

# Dusičnany v zelenině

Dagmar Lisková

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dagmar LISKOVÁ**  
Osobní číslo: **T08338**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Dusičnany v zelenině.**

Zásady pro vypracování:

1. Obecné odborné informace k chemické struktuře dusičnanů a jejich významu, metody jejich stanovení.
2. Výskyt dusičnanů v potravinách rostlinného původu.
3. Vliv technologického a kuchyňského zpracování zeleniny na obsah dusičnanů.
4. Rizikovost dusičnanů pro lidský organismus.
5. Návrh závěrů a doporučení k dalšímu odbornému sledování a vyhodnocování.

Rozsah bakalářské práce: **Ústav analýzy a chemie potravin**  
Rozsah příloh: **Ústav analýzy a chemie potravin**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:


- [1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin III. 1. vydání. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-86659-02-3.
- [2] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. Chemie potravin. 1. vydání. Praha: SNTL, 1983.
- [3] DAVÍDEK, J., VELÍŠEK J. Analýza potravin. 1. vydání. Praha: ES VŠCHT, 1988.
- [4] BŘEZINA, P., KOMÁREK, A., HRABĚ, J. Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin. Vyškov: VVŠ PV, 2001.
- [5] BOWMAN, B.A. Present knowledge in nutritions. 8 th edition. Washington D.C.: ILSI Press, 2001. ISBN 1-5788-107-4.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**  
**Ústav analýzy a chemie potravin**

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**

Ve Zlíně dne 10. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: LISUVA DASHAR

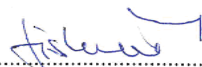
Obor: CHTP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 14. 2. 2012



<sup>2)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k větší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce řeší problematiku výskytu dusičnanů v zelenině. Jsou popsány metody stanovení dusičnanů, vlivy kuchyňského zpracování zeleniny na obsah dusičnanů v potravinách. Část práce se věnuje rizikovosti dusičnanů pro lidský organismus. Jsou uvedeny osvědčené postupy, jimiž lze množství dusičnanů v zelenině ovlivnit.

Snížení příjmu dusičnanů prostřednictvím potravního řetězce zůstává nadále důležitým úkolem, především z pohledu výživy kojenců a malých dětí. Přijatelná denní dávka dusičnanů je  $0 - 0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  tělesné hmotnosti.

Klíčová slova:

hnojení, kontaminace, stanovení dusičnanů, dusičnany, dusitany, zelenina, tepelná úprava.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis solves the problematic of nitrates occurrence in vegetables. It describes the methods of nitrates determination, effects cooking processes of vegetables on nitrates content within the food. Part of the work deals with the risks, that nitrates might have on the human organism. The proven procedures that have significant impact on the levels of nitrate in vegetables are also considered within this thesis.

Reduction of nitrate income via the food chain still remains a important task, especially within the nutrition of infants and small children. The acceptable daily intake of nitrates is  $0 - 0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  of body weight.

Keywords:

manuring, contamination, determination of nitrates, nitrates, nitrites, vegetables, heat treatment.

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc. za cenné rady, připomínky a odborné vedení, jež mi poskytoval během zpracování této práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkým za trpělivost a podporu po celou dobu svého studia.

*At' je život jakkoliv zlý, vždy existuje něco, co můžete dělat a dosáhnout v tom úspěchu.  
Je-li život, zůstává naděje.*

*Stephen Hawking*

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA DUSIČNANŮ</b> .....	<b>10</b>
1.1 DUSÍK A JEHO KOLOBĚH V PŘÍRODĚ .....	10
1.2 DUSIČNANY PO CHEMICKÉ STRÁNCE .....	11
1.3 METODY STANOVENÍ DUSIČNANŮ .....	11
1.3.1 Diagnostické tyčinky .....	12
1.3.2 Analýza metodou kapalinové kolonové chromatografie HPLC .....	12
1.3.3 Metoda přímé potenciometrie s dusičnanovou iontově selektivní elektrodou ISE .....	14
1.3.4 Fotometrická metoda s 1-naftylaminem .....	15
1.3.5 Elektroforetické metody – Izotachofórze (ITP), Kapilární elektroforéza (CE) .....	16
<b>2 DUSIČNANY V POTRAVINÁCH ROSTLINNÉHO PŮDOVU</b> .....	<b>17</b>
2.1 ZELENINA .....	17
2.1.1 Listová zelenina .....	18
2.2 VÝSKYT DUSIČNANŮ V ZELENINĚ .....	19
2.2.1 Kontrolní orgány zabývající se problematikou dusičnanů .....	20
2.2.2 Maximální povolené limity dusičnanů obsažených v zelenině .....	21
<b>3 HNOJENÍ ZELENINY</b> .....	<b>24</b>
3.1.1 Techniky hnojení .....	24
3.1.2 Přihnojování .....	25
3.1.3 Kontaminace pitné vody .....	25
3.2 MINERÁLNÍ HNOJIVA .....	25
3.2.1 Dusíkatá hnojiva .....	26
3.2.2 Spotřeba minerálních hnojiv .....	27
3.3 POŽADAVKY NA HNOJENÍ JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ ZELENINY .....	29
Hnojení zeleniny ze skupiny s velmi vysokým obsahem dusičnanů .....	29
Hnojení zeleniny ze skupiny s nízkým obsahem dusičnanů .....	29
<b>4 VLIV TECHNOLOGICKÉHO A KUCHYŇSKÉHO ZPRACOVÁNÍ ZELENINY NA OBSAH DUSIČNANŮ</b> .....	<b>31</b>
4.1 TEPELNÁ ÚPRAVA ZELENINY .....	31
4.1.1 Blanšírování .....	31
4.1.2 Vaření .....	32
4.1.3 Dušení .....	32
4.2 VLIV KUCHYŇSKÝCH ÚPRAV ZELENINY NA MNOŽSTVÍ DUSIČNANŮ .....	33
<b>5 DUSIČNANY A LIDSKÝ ORGANISMUS</b> .....	<b>34</b>
5.1 PŮSOBENÍ A AKUMULACE DUSIČNANŮ V LIDSKÉM TĚLE .....	34
5.2 RIZIKOVOST DUSIČNANŮ PRO ČLOVĚKA .....	34
<b>6 DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ DUSÍKU V ZELENINĚ</b> .....	<b>36</b>



<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>44</b>

## ÚVOD

Kvalita a nezávadnost potravin se odvíjí od jakosti výchozích surovin. Rostlinné produkty mohou obsahovat celou řadu chemických škodlivin z různých zdrojů.

Nitráty jsou přirozenou součástí naší planety, v posledních letech se však jejich výskyt v přírodě díky lidským zásahům podstatně zvýšil. Dusičnany konzumujeme téměř denně a v malých množstvích nejsou pro člověka nebezpečné. Pokud jsou však přijímány ve vyšších dávkách, mohou se projevit nežádoucí účinky.

Dusičnany přijaté rostlinou plní funkci základních živin. Z toho důvodu je dusičnanová forma významnou součástí jejich minerální výživy v zemědělské výrobě. Nadměrné používání dusíkatých hnojiv má za následek umělé obohacování půdy, povrchových i podzemních vod o dusičnany. Dusičnany se do potravního řetězce dostávají z různých zdrojů, příkladem jsou i potraviny, při jejichž zpracování se používají dusičnany jako přídatné látky tzv. aditiva. Mezi hlavní zdroje dusičnanů řadíme zeleninu a brambory. Jednotlivé druhy akumulují dusičnany v různém množství, podle této schopnosti je také rozdělujeme do skupin s nízkým až velmi vysokým obsahem.

Koncentrace dusičnanů v jednotlivých orgánech rostliny je spojena s jejich danými funkcemi. Ukládání dusíkatých sloučenin v příslušných orgánech, je značně ovlivněno podmínkami vnějšího prostředí, především intenzitou světla.

Existuje celá řada okolností, které ovlivňují hladiny dusičnanů v potravinách. Patří sem období, ve kterém je zelenina pěstována, způsob hnojení, zavlažování plodiny, skladování, kuchyňské zpracování a sklizeň.

Vzhledem k možné přeměně dusičnanů na dusitany, posléze až na nitrosaminy a ve vztahu k jejich negativním vlivům na lidský organismus, je potřeba docílit snížení jejich obsahu především prostřednictvím správné zemědělské praxe.

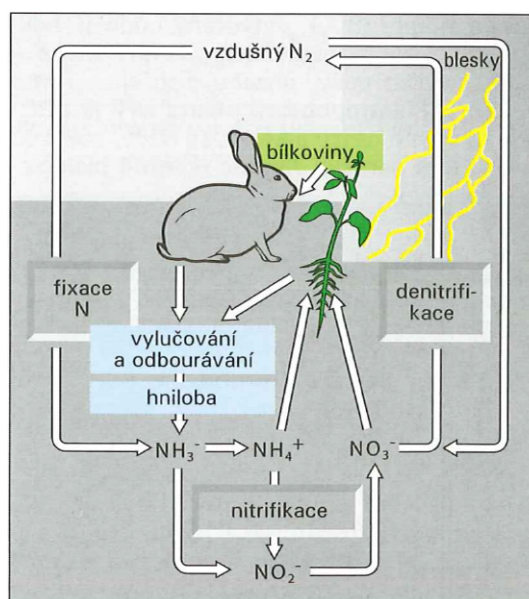
## 1 CHARAKTERISTIKA DUSIČNANŮ

Ve všech potravinách mohou za jistých okolností vznikat či z vnějších zdrojů pronikat látky, které mohou mít negativní vliv na lidské zdraví. Tyto látky jsou známy pod názvem potravinové kontaminanty. Do kontaminantů potravin a životního prostředí řadíme i dusičnany [1].

Přírodní cestou vzniká dusičnan při rozkladu humusu, který je zásobárnou dusíku pro rostliny. Půdními organismy je humus rozložen a vzniká nejprve amoniak, následně dochází k oxidaci na dusitany, které se dále oxidují na dusičnany. Tyto formy rostlina využije ke tvorbě organických látek. Amoniak i dusičnan se následně uvolňují i po odumření rostliny [1,2].

### 1.1 Dusík a jeho koloběh v přírodě

Dusík je důležitý pro růst rostlin. Rostliny jej však většinou nemohou využít ze vzduchu, a proto jej musí přijímat z půdy ve formě dusičnanů a amonných solí. V těchto formách je dusík z rostlin následně prostřednictvím potravního řetězce předáván konzumentům, kteří jej vylučují ve formě kyseliny močové, či močoviny. Tím se sloučeniny dusíku dostávají zpět do půdy a díky bakteriím se opět přeměňují v dusíkaté soli, které jsou užitečné pro rostliny. Koloběh dusíku je znázorněn na Obr. 1 [3].



**Obr. 1** Koloběh dusíku v přírodě [3]

## 1.2 Dusičnany po chemické stránce

Dusičnany, nazývané též nitráty či ledky jsou soli kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_3$ ), obsahují  $\text{NO}_3^-$  skupinu. Nitráty jsou tedy ionty tvořené třemi atomy kyslíku a jedním atomem dusíku. Následkem fixace vzdušného dusíku, jsou přirozenou složkou životního prostředí.

Jelikož jsou bohaté na dusík, značná část vyrobených dusičnanů se užívá jako rychle působící hnojiva. Do půdy se tedy mohou dostat po aplikaci dusíkatých hnojiv nebo se uvolňují rozkladem látek organické povahy obsahujících dusík. Charakteristickou vlastností dusičnanu ( $\text{NO}_3^-$ ) je poměrně snadná rozpustnost ve vodě, velmi snadno se pohybuje v půdě a následně se také lehce z půdy vyplavuje do podzemní vody, nejčastěji v důsledku vysokých dešťových srážek nebo nesprávné závlahy. Z půdy je rostliny ale i mikroorganismy přijímají a organicky vážou [2,4].

Tvorba i příjem dusičnanů jsou biologické procesy, které jsou ovlivňovány mnoha faktory jako je např. půdní vlhkost, teplota, sluneční svit, hodnota pH, obsah oxidu uhličitého a kyslíku. Ideálním stavem je rovnovážný proces jejich tvorby a rozkladu [2].

Za příznivých podmínek rostliny rychle metabolizují podle zjednodušeného schématu přes dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ) na celou řadu organických dusíkatých sloučenin [5]:



V lidském těle se mohou chemicky přeměnit na dusitany a ty pak následně na nitrosaminy, které jsou známy svými karcinogenními účinky.

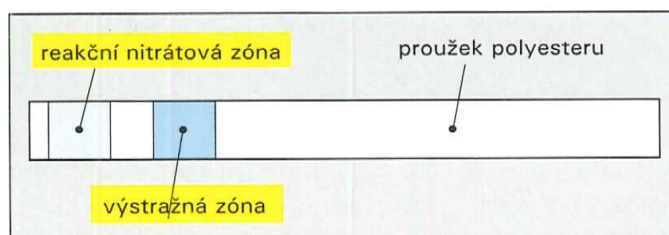
## 1.3 Metody stanovení dusičnanů

Na stanovení množství dusičnanů obsaženém v biologických materiálech se používají různé analytické metody. Mezi nejpoužívanějšími metodami patří především spektrofotometrické, potenciometrické a chromatografické. Dusičnany je možné stanovit i pomocí polarografie, atomové absorpční spektrofotometrie, kapilární isotachografie [6].

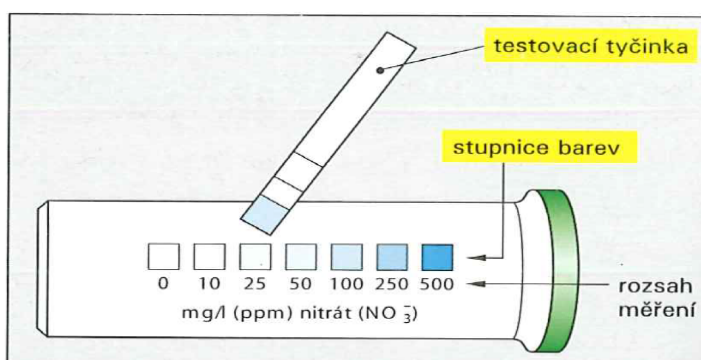
Dusičnany se často vyskytují společně s dusitany, a proto i principy jejich stanovení vychází ze stejné metody, přičemž se nejprve stanoví jedna skupina a po oxidaci nebo redukci suma obou skupin [7].

### 1.3.1 Diagnostické tyčinky

Diagnostické tyčinky slouží k orientačnímu stanovení nitrátů v rozsahu od  $1 \text{ mg.l}^{-1}$ . Tyto speciální tyčinky jsou složeny z polyesterového proužku, který je na jednom konci nasycen potřebným činidlem (viz. Obr. 2). Reakční zóna se krátce ponoří do analyzovaného vzorku a přebývající tekutina se setřepe. Po uplynutí reakční doby se výsledné zabarvení porovnává se stupnicí barev na obalu (viz. Obr. 3), čímž se vyhodnotí koncentrace přítomných látek.



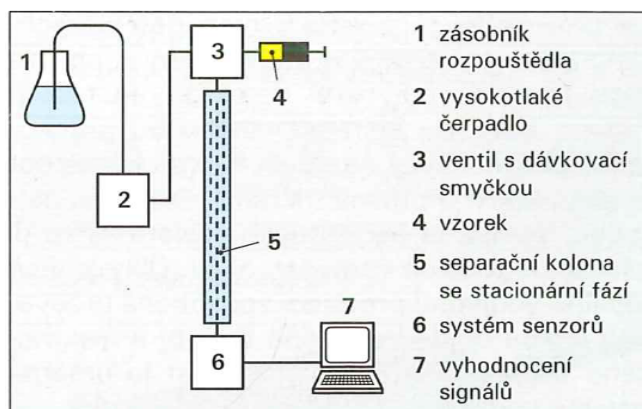
Obr. 2 Testovací tyčinka (nitrát) [3]



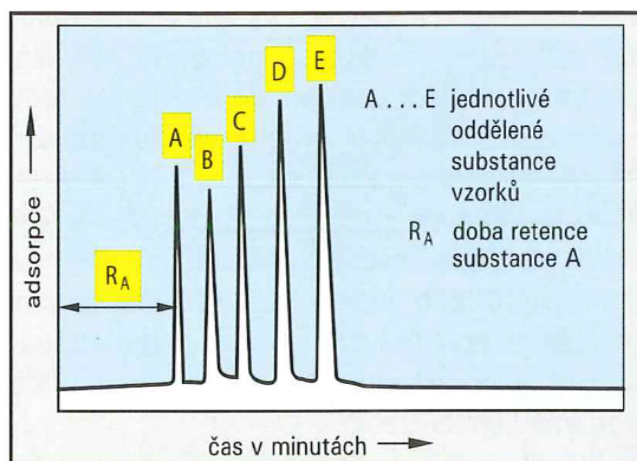
Obr. 3 Zjišťování koncentrace testovací tyčinkou [3]

### 1.3.2 Analýza metodou kapalinové kolonové chromatografie HPLC

Metoda HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) slouží ke kvalitativnímu i kvantitativnímu měření dusičnanů současně s dusitany, využívá detekce spektrofotometrické (při 212 nm) a elektrochemické (s elektrodou ze skelného uhlíku). Je většinou založena na rozdílné distribuci dělených látek mezi dvě různé nemísitelné fáze. Jedná se o dělicí a analytickou metodu zároveň. Zařízení pro HPLC je znázorněno na Obr. 4 [3].



Obr. 4 Stavba zařízení HPLC [3]



Obr. 5 Chromatogram [3]

### Laboratorní stanovení dusičnanů s 3,4-xylenolem

Jedná se o přesnou a dostatečně rychlou separační metodu. Princip metody spočívá v tom, že dusičnany v prostředí kyseliny sírové nitrují xylenol. Jeho izolace ze směsi je docílena destilací s vodní parou, přičemž následně dochází k jeho zachytávání do předlohy s obsahem borátového tlumivého roztoku. Vzniklý nitroxylenolát je žlutý až oranžový, a jeho absorpční maximum je při 430 nm. Intenzita zbarvení se měří v 1 cm (případně 2 nebo 5 cm) kyvetách při 430 nm proti destilované vodě. V přítomnosti dusičnanů je tedy roztok v předloze žlutě zbarvený a zbarvení je stále několik hodin [8].

### 1.3.3 Metoda přímé potenciometrie s dusičnanovou iontově selektivní elektrodou ISE

Nejčastěji používaná metoda pro stanovení dusičnanů v rostlinném materiálu. Je založena na měření elektrického potenciálu, který se vytváří v závislosti na aktivitě  $\text{NO}_3^-$  na membráně elektrody. Potenciál dusičnanové elektrody se měří proti merkurosulfátové elektrodě, která je na Obr. 6. Jedná se o rtuť pokrytou vrstvou síranu rtuťného  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$  v roztoku síranu hlinitého  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Vhodným elektrolytem pro stanovení nitrátů je tedy 1 % roztok síranu hlinitého, do kterého se nitráty extrahují za horka [9].



**Obr. 6** Merkurosulfátová elektroda [10]

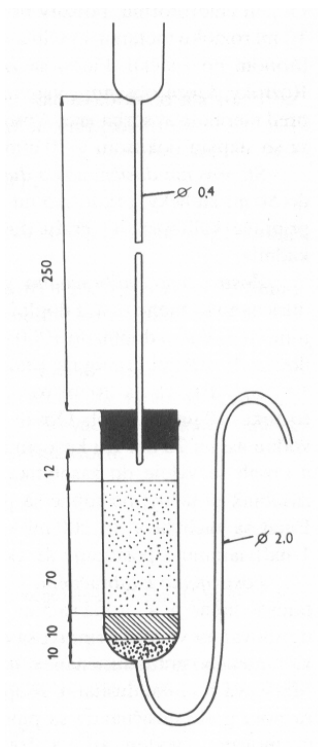
Na Obr. 7 je znázorněna elektroda s polymerní  $\text{NO}_3^-$  selektivní membránou firmy METROHM k potenciometrickému stanovení nitrátů.



**Obr. 7** Elektroda s polymerní  $\text{NO}_3^-$  selektivní membránou [10]

### 1.3.4 Fotometrická metoda s 1-naftylaminem

Velmi citlivá metoda, vhodná pro sledování dusičnanů i dusitanů v rostlinných produktech (zelenina, ovoce, obilniny, dětská výživa). Principem je extrakce tlumivými roztoky a následná filtrace, po které je možné stanovení dusitanů. Část filtrátu se vede přes kolonu s kovovým kadmíem (viz. Obr. 8), čímž dojde k redukci dusičnanů na dusitany. Takto se stanoví suma dusičnanů a dusitanů [11,12].



**Obr. 8** Schéma kolony s kovovým kadmíem k redukci dusičnanů [11]



### 1.3.5 Elektroforetické metody – Izotachoforéza (ITP), Kapilární elektroforéza (CE)

Elektroforetické metody slouží k oddělení látek na základě jejich rozdílné pohyblivosti v elektrickém poli. Jsou to velmi citlivé metody vhodné pro stanovení zejména nízkých obsahů. Typická doba analýzy je 10 – 25 min [13].



**Obr. 9** Elektroforetický analyzátor (VILLA LABECO) [13]

Pro stanovení dusičnanů lze použít řadu dalších metod. Výsledky se vyjadřují v mg dusičnanů na kg čerstvého nebo mraženého rostlinného materiálu a porovnávají s udanými limitními hodnotami pro obsah dusičnanů v potravinách.

## 2 DUSIČNANY V POTRAVINÁCH ROSTLINNÉHO PŮDOVU

Obsah dusičnanů v rostlinách silně závisí na prostředí, zejména intenzitě světla a teplotě. S přibývajícím světlem a teplotou, především v létě, se přemění více dusičnanů na bílkoviny. Z toho důvodu je obsah dusičnanů konkrétně v listové zelenině ráno vyšší než večer. Vyšší obsahy dusičnanů vlivem méně světla jsou proto v zimě, velmi vysoké jsou pak v listové zelenině ze skleníku. Využití světla je značně ovlivněno i konstrukcí a typem skla skleníků. To by mělo být bráno v potaz při hnojení [2].

Správný zemědělec, zahradník i zahrádkář se snaží oživit procesy přeměny organických látek s cílem vytvoření dostatečného množství dusičnanů pro výživu rostlin, ale zároveň se snaží o to, aby nedocházelo k nadbytku dusičnanů [2].

Logickým cílem šlechtitelů by mělo být zaměření se na vyvíjení takových odrůd pro praxi, které obsahují co nejmenší množství nežádoucích dusičnanů ve svých jedlých částech [6].

### 2.1 Zelenina

Zelenina je důležitou součástí potravy, ve které plní funkci bohatého zdroje vitaminů a minerálních látek. Významný je také obsah látek, které rostliny vytvářejí jako ochranu proti cizím organismům. Tyto látky se nazývají fytoncidy a mají antibiotický účinek. Najdeme je např. v česneku, cibuli a křenu [14].

Zelenina se, svým významným zdrojem regulačních látek při trávení (enzymy, organické kyseliny, vláknina), řadí mezi důležité složky potravy. Z hlediska dietetického ji lze považovat za hodnotnější než ovoce [15,16].

Jedlými částmi zeleniny se rozumí kořeny, bulvy, listy, nať a květenství a podle toho jakou část konzumujeme se zelenina dělí podle [16] na:

- Listovou - salát hlávkový, špenát, mangold, chřest, reveň rebarbora, štěrbák, čekanka salátová, polníček, řeřicha setá
- Košťálovou - zelí hlávkové (bílé, červené), zelí čínské, zelí pekingské, kapusta hlávková, kapusta růžičková, kapusta kadeřavá, kedluben, květák, brokolice
- Plodovou - okurka, tykev, meloun (cukrový, vodní), rajče, paprika, lilek
- Cibulovou - cibule kuchyňská, česnek, pór, cibule šalotka, pažitka

- Kořenovou - mrkev, karotka, petržel, celer, ředkvička, pastinák, černý kořen, ředkev, křen, červená řepa salátová, vodnice, tuřín
- Luskovou - hrách setý zahradní, fazol zahradní, bob, čočka, sója

Při skladování zeleniny přihlížíme k druhu zeleniny. Skladuje se krátkodobě (salát, okurky, rajčata, květák) a dlouhodobě (kořenová a cibulová zelenina, některé druhy košťálové zeleniny). Před skladováním je vhodné zeleninu přebrat a oddělit poškozené a kazící se plody. Zeleninu je vhodné skladovat v nízkých vrstvách, v suchých, chladných, tmavých a dobře větraných skladech se stálou teplotou [16].

### 2.1.1 Listová zelenina

Tato zelenina bývá nejčastěji konzumována syrová, využívá se především k přípravě salátů a jako příloha k hlavním jídlům. Čerstvost této zeleniny, právě utržené ze zahrádky, je téměř nenahraditelná. Z tohoto důvodu se doporučuje vlastní pěstování. Různé druhy listové zeleniny jsou většinou dostupné po celý rok. Nejčastěji pěstovaným zástupcem této skupiny je salát hlávkový, ale v posledních letech se začíná upřednostňovat salát ledový a římský. Pro tepelnou úpravu je používán především špenát a listový mangold. Většina listových zelenin se vyznačuje krátkou vegetační dobou [5,17].

#### Salát hlávkový (*Lactuca sativa* var. *capitata*)

Jednotlivé odrůdy se podle doby výsadby dělí na:

- odrůdy k rychlení,
- rané odrůdy, které se vysévají brzy z jara,
- letní odrůdy, které se vysévají v dubnu a sklízí v letních měsících a
- zimní odrůdy, které se vysévají v zimě a poskytují velmi rané sklizně.

Je snadno stravitelný, má vysokou biologickou hodnotu a je oblíbený pro značnou rozmanitost, co se týče jeho kuchyňské úpravy. Posiluje imunitní systém, srdeční a svalovou činnost, napomáhá okysličování buněk a zlepšuje využitelnost bílkovin v těle. Je vhodný při dietním stravování [5].

**Reveň rebarbora** (*Rheum rhabarbarum*)

Pěstuje se pro mohutné řapíky, které jsou nejchutnější v období duben – červen (před obdobím květu). Ve srovnání s ostatními druhy zelenin se vyznačuje nízkou hodnotou pH (kolem 4). Kyseliny jablečná a šťavelová, obsažené v rostlině, dodávají řapíkům typickou nakyslou chuť. Charakteristickým znakem je i poměrně vysoká mrazuvzdornost (-35 °C). Využívá se na kompoty, k přípravě koláčů a polévek, šťáv, salátů apod. Rebarbora byla používána jako léčivá rostlina již před mnoha tisíci lety [5].

**Špenát** (*Spinacia oleracea*)

Jedná se o důležitou listovou zeleninu, původem z Arábie, která je významným zdrojem stopových prvků v lidské výživě. Podle některých výzkumů se uvádí, že špenát hraje roli v prevenci rakoviny. Vysévá se na jaře a vhodná doba sklizně špenátu je po 45 dnech [17].

**Mangold** (*Beta vulgaris var. cicla*)

Má obdobné využití jako špenát. Rozlišuje se mangold listový (s úzkými řapíky a s malými širokými listy) a mangold řapíkatý (se širokými dužnatými řapíky a velkými listy s užšími čepelemi). Na rozdíl od špenátu, mangold obsahuje méně kyseliny šťavelové a více vitamínu C. Pochází ze středomoří [5].

## 2.2 Výskyt dusičnanů v zelenině

Zeleninu můžeme podle schopností akumulovat nitráty obecně rozdělit do čtyř skupin:

- zelenina s nízkým obsahem dusičnanů,
- zelenina se středním obsahem dusičnanů,
- zelenina s vysokým obsahem dusičnanů,
- zelenina s velmi vysokým obsahem dusičnanů.

Do skupiny s nízkým obsahem dusičnanů řadíme plodové zeleniny pěstované v polních podmínkách, především v letním období. Naopak vysoký obsah dusičnanů je obecně u listové, kořenové, košťálové, ale i cibulové zeleniny pěstované při nadbytku přístupných dusíkatých živin v půdě a při nedostatku slunečního záření. Jedná se tedy především o tzv. rychlenou zeleninu a zeleninu pěstovanou ve sklenicích. Zařazení konkrétních druhů zeleniny do příslušných skupin je uvedeno v Tab. 1.

**Tab. 1** Rozdělení zeleniny podle obsahu dusičnanů [2,6].

Obsah dusičnanů		Druh zeleniny
	[mg.kg <sup>-1</sup> ]	
Nízký	méně než 250	chřest, fazole, hrách, rajčata, kapusta růžičková, cibule, paprika, artyčok, černý kořen, okurky, kozí brada
Střední	250 - 1000	květák, zelí, mrkev, kapusta hlávková, lilek, petržel, meloun, tykev, patison, cuketa, brokolice, křen, fazol, pažitka, česnek, čekanka, tuřín
Vysoký	1000 - 2000	mangold, ředkvička, ředkev, pór, kedluben, celer, řeřicha, fenykl, kopr, rukola, reveň, kozlíček, štěrbák, šrucha
Velmi vysoký	více než 2000	salát hlávkový a listový, špenát, řepa

### 2.2.1 Kontrolní orgány zabývající se problematikou dusičnanů

Dusičnany spadají do kategorie kontaminantů, které mohou mít za určitých podmínek nepříznivý dopad na zdraví spotřebitele. Touto problematikou se zabývají pracovní orgány Evropské komise a Výbor pro životní prostředí a průmyslové kontaminanty, včetně výborů expertů. Spolupracují se zástupci Codex Alimentarius (Světový potravinový kodex) a Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA), se kterými na pravidelných schůzkách projednávají jednotlivé problémy [5,14].

Nejvyšší přípustná množství nebo speciální množství pro dusitanů a dusičnany určuje příslušná legislativa.

### 2.2.2 Maximální povolené limity dusičnanů obsažených v zelenině

Pro obsah dusičnanů v potravinách jsou stanoveny maximální přípustné hodnoty. Během uplynulých pěti let se změnila limity pro dusičnany v čerstvém salátu a špenátu. I přes dosažený pokrok v oblasti omezování přítomnosti dusičnanů se totiž v některých regionech EU nepodařilo limity soustavně splňovat, a to především vlivem neovlivnitelných klimatických a světelných faktorů. Od prosince 2011 byly tyto nejvyšší přípustné hodnoty zvýšeny o 500 mg.kg<sup>-1</sup>. Původní a aktuální limity jsou pro srovnání uvedeny v Tab. 2 a Tab. 3 [18].

**Tab. 2** Maximální limity obsahu dusičnanů v listové zelenině dle Nařízení Komise 1881/2006/ES (dříve platné od 1.3.2007) [2,6].

Produkt	Způsob pěstování a termíny sklizně	Max. obsah NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Čerstvý špenát	doba sklizně od 1.10. do 31.3.	3000
	doba sklizně od 1.4. do 30.9.	2500
Špenát konzervovaný, hluboko zmrazený nebo mrazený		2000
Čerstvý salát (chráněný, volně pěstovaný) s výjimkou salátu „ledového“	doba sklizně od 1.10. do 31.3.	
	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	4500
	pěstovaný pod širým nebem	4000
	doba sklizně od 1.4. do 30.9.	
„Ledový“ salát	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	3500
	pěstovaný pod širým nebem	2500
	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	2500
	pěstovaný pod širým nebem	2000

**Tab. 3** Maximální limity obsahu dusičnanů v listové zelenině dle Nařízení Komise 1258/2011/EU (platné od 2.12.2011) [19].

<b>Produkt</b>	<b>Způsob pěstování a termíny sklizně</b>	<b>Max. obsah NO<sub>3</sub><sup>-</sup> [mg.kg<sup>-1</sup>]</b>
Čerstvý špenát		3500
Špenát konzervovaný, hluboko zmrazený nebo mrazený		2000
	doba sklizně od 1.10. do 31.3.	
Čerstvý salát (chráněný, volně pěstovaný) s výjimkou salátu „ledového“	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	5000
	pěstovaný pod širým nebem	4000
	doba sklizně od 1.4. do 30.9.	
	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	4000
	pěstovaný pod širým nebem	3000
„Ledový“ salát	pěstovaný ve skleníku nebo foliovníku	2500
	pěstovaný pod širým nebem	2000
Rukola	doba sklizně od 1.10. do 31.3.	7000
	doba sklizně od 1.4. do 30.9.	6000

Každoroční průzkumy vykazují, že obsah dusičnanů v hlávkovém salátu má klesající tendenci, ale přestože je to v obecném zájmu, nadále je z některých regionů hlášen vyšší obsah dusičnanů než jaký je stanoven nařízením č. 1258/2011/EU. Co se týče dusičnanů ve špenátu, k razantním poklesům obsahu příliš nedochází [19].

U každého z uvedených druhů zeleniny je značný rozdíl v zastoupení dusičnanů v jednotlivých orgánech rostliny. Je prokázáno, že dusičnany se přednostně hromadí v rostlinných orgánech zajišťujících transport živin. Místa největšího nahromadění dusičnanových iontů jsou především v listových řapících, žilkách a žebrech, v košťálech, stoncích, špičkách kořenů a ve vnějších listech. Nejnižší obsah je naopak v plodech, v listových čepelech a ve vnitřních listech hlávek. V povrchových vrstvách bývají, ve srovnání s vnitřní částí plodů, hlíz a kořenů, zaznamenávány zpravidla vyšší obsahy [6,20,21].

**Tab. 4** Koncentrace dusičnanů v jednotlivých druzích analyzované zeleniny [5].

<b>Zelenina</b>	<b>Počet vzorků</b>	<b>Koncentrace</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Špenát	13	266 – 2634
Červená řepa	22	224 – 1877
Salát	22	85 – 3857
Zelí	16	26 – 1523
Brambory	180	3 – 1077
Tuřín	4	39 – 239
Mrkev	20	11 – 566
Květák	8	34 – 164
Kapusta	4	30 – 80
Cibule	8	13 – 192
Rajčata	4	4 – 42



### 3 HNOJENÍ ZELENINY

Ztráty způsobené během sklizní, vyplavováním, chemickou či biologickou sorpcí musí být pravidelně nahrazovány hnojením [22].

Při určování vhodné hodnoty pH, u většiny druhů zeleniny pěstované na zahrádce, záleží na druhu půdy a nikoliv druhu rostliny. To však neplatí u těch druhů rostlin, které bezpodmínečně vyžadují kyselou půdu či v případě půd znečištěných těžkými kovy [22].

Hnojit by se mělo ve správném množství, ve správné době, správným způsobem a to vše v rámci respektování vlastností hnojiv, půdy a potřeby rostlin. Hnojiva může obecně rozdělit:

- a) **podle účinnosti** – ta se dále člení na přímá a nepřímá,
- b) **podle skupenství** – můžeme rozlišit hnojiva tuhá, kapalná a plynná,
- c) **podle původu** – do této skupiny hnojiv řadíme organická a průmyslová (minerální) hnojiva.

#### 3.1.1 Techniky hnojení

- Našíroko

Používá se na větších plochách u zelenin s hustší sponem (mrkev, petržel, ředkvička). Hnojivo se stejnoměrně rozhodí, nebo pomocí rozmetadel rozmetá na celou plochu.

- Do řádků

Hnojivo se aplikuje mezi řádky ručně nebo pomocí rozmetadel.

- Špetkování

Co se týče využití živin, je nejvhodnějším způsobem přihnojování na menších plochách. Spočívá v rozdělení hnojivy na menší dávky, které se aplikují po obvodu kořenového systému. Používá se u zelenin pěstovaných ve větších sponech.

- Kroužkování

Jeden z nejlepších, avšak pracných způsobů přihnojování založeného na aplikaci hnojiva okolo rostliny. Používá se u zelenin, které jsou od sebe ve větší vzdálenosti.

- Roztoky hnojiv

Jednoznačně nejlepší způsob aplikace hnojiva k rostlině. Při této technice nehrozí nebezpečí popálení rostlin. Koncentrace roztoků je kolem 0,2 %. V rámci aplikace je využito poznatku, že rostlina je schopna přijmout živiny i přes listová pletiva. Tato technika může být použita i v rámci aplikace chemických ochranných prostředků. Listová výživa je nejefektivnější při zjišťování nedostatku potřebných minerálních látek [23,31].

### 3.1.2 Přihnojování

Přihnojováním během vegetace je doplněna základní dávka potřebných živin aplikovaná na podzim a při předseťové přípravě půdy. Je to osvědčený způsob, kterým se hnojivo šetří a lépe využívá, neboť dusík je aplikován dle potřeby rostlin. Pro přihnojování jsou nejvhodnější lehce přijatelná hnojiva (např. ledek vápenatý) v dávkách 0,1 - 0,2 t/ha. K prvnímu přihnojení dochází až poté co rostlina zakoření (asi za 10 - 14 dní po výsadbě). Další přihnojení následuje pod dvou týdnech. Způsob a technika přihnojení se odvíjí od konkrétní plodiny [22,31].

### 3.1.3 Kontaminace pitné vody

Z hnojené půdy se dusičnany mohou dostat i do pitné vody. Norma pro pitnou vodu stanovuje limit dusičnanů na 50 mg.l<sup>-1</sup>. Tato norma se vztahuje také na veškeré balené vody, přičemž výjimkou je pouze voda kojenecká, která má mnohem přísnější kritéria. Nejvyšší mezní hodnota byla pro kojenecké vody stanovena na 10 mg.l<sup>-1</sup> [24].

## 3.2 Minerální hnojiva

K tomu aby bylo dosaženo optimální množství živin pro pěstování zeleniny a rostlin obecně je zapotřebí použití minerálních hnojiv. Je však velmi důležité dbát na to, aby nedošlo k ohrožení životního prostředí a potravního řetězce [25,26].

Projevem správného používání minerálních hnojiv je pak nejen lepší ochrana životního prostředí, ale jsou to i vyšší výnosy, dobrá jakost a delší trvanlivost zeleniny při jejím skladování, vyšší odolnost proti škůdcům, chorobám a nepříznivým klimatickým podmínkám [25,26].

### 3.2.1 Dusíkatá hnojiva

Dusík patří k základním stavebním složkám, které tvoří nejvýznamnější část živé hmoty. Nedostatek dusíku snižuje růst rostliny, omezuje tvorbu chlorofylu, bílkovin a enzymů. [14].

Vysoké výnosy pěstovaných plodin jsou závislé na obsahu dusíku v půdě a protože jej bývá zpravidla nedostatek, hrají právě dusíkatá hnojiva v této oblasti velkou roli. Většina dusíkatých hnojiv se vyrábí ve formě jednosložkových hnojiv. Existují tři typy dusíkatých hnojiv [27]:

- **Forma dusičnanová** - která se vyznačuje rychlým působením a jejími nejběžnějšími zástupci jsou ledek amonný a ledek vápenatý. Vhodná do kyselejších a těžkých půd [23].
- **Forma amoniakální** - s pomalejší působností. Účinná složka  $\text{NH}_4^+$  se v půdě mění na  $\text{NO}_3^-$ . Do této skupiny hnojiv patří kapalný amoniak, síran a fosforečnan amonný, a také dusičnan amonný [23].
- **Forma amidická** – působí nejpomaleji a v půdě se přes amoniak mění na dusičnany. Nejvýznamnějším amidickým hnojivem je močovina [23].

Při přehnojení rostlina přednostně vytváří vegetativní orgány, tkáně jsou následně křehké a mají sklon k chorobám, opoždí se sklizeň a dochází ke snížení jakosti rostlinných produktů. Je zřejmé, že nadměrné hnojení nepříznivě ovlivňuje vývoj rostlin, je však důležité si uvědomit, že může mít škodlivý vliv ekologický. Konkrétně u dusíkatých hnojiv je nejzřejmější vyplavování hnojiva a okyselování půd. Navíc nitráty kontaminují i zemědělské produkty a jejich obsah v potravinách může převyšovat hodnoty přípustné pro člověka [4,23].

I když nepoužíváme ke hnojení dusíkatá hnojiva, může nám vzniknout problém znečištění dusičnany. Jednostranný přísun dusičnanů i jejich nedostatečný příjem má za následek zvýšené hodnoty v rostlinách a podzemní vodě. Ke konkrétnímu nežádoucímu obohacení dusičnany může dojít i v případě nerozváženého zacházení s hnojem z vlastního drobného chovu či z přikupovaných statkových hnojiv a také zapravením zeleného hnojení [2].

**Dusičnan vápenatý  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$** 

Zvaný též ledek vápenatý či norský ledek. Používá se pro výrobu dusíkatého rychle působícího hnojiva, které je založeno na hnojení základní živinou - dusíkem. Díky obsahu vápníku, který zmírňuje účinky půdní kyselosti, je pak toto hnojivo vhodnější pro kyselější půdy. První synteticky vyrobené hnojivo (r.1916, firmou Norsk Hydro) [27,28].

**Dusičnan sodný  $\text{NaNO}_3$** 

Známý jako chilský ledek je bezbarvá látka, která je rozpustná ve vodě. Vyskytuje se v zrnitých agregátech na suchých místech, především v pouštích. Hlavní naleziště je poušť Atacama v Chile. Ledek se používá, jako většina dusičnanů, k výrobě dusíkatých hnojiv. Nebezpečnost: oxidující, zdraví škodlivý, podráždění očí, kůže a dýchacích cest [27,28].

**Dusičnan draselný  $\text{KNO}_3$** 

Pojmenováváný též jako ledek draselný. Jedná se o bílý prášek snadno rozpustný ve vodě. Přirozeně se vyskytuje na stěnách kamenů a skal. Získává se synteticky z odpadní rostlinné a živočišné hmoty a z anorganických sloučenin. Použití při výrobě střelného prachu, zábavní pyrotechniky a hnojiv [27,28].

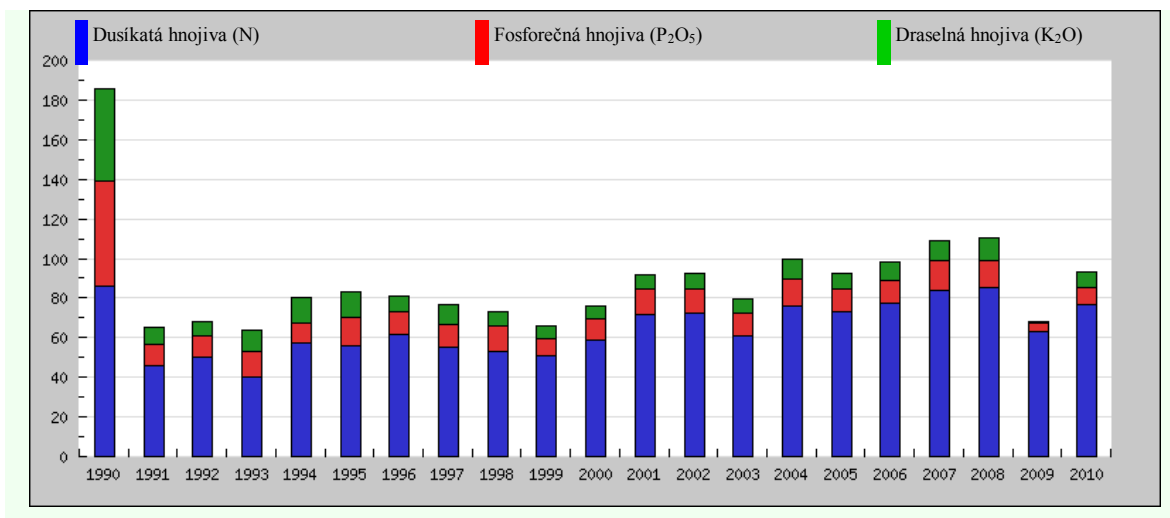
**3.2.2 Spotřeba minerálních hnojiv**

Ze statistik Ministerstva zemědělství České Republiky je patrné, že spotřeba minerálních hnojiv po roce 1990 výrazně klesla, avšak od roku 2000 se začala opět zvyšovat a to až do roku 2008, kdy dosáhla maxima za sledované období.

Co se týče jednotlivých skupin používaných hnojiv, spotřeba dusíkatých hnojiv rostla zatímco spotřeba fosforečných a draselných hnojiv byla téměř konstantní. K výraznému poklesu ve spotřebě minerálních hnojiv došlo v roce 2009, kdy (ve srovnání s rokem 2008) došlo ke snížení o 38,5 %. V roce 2010 však došlo ke zvýšení spotřeby o 37 %, neboť aplikace hnojiv z podzimu roku 2009 byla v důsledku nevhodných klimatických podmínek přesunuta na jaro 2010. Další příčinou však byla i změna výměry započítávané zemědělské půdy. Do roku 2010 byla spotřeba statkových a minerálních hnojiv počítána na 4 mil. ha zemědělské půdy, následně však došlo ke změně, kdy se počítalo s výměrou tzv. „využívané zemědělské půdy“, která pro rok 2010 činila 3 524 tis. hektarů. Po zohlednění daných okolností lze konstatovat, že průměrná spotřeba hnojiv v období let 2009 – 2010 byla nižší než v období šesti předcházejících let [29,30].

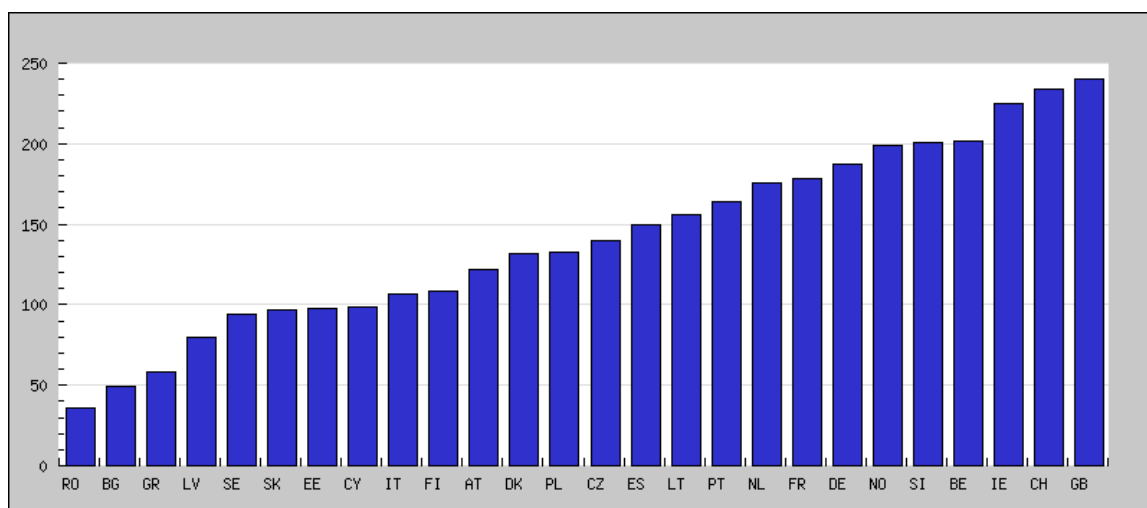
Konkrétní spotřeba v roce 2010 činila u dusíkatých hnojiv 76,7 kg/ha, u fosforečných hnojiv 8,9 kg/ha a u draselných hnojiv 7,5 kg/ha čistých živin [30].

Vývoj spotřeby minerálních hnojiv znázorňuje Obr. 10:



**Obr. 10** Přehled spotřeby minerálních hnojiv v ČR v kg/ha [30]

Pokud se jedná o spotřebu minerálních hnojiv, dosahuje Česká Republika ve srovnání s ostatními evropskými státy průměrných hodnot (viz. Obr. 11). Spotřeba hnojiv se odvíjí od klimatických podmínek, četnosti zemědělské činnosti v jednotlivých zemích a především finančních možnostech hospodařících subjektů [30].



**Obr. 11** Mezinárodní srovnání spotřeby minerálních hnojiv v roce 2006 v kg/ha [14,30]

### 3.3 Požadavky na hnojení jednotlivých druhů zeleniny

#### Hnojení zeleniny ze skupiny s velmi vysokým obsahem dusičnanů

- Hnojení salátu hlávkového

Před započítáním výsadby či setí se půda hnojí 30 g dusíku, 25 g fosforu a 90 g draslíku. Předtím než začne salát zavíjet hlávky, přihnojuje se 20 g dusíku v ledku. Tento druh zeleniny je poněkud náročný na dostatek humusu v půdě a vyžaduje neutrální reakci půdy, špatně snáší fyziologicky kyselá hnojiva a čerstvé vápnění [31].

- Hnojení špenátu zelného

Potřebná dávka dusíku, fosforu a draslíku se aplikuje před setím. Poté co dojde k vytvoření dvou listů špenátu se přihnojuje 30 g dusíku (v ledku). Stejně jako hlávkový salát potřebuje neutrální reakci půdy a nesnáší fyziologicky kyselá hnojiva [31].

#### Hnojení zeleniny ze skupiny s nízkým obsahem dusičnanů

Pro správnou výživu chřestu je zapotřebí 35 g N, 15 g P, 50 g K a 7 g manganu. Fazol zahradní se před výsevem hnojí 20 g N, 30 g P a 100 g K, po té co rostlina vzejde je potřeba přihnojit 10 g N a před kvetením 10 g N v ledku. Vyžaduje neutrální až slabě zásaditou reakci půdy. Hrách zahradní se před výsevem hnojí 25 g N, 32 g P a 110 g K. Paprika je náročná na organické hnojení a před započítáním výsadby se hnojí 80 g N, 40 g P a 130 g K, druhá dávka 30 g dusíku (v ledku) je vhodná na začátku vývoje prvních plodů. Na organické hnojení jsou nenáročná rajčata, která se před výsadbou hnojí 80 g N, 45 g P a 130 g K a na začátku vývoje prvních plodů se přihnojuje 30 g N v ledku. Stejně jako ostatní plodové zeleniny potřebuje neutrální reakci půdy. Okurky jsou náročné na plné organické hnojení. Před započítáním výsadby se hnojí 70 g N, 45 g P a 160 g K, ve stádiu vývoje 3 - 4 listů se přihnojuje 20 g N a podruhé na začátku kvetení 20 g N [31]. Jednotlivé dávky minerálních látek jsou shrnuty v Tab. 5.

Tab. 5 Jednotlivé dávky minerálních látek používané v rámci hnojení

Zelenina	Minerální látka [g]		
	Dusík	Fosfor	Draslík
Salát hlávkový	50	25	90
Špenát zelný	60	25	100
Chřest	35	15	50
Fazol zahradní	30	30	100
Hrách zahradní	25	32	110
Paprika	110	40	130
Rajčata	110	45	130
Okurky	110	45	160
Okurky rychlené	140	45	330

## 4 VLIV TECHNOLOGICKÉHO A KUCHYŇSKÉHO ZPRACOVÁNÍ ZELENINY NA OBSAH DUSIČNANŮ

Čerstvé plody zeleniny mohou být konzumovány ihned po umytí (mrkev, rajčata, okurek, paprika aj.) nebo až po očištění a mechanickém zpracování, např. pokrájení na plátky či kostky.

Součástí technologie výroby většiny potravin je i tepelné opracování, neboť má za následek zvýšení jejich údržnosti, změnu konzistence, ale i změnu vzhledu (barvy), chutě a vůně. Tepelným záhřevem dochází k potlačení aktivity nežádoucích mikroorganismů i látek nežádoucích pro lidský organismus. Jednotlivé postupy tepelné úpravy se provádí při teplotách nad 60 °C [32].

Faktory, které mají při tepelné úpravě potravin za následek pokles účinnosti daných sloučenin:

- chemická přeměna na deriváty s nižší účinností,
- ireverzibilní vazby s jinými složkami potravin,
- degradace na neúčinné formy.

Na urychlení ztrát se mnohdy podílí i kyslík, světlo a kovy [32].

### 4.1 Tepelná úprava zeleniny

Zeleninu a ovoce je nejzdravější jíst čerstvé. Tepelným zpracováním se ztrácí cenné vitamíny a antioxidanty, jako i některé důležité minerály. Zelenina má být opracována těsně před tepelnou úpravou. Tepelná úprava zeleniny by měla být co nejkratší. Mezi nejčastější a nejšetrnější tepelné úpravy zeleniny řadíme blanšírování, vaření a dušení. Zeleninu není vhodné smažit, protože smažená má vysokou nevyužitelnou energii a navíc u smažení vznikají z přepálených tuků karcinogenní látky.

#### 4.1.1 Blanšírování

Jak v potravinářském průmyslu, tak i v obvyklé kuchařské praxi se při zpracování zeleniny používá tzv. blanšírování. Jedná se o spařování zeleniny horkou vodou či šetrněji parou. Docílí se tak uchování barvy a uvolnění chutě, usnadnění loupání a zlepšení stravitelnosti některých druhů zeleniny. Pokud chceme dosáhnout co nejmenších ztrát vitamínů obsaže-



ných v zelenině, doba blanširování by měla být co nejkratší a bezprostředně po této úpravě by mělo následovat rychlé zchlazení [17,32,33].

#### 4.1.2 Vaření

Vaření je častou kulinární úpravou řady potravin, při které působíme na zvolenou potravinu horkou tekutinou, v případě zeleniny především vodou o teplotě 100 °C. Část obsažených vitamínů je degradována působením vyšších teplot a část je vyluhována do vývaru [32].

Při posuzování ztrát hraje roli i druh zeleniny, neboť u jednotlivých druhů dochází při vaření k rozdílným ztrátám.

Nejvhodnější je vaření zeleniny v celku, zachovají se tak cenné biologické látky. V případě vaření se nedoporučuje jeho zbytečné prodlužování. Zelí, květák a špenát je vhodné před vařením spařit, odstraní se tím čpavé a nadýmové látky. K červené řepě, červenému zelí a celeru se přidává ocet nebo citrónová šťáva pro zachování původní barvy [17,33].

Zvláštní způsoby vaření:

- v tlakovém hrnci
- v páře
- v konvektomatu

V tlakové nádobě vaříme za zvýšené teploty a zvýšeného tlaku. Výhodou této úpravy je zkrácení doby varu a úspora energie, nevýhodou je však, že dochází k vyššímu vyluhování. Pro vaření v páře jsou příslušné pařáky nebo varné skříně v nichž se tvoří pára. Dnes se často používá zařízení konvektomat. Tato tepelná úprava je výhodnější neboť při ní nedochází k vyluhování a potraviny si zachovají své chuťové vlastnosti [33].

#### 4.1.3 Dušení

Dušení je tepelná technologická úprava probíhající v uzavřené nádobě, přičemž na potravinu působí částečně horká tekutina a částečně pára. Pro zeleninu je vhodné dušení na sporáku, přičemž samotné dušení je vhodnější úpravou než vaření. Dochází k menším ztrátám biologicky hodnotných látek [33].

## 4.2 Vliv kuchyňských úprav zeleniny na množství dusičnanů

Jednotlivé postupy zpracování zeleniny mohou vést ke snížení obsahu dusičnanů.

Dusičnany je možné snížit vařením ve vodě až o 75 %, blanšírováním o 70 %, odstraněním silných žebor, vnějších listů a košťálů o 30 % a loupáním o 25 – 50 % [5].

Nejúčinnější je kombinace postupů úpravy zeleniny. Již při loupání lze dosáhnout poklesu nitrátů až na polovinu, následným vařením ve vodě či blanšírováním dochází k dalším ztrátám. Z toho vyplývá, že v připraveném pokrmu lze očekávat přibližně 30 - 50 % [5].

Bylo zjištěno, že nižší teplotou a delším časem zpracování lze účinněji omezit obsah dusičnanů v zelenině, než působením vyšší teploty po kratší dobu [33].

Při kuchyňském zpracování zeleniny je důležité brát v potaz to, že tepelně upravenou zeleninu je třeba konzumovat co nejrychleji po uvaření, neboť vhodnými podmínkami pro množení bakterií, které přeměňují dusičnany na dusitany, je teplota v rozmezí 5 – 15 °C. Případné zbytky by měly být neprodleně uloženy do chladničky [5].

Je obecně známo, že zelenina s vysokým obsahem dusičnanů, vhodným příkladem je špenát, se nedoporučuje ohřívat. Část dusičnanů degraduje působením vyšších teplot a část je vyluhována do vývaru, proto se také nedoporučuje používat výluh ze zeleniny k dalšímu zpracování.

Přestože se zelenina často spotřebovává i v upraveném stavu, diskuze veřejnosti o zelenině vychází převážně z údajů týkajících se syrové podoby.

## 5 DUSIČNANY A LIDSKÝ ORGANISMUS

Dusičnany nejsou v obvyklých koncentracích pro dospělého člověka nebezpečné, neboť se poměrně rychle vylučují močí. Potenciální toxicita dusičnanu v potravinách vyplývá z možnosti jejich redukce na dusitany [34].

### 5.1 Působení a akumulace dusičnanů v lidském těle

Veškeré chemikálie, ať syntetického nebo přírodního původu, vykazují při určité koncentraci toxicitu, pokud jsou však dusičnany přijímány v obvyklých množstvích s potravou, nejsou pro člověka nebezpečné. Jejich škodlivost lze srovnat s účinky chloridů (Cl) a spočívá v tom, že dusičnany nepřímo ovlivňují trávicí trakt, kde se na základě činnosti bakterií, obsažených v potravinách a střevní mikroflóře člověka, redukují na několikanásobně toxicitější dusitany. Tuto redukci zajišťuje enzym nitrátoreduktasa. Dusitany následně reagují s červeným krevním barvivem hemoglobinem, který po oxidaci železnatých ( $Fe^{2+}$ ) a železitých ( $Fe^{3+}$ ) iontů v něm obsažených ztrácí schopnost přenášet kyslík [5,6,29].

Dusičnany jsou z velké části (cca 75 %) vyloučeny močí, ale zbylá část se znovu dostává do žaludku a pomocí krevního oběhu a slinných žláz se dostávají zpět do dutiny ústní a tím se proces opakuje. Z této skutečnosti vyplývá, že se dusičnany mohou redukovat na dusitany i po poměrně delším časovém úseku po jejich příjmu potravou. Existuje lineární vztah mezi obsahem přijatého dusičnanu a četností jeho sekrece ve slinách, stejně jako s četností tvorby dusitanu ve slinách. Odbornými pokusy bylo zjištěno, že k uvedeným postupům dojde až po překročení určitého množství přijímaného dusičnanů a to konkrétně množství cca 50 mg. K vylučování dusičnanu do ústní dutiny a následné redukci na dusitany tedy nedochází v případě, že tato mez není překročena. Nebezpečná dávka dusitanů u dospělého člověka se uvádí cca 500 mg, u kojenců však hrozí riziko již při množství 1-10 mg [6,29].

### 5.2 Rizikovost dusičnanů pro člověka

Zdravý dospělý člověk je díky obrannému enzymovému oxidoredukčnímu systému, jehož součástí je enzym methemoglobinreduktasa přítomná v červených krvinkách (erytrocytech), schopen vyrovnat se i se zvýšeným příjmem dusičnanů či přímo dusitanů. Jiná je však situace u kojenců (do cca 4 měsíců věku). Krev kojenců obsahuje tzv. fetální hemoglobin přinesený z matčina těla (hemoglobin F), oproti hemoglobinu obsaženému v krvi dospělého člově-

ka (hemoglobin A) u něj snáze dochází k oxidaci. Kojenci navíc nemají plně funkční enzymový oxidoredukční systém, který ovlivňuje přeměnu methemoglobinu zpět na hemoglobin. V důsledku toho u kojenců hrozí nebezpečí dusičnanového potravinového onemocnění zvané methemoglobinemie. Jeho závažnost závisí na množství hemoglobinu v krvi, jehož přirozená hladina se pohybuje do cca 1 % z celkového obsahu krevního barviva. Zvýšená hladina (5 – 10 %) se projevuje modrofialovým zbarvením kůže a sliznic, tzv. cyanózou, která je způsobena zmíněným nedostatečným okysličováním krve. Mezi další projevy patří zrychlená srdeční činnost (tachykardie), křeče a průjmy, které mohou být doprovázeny krvácením, kómatem a poškozením srdeční svaloviny (myokardu) [5,6,15].

Methemoglobinemie však není zdaleka jediným nebezpečím spojeným se zatížením člověka dusičnany z potravy. Dalším takovým neméně závažným rizikem je možnost vzniku N-nitrosloúčenin (nitrosaminů). Tyto sloučeniny vykazují kancerogenní, mutagenní a teratogenní účinky. V případě nitrosaminů se omezení vztahuje na celou populaci, nejen na malé děti [6].

Je důležité zdůraznit, že negativní vliv dusičnanů v lidském organismu je potlačován současným přívodem vitamínu C, který je bohatě obsažen mimo jiné právě v zelenině. Podle novějších studií se uvádí, že pokud je vitamín C v převaze nad dusičnany v poměru 2:1, tak má zelenina ochranný účinek (týká se dospělých konzumentů). Zelenina a ovoce obsahují kromě vitamínu C i další látky, které se vyznačují podobnými příznivými účinky. Jako příklad lze uvést některé další vitamíny (karoteny, tokoferoly), pektiny a ostatní polysacharidy (vláknina), flavonolové látky a některé minerální [6].

## 6 DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ DUSÍKU V ZELENINĚ

Na základě informovanosti o akumulaci dusičnanů a zejména o jejich způsobu hromadění v produktech rostlinné výroby, lze formulovat pár rad, jejichž následným dodržováním je možné afektivně ovlivňovat množství dusičnanů obsažených v zelenině.

Pokud chceme předejít nadbytečnému hromadění dusičnanů v zelenině, je dobré si uvědomit, že:

1. Při pěstování vlastní zeleniny je důležité dbát instrukcí na obalech hnojiv, případně se poradit s odborníkem. Obsah nitrátů nezávisí pouze na dávce a typu hnojiva, ale i druhu zeleniny, ročním období, půdní reakci apod. a to je nutné zohlednit při samotném pěstování. Hnojit dusíkem by se mělo dle potřeby rostliny.
2. Hlavními faktory, které přispívají k tomu, že skleníkově pěstovaná zelenina obsahuje více dusičnanů než ta, která roste volně na poli, jsou bezesporu teplo, nedostatek světla a silná koncentrace hnojiv. Z toho důvodu je vhodné pěstovat zeleninu na plně osluněných záhonech.
3. Sklizeň zeleniny by měla probíhat přímo před přípravou, po slunečném dni je vhodnější ve večerních hodinách než ráno a před samotnou sklizní je dobré zeleninu nezalévat.
4. Snížit obsah dusičnanů je možné vařením ve vodě, blanšírováním, odstraněním košťálů, vnějších listů a silných žeber. Není vhodné využívat vodu po vaření k dalšímu zpracování.
5. V zimních měsících lze saláty bohaté na dusičnany nahradit zeleninou, jako je mrkev, všechny odrůdy zelí, rajčat apod.
6. Tepelně upravenou zeleninu je třeba konzumovat co nejrychleji po uvaření.

## ZÁVĚR

Dusičnany jsou součástí koloběhu dusíku v přírodě, vyskytují se proto v mnoha potravinách rostlinného původu.

Zvýšená hladina dusičnanů v zelenině je následkem změn vnějších podmínek, zejména rychlých poklesů okolní teploty a omezení slunečního svitu. Typickým příkladem je pěstování zeleniny ve sklenících v období tzv. krátkého dne. V porovnání s ostatními druhy zeleniny, obsahují více nitrátů některé saláty, špenát, červená řepa a celer. Roli v rozsahu znečištění zeleniny a podzemní vody hraje hodně faktorů, nezávisí to tedy pouze na uvolňování dusičnanů.

Není důvod se bát dusičnanů natolik, abychom přestali zeleninu jíst úplně. Problematiku dusičnanů není třeba zveličovat, na druhé straně však ani podceňovat. Snížení příjmu dusičnanů prostřednictvím potravního řetězce zůstává nadále důležitou zdravotně-politickou úlohou. Jedná se hlavně o kojence a malé děti, kde vysoké obsahy dusičnanů v potravinách mohou mít dopad na vývoj organismu, přičemž přijatelná denní dávka dusičnanů je 0 - 0,2 mg.kg<sup>-1</sup> tělesné hmotnosti.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VELÍŠEK, Jan a kol. *Chemie potravin III*. Tábor: OSSIS, 1999, s. 204-235. ISBN 80-902391-5-3.
- [2] KALINA, Miroslav. *Kompostování a péče o půdu*. 2. vyd. Praha 7: Grada Publishing, 2004, s. 69-73. ISBN 80-247-1907-4.
- [3] HÄBERLE, Gregor. *Technika pro životní prostředí pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2003, s. 88. ISBN 80-86706-05-2.
- [4] NEISER, Jan a kol. *Základy chemických výrob*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, s. 118-122. ISBN (Váz.).
- [5] ŠMORANC, Miroslav. *Rukověť zahrádkáře*. Praha 3: Český zahrádkářský svaz, 2009, s. 1-11. ISBN 978-80-85362-63-3.
- [6] PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008, s. 47-212. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [7] JANÍČEK, Gustav, ŠANDERA, Karel a Bohuš HAMPL. *Rukověť potravinářské analytiky*. Praha: SNTL, 1962, s. 357-366. ISBN 04-810-62.
- [8] KOCOUREK, Vladimír. *Metody stanovení cizorodých látek v potravinách I*. Praha: Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1989, s. 90-93. ISBN 80-85120-00-3.
- [9] SEMLER, Miloslav a kol. *Iontově selektivní elektrody*. Praha: Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1990, s. 168-172. ISBN 80-85120-14-3.
- [10] Iontově Selektivní Elektrody (ISE) [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: [http://www.metrohm.cz/products/Metrohm/Elektrody\\_a\\_senzory/ISE\\_elektrody/index.html](http://www.metrohm.cz/products/Metrohm/Elektrody_a_senzory/ISE_elektrody/index.html).
- [11] Analýza potravin: přírodní látky [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: [http://utb.files.cepac.cz/moduly/M0028\\_chemie\\_a\\_analyza\\_potravin/distančni\\_text\\_II/M0028\\_chemie\\_a\\_analyza\\_potravin\\_distančni\\_text\\_ii.pdf](http://utb.files.cepac.cz/moduly/M0028_chemie_a_analyza_potravin/distančni_text_II/M0028_chemie_a_analyza_potravin_distančni_text_ii.pdf).
- [12] DAVIDEK, Jiří a Jan VELÍŠEK. *Analýza potravin*. Praha: VŠCHT, 1988, s. 116.
- [13] Izotachoforéza, kapilární elektroforéza [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: <http://www.2theta.eu/laboratorni-pristroje/izotachoforeza-kapilarni-elektroforeza>.

- [14] Nitrate in vegetables, *The EFSA Journal*. 2008, 689, s. 1-68.
- [15] AVERY, Alexander Austin. Infantile methemoglobinemia: re-examining the role of drinking water. *Environmental Health Perspectives*. 1999, vol. 107, iss. 7, ps. 583-586.
- [16] HRABĚ, Jan a Aleš KOMÁR. *Technologie zbožíznařství a hygiena potravin III*. Vykov: VVŠ PV, 2003, s. 130-143. ISBN 80-7231-107-7.
- [17] INGRAO, Christine. *Vřechno o jídle: 1500 druhů přísad a jak je používat*. Praha: Fortuna print, 2006, s. 234-285. ISBN 80-7321-251-X.
- [18] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 294/1997 Sb. o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsob jejich kontroly a hodnocení.
- [19] Změny v limitech dusičnanů [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2011:320:SOM:EN:HTML>.
- [20] BLACK, Brent et al. Partitioning of nitrate assimilation among leaves, stems and roots of poplar. *Herong Publishing*. 2002, vol. 22, ps. 717-723.
- [21] ANDREWS, Michael. The partitioning of nitrate assimilation between root and shoot of higher plants. *Plant Cell Environ*. 1986, vol. 9, ps. 511-519.
- [22] KALINA, Miroslav a Monika WOLFOVÁ. *Hnojení v zahradě*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005, s. 120. ISBN 80-247-1275-X.
- [23] KLÍR, Jan a kol.: *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení*. 2. vyd. Praha 2: Výzkumný úřtav rostlinné výroby, 2008, s. 48. ISBN 978-80-87011-61-4.
- [24] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.
- [25] SANTAMARIA, Pietro. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006, vol. 86, ps. 10-15.
- [26] Minerální hnojiva [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/mineralni/hnojiva\\_mineralni.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/mineralni/hnojiva_mineralni.htm).
- [27] HOVORKA, František. *Technologie chemických látek*. Praha: VřCHT, 2005, s. 89-93. ISBN 80-7080-588-9.



- [28] ZBÍROVSKÝ, Miroslav. *Chemická technologie I*. Praha: SNTL, 1985, s. 84-88. ISBN 04-613-85.
- [29] HILL, Michael. *Nitrates and nitrites in food and water*. England: Woodhead Publishing, 1996, ps. 131-187. ISBN 1-85573-282-3.
- [30] Grafy spotřeby minerálních hnojiv [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1608>.
- [31] Hnojení zeleniny [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: <http://ozahrade.webnode.cz/vyziva-zeleniny/>.
- [32] Ekonomika výživy a výživová politika [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: [http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0013\\_ekonomika\\_vyzivy\\_a\\_vyzivova\\_politika\\_II/osnova/M0013\\_ekonomika\\_vyzivy\\_a\\_vyzivova\\_politika\\_II\\_osnova.pdf](http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0013_ekonomika_vyzivy_a_vyzivova_politika_II/osnova/M0013_ekonomika_vyzivy_a_vyzivova_politika_II_osnova.pdf).
- [33] Základní tepelné úpravy [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: <http://kucharizeskolni.webnode.cz/news/zakladni-tepelne-upravy/>.
- [34] DAVÍDEK, Jiří, JANÍČEK, Gustav a Jan POKORNÝ. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983, s. 365.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Síran hlinitý
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Dusičnan vápenatý
$\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$	Apatit
$\text{CaCO}_3$	Uhličitan vápenatý
CE	Kapilární elektroforéza
$\text{Cl}^-$	Chloridový iont
$\text{CO}_2$	Oxid uhličitý
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
$\text{Fe}^{2+}$	Železnatý kationt
$\text{H}_2\text{O}$	Voda
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Kyselina fosforečná
HF	Fluorovodík
$\text{Hg}_2\text{SO}_4$	Síran rtuťný
$\text{HNO}_3$	Kyselina dusičná
HPLC	Vysoce účinná kapalinová chromatografie
ITP	Izotachoforéza
K	Draslík
$\text{KNO}_3$	Dusičnan draselný
KOH	Hydroxid draselný
Mn	Mangan
N	Dusík
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Uhličitan sodný
$\text{NaNO}_3$	Dusičnan sodný
NaOH	Hydroxid sodný

---

NH <sub>3</sub>	Amoniak
NO	Oxid dusnatý
NO <sub>2</sub>	Oxid dusný
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Dusitanový iont
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Dusičnanový iont
P	Fosfor
pH	Potenciál vodíku

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<b>Obr. 1</b> Koloběh dusíku v přírodě [3] .....	10
<b>Obr. 2</b> Testovací tyčinka (nitrát) [3].....	12
<b>Obr. 3</b> Zjišťování koncentrace testovací tyčinkou [3].....	12
<b>Obr. 4</b> Stavba zařízení HPLC [3].....	13
<b>Obr. 5</b> Chromatogram [3] .....	13
<b>Obr. 6</b> Merkurosulfátová elektroda [10].....	14
<b>Obr. 7</b> Elektroda s polymerní NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> selektivní membránou [10] .....	14
<b>Obr. 8</b> Schéma kolony s kovovým kadmíem k redukci dusičnanů [11] .....	15
<b>Obr. 9</b> Elektroforetický analyzátor (VILLA LABECO) [13].....	16
<b>Obr. 10</b> Přehled spotřeby minerálních hnojiv v ČR v kg/ha [30].....	28
<b>Obr. 11</b> Mezinárodní srovnání spotřeby minerálních hnojiv v roce 2006 v kg/ha [14,30] .....	28

**SEZNAM TABULEK**

<b>Tab. 1</b> Rozdělení zeleniny podle obsahu dusičnanů [2,6].....	20
<b>Tab. 2</b> Maximální limity obsahu dusičnanů v listové zelenině dle Nařízení Komise 1881/2006/ES (dříve platné od 1.3.2007) [2,6]. .....	21
<b>Tab. 3</b> Maximální limity obsahu dusičnanů v listové zelenině dle Nařízení Komise 1258/2011/EU (platné od 2.12.2011) [19]. .....	22
<b>Tab. 4</b> Koncentrace dusičnanů v jednotlivých druzích analyzované zeleniny [5]. .....	23
<b>Tab. 5</b> Jednotlivé dávky minerálních látek používané v rámci hnojení.....	30