

THE IMPACT OF SELECTED PROPERTIES ON CATION EXCHANGE CAPACITY OF SOILS OF MIDDLE MORAVIA

VLIV VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ NA KATIONTOVOU VÝMĚNNOU KAPACITU PŮD STŘEDNÍ MORAVY

Janček M., Pokorný E.

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: xjancek@mendelu.cz, pokorny@mendelu.cz

ABSTRACT

Our objective was to follow the effects of selected soil qualities onto extent of cation exchange capacity. The samples were taken from the plough layer (the depth of 0-30 cm) and the subplough layer (the depth of 30-60 cm) from 143 localities of Middle Moravia during years 2001-2003. The method of correlative analyses proofed that soil class has the biggest impact on cation exchange capacity (53,44 % in the plough layer and 54,87 % in the subplough layer). Another important impact in the plough layer is the content of humus (8,59 %) and its quality (7,08 %). The second place of selected impacts on cation exchange capacity takes quality of humus (8,25 %) and the third place takes the content of humus (3,21 %). The impact of soil reaction on cation exchange capacity was not confirmed.

Keywords: plough layer, subplough layer, cation exchange capacity, CEC

ABSTRAKT

Naším cílem bylo postihnout vliv vybraných půdních vlastností na velikost kationtové výměnné kapacity. Vzorky byly odebírány na 143 místech střední Moravy v ornicích z hloubek 0 – 30 cm a v podorniči z hloubek 30 – 60 cm v průběhu let 2001 - 2003. Metodou korelační analýzy bylo ze souboru 143 vzorků ornice a 143 vzorků podorniči odebraných v regionu střední Moravy prokázáno, že největší vliv na velikost kationtové výměnné kapacity má půdní druh a to jak v ornici 53,44 % tak i v podorniči 54,87 %. V ornici je to dále kladné působení obsahu humusu 8,59 % a dále jeho kvalita 7,08 %. V podorniči je na druhém místě vlivu na velikost kationtové výměnné kapacity kvalita humusu 8,25 % a na třetím jeho obsah 3,21 %. Vliv půdní reakce přes očekávání potvrzen nebyl.

Klíčové slova: ornice, podorniči, kationtová výměnná kapacita, KVK,

ÚVOD

V současné době, kdy je v Evropě relativní dostatek potravin, by mělo jít především o ochranu životního prostředí, ze zemědělského hlediska o uchování zdravého půdního prostředí. Cílem již není maximalizace, ale optimalizace pro jednotlivé oblasti.

Půdu je nutno uvažovat jako biologický systém, kdy každá vlastnost půdy, je ohraničena minimální a maximální hodnotou, po jejímž překročení dochází k vážným poruchám. Měřitelným příznakem kvality půdy není výnos, nýbrž její dynamická vyváženost.

V prvé fázi řešení je nutno charakterizovat aktuální stav orných půd (to je v této práci dokumentováno na souboru výsledků získaných v oblasti střední Moravy). Navrhované řešení spočívá ve statistickém a modelovém vyhodnocování souborů vzorků odebraných v provozních podmínkách. K tomuto účelu nelze použít výsledků z pokusných parcel dlouhodobých pokusů, neboť rozdíly v kvalitě půdy mezi pokusnými parcelami a provozními podmínkami, byť druhově i typově shodnými jsou značné.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika zájmového území

Většina vzorků půd byla odebrána na území Kroměřížska. Okres Kroměříž se nachází v jižní části střední Moravy, v oblasti, která je z hlediska zemědělství velmi důležitá, neboť se zde vyskytují velmi úrodné půdy. Z hlediska biogeografického členění (Culek, 1996) patří oblast do Kojetínského regionu, patřícího do podcelku Středomoravské nivy v rámci Hornomoravského úvalu.

Hornomoravský úval je vyplněn neogenními a kvarterními sedimenty, mezi nimiž místy jako malé ostrůvky vystupují horniny Českého masívu. Nivu Moravy tvoří souvrství šterkopísku, které je pokryté povodňovými sedimenty. Šterkopískové souvrství dosahuje ve střední části nivy mocnosti až 28 m. Většinou se jedná o nevápnité nivní uloženiny, pouze lokálně se vyskytují i vápnité. Většina uloženin je zrnitostně středně těžká s různým stupněm glejového procesu, jehož intenzita závisí na zrnitostním složení naplavovaného materiálu a na hloubce hladiny podzemní vody. V holocenních povodňových sedimentech lze rozlišit nižší, trvale inundovaný stupeň a o 1 - 2,5 m vyšší, jen občasné zaplavovaný stupeň. Říční terasy, zejména nižší jsou kryty sprašemi (Demek, 1965).

Plošné rozšíření nejdůležitějších půdních typů okresu Kroměříž – černozem modální 23 ha (0,1 %), černozem luvická 9 407 ha (18,5 %), hnědozem modální 16 997 (33,6 %), fluvizem glejová 8 999 ha (17,8 %).

Klima je mírně suché až mírně vlhké, s převládající mírnou zimou. Průměrná roční teplota pro Kroměříž je 8,6°C. Průměrný roční úhrn srážek v Kroměříži je 599 mm.

Odběr vzorků

Vzorky půdy byly odebírány na 143 místech střední Moravy v ornících z hloubek 0 – 30 cm a v podornících z hloubek 30 – 60 cm v průběhu let 2001 - 2003. Ve vzorcích půd byly stanoveny hodnoty následujících vlastností:

- zrnitost
- obsah humusu a jeho kvalita

- kationtová výměnná kapacita
- výměnná půdní reakce pH/KCl

Zrnitostní složení půd

Zrnitostním složením půdy rozumíme procentické zastoupení jednotlivých velikostních frakcí zrn. Zrnitost zásadním způsobem ovlivňuje téměř všechny ostatní půdní vlastnosti a v praxi ji můžeme měnit jen velice obtížně.

V našem případě byl zrnitostní rozbor proveden hustoměrnou metodou podle A. Casagrande, při kterém se určuje pokles hustoty suspenze jako funkce času. Úbytek hustoty suspenze je způsobován postupným usazováním půdních částic (Jandák 2003). K vlastní klasifikaci se poté použije například Novákova klasifikační stupnice (*Tab.1*).

Tab. 1 Základní klasifikační stupnice dle V. Nováka (Jandák 1989)

Obsah částic menších 0,01 mm	Označení druhu půdy	Zkratka	Klasifikace půdy
0 - 10%	písčítá	P	lehká
10 - 20%	hlinitopísčítá	HP	
20 - 30%	písčítóhlinitá	PH	střední
30 - 45%	hlinitá	H	
45 - 60%	jílovitohlinitá	JH	těžká
60 - 75%	jílovitá	JV	
nad 75%	jíl	J	

Obsah humusu

Humus je tvořen zbytky rostlinných a živočišných organismů, které jsou v různém stupni rozkladu, nacházející se na půdě nebo v půdě a s půdou jsou v různém stupni smíšené (Jandák, Prax, Pokorný 2001).

Pro stanovení obsahu humusu bylo použito metody Walkley – Black v modifikaci Novák – Pelíšek. Princip této metody spočívá v oxidaci organického uhlíku humusových látek chromsírovou směsí při teplotě 120°C. Následně se nezreagovaný zbytek chromsírové směsi stanoví titrací Mohrovou solí (Jandák 2003).

Tab. 2 Hodnocení obsahu humusu (Kutílek 1978)

Půdy	Obsah humusu v půdách (% hmotnostní)	
	lehkých	středních a těžkých
bezhumózní	0	0
slabě humózní	pod 1	pod 2
středně humózní	1 – 2	2 – 5
silně humózní	nad 2	nad 5

Kvalita humusu

Kvalita humusu se posuzuje hlavně podle poměru obsahu humínových kyselin k fulvokyselinám (HK / FK). Se vzrůstajícím obsahem huminových kyselin vzrůstá i kvalita humusu. Vysoce kvalitní humus má mít poměr HK / FK vyšší než 1.

Kvalita humusu byla stanovena spektrofotometrickou metodou, kdy ve výluhu pyrofosforečnanu sodného měříme extinkci při vlnových délkách 465 nm a 665 nm. Z následného poměru $E_{465} : E_{665}$ lze dle tabulek odvodit poměr HK/FK.

Výměnná půdní reakce (pH/KCl)

Při výměnné půdní reakci dochází k výměně vodíkových iontů poutaných sorpčním komplexem za bazické kationty neutrálních solí z roztoku. Výměnnou kyselost zjišťujeme měřením koncentrace H^+ iontů ve výluhu půdy 1N roztokem KCl. Hodnoty pH/KCl nepodléhají během roku tak velkým změnám a proto je výměnná reakce důležitějším ukazatelem, zejména pro stanovení charakteristik sorpčního komplexu a stavu jeho nasycenosti.

Tab. 3 Klasifikace půd dle výměnné půdní reakce

pH/KCl	
pod 4,5	silně kyselá
4,6 - 5,5	kyselá
5,6 - 6,5	slabě kyselá
6,6 - 7,2	neutrální
nad 7,3	alkalické

Kationtová výměnná kapacita (KVK)

Tento ukazatel vyjadřuje maximální množství bází (kationtů), které je sorpční komplex půdy schopen poutat na svém povrchu. Rovněž je nazývána maximální sorpční kapacita (T) je udávána také v $mmol \cdot kg^{-1}$ zeminy.

Tab. 4 Hodnocení půd dle kationtové výměnné kapacity (Jandák, Prax, Pokorný 2001)

Výměnná sorpční kapacita	Hodnota KVK (mmol . kg ⁻¹)
velmi vysoká	nad 400
vysoká	250 – 400
střední	120 -250
nízká	80 – 120
velmi nízká	pod 80

Byla použita metoda stanovení výměnných kationtů ve výluhu octanem amonným, stanovením výměnného vodíku a sorpční kapacity. Výměnné kationty se vytěsňují roztokem octanu amonného, ve výluhu se stanoví Ca a Mg komplexometricky, K a Na plamenovým fotometrem (Javorský 1987). Vyjádří v mmol/kg zeminy. KVK se vypočítá jako součet obsahů všech kationtů a vodíku na sorpčním komplexu.

Statistické metody

K posouzení vlivu vybraných faktorů na celkovou sorpční kapacitu byly zvolena metoda úsekových analýz (path analysis) a pro potvrzení vypočtených závislostí metoda dílčích a vícenásobných korelačních koeficientů (Lepš 1996). Hodnoty úsekových koeficientů vyjadřují změnu směrodatné odchylky souboru závisle proměnné, pokud se hodnoty směrodatné odchylky nezávisle proměnných změní o 1. Parciální korelační koeficient je korelační koeficient počítaný s vyloučením vlivu ostatních proměnných (Koschin 1992).

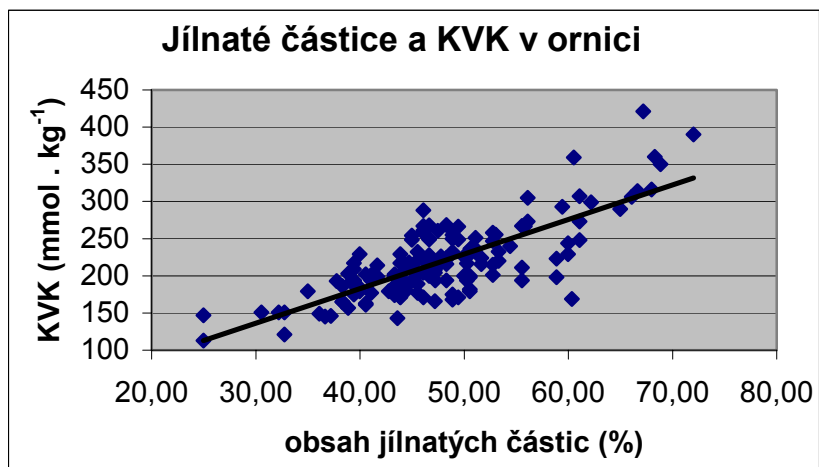
VÝSLEDKY A DISKUZE

K hodnocení bylo použito 143 výsledků z rozborů ornice (0-30 cm) a podorničí (30-60 cm) z oblasti střední Moravy. K sestavení modelů byly vybrány tyto vlastnosti: závisle proměnná je hodnota kationtové výměnné kapacity (mmol/kg) (č.5) , nezávisle proměnné jsou:

1. obsah jílnatých částic (%)
2. obsah humusu (%)
3. kvalita humusu (HK/FK)
4. výměnná půdní reakce (pH/KCl)

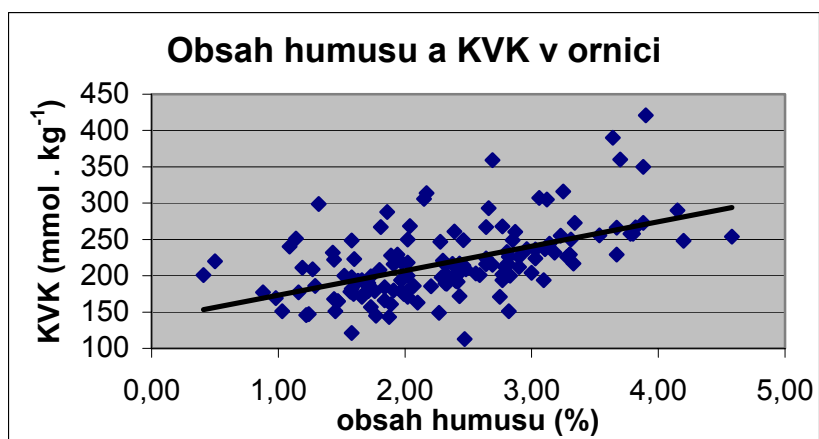
Ornice

Graf 1 Vztah mezi obsahem jílnatých částic a KVK v ornici



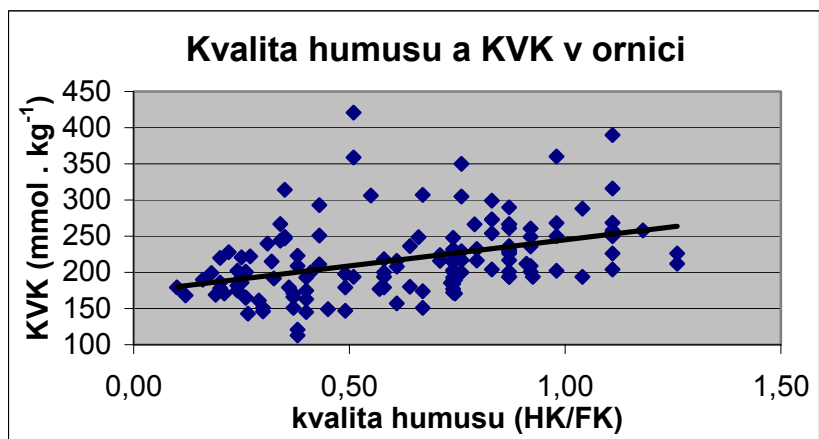
$$y = 4,6589x - 3,6739$$
$$R^2 = 0,606$$

Graf 2 Vztah mezi obsahem humusu a KVK v ornici



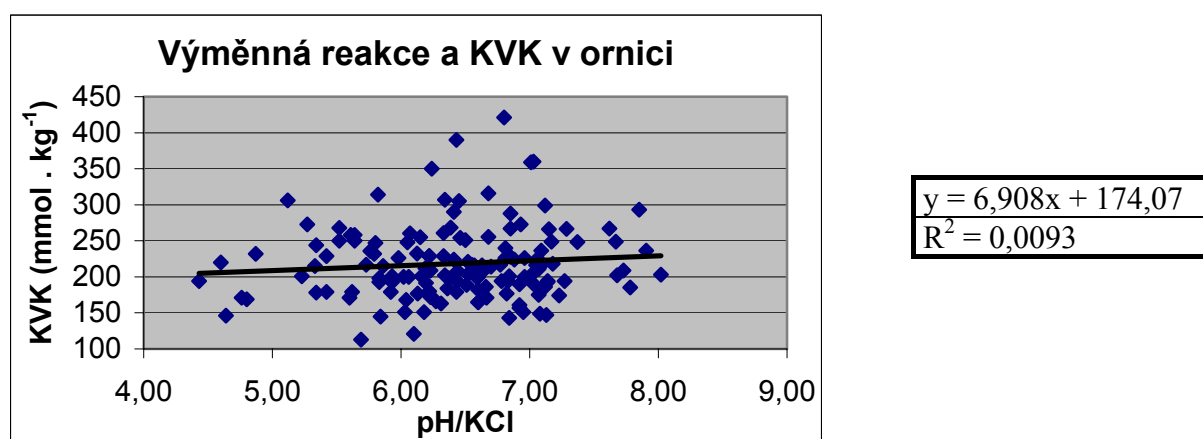
$$y = 33,691x + 139,51$$
$$R^2 = 0,2897$$

Graf 3 Vztah mezi kvalitou humusu a KVK v ornici



$$y = 72,004x + 172,92$$
$$R^2 = 0,1679$$

Graf 4 Vztah mezi výměnnou půdní reakcí (pH/KCl) a KVK v ornici



Tab. 5 Korelační ukazatelé vybraných vlastností v ornici

vlastnost	jednoduché korel. koef.	úsekové koef.	vliv jednotlivých faktorů [%]
obsah jílnatých částic	0,7780992	0,6867675	53,44
obsah humusu	0,5368473	0,1600902	8,59
kvalita humusu	0,4079056	0,1736199	7,08
pH/KCl	0,09477271	0,07236268	0,69

Vícenásobný korelační koeficient 0,8354614 je průkazný na hladině 99%

Tab. 6 Parciální korelační koeficienty a hladiny průkaznosti v ornici

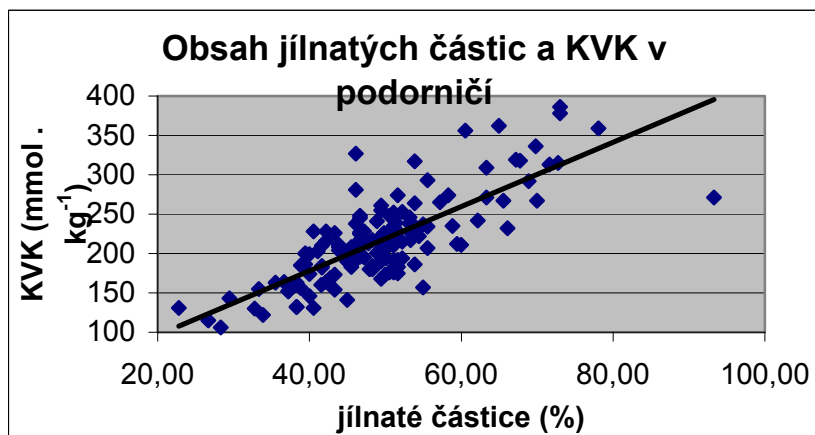
	parciální korelační koef.	průkaznost
x(1)	0,7548858	průkazný na hladině 99%
x(2)	0,2064605	průkazný na hladině 95%
x(3)	0,2358184	průkazný na hladině 99%
x(4)	0,1296507	neprůkazný na hladině 95%

V ornici byla korelačními koeficienty nultého řádu potvrzena závislost KVK na prvních třech faktorech, závislost na půdní reakci potvrzena nebyla (viz Tab.5). Dílčí korelační koeficienty to jen potvrdily. Vícenásobný korelační koeficient prokázal oprávněnost sestavení modelu a lze odvodit, že námi vybrané faktory ovlivňují hodnotu KVK z 69,8 %. Na vlivy modelem nepostižené tedy připadá 30,2 %.

Největším přínosem úsekových analýz je možnost procentického vyjádření podílu vlivu jednotlivých faktorů. Jako nejvýznamnější faktor ovlivňující hodnotu KVK v ornici byl prokázán obsah jílnatých částic, tedy půdní druh (53,44 %), dále obsah humusu (8,59 %) a kvalita humusu (7,08 %). Půdní reakce ovlivňuje KVK jen nepatrně (0,69 %) (viz Tab.5).

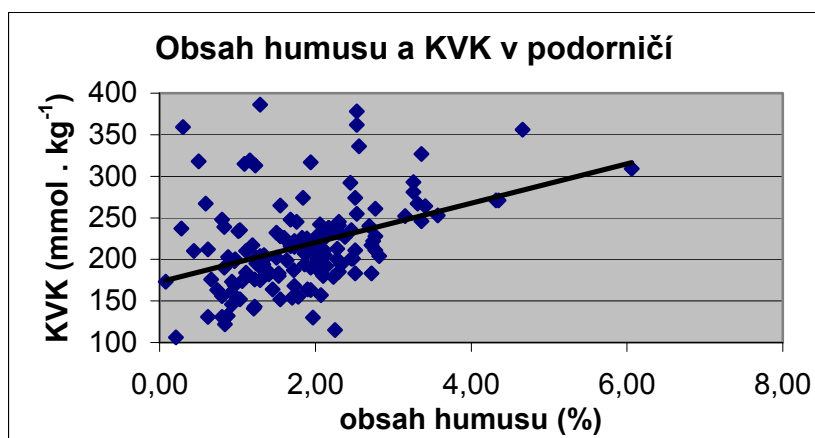
Podorníčí

Graf 5 Vztah mezi obsahem jílnatých částic a KVK v podorníčí



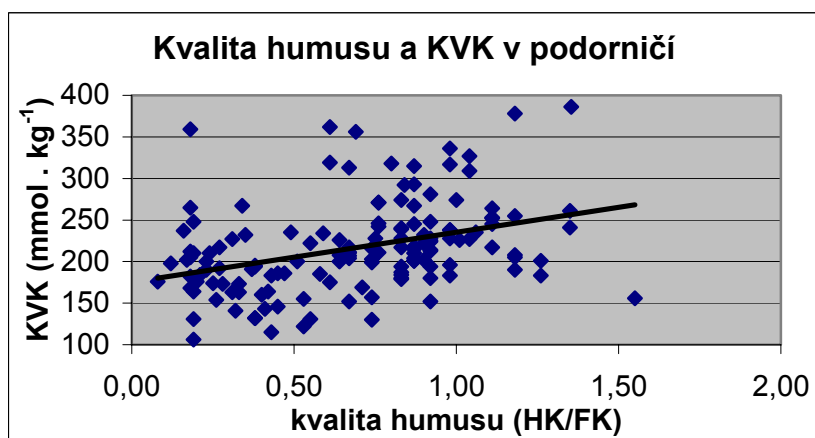
$$y = 4,0791x + 14,782$$
$$R^2 = 0,5986$$

Graf 6 Vztah mezi obsahem humusu a KVK v podorníčí



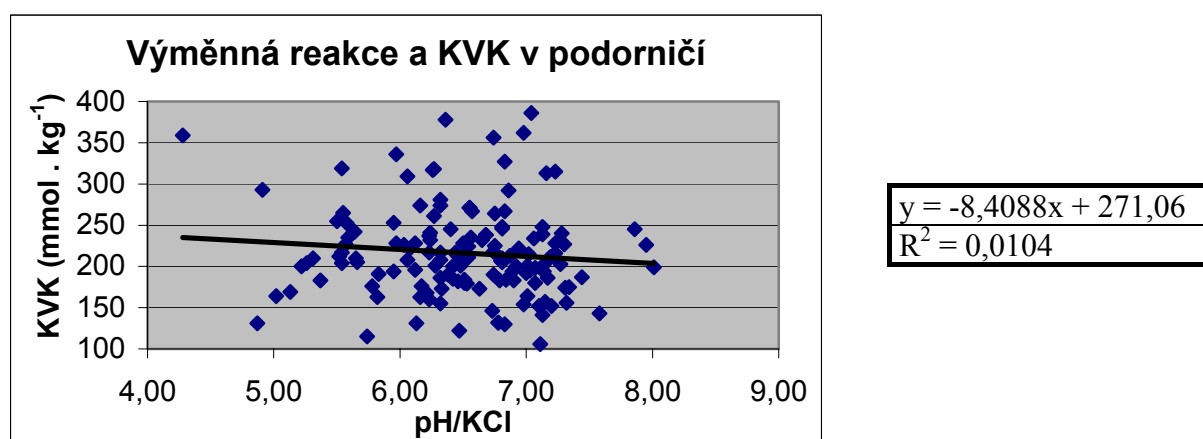
$$y = 23,678x + 172,98$$
$$R^2 = 0,158$$

Graf 7 Vztah mezi kvalitou humusu a KVK v podorníčí



$$y = 60,13x + 175,19$$
$$R^2 = 0,1352$$

Graf 8 Vztah mezi výměnnou půdní reakcí (pH/KCl) a KVK v podorníči



Tab. 7 Korelační ukazatelé vybraných vlastností v podorníči

vlastnost	jednoduché korel. koef.	úsekové koef.	vliv jednotlivých faktorů [%]
obsah jílnatých částic	0,7737152	0,7091356	54,87
obsah humusu	0,3975443	0,0807612	3,21
kvalita humusu	0,3675499	0,2243705	8,25
pH/KCl	-0,1018261	-0,06451405	0,66

vícenásobný korelační koeficient 0,8184203 je průkazný na hladině 99%

Tab. 8 Parciální korelační koeficienty a hladiny průkaznosti v podorníči

	parciální korelační koef.	průkaznost
x(1)	0,7619994	průkazný na hladině 99%
x(2)	0,1147403	neprůkazný na hladině 95%
x(3)	0,3085349	průkazný na hladině 99%
x(4)	0,1087044	neprůkazný na hladině 95%

V podorníči byla rovněž prokázána závislost KVK na obsahu jílnatých částic, humusu a jeho kvality. Vliv půdní reakce prokázán nebyl (viz Tab.7). Vícenásobný korelační koeficient potvrdil oprávněnost sestavení modelu z 66,99 %, kde: půdní druh působí z 54,87 %, obsah humusu z 3,21 %, kvalita humusu z 8,25 % a půdní reakce z 0,66 %.

V ornici je průměrný obsah jílnatých částic 47,7 %, v podorníči 49,3 %, obsah humusu je v ornici 2,34 %, v podorníči 1,84 %. Kvalita humusu v ornici je 0,63 a v podorníči 0,69. Průměrné hodnoty dobře dokreslují situaci v našich orných půdách. Nejméně uspokojivá situace je u kvality humusu. Poměr by měl být vyrovnaný (1). Stanovené hodnoty poukazují na špatnou syntézu vysokomolekulárních humínových kyselin.

ZÁVĚR

Metodou korelační analýzy bylo ze souboru 143 vzorků orníc a 143 vzorků podorníčí odebraných v regionu střední Moravy, že největší vliv na velikost kationtové výměnné kapacity má půdní druh a to jak v ornici 53,44 % tak i v podorníčí 54,87 %. V ornici je to dále kladné působení obsahu humusu 8,59 % a dále jeho kvalita 7,08 %. V podorníčí je na druhém místě vlivu na velikost kationtové výměnné kapacity kvalita humusu 8,25 % a na třetím jeho obsah 3,21 %. Vliv půdní reakce i přes očekávání potvrzen nebyl.

LITERATURA

- Culek M. (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma Praha: 347 s.
- Demek J. (1965): Geomorfologie Českých zemí. ČAV Praha: 335 s.
- Dufek J. (1992): Biometrika. VŠZ Brno: 152 s.
- Jandák J. (1989): Cvičení z půdoznalství. VŠZ Brno: 213 s.
- Jandák J. (2003): Cvičení z půdoznalství. MZLU Brno: 92 s.
- Jandák J., Prax A., Pokorný E. (2001): Půdoznalství MZLU Brno: 140 s.
- Javorský P. (1987): Chemické rozborů v laboratořích I. díl. MZV ČSR: 397 s.
- Koschin F. (1992): Statgraphics aneb statistika pro každého. GRADA Praha: 360 s.
- Kutílek M. (1978): Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha: 295 s.
- Lepš J. (1996): Biostatistika. JU České Budějovice: 166 s.