

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

**DUSIČNANY V POTRAVINOVOM REŤAZCI ČLOVEKA**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Študijný odbor:	6.1.1 Všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra agrochémie a výživy rastlín
Školiteľ:	Ing. Ladislav Varga, PhD..

**Nitra, 2010**

**Ivana Korbová, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

**Katedra: Agrochémie a výživy rastlín**

**Akademický rok: 2009/2010**

**ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE**

Študent: Ivana Korbová  
Študijný odbor: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2008 Vám zadávam  
tému diplomovej práce:

**Dusičnany v potravinovom reťazci človeka**

Cieľ práce:

- zhrnúť široký okruh informácií a zdrojov z problematiky dusičnanov
- zamerať sa na problematiku dusičnanov v pôde, ako štartovacieho miesta do rastlín, v surovinách a potravinách rastlinného pôvodu, s možným prienikom do potravinového reťazca
- preštudovať najnovšie poznatky o vplyve dusičnanov na ľudský, hlavne detský organizmus
- prieskum formou dotazníka

Rámcová metodika práce:

- získanie a zoštudovanie zdrojov z problematiky dusičnanov
- zosumarizovanie a zatriedenie širokého okruhu získaných informácií do jednotlivých kategórií
- pri zbere empirických faktov použitie dotazníkovej metódy

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Ivana Korbová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Dusičnany v potravinovom reťazci človeka“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 12. apríla 2010

Ivana Korbová

## **Pod'akovanie**

Touto cestou vyslovujem úprimné pod'akovanie vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Ladislavovi Vargovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady, pripomienky a usmernenie pri vypracovaní tejto záverečnej práce.

## Abstrakt

V predloženej diplomovej práci som sa venovala téme „Dusičnany v potravinovom reťazci človeka“. Diplomová práca má teoreticko empirický charakter. V teoretickej časti diplomovej práce bolo cieľom zhrnúť široký okruh informácií a zdrojov z problematiky dusičnanov nielen v pôde, ako štartovacieho miesta do rastlín, ale i v surovinách a potravinách rastlinného a živočíšneho pôvodu, s možným prienikom do potravinového reťazca človeka, z následným vplyvom na zdravotný stav nielen dospelých, ale aj detskej populácie. Výskumy uskutočňované v posledných rokoch v oblasti medicíny sú zamerané na následné pôsobenie dusičnanov a dusitanov v súvislosti s možnosťou ich konverzie a väzby na nitrozovateľné zlúčeniny, z ktorých mnohé sú preukázateľne silné karcinogény.

Dusičnany sa do našej stravy dostávajú z viacerých zdrojov. Ako súčasť kolobehu dusíka sú prirodzenou zložkou životného prostredia. Kľúčovou zložkou prírody je svojim rozsahom a funkciami pôda, v ktorej sa ako dôsledok hnojenia vyskytujú dusičnany, z ktorej prechádzajú do vody a následne do rastlín. Každý deň prijímame do organizmu určité množstvo dusičnanov z pitnej vody.

Skupinou požívateľov, ktoré sa uplatňujú ako zdroj dusičnanov v našej výžive je mäso a údeniny. Dusičnany a dusitany sú spolu s kuchynskou soľou z veľkej časti zodpovedné za niektoré charakteristické zmyslové vlastnosti, ako sú farba a chuť, ale aj za skladovaciu stabilitu a bezpečnosť údených výrobkov v zmysle ochrany pred botulizmom.

V najväčšej miere sa však na prívode dusičnanov do organizmu zúčastňuje zelenina, ktorá patrí medzi komodity, u ktorých vhodnými opatreniami a postupmi vieme a teda môžeme znížiť obsah dusičnanov.

Dusičnany nie sú sami o sebe veľmi nebezpečné, pretože sa v organizme rýchlo odbúravajú v obličkách. Ich primárna toxicita je preto zanedbateľná. Toxicita dusičnanov spočíva v ich premene na dusitany.

Empirická časť je postavená na analýze a interpretácii výsledkov daného prieskumu, štatistickom overení vopred určených hypotéz a vyvedení záverov.

**Kľúčové slová:** dusičnany, dusitany, methemoglobinémia, nitrozoamíny, cyanóza, oxidy dusíka.

## **Abstract**

In presented thesis work I have addicted the topic „ Nitrates in human’s food web“. The thesis has theoretically empirical character. In theoretical part of thesis work the goal was to summarize wide cycle of information and sources from nitrates’ issue not only in ground as starting place for plants but also in raw material and foodstuff of vegetable and animal origin with possible getting in human’s food web, with following influence of health condition not only adult but also childs population. Last years realized researches in the field of medicine are focused on following action of nitrates and nitrites in connection with possibility of their conversion and link on nitrogenetic compounds from which many are provable carcinogens.

Nitrates get to our food from various sources. As a part of nitrogen’s circulation are natural factor of environment. The key factor of nature is soil by its extension and functions in which nitrates occur as a result of fertilization and from which they get into water and consequently into plants. We receive some amount of nitrates into our body from drinking water every day.

The group of edible which are applied as source of nitrates in our nutrition is meat and sausage. Nitrates and nitrites are together with salt in main part responsible for some characteristic empirical attributes such as colour and taste but also for store stability and security of sausage goods in order of protection from botulism.

Vegetable takes part in delivery of nitrates into organism in the highest rate which also belongs to commodity in which we can lower capacity of nitrates by suitable arrangements and actions.

Nitrates are not very dangerous themselves because they are quickly shaved in kidneys. Their primary toxicity is therefore minor loss. Toxicity of nitrates consists in their conversion into nitrites.

Empirical part is based on analyse and interpretation of present research results, statistic approval of ahead defined hypothesis and draw conclusions.

**Key words:** nitrates, nitrites, methemoglobinemia, nitrozoaminys, cyanosis, nitrogen oxides.

# Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>7</b>
<b>Zoznam použitých skratiek.....</b>	<b>8</b>
<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....</b>	<b>11</b>
1.1 Dusík - chemický prvok.....	11
1.2 Oxidy dusíka.....	13
1.3 Zdroje dusičnanov v životnom prostredí.....	16
1.4 Pôda – zdroj živín.....	17
1.5 Dusík v pôde.....	19
1.6 Znečisťovanie vôd dusíkom z poľnohospodárskej činnosti.....	22
1.7 Dusičnany v pitných vodách.....	25
1.8 Dusičnany v potravinových produktoch.....	30
1.9 Dusičnany v zelenine.....	34
1.10 Faktory ovplyvňujúce obsah dusičnanov.....	40
1.11 Vplyv dusičnanov na ľudský organizmus.....	43
<b>2 Cieľ práce.....</b>	<b>49</b>
<b>3 Metodika práce.....</b>	<b>50</b>
3.1 Formulácia problému.....	50
3.2 Použité metódy.....	50
3.3 Charakteristika výskumnej vzorky.....	51
3.4 Spôsob spracovania výsledkov.....	52
3.5 Štatistické overenie .....	53
<b>4 Výsledky.....</b>	<b>55</b>
<b>5 Diskusia.....</b>	<b>65</b>
<b>6 Návrh na využitie poznatkov.....</b>	<b>67</b>
<b>Záver.....</b>	<b>69</b>
<b>Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>73</b>
<b>Prílohy.....</b>	<b>79</b>

## Zoznam skratiek a značiek

**As** – arzén

**CO<sub>2</sub>** – oxid uhličitéy

**Fe** – železo

**Fe<sup>2+</sup>** – dvojmocný ión železa

**Fe<sup>3+</sup>** – trojmocný ión železa

**H<sub>2</sub>** – vodík

**Hb** – hemoglobín

**HNO<sub>2</sub>** – kyselina dusitá

**HNO<sub>3</sub>** – kyselina dusičná

**KNO<sub>2</sub>** – dusitan draselný

**KNO<sub>3</sub>** – dusičnan draselný (draselný liadok)

**metHb** – methemoglobín

**Mn** – mangán

**N<sub>2</sub>** – dusík

**NaNO<sub>3</sub>** – dusičnan sodný (čilsky liadok)

**NH<sub>3</sub>** – amoniak

**NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>** – dusičnan amónny (liadok amónny)

**NO<sub>2</sub>** – oxid dusičitéy

**O<sub>2</sub>** – kyslík

**Sb** – antimón



## Úvod

Najzávažnejším sociálno-ekonomickým dôsledkom znečisteného životného prostredia je poškodenie zdravia obyvateľstva a škody na poľnohospodárskej produkcii.

Životné prostredie je nevyhnutnou podmienkou našej existencie a prežitia. Je to jediné prostredie pre život, ktorým disponujeme. Logickou nevyhnutnosťou teda je chrániť ho a zveľaďovať. Len poznanie však nestačí. Skutočnou zárukou udržania a zlepšovania súčasného stavu, vrátane perspektívy do budúcnosti v problematike životného prostredia je aplikovanie platnej legislatívy a neustále zvyšovanie úrovne jednotlivých taxatívne vymedzených právnych noriem.

Prirodzenou zložkou životného prostredia sú dusičnany a dusitany, ktoré sa podieľajú na kolobehu dusíka v prírode. V rámci tohto kolobehu sa rozkladom bielkovín a iných dusíkatých látok živých organizmov uvoľňuje amoniak. Nitrifikačné baktérie oxidujú amoniak na dusitany a tie sa ďalej oxidujú na dusičnany. Denitrifikačné baktérie z dusičnanov uvoľňujú dusík, ktorý sa vracia znovu do atmosféry. Do pôdy sa dusík dostáva z pozberových zvyškov, zo zeleného hnojenia, maštalného hnoja, priemyselných hnojív (amónne soli a dusičnany). V pôde sa dusík vyskytuje predovšetkým vo forme amónnych solí a dusičnanov. Z pôdy prechádzajú dusičnany do rastlín a odtiaľ sa dostávajú do ľudskej potravy. Veľmi vysokými dávkami priemyselných, ale aj organických hnojív dochádza k zvýšeniu obsahu týchto látok v pôde a tým aj v potravinových surovinách a potravinách.

Dusičnany a dusitany sa využívajú ako aditívne látky pri nakladaní mäsa, kedy je cieľom stabilizovať jeho farbu a inhibovať rast baktérií *Clostridium botulinum*, produkujúcich vysoko toxické botulotoxíny. Prídavky dusičnanov sa niekedy používajú pri výrobe tvrdých syrov, pretože bránia ich nežiadúcemu dureníu počas zrenia. Dusičnany a dusitany sa tiež uplatňujú v reakciách vedúcich k vzniku toxických nitrózoamínov a ďalších nitrózozlúčenín.

Dusík ako chemický prvok je nevyhnutný pre všetky živé organizmy. Vyskytuje sa v rôznych formách. Kým ľudia a zvieratá nevedia využiť dusík z dusičnanov a potrebujú ho v inej podobe, pre rastliny sú najideálnejšie práve dusičnany, ktoré z nich vyrobia zložitejšie zlúčeniny dusíka, ktorý sú schopné prijímať a zúžitkovať zvieratá a ľudia. Ľudia však rastliny často prehnojujú, pričom tie nedokážu zúžitkovať všetky dusičnany, ktoré

v nich ostávajú a tak následne ďalšiu časť potom odplavuje dažďová voda a znečisťuje životné prostredie.

Zelenina predstavuje vo výžive človeka kvalitatívne veľmi dôležitú súčasť. Jej najvýznamnejšími zložkami je vysoký obsah vitamínov, minerálnych prvkov, vlákniny a ďalších látok, ktoré človek potrebuje pre svoj zdravý vývoj. Tvorí asi 10 % objemu našej stravy.

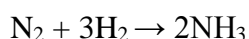
Dusičnany nie sú v rastlinách cudzorodou látkou, ale prirodzenou zložkou a nie sú sami o sebe toxické. Dusičnany sa stávajú problémom vtedy, keď sú redukované na dusitany. Nadmerný obsah dusičnanov v potravinách môže znamenať pre človeka riziko, najmä pre novorodencov a malé deti. Konzumáciou zeleniny organizmus človeka prijíma oveľa menej dusičnanov než s údeninami a vodou. Nie všetky druhy zelenín zhromažďujú vo svojich orgánoch dusičnany v rovnakej miere.

# 1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

## 1.1 Dusík - chemický prvok

Dusík je prvok distribuovaný vo všetkých častiach životného prostredia. Atmosféra, ktorá obsahuje 4/5 dusíka, predstavuje nevyčerpatelný zdroj tohto prvku. Bielkoviny, ako základné zložky živej hmoty, obsahujú asi 10-15 % dusíka. Rozkladom bielkovín sa dusík uvoľňuje a môže ho využiť pre stavbu nových organických látok. No vzdušný dusík, ako aj mnohé formy viazaného dusíka, sú pre rastliny nevyužiteľné. Dusík, ktorý sa dostáva do pôdy, musia rastliny najprv mineralizovať, teda premeniť na amoniak a amónne soli (Tomáš, Hronec a kol., 2007).

Dusík je minoritnou zložkou litosféry a nachádza sa v nej v podobe dobre rozpustných dusičnanov, ktoré vznikajú napríklad biochemickým účinkom nitrifikačných baktérií. Obsah dusíka v biosfére je tiež nízky, ale ako zložka proteínov hrá významnú úlohu vo všetkých biochemických cykloch. Vzhľadom na to, že molekula  $N_2$  je energeticky vysoko stabilná, limitujúcim krokom transportu dusíka z atmosféry je prevedenie  $N_2$  na atomárnu formu. To sa deje fotochemickou reakciou, ktorá vedie v konečnom dôsledku ku vzniku oxidov dusíka. Organický dusík sa transformuje do anorganickej formy počas mineralizačného rozkladu biomasy. Veľké množstvo atmosférického dusíka je priemyselným spôsobom kumulované v plynných, kvapalných alebo tuhých produktoch. Najvýznamnejší proces je vysokotlaková syntéza amoniaku:



Kolobeh dusíka sa uzatvára denitrifikačným uvoľňovaním  $N_2$  a  $N_2O$  z biomasy ([www.fns.uniba.sk](http://www.fns.uniba.sk), 2008).

Dusík- N patrí do piatej B skupiny periodickej sústavy prvkov, čiže medzi p prvky. Jeho valenčná vrstva má stavbu:  $2s^2 2p^3$ . Je to biogénny prvok, ktorý je vo forme najrôznejších dusíkatých zlúčenín. Väčšina týchto dusíkatých zlúčenín je toxická a ich stav, či už v ovzduší, vode alebo v pôde je pravidelne monitorovaný. Najčastejšie sa vyskytujúcimi dusíkatými zlúčeninami sú amoniak, oxid dusný, oxid dusnatý, oxid dusičitý, kyselina dusitá a dusičná a ich soli. Zdroje týchto zlúčenín sú buď prirodzené alebo antropogénne. Za prirodzené zdroje sa pokladá bakteriálna, sopečná, búrková činnosť a iné procesy prebiehajúce v biosfére. Medzi umelé zdroje patria spaľovacie procesy, najmä spaľovanie fosílnych palív a automobilová doprava a využívanie priemyselných hnojív. V posledných rokoch prispelo k zníženiu emisií z automobilovej

dopravy používanie katalyzátorov. Znížil sa najmä podiel oxidu dusnatého a oxidu dusičitého, paradoxne sa však zvýšil podiel oxidu dusného, ktorý sa podieľa na skleníkovom efekte ([www.referaty.atlas.sk](http://www.referaty.atlas.sk), 2007).

Dusík sa v zlúčeninách usiluje získať elektrónovú konfiguráciu nasledujúceho vzácneho plynu, neónu. Túto konfiguráciu dusík získava prevažne utvorením troch kovalentných väzieb, či už troch jednoduchých ( $\text{NH}_3$ ), jednej dvojitej a jednej jednoduchej väzby, alebo jednej trojitej väzby. Pretože pri utvorení akejkoľvek väzby sa uvoľňuje energia, používa N, ak je to možné, voľný elektrónový pár na utvorenie koordinačno - kovalentnej väzby. Tak vzniká napr.  $\text{NH}_4(\text{NH}_3 + \text{H}^+)$ .

Dusík tvorí celý rad zlúčenín, z ktorých väčšinu zaraďujeme do organickej chémie. Amoniak, oxid dusný, dusnatý a dusičitý vznikajú v prírode prevažne mikrobiologickými procesmi.

Oxozlúčeniny dusíka - oxidy dusíka sa prevažne vyskytujú vo fotochemickom smogu popri ozóne. Podľa reakcie vo vodnom prostredí rozlišujeme oxidy dusíka na inertné ( $\text{N}_2\text{O}$ ) alebo anhydridy jednej alebo viacerých kyselín ( $\text{NO}_2$ ). Pri reakcii oxidu dusičitého s vodou a s vodnou parou vzniká kyselina dusitá a dusičná. Podobná reakcia sa uskutočňuje aj v atmosfére, kde vznikajúca kyselina dusičná prispieva ku kyslosti dažďových zrážok.

Kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  patrí k najdôležitejším a najsilnejším anorganickým kyselinám. Jej 68%- ný roztok sa označuje ako koncentrovaná kyselina dusičná. Roztoky kyseliny dusičnej sú väčšinou sfarbené do žltá až do červena, pretože už pôsobením svetla sa pomaly rozkladajú za vzniku  $\text{NO}_2$  ( $4 \text{HNO}_3 \rightarrow 4 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ). Koncentrovaná kyselina dusičná má vlastnosti silného oxidovadla a veľmi zriedená vlastnosti silnej kyseliny.

Kyselina dusičná oxiduje všetky kovy s výnimkou zlata a niektorých platinových kovov. Tieto kovy však reagujú so zmesou koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej a koncentrovanej kyseliny dusičnej v pomere 3:1, s tzv. lúčavkou kráľovskou.

Výroba kyseliny dusičnej prebieha v niekoľkých fázach. Najprv prebieha spálenie amoniaku na oxid dusnatý, ktorý sa oxiduje na oxid dusičitý. Oxid dusičitý pri daných podmienkach reaguje s vodou za vzniku kyseliny dusičnej. Rozsahom výroby je kyselina dusičná treťou anorganickou kyselinou. Používa sa najmä na výrobu hnojív, výbušnín, v hutníctve (Čípera, Blažek a Beneš, 1986).

Dusík je veľmi pohyblivý prvok, ktorý cirkuluje medzi pôdou, atmosférou a živými organizmami. Tento kolobeh dusíka vyvoláva mnoho faktorov a procesov, z ktorých niektoré sú fyzikálnej, chemickej alebo biologickej povahy. Medzi rôznymi formami

dusíka sa uplatňuje dynamická rovnováha. Dusík je fixovaný rôznymi procesmi a uvoľňovaný do atmosféry mikrobiologickou činnosťou a chemickými reakciami. Z kolobehu dusíka je zrejmé, že zdrojom dusíka pre rastliny je dusík z priemyselných hnojív, organických hnojív, pôdnej organickej hmoty, ale aj fixácia vzdušného dusíka symbiotickými a nesymbiotickými baktériami a taktiež elektrické výboje v atmosfére (Fecenko, Ložek, 2000).

## 1. 2 Oxidy dusíka

Medzi zlúčeniny dusíka patria tie, v ktorých je atóm dusíka bezprostredne viazaný na uhlíkový atóm. Spektrum dusíkových látok je rôznorodé. Sú bohato zastúpené v prírode, ale existuje tiež mnoho veľmi významných synteticky pripravených zlúčenín (Hudec, Tóth, Tomáš, Hegedüsová, 2002).

Amoniak, oxid dusný, dusnatý, dusičitý vznikajú v prírode prevažne mikrobiologickými procesmi (Čípera, Blažek, Beneš, 1986).

Jeden z piatich oxidov dusíka je oxid dusný  $N_2O$ . Nazýva sa aj rajskej plyn, v minulosti sa využíval ako narkotikum, dnes, napríklad, ako pohonný plyn v šľahačoch. V spodných vrstvách atmosféry nie je veľmi nebezpečný, keďže je skoro nereaktívny, vo vrchnejších vrstvách sa ale podieľa s oxidom uhličitým, metánom, hydrogenovanými fluorovodíkmi, halogénovými uhl'ovodíkmi, polyfluorovodíkmi a fluoridom sírovým na tvorbe skleníkového efektu. Len pre pripomenutie, skleníkový efekt spôsobuje hromadenie slnečného žiarenia premeneného na infračervené lúče v atmosfére, ktoré zapríčiňuje globálne otepľovanie, zmeny klímy, roztápanie ľadovcov a celkové zvyšovanie teploty ovzdušia o 1 °C za rok.

Oxid dusnatý NO je pre ľudský organizmus nebezpečnejší ako oxid dusný, stále je však menej toxický ako oxid dusičitý. Oxid dusnatý je za normálnej teploty bezfarebný, paramagnetický, jedovatý a vo vlhkom prostredí leptajúci. Priemyselne sa vyrába spaľovaním amoniaku alebo oxidáciou vzdušného dusíka. Pri bežnej teplote sa na vzduchu oxiduje a mení na oxid dusičitý, táto reakcia však prebieha veľmi pomaly. Oveľa významnejšia je reakcia s ozónom, pri ktorej vzniká oxid dusičitý rýchlejšie. V ovzduší reakciou s dažďom, čiže vodou vytvára kyselinu dusitú podieľajúcu sa na kyslých dažďoch ([www.referaty.atlas.sk](http://www.referaty.atlas.sk), 2007).

Pre ľudí je oxid dusnatý nebezpečný najmä v tom, že dráždi dýchacie cesty a spôsobuje cyanózu. Cyanóza alebo sinavosť, sa vyznačuje modrofialovým sfarbením slizníc a kože. Vzniká, keď v krvi klesá stupeň nasýtenia hemoglobínu kyslíkom. Obzvlášť nebezpečná je pre ľudí so srdcovou slabosťou, vrodenými srdcovými chybami a pľúcnymi chorobami, ako rozdutie pľúc, zápal pľúc alebo pľúcna bezozdušnosť. Sinavosť sa prejavuje na perách, ušiach, tvári, rukách a nohách. Tieto problémy však môžu nastať iba pri veľkých množstvách, ktoré sa bežne vo vzduchu nevyskytujú. Možné karcinogénne účinky oxidu dusnatého sa ešte len skúmajú.

Oxid dusičitý  $\text{NO}_2$  je v plynnom stave, pri laboratórnej teplote asi  $22^\circ\text{C}$  červenohnedý, agresívny, jedovatý plyn silných oxidačných vlastností, v kvapalnom stave je to žltohnedá látka, ktorá pri teplote  $-10^\circ\text{C}$  tvorí bezfarebné kryštály zloženia  $\text{NO}$  (dimér). So studenou vodou tvorí zmes kyseliny dusičnej a dusitej, s teplou vodou dáva kyselinu dusičnú a uvoľňuje sa oxid dusnatý. Kyselinu dusičnú môže vytvoriť aj reakciou s ozónom, kedy vzniká ako prechodný stav  $\text{NO}$ . V ovzduší sú tieto reakcie bežné a prejavujú sa ako kyslé dažde. Oxid dusičitý podlieha cez deň fotolýze, čiže rozkladu slnečným žiarením. Týmto procesom vzniká oxid dusnatý a kyslíkový radikál. Kyslíkový radikál ihneď zaútočí na molekulový kyslík a vzniká tak jedovatý ozón. Rýchlosť tejto reakcie závisí od intenzity slnečného žiarenia. Z hľadiska vplyvu na ľudské zdravie je za najnebezpečnejší považovaný najmä preto, že dráždi dýchacie cesty a aj oči. Príznakom otravy je dráždivý kašeľ, šok, kŕče, zástava dýchania až smrť. Pri dlhšom pôsobení môže spôsobiť edém pľúc, respektíve iné poškodenie pľúc a pri veľkom množstve aj cyanózu. Edém pľúc je vlastne stav, pri ktorom do pľúcnych alveol z krvných kapilár, ktorými sú alveoly husto popretkávané, nasiakne krvná plazma. Pľúca sa tak plnia tekutými súčasťami krvi a ich vzdušnosť klesá. Postihnutého trápi silný kašeľ a vykašliava bledoružovú penu. Nie je smrteľný, ale môže spôsobiť značné komplikácie. V pľúcach s vodou vytvára oxid dusičitý zmes kyselín, ktoré narúšajú normálnu funkciu pľúc. Najnižšia priemerná koncentrácia oxidu uhličitého v ovzduší za jednu hodinu bola stanovená na  $20 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-1}$ . Vedci sa však domnievajú, že polovičná hodnota by bola vzhľadom na astmatikov, bronchitikov, malé deti a starých ľudí, vhodnejšia. Bolo totiž dokázané, že dlhodobé vystavenie pôsobenia oxidu dusičitého môže viesť k nárastu respiračných ochorení, zhoršeniu chorôb srdca, k rozšíreniu ciev a tým aj k zníženiu krvného tlaku. Otrava  $\text{NO}$  je nebezpečná v tom, že sa prejaví až neskôr, až po niekoľkých hodinách po nadýchaní daným plynom. Oba oxidy dusíka sa rozpúšťajú vo vode a tým vzniká zmes kyselín, ktoré v ľudskom organizme spôsobujú vznik nitrátov a nitritov, ktoré ničia krvné častice.

Príznakmi sú bolesť hlavy, rozšírené cievy (organizmus sa snaží zvýšiť krvný obeh), kolísanie krvného tlaku, malátnosť a dotýčny môže upadnúť až do bezvedomia.

Kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  je bezfarebná, silná kyselina veľkých oxidačných vlastností. Pre ľudí sú nebezpečné jej soli - dusičnany. Všetky sú rozpustné vo vode a sú, aj keď menej ako dusitany, toxické. Najviac sú ohrození kojenci do 1 roku a to najmä stopami dusičnanov v pitnej vode.

Dusičnany obsiahnuté v potrave a sa ňou môžu dostať do čreva, kde sa redukujú na dusitany. Prostredníctvom oxidácie hemoglobínu, ktorý prenáša kyslík v tele, môže vystavenie dusitanom viesť k methemoglobínemii, teda k neschopnosti hemoglobínu prenášať kyslík. Organizmus malých detí ešte nie je schopný rozložiť methemoglobín dost rýchlo. To môže viesť k nedostatočnému zásobovaniu tela kyslíkom. Takáto otrava sa prejavuje zmodraním pier, rúk a chodidiel, bolesťou hlavy a môže viesť až k uduseniu. Dusičnany sa vo veľkom množstve používajú ako priemyselné hnojivá, známe pod menom liadky: čílsky liadok  $\text{NaNO}_3$ , draselný liadok  $\text{KNO}_3$  a amónny liadok  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ . Intenzívnym hnojením a únikmi odpadových vôd zo žump, či septikov sa dusičnany stali vážnou hrozbou všetkých studní a vrtov. Kyselina dusitá  $\text{HNO}_2$  je nestála kyselina. Jej soli dusitany sú však stále do veľkej miery toxické. Vznikajú redukciou dusičnanov, sťažujú transport kyslíka krvou a spôsobujú otravu organizmu, cyanózu. V tráviacom trakte sa môžu premieňať na nitrózoamíny, ktoré majú karcinogénny účinok (Fabini, 1974).

Podľa WHO (the World Health Organization) napriek celému radu kontrolovaných štúdií expozíciám oxidu dusičitého na ľudí, nie sú jasné dôkazy o vzťahu dávka –účinok. Bolo zistené, že len veľmi vysoká koncentrácia pri akútnej expozícii (  $1999 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) významnejšie ovplyvnila ľudské zdravie. Pri  $400 \mu\text{g.m}^{-3}$  sú pozorované malé zmeny funkcií pľúc u astmatikov. Podľa WHO je odporúčaná 1 hodinová odporúčaná hodnota na úroveň  $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ . Ročná odporúčaná hodnota koncentrácie je  $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

V zmysle vyhlášky MŽP SR č.706/2002 Z. z. o zdrojoch znečisťovania ovzdušia, o emisných limitoch, o technických požiadavkách a všeobecných podmienkach prevádzkovania, o zozname znečisťujúcich látok, o kategorizácii zdrojov znečisťovania ovzdušia a o požiadavkách zabezpečenia rozptylu emisií znečisťujúcich látok v znení vyhlášky č. 410/2003 Z. z. sú pre oxidy dusíka (vyjadrené ako oxid dusičitý) stanovené emisné limity pre rôzne hodnoty v závislosti od typu priemyslu.

V zmysle vyhlášky MŽP SR č.706/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia je stanovená hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí  $200 \mu\text{g.m}^{-3} \text{NO}_2$ , ktorá sa nesmie

prekročiť viac ako 18 krát za kalendárny rok. Ročná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí na  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{NO}_2$ . Ročná limitná hodnota na ochranu vegetácie je  $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{NO}_2$ . Pre ekosystém sú kritické úrovne pre  $\text{NO}_x$  na úroveň  $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ako ročný priemer a  $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ako 24 hodinová koncentrácia.

### 1.3 Zdroje dusičnanov v životnom prostredí

Dusičnany a dusitany sú prirodzenou zložkou životného prostredia a podieľajú sa na kolobehu dusíka v prírode. V rámci tohto kolobehu sa rozkladom bielkovín a iných dusíkatých látok živých organizmov uvoľňuje amoniak. Nitrifikačné baktérie oxidujú amoniak na dusitany a tie sa ďalej oxidujú na dusičnany. Denitrifikačné baktérie z dusičnanov uvoľňujú dusík, ktorý sa vracia znovu do atmosféry. Do pôdy sa dusík dostáva z pozberových zbytkov, zo zeleného hnojenia, maštalného hnoja, priemyselných hnojív (amónne soli a dusičnany). V pôde sa dusík vyskytuje predovšetkým vo forme amónnych solí a dusičnanov. Z pôdy prechádzajú dusičnany do rastlín a odtiaľ sa dostávajú do ľudskej potravy. Vysokým hnojením dochádza k zvýšeniu obsahu týchto látok v pôde a tým aj v potravinových surovinách a potravinách (Velíšek, 1999; Bedrna, 2005).

Vzhľadom na to, že dusičnany sú veľmi dobre rozpustné vo vode, nachádzame ich všade, kde má prístup voda, a to v miere zodpovedajúcej intenzite chemizácie poľnohospodárstva a priemyselňovania tej- ktorej krajiny a v súlade s mierou nedisciplinovanosti ohľadom dodržiavania predpisov v danej oblasti ľudskej činnosti (Zajícová, Buchlerová, 2000).

Dusičnany a dusitany sa využívajú ako aditívne látky pri nakladaní mäsa, kedy je cieľom stabilizovať jeho farbu a inhibovať rast baktérií *Clostridium botulinum*, produkujúcich vysoko toxické botulotoxíny. Prídavky dusičnanov sa niekedy používajú pri výrobe tvrdých syrov, pretože bráni ich nežiadúcemu dureníu počas zrenia.

Dusičnany a dusitany sa tiež uplatňujú v reakciách vedúcich k vzniku toxických nitrózamínov a ďalších nitrozlúčenín (Velíšek, 1999).

Dusičnany a dusitany sa ako súčasť kolobehu dusíka v prírode vyskytujú v mnohých potravinách rastlinného a živočíšneho pôvodu. Do potravín rastlinného pôvodu sa dostávajú z pôdy, do potravín živočíšneho pôvodu z krmív a tiež samozrejme ako aditívne látky ( Velíšek, 1999; Bedrna, 2005).



Obsah dusičnanov v rastlinách je silno ovplyvnený prostredím. V rastlinách sa dusičnany akumulujú v dobe, keď rastlina neredukuje dusičnany na jednoduchšie asimilovateľné formy amónnych solí. K takýmto stavom dochádza predovšetkým nepriaznivými teplotnými, vlhkosťnými a svetelnými podmienkami, ktoré zapríčiňujú nedostatok uhľíkatých zlúčenín nevyhnutných pre premenu nahromadených dusičnanov na aminokyseliny a v konečnej fáze na bielkoviny (Velíšek, 1999).

Dusík je prvok, ktorý je nevyhnutý pre všetky živé organizmy. Nachádza sa v rôznych formách. Kým ľudia a zvieratá nevedia využiť dusík z dusičnanov a potrebujú ho v inej podobe, pre rastliny sú najideálnejšie práve dusičnany. Z nich vyrobia zložitejšie zlúčeniny dusíka, ktorý sú schopné prijímať a zúžitkovať zvieratá a ľudia. Ľudia však rastliny často prehnojujú a tie nedokážu zúžitkovať všetky dusičnany, ktoré ostávajú v rastlinách a ďalšiu časť potom odplavuje dažďová voda a znečisťuje životné prostredie.

Nadbytok dusíka (viac než  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} \text{ N}$ ) sa považuje za všeobecné kritérium hodnotenia možného negatívneho vplyvu dusíka na životné prostredie. V prosperujúcich poľnohospodárskych podnikoch s dostatočným stavom hospodárskych zvierat dochádza k prekročeniu tejto indikačnej hodnoty. Existuje veľa podnikov s negatívnou bilanciou dusíka, ktorá je priaznivá z pohľadu ochrany vodných zdrojov, no nemôže byť akceptovateľná z pohľadu stabilizácie rastlinnej produkcie na Slovensku (Bujnovský, 2002).

#### **1. 4 Pôda - zdroj živín**

Pôda je pre človeka jednou zo základných súčastí životného prostredia a vzhľadom na jej úrodnosť je nevyhnutnou podmienkou pre jeho existenciu. Je produktom dlhodobého biofyzikálneho pretvárania hornín v podmienkach, ktoré možno v súčasnosti ťažko reprodukovať. Vytvárala sa na rozhraní litosféry, atmosféry a hydrosféry.

Je to prírodný útvar, ktorý sa vyvíja v dôsledku zložitého, komplexného pôsobenia vonkajších (exogénnych) činiteľov na materskú horninu (endogénny činiteľ) a vyznačuje sa úrodnosťou. Na zemskom povrchu má stále miesto a špecifické postavenie. Tvorí jeden z obalov, ktorými je zemeguľa obklopená, alebo pokrytá. Na pôdu – pedosféru veľmi výrazne vplývajú ostatné geosféry – atmosféra, litosféra a hydrosféra. V najnovšom ponímaní je pôda integrálnou súčasťou ekosystémov Zeme ([www.fpv.umb.sk](http://www.fpv.umb.sk), 2008).

Pôda pre ľudstvo predstavuje nie len rozhodujúci prírodný zdroj, ale súčasne aj ekonomický a eko-sociálny potenciál. Umožňuje produkovať potraviny a suroviny,

recykluje odpady, tvorí leso-poľnohospodársku krajinu, filtruje a zadržiava vodu, umožňuje využívať a zhodnocovať slnečnú energiu, zabezpečuje obeh a bilanciu látok v prírode, udržiava diverzitu rastlinných a živočíšnych druhov a primárne formuje kvalitu životného prostredia, je zdrojom a kultúrnym dedičstvom Zeme, je istotou pre život a spoločenské bytie obyvateľstva.

Pôda má v životnom prostredí významnú úlohu z dvoch hľadísk. Jednak ako nenahraditeľná zložka krajiny plní produkčnú funkciu a ako zložka s kapacitne obrovským regulačným, detoxikačným a hygienickým, čistiacim významom plní funkciu environmentálnu – ochraňuje iné zložky životného prostredia a prírodné zdroje.

Pôda je dôležitým stanovišťom pre vyššie rastliny, ktoré sú základným zdrojom obživy živočíchov a ľudstva, a preto právom možno povedať, že vývoj života na Zemi podmieňuje pôda. Tým, že poskytuje zeleným rastlinám minerálne látky, vodu, vzduch, oxid uhličitý a teplo, umožňuje im v procese fotosyntézy akumulovať vo forme organickej hmoty značné množstvo slnečnej energie. Odumreté tela rastlín a živočíchov sa dostávajú do pôdy a stávajú sa hlavným zdrojom humusu a tým i energie v pôde. Fotosyntézou rastlín sa vytvára na Zemi ročne 100 mld ton fotomasy. Je to desaťkrát viac ako je dnešná spotreba energie vyrobená z fosílnych palív. Slnečná energia je hybnou silou všetkých pôdnych procesov. Pôda je veľký biochemický akumulátor, premenenej energie Slnka, celoplanetárneho významu ([www.fpv.umb.sk](http://www.fpv.umb.sk), 2008).

Toxický vplyv rizikových prvkov sa hneď vizuálne neprejavuje. Postupným zvyšovaním obsahu rizikových prvkov dochádza k nepriaznivým zmenám v pôde, ktoré majú za následok celkové zníženie pôdnej úrodnosti.

Veľký význam má i chemický charakter prvku, jeho vzťah k pôdnym vlastnostiam, jeho schopnosť rozpúšťať sa a tým vstupovať do rastliny. Prvky dobre rozpustné ľahko prijímajú rastliny, preto ich zvýšený obsah môžeme včas identifikovať analýzou rastlín. V prípade pevnej väzby prvku v pôde je jeho momentálna fototoxicita nízka. Zvýšenú akumuláciu pevne viazaného prvku je ťažko identifikovať analýzou rastlín. Po dosiahnutí určitej toxickej hladiny veľmi rýchlo dochádza k ťažko odstrániteľným poruchám úrodnosti pôdy a organizmov.

Zotrvávanie rizikových prvkov v pôdach je pomerne dlhšie ako v atmosfére a hydrosfére, pretože polčasy rozpadu niektorých prvkov sú vysoké a tým i stupeň ich premývania a prijímania rastlinami je malý. Samotná kontaminácia pôdy, zvlášť v povrchovej vrstve rastie úmerne s intenzifikáciou a chemizáciou priemyselovej

a poľnohospodárskej výroby. Vznikajúce škody však rastú exponenciálnym radom. Detoxikácia pôdy technickými prostriedkami je v porovnaní s hydrosférou a atmosférou veľmi obmedzená.

Pôda je najsilnejším prírodným pufrum prvkov, preto ich ďalší osud v prírodnom obehú je podstatne viac ovplyvňovaný základnými pôdnymi vlastnosťami ako atmosferickými a hydrologickými podmienkami ([www.fpv.umb.sk](http://www.fpv.umb.sk), 2008).

Pôda je svojim rozsahom a funkciami kľúčovou zložkou prírody, preto je nevyhnutné zabezpečovať jej udržateľný rozvoj. Bez udržateľného vývoja pôdy nie je mysliteľný udržateľný vývoj prírody, ale ani udržateľný vývoj ekonomických a sociálnych parametrov spoločnosti.

Z pohľadu globálneho manažmentu prírodných zdrojov s osobitným akcentom na využívanie poľnohospodárskeho pôdneho fondu sa navrhli také kategórie poľnohospodárskeho pôdneho fondu, ktoré sú v súlade s požiadavkami na globálny manažment prírodných zdrojov (Hraško, 2003).

Sú to:

- produkčný pôdny fond (základný) -ohrozený pôdny fond (chránený)
- účelový pôdny fond (ochranný)
- rizikový pôdny fond (kontaminovaný)
- rezervný pôdny fond (melioračný)

Obsah a kvalita dusíka v pôde sú výsledkom jej historického vývoja formovaného prírodnými pôdotvornými faktormi a viac, alebo menej aj pôsobením človeka. Preto každý momentálny obsah dusíka v pôde zodpovedá momentálnemu vývojovému štádiu pôdy a jej predchádzajúcemu hospodárskemu využívaniu.

## **1. 5 Dusík v pôde**

Prakticky žiaden pôdotvorný substrát neobsahuje také množstvo dusíka, ktoré by mohli ovplyvniť obsahy a kvalitu dusíka v pôde na ňom vzniknutej. Preto je dusík v pôde produktom obohacovania a to predovšetkým z atmosféry, ale aj činnosťou človeka.

Do ornej pôdy sa dusík dostáva z pozberových zvyškov, zo zeleného hnojiva, maštalného hnoja, priemyselných hnojív a z amónnych a dusičnanových solí nachádzajúcich sa v zrážkovej vode. Pôdny organický dusík sa podľa schopnosti mineralizácie rozdeľuje na hydrolyzovateľný a nehydrolyzovateľný. Prevažnú časť tvorí už spomínaný nehydrolyzovateľný podiel (Bielek, 1998).

Dusík sa vyskytuje predovšetkým vo forme amónnych a dusičnanových iónov. Amónny ión je v pôde zadržovaný sorpčným komplexom pôdy. Dusičnanový ión je naopak vo vode veľmi dobre rozpustný a teda sa ľahko vyplavuje. Obidve formy dusíka v pôde (organická i anorganická) sú v dialektickej jednote, v dôsledku simultánne a protichodne prebiehajúcich procesov mineralizácie organického dusíka a imobilizácie minerálneho dusíka.

Je všeobecne známe, že rozhodujúca časť dusíka v pôde je viazaná v organických zlúčeninách (95-98 %) (Bielek, 1998).

Organický dusík je v pôde tvorený rastlinnými a živočíšnymi zvyškami, biomasou mikroorganizmov, produktami biologických a chemických premien organických dusíkatých látok a najmä humusom.

Anorganický dusík predstavuje v pôde len malú časť celkového dusíka (podľa Bieleka 3,5% ) a jeho množstvo sezónne podlieha častým a rýchlym zmenám. Je reprezentovaný amoniakálnym a dusičnanovým dusíkom, dusitanovým dusíkom a oxidmi dusíka, vyskytujúcim sa v pôde len prechodne, za osobitých podmienok, ako medziprodukty väčšinou mikrobiálnych premien dusíka v pôde (Bielek, 1998).

Mineralizácia vedie k biologickej premene organických dusíkatých látok na minerálne formy, imobilizácia je protichodne prebiehajúca premena minerálneho dusíka na organické zlúčeniny. Obidva procesy zabezpečujú predovšetkým živé organizmy (Bielek, 1984).

Rozhodujúcim prekursorom minerálneho dusíka v pôde je organická hmota, z ktorej sa za prítomnosti vzdušného kyslíka mineralizačnými procesmi uvoľňuje amoniak. Uvedený proces sa často označuje aj ako amonifikácia tiež amonizácia. Súbor mikroorganizmov, ktoré sa na mineralizácii podieľajú, nazývame ako amonifikačná mikroflóra.

Medzi faktormi ovplyvňujúcimi aktivitu amonifikačnej mikroflóry má významné postavenie obsah a najmä kvalita amonifikovaných zlúčenín. Uvoľňovanie amoniaku je dôsledkom toho, že amonifikačná mikroflóra je schopná na jednotkové množstvo uhlíka zabudovať do svojho tela len určité množstvo dusíka a nadbytok uvoľňuje do prostredia. Preto je veľmi dôležitý pomer C:N v rozkladnej organickej zlúčenine. Čím je v rozkladnej látke viac celkového dusíka, tým viac amoniaku sa uvoľňuje. Vysoký obsah uhlíka naopak vedie k tomu, že uvoľňovaný dusík sa spotrebováva a viaže mikroorganizmy (Prugar, Hadačová, 1994).

Procesy mineralizácie dusíka neprebiehajú v pôde samostatne. V nadväznosti na ne sa uskutočňujú ďalšie, ktoré určujú význam a podiel amonifikácie na vlastnostiach pôdy a ich produkčnej schopnosti. Z hľadiska kumulácie dusičnanov v rastlinách sú osobitne dôležité procesy nitrifikácie, pri ktorých sa oxidujú redukované dusíkaté látky s prechodným uvoľňovaním dusitanov a ich následnou oxidáciou na dusičnany a imobilizácia dusíka v pôde. Biologická imobilizácia prebieha ako výsledok asimilácie minerálneho dusíka rastlinami a bohato zastúpenou pôdnou mikrofórou.

Spomedzi všetkých foriem imobilizácie dusíka má nepochybne najdôležitejšie postavenie jeho imobilizácia rastlinami. Redukcia dusičnanov na dusitany a amoniak prebieha ihneď po ich vstupe do rastlín, predovšetkým v tenkých koreňoch. Ak však korene neobsahujú dostatok redukujúcich látok, nestačí enzým nitrátreduktáza zredukovať všetok prijatý dusičnanový dusík a ten prechádza do nadzemných orgánov rastlín, kde redukcia môže pokračovať. Pri nadbytku prijímaných dusičnanov sa len 30-50 % z nich redukuje v koreňoch a zvyšok prechádza do osi a listov. Ak však ani tu nie je k dispozícii dostatok energie na redukcii, hromadia sa a kontaminujú tak rastlinnú hmotu (Prugar, Prugarová, 1984).

Okrem vody sú významným zdrojom dusičnanov najmä potraviny rastlinného pôvodu (Prugar, Prugarová, 1982).

Rozdiely obsahu dusičnanov v rastlinných produktoch závisia najmä od teploty, slnečného žiarenia, vlhkosti pôdy a hladiny dusíka v pôde.

Rozhodujúcim zdrojom anorganického dusíka v pôde nie sú minerály, ale organická hmota obsahujúca dusík. Dusík viazaný v organických zlúčeninách je pre pestované rastliny relatívne málo prístupný. Potreba dusíka k zabezpečeniu trvale vysokých a kvalitných úrod je pomerne veľká. Dusík je významnou zložkou bielkovín, aminokyselín, enzýmov, je súčasťou chlorofylovej štruktúry a mnohých ďalších zlúčenín.

Dusíkaté hnojivá sú produkty chemického priemyslu, je v nich zaručený a normovaný obsah dusíka. Sú to látky anorganické aj organické, ktoré obsahujú dusík vo forme rastlinnej živiny alebo vo forme, z ktorej sa počas premien v pôde prípadne v rastline premení (Ložek a kol., 1995).

Zdrojom dusíka v pôde je atmosféra, ktorá bola v období vzniku zemskej hmoty do vzniku života na našej planéte obohacovaná o amoniak, uvoľňujúci sa zo zemskej kôry v procese jej odpľňovania. Kumulácia dusíka v pôde začala súčasne s ich vznikom a podieľali sa na nej predovšetkým mikroorganizmy, suchý a mokry depozit, pretože takmer

žiaden pôdotvorný substrát neobsahuje také množstvo dusíka, ktoré by mohlo významne ovplyvniť jeho obsah a kvalitu v pôde na ňom vzniknutej (Bielek, 1998).

## 1.6 Znečisťovanie vôd dusíkom z poľnohospodárskej výroby

V poľnohospodárstve slúžia hnojivá na podporu života v pôde a prirodzenej úrodnosti pôdy umožňujúcej dlhodobo dosahovať požadovanú rastlinnú produkciu. Charakterizujeme ich ako látky, ktoré buď obsahujú rastlinné živiny (priame hnojivá), alebo svojimi fyzikálnymi, chemickými a biologickými vlastnosťami zlepšujú výživu rastlín, prípadne zvyšujú úrodnosť pôdy (nepriame hnojivá).

Priame hnojivá sa podľa pôvodu rozdeľujú na hospodárske, priemyselné a na prírodné zdroje živín. Podľa obsahu organických látok sa rozdeľujú na organické, minerálne a organicko-minerálne.

Priemyselné hnojivá sú hnojivé látky vyrábané chemickým priemyslom. Podmienky ich použitia upravuje zákon o ekologickom poľnohospodárstve. Zoznam všetkých druhov hnojív povolených používať v ekologickom poľnohospodárstve je každoročne zverejňovaný Ministerstvom pôdohospodárstva SR.

Dusičnany, soli kyseliny dusičnej, sú väčšinou dobre rozpustné vo vode. Zahriatím sa rozkladajú. Dusičnany označované ako liadky sú dôležité priemyselné hnojivá, napr.  $\text{NaNO}_3$  (liadok čílsky),  $\text{KNO}_3$  (liadok draselný),  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (liadok amónny) (Čípera, Blažek a Beneš, 1986).

Priemyselné hnojivá sú základným prostriedkom na intenzifikáciu poľnohospodárskej výroby. Nahrádzajú sa nimi živiny odčerpané z pôdy zberom poľnohospodárskych plodín a zvyšuje sa účinná zásoba živín v pôde, nevyhnutná pre trvalý rast výnosov, tým aj pre rozvoj poľnohospodárskej výroby. Pre transport prvkov z hnojív do rastlín majú nevyhnutnú úlohu pôdne baktérie, ktoré žijú v humuse. Preto bez humusu, ktorý vytvárajú prírodné hnojivá, samé priemyselné hnojivá nie sú zárukou zvýšených výnosov. Z približne 13,5 miliárd hektárov povrchu sa poľnohospodársky využíva necelých 30% a z toho zatiaľ iba malá časť sa hnojí priemyselnými hnojivami.

Jedným z dôvodov, prečo sa zavádzajú nové priemyselné hnojivá, je úsilie znížiť náklady pri ich výrobe, skladovaní atď. Stále sa zvyšujúca intenzifikácia poľnohospodárskymi hnojivami prináša aj negatívne javy - prenikanie hnojív do vodných tokov. Tam nastáva znižovanie obsahu kyslíka, ktorý je rozhodujúci pre všetky živočíchy,

vrátane rýb. Tak vznikajú mŕtve rieky, potoky a rybníky. Preto treba používať hnojivá uvážene (Čípera, Blažek a Beneš, 1986).

Koncepcia monitorovania systému životného prostredia územia SR prijatá uznesením vlády SR č. 449/1992, definuje monitoring životného prostredia ako "systematické, dôsledne v čase a priestore definované pozorovanie presne určených charakteristických zložiek životného prostredia, alebo ich vplyvov naň pôsobiacich, ktoré s určitou mierou vypovedacej schopnosti reprezentujú sledovanú oblasť a súhrne potom väčší celok".

Znečistenie z poľnohospodárskych zdrojov ovplyvňuje povrchové aj podzemné vody. Je to hlavne spôsobené dusičnanmi, pesticídmi, únikom zo silážnych štiav. Hlavnými zdrojmi dusičnanov sú minerálne hnojivá, priesaky z chovov dobytka, predovšetkým zvieracie exkrementy. Dusičnany môžu spôsobovať eutrofizáciu vôd a kontaminovať podzemné vody, ohrozovať kvalitu vody na pitie.

Rezíduá pesticídov v rôznych častiach vody môžu mať často vplyv na biodiverzitu špeciálne v prípadoch, že aquatické ekosystémy, ale tiež terestriálne ekosystémy sú spojené s vodou. Sú tiež potenciálnou hrozbou pre kvalitu vody, čo vedie k narastaniu výdavkov pre zásobovanie pitnou vodou.

Poľnohospodárske aktivity majú signifikantné vplyvy na kvantitu vody používanej na závlahy. Obzvlášť neúmerne čerpanie môže znižovať vodnú hladinu a parciálne tiež zvyšovať salinizáciu pôdy.

Odvodnenie a závlahy porušujú prírodné stanovišťa, hlavne mokrade. Navyše poľnohospodárstvo môže prispievať k povodniam, pretože niektoré poľnohospodárske praktiky znižujú infiltráciu vody v pôde a zvyšujú odtok (zhutnenie pôd, odkryté pôdy, odstraňovanie živých plotov).

V znečisťovaní povrchových a podzemných vôd z poľnohospodárskych činností prevláda znečistenie plošné z aplikácie hnojív a pesticídov voči znečisteniu bodovému (farmy živočíšnej výroby, skládky hnojív a pod.). V žiadnom z povrchových zdrojoch nepresahuje obsah dusičnanov  $10 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1}$ .

Smernica 91/676/EEC o ochrane vodných zdrojov pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárstva hovorí, prečo je dôležitá ochrana pred nimi. Je to preto, že sa môžu kumulovať v rastlinnej produkcii a kontaminovať ju, môžu sa vyplavovať do vodných zdrojov a znečistiť ich, môžu sa transformovať na oxidy dusíka, ktoré zamorujú ovzdušie a preto, že dusičnany, a aj z nich tvorené plynné produkty, môžu poškodzovať zdravie človeka ([www.biospotrebiteľ.sk](http://www.biospotrebiteľ.sk), 2008).

Pre potreby implementácie Smernice 91/676/EEC týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov bola v roku 1999 spracovaná štúdia "Ochrana vodných zdrojov pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskej činnosti" (VUPOP Bratislava). Táto štúdia bilancovala výsledky údajových fondov pre celé územie SR:

- Klasifikácia intenzity hnojenia vo forme minerálnych hnojív
- Klasifikácia hnojenia dusíkom vo forme organických hnojív
- Hodnotenie potenciálu znečisťovania vodných zdrojov vodnou eróziou
- Hodnotenie potenciálu tvorby dusičnanov v pôde

Akčný plán Nitrátovej Smernice obsahuje základné opatrenia, ktoré zabezpečia aplikáciu určitého množstva hnojiva s obsahom dusíka na poľnohospodársku pôdu so zreteľom na ochranu podzemných a povrchových vôd, obmedzenia a zákazy aplikácie hnojív s obsahom dusíka na poľnohospodársku pôdu v súlade s poľnohospodárskou praxou, obdobia, kedy je aplikácia určitých typov hnojív na poľnohospodárskej pôde zakázaná a kapacity skladovacích priestorov a nádrží na hnojivá s obsahom dusíka ([www.land.gov.sk](http://www.land.gov.sk), 2008).

Zložkou životného prostredia, ktorú ovplyvňuje poľnohospodárska výroba je voda. Ide o znečisťovanie povrchových a podzemných vôd poľnohospodárskou výrobou, ako aj v dôsledku havárií pri nesprávnej manipulácii s odpadmi, agrochemikáliami, pohonnými hmotami a olejmi. Napr. následkom nesprávnej aplikácie hnojív sa zhruba až 10% hnojivových látok dostáva do povrchových a podzemných vôd. K tomu treba prirátat úniky odpadov zo živočíšnej výroby, kde sa na 1 kg produktov vytvára až 20 kg odpadu.

Dusičnany sa najintenzívnejšie vyplavujú koncom zimného obdobia, ďalej v jarom období, keď je pôda bez vegetačného krytu. V tomto období odteká priesakovými vodami 70-90% dusičnanového dusíka z celkového množstva vyplavených živín za rok (Lehotský, 1984).

Priemerné hodnoty vyplaveného dusíka sa pohybujú od 5-55 kg.ha<sup>-1</sup> N za 1 rok. Intenzita vyplavovania dusičnanov závisí od pôdneho druhu, pestovanej plodiny, dávok dusíkatých hnojív a priebehu poveternostných podmienok v danom období. Taktiež v závlahových podmienkach môžu byť značné straty dusičnanového dusíka v odtekajúcich drenážnych vodách (Fecenko, Ložek, 2000).

Dusičnany z poľnohospodárskej výroby prenikajú do vodných zdrojov zo zvyškov priemyselných hnojív, z močovky, odpadu zo siláže a z rozkladajúcej sa biomasy.



Maximálne prípustná koncentrácia dusičnanov v pitnej vode je na Slovensku  $50\text{mg.l}^{-1}$  a odporúčaný limit pre kojencov je  $15\text{mg.l}^{-1}$ .

Nitráty a fosfáty hrajú významnú úlohu aj pri eutrofizácii rybníkov, vodných nádrží a vodných tokov (vrátane odvodňovacích kanálov). Eutrofizácia znamená nadmerné zásobenie vody živinami ich prínosom z domových, priemyselných a poľnohospodárskych odpadov, zo zmyvu poľnohospodárskych hnojív zrážkovými vodami a eróziou. Vedie ku vysokej intenzite rastu vodných rastlín, k vysokej spotrebe kyslíka a k zvýšeniu koncentrácie oxidu uhličitého v spodných častiach toku, rybníka či nádrže. Takáto voda je nevhodnou pre organizmy, ktoré potrebujú kyslík. Voda s koncentráciou chlorofylu nad  $25\text{mg.m}^{-3}$  sa označuje ako silne eutrofná (www.sopsr.sk, 2010).

## 1.7 Dusičnany v pitných vodách

Vo vzťahu k zdravotnému stavu človeka má osobitný význam zaťaženie vôd a niektorých potravín zlúčeninami dusíka.

Z prirodzených a umelých zdrojov sa dostáva dusík do pôdy. Mikrobiálnymi premenami sa v malom množstve premieňa na atmosferický dusík. Pri niektorých kultúrach nastáva nadmerné nahromadenie dusíka v pôde a vyplavovanie dusičnanov do spodnej vody.

Časť dusičnanov v spodnej vode sa pôsobením baktérií premieňa na  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$ , čo závisí od obsahu organických látok v pôde, rýchlosti prúdenia a chemických vlastností pitnej vody. Nitráty v povrchovej vode pochádzajú najmä z nitrifikačných procesov prebiehajúcich v procese čistenia. Závažným zdrojom dusičnanov je pitná voda. Pri používaní vody na umelú výživu s vysokým obsahom dusičnanov vyskytovali sa methemoglobínemie, najmä v niektorých oblastiach. Okrem vody sú významným zdrojom dusičnanov najmä potraviny rastlinného pôvodu (Prugar, Prugarová, 1982).

Zvýšená koncentrácia  $\text{CO}_2$  nemá jednoznačný vplyv na zmeny obsahu dusičnanov (Prugar, Hadačová, 1995).

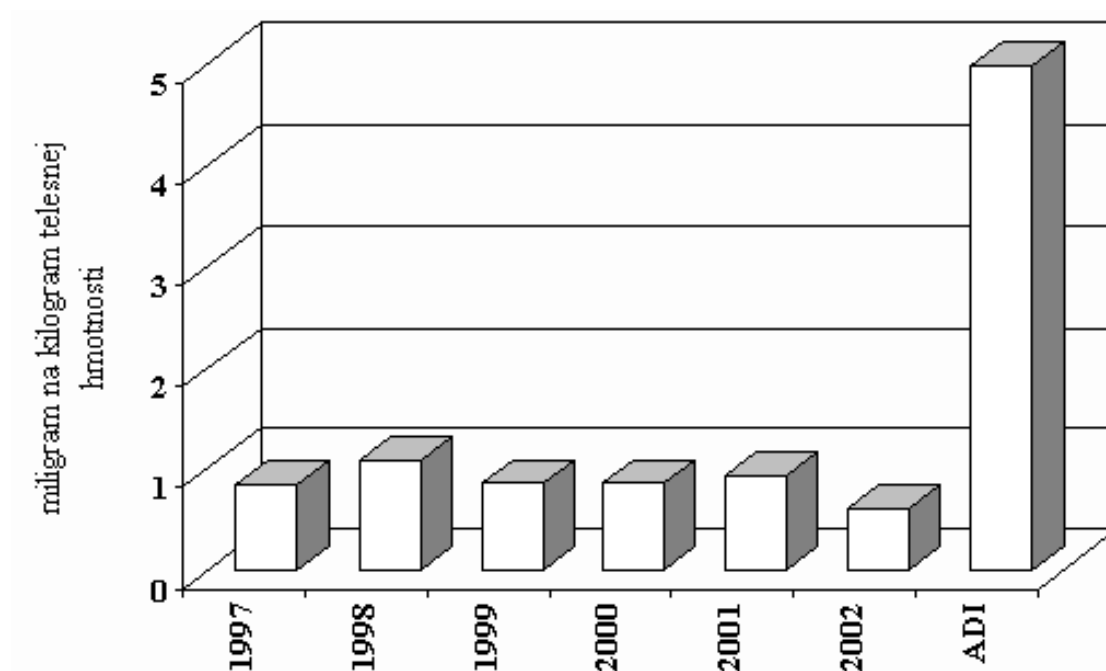
Z údajov zistených zo stránky [www.iszp.sk](http://www.iszp.sk) je zrejmé, že dusičnany boli sledované v zelenine, ovocí, pitnej vode, malinovkách, syroch a mäsových výrobkoch. Sú to dusičnany, ktoré sa dostanú do potravinového reťazca používaním umelých hnojív, alebo sa používajú cielene pri výrobe niektorých potravinových produktov.

Denný príjem dusičnanov do organizmu človeka v roku 2002 bol 0,61 mg na kilogram telesnej hmotnosti. Pri výpočte denného príjmu boli použité priemerné nálezy dusičnanov. Denný príjem dusičnanov neprekročil tolerovateľný denný príjem (ADI), ktorý je 5 mg na kilogram telesnej hmotnosti. Vypočítaný percentuálny podiel dusičnanov na povolenom dennom príjme (ADI) do organizmu človeka (FAO/WHO) predstavuje 12,2%. Pre porovnanie bol vypočítaný aj denný príjem dusičnanov s hodnotami percentilu (0,95), ktorý bol 1,25 mg na kilogram telesnej hmotnosti, čo predstavuje 25% z ADI (obrázok 1).

Obrázok 1.

### Denný príjem dusičnanov do organizmu človeka

(Výskumný ústav potravinársky Bratislava, 2002)



ADI-tolerovateľný denný príjem

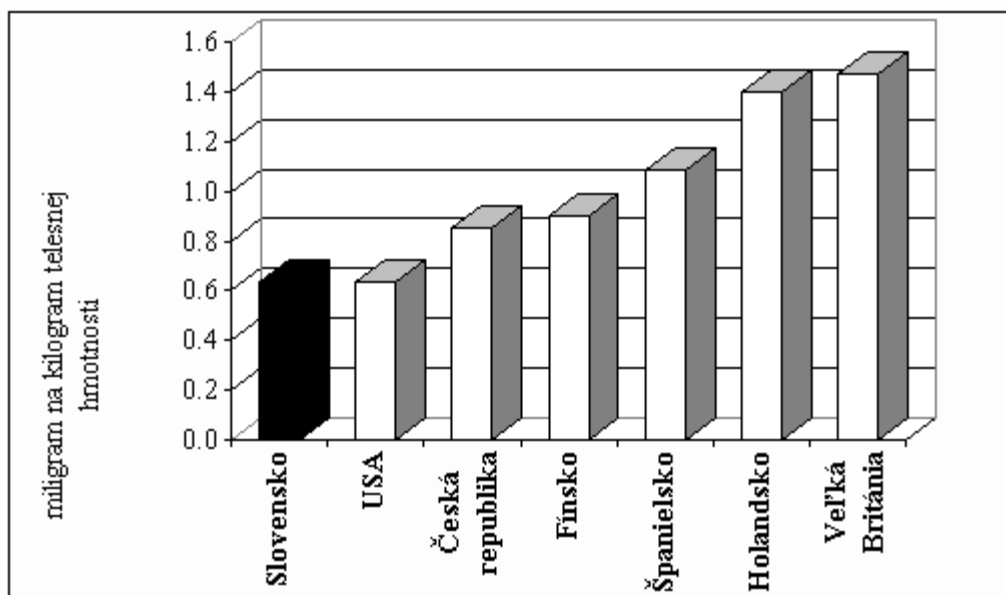
Z porovnania denných príjmov dusičnanov na Slovensku do organizmu človeka vyplýva, že hodnoty denných príjmov v rokoch 1997 až 2001 (roky 1993 až 1997 nie sú porovnávané s uvedenými rokmi z dôvodu nižšieho počtu sledovaných komodít) s

výnimkou roku 1998 (mierne vyššia hodnota - 1,09 mg na kilogram telesnej hmotnosti) dosahovali približne rovnaké, málo líšiace sa hodnoty. V porovnaní s ostatnými krajinami možno Slovenskú republiku zaradiť medzi krajiny s najnižšími hodnotami denného príjmu dusičnanov do organizmu človeka. Vzorky s nadlimitným obsahom dusičnanov v roku 2002 na Slovensku zistené neboli. Najvyššie priemerné nálezy boli zistené v kapuste (do 52% limitu) a mrkve (do 47% limitu). Najvyšší príjem dusičnanov bol zistený vo Veľkej Británii – do 29,4 % z ADI (obrázok 2).

Obrázok 2.

### Porovnanie denného príjmu dusičnanov do organizmu človeka v SR s jednotlivými krajinami sveta

(Výskumný ústav potravinársky Bratislava, 2002)



Naša planéta je z dvoch tretín pokrytá vodou. Bohužiaľ len 1% z nej je pitné, za čo môže civilizácia. Každoročne sa do oceánu dostáva 2,6 mil. kg arzénu, 2,5 mil. kg zinku, 81 000 kg ortute, 3 700 kg olova... Poľnohospodárstvo pomáha vode v prírode svojimi hnojivami, pesticídami, fosfátmi, dusičnanmi.

Množstvo vody na zemi je konštantné, a stále nám tu cirkuluje tá istá "voda" v rôznych formách. A je potrebné si uvedomiť, že intenzívne civilizačné znečistenie je faktom už minimálne posledných 100 rokov. Alebo lepšie povedané, ešte len posledných 100 rokov, ale i za toto zdanlivo krátke obdobie sme s prírodou dokázali urobiť skoro nemožné. Toto trvalé znečistenie má samozrejme obrovský vplyv aj na kvalitu vody, ktorú pijeme. Na celom svete žije vyše 1 miliarda ľudí, ktorí nemajú žiadny prístup k zdroju pitnej vody. V západnom svete má ale človek niekoľko možností ako získať vodu potencionálne vhodnú ku konzumácii.

Organizmus - každá bunka, tkanivo a orgán potrebuje k svojej dôkladnej činnosti vodu.

- už pri 1% nedostatku vody človek pociťuje smäd
- pri 5% nedostatku dostávame slabú horúčku
- pri 8% nám prestávajú fungovať obličky
- pri 10% nedostatku nám prestávajú fungovať svaly
- približne pri 20% nedostatku už nastáva smrť organizmu

Je veľmi jednoduché vypočítať koľko litrov vody to pre každého z nás bude. Preto lekári doporučujú vypiť denne 1,5 - 2,5 litra vody v letnom období v prípade, že sa človek potí, dokonca 4 litre vody.

Právny rámec stanovujúci požiadavky na kvalitu pitnej vody a jej kontrolu tvorí prijatím posledných legislatívnych úprav v roku 2006 § 11 zákona č.126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov a nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z .z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, ktoré nadobudli účinnosť od júna 2006.

Medzná hodnota pre dusičnany v pitnej vode bola odvodená na základe nepriamych toxických účinkov dusičnanov na ľudský organizmus, najmä na dojčatá. Podiel príjmu pitnou vodou predstavuje priemerne asi 30% prijateľného denného príjmu dusičnanov (4 až 6 mg na kg telesnej hmotnosti).

Vyhláška MZ SR č. 29/2002 Z. z. povoľuje v pitnej vode maximálnu koncentráciu 50 mg.l<sup>-1</sup> dusičnanov (najvyššia medzná hodnota).

Medzi najzávažnejšie úlohy a povinnosti z hľadiska plnej harmonizácie legislatívy s právom EÚ patrí dosiahnutie zhody vo všetkých ukazovateľoch kvality pitnej vody, vykonávanie monitorovania kvality pitnej vody, udeľovanie výnimiek z parametrických hodnôt, podávanie správ spotrebiteľovi i Európskej komisii (EK). Dosiahnutie zhody v

požadovaných kvalitatívnych ukazovateľoch v SR je problematické v chemických ukazovateľoch:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , As, Sb, Fe, Mn.

Povinnosť sledovať kvalitu pitnej vody pre prevádzkovateľov verejných vodovodov ustanovuje zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách. Výsledky vlastného monitorovania je prevádzkovateľ povinný odovzdávať orgánom verejného zdravotníctva. Monitorovanie v mieste zhody, t. j. u spotrebiteľa, vykonáva štát prostredníctvom úradov verejného zdravotníctva podľa zákona č.126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve. Systém štátneho monitorovania bol vypracovaný a schválený hlavným hygienikom SR už v roku 2003 a je zavedený na všetkých úradoch verejného zdravotníctva v SR. Výsledky monitoringu sú zaznamenávané na regionálnej úrovni programom VYDRA. Ich spracovanie a analýza sa pre celé Slovensko za každý kalendárny rok od roku 1995 realizuje v Národnom referenčnom centre pre pitnú vodu RÚVZ Košice.

Dusičnany a dusitany patria v rámci monitoringu kvality pitnej vody medzi najčastejšie skúšané chemické ukazovatele kvality pitnej vody. V roku 2005 sa vykonalo 6 060 laboratórnych skúšok na obsah dusičnanov vo vzorkách pitnej vody. Koncentrácia dusičnanov prekročila v roku 2005 limitnú hodnotu v 73 prípadoch (1,2 %). Na základe údajov z posledných rokov odhadujeme, že 10 900 spotrebiteľov napojených na verejné vodovody v SR pije pitnú vodu s vyšším obsahom dusičnanov a 1 150 spotrebiteľov s vyšším obsahom dusitanov ako je limit stanovený v nariadení vlády. Situáciu nadlimitných hodnôt v ukazovateľoch dusičnany a dusitany v SR za roky 1998 - 2005, zistenú v rámci monitoringu kvality pitných vôd z verejného zásobovania realizovanom na RÚVZ v SR ([www.enviroportal.sk](http://www.enviroportal.sk), 2008).

STN 75 7111 pitná voda pripúšťa maximálnu koncentráciu dusičnanov  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Doporučená hodnota je pod  $15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (Urminská, 2002).

Záťaž obyvateľstva z pitnej vody obsahujúcej zdravotne významné chemické látky sa hodnotí na základe najvyššie zistenej koncentrácie, zistenej početnosti prekračovania limitných hodnôt a porovnávaním tolerovateľného denného príjmu. Ak je kvalita pitnej vody v súlade s požiadavkami nariadenia vlády SR č. 354/2006 Z. z., potom by ani pri celoživotnom príjme 2 litrov denne nemalo dôjsť k negatívnemu ovplyvneniu zdravotného stavu obyvateľstva. Podľa týchto údajov je zrejmé, že v SR dominuje expozícia dusičnanom. Prevažná väčšina producentov pitnej vody, ktorá nespĺňa stanovené limity, má platnú výnimku na používanie takejto pitnej vody udelenú orgánmi na ochranu zdravia najmä v rokoch 2002 a 2003. Výnimky sú udelené v súlade s požiadavkami platnej

legislatívy, teda len v tých prípadoch, že tieto nepredstavujú riziko ohrozenia zdravia ľudí a ak dodávanie pitnej vody v danej oblasti nemožno zabezpečiť iným adekvátnym spôsobom. Platnosť výnimky nesmie presiahnuť tri roky (Slotová, 2006).

## 1.8 Dusičnany v potravinových produktoch

Dusičnany a dusitany sa v potravinárstve používajú aj ako prídavné látky, ktorých použitie je uvedené v potravinovom kódexe Slovenskej republiky. Dusičnany a dusitany sú bežnými zložkami životného prostredia, ktoré sa však v živých organizmoch môžu chemickými procesmi meniť na toxické látky, napríklad methemoglobín alebo nitrózoamíny.

Smernicou 95/2/ES sa povoľujú sodné a draselné soli dusitanov a dusičnanov na konzerváciu mäsových výrobkov, syrov a určitých rybacích výrobkov. Prehodnotenie bolo dokončené v novembri 2003 a vedecká skupina pre biologické riziko potvrdila, že dusitan prispieva k mikrobiologickej bezpečnosti a tiež k chuti, farbe a antioxidačnej stabilite mäsových výrobkov. Úrovne pridaného dusitanu do 100 mg.kg<sup>-1</sup> môžu postačiť na konzerváciu mnohých výrobkov, niektoré si však môžu vyžadovať až 150 mg.kg<sup>-1</sup>. Vedecká skupina poznamenala, že dusičnan neposkytuje žiadnu priamu ochranu pred rastom *Clostridium botulinum* vo väčšine mäsových výrobkoch. Použitie dusičnanu ako zásobníka dusitanu sa však zdá potrebné, a to najmä v mäsových výrobkoch konzervovaných tradičným spôsobom ([www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu), 2008).

Vedecká skupina odporučila, aby sa hladiny dusitanu a dusičnanu stanovili v právnych predpisoch ako „pridané množstvo“. Zastáva názor, že k inhibícii *C. botulinum* prispieva skôr pridané množstvo dusitanu než jeho reziduálne množstvo. S cieľom udržať, čo najnižšie úroveň nitrózoamínov prostredníctvom znižovania úrovni dusitanov a dusičnanov pridaných do potravín a súčasne udržať mikrobiologickú bezpečnosť potravinárskych výrobkov, Európsky parlament a Rada prijala smernicu 2006/52/ES, ktorá mení a dopĺňa smernicu 95/2/ES zmenou súčasných povolení pre dusičnany a dusitany. V tejto zmene a doplnení sa uplatňuje všeobecný princíp kontroly pridaného množstva dusičnanov a dusitanov, ich použitie v určitých tradične vyrobených výrobkoch je však kontrolované reziduálnym množstvom.

Do niektorých potravín sa tieto látky pridávajú úmyselne. V údeninách, šunke, niektorých mäsových výrobkoch pôsobia ako konzervačný prostriedok (ochrana proti

botulizmu) a majú prispieť k dosiahnutiu chute, vône a farby. Podobné výrobky sú hlavným zdrojom rizikových dusitanov. Je teda zrejmé, že aspoň detský a dospelý organizmus by sa mal týchto potravín vyvarovať (Bedrna, 2005).

Dusičnany boli sledované v zelenine, pitnej vode, syroch, detskej výžive a mäsových výrobkoch. Sú to dusičnany, ktoré sa dostanú do potravinového reťazca používaním umelých hnojív, alebo sa používajú cielene pri výrobe niektorých potravinových produktov. Denný príjem dusičnanov do organizmu človeka v roku 2005 bol 0,44 mg na kilogram telesnej hmotnosti. Pri výpočte denného príjmu boli použité priemerné nálezy dusičnanov. Denný príjem dusičnanov neprekročil tolerovateľný denný príjem (ADI), ktorý je 5 mg na kilogram telesnej hmotnosti. Vypočítaný percentuálny podiel dusičnanov na povolenom dennom príjme (ADI) do organizmu človeka (FAO/WHO) predstavuje 8,8% (Šalgovičová, Zmetáková, 2006).

Dusičnany nie sú sami o sebe veľmi nebezpečné, pretože sa v organizme rýchlo odbúravajú v obličkách. Ich primárna toxicita je preto zanedbateľná. Toxicita dusičnanov spočíva v ich premene na dusitany (Prugar, Hadačová, 1994).

Dusitany sa v zdravých rastlinách prakticky nevyskytujú. Vyskytujú sa, ak sa pri skladovaní alebo spracovaní potravín stanú chyby, ktoré umožnia zväčšenie výskytu týchto látok. Dusičnany sa redukujú pôsobením rôznych enzýmov nitrátreduktáz. Táto redukcia môže prebiehať exogénne, alebo endogénne. Prvý prípad nastáva pri nesprávnom skladovaní poľnohospodárskych produktov. Veľmi nebezpečné je v tomto prípade uskladňovanie hotových zeleninových pokrmov s vyšším obsahom dusičnanov, najmä, ak sú dlhší čas udržiavané v teplom stave.

Endogénne vznikajú dusitany v tráviacej sústave, alebo už v ústnej dutine. Ich nebezpečnosť spočíva v tom, že zabraňujú prísunu kyslíka. Toto sa prejavuje zmodraním slizníc, alebo fialovým sfarbením pokožky, alebo pier. Je to nebezpečné hlavne pre deti od 2 do 4 mesiacov života. Neprijemnosti sa však môžu prejavovať aj u dospelých jedincov. Pri ich reakcii s amínmi v žalúdku môžu vznikáť nitrózoamíny, ktoré majú karcinogénne účinky, väčšinou sa v prírodnej forme nevyskytujú, môžu však vznikáť z dusitanov v ľudskom organizme (Prugar, Prugarová, 1982).

Oproti priemernému obsahu 90 mg.kg<sup>-1</sup> dusitanov v ovocí, v mliečnych produktoch a v mäse, obsah dusitanov v zelenine vykazuje široké rozpätie množstiev od 0,9-2165 mg.kg<sup>-1</sup>, hladiny dusitanov však neprevyšujú 7 mg.kg<sup>-1</sup>. Najvyšší obsah dusičnanov obsahovali

konzervované potraviny, potraviny určené na detskú výživu, mrazené potraviny, zelenina, resp. rozličné druhy ovocia, špenátu a cukrovej repy (Bodiphala, Ormrod, 1971).

Z doterajších poznatkov vyplýva, že v potravinách v našej zemepisnej šírke sa denne prijíma 50-120 mg dusičnanov a 2-5 mg dusitanov. K týmto množstvám treba prirátat' prísun dusičnanov z pitnej vody.

V ľudskom organizme sa dusičnany resorbujú najmä v dvanástniku a lačniku a prechádzajú do krvného obehu a tkanív. Za 4-12 hodín sa obličkami väčšinou vylučujú (asi 80 %, u starších ľudí 50%). Približne 20% nitrátov ostáva v organizme. Predpokladá sa, že v čreve sa premieňajú väčšinou na zlúčeniny amoniaku. Je možná aj opačná reakcia. Dôležitý je vedľajší okruh, ktorým sa dusičnany dostávajú do slinných žliaz, kde sa koncentrujú a opäť sa dostávajú do ústnej dutiny (Selenka, 1980).

Biotransformáciou dusičnanov v organizme sa zaoberal Turek a kol. (1983). Pre podiel vylúčených dusičnanov močom z celkového prijatého množstva má veľký význam možnosť endogénnej redukcie v organizme. Jej stupeň závisí od mikroflóry tráviacích ústrojov. O možnosti tvorby N-nitrózozlúčenín, vytvorených z dusitanov, alebo o ich ďalšej transformácií rozhoduje viacero vplyvov (pH, prítomnosť látok inhibujúcich nitrozáciu, napr. kyselina L-askorbová atď.). Autori zdôrazňujú, že v každom prípade pri vyššom bilančnom rozdiel medzi množstvom prijatých a vylúčených dusičnanov ostáva aj vyššie riziko tvorby N-nitrózozlúčenín.

Medzi neobvyčajne aktívne metabolity dusičnanov patria chemicky a biologicky dusitany. Spája sa s nimi výskyt methemoglobinémie, najmä u dojčiat. Súvisí to predovšetkým s ľahšou oxidovateľnosťou fetálneho hemoglobínu na methemoglobín a so zníženou funkciou diafority, ktorá znemožňuje spätnú premenu methemoglobínu na hemoglobín. V klinickom obraze vystupuje popri methemoglobinémii ochrnutie hladkého svalstva.

Dusitan, ktorý vzniká, znižuje vazodilatáciou krvný tlak. Prvé toxické príznaky sa prejavujú, len čo sa asi 30% hemoglobínu premení na methemoglobín. Dusičnan sa pomocou nitrátreduktáz a nitritreduktáz redukuje. Popri dusitane a amoniaku vzniká ako najdôležitejší medziprodukt hydroxylamín. Hydroxylamín a z neho vytvorený amoniak sa môžu preniesť na ketokyseliny, pričom vznikajú oxikyseliny a aminokyseliny.

Hydroxylamín blokuje rozličné enzýmové systémy, napr. dekarboxylázu kyseliny glutamínovej alebo transaminázy.

Dusičnany sa používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom, aby sa dosiahla stabilizácia farby pri konzervovaní (pácovaní). Do úvahy prichádzajú dusičnan



a dusitan draselný alebo sodný. Farebná stabilita sa dosahuje tým, že sa pôvodne červené farbivo mäsa myoglobín mení dusitanom na nitrózomyoglobín stálej farby. Ináč by varom nastala denaturácia červeného krvného farbiva na metmyoglobín hnedosivej farby. Za nepriaznivých podmienok môže prejsť nitrózomyoglobín na nitrózoachromogén, čo však znižuje farebnú kvalitu nakladaného mäsa. Dusičnany vyvolávajú ten istý proces stabilizácie farby, ibaže sa musia najprv redukovať na dusitany, čo je výsledkom činnosti mikroorganizmov, ktoré obsahujú enzým nitrátreduktázu. Činnosť mikroorganizmov sa v takýchto prípadoch napomáha pridaním sacharózy do nálevu. Redukcia však môže prebiehať aj čisto chemicky, napr. v konzervách pôsobením cínu (Rosival, Szokolay a kol., 1983).

Toxicita dusičnanov spočíva v ich účinku po redukcii na dusitany. V organizme nastáva redukcia mikrobiálnou činnosťou v tráviacom trakte alebo pri zápaloch aj v močových cestách. Z hľadiska účinkov dusičnanov a dusitanov treba spomenúť niektoré možnosti ich interakcie. Ukázalo sa napr., že môžu rozkladať karotén (Emerich, Olson, 1962). Oveľa nebezpečnejšie sú interakcie so sekundárnymi, prípadne terciárnymi amíni za vzniku karcinogénnych N-nitrózoamínov.

Asi 0,5 g  $\text{KNO}_2$  vyvolá u dospelých chorobu methemoglobinémiu (cyanózu), kým 4 g  $\text{KNO}_2$  môžu už usmrtiť (Diermair, Postel, 1965).

Vzhľadom k tomu, že väčšina potravín obsahuje látky schopné nitrozácie v množstve cca 0-10  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , ale ryby, zelenina, ovocné šťavy i množstvo vyššie. Toto množstvo však môže podstatne vzrásť v závislosti na tepelnej úprave potravín, zároveň také látky nitrozujúce (dusitany), ktoré v potravinách buď vznikajú bakteriálnou redukciou dusičnanov, alebo sa priamo pridávajú z technologických dôvodov (zlepšenie organoleptických vlastností, zvýšenie údržnosti a pod.) pri výrobe údenín, je zrejmé, že sa v nich N-nitrózoamíny môžu vyskytovať v rôznych množstvách. Z toho hľadiska môžu mať značný význam v potravinách tiež dusičnany, ako prekursorov dusitanov, ktoré sa do potravín dostávajú jednak prirodzenou cestou (z pôdy, z dusíkatých hnojív, z vody), jednak úmyselne pri technologických úpravách (soli).

Nie je možné odhadnúť riziko z hľadiska možnej endogénnej tvorby a pôsobenia nitrózoamínov, je potrebné však brať do úvahy aj túto možnosť a obmedzovať faktory, ktoré spolupôsobia alebo sú nutné pri tvorbe nitrózoamínov na najnižšiu možnú mieru (napr. prísun dusičnanov a dusitanov do organizmu).

Ako už bolo uvedené, patrí väčšina N-nitrózoamínov k silným karcinogénom. Časť z nich sa vyskytuje v rôznom množstve v potravinách a nápojoch. Aby bolo možné znížiť,

či eliminovať ich obsah v poživatinách a tým zmenšiť riziko karcinogenného pôsobenia na človeka na najmenšiu možnú mieru, existujú v súčasnosti dve možnosti.

Prvá sa týka zabránenia vzniku vylúčenia základných podmienok nutných pre ich tvorbu. Úplné vylúčenie dusičnanov a dusitanov z výroby asi nebude možné a to nielen z technologického, ale i epidemiologického hľadiska.

Druhá možnosť spočíva v používaní látok v potravinárstve (kyselina askorbová, isoaskorbová, resp. ich sodné soli), inhibujúcich tvorbu nitrózoamínov v poživatinách, odstránenie látok túto tvorbu katalyzujúcich. Je možné teda predpokladať, že vhodnou kombináciou oboch vyššie uvedených možností sa podarí znížiť tvorbu a výskyt karcinogénnych nitrózoamínov v poživatinách na prijateľnú mieru a tým podstatne znížiť zdravotné riziko pre konzumenta (Rosival, Szokolay a kol., 1983).

Zakázať dusičnany a dusitany ako potravinárske aditívy nie je taký jednoduchý problém, pretože sa odporúča používať ich na prevenciu proti otravám, botulizmu.

Kompetentný výbor FAO/WHO roku 1965 zaujal stanovisko aj k čistote požívaných preparátov. Odporúča sa  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$  ako maximálnu hranicu pre ťažké kovy v dusičnanoch a dusitanoch.

## 1.9 Dusičnany v zelenine

Pri intenzifikácii výroby použitím priemyselných hnojív môže nastať veľké zvýšenie prívodu dusíka do pôdy, čo má za následok aj enormné zvýšenie obsahu dusičnanov v niektorých druhoch zeleniny. Tie ani pri bežnom zvýšení obsahu neznamenia osobitné riziko (okrem dojčiat s dyspepsiou), no v zelenine a v zeleninových potravinách sa môžu počas skladovania redukovať na dusitany, ktoré sú toxické. Ide tu teda o typický znak toxikkej endogénnej cudzorodej látky v potravinách po zvyškoch chemizácie poľnohospodárstva.

Hodnotenie vplyvu organických hnojív na proces akumulácie dusičnanov v zelenine sťažuje vysoký obsah organickej pôdy v pôde. Hodnotenie účinnosti minerálnych dusíkatých hnojív skresľujú hlavne mineralizačné procesy v pôde (Bedrna, 2006).

Bakteriálna redukcia dusičnanov nastáva vplyvom skladovania a transportu, ďalej pri príprave jedla zo špenátu, resp. skladovaním jedla. V špenáte, ktorý neobsahuje  $\text{NO}_3^-$ , resp. obsahuje ho iba v malom množstve, tvorba dusitanov nepredstavuje zdravotné riziko.

Rosival, Szokolay a kol. (1983) sledovali v mrazenom špenáte vplyv hnojenia na obsah  $\text{NO}_3^-$  a v tejto súvislosti aj obsah kyseliny oxalovej. Je totiž známe, že najmä pri hnojení fekáliami a nitrátom sa obe tieto látky nachádzajú vo zvýšenej miere v špenáte. Pri hnojení množstvom  $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  nehrozí nebezpečenstvo z hľadiska tvorby vysokého obsahu  $\text{NO}_2^-$ . Bakteriálnou redukciou sa môže tvoriť  $\text{NO}_2^-$  pri izbovej alebo chladničkej teplote len za prítomnosti vysokého obsahu dusičnanu ako donátora kyslíka. Ak je v čerstvom špenáte vysoký obsah dusičnanov, môžu sa redukovať aj následkom intramolekulového dýchania pri nevhodnom skladovaní a transporte.

Medzi hlavné zdroje dusičnanov je zaraďovaná zelenina a zemiaky. Jednotlivé druhy akumulujú dusičnany v rôznom množstve. Podľa schopnosti akumulovať dusičnany je možné rozdeliť zeleninu a okopaniny do troch skupín, a to na materiály:

- s vysokým obsahom dusičnanov (nad  $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), kam patrí napr. šalát, špenát, reďkev, zeler, čínska kapusta.....
- so stredným obsahom dusičnanov ( $250\text{-}1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), napr. petržlen, mrkva, brokolica, zemiaky, karfiol, cesnak, kapusta....
- s nízkym obsahom dusičnanov (pod  $250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), napr. hrach, paradajky, cibuľa, uhorky, artyčoky...

Obsah dusičnanov v jednotlivých zeleninových plodinách kolíše v širokom rozpätí, čo je spôsobené klimatickými a pôdnymi podmienkami (intenzitou osvetlenia, množstvom zrážok, intenzitou hnojenia).

V ovocí sú dusičnany prítomné v porovnaní so zeleninou v zanedbateľnom množstve. Iba v melónoch, jahodách a banánoch môžu byť koncentrácie o niečo vyššie, zhruba okolo  $800 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Za pozitívnu vlastnosť zeleniny treba považovať aj to, že obsahuje veľké množstvo vlákniny, ktorá v hrubom čreve potláča resorpciu nitrózoamínov tým, že urýchľuje proces trávenia látok črevným aparátom. Na základe uvedených skutočností možno teda konštatovať, že prítomnosť vitamínu C a vlákniny dáva predpoklad určitej kompenzácie zvýšeného obsahu dusičnanov v zelenine. Treba brať do úvahy aj to, že na nitrozáciu je v žalúdku k dispozícii iba časť prijatých, alebo endogénne vzniknutých dusitanov (vzhľadom na ich značnú reaktivitu so zložkami žalúdočného obsahu), ďalej, že na tvorbu rôznych nitrózozlúčenín sú potrebné pomerne úzko vymedzené reakčné podmienky.

Prítomnosť dusičnanov v zelenine pohľadom nezistíme, to môžu odhaliť jedine analýzy v laboratóriu. Ak sa im však predsa len chceme vyhnúť, môžeme sa riadiť niektorými všeobecnými zásadami. Najmenej dusičnanov obsahuje paprika, paradajky a

hrach. Vyšší obsah dusičnanov hrozí najmä v čase tzv. rýchlejšej koreňovej a listovej zeleniny, ktorá trpela nedostatkom slnečného žiarenia. Jednotlivé druhy zeleniny treba v tomto období citlivo kombinovať .

Ak teda nechceme ohrozovať svoje zdravie, mali by sme sa vyhýbať predovšetkým údeninám, nie zelenine. Tá obsahuje zároveň aj ochranné vitamíny, najmä „céčko“.

- dusičnany sa hromadia v hlúboch kapusty, karfiolu, v šupkách zemiakov, na koncových častiach reďkovky, tekvice, zo šalátu sa odporúča odstrániť spodné listy, pri petržlene zas obsahuje dusičnany najmä vňat'
- zeleninové jedlá by sme mali skonzumovať ihneď po uvarení, zohrievať sa neodporúča najmä špenát
- nezrelá zelenina má vyšší obsah dusičnanov ako zrelá
- z hľadiska nižšieho obsahu dusičnanov sa odporúča konzumovať zeleninu zberanú v popoludňajších hodinách, z neprehnojenej pôdy
- väčšie riziko predstavuje zelenina z fóliovníka v porovnaní so skleníkom, ktorý má vhodnejšie svetelné podmienky (Prugar, Prugarová, 1982).

Dusičnany nie sú v rastlinách cudzorodou látkou, ale prirodzenou zložkou a nie sú sami o sebe toxické. Dusičnany sa stávajú problémom vtedy, keď sú redukované na dusitany. Nadmerný obsah dusičnanov v potravinách môže znamenať pre človeka riziko, najmä pre novorodencov a malé deti. Spolu so zeleninou konzumujeme oveľa menej dusičnanov než s údeninami a vodou. Nie všetky druhy zelenín zhromažďujú vo svojich orgánoch dusičnany v rovnakej miere. K najväčšiemu hromadeniu dusičnanov dochádza vo vegetatívnych orgánoch rastliny, napríklad v listoch, stonkách a koreňoch. Menej dusičnanov je v generatívnych orgánoch rastliny, v kvetoch, plodoch a semenách. Z toho vyplýva vyšší obsah dusičnanov v mrkve, petržlene, reďkovke, kalerábe, šaláte, špenáte a menej v rajčiakoch, paprike, baklažáne, tekviciach, uhorkách a melóne.

Odstránením častí zelenín s vysokým obsahom dusičnanov sa môže výrazne zlepšiť kvalita konzumovanej zeleniny. Vonkajšie listy a hlúbik hlávkového šalátu, kapusty hlávkovej, kelu a pekínskej kapusty obsahujú viac dusičnanov než jemné listy vnútornej časti hlávky. V listových stopkách špenátu je oveľa viac nitrátov než v samotných listoch. Mrkva, petržlen a paštrnák má najviac dusičnanov vo vrchnej časti pod listami, v spodnom hrote koreňa a v stržni mrkvy. Vonkajšia časť koreňového valca mrkvy ich obsahuje najmenej. V bulvách zeleru je menej dusičnanov ako vo vňati, vo vrchnej časti bulvy ich je menej ako v strednej a najviac dusičnanov je v spodnej časti bulvy. Podobne narastá

obsah dusičnanov zhora nadol pri chrene. V reďkovke a reďkvi je najmenej dusičnanov v strednej časti bulvy.

V hornej a dolnej časti je dusičnanov najviac. Pri cvikle narastá obsah dusičnanov od povrchu do stredu a najviac je v spodnej špičke. Karfiol má najmenej dusičnanov na povrchu ružice. Narastá smerom dovnútra a najvyšší obsah je v hlúbe. Pri kalerábe sa nitrátové anióny koncentrujú najviac v šupke a pod šupkou. Smerom do vnútra ich obsah klesá. Podobne je to aj pri tekviciach, baklažáne, uhorkách a melónoch. Papriky a rajčiaky hromadia najmenej dusičnanov v častiach pod stopkou. Najmenšie množstvo dusičnanov v cibuli sa nachádza v jej strednej časti. Vo vrchnej a spodnej býva vyšší obsah. V bielej a svetlozelenej časti póru býva menej dusičnanov než v sýtozelených vonkajších listoch. V skorých jarných odrodách je obyčajne viac nitrátov, čo je spôsobené horšími svetelnými podmienkami pre ich rast. Tento problém sa vyskytuje pri rýchlí. Pri zimnom, skorom jarnom a jesennom rýchlí zeleniny vo fóliovníkoch a skleníkoch, keď je nedostatok slnečného svitu, sa môžu kumulovať dusičnany najmä v listovej zelenine (šaláty), mladej mrkve, kalerábe a reďkovke. Deťom takúto zeleninu radšej nepodávame. Dospelý by však musel skonzumovať denne aj niekoľko kilogramov takejto zeleniny, aby nepriaznivo vplývala na jeho zdravie (Prugar, Prugarová, 1982).

Najviac dusičnanov je podľa rozboru zeleniny v rýchlí špenáte, póre a naopak najmenej v cibuľovinách, pažitke, paradajkách a zelenom hrášku. Podiel nebezpečných dusičnanov, škodiacich najviac dojčatám, je vždy asi o 1/3 nižší pri zbere vyzretej zeleniny v podvečer po jasnom slnečnom dni ( Bedrna, 2005).

Pri pestovaní zeleniny v poľných podmienkach a pri dodržiavaní zásad hnojenia nehrozí žiadne nebezpečie nadmerného výskytu dusičnanov. Všeobecne platí, že sa dajú regulovať podmienky, ktoré hromadenie dusičnanov môžu znížiť. Ide o dobrú kvalitu pôdy, vysoký obsah humusu, použitie vhodných organických hnojív, použitie zníženého normatívu hnojenia, vytvorenie vhodných svetelných podmienok, zníženou hustotou porastu, zberom v poludňajších a popoludňajších hodinách a pod.

Hydroponickým spôsobom pestovania v živnom roztoku sa môže znížiť obsah nitrátov v dôsledku možnosti regulácie prívodu dusíka. Nadmerná dávka dusíka v počiatkových fázach rastu znamená vysoký stupeň kumulácie dusičnanov metabolického podielu, z ktorého je dusík ďalej využiteľný, zvlášť v neskorších fenofázach.

Na rozdiel od výživy fosforom, draslíkom, horčíkom a vápnikom, kde sa dá pomerne spoľahlivo zistiť zásobenosť pôdy, v prípade dusíka sa ťažšie zisťuje presná potreba

dusíka, pretože jeho obsah sa veľmi rýchlo mení. Treba vhodne voliť formy priemyselných hnojív. Zámena nitrátovej formy výživy formou amoniakálnou vedie k poklesu obsahu dusičnanov. Ak však prevýši v živnom roztoku amoniakálna forma dusičnanovú, môže dôjsť k zníženiu úrody. Treba uvažovať o percentuálnom pomere 50:50.

Organická výživa je z hľadiska hromadenia dusičnanov vo všetkých druhoch zeleniny priaznivá. Nežiaduci nárast obsahu dusičnanov v zelenine pri produkcii môže byť reálne zvládnutý využitím doterajších poznatkov o podmienkach akumulácie dusičnanov. Treba využiť poznatky o biologických vlastnostiach jednotlivých druhov, ovplyvňovaní druhovou skladbou v spotrebe zeleniny, uplatnení uváženeho hnojenia a komplexnej agrotechniky, kontrolou akosti počas celej výroby a nákupu zeleniny. Dôležité je dodržiavať agrotechnickú disciplínu vo výrobnom procese vrátane správneho použitia vyhovujúceho vodného zdroja na zavlažovanie ([www.zahradaweb.cz](http://www.zahradaweb.cz), 2007).

Z celkového obsahu dusičnanov, ktoré znečisťujú vodné zdroje 15 – 20 % pochádza z pôdy a poľnohospodárskej výroby. Ostatných 80 – 85% má pôvod v priemysle a v komunálnych odpadoch. Nadlimitný obsah dusičnanov sa nachádza približne v 10 % podzemných vôd. U nás sú vody z verejných vodovodov kontrolované a žiadne škodlivé zložky nepresahujú povolené limity.

Za nízko-dusičnanovú zeleninu považujeme všetky druhy skladovaných zelenín, ktoré sa dopestovali v poľných podmienkach pri zachovávaní agrotechnickej disciplíny, vrátane správneho hnojenia a použitia vhodného vodného zdroja na zavlažovanie. Najčastejšie ide o kapustu, kel, kaleráb, cviklu, mrkvu, petržlen, cibuľu, cesnak ([www.zahradaweb.cz](http://www.zahradaweb.cz), 2007).

Zelenina predstavuje vo výžive človeka kvalitatívne veľmi dôležitú súčasť. Jej najvýznamnejšími zložkami je vysoký obsah vitamínov, minerálnych prvkov, vlákniny a ďalších látok, ktoré človek potrebuje pre svoj zdravý vývoj. Tvorí asi 10 % objemu našej stravy. Podľa najnovších vedeckých poznatkov z oblasti výživy by mali rastlinné produkty (najmä ovocie a zelenina) zabezpečovať 70 – 80 % ľudskej potravy, pričom 3/4 tejto potravy by mal človek konzumovať v surovom stave. Aj napriek uvedeným pozitívam je spotreba zeleniny v SR stále dosť nízka. V porovnaní s odporúčanou dávkou vyhlásenou hlavným hygienikom SR - 127,9 kg na obyvateľa a rok bola spotreba zeleniny na Slovensku v roku 2000 len 94,2 kg a v roku 2001 klesla na 80,5 kg (Vestník MPSR, 2002).

Snaha o rovnomernú celoročnú spotrebu zeleniny viedla k využívaniu rôznych konzervačných metód, z ktorých najvhodnejšou je zmrazovanie. Je šetrné na zachovanie biologicky významných živín, predovšetkým vitamínu C, farby a pôvodnej chuti.

Odborníci uvádzajú, že chladenie a mrazenie sú najvhodnejšie konzervačné metódy na udržanie výživnej hodnoty potravín, ktorá sa pri nich stabilizuje v stave veľmi blízkom pôvodnému zloženiu. Konzervovanie zmrazením je vlastne predĺžením čerstvosti potravín na dlhý čas pri maximálnom zachovaní biologickej hodnoty potravín.

Zmrazovaním úplne čerstvej zeleniny krátko po zbere, dodržaním hlavných podmienok technologického postupu a vylúčením oxidačných činiteľov, zachováme v maximálnej miere ich výživovú hodnotu. Mnohé zmrazené potraviny majú aj po rozmrazení takmer tú istú farbu, vôňu, chuť, často i konzistenciu a celkový vzhľad ako potraviny čerstvé. Teda vlastnosti pre základné zmyslové vnemy, na ktoré moderná fyziológia kladie veľký význam, sa v značnej miere zachovávajú.

Obsahy škodlivých látok v mrazenej zelenine sa zisťovali na začiatku mraziarenského skladovania. Najvyšší obsah dusičnanov bol v karotke -  $304 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Vzhľadom na to, že mrkva má značnú schopnosť kumulovať dusičnany a zaraďuje sa medzi zeleninu, ktorá kumuluje stredný obsah dusičnanov ( $250 - 1000 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), bol stanovený obsah dusičnanov v mrazenej karotke pomerne nízky a výrazne pod hodnotou najvyššieho prípustného množstva pre čerstvú koreňovú zeleninu ( $1500 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) podľa tretej hlavy Potravinového kódexu SR (1996).

Sú mnohé publikácie, ktoré dokazujú preukazný pokles dusičnanov následne po blanšírovaní. Leszczynska a Krawontka (1992) zistili pokles dusičnanov okolo 2,4 – 17,6 % a vzostup dusitanov okolo 26,9 - 85,2 % v blanšírovanej karotke.

Niedzielski a Mokrosinska (1992) zisťovali zmeny v obsahu dusičnanov počas mraziarenského skladovania. V karotke zmrazovanie ani mraziarenské skladovanie nemalo značný vplyv na obsah dusičnanov, ale bol zreteľný (4 násobný) počiatkový vzrast v obsahu dusitanov, hoci neprekročil prípustné hladiny ani na konci skladovania.

Najnižší obsah dusičnanov sa zistilo v mrazenom hrášku. Horčín (1993) uvádza rozpätie hodnôt pre obsah dusičnanov v čerstvom hrášku  $0 - 33,40 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Tieto hodnoty sa zistili výskumom, ktorý sa uskutočňoval v priebehu rokov 1970 – 1989 vo VÚ LIKO v Bratislave.

Podľa Horniaka (2000) semená hrachu nemajú sklon ku kumulácii dusičnanov. Struková fazuľka ako strukovina tiež nemá sklon ku kumulácii dusičnanov. Kopec (1997) uvádza, že kumuluje menej ako  $250 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Horčín (1993) uvádza obsah dusičnanov v čerstvých fazuľových strukoch v rozpätí  $29,00 - 116,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Brokolica má významný sklon kumulovať dusičnany. Podľa Kopca (1997) kumuluje stredný obsah dusičnanov (250 - 1000 mg.kg<sup>-1</sup>). Stanovený obsah dusičnanov bol výrazne pod hodnotou najvyššieho prípustného množstva pre čerstvú hlúbovú zeleninu (3 000 mg.kg<sup>-1</sup>) podľa tretej hlavy Potravinového kódexu SR (1996) (Vestník MPSR, 1996).

## 1.10 Faktory ovplyvňujúce obsah dusičnanov

Medzi najzákladnejšie faktory, ktoré ovplyvňujú obsah dusičnanov patrí pH, osvetlenie, teplota, mikroelementy a sacharóza.

Obsah dusičnanov v rastlinných produktoch ovplyvňujú všetky zdroje dusíka, ktoré má rastlina k dispozícii, ako z pôdnej zásoby, tak aj z organických priemyselných hnojív, z dažďových zrážok, zo závlahovej vody, vzdušných emisií ( Bedrna, 2006).

Ku zvýšenej kumulácii dusičnanov dochádza pri zvýšenom prísune dusíka z dusíkatých hnojív, keď rastlina má k dispozícii nadmerné množstvo dusíka, ktoré nestačí využiť normálnym fyziologickým spôsobom (Fecenko, Ložek, 2000).

Zvýšenie obsahu dusičnanov v rastline môže byť spôsobené nielen aplikáciou vysokých dusíkatých hnojív, ale aj celým radom ostatných faktorov, ktoré ovplyvňujú metabolizmus N látok. Rýchlosť redukcie dusičnanov v rastlinných organizmoch nezávisí len od dávok dusíka ( Chvoščeva, 1979; Jarvan, 1980), ale oveľa viac od pomeru jednotlivých živín, osvetlenia, tepelných a vlhkostných podmienok a ostatných vonkajších vplyvov. Faktory brzdiace proces fotosyntézy spomaľujú aj redukcii dusičnanov. Podľa niektorých autorov klesá za tmy aktivita enzýmu nitrátreduktázy prakticky až na nulu.

Nedostatok svetla je považovaný za hlavný dôvod vyššieho obsahu dusičnanov v zeleninách vypestovaných pod krytmi, či už v skleníkoch alebo vo fóliovníkoch. Druhy zo zvýšenou schopnosťou akumulovať dusičnany by sa zásadne nemali pestovať na zatienených plochách, napr. ako podsevy v sadoch, medzi kríkmi a pod. (Prugar, Prugarová, 1985).

Všeobecne možno povedať, že zelenina vypestovaná voľne na poli v období dlhých svetelných dní má pre spotrebiteľa vyššiu nutričnú hodnotu ako tá, ktorá vyrástla v skleníkoch alebo vo fóliovníkoch v odlišných svetelných podmienkach alebo na sklonku leta a na jeseň, keď sa dĺžka svetelných dní skraca.



Vyššia svetelná intenzita a väčšie množstvo slnečného svitu podporujú asimiláciu prijatého dusíka, a tým aj zníženie hladiny dusičnanov v rastline (Herrmann, 1972; Maynard a kol., 1976; Kóňa, 1997).

Rýchlená zelenina, teda zelenina dopestovaná v skleníkoch, či fóliovníkoch sa vyznačuje vyššou koncentráciou dusičnanov, ako zelenina dopestovaná bežným spôsobom na poli. Vyhrievané, i nevyhrievané skleníky slúžia v našich podmienkach predovšetkým na predpestovanie priesad, pestovanie teplomilných rastlín, alebo skorej zeleniny (Bedrna, 2005).

Podľa Kathana (1983) klesá v priebehu vegetácie obsah dusičnanov v mrkve, a to tak vo vňati, ako v koreni. Ak sa mrkva zberá v plnej zrelosti, je spravidla obsah dusičnanov už natoľko nízky, že je z nutričného hľadiska úplne vyhovujúci. S možnosťou zvýšenej akumulácie však treba rátať v prípade, keď sa zberajú nedozreté korene mrkvy.

Množstvo slnečného svitu a zrážok v období pred zberom môžu byť často dôležitejšie faktory ako samotné dusíkaté hnojenie (Prugar, Pechová, 1983).

Schopnosť rastlín akumulovať dusičnany, ako už bolo niekoľkokrát zdôraznené, je do veľkej miery druhovou a čiastočne aj kultivarovou vlastnosťou. Kultivar určuje vonkajšiu stavbu rastliny. Rozdelenie dusičnanov v rôznych častiach rastlín nie je rovnomerné. Najviac sú nahromadené tam, kde je vysoký podiel xylémových vodivých pletív a kde sú dokonalé vyvinuté vakuoly. Orgány zabezpečujúce transport živín v rastline sa teda vyznačujú vyšším obsahom  $\text{NO}_3^-$  ako časti slúžiace na asimiláciu, generatívne orgány a plody. Je teda dôležité, ktoré časti rastliny sú určené na konzum. Najvyššia koncentrácia dusičnanov býva v žilkách listov, v stopkách, stonkách a hlúboch. Nižšia koncentrácia býva v listových čepeliach a plodoch. V šupkách a v povrchových vrstvách plodov však býva koncentrácia dusičnanov výrazne zvýšená.

Obsah dusičnanov v kultivaroch s hrubými, silne rebrovitými a poprehýbanými listami býva všeobecne vyšší ako v kultivaroch s hladkými listami (Barker, 1974).

Pri druhoch charakteristických intenzívnejšou kumuláciou  $\text{NO}_3^-$ , sú rozdiely vo vzájomnom vzťahu s morfológickými vzťahmi. Napr. zelené struky fazule majú vyšší obsah dusičnanov ako žlté struky. Podobná súvislosť s farbou sa pozoruje aj pri rýchlených paprikách. Lepšie vyfarbené korene mrkvy majú nižší obsah  $\text{NO}_3^-$ .

Pri rýchlenej zelenine, najmä pri šaláte, kalerábe a reďkovke sa kultivarové rozdiely často stierajú. Pomerne veľké rozdiely obsahu dusičnanov možno zaznamenať niekedy aj pri jedincoch zberaných z toho istého pozemku, a to aj v prípade malých, pôdne vyrovnaných parciel. Uplatňujú sa tu vplyvy rozličnej veľkosti a vývojového štádia v čase

zberu, vplyvy momentálnych meteorologických podmienok a termín zberu v priebehu dňa. Všetky tieto faktory vonkajšieho faktora môžu hladinu dusičnanov ovplyvniť do takej miery, že sa kultivarový charakter vôbec neuplatní.

Hall a Hicks (1977) uskladňovali karotku s rôznym obsahom dusičnanov pri teplotách 20, 25, 30, 35°C. Čím vyššie boli obsah dusičnanov a teplota uskladňovania, tým rýchlejšie a výraznejšie sa prejavili redukčné procesy a vznikalo viac dusitanov.

Ak však nastanú chyby pri uskladňovaní alebo pri ďalšom technologickom spracovaní rastlinného materiálu obsahujúceho vyššie množstvo dusičnanov, môžu vzniknúť vyššie koncentrácie dusitanov (Ingr, Kryšková, Regassa, 1995).

Pri dodržaní všetkých zásad šetrnej manipulácie a použitia správnej technológie možno pri pôvodne kvalitnej surovine udržať obsah dusičnanov i dusitanov na prípustnej hladine alebo ho dokonca aj významne znížiť. Ku zvýšeniu koncentrácie dusitanov môže dôjsť i pri samotnej konzervárenskej technológii. Bolo zistené, že pri výrobe mrkvovej šťavy enzymatickou cestou môže redukcia povrchových vrstiev koreňov prebehnúť už počas čistenia suroviny roztokom hydroxidu ak sa predĺži čas fermentácie a zníži teplota, kedy narastá počet spór. Výskumní pracovníci izolovali baktérie schopné redukovať dusičnany. Pri uskladnení v otvorených nádobách sa zvyšuje klíčivosť spór, a tým narastá obsah  $\text{NO}_2^-$ .

Prirodzene, že aj nedostatočná sterilnosť nádob sa môže v tomto smere prejavovať veľmi nežiaducim spôsobom (Schlegel a kol., 1981).

Spôsob a doba zberu patrí taktiež medzi faktory, ktoré ovplyvňujú obsah dusičnanov v zelenine. Vhodnejší je zber v odpoľudňajších hodinách, ako skoro ráno. Akumulácia dusičnanov kolíše počas ročných období. V zimných mesiacoch je obsah dusičnanov vyšší, rovnako ako neskoro na jeseň a v predjarnom období (Flohrová, 1990).

Každý druh zeleniny vyžaduje iné podmienky na skladovanie, preto sa odporúča skladovať jednotlivé druhy v skupinách s podobnými požiadavkami. O úspešnosti skladovania rozhoduje teplota, relatívna vlhkosť vzduchu, rýchlosť a intenzita vetrania (Valšíková, 2005).

## 1. 11 Vplyv dusičnanov na ľudský organizmus

Dusičnany sú po použití rýchlo a kompletne absorbované v hornej časti tenkého čreva. Sú rýchlo distribuované v organizme. Približne 25% použitých dusičnanov je vylučovaných do slín, kde sú časti redukované ústnou mikroflórou na dusitany. Bakteriálna redukcia dusičnanov na dusitany môže prebiehať i v iných častiach zažívacieho traktu okrem žalúdka, kde k nej dochádza len pri zníženej kyslosti.

Dusičnany sami o sebe vykazujú nízku toxicitu. V neredukujúcom prostredí a v nízkych koncentráciách nie sú dusičnany pre dospelého a zdravého človeka škodlivé a nemožno preto hovoriť o ich primárnej toxicite. Avšak za určitých podmienok sa môžu dusičnany redukovať na dusitany, ktoré sú z toxického hľadiska podstatne nebezpečnejšie. Za prípustnú dennú dávku, ktorá ani pri dlhodobom príjme nevyvoláva žiadne poruchy na zdraví, sa organizáciou FAO / WHO stanovilo denné množstvo dusičnanov zodpovedajúce 5mg NaNO<sub>3</sub> na 1 kg telesnej hmotnosti. U nás je stanovená najvyššia prípustná dávka vo výrobkoch detskej výživy na báze ovocia a zeleniny na 50 mg NaNO<sub>3</sub> na 1 kg potravy pre deti do 4. mesiacov a 100 mg NaNO<sub>3</sub> na 1 kg potravy pre deti do veku 3. rokov (Fecenko, Ložek, 2000).

Hartmann (1982) vo svojej štúdii popisuje karcinóm žalúdka ako najviac prevládajúcu formu karcinómov vo viacerých štátoch. Karcinóm žalúdka je dávaný do súvislosti s hladinami dusičnanov v prostredí. Expozícia v detstve je kritickým komponentom vo výskyte karcinómu žalúdka, hoci je to ochorenie predominantne starších ľudí.

Osobitnou rizikovou skupinou z hľadiska posudzovania expozície dusičnanov v pitných vodách je detská populácia, pre ktorú sú charakteristické rozdielne a jedinečné spôsoby expozície: v pomere k telesnej hmotnosti prijímajú vyšší objem tekutín ako staršie deti a dospelí, ďalej dynamický fyziologický vývoj, dlhšia očakávaná dĺžka života, a teda dlhšia expozícia. Novorodenci, deti a mládež predstavujú 40% svetovej populácie. Je potrebné brať do úvahy skutočnosť, že sa u nich prejavujú účinky faktorov životného prostredia sumačné a generačné, t.j. účinky, ktoré sa na začiatku života prejavujú v dospelosti alebo až v ďalšej generácii a môžu viesť k dlhotrvajúcim následkom alebo poškodením zdravia.

Medzi hlavné globálne riziká ohrozenia zdravia detí zo životného prostredia podľa WHO patria aj nebezpečné domové studne pitnej vody a chemické nebezpečenstvá, medzi

ktoré sa zaraďujú aj dusičnany v pitných vodách. Zo zdravotného hľadiska majú dusičnany význam ako zdroj dusitanových ionov v organizme. Vo vyšších koncentráciách môžu ovplyvňovať enzýmy tráviacej sústavy, resorpciu určitých živín, metabolizmus vitamínu A a funkciu štítnej žľazy (Slotová, 2006).

Dusičnany vo vyšších koncentráciách môžu ovplyvňovať enzýmy tráviacich orgánov, vstrebávanie niektorých živín, metabolizmus vitamínu A a funkciu štítnej žľazy. Zvýšený príjem dusičnanov transformujúcich sa na dusitany môže oslabiť imunitný systém. Najväčším rizikom je tvorba karcinogénnych látok, ktoré poškodzujú DNA a vyvolávajú rakovinu (Čekey, Šlosár, 2008).

Dusitany sa potom dostávajú do krvi prostredníctvom, ktorej negatívne pôsobia na mnohé orgány. Ich hlavnou negatívnou vlastnosťou však zostáva možnosť zapríčinenia methemoglobínémie (Ash-Bernal, Wise, Wright, 2004).

Červené krvinky obsahujú 4 hemoglobínové reťazce. Každá molekula sa skladá zo štyroch polypeptidových reťazcov, spojených so štyrmi hemovými skupinami. Hemová skupina obsahuje molekulu železa v redukovanej forme alebo železnatej forme. V tejto forme sa môže železo zlučovať s kyslíkom (delením elektrónov) a utvára oxyhemoglobín. Keď oxyhemoglobín uvoľňuje kyslík tkanivám, hemoglobín môže akceptovať a dopravovať kyslík len, keď je atóm železa v železnatej forme. Ak dôjde k oxidácii hemoglobínu, mení sa na železitú formu, alebo methemoglobín. Methemoglobínu chýba elektrón, ktorý je potrebný, aby tvoril spojivo s kyslíkom a tak je neschopný prepraviť kyslík (Udeh, Bittikofer, Sum-Ping, 2001).

Pretože sú červené krvinky ustavične vystavované rôznemu oxidačnému stresu, krv bežne obsahuje približne 1 % úrovně methemoglobínu (Stucke, Reiss, Connolly, 2006).

Methemoglobínémia je v medzinárodnej klasifikácii chorôb evidovaná pod kódom D 74. Je porucha charakterizovaná prítomnosťou vyššej hladiny methemoglobínu, než je normálna úroveň v krvi. Methemoglobín je forma hemoglobínu, ktorá neviaže kyslík. Ak je koncentrácia v bunkách červených krviniek zvýšená, môže nastať hypoxia (Ash-Bernal, Wise, Wright, 2004).

Toxické účinky dusičnanov u detí sú dané hlavne redukciou na dusitany a následnou reakciou dusitanov s hemoglobínom. Dochádza k dusičnanovej methemoglobínémii a to oxidáciou dvojmocného iónu  $Fe^{2+}$  na trojmocný  $Fe^{3+}$  za premeny krvného paliva hemoglobínu na tmavohnedý methemoglobín, ktorý nie je schopný prenášať kyslík. Klinická manifestácia zníženého transportu kyslíka v organizme sa väčšinou objavuje po prekročení 10% koncentrácie metHb. Prejavuje sa šedo-modrým zafarbením kože okolo

úst a na koncoch prstov a nosa (cyanózou). Pri obsahu metHb nad 25% sa prejavuje slabosť, zrýchlený pulz a dýchanie, hnačky, pri 50-60% metHb už môže dôjsť k úmrtiu. Normálna koncentrácia metHb u človeka je do 2%, u kojencov do 3 mesiacov veku do 3%.

Najcitlivejšou časťou populácie sú práve kojenci do 3 mesiacov veku, ktorí sú ohrození pri príprave kojeneckej stravy z vody s obsahom dusičnanov. Príčin vyššej citlivosti u nich je niekoľko. Jedna sa o väčší podiel fetálneho Hb, ktorý sa ľahšie oxiduje na metHb a deficit enzýmu metHb-reduktázy, ktorá spätne redukuje metHb na Hb. Ďalšou príčinou môže byť vyššie pH v žalúdku, umožňujúce bakteriálne osídlenie a redukciu dusičnanov na dusitanov. Tvorba dusitanov, a tým aj riziko methemoglobinémie je zvýšené pri infekciách zažívacieho traktu, ktoré sú u detí častejšie. Ďalšou viac citlivou skupinou populácie k tvorbe metHb sú tehotné ženy a ľudia s deficitom glukózo-6-fosfát dehydrogenázy alebo metHb-reduktázy a ľudia so zníženou žalúdočnou kyslosťou (achlorhydria, atrofická gastritis).

Pri vzniku dusičnanej alimentárnej methemoglobinémie sa uplatňujú najmä tieto faktory: voda s obsahom neprípustného množstva dusičnanov, pH žalúdočnej šťavy, bakteriálna flóra horných častí gastrointestinálneho traktu do krvi, vplyv enzýmového systému redukujúceho methemoglobín na hemoglobín a pravdepodobne aj vplyv fetálneho hemoglobínu (Slotová, 2006).

Dojčenie dieťaťa pokiaľ možno aspoň 3 mesiace a používanie bezchybnej pitnej vody na prípravu umelej výživy možno považovať za základné preventívne opatrenia. U detí od troch mesiacov veku je hlásených málo prípadov methemoglobinémie. V štúdií u detí konzumujúcich vodu s obsahom dusičnanov 100-500 mg.l<sup>-1</sup> nebola nájdená zvýšená hladina metHb v porovnaní s deťmi s vodou do 44 mg.l<sup>-1</sup>.

WHO udáva, že u hlásených prípadov methemoglobinémie u detí bola zistená dávka dusičnanov v rozmedzí 37,1–108,6 mg.kg<sup>-1</sup> s priemerom 56,7 mg.kg<sup>-1</sup>. V štúdiách zahrňujúcich i prípady subklinicky zvýšenej methemoglobinémie bol obyčajne nájdený významný vzťah ku koncentráciám dusičnanov v pitnej vode od úrovne 44,3 – 88,6 mg.l<sup>-1</sup> a vyššie a takmer výhradne u kojencov do 3 mesiacov veku (Slotová, 2006).

Pretože väčšina prípadov ochorení bola opísaná po používaní vody zo súkromných a často bakteriologicky kontaminovaných studní, je veľmi pravdepodobný súčasný vplyv infekcie. Boli tiež popísané prípady methemoglobinémie, kde zrejme skutočne jediným známym vyvolávajúcim činiteľom bola zvýšená endogénna tvorba dusičnanov (a následne dusitanov) v dôsledku gastrointestinálnej infekcie (Slotová, 2006).

Methemoglobinémia môže byť tiež získaná (Ash-Bernal, Wise, Wright, 2004). Ochranné enzýmové systémy bežne udržiavajú úroveň methemoglobínu pod 1 % z celkového hemoglobínu u zdravých ľudí. Exogénna expozícia jedmi a ich metabolitmi (ako sú benzokain, nitráty) môže urýchľovať tvorbu methemoglobínu tisíckrát, ničiť enzýmové systémy a akútne zvyšovať hladinu methemoglobínu. Ďalšie látky spôsobujúce methemoglobinémiu sú antibiotiká (napr. trimethoprim, sulfonamidy), lokálne anestetiká (obzvlášť artikain, prilokain) a ďalšie ako sú anilínové farbivá, chlorečnany, bromičitany (Zosel, Rychter, Leikin, 2007).

Užívanie liekov obsahujúcich nitrátovú zložku (dusičnan bizmutitý), môže tiež spôsobovať methemoglobinémiu. Deti do 6 mesiacov sú prevažne náchylné na methemoglobinémiu, spôsobenú nitrátmi prijatými v pitnej vode, dehydratáciou, gastroenteritídami s hnačkami a precitlivosťou na benzokain alebo prilokain. Nitráty, ktoré sa používajú v poľnohospodárstve, pri umelých hnojivách presakujú do pôdy a môžu kontaminovať studničnú vodu (Adams, Marley, McCarroll, 2007).

Získané methemoglobinémie môže zapríčiniť veľa látok, ktoré oxidujú železo hemoglobínu z feriformy na feriformu, a tak vyvolávajú tzv. toxickú methemoglobinémiu. Patria medzi ne dusitan, chloráty, chinóny, anilín, sulfanilamid, iné aromatické amíny, nitroderiváty, aminoderiváty a niektoré okysličovadlá (Kolektív autorov, 1984).

Z hľadiska pediatrickej praxe je najdôležitejšia dusičnanová alimentárna methemoglobinémia dojčiat. Je to ochorenie umele živých dojčiat do 4 mesiacov. Pretože pitná voda, ktorá sa používa na prípravu umelej výživy, obsahuje väčšie množstvo dusičnanov, pôsobením redukujúcich baktérií sa v tráviacom trakte dojčiat do 4 mesiacov vytvárajú dusitany. Dusitany po resorpcii reagujú jednak s hemoglobínom, ktorý oxiduje na methemoglobín, jednak pôsobia na ostatné orgány. Ochorenia môžu vzniknúť aj po konzumovaní mrkvovej polievky vtedy, keď je v mrkve vysoký obsah dusičnanov a keď sú prítomné aj dusitany.

Príznaky závisia od množstva vytvorených a resorbovaných dusitanov a od rýchlosti, akou prenikli do krvného obehu. Väčšie množstvo dusitanov môže vyvolať obraz šoku a zapríčiniť náhle úmrtie. Súčasne zvýšené množstvo methemoglobínu zapríčini viditeľnú cyanózu. Hodnoty methemoglobínu medzi 10 – 20 % sa zaraďujú medzi mierne, hodnoty 20 – 40 % medzi ťažké. V typickom prípade dojča prospieva normálne, kým ho matka dojčí. Len čo prejde na Sunar, rodičia naraz spozorujú sfarbenie kože do modra, ktoré v priebehu niekoľkých hodín prejde do ťažkej cyanózy. Niektoré deti mávajú v deň, keď

zmodrejú, redšiu stolicu, grckajú až vracajú, prejavujú nechúť do jedenia (Kolektív autorov, 1987).

Liečba pacienta s methemoglobinémiou by mala byť riadená, hlavne, čo sa týka náročnosti ochorenia (Baraka, Ayoub, Yazbeck- Karam, 2005).

Okrem vzniku methemoglobinémie vysoké koncentrácie dusičnanov redukovaných na dusitany reagujú so sekundárnymi a terciálnymi amínmi za vzniku nitrózoamínov. Dusitan sa v žalúdku vstrebáva s amínom, ktorý je prítomný prakticky všade: v zelenine, mäsových, mliečnych a obilných výrobkoch, vo vajciach, pive a víne, v liekoch, pesticídoch atď. Nitrózoamíny však vznikajú aj exogénne neenzymatickými pochodmi. Vytvorené nitrózoamíny sa môžu inkorporovať do rastlín a potom sa, potravinovým reťazcom dostávajú do organizmu človeka, alebo sa môžu z pôdy vylúhovať do pitnej vody. Bolo dokázané že nitrózoamíny sú schopné vyvolávať tvorbu nádorov vo všetkých telesných orgánoch, hlavne tráviaceho traktu, močového mechúra a lymfatického systému, s výnimkou kostí. Pravidelný príjem vitamínu C môže preventívne zabrániť k vzniku karcinogénnych nitrózoamínov a naopak, chronicky nízka hladina kyseliny L-askorbovej môže dispozíciu zvyšovať. Z toho by sa dalo usudzovať, že prítomnosť vitamínu C v požívatinách dáva možnosť určitej kompenzácie zvýšeného obsahu dusičnanov (Rozsival, Szokolay, 1983; Prugar, Prugarová, 1985).

Pomer vitamínu C k dusičnanom by mal byť väčší ako 2:1 a väčšina druhov zeleniny taký pomer uvádzaných látok obsahuje. Pozitívna vlastnosť zeleniny spočíva v tom, že obsahuje vlákninu, ktorá v hrubom čreve potláča resorpciu nitrózoamínov (Fecenko, Ložek, 2000).

Dôvodom, prečo dusičnany, ktoré sú v listovej zelenine v pomerne vysokých dávkach, už nepredstavujú také nebezpečenstvo ako kedysi, sú nové vedecké poznatky. " V zelenine sa súčasne s dusičnanmi vyskytujú aj ochranné látky, ako je vitamín C, vitamín E, karotenoidy, farbivá s antioxidantnou aktivitou, izoflavóny a mnohé iné fytochemikálie s protirakovinovým, protisklerotickým, antimutagénym účinkom. Tie v živočíšnych potravinách nenájdete," hovorí MUDr. Igor Bukovský z Fyziologického ústavu Lekárskej fakulty UK.

Do obdobia dosiahnutia vyhovujúcej kvality pitnej vody v ukazovateli dusičnany vo verejných vodovodoch a zníženia počtu obyvateľov zásobovaných pitnou vodou z individuálnych zdrojov nekontrovateľnej kvality je potrebné na regionálnej úrovni, najmä v dotknutých oblastiach, venovať pozornosť výchove obyvateľstva o význame kvality

pitnej vody v prevencii ochorení, a to najmä detskej populácie. Ďalej presadzovať pre deti náhradné zásobovanie pitnou vodou vyhovujúcej kvality a propagovať v rámci prenatálnej starostlivosti o matku vyšetrenie kvality vody, ak je jej domácnosť zásobovaná vodou z individuálneho vodného zdroja.

Vzhľadom k regulácii množstva dusičnanov vo vode a potravinách, vďaka daným najvyšším povoleným hodnotám dusičnanov sa však nemusíme obávať ich výrazného negatívneho vplyvu na náš organizmus. Iba u malých detí, zvlášť u kojencov by sme mali byť obozretní pri výbere zdroja vody a zdroja potravín (Forejt, 2008).



## 2 Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce je na základe dostupných literárnych zdrojov zhodnotiť správanie sa dusičnanov v potravinovom reťazci človeka, zhrnúť široký okruh informácií a zdrojov z problematiky dusičnanov nielen v pôde, ale i v surovinách a potravinách rastlinného pôvodu, s možným prienikom do potravinového reťazca človeka a poukázať na výskyt možných negatívnych vplyvov. Práca komplexne zachytáva vedecko-výskumné poznatky a informácie z oblasti dusičnanov. Uvedený cieľ vychádza zo skutočností, že na Slovensku je málo súhrných literárnych zdrojov, zaoberajúcich sa komplexnou problematikou dusičnanov.

Ďalším cieľom diplomovej práce bol prieskum stravovacích návykov v populácii žien -. matiek vo vybranom okrese. Prioritou bolo poukázať na negatívny vplyv nadmerného príjmu dusičnanov, ktoré sa nachádzajú najmä v zelenine, mäsových výrobkoch a vo vode. Chceli sme tiež poukázať na nedostatočné vedomosti populácie o ich nadmernej konzumácii a vplyve na zdravie ľudí.

## **3 Metodika práce**

### **3.1 Formulácia problému**

Po získaní a zoštudovaní zdrojov z problematiky dusičnanov, ich zosumarizovaní a zatriedení širokého okruhu získaných informácií do jednotlivých kategórií, sme pristúpili ku komplexnej analýze riešenej problematiky. S použitím literatúry sme sa zaoberali dusičnanmi v jednotlivých zložkách životného prostredia, t.j. obsahom a zmenami obsahu dusičnanov v pôdach, premenami dusíka a agroekologickými vplyvmi dusíka v pôdach, koncentráciou oxidov dusíka v ovzduší podľa platných noriem, faktormi ovplyvňujúcimi obsah dusičnanov v ovzduší a ich vplyvom na ostatné zložky životného prostredia, obsahom dusíkatých látok (dusičnanov) vo vode - v povrchových a podzemných zdrojoch, platnými normami pre jednotlivé kategórie vôd.

Poukázali sme na konkrétne suroviny rastlinného a živočíšneho pôvodu, na ich zloženie, čo sa týka obsahu dusičnanov, z následným vplyvom na zdravotný stav nielen detí, ale aj dospelaj populácie. V práci sú uvedené aj ďalšie návrhy na zamedzenie vstupu dusičnanov do potravinového reťazca človeka.

### **3.2 Použité metódy**

Pre účely sociologického prieskumu a špecifického výskumu existuje niekoľko druhov výskumných metód. Pre množstvo výhod sa nám javila najlepšou alternatíva forma dotazníka. Táto metóda bola vhodná hlavne preto, že nebol potrebný osobný kontakt s každým respondentom a získalo sa potrebné množstvo údajov. Dotazník patrí k špecifickým metódam, ktoré zakladajú zhromažďovanie údajov pre štatistické spracovanie.

Otvorené – dávali respondentom vzťahový rámec, ale podrobnejšie neurčovali ani obsah, ani formu odpovede. Respondent volil dĺžku odpovede, sám rozhodoval, čo povie a čo nie.

Uzavreté – ponúkali respondentom možnosť voľby pri výbere odpovede. Skúmaná osoba odpovedala na otázky, ktoré sú uvedené v dotazníku tak, že odpovede krúžkovali, prípadne podčiarkovali.

Pred výskumom sme na základe uvedených cieľov a problémov sformulovali tieto hypotézy:

1. Predpokladáme, že respondentky preferujú nákup cenovo prístupnejšej zeleniny vo väčších nákupných centrách, čo v konečnom dôsledku znamená nižšiu kvalitu kupovanej zeleniny.
2. Predpokladáme, že respondentky preferujú nákup mäsových výrobkov v predajniach pred domácou výrobou.
3. Predpokladáme, že respondentky uprednostňujú dlhodobé dojčenie a že matky po prerušení dojčenia dbajú na vhodnú prípravu dojčenskej výživy a to hlavne používaním dojčenských vôd.

### 3.3 Charakteristika výskumnej vzorky

Prieskumu sa zúčastnilo 87 respondentiek z okresu Bardejov vo veku 18 až 62 rokov. Z toho 44,83 % tvorili ženy vo veku 18 až 35 rokov, 31,03 % ženy vo veku 36 až 50 rokov a 24,14 % tvorili ženy nad 50 rokov (tab. 1).

Z respondentiek, ktoré sa zapojili do výskumu má 10,34 % základné vzdelanie, 29,89% vzdelanie stredoškolské bez maturity, 35,63 % stredoškolské vzdelanie s maturitou a 24,14 % respondentiek má vysokoškolské vzdelanie (tab. 2).

Z obcí do 500 obyvateľov pochádza 28,74 % respondentiek, z obcí od 500 do 5 000 31,03 % a 40,23 % respondentiek pochádza z obcí od 5 000 do 35 000 obyvateľov (tab. 3).

#### Prehľad o počte respondentiek podľa veku

Tabuľka 1

Veková kategória	Početné zastúpenie	Percentuálne zastúpenie
Od 18 do 35 rokov	39	44,83 %
Od 36 do 50 rokov	27	31,03 %
Nad 50 rokov	21	24,14 %
<b>Spolu</b>	<b>87</b>	<b>100 %</b>

### Prehľad o počte respondentiek podľa dosiahnutého vzdelania

Tabuľka 2

Dosiahnuté vzdelanie	Počtetné zastúpenie	Percentuálne zastúpenie
Základné	9	10,34 %
Stredoškolské bez maturity	26	29,89 %
Stredoškolské s maturitou	31	35,63 %
Vysokoškolské	21	24,14 %
<b>Spolu</b>	<b>87</b>	<b>100 %</b>

### Prehľad o počte respondentiek podľa veľkosti obce, v ktorej žijú

Tabuľka 3

Veľkosť obce	Počtetné zastúpenie	Percentuálne zastúpenie
Do 500 obyvateľov	25	28,74 %
Od 500 do 5 000	27	31,03 %
Od 5000 do 35 000	35	40,23 %
<b>Spolu</b>	<b>87</b>	<b>100 %</b>

## 3. 4 Spôsob spracovania výsledkov

Odpovede získané dotazníkovou metódou sme roztriedili, spracovali a vyhodnotili. Zisťovali sme jednotlivé alternatívy odpovedí pri každej otázke. Frekvenciu odpovedí sme vyjadrili početne a percentuálne. Pre lepšiu prehľadnosť sme všetky získané údaje zosumarizovali do tabuliek a grafov.

### 3. 5 Štatistické overenie hypotéz

**Pearsonov koeficient** – 0 – 0,3 slabá závislosť medzi premennými

0,3 – 0,6 stredne silná závislosť premenných

0,6 – 1,0 silná závislosť medzi premennými

**Hypotéza 1** - Predpokladáme, že respondentky preferujú nákup cenovo prístupnejšej zeleniny vo väčších nákupných centrách, čo v konečnom dôsledku znamená nižšiu kvalitu kupovanej zeleniny.

**Tabuľka 4**

Vypočítaný chí - kvadrát	Tabuľkový chí - kvadrát	Pearsonov koeficient
10,89436	7,814728	0,610266

Vypočítaná hodnota chí – kvadrátu (10, 89436) je vyššia ako kritická hodnota chí – kvadrátu (7,814728) a preto zamietame nulovú hypotézu.

Pearsonov koeficient – silná závislosť.

**Hypotéza 2** – Predpokladáme, že respondentky preferujú nákup mäsových výrobkov v predajniach pred domácou výrobou.

**Tabuľka 5**

Vypočítaný chí - kvadrát	Tabuľkový chí - kvadrát	Pearsonov koeficient
10,5229	7,814728	0,596957

Vypočítaná hodnota chí – kvadrátu (10,5229) je vyššia ako kritická hodnota chí – kvadrátu (7,814728) a preto zamietame nulovú hypotézu.

Pearsonov koeficient – stredne silná závislosť.

**Hypotéza 3** – Predpokladáme, že respondentky uprednostňujú dlhodobé dojčenie a že matky po prerušení dojčenia dbajú na vhodnú prípravu dojčenskej výživy a to hlavne používaním dojčenských vôd.

**Tabuľka 6**

Vypočítaný chí - kvadrát	Tabuľkový chí - kvadrát	Pearsonov koeficient
0,986475	7,814728	0,069585

Vypočítaná hodnota chí – kvadrátu (0,986475) je nižšia ako kritická hodnota chí – kvadrátu (7,814728) a preto nulovú hypotézu nezamietame.

Pearsonov koeficient – slabá závislosť medzi premennými.

## 4 Výsledky

V najväčšej miere sa na prívode dusičnanov do organizmu zúčastňuje zelenina. Paradoxom však je, že najvyšší podiel na celkovom príjme dusičnanov nemá zelenina, o ktorej je známe, že dokáže kumulovať dusičnany, ale zelenina s menším obsahom, konzumovaná však častejšie a pravidelnejšie. Práve zelenina patrí medzi komodity, u ktorých vhodnými opatreniami a postupmi môžeme znížiť obsah dusičnanov. Potrebné je však dostatočné množstvo svetla, tepla a vody. Z toho vyplýva významný vplyv každoročne sa meniaceho hydrometeorologického faktora, najmä vlahy, teploty a slnečného svitu. V rastlinných organizmoch sa pri zvyšovaní teploty a svetla znižuje množstvo naakumulovaných dusičnanov. Vplyv zrážok na využitie dusičnanov z pôdy závisí od pôdneho typu. V ľahších pôdach sa pri vyššej vlaha znižuje akumulácia dusičnanov v zelenine a krmovinách v dôsledku vyplavovania dusičnanov do nižších vrstiev pôdneho profilu. Riadená závlaha teda ovplyvňuje akumuláciu dusičnanov v zelenine.

Faktorom, ktorý môže ovplyvniť množstvo dusičnanov v zelenine je hnojenie. A to nielen forma a spôsob aplikácie, ale aj dávka. Práve posledný zo spomínaných faktorov často spôsobuje zvýšenie obsahu dusičnanov v zelenine. Vyplýva to zväčša z nezdravého jednostranného zamerania na maximálnu úrodu a tým aj maximálny zisk, ktorému niektorí pestovatelia podriadili všetko ostatné a neváhajú použiť aj nadmerné dávky hnojív a ostatných agrochemikálií.

K ďalším skupinám požívateľín uplatňujúcich sa ako zdroj dusičnanov v našej výžive patrí mäso a údeniny. Dusičnany a dusitany sú spolu s kuchynskou soľou z veľkej časti zodpovedné za niektoré charakteristické zmyslové vlastnosti - farba a chuť, ale aj skladovaciu stabilitu a bezpečnosť údených výrobkov v zmysle ochrany pred botulizmom.

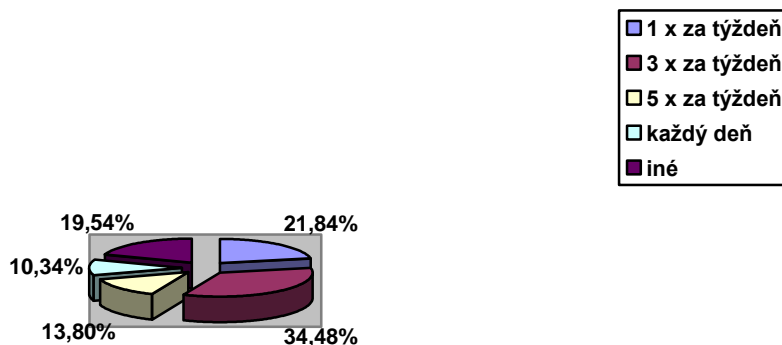
Prečo vlastne znižovať obsah dusičnanov v potravinách? Pretože dusičnany a ich redukciami vznikajúce dusitany, konzumujúce sa vo väčšom množstve sú akútne nebezpečné najmä pre kojencov, pretože nemajú dostatočne vyvinutý enzymatický systém v erytrocytoch, ktorým sa uvedená spätná redukcia reguluje. Prejavom methemoglobinémie je šedomodré až modrofialové zafarbenie slizníc a pokožky okrajových častí tela, predovšetkým pier - tzv. cyanóza, sprevádzaná poklesom krvného tlaku, zvýšenou tepovou frekvenciou a dýchavičnosťou. Ochorenie je nebezpečné, pretože môže končiť až smrťou. Dospelí ľudia sú ohrození pri väčšej konzumácii dusičnanov tvorbou nitrózoamínov v tráviacom trakte. Ide o karcinogénne, mutagénne a teratogénne

látky, ktoré môžu vyvolať vznik nádorov, alebo degenerovaných a proti chorobám menej odolných potomkov.

## Interpretácia výsledkov

### Graf 1

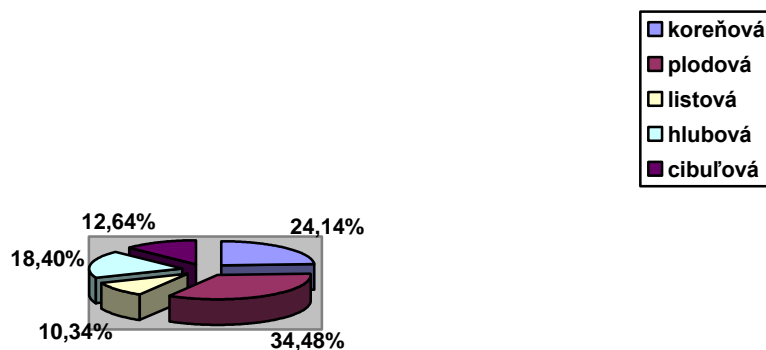
#### 1. Ako často konzumujete zeleninu?



Z celkového počtu respondentiek konzumuje zeleninu 1 x za týždeň 21,84 %, 3 x za týždeň 34,48 %, 5 x týždeň svoj jedálny lístok o zeleninu obohatí 13,80 %, každý deň to je 10,34 % opýtaných a inak, ako je uvedené, to je 19,54 % respondentiek.

### Graf 2

#### 2. Aký druh zeleniny preferujete?

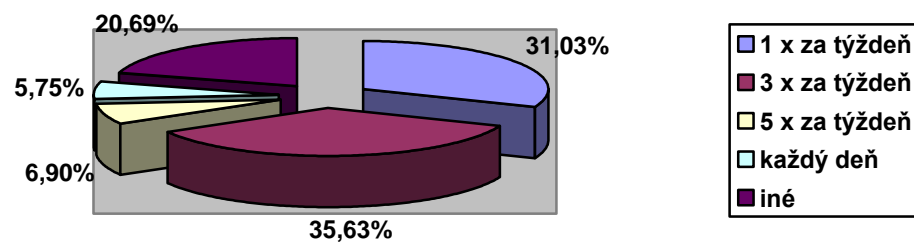




Najpreferovanejšou zeleninou je pre 34,48 % respondentiek plodová zelenina, koreňovú zeleninu obľubuje 24,14 %, hlubovú zeleninu 18,40 %, cibuľovú 12,64 % a listovú zeleninu 10,34 % respondentiek.

**Graf 3**

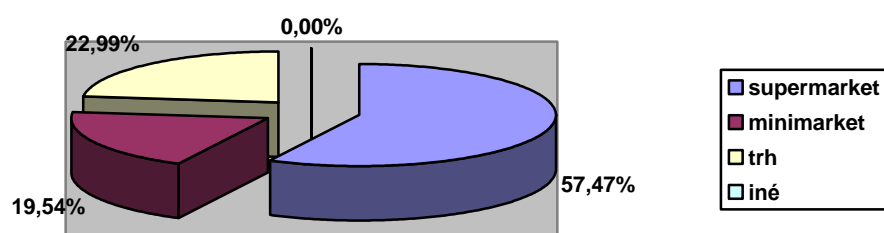
**3. Ako často zeleninu nakupujete?**



Raz týždenne nakupuje zeleninu 31,03 % respondentiek, 3 x za týždeň to je 35,63 %, 5 x za týždeň je nakupovanie zeleniny súčasťou pre 6,90 % opýtaných, denne nakupuje zeleninu 5,75 % respondentiek a inak, ako je uvedené je to 20,69 % respondentiek.

**Graf 4**

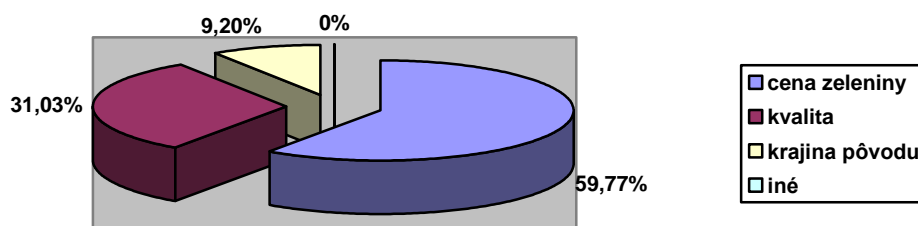
**4. Kde najčastejšie zeleninu nakupujete?**



Z celkového počtu opýtaných 57,47 % nakupuje zeleninu v supermarketoch, 19,54 % v minimarketoch a na trhu nakupuje 22,99 % respondentiek.

**Graf 5**

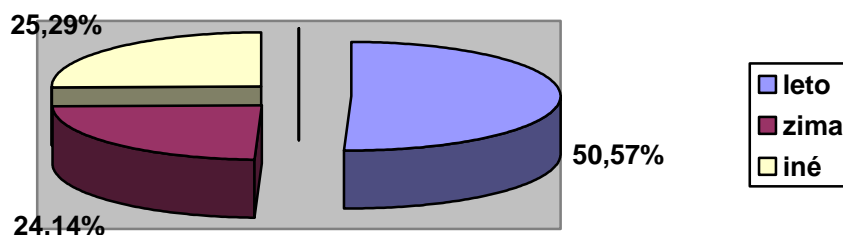
**5. Pri nákupe zeleniny je určujúcim kritériom výberu**



Pri nákupe zeleniny je určujúcim kritériom výberu pre 59,77 % opýtaných cena zeleniny, pre 31,03 % je to kvalita a pre 9,20 % respondentiek je to krajina pôvodu zeleniny.

**Graf 6**

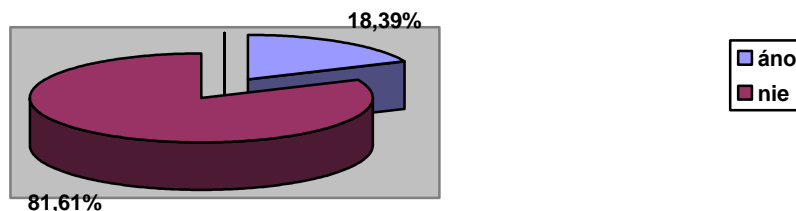
**6. V ktorom období preferujete nákup zeleniny?**



Takmer 45 % opýtaných preferuje nákup zeleniny v lete, len o niečo menej respondentiek preferuje nákup zeleniny v zimných mesiacoch a 11,49 % z nich nakupuje priebežne počas celého roka a teda nepreferuje leto a ani zimu.

### Graf 7

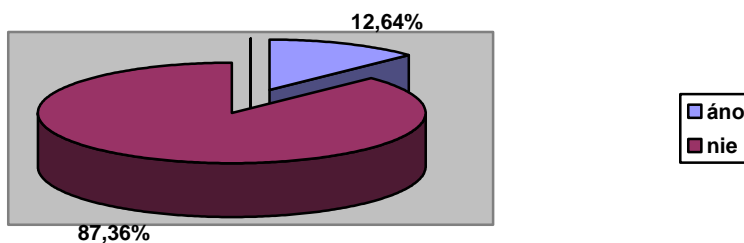
7. Je Vaša informovanosť o kumulácii dusičnanov v jednotlivých častiach zeleniny dostatočná?



Vyhodnotením dotazníka sa ukázalo, že populácia v danej oblasti má len veľmi málo informácií o kumulácii dusičnanov v jednotlivých častiach zeleniny.

### Graf 8

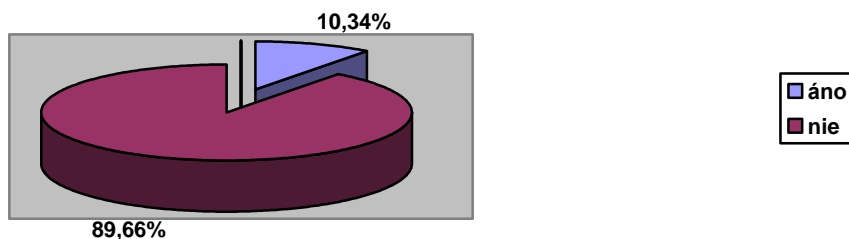
8. Viete, že závažným zdrojom dusičnanov je pitná voda?



Len necelých 13 % z opýtaných žien má informáciu o tom, že závažným zdrojom dusičnanov je aj pitná voda.

### Graf 9

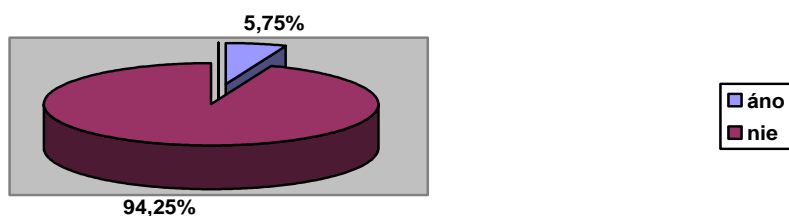
9. Stretli ste sa s tvrdením, že najcitlivejšou časťou populácie sú kojenci do 3 mesiacov veku, ktorí sú ohrození pri príprave kojeneckej stravy z vody s obsahom dusičnanov?



Takmer 90 % opýtaných nemá informácie o ohrození kojeneckej stravy použitím vody s obsahom dusičnanov a ich následný vplyv na ohrozenie zdravia kojencov, hlavne do 3 mesiacov ich veku.

### Graf 10

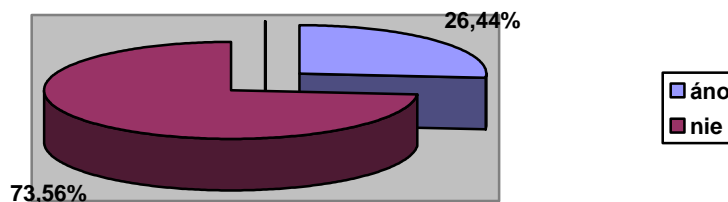
10. Máte informácie o tom, že dusičnany sa používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom?



Informácia, že sa dusičnany používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom je známa pre 5,75 % opýtaných.

## Graf 11

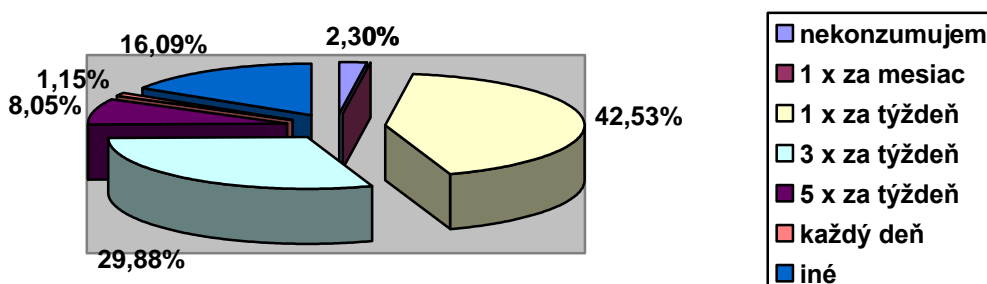
### 11. Máte informácie o vplyve dusičnanov na ľudský organizmus?



Informácie o vplyve dusičnanov na ľudský organizmus má 26,44 % respondentiek, no nie všetky z opýtaných vedia aj konkrétny vplyv, niektoré tvrdili, že vedia iba to, že dusičnany ľudskému organizmu škodia.

## Graf 12

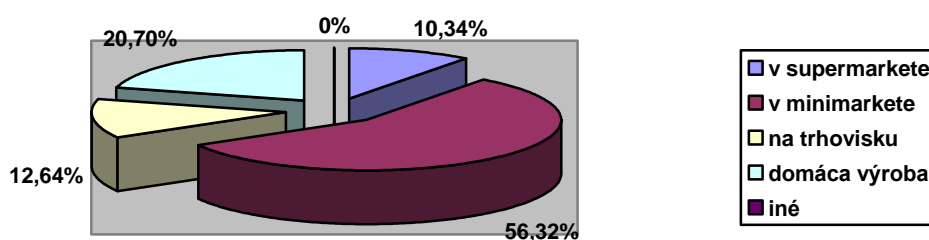
### 12. Ako často konzumujete mäso a mäsové výrobky?



Raz za týždeň konzumuje mäsové výrobky 42,53 % respondentiek, takmer 30 % opýtaných konzumuje mäsové výrobky 3 x za týždeň, 16,09 % opýtaných nakupuje výrobky inak, ako je uvedené, 8,05 % respondentiek nakupuje mäso a mäsové výrobky 5 x za týždeň, 2,30 % opýtaných mäso nekonzumuje a 1,15 % respondentiek nakupuje mäso alebo mäsové výrobky každý deň.

**Graf 13**

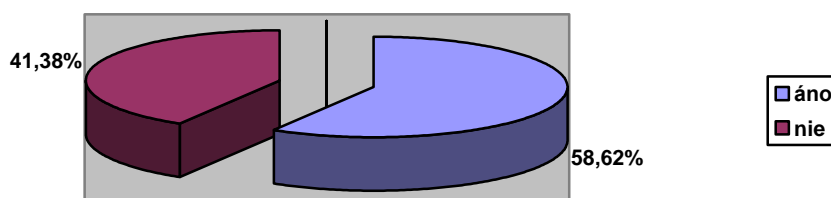
**13. Preferujete mäsové výrobky nakúpené:**



V minimarkete nakupuje 56,32 % respondentiek, 20,70 % opýtaných uprednostňuje domácu výrobu, 12,64 % nakupuje na trhovisku a 10,34 % respondentiek nakupuje v supermarkete.

**Graf 14**

**14. Ak máte dieťa, bolo dojčené viac ako 5 mesiacov?**



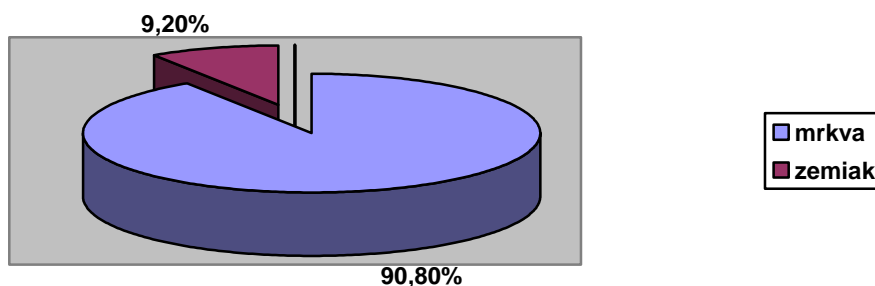
Takmer 59 % respondentiek uviedlo, že ich dieťa bolo dojčené viac ako 5 mesiacov a počas tejto doby dieťa nebolo prikrmované žiadnou kojeneckou stravou s prípadným použitím vody obsahujúcej dusičnany.

**15. V ktorom mesiaci ste zaviedli 1. zeleninový pokrm?**

Vyhodnotením odpovedí respondentiek sme zistili, že mamičky zaviedli 1. zeleninový pokrm pre svoje dieťa v období medzi 4 – 8 mesiacom veku dieťaťa.

**Graf 15**

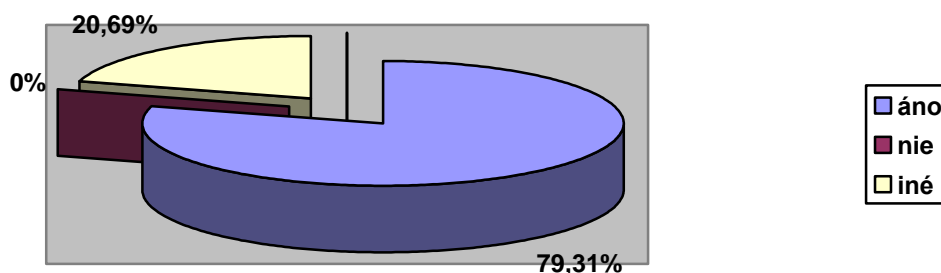
**16. Z akej zeleniny bol 1. zeleninový pokrm?**



Najčastejším zeleninovým pokrmom, ktorý zaviedli mamičky svojim deťom bola mrkva a to až pre 90,80 % respondentiek, 9,20 % opýtaných uvádza zemiak ako zeleninu, ktorú obsahoval 1. zeleninový pokrm ich dieťaťa.

**Graf 16**

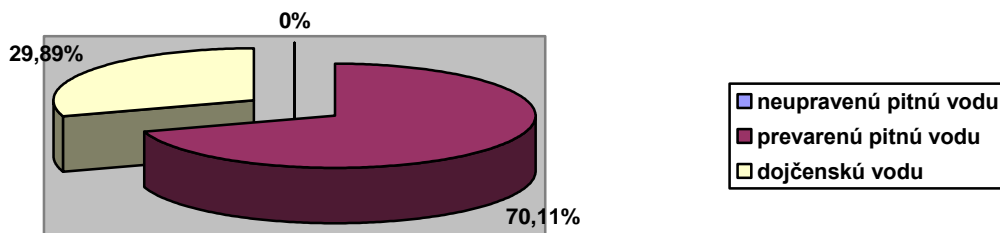
**17. Pre prípravu 1. zeleninového pokrmu ste preferovali nákup kvalitnej zeleniny?**



Takmer 80 % respondentiek preferovalo pre prípravu 1. zeleninového pokrmu nákup kvalitnej zeleniny a 20,69 % opýtaných sa pri príprave pokrmu nad otázkou kvality zeleniny nezamýšľalo.

**Graf 17**

**18. Pri prechode dojčenia na umelú výživu ste použili:**



Pri prechode na umelú stravu použilo 70,11% mamičiek na prípravu pokrmu pre dieťa prevarenú pitnú vodu a 29,89 % respondentiek použilo vodu dojčenskú, medzi opýtanými sa nevyskytli mamičky, ktoré by na prípravu kojeneckej stravy použili neupravenú pitnú vodu.



## 5 Diskusia

Prieskumom vykonaným v okrese Bardejov sme získali informácie o tom, ako často respondentky konzumujú zeleninu a mäsové výrobky, aký druh zeleniny preferujú, kde a v akom období zeleninu nakupujú. Získavali sme informácie o dojčení žien, hlavne o zavedení prvého zeleninového pokrmu, o vode používanej na prípravu umelej výživy. Informácie boli dôležité z hľadiska možného nepriaznivého vplyvu dusičnanov na ľudský organizmus.

Na začiatku prieskumu sme si stanovili tri hypotézy, podľa ktorých bol vykonaný prieskum v jednotlivých oblastiach.

Hypotéza H1 „Predpokladali sme, že respondentky preferujú nákup cenovo prístupnejšej zeleniny vo väčších nákupných centrách, čo v konečnom dôsledku znamená nižšiu kvalitu kupovanej zeleniny“ sa potvrdila. Asi 1/3 opýtaných konzumuje zeleninu trikrát do týždňa, preto je vhodné zvýšiť konzumáciu zeleniny z dôvodu vysokého obsahu vitamínov, minerálnych látok, vlákniny a ďalších dôležitých látok, ktoré človek pre svoj zdravý vývoj potrebuje.

Podľa Vestníka MPSR z roku 2002 je spotreba zeleniny v SR stále dosť nízka. V porovnaní s odporúčanou dávkou vyhlásenou hlavným hygienikom SR – 127,9 kg na obyvateľa a rok bola spotreba zeleniny na Slovensku v roku 2000 len 94,2 kg a v roku 2001 klesla na 80,5 kg.

Hypotéza H2 „Predpokladali sme, že respondentky preferujú nákup mäsových výrobkov v predajniach pred domácou výrobou“ sa potvrdila. Takmer 30 % respondentiek konzumuje mäsové výrobky trikrát do týždňa, približne iba 20 % preferuje domácky vyrobené výrobky a len necelých 6 % respondentiek má informácie o tom, že sa dusičnany používajú ako aditívne látky k mäsu.

V údeninách, šunke, niektorých mäsových výrobkoch pôsobia dusičnany ako konzervačný prostriedok a majú prispieť k dosiahnutiu chute, vône a farby. Podobné výrobky sú hlavným zdrojom rizikových dusitanov. Je teda zrejmé, že aspoň detský a dospelý organizmus by sa mal týchto potravín vyvarovať (Bedrna, 2005).

Je veľmi dôležité dbať na zníženie frekvenciu konzumácie mäsových výrobkov a údenín, z hľadiska predchádzania mnohým chorobám, spôsobených práve ich nadmernou konzumáciou.

Hypotéza H3 „Predpokladali sme, že respondentky uprednostňujú dlhodobé dojčenie a že matky po prerušení dojčenia dbajú na vhodnú prípravu dojčenskej výživy a to hlavne

používáním dojčenských vod“ sa nepotvrdila. Len necelých 30 % mamičiek použilo pri príprave kojeneckej výživy dojčenskú vodu.

Vzhľadom k regulácii množstva dusičnanov vo vode a potravinách, vďaka daným najvyšším povoleným hodnotám dusičnanov sa však nemusíme obávať ich výrazného negatívneho vplyvu na náš organizmus. Iba u malých detí, zvlášť u kojencov by sme mali byť obozretní pri výbere zdroja vody a zdroja potravín (Forejt, 2008).

## 6 Návrh na využitie poznatkov

So stále sa zrýchľujúcim civilizačným procesom, s prudkým nárastom priemyselnej činnosti, s rastom životnej úrovne, so zvyšujúcimi sa nárokmi na bývanie, na dopravu, stúpa vo výraznej miere aj zaťaženie životného prostredia a tým aj pôda pohlcuje vo väčšej miere škodliviny. Monitorovanie súčasného stavu obsahu dusičnanov v súlade so zisteniami ich nadlimitných obsahov nielen v ovzduší, vo vode, no hlavne aj v pôde, ako v štartovacom mieste pôsobenia na rastliny, tak aj v surovinách a potravinách rastlinného, ale aj živočíšneho pôvodu, s možným prienikom do potravinového reťazca, je dôležitá problematika, ktorá je riešená mnohými, nielen výskumnými pracoviskami. Na zamedzenie vstupu dusičnanov do produktov predovšetkým rastlinného pôvodu, je veľmi dôležitá informácia o obsahu dusíkatých látok, objektívnym kritériom pre racionálne hnojenie dusíkom je analytické stanovenie anorganického N v pôde.

Optimalizácia výživy jednotlivých vybraných poľnohospodárskych plodín opierajúca sa o agrochemickú analýzu pôdy a analýzu rastlinného materiálu, je základom pre dopestovanie kvalitnej a zdravotne nezávadnej rastlinnej produkcie.

Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov sa musí zabezpečiť najmä vykonaním potrebných opatrení pri skladovaní, manipulácii, aplikácii prirodzených a priemyselných hnojív a vhodnými spôsobmi obrábania pôdy.

Medzi možnosti eliminácie nadmerného výskytu dusíka patrí využívanie vybilancovaných osevných postupov, bôbových rastlín v osevných postupoch, využívanie podsevov a zeleného hnojenia, čo najdlhší pokryv pôdy rastlinami, plytké obrábanie pôdy (0,12 až 0,15 m) spojené s hlbokou orbou do 0,30 m, dodržiavanie kapacity a prispôsobenie konštrukcie skladovacích zariadení na živočíšne hnojivá.

Dôsledkom intenzívneho hnojenia priemyselnými hnojivami, nevhodných agrotechnických postupov, ako aj veľkochovov dobytká je znížená kvalita vôd. Pri nadmernom hnojení sa dusík môže dostať do spodných vôd, ktoré vystupujú do pôdneho profilu alebo majú priepustné podorničie, najmä po výdatných zrážkach. Dusičnany sa najintenzívnejšie vyplavujú koncom zimného obdobia a skoro na jar, kedy nie je na ornici vegetačný kryt, prípadne sa topí sneh. Časť  $\text{NO}_3^-$  sa dostane zrážkovou vodou do spodných vôd alebo zostáva v pôdnom roztoku. Dusík sa tiež môže vyplavovať pri nesprávnom skladovaní maštalného hnoja a pri jeho neskorom zaoraní.

Prienik dusíka cez splachové vody a nesprávne umiestnené močovkové jamy je aktuálny pri živočíšnej výrobe. Dusičnany v pôde sú veľmi pohyblivé a ľahko prestupujú do vody. V povrchových vodách (napr. rieky) je množstvo dusičnanov približne medzi 0 až 8 mg.l<sup>-1</sup>, v znečistených vodách to môže byť 50 - 150 mg.l<sup>-1</sup>, prípadne aj viac.

Je niekoľko faktorov ovplyvňujúcich obsah dusičnanov v surovinách rastlinného pôvodu: obsah a forma dusíka v pôde, forma a dávka dusíkatého hnojiva, použitie organických hnojív, obsah mikroelementov v pôde, kvalita závlahovej vody, klimatické podmienky, pôdny typ, pôdny druh, expozícia svahu, spon výsadby, architektúra rastliny, v zakrytých priestoroch kvalita polyetylénových fólií pri rýchlí poľnohospodárskych produktov a čistota skla, doba a čas zberu, výber vhodnej odrody, kulinárska príprava. Vyhodnotením dotazníkov môžeme navrhnúť nasledovné opatrenia:

- zvýšiť informovanosť populácie o problematike dusičnanov
- sústrediť sa na nákup kvalitnejšej zeleniny
- obmedziť príjem mäsových, hlavne údených výrobkov
- preferovať dlhodobé dojčenie
- pri umelej výžive dojčiat používať dojčenské vody

Na dosiahnutie pozitívnych zmien v oblasti stravovania je veľmi dôležité zvýšiť informovanosť, zmeniť životný štýl, pretože otázka zdravia je tou najdôležitejšou otázkou, ktorú si musíme klást' pri zabezpečovaní základných životných hodnôt.

## Záver

Na základe výskumu stravovacích návykov a z výsledkov prieskumu, ktoré sú uvedené v kapitole „Výsledky“ možno vyvodiť nasledovné závery:

- konzumácia zeleniny päťkrát za týždeň je najčastejšou odpoveďou len pre 13,80% respondentiek a 34,48 % opýtaných konzumuje zeleninu trikrát v týždni
- najpreferovanejšou zeleninou je pre 34,48 % respondentiek plodová zelenina a najmenej preferovanou je zelenina listová a to pre 10,34 % opýtaných
- najčastejšie respondentky nakupujú zeleninu v supermarketoch (57,47 %), 35,63% opýtaných nakupuje zeleninu trikrát do týždňa a takmer v 60 % je pri nákupe určujúcim kritériom cena zeleniny
- nákup zeleniny v lete preferovalo takmer rovnaké percento respondentiek ako nákup zeleniny v zime a 11,49 % nákup zeleniny nesleduje, nakupuje podľa potrieb
- veľký dôraz je potrebné klásť na informovanosť občanov, pretože 81,61 % respondentiek považuje svoju informovanosť o kumulácii dusičnanov za nedostatočnú, 87,36 % nemá informáciu o tom, že pitná voda je závažným zdrojom dusičnanov, 89,66 % opýtaných je neinformovaných o tom, že kojenci do 3 mesiacov veku sú ohrození pri príprave kojeneckej stravy z vody s obsahom dusičnanov, len 5,75 % respondentiek vie, že sa dusičnany používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom a len 26,44 % má základné informácie o vplyve dusičnanov na ľudský organizmus
- konzumácia mäsa a mäsových výrobkov jedenkrát v týždni je charakteristická pre pre 42,53 % a 56,32 % respondentiek nakupuje mäso a mäsové výrobky v minimarkete
- je dôležité zdôrazňovať význam dojčenia ako jedinej správnej výživy pre dojča
- z výskumu je zrejmé, že 58,62 % respondentiek dojčilo viac ako 5 mesiacov
- pri prechode dieťaťa na umelú výživu je potrebné obmedzovať prívod dusičnanov u dojčaťa do 3 mesiacov veku
- prvý zeleninový pokrm zaviedli mamičky v 4 – 8 mesiaci veku dieťaťa a 90,80 % respondentiek pripravilo pokrm z mrkvy
- pri príprave prvého zeleninového pokrmu 79,31 % mamičiek vynakladalo dôraz na výber kvalitnej zeleniny
- do výskumu zapojené respondentky využívajú pri prechode na umelú výživu v 70,11% prevarenú vodu a 29,89 % používa dojčenskú vodu

Dusičnany sa do našej potravy dostávajú z viacerých zdrojov. Vo vzťahu k zdravotnému stavu človeka má osobitný význam zaťaženie vôd a niektorých potravín zlúčeninami dusíka. Z prirodzených a umelých zdrojov sa dostáva dusík do pôdy. Mikrobiálnymi premenami sa v malom množstve premieňa na atmosférický dusík. Pri niektorých kultúrach nastáva nadmerné nahromadenie dusíka v pôde a vyplavovanie dusičnanov do spodnej vody. Podiel dusičnanov v pitných vodách môžeme znížiť racionálnym používaním dusíkatých hnojív aplikovaných do pôdy.

Dusičnany a dusitany sú bežnými zložkami životného prostredia, ktoré sa však v živých organizmoch môžu chemickými procesmi meniť na toxické látky, napríklad methemoglobín alebo nitrózoamíny.

Dusičnany nie sú sami o sebe veľmi nebezpečné, pretože sa v organizme rýchlo odbúravajú v obličkách. Ich primárna toxicita je preto zanedbateľná. Toxicita dusičnanov spočíva v ich premene na dusitany.

Dusičnany sa používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom, aby sa dosiahla stabilizácia farby pri konzervovaní (pácovaní). Dusitan a dusičnan draselný, okrem toho, že majú za úlohu zabrániť denaturácii krvných a svalových farbív, prispievajú aj k predĺženiu trvanlivosti nakladaného mäsa, pričom sa používajú s kuchynskou soľou. U nás rovnako ako v iných krajinách, je tento spôsob predĺženia trvanlivosti povolený, pričom sa stanovilo maximálne množstvo dusitanu, použiteľné na nakladacie soli-0,6%. Tieto soli sa používajú aj na zabránenie neskorému zdureníu syrov v koncentrácii 150-200 mg.l<sup>-1</sup> mlieka.

Prítomnosť dusičnanov v zelenine pohľadom nezistíme, to môžu odhaliť jedine analýzy v laboratóriu. Ak sa im však predsa len chceme vyhnúť, môžeme sa riadiť niektorými všeobecnými zásadami.

Najnižšiu náchylnosť na kumuláciu dusičnanov má zo skupiny zelenín plodová zelenina. Vyšší obsah dusičnanov hrozí najmä v čase tzv. rýchlejšej koreňovej a listovej zeleniny, ktorá trpela nedostatkom slnečného žiarenia. Jednotlivé druhy zeleniny treba v tomto období citlivo kombinovať. K najväčšiemu hromadeniu dusičnanov dochádza vo vegetatívnych orgánoch rastliny, napríklad v listoch, stonkách a koreňoch. Menej dusičnanov je v generatívnych orgánoch rastliny, v kvetoch, plodoch a semenách.

Zvýšenie obsahu dusičnanov v rastline môže byť spôsobené nielen aplikáciou vysokých dusíkatých hnojív, ale aj celým radom ostatných faktorov, ktoré ovplyvňujú metabolizmus N látok. Rýchlosť redukcie dusičnanov v rastlinných organizmoch nezávisí

len od dávok dusíka, ale oveľa viac od pomeru jednotlivých živín, osvetlenia, tepelných a vlhkostných podmienok a ostatných vonkajších vplyvov.

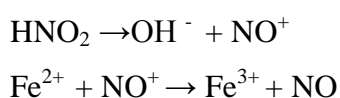
Vyššia svetelná intenzita a väčšie množstvo slnečného svitu podporujú asimiláciu prijatého dusíka, a tým aj zníženie hladiny dusičnanov v rastline.

Teplota významne ovplyvňuje mineralizáciu a nasledujúcu nitrifikáciu pôdnych mikroorganizmov, a tým i dostupnosť dusíka pre rastliny. Vyššie teploty v dôsledku zvyšovania aktivity nitrátreduktázy spravidla napomáhajú zníženiu hladiny dusičnanov.

Cieľavedome znížená koncentrácia CO<sub>2</sub> v skleníkoch za cieľom dosiahnutia vyšších výnosov sa u niektorých plodín prejavila znížením hladiny dusičnanov. Schopnosť rastlín akumulovať dusičnany, ako už bolo niekoľkokrát zdôraznené, je do veľkej miery druhovou a čiastočne aj kultivarovou vlastnosťou. Ku zvýšeniu koncentrácie dusičnanov môže dôjsť i pri samotnej konzervárenskej technológii.

Problematika dusičnanov v zelenine by sa do značnej miery zjednodušila, keby sa spotrebitelia pri voľbe sortimentu rozumnejšie zamerali na sezónnu zeleninu a nežiadali v zime letné druhy, ktoré je potrebné pestovať v krytých priestoroch. K tomu by veľmi prispelo rozšírenie a ďalšie skvalitnenie výroby mrazenej zeleniny zo surovín vypestovaných v letnom období, za vyhovujúcich svetelných a ostatných agroekologických podmienok.

Toxický účinok dusičnanov v organizme po vstrebaní črevnou stenou do krvi spočíva v možnosti vyvolania, tzv. methemoglobinémie, ktorá vzniká oxidáciou hemoglobínového dvojmocného iónu Fe<sup>2+</sup> na trojmocný Fe<sup>3+</sup> za premeny červeného krvného farbiva hemoglobínu na tmavohnedý methemoglobín:



-reduktázy červených krviniek (erytrocytov) dospelého človeka majú schopnosť premieňať vytvorený methemoglobín späť na hemoglobín

Dusitany sú akútne nebezpečné najmä pre kojencov, pretože nemajú dostatočne vyvinutý enzymatický systém v erytrocytoch, ktorým sa uvedená spätná redukcia reguluje. Prejavom methemoglobinémie je šedomodré až modrofialové zafarbenie slizníc a pokožky okrajových častí tela, predovšetkým pier - tzv. cyanóza, sprevádzaná poklesom krvného tlaku, zvýšenou tepovou frekvenciou a dýchavičnosťou.

Spotrebiteľ si sám môže do značnej miery obmedziť prísun dusičnanov v zelenine, najmä uprednostnením druhov s ich nízkym obsahom alebo odstránením častí s vyšším obsahom (stopky, hlúby, vonkajšie listy- podľa jednotlivých druhov).

Účelné je zlievanie vody, v ktorých sa hlavne listová zelenina varila a do ktorej sa časť dusičnanov vyluhovala.

Problematiku dusičnanov netreba dramatizovať. Sú iba jedným z mnohých problémov objavujúcich sa v súvislosti s celkovým zhoršovaním nášho životného prostredia. Nesmieme ich však podceňovať, pretože bezprostredne súvisia so starostlivosťou o zdravie človeka.



## Zoznam použitej literatúry

1. ADAMS, V. - MARLEY, J. - McCARROLL, C. 2007. Prilocaine induced methemoglobinemia in a medically compromised patient. Was this an inevitable consequence of the dose administered? In *British Dental Journal*, roč. 203, 2007, č. 10, s. 585-587. ISSN 0007-0610.
2. ASH-BERNALL, R. - WISE, R. - WRIGHT, S. 2004. Acquired methemoglobinemia: a retrospective series of 138 cases at 2 teaching hospitále. In *Medicine (Baltimore)*, roč. 83, 2004, č. 5, s. 265-273. ISSN 0025-7974.
3. BARAKA, A. S. - AYOUB, C. M. - YAZBECK-KARAM, V. et al. 2005, prophylactic methylene blue in a patient with congenital methemoglobinemia. In: *Canadian Journal of Anesthesia*, roč. 52, 2005, č. 8, s.258-261. ISSN 1496-8975.
4. BARKER, A. V. 1974. Nitrate determination in soil, water and plants. In *Research Buletin of College of Food and Natural Resources*, č. 61, 1974, s. 11-14.
5. BEDRNA, Z. 2005. Zakrývame a nastielame pôdu. In *Záhradkár*, roč. 41, 2005, č. 2, s.70.
6. BEDRNA, Z. 2005. Dusičnany v našej strave. In *Záhradkár*, roč. 41, 2005, č. 3, s.70-71.
7. BEDRNA, Z. 2006. Ako hnojiť do zásoby. In *Záhradkár*, roč. 42, 2006, č. 3, s.70.
8. BIELEK, P. 1984. *Dusík v pôde a jeho premeny*. Bratislava: Príroda, 1984. 135 s.
9. BIELEK, P. 1998. *Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Štruktúra pôdneho dusíka*. Bratislava: VÚPÚ, 1998. 256 s. ISBN 80-85361-44-2.
10. BIELEK, P. 1998. Pôdno-ekologická diferenciácia prémiev dusíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In: *Agrochémia*, roč. 2., 1998, č.2, s. 4-8.
11. BODIPHALA, T. - ORMROD, D. P. 1971. *Can. Inst. Food Technolologie*.
12. BUJNOVSKÝ, R., 2002. Manažment hospodárskych hnojív z pohľadu nitrátovej smernice. In *Naše pole 6*, 2002, č. 9, s. 19-20.
13. ČEKEY, N. - ŠLOSÁR, M. 2008. Dusičnany v zelenine. In *Záhradníctví*, roč. 9, 2008, č. 9, s. 21.
14. ČIPERA, J. - BLAŽEK, J. - BENEŠ, P. 1984. *Chémia A*. Bratislava: Pravda, 1984, s. 174- 179.
15. ČIPERA, J. - BLAŽEK, J. - BENEŠ, P. 1986. *Chémia A*. Bratislava: Príroda, 1986, s. 174-183.

16. DIEMAIR, W. - POSTEL, W. 1965. Konservierung stoffe. In *Schormüller a kol.: Handbuch der Lebensmittelchemie 1.*, 1965, s. 2-3.
17. EMERICH, R. J. - OLSON, O. E. 1962. *J. Nutrit.*
18. FABINI, J. 1974. *Chémia pre maturantov*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1974, s. 167 – 172.
19. FECENKO, J. - LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
20. FLOHROVÁ, A. 1990. *Dusíkaté hnojenie zeleniny z hľadiska ekologického a nutričného*. Praha: Ústav vedeckotechnických informácií pro zemědělství, 1990, 199s.
21. FOREJT, M. 2008. Dusičnany v potravinách. In *Medicína pro praxi*, 2008, č. 5(9), s. 333-334.
22. HALL, C. B. - HICKS, J. R. 1977. Nitrites in inoculated carrot juice as a function of nitrate content and temperature. In *Journal of Food Science*, 1977, s. 549- 550.
23. HARTMANN, H. D. 1982. Stickstoff und die Qualität von Spinat. In *Gemüse*, roč. 18, 1982, č. 4, s. 159-160.
24. HERRMAN, K. 1972. Über den Nitrat-und Nitritgehalt des Gemüses. In *Obstes und Wassers und deren Bedeutung für die Ernährung. Ernährungsumschau*, 1972, č. 19., s. 398-402.
25. HORČIN, V. 1993. *Senzorická analýza ovocia a zeleniny*. Nitra: Universum, 1997, 194 s. Praha: ÚZPI, 1993, 196 s. ISBN 80-85120-34-8.
26. HORNIAK, K. 2000. Význam menej pestovaných druhov zeleniny vo výžive. In *Záhradkár*, roč. 36, 2000, č. 12, s. 60-61.
27. HRAŠKO, J. 2003. Ochrana pôdy a globálny manažment prírodných zdrojov. In *Udržiateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*. Nitra: SPU, 2003, s. 23-27. ISBN 80-8069-246-7.
28. HUDEC, J. a i. 2002. *Organická Chémia*. Nitra: SPU, 2002, s. 62.
29. CHVOŠČEVA, B. G. 1979. *Nakoplenie nitratov v produkcii rastenijevodstva i vodoistočnikach*. Moskva: Kolos, 1979, s. 3-15.
30. INGR, I. - KRYŠKOVÁ, E. - REGASSA, S. 1995. Dusitany a dusičnany v masných výrobcích. In *Výživa a potraviny*, roč. 50, 1995, č. 2, s. 36-37.
31. JARVAN, M. E. 1980. Soderžanie nitratov v produkcii ovoščevodstva. In *Chimija v sel'skom chozjajstve 18.*, č. 10, 1980, s. 27-29.
32. KATHAN, J. G. Nitrateinfluss bei Spinat, Kopfsalat und Möhren. In *Deutscher Gartenbau*, č. 3, 1983, s. 102-103.

33. KOLEKTÍV AUTOROV. 1984. *Detské lekárstvo. Methemoglobinémia*. Martin: Osveta, 1984. 396 s.
34. KOLEKTÍV AUTOROV. 1987. *Gynekológia a pôrodnictvo*. Martin: Osveta, 1987. 336 s.
35. KÓŇA, J. 1997. Čo vplýva na obsah dusičnanov v mrkve? In *Záhradkár*, roč. 33, 1997, č. 1, s. 44-45.
36. KOPEC, K. 1997. *Záhradnícka kvalitolgie*. Brno: MZLU, 1997. 245 s. ISBN 80-7157-263-2.
37. KORBOVÁ, I. 2009. *Dusičnany v potravinovom reťazci človeka*. Bakalárska práca. Nitra. SPU, 2008, s. 12-56.
38. LEHOTSKÝ, M. 1984. Identifikácia konfliktnosti funkcií pri funkčnej delimitácii krajiny. In *Zborník XVI. zjazdu ČSGS*. Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 66-70.
39. LESZCZYNSKA, T. - KRAWONTKA, J. 1982. *Zmiany poziomu azotanów i azotynów w procesie zamrazalniczego składowania marchwi*. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1992, 337-342.
40. LOŽEK, O. a kol. 1995. *Hnojenie záhradných plodín*. Nitra: VŠP, 1995, s. 3-4. ISBN 80-7137-210-2.
41. MAYNARD, D. N. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. In *Agronomie*, č. 28, 1976, s. 71-118.
42. Nariadenie vlády SR č. 491/ 2002 Z. z., ktorým sa ustanovujú ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.
43. Nariadenie vlády SR č. 354/ 2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
44. NIEDZIELSKI, Z. - MOKROSINSKA, K. 1992. Changes in the contents of nitrates (NO<sub>3</sub>) and nitrites (NO<sub>2</sub>) during frozen storage of selected vegetables. In *Przemysl Spozywczy*, vol. 46, 1992, no. 2, p. 46-49.
45. PRUGAR, J. - HADAČOVÁ, V. 1994. *Vliv výživy dusíkem na kumulaci dusičnanu v zelenine: studijní správa*. Praha: Ústav zemedelských a potravinářských informací, 1994, 59 s. ISSN 0862- 3562.
46. PRUGAR, J. - HADAČOVÁ, V. 1995. *Vliv agrotechniky na obsah dusičnanu v zelenině a bramborách: studijní správa*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995, 52 s. ISSN 0862-3562.
47. PRUGAR, J. - PECHOVÁ, B. 1983. *Vztah genotypu ku kumulácii dusičnanov v zelenine: záverečná správa*. Bratislava: VÚPVR, 1983, 57 s.

48. PRUGAR, J. - PRUGAROVÁ, A. 1982. *Nitráty, nitríty a nitrosaminy v potravinách*. STI PP Praha, 1982.
49. PRUGAR, J. - PRUGAROVÁ, A. 1985. *Dusičnany v zelenine*. Bratislava: Príroda, 1985, 150 s.
50. ROSIVAL, L. - SZOKOLAY, A. a kol.: *Cudzorodé látky v poživatinách*. Osveta, Martin, 1983, s. 180-419.
51. SELENKA, F. 1980. Nitrat-Wirkungen. In *Sicherheit in Chemie und Umwelt*, 1980, č. 1, s. 65-68.
52. SCHLEGEL, B. a kol. 1981. Untersuchungen zur Dynamik des Nitrat und Nitritgehaltes bei der Verarbeitung von Möhren zu Möhrensaft. In *Ernährungsforschung*, č. 2, 1981, s. 52-55.
53. SLOTOVÁ, K. 2006. Dusičnany v pitných vodách a zdravie detskej populácie. In *Enviromagazín*, 2006, č. 2, s. 30.
54. Smernica 91/ 676 EEC o ochrane vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov, 1991.
55. Smernica 95/ 2/ ES o potravinárskych aditívnych látkach s výnimkou farbív a sladidiel, 1995.
56. STN 50 7858 KOJENECKÁ VODA: 1998. *Kvalita vody, kojenecká voda*.
57. STN 75 7111 PITNÁ VODA: 1998. *Kvalita vody, pitná voda*.
58. STUCKE, A. G. - RIESS, M. L. - CONNOLY, L. A. 2006. hemoglobin M affects arterial oxygen saturation and makes pulse oximetry unreliable. In *Journal of Clinical Anesthesia*, roč. 104, 2006, č. 11, s. 887-888. ISSN 0952-8180.
59. ŠALGOVIČOVÁ, D. - ZMETÁKOVÁ, Z., Potraviny a cudzorodé látky. In *Enviromagazín*, 2006, č. 21, s. 30.
60. TOMÁŠ, J. - HRONEC, O. 2007. *Poškodzovanie pôd a rastlín ľudskými činnosťami*. Nitra, 2007, s. 10. ISBN 978- 80- 8069-902-4.
61. TUREK a kolektív. 1983. Zdravotní hlediska v problematice dusičnanu v poživatinách. In *Zborník referátov z XI. Celoštátnej konferencie Cudzorodé látky v poživatinách*. Stará Lesná: ČSVTNS, 1983. s. 97- 100.
62. UDEH, C. - BITTIKOFER, J. - SUM-PING, S. T. J. 2001. Severe methemoglobinemia on reexposure to benzocain. In *Journal of Clinical Anesthesia*, roč. 13, 2001, č. 2, s. 128- 130. ISSN 0952-8180.

63. URMINSKÁ, J. 2002. Potenciálny vplyv geochemického prostredia na zdravotný stav detskej populácie v oblasti Žiarskej kotliny ( z aspektu medicínskej geochémie): dizertačná práca. Bratislava: UK, 2002. 165 s.
64. VALŠÍKOVÁ, M. 2005. Niekoľko zásad správneho skladovania zeleniny. In *Záhradkár*, roč. 41, 2005, č. 11, s. 64.
65. VELÍŠEK, J. 1999. *Chémie potravín*. Tábor: Osis, 1999. s. 30-37.
66. Vestník MP SR, 1996. Tretia hlava druhej časti Potravinového kódexu SR upravujúca cudzorodé látky v potravinách ustanovená MP SR podľa § 3 ods. 1 a § 30 ods. 1 zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z. o potravinách .
67. Vyhláška č. 595/2002 Zb. Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 26/2001 Z. z., ktorou sa ustanovujú typy hnojív, obsah rizikových prvkov, podmienky odberu, skladovania a metódy skúšania hnojív, pestovateľských substrátov a pôdnych pomocných látok.
68. Vyhláška č. 151/ 2004 Zb. Ministerstva zdravotníctva o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.
69. Vyhláška č. 705/ 2002 Zb. Ministerstva životného prostredia o kvalite ovzdušia.
70. Vyhláška č. 706/ 2002 Zb. Ministerstva životného prostredia o zdrojoch znečisťovania ovzdušia.
71. Zákon NR SR č. 126/ 2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve.
72. ZOSEL, A.- RYCHTER, K.-LEIKIN, L. B. 2007. Dapsone-induced methemoglobinemia: case report and literature review. In *American Journal of Teraphy*, roč. 14, 2007, č. 6, s. 585-587. ISSN 1075-2765.

### **Zoznam internetových stránok**

1. *Cudzorodé látky v potravinách a krmivách (správa za rok 2002)*. 2003 Bratislava: Výskumný ústav. [cit. 2008- 02-10]. Dostupné na <<http://www.iszp.sk/zlozky/cudzorod/sprava2002>>.
2. *Dusičnany v pitných vodách a zdravie detskej populácie*. 2006 Banská Bystrica: RÚVZ. [cit. 2008-02-07]. Dostupné na<<http://enviroportal.sk/clanok.php?cl=12508>>.
3. *Pôda a jej funkcie v prírode*. 2008. [cit. 2008- 02-05]. Dostupné na <<http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/PODA/Poda01.htm>>.

4. *O dusičnanech v zelenine*. 2006 Nové Zámky: Výskumný ústav zdravotníctva. [cit. 2010-03-07]. Dostupné na <[http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/O-dusicnanech-v-zelenine\\_s512x44087.html](http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/O-dusicnanech-v-zelenine_s512x44087.html)>.
5. *Nitrátová direktíva*. 2008. [cit. 2008-02-07]. Dostupné na <<http://www.biospotrebitel.sk/clanok/781-nitratova-direktiva-toky-nie-su-stoky11htm>>.
6. *Presýtenie vodných tokov, rybníkov a nádrží živinami (eutrofizácia)*. 2009. [cit. 2010-02-11]. Dostupné na <[http://www.sopsr.sk/publikacie/AEP\\_2.doc](http://www.sopsr.sk/publikacie/AEP_2.doc)>.
7. *Správa komisie európskeho parlamentu o rade a pokroku pri prehodnocovaní potravinárskych prídavných látok*. 18. 7. 2007 Brusel. [cit. 2008-02-14]. Dostupné na <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0418:SK:NOT>>.
8. *Škodlivý účinok prvkov na ľudský organizmus*. 2007. [cit. 2007-08-07]. Dostupné na <[http://referaty.atlas.sk/prirodne\\_vedy/chemia/26567](http://referaty.atlas.sk/prirodne_vedy/chemia/26567)>.
9. <http://www.land.gov.sk/apa/pdf/Sekcia05e.pdf>, 05.02.2008
10. <http://oldwww.fns.uniba.sk/prifuk/vyuka/jesenak/envirochemia/pdf/ENV.06.pdf>, 4. 2. 2008
11. <http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=3071>, 31.10.2007
12. <http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp?cid=4490&pid=2>, 05.02.2007

# Prílohy

## Dotazník

Vek:

- a) od 18r. do 35r.
- b) od 36r. do 50r.
- c) nad 50 rokov

Najvyššie dosiahnuté vzdelanie:

- a) základné
- b) stredoškolské bez maturity
- c) stredoškolské s maturitou
- d) vysokoškolské

Veľkosť obce (podľa počtu obyvateľov)

- a) do 500 obyvateľov
- b) od 500 do 5 000
- c) od 5 000 do 35 000

1. Ako často konzumujete zeleninu?

- a) raz za týždeň
- b) 3 krát za týždeň
- c) 5 krát za týždeň
- d) každý deň
- e) iné.....

2. Aký druh zeleniny preferujete?

- a) koreňová ( mrkva, petržlen, redkvička...)
- b) plodová ( paprika, paradajka, fazuľa, hrach, šošovica...)
- c) listová ( špenát, šalát, kapusta, kel...)
- d) hlubová ( brokolica, karfiol)
- e) cibuľová ( cibuľa, cesnak, pór...)

3. Ako často zeleninu nakupujete?

- a) raz za týždeň
- b) 3 krát za týždeň
- c) 5 krát za týždeň
- d) každý deň
- e) iné....

4. Kde najčastejšie zeleninu nakupujete?

- a) supermarket
- b) minimarket
- c) trh
- d) iné....

5. Pri nákupe zeleniny je určujúcim kritériom výberu

- a) cena zeleniny
- b) kvalita
- c) krajina pôvodu
- d) iné....

6. V ktorom období preferujete nákup zeleniny?

- a) leto
- b) zima
- c) iné....

7. Je Vaša informovanosť o kumulácii dusičnanov v jednotlivých častiach zeleniny dostatočná?

- a) áno
- b) nie

8. Viete, že závažným zdrojom dusičnanov je pitná voda?

- a) áno
- b) nie



9. Stretli ste sa s tvrdením, že najcitlivejšou časťou populácie sú práve kojenci do 3 mesiacov veku, ktorí sú ohrození pri príprave kojeneckej stravy z vody s obsahom dusičnanov?

- a) áno
- b) nie

10. Máte informácie o tom, že dusičnany sa používajú ako prídavné látky k mäsu a mäsovým výrobkom?

- a) áno
- b) nie

11. Máte informácie o vplyve dusičnanov na ľudský organizmus?

- a) áno
- b) nie

12. Ako často konzumujete mäso a mäsové výrobky?

- a) nekonzumujem
- b) raz za mesiac
- c) raz za týždeň
- d) 3 krát za týždeň
- e) 5 krát za týždeň
- f) každý deň
- g) iné....

13. Preferujete mäsové výrobky nakúpené:

- a) v supermarkete
- b) v minimarkete
- c) na trhovisku
- d) domáca výroba
- e) iné....

14. Ak máte dieťa, bolo dojčené viac ako 5 mesiacov?

- a) áno
- b) nie

15. V ktorom mesiaci ste zaviedli 1. zeleninový pokrm?

.....

16. Z akej zeleniny bol 1. zeleninový pokrm

.....

17. Pre prípravu 1. zeleninového pokrmu ste preferovali nákup kvalitnej zeleniny?

- a) áno
- b) nie
- c) iné....

18. Pri prechode dojčenia na umelú výživu ste použili:

- a) neupravenú pitnú vodu
- b) prevarenú pitnú vodu
- c) dojčenskú vodu