

# Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV) Praha – Ruzyně, Výzkumná stanice Chomutov, oddělení ekotoxikologie,

Černovická 4987, 430 01 Chomutov,

## DOPORUČENÍ PRO PĚSTOVÁNÍ

zemědělských plodin v podmínkách vysoké kontaminace zemědělských půd arsenem.

### 1. CELKOVÁ CHARAKTERISTIKA ARSENU JAKO RIZIKOVÉHO PRVKU.

Dle údajů světové zdravotnické organizace World Health Organization (WHO) z roku 1981 představují arsen spolu s rtutí, kadmíem a olovem skupinu nejzávažnějších rizikových prvků, ohrožujících životní prostředí, přičemž hlavním zdrojem jejich kontaminace je lidská činnost.

Arsen (As) je amfoterní prvek a vykazuje vlastnosti jak kovů, tak nekovů. Proto arsen vytváří širokou škálu sloučenin, které jsou v přírodě všudypřítomné. Nejběžnějšími oxidačními stupni arsenu jsou jeho trojmocné a pětímocné formy.

Velký význam v koloběhu arsenu v přírodě mají též organické sloučeniny. WHO rozlišuje celkem 6 základních skupin sloučenin arsenu, které se běžně vyskytují v přírodě:

1. anorganické sloučeniny rozpustné ve vodě (rozpustné arsenité a arseničné soli a oxidy);
2. anorganické sloučeniny ve vodě málo rozpustné nebo nerozpustné (různé arsenité a arseničné soli, arsenidy, selenid a sulfid arsenitý);
3. organické sloučeniny arsenu (většinou methylované sloučeniny As přírodního a umělého původu (např. pesticidy);
4. organické sloučeniny arsenu mořských biotopů (např. arsenobetain);
5. organické sloučeniny arsenu používané jako přísada do potravin (např. kyselina arsanilová);
6. plynné anorganické a organické sloučeniny arsenu (např. arsin);

### 2. HLAVNÍ ZDROJE VÝSKYTU ARSENU V PŘÍRODĚ.

Stopy arsenu se vyskytují ve všech půdách, vodách, rostlinách a dalších složkách životního prostředí. Dle údajů WHO nekontaminované zemědělské půdy obvykle obsahují méně než 40 ppm (= mg As na 1 kg suché půdy).

V ČR je stanovena norma pro obsah arsenu v zemědělských půdách 30 mg/kg (ppm).

Celosvětový průměr běžného obsahu arsenu v půdách činí 7 mg/kg. V jednotlivých regionech jsou však tyto koncentrace díky geochemickým anomáliím podstatně vyšší. Vysoké koncentrace arsenu v horninách a následně i v půdách (10 až 100 x vyšší proti běžným) jsou obvykle vázané na výskyt sulfidických rud stříbra, olova, mědi, niklu, antimonu, kobaltu a železa. Takových lokalit je ve světě hodně a patří mezi ně i Kutná Hora a její okolí.

Mezi nejdůležitější průmyslové zdroje znečišťování arsenem patří hutě a spalovny fosilních paliv, zejména hnědého uhlí (případ severních Čech). Dříve se sloučeniny arsenu hojně používaly (v některých státech se doposud používají) jako herbicidy, pesticidy a defolianty. Například Kutnohorská hlinka se používala jako jed na krysy.

Podle literárních údajů, se na některých takovýchto půdách znečištění arsenem zvýšilo na 500 – 700 ppm. V blízkém okolí hutí dosahuje znečištění půd stovek až tisíců ppm (100 – 3000 ppm). Globální (celosvětové) přírodní emise arsenu do atmosféry byly odhadnuty na 7,9 kt/rok, zatímco průmyslové na 23,6 kt/rok (cca třikrát větší).

### 3. ZDROJE PŘÍJMU ARSENU PRO LIDSKÝ ORGANIZMUS A JEHO ZDRAVOTNÍ NEBEZPEČÍ.

Arsen se dostává do lidského organismu různými cestami, např. vdechováním z ovzduší, v pitné vodě nebo v potravinách. Při vdechování arsenu jsou hlavní rozdíly mezi venkovem a městem. Na venkově dosahují běžné koncentrace arsenu v ovzduší 0, 000 000 2 – 0, 000 010 mg/m<sup>3</sup>. Ve městě dosahují tyto koncentrace 0, 000 010 – 0, 000 750 mg/m<sup>3</sup>. Pro srovnání se 1 g = 1 000 mg. Jeden člověk při dýchání spotřebuje přibližně 20 m<sup>3</sup> vzduchu denně a zachytí tak asi 1/3 vdechnutého množství škodlivých látek, z čehož lze vypočítat průměrný příjem arsenu vdechutím na 0, 000 001 – 0, 000 066 mg na venkově a 0, 000 067 – 0, 000 500 mg ve městě.

S potravou člověk dostává přibližně 0,040 mg arsenu z 1 dkg rostlinné stravy, 0,1 – 1 mg při konzumaci 1 dkg ryb a přibližně 0,025 mg při konzumaci 1 dkg ostatních produktů. Denně to představuje asi 0,040 mg z potravy suchozemského původu a asi 0,080 mg při konzumaci darů moře.

Ve vodě se obvykle nachází méně než 0,010 mg arsenu na 1 litr. V oblastech s geochemickou anomálií, jako v Kutné Hoře a jejím okolí, obsah arsenu ve vodě může být podstatně vyšší a může dosáhnout koncentrace 1 – 5 mg/l.

Norma pro povolený obsah arsenu v pitné vodě je 0,05 mg/l. Při průměrné denní spotřebě vody 2,5 – 3 l vody a běžné koncentraci 0,01 mg/l dostane člověk do sebe z vody cca 0,025 – 0,030 mg arsenu.

**Z uvedených údajů jednoznačně vyplývá vícenásobná převaha vstupu arsenu do organismu člověka jídlom a pitím, přičemž anorganické a organické sloučeniny arsenu se v zažívacím traktu snadno vstřebávají.**

Arsen se ukládá ve všech orgánech těla, nejvíce v plicích (při vdechování), ve svalech, kostech, kůži, nehtech a vlasech (rozbory posledně jmenovaných orgánů mohou sloužit jako indikátor dlouhodobého nahromadění arsenu v organismu člověka). Hlavní cestou vylučování arsenu z organismu je močí.

Vezmeme-li do úvahy fakt, že dle současných poznatků je As nejen toxickou látkou (známý jed) tak též karcinogenní látkou a tudíž neexistuje žádná bezpečná prahová koncentrace tohoto prvku, musíme se snažit snižovat vstup arsenu s potravou na minimum. Je to aktuální zejména pro obyvatele vesnic v zónách geochemických anomálií, tedy v oblastech s vysokou koncentrací As v půdách, kteří si sami na svých zahrádkách vypěstují a zkonzumují podstatnou část rostlinné potravy svého jídelníčku. Rovněž se to vztahuje na městské obyvatelstvo, které má zahrádky na znečištěných půdách.

#### **4) OBSAH ARSENU V ROSTLINNÁCH A DOPORUČENÍ PRO JEHO MINIMALIZACI.**

**V rostlinách obvykle obsah arsenu nepřesahuje 1 ppm (angl. „parts per million“ – miliontá část) čerstvé hmoty.** Ve většině vyspělých států existují normy na obsah arsenu v zemědělské produkci.

##### **V ČR jsou normy pro obsah arsenu v rostlinách následující:**

- 1) Potravinářská norma (pro lidskou výživu): obiloviny 0,1 ppm; brambory 0,03 ppm; ovoce, zelenina 0,05 ppm; ostatní potraviny 1 ppm.**
- 2) Krmivářská norma (pro zvířata): obiloviny 2 ppm; čerstvá krmiva 2 ppm; suchá krmiva 6 ppm,**

V některých případech však obsah arsenu může překročit stanovené limity a tím ohrozit zdraví příjemců. Proto při vysokých koncentracích arsenu v půdách si musíme počínat tak, aby obsah arsenu ve sklizené zemědělské produkci byl co možná nejnižší. Nejjednodušší by bylo vůbec nevyužívat kontaminované půdy pro pěstování zemědělské produkce, ale ve většině případů toho nelze dosáhnout, neboť místní obyvateli nemají jinou alternativu. Proto jim musíme doporučit postupy, které sníží riziko kontaminace produkce a následně i samotného lidského organismu As.

Na základě dlouhodobých zkušeností Výzkumného ústavu rostlinné výroby při sledování přestupu arsenu z půdy do ovzduší a do rostlin lze doporučit následující postupy pro zamezení vstupu tohoto prvku do rostlinné produkce a tím i do stravy člověka.

Bylo stanoveno, že jednotlivé rostliny a dokonce i jejich části se podstatně liší z hlediska ukládání arsenu. Proto upřednostněním pěstování rostlin, které přijímají méně arsenu, lze podstatně snížit celkový příjem tohoto rizikového prvku lidmi.

Absolutním rekordmanem co do obsahu arsenu byl v našich pokusech hlávkový salát (20 ppm). Hodně arsenu do sebe ukládala nať petržele, kopru a celeru. Mezi kořenovou zeleninou vykazovaly nejvyšší obsah arsenu bulvy celeru (2 – 5 ppm).

**Na základě našich výsledků lze určit následující pořadí rostlin podle toho jak rostliny nebo jejich části arsen v sobě ukládají a to v pořadí od nejmenšího ukládání k největšímu:**

ovoce – zrno luskovin (hrách, fazol apod.) – zrno olejnin (slunečnice, řepka apod.) - dýňové plodiny (dýně, patizony, cukety a okurky) – brambory – cibuloviny – kořenová zelenina (mrkev, petržel, řepa, ředkvička apod.) – zrno obilovin (pšenice, ječmen, žito atd.) - sláma obilovin – píce (zelený jetel, vojtěška apod.) – tráva – listová zelenina (kapusta, zelí, pažitka, naťová petržel, kopr, nať celeru, salát).

**Na základě této řady lze doporučit, aby zahrádkáři především omezili na minimum pěstování listové zeleniny (salát, špenát, naťový celer a petržel, kopr, kapustu, zelí atd.). Naopak, lze rozšířit pěstování brambor, mrkve a cibulovin. Pěstování dýňových plodin (patizony, dýně, cukety), okurek a rajčat omezovat nemusíme. Dále doporučujeme rozšířit pěstování ovoce (jablka, hrušky, ořechy, maliny).**

Vstup arсенu z půdy do rostlin lze omezit i vhodnými agrotechnickými zákroky, mezi které patří především vydatné organické hnojení, zejména registrovanými komposty s nízkým obsahem arсенu (dle kompostové normy méně než **10 ppm**).

**Dle našich posledních výzkumů, vysoký obsah organické hmoty v půdě snižuje čerpaní arсенu rostlinami.**

**Je důležité zamezit též další možnosti znečištění plodin a to prášením z vegetací nezakrytých částí půd.**

**Za VÚRV zpracoval: Ing. Sergej Ust'ak, CSc.,  
vedoucí výzkumné stanice VÚRV v Chomutově, koordinátor imisního monitoringu. 2001**

