

Vývoj pôdnej reakcie na pôdach poľnohospodárskeho družstva Kapušany

Development of pH on soils of Kapušany agricultural holding

Gabriela Barančíková, Ján Halas, Ľudmila Fiamčíková

At sustainable soil management it is very important to maintain the pH at its optimal value of plant nutrition point of view. In this paper we present the development of exchangeable acidity (pH/KCl) in three time points (1965, 1990, 2018) on agricultural soils of Kapušany agricultural holding. The evaluation of pH changes in time period (1965–2018) were realized according soil types and erosion groups. Our results show that on the beginning of the observation (1965) average values of exchangeable acidity on most soil types were in acid region, on Phaeozems in weak acid and on Fluvisols on neutral region. In 1990 pH values on all soil types increased because of liming in the seventies and eighties. After 1989 liming was minimal and on all soil types values of exchangeable acidity decreased. From this reason on all soils of Kapušany agricultural holding it is necessary to increase pH on its optimal level, which is possible to achieve by reclamation liming and after reaching the optimum pH, regularly carry out maintenance liming together with fertilization with organic fertilizers. Our results also showed that the pH is the lowest on heavily and extremely strongly eroded soils and therefore we propose to apply anti-erosion measures in these locations (cultivation of winter crops). On the localities with high erosion risk we recommend grassing or using these localities for forage cultivation.

exchangeable acidity, soil types, soil erosion, agricultural holding, liming

Jedným z najdôležitejších parametrov pôdnej úrodnosti, ktorý vo veľkej miere ovplyvňuje mnohé vlastnosti pôdy je pôdna reakcia. Pôdna reakcia indikuje acidobázické reakcie v pôde, je výsledkom celkovej bilancie iónov v pôdnom roztoku, ovplyvňuje rozpustnosť mnohých látok v pôde, prístupnosť živín, pôdnu štruktúru, rast a činnosť koreňového systému rastlín, ovplyvňuje skladbu druhového zloženia makro a mikrofauny v ekosystéme a podmieňuje úrody rastlín, teda takmer všetky vlastnosti pôdy (2, 3). Pôdna reakcia determinuje aj prijateľnosť živín rastlinami (8), mobilitu hliníka, mangánu a ťažkých kovov (10, 11), ako aj viaceré fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy (sorpčnú kapacitu, kationovú a aniónovú výmennú kapacitu) nakoľko celý systém biochemických reakcií vo vzťahu pôda-rastlina, regulovaný enzýmami, je ovplyvnený aj hodnotou pH. Z uvedeného dôvodu optimálna hodnota pôdnej reakcie patrí ku kľúčovým aspektom pri hodnotení ekosystémových služieb plynúcich z prírodných kapitálových zásob naplňajúcich ľudské potreby (12) a je základným predpokladom udržateľného poľnohospodárstva, v ktorom

pôda plní všetky svoje funkcie a služby v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia.

Pôdna reakcia je definovaná ako záporný dekadický logaritmus aktivity oxóniových iónov (H_3O^+) a je vyjadrená v jednotkách pH. Hodnoty pH pôdneho roztoku sa v prírodnom prostredí pohybujú v intervale od 2 – 11 (2). V pôdnom prostredí rozlišujeme aktívnu pôdnu reakciu, ktorá je určená H_3O^+ iónmi a výmennú pôdnu reakciu, ktorá je okrem H_3O^+ iónov determinovaná aj obsahom Al^{3+} iónov absorbovaných pôdnym koloidným komplexom, ktoré sa uvoľnia do roztoku pôsobením hydrolyticky neutrálnych solí (KCl, $CaCl_2$). Na poľnohospodárskej pôde prevládajú kyslé až neutrálne (pH = 4,9 – 7) pôdy, pod lesnými porastami sú pôdy podstatne kyslejšie (pH < 4,9) (4).

Jeden zo závažných problémov chemickej degradácie pôdy, ktorý ovplyvňuje chemické procesy v pôde, je antropogénna acidifikácia, negatívny proces okyslenia pôdy. Acidifikácia je však aj prírodný degradačný proces, ktorý je možné definovať ako zníženie pufráčnej schopnosti pôdy. Všeobecne je to dôsledok tvorby kyselín v pôde alebo ich prísunu z vonkajšieho prostredia. Druhotnými javmi sú predovšetkým strata bázických kationov a uvoľňovanie hliníka a železa v pôdach (15). Kyslá pôdna reakcia má nepriaznivý účinok na rast väčšiny plodín nakoľko kyslé pôdne prostredie spôsobuje zhoršenie fyzikálnych, biologických a chemických vlastností pôdy, znižuje efektívnosť využitia aplikovaných hnojív a má nepriaznivý vplyv na rast koreňov plodín (1). Acidifikácia je vratný proces, ale jej dôsledky v agroekosystéme sú nevratné. Podľa zákona NR SR o pôde č. 220/2004 (17) acidifikácia patrí k degradačným procesom a každý vlastník poľnohospodárskej pôdy je povinný vykonávať také agrotechnické opatrenia, ktoré sú zamerané na zachovanie kvality pôdy a ochranu pred jej degradáciou. Hodnoty pôdnej reakcie sa sledujú v rámci Agrochemického skúšania pôd UKSUPom, ale metódy stanovenia tohto parametra sú v jednotlivých cykloch rozdielne. Na slovenských poľnohospodárskych pôdach sa vývoj aktívnej (pH/ H_2O) a výmennej (pH/KCl, pH/ $CaCl_2$) pôdnej reakcie sleduje rovnakými metódami v rámci Monitoringu pôd, ktorý reprezentuje jeden z čiasťkových monitorovacích systémov Monitoringu životného prostredia. Pôdny monitoring sa na Slovensku realizuje od roku 1993 a zatiaľ posledný monitorovací cyklus, bol vyhodnotený odber vzoriek v roku 2013, v ktorom bolo zistené zníženie hodnôt pôdnej reakcie vo všetkých hodnotených skupinách pôd okrem čierníc na karbonátových fluviálnych sedimentoch, na skupine rendzín využívaných ako orné pôdy a na regozemiach na nekarbonátových viatych pieskoch (7). Z pôdnych typov na Slovensku disponujú najvyššou výmerou kambizeme a v súčasnosti na všetkých skupinách kambizemí bolo v rámci monitoringu pôd zaznamenané zníženie hodnôt pôdnej reakcie (13). Môžeme teda konštatovať, že na slovenských poľnohospodárskych pôdach v období posledných takmer 30-tich rokov dochádza k zníženiu hodnôt pôdnej reakcie. V tejto práci prezentujeme hodnotenie vývoja hodnôt výmennej pôdnej reakcie vo výrazne dlhšom časovom období 1965-2017 na poľnohospodárskom podniku (PD) Kapušany. V práci sa zameriame na celkové hodnotenie vývoja pH na celej výmere poľnohospodárskej pôdy, ale aj na zmeny v hodnotách výmennej pôdnej reakcie podľa pôdnych typov a erózných skupín pôd na danom území.

Materiál a metódy

Klimaticko-geografická charakteristika hodnoteného územia

Poľnohospodársky podnik Kapušany pri Prešove leží na rozhraní severného okraja Slánskych vrchov a Šarišskej vrchoviny v doline rieky Sekčov v nadmorskej výške 280 metrov. Rovinný až pahorkatinný povrch územia tvorí centrálno-karpatský flyš, andenzity, ryolity, usadeniny ml. treťohôr, štvrtohorné náplavy rieky Sekčov a jej prítokov (9). Na obrázku 1 sú znázornené hranice hospodárskeho obvodu PD Kapušany s odberovými miestami pôdných vzoriek.

Sledované územie patrí do oblasti chladnej, podoblasti mierne chladnej s teplotou v júli 12 až 16 °C. Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky zrážkový úhrn v roku prevyšuje 800 mm, vo vegetačnom období 450 – 600 mm. V záujmovom území sa priemerná ročná teplota vzduchu (podľa nadmorskej výšky a expozície) pohybuje v rozmedzí 5 – 6 °C. Z geomorfologického hľadiska sa hodnotené územie nachádza na rozhraní troch geomorfologických celkov Spišsko-šarišské medzihorie, Košická kotlina a Šarišská vrchovina (14). Na úrodnosť pôd v hospodárskom obvode PD Kapušany nepriaznivo vplyva erózna činnosť vody, prejavujúca sa najmä v severo-východnej a západnej časti záujmového územia (9).

Pedologická charakteristika hodnoteného územia

Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky posudzované územie obce Kapušany zastupujú pseudogleje modálne,

kultizemné a luvizemné nasýtené až kyslé, hnedozeme pseudoglejové a pseudogleje, fluvizeme kultizemné karbonátové a kambizeme modálne. Z pôdných typov prevažujú v alúviu rieky Sekčov fluvizeme, na okolitých svahoch Toryskej pahorkatiny čiernice, pseudogleje, luvizeme a pararendziny. Dominantným pôdnym typom na hodnotenom území sú kambizeme (tabuľka 1) a prevládajúcim pôdnym druhom sú pôdy hlinité až ílovitohlinité.

Tabuľka 1: Percentuálne zastúpenie pôdných typov na poľnohospodárskej pôde PD Kapušany

Table 1: Percentage of soil types on agricultural soil of agricultural holding Kapušany

Pôdny typ (1)	% zastúpenie (2)
Kambizem (3)	47,9 %
Pseudoglej (4)	32,1 %
Fluvizem (5)	9,1 %
Pararendzina (6)	8,4 %
Čiernica (7)	1,2 %
Luvizem (8)	1,3 %

Zdroj: VÚPOP Bratislava

(1) soil type, (2) percentage, (3) Cambisol, (4) Planosol, (5) Fluvisol, (6) Regosol, (7) Praeozem, (8) Luvisol

Hospodársky obvod PD Kapušany je po stránke poľnohospodársko-výrobnej zaradený do výrobnnej oblasti zemiakárskej so subtypom pšeničným. Celková výmera PD Kapušany predstavuje 1951,71 ha, a je využívaná predovšetkým ako orná pôda (OP – 78 %). Trvalo trávne porasty (TTP) predstavujú iba 28 %. 13 % z celkovej výmery



Obrázok 1: Mapa sledovaného územia (hranice hospodárskeho obvodu so znázornenými bodmi odberu pôdných vzoriek)
Figure 1: The map of the monitored area (boundaries of economic district with illustrated soil sampling points)

PD Kapušany tvorí pôda bez erózie, ktorá sa nachádza predovšetkým na fluvizemiach. Stredne erodované pôdy tvoria 42 %, silne erodované 40 % sledovaného územia. Iba na 5 % územia bola zistená extrémna erózia na kambizemiach, luvizemiach ale aj pararendzinách (5).

Odber pôdnych vzoriek a stanovenie výmennej pôdnej reakcie

V práci hodnotíme údaje pôdnej reakcie z troch časových bodov, 1965, 1990 a 2018. Hodnoty pôdnej reakcie z prvého odberu pôdnych vzoriek boli získané z Databázy výberových sond Komplexného prieskumu pôd (KPP), ktorý bol na danom území realizovaný v roku 1965. Hodnoty pôdnej reakcie z roku 1990 boli získané z údajov Agrochemického skúšania pôd, ktorý sa na hodnotenom území v danom roku realizoval, pričom sme pri hodnotení použili iba údaje z tých honov, na ktorých boli v roku 1965 vykopané výberové sondy KPP. Odberový cyklus v roku 1990 bol vybraný z toho dôvodu, že v danom cykle sa výmenná hodnota pH merala v roztoku chloridu draselného (KCl), od roku 2006 sa na meranie výmenného pH používal roztok chloridu vápenatého (16). V roku 2018 boli v rámci Diplomovej práce (5) odobraté pôdne vzorky z rovnakých lokalít ako pri KPP. Pôdne vzorky boli odobrané z orníchej vrstvy 0 – 0,3 m. Okrem jednej lokality, ktorá je na TTP, všetky ostatné odberové miesta boli na ornej pôde.

Hodnoty výmennej pôdnej reakcie vo všetkých časových bodoch boli stanovené v roztoku chloridu draselného (pH/KCl) a presný postup stanovenia je uvedený v publikácii Jednotné pracovné postupy rozborov pôd (6).

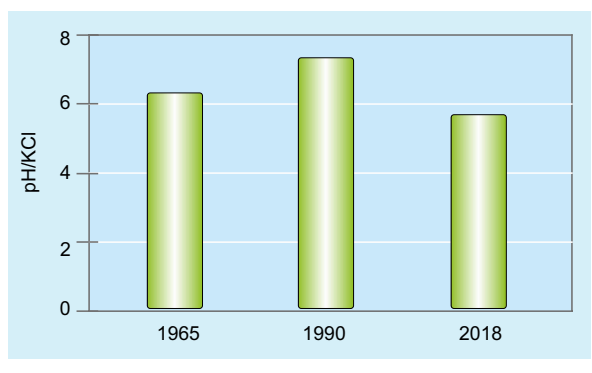
Preukaznosť zmien medzi jednotlivými rokmi na celej poľnohospodárskej pôde, pôdnych typoch a skupinách erózne ohrozených pôd s dostatočným počtom odberových miest bola hodnotená Studentovým t-testom pre párové hodnoty.

Výsledky a diskusia

Na pôdach poľnohospodárskeho družstva Kapušany dominujú kambizeme a pseudogleje (tabuľka 1), ktoré patria medzi menej až málo produkčné pôdy s pomerne nízkym pH (4,7). Na začiatku sledovaného obdobia priemerná hodnota výmenného pH sa nachádzala v kyslej oblasti, v roku 1990 stúpala do slabo kyslej oblasti a na konci sledovaného obdobia opäť klesla do kyslej oblasti (obrázok 2). Zvýšenie hodnôt výmennej pôdnej reakcie medzi rokmi 1965 a 1990 môže byť spôsobené celkovou intenzifikáciou poľnohospodárskej výroby. Predovšetkým v 80-tych rokoch 20. storočia kyslé poľnohospodárske pôdy, medzi

Obrázok 2: Priemerné hodnoty výmennej pôdnej reakcie (pH/KCl) na poľnohospodárskom pôdnom fonde (PPF) počas sledovaného obdobia

Figure 2: Average values of exchangeable acidity (pH/KCl) on agricultural land fund during observed period



ktoré patrí aj najrozšírenejší pôdny typ na Slovensku kambizem, sa pomerne intenzívne vápnili a hnojili (4). Nakoľko na poľnohospodárskom podniku Kapušany dominujú kambizeme, v 70-tych a 80-tych rokoch sa tieto pôdy pomerne intenzívne vápnili. Po roku 1989 v dôsledku celospoločenských zmien, ktoré sa odrazili aj v poľnohospodárstve, sa vápnenie pôd zanedbávalo a hodnoty výmennej pôdnej reakcie pomerne prudko klesli, dokonca na ešte nižšiu hodnotu ako na začiatku sledovaného obdobia (obrázok 2). Zmeny v priemerných hodnotách výmenného pH medzi sledovanými rokmi boli štatisticky významné (tabuľka 2).

Podobný trend vývoja výmennej pôdnej reakcie ako na celom poľnohospodárskom pôdnom fonde bol zaznamenaný aj na jednotlivých pôdnych typoch. Ako je zrejme z obrázka 3, najvyššie priemerné hodnoty výmenného pH na všetkých pôdnych typoch boli namerané v roku 1990 a najnižšie v súčasnosti (odber v roku 2018). Z pôdnych typov najvyššie priemerné hodnoty pH/KCl počas celého sledovaného obdobia boli zistené na fluvizemiach a čierniciach (obrázok 3).

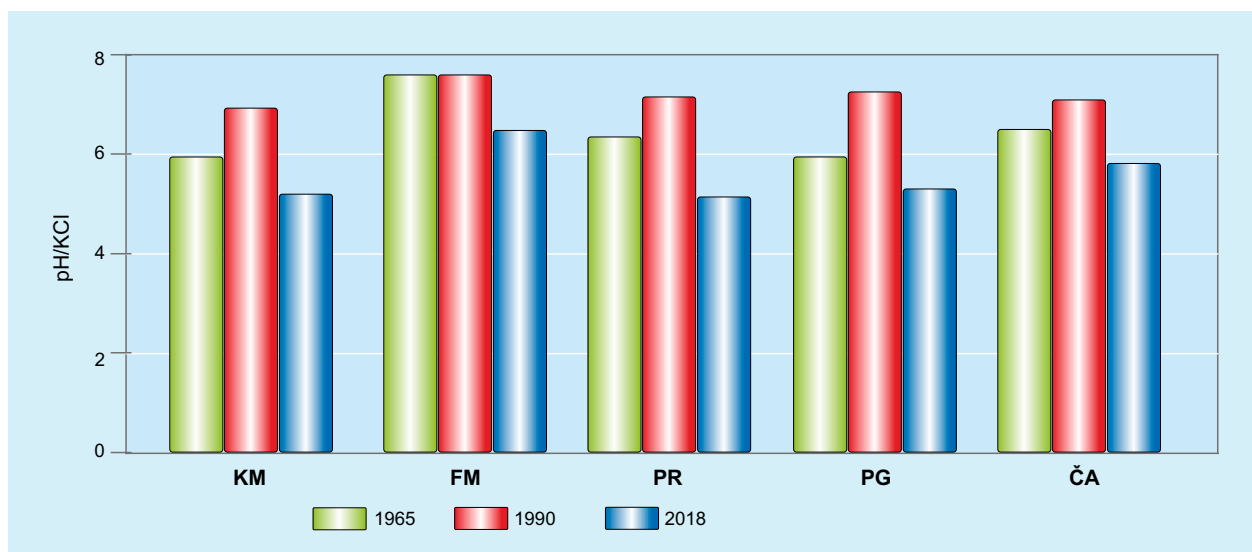
Je však potrebné poznamenať, že priemerná hodnota výmennej pôdnej reakcie pre pôdne typy fluvizem, čierica a pararendzina bola vypočítaná pre každý pôdny typ iba z dvoch lokalít. Priemerné hodnoty výmennej pôdnej reakcie na sledovanom území spadajú do rozsahu hodnôt pH/KCl pre jednotlivé pôdne typy, ktoré boli namerané v rámci Monitoringu poľnohospodárskych pôd Slovenska (7). Zmeny v priemerných hodnotách výmenného pH

Tabuľka 2: Štatisticky významné rozdiely v priemerných hodnotách výmennej pôdnej reakcie medzi jednotlivými rokmi
Table 2: Statistically significant differences in average values of soil exchangeable reaction between individual years

PPF Pôdny typ/erózna skupina	n	pH/KCl	pH/KCl	pH/KCl
		1995/1990	1990/2018	1965/2018
PPF	23	***	***	***
KM	12	***	***	***
PG	6	***	***	***
Bez erózie	5	0	***	***
Stredná erózia	11	***	***	***
Silná erózia	7	***	***	***

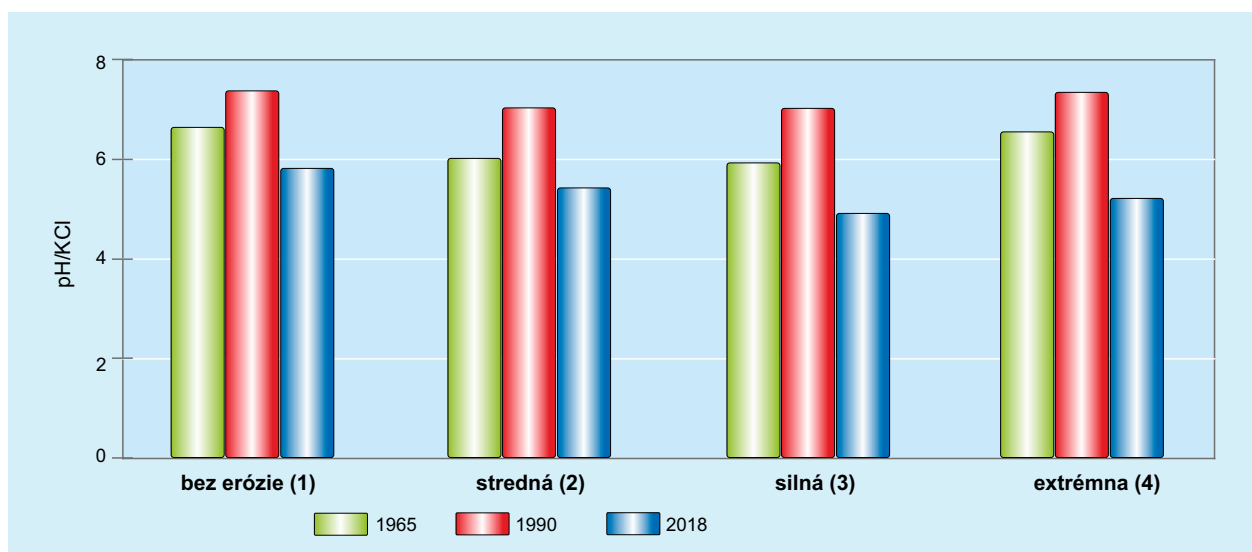
n – počet lokalít, PPF – poľnohospodársky pôd fond, KM – kambizeme, PG – pseudogleje, *** štatisticky významný rozdiel na hladine významnosti 0,05
n – number of sites, PPF – agricultural land fund, KM – Cambisols, PG – Planosols, *** statistically significant difference at the significant level 0.05

Obrázok 3: Priemerné hodnoty výmennej pôdnej reakcie (pH/KCl) na jednotlivých pôdnych typoch počas sledovaného obdobia
Figure 3: Average values of exchangeable acidity (pH/KCl) on individual soil types during observed period



KM – kambizeme, FM – fluvizeme, PR – pararendziny, PG – pseudogleje, ČA – čiernice
 KM – Cabisols, FM – Fluvisols, PR – Regosol, PG – Planosols ČA – Phaeozem

Obrázok 4: Priemerné hodnoty výmennej pôdnej reakcie (pH/KCl) jednotlivých erózných skupín pôd počas sledovaného obdobia
Figure 4: Average values of exchangeable acidity (pH/KCl) on individual erosion groups during observed period



(1) without erosion, (2) middle erosion, (3) strong erosion, (4) extreme erosion

medzi sledovanými rokmi na pôdnych typoch kambizem a pseudoglej boli štatisticky významné (tabuľka 2).

Územie, na ktorom hospodári poľnohospodársky podnik Kapušany je značne erózne ohrozené, nakoľko iba 13 % z celkovej výmery PD Kapušany je na pôde bez prejavov vodnej erózie. Stredne erodované pôdy tvoria 42 %, silne erodované 40 % sledovaného územia a na 5 % územia bola zistená extrémna erózia (5). Pri rozdelení sledovaného územia podľa erózných skupín, trend priemernej hodnoty výmennej pôdnej reakcie bol rovnaký ako na

PPF a jednotlivých pôdnych typoch, teda najvyššie hodnoty pH/KCl vo všetkých erózných skupinách boli zistené v roku 1990 (obrázok 4).

Počas celého monitorovacieho obdobia najvyššie hodnoty výmennej pôdnej reakcie boli zistené na pôdach bez prejavov vodnej erózie (obrázok 4), na ktorých sa nachádzajú fluvizeme s relatívne vysokými hodnotami pH v porovnaní s kambizemami a pseudoglejami.

Najnižšie hodnoty výmennej pôdnej reakcie boli namerané v roku 2018 na silne erózne ohrozených pôdach a na

extrémne silne erózne ohrozených pôdach (obrázok 4). Je však potrebné poznamenať, že na extrémne silne erózne ohrozenej pôde sa nachádzala iba jedna lokalita. Zmeny v priemerných hodnotách výmenného pH medzi sledovanými rokmi boli štatisticky významné, okrem pôd bez prejavov erózie medzi rokmi 1965 a 1990 (tabuľka 2).

Záver

Pôdna reakcia je jeden z najdôležitejších parametrov pôdnej úrodnosti, a preto pri udržateľnom hospodárení na pôde ako aj z hľadiska výživy rastlín, je kľúčovým aspektom udržanie pôdnej reakcie na jej optimálnej hodnote. Na začiatku pomerne dlhého sledovaného obdobia (1965 – 2018) na pôdnom fonde PD Kapušany priemerné hodnoty výmennej pôdnej reakcie sa na kambizemiach, presudoglejoch i pararendzinách pohybovali v kyslej oblasti, na čierniciach v slabokyslej oblasti a na fluvizemiach v neutrálnej oblasti. Nakoľko 70 a 80 roky 20. storočia sú charakteristické intenzifikáciou poľnohospodárstva aj pôdy s prirodzene nízkymi hodnotami pH, ktoré sa využívali na poľnohospodárske účely sa pomerne intenzívne vápnil a hnojil, a preto najvyššia nameraná hodnota pH na sledovanom PD bola v roku 1990. V nasledujúcom období vápnenie pôd bolo minimálne a predovšetkým na prirodzene kyslých pôdach (kambizeme, pseudogleje) hodnota výmennej pôdnej reakcie prudko klesla, ale postupná acidifikácia bola zaznamenaná na celom sledovanom poľnohospodárskom fonde PD Kapušany. Na danom PD je preto potrebné zvýšiť hodnotu výmennej pôdnej reakcie na jej optimálnu úroveň, ktorú je možno dosiahnuť melioračným vápnením a po dosiahnutí optimálneho pH pravidelne realizovať udržiavacie vápnenie. Pri použití vápenatých hnojív je dôležité ich dôkladné premiešanie s pôdou a takto kultivovanú pôdu vhodne obhospodarovať, používať adekvátne minerálne a organické hnojenie a vhodné striedanie plodín.

Z našich výsledkov tiež vyplynulo, že na silne a extrémne silne erózne ohrozenej pôde sú hodnoty pôdnej reakcie najnižšie, a preto na týchto lokalitách navrhujeme uplatňovať protierózne opatrenia (pestovanie ozimných plodín, medziplodín s protieróznym účinkom, prípadne striedavé pestovanie v pásach). Lokality s vysokou eróznou ohrozenosťou a zároveň s nízkym produkčným potenciálom odporúčame zatravníť alebo aspoň využívať na pestovanie krmovín.

Literatúra

- (1) ANTAL, J. – STREDŇANSKÝ, J. 2014. Ochrana a zúrodňovanie pôdy. Nitra : SPU, 2014, 204 s. ISBN 978-80-552-1205-0.
- (2) BARANČÍKOVÁ, G. – FAZEKAŠOVÁ, D. 2017. Environmentálna chémia. Prešov : Prešovská univerzita, 2017, 135 s. ISBN 978-80-9165-246-2.
- (3) BARANČÍKOVÁ, G. – GÖMÖRYOVÁ E. – TOBIAŠOVÁ, E. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – KOCO, Š. – HALAS, J. – SKALSKÝ, R. – TARASOVIČOVÁ, Z. – TAKÁČ, J. 2019. Pôdny organický uhlík a jeho odozva na využívanie krajiny Slovenska. Bratislava : NPPC-VÚPOP, 2019, 105 pp. ISBN 978-80-8163-029-3.
- (4) BIELEK, P. 2017. Pôdoznanectvo pre enviromanažérov. Nitra : SPU, 2017, 318 s. ISBN 978-80-552-1682-9.
- (5) FIAMČÍKOVÁ, L. 2019. Vplyv antropických činiteľov na vývoj pôdnej reakcie na vybranom poľnohospodárskom podniku v období 1970-2017. Diplomová práca : Prešov : Prešovská univerzita, 2019, 67 s.

- (6) KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G. – BEZÁK, P. – BEZÁKOVÁ, Z. – DODOK, R. – GREČO, V. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – CHLPIK, J. – LIŠTJAK, J. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – MALIŠ, J. – SCHLOSSEROVÁ, J. – SLÁVIK, O. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. (Výstup z výskumnej úlohy „Monitoring a hodnotenie vlastností pôd SR a potenciálov ich vývoja“). Bratislava, 2011, s. 51–117. ISBN 978-80-89128-89-1.
- (7) KOBZA, J.- BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – DODOK, R. – PÁLKA, B. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2019. Monitoring pôd Slovenskej republiky. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu. Výsledky Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda za obdobie 2013 – 2017 (5. cyklus). 1. vyd., Bratislava : NPPC-VÚPOP, 2019, 254 s. ISBN 978-80-8163-033-0.
- (8) LEONARDI, S. 1991. Indirect effect of acid rain mediated by mineral leaching "An evaluation of potential roles of leaching from the canopy. In Longhurst, W. S. (Ed). Acid Deposition. Berlin: Springer – Verlag, 1991, pp. 123–140.
- (9) LUKÁČOVÁ, K. 2016. EIA projekt (Pracovisko zberu druhotných surovín, prevádzka Kapušany) [online]. Prešov. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/pracovisko-zberu-druhotnych-surovin-prevadzka-kapusany>
- (10) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2003. Indikátory zraniteľnosti ekologických funkcií kambizemí vzhľadom na hliník a mangán. In Agrochémia, roč. (VII) 43, 2003, s. 4–7.
- (11) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2005. Vplyv pôdnych parametrov na distribúciu hliníka v pôdach SR. In Agriculture, roč. 51, 2005, s. 436–441.
- (12) MAKOVNÍKOVÁ J. – PÁLKA B. – ŠIRÁŇ, M. – KANIANSKA R. – KIZEKOVÁ M. – JAĎUĎOVÁ, J. 2017. Belianum. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2017, 150 s. ISBN 978-80-557-1242-0.
- (13) MAKOVNÍKOVÁ J. 2019. Monitoring hodnoty pôdnej reakcie kambizemí v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In Agrochémia, roč. 59, 2019, s. 22–27.
- (14) MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR. 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Banská Štiavnica : Esprit spol. s r. o., 2002. ISBN 80-88833-27-2.
- (15) VÚMOP. 2017. Výročná zpráva za rok 2017 [online]. Praha. Dostupné z: <https://www.vumop.cz/vyrocnizprava-vumop-vvi-za-rok-2017>
- (16) VÝSLEDKY AGROCHEMICKÉHO SKÚŠANIA PÔD NA SLOVENSKU V ROKOCH 2006 – 2011 (XII. CYKLUS ASP). 2013. Bratislava, 96 s. <https://www.uksup.sk/storage/app/uploads/public/5e1/cc5/897/5e1cc5897fd1e630610295.pdf>
- (17) ZÁKON NR SR č. 220/2004 Z. z. o pôde, 2290–2292.

doc. RNDr. Gabriela Barančíková, CSc
 Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum –
 Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava,
 RP Prešov, Raymannova 1, 08001 Prešov
 Prešovská univerzita v Prešove
 Fakulta manažmentu
 Konštantínova 16, 08001 Prešov
 tel: 051/773 10 54
 e-mail: gabriela.barancikova@nppc.sk

Podakovanie

Táto práca bola finančne podporená projektom KEGA
 011PU-4/2019 Implementácia environmentálneho
 vzdelávania a výskumu do výučby manažérskych predmetov
 v študijnom programe manažment a projektom VEGA
 1/0313/19 Ekosystémový prístup ako parameter moderného
 environmentálneho výskumu kontaminovaných území.