

# Minerální výživa hub

Lucie Svobodová

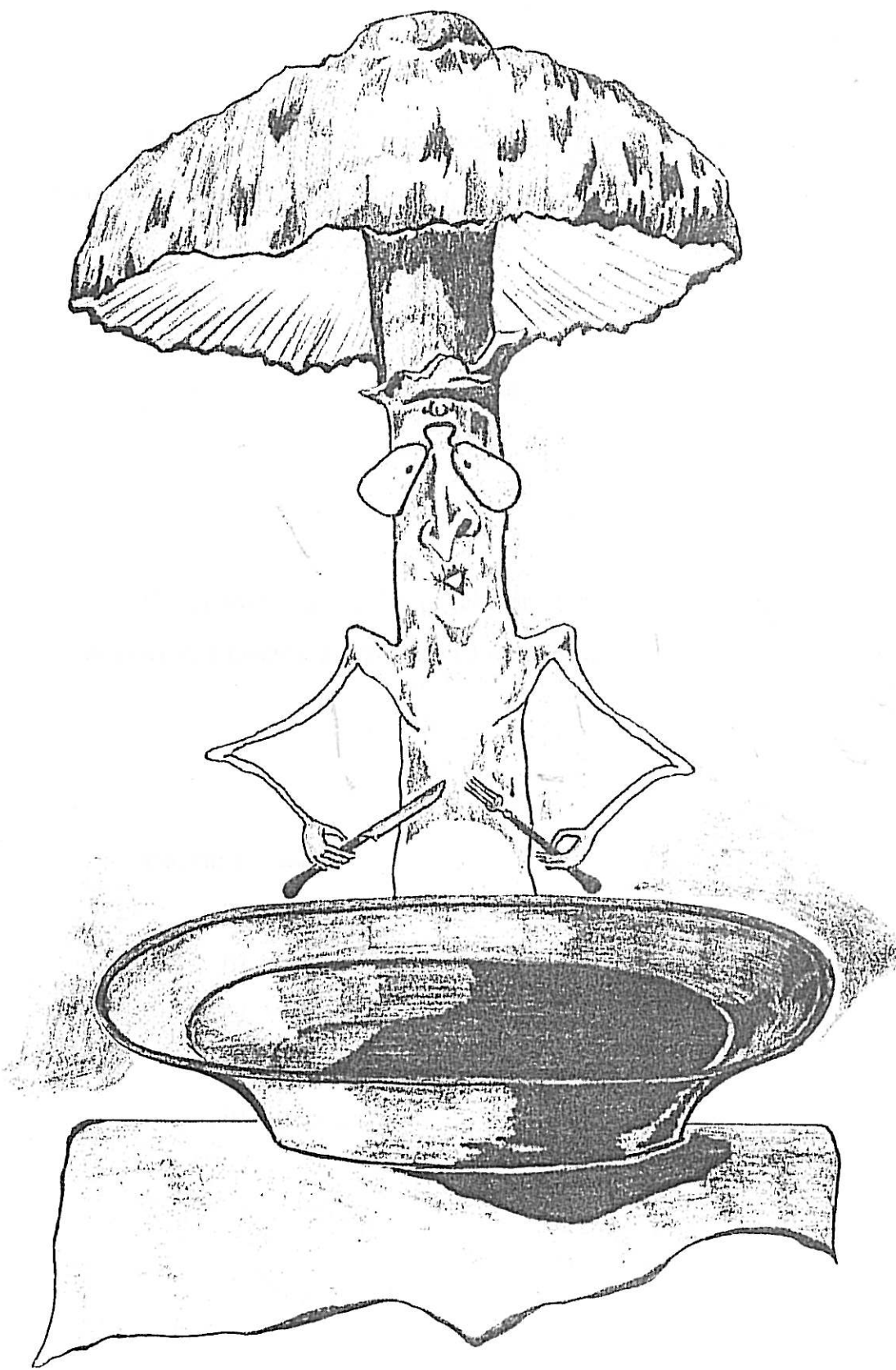
Bakalářská práce, Biologická fakulta Jihočeské university, České Budějovice

obor mykologie

1994

29. srpna

Vedoucí práce: Anna Lepšová



Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

*Lucea Holotová*

České Budějovice 1994

Chtěla bych též vyjádřit poděkování vedoucí své práce Anně Lepšové a všem, kteří mi ji společně s ní pomáhali dovést do zdárného konce.

**Obsah:** I. Úvod

II. Abstract

III. Materiál a metody

IV. Výsledky

V. Diskuse

VI. Literatura

## I. Úvod:

Houby poutaly pozornost člověka již od samých počátků jeho existence. Protože se však nepodobaly ani rostlinám ani živočichům (tedy něčemu co člověk dobře znal), byly často považovány za něco špatného a zlého. Dlouho se věřilo, že vyrostou tam, kde uhoří blesk (tento názor přetrvává v některých koutech světa dodnes), nebo že vznikají z krví zbarvené pěny božských koní. V dílech Plinia jsou muchomůrky popisovány jako organismy vznikající z bahna. O jedovatých houbách stejný autor píše, že jsou rozeznatelné červenou barvou a že jsou hnusné (Klán, 1989).

Co se tedy změnilo od dob starého Řecka a Říma ? Nové objevy (hlavně posledních desetiletí) odhalily obrovský význam hub nejen pro člověka, ale i pro život ostatních organismů. Byly mezi nimi poznatky pro celou řadu oborů - lékařství (antibiotika), lesnictví a zemědělství (fytopatologie, mykorrhiza) atd. Pokud se z tohoto hlediska podíváme do České republiky, mohlo by se zdát, že se svou spotřebou hub na osobu a na rok, která je podle některých pramenů nejvyšší na celém světě, zde budou tyto organismy pouze záležitostí nedělních obědů. Tak tomu však zdaleka není. Mnoho našich předních mykologů proniklo do světového podvědomí zabývajíc se taxonomií hub, jejich rozšířením, způsobem života, možnostmi využití v biomonitoringu, výživou ....

Tou, respektive její částí, výživou minerální jsem se zabývala i já ve své práci.

V jehličnatých lesích, které jsou často zatíženy průmyslovými emisemi, dochází vlivem acidifikace půd k narušení živinových poměrů. To se pak projevuje na kvalitě výživy lesních dřevin. Poruchy ve výživě jehličnanů jsou obvykle zjišťovány

listovou analýzou. Jak se změny v zásobení půdy živinami projevuje v minerálním složení plodnic hub je dosud velmi málo známo. V předložené práci jsou položeny základní předpoklady pro hlubší studium této problematiky:

Hypotéza:

1. Koncentrace prvků u různých druhů hub je odlišná.
2. Tato odlišnost je založena na rozdílném rozložení mycelií v půdě u jednotlivých druhů hub.
3. Koncentrace prvků na různých lokalitách u jednoho druhu se liší.

Cíle:

1. Porovnání příjmu prvků u různých druhů hub (u některých prvků stanovení akumulčních koeficientů)
2. Sledování rozdílu v různých vrstvách půd na rozdílných lokalitách.
3. Porovnání příjmu u jednoho druhu na sledovaných lokalitách.

Minerální složení hub.

Plodnice hub obsahují asi 70-90% vody. Podíl minerálních látek v sušině je okolo 10 % . Biogenními makroelementy pro houby jsou vodík, uhlík, dusík, kyslík, fosfor, síra, draslík a hořčík. Sestava biogenních mikroelementů je poněkud odlišná od jiných organismů : železo, mangan, zinek, měď a molybden.

Další prvky, které jsou nezbytné pro jiné organismy jako jsou sodík, kobalt, bór, fluor, chlór a vanad houby nevyžadují (řádové koncentrace prvků v houbách udává obrázek 1). Koncentrace některých mikroelementů jako třeba mědi a zinku jsou v houbách vyšší než v rostlinách, vápníku a hořčíku obsahují houby méně. Při

studiu minerálního složení hub bylo také zjištěno, že obsahují mnoho nebiogenních mikroelementů (např. olovo, kadmium, rtuť) a často ve vyšších koncentracích biogenní mikroelementy (měď), které mohou být toxické (Lepšová, 1998).

#### Příjem mikroelementů houbami

Přijímání živin organického charakteru, minerálních živin a následné vylučování metabolitů se děje povrchem houbové hyfy. Dosud se však neví přesně, je-li při tomto procesu hyfa stejně aktivní po celé své délce nebo spíše při svém vrcholu, různé její části vykazují značnou nezávislost (Driessche, 1991). Buněčná stěna je propustná pro vodu s ionty a malými molekulami. Plazmatická membrána (semipermeabilní) propouští pouze vodu, disponuje však mechanismy, které umožní průchod i dalším látkám. Mezi tyto mechanismy patří pasivní transport (difúze a osmóza - tak se do těla houby dostávají látky po koncentračním gradientu) a aktivní transport, kterým jsou látky přijímány za pomoci přenašečů i proti koncentračnímu gradientu na úkor buněčné energie. Nejlépe je prostudován přenos draselných iontů (Na-K pumpa), tímto mechanismem jsou přenášeny i ostatní alkalické kovy a hořčík (podle afinity k Na-K pumpě jsou seřazeny v sestupné řadě K, Rb, Cs, Na, Li)(Ainsworth, 1965).

## II. Summary:

I would like to characterize mineral concentrations in several species of Fungi - *Russula ochroleuca*, *Clitocybe langei* and *Hypholoma capnoides*. I collected material for this work on September 1993 on several plots in Czech republic (soils were collected at three localities too). I compared concentrations of mineral nutrients among different species and plots. The Fungi ability to accumulate or exclude elements is described by accumulative factor K. In the conclusion I'm discussing different factors causing this differences among plots and species.

## III. Materiál a metody:

Jako zdroj dat jsem použila plodnice druhu holubinka hlínožlutá (*Russula ochroleuca* (Pers.) Fr.), strmělka langeiova (*Clitocybe langei* (Sing ex Hora) ) a třepenitka maková (*Hypholoma capnoides* (Fr.) ex Fr Kummer). Pojmenování druhů se podřizuje nomenklatuře Mosera (Moser 1983). Tyto druhy, zvolené pro jejich častý výskyt v listnatých i jehličnatých lesích, byly shromážděny během září a října 1993 na lokalitách Stožec, Boubín (sever, západ a jihozápad), Beskydy (Mečůvka a Kykulka), Žofín (Novohradské hory), Nepomuk u Rožmitálu pod Třemešínem Semice u Písku a Krušné hory (Červená jáma u Mostu) . Zároveň se vzorky z Boubína byly odebrány i vzorky půd.

Charakteristika lokalit: smrčiny - Stožec, Beskydy, Nepomuk, Semice, první plocha na Krušných horách a Boubín (Boubín západ a sever vápněné plochy)

bučiny - Žofín

modřínový porost - Krušné hory 2

Souřadnice a nadmořská výška:

	východní délka	severní šířka	nadm. výš.
Žofín:	14o 42' 40''	48o 39' 55''	810 m.n.m.
Krušné hory	13o 27' 45''	50o 33' 50''	840 m.n.m.
(Červená jáma)			
Beskydy:			
Kykulka:	18o 26'	49o 34'	800 m.n.m.
Mečůvka:	18o 20'	49o 27'	850 m.n.m.
Semice:	14o 11' 47''	49o 16' 49''	452 m.n.m.
Nepomuk:	13o 51' 45''	49o 38' 50''	720 m.n.m.
Boubín: s.	13o 49' 5''	48o 59' 35''	1310 m.n.m.
jz.	13o 45' 30''	48o 59' 35''	1310 m.n.m.
z.	13o 43' 30''	48o 59' 20''	1290 m.n.m.
Stožec 1.	13o 49' 50''	48o 52' 45''	1040 m.n.m.
2.	13o 50'	48o 52' 45''	1030m.n.m.

Sběr a sklad materiálu:

Na každé lokalitě bylo vyjmuto ze substrátu a se snahou o co nejmenší kontaminaci uloženo do polypropylenových sáčků nejméně po po dvacetipěti plodnicích daného druhu. Na Boubínských lokalitách byly odebrány jednotlivé vrstvy nadložního humusu fermentační F (horní vrstva substrátu, po odstranění větévek a jehličí), humusová H a svrchní minerální vrstva A. Po převezení vzorků do laboratoře byly uloženy do chladicího boxu nebo do lednice aby nedošlo k jejich znehodnocení.



#### Zpracování vzorků:

Jednotlivé plodnice byly zbaveny třeňů a klobouky byly očištěny redestilovanou vodou. Poté byly vloženy do obálek z filtračního papíru sušeny při teplotě 50° C v horkovzdušné sušárně, drceny v kulovém mlýně (zirkoniumoxid) a uloženy v pevně uzavřených polyethylenových nádobkách. Tímto byly připraveny k mineralizaci.

- Postup :
1. do skleněných kyvet bylo odváženo přesně 0,5 g vzorku
  2. přidáno 5ml HNO<sub>3</sub>
  3. 24 hodin stát
  4. zahřívací cyklus (2 hodiny 100°C, 1 hodina 150°C, pokud se vzorky nerozpustí či pokud jsou nich tmavé krystaly zopakovat)
  5. převedení do 50ml odměrky

Koncentrace byly z takto připravených vzorků změřeny metodou I.C.P.v laboratoři ÚEK ing. Františkem Hezinou.

#### Výluh v HNO<sub>3</sub> a v octanu amonném:

1. homogenizace (vysušení vzorku, prosetí přes umělohmotné síto pro analýzu kovů, pro analýzy pH přes síto kovové)
2. odvážení 10g vzorku
3. výluh 2N HNO<sub>3</sub> (1:5 redestilované vody) a octanu amonném
4. 2 hodiny třepačka
5. 24 hodin odstátí vzorku
6. vakuová filtrace na membránovém filtru

- k měření pH:

1. 5g půdy do 10 až 25ml převařené redestilované vody

2. stejné množství do 1M roztoku KCl

Aktivní a výměnné pH byly stanoveny podle Javorského a kol. (Javorský a kol. nedatováno). Za stálého míchání bylo měřeno kombinovanou skleněnou elektrodou firmy Radelkis, kalibrovací pufrů o pH 2.1 a 7.1

#### **IV. Výsledky:**

Pro statistické zpracování byly zvoleny metody z programů COSTAT a QPRO: ANOVA (alfa, 0.5) a DESKRIPTIVNÍ STATISTIKA

Porovnání koncentrací prvků v jednotlivých druzích v pořadí Russula, Clitocybe, Hypholoma je vidět z fig. 1-9..

Pro shrnutí: hliník a vápník: znatelně menší množství u druhu Hypholoma

zinek: prokazatelně vyšší množství u druhu Russula

kadmium a fosfor: prokazatelně vyšší množství u druhu Hypholoma

vanad a hořčík : prokazatelně vyšší množství u druhu Clitocybe

železo: větší množství u druhu Clitocybe

draslík: prakticky stejná množství

Půdy: Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami byly pozorovány z hlediska

množství prvků v určité vrstvě po výluhu v 1. octanu amonném

prokazatelné rozdíly na ploše Boubín sever více draslíku a hořčíku v humusové vrstvě)

## 2. kyselině dusičné

prokazatelně na ploše Boubín sever více železa a hořčíku v humusové vrstvě a na Boubínu západě v téže vrstvě více draslíku.

Rozdíly mezi jednotlivými vrstvami po výluhu: 1. octanu amonném na ploše Boubín sever nebyly shledány žádné rozdíly, na Boubínu jihozápadě byly pozorovány difference u železa (nadměrné hromadění ve vrstvě minerální a manganu ve vrstvě fermentační. Na ploše Boubín západ bylo zvýšené množství vápníku, draslíku, manganu a zinku v téže vrstvě.

## 2. kyselině dusičné

na ploše Boubín sever opět žádné rozdíly, na Boubínu západě prokazatelně zvýšené množství hliníku v minerální vrstvě a fosforu ve vrstvě fermentační a na Boubínu jihozápadě prokazatelně zvýšené množství železa v minerální vrstvě.

Co se týče porovnání jednotlivých lokalit z hlediska množství prvku odebraného jedním druhem houby, bylo zjištěno více prokazatelných rozdílů : pro druh *Russula* (fig. 10 - 20). Pro shrnutí: prokazatelné rozdíly v koncentracích na jednotlivých lokalitách byly zjištěny u hliníku a mědi (lokality na Krušných horách), železa (Beskydy, Semice a Krušné hory), draslíku (Beskydy a Krušné hory) a hořčíku (Krušné hory). : pro druh *Clitocybe* nebyly kromě mědi zjištěny žádné prokazatelné rozdíly ( v závorkách jsou uvedeny lokality s největšími koncentracemi) viz grafy 10-20 ( lokality jsou očíslovány v pořadí : Stožec 1, Stožec 2, Boubín jihozápad, Boubín západ, Beskydy Mečůvka, Beskydy Kykulka, Žofín, Semice, Nepomuk, Krušné hory 1 a Krušné hory 2).

Akumulační koeficienty (u druhu *Russula ochroleuca*) :

V jednotlivých vrstvách se hodnoty těchto koeficientů pohybovaly podle typu výluhu v různých rozmezích. Ve výluhu v kyselině dusičné to bylo u hliníku v průměru 0.016, vápníku 0.08, železa 0.014, hořčíku 1.5, manganu 21, fosforu 110 a zinku 7.8 .Pokud je koeficient větší než 1, můžeme hovořit o bioakumulaci ( Mg, Mn, P, Zn), pokud je menší (Fe, Ca, Al) jde o bioexkluzi. Jelikož jde vlastně o poměr mezi obsahem prvku v půdě a houbě je tak možno sledovat různá chování houby k různým prvkům, stanovovat tak množství ze substrátu využitelných živin atd..

## V. Diskuse:

Čím jsou tedy způsobeny rozdíly v množství přijatých minerálních látek? :  
Rozdílné trofické skupiny hub mohou přijímat díky rozložení mycelií v různých vrstvách půdy rozdílná množství prvků. *Russula* jako klasický případ ektomykorrhizního druhu získává převážnou většinu minerálních látek z hostitelské rostliny, její mycelium je rozloženo v hlubších vrstvách podložního humusu ( v humifikační vrstvě H). Druh *Clitocybe* (saprofytická půdní houba) a *Hypholoma* (saprofytická dřevní houba) přijímají prvky přednostně z vrstvy fermentační. Jelikož se (byť ve většině případech statisticky neprůkazně) obsahy prvku v jednotlivých vrstvách liší ( s výjimkou železa jsem pozorovala v hlubších vrstvách sestupnou tendenci z hlediska množství prvku), měly by být rozdílné i obsahy v různých trofických skupinách (statisticky prokazatelně se mi však tento závěr potvrdit nepodařilo). Různý příjem prvku jednoho druhu na různých lokalitách (viz fig. 10..20) pak může být způsoben několika faktory:

1. podmínkami edafickými (zejména vlastnostmi půdy),
2. atmosferickými podmínkami sledované lokality (vlhkostní poměry, místní zatížení atd) a v neposlední míře i
3. podmínkami biotickými (přítomnost složek biotického prostředí ovlivňuje možnosti dostupnosti iontu pro sledovaný organismus v závislosti na mechanismech řídicích interakce mezi organismy - kompetice o ionty při příjmu, nebo přímým působením na rovnováhu mezi iontem a jeho nerozpustnou sloučeninou.

Ad.1. Půda: Většina prvků obsažených v houbovém organismu pochází z půdního roztoku. Obsahy prvků v půdách patří k hlavním faktorům přispívajícím k poznání jejich koloběhu v celé přírodě. Jejich množství, přijatelnost a rozpustnost jsou jako výsledek geochemických pochodů ovlivněny nepřeborným množstvím různých interakcí a tudíž je možno předpokládat, že výsledné koncentrace v houbě nebudou dány pouze vlastnostmi a charakterem houby ale i, a to v převážné míře, právě edafickými podmínkami ( vliv vápnění).

V rámci této práce bylo možno charakterizovat podrobně pouze půdy ze tří lokalit na Boubíně. Z hlediska pH se lokality podstatně nelišily, i když ve vrstvách bylo možno sledovat klesající gradient pH. V jiných pracích zabývajících se tímto tématem (Lepšová 1986) je rozpracován vliv pH na minerální výživu hub hlouběji. Minerální půdy s pH menší než 4 obsahují tolik dostupného hliníku, že dosahuje potenciálně toxických koncentrací a negativně tak ovlivňuje buněčný turgor, příjem a využitelnost vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku a vody. Dostupnost fosforu je v kyselých půdách snížena vysrážením uvolňovaných iontů železa a manganu. Úpravou pH média je také možné snížit toxicitu těžkých kovů vůči půdním houbám.

**VI. Literatura:**

Ainsworth G. C., 1965: The fungi. Academic Press. New York

Cibulka J. a kol., 1991: Pohyb olova, rtuti a kadmia v biosféře. Academia.

Praha

Driessche R., 1991, Mineral nutritons of conifer seedlings

CRC Press, Inc

Hagara L., 1987: Atlas húb. Osveta. Martin

Hutchinson T. C., Meema K.M., 1987, Lead, Mercury, Cadmium and

Arsenic in the Environment. Scope

Javorský P. a kol.: nedatováno, Chemické rozbory v zemědělských

laboratořích. Minis. Zeměd. Výživy ČSR

Jennings D. H., 1983: Stress tolerance of Fungi, Mycology, vol. 10

Klán J., 1989: Co víme o houbách, SPN

Lepšová A., 1988: Význam studia makromycetů pro biomonitorování

změn v lesním ekosystému (MS, Kandidátská disertační práce)

Moser M., 1983: Die Röhrlinge und Blätterpilze. In: Gams H. (Ed.), Kleine

Kryptogamenflora. Band 2b/2. Jena, 1983

Pilát A., 1969: Houby Československa ve svém životním prostředí.

Academia. Praha

**Grafy a obrázek:**

Fig. 1 až 9:

Obsahy ve třech druzích hub, v pořadí zleva doprava Russula, Clitocybe,

Hypholoma

Fig. 10 až 20:

Obsahy u druhu Russula na jednotlivých lokalitách

1. Stožec 1
2. Stožec 2
3. Boubín JZ
4. Boubín Z
5. Boubín S
6. Besk. Meč.
7. Besk. Kyk.
8. Žofin
9. Semice
10. Krušné hory 1
11. Krušné hory 2



H	$10^5$																	He																		
Li	$10^6$	Be	$10^{-2}$													F	$10$	Ne																		
Na	$10^{-10}$	Mg	$10^3-10^8$													Cl	$10^{-10^4}$	Ar																		
K	$10^3-10^5$	Ca	$10^{-10^3}$	Sc	$10^2-10^{-1}$	Ti	$10$	V	$10^2-10^2$	$10^2-10$	Cr	$10^2-10$	Mn	$10^{-1}-10$	Fe	$10-10^3$	Co	$10^2-10^0$	$10^{-1}-10$	Ni	$10^{-1}-10$	Cu	$10^0-10^3$	Zn	$10-10^3$	Ga	$10^{-2}-10^2$	Ge	$10^{-2}-10^2$	As	$10^{-2}-10^2$	Se	$10^{-2}-10$	Br	$10^{-1}-10$	Kr
Rb	$10^0-10^3$	Sr	$10^{-1}-10$	Y		Zr		Nb		Mo	$10^2-10$	Tc		Ru		Rh		Pd		Ag	$10^{-1}-10^3$	Cd	$10^2-10^2$	In		Sn		Sb	$10^{-2}-10^{-1}$	Te		J		Xe		
Cs	$10^2-10$	Ba	$10^0-10$	La	$10^2-10^{-1}$	Hf	$10^3-10^{-1}$	Ta	$10^3-10^0$	W	$10^2-10^0$	Re		Os		Ir		Pt		Au	$10^2-10$	Hg	$10^2-10^2$	Ti	$10^{-3}-10^{-1}$	Pb	$10^{-1}-10^2$	Po		At		Rn				
Fr		Ra	$10^{-2}$	Ac																																

-----  
 Lanthanoidy (14 prvků) (mg / kg suš.)  
 -----

Ce	Sm	Eu
$10^{-1}-10^0$	$10^{-3}-10^{-1}$	$10^{-3}-10^{-1}$

-----  
 Aktinoidy (14 prvků)  
 -----

U
$10^{-2}-10^{-1}$

OBR. 1 ŘÁDOVÉ KONCENTRACE PRVKŮ ZJIŠTĚNÉ V PLODNÍČÍCH HUB. ( $\mu\text{g/g}$  suš.)

Fig.1 K

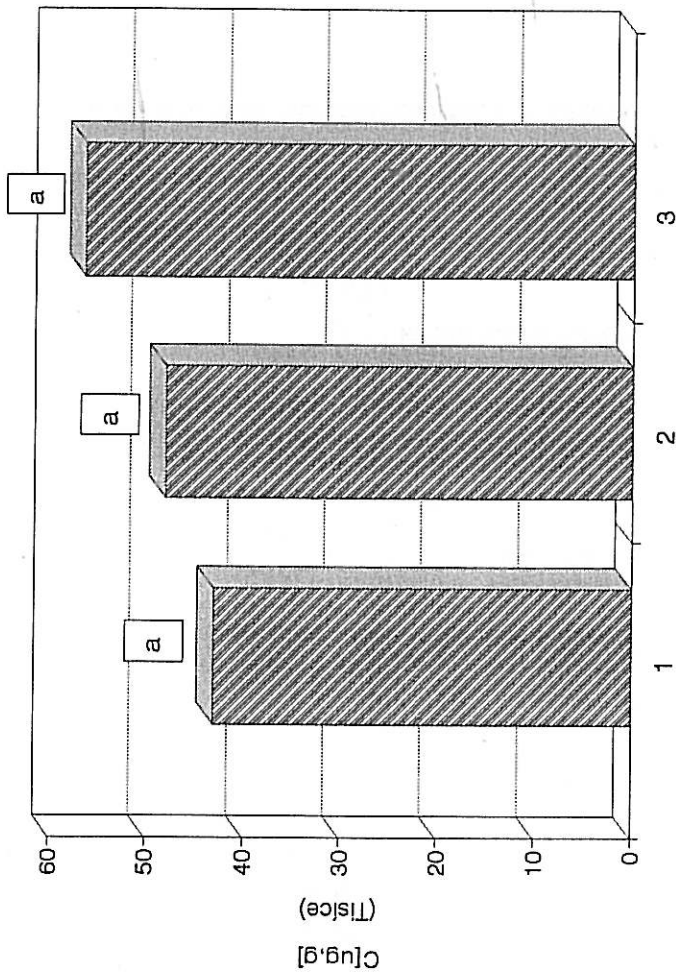


Fig. 2 Mg

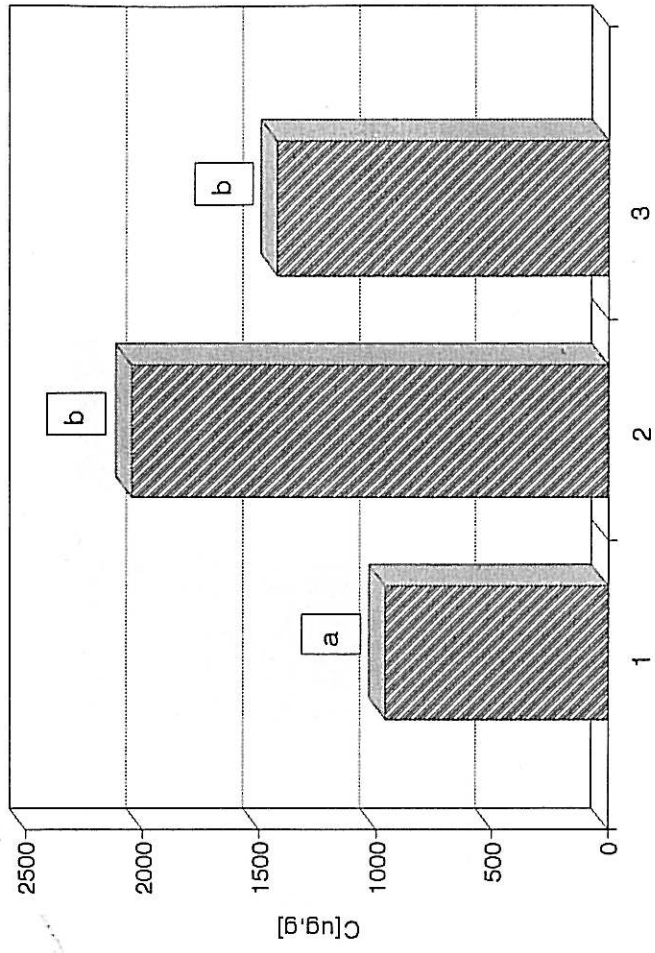


Fig. 3 P

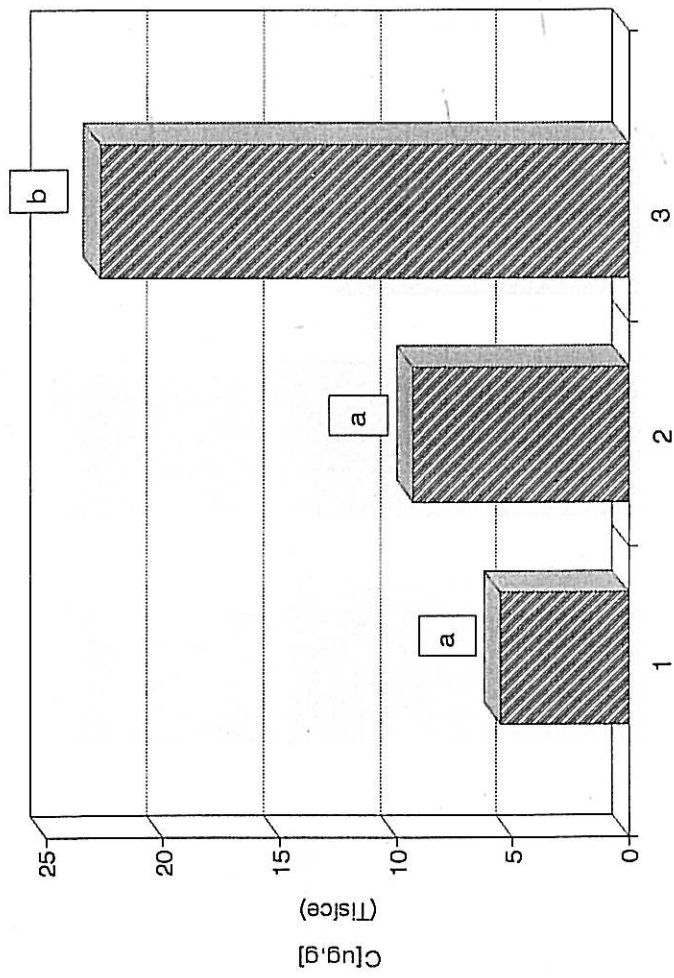


Fig. 4 AL

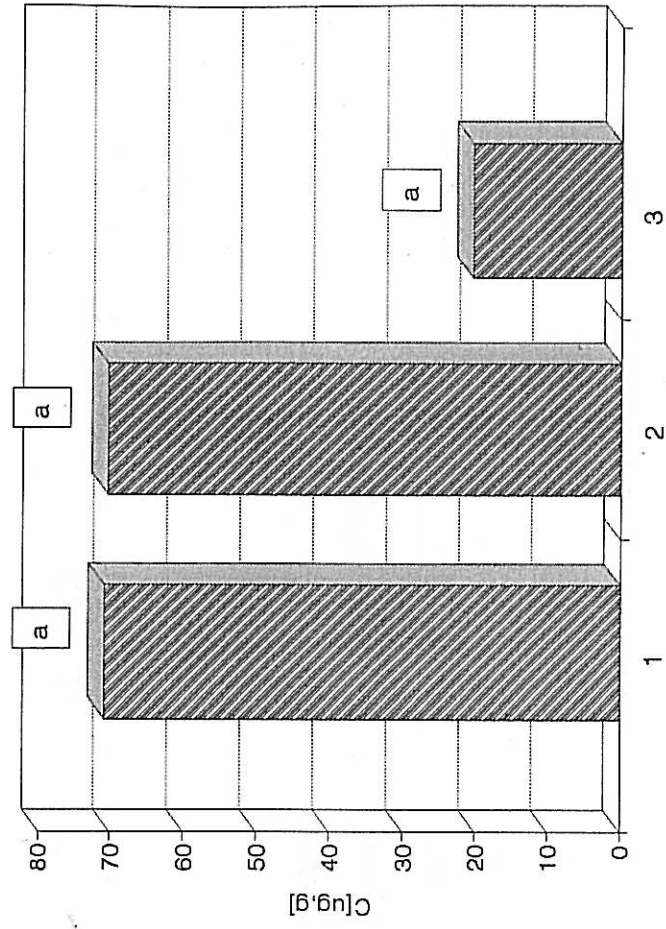


Fig. 5 Ca

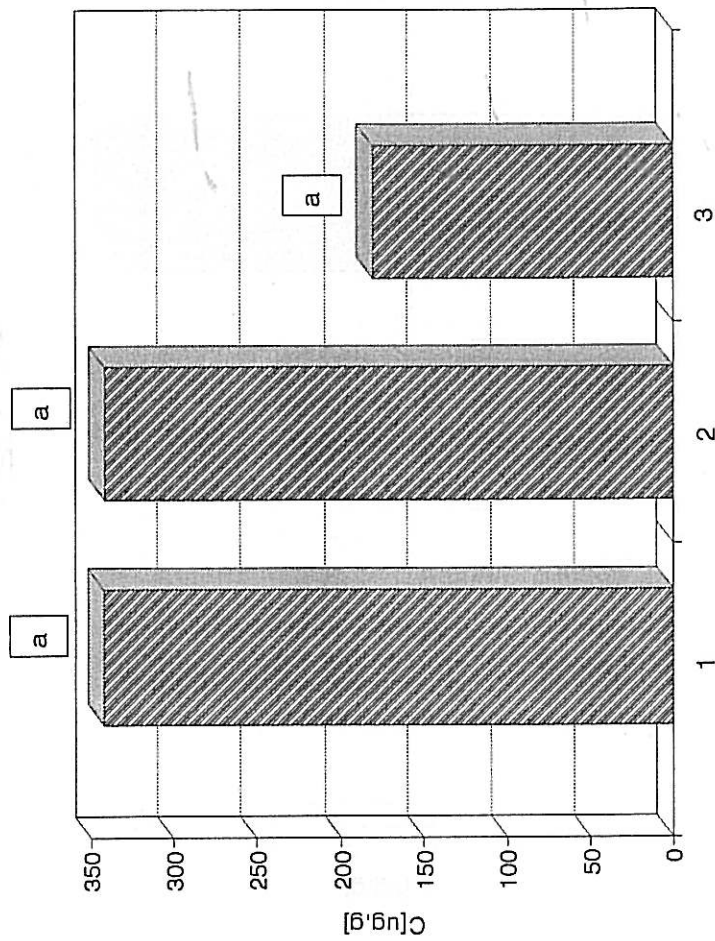


Fig. 6 Zn

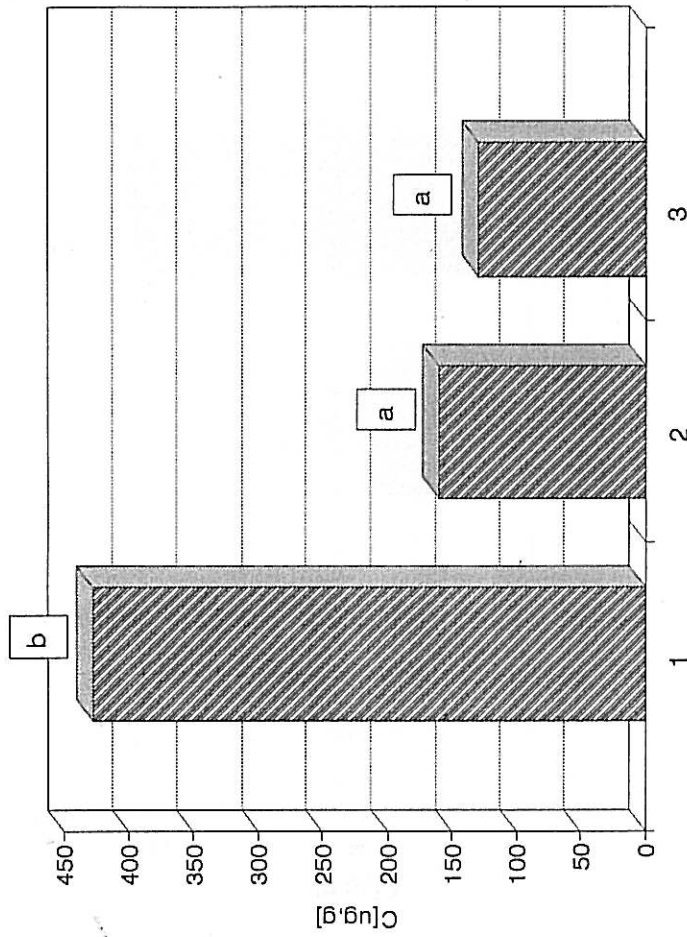


Fig. 8 V

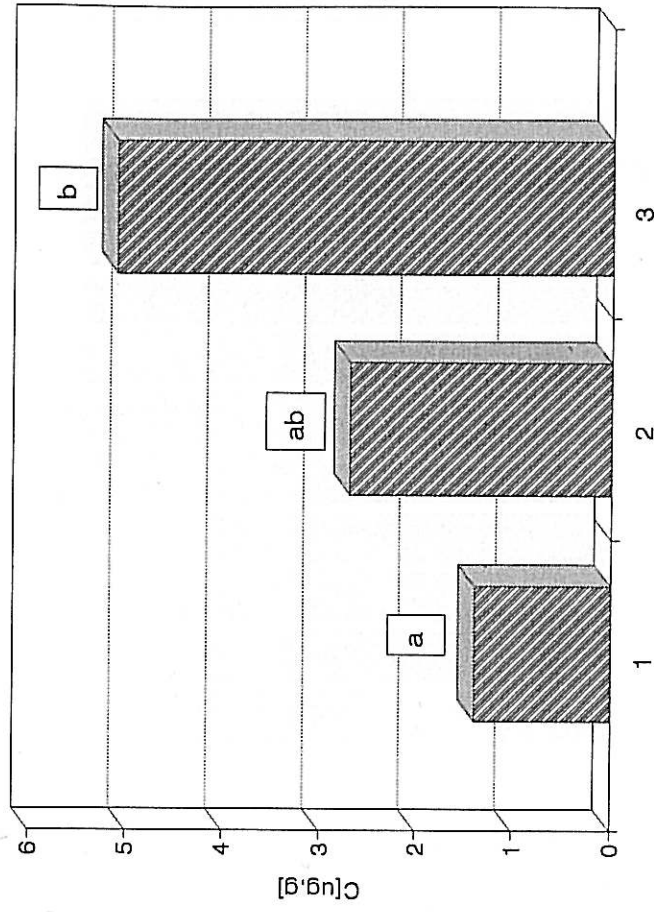


Fig. 7 Cd

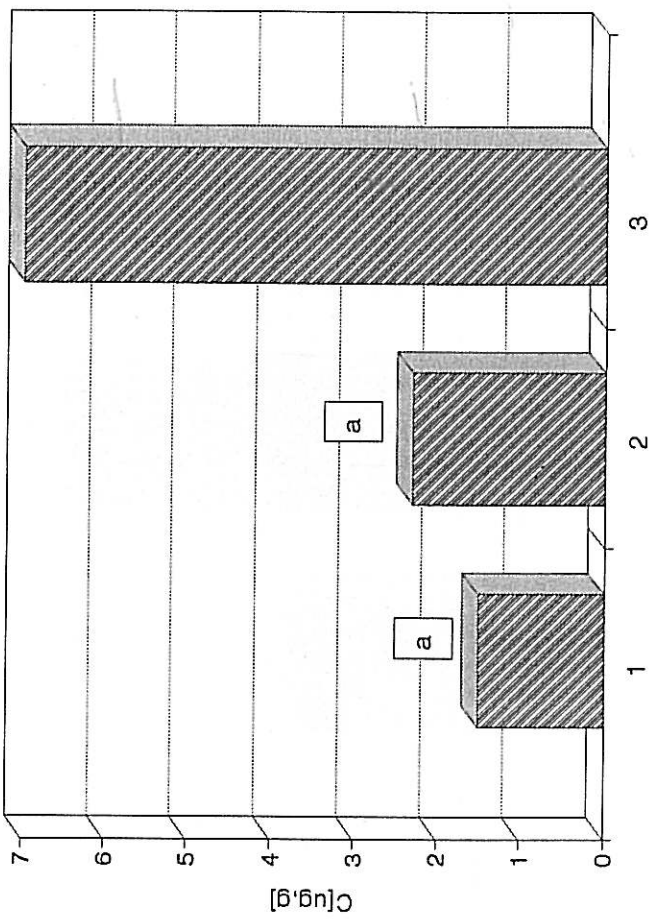


Fig. 9 Fe

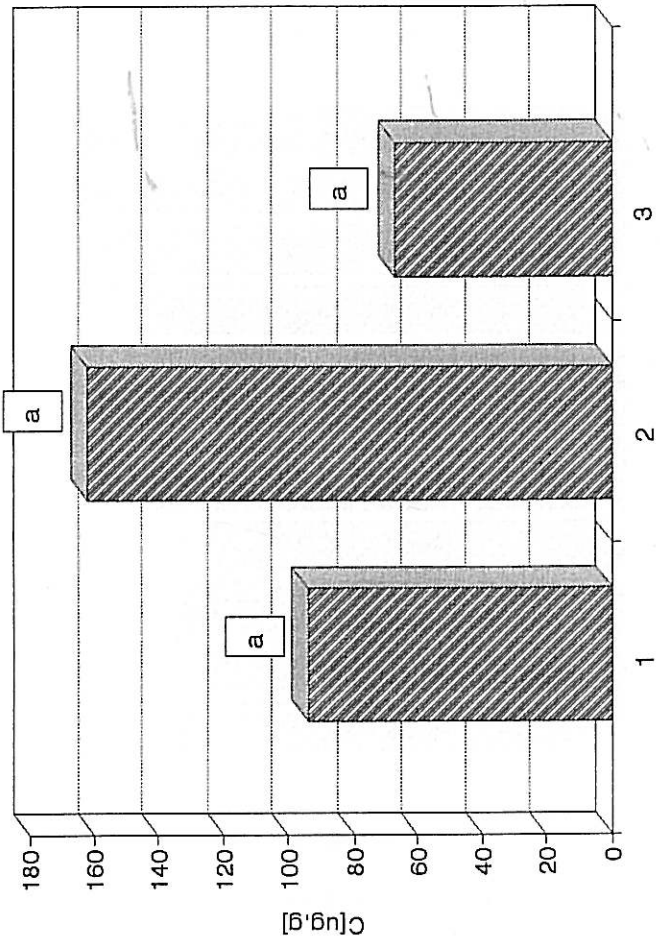


Fig. 10 K

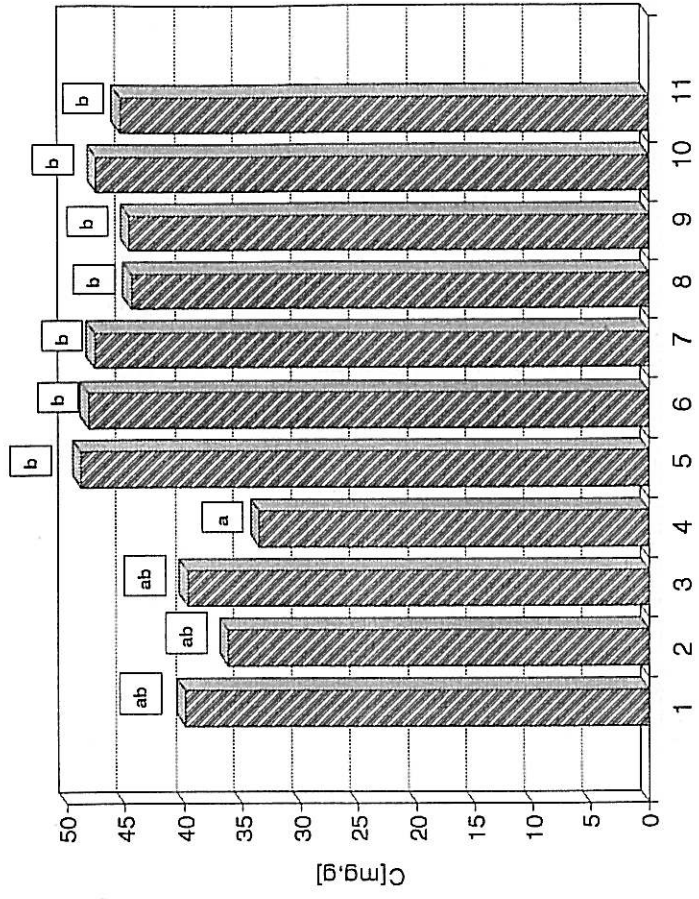


Fig. 11 Mg

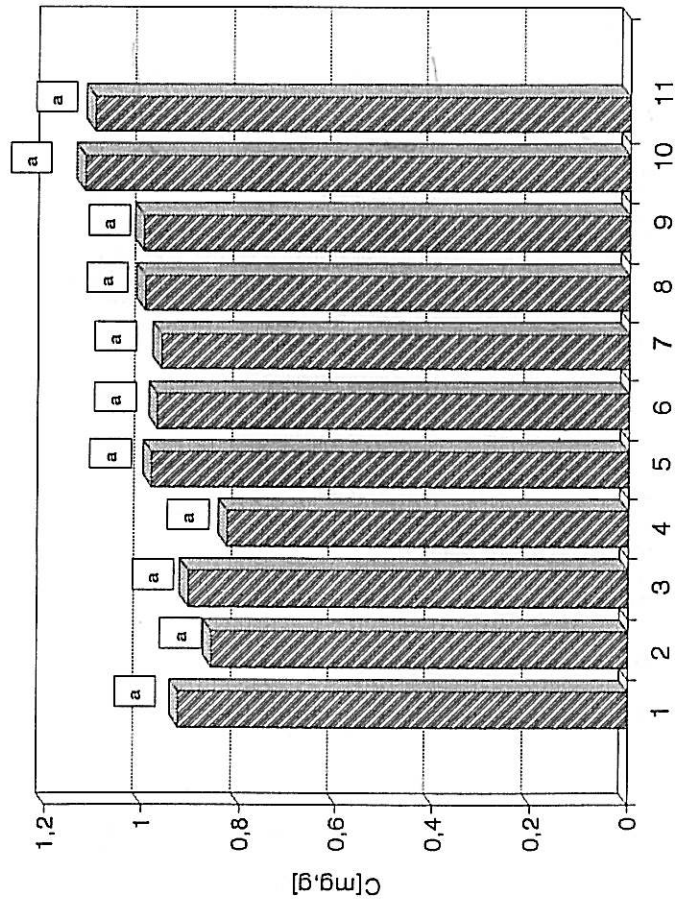


Fig. 12 P

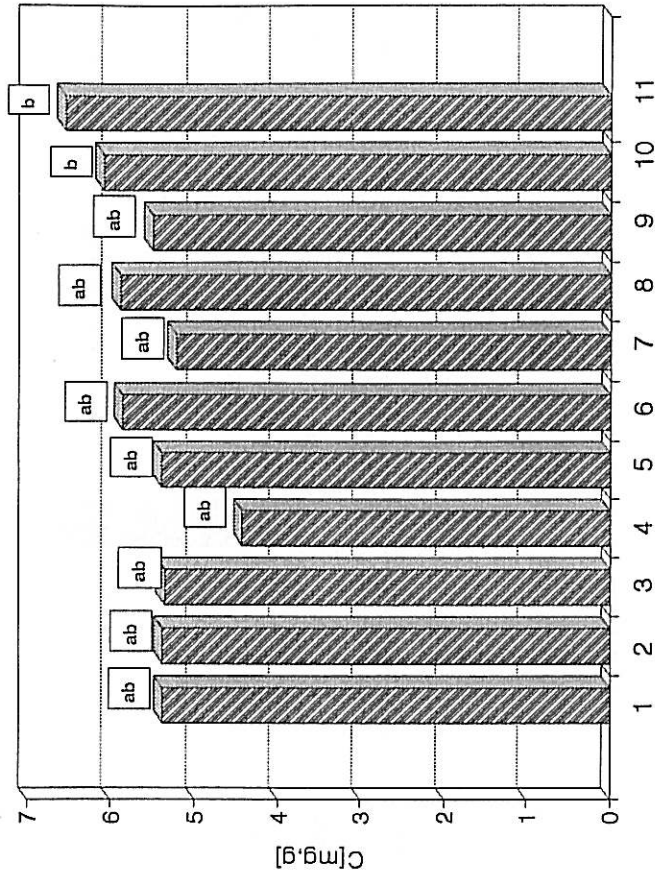


Fig. 13 AI

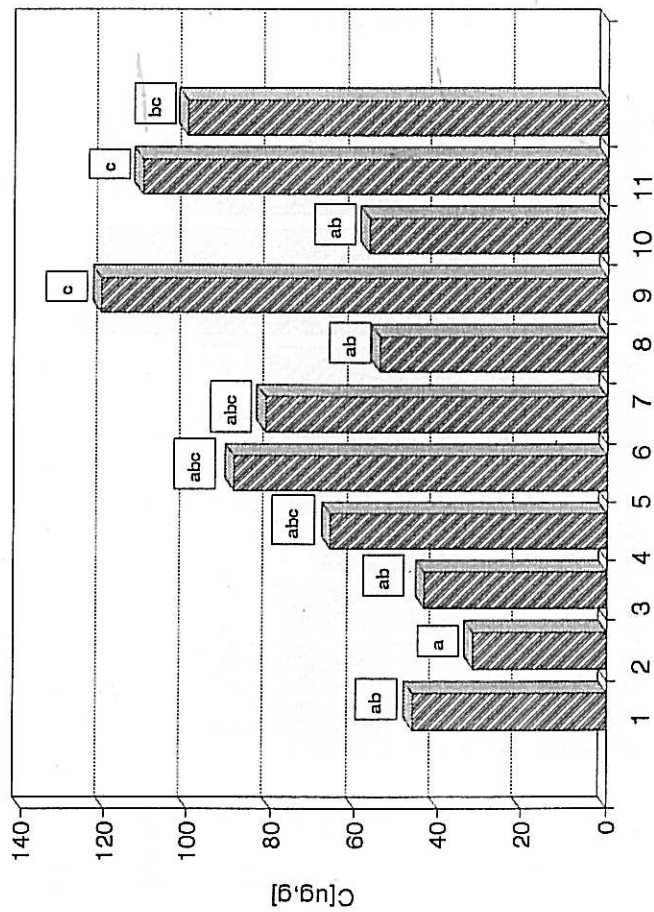


Fig. 14 Ca

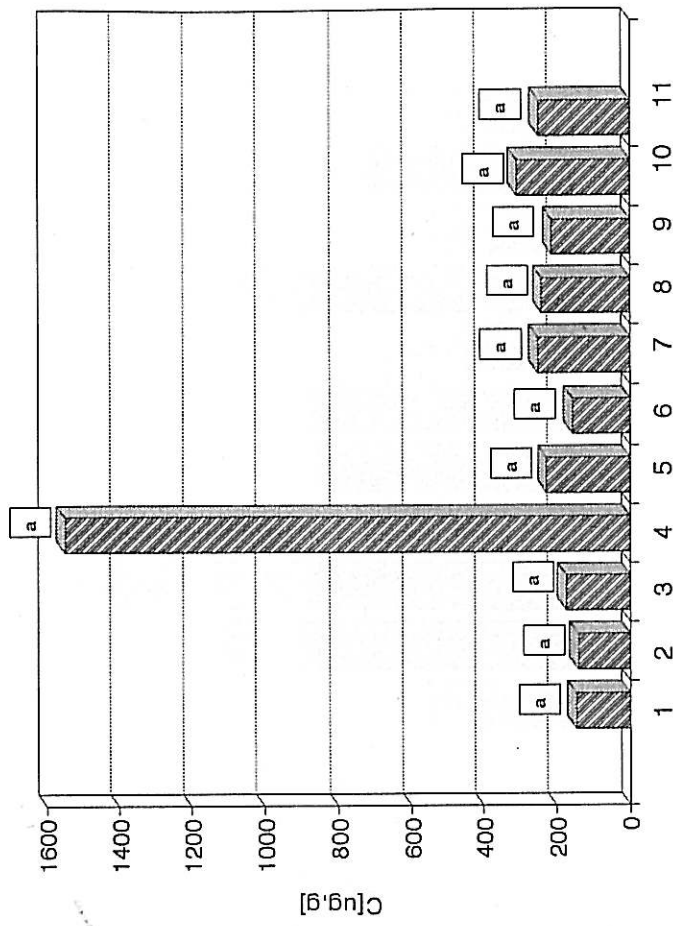




Fig. 15 Zn

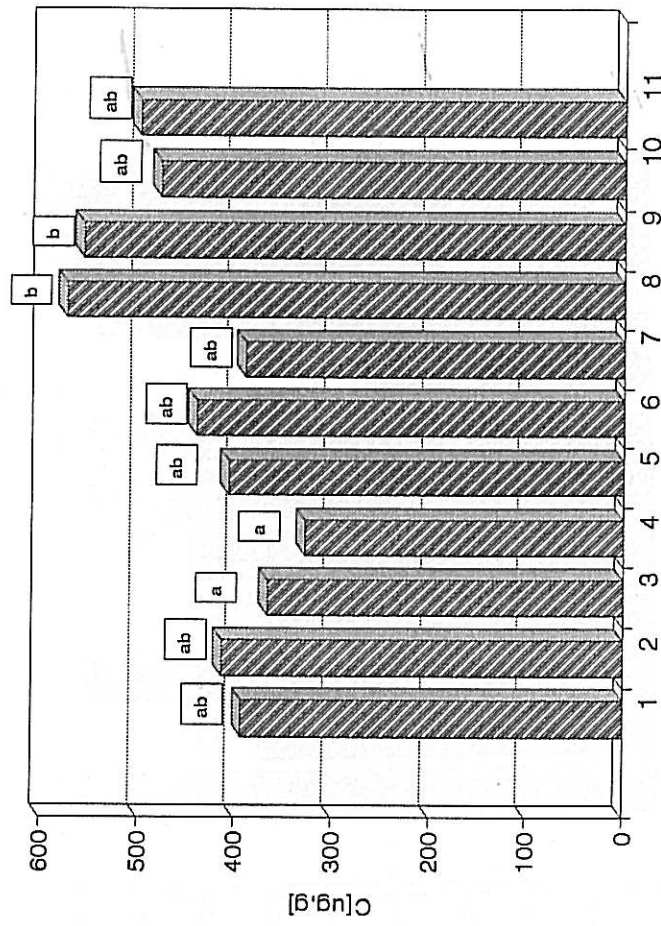


Fig. 16 Cd



Fig. 18 Fe

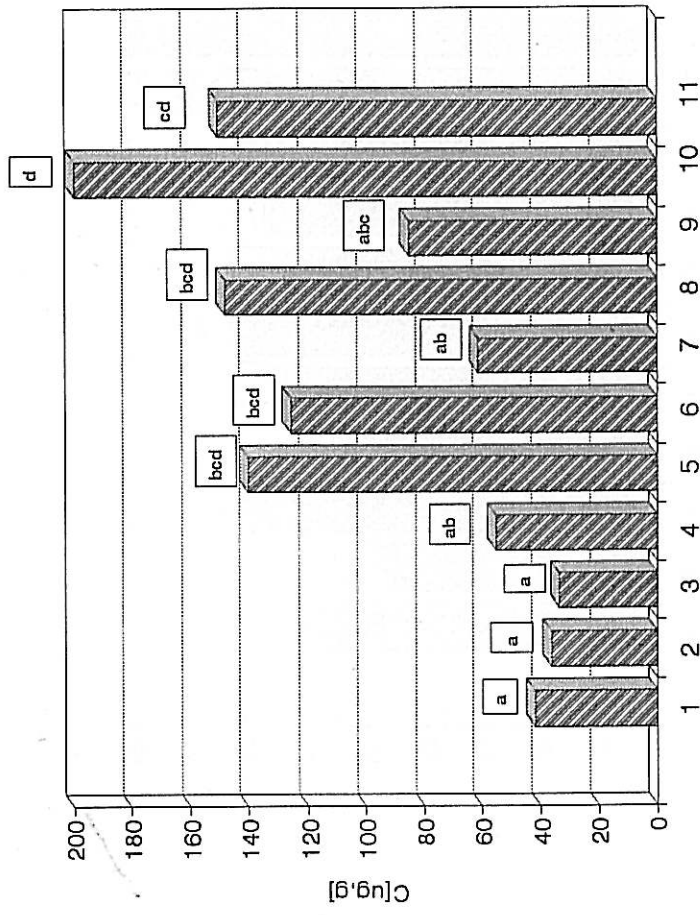


Fig. 17 V

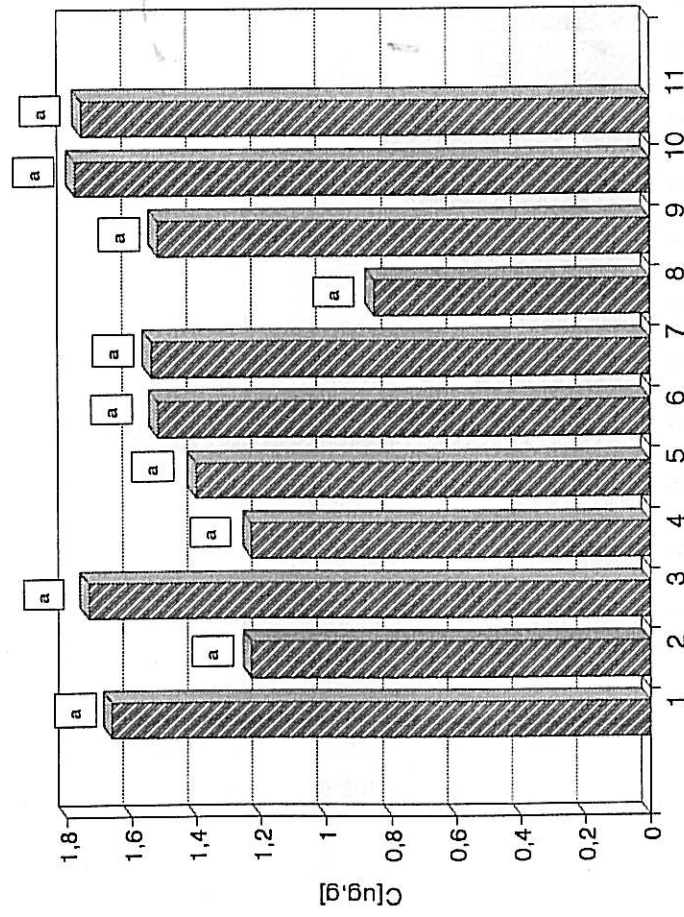


Fig. 19 Mn



Fig. 20 Cu

