

ZÁVISLOST VÝNOSU A KVALITY CIBULE KUCHYŇSKÉ NA HNOJENÍ SLOUČENINAMI SÍRY

TOMÁŠ LOŠÁK^a a LADISLAV DUCSAY^b

^a Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ^b Katedra agrochemie a výživy rostlin, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
losak@mendelu.cz, ladislav.ducsay@uniag.sk

Došlo 15.3.05, přijato 4.5.2005.

Klíčová slova: síra, cibule, hnojení, dusičnany, cystein, methionin

1. Úvod

Nedílnou součástí pěstitelské technologie cibule kuchyňské (*Allium Cepa*, L.) je výživa rostlin a hnojení. Předpokladem pro dosažení požadované úrovně výnosu a kvality produkce¹ je vyrovnaná bilance všech makro- i mikrobiogenních prvků. Ve výživě cibule si v posledních letech zaslouhuje zvýšenou pozornost obsah sloučenin síry v půdě, protože v některých lokalitách může být v půdě sloučenin síry nedostatek. Má to více důvodů. Především omezené používání minerálních i organických hnojiv a fungicidů, dále pak výrazná redukce emisí SO₂. Nedostatek sloučenin síry se projevuje zvláště u rostlin na síru náročných, kam spadají i cibuloviny. Výnos cibule 35 t ha⁻¹ odčerpá až 22 kg síry², což odpovídá odběru 0,6 kg S t⁻¹.

Rostlina přijímá síru především ve formě síranů z půdního roztoku³. Prvním krokem využití S v rostlině je aktivace síranového iontu (SO₄²⁻). Ten musí být přeměněn enzymem ATP-sulfátadenintransferasou, která nahrazuje dvě fosfátové skupiny ATP sulfurylovou skupinou, což vede k tvorbě adenosinfosulfátu (APS) a pyrofosfátu. Síran APS je výchozí látkou pro zabudování síry do organických sloučenin v rostlině. Inkorporace do organických sloučenin probíhá dvěma způsoby⁴:

Syntézou síranových esterů (cesta 1). Výsledkem reakce je fosfoadenosinfosulfát (PAPS). Tento aktivovaný síran se váže na lipidy, polysacharidy nebo slouží k tvorbě glukosinolátů⁵.

Redukcí síranů (cesta 2). V tomto případě je první stabilní organickou sloučeninou aminokyselina cystein (C₃H₇O₂NS). Z ní vzniká další aminokyselina methionin (C₅H₁₁O₂NS). Redukce síranů probíhá v chloroplastech a je aktivována světlem, což je důležité pro detoxikaci SO₂ v listech⁴.

Síra je dále v rostlině součástí vitamínu B₁ a vitamínu

H, enzymů a koenzymů nebo silic typu alliin a allicin⁶. K dalším sloučeninám obsahujícím síru patří např. glutathion (prekurzor fytochelatinů, které poutají rizikové prvky do chelátových komplexů), ferredoxin, sulfolipidy, aj.⁷. Sekundární metabolity sloučenin síry nemají jen výživnou hodnotu, ale jsou také důležité z hlediska odolnosti zelenin proti chorobám a škůdcům⁸. Sírné komponenty v cibuli typu isoalliinu, cycloalliinu, thiosulfínátu a sulfinyldisulfidu příznivě ovlivňují zdravotní stav člověka. Podporují trávení, působí antianemicky a antiastmaticky a jsou zodpovědné za specifickou vůni a ostrost cibule. Isothiokyanáty se vyznačují rovněž antikarcinogenními účinky¹⁰. Rovněž sírné aminokyseliny mají blahodárný vliv na organismus. Cystein se řadí k esenciálním aminokyselinám. Je součástí tripeptidu glutathionu, který chrání organismus svými antioxidačními účinky před působením volných radikálů. Cystein dále zpomaluje vývoj aterosklerózy, snižuje stavy hypoglykémie a v kombinaci s vitamínem B₅ ochraňuje klouby před artritidou. Methionin je řazen k esenciálním aminokyselinám a spolu s cysteinem je např. nezbytný pro tvorbu keratinu, působí antibakteriálně a potlačuje infekce močových cest snížením pH moči a rovněž omezuje tvorbu ledvinových kamenů¹¹.

Deficitní výživa rostlin sloučeninami síry může být příčinou i nižšího stupně využití sloučenin dusíku, což ve svém konečném důsledku vede k redukci výnosu¹². Koncentrace dusičnanů je u zeleniny důležitým kvalitativním kritériem, přičemž síra je součástí enzymu nitritreduktasa, který je zodpovědný za redukci NO₂⁻ v chloroplastech¹³. Při nedostatku síry se zvyšuje také riziko nárůstu neproteinového dusíku u rostlin, přičemž může docházet ke zvýšení obsahu nitrátů, které po redukci na nitrity blokují schopnost hemoglobinu přenášet kyslík nebo jsou předstupněm vzniku karcinogenních nitrosaminů⁹.

Účelem založení vegetačního nádobového pokusu s kuchyňskou cibulí bylo posoudit účinnost zvýšeného obsahu sloučenin síry v půdě (tři odstupňovaných hladin síry), při konstantním obsahu sloučenin dusíku, na výnos cibulí, obsah dusičnanů a zastoupení aminokyselin cysteinu a methioninu v cibulích.

Experimentální část

Vegetační pokusy

Vegetační nádobový pokus s cibulí kuchyňskou byl založen na jaře 2004 ve vegetační hale Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Do Mitscherlichových vegetačních nádob bylo naváženo 6 kg středně těžké zeminy charakterizované jako fluvizem s agrochemickými vlastnostmi uvedenými v tab. I. Zemina vykazovala slabě kyselou půdní reakci (pH), obsah přístupného fosforu a draslíku byl na úrovni dobré zásoby, obsah vápníku vysoký a hořčíku velmi vysoký.

Pokus zahrnoval 3 varianty s různým obsahem síry, přičemž každá z nich byla 4x opakována. Během vegetace byla prováděna pravidelná závlhka demineralizovanou vodou na úroveň 60 % maximální kapilární kapacity, kyp-

Tabulka I

Agrochemická charakteristika zeminy stanovené metodikou Mehlich III

pH	Obsah složky [mg kg ⁻¹]			
	P	K	Ca	Mg
5,85	103	239	3769	366

ření, udržování bezplevelného stavu a ochrana rostlin proti plísni cibulové (*Phytophthora destructor*) přípravkem Acrobat MZ. Sklizeň pokusu následovala v plné zralosti 9.8.2004. Současně byla zjišťována průměrná hmotnost jedné cibule (g), její průměr (mm), koncentrace dusičnanů (mg NO₃⁻ kg⁻¹) a obsah aminokyselin cysteinu a methioninu. Výnosové výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí analýzy variance a stanovením minimální průkazné difference (LSD_{t 0,05} a LSD_{t 0,01}).

A n a l y t i c k é m e t o d y

Zemina byla extrahována podle Mehlicha III (CH₃COOH, NH₄NO₃, NH₄F, HNO₃ a EDTA). Stanovení obsahu přístupného fosforu ve výluhu bylo provedeno kolorimetricky a obsah přístupného draslíku, hořčíku a vápníku byl stanoven atomovou absorpční spektrofotometrií. Stanovení síranové síry v půdě předcházela extrakce demineralizovanou vodou v poměru 1:5 podle ČSN ISO 11048 po dobu 16 h na rotační třepačce. Vlastní měření bylo prováděno v akreditované laboratoři ÚKZÚZ Brno kapilární zonální elektroforézou (CZE) na přístroji CES-1 (Dionex Corp., USA) s křemennou kapilárou. Aktivita vodíkových iontů se zjišťovala ve výluhu půdy 0,2 M-KCl potenciometricky skleněnou elektrodou proti referenční kalomelové elektrodě.

Nitráty byly stanoveny v čerstvých rostlinách potenciometricky s použitím iontové selektivní elektrody. Aminokyseliny byly indikovány v čerstvé hmotě oxidativní hydrolýzou na analyzátoru „Amino Acid 400“.

Z p ů s o b d á v k o v á n í s l o u č e n í n s í r y

Byly studovány tři úrovně koncentrací. Varianta 1: S₀ – 18,3 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹ (kontrola, přirozený obsah v půdě), varianta 2: S₁ – 40 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹, varianta 3: S₂ – 60 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹. Hladina síranové síry v půdě byla

u variant 2 a 3 navýšena na požadovanou úroveň aplikací síranu amonného (20,5 % N a 24 % S). Dusík byl u všech variant vyrovnán na jednotnou úroveň 0,15 g N na kg zeminy dávkami dusičnanu amonného (34,5 % N). Obě hnojiva byla aplikována do nádob formou závlivky týden před výsadbou cibule, která následovala 14.4.2004. Do každé z nádob bylo vysázeno 5 cibulí odrůdy Štutgartská. Tato odrůda je určena zejména pro pěstování ze sazečky. Barva slupky je zlatožlutá s bílou dužninou a dobrou, ostřejší chutí. Vyniká svojí plastičností, velkým výnosem a dobrou skladovatelností.

V ý s l e d k y a d i s k u s e

Výnosové výsledky pokusu jsou prezentovány v tab. II. Z výsledků je zřejmé, že se zvýšená hladina síranové síry v půdě na úroveň 60 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹ (varianta 3) odrazila na statisticky vysoce průkazném nárůstu hmotnosti jedné cibule o 17,3 % oproti kontrolní variantě (varianta 1) a o 16,2 % oproti nižší hladině síry v půdě (varianta 2). Mezi variantami 1 a 2 nebyly signifikantní difference ve výnosu cibule. Tyto výsledky souhlasí se závěry výzkumu Hluška a spol.¹⁴, který popisuje nárůst výnosu cibule o 29 % po aplikaci 25 kg S ha⁻¹ ve formě síranu amonného. Rovněž Zhang a spol.¹⁵ uvádí pozitivní vliv spojené aplikace sloučenin dusíku a síry u osmi druhů zelenin, přičemž nejvyšší dávka síry neodpovídala vždy nejvyššímu výnosu. Smatanová a spol.¹⁶ prezentuje nárůst výnosu špenátu při dávce dusíku 0,6 g N na nádobu a hladině síry v půdě 30,6 mg S kg⁻¹ o 54,1 %.

S nárůstem hmotnosti cibule se ovšem statisticky průkazně nezvyšoval její průměr v mm (tab. II), ale pravděpodobně byl stimulován růst natě. Koncentrace dusičnanů v cibulích klesala po aplikaci síry signifikantně (P_{0,05}) o 7,5 % u var. 2 až vysoce signifikantně (P_{0,01}) o 31,6 % u var. 3 oproti var. 1, přičemž u žádné z variant nebyl překročen povolený limit dle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví 53/2002 Sb. Tyto výsledky korespondují s poznatky Smatanové a spol.¹⁶, která uvádí pokles koncentrace nitrátů u papriky o 44,1 % při nárůstu obsahu síry v půdě na 30,6 mg S kg⁻¹. Rovněž Schnug⁸ popisuje nárůst obsahu dusičnanů v pletivech zeleniny při akutním deficitu síry. Hnojení zelenin dusíkem z hlediska zvýšeného obsahu nitrátů v závislosti na dávce dusíku a vnějších podmínkách

Tabulka II

Zjištěné hodnoty výnosů cibule ve vegetačních pokusech s různým obsahem síry v půdě a zjištěný obsah dusičnanů v cibulích

Varianta	Obsah síry v půdě [mg S-SO ₄ ²⁻ kg ⁻¹]	Hmotnost jedné cibule		Průměr jedné cibule		Obsah dusičnanů	
		[g]	[rel. %]	[mm]	[rel. %]	[mg NO ₃ ⁻ kg ⁻¹]	[rel. %]
1	18,3	72,1	100,0	57,5	100,0	41,5	100
2	40	72,9	101,1	58,4	101,5	38,4	92,5
3	60	84,6	117,3	59,7	103,8	28,4	68,4
	LSD _{t 0,05}	6,4		3,0		3,0	
	LSD _{t 0,01}	9,8		4,3		4,7	

Tabulka III

Obsah aminokyselin v cibulích ve vegetačních pokusech s různým obsahem síry v půdě

Varianta	Obsah síry v půdě mg S-SO ₄ ²⁻ kg ⁻¹	Cystein		Methionin	
		[g kg ⁻¹]	[rel. %]	[g kg ⁻¹]	[rel. %]
1	18,3	0,80	100,0	0,74	100
2	40	0,88	111,0	0,73	98,6
3	60	0,92	115,0	0,69	93,2
	LSD _{t,0,05}	0,05		0,04	
	LSD _{t,0,01}	0,07		0,06	

je často ovlivněno řadou vnějších faktorů¹⁷.

Koncentraci dusičnanů v rostlinách ovlivňuje především druh pěstované zeleniny, úroveň dusíkatého hnojení, sledovaný orgán rostliny, fáze růstu a koncentrace síry v pletivech. Přitom byla zjištěna negativní lineární korelace mezi koncentrací dusičnanů v pletivech a koncentrací síry v rostlinách. U 19 vzorků zelenin byl prokázán trend poklesu obsahu NO₃⁻ při nárůstu obsahu síry¹⁵.

Hnojení sírou se pozitivně odrazilo především u cysteinu (tab. III), jehož koncentrace narůstala statisticky výsoco průkazně s obsahem síry v půdě o 11–15 % v porovnání s kontrolou (var. 1), což je v souladu se zjištěním Eppendorfa¹⁸ a Smatanové a spol.¹⁶. Rozdíl mezi hladinami S₁ a S₂ nebyl průkazný. V případě methioninu nastal statisticky průkazný pokles jeho koncentrace při nejvyšší hladině síry v půdě u var. 3 (60 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹) oproti zbylým dvěma variantám o 6,8–1,4 %. Tyto výsledky zcela korespondují s poznatky Smatanové a spol.¹⁶, která taktéž zjistila pokles obsahu methioninu u špenátu z 0,76 na 0,66 g kg⁻¹ při nárůstu obsahu síry v půdě ze 7,8 na 30,6 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹ a stejné úrovni dusíkaté výživy (0,9 g N na nádobu).

Závěr

Ve vegetačním nádobovém pokusu s kuchyňskou cibulí byl prokázán pozitivní vliv zvýšeného obsahu síranové síry v půdě na úroveň 60 mg S-SO₄²⁻ kg⁻¹ na výnos cibulí, pokles obsahu dusičnanů a nárůst aminokyseliny cysteinu v cibulích. Průměrná hmotnost jedné cibule byla navýšena o 17,3 % při současném poklesu nežádoucích dusičnanů o 31,6 % a zvýšeném obsahu cysteinu o 15 % v porovnání s kontrolní variantou.

Projekt je součástí výzkumného záměru AF MZLU V Brně, MŠMT CEZ 2.308/98: 432100001.

LITERATURA

- Hlušek J., Richter R., Rigerová L.: *Chemia i inżynieria ekologiczna*, 11, 1383 (2002).
- Fecenko J.: *Agrochémia* 13, 42 (2002).
- Mengel K., Kirkby E. A., v knize: *Principles of plant nutrition*. Int. Potash Institute, Worblaufen-Bern 1978.
- Marschner H., v knize: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press Limited, London (1995).
- Booth E., Walker K. C., Schnug E.: *Proc. Int. Rape-seed Cong*, Saskatoon 2, 567 (1991).
- Haneklaus S., Hoppe L., Bahadir M., Schnug E., v knize: *Sulphur Metabolism in Higher Plants*, (Cram W. J, ed.). The Hague 1997.
- De Kok L.J., Stulen L., v knize: *Sulphur Nutrition and Assimilation in Higher Plants*, (De Kok L.J., Stulen L., Renneberg H., Brunold C., Rauser W.E., ed.). The Hague 1993.
- Schnug E.: *Sulphur in Agriculture* 14, 3 (1990).
- Paulsen H. M.: předneseno na konferenci *Sulphur Day, FAL Braunschweig, SRN, 10th November 2001*.
- Shaw M., Pither-Joyce M., McManus M., McCallum J.: *Progress in Plant Sulfur Research 1997–2003*, 34, 34 (2003).
- <http://www.hochschulstellenmarkt.de/info/m/me/methionin.html>
- Schnug E.: *Landwirtschaftsverlag* 25, 1 (1993).
- Vetter H.: *VDLUFA-Schriftenreihe* 28, 19 (1988).
- Hlušek J., Richter R., Hřivna L.: *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie nr 349, 64, 121 (1999)*.
- Zhang Jizhen Youhua Ma Ligan, Zhang Chengbao XU Lu Zheng Guohui, Bian Youbing SI Haiyan Wang Lanian Liu: *12th World Fertiliz. Congress of CIEC, Beijing, 3.–9.8.2001, 1*, 1343 (2001).
- Smatanová M., Richter R., Hlušek J.: *Plant, Soil Environ.* 50, 303 (2004).
- Maynard D., Barker A. V., Minotti P. L., Peck N. H.: *Advances in Agronomy* 28, 71 (1976).
- Eppendorfer W.: *Plant Soil* 29, 424 (1968).

Tomáš Lošák^a and Ladislav Dučay^b (^a Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic, ^b Department of Agrochemistry and Plant Nutrition, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia): **The Effect of Sulfur Fertilisation on Yields and Quality of Onion**

The objective of the pot trial was to estimate the effectiveness of three levels of sulfur in soil at constant nitrogen nutrition on the yields, nitrate contents and cysteine

and methionine contents in onion. The natural level of sulfate sulfur in soil, 18.3 mg kg^{-1} , increased after application of ammonium sulfate to 40 and 60 mg S kg^{-1} . The nitrogen content was levelled with ammonium nitrate to 0.9 g N per pot . The soil level 40 mg S kg^{-1} stabilised onion yields and the methionine level, reduced the nitrate content by 7.5 % and increased the cysteine content by

11 % compared with control. The average weight of an onion in the soil with 60 mg kg^{-1} of sulfate S increased by 17.3 % and, at the same time, the nitrate level decreased by 31.6 %. While the cysteine content increased by 15 %, the methionine content decreased by 6.8 % when compared with control.

DISKUSE

Poznámky k článku E. Julákové o rovnicích, jednotkách a veličinách

[Chem. Listy 99, 250 (2005)]

Velmi jsem přivítal příspěvek E. Julákové týkající se unifikace psaní rovnic, jednotek a veličin, který ocení jistě všichni autoři chemických publikací. S většinou zásad lze souhlasit, avšak chtěl bych upozornit na některé problémy, které souvisí s obdobným vyjadřováním v ČSN a v mezinárodních normách ISO a EN. Kromě toho bych poněkud tvrději vystoupil proti některým tradicím, které autorka jen mírně naacehrává.

Především jde o vyjadřování koncentrací. V některých oborech se hmotnostní koncentrace používá zcela běžně, i když má svá omezení (nelze hledat vztahy mezi chemickou strukturou a vlastnostmi látek), avšak mezinárodně tabelované údaje o závadnosti látek jak ve vodě, tak i v ovzduší jsou uváděny téměř výhradně v hmotnostních koncentracích, což se týká i legislativy (jak v ČR tak v zahraničí). Pro tuto koncentraci byla v článku zvolena značka c_m , což je anomálie. Podle ČSN ISO 31-8 (kterou autorka článku rovněž cituje) byla pro hmotnostní koncentraci zavedena značka ρ , protože má stejný rozměr a tudíž stejnou značku jako hustota (objemová hmotnost). To se dodržuje ve většině norem ISO a EN, včetně ČSN a to se týká i některých učebnic středoškolské chemie.

Další dvě připomínky se týkají tzv. tradičních způsobů vyjadřování. Hned na začátku bych chtěl upozornit, že kdybychom trvali na různých tradicích, pak bychom ještě stále měřili v pídicích, sázích a větelích. Týká se to především názvů „látková“ a „molární“ koncentrace. Zde se pořád ještě opatrně našlapuje, ačkoliv terminologicky jde o věc zcela jasnou. Molární veličina je veličina, která je dělená látkovým množstvím (molem) (molární objem, molární energie, molární hmotnost), což však není případ koncentrace. Tato definice je zcela jednoznačná a není důvod pro její nedodržování. Proto by se mělo důsledně hovořit o látkové koncentraci (např. viz opět ČSN ISO 31-8 a další), nebo jen o koncentraci. Naštěstí v mnohých středoškolských učebnicích chemie se již preferuje název látková koncentrace a název molární bývá již jen v závorce (zřejmě proto, aby se někomu náhodou nešláplo na kuří oko). Problém starších názvů, uváděných někdy v závorkách, spočívá v tom, že dokud tyto starší názvy nevyumizí z učebních textů, budou ještě po dlouhou dobu setrvávat v myšlení lidí, kteří nejsou schopni přeorientovat své mozkové závitky dostatečně rychle. Příkladem mohou být změny v chemickém názvosloví. Když se začalo hovořit o oxidech a sulfi-

dech, nenacházel jsem v nových chemických textech formulace: oxidy (dříve kysličníky), sulfidy (dříve sirníky), hydrogenuhličitan (dříve hydrouhličitan) apod. Rychlý přechod na nové názvosloví znamená, že staré názvosloví musí bezprostředně vymizet z nových chemických textů, aby vymizelo ze zorného úhlu čtenáře (ať studenta nebo staršího učitele či výzkumníka). To se týká i změn v názvosloví organické chemie. Např. jsem zjistil, že již v r. 2001 vyšla v Ostravě učebnice organické chemie pro SPŠCH, kde již byly důsledně aplikovány principy nového názvosloví, včetně koncovek -yn pro uhlovodíky s trojnou vazbou, což pro řadu chemiků je dosud překvapením.

Dalším problémem je „tradiční“ způsob vyjadřování koncentrací odměrných roztoků v analytické chemii, kdy značka M „nahrazuje“ jednotku mol l^{-1} . Je to anomálie, která nemá obdobu v jiných oborech. Jednak značka M znamená mezinárodně molární hmotnost. Na problém správného zápisu tohoto způsobu upozorňuje autorka článku (s pomlčkou, bez pomlčky atd.), což dále celý problém komplikuje. Nic podobného jsem v chemii nenašel a to se týká i norem ISO a EN, kde se zásadně koncentrace odměrných roztoků udávají v mol l^{-1} . Zřejmě přišlo někomu zatěžko vypisovat celou složenou jednotku a např. udat, že roztok měl koncentraci 5 mol l^{-1} . Jak by se asi chemici tvářili na údaj, že pro změnu Gibbsovy energie 100 kJ mol^{-1} se bude užívat zápis 100G, ať s pomlčkou nebo bez pomlčky?!

Článek se naštěstí jen okrajově zmiňuje o tzv. „jednotkách“ ppm a ppb, které vyjadřují hmotnostní nebo objemový poměr $1:10^6$ a $1:10^9$. Byl bych uvítal sdělení, že podle ČSN ISO 31-0 se tyto „jednotky“ nesmí používat, což bohužel v některých oborech není dodržováno. Tyto „jednotky“ jsou zbytečné, protože pouze nahrazují zcela srozumitelné a jednoznačné zápisy v mg kg^{-1} , resp. v ml m^{-3} či v $\mu\text{g kg}^{-1}$, resp. $\mu\text{l m}^{-3}$, takže „pépémovat“ či „pépébovat“ je zcela zbytečné. Číselná hodnota je stejná. Takže to je další příklad zbytečně přetrvávajících „tradic“ (čert aby je vzal).

Ale abych si také pichnul do vlastního hnízda. Německé stupně „tvrdoosti“ vody sice již naštěstí mizejí z odborné hydrochemické literatury (včetně norem ISO), avšak v běžné praxi jsou dosud mimořádně rezistentní, i když uživatelé obvykle nevědí, jak jsou definovány a co vlastně znamenají (něco podobného jako ppm a ppb). Zasluhu na tom mají také výrobci pracích prostředků, kteří se bez „deutsches Härtegrad“ (dH) stále nemohou obejít.

Pavel Pitter, Pavel. Pitter@vscht.cz