

VYPLAVOVÁNÍ FOSFORU, DRASLÍKU, HOŘČÍKU A VÁPŇÍKU Z PŮDY V KOSTELCI NAD ORLICÍ

Phosphorus, Potassium, Magnesium and Calcium leaching from the Soil in Kostelec nad Orlicí locality

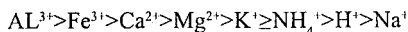
Jiří TŮMA

Katedra biologie VŠP, Víta Nejedlého 573, 500 03 Hradec Králové

V mikroparcelkovém lyzimetrickém pokusu v lokalitě Kostelec nad Orlicí byl proveden výzkum vyplavování P, K, Mg a Ca z půdního profilu v závislosti na ročním období, množství srážek a jejich průsaku v hloubce 0,3 m a 0,6 m a druhu použitých hnojiv.

Úvod

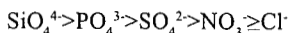
Při vyplavování živin z půdy hraje důležitou úlohu dešťová voda. Tato voda je v půdě z části zadržována a částečně prosakuje do spodních vrstev. Množství vody zadržené v půdě závisí na mnoha činitelích - především půdních vlastnostech jako je zrnitost půdy, struktura, obsah jílových částic a humusu, podíl jednotlivých kationtů poutaných sorpčním komplexem a na vlhkosti půdy (PAVEL et al., 1984). Zasakující voda odvádí z povrchových vrstev půdy do spodiny snadno rozpustné soli i koloidní částice. Při intenzivní srážkové činnosti, nebo při nadměrných závlahách pak může dojít ke změnám půdních vlastností, ztrátám důležitých živin i ke kontaminaci spodních vod. Kontaminované spodní vody pak v ochranných pásmech zhoršují kvalitu podzemní vody. Dostávají se do drenážní sítě a podílí se na zvýšené eutrofizaci povrchových vod, zejména trvalým přísunem živin - hlavně fosfátů a dusíku. Jednotlivé živiny jsou v půdě nesterálně sorbovány. Z kationtů jsou přednostně poutány vícevalentní před kationty s nižší valencí. Důvodem je hustota náboje a tím i větší přitažlivá síla. Pevnost sorpce pak ale závisí především na velikosti kationtu a jeho hydratačního obalu. Čím je větší hydratační obal, tím přitažlivá síla klesá. Četní autoři (MENDEL 1984; IVANIČ et al. 1984) uvádějí řadu přednostní sorpce kationtů (tzv. liotropickou řadu):



Mimoto některé kationty menších rozměrů např. K^+ a NH_4^+ mohou být v půdě fixovány v mezivrstvách jílových minerálů a tím je zabráněno jejich vyplavování (SCHERER 1985).

U aniontů je rozlišována tzv. nespecifická sorpce vznikající v důsledku vytvoření kladného náboje na povrchu sorbentů (podle SCHEFFER et SCHACHTSCHABEL 1984 v půdách bývá nepatrná 1 - 5%) a především specifická sorpce. Většinou se jedná o tzv. chemickou sorpci, při které dochází k chemické reakci mezi ionty v půdě za vzniku sloučenin s nižší rozpustností, popřípadě biologickou sorpci. Biologická sorpce je způsobena mikroorganismy, které přijímají rostlinné živiny, ty se stávají součástí jejich těla a uvolní se prakticky až po odumření mikroorganismu. Chemickou sorpci je poután hlavně fosfát, biologickou sorpci pak dusík, fosfor a síra.

Podle schopnosti adsorpce se i anionty rozdělují do následující řady (IVANIČ et al. 1984):



Z uvedené řady vyplývá, že nitrát a chlór nejsou v půdě téměř poutány a jsou zde velice mobilní. Snadno jsou vyplavovány do spodních vrstev půdy a strhávají sebou ionty opačného náboje. Dochází tak k dalšímu ochuzování orníční vrstvy o důležité živiny (MATULA 1987).

Cílem práce byl výzkum vyplavování P, K, Mg a Ca z půdního profilu v závislosti na množství srážek a jejich průsaku v hloubce 0,3 m a 0,6 m a druhu použitých hnojiv.

Materiál a metodika

Pro studium vyplavování P, K, Mg, Ca byl založen mikroparcelkový lyzimetrický pokus na pokusné stanici v Kostelci nad Orlicí. Tato stanice je umístěná v nadmořské výšce 300 m n.m. a vyznačuje se dlouhodobým ročním úhrnem srážek 650 mm a průměrnou roční teplotou 7,5°C. Půdní charakteristiky stanoviště:

půdní druh - hlinitopísčité půda

půdní typ - hnědozem

objemová hmotnost ornice - 1,5 t.m⁻³

obsah skeletu 0,5 %

kationtová výměnná sorpční kapacita půdy (KVK)

- 142 mmol chem. ekv.kg⁻¹(stanoveno metodou KVK-UF podle Matuly)

pH /KCl - 5,6

obsah výměnného P - 37 mg.kg⁻¹

obsah výměnného K - 82 mg.kg⁻¹

obsah výměnného Mg - 70 mg.kg⁻¹

obsah výměnného Ca - 1015 mg.kg⁻¹ (vše stanoveno metodou KVK-UF)

Byly použity dva typy lyzimetrů uložených v přirozeném půdním profilu:

1. „Šachtový lyzimetr“ - rozměr sběrných misek 0,5 x 0,4 m
- hloubka uložení 0,3 m a 0,6 m
2. „Zasypaný lyzimetr“ - rozměr sběrné misky 0,27 x 0,18 m
- hloubka uložení 0,3 m

Pokus byl založen v červnu 1993. Pokusný pozemek kolem lyzimetrů byl zorán do hloubky 0,15 m, upraven a ponechán jeden rok bez obdělávání a hnojení. V tomto období (tj. od 3.6.1993 do 3.6.1994) byly měřeny pouze průsaky srážek v obou sledovaných hloubkách.

V červnu 1994 na pokusu byly uplatněny dvě varianty hnojení průmyslovými hnojivy, lišící se použitými druhy vápenatých, hořečnatých a draselných hnojiv a to při stejné celkové dávce čistých živin (dále č.ž.). Třetí varianta pak byla ponechána bez hnojení:

Var.1 (označení D) - hnojena pouze dolomitickým vápencem (560 kg Ca a 250 kg Mg . ha⁻¹) a draselnou solí (120 kg K . ha⁻¹) tj. celkem P - O, K 120, Mg 250, Ca 560 kg.č.ž..ha⁻¹.

Var.2 (označení V) - hnojena mletým vápencem (560 kg Ca, 11 kg Mg.ha⁻¹), kieseritem (239 kg Mg a 45 kg K . ha⁻¹) a draselnou solí (75 kg K . ha⁻¹) - tj. celkem P - O, K - 120, Mg - 250 a Ca - 560 kg č.ž.ha⁻¹.

Var.3 (označení O) - bez hnojení

Všechna hnojiva byla zapravena ručním kypřičem do hloubky - 0,1 m. Po aplikaci hnojiv byla na pokusném pozemku kolem lyzimetřů zasetá kostřava luční (*Festuca pratensis*). Průsaky srážek u 1. a 2. var byly měřeny v hloubkách 0.3 a 0.6 m (D30, D60, V30, V60) u „Šachtového lyzimetru“. 3. var. pouze v hloubce 0.30 m (O30) u „Zasypaného lyzimetru“.

Měření množství perkolátu a odběry vzorků byly prováděny v době intenzivního průsaku (zimní období) nejméně 1x za měsíc, v ostatním období pak nejméně 1x za dva měsíce. Z provozních důvodů nebylo možné kontrolovat lyzimetry v přesných pravidelných intervalech po uplynutí určitého počtu dní. Pokus byl ukončen v listopadu 1996.

Výsledky a diskuse

Na obr. 1 je znázorněna velikost srážek za určité období a k nim odpovídající množství průsaků v hloubce 0.3 a 0.6 m. Jde vždy o průměr dvou měření. V prvním roce měření byl zaznamenán průsak srážek až v období od 18.9.1993 a pokračoval přes celou zimu až do 7.4.1994. Od tohoto termínu do 13.11.94 nebyly opět naměřeny žádné průsaky. V roce 1995 byly opět zjištěny průsaky hlavně v zimním období, ale na rozdíl od předchozího roku i v letním období. Souviselo to zřejmě s vyšším výskytem nárazových dešťových srážek. Zatímco v letním období 1994 byly zaznamenány pouze dva dny se srážkami vyššími než 20 mm, v roce 1995 - 10 dnů a celkově vyšší srážková činnost. V roce 1996 nebyl zjištěn průsak v období od 23.1. - 17.3. v důsledku promrznutí půdního profilu a v krátkém úseku od 24.6. - 23.7., kdy zejména v červnu byly naměřeny vysoké teploty a zřejmě následkem intenzivní evapotranspirace došlo k úbytku vody v půdním profilu. Po intenzivních srážkách koncem července a v srpnu se půdní profil opět vodou nasýtil, takže na rozdíl od předchozích let byl zaznamenán značný průsak srážek i v průběhu srpna a září.

Z obr. 2 je patrné, že největší úroveň průsaků byla zjištěna v průběhu února a března, kdy se v hloubce 0,3 m přibližovala hodnotě 25%. V hloubce 0,6 byly pozorovány průsaky zhruba poloviční. V průběhu letního období záleželo především na intenzitě srážek. V sušším období nebyly zaznamenány žádné průsaky, v období s nárazovými srážkami se pak projevily hlavně v hloubce 0,3 m a nepřekročily hranici 10%. V tab. 1 je pak uvedeno průměrné procento průsaku srážek za rok a to v hloubce 0.3 m a 0.6 m. Celkové průměrné hodnoty byly o něco nižší, nebo odpovídaly údajům v dostupné literatuře (např. MRKVIČKA 1990; DAMAŠKA 1991).

Koncentrace P v perkolátu se pohybovaly v hloubce 0.3 m pod úrovní 1 mg.l⁻¹ a v průběhu roku se příliš neměnily. Koncentrace P v hloubce 0.6 m byly téměř nulové. Koncentrace K, Mg i Ca na rozdíl od P nevykazovaly výraznější rozdíly mezi hloubkami 0,3 a 0,6 m. V době vegetace byly pak naměřeny nepatrně vyšší hodnoty, zřejmě v důsledku zvýšené mikrobiální aktivity půdy a intenzivnější mineralizace. Koncentrace K se pohybovaly v rozmezí 2 - 10 mg.l⁻¹. U Mg byly zjištěny větší výkyvy - v rozmezí 4 - 18 mg.l⁻¹. Koncentrace Ca vysoce překračovaly hodnoty naměřené u ostatních živin a vykazovaly poměrně velké výkyvy. Kolísaly v rozmezí mezi 50 - 150 mg.l⁻¹. Z aniontů byl sledován Cl⁻, jehož koncentrace se v perkolátu pohybovala v rozmezí

1-3 mg.l⁻¹. Zjištěné hodnoty odpovídají literárním údajům (JANOVIČ 1986, MRKVIČKA 1990, DAMAŠKA 1991, ONDŘÍŠÍK 1991). MATULA (1987) pak uvádí průměrné hodnoty koncentrace hlavních živin v půdním roztoku u dobře zásobených půd: P 0,1-0,2 mg.l⁻¹; K do 20 mg.l⁻¹; Mg 10 - 40 mg.l⁻¹; Ca 50 - 100 mg.l⁻¹.

Nebyly pozorovány výraznější změny koncentrace živin v perkolátu v souvislosti s variantami hnojení (var. D a var. V). U nehnojené varianty byly v mnoha případech zjištěny vyšší koncentrace než u variant hnojených. Zde ale byly vzorky odebrány injekční stříkačkou z 2. typu lyzimetru (tzv. zasypaný lyzimetr) umístěného pouze v hloubce 0,3 m. Po vysátí vzorku zřejmě na dně sběrné nádoby zůstal sediment, který pak mohl ovlivnit výsledky. Celkové hodnoty vyplavování živin u této varianty z těchto důvodů nejsou uvedeny. Na obr. 3 jsou uvedeny hodnoty vyplavování hlavních živin - P, K, Mg a Ca z půdního profilu v letech 1994 - 95 a na obr. 4 v letech 1995 - 96. V obou případech je zde porovnána var. D s var. V, a to ve vegetačním a zimním období a v hloubkách 0,3 m a 0,6 m. V nejvyšší míře byl vyplavován Ca, řádově 10x více než ostatní živiny. Vyplavování Mg bylo nepatrně vyšší než u K. V obou případech ale nepřekročilo hodnotu 5 kg č.ž. .ha⁻¹. Vyplavování P bylo minimální. Fosfor je v půdě poután především chemickou sorpcí, při které probíhá srážecí reakce fosfátu s kationty o vyšším oxidačním čísle - v kyselé a neutrální půdě především s Al³⁺. Proto i po aplikaci fosforečných hnojiv nebývá dosahováno vyšších koncentrací P v půdním roztoku. K⁺ má pak v porovnání s vícevalentními kationty, jako jsou Mg²⁺ a Ca²⁺ daleko menší hydratační obal, proto je pevněji vázán sorpčním komplexem půdy, a jak bylo již bylo zmíněno, podléhá i fixaci v mezivrstvách jílových minerálů. Proto zpravidla bývá jeho koncentrace v půdním roztoku i v drenážních vodách nižší než je tomu u Ca a Mg. Ionty Ca a Mg jsou v důsledku svého rozměru a především většího hydratačního obalu slaběji poutány sorpčním komplexem půdy a jsou z něj snadno vytěsňeny.

Množství vyplavených živin zjištěné v hloubce 0,6 m bylo u všech sledovaných živin přibližně poloviční v porovnání s hloubkou 0,3 m. V roce 1994 - 95 hodnoty vyplavování jednotlivých živin v letním - vegetačním období byly nižší v porovnání se zimním obdobím. V roce 1995 - 96 se tento trend neprojevil, naopak byly zaznamenány vyšší hodnoty ve vegetaci. Je zajímavé, že poměrně vysoká dávka Mg ve snadno rozpustném kieseritu (v porovnání s Mg v dolomitickém vápenci) u var. V, se výrazněji nepromítla ve vyšším vyplavení Mg z půdního profilu. Je to dobře patrné z obr. č. 5, kde jsou uvedeny průměrné roční hodnoty vyplavení P, K, Mg, Ca. Použití kieseritu pro korekci nízké zásoby Mg v půdě je vhodné zejména na neutrálních a zásaditých půdách, kde není mnoho možností jak korigovat tento nepříznivý trend, který se v poslední době začíná projevovat na většině našich půd.

Roční hodnoty vyplavování sledovaných živin odpovídají výsledkům DAMAŠKY (1991), který uvádí v okrese Ústí nad Orlicí tyto průměrné hodnoty vyplavování K - 5,2 kg.ha⁻¹, Mg - 9.6 kg.ha⁻¹, Ca - 119.3 kg.ha⁻¹. Poměrně značné vyplavování vápníku z půdního profilu má za následek snižování hodnoty pH půdy a postupně může dojít ke zhoršení některých, zejména fyzikálních vlastností půdy. Půdní reakce pak ovlivňuje aktivitu hlíníku v půdě, přijatelnost dalších živin pro rostliny (např. P, Fe, Mo, Mn) a v neposlední řadě i biologickou aktivitu půd.

Souhrn

V mikroparcelkovém lyzimetrickém pokusu v lokalitě Kostelec nad Orlicí byl zjištěn roční průsak srážek v hloubce 0,3 m kolem 8 % , v hloubce 0,6 m - 3.5%. K největšímu promyvu půdy dochází v jarním období, kdy rozmrzne půdní profil. Naproti tomu v let-

ních měsících, pokud se nevyskytují větší nárazové srážky (většinou nad 20 mm), nebyl zaznamenán žádný průsak. V perkolátu byl zastoupen nejvíce Ca, jehož koncentrace se pohybovala v rozmezí 50 - 150 mg.l⁻¹, potom Mg - 4 - 18 mg.l⁻¹, K - 2 - 10 mg.l⁻¹ a mizivá množství P. Největší roční průměrné hodnoty vyplavování z půdního profilu vykazoval Ca - řádově 10x vyšší než Mg a K, u kterých hodnoty ztrát nepřesáhly 5 kg.ha⁻¹. Vyplavování P bylo minimální. Množství vyplavených živin v hloubce 0,6 m bylo u všech sledovaných živin přibližně poloviční v porovnání s hloubkou 0.3 m. Vysoká dávka Mg ve snadno rozpustném kieseritu se výrazněji nepromítla ve vyšším vyplavování Mg.

Summary

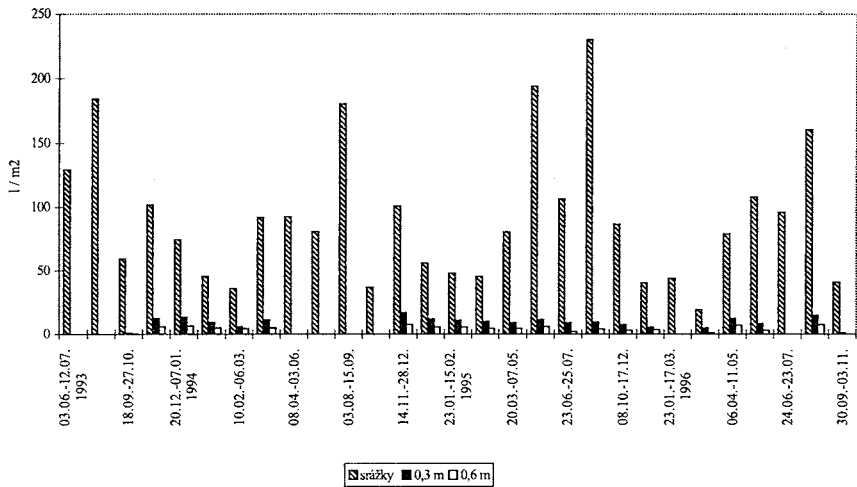
In the field-mikro-plot lysimetric trial there was found the year precipitation seepage about 8% in 0.3 m depth, about 3.5% in 0.6 m depth. These observations were replaced in Kostelec nad Orlicí locality. The percolate water contained Ca in the highest concentration (50-150 mg.l⁻¹), Mg (4-18 mg.l⁻¹), K (2-10 mg.l⁻¹) and trace amount of P. The highest average leaching levels from soil relief had Ca - 10 times higher in comparison with Mg and K, and their loss levels were not higher than 5 kg.ha⁻¹. P leaching was minimal. The amount of leached nutrients in 0.6 m depth was half at all observed nutrients in comparison with 0.3 m depth. The high dose in light soluble kieserite was not displayed in higher Mg leaching.

Poděkování

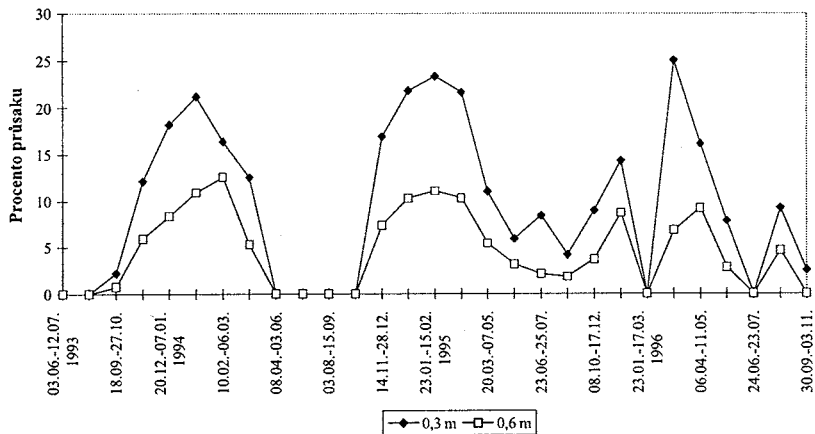
Za vytvoření vhodných podmínek a pomoc při realizaci pokusu děkuji Petru Krtičkovi, vedoucímu pokusné stanice v Kostelci nad Orlicí. Za provedení rozborů lysimetrických vod děkuji Ing. Anně Hrozinkové z VÚRV Praha-Ruzyně. Především bych chtěl pak poděkovat za pomoc a spolupráci Doc.ing. Jiřímu Matulovi, CSc z VÚRV Praha Ruzyně, který byl odpovědný řešitel grantu GA ČR (číslo: 503940021, název: Výzkum kontroly a řízení ekologicky opodstatněných hladin živin v půdě s důrazem na kvalitu plnohodnotné rostlinné produkce pro zvířata a lidi), v rámci kterého výzkum probíhal.

Literatura

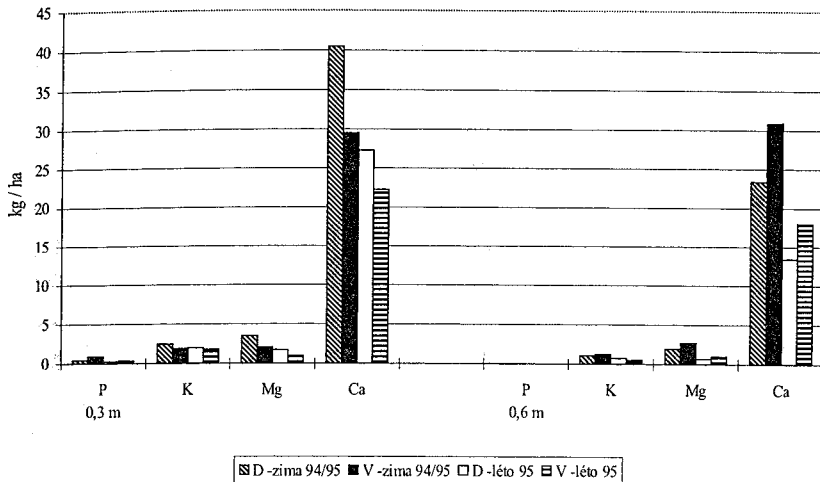
- DAMAŠKA J., 1991: Odhad ztrát živin vymýváním z půdy. Úroda, 39: 148-149.
- IVANIČ J. et al., 1984: Výživa a hnojení rastlin. Příroda, Bratislava.
- JANOVIČ J., 1986: Zmeny koncentracie živín v drežnej vode travného porastu vplyvom rozdielnych zražok, využitia a hnojenia. Poľnohospodárstvo, 32: 322 - 329.
- MATULA J., 1987: Agrochemie. VŠZ, Praha.
- MENGEL K., 1984: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MRKVIČKA J., 1990: Produkční a ochranné funkce trvalých lučních porostů. VŠZ [habilitační práce], Praha.
- ONDRIŠÍK P., 1991: Transport živin z půdy priesakovými vodami. Rostlinná výroba, 37: 9-14.
- PAVEL L. et al., 1984: Geologie a půdoznalství. VŠZ, Praha.
- SCHEFFER F. et SCHACHTSCHABEL P., 1984: Lehrbuch der Bodenkunde, Enke, Stuttgart.
- SCHERER, H.W., 1985: Wechselwirkungen zwischen NH₄⁺ und K⁺ bei der spezifischen Bindung und der Mobilisierung im Boden. Kali-Briefe (Büntehof), 17:431-440.



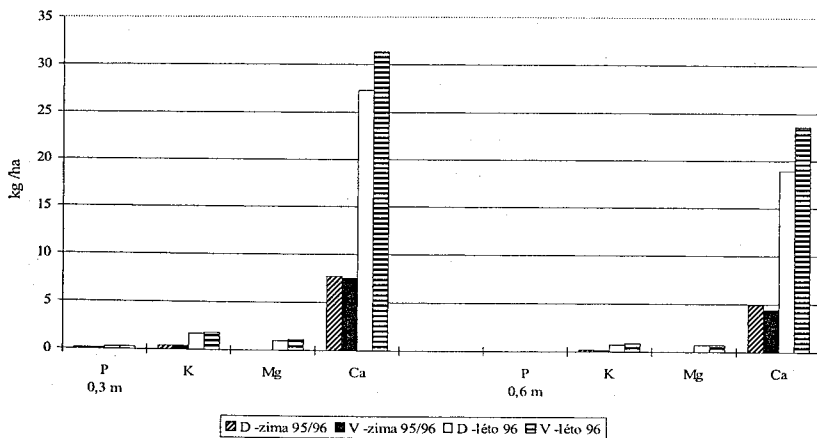
Obr.1: Množství srážek a jejich průsaky.
Fig. 1: The amount of precipitations and their scapages.



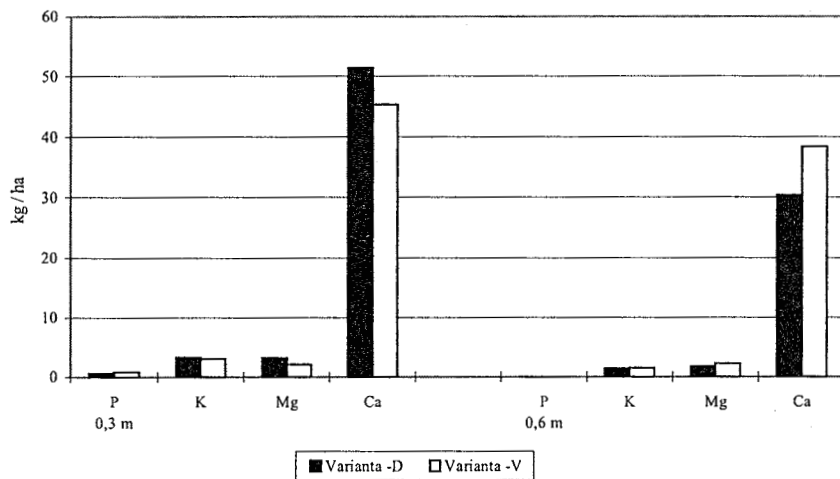
Obr.2: Procento průsaku srážek.
Fig. 2: The percentage of scapage precipitations.



Obr. 3: Vyplavování živin z půdního profilu 1994 - 95.
Fig. 3: The leaching of nutrients from soil relief - 1994 - 95.



Obr. 4: Vyplavování živin z půdního profilu 1995 - 96.
Fig. 4: The leaching of nutrients from soil relief - 1995 - 96.



Obr. 5: Průměrné roční hodnoty vyplavování živin z půdního profilu.
Fig. 5: The average year levels of leaching nutrients from soil relief.

Tab. 1: Procento průsaku srážek za rok.
Tab. 1: Year percentage of seepage precipitation.

Termín	Suma srážek (mm)	% průsaku	
		0,3 m	0,6 m
3.6.1993 - 3.6.1994	815,2	6,7	3,3
4.6.1994 - 22.6.1995	822,8	8,5	4,1
23.6.1995 - 23.6.1996	713,4	8,1	3,5

Došlo: 21.11.1997