

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra pícninářství

Studijní program: M 4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Všeobecné zemědělství

**Porovnání obsahu dusičnanů u vybraných odrůd listového a
hlávkového salátu jarního, letních a ledových odrůd**

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Autor diplomové práce:

Petr Krystián

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích, 2. srpna 2006

.....

Poděkování:

Děkuji tímto vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Vladislavovi Čurnovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl v průběhu zpracování diplomové práce.

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1 VÝZNAM ZELENINY Z HLEDISKA PĚSTITELSKÝ PLOCH	9
2.2 VÝZNAM SALÁTU Z HLEDISKA TRHU	10
2.2.1 Některé perspektivní druhy pro rozšíření sortimentu listových zelenin	11
2.3 NUTRIČNÍ HLEDISKO SALÁTU	12
2.4 KOLOBĚH DUSÍKU V PŘÍRODĚ	13
2.4.1 Dusík v atmosféře	15
2.4.2 Dusík a jeho přeměna v půdě	16
2.4.2.1 Ztráty dusíku	19
2.4.3 Dusík v rostlině	20
2.5 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA AKUMULACI DUSIČNANŮ	25
2.5.1 Výživa dusíkem	25
2.5.2 Minerální výživa	26
2.5.2.1 Aplikace mikroelementů	27
2.5.3 Organické hnojení	28
2.5.4 Inhibitory nitrifikace	29
2.5.5 Vegetační podmínky	30
2.6 VZTAH DUSIČNANŮ K LIDSKÉ VÝŽIVĚ	32
2.6.1 Legislativa	32
2.6.2 Dusičnany jako cizorodá látka ve výživě člověka	34
3. MATERIÁL A METODIKA	38
3.1 POPIS MATERIÁLU	38
3.1.1 Popis zvolených odrůd	38
3.2 PŮDNÍ A KLIMATICKÉ PODMÍNKY	41
3.2.1 Pedologické a agrochemické vlastnosti pozemku	41

3.2.2 Charakteristika klimatických podmínek na pokusném stanovišti.....	42
3.2 METODIKA VEGETAČNÍCH POKUSŮ	43
3.3 METODIKA LABORATORNÍCH ANALÝZ	45
3.3.1 Stanovení dusičnanů iontově selektivní elektrodou.....	45
3.4 METODIKA STATISTICKÉHO VYHODNOCENÍ	46
4. VÝSLEDKY A DISKUSE	47
5. ZÁVĚR.....	55
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
7. PŘÍLOHY	60

1. Úvod

Pěstování salátu se u nás v posledních letech dočkalo mírného vzestupu, v roce 1998 byla pěstitelská plocha 760 ha, roku 2001 poklesla až na 100 ha, ale od té doby se pěstitelská plocha zhruba ztrojnásobila. Obliba pěstování salátu stoupá a to nejen díky zajímavým výkupním cenám a krátké vegetační době umožňující pěstování následných plodin. Hlávkový salát, jeden z nejstarších druhů zeleniny, patří pro svou osvěžující chuť, snadnou stravitelnost, vysokou biologickou hodnotu a nejrůznější možnosti úpravy mezi oblíbené salátové zeliny. Odrůdy hlávkových salátů představují širokou paletu chutí, vůní, barev i textur. Většinou je využíváme ve studené kuchyni (saláty, oblohy i ozdoba). Díky šlechtění a pěstování ve sklenících se můžeme setkávat s jeho odrůdami po celý rok. V prvních měsících to je především křehký rychlený skleníkový salát, později ho vystřídá jarní a letní salát.

Značná část spotřeby salátu je v ČR je kryta dovozem. Mezi největší dovozce hlávkového salátu do ČR patří Nizozemsko (jedná se téměř výhradně o salát rychlený), u venkovního salátu pak Španělsko, Francie, Velká Británie, SRN, Nizozemsko a Belgie.

Hlávkový salát je nutričně hodnotná zelenina. Obsahuje vitamin C (asi 9 mg ve 100 g), provitamin A, kyselinu listovou a další vitaminy – B₁, B₂, B₆, E, PP. Z minerálních látek má nejvíce draslíku a fosforu, dále vápníku, hořčíku, sodíku a železa; obsahuje také zinek, jód, kobalt a měď. Proti oxidaci cholesterolu úspěšně působí kombinace vitamínu C a beta-karotenu. Jakmile totiž cholesterol zoxidizuje, stává se lepivým a vytváří na stěnách tepen povlak, jehož zvětšením může dojít k zástavě průtoku krve. To způsobí sraženinu, následně infarkt či záchvat. Vláknina zelených salátů dokáže na sebe navázat anorganické soli ze žluči a vyloučit je z těla. Díky tomu, tělo vyrobí více žluči, která zničí "špatný" cholesterol. Salát poskytuje asi 1,5% vlákniny, která také podněcuje rychlý pohyb střev a odstraňuje tak jejich ochablost nebo zácpu, váže jedovaté a tukové látky a pomáhá při hubnutí. Hlávkový salát obsahuje mnoho vody (90-96 %) a pro svou nízkou energetickou hodnotu se hodí do redukčních diet. Dalším plusem pro naše zdraví je že, jsou saláty velice bohaté na draslík, který se v mnoha lékařských studiích ukázal být užitečným při snižování vysokého krevního tlaku, dalšího rizikového faktoru srdečního záchvatu. S kyselinou

listovou, vitamínem C, beta-karotenem, draslíkem a obsahem vlákniny, se zelený salát velice významně podílí na zdraví srdce. Salát patří k nejcennějším jarním zeleninám. Podle lékařů bychom ho měli ročně spotřebovat asi 3 kg.

A problém dusičnanů? U salátů byl dříve stanoven přísný, prakticky nesplnitelný hygienický limit obsahu dusičnanů. Byl např. v roce 1996 stanoven hlavním hygienikem ČR na 1000 NO_3^-/kg . Díky harmonizaci našeho právního řádu s předpisy Evropské unie byly původní hygienické limity zvýšeny pro obsah dusičnanů až na 4500 NO_3^-/kg , aby lépe odrážely biologické schopnosti rostliny.

Dusičnany jsou pro rostliny důležitou živinou. Jsou buď přirozenou složkou půdy nebo se do půdy přidávají hnojením (minerální hnojiva nebo fekálie). Dusičnany samy nejsou zdraví škodlivé. Ohrožení zdraví vzniká teprve, když se dusičnany mění na dusitany a z nich se potom tvoří nitrosaminy. Působením bakterií v půdě, také však v dutině ústní a v lidském střevě mohou z dusičnanů vznikat dusitany. U kojenců dusitany ohrožují život, protože blokují transport kyslíku krví. Pro člověka se mohou stát dusitany problematické, když se sloučí s tzv. aminy z potravy nebo přímo v těle na nitrosaminy. Nitrosaminy mají, jak bylo prokázáno v pokusech na zvířatech, rakovinotvorné účinky. Obsah dusičnanů v zelenině je závislý na různých faktorech, např. na druhu zeleniny, resp. jeho látkové přeměně a schopnosti uchovávat je (lodyha, stonek, košťál). Na stanovišti rostliny, resp. ozáření sluncem (málo světla - hodně dusičnanů) a na způsobu pěstování. Na obsahu dusičnanů v půdě, hnojení (minerální hnojiva nebo fekálie: bohaté hnojení dusíkem – vysoký obsah dusičnanů). Dietetický přínos salátu určitě převažuje nad možným nebezpečím plynoucím z vyššího obsahu dusičnanů.

Ve své diplomové práci se pokusím objasnit zda obsah dusičnanů je závislý na odrůdě a zda-li obsah dusičnanů je odlišný u vybraných odrůd listového a hlávkového salátu.

2. Literární přehled

2.1 Význam zeleniny z hlediska pěstitelský ploch

Od roku 2002 došlo ke změnám ve statistickém zjišťování, jehož základem jsou výsledky celoplošného strukturálního zemědělského sčítání Agrocensus 2000. V návaznosti na naplnění stanovených požadavků EU byly zahrnuty veškeré hospodařící subjekty v zemědělství, vymezené prahovými hodnotami: výměrou od 1 ha obhospodařované zemědělské půdy, dále doplňkovými měřítky od výměry 1 500 m² pěstovaných intenzivních plodin (vinic, sadů, květin, venkovní zeleniny, 300 m² plochy skleníků a pařenišť a dalšími z chovu hospodářských zvířat a ryb). Těmito prahovými hodnotami je určena struktura a rozměr našeho zemědělství, který se tak stává srovnatelným s evropskými statistickými standardy i kritérii platnými v zemích EU (viz příloha č.1- Tab. č.1.).

Rok 2004 lze charakterizovat jako složitou sezónu pro pěstitele zeleniny nejen v České republice. Vzhledem k příznivému průběhu počasí bylo dosahováno vysokých výnosů zejména u košťálové, cibulové a kořenové zeleniny (viz příloha č.1- Tab.č.2). Z důvodu výrazného přetlaku nabídky čerstvé zeleniny nad poptávkou na trhu došlo k výraznému propadu cen zemědělských výrobců (tzv. farmářských cen) některých druhů zeleniny, což mělo negativní dopad na odbyt domácí produkce zeleniny. Z ekonomických důvodů tak někteří pěstitelé část zeleniny buď nesklidili nebo ji zaorali (je evidováno cca 530 ha zaorané zeleniny, a to zejména hlávkového zelí, cibule, kvěťáku, mrkve, kapusty). Podle údajů ČSÚ dosáhla v roce 2004 celková produkce zeleniny 322,3 tis. t, což byl v porovnání se sklizní roku 2003 nárůst o 9 %. Vyšší sklizeň byla především u cibule, hrášku, mrkve, petržele, kapusty a celeru. Naproti tomu k výraznému poklesu produkce došlo u okurek, kvěťáku, póru, hlávkového zelí a rajčat.

Dovoz čerstvé zeleniny do ČR se meziročně stále zvyšuje (viz příloha č.1- Tab.č.3). V roce 2004 bylo do ČR dovezeno (včetně intraunijního obchodu) 390,6 tis. t čerstvé zeleniny, přičemž výrazně vzrostl dovoz **salátů**, kvěťáku a brokolice, mrkve, česneku a rajčat. Naproti tomu došlo k poklesu dovozů především melounů, hlávkového zelí, papriky a cibule. Nejvýznamnějším dodavatelem čerstvé zeleniny bylo v roce 2004

Španělsko (85,1 tis. t), a to zejména rajčat, okurek a papriky. Na druhém místě bylo Polsko (65,3 tis. t), jehož hlavními dovozními komoditami bylo hlávkové zelí spolu s rajčaty, cibulí, květákem a salátovými okurkami. Dalšími významnými dovozci čerstvé zeleniny bylo Nizozemsko (56,2 tis. t), Německo (35,6 tis. t), Maďarsko (32,7 tis. t) a Itálie (22,9 tis. t). V období od ledna do konce srpna 2005 bylo do ČR dovezeno 336,6 tis. t čerstvé zeleniny (tj. o 44 % více proti stejnému období roku 2004). Největší objemy zeleniny byly dodány opět ze Španělska (66,2 tis. t), z Polska (59,1 tis. t), Nizozemska (48,5 tis. t), Německa (36,9 tis. t) a Maďarska (32,8 tis. t).

Vývoz čerstvé zeleniny se v roce 2004 (včetně intraunijního obchodu) oproti roku 2003 výrazně zvýšil na 32,0 tis. t (viz příloha č.1-Tab.č.4). Důvodem je pravděpodobně nárůst reexportu některých druhů zeleniny. Na Slovensko směřovalo 51 % z celkového vývozu zeleniny (16,3 tis. t), do Polska téměř 31 % (tj. 9,9 tis. t), do Německa a Rakouska 4 % (tj. 1,3 tis. t, resp. 1,2 tis. t). Za období od ledna do srpna 2005 vykazují údaje celní statistiky opětovný nárůst vývozu čerstvé zeleniny na celkových 34,0 tis. t, přičemž nejvýznamnějšími odběrateli je Slovensko (20,1 tis. t) a Polsko (5,5 tis. t), dále Německo (3,1 tis. t) a Maďarsko (2,9 tis. t).

Celková bilance zahraničního obchodu ČR s čerstvou zeleninou je vysoce pasivní a má meziroční výrazný prohlubující se trend (viz příloha č.1-Tab.č.5). Úhrnné pasivum v roce 2004 dosáhlo nejvyšší úrovně posledních deseti let a činilo 4,8 mld. Kč (Situační a výhledová zpráva, 2004).

2.2 Význam salátu z hlediska trhu

V zemích EU dosahuje spotřeba salátu 6,95 kg na osobu za rok, v USA (včetně salátu ledového) 14,4 kg. Trh salátu je značně segmentován. Na jedné straně narůstá poptávka po malohlávkovém salátu typu „gem“, určené především pro odbyt v malospotřebitelstském balení (50-60 g), na druhé straně po velkohlávkovém „máslovém“ salátu s hlávkou 500-700 g. Pěstování salátu k přezimování se ve středoevropských podmínkách téměř již nepraktikuje. Ve střednědobém horizontu bude poptávka po salátu v ČR narůstat (viz příloha č.1-Tab.č.6). Kvalitní čerstvý salát se uplatní jak v zařízeních rychlého občerstvení, tak i v domácnostech a v restauračních

zařízeních. Lze předpokládat postupný nárůst spotřeby na 3-5 kg na osobu za rok, ovšem při rovnoměrnější nabídce během roku (Bartoš a kol., 2000).

Porovnáme – li statistiky Evropské unie a České republiky, zjistíme, že listové zeleniny jsou u nás konzumovány v menší míře, než je tomu v zemích EU. Mezi běžné listové zeleniny u nás patří hlávkový salát, špenát a v poslední době také pekingské zelí. Je to celkem úzký sortiment zeleninových druhů, neboť skupina listových zelenin nabízí řadu dalších možností (Koudela, 2004).

2.2.1 Některé perspektivní druhy pro rozšíření sortimentu listových zelenin

Podle Koudely (2004) je možné uvést jiné typy salátů (salát ledový, listový, římský a chřestový), zelí čínské, čekanku hlávkovou, šterbák zahradní, polníček, mangold, novozélandský špenát, reveň, šruchu, celer řapíkatý, naťový, aj. Zaměříme pozornost na listový salát a šterbák zahradní (listová forma čekanky). Obě tyto zeleniny nevytváří uzavřenou hlávkou, ale pouze růžici listů. Dle údajů uváděných v literatuře obsahují listové formy díky volnějšímu uspořádání listů v porovnání s hlávkovými formami větší množství vlákniny a antioxidantních látek. Proto by si tyto zeleniny zasloužily větší pozornost.

Listový salát (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). U listového salátu lze odrůdy rozdělit na odrůdy typu Lollo (zkadeřené) a dubolisté odrůdy. Odrůdy obou typů mají různé zbarvení, od zelené až po sytě červené. Dubolisté odrůdy jsou většinou mohutnější než odrůdy typu Lollo a je tedy třeba je pěstovat ve volnější sponu, čímž se však docílí menší počet jedinců na jednotku plochy. Cena salátu je většinou kusová a u dubolistých odrůd se příliš neliší od odrůd typu Lollo. Z tohoto pohledu se tedy jeví jako výhodnější pěstování odrůd typu Lollo. Dalším argumentem pro volbu Lollo odrůd je fakt, že trvanlivost po sklizni je podstatně lepší než u dubolistých odrůd, které mají tendenci rychle vadnout. Naproti tomu jsou však dubolisté odrůdy křehčí a méně hořké, a tím pro spotřebitele zajímavější. Mají tedy určitě v sortimentu listových salátů své nezastupitelné místo. Na základě orientačního hodnocení vybraných odrůd listového salátu, kde byly hodnoceni zástupci odrůd dubolistých ('Dubáček' – zelený, 'Redin' – červený) a odrůd typu Lollo ('Lollo Rossa' – červený, 'Bergamo' – zelený) se jako nejatraktivnější pro spotřebitele jevila odrůda 'Lollo Rossa'. Šterbák zahradní (*Cichorium endivia* L.) – pěstuje se ve dvou typech: endivie kadeřavá (var. *crispa*) a eskariol (var. *latifolia*), který je vhodnější pro přezimování. Z

nutričního hlediska je šterbák významný hlavně obsahem hořčiny intybinu, která blahodárně působí na nervový systém a zažívací ústrojí. Paradoxně je přítomnost této zdraví prospěšné látky překážkou pro mnohé spotřebitele, kteří nejsou ochotni akceptovat hořkou chuť, přitom lze obsah hořčiny snížit několika způsoby. Nejstarší metodou bylo svazování listových růžic, nověji se etiolizace středu listové růžice provádí pokládáním poklopů ve tvaru kloboučků. Existují však již i odrůdy samobělicí. Vzhledem k obsahu inulínu je šterbák zeleninou vhodnou pro diabetiky. Na základě orientačního hodnocení několika odrůd šterbáku zahradního byla jako nejméně hořká označena odrůda 'Midori' (endivie kadeřavá) a jako nejméně tuhá odrůda 'Nuance' (eskariol). Při stejných podmínkách během pěstování obsahuje šterbák v porovnání s listovým salátem (ale i s jinými typy salátů) více vlákniny, vitamínu C a některých minerálních látek (Koudela, 2004).

2.3 Nutriční hledisko salátu

Při integrovaném pěstování hlávkového salátu byl v průběhu rozdílného pěstebního období hodnocen obsah vybraných složek vzhledem k odrůdě, kultivaci a k odlišné hustotě porostu. Průměrný obsah zjištěných složek byl 5,7 % sušiny, 9,1 % vlákniny, dále v mg.kg⁻¹ č.h.: 2516 mg K, 327 mg Ca, 148 mg Mg, 69 mg Na, 156 mg vitamínu C, 0,9 mg vitamínu B1, 1,3 mg vitamínu B2, 1,1 mg vitamínu B6 a 485 mg.kg⁻¹ č.h. dusičnanů. Byl potvrzen průkazný vliv odrůdy na obsah všech sledovaných složek v hlávkách salátu, s výjimkou vitaminů B1 a B6. Také nižší hustota rostlin pozitivně omezila obsah dusičnanů. Kultivace plevelů se projevila při snížení obsahu vlákniny (ne ve všech případech) a ve vyšším zastoupení dusičnanů. Integrovaná kultura salátu je pěstební technika vedoucí k nutričně hodnotné produkci s nízkým podílem nitrátů v hlávkách salátu (Petříková, Pokluda, 2004).

Významná pro zdraví člověka je i konzumace zelených listů zeleniny, které jsou bohaté biologicky cennými látkami. Již listová zeleň s rostlinným barvivem chlorofylem je obdobného složení jako krev a její tvorbu podporuje, příznivě ovlivňuje hojení ran jako přírodní antiseptikum, váže i nepříjemné vůně jako desodorans. Zelenina bohatá chlorofylem obsahuje i potřebné železo (Moravec, 1992).

Dalším zdrojem vitamínu C je nať petržele, celeru, pažitky, cibule zimní čili sečky listy vodnice, pekingské zelí, špenát, lebeda zahradní, mangod. Kyselina askorbová není v listech stejnoměrně rozložena. Až 85% v čepelích, v řapících 5-7x méně. Mladé listy jsou bohatší než staré vnitřní listy hlávkového salátu okolo vegetačního vrcholu jsou dvojnásobně hodnotnější (Moravec, 1992).

Vitamín E, který omezuje nadměrný vznik peroxidů, jež jsou pro organismu nežádoucí, obsahují listové zeleniny, především salát, špenát a dále hrášek, kapusta, nať petržele, celeru. Důležitý je pro činnost nervů, mozku a pro tvorbu krve. Provitamín A je v mrkvi, petrželi a ve špenátu, důležitý je pro funkci zraku, vývin a růst a dále jsou mu přisuzovány protiinfekční účinky (Dolejší, 1989).

Z vitamínů skupiny B jsou nejvýznamnější vitamín B1, B2 a vitamín PP. Vitamín B1 (thiamin), významný pro nervový systém se vyskytuje zejména v hrášku, kapustě, květáku, špenátu, mrkvi a rajčatech. Vitamín B2 (riboflavin) důležitý pro růst, nervové a kožní buňky je přítomen ve špenátu, hrášku, fazolových luscích, květáku a salátu. Vitamín PP (niacin) se vyskytuje v zelených částech rostlin jako volná kyselina nikotinová, zabraňuje pelagře a podporuje činnost trávicího nervového ústrojí, nejbohatěji je zastoupen v hrachu (Dudáš, Pelikán, 1989).

Vitamín B6 (pyridoxin), který chrání cévy při kornatěním a přispívá k dobré funkci jater a nervů, je obsažen hlavně v salátu, bramborách, hrášku, kapustě a v rajčatech. Kyselinu listovou, důležitou pro tvorbu krve, nacházíme především ve špenátu, v salátové řepě, petrželi a tykvích (Pekárková, 1992).

V zásadě je, ale nutno konzumovat co nejpestřejší sortiment zeleniny, zejména pro rozdílné složení specificky účinných látek. Tak například značné množství fosforu, prvku důležitého pro vývoj kostí, obsahují petržel a zelený hrášek, nejvíce vápníku mají cibule, česnek a salát, síru obsahují cibule, hrášek, kapusta a špenát. Vysoký obsah hořčíku a železa, které ovlivňují tvorbu krevního barviva, mají zejména kedlubny, kapusta, salát a špenát (Dolejší, 1989).

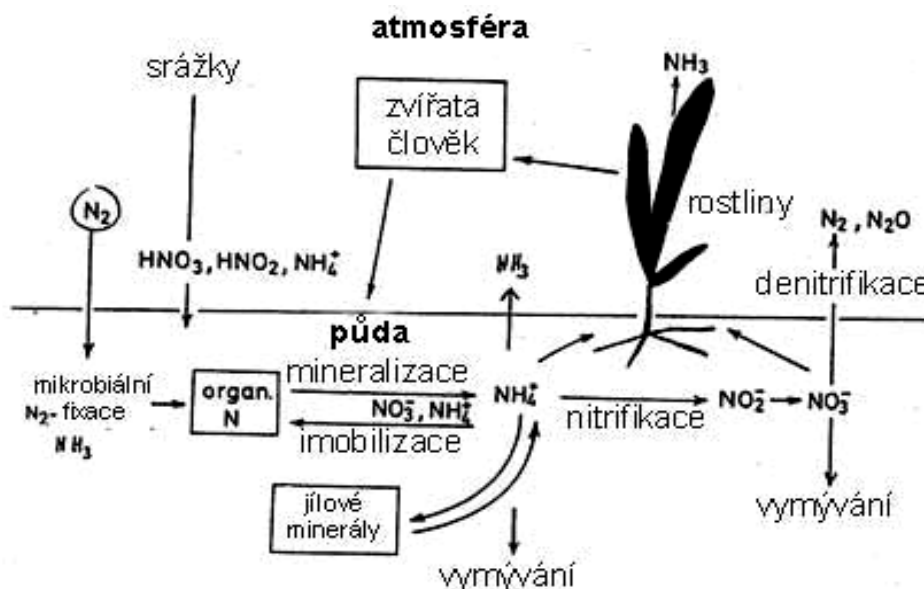
2.4 Koloběh dusíku v přírodě

Dusík je přirozenou součástí našeho prostředí. Nachází se v atmosféře, v horninách, v půdě, v rostlinných a živočišných organismech.

Mezi makrobiogenními prvky má dusík specifický význam. Podle kvantitativního zastoupení v rostlinné biomase stojí na čtvrtém místě mezi biogenními prvky a pouze vyšší rostliny a četné mikroorganismy jej dovedou převádět z jednotlivých anorganických sloučenin do organických látek (Zehnálek, 2005).

Do atmosféry se oxidy dusíku dostávají spalováním fosilních paliv při vysokých teplotách a to především v benzínových a dieselových motorech. Jejich životnost se odhaduje přibližně na den. Na slunci s uhlovodíky vytvářejí známý smog. V roztoku po sloučení s vodou na HNO_3 a po redukcí nitrátových a nitritových iontu enzymy nitrátoreduktázou a nitritoreduktázou až na amonnou formu je dusík začleněn do tvorby aminokyselin rostliny (Kincl, Faustus, 1977).

Obr. č.1: Koloběh N v přírodě (Mengel, 1991)



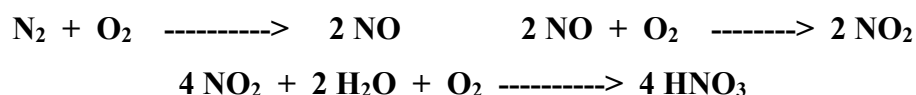
Dusík je významným prvkem pro všechny živé organismy včetně rostlin. Je součástí aminokyselin, amidů, bílkovin, pyrimidinových, purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu, enzymů a dalších biologicky aktivních látek. V rostlinách se jeho obsah pohybuje ve značném rozmezí v závislosti na druhu orgánu a stáří rostliny. V počátečních fázích vývoje je jeho obsah vysoký a s tvorbou biomasy postupně klesá (Richter, 2004).

Charakter dusíku umožňuje jeho významné zapojení do koloběhu v přírodě. V půdě probíhá průběžně mineralizace organického dusíku a naopak imobilizace minerálního dusíku přechodem do organických sloučenin (Míča, Vokál a Penk, 1991).

Procesy, kterými rostliny konvertují anorganický dusík (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , N_2) na organické sloučeniny, jsou velmi důležité, neboť živočišný organismus je závislý na dietetickém zdroji N z rostlin a mikroorganismů. Přijatý dusík je zabudován do uhlíkatých sloučenin v aminoskupinách za vzniku aminokyselin. Prakticky rostlina přijímá dusík ze dvou forem, a to jako NO_3^- a NH_4^+ ionty. Obě formy jsou mobilní, dobře metabolicky využitelné, ale mají značně rozdílný význam, úměrný rozdílu oxidace obou iontových forem. Kromě toho rostliny mohou v omezené míře přijímat i některé dusíkaté organické látky, např. močovinu, aminokyseliny aj. U bobovitých rostlin jako zdroj dusíku slouží i vzdušný N_2 (Richter, Hlušek, 1994).

2.4.1 Dusík v atmosféře

Prvotním zdrojem půdního dusíku je atmosféra obsahující 77,5 dílů N (78,08% objemových) převážně ve formě elementárního plynného dusíku (N_2). Vedle toho je součástí atmosféry i řada oxidu dusíku (NO_x) a v malé míře také dusík čpavkový. Plynný N_2 i když se nachází v atmosféře i v půdním vzduchu, není bez předchozí ionizace přijatelný. Jednou z možností je elektrický výboj při bouřce, kdy se oxiduje N_2 na NO_x , případně až na kyselinu dusičnou.

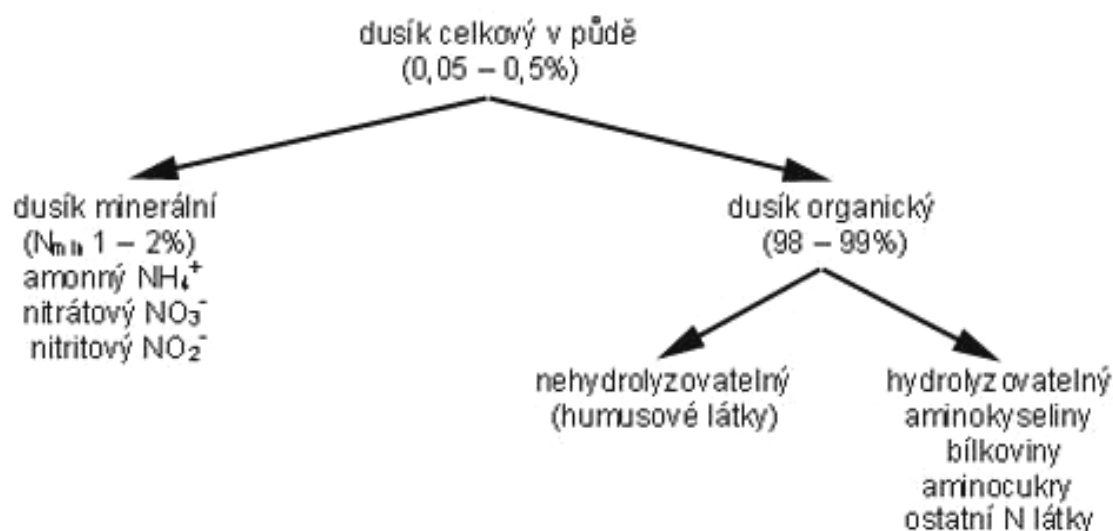


Na základě uvedených reakcí přechází do půdy každoročně asi 10-40 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N. Dalším významným zdrojem dusíku je fixace vzdušného N_2 . Vlastní redukce vzdušného dusíku vyžaduje značné množství energie (28 ATP), které představuje přibližně polovinu energie spotřebované při výrobě N hnojiv (29,3 MJ). Vytvořený amoniak je vázán na oxokyseliny za vzniku aminokyselin (glutamová, glutamin). Fixaci vzdušného dusíku rozlišujeme volnou a symbiotickou. Volnou fixací se každý rok obohatí ha o 3-12 kg N (v průměru podle půdních podmínek 5-6 kg). Symbiotickou fixací se u bobovitých váže na ha 50-120 kg N u luskovin, u vojtěšky a jetele 200-300 kg, výjimečně i více (Richter, 2004).

2.4.2 Dusík a jeho přeměna v půdě

Celkový obsah dusíku se v půdě pohybuje v rozpětí 0,05-0,55 % (Bergmann, Čumakov, 1977), přičemž ornice půd ČR obsahují 0,1-0,2 %. Téměř veškerý půdní dusík se vyskytuje v organických vazbách a pouze 1-2 % tvoří dusík minerální (Richter, Hlušek, 1994).

Obr. č.2: Formy N v půdě (Ivanič et al. 1984)



Obsah celkového dusíku v půdě je hodnotou poměrně stálou, poněvadž je tvořen sloučeninami těžce chemicky i mikrobiologicky rozložitelnými. N je zde vázán na aromatická jádra huminových kyselin, fulvokyselin a huminů. Z tohoto důvodu se obsah celkového N v půdě často dává do vztahu Cox a vyjadřuje se poměrem C:N. V našich půdách je uváděná průměrná hodnota C:N 10-12:1, i když za dostatečné zásobení rostlin dusíkem považují mnozí autoři ještě poměr 15-18:1. Poměr C:N s hloubkou klesá, a proto v podorniční vrstvě ho bývá 5-10x méně (Richter, 2004).

Dusík se do půdy dostává přirozenou mikrobiální fixací symbiotickou i nesymbiotickou a „umělou“ cestou, tj. výrobou a aplikací dusíkatých hnojiv. Menší část pak přichází do půdy srážkami anebo i pevným spadem (Kincl, Faustus, 1977).

Při koloběhu dusíku v půdě sehrávají důležitou roli zejména dva protichůdné procesy: mineralizace organických látek až na amoniak a imobilizace, tj. zpětné zabudovávání dusíku do půdní organické hmoty. Amonný dusík vzniklý při procesu

mineralizace, popř. dodaný v hnojivech, je částečně přístupný rostlinám v půdním roztoku, částečně je oxidován (nitrifikován) přes nitrity na nitráty, ale určitý podíl je také fixován krystalickou mřížkou jílových minerálů (Fecenko, Ložek, 2000).

Mineralizace začíná amonifikací, kterou zabezpečuje mnoho různých heterotrofních organismů. Na dalším kroku - nitrifikaci - se účastní naopak jen malý počet druhů autotrofních bakterií (Procházka, Macháčková, 1998).

Organické dusíkaté látky hydrolyzovatelné jsou v půdě mineralizovány až na amoniak. Rovněž rostlinná a živočišná bílkovinná látka je pod vlivem proteolytických enzymů vylučovaných různými skupinami mikroorganismů aerobního a anaerobního charakteru přeměňovaná postupně přes polypeptidy na peptidy, aminokyseliny a působením deamináz až na NH_3 . Do této činnosti jsou zapojeny jak bakterie (*Bac. vulgare*, *subtilis*, *mezentericus* aj.), tak plísňe (*Penicillium*, *Aspergillus* aj.). Uvedenými reakcemi je zajišťováno spojení mezi organickými N sloučeninami a N minerálním v půdě. Přitom tyto procesy zajišťují jak rozklad N organických látek, tak vlivem půdního fyto a zooedafonu i syntézu nových dusíkatých organických látek. Pro tyto procesy je nutné zajistit pravidelný přísun organické hmoty. Rychlost mineralizace organického dusíku na dusík minerální je stimulována celou řadou povětrnostních a půdních podmínek (teplota, vlhkost, pH, aerace, obsah org. látek aj.) (Richter, Hlušek, 1994).

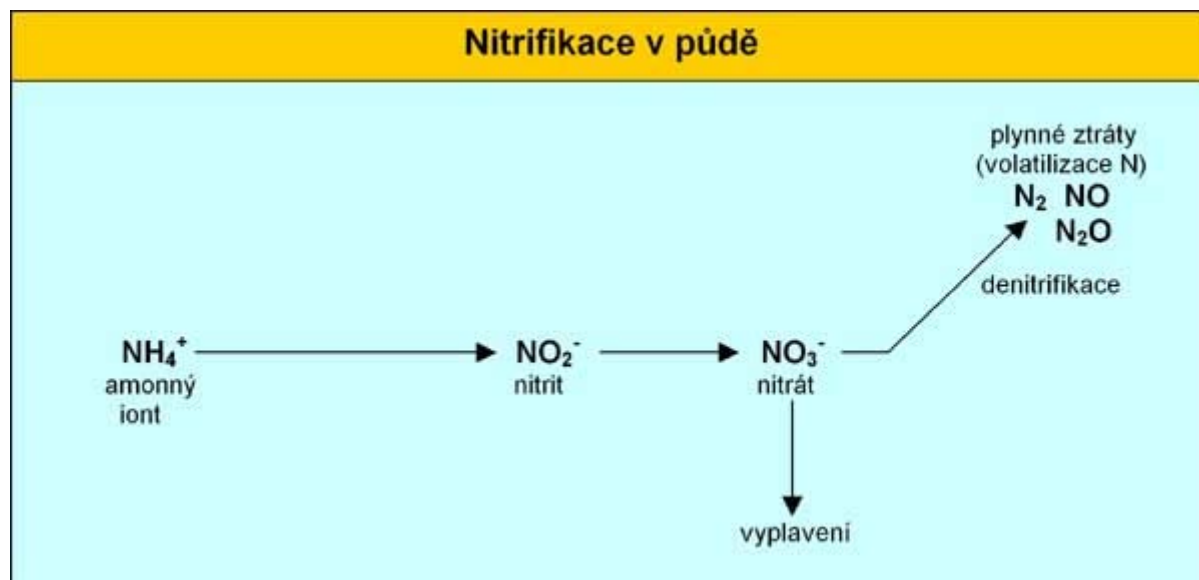
Mineralizací jsou organické sloučeniny rozkládány na anorganické formy, a to rychlostí 142 až 814 kg ha⁻¹ N za rok, což odpovídá přeměně 1,2 až 7,4 % veškerého organického dusíku (Procházka, Macháčková, 1998).

Amoniakální dusík se v půdě nachází v různém stavu (NH_4^+ , NH_3). V nepatrném množství je rozpuštěn v půdním roztoku ve formě amonných solí, odkud jej mohou rostliny bezprostředně využít. Část NH_4^+ je ve výměnné formě a po jeho vytěsnění z [VSK] může být rostlinami rovněž přijímán. Část NH_3 u lehkých a alkalických zemin může volatilizovat (těkat). Ztráty na tomto dusíku činí v průměru 20-30% z dodaného dusíku (Richter, Hlušek, 1994).

Rozpustný a výměnný NH_4^+ se může stát nevýměnným „fixací“ do krystalové mřížky některých minerálů. Illit poutá více NH_4^+ než mnotmorillonit a ten opět více než kaolinit. Množství takto „fixovaného“ NH_4^+ může být značné. Domácí výsledky z posledních let však ukazují, že význam tohoto jevu pro dusíkatou výživu rostlin je minimální, i když má značný ekologický dopad. Část amoniakálního dusíku je v půdě

imobilizována biologickou sorpcí, jejíž rychlost závisí na intenzitě mikrobiální činnosti půdy. V biologicky činných půdách podléhá NH_4^+ dusík nitrifikaci (Richter, 2004).

Obr. č.3: Nitrifikace v půdě (Richter, 2004)



Nitrifikační bakterie získávají z amonných solí potřebnou energii nezbytnou pro syntézu organických látek a současně jsou tyto sloučeniny pro ně také zdrojem dusíku. Nitrifikace probíhá ve dvou stupních.

1. stupeň - nitritace:



2. stupeň - nitratace:



Na oxidaci amonných solí v půdě v 1. stupni se zúčastňují aerobní bakterie (*Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrospira* aj.), na oxidaci nitritů (2. stupeň nitrifikace) se podílejí bakterie rodu *Nitrobacter*. Při nitrifikaci uvolněné H^+ okyselují půdu. Vznikající kyselina dusičná je neutralizována bázemi sorpčního komplexu, nebo půdního roztoku. Průběh tohoto biochemického procesu je ovlivňován řadou podmínek (Richter, 2004).

Nitrifikace je vázána na provzdušňování (aeraci) půdy. Ovlivňuje ji i pH půdy. Na kyselých půdách probíhá jen omezeně. Optimum nitrifikace se uvádí v rozmezí 20-25°C při 50-60 % obsahu plné vodní kapacity půdy (Bielek, 1984).

Při teplotě 5-10°C je velmi nízká a při teplotách < 5°C se prakticky zastavuje. Během roku se intenzita nitrifikace mění v závislosti se změnami podmínek. Nejvyšší intenzity dosahuje v období duben - květen. Příjem dusíku rostlinami postupnou redukcí nitrifikace obsah dusičnanů i amoniakálního dusíku v půdě snižuje na relativně stabilní hodnotu (6.-8. měsíc), aby znovu na podzim dosáhl druhého maxima. Nitrifikace je dávana do souvislosti s půdní úrodností (Richter, 2004).

Vzhledem k rozdílným teplotním závislostem těchto procesů může se zejména při vysokých teplotách hromadit NH₄⁺. Tento kation může být poměrně pevně vázán na jílovité minerály. Pro rostliny je pak dostupný při výměně za K⁺ (Procházka, Macháčková, 1998).

Z popsaných procesů je zřejmé, že obsah minerálního dusíku (N_{min}) v půdě je veličina značně proměnlivá a závisí na celé řadě faktorů (hydrotermické poměry, dávky a formy hnojiv, mikrobiální aktivita, povětrnostní vlivy a další) (Ryant, 2004).

2.4.2.1 Ztráty dusíku

Ke ztrátám nitrátového dusíku za současné spotřeby organických látek dochází hlavně činností denitrifikačních bakterií (*Bact. denitrificans*) na oxidy dusíku (NO_x) nebo až na elementární N₂. Mikrobiální denitrifikace probíhá intenzivně v neutrálním až alkalickém prostředí při nedostatku vzduchu. Podmínkou je dostatek organické hmoty. Průběh reakce lze vyjádřit sumární rovnicí:



Na redukci NO₃⁻---> NO₂⁻ se podílí enzym nitrátoreduktáza, na redukci NO₂⁻ ---> N₂ nitritoreduktáza. Redukci podporuje přítomnost Mn. a Zn. Vedle denitrifikace biologické probíhá i denitrifikace chemická. Při ní kyselina dusitá reaguje s aminokyselinami, aminy, amidy nebo močovinou až na elementární dusík.



Chemická denitrifikace je intenzivnější v kyselém prostředí (pH < 5,5) (Richter, 2004).

Nezanedbatelné množství zaujímají také ztráty dusíku z půdy, které představuje především vyplavování nitrátů a denitrifikace, tzn. únik dusíku ve formě N_2 (Fecenko, Ložek, 2000).

K vyplavení dusíku z půdy dochází v závislosti na druhu půdy, úrovni srážek a na způsobu využití půdy v rozmezí $1,0-54,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$. Pokud se nitrátový dusík dostane mimo kořenovou zónu (0,8-1 m) je denitrifikace jediný způsob snížení obsahu nitrátů v podpovrchových vodách. Denitrifikací se ztrácí ročně v průměru až 8% mineralizovatelného půdního dusíku, a až 20% N z hnojiv o závislosti na celkové dávce dodaného N. Vzhledem k tomu, že chemická denitrifikace může vést k vysokým ztrátám na drahém dusíku, je třeba agrotechnickými a hnojařskými opatřeními omezit její intenzitu na nejmenší míru. Dosáhneme toho tím, že převážnou část dusíku budeme aplikovat ve vegetačním období a zvýšíme možnost biologické fixace dusíku pěstováním mezplodin na zelené hnojení nebo zaoráním slámy (Richter, 2004).

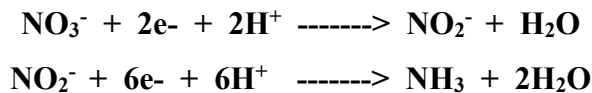
2.4.3 Dusík v rostlině

Rostlina přijímá dusík v podstatě ve dvou formách – v dusičnanové (ledkové) a čpavkové (amoniakální forma příjmu). Ve volné přírodě převládá příjem dusičnanové formy, protože čpavková hnojiva podléhají v půdě již zmíněné nitrifikaci. Rostliny přijímají dusičnanovou formu na všech úrodných půdách, čpavkovou spíše jen na půdách kyselých a trvale zamokřených. Některé druhy rostlin dávají přednost určité formě, např. ovsík vyvýšený při nízkých teplotách přijímá více čpavkovou formu, kostrava červená přijímá obě formy přibližně stejnou měrou (Kalač, Míka, 1997).

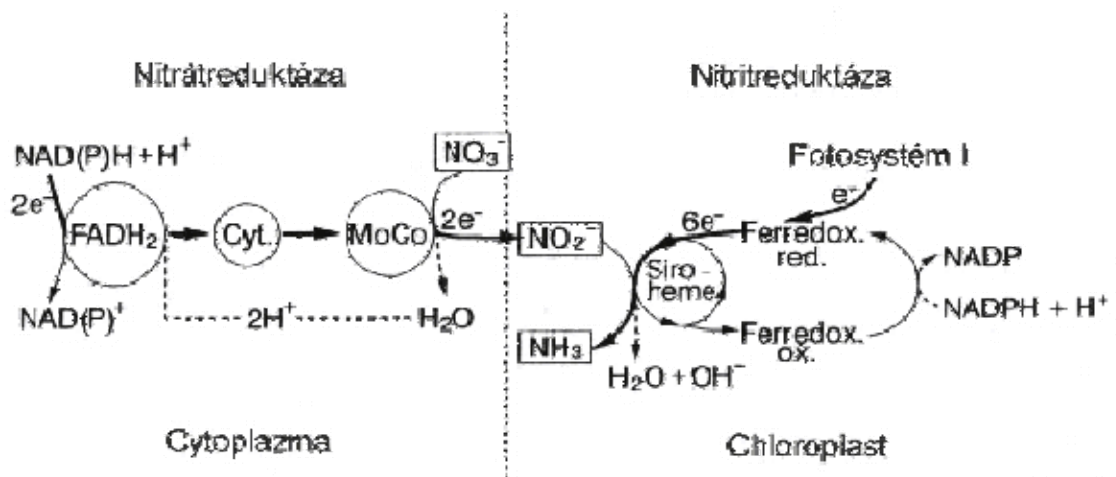
Příjem nitrátů kořeny rostlin a jeho následná redukce a asimilace představují hlavní způsob, jímž je anorganický dusík přeměňován na organický. Rostliny vytvořily řadu regulačních mechanismů, jimiž je příjem dusíku řízen víceméně v souladu s „potřebami“ rostliny, určenými rychlostí jejich růstu. V celém procesu utilizace dusíku se jeví jako limitující redukce nitrátů nitrátoreduktázou (NR), která je regulována především množstvím přijatého nitrátu. Z toho vyplývá, že základní kontrola asimilace dusíku je hned na úrovni příjmu nitrátů kořeny. Výše uvedenou „potřebu“ rostlin lze definovat jako takové množství dusíku, které je třeba pro zajištění růstu (produkce biomasy) odpovídajícího množství dostupných nebo vytvářených asimilátů (Procházka, 1998).

Dříve než může být nitrát metabolizován, je třeba jej redukovat na NH₃. Tento proces zvaný redukce nitrátů sestává ze dvou etap, a to z redukce NO₃⁻ na NO₂⁻ a z další redukce NO₂⁻ na NH₃ (Richter, Hlušek, 1994).

Nejprve je enzymem nitrátreduktázou (NR) redukován NO₃⁻ za vzniku NO₂⁻, který je pak nitritreduktázou (NiR) dále redukován na NH₃:



Obr. č.4: Schéma asimilace nitrátů v buňkách listu (Beevers, Hageman a Warner, Kleinhofs cit. Marschner, 1995)



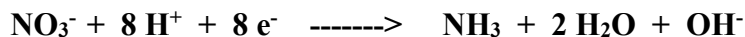
Nitrátreduktáza sestává z flavinproteinu (FAD) a Mo. Obě složky fungují jako nosiče elektronů v procesu přenosu elektronů. Předpokládá se, že jedna složka přenáší elektrony z NAD na flavin a obsahuje bílkovinu, druhá složka přenáší elektrony přes Mo na nitrát. Je-li však Mo deficitní nebo inaktivní (např. wolframem) enzym může přenášet elektrony z NADH, ale nemůže redukovat nitrát. Důležitým znakem nitrátreduktázy je to, že se jedná o indukovaný enzym a k jeho syntéze dochází jen tehdy, je-li v cytoplazmě přítomen nitrát.

Druhým stupněm procesu asimilace nitrátů je redukce NO₂⁻ na NH₃:



Pro tuto fázi je třeba silného redukčního činidla v zelených buňkách, kterým je ferredoxin. Ferredoxin získává elektrony přímo z fotosyntetického řetězu transportu elektronů.

Účinek nitrát- a nitritreduktázy může být vyjádřen souhrně takto:



(Richter, 2004)

Celková redukce NO_3^- tedy vyžaduje 8 elektronů. NR je lokalizována v cytozolu, kde je patrně asociována s vnější stěnou vnější obalové membrány plastidů, a využívá elektrony především z NADH. NR je enzymem o relativní molekulové hmotnosti 200 000 a obsahuje molybden. Její aktivita je řízena především samotnými nitráty a také světlem (Procházka, 1998).

Ionty OH^- vzniklé při redukci nitrátů v rostlinných buňkách mohou částečně zůstat v rostlině nebo být převedeny do živného prostředí, a tak zvyšovat jeho pH. Při jednostranné výživě NO_3^- je zvýšená syntéza organických iontů, a tím je stimulován příjem kationtů, a to především Ca^{2+} a K^+ (Richter, 2004).

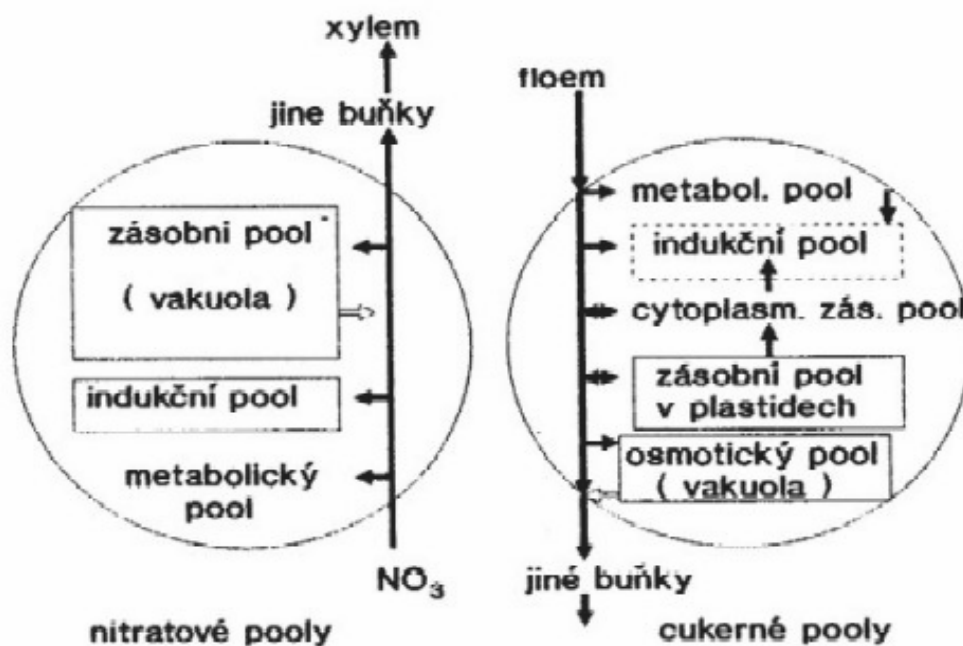
Redukce probíhá ve všech částech rostliny, převážně v listech. Do jaké míry se jednotlivé části rostliny podílejí na redukci dusičnanů, závisí v první řadě na druhu rostliny, tedy genetických vlivech a až ve druhé řadě na obsahu dusičnanů v prostředí a podmínkách stanoviště. Obrovskou roli zde hraje aktivita NR. Ta rozhoduje o rozsahu i rychlosti první fáze nitrifikace, která je limitující reakcí v celém systému redukce (NO_3^-) na (NH_4^+) v rostlině. NR je uváděna do vysoké aktivity světlem, dále je potřeba dostatek mikroelementů nepostradatelných pro enzymové redukční reakce (Mo, Mn, příp. Fe, Cu, Co, Zn). Aktivita NR je v rostlinách zakotvena geneticky, z čehož pramení rozdíly mezi druhy, odrůdami apod. V mladých listech bývá aktivita nejvyšší, ve starých nejnižší (Kalač, Míka, 1997).

Rychlost příjmu nitrátů obvykle nedosahuje maximální možné rychlosti, jíž se vyznačují kořeny. To opět znamená, že kontrola příjmu nitrátů je spíše negativní v tom smyslu, že je řízena na nižší než možnou úroveň (Procházka, 1998).

Rostlina přijatý nitrát ukládá do metabolického poolu, kde NO_3^- podléhá redukci a dále do zásobního poolu ve vakuole, v níž uložený nitrát není redukován a často zvyšuje jeho obsah na nežádoucí úroveň. Vedle těchto poolů (viz obrázek č.5) existuje v buňce i

malý krátkodobý pool indukční, který se přednostně doplňuje transportem nitrátů zvenčí a stimuluje aktivitu nitrátreduktázového systému (Richter, 2004).

Obr. č.5: Schématické znázornění nitrátových a cukerných poolů z hlediska indukce a syntézy nitrátreduktázy (Sahulka, 1980).



Pozn.: Obdélníky s plnými čarami ... kompartmenty ohraničené semipermeabilní membránou.
Šipky s přerušovanou čarou ... transport omezen.

Podle toho, kde dochází k redukci nitrátů, můžeme rozlišovat tři skupiny rostlin:

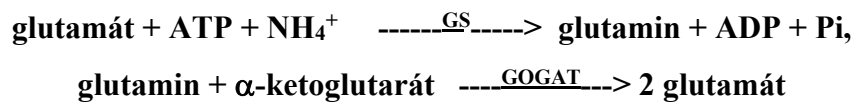
- Rostliny s redukcí nitrátů v nadzemních částech, např. brutnák, reveň (*Xanthium*), kukuřice. V kořenovém systému těchto rostlin je neměřitelná nitrátreduktáza. Xylémový roztok obsahuje 95-99% dusíku ve formě NO_3^- iontů.
- Rostliny s redukcí nitrátů v kořenech i v nadzemní části. V obou rostlinných částech jsou hladiny nitrátreduktázy vysoké. V xylému dochází k transportu NO_3^- iontů i molekul organického dusíku. Tímto intermediárním typem se vyznačuje většina rostlin.
- Rostliny s asimilací NO_3^- v kořenech. Převaha nitrátreduktázy je v kořenech, takže v xylému se pohybuje převážně organický dusík. Asimilací toho typu se vyznačují některé dřeviny.

Pro redukci dusičnanového iontu všeobecně platí, pokud NO_3^- je přijímán v nízkých množstvích, tak je jeho značná část redukována v kořenech. Zvyšující se příjem nitrátu (luxusní výživa) omezuje kapacitu redukce nitrátu v kořenech a NO_3^- je větší míře transportován do nadzemních částí (Richter, Hlušek, 1994).

NH_3 je pro buňku toxický, protože velmi účinně odpojuje syntézu ATP od přenosu elektronů v membránách tylakoidů. Jeho koncentrace je řádově mikromolární. Zabudování amoniaku do aminokyselin probíhá dvěma způsoby. Při vyšších koncentracích NH_3 je funkční glutamátdehydrogenáza, která katalyzuje; reakci α -ketoglutarátu (2-oxoglutarátu):

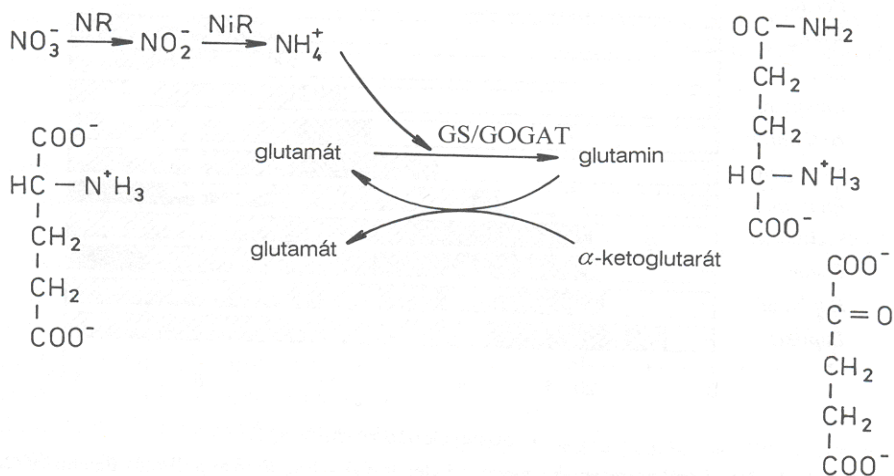


Účinnějším se však jeví systém GS/GOGAT (GS = glutaminsyntetáza, GOGAT = glutamát-syntetáza, akronym odvozen od glutaminoxoglutarátamidotransferáza), který realizuje následující sled reakcí (Obr. č.6):



(Procházka, 1998).

Obr. č.6: Schéma redukce nitrátu s následným zabudováním amoniaku do aminokyselin systémem GS/GOGAT (Procházka, 1998).



Vznikají tedy dvě molekuly kyseliny glutamové, jedna z glutaminu po odnětí NH₂ skupiny, druhá z kyseliny α -ketoglutarové po příjmu NH₂ skupiny. Obě reakce GS a GOGAT probíhají v rostlinných buňkách za sebou a dávají vznik glutaminu a glutamátu (Richter, 2004).

Cesty syntéz dalších dusíkatých sloučenin v rostlinách jsou již problematikou čistě biochemickou. Jde především o tvorbu nejrůznějších aminokyselin. Ta začíná u glutaminu, z něhož vzniká glutamát. Aminoskupina glutamátu pak může být dále přenášena transaminací na různé organické kyseliny za vzniku aminokyselin (Gloser, 1998).

2.5 Vlivy působící na akumulaci dusičnanů

Akumulace dusičnanů (nitrátů) ve vyšších rostlinách je daná metabolismem dusíku a závisí na vnějších a vnitřních faktorech. K vnějším faktorům patří: půdní a klimatické podmínky stanoviště, průběh počasí, agrotechnika, stupeň poškození rostlin. K vnitřním faktorům patří především biologická vlastnost odrůdy (Indrák, 1986).

Existuje řada důkazů o tom, že mechanismus příjmu mnohých kontaminujících látek rostlinou, například dusičnanů, je aktivním procesem řízeným geneticky a existují druhové i odrůdové rozdíly v hromadění těchto látek, ale také individuální rozdíly mezi rostlinami téže odrůdy bývají značné (Šindelářová, 1985).

Příčinou mezi druhových rozdílů v obsahu dusičnanů v zelenině je rozdílnost v různé geneticky fixované aktivitě nitrátoreduktázy (Kolář, 1989).

2.5.1 Výživa dusíkem

Výživa dusíkem je nejzávažnější faktor, který ovlivňuje kumulaci dusičnanů v rostlinách. K nežádoucí kumulaci dochází vždy tam, kde rostliny dostávají takové množství dusíku, které nemohou normálním, fyziologickým způsobem ve svém metabolismu zužitkovat. To souvisí s geneticky podmíněnými schopnostmi - druhovými vlastnostmi, s často nevyhovujícím biologickým a fyzikálním stavem půdy a samozřejmě i s vnějšími podmínkami (Prugar, 1986).

Z průmyslových hnojiv se z hlediska obsahu dusičnanů v zelenině jeví jako příznivější močovina a amoniakální formy, než forma ledková. Relativně dobré výsledky mělo hnojení dusíkatým vápnem, kdy vzniká dikyanidamid, který je inhibítorem nitrifikace (Prugar, Prugarová, 1985).

Z hlediska obsahu dusičnanů v zelenině má význam také doba aplikace N -hnojiv. Dusíkatá hnojiva je třeba aplikovat ve vhodné době - nejpozději 3-4 týdny před sklizní a nikoli na podzim, používat je podle délky vegetace atd.. Přihnojování v průběhu vegetace je třeba omezit (Šindelářová, 1985).

2.5.2 Minerální výživa

Vedle hnojení dusíkem hrají z hlediska obsahu dusičnanů v zeleninách důležitou roli i jiné makroelementy a způsob aplikace.

Fosfor Podle některých autorů nemá hnojení fosforem přímý vliv na obsah dusičnanů v zelenině (Prugar, 1985).

Strada a Tetter (1988) se také domnívají, že fosfor kumulaci dusičnanů zřetelně neovlivňuje, doporučují však pro dobrou kvalitu, dosytit půdu fosforem v množství odpovídajícím střední zásobenosti touto živinou.

Podle Browna a Smithe (1966) ani nedostatek fosforu zpomalující růst zeleniny nevede k vyšší akumulaci dusičnanů. Naproti tomu podle jiných autorů deficiencie fosforu zvyšuje hladinu dusičnanů v rostlinách v důsledku změn aktivity nitrátreduktázy (Šindelářová, 1985).

Draslík Brown a Smith (1966) nezjistil v nádobových pokusech se salátem vliv různých dávek draslíku na hromadění dusičnanů.

Hořčík Vysoké dávky dusíkatých hnojiv, bez dostatečného přísunu hořčíku, mohou vést k hromadění dusičnanů (Prugar, Hadačová, 1995).

Christen a Palasthy (1985) doporučují pro snížení obsahu dusičnanů v salátu postřík na list roztokem síranu hořečnatého v koncentraci 0,1 %. U salátu pěstovaného pod sklem se podařilo tímto způsobem snížit obsah dusičnanů o 10%, zvláště v období nedostatku světla a v půdách bohatých na dusík. S postříkem se začalo v době, kdy rostliny měly 14-20 listů a postřík se 3 až 5x opakoval.

Síra Také nedostatek síry může vést k hromadění dusičnanů, protože sulfhydrilová skupina podstatně ovlivňuje činnost různých enzymů, včetně nitrátreduktázy (Prugar, Hadačová, 1995).

Chlor Hahndelem (1984) bylo prokázáno, že působením chloridového iontu probíhá v rostlinách intenzivnější redukce nitrátů, což vede ke snížení obsahu dusičnanů a zvýšení obsahu organicky vázaného dusíku. Lze předpokládat, že chlorid nahrazuje z části dusičnanové ionty nahromaděné ve vakuolách a vytlačuje je do cytoplazmy, kde mohou být redukovány. Osmotická úloha dusičnanových aniontů ve vakuolách může být v tomto případě převzata chloridovými ionty (Menary, Allan, 1979).

Chlor, stejně jako draslík, udržuje elektrickou neutralitu buněk a osmotický tlak ve vakuolách. Předpokládá se, že nitrátový iont působí obdobně. I přesto, že nadbytečnému hromadění dusičnanů v některých zeleninách může zabránit přísun chloridů, nelze to brát jako obecné pravidlo. Je nutno počítat se specifickou reakcí rostlin a jejich různou citlivostí vůči chloru (Prugar, Hadačová, 1995).

U hlávkového salátu dosáhl Hahndel (1984) nejvyššího výnosu při 120 kg N.ha⁻¹ (včetně N_{min}). Optimální obsah chloru v půdě včetně hnojení byl v hloubce 0-30 cm asi 150 kg Cl.ha⁻¹. Nahrazování nitrátu chloridem se v praxi využívá u nitrofilních rostlin (špenát, salát, ředkvička), aby ve snaze udržet nízkou hladinu dusičnanů v rostlině, použitím nízké dávky dusíkatého hnojení, neklesal výnos. Výsledek však není vždycky uspokojivý.

2.5.2.1 Aplikace mikroelementů

Nedostatek mikroelementů v živném prostředí je často příčinou snížení výnosů a kvality rostlinných produktů, včetně nadměrné akumulace dusičnanů. Je proto důležité dobře znát působení a význam jednotlivých prvků, jejich vzájemné vztahy a interakce se základními živinami. Některé z nich se v nadměrných koncentracích chovají jako toxické kovy a při neracionální aplikaci se mohou hromadit v rostlinách, zhoršovat hygienickou jakost produktů, fyzikální a chemické vlastnosti půd a tím i využití ostatních živin (Prugar, Hadačová, 1995).

Železo může ovlivňovat obsah dusičnanů, např. jako složka flavoproteidového systému nitroreduktázy. Hildebrandt (1976) uvádí, že po přidání 10 mg železa na nádobu, při vyšší dávce dusíkatého hnojení, se snížil obsah dusičnanů ve špenátu cca o 10% při poloviční dávce dusíku i po přihnojení železem zůstal nezměněn.

Mangan předpokládá se, že úloha manganu při asimilaci nitrátů spočívá v reaktivaci inaktivované nitrátoreduktázy zprostředkované specifickými reakcemi (Maldonado a kol., 1980).

Protože jde o enzym nitrátoreduktázového procesu, je na dostupnosti manganu v rostlině přímo závislá i asimilace nitrátů a celková hladina redukováného dusíku v rostlině. Nedostatek manganu vede většinou k hromadění dusičnanů, ale nad hraniční koncentraci Mn, při níž byl dosažen maximální výnos, nebyl již zaznamenán vliv Mn na obsah dusičnanů a aktivitu nitrátoreduktázy (Mortensen, 1985).

Měď spolu s železem je měď složkou některých oxidoreduktáz flavoproteidového charakteru jako je nitritoreduktáza (Prugar, Hadačová, 1995).

Molybden je složkou (kofaktorem) enzymu nitrátoreduktázy a je také indukčním faktorem pro jejich syntézu (Prugar, Hadačová, 1995).

Bor ovlivňuje metabolismus dusíku a tvorbu bílkovin, zlepšuje kvalitu (Hildebrandt, 1979).

Titan vedle běžněji užívaných mikroelementů se experimentuje i s některými jinými mikroprvky, jejichž účinek na biochemické a fyziologické vlastnosti rostlin je dosud méně znám. Je to například titan, který se aplikuje ve formě různých přípravků (Titavin, Titavit). V listech zvyšuje množství chlorofylu a urychluje tak fotosyntézu, aktivuje některé enzymy a tím zlepšuje využití základních živin, zejména dusíku, což může mít příznivý účinek mj. i na obsah dusičnanů v produktech. Pozitivní výsledky se zeleninou byly dosud zaznamenány např. u rajčat, papriky, cukrové kukuřice, salátu a ředkviček (Kovarčík, 1996).

2.5.3 Organické hnojení

Obsah dusičnanů v rostlinných produktech ovlivňují všechny zdroje dusíku, které má rostlina k dispozici jak z půdní zásoby, tak organických a průmyslových hnojiv, z dešťových srážek, ze závlahové vody, vzdušných imisí atd. Převážná většina dusíku je v půdě přítomná v organické formě, z níž se mineralizačními pochody transformuje na dusík anorganický. Během jednoho roku se takto může v půdě uvolnit až 200 kg dusíku na hektar. Rychlost těchto přeměn závisí na kvalitě půdní organické hmoty a je ovlivněna způsobem agronomického využití půdy a celým komplexem podmínek stanoviště, působením počasí a kultivačními opatřeními během vegetace. Tyto faktory

jsou většinou významnější než samotné dusíkaté hnojení, a to zejména v úrodnějších půdách bohatších na humus (Prugar, Hadačová, 1995).

85% zelinářské půdy v našem státu má obsah humusu pod 2% (Prugar, 1986).

Podle Clause (1983) výhradně organické hnojení sice nezajišťuje nízké obsahy dusičnanů v zeleninách, ale v průměru je snižuje o 25% v porovnání s hnojením minerálním.

Při porovnávání působení minerálního a organického hnojení hlávkového salátu bylo docíleno nižších hodnot obsahu dusičnanů při hnojení jednoletým kompostovaným koňským hnojem ve srovnání s variantou NPK (Prugar, Hadačová, 1995).

Ve statkových hnojivech jsou přítomny látky, které do určité míry plní funkci inhibitorů nitrifikace. Mohou to být např. fenolické produkty rozkladu ligninu (parabenzochinony) vznikající při oxidativním odbourávání zdřevnatělých organických materiálů z kompostů i ze slámy. Upozornili na to už v 70. letech např. Bundy a Brenner (1973) a Flaig (1976). Tyto látky s širokým poměrem C:N podporují rozvoj užitečné půdní mikroflóry, která dočasně imobilizuje přítomný dusík (Jurčík, 1981).

Tuto biologickou fixaci dusíku je možno regulovat množstvím použitého příslušného organického materiálu. Organické inhibitory nitrifikace mají ve srovnání s chemickými tu výhodu, že nezanechávají v půdě a v rostlinách žádná rezidua (Prugar, Hadačová, 1995).

K příznivému působení organických hnojiv, včetně zeleného hnojení, na nižší obsah dusičnanů v zelenině možno přičíst i skutečnost, že obohacují půdu užitečnou mikroflórou, která je schopna včas spotřebovat nadbytek dusíku (především na počátku vegetace). Výživa dusíkem probíhá pak rovnoměrněji, příznivě se to odráží i na syntéze sacharidů a bílkovin a nitratový dusík se nadměrně nehromadí v jedlých částech zeleninových druhů (Bielek, 1984).

2.5.4 Inhibitory nitrifikace

Procesy rychlé přeměny amoniakální formy hnojiv v půdě na formu nitratovou mohou zpomalit inhibitory nitrifikace. Jsou pro půdu i rostliny zcela neškodné a prodlužují amoniakální fázi o mnoho týdnů (například přípravek Alzon) (Šindelářová, 1985).

2.5.5 Vegetační podmínky

Nedostatek světla je považován za hlavní důvod vyššího obsahu dusičnanů v zeleninách vypěstovaných ve skleníku či fóliovníku. Podobný efekt má i hustota porostů (Prugar, Prugarová, 1985).

Světlo ovlivňuje obsah dusičnanů prostřednictvím nitrátreduktázy tím, že může buď stimulovat transport nitrátů, které vedou k její indukci nebo může stimulovat nitrátreduktázu syntézou bílkoviny enzymu. Světlo zvyšuje počet polysomů, na nichž syntéza bílkovin závisí, počet polysomů však mohou zvyšovat také fytohormony a oba mechanismy se mohou doplňovat, jestliže je stimulována syntéza bílkovin transformující nitrát a syntéza nitrátreduktázy. Světlo umožňuje asimilaci dusičnanů s fotosyntézou. To je významné, poněvadž energie potřebná pro redukci při asimilaci dusičnanů (představuje až 20% energie využitě pro fixaci CO₂), pochází z fotosyntetického aparátu (Prugar, 1986).

Byla zjištěná negativní korelace mezi fotosyntetickou aktivitou a obsahem dusičnanů u různých odrůd salátu. Při nejnižších teplotách (6/6°C) byly nejnižší hodnoty intenzity fotosyntézy a obsahu cukrů, zatímco obsah nitrátů byl nižší (Prugar, 1986).

Různé druhy rostlin vyžadují různý asimilační světelný požitek. Proto i doba výsevu ovlivňuje obsah dusičnanů v rostlinách. Problematikou vztahů mezi světelnými podmínkami a kumulací dusičnanů v rostlinách se zabývala v minulých letech řada autorů (Prugar, Prugarová, 1985.; Prugar, 1992).

Z praktického hlediska je také důležitá rytmicita obsahu dusičnanů v rostlinách v průběhu dne a noci. Rozdíly mohou být až trojnásobné. Při celkově nízkém obsahu není amplituda denních výkyvů tak výrazná. U rytmicity se projevuje také závislost na ontogenetickém stádiu. Velké změny koncentrace dusičnanů během 24 hodin byly pozorovány spíše na začátku ontogeneze než ke konci vegetačního období (Kallio a kol., 1984).

Vedle denní, existuje i roční dynamika obsahu dusičnanů v rostlinných produktech, která také mj., souvisí se světelnými podmínkami (Prugar, 1992).

Během roku dochází k značnému kolísání obsahu. Příkladem mohou být výsledky šetření, provedeného na hlávkovém salátu, dodaném na švýcarský trh. Byly získány

následující průměrné hodnoty obsahu mg NO₃⁻ v 1 kg čerstvé hmoty (Šindelářová, 1985).

Tabulka č.7: Obsah dusičnanů v hlávkovém salátu v mg.kg⁻¹ (Šindelářová, 1985).

Leden 3000	Květen 1200	Září 1200
Únor 2500	Červen 1000	Říjen 1200
Březen 2300	Červenec 900	Listopad 2000
Duben 2100	Srpen 900	Prosinec 3000

Oprávněný je předpoklad, že vzhledem k rozdílné délce dne má vliv i zeměpisná poloha. Ve vzorcích ze severních expozic se zjišťuje vyšší obsah dusičnanů než u vzorků z expozic jižních, kde je větší intenzita slunečního záření (Šindelářová, 1985).

Druhy a odrůdy s delší vegetační dobou mívají zpravidla nižší obsah dusičnanů. Neplatí to však o pozdním podzimu, kdy ubývá slunečního záření. Na možnosti snížení obsahu nitrátů v hlávkovém salátu posunutím sklizně upozornil (Bram a kol., 1981).

Teplota ovlivňuje mineralizační a nitrifikační procesy, na nichž se podílejí půdní mikroorganismy a tím se i zvyšuje dostupnost dusíku pro rostlinu. Příliš vysoké teploty inhibují aktivitu nitrátoreduktázy. V pokusech se salátem byla při krátkém dni a optimální teplotě dosažena minimální koncentrace dusičnanů (Prugar, Hadačová, 1995).

Obsah dusičnanů v zelenině může do značné míry ovlivnit i vodní režim v průběhu vegetace. Obecně se má za to, že dostatek vláhy vytváří předpoklad pro nižší koncentraci dusičnanového aniontu v produktech, zatímco stresy, jimž jsou rostliny vystaveny v důsledku sucha, jej zvyšují. Změny vlhkosti půdního prostředí mohou však za určitých okolností působit na kumulaci dusičnanů nejednoznačně (Prugar, 1992).

Půdní vlhkost má vliv na zásobování rostlin dusíkem i na kumulaci dusičnanů také tím, že je na ní závislá nitrifikace v půdě. Je-li závlahová voda kontaminovaná vyšším obsahem dusičnanů, může být také zdrojem zvýšeného obsahu dusičnanů v zelenině (Šindelářová, 1985).

Nároky zeleninových kultur na vláhu souvisejí do jisté míry i s hustotou porostu. Zde ovšem hrají významnou roli specifické odrůdové charakteristiky (Baier, Baierová, 1989).

Významného snížení obsahu dusičnanů lze dosáhnout také aplikací sacharózy. Richter (1990) uvádí u rychleného salátu snížení obsahu dusičnanů o 500 resp. až o

1450 mg při postřiku 3% roztokem sacharózy nebo 1 % roztokem sacharózy s 1 % CaCl_2 na list šest dní před sklizni. U variant, kde byl aplikován cukerný roztok, bylo vždy zaznamenáno nižší zastoupení dusičnanového dusíku v celkovém dusíku. Autor se domnívá, že působení sacharózy zde plní funkci externě dodaného C-skeletu nezbytného k využití dusičnanů redukovaného na amoniak. Uhlíkatý skelet nemůže při, nízkých intenzitách vznikat v dostatečné míře fotosyntézou. Efektivně bylo možno využít tuto metodu v případě, že obsah dusičnanů v salátu nepřekročil hodnotu $2630 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ č.h..

Fólie a jiné krycí materiály se dosti často používají při pěstování rané zeleniny. Zakrytí fólií má za účel oteplení a následkem toho zvýšení ranosti, čímž se sklizeň posouvá do dřívějšího světelně méně příznivého období. V tom je rozhodující podstata nebezpečí zvýšeného obsahu dusičnanů u rychlené zeleniny. U salátu pěstovaného pod fólií, která se odstraní až před sklizní, jsou vyšší hodnoty dusičnanů než tam, kde byla fólie odstraněna dříve. Při pěstování pod fólií se lépe využívají minerální živiny, může se tudíž redukovat dávka N-hnojiva, což může vést ke snížení obsahu dusičnanů. Nelze také přehlížet příznivý vliv fólie na půdní ekosystém (Prugar, Hadačová, 1995).

2.6 Vztah dusičnanů k lidské výživě

2.6.1 Legislativa

Limity pro dusičnany v EU přechodná lhůta pro limity pro salát končí v r. 2005, přechodná lhůta pro špenát trvá. Komise EU přijala 2. 4. 2002 nařízení zveřejněné pod č. 563/2002 (OJ L 86, s. 5), kterým se upravuje přechodná lhůta pro dosahování limitů dusičnanů v salátu. Znamená to změnu dřívějšího nařízení č. 466/2001. Umožňuje to, aby členské státy uznaly přechodné období pro zvýšené limity dusičnanů pěstovaných pro export, a sice do 1. 1. 2005. Limity jsou $4500 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ pro salát a zimní skleníkový salát a $2000 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ pro ledový salát pěstovaný venku (Suková, 2002).

Nařízením komise ES 1822/2005 se upravuje nařízení 466/2001, v němž se uvádí požadavky na obsah dusičnanů. Nařízení je uvedené v tabulce č.8., celé znění je uvedeno v příloze č.2.

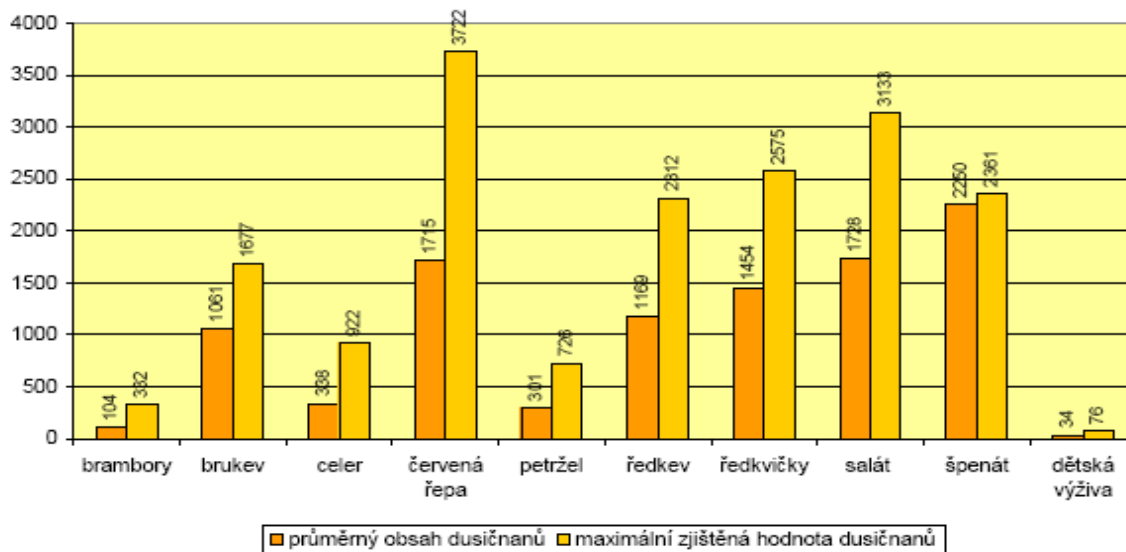
Tabulka č.8: Nařízení (ES) č. 466/2001 oddíl 1 - Dusičnany

Produkt	Maximální limit (mg NO ₃ na kg)		Metoda odběru vzorků
1.3. čerstvý hlávkový salát (<i>Lactuca sativa</i> L.) (skleníkový a polní salát) s výjimkou salátu uvedeného v bodě 1.4.	sklizen od 1. října do 31. března		Směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10
	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	4 500 ⁽³⁾	
	hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	4 000 ⁽³⁾	
	sklizen od 1. dubna do 30. září		
	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	3 500 ⁽³⁾	
1.4. druh salátu 'Iceberg' (*)	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	2 500 ⁽³⁾	Směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10
	hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 000 ⁽³⁾	

(³) Pokud není produkt označen vhodným způsobem, z něhož je patrný způsob pěstování, vztahuje se na něj limit stanovený pro hlávkový salát pěstovaný na poli.

Současná evropská legislativa stanovuje limity pro dusičnany pouze v listové zelenině a dětské výživě. Nicméně SZPI provádí monitoring u dalších druhů zeleniny vnímavých ke kumulaci nitrátů. Z celkem 88 odebraných vzorků byla přítomnost dusičnanů zjištěna u 82 vzorků. Vyšší obsah dusičnanů byl kromě salátu a špenátu zaznamenán u červené řepy, ředkve a ředkvičky. V současné době probíhá sběr dat v rámci zemí EU a dá se očekávat stanovení limitů v evropských předpisech u dalších komodit (Schneeweiss, 2005).

Graf č.1: Průměrný obsah a maximální zjištěná hodnota dusičnanů v jednotlivých druzích zeleniny v roce 2005 (hodnoty v mg.kg⁻¹) (Schneeweiss, 2005).



2.6.2 Dusičnany jako cizorodá látka ve výživě člověka

Všechny látky, které se dostávají do lidského organismu se mohou uplatnit svým vlastním působením (důležité je podané množství) nebo ovlivněním dalších látek. Na působení cizorodých látek se musíme dívat s ohledem na další faktory výživy (Turek, 1989).

Pokud jde o potraviny, jsou dusičnany oprávněně zařazeny do seznamu cizorodých látek. Většina dusičnanů, které lidské tělo přijme, pochází z potravy. Člověk přijímá dusičnany ze 70% ze zeleniny, z 21 % z pitné vody a asi z 6% z masných výrobků (Šindelářová, 1985).

Šindelářová (1985) uvádí, že v neredukujícím prostředí a v nízkých koncentracích nejsou dusičnany pro dospělého a zdravého člověka škodlivé a není proto možné hovořit o jejich primární toxicitě. Souvisí to s jejich poměrně rychlou likvidací v ledvinách.

Podle Vondrákové (1982), toxicita vyšší hladiny dusičnanů spočívá v tom, že za určitých podmínek se mohou dusičnany redukovat na dusitany, které jsou původci některých onemocnění.

Dusitany vznikají endogenně v trávicí soustavě nebo v ústní dutině redukcí mikrobiální cestou působením enzymů nitrátoreduktáz. Přijaté dusičnany se vstřebávají ve dvanáctníku a v lačnicku a přecházejí do krevního oběhu a tkání. Za 4 až 12 hodin se z 80% a u starších lidí z 50% vyloučí ledvinami. Zbytek zůstává v organismu (Prugar, Prugarová, 1985).

Volf (1981) uvádí, že toxická dávka dusičnanů pro dospělého člověka je 6 g a pro kojence 100 mg. Toxicita nitrátů se může projevat methemoglobinemií a vedle toho nitráty mohou být v zažívacím traktu přeměňovány na karcinogenní nitrosaminy. Pro odstranění tohoto nebezpečí je nutné používat dusíkatá hnojiva v únosných dávkách, omezovat nitrifikaci používání inhibitorů jejich činností a kontrolovat obsah nitrátů v zeleninách a krmivech.

Kumulace nitrátů představuje v rostlině rozdíl mezi příjmem a jeho redukcí. Určité rostliny se vyznačují velkým příjmem nitrátů a neefektivní redukcí schopností. Tyto rostliny mají tendenci kumulovat nitráty a řadíme k nim: špenát, celer, zeleninovou řepu, ředkvičku, rychlený salát aj. (Richter 1990).

Tabulka č.9: Obsah N_{\min} v půdě a koncentrace $NaNO_3$ v čerstvé hmotě salátu (Richter 1990)

mg N_{\min}.kg⁻¹ zeminy	Obsah $NaNO_3$ v mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty
50	3068
150	4001
200	4536
400	5041

V zeleninových výpěstcích nelze dusičnany označovat za cizorodé látky, protože jsou produktem normálního metabolismu rostliny. Nejsou tedy cizorodou látkou rostlinných pletiv, ale představují přirozenou anorganickou zásobu dusíku, jež by v dalších fázích vývoje rostliny mohla být přeměněna na organické látky a využita. Je-li jejich koncentrace ve sklizňové fázi nadměrná a přesahuje určitou přípustnou mez, stávají se dusičnany látkou nežádoucí (Šindelářová, 1985).

Za přípustnou denní dávku, která při dlouhodobém příjmu nevyvolá žádné poruchy zdraví, bylo stanoveno organizací FAO/WHO množství odpovídající 5 mg $NaNO_3$ na 1 kilogram tělesné hmotnosti. U dusitanů je udávána hodnota 0,4 až 0,8 mg na 1 kilogram pro dospělého člověka. Pro děti do 4 měsíců věku byla stanovena nejvyšší přípustná dávka 50 mg $NaNO_3$ (36,5 mg NO_3^-) na 1 kilogram potravy a pro děti od 4 měsíců do 3 let dávka 100mg $NaNO_3$ (73 mg NO_3^-) na 1 kilogram potravy (Prugar, Prugarová, 1985).

Letální dávky dusičnanů a dusitanů. Například pro dospělého člověka se na 1 kilogram tělesné hmotnosti uváděla podle různých autorů, jako letální dávka 80 až 300 mg NO_3^- . Letální dávka pro dusitany je 20 mg na 1 kilogram. Zvýšený zájem o dusičnany vyvolávají hlavně dvě skutečnosti. Především byly dusičnany v potravě odhaleny jako prekurzory nitrosaminů. Další příčinou je zvyšující se přívod dusičnanů potravou i pitnou vodou (Šindelářová, 1985).

Hygienici upozornili na zdravotní rizika z přívodu dusičnanů potravou v roce 1945, kdy H. H. Comly vysvětlil vznik alimentární kojenecké methemoglobinémie příjmem dusičnanů z pitné vody. V průběhu doby byla prokázána v USA, Kanadě i v některých evropských zemích, a to např. ve V.Británii, ve Francii, v Belgii, v Rakousku a Maďarsku řada případů otrav u kojenců, zvláště po mrkvi a po špenátu. Tyto otravy,

často smrtelné, nevyvolává zvýšený obsah dusičnanů, ale dusitanů, které z nich vznikají redukcí (Šindelářová, 1985).

Alimentární methemoglobinémie vzniká při zvýšení obsahu methemoglobinu v krvi nad normální fyziologické množství (Strada, Tetter, 1988).

Ten vzniká oxidací hemoglobinového dvojmocného iontu Fe^{2+} na trojmocný Fe^{3+} za přeměny červeného krevního barviva hemoglobinu na tmavohnědý methemoglobin. Za fyziologicky normálního stavu představuje podíl oxidované formy, která nemá schopnost přenášet kyslík, asi 2% (Prugar, Prugarová, 1985).

Ještě donedávna se považovala methemoglobinémie za nebezpečí pouze pro děti nejútlejšího věku. V ČR první případ popsal Homolka v roce 1984. Bylo však dokázáno, že i u starších dětí a dokonce i u dospělých osob se může vyskytnout inaparentní (asymptomatická - klinicky bezpříznaková) forma methemoglobinémie. Kromě toho mohou dusitany, zejména ve vyšších koncentracích, negativně ovlivňovat enzymy trávicí soustavy, resorpci určitých živin, metabolismus vitamínu A a funkci štítné žlázy. Průvodními znaky mohou být změny v EKG a v centrální nervové soustavě (Prugar, Prugarová, 1985; Okša, 1987).

Organismus zdravého člověka má v erythrocytech vyvinutý oxidoredukční systém, který vzniklý methemoglobin zredukuje zpět na hemoglobin (Strada, Tetter, 1988).

Děti v prvních 2-4 měsících života nemají ještě dostatečně vyvinutý vlastní enzymatický systém v erythrocytech, kterým se zpětná redukce reguluje (reduktázy erythrocytů dospělého člověka - difosfopyridín nukleotidreduktázy - mají schopnost přeměňovat vytvořený methemoglobin zpět na hemoglobin). Fetální hemoglobin F novorozenců (v době po porodu asi 85%) je tedy o mnoho přístupnější oxidaci dusitany než později se tvořící adultní hemoglobin A. Ve třetím měsíci života obsahuje krev novorozenců už jen asi 15% hemoglobinu F, na konci prvního roku života klesne koncentrace na 1-2% (Prugar, Prugarová, 1985; Míča, Vokál a Penk, 1980).

Nitrosaminy mají schopnost vyvolávat tvorbu nádorů ve všech tělesných orgánech s výjimkou kostí. Většina z nich se v živočišném organismu projevuje též hepatotoxicky, to jest onemocněním jater (Prugar, Prugarová, 1985).

U člověka byla tvorba nitrosaminů prokázána jednak v žaludku, jednak v močovém měchýři. Karcinogenní účinek byl prokázán již při koncentraci $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ v potravě, přičemž dětský organismus je až 100x citlivější než dospělý (Strada, Tetter, 1988).

Z potravin jsou nejvíce ohroženy tvorbou nitrosaminů nakládaná masa, tedy šunka a uzeniny, ryby, zvláště nakládané, mléko a mléčné výrobky, tmavá piva se sladkem přímo sušeným spaliny, ale v poslední době se objevují zprávy, sledující nitrosaminy v bramborách, v zelenině, ve všech produktech rostlinné výroby (Kolář, 1989).

Nitrosaminy jsou v tabákových výrobcích a v kouři z jejich spalování, vysoký obsah NO_3^- v silážovaných pícninách vede ke vzniku nitrosaminů v silážích. V senážích je situace mnohem lepší. Naštěstí nebyl potvrzen přenos nitrosaminů siláží do mléka krav (Kolář, 1989).

Optimum pro průběh reakce mezi aminy a dusitanovým iontem je při pH 2-3. Přítomnost katalyzátorů může způsobit, že reakce probíhá i při nižším pH, které je zpravidla v lidském žaludku. Jako katalyzátory působí halogenové ionty a thiokyanát (rodanid). Rodanid se vyskytuje i ve slinách, přičemž u kuřáků v trojnásobně až čtyřnásobně vyšší koncentraci než u nekuřáků (Prugar, Prugarová, 1985).

Významnou úlohu v procesu inhibice tvorby nitrosaminů připisují Prugar a Prugarová (1982, 1985) kyselině L-askorbové a alfa tokoferolu. Těmto vitamínům připisují inhibiční účinek na tvorbu methemoglobinu. Tito autoři dále uvádějí, že když se podává společně s dusitany a aminy i vitamínem C, nedochází ke vzniku nádorů, které se jinak u pokusných zvířat za těchto podmínek zákonitě tvoří. Ochranný účinek kyseliny L-askorbové se pozitivně projevuje i v druhé generaci pokusných zvířat. Lze tedy říci, že pravidelný příjem vitamínu C může preventivně zabránit vzniku karcinogenních nitrosaminů a naopak, chronicky nízká hladina kyseliny L-askorbové může dispozici zvyšovat. Podle nejnovějších výsledků má zelenina pro dospělé konzumenty ochranný účinek tehdy, je-li převaha vitamínu C nad dusičnanů v poměru 3:1. Vitamín C chrání lidský organismus také před škodlivostí dusičnanů i z jiných zdrojů (uzeniny, pitná voda) (Kopec, 1994).

3. Materiál a metodika

3.1 Popis materiálu

Locika setá, neboli salát (*Lactuca sativa* L.)

Taxonomické zařazení lociky seté:

Říše: rostlinná říše (*Plantae*)
Podříše: vyšší rostliny (*Cormbionta*)
Oddělení: krytosemenné rostliny (*Magnoliophyta*)
Třída: dvouděložné rostliny (*Magnoliopsida*)
Řád: hvězdnicotvaré (*Asterales*)
Čeleď: hvězdnicovité (*Asteraceae*)
Rod: Locika (*Lactuca*)
Binomické jméno: *Lactuca sativa* L.

3.1.1 Popis zvolených odrůd

V polním pokuse byl sledován vliv odrůdy na obsah dusičnanů u následujících dvanácti odrůd salátu:

Hlávkový: Král máje
(jarní) Lednický
Major

Hlávkový: Dětenická atrakce
(letní) Jupiter
Julek

Listový: Dubáček
Rosela
Redin

Ledový: Maximo
Pražan
Tarzan

Král máje: Tradiční odrůda jarního salátu se středně velkou, dobře uzavřenou hlávkou a světle zeleným listem. Typickým znakem je červenání okrajů vrcholových listů při nižších teplotách. Odrůda má střední odolnost vůči vybíhání.

Lednický: Odrůda, určená pro jarní pěstování ve volné půdě i pro přirychlení v nevytápěných fóliových krytech. Listy jsou slabě bublinaté. Hlávka je dobře uzavřená, hustá, na řezu světle žlutá. Vegetační doba je 75-95 dnů.

Major: Jarní odrůda s vyšší odolností k vybíhání a výraznou rezistencí k plísni salátové. Má menší manžetu a snáší hustší spon. Je vhodný pro pěstování pod porofolií nebo netkanou textilií.

Dětenická

atrakce: Odrůda určená pro polní pěstování z přímých výsevů. Hlávka je kulovitá, pevná a velmi dobře uzavřená, světle zelená, při dozrávání až bělavá. Je velmi odolná proti vybíhání do květu a chorobám, je tedy velmi vhodná pro postupnou sklizeň. Přímý výsev od začátku března do konce července.

Jupiter: Letní salát s velkými, jemnými, dobře uzavřenými hlávkami příjemné chuti a s vysokou odolností vůči vybíhání. Má dobrý zdravotní stav, je odolný k plísni salátové a k virové mozaice salátu. Lze jej vysévat od března do konce června. Vegetační doba je 71 dnů.

Julek: Odrůda, určená pro polní pěstování. Hlávka je pevná, velmi dobře uzavřená. Je velmi odolná proti vybíhání do květu. Přímý výsev od začátku března do konce července. Vegetační doba je 65-75 dnů.

Dubáček: Zelenolistý dubolistý salát pro jarní, letní i podzimní pěstování. Je nejjemnějším zástupcem endivií a má ořechovou chuť. Jeho jméno je odvozeno od tvaru a barvy jeho listů. Vytváří růžice světle zelených, silně laločnatých listů. Odrůda je odolná k vybíhání do květu. Vegetační doba od výsevu je 50-55 dní.

- Rosela:** Odrůda s červenými, silně bublinatými a zkadeřenými listy, určená pro celoroční polní pěstování. Sklízí se postupně jednotlivé listy nebo celé rostliny. Vegetační doba od výsevu je 50-55 dní. Doporučený pěstební spon je 30x30 cm.
- Redin:** Červenolistý dubolistý salát pro jarní, letní i podzimní pěstování. Netvoří hlávku, ale růžici intenzivně červených, silně laločnatých listů. Sklízí se jednotlivé listy nebo celé rostliny. Odrůda je odolná proti vybíhání do květu. Vegetační doba od výsevu je 50-55 dní.
- Maximo:** Středně raný až pozdní ledový salát s velkými manžetovými listy a mohutnými hlávkami volnější skladby, které se po uříznutí snadno rozebírají na jednotlivé listy. Je proto určen zejména pro jídelny, restaurace, výroby míchaných salátů apod. Listy jsou matně zelené barvy, téměř bez vroubkování. Vyžaduje dostatek vláhy, zejména v období intenzivní tvorby hlávek. Odolnost proti vybíhání hlávek je vysoká.
- Pražan:** Ledový salát s vysokou odolností k vybíhání. Hlávka je kulovitá až ploše kulovitá, dobře uzavřená, hustá, se žlutozelenými lesklými krycími listy, křehká a šťavnatá o hmotnosti 500 - 1000 g. Je vhodný k výsevu od března do května, ke sklizni od července do září. Snáší letní sušší podmínky.
- Tarzan:** Odrůda ledového salátu pro polní pěstování, nejlépe z přímých výsevů nebo z balíčkové sadby. Rostlina je mohutná, listy mírně bublinaté, středně zelené. Hlávka je velká až velmi velká, pevná, dobře uzavřená, dokonale překrytá listy a na řezu kompaktní. Hlávky dosahují hmotnosti až 1 kg. Má mimořádnou odolnost proti vybíhání do květu, a proto je možné rozložit sklizeň. Vegetační doba je 80-90 dnů.

3.2 Půdní a klimatické podmínky

V letech 2004 až 2005 byly zjišťovány odrůdové rozdíly v obsahu dusičnanů u vybraných dvanácti odrůd hlávkového, listového a ledového salátu.

Pokusy byly prováděny na pokusném pozemku ZF JU v Českých Budějovicích. Pokusné stanoviště se nachází v nadmořské výšce 383 m.n.m., v bramborářské výrobní oblasti.

3.2.1 Pedologické a agrochemické vlastnosti pozemku

Půdní typ: hnědá půda částečně oglejená (HP/g/)

Půdní druh: písčito-hlinitá

Půdní reakce: rok 2004..... pH/KCl = 6,4

rok 2005..... pH/KCl = 6,6

Obsah fosforu: rok 2004..... 86 mg.kg⁻¹

rok 2005..... 77 mg.kg⁻¹ – (dobrý)

Obsah draslíku: rok 2004..... 172 mg.kg⁻¹

rok 2005..... 166 mg.kg⁻¹ – (dobrý)

Obsah hořčíku: rok 2004..... 105 mg.kg⁻¹

rok 2005..... 110 mg.kg⁻¹ – (dobrý)

Obsah dusíku: N_{celk.} = 0,14 - 0,17 % (2004/2005)

Obsah humusu: rok 20041,22 %

rok 20051,20 %

3.2.2 Charakteristika klimatických podmínek na pokusném stanovišti

Následující tabulka č. 10 uvádí klimatické podmínky na pokusném stanovišti (školní pozemek).

Tabulka č.10: Klimatické pomínky na spokusném stanovišti

Měsíc	Průměrná teplota vzduch (°C)		Úhrn srážek (mm)		Doba slunečního svitu (hod.)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
1	-2,0	1,1	45,4	31,2	65,3	70,3
2	2,3	-2,5	48,7	55,0	71,0	76,1
3	3,3	2,8	67,1	20,9	141,1	156,1
4	9,6	9,9	82,2	65,3	197,0	189,0
5	12,5	14,4	65,7	64,7	188,6	248,5
6	16,3	17,7	101,4	68,3	195,1	240,7
7	18,3	19,0	52,3	162,3	206,4	206,1
8	19,2	16,8	47,5	157,3	246,1	178,4
9	13,7	14,8	48,9	98,3	192,9	171,3
10	9,9	9,7	42,7	8,4	132,9	165,6
11	4,1	2,9	48,9	35,6	36,4	38,6
12	0,1	-0,5	4,7	31,0	54,0	37,4
Za rok	\bar{x} 8,9	\bar{x} 8,8	Σ 655,5	Σ 798,3	Σ 1726,8	Σ 1778,1

Měsíce květen, červen a červenec v letech 2004 - 2005 byly z hlediska průměrné teploty téměř totožné. Úhrn srážek se zdá méně rozdílný, ale případný nedostatek vláhy byl nahrazen zálivkou. Velmi důležitá je podle mnoha autorů také doba a intenzita osvětlení.

Podle Prugara a Prugarové (1985) je málo světla hlavním důvodem vyššího obsahu dusičnanů v zeleninách pěstovaných ve skleníku nebo foliovníku. Druhy se zvýšenou schopností akumulovat dusičnany by se neměly pěstovat na stinných místech.

Měsíce květen, červen a červenec patřily v roce 2004 a 2005 vzhledem k délce slunečního svitu k nejlepším.

3.2 Metodika vegetačních pokusů

Polní pokusy byly provedeny ve třech opakováních, v letech 2004 – 2005 na pokusném pozemku ZF JU v Českých Budějovicích.

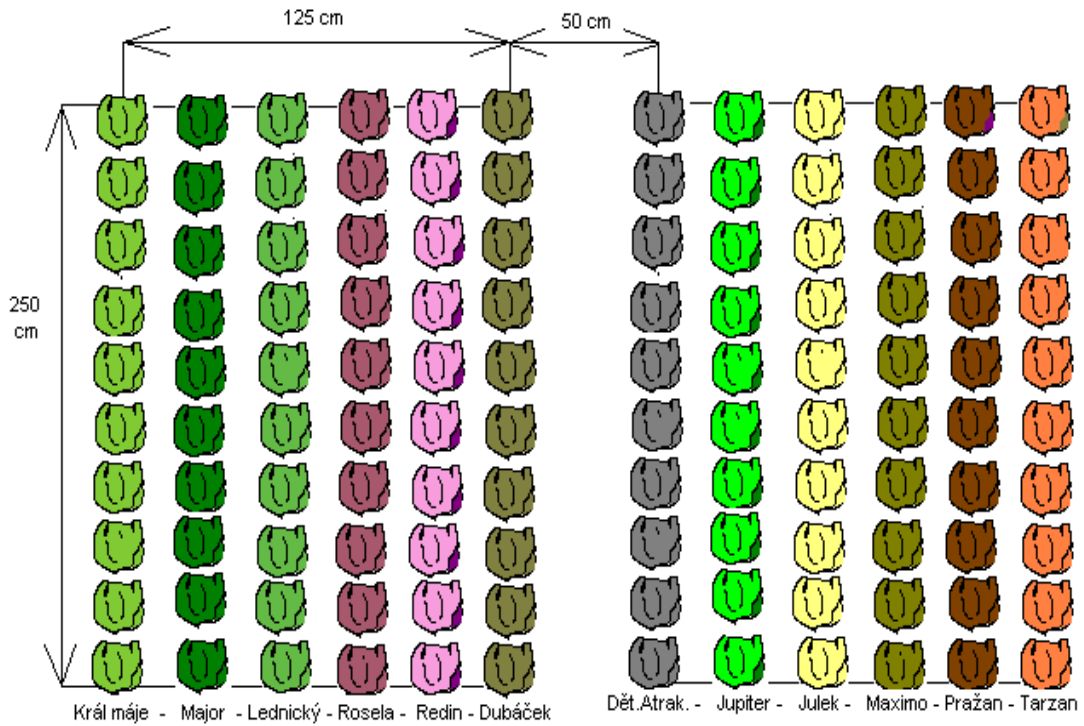
Pro pokus bylo založeno osm parcelek o rozměrech 250 cm x 125 cm. Příprava půdy byla provedena klasickým “zahradnickým” způsobem. Přímý výsev jsem provedl v měsíci květnu na spon 25x25 cm. Na jeden řádek připadá jedna odrůda. Vyseváme v hnízdech po 4-5 semenech do hloubky 0,5-1 cm. Ve fázi dvou pravých lístků nutno ručně vyjednotit.

Na přihnojení jsem použil Kristalon-start (krystalické, rychle účinné, 100% vodorozpustné hnojivo s poměrem živin NPK-19:6:20 + 3% hořčíku s mikroprvky B, Mo, Fe, Cu, Mn, Zn) dle návodu výrobce doporučeného pro listovou zeleninu a to 1x za 3 týdny 10 g na 10 l vody. Celkem bylo použito na osm parcelek 20 l roztoku a to 2x za vegetační období.

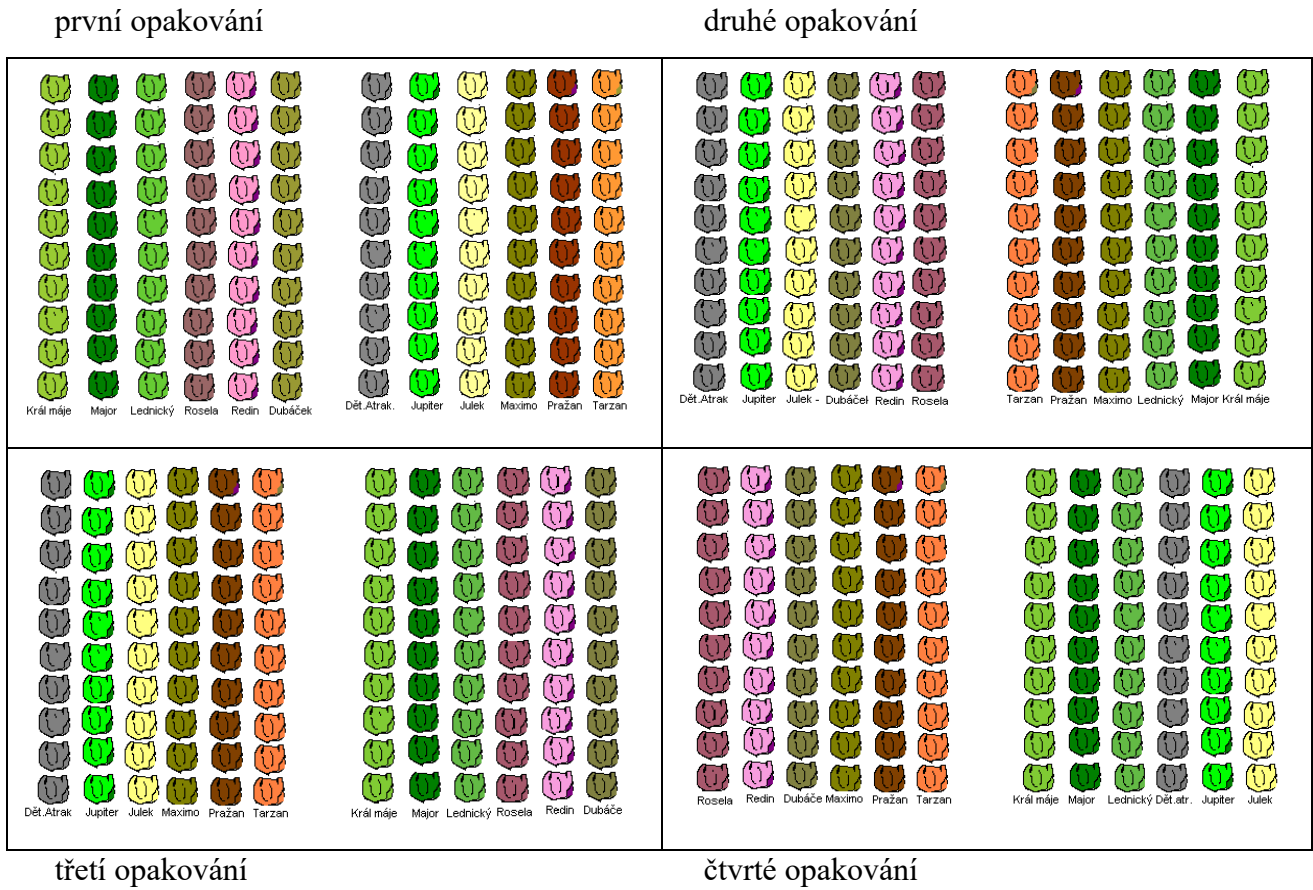
V průběhu vegetace byl mechanicky ničen plevel a podle potřeby prováděna zálivka.

Pokus na školním pozemku v Českých Budějovicích je graficky znázorněn na obrázku č.7. a celkový pohled na pokusné stanoviště ukazuje obrázek č.8.

Obr. č.7: Pokusná parcelka



Obr. č.8: Pokusná parcela



Během dvouletého pokusného období bylo prověřeno výše uvedených dvanáct odrůd salátu. Sklizeň byla provedena v ranních hodinách viz. tabulka č. 11, ve fázi vytvořené konzumní hlávky. Při sklizni byly náhodně odebrány čtyři hlávky, které byly použity na chemický rozbor obsahu dusičnanů.

Tabulka č.11: Vegetační termíny

	2004	2005
výsev	10.5	11.5
sklizeň	26.-27.7 v 8:30	27.7–28.7 v 8:00

3.3 Metodika laboratorních analýz

Dusičnany se staly v poslední době jednou z nejsledovanějších cizorodých látek v potravě lidí a zvířat. Stanovení obsahu NO_3^- iontů ISE (iontově selektivní elektrodou) je v současné době nejpoužívanější metodou.

3.3.1 Stanovení dusičnanů iontově selektivní elektrodou

Postup:

Dobře očištěný rostlinný materiál rozkrájíme a dobře promísíme. Z takto připravené směsi odebereme průměrný vzorek 5g. Odvážíme s přesností na 2 desetinná místa a tento vzorek homogenizujeme v homogenizéru (mixéru) s 50 ml extrakčního roztoku zahřátého na 80°C. Extrakčního roztok vznikne smícháním 200 ml 0,2 M $\text{Al}_2/\text{SO}_4/3.18\text{H}_2\text{O}$ s 200 ml 0,1 M $\text{CuSO}_4.5\text{H}_2\text{O}$ a doplněním na 1000 ml. Homogenát přefiltrujeme přes 2x složenou gázu do 50 ml kádinky. Filtrát ihned měříme ponořením dusičnanové ISE s referentní kalomelovou elektrodou. Po ustálení potenciálu odečteme mV na dostatečně citlivém pH-metru. Obsah dusičnanů odečteme z kalibrační křivky vynesené na semilogaritmickém papíře, kdy na osu lineární nanášíme mV a na osu logaritmickou koncentraci NO_3 iontů v ppm. Pro kalibrační křivku měříme 2 standardy a to 10 a 100 ppm NO_3 iontů, připravené ředěním zásobního roztoku, obsahujícího 1000

ppm NO₃ iontů. Ředění provádíme extrakčním roztokem. Pro výpočet obsahu dusičnanů byl použit program Excel.

3.4 Metodika statistického vyhodnocení

Pro naměřené hodnoty byly počítány základní charakteristiky, a to:

Průměr..... \bar{x}

Variační koeficient V_x

Směrodatná odchylka..... s

Statistické zpracování dat bylo provedeno na počítači s využitím programu Statistica 6.0 (StatSoft). Dříve než byl zvolen druh testu pro ověření hypotézy, zda ročník a odrůda měly vliv na obsah dusičnanů u salátů byl proveden Leveneův test k otestování homogenity rozptylů. Leveneův test byl použit místo Bartlettova testu a to z důvodu vysoké variability získaných hodnot, neboť je méně citlivý na nenormalitu souborů.

4. Výsledky a diskuse

Z výsledků uvedených v tabulce č.12 vyplývá, že jednotlivé odrůdy salátů ve své schopnosti akumulovat dusičnany se navzájem liší. Toto zjištění je v souladu s poznatky již dříve publikovanými Prugar, Prugarová (1985).

Výsledky měření obsahu dusičnanů jsou za jednotlivé ročníky uvedeny v tabulce č.12. Hodnoty obsahu dusičnanů jsou uváděny v mg NO₃⁻/kg. V ročnících 2004 a 2005 byly nejvyšší průměrné obsahy dusičnanů zjištěny u odrůd Dětenická atrakce (160,62 mg NO₃⁻/kg), Lednický (140,55 mg NO₃⁻/kg) a Král máje (132,32 mg NO₃⁻/kg), naopak nejnižší akumulární schopnost se projevila u odrůd Maximo (65,24 mg NO₃⁻/kg), Redin (56,98 mg NO₃⁻/kg) a Rosela (56,16 mg NO₃⁻/kg).

Tabulka č.12: Průměrný obsah dusičnanů v mg NO₃⁻/kg

Odrůda	Rok 2004	Rok 2005	Průměr
Rosela	55,49	56,85	56,16
Redin	52,83	61,13	56,98
Maximo	74,41	56,09	65,24
Dubáček	70,90	72,01	71,45
Jupiter	84,09	82,42	83,25
Pražan	86,57	84,77	85,66
Julek	83,32	140,08	111,69
Major	120,93	106,86	113,89
Tarzan	93,33	160,10	126,85
Král máje	130,15	134,95	132,32
Lednický	146,16	134,95	140,55
Dětenická atrakce	133,75	187,50	160,62

Výsledky byly statisticky zpracovány, jako první byl použit Leveneův test k otestování homogenity rozptylů Tab. č.13.

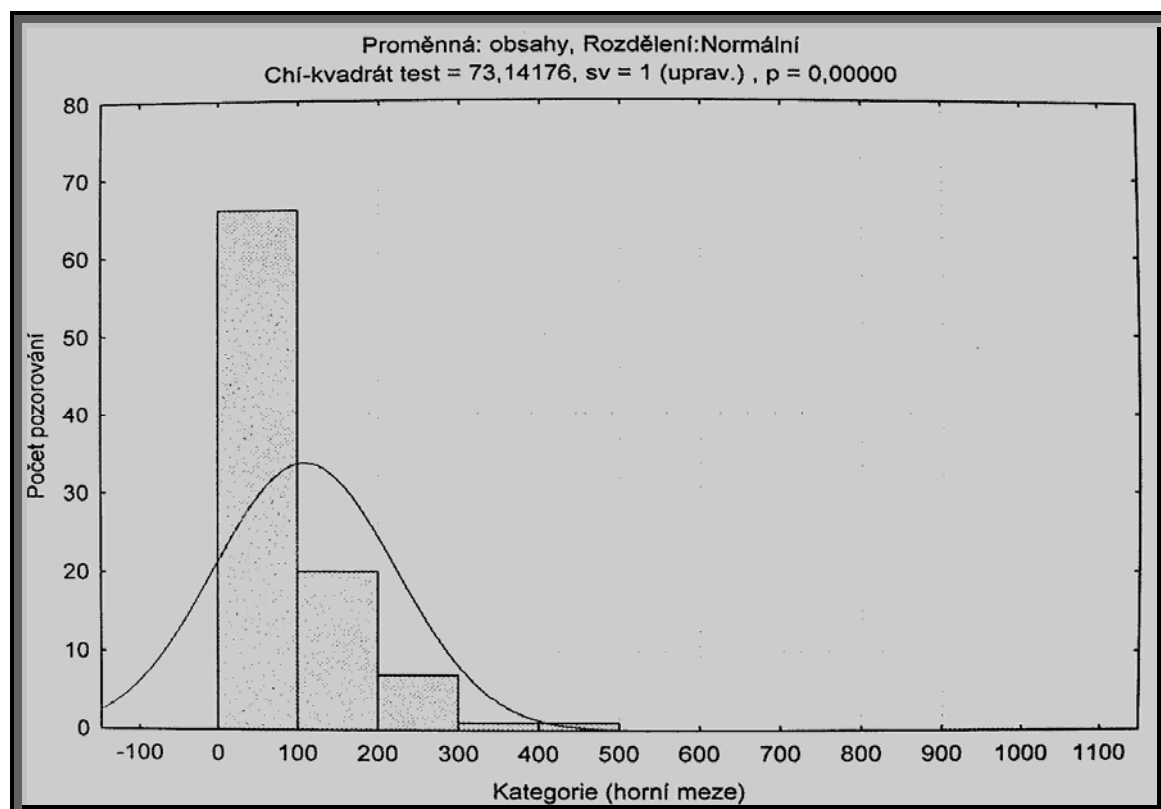
Tabulka č.13: Leveneův test homogenity rozptylů

Levene test	Počet stupňů volnosti	Součet čtverců	F-test	Hladina významnosti
	3	21015,49	3,981148	0,000113

Hladina významnosti u Leveneova testu byla vysoce průkazná. V případě statistické průkaznosti Leveneova testu by nebylo možné použít analýzu rozptylů a musel by být proveden neparametrický test. Proto bylo přistoupeno k transformaci hodnot logaritmováním a dále byly analyzovány logaritmované hodnoty obsahů dusičnanů viz Tab. č.14. U testovaného souboru hodnot byla přijata nulová hypotéza (o rovnosti rozptylů) a proto další statistické šetření bylo prováděno pomocí klasické analýzy rozptylů viz Tab. č.15.

Zjištěné hodnoty obsahu dusičnanů u jednotlivých odrůd salátů vykázaly nenormální rozdělení viz graf č.2.

Graf č. 2: Rozdělení četností hodnot obsahu dusičnanů



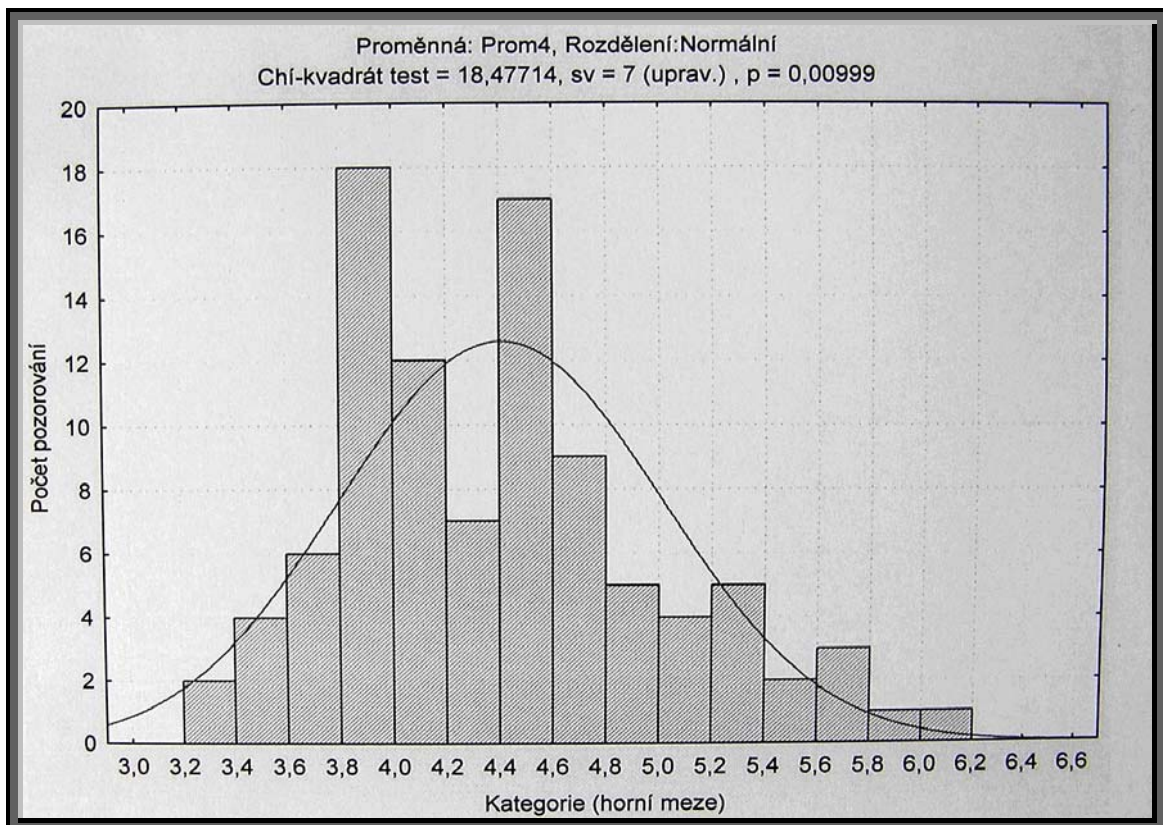
Z důvodu zjištěné nenormality rozdělení byly dále naměřené hodnoty obsahu dusičnanů u jednotlivých odrůd logaritmovány, byl opět proveden test logaritmovaných hodnot a následně byla provedena vícefaktorová analýza rozptylu Tab. č.15.

Tabulka č.14: Leveneova testu logaritmovaných (ln) hodnot obsahu dusičnanů na hladině významnosti $p < ,05000$

Levene test	Počet stupňů volnosti	Součet čtverců	F-test	Hladina významnosti
	11	1,7511	1,69084	0,089429

Zlogaritmování hodnot obsahů dusičnanů u jednotlivých odrůd salátů vykázalo normální rozdělení viz graf č.3.

Graf č. 3: Rozdělení četností logaritmovaných hodnot obsahu dusičnanů



Tabulka č.15 uvádí klasickou analýzu rozptylu.

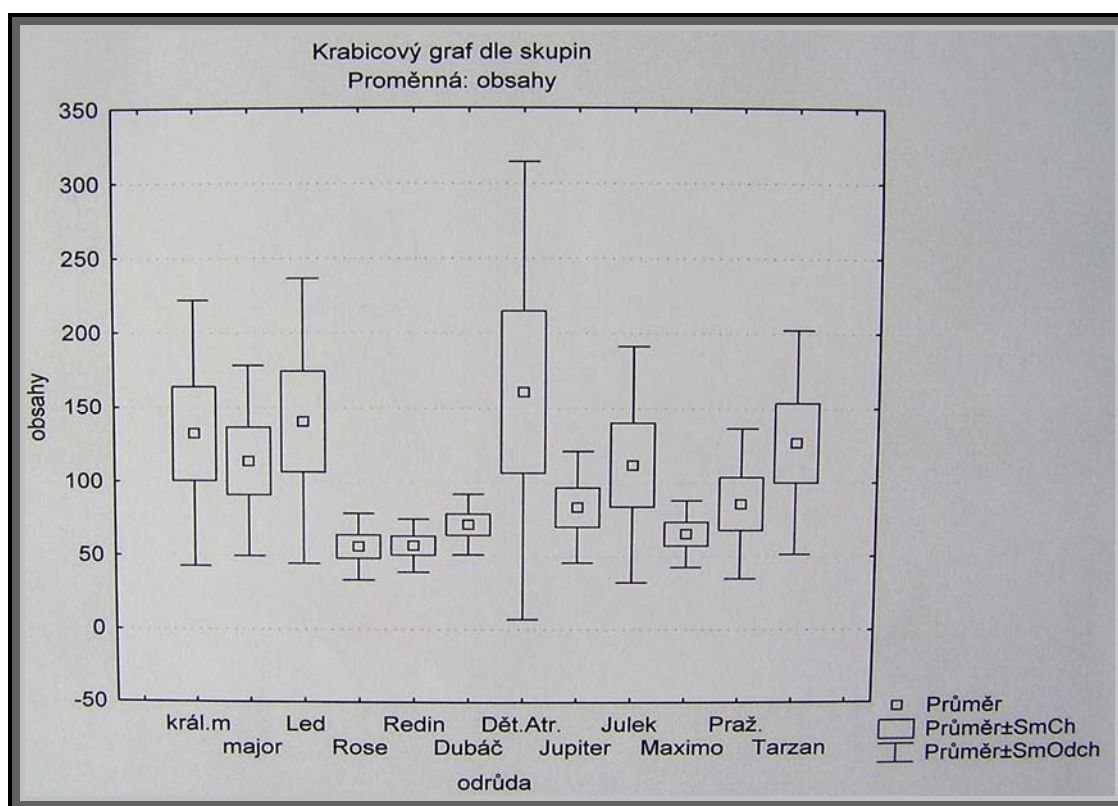
Tabulka č.15: Analýza rozptylu logaritmovaných hodnot (ln)

Efekt	Součet čtverců	Stupně volnosti	F-test	Hladina významnosti
odrůda	7,081	11	1,771	0,075354
roky	0,107	1	0,295	0,588991
odrůda*roky	1,807	11	0,452	0,926243

Statisticky nebyl potvrzen průkazný vliv odrůdy salátu na kumulaci dusičnanů při hladině významnosti $p < ,05000$ (95%), ale z pohledu šlechtitele má vliv odrůda na obsah dusičnanů v salátu z 92%. Vliv ročníku a interakce odrůda*roky nebyl prokázán. Z toho vyplývá, že byly vyrovnané půdně/klimatické podmínky a pokus dobře proveden.

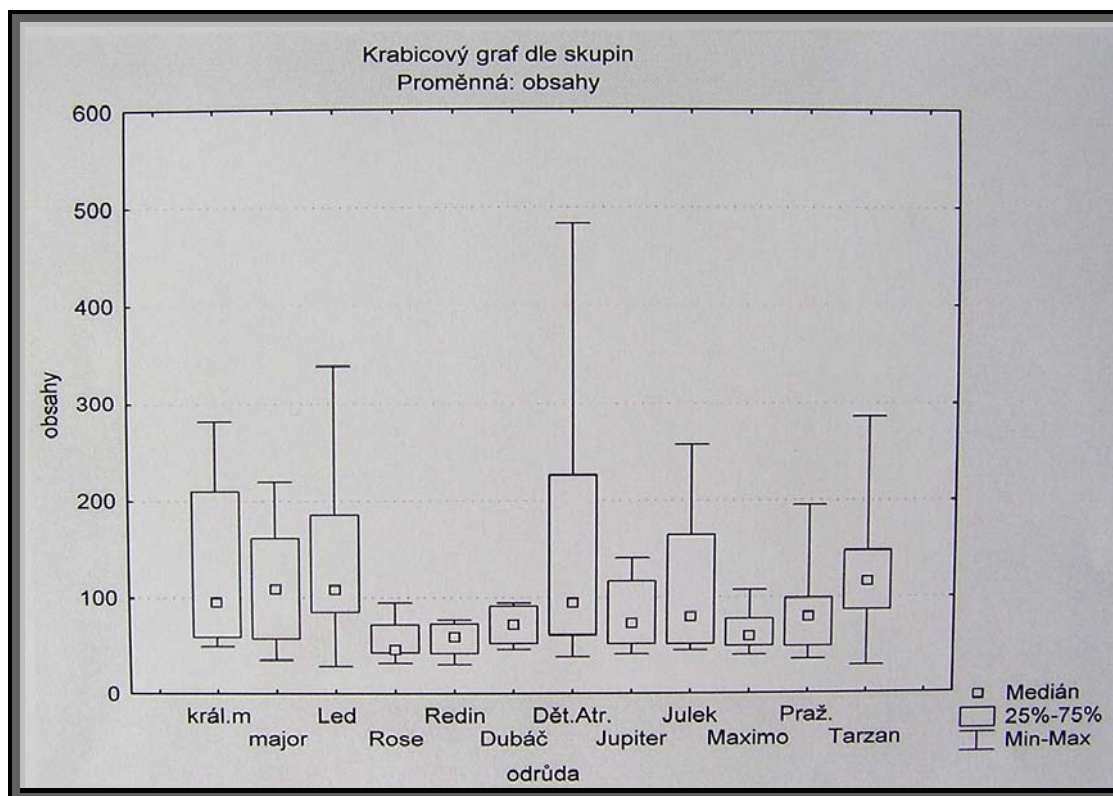
Následující grafy č.4 a č.5 zobrazují průměrné hodnoty obsahů dusičnanů, směrodatné chyby průměru, rozptylů, mediánu, 25-75% kvantilů, minimálních a maximálních hodnot obsahu dusičnanů.

Graf č. 4: Průměrné hodnoty obsahů dusičnanů u sledovaných odrůd salátů s vyznačením směrodatné chyby průměru a rozptylů hodnot u jednotlivých odrůd.



Mezi nejvyrovnanější odrůdy v obsahu dusičnanů patří odrůdy listových salátů Rosela, Redin a Dubáček. Největší odchylky jsme naměřily u hlávkových salátů a to především u Dětenické atrakce, Lednického a Krále máje.

Graf č.5: Hodnoty obsahů dusičnanů u sledovaných odrůd salát s vyznačením mediánu, 25-75% kvantilů, minimálních a maximálních hodnot



Největšího maxima v naměřených hodnotách obsahu dusičnanů dosáhl salát Dětenická atrakce a Lednický. U všech salátů byly minima podobné.

Pro Medián, jež dělí řadu podle velikosti seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny platí, že nejméně 50 % hodnot je menších nebo rovných a nejméně 50 % hodnot je větších nebo rovných mediánu. Základní výhodou mediánu je fakt, že není ovlivněn extrémními hodnotami. Z toho lze usuzovat, že nejčastější hodnoty obsahu dusičnanů u salátů se pohybovaly okolo 60 až 100 mg NO₃⁻/kg.

Na závěr byl proveden Fischerův LSD test, tento test je využíván pro určení významnosti rozdílu mezi skupinami (v analýze rozptylu). Je považovaný za jeden z nejméně konzervativních testů.

Tabulka č.21: Fischerův LSD test – velká citlivost

	obsahy Průměr				
Rosela	65,16	****			
Redin	56,98	****	****		
Maximo	65,24	****	****	****	
Dubáček	71,45	****	****	****	
Jupiter	83,25	****	****	****	
Pražan	85,66	****	****	****	****
Julek	111,69	****	****	****	****
Major	113,89	****	****	****	****
Tarzan	126,85	****	****	****	****
Král máje	132,32		****	****	****
Lednický	140,55			****	****
Dět. atrakce	160,62				****

Pozn.: pro barevné označení – skupina listových salátů **červeně**, skupina hlávkových jarních salátů **sv. modře**, skupina hlávkových letních salátů **tm. modře** a skupina ledových salátů **zeleně**

Podle výsledků měření obsahů dusičnanů můžeme odrůdy salátu rozdělit zhruba do třech skupin. Na odrůdy listových salátů, které dosahovaly nejmenších hodnot obsahu dusičnanů, v tabulce č. 21. označeny červeně (Rosela, Redin, Dubáček), druhou skupinu tvořily odrůdy hlávkových salátů označeny v tabulce světle a tmavě modrou barvou (Král máje, Dětenická atrakce, Lednický, Jupiter, Major, Julek). A na třetí skupinu tvořenou ledovými saláty (Maximo, Pražan, Tarzan), která se svými hodnotami se řadí mezi tyto dvě skupiny.

Průkazný rozdíl v obsahu dusičnanů u morfologicky rozdílných typů listových salátů (netvoří hlávkou, ale růžici zkadeřených listů) a hlávkových odrůd salátů je podle více autorů považován za správný.

Hlávkový salát s vysokými žebry má mnohem více NO_3^- než odrůdy s jemným žebrováním. Též rostliny s dlouhými řapíky a stonky mají více NO_3^- než růžicové formy odrůd zeleniny (Kolář, 1981).

To vysvětluje i Prugar, Hadačová (1994) orgány, které transportují živiny v rostlině, mají vyšší obsah NO_3^- než části sloužící k asimilaci, generativní orgány a plody. Intezita akumulace dusičnanů u téže rostliny je různá a zpravidla zachovává pořadí: semena < plody < hlízy < kořeny < listy. Rozdíly v obsahu NO_3^- se vyskytují i v rámci téhož orgánu. Řapík listu salátu a špenátu obsahuje až 10 krát více dusičnanů než čepel.

Jako další vliv na rozdílnou kumulaci dusičnanů v salátu (za shodných půdně/klimatických podmínek) má i druhově rozdílná aktivita nitrátreduktázového systému.

Kromě morfologických znaků a jejich vztahu ke kumulaci dusičnanů v rostlinách je odrůdová rozdílnost pravděpodobně určována i geneticky podmíněnou intenzitou aktivity enzymů nitrátreduktázy (Prugarová, 1985).

Intezita aktivity nitrátreduktázového systému je s největší pravděpodobností také geneticky zafixována a proto se projevují i odrůdové rozdíly v hromadění dusičnanů v zelenině. Tyto mezidrůdové rozdíly jsou pozorovány zvláště u odrůd s výranějšími morfologickými odlišnostmi. Byla zjištěna rovněž značná variabilita v obsahu dusičnanů i mezi jednotlivými rostlinami téže odrůdy zeleniny (Prugar, Prugarová, 1985).

5. Závěr

Tato diplomová práce se zabývala obsahem dusičnanů u vybraných odrůd listového, hlávkového a ledového salátu. Měření probíhalo u rostlin pěstovaných na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v letech 2004-2005. Obsah dusičnanů byl zjišťován u odrůd hlávkového salátu: Král máje, Dětenická atrakce, Julek, Jupiter, Major, Lednický, dále listového salátu: Dubáček, Rosela, Redin a ledového salátu: Maximo, Pražan, Tarzan.

Výzkum prováděný pro účely diplomové práce prokázal vliv odrůdy na obsah dusičnanů. To odpovídá celé řadě literárních údajů. U listových salátů byly naměřeny výrazně nižší hodnoty, než u salátů ledových a hlávkových. Žádná z odrůd nepřekročila obsah dusičnanů stanovený směrnicí komise ES 1822/2005. Dokonce i odrůda Dětenická atrakce, která obsahovala dusičnanů nejvíce (160,62 mg NO₃⁻/kg), dosahovala hodnot hluboko pod limitem této směrnice. Vztah mezi množstvím dusičnanů a ostatními faktory nebyl potvrzen, také díky podobnému klimatu v letech 2004 a 2005.

Nebezpečí kumulace dusičnanů u salátů při vhodných klimatických podmínkách a správné zemědělské praxi není vysoké.

6. Seznam použité literatury

1. **Bartoš, J. a kol.:** Pěstování a odbyt zeleniny. Agrospoj, Praha, 2000.
2. **Baier, J. – Baierová, V.:** Dusík a dusičnany. In: Sborník referátů z odborné akce konané 13-14. února 1989 na VŠZ v Č.B., s. 4-8.
3. **Bielek, P.:** Dusík v pódě a jeho premeny. Příroda, Bratislava, 1984.
4. **Bramm, E. – Moser, H. – Keller, S.:** Nitratgehalt verschiedener Kopfsalatsorten. Gemuse, 17, 1981, 4. 3, s. 14-23.
5. **Brown, J.R. – Smith, G.E.:** Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. Argon. J., 58, 1966, č.2.
6. **Buchtová a kol.:** Zelenina, Situační a výhledová zpráva. MZe ČR, 2004.
7. **Claus, P.:** Nitrat im Gemüsebau – ein Umwelt und Qualitätsproblem. Deutscher Gartenbau, 30, 1983, s. 1371-1374.
8. **Dolejší, A.:** Zelenina na zahrádce. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1989.
9. **Dudáš, F., - Pelikán, M.:** Využití produktů rostlinné výroby. VŠZ Brno, 1989.
10. **Fecenko, J. - Ložek, O.:** Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU Nitra, 2000.
11. **Gloser, J.:** Fyziologie rostlin. Masarykova univerzita, Brno, 1998.
12. **Hahndel, R. - Wehrman, J.:** Relationship between N and CI nutrition and NO_3^- content of vegetables. Proceedings VI International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. 2: 679-685. Montpellier, France, 1984.
13. **Hildedrandt, E. A.:** Zur Problematik der Nitrosamine in der Pflanzenernahrung. Disertační práce. Institut. F. Pflanzenernahrung der Justus Liebig Universität Giessen, 1979.
14. **Hlušek, J.:** Výživa a hnojení zahradních plodin. Farmář – Zemědělec, Praha, 2002.
15. **Hlušek, J.:** Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. ÚZPI, Praha, 2004.
16. **Christen, R. - Palasthy, .:** Essairégionalpour diminuer la teneur en nitrate de la laitue protégée. Rev. Hort. Suisse, 58,185 č. 7-8, s. 153-156.
17. **Indrák, P.:** Obsah nitrátů v sortimentu mrkve. Sborník ÚVTIZ, Zahradnictví, 13, 1986.

18. **Ivanič, J. - Havelka, B. - Knop, K.:** Výživa a hnojení rostlín. Příroda Bratislava – SZN Praha, 1984.
19. **Jurčík, F.:** Výživa a hnojení rostlín. SPN Praha, 1981.
20. **Kalač, P., - Míka, V.:** Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. ÚZPI Praha, 1997.
21. **Kallio, H. – Rousku, R. – Salminen, A. V.:** Diurnal variations in nitrate content of red beets. J. Agric. Sci. Finland, 56, 1984, č. 4, s. 239-243.
22. **Kincl, M., - Faustus, L.:** Základy fyziologie rostlín. SPN Praha, 1977.
23. **Kolář, L.:** Nitráty a nitrosaminy v potravinovém řetězci. Sborník referátů z odborné akce konané 13.-14. února 1989 na VŠZ v Českých Budějovicích, s. 1-3.
24. **Kolář, L.:** Vliv hnojení sodíkem na snížení obsahu dusičnanů v rostlinách. Sborník referátů - Fyziologické aspekty výživy rostlín, 1981, s. 268-274.
25. **Kopec, K.:** Technologie výroby zeleninových salátů. (studijní zpráva) ÚVTIZ, Praha, 1992.
26. **Kopec, K.:** Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. ÚZPI, Praha, 1998.
27. **Koudela, M.:** Některé perspektivní druhy pro rozšíření sortimentu listových zelenin. Zahradnictví, č. 7, Profi Press Praha, 2003.
28. **Kovarčík, M.:** Titán vo výžive rostlín. Rostl. Výr., 42, 1996.
29. **Maldonado, J. M. – Notton, B. A. – Hewitt, E.J.:** The reactivation of nitrate reductase from spinach inactivated by NADH and cyanide using trivalent manganese either generated by using trivalent manganese pyrophosphate. Planta, 150, 1980, s. 242-245.
30. **Malý, I.:** Polní zelinářství. Agrospoj, Praha, 1998.
31. **Marschner, H.:** Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited, London, 1995.
32. **Menary, R. C. – Allan, P.:** Effect of chloride on nitrate accumulation in pawpaw (*Crica papaya* L.) Austr. J. Plant Physiology, 6, 1979, s. 241-27.
33. **Mengel, K.:** Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena, Studgart, 1991.
34. **Míča, B.:** Dusičnany v bramborách a možnosti snížení jejich obsahu. MZe ČR, 1980.

35. **Míča, B., - Vokál B., - Penk J.:** Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu. Praha, MZe ČR: 75, 1991.
36. **Moravec, J.:** Nenáročné listové zeleniny. Zahrádkář, 4, 1992, s. 110-111.
37. **Mortensen, J.:** Effect of molybdenum, manganese and magnesium on the reduction of nitrate in spinach and oat. Tidsskr, Planteavl., 89, 1985.
38. **Pekárková, E.:** Pěstujeme salát, špenát a další listové zeleniny. Grada Publishing, Praha, 2002.
39. **Pekárková, E.:** Pěstujeme zdravou zeleninu. Nakladatelství technické literatury, Praha, 1992.
40. **Pekárková, E.:** Pěstujeme zeleninu. Grada Publishing, Praha, 2000.
41. **Petříková, K.:** Integrované pěstování listové zeleniny. ÚZPI, Praha, 2004.
42. **Petříková, K., - Malý, I., - Pokluda, R., - Pacík, V.:** Integrované pěstování listové zeleniny. 4. vyd. Praha: ÚZPI Praha, 2004. 42 s. Zemědělské informace.
43. **Petříková, K., - Pokluda, R.:** Integrované pěstování hlávkového salátu. Acta Horticulturae et Regioteecturae. 2004. sv. 7.
44. **Procházka, S., - Macháčková, I., - Krekule, J., - Šebánek, J. et al.:** Fyziologie rostlin. Academia, Praha, 1998.
45. **Procházka, S.:** Fyziologie rostlin. Academia, Praha, 1998.
46. **Prugar, J.:** Kumulacia dusičnanov v zeleninách. ČSVTS při Výskumnom ústave pôdoznectva a výživy rastlín, Agrokomplex – SCPV, 1986.
47. **Prugar, J.:** Vliv výživy dusíkem na kumulaci dusičnanů v zelenině. Studijní zpráva, ÚZPI Praha, 1994.
48. **Prugar, J.:** Výživa listovej zeleniny dusíkom vo vzťahu k akumulácii dusičnanov. Vedecké práce VÚPÚ Bratislava, 17, 1992.
49. **Prugar, J. – Hadačová, V.:** Vliv agrotechniky na obsah dusičnanů v zelenině a bramborách. Studijní informace ÚZPI, Praha, 1994.
50. **Prugar, J., - Prugarová, A.:** Dusičnany v zelenině. Příroda, Bratislava, 1985.
51. **Richter, R.:** Interakce trofických a regulačních vlivů v rostlině při dusíkaté výživě. Závěrečná zpráva, VŠZ Brno, 1990.
52. **Richter, R.:** Multimediální učební texty z výživy rostlin. Dostupné na www.af.mendelu.cz/agrochem/multitexty/index.htm, Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně, 2004.

53. **Richter, R.:** Výživa rostlin a hnojení. Sborník referátů, MZLU Brno, 1995.
54. **Richter, R. - Hlušek, J.:** Výživa a hnojení rostlin (I. obecná část). VŠZ v Brně, 1994.
55. **Ryant, P.:** Význam dusíku pro pšenici. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin, Brno, 2004.
56. **Sahulka, J.:** Metabolismus nitrátových iontů v rostlinách. Studie ČSAV 10. Academia, Praha, 1980.
57. **Schneeweiss, P.:** Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2005 Březen. SZPI, 2005.
58. **Strada, J. – Tetter, M.:** Diagnostika výživy a hnojení mrkve z hlediska minimálního obsahu dusičnanů. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu. České Budějovice, VŠZ, 1988.
59. **Suková, I.:** Limity pro dusičnany v EU. Agronavigátor.cz, Článek : 6768, 2002.
60. **Šindelářová, J.:** Obsah dusičnanů a dusitanů v zelenině, Studijní informace ÚVTIZ, Praha, 1985.
61. **Turek, B.:** Dusičnany a cizorodé látky. Ze zpráv Ústavu zdravotní výchovy . Zahrádkář, 1989, č.1, s. 26.
62. **Turek, B.:** Nutriční toxikologie. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, Brno, 1994.
63. **Vondráková, M.:** Vliv dusičnanů na zdraví obyvatelstva. Československá hygiena, 1982.
64. **Volf, A.:** Nitráty ve výživě člověka. In: Fyziologické aspekty minerální výživy, VŠZ Praha, 1981.
65. **Zehnálek, J.:** Biochemie. 2. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 2005.
66. Úřední věstník Evropské unie: Nařízení komise (ES) č. 1822/2005, kterým se mění nařízení (ES) č. 466/2001, pokud jde o dusičnany v určité zelenině, 2005.

7. Přílohy

Příloha č.1: Tabulky č.1 – 6

Tabulka: č.1

Sklizňová plocha zeleniny v ČR (ha) – rok 2005 bez dopočtu domácností

Zelenina	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 (odhady)
Brokolice	-	-	100	50	41	56	42	
Celer	1 224	1 253	1 119	801	508	514	533	
Cibule	5 699	6 019	5 457	4 797	3 388	3 572	3 610	1 839 ²⁾
Česnek	1 552	1 546	1 391	1 018	427	381	333	
Fazole na lusky	410	250	200	110	174	77	74	
Hrách dřeňový	1 926	2 244	2 114	2 247	1 959	1 290	1 237	
Kapusta	1 147	1 119	963	697	424	399	378	
Kedlubny	1 359	1 334	1 091	816	395	350	325	
Květák	2 140	2 099	2 040	1 643	1 199	1 162	1 030	486 ²⁾
Mrkev	3 693	3 602	3 152	2 532	1 592	1 435	1 446	714 ²⁾
Okurky nakládačky	3 091	2 792	2 705	2 201	1 236	987	811	323 ¹⁾
Okurky salátové	1 191	1 190	1 142	831	448	364	289	118 ²⁾
Paprika zeleninová	420	320	250	213	206	211	315	
Petržel	1 574	1 681	1 592	1 053	681	712	996	
Pór	370	700	500	250	159	168	135	
Rajčata	1 988	1 929	1 978	1 547	872	847	830	480 ²⁾
Salát hlávkový	760	700	500	100	225	327	270	
Špenát	488	750	550	440	385	369	529	
Zelí hlávkové *	3 894	3 779	3 746	2 874	2 324	2 333	2 187	1 000 ²⁾
Zelí pekingské	520	800	800	333	353	323	310	
Ostatní zelenina	1 013	630	607	1 495	2 501	995	1 003	
Zelenina celkem	34 459	34 737	31 997	26 048	17 954	16 872	16 683	

Pramen: ČSÚ, ZUČM

Poznámka: ¹⁾ odhad ČSÚ k 15. 8., ²⁾ odhad ČSÚ k 15. 9., * zelí hlávkové bílé a červené,

Rok 2002, 2003, 2004 – údaje za zemědělský sektor s dopočtem sektoru domácností

Tabulka: č.2

Celková sklizeň zeleniny v ČR (t) – rok 2005 bez dopočtu domácností

Zelenina	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 (odhady)
Brokolice	-	-	800	600	491	646	378	
Celer	20 745	21 822	18 242	12 768	7 190	10 382	12 002	
Cibule	88 172	99 145	76 402	84 086	63 177	43 796	77 146	52 690 ²⁾
Česnek	7 700	7 679	7 111	5 405	2 239	953	1 927	
Fazolové lusky	1 800	1 250	850	2 062	2 784	616	370	
Hrách dřeňový	8 409	9 462	7 105	9 800	7 510	4 224	6 648	
Kapusta	19 871	18 489	15 211	11 656	6 544	6 552	7 334	
Kedlubny	19 401	20 502	15 672	11 724	4 896	5 835	5 376	
Květák	35 268	33 606	28 558	22 959	15 764	16 491	15 803	8 928 ²⁾
Mrkev	76 410	78 665	58 596	52 449	45 743	39 450	41 142	29 578 ²⁾
Okurky nakládačky	31 953	34 246	25 535	24 575	25 812	18 594	10 650	6 809 ¹⁾
Okurky salátové	16 723	17 862	15 122	10 766	8 811	10 456	6 363	4 019 ²⁾
Paprika zeleninová	4 500	4 800	4 100	5 751	5 149	5 275	6 457	
Petržel	17 218	18 654	15 747	10 732	6 443	5 059	7 618	
Pór	5 800	-	7 500	7 430	3 975	3 570	2 970	
Rajčata	30 028	34 053	30 573	25 014	27 400	23 534	22 036	13 375 ²⁾
Salát hlávkový	5 800	8 400	4 500	4 800	2 200	2 943	3 990	
Špenát	5 600	6 750	3 500	5 280	2 464	2 363	4 761	
Zelí hlávkové*	136 621	132 657	133 561	103 970	87 191	89 990	80 592	53 490 ²⁾
Zelí pekingské	12 100	16 000	6 000	6 200	5 995	4 667	7 810	
Ostatní zelenina	8 736	8 455	7 272	3 156	516	189	960	
Zelenina celkem	552 855	572 497	481 957	421 183	332 294	295 585	322 333	

Pramen: ČSÚ, ZUČM

Poznámka: ¹⁾ odhad ČSÚ k 15. 8., ²⁾ odhad ČSÚ k 15. 9., * zelí hlávkové bílé a červené,

Rok 2002, 2003, 2004 – údaje za zemědělský sektor s dopočtem sektoru domácností

Tabulka: č.3
Dovoz čerstvé zeleniny do ČR

Druh	2002	2003	2004	2005 ¹⁾	2002	2003	2004	2005 ¹⁾
ZELENINA	v tunách				v tis. Kč			
CELKEM	361 840	386 557	390 608	336 614	4 506 407	4 635 505	5 153 621	4 496 300
Z toho:								
Ředkvička, řepa sal.	5 087	6 566	8 380	8 732	80 862	100 231	108 641	104 322
Salát hlávkový	4 935	5 312	8 059	5 621	110 297	127 895	177 688	137 471
Salát ne hlávkový	242	369	2 038	3 691	8 398	17 526	48 363	67 499
Špenát	97	92	147	83	2 691	3 277	4 823	3 603
Tykve	396	467	617	427	9 299	10 649	13 746	11 172
Zelí bílé, červené	13 461	16 915	15 244	13 838	105 432	83 621	47 376	54 207
Zelí pekingské	6 966	8 129	-	-	89 486	78 637	-	-

Pramen: Celní statistika

Poznámka: ¹⁾ údaje za období od 1. 1. – 31. 8. 2005, které budou v průběhu roku upravovány

²⁾ údaj včetně brokolice

Tabulka: č.4
Vývoz čerstvé zeleniny z ČR

Druh	2002	2003	2004	2005 ¹⁾	2002	2003	2004	2005 ¹⁾
ZELENINA	v tunách				v tis. Kč			
CELKEM	6 638	10 375	31 976	34 045	99 308	134 698	340 550	459 659
Z toho:								
Celer hlízový	42	52	224	912	402	609	1 570	5 040
Cibule	356	548	1 993	2 312	2 964	3 803	12 139	13 328
Čekanka	129	203	5	4	693	1 813	206	168
Česnek	61	112	430	374	2 457	1 850	9 595	13 446
Hrách	781	3 077	4 962	1 377	3 311	14 508	13 540	4 689
Chřest	651	550	546	608	26 038	22 030	19 757	22 397
Kapusta růžičková	6	20	58	11	119	372	800	273
Kapusta hlávková, pekingské zelí, kedlubny	48	35	522	1 502	674	579	6 449	24 651
Květák	146	120	2 058 ²⁾	1 142 ²⁾	1 902	1 960	27 798 ²⁾	24 868 ²⁾
Brokolice	20	55	-	-	734	1 712	-	-
Melouny	181	86	4 250	8 676	1 708	1 692	25 236	51 462
Mrkev	1 449	1 983	2 399	2 625	4 428	7 339	9 940	23 845
Okurky nakládačky	46	196	322	22	576	801	3 209	196
Okurky salátové	381	289	2 729	2 333	8 603	6 095	37 279	40 685
Paprika zeleninová	144	413	1 412	1 796	5 269	10 743	35 607	64 443
Pór	51	139	277	681	1 248	2 290	4 062	11 779
Rajčata	961	1 729	7 425	4 953	25 541	43 796	108 656	97 432
Salát hlávkový	114	135	339	435	5 786	6 755	8 662	14 137
Ředkvička, řepa salát.	49	184	287	1 470	688	1 484	5 235	19 335
Zelí bílé, červené	902	254	1 461	2 089	3 250	1 251	4 254	10 823
Zelí pekingské	62	45	-	-	1 042	566	-	--

Pramen: Celní statistika

Poznámka: ¹⁾ údaje za období od 1. 1. – 31. 8. 2005, které budou v průběhu roku upravovány, ²⁾ údaj včetně brokolice,

Tabulka: č.5**Bilance zahraničního obchodu České republiky**

Jednotky	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Tuny	-273 251	-278 991	-285 244	-308 113	-355 202	-379 182	-358 632	-302 569
Tis. Kč	-3502 522	-3 431 901	-3 562 117	-4 026 609	-4 407 099	-4 500 807	-4 813 071	-4 036 641

Pramen: Celní statistika

Poznámka: * údaje za období od 1. 1. – 31. 8. 2005 budou v průběhu roku upravovány

Tabulka: č.6**Vývoj roční spotřeby zeleniny v hodnotě čerstvé (včetně výrobků) podle druhů na jednoho obyvatele v ČR v kg**

Druh zeleniny	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Celer	2,5	2,1	2,0	2,1	2,1	2,3	2,3	2,1	1,7	1,3	1,5	1,6
Cibule	10,1	10,2	11,2	11,4	10,6	11,6	11,0	10,6	11,2	9,9	8,8	11,5
Česnek	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	0,8	0,9	1,0
Fazolové lusky	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Hrachové lusky*	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,5	0,7
Kapusta	2,3	2,1	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,2	0,8	0,7	0,8
Kedlubny	2,4	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,5	2,2	1,8	1,9	1,9
Květák	5,0	5,1	4,9	4,3	4,3	4,4	4,1	3,9	3,4	3,2	3,2	3,6
Melouny	1,8	2,3	3,4	3,1	3,4	3,9	5,3	4,9	5,7	7,3	7,7	5,8
Mrkev	8,2	7,7	8,1	9,0	8,6	8,7	8,8	7,4	6,9	6,6	6,1	6,5
Okurky naklád.	3,7	4,5	4,3	4,3	4,2	3,7	3,8	2,9	3,1	3,3	2,7	1,8
Okurky salátové	3,5	4,4	4,3	6,4	6,5	6,0	6,6	6,1	5,5	5,7	5,5	4,6
Paprika zelenin.	2,5	3,5	3,8	3,2	3,3	3,8	4,0	4,0	4,3	5,1	4,8	4,6
Petržel	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,6	1,1	1,0	0,9
Rajčata	6,5	6,9	8,2	6,8	6,8	7,4	8,9	8,9	9,4	9,7	12,6	9,3
Salát hlávkový	1,2	1,3	1,4	1,0	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	1,2	1,3
Špenát	1,0	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9
Zelí hlávk. bílé a červené	13,8	12,4	12,3	12,8	14,0	14,4	14,1	14,5	12,7	10,5	11,0	14,0
Ostatní zelenina	-	-	4,0	4,8	6,3	5,1	4,9	6,7	7,9	7,5	7,0	7,0

Pramen: ČSÚ

Poznámka: • vylouštěná hrachová zrna

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1822/2005

ze dne 8. listopadu 2005,

kterým se mění nařízení (ES) č. 466/2001, pokud jde o dusičnany v určité zelenině

(Text s významem pro EHP)

KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ,

s ohledem na Smlouvu o založení Evropského společenství,

s ohledem na nařízení Rady (EHS) č. 315/93 ze dne 8. února 1993, kterým se stanoví postupy Společenství pro kontrolu kontaminujících látek v potravinách⁽¹⁾, a zejména na čl. 2 odst. 3 uvedeného nařízení,

po konzultaci s Vědeckým výborem pro potraviny,

vzhledem k těmto důvodům:

- (1) Nařízením Komise (ES) č. 466/2001 ze dne 8. března 2001, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách⁽²⁾, ve znění nařízení (ES) č. 563/2002⁽³⁾, zejména stanoví specifická opatření týkající se limitů dusičnanů v hlávkovém salátu a ve špenátu a dále stanoví přechodná období, během nichž mohou být hlávkový salát a špenát s obsahem dusičnanů přesahujícím maximální limity uváděny na trh na území členského státu, ve kterém byly vypěstovány.
- (2) I přes pokroky v používání správné zemědělské praxe monitorované údaje poskytované členskými státy uvádějí přetrvávající problémy s dodržováním maximálních limitů dusičnanů v hlávkovém salátu a ve špenátu.
- (3) K překročení maximálních limitů dusičnanů v čerstvém špenátu dochází často v měsíci říjnu. Tento měsíc se pro špenát v současné době počítá do letního období, zatímco pro hlávkový salát spadá do období zimního. V zájmu jednotnosti je třeba zařadit říjen do zimního období pro čerstvý špenát.
- (4) V oblastech, kde je obtížné udržet dusičnany pod maximálním limitem pro čerstvý hlávkový salát a čerstvý špenát, například kvůli snížení denního světla, požádaly některé členské státy o odchylky a poskytly dostatečné informace prokazující, že probíhající výzkumy v budoucnu umožní snížení limitů.
- (5) V očekávání budoucího rozvoje v používání správné zemědělské praxe je vhodné na přechodné období umožnit členským státům, aby dále uváděly na trh

čerstvý hlávkový salát a čerstvý špenát s obsahem dusičnanů vyšším, než jsou maximální limity, ale pouze na jejich území a pro jejich vlastní spotřebu.

- (6) I v jiné zelenině je často obsah dusičnanů vysoký. Aby mohly přispívat do budoucích diskuzí o dlouhodobější strategii pro řízení rizika spojeného s přítomností dusičnanů v zelenině, členské státy by měly monitorovat množství dusičnanů v zelenině a pokud možno se snažit ho snižovat, zejména používáním lepších zásad správné zemědělské praxe. K ujasnění rizika spojeného s přítomností dusičnanů v zelenině by napomohlo aktualizované vědecké posouzení rizik od Evropského úřadu pro bezpečnost potravin. Maximální limity stanovené v nařízení (ES) č. 466/2001 by se přezkoumaly s ohledem na informace z výše uvedených činností.

- (7) Nařízením (ES) č. 466/2001 by mělo být odpovídajícím způsobem změněno.

- (8) Opatření stanovená tímto nařízením jsou v souladu se stanoviskem Stálého výboru pro potravinový řetězec a zdraví zvířat,

PŘIJALA TOTO NAŘÍZENÍ:

Článek 1

Nařízením (ES) č. 466/2001 se mění takto:

1. Článek 3 se zrušuje.

2. Vkládá se nový článek 3a, který zní:

„Článek 3a

Členské státy monitorují množství dusičnanů v zelenině, která jich obsahuje vysoké množství, zejména v zelené listové zelenině, a každoročně do 30. června sdělí Komisi výsledky svého monitorování.“

3. Vkládá se nový článek 3b, který zní:

„Článek 3b

1. Odchylně od čl. 1 odst. 1 se Belgie, Irsko, Nizozemsko a Spojenému království do 31. prosince 2008 povoluje uvádět na trh čerstvý špenát vypěstovaný a určený ke spotřebě na jejich území, obsahující množství dusičnanů vyšší než maximální limity stanovené v bodě 1.1. přílohy I.

⁽¹⁾ Úř. věst. L 37, 13.2.1993, s. 1. Nařízením ve znění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003 (Úř. věst. L 284, 31.10.2003, s. 1).

⁽²⁾ Úř. věst. L 77, 16.3.2001, s. 1. Nařízením naposledy pozměněné nařízením (ES) č. 856/2005 (Úř. věst. L 143, 7.6.2005, s. 3).

⁽³⁾ Úř. věst. L 86, 3.4.2002, s. 5.

2. Odchylně od čl. 1 odst. 1 se Irsku a Spojenému království do 31. prosince 2008 povoluje uvádět na trh čerstvý hlávkový salát vypěstovaný a určený ke spotřebě na jejich území a sklizený v průběhu roku, obsahující množství dusičnanů vyšší než maximální limity stanovené v bodě 1.3. přílohy 1.

Odchylně od čl. 1 odst. 1 se Francii do 31. prosince 2008 povoluje uvádět na trh čerstvý hlávkový salát vypěstovaný a určený ke spotřebě na jejím území a sklizený od 1. října do

31. března, obsahující množství dusičnanů vyšší než maximální limity stanovené v bodě 1.3. přílohy 1.“

4. Oddíl 1 přílohy I nařízení (ES) č. 466/2001 se nahrazuje tabulkou podle přílohy tohoto nařízení.

Článek 2

Toto nařízení vstupuje v platnost dvacátým dnem po vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*.

Toto nařízení je závazné v celém rozsahu a přímo použitelné ve všech členských státech.

V Bruselu dne 8. listopadu 2005.

Za Komisi
Markos KYPRIANOU
člen Komise

PŘÍLOHA

Oddíl 1 přílohy I nařízení (ES) č. 466/2001 se nahrazuje tímto:

„Oddíl 1: Dusičnany

Produkt	Maximální limit (mg NO ₃ na kg)	Metoda odběru vzorků	Referenční metoda analýzy
1.1. čerstvý špenát ⁽¹⁾ (<i>Spinacia oleracea</i>)	sklizen od 1. října do 31. března	3 000	Směrnice Komise 2002/63/ES ⁽²⁾
	sklizen od 1. dubna do 30. září	2 500	
1.2. konzervovaný, hluboce zmrazený nebo zmrazený špenát		2 000	Směrnice 2002/63/ES
1.3. čerstvý hlávkový salát (<i>Lactuca sativa</i> L.) (skleníkový a polní salát) s výjimkou salátu uvedeného v bodě 1.4.	sklizen od 1. října do 31. března		Směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10
	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	4 500 ⁽³⁾	
	hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	4 000 ⁽³⁾	
	sklizen od 1. dubna do 30. září		
1.4. druh salátu „Iceberg“ ⁽⁴⁾	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	2 500 ⁽³⁾	Směrnice 2002/63/ES. Minimální počet jednotek na laboratorní vzorek je však 10
	hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 000 ⁽³⁾	
1.5. obilné a ostatní příkrmy pro kojení a malé děti ⁽⁵⁾ , ⁽⁶⁾		200	Směrnice 2002/63/ES (ustanovení o zpracovaných potravinách rostlinného původu a o zpracovaných potravinách živočišného původu)

⁽¹⁾ Maximální limity pro čerstvý špenát se nevztahují na čerstvý špenát, které je určen ke zpracování a který je přímo z pole dopravován volně ložený do zpracujícího závodu.

⁽²⁾ Úř. věst. L 187, 16.7.2002, s. 30.

⁽³⁾ Pokud není produkt označen vhodným způsobem, z něhož je patrný způsob pěstování, vztahuje se na něj limit stanovený pro hlávkový salát pěstovaný na poli.

⁽⁴⁾ Popsaný v nařízení Komise (ES) č. 1543/2001 ze dne 27. července 2001, kterým se stanoví obchodní norma pro saláty a endívii kadeřavou letní a endívii zimní (Úř. věst. L 203, 28.7.2001, s. 9).

⁽⁵⁾ Obilné a ostatní příkrmy pro kojení a malé děti podle definice v článku 1 směrnice Komise 96/5/ES, Euratom ze dne 16. února 1996 o obilných a ostatních příkrmech pro kojení a malé děti (Úř. věst. L 49, 28.2.1996, s. 17). Maximální limity se vztahují na výrobky určené k přímé spotřebě nebo ke spotřebě po rekonstituování podle pokynů výrobce.

⁽⁶⁾ Komise přezkoumá maximální limity dusičnanů v potravinách pro kojení a malé děti nejpozději do 1. dubna 2006, přičemž zvaží vývoj vědeckých a technologických poznatků.