

# Vědecký výbor výživy zvířat

## STOPOVÉ PRVKY VE VÝŽIVĚ ZVÍŘAT

**Dr. Ing. Pavel Tvrzník**  
**Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.**

Praha, prosinec 2005



**Výzkumný ústav živočišné výroby**  
Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,  
PSČ: 104 01, [www.vuzv.cz](http://www.vuzv.cz)

Obsah	Strana
1. Potřeba minerálních látek v krmivu	3
2. Aplikace minerálních zdrojů	4
3. Minerální látky	5
3.1. Makroprvky	6
3.2. Mikroprvky	8
4. Zinek	10
5. EU - stopové prvky (zinek)	19
6. Aktuální problémy s aplikací zinku do krmných dávek	20
7. Zinek a lidská výživa	22
8. Kejda a její likvidace	24
9. Tabulková část	26
10. Seznam použité literatury	34
Příloha I.	39
Monitoring stopových prvků	39
Monitoring potravin a surovin určených k výrobě potravin	40
Monitoring agrárních ekosystémů	43
Monitoring vodních ekosystémů	47
Monitoring lesních ekosystémů	48
Příloha II.	50
Technologie výroby registrovaných průmyslových kompostů	50

## 1. Potřeba minerálních látek v krmivu

Při sestavování krmných dávek se vedle základních živin (vláknina, N- látky..) optimalizuje také obsah minerálních látek. Má – li mít optimalizace smysl, musí vycházet z aktuálních hodnot obsahu minerálních látek v krmivech, zjištěných chemickou analýzou. V krmivářských laboratořích se v současné době rutinně stanovuje pouze obsah základních makroprvků – vápníku, fosforu, sodíku, hořčíku a draslíku, proto do optimalizace většinou vstupují pouze tyto prvky. Pokud chce chovatel optimalizovat také obsah zbývajících, nutričně významných makroprvků, chlóru a síry, respektive mikroprvků – zinku, manganu, mědi, železa, jódu, kobaltu, selenu, případně molybdenu, musí být i ty zahrnuty do chemické analýzy. Pouze u některých koncentrovaných krmiv si lze vypomoci tabulkovými hodnotami. Spoléhat se na ně v širším měřítku však není možné, neboť obsah minerálních látek především v objemných krmivech značně kolísá v závislosti na lokalitě, pH půdy, na níž byla vypěstována, úrovni hnojení, intenzitě srážek a dalších podmínkách.

Potřeba makroprvků se nejčastěji stanovuje faktoriálním postupem, při kterém se sčítají dílčí potřeby prvků pro jednotlivé složky produkce, tj. pro záchovu organismu, laktaci, březost a pro růst. Záchovnou potřebu představuje suma endogenních ztrát prvku v mléce vynásobeného produkcí mléka (FCM), potřebu pro březost množství prvku uloženého v produktech koncepce ( plod, obsah dělohy, děloha) a potřebu pro růst množství prvku uloženého v 1 kg přírůstku hmotnosti. Součet potřeb makroprvků pro jednotlivé výše jmenované složky produkce představuje netto potřebu.

Z netto potřeby se odvodí požadavek na celkový denní příjem makroprvků ( brutto potřeba ) jejím vydělením koeficientem absorpce. Koeficient absorpce udává, jakou část z celkového přijatého množství prvku má organismus k dispozici pro zajištění příslušných metabolických funkcí. Je tedy určitým ukazatelem využitelnosti prvku. Přestože jsou údaje o absorpci prvků pro stanovení jejich celkového denního příjmu velmi důležité, existují mezi hodnotami, se kterými pracují různé normy, rozdíly. Příčinou zmíněných rozdílů jsou především odlišné experimentální podmínky, při nichž byly údaje zjišťovány.

Velký význam přesným údajům o absorpci přikládá nová americká norma (NRC, 1978), která kalkuluje s individuálními koeficienty u různých zdrojů uvedených v tabulce č. 1 a potřebu udává v množství absorbovatelných prvků.

Krmné dávky pro chovaná hospodářská zvířata je nutné vždy saturovat doplňkovými zdroji makro a mikroprvků v závislosti na aktuálním obsahu v krmné dávce, potřeb pro druh zvířete, produkci a reprodukční stav. Tyto zdroje jsou různé dle jejich obsahu a míry využitelnosti makro a mikroprvků, jehož jsou nositelem tabulka č. 2.

Alternativní použití stopových prvků je tzv. organická forma, kdy stopové prvky jsou vázány na aminokyseliny a peptidy. Jedná se o proteináty stopových prvků. Jejich biologická využitelnost je vyšší oproti anorganickým formám (ŠIMEK aj. 2001).

V porovnání s organickými látkami vzrůstá biologická aktivita mikroprvků několikanásobně ve srovnání s volnými ionty v organismu zvířat. Je prokázáno, že navázání kovu na chelát, více či méně ovlivní všechny procesy metabolismu. Velmi významnou vlastností chelátů z hlediska jejich užití ve výživě zvířat je, že cheláty kovů udržují podstatně déle optimální hladinu mikroprvků v organismu, než anorganické minerální sloučeniny. Bioplexy jsou minerální prvky vázané na proteiny. Jedná se chelátové složky nazývané také ligandy (ŠIMEK aj. 2001).

## **2. Aplikace minerálních zdrojů**

Při aplikaci minerálně vitaminových směsí nebo premixů (MVS, MVP) je vždy nutné vycházet z obsahu makro a mikroprvků v základních objemných krmivech (siláže, seno, sláma, okopaniny), potřeb pro kategorii zvířat a produkci a reprodukční stav. Výhodná je znalost obsahu minerálních látek ve zkrmovaných krmivech a jejich stravitelnost, respektive využitelnost (MCDOWELL aj. 1992).

Požadavky na celkový denní příjem jednotlivých makroprvků se nejčastěji vyjadřují v gramech na kus a den a jejich hodnoty jsou součástí databází norem optimalizačních programů. V zahraniční odborné literatuře, především z USA, se lze setkat také s vyjadřováním požadavků na celkový denní příjem makroprvků v procentech sušiny krmné dávky. (ŠIMEK aj. 2001).

### 3. Minerální látky

Minerální látky s hlediska jejich obsahu v organismu rozdělujeme na :

Makroprvky (koncentrace je vyšší než 50 mg na kg živé hmotnosti zvířat), mezi které zařazujeme Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S

Mikroprvky, ke kterým patří Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Cr, Se, F, I

Kromě uvedených makroprvků a mikroprvků mají pro výživu zvířat význam také Sr, Ba, Cd, Pb, As, Ag, Hg, Ni, Si, V

Rostliny na písčitéch půdách mají více železa, dvojnásobek manganu a více mědi a molybdenu, než stejné rostliny na vápenatých půdách. Zelená krmiva, seno a okopaniny, mají nedostatek fosforu, přičemž vysoký až střední obsah fosforu mají krmiva živočišného původu, obilné šroty a pokrutiny. Rozhodující je způsob konzervování rostlin. Při výrobě sena se ztráty minerálních látek pohybují od 15 do 31%. Při výrobě siláží jsou ztráty podstatně nižší a pohybují se v rozpětí 1,3 až 7,7% (Ca 3,9 až 10%; P 2,4 až 12%). Obsah minerálních látek je nejvyšší v listech a v semenech rostlin. Proto právě při výrobě sena, kde se velká část listů odroluje, vznikají značné ztráty minerálních látek. Byl zjištěn úzký vztah mezi intenzivním hnojením pastvin a obsahem dusíku a minerálních látek v travních porostech. Se stoupajícím obsahem dusíku v travním porostu se zvyšuje hladina P, K, Na, Ca, Mg a snižuje se hladina Cu, Mn, Zn, přičemž největší pokles byl zaznamenán při Mn.

Z hlediska využitelnosti minerálních látek zvířaty je důležitá jejich forma chemické vazby v rostlinách. Když jsou minerální látky vázané ve formě rozpustných anorganických solí, zvířata je dobře využívají. Ca, P, Mg jsou v zrnech obilí vázané na fytin. Z této vazby mohou zvířata uvedené minerální látky využívat jen tehdy, když rostlina obsahuje dostatek fytázy, nebo když fytázu produkují v dostatečném množství mikroorganismy v předžaludcích přežvýkavců. Podobně se část Ca v cukrové řepě a luštěninách nachází ve formě šťavelanu vápenatého, čímž se snižuje jeho využitelnost. Určitá hranice koncentrace některých prvků (Sr, Cd, Pd, Hg, Ag) může způsobit depresi produkce a poruchy látkové výměny, nebo vyvolat toxikózy (SOMMER 1985).

### 3.1. Makroprvky

#### Vápník

Vápník se resorbuje převážně v tenkém střevě. Resorpce probíhá jako aktivní proces a ovlivňuje ji dostatečná acidita střevního obsahu, hladina vitamínu D, obsah fosfátů, nebo oxalátů v krmivech a parathormon. Resorbovaný vápník se vylučuje především výkaly a močí. Zvýšené vylučování vápníku močí je indikátorem dekalifikace kostí. Resorbovaný vápník se také vylučuje některými živočišnými produkty (mléko a tělo mláďat) (MCDOWELL aj. 1992).

Vápník je v zelených krmivech nejvíce obsažen v jetelovinách, v zelené řepce, luskovinách, řepkovém listě a v trávách. Obsah vápníku je však velmi variabilní a závisí především na pH půdy a vodním režimu v půdě. V suchém období přijímá rostlina mnohem více vápníku a méně fosforu z půdy. Z ostatních krmiv obsahuje mnoho vápníku především rybí a masokostní moučka, mléko, sušené cukrovarské řízky a melasa. Ostatní krmiva obsahují relativně málo vápníku (SOMMER, 1985).

#### Fosfor

Fosfor se převážně nachází v kostech a zubech. V krvi se nachází většinou v erythrocytech a je vázaný ve fosfatidech a fosfátových esterech. V krevním séru se nachází jako anorganický fosfát a je snadno využitelný pro chemickou reakci. Fosfor se resorbuje zvláště v tenkém střevě, u přežvýkavců i ve slezu. Vstřebává se jako anorganický fosfát. Přebytek iontů vápníku, hořčíku a hliníku v krmné dávce tvoří ve střevech nerozpustné a neresorbovatelné fosfáty. Je vylučován výkaly a močí, na rozdíl od vápníku závisí vylučování fosforu močí na jeho množství v krmné dávce. Koncentrace fosforu je řízena stejně jako koncentrace vápníku. Pro přežvýkavce je fosfor potřebný na rozmnožování a rozvoj bachorové mikroflóry, má vliv na produkci mléka a obsah tuku, jeho poměr k vápníku má úzký vztah k plodnosti.

Vysoký obsah fosforu mají obilniny, mlýnská krmiva a extrahované šroty. Nejvyšší obsah fosforu mají však rybí moučky. Nejméně fosforu obsahují okopaniny.

## Draslík

Je hlavním kationtem intracelulárního prostoru. Do organismu je draslík dodáván krmivou rostlinného původu a je resorbován ve střevě. Značná část draslíku se nachází v játrech a hlavně ve svalech a ve všech sekretech trávicího systému, značná část draslíku je také obsažena v mléce. Resorbovaný draslík se vylučuje močí, vylučování výkaly nebo potem je minimální. Draslík není potřeba přidávat ve formě draselných solí.

Obsah draslíku v půdě a rostlinách závisí na obsahu vody v půdě a na vegetačním stádiu rostlin. Vysoký obsah draslíku mají řepa, řepné listy, trávy, jeteloviny a extrahované šroty. Nízký obsah draslíku mají živočišné moučky a zrniny (SOMMER 1985).

## Sodík

Sodíkový iont je hlavním kationtem extracelulární tekutiny. Nepatrná část sodíku je vázáná intracelulárně. Asi 40% celkového množství sodíku je vázáno v kostech, ale je těžko mobilizovatelné. Poměrně vysoká koncentrace sodíku je ve svalech a v játrech. Zvířata získávají sodík hlavně ve formě NaCl z potravy rostlinného a živočišného původu. U přežvýkavců se resorbovaný sodík dostává zpět do trávicí soustavy slinami – bacherová tekutina se stává určitou rezervou sodíku.

Obsah sodíku v půdě je relativně nízký a v rostlinách velmi kolísá. Nízký obsah sodíku mají zrniny, extrahované šroty a brambory. Vysoký obsah sodíku mají živočišné moučky, kvasnice, řepa a řepné skrojky (SOMMER 1985).

## Hořčík

Nedostatek i nadbytek hořčíku působí nepříznivě na živočišný organismus. Určování normální koncentrace hořčíku je možné jenom jeho pravidelným přísunem v krmivu. Využitelnost přijatého hořčíku je velmi důležitá, protože s věkem zvířat se snižuje. Resorpce probíhá převážně v tenkém střevě.

V rostlinách je obsah hořčíku velmi rozdílný a závisí na vegetačním stádiu a druhu půdy. Mladé rostliny mají vyšší obsah hořčíku. V mokřích rocích je obsah hořčíku v travách nižší. Vysoký obsah hořčíku mají olejniny, extrahované šroty a otruby, naproti tomu brambory mají nízký obsah a řepa přiměřený obsah hořčíku.

## Chlór

Je hlavním aniontem extracelulární tekutiny. Skoro 1/5 celkového množství chlóru se nachází ve formě organických sloučenin. Vyskytuje se především v krvi, podkožním vazivu, ve svalech a v játrech. Hospodářská zvířata přijímají chlór prakticky vždy ve formě chloridu, převážně chloridu sodného.

## Síra

Síra se v živočišném těle nachází ve formě organických sloučenin. Je součástí aminokyselin obsahující síru, je strukturální součástí některých vitamínů. Je přítomna ve všech buňkách a hraje důležitou roli v oxidoredukčních procesech. Většina krmných dávek obsahuje víc než jeden gram S na jeden Kg sušiny což stačí na pokrytí potřeby zvířat.

## 3.2. Mikroprvky

### Železo

Potřeba železa pro skot se plně kryje krmivem. Resorbce železa záleží na věku, stupni zabezpečení organismu železem, stavu trávicí soustavy, druhu přijímaného krmiva, složení krmné dávky a přítomnosti dalších minerálních látek. Kromě okopanin a mléka je v krmivech přebytek železa. Nedostatek železa mají zpravidla pouze selata.

### Mangan

Je nenahraditelný mikroprvek pro organismus zvířat. Ukládá se v játrech, pankreasu, ledvinách, kostře a srsti. Krmiva obsahují dostatek manganu. Nejvíc ho mají objemová krmiva a olejniny, méně zrniny a nejméně krmiva živočišného původu (SOMMER 1985).

### Měď

Je nenahraditelný mikroprvek pro přežvýkavce. Využití mědi závisí na složení krmné dávky a na fyziologickém stavu organismu (MCDOWELL aj. 1992). V některých oblastech se může vyskytnout nedostatek mědi ve výživě přežvýkavců. Při přebytku vznikají otravy zvířat (SOMMER 1985).



## Kobalt

V živočišném organismu se kobalt nachází v mnohých tkáních a orgánech – nejvíce kobaltu je obsaženo v játrech, svalech, slezině a plicích. Množství kobaltu v organismu závisí na jeho obsahu v krmivu. Je účasten na krvetvorných procesech (MCDOWELL aj. 1992). Vysoký obsah kobaltu mají výlisky, nízký obsah obilniny (SOMMER 1985).

## Jód

Biologický význam jódu je znám velmi dlouho. Jeho potřeba pro živočišný organismus závisí na mnoha faktorech jako je druh zvířat, plemeno a fyziologický stav. Nejvíce jódu obsahuje štítná žláza (LICHOVNÍKOVÁ aj. 2004).

## Molybden

Množství molybdenu nacházející se v krmivech rostlinného a živočišného původu stačí většinou krýt potřebu hospodářských zvířat. V praxi nedochází k deficitu molybdenu, ale častěji se vyskytuje jeho nadbytek – molybdenová toxikóza (MCDOWELL aj. 2004).

## Selen

Je to mikroprvek, jehož biologický význam byl objasněn až v posledních 20-ti letech. Resorpce selenu a jeho sloučenin se uskutečňuje ve dvanáctníku a závisí na složení krmné dávky, resorpci bílkovin a na přítomnosti jiných elementů, které mají antagonistický vztah k selenu (síra) (MCDOWELL aj. 1992).

## Chróm

Je znám jako esenciální stopový prvek. Význam chrómu je v jeho nedílné složce faktoru tolerance glukózy (MCDOWELL aj. 1992).

## Závěr

Chovatel má v dnešní době velký výběr možností, jak zajistit zvířeti dostatečný přísun makroprvků a mikroprvků, které chybí v běžné krmné dávce. Krmivářský průmysl vyrábí velkou škálu minerálních krmných přísad (MKP). Chovatel si může minerální krmivo vybrat pomocí katalogu krmiv, kde je popsáno přesné složení

každého krmiva. Musí zvážit jeho cenu a využitelnost pro zvíře. Makro a mikroprvky musí být podávány v přesných dávkách, aby nedocházelo k nemocem v důsledku nedostatku nebo naopak přebytku některého prvku.

#### 4. ZINEK

Zinek je nevyhnutelným prvkem pro život rostlin i zvířat. Důkaz o biologické funkci zinku byl popsán v experimentálním nedostatku tohoto prvku na krysách TOOD et al., (1934). Za dalších 20 let byl deficit zinku popsán u prasat jako příčina parakeratózy kůže prasat (TUCKER a SALMON, 1955). Poruch deficitu zinku u drůbeže (slabý růst, špatné opeření a nedostatečný vývoj kostí)(O'DELL a SAVAGE, 1957; O'DELL et al., 1958).

Klinický nedostatek zinku byl poprvé diagnostikován u lidí v 1960s (PRASAD et al., 1961) a vzácný dědičná choroba "zánět kůže na končetinách enteropathica" souvisela s neschopností k absorbovat adekvátní množství zinku z normální diety MCDOWELL (1992).

V rostlinách se zúčastňuje oxido-redukčních procesů, tvorby chlorofylu a auxinu (růstové látky) a syntézy aminokyseliny tryptofanu. Průměrný obsah zinku v pastevním porostu je 30 - 50 mg na kg sušiny. Na zinek jsou bohaté semena trav a vikvovitých rostlin. Semeno bobu nebo hrachu obsahuje 30 mg zinku v původní hmotě, odrůda hrachu zahradního až 62 mg. Bob koňský obsahuje faktor, který ztěžuje retenci železa a zinku. Při zkrmování vyšších dávek bobu je proto třeba krmivo doplnit vyváženým poměrem mikroprvků. Podíl bobu v krmné dávce by neměl převyšovat 10 % (ČUPKA aj. 1990). Řepka rovněž obsahuje větší množství zinku ZEMAN, 1991, BELL aj. (1988) ve svém pokuse na prasatech zjistili, že při krmení odrůdou řepky Canolou je v krevním séru prasat nižší hladina zinku.

V zrně se zinek soustřeďuje převážně v endospermu. Na zinek jsou bohaté pšeničné klíčky, které obsahují 115 mg zinku na kg původní sušiny, dále ječný sladový květ (126 mg) a pšeničné otruby s obsahem 90 mg (ZEMAN, 1991). Krmení pšeničnými otrubami má však negativní vliv na využití vápníku a zinku z krmné dávky (BAGHERI a GUÉGUEN, 1985). Extrahované šrotky a pokrutiny obsahují v průměru 70 mg zinku.

Ze živočišných krmiv je na zinek velmi bohatá kostní moučka, která obsahuje 105 - 125 mg zinku. Masokostní moučka obsahuje 80 - 100 mg zinku podle obsahu tuku. Vysoký obsah zinku je také obsažen v rybí moučce.

Mezi krmiva s vysokým obsahem zinku můžeme zařadit i kvasnice. Sulfitové kvasnice obsahují 90 mg zinku, torula 99 mg v původní hmotě (ZEMAN, 1991). V zootechnické praxi je třeba množství zinku v krmné dávce kontrolovat především ve výživě prasat a drůbeže, kde je možnost primární i sekundární deficiencie tohoto prvku.

Vstřebávání zinku v trávicím ústrojí je pravděpodobně regulováno, podobně jako je tomu u železa, buňkami střevní sliznice. Ke vstřebávání zinku dochází největší měrou v tenkém střevě. Zinek je z krmiva transportován do střevní buňky aktivně pomocí transportních proteinů přes kartáčkový lem buněk. Při zvýšeném obsahu zinku může být tento proces díky nízkomolekulární hmotnosti přenášených ligandů podpořen také difúzním procesem. Část přijatého zinku je přímo transportována do plazmy, ale převážná část přijatého zinku je zachycena v cytosolech střevních buněk, které slouží jako zásobárna. Podle WALLWORK aj. (1981) je zinek transportovaný do plazmy přibližně z 15 % pevně vázán na makroglobulin, v malém množství je vázán na aminokyseliny a většina je vázána na albumin. V buňce se podstatná část zinku nachází v cytosolu, část zinku je vázána na thionein, nízkomolekulární protein s vysokou schopností vázat zinek a měď za vzniku metalothioneinu (MT). Jak uvádí GOLDEZ a VALLEE (1983), působí MT v buňce jako autoregulační nitrobuňčný tlumič pro zinek a měď. Je-li zvýšena hladina volného zinku nebo mědi v buňce, dochází k zaplavení již existující zásoby thioneinu a volné kovy mohou vejít v interakce s jinými proteiny, které působí jako vyrovnávací faktory. Tyto proteiny se spojují s MT geny a indikují syntézu thioneinu. Podle RUCKERA *et al.*, (1994) je tvorba thioneinu regulována do jisté míry i hormonálně. Uvádí na základě výzkumu jaterního metabolismu, že syntéza thioneinu při zvýšeném výkonu jedince a při stresu je ovlivňována hormony adrenalinem, glukagonem a kortikoidy. Nově vytvořený thionein se váže s volným zinkem či mědí a utlumí zvýšenou hladinu těchto prvků v buňce. Při klesání zvýšené hladiny se také brzdí syntéza thioneinu. Zinek z MT je uvolněn při degradaci proteinu v lysozomech. Měď či zinek mohou být alternativně použity přímo z MT jako ligandy pro tvorbu metaloenzymů a nebo ostatních metaloproteinů. Pravděpodobná se jeví též možnost sekrece zinku vázaného v MT přímo do plazmy.

KIRSHGESSNER a WEIGAND (1992) uvedli jako další nosič zinku během jeho transportu střevní stěnou CRIP (Cystine rich intestinal protein). Autoři zjistili, že 40 % resp. 14 % zinku bylo vázáno v CRIP a 4 % resp. 59 % v MT u krys krmených deficitní dávkou resp. odpovídající dávkou zinku.

Proces absorpce spočívá v rychlém postupu zinku do buněk sliznice a v jeho poměrně pomalém transportu do krevního řečiště. Resorbovaný zinek se transportuje do jater, sleziny a slinivky, kde se vytváří mobilizovatelná rezerva. Stravitelnost je závislá na složení směsi. Obecně se uvádí, že nejvyšší stravitelnost zinku je z krmiv mléčného původu, kasein vstřebávání zinku zvyšuje.

Potřeba zinku závisí na věku, rychlosti růstu, pohlaví, typu diety, hladině mědi a vápníku v dietě i na zdroji zinku (ZEMAN aj., 1988). MILLER a KORNEGAY (1983) autoři se zabývající využitelností zinku z různých zdrojů uvádí rozdíly při použití organických a anorganických zdrojů. Obecně se udává stravitelnost organických sloučenin zinku vyšší než stravitelnost anorganických sloučenin. Je známo, že stopové prvky jsou nejlépe využitelné (z anorganických forem) ve formě síranů, které však nemohou být použity ve větší míře, protože snižují účinek lipofilních vitamínů. Podle výsledků WEDEKINDA aj. (1992), je relativní využitelnost zinku z použitých zdrojů ve srovnání se síranem zinečnatým následující:  $ZnSO_4$  100 %, ZnMet (zinek ve vazbě s metioninem) 117 % a ZnO 61 %. Opačného názoru jsou HILL aj. (1986), kteří na základě svých pokusů připisují  $ZnSO_4$  a ZnMet stejnou biologickou hodnotu. V tabulce č. 3 jsou uvedeny podle JONGBLOED *et al.* (2002) hodnoty využitelnosti z různých zdrojů zinku.

V krvi je zinek ze 75 % vázán v plazmě (především na bílkovinách), z 22 % na erythrocytech a ze 3 % na leukocytech PRASAD (1982). Po intravenózním podání Zn mizí rychle z krve a objevuje se ve vysoké koncentraci v pankreatu, játrech, slezině, ledvinách a pouze v nízkých koncentracích ve svalech a v mozku HÁP a ZEMAN (1995) HÁP a ŠIMEČEK (1994).

Zinek, který se nachází v plazmě, játrech, pankreatu a v kostře, tvoří rychle metabolizovatelný rezervní fond. Při nedostatku v krmné dávce se zinek z těchto orgánů odčerpává, přičemž se koncentrace ve svalech a v mozku nemění. Při akutním deficitu zinku rychlost jeho odčerpávání nekompensuje potřebu a vznikají příznaky deficiencie (ANKE *et al.*, 1995, 2002).

Vstřebaný zinek postupuje z krevní plazmy do kostry (a lokalizuje se v centrech mineralizace), do jater a jiných měkkých tkání. Při perorální aplikaci Zn není stupeň jeho akumulace ani rychlost metabolismu v různých tkáních stejná. Vrchol aktivity  $^{65}\text{Zn}$  v játrech přežvýkavců se po perorální aplikaci objevuje za 1 - 3 dny. Pak 2 - 4 týdny aktivita  $^{65}\text{Zn}$  rychle klesá a na konec je její klesání plynulejší. Za stejných podmínek se  $^{65}\text{Zn}$  hromadí v erythrocytech, svalech a kostech během několika týdnů po perorálním podání. Při intravenózní aplikaci  $^{65}\text{Zn}$  má jeho časová dynamika za stejných zákonitostí jiný charakter.

Zinek v plazmě nebo zinek vázaný v bílkovinách je přímým zdrojem tohoto prvku pro mléko, ve kterém se nachází buď ve stabilních nebo labilních komplexech s kaseináty. Asi 10 % zinku v mléce tvoří ultrafiltrovatelné frakce. V tuku a v albuminech je vázáno jen bezvýznamné množství zinku, v mlezivu je jeho koncentrace třikrát až pětkrát vyšší než v mléce.

Účinný homeostatický mechanismus pro zinek funguje tedy na úrovni střeva, homeostáze se udržuje změnami hodnoty absorpce a endogenní fekální exkrece zinku (SWINKELS *et al.*, 1994).

V organismu je zinek uložen značně nerovnoměrně. SOVA (1981) uvádí, že množství zinku v organismu se pohybuje od 20 do 30 g na 1 kg sušiny. Podle GEORGIEVSKÉHO aj. (1982) obsahuje tělo novorozeného telete asi 500 mg zinku, selete 24 - 25 mg a tělo vylíhnutého kuřete 0,35 - 0,40 mg. Koncentrace zinku v těle se zvyšuje v raném období postnatálního vývoje (u kuřat první 2 týdny, u prasat 4 týdny, u telat 3 měsíce) a pak zůstává přibližně na stejné úrovni.

Nejvíce zinku se nachází v kostní tkáni, játrech, kůži a srsti, resp. peří. VRZGULA a kol. (1990) uvádí, že nejvíce zinku obsahují sítnice a duhovka oka. Koncentrace zinku ve vnitřních orgánech není stálá, ale závisí na věku, pohlaví a úrovni minerální výživy zvířat. Přibližné rozdělení zinku v organismu je toto: v kostře 28 %, v játrech a kůži 7 - 8%, v krvi 2 - 3 % a v ostatních orgánech 16 - 18 % (GEORGIEVSKIJ aj. 1982). Vysoká koncentrace zinku v kostech souvisí s jeho účastí na mineralizaci. Je uložen v Haversových systémech na místech spojení nekalcifikované preosifikované tkáně a neokalcifikované kosti. Působí jako kovová složka alkalické fosfatázy při krystalizaci a nukleaci kostí. Důsledkem karence zinku je narušená osteogeneze. Postižené bývají hlavně embrya, jejichž kostra je deformovaná, rourovité kosti, hlavně stehenní, jsou zkrácené, hrudní obratle jsou srostlé, poruchy jsou i při formování lebky (SWINKELS *et al.*, 1994).

V neporušené krvi zvířat je koncentrace zinku průměrně 0,25 - 0,60 mg a v plazmě 0,1 - 0,2 mg na 100ml, přičemž se však vyskytují odchylky podle věku a druhu.

V plazmě se zinek nachází ve dvou formách: pevně vázaný (v globulinech) a labilně vázaný (v albuminech) v poměru asi 1 : 2. Zinkoglobulinové komplexy mají pravděpodobně fermentativní funkce a zinkoalbuminový komplex uskutečňuje transport zinku.

Změny koncentrace v důsledku věku se nejvýrazněji projevují v kostech (s přibývajícím věkem se koncentrace zinku zvyšuje), v kůži a srsti (koncentrace zinku klesá). Méně výrazná je věková dynamika zinku v játrech, svalech a jiných orgánech. Na hladinu zinku v krmivu nejvíce reaguje krev, kosti, játra, pankreas a gonády.

Zinek, který se nachází v plazmě, játrech, pankreasu a v kostře, tvoří rychle metabolizovatelný rezervní fond. Při jeho nedostatku v krmné dávce se zinek z těchto orgánů odčerpává, přičemž se jeho koncentrace ve svalech nebo v mozku nemění. Při akutním nedostatku zinku nekompensuje rychlost jeho odčerpávání potřebu a vznikají příznaky deficiencie.

Účinný homeostatický mechanismus pro zinek funguje tedy na úrovni střeva, homeostáze se udržuje změnami hodnoty absorpce a endogenní fekální exkrece zinku (GEORGIEVSKIJ aj. 1982).

Zinek má význam jako složka nebo aktivátor důležitých enzymů a hormonů. Zinek je interakčně spojen s jinými minerálními prvky. Metabolismus zinku v organismu souvisí s metabolismem železa, mědi, manganu, kobaltu a molybdenu. Jestliže je měď používána jako růstový stimulátor, můžou se u prasat krmených dietami založenými na rostlinných proteinech objevit příznaky deficiencie zinku, pokud dotace zinku není dostatečná. Naopak při krmení směsí bohatou na zinek, ale s nedostatkem mědi, existuje nebezpečí anémie. Antagonistická vzájemná závislost při absorpci zinku a mědi spočívá v jejich vzájemné konkurenci při absorpci v zažívacím traktu (ANKE *et al.*, 1995, 2002).

Zvýšení koncentrace Ca a kyseliny fytové zvyšuje potřebu Zn, kyselina fytová nepříznivě ovlivňuje využitelnost zinku. Zvýšení obsahu Ca v dietě zvyšuje vylučování Zn močí (BEARDSLEY a FORBES, 1957). Železo může působit jako antagonist zinku při "léčbě" parakeratózy (HOEFER aj. 1960) a vysoká hladina Zn může mít depresivní vliv na využití železa v dietě (COX a HALE, 1962), avšak žádný z těchto předpokladů nebyl demonstrován v praxi.

Krmení suchou směsí podporuje výskyt parakeratóz více než mokré krmení (LEWIS aj. 1957) a je pravděpodobné, že je to způsobeno hydrolyzou fytátu v dietách, kterou jsou navlhčeny (FRAPE aj. 1979). Využitelnost zinku z mléka je vyšší než ze sojového extrahovaného šrotu.

Deponace zinku probíhá v době nitroděložního růstu exponenciálně. Podle KIRCHGESSNERA *et al.* (1981) představuje retence zinku v 80 dní březosti průměrně 3 mg za den, zatímco těsně před porodem se ve vrhu zadržuje denně 20 mg. Celkem se v gravidní děloze deponuje 271,4 mg zinku, z čehož podle HANSARD (1970, cit. GEORGIEVSKIJ aj. 1982) připadá na plody 214,4 mg, na placentu 55,8 mg a na placentární tekutinu 1,4 mg.

Největší podíl zinku využívají sající selata. Podle poznatků PALLUDANA a WEGGERA (1976), které získali radioizotopovými výzkumy, je absorpce u selat v rozpětí 81,7 - 88,7 % (24 hodin po aplikaci <sup>65</sup>Zn) a nezávisí na stavu zásob zinku v organismu narozených selat. Po odstavu selat je retence zinku nižší. V pokuse se selaty s průměrnou živou hmotností 21,8 kg zjistil LEIBTSEDER (1971), že při krmení běžnými krmivy (50 % ječmene, 19,5 % kukuřice, 11,25 % rybí moučky, 8,9 % pšeničných otrub a různé přísady) představuje retence zinku v průměru 39 %.

V pokuse BERRY aj (1961) s vepří s hmotností 21 kg zjistili, že z krmné dávky, obsahující 29 mg zinku, 5,9 g vápníku a 5,5 g fosforu v sušině se zinek využívá přibližně z 27 %. V pokuse, ve kterém se k základní krmné dávce přidávalo 71 mg zinku v podobě síranu zinečnatého, byla retence vyšší - kolem 31 %. Je třeba poznamenat, že absorpce zinku se zjišťovala 5 týdnů od počátku experimentu, tedy získané hodnoty retence charakterizují prasata s hmotností přibližně 35 kg. Zatím je málo údajů o retenci zinku u prasnic. V pokusech s březími prasnicemi ve věku 12 měsíců pomocí radioaktivního zinku zjistil HANSARD (1970, cit. GEORGIEVSKIJ aj. 1982), že skutečná absorpce tohoto prvku představuje 10 %.

LEIBTSEDER (1971) v pokusech s rostoucími prasaty uvádí, že ztráty endogenního zinku v moči představují 0,13 mg za 24 hodin. Podle údajů BERRYho aj. (1961) však tyto ztráty nepřevyšují 0,4 % z denního přívodu zinku. V pokuse HANSARDA (1970, cit. GEORGIEVSKIJ aj. 1982), který březím prasnicím intravenózně aplikoval <sup>65</sup>Zn, se v moči vyloučilo 0,2 % injektované dávky.

Poměrně velké množství zinku se vylučuje v mléce kojících prasnic. Podle některých údajů se koncentrace zinku v mléce prasnic mění od 5 do 66 mg.kg<sup>-1</sup>. V práci PALLUDANA a WEGGERA (1976) se poukazuje na to, že když se prasnici

během březosti a laktace krmí krmná dávka s obsahem 24 - 25 mg zinku v 1 kg sušiny, představuje koncentrace zinku v mléce přibližně 7 - 8 mg. Při produkci 5 kg mléka za den se tedy v mléce vylučuje přibližně 35 - 40 mg zinku.

Při nedostatku přívodu zinku v krmné dávce nebo při jeho špatném využívání můžeme u prasat pozorovat ztrátu chuti ke žrádлу, zaostávání v růstu, zvýšení spotřeby krmiva na kg přírůstku, poruchy metabolismu tuků, sacharidů a bílkovin a poruchy reprodukčních schopností samic a samců (POND aj. 1985).

Při deficitu zinku se u kanců snižuje vylučování hypofyzárních gonadotropinů, androgenu a testosteronu, dochází k atrofii varlat, poruchám spermiogeneze a zpomaluje se vývoj primárních a sekundárních pohlavních znaků. Zinek se podílí i na motilitě a penetraci spermií. U prasnic je zinek potřebný při syntéze prostaglandinů a kyseliny arachidonové. Ovlivňuje regulační mechanismus vylučování prolaktinu z předního laloku hypofýzy a kontrakce děložního svalstva při porodu. Nedostatek zinku u březích prasnic zapříčiňuje zpomalení vývoje plodu, kongenitální malformace, nepravidelné a těžké porody, sníženou laktaci a nízkou životaschopnost narozených mláďat. Nepříznivý vliv na vývoj pohlavních žláz může být způsobován zinkem i dodatečně tak, že deficit Zn redukuje produkci gonadotropinu a následně pak produkci androgenu. Omezené údaje o vlivu Zn na prasnice ukazují, že suboptimální hladiny zinku snižují velikost vrhu a obsah zinku v tkáních selat. HOEKSTRA aj. (1967) nezaznamenal žádné abnormality ve vývoji plodu nebo chování matky. MILLER aj. (1968) popisuje abnormality kostry nalezené u plodu způsobené buď deficitem zinku nebo manganu a redukce velikosti a síly femuru u selat deficitních na zinek, ale tento vliv se zvětšuje při limitovaném krmení. Rostoucí prasničky a kanečci mají vyšší potřebu zinku než kastráti a je to způsobeno jejich vyšší potřebou proteinu (nutno si uvědomit, že Zn působí v metabolismu nukleových kyselin a proteinu). Hladina zinku v mléce je při jeho nedostatku snižena, což se nepříznivě projevuje ve vývoji mláďat. Snížený obsah zinku v krmné dávce prasnic snižuje velikost vrhu a obsah zinku v tkáních mláďat. Deficit zinku rovněž potlačuje všechny etapy pohlavního cyklu (LAMAND a PERIGAUD, 1973).

TUCKER a SALMON (1955) poprvé popsali, že doplněním zinku do krmné dávky lze předcházet nebo léčit parakeratózu. Prasata onemocní parakeratózou při primárním nebo sekundárním deficitu zinku. Parakeratóza je akutní nebo chronické onemocnění epidermální vrstvy kůže charakterizované parakeratózními změnami. Nejčastěji postihuje prasata ve věku 2 - 4 měsíce, resp. v hmotnostní kategorii 40 -



50 kg, méně často mladší nebo starší zvířata. Úmrtnost může dosáhnout až 100 % (VRZGULA aj. 1990). Příčinou parakeratóza může být nedostatek živočišné bílkoviny, vitamínů (především vit. A) a sloučenin vápníku a zinku. Nemocí jsou postižena selata brzy po narození, nejčastěji 2 - 5 den života, méně často 2 - 3 týden.

Někteří autoři (GABRAŠANSKI a NEDKOVA, 1975) připisují nemoci endemický charakter. Podstatou změn kůže, srsti a rohoviny paznehtů při deficitu zinku je nadměrná tvorba nedostatečně zrohovatělého keratinu, přičemž epidermální buňky mají buněčná jádra i v nejvyšších vrstvách epidermu. Při nedostatku zinku se snižuje aktivita metaloenzymů, narušuje se proteosyntéza, mineralizace kostní tkáně a vznikají poruchy reprodukce.

Klinické příznaky parakeratózy u prasat začínají sníženou chutí k žrádlu, zpomalením růstu, hubnutím a parakeratózními změnami na kůži. Na kůži se vytváří červenavé skvrny, na kterých se rychle vyvíjí pupence velikosti čočky. Skvrny a pupence spolu splývají. Toto makulopapulózní stadium se lokalizuje na břicho, vnitřních stranách stehen, uších a rypáku. Pupence se za několik dní mění na červenohnědé keratinové chrasty, které lze pozorovat nejdříve na distálních částech pánevních končetin, odkud se šíří na perineum, hřbet a další část těla. Kůže ztrácí elasticitu, praská a v důsledku sekundární infekce se často tvoří abscesy. Kožní změny jsou provázeny svěděním. U prasat kromě změn na kůži zjišťujeme kratší stehenní kost a u mladých kanců. Průběh onemocnění je subakutní nebo chronický. Mění se podle rozsahu kožních afekcí a složení krmné dávky, resp. podle přísunu zinku v krmivu. Lehké případy se mohou do 14 dnů úplně vyléčit, zatímco při kožních formách trvá onemocnění 6 - 8 týdnů. Diagnóza se stanoví na základě klinických příznaků, histologického vyšetření a snížené koncentrace zinku v krevním séru (pod 12  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ). Nemocným prasatům se přidává do krmiva oxid, síran nebo uhličitán zinečnatý v dávce 0,5 g na kus a den během 3 - 4 týdnů. Prevence spočívá v aplikaci těchto minerálních doplňků v poloviční léčebné dávce během potencionálního nebezpečí vzniku onemocnění. Prevence vyžaduje i optimální příjem vápníku a zinku v krmné dávce. Pro krmnou dávku prasat by tento poměr měl být 1 : 120 (VRZGULA aj.1990). Po zjištění, že nedostatečné zásobování prasat zinkem zapříčiňuje parakeratózu, se uskutečnilo mnoho pokusů, jejichž cílem bylo určit optimální koncentraci tohoto stopového prvku v krmivech a krmných dávkách pro různé věkové skupiny prasat.

Publikované údaje o této problematice shrnuje GEORGIEVSKIJ aj. (1982) takto:

1. Nejcitlivější na deficit zinku jsou selata do věku 12 - 15 dnů. Krmné dávky sestavené z přirozených krmiv a obsahující 50 - 100 mg zinku v přepočtu na 1 kg sušiny obvykle pokrývají požadavky zvířat na tento mikroprvek.
2. Rostoucí prasata starších věkových skupin (s hmotností 20 - 90 kg) bývají postihnuta parakeratózou zpravidla tehdy, je-li koncentrace zinku v jejich krmné dávce menší než 30 mg.kg<sup>-1</sup>. Onemocnění v důsledku deficiencie zinku se obvykle nevyskytují tehdy, když se v 1 kg sušiny krmné dávky nachází 40 mg a více zinku.
3. Potřeba zinku pro prasata se zvyšuje, jestliže je v krmné dávce zvýšený nebo nadměrný obsah vápníku. Pokud se v krmné dávce nachází více než 1 % vápníku, je třeba koncentraci zinku zvýšit na 70 - 100 mg.kg<sup>-1</sup>.

Bylo zveřejněno mnoho prací, ve kterých se poukazuje na vysokou účinnost přísad zinečnatých solí do krmných dávek s deficitem tohoto prvku. Tento názor potvrzují i výsledky vědeckovýzkumného pokusu LIPTRAPA aj. (1970), který byl prováděn s prasničkami, vepři a kanci. Pokusná zvířata dostávala zkoušené krmné dávky od dosažené živé hmotnosti 14,6 kg až do skončení výkrmu (tj. do hmotnosti 93,3 kg). Základní krmná dávka se skládala z kukuřice, sojové moučky, minerálních přísad a premixů. V přepočtu na 1 kg sušiny se v této směsi nacházelo 0,7 % vápníku, 0,45 % fosforu a 22,4 mg zinku. Zvýšení koncentrace zinku v krmné dávce se dosáhlo přidáním oxidu zinečnatého. Přitom se dosáhlo zvýšení příjmu krmiva o 45 % a průměrných denních přírůstků až o 80%, i když spotřeba krmiva na kg přírůstku byla ve všech skupinách stejná. Při zkrmování krmné dávky se zvýšeným obsahem zinku (v porovnání s kontrolní skupinou) (53 a 80 mg.kg<sup>-1</sup>) nebyl zaznamenán ani jeden případ onemocnění parakeratózou. V kontrolních skupinách, kde zvířata dostávala základní krmnou dávku s obsahem 22 mg zinku na kg sušiny se zjistila parakeratóza u 4 kanců a 3 prasniček ze 7 zvířat v každé skupině. Při obohacení krmné dávky zinkem se několikanásobně zvýšila jeho koncentrace v krvi a rovněž se v ní zvýšil i obsah alkalické fosfatázy.

VRZGULA aj. (1990) udává, že potřeba zinku na kg sušiny je 40 - 50 mg. Se zvyšujícím se obsahem vápníku v krmné dávce rostou nároky na zinek a mohou dosáhnout až 100 mg.kg<sup>-1</sup> sušiny krmiva.

Rozpětí mezi biotickou a toxickou dávkou zinku je velmi široké, proto je v praxi jeho přebytek v krmné dávce málo pravděpodobný. Může vzniknout jen v důsledku

uskladnění vlhkých krmiv v pozinkovaných nádobách nebo při předávkování solí aplikovaných ve formě premixů. Prasata snášejí bez následků i 20 - 30 násobné dávky zinku (GEORGIEVSKIJ aj. 1982).

Podle MILLERA a KORNEGAYE (1983) působí toxicky dávka 2 000 mg zinku ve formě uhličitanu, ale z jiného zdroje (např. ZnO) toxický není.

V příloze k vyhlášce federálního ministerstva a výživy č. 117/1987 Sb. je nejvyšší přípustné množství zinku v celkové krmné dávce 250 mg.kg<sup>-1</sup>. Jelikož zinek není uveden v direktivách EHS ani v příloze č.5 zákona o krmivu v SRN, navrhuje HABRDA (1991) zařadit nejvyšší přípustné množství zinku do přídatných (aditivních) látek, nikoliv do škodlivých.

Při akutních otravách zinkem se zvyšuje jeho obsah v játrech a v mléce, projevuje se malátnost, snižuje se chuť k žrádлу, objevují se průjmy, anémie (následkem porušení metabolismu mědi). Po vyloučení zinku z krmné dávky a doplnění solí železa a mědi se toxikóza rychle ztrácí (GEORGIEVSKIJ aj. 1982).

## 5. EU - stopové prvky (zinek)

Komise přijala nařízení č. 1334/2003 ze dne 25 června 2003, ve kterém se dotkla povolených látek a skupin stopových prvků, jejich formy a jejich způsobu aplikace do krmných dávek zvířat. Tyto změny byly provedeny především na základě názoru The Scientific Committee on Animal Nutrition (SCAN), který do Evropské komise doručil „opinion“ na použití mědi a zinku v krmivech ze dne 19. února 2003 a ze dne 14 března 2003 respektive.

Pro běžné praktické použití upozorňujeme, že došlo například u zinku ke snížení do doby tolerované maximální hladiny zinku v krmných směsích pro zvířata z 250 mg/kg na hodnotu 150 mg/kg - viz následující tabulka:

V EU (a Švýcarsku) jsou v krmných směsích povoleny tyto maximální dávky:

Zn všechny druhy hospodářských zvířat	150 mg/kg
zájmová zvířata	250 mg/kg
(mléčné náhražky	200 mg/kg)

Cu prasata do 12 týdnů	170 mg/kg
nad 12 týdnů	25 mg/kg
jatečná telata	35 mg/kg
ovce	15 mg/kg
ostatní druhy zvířat	25 mg/kg

S ohledem na směrnici Rady 70/524/EHS ze dne 23. listopadu 1970 o doplňkových látkách v krmivech (1) a zejména na článek 3, čl. 9d odst. 1 a čl. 9e odst. 1 uvedené směrnice s ohledem na nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 ze dne 22. září 2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat (2) a zejména na článek 25 uvedeného nařízení se mohou měnit některé limity týkající se aditiv. Tyto změny mohou být prováděny obvykle jen na základě vědeckých poznatků a za souhlasu většiny členských zemí EU.

Proto celkem překvapuje, že v roce 2005 Dánsko opět povolilo používání ZnO v množství do 3 000 mg/kg jako růstový stimulátor pro selata. Toto rozhodnutí je pro odborníky překvapivé především proto, že jsme byli po celý rok 2005 připravováni na situaci co se stane, až nebudeme moci aplikovat antibiotika jako růstový stimulátor a přitom zůstanou povolené hladiny stopových prvků podle 1831/2003. Nečlen Evropské unie (Švýcarská federace) se rozhodla posílit výzkum v oblasti stopových prvků vzácných zemin (lanthanidy) tabulka č.4, v roce 2005 začala s propagací tohoto problému PRAUSEOVÁ (2005) jak v Německu, tak v Rakousku, ale i v České republice.

## 6. Aktuální problémy s aplikací zinku do krmných dávek

V platné vyhlášce Ministerstva zemědělství ČR je nejvyšší obsah zinku v kompletním krmivu stanoven na  $250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . V praxi se však tento limit překračuje. Od doby, kdy se v krmných směsích pro prasata omezilo používání stimulátorů růstu a antibiotik, narůstá v zemědělské praxi počet chovatelů prasat, kteří vliv těchto aditiv na zdravotní stav zvířat a především na složení mikroflóry trávicího traktu kompenzují vysokými dávkami zinku v dietách selat. I když je povinností chovatelů aplikovat směsi s vysokou hladinou zinku pouze krátkodobě,

mnoho z nich překračuje množství i délku zkrmování těchto směsí. Výsledkem pak bývají tyto nejčastější problémy :

- vysoké vylučování zinku z těla – následuje-li po předchozím zkrmování směsí s vysokým obsahem zinku směs ze standardním obsahem zinku, dochází často k problémům, projevující se jako parakeratóza
- občasné kulhání selat a chovných prasat, kterým byla dlouhodobě poskytována vysoká hladina zinku, pak krmena směs se standardním obsahem Zn a ke konci odchovu (výkrmu) byla krmena směs s vysokým obsahem vápníku.
- poškození jater - projevuje se zabavením jater na jatkách při veterinární prohlídce (bílé skvrny na jaterním parenchymu)
- ovlivnění půdní úrodnosti - pokud se výkaly od prasat krmených vysokou dávkou zinku použijí k hnojení – problém s úhynem půdních mikroorganismů tzv. zhoršení půdní úrodnosti
- špatný kompost – popíšeme případ, kdy kompost slouží k likvidaci podestýlky a kejdy prasat. Ve Vyhlášce MZe týkající se kompostování je uvedena maximální hladina zinku 300 mg/kg sušiny kompostu. Zdánlivě je to velmi vysoký limit, který lze snadno dodržet. Opak je pravdou jak dokladujem v v příkladu tabulka č.8 a tabulka č.9. Pokud chovatel chce likvidovat (zusuščit) výkaly (kejdu) prasat jako kompost, velmi často překračuje tento limit (dosahuje se obvykle hladiny okolo 360-500 mg Zn/kg sušiny kompostu) a pak takto vyrobený kompost nesmí být vyvezen na pole. Pokud se chovatel snaží zředit hladinu zinku v kompostu (např. slámou nebo podestýlkou), tak se zase sníží hladina dusíku v něm a opět takový „kompost“ nesmí být vyvezen na pole. Tento problém lze řešit jedinec cestou snížení obsahu (špatně stravitelného) anorganického zdroje zinku v krmné dávce a nahradit jej lépe stravitelnou organickou formou.
- výskyt parakeratózy – selata a prasata v předvýkrmu jsou nejcitlivější na výskyt parakeratózy. Prakticky se to projevuje tak, že u mladých selat pozorujeme na uších krevní sraženiny, zaschlou krev, boláky a nebo strupy. U prasat okolo 30 kg se objevuje vyrážka na kůži, horší příjem krmiva a nízké přírůstky. Obvyklou příčinou bývají nekvalifikované zásahy do krmné dávky jak zootechniky, tak veterináři. Když se objeví výše popsané problémy, požadují chovatelé nejčastěji po výrobcí krmných směsí zlepšení minerální

výživy s poměrně nesmyslným požadavkem „aby to bylo levné“. Nejlevnější změna minerální výživy je aplikace vyššího množství vápence do krmné směsi a následně pak nastává ještě větší zhoršení celkového zdravotního stavu.

#### Zinek jako stimulant růstu

V EU jsou v současné době povoleny hodnoty obsahu zinku v kompletní krmné směsi 250 mg/kg. Tento obsah pokrývá požadavky a doporučení jednotlivých kategorií hospodářských zvířat. Jednotlivé hladiny do 250 mg/kg zinku ve finálním krmivu nezpůsobují výrazný stimulační účinek (POULSEN, 1995). Naopak hladiny zinku 2000 – 6000 mg/kg v krmné směsi podávané po dobu 5 týdnů prasatům ve výkrmu byl zaznamenán pozitivní efekt ( zlepšení zdravotního stavu, snížení výskytu průjmů, zlepšení přírůstku (HAHN and BAKER, 1993; CARLSON *et al.*, 1999; MAVROMICHALIS *et al.*, 2000, 2001).

#### Závěr

V současné době je v praxi zinek zkrmován ve vysokých hladinách. Protože jeho cena je velmi nízká, mnoho chovatelů se dopouští chyby při jeho předávkování v krmných směsích (dávkách). Doporučujeme proto konzultovat dodatečnou aplikaci prasatům až po pečlivém uvážení potřebnosti takového zásahu se specialisty – krmiváři.

## 7. Zinek a lidská výživa

Lidské tělo obsahuje cca 2 – 2,5 g zinku, z toho se asi 55 % nachází ve svalech a 30 % v kostech, zbylý v ostatních tkáních. Zinek je nezbytný pro růst a funkci více než 200 enzymů či enzymových systémů (např. alkohol dehydrogenázy, alkalické fosfatázy, aldolázy, RNA, DNA polymerázy, superoxid dismutázy). Ovlivňuje syntézu RBP (retinol binding protein). Uplatňuje se při tvorbě inzulínu a prodlužuje jeho hypoglykemický účinek. Má antioxidační účinky (stabilizuje buněčné membrány a snižuje tak riziko lipoperoxidace), dále je součástí enzymu superoxid dismutázy, podílejícího se na zajištění antioxidační ochrany organismu. Důležité jsou i účinky imunomodulační a detoxikační (snižuje toxický účinek olova a kadmia). Dále

ovlivňuje spermatogenezi, produkci testosteronu, růst a hojení ran. Hodnotným zdrojem jsou cereálie, kakao, maso, vejce, mořské produkty. Ovoce a zelenina jsou na zinek relativně chudé.

### **Absorpce, vylučování**

Absorpce zinku probíhá pravděpodobně v různých oblastech tenkého střeva. Využitelnost zinku přijatého potravou do značné míry ovlivňuje vláknina. Účinky vlákniny na absorpci zinku nejsou stejné, což je dáno rozličným složením jednotlivých typů vlákniny. Pokud je ve stravě vysoký obsah fytoátů, dochází k tvorbě nevyužitelných komplexů, což může vést k deficienci zinku. Absorpci zinku dále negativně ovlivňují oxaláty, tanin, nadbytek mědi a železa. Absorpci zinku rovněž ovlivňuje jeho forma -doporučovanou formou pro perorální suplementaci je organická forma(chelát, pikolinát). Zinek se z těla vylučuje prostřednictvím vlasů, potu, dlučováním pokožky, prostřednictvím žluči a pankreatických šťáv, moči a spermatu. Běžná doporučená denní dávka zinku činí 15 mg za den, v těhotenství a laktaci se potřeba zinku zvyšuje až na 30 mg za den. Vyšší příjem je třeba zajistit při rekonvalescenci po těžkých operacích, při dermatologických, infekčních a nádorových chorobách, při abúzu alkoholu, při léčbě diuretiky, enterální, parenterální výživě, stresových situacích, speciálních dietách, vrozených metabolických poruchách, malnutrici, u dialyzovaných pacientů, atd. Deficit zinku může být rovněž způsoben vazbou jiných složek potravy nebo zvýšenými ztrátami zinku při enteropatiích, chronických ztrátách krve, renálním selhání, dialýze atd.

### **Nedostatek**

Těžký deficit zinku byl zjištěn v oblasti Středního východu; v ČR byla zjištěna jen jeho lehká deficiencie.

### **Nedostatek zinku se klinicky projeví pestrými příznaky:**

- anorexií, poruchami chuti
- poruchami imunity
- poruchami kůže a kožních adnex
- zhoršeným hojením ran

- poruchami vývoje pohlavních orgánů, snížením počtu a pohyblivosti spermií u mužů, u žen ovariálními dysfunkcemi (poruchy menstruace, hormonální disbalance)
- poruchami růstu u dětí a dospívajících
- psychomotorickými a psychickými poruchami (ataxie, poruchy řeči, deprese, emoční nestabilita)
- fotofobií, šeroslepostí
- poruchami funkce jater
- hubnutím, malabsorpcí
- poruchami metabolismu kostí
- vyšší incidencí nádorových onemocnění
- vyšší incidencí alergických onemocnění

### ***Nadbytek***

Toxicita zinku je poměrně malá a předávkování v podstatě nehrozí. Toxická dávka je 170 mg a připadá v úvahu v souvislosti s používáním zinkových vaniček, pánví a pesticidů. Při příjmu 150 – 160 mg za den se může vyvinout deficit mědi a snižuje se hladina HDL (high density lipoprotein). Dlouhodobý nadměrný přívod zinku snižuje svstřebávání fosfátů, působí příznaky anémie a poruchy funkce trávicího traktu. Akutní otrava se projeví poruchou funkce slinivky břišní, poruchou pohlavních funkcí, anémií a zástavou růstu.

## **8. Kejda a její likvidace**

Hladiny minerálních látek v krmivech se stávají stále ostřeji sledovanými látkami v krmivech. Není ještě zvykem definovat u všech prvků maximální tolerovatelnou hladinu minerálního prvku.

Biologicky lze likvidovat kejdu jako kompost. Požadavky na průmyslově vyráběné komposty uvádíme v dalším tabulce č. 5, č.6 a č. 7. Zde jsou definovány základní kritéria pro průmyslové komposty. Pokud však chceme kompost použít jako



hnojivo, musí splňovat požadavky mnohem. Obzvláště požadavek na hladinu zinku v kompostu je velmi obtížně splnit, nebo prokazatelně stoupnou náklady při zkrmování organicky vázaných stopových prvků resp. organicky vázaného zinku, kde je deklarována maximální biologická využitelnost tabulka č.3. s negativním dopadem do nákladů na krmný den.

## Závěr

Zavedením krmných dávek bez antibiotických stimulátorů dojde v České republice ke zhoršení užitkovosti prasat na farmách. Lze očekávat (podobně jako tomu došlo v jiných zemích po zákazu krmných dávek s antibiotiky) k jejich zvýšené aplikaci přes veterinární lékaře. Také lze očekávat zvýšení aktivity výrobců směsí a chovatelů na poli neantibiotických stimulátorů růstu a to :

- 1) Okyselující přísady - kyseliny a jejich soli (organické – propionová, octová, mravenčí, sorbová, citronová, vinná, mléčná, benzoová, fosforečná aj. a částečně i některé anorganické kyseliny - fosforečná, chlorovodíková)
- 2) zvýšená aplikace antimikrobiálních hladin stopových prvků
- 3) Probiotika a prebiotika
- 4) Eterické oleje a kořeniny

Tato situace se zřejmě vyřeší až za 3 až 4 roky. Do té doby budou zvýšené náklady za veterinárně aplikované antibiotické stimulátory a nebo zvýšené náklady za alternativní způsoby neantibiotické stimulace nést chovatelé.

Výzkum je však třeba zaměřit na nové látky z oblasti rostlinné (koření, eterické oleje, aj.) a částečně také na oblast minerální, zda tyto alternativy jsou účinné v praktických podmínkách a za jaké situace fungují spolehlivě. Nejspolehlivější cestou do budoucna je však zaměřit chov na posílení zdraví zvířat.

## Tabulková část

Tabulka č. 1

Koeficienty absorpce prvků z různých zdrojů použité v normě NRC (2001)

Prvek	zdroj	Koef. absorpce	poznámka
Vápník Ca	objemná krmiva	0.30	Odvozen z vojtěšky
	koncentráty	0.60	Kvalifikovaný odhad
	Ca-mýdla MK	0.80	
	CaCl <sub>2</sub>	0.95	
	CaCO <sub>3</sub>	0.75	
	vápenec	0.70	
Fosfor (P)	objemná krmiva	0.64	
	koncentráty	0.70	
	dikalciumpfosfát	0.75	
	mononatriumpfosfát	0.90	
Sodík (Na)	Krmiva i anorgan. zdroje	0.90	
Hořčík (Mg)	krmiva	0.16	
	anorgan. zdroje	0.50	
Měď (Cu)	krmiva	0.04	
Mangan (Mn)	krmiva	0.75	
Zinek (Zn)	krmiva	0.15	

Tabulka č. 2

Přehled o přirozených (krmiva) a doplňkových zdrojích makro a mikroprvků v krmných dávkách skotu

	Krmný zdroj	Doplňkový zdroj
<b>Makroprvek</b>		
Vápník (Ca)	Vojtěška a jetele	Mikromletý vápenec, mono, Dikalciium fosfáty, dolomit
Fosfor (P)	Kostní moučka, pokrutiny Zrniny, vedlejší produkty zrnin, Krmné kvasnice	Fosforečnany vápenaté, sodné. dikalciium fosfáty
Hořčík (Mg)	Pícniny, krmné kvasnice	Oxid hořčíku, síran hořečnatý, dolomit
Sodík (Na)	Krmné kvasnice, rybí moučka	Krmná sůl (NaCl)
Chlor (Cl)	Krmné okopaniny, melasa	Krmná sůl (NaCl)
Draslík (K)	Melasa, vojtěška, jeteloviny	Chlorid draselný, síran draselný
Síra (S)	Krmné kvasnice, vojtěška, jetele	S, Na <sub>2</sub> S, K <sub>2</sub> S, síran amonný
<b>Mikroprvek</b>		
Železo (Fe)	Krmné kvasnice, pícniny, zrniny	Soli železa
Mangan (Mn)	Luční seno	Soli manganu, cheláty Mn
Zinek (Zn)	Krmné kvasnice, sojový extr. šrot, pícniny	Soli zinku a cheláty Zn
Měď (Cu)	Ječmen, zrno	Soli mědi, cheláty Cu
Kobalt (Co)	Krmné kvasnice, melasa	Soli kobaltu
Selen (Se)	Pokrutiny, vojtěška, pšenice, oves, kukuřice, závisí na obsahu v půdě	Soli selenu, cheláty Se
Jód (I)	Rybí moučka	Jodovaná krmná sůl, soli i
Molybden (Mo)	V krmivech většinou dostatek Mo	Sojový extr. šrot
Chrom (Cr)	Krmná řepa, řepkový extr. šrot	Organické formy chromu

Tabulka č. 3

### Relativní biologická využitelnost zinku

	Prasata	Skot	Drůbež
Síran zinečnatý	100	100	100
Uhličitan zinečnatý	98	58	93
Chlorid zinečnatý		42	107
Oxid zinečnatý	92	95	67
Chelát zinku	102	102	131

Tabulka č. 4

<b>Vzácné zeminy (REE) u rostoucích prasat: Evropské experimenty</b>				
Birgit Prauseová (2005)				
PRASATA	Dávka REE	Přírůstky (ve vztahu ke kontrole)	Index konverze krmiv (ve vztahu ke kontrole)	Autor
72 selat, 7 kg živé hmotnosti ve 35 dnech	75 / 150 mg/kg -Chlorid	+ 2 % / +0-5 %	-5 % / -3 ; -7 %	Rambeck et al. (1999)
48 selat, 17 kg živá hmotnost (8 + 6 týdnů)	150 mg/kg -Chlorid	<b>+19 %* / +12 %*</b>	<b>-11 %*</b> / -3 %	Borger (2003)
Provozní pokus, živá hmotnost 18 kg – 100 kg	300 mg/kg -Chlorid	+4 %	-9 %	Eisele (2003)
24 selat, živá hmotnost 9 kg ve 41 dnech	100 / 200 mg/kg -Citran	+ 9 % / +23 %	-6 % / -6 %	Knebel (2004)
48 prasat, živá hmotnost 25kg – 104 kg	250 mg/kg -Citran	<b>+ 9 %*</b>	<b>-4 %*</b>	Kessler (2004)
147 selat 8kg v 35 dnech	150 / 300 mg/kg -Citran	-1 % / -4 %	-1 % / -4 %	Fritz / Gebert (2004)
40 selat, živá hmotnost 35 – 60 kg	100 mg/kg chlorid/ -nitrát/- citran /- askorbát	-1 - -4 %  <b>* P ≤ 5 %</b>	ND  ND = neuvédeno	Böhme et al (2002)

Tabulka č. 5

Nejvyšší přípustné množství minerálních prvků v kompostech

Sledované látky	Nejvyšší přípustné množství v mg na 1 kg vysušeného vzorku
Arsen	50
Kadmium	13
Chrom	1000
Měď	1200
Rtuť	10
Molybden	25
Nikl	200
Olovo	500
Zinek	3000

Tabulka č. 6

Přípustné hladiny živin v kompostech

Znak jakosti	Hodnota
Vlhkost v %	od zjištěné hodnoty spalitelných látek do jejího dvojnásobku, avšak min. 40,0 a max. 65,0
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku v %	min. 25,0
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek v %	min. 0,60
Poměr C : N	max. 30
Hodnota pH	od 6,0 do 8,5
Nerozložitelné příměsi v %	max. 2,0

Tabulka č. 7 Povolené nejvyšší hladiny minerálních látek v kompostech

mg/kg sušiny								
kadmium	olovo	rtuť	Arsen	chrom	měď	molybden	nikl	zinek
2	100	1,0	10	100	100	5	50	300

Tabulka č.8

Maximálně tolerovatelná hladina prvků v 1 kg sušiny krmiv

PRVEK	Měrná jednotka	hladina
Draslík	g/kg	30
Fosfor	g/kg	10
Hořčík	g/kg	4
Chlor	g/kg	
Síra	g/kg	4
Sodík	g/kg	
Vápník	g/kg	20
Chrom	mg/kg	1000
Jod	mg/kg	50
Kobalt	mg/kg	10
Mangan	mg/kg	1000
Měď	mg/kg	100
Molybden	mg/kg	5
Nikl	mg/kg	50
Selen	mg/kg	2
Zinek	mg/kg	500
Železo	mg/kg	1000
Hliník	mg/kg	1000
Arzen	mg/kg	50
Brom	mg/kg	200
Kadmium	mg/kg	0,5
Fluor	mg/kg	40
Olovo	mg/kg	30
Rtuť	mg/kg	2
Stroncium	mg/kg	2000

Podle NRC (1996)

Tabulka č. 9

Propočet produkce kejdy na 1 vykrmené prase (114 kg ž.h.)

model skutečnost červen 2005

	Množství směsi na ks a rok kg	Skutečně dávkováno Zn do směsi mg/kg	Koeficient zadržení anorganického Zn v těle	Vyloučeno Zn do kejdy mg	Koeficient stravitelnosti sušiny	Produkce sušiny kejdy kg
Prasnice březí	38	110	0,39	2550	0,78	7,4
Prasnice kojící	25	120	0,41	1770	0,82	4,0
Selata kojená	2	2000	0,24	3040	0,91	0,2
selata odstavená	18	2000	0,20	28800	0,89	1,7
Předvýkrm	65	120	0,18	6396	0,86	8,0
Výkrm I	96	110	0,16	8870	0,85	12,7
Výkrm II	207	100	0,12	18216	0,84	29,1
Celkem	451			69642		63,0
Odhadovaný obsah Zn v sušině kejdy				1105		
Přídavek	kg	obsah Zn				
Sláma	128	25		3200		112,6
Celkem ze slámy				72842		175,7
Odhadovaný obsah Zn v sušině kompostu (kejda + sláma)				415		

Tabulka č. 10

Propočet produkce kejdy na 1 vykrmené prase (114 kg ž.h.)

model ( 70% anorganický zdroj Zn a 30% organický zdroj Zn)

Anorganický zdroj = oxid zinečnatý

organický zdroj = Bioplex zinku

	Množství směsi na ks a rok kg	Skutečně dávkováno Zn do směsí mg/kg	Koeficient zadržení anorganického Zn v těle	Vyloučeno Zn do kejdy mg	Koeficient stravitelnosti sušiny	Produkce sušiny kejdy kg
Prasnice březí	38	110	0,39	1797	0,78	7,4
Prasnice kojící	25	120	0,45	1164	0,82	4,0
Selata kojená	2	2000	0,24	2140	0,91	0,2
selata odstavená	18	2000	0,20	20268	0,89	1,7
Předvýkrm	65	120	0,18	4501	0,86	8,0
Výkrm I	96	110	0,17	6167	0,85	12,7
Výkrm II	207	100	0,12	12813	0,84	29,1
Celkem	451			48850		63,0
Odhadovaný obsah Zn v sušině kejdy				775		
Přídavek	kg	obsah Zn				
Sláma	128	25		3200		112,6
Celkem ze slámy				52050		175,7
Odhadovaný obsah Zn v sušině kompostu (kejda + sláma)				296		





## Seznam použité literatury

1. ANKE , M., TRUPSCHUCH, A., ARNOLD, W., DORN, W., HOPPE, C. (2002): Die Auswirkungen eines reichlichen Nickelangebotes auf den Zink-, Magnesium- und Manganstatus des Huhnes und der Eier. (The effect of a nickel rich offer on the zinc, magnesium and manganese status of the hen and their eggs). Ber. 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg 7, 210-212.
2. BAGHERI, S. - GUEGUEN, L.: Effect of wheat bran and pectin on the absorption and retention of phosphorus, calcium, magnesium, and zinc by the growing pig. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 25 (4 A), 1985, s. 705-716
3. BEARDSLEY, D. W. - FORBES, R. M.: Growth and chemic studies on zinc deficiency in the baby pig. *J. Anim. Sci.*, 16, 1957, s. 1038
4. BELL, J. M. - KEITH, M. O. - DARROCH, C. S.: Lysine supplementation of grower and finisher pig diets based on high protein barley, wheat and soybean meal or canola meal, with observations on thyroid and zinc status. *Can. J. Anim. Sci.*, 68, 1988, s.931-940
5. BERRY, R. K. - BELL, M. C. - GRAINCER, R. B. - BUESCHER, R. G.: Influence of dietary calcium and zinc on calcium-45, phosphorus-32, and zinc-65 metabolism in swine. *J. Anim. Sci.*, 20, 1961, č. 3, s. 433-439
6. CARLSON, M.S., HILL, G.M., LINK, J.E. (1999): Early- and traditionally weaned nursery pigs benefit from phase-feeding pharmacological concentrations of zinc oxide: effect on metallothionein and mineral concentrations. *J. Anim. Sci.* 77, 1199-1207.
7. COX, D. H. - HALE, O. M.: Liver iron depletion without copper loss in swine fed excess zinc. *J. Nutr.*, 77, 1962, s. 225-228
8. ČUPKA, V. - GÁLIK, R. - KABÁT, L. : Krmenie ošípaných. *Príroda*, Bratislava, 1990, 188 s.
9. FRAPE, D. L. - WAYMAN, B.J. - TUCK, M. G.: The utilisation of phosphorus and nitrogen in wheat offal by growing pigs. *J. agric. Sci., Camb.*, 93, 1979, s. 133-

10. GABRAŠANSKI, P. - NEDKOVA, I.: Neki novi pogledi etiopatogeneze parakeratoze prasadi. Vet. glasnik, Sofia, 29, 1975, s. 485-491
11. GEORGIEVSKIJ, V. I. - ANNENKOV, B. N. - SAMOCHIN, V. T.: Minerálna výživa zvierat. Príroda, Bratislava, 1982, 431 s.
12. GOLDEZ, A. – VALLEE, B.L: Metal ions and biologic systéme. Ed: H. SIEGEL, Vol:15, John Wiley, Inc. New York, 1983
13. HÁP, I. - ZEMAN, L.: Vliv použití různých zdrojů zinku na jeho využitelnost u selat. Živoč. Výr., č.4, 1994, s. 343-349
14. HAHN, J. D., BAKER, D.H. (1993): Growth and plasma zinc responses of young pigs fed pharmacologic levels of zinc. J. Anim. Sci. 71, 3020-3024.
15. HÁP, I. - ZEMAN, L. : Analyse der Wechselbeziehungen zwischen unterschiedlicher Zn-Versorgung und der Mineralstoffretention bei jungen Schweinen. Arch. Tierz., Dummerstorf, 38, 1995, 2, s. 199-208. ISSN 0003-9438.
16. HÁP, I. - ZEMAN, L.: Vliv použití různých zdrojů zinku na jeho využitelnost u selat. Živoč. Výr., č.4, 1994, s. 343-349
17. HOEFER, J. A. - MILLER, E. R. - ULLREY, D. E. - RITCHIE, H. D. - LUECKE, R. W.: Interrelationships between calcium, zinc, iron and cooper in swine feeding. J. Anim. Sci., 19, 1960, s. 249-259
18. HOEKSTRA, W. G. - FALTIN, E. C. - LIN, C. W. - ROBERTS, H. F. - GRUMMER, R. H.: Zinc deficiency in reproducing gilts fed a diet high in calcium and its effect on tissue zinc and blood serum alkaline phosphatase. J. Anim. Sci., 26, 1967, s. 1348-1357
19. JONGBLOED, A.W. – KEMME, P.A. – GROOTE, G de Lipens, M. , - MESCHY, F. (2002): Bioavailability of major and trace minerále. EMFEMA Int. Ass.Europ. (EU), Brussels.
20. KIRSHGESSNER, M. – WEIGAND, E.: Zinc absorption and excretion in nutrition. In: Metal Ions i Biological Systéme, Vol:15, Zinc and its Role in Biology and Nutrition. Ed: H. Siegel New York, Marcel Dekker, Inc, 1983
21. LAMAND, M. - PERIGAUD, J.: Carences en logó-éléments chez les ruminants en France. Anals,. Rech. Vét., 4, 1973, s. 513-514

22. LEIBESEDER, J.: In.: Mineral Studies with Isotopes in Domestic Animals. IAEA, Wien, 1971, s. 45-57
23. LEWIS, P. K. J. - GRUMMER, R. H. - HOEKSTRA, W. G.: The effect of method of feeding upon the susceptibility of the pig for parakeratosis. J. Anim. Sci., 16, 1957, s. 927-936
24. LICHOVNÍKOVÁ, M. – ZEMAN. L.- ČERMÁKOVÁ. M: The long-term effects of usány a higher amount of kosine suplement on the afficiency of latiny hens. British Poultry science, 2004,44,p.732-734
25. LIPTRAP, D. O. - MILLER, E. R. - ULLREY, D. E. - WHITENECK, D. L. - SCHOEPKE, B. L. - LUECKE, R. W.: Sex influence on the zinc requirement of developing swine. J. Anim. Sci., 30, 1970, s. 736-741
26. MAVROMICHALIS, I., PETER, C. M., PARR, T. M., GANESSUNKER, D., BAKER, D. H. (2000): Growth-promoting efficacy in young pigs of two sources of zinc oxide having either a high or a low bioavailability. J. Anim. Sci. 78, 2896-2902.
27. MAVROMICHALIS, I., PETER, C. M., PARR, T. M., GANESSUNKER, D., BAKER, D. (2001): Growthpromoting efficacy of pharmacological doses of tetrabasic zinc chloride in diets fro nursery pigs. Can. J. Anim. Sci. 81, 367-391.
28. MCDOWELL, L.R. Minerals in Animal and Human Nutrition. New York: Academic Press, 1992, 228-229.
29. MILLER, E. R. - LUECKE, R. W. - ULLREY, D. E. - BALTZER, B. V. - BRADLEY, B. L. - HOEFER, J. A.: Biochemical, skeletal and allometric changes due to zinc deficiency in baby pigs. J. Nutr., 95, 1968, s. 278-286
30. MILLER, E. R. - KORNEGAY, E. T.: Mineral and vitamin nutrition of swine. J. Anim. Sci., 57, Suppl. 2, 1983, s. 315-329
31. MOYNAHAN, E.J. (1974): Acrodermatitis enteropathica: a lethal inherited human zincdeficiency disorder. Lancet, ii, 399-400.
32. NEMEŠKAL, S. - TUŠL, J.: Stanovení stopových prvků v krmivech atomovou absorpcí. Krmivářství, č.5, 1969, s. 61 - 62
33. NRC - Nutrient requirements of domestic animals. No 2, Nutrient requirements of Swine, National Academy of Sciences - National Résearch Council, Washington D.C., 5, 1973, 52 s.
34. O.DELL, B.L., SAVAGE, J.E. (1957): Potassium, zinc and distillers dried solubles

- as supplements to a purified diet. Poultry Sci. 36, 459-460.
35. O.DELL, B.L., NEWBERNE, P.M., SAVAGE, J.E. (1958): Significance of dietary zinc for the growing chicken. J. Nutr. 65, 503-518.
  36. PALLUDAN, B. - WEGGER, I.: In.: Nuclear Techniques in Animal Production and Health. IAEA, Wien, 1976, s. 203-215
  37. POULSEN, H.D. (1995): Zinc oxide for weanling pigs. Acta Agric. Scandinavica Sect. A, 45, 159 . 167.
  38. POND, W. G. - YEN, J. T. - YEN, L. H.: Effect of dietary protein and zinc levels on weight gain and plasma traits in weanling pigs. Nutr. Rep. Int., 31, 1985, s. 253-264
  39. POULSEN, H.D., LARSEN, T. (1995): Zinc excretion and retention in growing pigs fed increasing levels of zinc oxide. Livestock Prod. Sci 43, 235 . 242.
  40. PRASAD, A.S., HALSTED, J.A., NADIMI, M. (1961): Syndrome of iron deficiency anaemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. Am. J. Med. 31, 532-546.
  41. RUCKER, R.B., LONNERDAL, B, KEEN, J.L. (1994): Intestinal absorption of nutritionally important trace minerals. In: L.R. Johnson (ed.): Physiology of the intestinal tract. 3rd ed., Raven Press, New York, pp. 2183-2202.
  42. SOMMER, A. aj. Výživa krmenie hospodarskych zvierat. Vyd. Priroda, Bratislava, 1985
  43. SOVA, Z. a kol.: Fyziologie hospodářských zvířat. SZN, Praha, 1981, 512 s.
  44. SWINKELS, J.W.G.M., KORNEGAY, E.T., VERSTEGEN, M.W.A. (1994): Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates. Nutr. Res. Rev. 7, 129-149.
  45. ŠIMEK, M. – ILLEK, J. – ŠUSTALA, M. – ZEMANOVÁ, D.: Organické zdroje minerálních látek a zatížení životního prostředí. Zemědělské informace, Vyd. ÚZPI Praha, č.22, 2001, 37s.
  46. TODD, W.R. – ELVEHJEM, C.A. – HART, E.B.: Zinc in the nutrition of the rat. Am. J. Physiol. 107, 146-156, 1934
  47. TUCKER, H. F. - SALMON, W. D.: Parakeratosis or zinc deficiency disease in the pig. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 88, 1985, s. 6621
  48. VRZGULA, L. a kol.: Poruchy látkového metabolismu hospodářských zvierat a ich prevencia. Příroda, Bratislava, 1990, 503 s.
  49. WALLWORK, J.C.- FOSMIRE, G.J.-SANDSTEAD, H.H.: Effect of zinc deficiency

on appetite and plasma amino acids concentrations in the rat. Br J Nutr, 45:127 1981

50. WEDEKIND, K. J., BAKER, D. H. (1990): Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. J. Anim. Sci. 68, 684-689.
51. ZEMAN, L.: Katalog krmiv. Vyd. MICHEL Lysice, Brno, 1991, 544 s.
52. ZEMAN, L. - ŠIŠKE, V. - ŠIMEČEK, K. - HARTL, J.: Doplnování kompletních směsí a minerální výživa prasat. Krmivářství a Služby, 24, č. 1, 1988, s. 9 - 12.

## *PŘÍLOHA I.*

### **Monitoring stopových prvků a jiných škodlivých látek**

(zkráceno a upraveno z oficiálních zpráv Mze - <http://www.mze.cz> )

V souladu s usneseními vlády ČR č. 408/1992 (systém organizace a financování monitoringu cizorodých látek v potravních řetězcích v ČR), č. 369/1991 (monitoring zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí), č. 810/1998 (Akční plán zdraví a životního prostředí) a některých zákonů, jako např. zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, č. 166/1999 Sb., o veterinární péči, č. 91/1996 a č. 244/2000 Sb., o krmivech, a č. 156/1998 Sb., o hnojivech provádí resort zemědělství sledování cizorodých látek v potravinách, surovinách pro výrobu potravin, krmivech, napájecí vodě, a v těch složkách životního prostředí, které kvalitu vyráběných zemědělských surovin, potažmo potravin mohou ovlivnit. Plánované sledování cizorodých látek získává další rozměr v době, kdy se přehodnocuje systém bezpečnosti potravin v Evropě, a tedy i v ČR. Do popředí se dostává otázka sledování nezávadnosti potravin ve vertikále “od farmy po vidličku”.

Správnost vyhodnocených výsledků je zajištěna použitím platných metodik pro odběr vzorků v akreditovaných laboratořích a vyhodnocením výsledků patřičnými statistickými metodami.

Na monitorovacích pracích v posledních 5 letech spolupracovali: Česká zemědělská a potravinářská inspekce (ČZPI), Státní veterinární správa (SVS ČR), Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), Zemědělská vodohospodářská správa (ZVHS), Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (VÚMOP), Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV), Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM). V rámci státní zakázky spolupracovala Veterinární ošetřovna pro drobná zvířata a zvěř na rámcové studii sledující výskyt určitého kontaminantu ve volně žijící zvěři.

ČZPI monitoruje potraviny především rostlinného původu. Potraviny živočišného původu sleduje pouze v případech mimo sféru dohledu SVS, která se vedle jiných

činností zabývá sledováním cizorodých látek v surovinách a potravinách přednostně živočišného původu.

## **Monitoring potravin a surovin určených k výrobě potravin**

Nedílnou součástí systému zajištění zdravotní nezávadnosti potravin je monitoring cizorodých látek v potravinách a surovinách určených pro výrobu potravin, který je opakovaně prováděn každým rokem, přičemž je sledován konstantní rozsah analytů, jenž je rozšiřován na základě poznatků FAO/WHO, požadavků legislativy Evropské unie a případných nestandardních situací (jako jsou průmyslové havárie, přírodní katastrofy apod.)

V minulosti provedla ČZPI 31 981 vyšetření na cizorodé látky z toho jen 0,08% vyšetření bylo nadlimitních. SVS ČR provedla 73 113 vyšetření, ze kterých jen 0,18% bylo nadlimitních.

U potravin rostlinného původu byly v případě chemických prvků zjišťovány ve většině případů nálezy srovnatelné s předchozími lety. Výjimkou je pouze arzén v rýži, kdy z celkového počtu analyzovaných vzorků byla zjištěna přítomnost tohoto prvku v 97% případů a kdy hygienickým limitům nevyhověly 2 vzorky (země dovozu: Španělsko). Další překročení hygienických limitů bylo zaznamenáno pouze u olova v jednom vzorku mouky (ze 47 odebraných vzorků) a jednom vzorku chleba (ze 46 odebraných vzorků).

Spektrum sledovaných reziduí pesticidů odpovídalo rozsahu předchozích let, tak jak jej doporučuje FAO/WHO a legislativa Evropské unie. Nejvyšší frekvence nálezů reziduí pesticidů v matricích rostlinného původu byla zaznamenána u reziduí pesticidů na bázi bromidů, používaných k ochraně skladových zásob, dithiokarbamátů, používaných proti mykózám, a organochlorovaných pesticidů – hexachlorbenzenu a DDT. Dithiokarbamáty byly sledovány v bramborách, jablcích, mouce, rýži, ale pouze v zelí bylo zaznamenáno vysoké procento pozitivních nálezů, tj 90,9% vzorků. Bromidy byly pozitivně zjištěny v čaji (44,8% vzorků), v koření (37,9%), v kakau (28%) a ve skořápkovém ovoci (29,6%). V případě bromidů byl hygienický limit překročen pouze u jednoho vzorku skořápkového ovoce (z 27



odebraných vzorků) . Vzorky s pozitivními nálezy, které nepřekračují limitní hodnoty (ve výše uvedených případech k překročení nedošlo), nejsou považovány za zdravotně závadné a jsou ponechány v oběhu. Případně, při vyšším výskytu takových vzorků může být na určitou komoditu zaměřena cílená kontrola.

Polychlorované bifenyly, chlorované insekticidy, biogenní aminy a některé těkavé uhlovodíky byly sledovány především v potravinách živočišného původu. Nadlimitní nálezy nebyly zjištěny ani v mléce ani v másle. Průměrné nálezy polychlorovaných bifenyly v mléčných výrobcích mají trvale klesající charakter. Stejně tak dochází ke stálému poklesu výskytu DDT v těchto komoditách. Problematictější se jeví výskyt biogenních aminů v sýrech. Bylo zjištěno 9 vzorků s nadlimitním výskytem tyraminu. Nejvyšší naměřenou hodnotou překračující hygienický limit (=200 mg.kg-1) bylo 936 mg.kg-1. Vzorky s nadlimitní hodnotou jsou z oběhu vyloučeny. Novou komoditou zahrnutou do sledování na obsah biogenních aminů byly v minulosti ovocné šťávy. Přestože i v této komoditě byl zaznamenán pozitivní výskyt tohoto kontaminantů, hygienický limit v této komoditě překročen nebyl.

V minulosti nebyl zjištěn nadlimitní výskyt mykotoxinů. Pozitivní zjištění byla uskutečněna pouze u aflatoxinu ve 3 vzorcích cukrovinek (z 24 odebraných vzorků) a u ochratoxinu v jednom vzorku obilninové dětské kaše (ze 3 odebraných vzorků). Vzorky reprezentující suroviny a potraviny živočišného původu, především mléko a mléčné výrobky, masné výrobky včetně dovážených, dále vejce a med, měly nízký obsah reziduí pesticidních látek, chemických prvků, mykotoxinů a zbytků léčivých a doplňkových látek. Výjimkou byl jeden nevyhovující obsah kadmia v dvouplísňovém sýru a několik nadlimitních hodnot kadmia a olova u masných výrobců. Jeden nevyhovující nadlimitní nález olova byl prokázán ve vzorku uzeniny z Rakouska. U dovážených surovin z moře pro další technologické zpracování v tuzemsku, ale i u surovin a výrobců z moře bylo zaznamenáno podstatné zlepšení v četnosti nadlimitních nálezů a zvláště v průměrných hodnotách chemických prvků a reziduí organochlorových látek oproti minulým letům. Lze to bezesporu přičíst lepšímu výběru suroviny a jejich nákupu v méně rizikových oblastech s dostatečnou garancí kvality a zdravotní nezávadnosti. Pouze ve vzorku tresčích jater z Německa byl prokázán dvojnásobně zvýšený obsah DDT (limit je 0.5 mg.kg-1) a mírně zvýšený obsah arzenu (7, 33 mg.kg-1 ve srovnání s limitem 5 mg.kg-1) v 1 vzorku sardelové pasty z tuzemska.

V minulých letech nebyla prokázána rezidua nepovolených hormonálních látek u jatečných zvířat. Pokud byly ojediněle zjištěny zbytky veterinárních léčiv a látek ze skupiny antikokcidik, šlo o hodnoty výrazně nižší než je stanoven maximální limit reziduí. Výjimkou byl obsah sulfadiazinu ve svalovině jednoho telete, který přesahoval maximální reziduální limit hodnotou 0,757 mg.kg<sup>-1</sup>. (Tato hodnota byla důsledkem nedodržení ochranné lhůty po aplikaci léčiva.) Maso jatečných zvířat neobsahovalo nadlimitní koncentrace chemických prvků a organochlorových sloučenin s výjimkou jednoho vzorku vodní drůbeže (husa) s nadlimitním obsahem polychlorovaných bifenyly (PCB). V orgánech jatečných zvířat byly ojediněle zjištěny nadlimitní koncentrace olova a kadmia v hodnotách těsně nad limit (pro kadmium 2,0 mg.kg<sup>-1</sup> a pro rtuť 0,1 mg.kg<sup>-1</sup>). V případě sladkovodních ryb byly příznivější nálezy než v minulých letech. Prakticky jen jeden vzorek dravé ryby obsahoval nadlimitní koncentraci arzenu (1,28 mg.kg<sup>-1</sup>), všechny ostatní hodnoty u všech druhů vyšetřovaných ryb vyhověly hygienickým limitům.

Studie o výskytu arzenu na Kutnohorsku potvrdila, že zajíc polní v této lokalitě je tímto prvkem více zatížen, než v porovnávaných průmyslových okresech Strakonice, Litoměřice a Pardubice. Ani na Kutnohorsku však nebyl prokázán nadlimitní nález tohoto kontaminantu v konzumovatelných orgánech a svalovině lovené zvěře.

U černé zvěře byly ve čtyřech případech zjištěny nadlimitní koncentrace DDT (v hodnotách od 1,5 do 3,2 mg.kg<sup>-1</sup>). Zjištění těchto reziduí u černé zvěře bylo i v loňském roce a předchozích letech a svědčí o přetrvávání tohoto již více jak 20 let nepoužívaného pesticidu a jeho rozpadových produktů v prostředí. U ostatní spárkaté zvěře byly v játrech a ledvinách v několika případech prokázány nadlimitní hodnoty kadmia (v hodnotách od 0,54 do 3,31 mg.kg<sup>-1</sup>, přičemž vyšší hodnoty se vyskytovaly v ledvinách), podobně jako v minulých letech.

Výrobky kojenecké a dětské výživy byly ve všech sledovaných parametrech zdravotní nezávadnosti zcela vyhovující.

Vyšetření kontaminace surovin a potravin živočišného původu radioizotopy <sup>134</sup>Cs a <sup>137</sup>Cs je zavedeno SVS od roku 1986, od doby černobylské havárie. Po celou dobu sledování je situace příznivá a naměřené hodnoty jsou hluboko pod hodnotou 370 Bq.kg<sup>-1</sup>.

Celkově lze hodnotit zdravotní nezávadnost surovin a potravin živočišného původu z pohledu obsahu cizorodých látek ve srovnání s minulými lety jako neustále se zlepšující.

## **Monitoring agrárních ekosystémů**

V rámci agrárního ekosystému, kterému je z hlediska prevence věnována významná pozornost, se sledují: krmiva, napájecí voda, půda a vstupy do půdy.

Pozornost při sledování krmiv byla zaměřena na jejich různé druhy: Vzorky krmných obilovin, minerálních krmiv a krmných surovin živočišného původu včetně dovážených surovin prakticky ve všech případech stanovení cizorodých látek vyhověly našim požadovaným limitům. Také v případě kompletních krmiv a krmných směsí byly výsledky vyšetření na chemické prvky příznivé. Z těchto byly sledovány především arzén, kadmium a olovo. Bylo zjištěno pouze nadlimitní překročení obsahu arzenu u dvou vzorků hořečnatých surovin z 28 odebraných vzorků. Hodnoty aflatoxinů a ochratoxinu A po roce 2001 byly v několika případech prokázány.

S cíleným systematickým sledováním znečišťujících doplňkových látek v kompletních a doplňkových krmivech bylo započato v roce 1996. Obvykle byl sledován průnik doplňkových látek, které se používají při výrobě krmných směsí do těch druhů krmných směsí, pro které tyto látky nejsou povoleny.

Z celkového počtu analyzovaných vzorků byl zjištěn obsah sledovaných látek (ze skupin stimulantů růstu, antikokcidika a chemoterapeutika) v 8,6%. V porovnání s předchozími lety došlo k významnému snížení pozitivních nálezů.

Napájecí vody používané k výživě hospodářských zvířat stále vykazovaly vyšší obsah dusitanů i dusičnanů. Na rozdíl od předchozích let se vyrovnává dříve výrazný rozdíl v obsahu těchto iontů mezi vodami z vlastních studní zemědělských farem a vodou z veřejných vodovodních zdrojů. Vody z faremních studní obsahovaly vyšší koncentrace dusíkatých látek (9,8 % nálezů z celkového počtu vzorků odebraných na vyšetření dusičnanů bylo nadlimitních s nejvyšší hodnotou 234,1 mg.l<sup>-1</sup>, v případě dusitanů to bylo 2,1% z celkového počtu vzorků s nejvyšší hodnotou 0,989 mg.l<sup>-1</sup>), ale i amonných iontů (4,5% nadlimitních vzorků), chloridů (4,8% nadlimitních zodebraných vzorků) a síranů (1,1% nadlimitních vzorků). Oproti předchozím letům se však situace nezhoršila.

Výsledky bazálního monitoringu půd umožňují vyhodnocení v návaznosti na odběry z celé pozorovací plochy monitoringu a v návaznosti na plošné šetření v rámci registru kontaminovaných ploch. Dále poskytují informace o distribuci prvků v půdním profilu, což umožňuje identifikaci přirozených a antropogenních zdrojů.

Z výsledků vyplývá že: u fosforu dochází v podpovrchovém horizontu k výraznému poklesu obsahu, kdežto u draslíku, vápníku a hořčíku obsahy s hloubkou mírně rostou.

U mikroelementů (mangan, molybden, měď, zinek) dochází v podorničním horizontu k mírnému poklesu obsahu. Příčinou vyššího výskytu v povrchovém horizontu je přísun atmosférickou depozicí a hnojivy. U síry je pokles v podorničí velmi výrazný a zůstává na stejné úrovni i u substrátu. U rizikových prvků lze sledovat trend poklesu s hloubkou u arzenu, kadmia, olova a zinku, tedy u prvků, které se dostávají na povrch půdy v důsledku zvýšené antropogenní aktivity. Naopak trend nárůstu s hloubkou nebo vyrovnaný stav je patrný u berylia, chromu, niklu, thalia, což dokumentuje, že podstatným zdrojem obsahů v půdě je geologický substrát.

Při zohlednění potenciálních rizik jako kontaminantů zůstávají významné arzén, olovo a kadmium. Ve vztahu k potravnímu řetězci lze konstatovat, že lokality kontaminované přirozeně, resp. geogenně, obsahují rizikové prvky vázané v rostlinám méně přijatelných formách. Ani pozemky zatížené antropogenní kontaminací nejsou přímo úměrně kontaminující rostlinnou produkci, neboť plodiny mají do určité míry tendenci vyrovnat se stresem takového prostředí.

Podle šestileté časové řady sledování tří kongenerů nelze sledovat trend vzrůstu nebo poklesu obsahů PCB v půdě. V minulosti byl překročen limit obsahu PCB v půdě na pěti pozorovacích plochách v ornici a na dvou plochách v podorničí (ze 40 pozorovacích ploch). Ke kontaminaci přispěla opakovaná nedodržení správných postupů při aplikaci čistírenských kalů.

V průměru jsou v podorničí zemědělských půd obsahy polyaromatických uhlovodíků (PAH) přibližně na poloviční úrovni (300 m g.kg-1) než v ornících (kolem 600m g.kg-1). Z celkem 40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě byla překročena nejvyšší přípustná koncentrace v ornici v 16 případech ( z toho 13 z nich se týkalo subsystému kontaminovaných ploch) a v podorničí v 6 případech. Za čtyřleté období sledování nelze potvrdit statisticky významný růst, v posledním roce však byl zaznamenán vyšší počet případů překročení limitních hodnot.

Stanovení polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů a dibenzofuranů (PCDD/F) v půdě bylo provedeno ve 20 vzorcích půd. Celkový soubor včetně vzorků odebraných v roce 1999 představuje nyní 40 vzorků půd. Tato stanovení představují u nás v rámci kontaminantů zcela nový přístup. Výběr vzorků byl proveden tak, aby reprezentoval významné typy zátěže (průmyslové zony, inundační zóny vodních toků, půdy s aplikací čistírenských kalů). Při sledování tohoto typu zátěže půd docházíme k závěru, že zvýšené hodnoty PCDD/F v půdách se vyskytují především ve fluvizemích inundačních oblastech, v některých půdách po aplikaci kalů z čistíren odpadních vod ČOV a v blízkosti významných průmyslových zdrojů znečištění (Spolana Neratovice), v omezené míře pak i v blízkosti venkovských obcí a sídel, což je pravděpodobně způsobeno spalováním tuhých a fosilních paliv v obytných domech.

V průběhu posledních let byla postupně doplňována databáze registru kontaminovaných ploch a to především šetřeními na pozemcích s aplikacemi kalů (ČOV). Byly analyzovány vybrané vzorky z agrochemického zkoušení půd na obsahy rizikových prvků v územích, kde dosud nebylo dokončeno zahušťování. V rámci základního plošného průzkumu bylo odebráno celkem 37 488 vzorků a zjištěno, že v 5 % vzorků z tohoto množství je alespoň jeden prvek nadlimitní. Protože v základním průzkumu pokrývají odebírané vzorky plochu zemědělského půdního fondu (ZPF) přibližně rovnoměrně, je možno toto číslo orientačně interpretovat i ve vztahu k ploše. Z velké části se však jedná o plochy s geogenně zvýšeným obsahem, kde je potenciální rizikovost relativně nízká.

V minulosti byly na vybraných čistírnách odpadních vod většího významu odebírány vzorky kalů ČOV. Obsahy jednotlivých prvků jsou hodnoceny podle Normy (ČSN 46 5735), jako surovina pro průmyslové komposty. V rámci kontroly kalů ČOV, jejichž produkce je uplatňována v zemědělství, bylo kontrolováno 203 čistíren odpadních vod a odebráno bylo 341 vzorků kalů. Bylo zjištěno, že nejvíce vzorků s překročením limitu se vyskytuje u arzenu (4,4% vzorků) a zinku (3,9% vzorků).

Rostlinný biomonitoring, který sleduje přestup kontaminantů z prostředí, do plodin, probíhal na vybraných plochách základního subsystému i subsystému kontaminovaných ploch. V plodinách byly analyzovány obsahy rizikových prvků. Například za posledních 5 let bylo u 15 % analyzovaných vzorků zjištěno překročení nejvyšší přípustné hodnoty. Z toho v 10% případech se jednalo o rostlinné produkty pro výrobu potravin a ve 3% případech pro výrobu krmiv. Z jednotlivých prvků došlo k

největšímu počtu překročení u kadmia – 6% případů překročení potravinářského limitu v zrně obilnin a 2 % v semeni řepky. Dále byl ve 4 % případů překročen limit pro zinek (pšenice, ječmen, tritikale) a v 1 % pro chrom (brambory). Kromě jednoho vzorku (chrom v bramborách) byly všechny nálezy učiněny v subsystému kontaminovaných ploch.

V minulých 5 letech byly stanovovány ve vybraných vzorcích kalů obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH).

Směrnice EU stanovuje maximální přípustnou hodnotu 6 mg.kg<sup>-1</sup> sušiny pro sumu devíti individuálních PAH (acenaphtene, phenanthrene, fluorene, fluoranthene, pyrene, benzo(b+j+k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, benzo(g,h,i)perylene a ideno(1,2,3-c,d)pyrene).

Atmosférická depozice byla sledována na 45 pozorovacích plochách, z toho na 15 plochách v subsystému kontaminovaných ploch až od 1. 4. 2000. Statistické vyhodnocení obsahuje výsledky ročního sledování na 30 základních pozorovacích plochách. Pro důležité makroprvky se roční vstupy za celé sledované období pohybují u dusíku od 13 do 54 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u hořčíku kolem 1 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u draslíku od 2 do 7 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u fosforu od <1 do 4 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

U nejvýznamnějších potenciálně rizikových prvků, kde by se měly sledovat kumulativní vstupy, se vstupy depozicí pohybují u olova kolem 30 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u kadmia kolem 1 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u arzenu kolem 5 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (orientační hodnoty za celé období sledování).

V průběhu 90 let je zaznamenán trend poklesu depozice u draslíku, fosforu a síry, ale i u rizikových prvků – olovo, kadmium, nikl, chrom, arsen.

Situace s celoplošnými imisemi SO<sub>2</sub> v ČR se v posledních třech letech stabilizovala.

Důležitou skutečností je, že rok 1998 byl finálním z hlediska desulfurizace české energetiky. I přes značný pokles imisí SO<sub>2</sub> ve srovnání s koncem 80. - začátkem 90. let zůstávají v ČR nadále regiony se zvýšenou imisní zátěží. Jsou to: severočeský region, Mělnicko, Ostravsko a hlavní město Praha.

Sledování vlivu imisí ozónu na rostliny nelze na rozdíl od ostatních sledovaných prvků realizovat přímou chemickou analýzou rostlin. U ozónu lze sledovat pouze reakci rostlin na jeho působení. To se odráží v různých stupních poškození rostlin.

Typické znaky vznikající působením ozónu jsou: červenohnědé až hnědočerné skvrny (tj. nekrózy) na horní straně listů, pokrývající 5-30% povrchu

čepele listové a nepřecházející na jeho spodní stranu, přičemž platí, že mladší rostliny jsou k poškození náchylnější. Nejcitlivějšími rostlinami jsou: bobovité rostliny, brambory, mák, slunečnice, obiloviny. V posledních letech dochází k největším škodám v květnu, kdy dochází k nejvyšším koncentracím přízemního ozónu.

## **Monitoring vodních ekosystémů**

Monitorovací síť resortu zemědělství zahrnuje 91 malých vodních nádrží, 45 jejich vybraných přítoků a 43 odtoků. Ve vzorcích vody bylo stanovováno celkem 43 ukazatelů. V těchto ukazatelích bylo provedeno na nádržích více jak 10000 rozborů ročně, na jejich přítocích více jak 5500 rozborů a na odtocích více jak 5000 rozborů. Hodnoty těchto charakteristik byly vztaženy k platným mezním hodnotám daných doporučenými předpisy (ČSN 75 7221- jakost povrchové vody a NV č. 82/1999).

Monitoring výskytu cizorodých látek ve vodních ekosystémech malých vodních nádrží se provádí již od roku 1999. Ukazuje se, že kromě stále dominantního znečištění vod odbouratelnými organickými látkami (BSK5 – III. třída jakosti vody, CHSKCr – III. třída a celkovým fosforem - II. třída z komunálních zdrojů), se projevuje i znečištění dusíkem (N-NO<sub>3</sub>) ze zemědělských plošných zdrojů. Znečištění vod přítoků nádrží celkovým fosforem a nutrienty způsobuje problém vysokého stupně eutrofizace mnoha nádrží. Svou významnou roli sehrává i znečištění těžkými organickými látkami. Prokázané vyšší hodnoty byly ojediněle zaznamenány zejména v případě chloroformu (III.-IV. třída jakosti), tetrachlormetanu (III. třída) a perchlorethylenu (IV.-V. třída), a to na tocích v okresech Pardubice, Mladá Boleslav, Praha-západ, Příbram, Kutná Hora, Olomouc a Zlín.

Dalším významným poznatkem vyplývajícím z vyhodnocení výsledků je vliv těchto vodních děl na jakost vody v podélném profilu vodního toku a akumulční schopnost malých vodních nádrží s ohledem na přítomnost cizorodé látky v těchto recipientech. Nejvyšší koncentrace v samotném tělese vodních nádrží vykazovaly ukazatele: biologická spotřeba kyslíku (BSK5), chemická spotřeba kyslíku (CHSKCr), celkový organický uhlík (TOC), absorbovatelné organicky vázané halogeny (AOX), arzén, kobalt, chlorofyl a. Naopak na přítoku byly nejhorší: nutrienty (dusík, fosfor), fekální koliformní bakterie, nikl, TOL a na odtoku z nádrže pak: hliník, olovo, měď, železo, mangan. Celkový setrvalý pokles od přítoku po odtok z nádrže byl

zaznamenán obecně u: celkového dusíku., fekálních koliformních bakterií, chromu, niklu, těžké organické látky (TOL) a opačný stav: u železa, manganu, hliníku a olova.

## **Monitoring lesních ekosystémů**

Monitoring cizorodých látek v lesních ekosystémech byl zaměřen na zjišťování obsahu těžkých kovů v jedlých houbách, mechových bioindikátorech a organických půdních horizontech, kde se těžké kovy akumulují. Přednost při sběru hub a mechů měly plochy monitoringu a lokality, kde se měří atmosférické depozice. Po roce 2000 bylo zahájeno hodnocení jakosti vody, odtékající z lesních povodí do zdrojů pitné vody a přímých malých zdrojů pitné vody, které mají význam mimo jiné z hlediska rekreačního využití.

Pro dokreslení situace výskytu rizikových prvků, především arzenu, byla provedena studie o výskytu arzenu v zajíci polním.

V sušených vzorcích hub byly analyzovány : arzén, kadmium, chrom, měď, rtuť, nikl, mangan, olovo a zinek. S výjimkou manganu (pro který není určen limit), byly nalezené koncentrace porovnány s hygienickými limity (Vyhláška MZ č. 298/1997 Sb. v platném znění). U sušených hub uvažujeme desetinásobek limitu určeného pro čerstvý vzorek. Tento desetinásobek byl překročen pro arzén u 2,4 % vzorků, pro kadmium u 11,2 %, a pro rtuť u 33,5% vzorků. Obsahy těžkých kovů se velice liší u jednotlivých druhů hub na stejné lokalitě, přičemž také záleží na stáří plodnice, neboli na době jakou je plodnice vystavena příjmu z prostředí. Vyšší koncentrace kovů byly nalezeny v kloboucích než v třeních. Za nebezpečné pro lidské zdraví lze považovat ty vzorky hub, kde byl limit překročen více jak desetinásobně. Dále není doporučováno konzumovat houby rostoucí kolem dálnic, ostatních frekventovaných cest, případně ve velkoměstských parcích a v okolí metalurgických závodů.

Zvýšené koncentrace arzenu, kadmia, mědi a zinku nacházející se v organických horizontech a svrchním minerálním horizontu obohaceném o vyšší podíl humusu se obvykle promítají i do obsahu v houbách. Vysoké koncentrace olova a manganu v humusových horizontech nemají na obsah těchto kovů v houbách vliv. V případě rtuti nebyl vzájemný vztah zatím prověřen.



V přirozeně kyselém prostředí našich lesních půd je uvolňování kovů v iontové podobě do půdních roztoků závislé na dalším okyselování a fyzikálně chemických vlastnostech kovu. Jako mnohem závažnější je nutno hodnotit výskyt nízkých hodnot pH, které v mnoha případech navíc korespondují s vysokým obsahem hliníku. Lze předpokládat, že hliník je uvolňován z půdního prostředí právě v důsledku okyselení a narušení pevných chemických vazeb. Z pohledu kyselosti byly nejkritičtější Jizerské hory (67 % vzorků s pH nižším než 6), Krkonoše a Krušné hory. Rovněž v lokalitě Jihočeské pánve je vysoký podíl velmi kyselých zdrojů, zde však jde především o vliv přirozeně kyselých slatinných a rašeliných půd zkoumaných povodí.

Z dalších prvků bylo již v mnohem menší míře zjištěno překročení normovaných ukazatelů u železa (8 %) a manganu (5 %). Hodnoty mědi, zinku, fluoridů, ani síranů nepřekročily ukazatele dané normou pro jakost pitné vody v žádném případě. Koncentrace rtuti byla zjišťována na omezeném souboru 44 lokalit. Ve všech případech byly výsledky negativní. Přesto jde o velmi významný údaj, neboť u analyzovaných vzorků hub bylo naproti tomu překročení obsahu rtuti zaznamenáno v řadě případů.

Koncentrace dusičnanů ( $\text{NO}_3$ ) byly v odebraných vzorcích poměrně nízké. Mezní hodnota 50 mg.l-1 pro pitnou vodu nebyla překročena v žádném případě a doporučená hodnota 15 mg.l-1 (pro kojeneckou vodu) byla překročena pouze v 9 % všech vzorků. Hodnoty amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4$ ) byly rovněž nízké (průměr 0,093 mg.l-1) a překročení mezní hodnoty 0,5 mg.l-1 nebylo zaznamenáno.

Dle prvních výsledků provedeného šetření lze hodnotit vodu odtékající ze zalesněných povodí jako velmi kvalitní. Z hlediska chemického složení 70 % vzorků splňuje hodnocené maximální ukazatele pro pitnou vodu přímo bez další úpravy.

## PŘÍLOHA II.

### **Technologie výroby registrovaných průmyslových kompostů**

(Upraveno z textů Toxicita zinku a ČSN 46 5735 "Průmyslové komposty" dle autora Antonín Slejška a dále dle Jaroslav Váňa: Kompostování odpadů. BIOM on line, 14.1.2002, <http://www.biom.cz/index.shtml?x=61629> )

Průmyslový kompost dle požadavků normy musí být hnědá, šedohnědá až černá homogenní hmota drobtovitě až hrudkovité struktury bez nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat pachy, svědčící o přítomnosti nežádoucích látek. Do kompostů nesmí být použity suroviny, které po skončení fermentačního procesu budou mít charakter cizorodých látek. Jde zejména o rizikové prvky a do kompostu nesmí přijít odpad, který vykazuje jejich obsah vyšší než je uvedeno v tabulce č. 4:

Doba zrání průmyslového kompostu je minimálně 60 dnů po skončené homogenizaci surovin (homogenizační překopávka), obsahuje-li surovinová skladba více než 40% hmotnosti těžce rozložitelných surovin, je doba zrání minimálně 100 dnů. Během doby zrání je nutno kompost minimálně ještě jednou překopat. Příprava, předfermentace a úprava surovin a doba přípravy kompostové zakládky se do doby zrání nezapočítávají. Interval mezi první a druhou překopávkou musí být větší než 21 dnů. Po dobu zrání musí být udržována zakládka ve vhodném tvaru průřezu lichoběžníku nebo trojúhelníku s výškou od 2 do 4 m.

U kompostů vyráběných z komunálních bioodpadů, čistírenských kalů, farmaceutických kalů nebo dalších odpadů s důvodným podezřením na obsah patogenních organismů, musí kompost v procesu zrání dosáhnout minimální teploty 55°C po dobu 21 dnů a u kompostů vyráběných z ostatních surovin teploty 45°C po dobu 5 dnů. Teplota se měří ve středu výšky zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky v intervalech umožňujících sledovat průběh zrání.

Průmyslový kompost je možné expedovat nejdříve 14 dní po skončení druhé překopávky. V té době nesmí být teplota 50 cm pod povrchem zakládky vyšší než 45°C. O každé zakládce musí být vedena evidence, obsahující výsledky rozborů surovin, množství použitých surovin, velikost zakládky, údaje o technologii (datum jednotlivých operací), výsledky výstupní kontroly a měření teplot. Průmyslový kompost musí odpovídat znakům jakosti podle tab. č. 5. Výrobci průmyslových kompostů si mohou ve svých podnikatelských normách zpřísnit požadavky na obsah

spalitelných látek a dusíku a zavést další jakostní znaky jako např. obsah fosforu a draslíku. Obsah cizorodých látek v registrovaném kompostu omezuje vyhl.č. 271/98 Sb. "o požadavcích na hnojiva". Limitní hodnoty rizikových prvků pro registrované komposty a ostatní organická hnojiva jsou uvedeny v tabulce č. 6.

#### Kompostování - řízený biologický proces

Přeměna organické hmoty odpadů na humusové látky při kompostování zabezpečují převážně mikroorganismy. Jde o analogické procesy jako při přeměně organické hmoty v půdním prostředí. V kompostu je možno vytvořit lepší podmínky pro rozvoj mikroorganismů ve srovnání s půdou.

Technologie kompostování musí zabezpečovat optimální podmínky pro činnost vhodných mikroorganismů přeměňujících organickou hmotu. Jde o mikroorganismy aerobní a proto musí být v substrátu dostatek čerstvého vzduchu s kyslíkem. Kompost musí být kyprý, porézní a nepřevlhčený. Navíc musí technologie kompostu zajistit maximální homogenitu a promísení všech složek a umožnit požadovaný teplotní režim. Z těchto důvodů je kompost překopáván a to speciálními překopávači kompostu na principu frézových mechanismů nebo různými nakladači.

Nejobtížnější záležitostí je optimalizace surovinové skladby čerstvého kompostu. Organická hmota odpadů představuje pestrý sortiment látek různě odolný mikrobiologickému rozkladu. Hmoty se širokým poměrem uhlíku a dusíku (C:N) se rozkládají pomalu (stromová kůra, piliny, papírenské odpady, sláma pazdeří, papír). Tyto hmoty se mísí s hmotami s úzkým poměrem C:N (kejda, chlévská mrva, fekálie). V čerstvém kompostu optimalizujeme poměr C:N při sestavování surovinové skladby stechiometrickými výpočty.

Dále je nutno optimalizovat vlhkost čerstvého kompostu. Optimální vlhkost je taková, při níž je 70% pórovitosti čerstvého kompostu zaplněno vodou. S obsahem organických látek stoupá zpravidla i pórovitost a tím i požadavek na vyšší vlhkost.

Při optimalizaci surovinové skladby je nutno ještě přihlížet k tomu, aby kompostová zakládka obsahovala i minimální obsah fosforu pro metabolickou potřebu mikroflóry. Toto minimum je cca 0,2%  $P_2O_5$  v sušině čerstvého kompostu.

Počet překopávek kompostu je závislý na intenzitě rozkladu organické hmoty a na přirozené výměně plynů mezi zakládkou a okolím. V zakládkách do výšky 2,5 m probíhá výměna plynů dobře, zakládky vyšší než 3,5 m je třeba překopávat častěji.

Sestavení surovinové skladby akreditovaného kompostu je většinou náročné s ohledem na stanovení kvality vyzrálého kompostu na obsah rizikových prvků. Propočet surovinové skladby vychází ze stanovení těchto prvků u jednotlivých surovin, z vlhkosti surovin a z předpokládaných hmotnostních ztrát při vlastní fermentaci. Optimalizace surovinové skladby provedená pomocí stechiometrických propočetů je podrobně popsána v příručce "Výroba a využití kompostů v zemědělství", jejíž druhé vydání lze získat v Institutu výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze 6 - Řepy, Třanovského 11.

Součástí výroby průmyslových kompostů bývá v řadě případů i mechanická úprava odpadů drtiči a štěpkovači. Vyzrálé komposty bývají často zrnitostně upraveny na rotačních nebo vibračních sítích a nadsítná frakce obsahující méně rozložené hmoty je vrácena do čerstvě zakládaných kompostů, kde zároveň slouží jako očkovací látky. Tímto způsobem úpravy kompostů významně stoupá jeho kvalita a stabilizovanost.

#### Závěr

Hnojením průmyslovým kompostem je možno dosáhnout rychlé obnovy a zvýšení úrodnosti půd. Kompost je významným zdrojem rostlinných živin. Výroba kompostů je nejefektivnějším způsobem nakládání s biodegradabilními odpady. Při kompostování můžeme efektivně využít stájová hnojiva.

Výrobou a využitím kompostů můžeme snížit deficit organického hnojení a dosáhnout vyrovnané bilance organických látek v půdě.