedla v období let 2005 až 2007 analýzu koncentrace dusičnanů u 44 vzorků a z toho by 26 vzorků (59 %) nesplnilo přípuštěné množství vyhlášky č. 53/2002 Sb. Průměrná koncentrace činila $1141 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Maximální obsah nitrátů $4610 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ byl zjištěn 13. dubna 2006 u kedlubny dovezené z Itálie.

CÍSAŘ (2009) analyzoval 19 vzorků kedlubny, pořízených v období od června 2007 do října 2008, a normu nesplnilo 8 vzorků (42%). Maximální množství dusičnanů $3166 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ bylo naměřeno ve vzorku z 15. 9. 2008, který byl odebrán v obchodním domě Tesco. Naopak minimální naměřená hodnota byla $46,43 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrná koncentrace dusičnanů z 19 vzorků činila $797,74 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

NOVÁKOVÁ (2010) provedla analýzu koncentrace dusičnanů v kedlubnu u celkem 36 vzorků. Průměrná hodnota obsahu dusičnanů byla $487,33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. U 9 vzorků (25 %) bylo naměřeno vyšší než přípustné množství, které udávala vyhláška č. 53/2002 Sb. Minimální a maximální koncentrace dusičnanů činily 122 a $1402 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Graf č. 6: Obsah $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ v kedlubnu



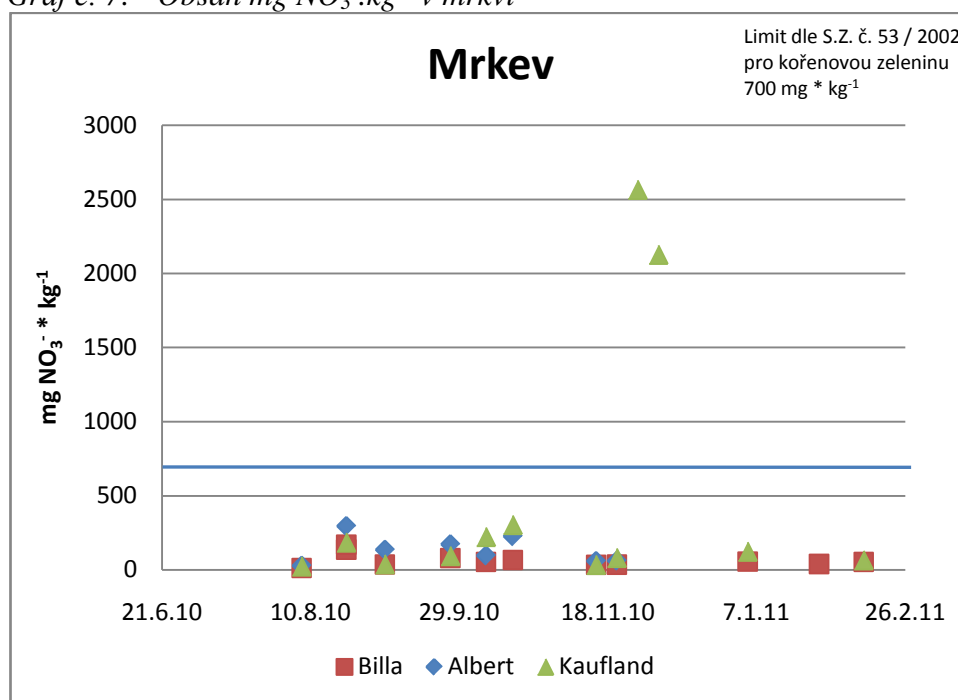
4.5 Mrkev

Celkem bylo analyzováno 32 vzorků mrkve zakoupených v obchodních domech v období od srpna 2010 do února 2011. Průměrná koncentrace dusičnanů 241 mg.kg^{-1} je téměř třikrát nižší, než přípustný limit, který udávala vyhláška č. 53/2002 Sb. 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 $2564 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$. Nejnižší hodnota byla pouze $14 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ a vzorek pocházel z České republiky. Z pohledu bývalé vyhlášky č. 53/2002 Sb. by analyzované vzorky mrkve normu nepřekročily. Výsledky měření mrkve znázorňuje graf č. 7.

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 $448,6 \text{ mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ byla dosažena u vzorku z 26. 9. 2002.

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 NO_3^- na kg čerstvé hmoty.

Graf č. 7: Obsah $\text{mg NO}_3^-. \text{kg}^{-1}$ v mrkvi



CÍSAŘ (2009) provedl analýzu celkem 24 vzorků a žádný z nich by přípustné množství nepřekročil. Nejvyšší naměřená hodnota byla $587 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a nejnižší $1,34 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrná hodnota se pohybovala u jeho vzorků na úrovni $127 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

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 $441 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 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 $1230 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

4.6 Petržel

V případě petržele bylo odebráno a následně analyzováno 33 vzorků. Výsledky můžeme pozorovat v grafu č. 8. Vyšší než přípustné množství dusičnanů $700 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro kořenovou zeleninu, které stanovovala vyhláška č. 53/2002 Sb., bylo naměřeno u 8 vzorků (24,24 %). Průměrný obsah dusičnanů se pohyboval na úrovni $452 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, což je ve shodě s měřeními provedenými NOVÁKOVOU (2010) a BENEDÍKOVOU (2007). 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 Anglie, také z obchodní sítě Billa ze dne 7. 8. 2010.

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 $662,34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nejvyšší naměřená hodnota činila $1772 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$.

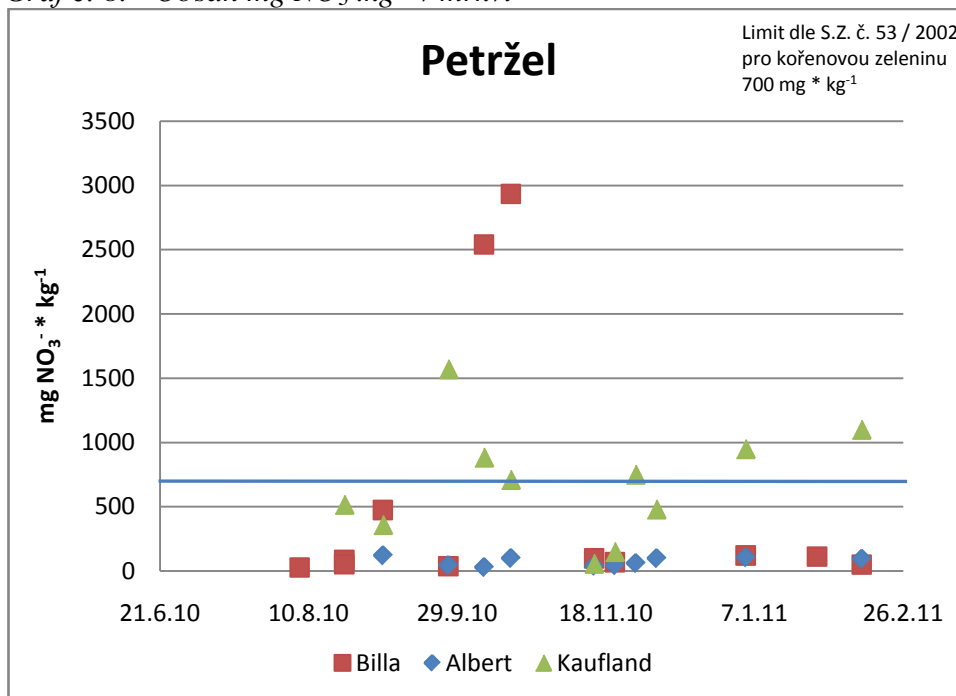
MOR a kol. (2010) naměřili průměrnou hodnotu $1070 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Vzorky petržele byly odebrány v jižní provincii Turecka a ve srovnání s naměřenými hodnotami této práce a porovnávaných výsledků ostatních prací se jedná o nejvyšší průměrný obsah dusičnanů v petrželi.

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 $557,228 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku z obchodního domu Globus a to množstvím $1,33 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrná koncentrace CÍSAŘOVI (2009) vyšla na $128,75 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, což je nejnižší hodnota ze všech porovnávaných zdrojů.

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



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 $424 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nejvyšší hodnota $2\,239 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ byla naměřena u vzorku z tuzemska. Nejnižší hodnota, $26 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, byla zjištěna u petržele pocházející rovněž z České republiky.

4.7 Ředkvička

Obsah dusičnanů v ředkvičkách (graf č. 9) byl stanoven u celkem 9 vzorků a z tohoto počtu překročil, dříve stanovené přípustné množství ($1500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

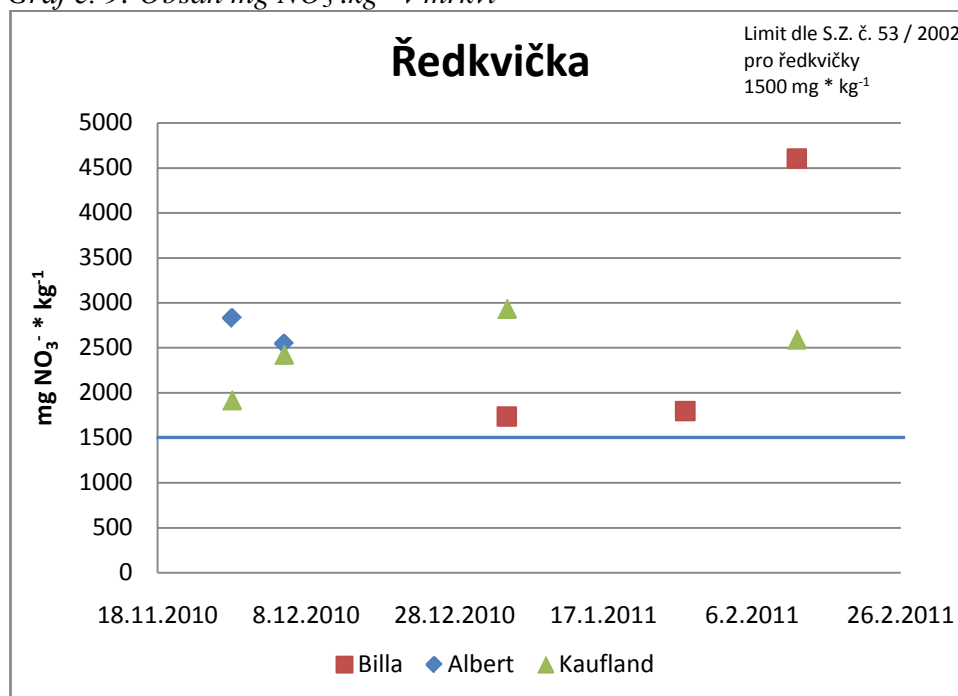
vyhláškou č. 53/2002 Sb., každý analyzovaný vzorek. Průměrná koncentrace nitrátů byla na úrovni 2599 mg.kg⁻¹. Maximální obsah byl naměřen u vzorku z Itálie a to 4602 mg NO₃⁻.kg⁻¹. Minimální obsah dusičnanů 1736 mg.kg⁻¹ byl také naměřen u vzorku z Itálie. Oba vzorky byly pořízeny v obchodní síti Billa.

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 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 mg NO₃⁻.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.

Graf č. 9: Obsah mg NO₃⁻.kg⁻¹ v mrkvi



BENEDÍKOVÁ (2007) u ředkviček odebrala celkem 45 vzorků. Povolnému 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. 5: Porovnání průměrného obsahu dusičnanů ve vybraných druzích zeleniny v období 2001 až 2011

	Průměrná koncentrace dusičnanů v mg * kg ⁻¹							
	Tato práce (2011)	DOUCHA (2003)	CHUNG a kol. (2003)	BENEDÍKOVÁ (2007)	CÍSAŘ (2009)	NOVÁKOVÁ (2010)	MOR a kol. (2010)	SZPI (2011)
Brambory	230	neuvádí	-	195	219	330	-	125
Čínské zelí	1706	-	1740	-	-	-	-	848
Kedluben	1982	neuvádí	-	1141	798	487	-	-
Ledový salát	1804	neuvádí	-	1166	-	-	1439	1143
Mrkev	241	neuvádí	-	145	127	441	-	-
Petržel	452	-	-	424	129	478	1070	662
Ředkvička	2599	neuvádí	1878	1420	1706	-	3428	982

5. ZÁVĚR

V současné době upravuje maximální koncentraci dusičnanů v zelenině nařízení Komise (ES) č. 1881/2006. Toto nařízení však upravuje pouze maximální hodnoty u některých druhů listové zeleniny. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., která upravovala přípustné množství a nejvyšší přípustné množství u mnoha druhů zeleniny, již není platná a pěstitelé zeleniny se tedy nemusí obávat, jaké množství dusičnanů jejich zelenina obsahuje. Tato úprava zákona nemusí mít dobrý vliv na lidské zdraví a hlavně u zeleniny, kterou lidé nakupují dětem, mohou v případě zvýšené koncentrace dusičnanů hrozit zdravotní rizika.

Celkem bylo analyzováno 206 vzorků zeleniny a překročení přípustného množství dusičnanů bylo zjištěno u 63 vzorků, které tvořily 30,58 % z celkového kontrolovaného množství. Jednotlivé naměřené výsledky znázorňuje tabulka, která je součástí příloh.

Ze všech druhů analyzované zeleniny dopadly nejhůře vzorky ředkviček, u kterých byla zvýšena koncentrace dusičnanů naměřena ve všech analyzovaných vzorcích. Maximální obsah byl naměřen u vzorku z Itálie a to $4602 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, který by v případě platnosti vyhlášky č. 53/2002 Sb. překročil přípustné množství více než 3x. Následující zeleninou, která vykazovala zvýšené množství, byl kedluben, kde z celkového počtu 31 vzorků překročilo limit 25 vzorků. V tomto případě činila maximální naměřená hodnota $6952 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ a přípustné množství by bylo překročeno téměř 10x. U zbývajících druhů zeleniny byl také u některých vzorků naměřen vyšší obsah dusičnanů, ale podíl nadlimitních vzorků již nebyl vyšší než 26%.

Konzumací zeleniny přijímáme vitamíny, minerální látky, vlákninu apod., které jsou pro lidské zdraví nepostradatelné. Navíc vitamín C funguje jako inhibitor vzniku nitrosaminů. FLOHROVÁ (1992) uvádí, že v SRN propočítali účinek vitamínu C v zelenině a zjistili, že při poměru vitamínu C k dusičnanům 2 : 1 nedojde vůbec k syntéze obávaných nitrosaminů.

KOUBOVÁ (2009) uvádí, že epidemiologické studie z posledních let ukázaly, že zřejmě neexistuje souvislost mezi příjmem nitrátů ze zeleniny a onemocněním rakovinou. Naopak bylo zjištěno, že vysoká konzumace zeleniny představuje určitý ochranný faktor. Z této aktuální studie také vyplynulo, že velmi vysoké množství nitrátů, může vykazovat i příznivé zdravotní účinky. Pro příklad uvádí 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.

Zelenina představuje významnou, nutričně cennou součást lidské výživy a nebylo by správné její příjem, v důsledku obav z množství přijímaných dusičnanů, omezovat.

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. BÍZIK, J.: Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, Veda, 1989, s. 189.
3. BUCHTOVÁ, I.: Situační a výhledová zpráva. Zelenina. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR, 2010.
4. 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.
5. 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>>.
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. FLOHROVÁ A.: Dusíkaté hnojení zeleniny z hlediska ekologického a nutričního. Studie VTR, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1990, 82 s.
9. HLUŠEK, J.: Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 1996, 48 s.
10. 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/>>.
11. JAVORSKÝ P. a kol.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. Praha, Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 1987, s. 287
12. KALÁČ P.: Organická chemie – základní část, České Budějovice, ZF JCU, 1996, 145 s
13. KOLÁŘ, L.: Výživa rostlin a hnojení (zvláštnosti vyšších poloh), VŠZ Praha AF v Českých Budějovicích, 1987, 154 s.
14. KOLEK, J. a kol.: Fyziológia koreňového systému rastlín. Bratislava, Veda, 1988, s. 381.
15. 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>>.

16. MÍČA B., VOKÁL B., PENK J.: Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu. Praha, Mze ČR, 1991, 75 s.
17. 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.
18. 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/>>.
19. NÁTR, Lubomír. Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. 1. vyd. Praha : ISV, 2002. 423 s. ISBN 80-858-6692-7.
20. 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.
21. PEKÁRKOVÁ, E.: Pěstujeme zdravou zeleninu. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 1992, s. 143.
22. 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.
23. PRUGAR J., HADAČOVÁ V.: Vliv výživy dusíkem na kumulaci dusičnanů v zelenině. ÚZPI, Praha, 1994, 59 s
24. PRUGAR J., PRUGAROVÁ A.: Dusičnany v zelenině. Bratislava, Příroda, 1985, s. 150.
25. RICHTER, Rostislav; HLUŠEK, Jaroslav. Výživa a hnojení rostlin : 1. Obecná část. 1. vyd. Brno : VŠZ (Brno), 1994. 171 s. ISBN 80-7157-138-5.
26. SEMLER M. a kol. Iontově selektivní elektrody a jejich využití v potravinářské a zemědělské praxi. Praha, Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1990, s. 214
27. STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE: Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2010, 2011
28. 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.
29. TESAŘ S., VANĚK V. a kol.: Výživa rostlin a hnojení. Praha, Vysoká škola zemědělská Praha, Středisko počítačových služeb Agronomické fakulty, 1992, s. 151

30. VANĚK, V. a kol.: Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. Praha, Ing. Martin Sedláček, 2002, s. 132.
31. VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin 3. Vyd. 2., upr. Tábor : OSSIS, 2002. 343 s. ISBN 80-866-5902-x.

7. PŘÍLOHY

Naměřené obsahy dusičnanů v letech 2010 – 2011

č.	druh zeleniny	země původu	datum nákupu	místo nákupu	NO ₃ ⁻ v mg * kg ⁻¹			Ø NO ₃ ⁻ v mg * kg ⁻¹
					1.	2.	3.	
1	brambory rané	ČR	7.8.2010	Albert	96	139	105	113
2	brambory rané	ČR	7.8.2010	Billa	292	210	188	230
3	brambory rané	ČR	7.8.2010	Kaufland	87	93	77	86
4	čínské zelí	ČR	7.8.2010	Albert	1264	949	1133	1115
5	čínské zelí	Polsko	7.8.2010	Billa	295	475	393	387
6	kedluben	ČR	7.8.2010	Albert	1551	1625	2264	1813
7	kedluben	ČR	7.8.2010	Billa	4256	4668	4014	4313
8	kedluben	Gr	7.8.2010	Kaufland	295	322	284	300
9	ledový salát	ČR	7.8.2010	Albert	1547	1322	976	1281
10	ledový salát	Polsko	7.8.2010	Billa	1042	1139	1123	1101
11	ledový salát	ČR	7.8.2010	Kaufland	329	402	653	461
12	mrkev	Belgie	7.8.2010	Albert	22	32	29	28
13	mrkev	ČR	7.8.2010	Billa	15	16	9	14
14	mrkev	Francie	7.8.2010	Kaufland	29	20	23	24
15	petržel	Anglie	7.8.2010	Billa	26	28	30	28
16	brambory rané	ČR	22.8.2010	Albert	166	117	171	151
17	brambory rané	ČR	22.8.2010	Billa	237	237	230	235
18	brambory rané	Gr	22.8.2010	Kaufland	105	141	88	111
19	čínské zelí	ČR	22.8.2010	Albert	2129	1997	2025	2050
20	čínské zelí	Polsko	22.8.2010	Billa	334	312	292	313
21	čínské zelí	Polsko	22.8.2010	Kaufland	1737	1792	2458	1996
22	kedluben	ČR	22.8.2010	Albert	3941	4981	3941	4287
23	kedluben	ČR	22.8.2010	Kaufland	1822	1469	2085	1792
24	ledový salát	ČR	22.8.2010	Albert	714	463	565	581
25	ledový salát	Polsko	22.8.2010	Billa	1341	1302	1636	1426
26	ledový salát	ČR	22.8.2010	Kaufland	1699	1642	1431	1591
27	mrkev	ČR	22.8.2010	Albert	300	303	284	296
28	mrkev	ČR	22.8.2010	Billa	144	147	122	137
29	mrkev	ČR	22.8.2010	Billa	210	168	134	171
30	mrkev	ČR	22.8.2010	Kaufland	252	140	165	186
31	petržel	Anglie	22.8.2010	Billa	74	101	84	86
32	petržel	Anglie	22.8.2010	Billa	55	45	58	52
33	petržel	Polsko	22.8.2010	Kaufland	394	656	506	519
34	brambory pozdní	ČR	4.9.2010	Albert	179	182	175	179
35	brambory pozdní	ČR	4.9.2010	Billa	159	185	176	173
36	brambory pozdní	Gr	4.9.2010	Kaufland	254	311	336	300
37	čínské zelí	ČR	4.9.2010	Albert	3689	5184	4373	4415
38	čínské zelí	Polsko	4.9.2010	Billa	1316	1066	1123	1168

39	čínské zelí	DE	4.9.2010	Kaufland	3249	3377	1781	2802
40	kedluben	ČR	4.9.2010	Albert	8973	6312	5572	6952
41	kedluben	DE	4.9.2010	Billa	1270	1064	1128	1154
42	kedluben	ČR	4.9.2010	Kaufland	4967	5574	4031	4857
43	ledový salát	ČR	4.9.2010	Albert	2147	1765	2000	1971
44	ledový salát	Polsko	4.9.2010	Billa	1808	1648	1648	1701
45	ledový salát	ČR	4.9.2010	Kaufland	5745	5778	4694	5406
46	mrkev	Belgie	4.9.2010	Albert	163	105	139	136
47	mrkev	ČR	4.9.2010	Billa	43	35	35	37
48	mrkev	ČR	4.9.2010	Kaufland	50	32	34	39
49	petržel	ČR	4.9.2010	Albert	128	121	121	123
50	petržel	Anglie	4.9.2010	Billa	390	450	584	475
51	petržel	Polsko	4.9.2010	Kaufland	384	303	396	361
52	brambory pozdní	Francie	26.9.2010	Albert	122	159	129	136
53	brambory pozdní	ČR	26.9.2010	Billa	330	377	330	346
54	brambory pozdní	ČR	26.9.2010	Kaufland	202	138	134	158
55	čínské zelí	ČR	26.9.2010	Albert	228	262	163	218
56	čínské zelí	Polsko	26.9.2010	Billa	1281	1104	1214	1200
57	čínské zelí	ČR	26.9.2010	Kaufland	2653	2168	2121	2314
58	kedluben	ČR	26.9.2010	Albert	2543	1571	2466	2193
59	kedluben	Německo	26.9.2010	Billa	1867	1974	1549	1797
60	kedluben	ČR	26.9.2010	Kaufland	973	1356	799	1043
61	ledový salát	ČR	26.9.2010	Albert	1516	1811	2774	2033
62	ledový salát	ČR	26.9.2010	Billa	933	972	739	881
63	ledový salát	ČR	26.9.2010	Kaufland	1685	1433	1335	1484
64	mrkev	Belgie	26.9.2010	Albert	170	186	162	173
65	mrkev	ČR	26.9.2010	Billa	85	65	91	81
66	mrkev	ČR	26.9.2010	Kaufland	113	78	92	94
67	petržel	Anglie	26.9.2010	Albert	38	47	53	46
68	petržel	ČR	26.9.2010	Billa	42	44	29	38
69	petržel	Polsko	26.9.2010	Kaufland	1594	1694	1429	1572
70	brambory pozdní	Francie	8.10.2010	Albert	191	162	158	170
71	brambory pozdní	ČR	8.10.2010	Billa	448	357	377	394
72	brambory pozdní	ČR	8.10.2010	Kaufland	159	227	202	196
73	čínské zelí	ČR	8.10.2010	Albert	375	545	647	522
74	čínské zelí	Polsko	8.10.2010	Billa	1988	2587	2342	2306
75	čínské zelí	ČR	8.10.2010	Kaufland	2091	2294	2015	2134
76	kedluben	ČR	8.10.2010	Albert	481	735	696	637
77	kedluben	Německo	8.10.2010	Billa	654	726	669	683
78	kedluben	ČR	8.10.2010	Kaufland	678	667	739	695
79	ledový salát	ČR	8.10.2010	Albert	1676	1199	1241	1372
80	ledový salát	Španělsko	8.10.2010	Billa	2445	2460	2415	2440
81	ledový salát	ČR	8.10.2010	Kaufland	1610	2013	1610	1744
82	mrkev	Belgie	8.10.2010	Albert	99	86	104	96
83	mrkev	ČR	8.10.2010	Billa	49	70	44	54

84	mrkev	ČR	8.10.2010	Kaufland	212	288	169	223
85	petržel	Francie	8.10.2010	Albert	36	22	33	31
86	petržel	ČR	8.10.2010	Billa	2696	2201	2723	2540
87	petržel	Polsko	8.10.2010	Kaufland	923	923	811	886
88	brambory pozdní	Francie	17.10.2010	Albert	459	543	445	482
89	brambory pozdní	ČR	17.10.2010	Billa	349	268	220	279
90	brambory pozdní	ČR	17.10.2010	Kaufland	324	297	274	298
91	čínské zelí	ČR	17.10.2010	Albert	997	1215	1110	1107
92	čínské zelí	Polsko	17.10.2010	Billa	2324	2531	1779	2211
93	čínské zelí	ČR	17.10.2010	Kaufland	3241	2765	2359	2789
94	kedluben	ČR	17.10.2010	Albert	2420	3029	2126	2525
95	kedluben	Německo	17.10.2010	Billa	1010	1270	1743	1341
96	kedluben	ČR	17.10.2010	Kaufland	911	1004	1009	975
97	ledový salát	ČR	17.10.2010	Albert	1859	1577	1776	1737
98	ledový salát	Španělsko	17.10.2010	Billa	1432	1171	1079	1227
99	ledový salát	ČR	17.10.2010	Kaufland	1761	1500	2036	1766
100	mrkev	Belgie	17.10.2010	Albert	252	242	186	227
101	mrkev	ČR	17.10.2010	Billa	60	65	77	68
102	mrkev	ČR	17.10.2010	Kaufland	355	287	269	304
103	petržel	Francie	17.10.2010	Albert	108	95	101	101
104	petržel	ČR	17.10.2010	Billa	3193	2179	3427	2933
105	petržel	Polsko	17.10.2010	Kaufland	729	701	706	712
106	brambory pozdní	ČR	14.11.2010	Albert	261	222	222	235
107	brambory pozdní	ČR	14.11.2010	Billa	117	95	86	99
108	brambory pozdní	Francie	14.11.2010	Kaufland	96	120	101	106
109	čínské zelí	ČR	14.11.2010	Albert	1281	1370	1030	1227
110	čínské zelí	Polsko	14.11.2010	Billa	2275	2230	2794	2433
111	čínské zelí	ČR	14.11.2010	Kaufland	1211	1427	1038	1225
112	kedluben	Itálie	14.11.2010	Albert	2415	2839	2285	2513
113	kedluben	Itálie	14.11.2010	Billa	1934	1965	1930	1943
114	kedluben	Itálie	14.11.2010	Kaufland	476	593	455	508
115	ledový salát	Španělsko	14.11.2010	Albert	1183	1302	1316	1267
116	ledový salát	Španělsko	14.11.2010	Billa	1696	1498	1664	1619
117	ledový salát	Es	14.11.2010	Kaufland	1554	1530	1554	1546
118	mrkev	Belgie	14.11.2010	Albert	49	68	59	59
119	mrkev	ČR	14.11.2010	Billa	32	33	39	35
120	mrkev	ČR	14.11.2010	Kaufland	35	32	36	35
121	petržel	Anglie	14.11.2010	Albert	38	45	39	41
122	petržel	ČR	14.11.2010	Billa	101	95	100	99
123	petržel	Polsko	14.11.2010	Kaufland	56	51	72	60
124	brambory pozdní	ČR	21.11.2010	Albert	302	211	198	237
125	brambory pozdní	ČR	21.11.2010	Billa	130	133	136	133
126	brambory pozdní	Francie	21.11.2010	Kaufland	242	236	252	243
127	čínské zelí	ČR	21.11.2010	Albert	1806	1357	1828	1664
128	čínské zelí	Polsko	21.11.2010	Billa	1411	1427	1525	1454

129	čínské zelí	ČR	21.11.2010	Kaufland	2176	1934	1932	2014
130	kedluben	Itálie	21.11.2010	Albert	3034	2586	3487	3036
131	kedluben	Itálie	21.11.2010	Billa	1843	2082	2052	1992
132	kedluben	Itálie	21.11.2010	Kaufland	574	597	639	603
133	ledový salát	Španělsko	21.11.2010	Albert	1016	1028	1103	1049
134	ledový salát	Španělsko	21.11.2010	Billa	1781	1912	1618	1770
135	ledový salát	Es	21.11.2010	Kaufland	3493	4017	3826	3779
136	mrkev	Belgie	21.11.2010	Albert	59	54	71	61
137	mrkev	ČR	21.11.2010	Billa	28	40	40	36
138	mrkev	ČR	21.11.2010	Kaufland	87	74	84	82
139	petržel	Anglie	21.11.2010	Albert	38	49	51	46
140	petržel	ČR	21.11.2010	Billa	71	70	66	69
141	petržel	Polsko	21.11.2010	Kaufland	141	163	150	151
142	brambory pozdní	ČR	28.11.2010	Albert	224	159	211	198
143	brambory pozdní	Francie	28.11.2010	Kaufland	646	817	606	690
144	čínské zelí	ČR	28.11.2010	Albert	177	186	149	171
145	čínské zelí	ČR	28.11.2010	Kaufland	3618	3427	3953	3666
146	kedluben	ČR	28.11.2010	Albert	1357	1230	1250	1279
147	kedluben	Itálie	28.11.2010	Kaufland	1463	1522	1351	1446
148	ledový salát	ČR	28.11.2010	Albert	1934	2316	1856	2035
149	ledový salát	ČR	28.11.2010	Kaufland	2558	2591	2091	2413
150	mrkev	ČR	28.11.2010	Kaufland	2531	2395	2765	2564
151	petržel	Polsko	28.11.2010	Albert	47	63	77	62
152	petržel	Polsko	28.11.2010	Kaufland	745	797	716	753
153	ředkvička	ČR	28.11.2010	Albert	2438	3218	2844	2833
154	ředkvička	Itálie	28.11.2010	Kaufland	1784	2047	1923	1918
155	brambory pozdní	ČR	5.12.2010	Albert	207	251	175	211
156	brambory pozdní	Francie	5.12.2010	Kaufland	418	395	445	419
157	čínské zelí	ČR	5.12.2010	Albert	155	150	146	150
158	čínské zelí	ČR	5.12.2010	Kaufland	2387	2911	2027	2442
159	kedluben	ČR	5.12.2010	Albert	2995	3034	3083	3037
160	kedluben	Itálie	5.12.2010	Kaufland	2661	3071	3162	2965
161	ledový salát	ČR	5.12.2010	Albert	2578	2808	2758	2715
162	ledový salát	ČR	5.12.2010	Kaufland	1465	1465	1503	1478
163	mrkev	ČR	5.12.2010	Kaufland	1872	1985	2519	2126
164	petržel	Polsko	5.12.2010	Albert	93	101	107	100
165	petržel	Polsko	5.12.2010	Kaufland	535	452	459	482
166	ředkvička	ČR	5.12.2010	Albert	2329	2779	2535	2548
167	ředkvička	Itálie	5.12.2010	Kaufland	2326	2621	2327	2425
168	brambory pozdní	ČR	4.1.2011	Albert	327	257	127	237
169	brambory pozdní	ČR	4.1.2011	Billa	162	178	173	171
170	brambory pozdní	Francie	4.1.2011	Kaufland	299	284	299	294
171	čínské zelí	ČR	4.1.2011	Albert	696	753	773	741
172	čínské zelí	ČR	4.1.2011	Kaufland	2338	3412	3459	3070
173	kedluben	ČR	4.1.2011	Albert	701	694	826	740

174	kedluben	Itálie	4.1.2011	Kaufland	1083	1172	876	1043
175	ledový salát	Španělsko	4.1.2011	Albert	1321	1359	1163	1281
176	ledový salát	Španělsko	4.1.2011	Billa	2588	3146	2950	2895
177	ledový salát	ČR	4.1.2011	Kaufland	1759	1500	1957	1739
178	mrkev	ČR	4.1.2011	Billa	55	67	46	56
179	mrkev	ČR	4.1.2011	Kaufland	130	98	143	124
180	petržel	Polsko	4.1.2011	Albert	78	139	104	107
181	petržel	Anglie	4.1.2011	Billa	161	100	102	121
182	petržel	Polsko	4.1.2011	Kaufland	796	1262	796	951
183	ředkvička	Itálie	4.1.2011	Billa	1405	1733	2070	1736
184	ředkvička	Itálie	4.1.2011	Kaufland	2257	3273	3273	2934
185	brambory pozdní	ČR	28.1.2011	Billa	161	173	165	166
186	ledový salát	Španělsko	28.1.2011	Billa	1996	1755	1920	1891
187	mrkev	ČR	28.1.2011	Billa	41	38	43	40
188	petržel	Anglie	28.1.2011	Billa	77	155	106	113
189	ředkvička	Itálie	28.1.2011	Billa	1445	2462	1483	1797
190	brambory pozdní	ČR	12.2.2011	Albert	256	242	252	250
191	brambory pozdní	ČR	12.2.2011	Billa	74	55	90	73
192	brambory pozdní	Francie	12.2.2011	Kaufland	217	283	205	235
193	čínské zelí	ČR	12.2.2011	Albert	1043	993	1294	1110
194	čínské zelí	ČR	12.2.2011	Kaufland	2641	2748	1995	2461
195	kedluben	ČR	12.2.2011	Albert	1532	1986	1603	1707
196	kedluben	Itálie	12.2.2011	Kaufland	1215	1316	1299	1277
197	ledový salát	Španělsko	12.2.2011	Albert	1242	1868	1353	1488
198	ledový salát	Španělsko	12.2.2011	Billa	2581	2523	2673	2592
199	ledový salát	ČR	12.2.2011	Kaufland	1297	1355	1503	1385
200	mrkev	ČR	12.2.2011	Billa	53	49	60	54
201	mrkev	ČR	12.2.2011	Kaufland	68	70	59	66
202	petržel	Polsko	12.2.2011	Albert	97	92	100	96
203	petržel	Anglie	12.2.2011	Billa	42	53	56	50
204	petržel	Polsko	12.2.2011	Kaufland	910	1222	1174	1102
205	ředkvička	Itálie	12.2.2011	Billa	4531	4638	4638	4602
206	ředkvička	Itálie	12.2.2011	Kaufland	2046	2306	3429	2593

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/>