

Zemědělské plodiny využitelné pro hyperakumulaci těžkých kovů a fytoremediace

CROPS AS METAL-HYPERACCUMULATORS AND THEIR USING FOR PHYTOREMEDIATION

Josef Zehnálek, Olga Kryštofová, Vojtěch Adam, René Kizek – Mendelova univerzita v Brně

Vyšší rostliny jsou schopné metabolizovat a degradovat mnohé znečišťující látky. Kromě toho mohou také některé rostliny v pletivech akumulovat toxické kovy v takovém množství, že se často hovoří o hyperakumulaci. Hyperakumulace prvků je vlastnost rostlin, která se vyskytuje u druhů, které často rostou v lokalitách, jenž jsou na kovy bohaté. Baker a Brooks navrhli pro hyperakumulátory hodnoty koncentrace kovů v listech a stoncích vyšší než 100 mg.kg⁻¹ pro kademnaté ionty, 1 000 mg.kg⁻¹ pro nikelnaté, měďnaté, kobaltnaté a olovnaté ionty, a 10 000 mg.kg⁻¹ pro ionty zinku a manganu a přitom tyto rostliny nejeví známky toxicity. Ačkoli byly tyto mezní hodnoty stanoveny bez obecné diskuze, jsou přibližně o jeden řád vyšší než ty, které se uvádí pro běžné druhy. Jedním z nejčastěji studovaných hyperakumulátorů Zn a Cd je *Thlaspi caerulescens* J. & C. Presl., který byl často zkoumán pro lepší pochopení mechanismů souvisejících s tolerancí k příjmu vysokých koncentrací kovů a pro studium byl geneticky manipulován. Hyperakumulátory jsou obecně minoritní složkou vegetace ve většině evropských a severoamerických oblastí. V současné době je známo více než 400 druhů těchto rostlin, které patří do 45 různých botanických čeledí. Fytoakumulace je metoda založená na příjmu kontaminantu kořeny rostliny s následným transportem a akumulací v její nadzemní části, která je poté sklizena a zpracována jako odpad. Tato metoda je vhodná především pro remediace půdy kontaminované těžkými kovy. V několika posledních letech byl zkoumán fytoextrakční potenciál některých plodin. Zajímavé hodnoty akumulace olovnatých iontů ve výši 3,5 % sušiny byly nalezeny i u dalších druhů rodu *Brassica* (*B. nigra* (L.) Koch, *B. carinata* A. Braun, *B. oleracea* L., *B. campestris* L., *B. napus* L.). Z dalších plodin je využívána *Helianthus annuus* L., která má schopnost akumulovat Cd, Pb a Zn, a *Zea mays* L., jenž byla úspěšně experimentálně aplikována jako fytoextraktor kademnatých, nikelnatých, měďnatých, olovnatých a zinečnatých iontů. Pro dosažení reálných výsledků se stále častěji využívají polní experimenty. U polních plodin pěstovaných na kontaminovaných půdách jsou zejména k dispozici údaje o koncentracích mědi, zinku, olova a kadmia. Méně informací je o arsenu, a jen několik experimentů se zabývá kobaltem, chromem a niklem. Mezi nejčastěji studovanými kovy byly zjištěny zajímavé hodnoty pro akumulaci zinečnatých iontů (vyšší než 1 000 mg.kg⁻¹) u druhů rodu *Brassica*, *Phaseolus vulgaris* L. a *Zea mays* L., a měďnatých (nad 500 mg.kg⁻¹) u *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L. a *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Zemědělské

plodiny akumulují obecně nízké koncentrace kademnatých iontů a nezdaří se tak být vhodné pro jeho fytoextrakci. U *Zea mays* L. byla pozorována akumulace 20 mg.kg⁻¹ tohoto prvku a u *Medicago sativa* L. přibližně 50 mg.kg⁻¹. V řadě případů není přirozená schopnost rostlin translokovat kovy do nadzemních částí dostatečná, a proto se do půdy přidávají chelatační činidla (např. kyselina ethylendiamintetraoctová) s cílem zlepšit příjem kovu, což umožňuje dosáhnout zvýšené akumulace prvků v pletivech rostlin. Fytoremediace je definována jako využití zelených rostlin a s nimi asociovaných mikroorganismů, půdních doplňků a agronomických technik pro fixaci, akumulaci a degradaci kontaminantů nacházejících se v půdě, sedimentech, podzemní anebo povrchové vodě a dokonce i v atmosféře. Při fytoremediacích se mohou uplatňovat čtyři různé procesy: extrakce kontaminantů z půdy a vody (hlavně těžkých kovů a radionuklidů), degradace organických sloučenin, volatilizace organických sloučenin (ale také některých anorganických sloučenin, např. rtuti a arsenu) a stimulace mikrobiálního metabolismu v rhizosféře.

Poděkování: Tato práce byla podpořena grantem REMEDTECH GA ČR 522/07/0692 a IGA MENDELU TP 1/2010.

Zehnálek J., Kryštofová O., Adam V., Kizek R.: Crops as metal-hyperaccumulators and their using for phytoremediation

An ideal plant for phytoremediation should meet several criteria:

1. to grow rapidly and to produce large quantities of biomass,
2. to deeply root and to have an easily harvested shoots,
3. to accumulate high concentrations of contaminants in the shoots.

Presently known hyperaccumulators of metals, in other words plants capable of over-accumulation metals in their tissues, meet the third criterion of an ideal plant for phytoremediation. In contrast, crops meet the first two criteria of an ideal plant for phytoremediation. In this paper we discuss the advantages and potential use of agricultural crops in phytoremediation with a view to further development towards increasing their accumulation properties.

Key words: hyperaccumulator, crop, phytoextraction, heavy metal.

Kontaktní adresa – Contact address:

doc. Ing. Josef Zehnálek, CSc., Mendelova univerzita v Brně, Ústav chemie a biochemie, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: zehnalek@mendelu.cz