

VYPLAVOVÁNÍ ŽIVIN Z PŮDY PRŮSAKOVÝMI VODAMI V OBLASTI SEČE

Soil nutrients leaching by percolation water in the Seč area

Jiří TŮMA, Lucie KLAUDYOVÁ

Katedra biologie, PdF, Univerzita Hradec Králové, Rokitsanského 62, 500 03 Hradec Králové 3, tel. +420 493 331 178, e-mail: jiri.tuma@uhk.cz

Na 7 lokalitách v katastrálním území obcí Žďárec u Seče a Horní Počátky bylo v letech 2001 a 2002 provedeno 9 odběrů melioračních vod. Ve vodách byly stanoveny následující parametry: pH, obsah NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Klíčová slova: vyplavování živin, perkolační vody, pH, dusík, draslík, vápník, hořčík

Úvod

Vyplavování živin z půdy je vážným problémem nejen z hlediska kontaminace spodních vod, ale i značných finančních ztrát, protože náklady na hnojiva představují značnou položku v rozpočtu zemědělských podniků. Zjištěné parametry by mohly napovědět o účinnosti výživářských (hnojařských) zásahů. Tuto problematiku jsme již řešili např. v publikacích TŮMA (1997), popřípadě TŮMA a KACÁLKOVÁ (2004). Vyplavované živiny pocházejí převážně z orníční vrstvy, kde je obsah labilních živin vyšší než v ostatních horizontech půdního profilu (DAMAŠKA 1985). K jejich vyplavování dochází v případě, že nejsou dostatečně silně adsorbovány na sorpční komplex půdy, popřípadě vázané chemickou sorpcí, nebo půdními mikroorganizmy (biologická sorpce).

Cílem práce byl výzkum vyplavování hlavních rostlinných živin z půdy v závislosti na hnojení minerálními a organickými hnojivy, na roční době a průběhu počasí. Dalším cílem bylo nalézt závislosti mezi vyplavováním mobilních aniontů a kationtů.

Materiál a metodika

Výzkum vyplavování živin z půdy průsakovými vodami byl realizován v lokalitách na katastrálním území obce Žďárec u Seče a Horní Počátky v zemědělském podniku ZESO, v. o. s. Seč. Nadmořská výška stanovišť kolísá v rozmezí 400–500 m n. m., průměrná roční teplota se pohybuje okolo 8 °C a roční úhrn srážek okolo 800 mm. Bylo vybráno 7 stanovišť s melioračními výústěmi, které jsou zaznamenány na mapě (obr. 1). Pouze u stanoviště č. 5 byla voda odebírána z povrchového melioračního žlabu. Od září 2001 do srpna 2002 bylo uskutečněno 9 odběrů vzorků vod. Ve vzorcích bylo stanoveno pH (laboratorním pH / ION metrem inoLab pH / ION Level 2 od firmy WTW) a obsah NO_3^- , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} (na stejném přístroji s využitím iontově selektivních elektrod THETA '90) a fosforečnany fotometricky.

V tab. 1 jsou uvedeny klimatické charakteristiky – průměrná měsíční teplota a úhrn srážek v období výzkumu na klimatologické stanici Seč (zdroj ČHMU).



Obr. 1: Plánek sledovaných lokalit s vyznačením odběrných míst.

Fig. 1: Plan of the monitored localities with marked taking of samples sites.

Tab. 1: Průměrná měsíční teplota a úhrn srážek na Seči.

Tab. 1: The average month temperature and rainfall sum in Seč locality.

	Sledovaný měsíc 2001 – 2002									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Průměrná měsíční teplota °C	1,2	-4,1	-1,1	3,5	4,5	7,2	15,3	17,1	18,1	18,9
Úhrn srážek mm	51,8	39,2	21,7	69,8	18,7	55,6	45	75,6	100	212

V tab. 2 jsou uvedeny výsledky agrochemického zkoušení půd (AZP) sledovaných pozemků, se systematickým odvodněním, které vede ke sledovaným výústím.

Tab. 2: Výsledky agrochemického zkoušení půd (metoda Mehlich II.) v roce 2000.**Tab. 2:** The results of agrochemical tests of soil (Mehlich method II.) in the year 2000.

Stanoviště – č. honu	pH	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	Ca mg.kg ⁻¹
1-1106/1	4,7	102	222	79	1405
2-1093	5,0	125	182	60	1576
3-1118	5,3	41	142	91	1870
7-1106/2	5,5	49	239	173	2164

Poznámka: údaje za stanoviště 4–6 hon 1245 nebyly k dispozici.

V tab. 3 je uveden osevní postup a aplikace dusíkatých hnojiv (organické hnojení ani hnojení, jinými minerálními i živinami nebylo uplatněno).

Tab. 3: Osevní postup a aplikace dusíku na jednotlivých lokalitách.**Tab. 3:** Rotation of crops and N application in individual places.

Stanoviště – hon	1-1106/1	2-1093	3-1118	4-6-1245	7-1106/2
2001 dávka N .ha ⁻¹	Kukuřice 80	Len 0	Řepka 86	Řepka 86	Travina 30
2002 dávka N .ha ⁻¹	Kukuřice 80	Kukuřice 80	Pšenice ozim 28	Pšenice ozim 28	Travina 30

Výsledky a diskuse

V tab. 4 jsou uvedeny zjištěné hodnoty pH melioračních vod. Naměřené průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 5,70 do 6,35 pH. PH melioračních vod úzce souvisí s pH půdy. Zjištěné hodnoty pH půdy na přilehlých pozemcích jednoznačně ukazují na kyselé až silně kyselé půdy. Hodnoty pH získané AZP se týkají výměnné půdní reakce (pH/KCl) tzn., že zahrnují i H⁺ výměnně vázané na sorpční komplex, ale u pH perkolačních vod se jedná v podstatě o tzv. aktivní reakci (pH/H₂O). Z tohoto důvodu jsou i zjištěné hodnoty pH perkolačních vod vyšší než hodnoty pH/KCl půd.

V tab. 5 jsou zaznamenány hodnoty obsahu dusičnanů (NO₃⁻). Na zkoumaných lokalitách se průměrné hodnoty pohybovaly v rozmezí od 17,02 do 58,51 mg.l⁻¹. Jedná se o hodnoty poměrně nízké. Souvisí to hlavně s nízkou úrovní hnojení dusíkatými minerálními hnojivy. Pohyb dusíku (především dusičnanů) v půdě je však také výrazně ovlivňován i ročním obdobím, množstvím srážek a teplotou. V závislosti na klimatických a půdních podmínkách se dusík mikrobiálními přeměnami uvolňuje do půdního roztoku, kde o něj v podstatě soutěží rostliny a mikroorganizmy. Pokud zůstane v půdním roztoku nevyčerpan, snadno se vyplavuje, protože dusičnany nejsou v půdě téměř vůbec sorbovány. Byla prokázána závislost mezi vyplavováním dusičnanů a kationtů hořčičku ($r = 0,3895$, $n = 55$) a vápníku ($r = 0,3057$). Hlavně tyto kationty doprovází dusičnan při jeho vyplavování z půdy. Obdobná závislost u draslíku nebyla prokázána.

Fosfor v půdě je vázán hlavně chemickou sorpcí. Chemická sorpce v podstatě zabraňuje vymývání fosforu z půdy tím, že fosforečnanové anionty (PO₄³⁻) reagují s dvojmocnými kationty (Ca²⁺ a Mg²⁺) a v kyselém prostředí především s trojmocnými kationty (Al³⁺ a Fe³⁺). Vznikají tak téměř nerozpustné sloučeniny a proto v důsledku toho je vyplavování

fosforu z půdy velmi nízké. Průměrné naměřené hodnoty byly velmi nízké, pohybovaly se v rozmezí od 0,89 do 1,24 mg.l⁻¹, a proto jejich celkový přehled neuvádíme. Odpovídají i našim dřívějším měřením, např. TŮMA (1997).

V tab. 6 jsou uvedeny hodnoty koncentrace vyplaveného draslíku, které se pohybovaly v průměru stanovišť v rozmezí od 1,89 do 12,86 mg.l⁻¹ a byly v relaci s výsledky jiných autorů (např. ONDRIŠÍK 1991; TŮMA 1997). Množství vyplaveného draslíku je především ovlivňováno půdními vlastnostmi. Mimo sorpce draslíku na povrchu půdních koloidů je draslík schopen, díky svému malému hydratačnímu obalu, vstupovat do krystalických mřížek jílových minerálů, kde je pak fixován. Právě tato vlastnost je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje jeho vyplavování z půdy. Schopnost fixovat draslík není dána pouze množstvím jílových minerálů, ale i zastoupením jejich jednotlivých typů. Tato fixace je poměrně pevná, takže množství srážek nebo změny teploty během roku se významně neprojeví na vyplavování draslíku z půdy.

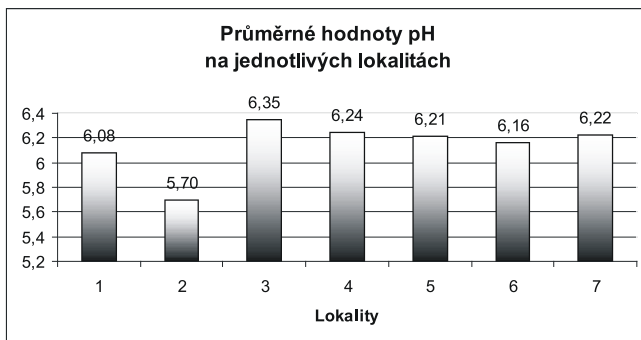
V tab. 7 jsou uvedeny hodnoty koncentrace vyplavených vápenatých kationtů (Ca²⁺), které se na sledovaných lokalitách pohybovaly v rozmezí od 16,09 do 31,62 mg.l⁻¹. Vápník je v půdě vázán, stejně jako fosfor, chemickou sorpcí (především ve formě CaCO₃), ale větší podíl uhličitánů se vyskytuje na neutrálních a zásaditých půdách, což není náš případ. Na půdách s vyšším pH je i značný podíl Ca²⁺ iontů v tzv. labilní vazbě na sorpční komplex půdy. Podíl Ca²⁺ v sorpčním komplexu kyselých a silně kyselých půd je poměrně nízký, proto i naměřené hodnoty jeho vyplavování z půdy byly nižší v porovnání s výsledky, které publikovali např. DAMAŠKA (1991) a TŮMA (1997). Vyplavování vápníku z půdního profilu ovlivnilo i množství srážek. Zde platí, že čím větší je úhrn srážek, tím větší je vyplavování vápníku. Podobný vliv mělo i střídání teplot během vegetačního období. Souvisí to s velkým hydratačním obalem Ca²⁺ a slabší vazbou na sorpční komplex půdy (např. v porovnání s K⁺).

V tab. 8 v jsou uvedeny hodnoty koncentrace hořčíku (Mg²⁺) v melioračních vodách. Pohybovaly se od 4,68 do 11,54 mg.l⁻¹. Hořčík se v půdě nachází v podobných vazbách jako vápník. Rovněž díky velkému hydratačnímu obalu je slaběji vázán. Jeho celkový obsah je nižší, proto i naměřené hodnoty koncentrace Mg²⁺ jsou nižší v porovnání s Ca²⁺. Podobné hodnoty uvádí v publikaci DAMAŠKA (1991) i TŮMA (1997). Množství vyplavování hořčíku souvisí s jeho obsahem v půdě a klimatickými faktory – rozložením srážek a teplot v průběhu roku.

Tab. 4: Naměřené hodnoty pH perkolačních vod.

Tab. 4: Measured pH values of percolated water.

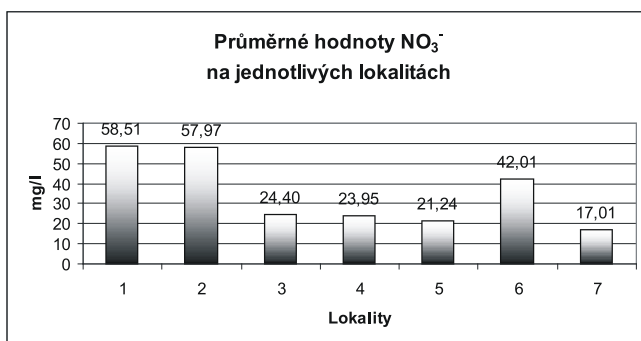
LOKALITA	18.09. 2001	21.10. 2001	25.11. 2001	27.01. 2002	03.03. 2002	07.04. 2002	19.05. 2002	25.06. 2002	12.08. 2002	průměr na dané lokalitě
Lokalita č.1 – hon č.1106/1	6,29	5,87	6,21	6,44	6,41	5,40	5,42	6,02	6,67	6,08
Lokalita č.2 – hon č.1093	6,10	5,12	5,48	6,07	5,86	5,26	5,00	5,89	6,56	5,70
Lokalita č.3 – hon č.1118	6,22	6,26	6,32	6,33	6,44	N	N	N	6,52	6,35
Lokalita č.4 – hon č.1245	6,59	N	N	6,36	6,50	5,92	5,74	6,03	6,56	6,24
Lokalita č.5 – hon č.1245	6,09	6,21	6,27	6,19	6,44	6,00	5,93	6,12	6,62	6,21
Lokalita č.6 – hon č.1245	5,98	6,02	6,24	6,20	6,35	6,01	5,87	6,20	6,54	6,16
Lokalita č.7 – hon č.1106/2	5,86	6,41	6,23	6,18	6,34	6,08	N	N	6,43	6,22
Průměr jednotlivých odběrů	6,16	5,98	6,13	6,25	6,33	5,78	5,59	6,05	6,56	-



Tab. 5: Koncentrace NO_3^- (mg.l-1) v perkolačních vodách (N = odběr vzorků nebyl proveden).

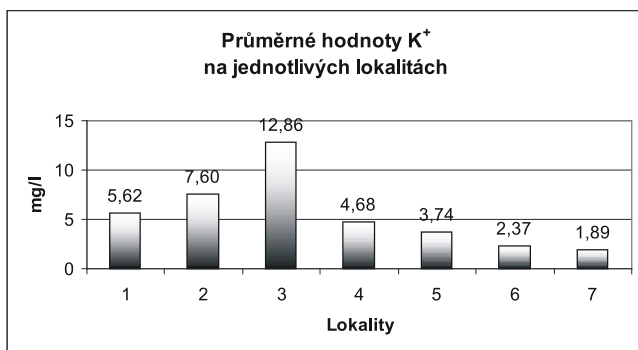
Tab. 5: NO_3^- (mg.l-1) concentration in percolated water (N = taking of samples was not realized)

LOKALITA	18.09. 2001	21.10. 2001	25.11. 2001	27.01. 2002	03.03. 2002	07.04. 2002	19.05. 2002	25.06. 2002	12.08. 2002	průměr na dané lokalitě
Lokalita č.1 – hon č.1106/1	17,77	111,20	22,00	48,23	73,18	86,04	77,96	65,00	25,22	58,51
Lokalita č.2 – hon č.1093	27,53	77,81	16,00	92,34	83,95	73,36	60,47	45,00	45,27	57,97
Lokalita č.3 – hon č.1118	9,02	10,26	12,00	37,02	36,02	N	N	N	42,06	24,40
Lokalita č.4 – hon č.1245	14,02	N	N	34,09	26,65	13,78	13,45	15,00	50,64	23,95
Lokalita č.5 – hon č.1245	15,03	20,65	14,00	31,95	26,69	10,80	18,06	14,00	40,02	21,24
Lokalita č.6 – hon č.1245	20,77	47,90	24,00	42,82	72,55	44,24	44,68	25,00	56,14	42,01
Lokalita č.7 – hon č.1106/2	4,06	3,55	10,00	39,94	49,85	3,10	N	N	8,62	17,02
Průměr jednotl. odběrů	15,46	45,23	16,33	46,63	52,70	38,55	42,92	32,80	38,28	-

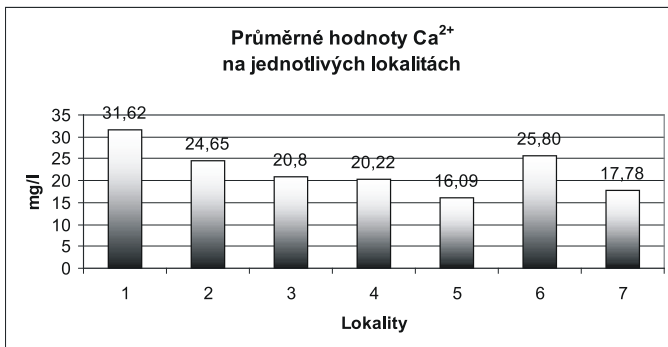


Tab. 6: Koncentrace K^+ (mg.l⁻¹) v perkolačních vodách.Tab. 6: K^+ (mg.l⁻¹) concentration in percolated water.

LOKALITA	18.09. 2001	21.10. 2001	25.11. 2001	27.01. 2002	03.03. 2002	07.04. 2002	19.05. 2002	25.06. 2002	12.08. 2002	průměr na dané lokality
Lokalita č.1 – hon č.1106/1	4,28	4,24	5,93	11,41	4,33	4,06	2,74	8,14	5,44	5,62
Lokalita č.2 – hon č.1093	11,02	9,42	9,14	9,83	5,26	8,00	6,68	4,52	4,56	7,60
Lokalita č.3 – hon č.1118	9,62	13,33	12,29	11,82	6,76	N	N	N	23,32	12,86
Lokalita č.4 – hon č.1245	16,08	N	N	2,03	1,00	2,03	3,36	1,02	7,26	4,68
Lokalita č.5 – hon č.1245	3,58	1,97	2,34	1,95	0,97	1,97	1,11	0,93	18,86	3,74
Lokalita č.6 – hon č.1245	4,78	2,00	2,93	2,60	1,55	2,17	1,60	1,16	2,52	2,37
Lokalita č.7 – hon č.1106/2	1,00	1,79	2,03	2,91	2,93	1,28	N	N	1,31	1,89
Průměr jednotliv. odběrů	7,19	5,46	5,78	6,08	3,26	3,25	3,10	3,15	14,75	-

**Tab. 7:** Koncentrace Ca^{2+} (mg.l-1) v perkolačních vodách.Tab. 7: Ca^{2+} (mg.l-1) concentration in percolated water.

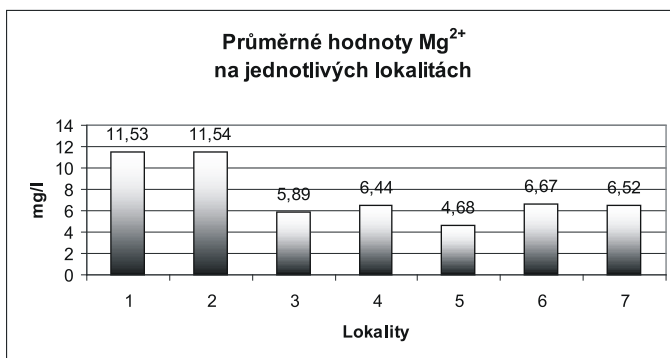
LOKALITA	18.09. 2001	21.10. 2001	25.11. 2001	27.01. 2002	03.03. 2002	07.04. 2002	19.05. 2002	25.06. 2002	12.08. 2002	průměr na dané lokality
Lokalita č.1 – hon č.1106/1	13,06	30,49	23,42	17,91	25,14	24,23	40,20	50,03	60,08	31,62
Lokalita č.2 – hon č.1093	14,73	21,72	17,04	18,40	21,85	20,45	31,27	35,62	40,75	24,65
Lokalita č.3 – hon č.1118	11,87	20,49	16,96	14,90	18,79	N	N	N	41,79	20,80
Lokalita č.4 – hon č.1245	10,63	N	N	8,05	12,81	14,04	25,44	32,80	37,80	20,22
Lokalita č.5 – hon č.1245	8,01	15,07	10,78	7,87	13,30	13,72	25,92	25,93	24,24	16,09
Lokalita č.6 – hon č.1245	11,43	26,29	16,50	7,72	22,61	24,08	39,47	42,53	41,53	25,80
Lokalita č.7 – hon č.1106/2	7,84	18,83	14,33	10,00	16,96	16,74	N	N	39,75	17,78
Průměr jednotliv. odběrů	11,08	22,15	16,51	12,12	18,78	18,88	32,46	37,38	40,85	-



Tab. 8: Koncentrace Mg²⁺ (mg.l⁻¹) v percolačních vodách.

Tab. 8: Mg²⁺ (mg.l-1) concentration in percolated water.

LOKALITA	18.09. 2001	21.10. 2001	25.11. 2001	27.01. 2002	03.03. 2002	07.04. 2002	19.05. 2002	25.06. 2002	12.08. 2002	průměr na dané lokalitě
Lokalita č.1 – hon č.1106/1	2,28	9,49	8,49	5,94	9,31	10,58	16,76	24,53	16,36	11,53
Lokalita č.2 – hon č.1093	3,58	8,14	7,68	7,85	10,26	9,98	16,03	25,39	14,98	11,54
Lokalita č.3 – hon č.1118	2,03	5,17	4,96	4,55	6,06	N	N	N	12,55	5,89
Lokalita č.4 – hon č.1245	1,75	N	N	3,06	4,37	4,54	8,45	14,12	8,76	6,44
Lokalita č.5 – hon č.1245	1,51	3,78	3,34	3,07	4,31	3,48	8,58	8,22	5,83	4,68
Lokalita č.6 – hon č.1245	1,98	6,00	4,58	2,67	6,37	5,46	12,76	11,48	8,70	6,67
Lokalita č.7 – hon č.1106/2	2,32	6,15	6,92	5,24	6,63	5,82	N	N	12,55	6,52
Průměr jednotl. odběrů	2,21	6,46	6,00	4,63	6,76	6,64	12,52	16,75	11,39	-



Souhrn

Na 7 lokalitách v katastrálním území obcí Žďárec u Seče a Horní Počátky bylo v letech 2001 a 2002 provedeno 9 odběrů melioračních vod. Průměrné hodnoty sledovaných parametrů se na odběrných místech pohybovali v rozmezí: pH 5,70–6,35; obsah NO_3^- 17,02–58,51; PO_4^{3-} 0,89–1,24; K^+ 1,89–12,86; Ca^{2+} 16,09–31,62 a Mg^{2+} 4,68 do 11,54 – všechny hodnoty v mg.l^{-1} . Byla prokázána významná závislost mezi vyplavováním NO_3^- a Mg^{2+} ($r = 0,3895$) a Ca^{2+} ($r = 0,3057$). U K^+ tato závislost nebyla prokázána. Snadno vyplavované živiny jako NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+} vykazovaly větší výkyvy hodnot v průběhu roku v závislosti na průběhu klimatických podmínek, především srážek a teplot.

Summary

In the years 2001–2002 nine ameliorative water takings were realized at 7 places of catastral unit of Žďárec u Seče and Horní Počátky villages. The average values of the monitored parameters at taking places moved in range of: pH 5,70–6,35; NO_3^- content 17,02–58,51; PO_4^{3-} 0,89–1,24; K^+ 1,89–12,86; Ca^{2+} 16,09–31,62 and Mg^{2+} 4,68 do 11,54 – all values are assigned as mg.l^{-1} . Significant dependence between leaching of NO_3^- and Mg^{2+} ($r = 0,3895$) a Ca^{2+} ($r = 0,3057$) was manifested, but not in the case of K^+ . Very easy leached nutrients as NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+} showed greater value variations during a year in dependence on course of climatic conditions, especially the rainfalls and temperatures.

Literatura

- DAMAŠKA, J., 1985: Hnojení a vymývání živin v různých půdně-ekologických podmínkách. *Rostl. Výr.*, 31 (11): 1123–1129.
- DAMAŠKA, J., 1991: Odhad ztrát živin vymíváním z půdy. *Úroda*, 49 (4): 148–149.
- ONDŘÍŠÍK, P., 1991: Transport živin z půdy priesakovými vodami. *Rostl. Výr.*, 37 (1): 9–14.
- TŮMA, J., 1997: Vyplavování fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku z půdy v Kostelci nad Orlicí. *Vč. sb. PŘÍR. – Práce a studie, Pardubice*, 5: 25–32.
- TŮMA, J. – KACÁLKOVÁ, L., 2004: Změny vybraných ukazatelů kvality povrchových vod v oblasti Králicka. *Vč. sb. PŘÍR. – Práce a studie, Pardubice*, 11: 13–23.

Došlo: 11.2.2008