

# THE IMPACT OF SELECTED CLIMATIC PROPERTIES ON CATION EXCHANGE CAPACITY

## VLIV VYBRANÝCH KLIMATICKÝCH VLASTNOSTÍ NA KATIONTOVOU VÝMĚNNOU KAPACITU

**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

Investigation proceeded during years 1993 – 1999 based on polyfactorial small – plot research in Agricultural Research Institute, Kroměříž. Our objective was to follow the effects of selected climatic 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). Investigation proceeded in 14 days intervals, from the third April decade to third July decade. There were found an important increase of cation exchange capacity in last years of investigation in the plough layer and also in subplough layer. The method of correlative analyses proofed that the temperature in depth 20 cm has the largest impact on cation exchange capacity (60,17%), than the temperature in 50 cm (-27,42%) and finally air temperature (-12,27%) in plough layer. The impact of precipitation was not confirmed. The impact of chosen climatic qualities was very small in subplough layer, temperature in 50 cm (3,77%) temperature in 20 cm (2,36%) air temperature (2,18%) and precipitation (1,14%) .

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

### ABSTRAKT

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o.. Naším cílem bylo postihnout vliv vybraných klimatických vlastností na velikost kationtové výměnné kapacity. Vzorky byly odebírány z hloubek 0 – 30 cm a v podorníci z hloubek 30 – 60 cm ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády. Při zobrazení průběhu hodnot kationtové výměnné kapacity je patrný nárůst hodnot kationtové výměnné kapacity v posledních letech sledování a to jak v ornici tak i podorníci. Metodou korelační analýzy bylo prokázáno, že největší vliv z klimatických faktorů na velikost kationtové výměnné kapacity v ornici, má teplota půdy v hloubce 20 cm (60,17%) a dále teplota v hloubce 50 cm (-27,42%) a až poté teplota vzduchu (-12,27%) naopak vliv srážek potvrzen nebyl. V podorníci je vliv vybraných klimatických charakteristik velmi nízký teplota v 50 cm (3,77%), teplota ve 20 cm (2,36%) teplota vzduchu (2,18%) a srážky (1,14%).

**Klíčová slova:** ornice, podorníci, kationtová výměnná kapacita, KVK

## ÚVOD

Půdní sorpční komplex zabezpečuje sorpční schopnost půd, na které závisí půdotvorné, fyzikální, fyzikálně-mechanické, fyzikálně chemické a chemické procesy potažmo i půdní úrodnost. Sorpční komplex se vyznačuje důležitou schopností sorpčními silami poutat prvky, jež mají důležitou funkci v půdotvorném procesu, ale také ve výživě rostlin.

Sorpční komplex je tvořen minerálními koloidy (jíl) a organickými sloučeninami (humus), přičemž velikost sorpce je dána především obsahem organických látek tvořících součást sorpčního komplexu, protože jeho poutací schopnost je desetkrát vyšší než poutací schopnost podílu minerálního (Pokorný, Šarapatka, 2003).

Význam sorpčního komplexu půdy je z mnoha stránek značný, neboť silně ovlivňuje dynamiku půdy, její fyzikální stav a významně se uplatňuje i při výživě rostlin. Půdotvorné procesy jsou funkcí sorpčního komplexu, který je do značné míry nositelem přirozené úrodnosti půdy a schopností úrodnost udržovat (Jandák, Prax, Pokorný, 2001)

Stav a vlastnosti sorpčního komplexu tedy:

*ovlivňují přímo*

- sorpční kapacitu půdy (přímý vztah k hnojení a výživě rostlin)
- reakci půdy a charakter a dynamiku chemických procesů
- pufrovitost půdy

*ovlivňují nepřímo*

- strukturní stav půdy
- obdělávatelnost půdy
- vodní a vzdušný režim
- biologickou aktivitu půdy

Ze všech těchto hledisek považujeme zcela oprávněně půdní koloidní složky, vyjádřené funkcí sorpčního komplexu, za jednu z nejvýznamnějších součástí, ovlivňujících všechny procesy probíhající při půdotvorném procesu, při formování důležitých vlastností zemědělských půd a z velké části určují přirozenou i kulturní úrodnost půd (Jandák, Prax, Pokorný, 2001).

### **Ukazatelé sorpčních schopností půd**

- *Obsah výměnných bází (S)*

Je aktuální množství bází, které je právě poutáno sorpčním komplexem. V úvahu se berou zejména Ca, Mg, K, Na a H ionty. Hodnoty tohoto ukazatele se uvádějí v milimolech

chemického ekvivalentu (mmol) na 100 g zeminy. Hodnoty tohoto ukazatele podléhají velkým výkyvům během roku související se změnami vlhkosti půdy a hnojením.

- *Maximální sorpční kapacita (T)*

Rovněž nazývaná kationtová výměnná kapacita (KVK) je udávána také v mmol . 0,1 kg<sup>-1</sup> zeminy. Tento ukazatel vyjadřuje maximální množství bází (kationtů), které je sorpční komplex půdy schopen poutat na svém povrchu.

*Tab.1 Hodnocení půd podle kationtové výměnné kapacity (Jandák, Prax, Pokorný, 2001)*

<b>výměnná sorpční kapacita</b>	<b>hodnota KVK (mmol . kg<sup>-1</sup>)</b>
velmi vysoká	nad 400
vysoká	250 - 400
střední	120 –250
nízká	80 - 120
velmi nízká	pod 80

- *Stupeň sorpční nasycenosti půdy (V)*

Je poměr mezi okamžitým obsahem výměnných bází (S) k maximálně možnému obsahu výměnných bází (T). Vyjadřuje se v procentech (%).

*Tab.2 Hodnocení půd podle stupně sorpčního nasycení (Jandák, Prax, Pokorný, 2001)*

<b>nasycenost půdy</b>	<b>hodnota V (%)</b>
plně nasycená	90 - 100
nasycená	75 - 90
slabě nasycená	50 - 75
nenasycená	30 - 50

## **MATERIÁL A METODIKA**

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na polyfaktoriálních maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o., kde byly ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády, odebírány vzorky z profilů 0 – 30 cm a 30 – 60 cm z půdního typu černozem. Cílem bylo sledování a hodnocení dynamických změn celkové kationtové výměnné kapacity a stupně sorpčního nasycení v ornici a podornici.

Pokusné pozemky Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o. , leží v jižní části Hornomoravského úvalu, který je v této části omezen Litenčickými vrchy a Chříby. Na východě sousedí s Kelečskou pahorkatinou, Hostýnskými vrchy a Vsetínskou vrchovinou.

Z hlediska biogeografického členění (Culek, 1996) patří oblast do Kojetínského regionu, patřícího do podcelku Středomoravské nivy v rámci Hornomoravského úvalu.

V experimentu byla použita metoda stanovení výměnných kationtů ve výluhu octanem amonným. Nejprve se výměnné kationty vytěsní ze zeminy opakovanou extrakcí roztokem octanu amonného ( $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) o  $\text{pH} = 7,0$ . Jednotlivé výměnné kationty se stanoví ve výluhu atomovou absorpční spektrometrií (Javorský, 1987).

Pro stanovení kationtové výměnné kapacity (T, KVK) se po vytěsnění výměnných kationtů a nasycení zeminy amonnými ionty při  $\text{pH} 7,0$  se alkoholem vymyjí zadržené zbytky roztoku octanu a sorbované amonné ionty se vytěsní okyseleným roztokem chloridu sodného. Ve výluhu se stanoví amonné ionty po reakci s fenolem a chlornanem absorpční spektrofotometrií (Javorský, 1987).

Stupeň sorpčního nasycení (V) se stanoví jako podíl mezi sumou vytěsněných výměnných kationtů (S) a kationtové výměnné kapacity (T, KVK).

### *Statistické metody*

Byla použita metoda časových řad pro stanovení vývoje kationtové výměnné kapacity a stupně sorpčního nasycení ve sledovaném období.

K posouzení vlivu vybraných faktorů na celkovou sorpční kapacitu byla 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 48 výsledků z rozborů ornice (0-30 cm) a podorničí (30-60 cm) z pokusných políček Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s r. o..

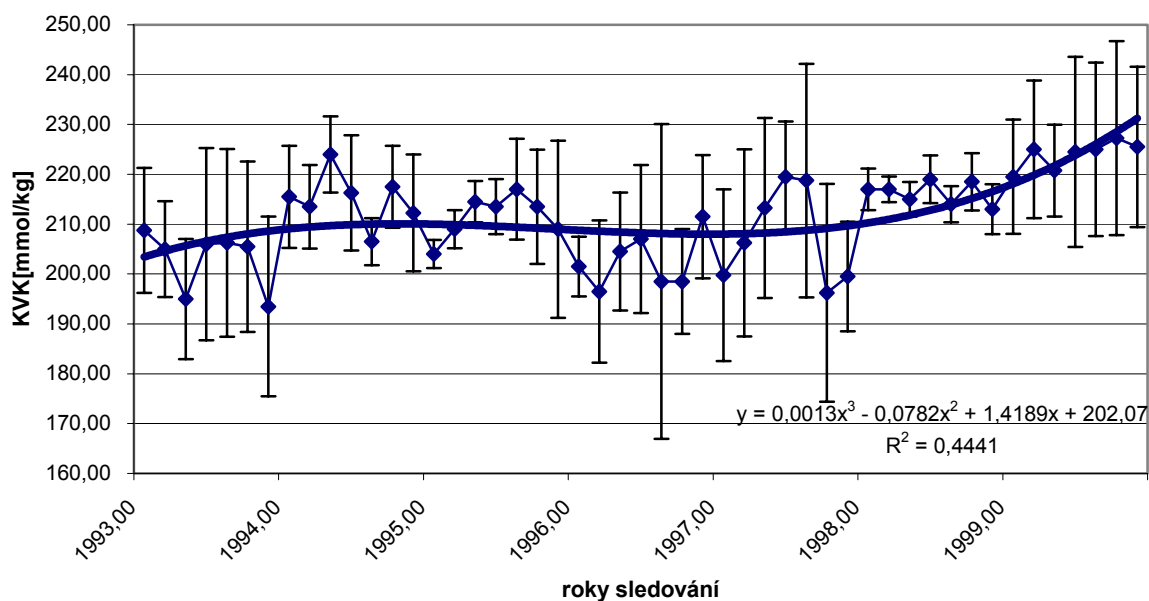
Pro zobrazení průběhu hodnot kationtové výměnné kapacity a byla použita metoda časových řad.

K sestavení modelů byly vybrány tyto vlastnosti: závisle proměnná je hodnota kationtové výměnné kapacity ( $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) a v další části stupeň sorpčního nasycení (%) (č.5), nezávisle proměnné jsou:

1. teplota vzduchu ( $^{\circ}\text{C}$ )
2. množství srážek od posledního odběru (mm)
3. teplota v hloubce 20 cm ( $^{\circ}\text{C}$ )
4. teplota v hloubce 50 cm ( $^{\circ}\text{C}$ )

## Ornice

Graf. 1 Průběh KVK v ornici ve sledovaném období (1993 – 1999)



Tab. 3 Korelační ukazatelé vybraných vlastností v ornici

vlastnost	jednoduché korel. koef.	úsekové koef.	vliv jednotlivých faktorů [%]
teplota vzduchu (°C)	0,1317715	-0,9312653	-12,27%
množství srážek (mm)	0,009624003	-0,0403469	-0,04%
teplota ve 20 cm (°C)	0,198519	3,031047	60,17%
teplota v 50 cm (°C)	0,1389592	-1,973156	-27,42%

Vícenásobný korelační koeficient 0,4521389 je neprůkazný na hladině 95%

Tab. 4 Parciální korelační koeficienty a hladiny průkaznosti v ornici

	parciální korelační koef.	Průkaznost
x( 1 )	0,293534	neprůkazný na hladině 95%
x( 2 )	0,04155984	neprůkazný na hladině 95%
x( 3 )	0,4335158	průkazný na hladině 99%
x( 4 )	0,3665004	průkazný na hladině 95%

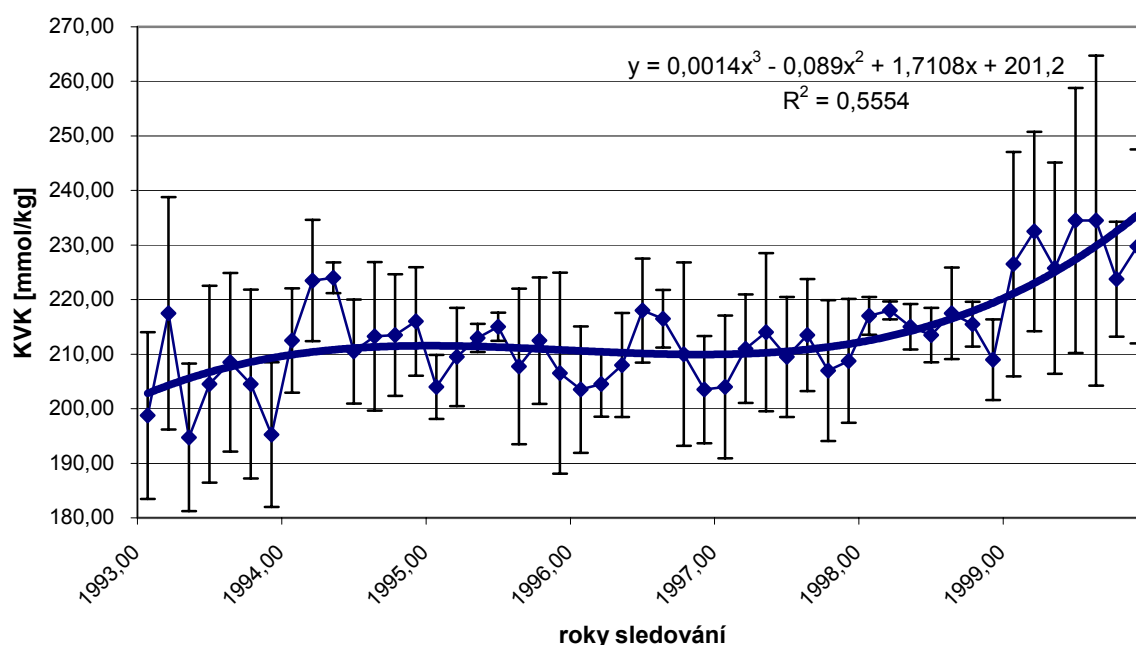
V ornici je grafu č.1 je patrný nárůst hodnoty kationtové výměnné kapacity v posledních letech sledování.

V ornici dále byla potvrzena zejména závislost KVK na teplotě půdy v hloubce 20 cm, naopak závislost na množství srážek potvrzena nebyla (viz Tab.4). Největším přínosem úsekových analýz je možnost procentického vyjádření podílu vlivu jednotlivých faktorů. Jako nejvýznamnější faktor ovlivňující hodnotu KVK v ornici byla prokázána teplota půdy ve 20 cm (60,17%), dále teplota půdy v 50 cm (-27,42%) a teplota vzduchu (-12,27%). Množství srážek ovlivňuje KVK jen velmi nepatrně (-0,04%).



## Podorničí

Graf. 3 Průběh KVK v podorničí ve sledovaném období (1993 – 1999)



Tab. 5 Korelační ukazatelé vybraných vlastností v ornici

vlastnost	jednoduché korel. koef.	úsekové koef.	vliv jednotlivých faktorů [%]
teplota vzduchu (°C)	-0,1184282	-0,1844189	2,18%
množství srážek (mm)	-0,07309557	-0,1557237	1,14%
teplota ve 20 cm (°C)	-0,116279	-0,2032298	2,36%
teplota v 50 cm (°C)	-0,1629388	-0,2313383	3,77%

Vícenásobný korelační koeficient 0,3074873 je neprůkazný na hladině 95%

Tab. 6 Parciální korelační koeficienty a hladiny průkaznosti v ornici

	parciální korelační koef.	Průkaznost
x( 1 )	0,1848413	neprůkazný na hladině 95%
x( 2 )	0,1556042	neprůkazný na hladině 95%
x( 3 )	0,1998681	neprůkazný na hladině 95%
x( 4 )	0,2285418	neprůkazný na hladině 95%

V podorničí je trend vývoje kationtové výměnné kapacity velmi podobný jako v ornici, kdy je rovněž patrný nárůst hodnot kationtové výměnné kapacity v posledních letech sledování (Graf. 3).

V podorničí je vliv jednotlivých faktorů na velikost KVK mnohem menší než v ornici, kdy nejvíce se podílí na velikosti kationtové výměnné kapacity teplota půdy v hloubce 50 cm (3,77%) naopak nejméně opět množství srážek (1,14%). Tyto hodnoty jsou však neprůkazné (Tab.6).

Důvodem nepotvrzení obdobného vlivu jako v ornici, tedy souvislosti velikosti kationtové výměnné kapacity a například s teplotou půdy v hloubce 50 cm, je opět možno sledovat v souvislosti s vlhkostí půdy v podorniční vrstvě, kdy se zde dynamika vlhkosti podstatně liší a tím vzniká i menší souvislost s trendem kationtové výměnné kapacity.

## ZÁVĚR

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o.. Naším cílem bylo postihnout vliv vybraných klimatických vlastností na velikost kationtové výměnné kapacity. Vzorky byly odebírány z hloubek 0 – 30 cm a v podorniči z hloubek 30 – 60 cm ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády.

Při zobrazení průběhu hodnot kationtové výměnné kapacity je patrný nárůst hodnot kationtové výměnné kapacity v posledních letech sledování a to jak v ornici tak i podorniči.

Metodou korelační analýzy bylo prokázáno, že největší vliv z klimatických faktorů na velikost kationtové výměnné kapacity v ornici, má teplota půdy v hloubce 20 cm (60,17%) a dále teplota v hloubce 50 cm (-27,42%) a až poté teplota vzduchu (-12,27%), naopak vliv srážek potvrzen nebyl.

V podorniči je vliv vybraných klimatických charakteristik velmi nízký a tedy neprůkazný; teplota v 50 cm (3,77%), teplota ve 20 cm (2,36%) teplota vzduchu (2,18%) a srážky (1,14%).

## 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 rozbory 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.
- Pokorný E., Šarapatka B. (2003): Půdoznalství pro ekozemědělce. ÚZPI Praha: 40s.
- Richter R., Hlušek J. (1994): Výživa a hnojení rostlin (I. Obecná část). MZLU Brno: 171 s.