

## Szerves anyagok sav-bázis tompítóképessége

*Csoma Zoltán<sup>1</sup> – Forró Edit<sup>2</sup> – Csoma Zsuzsanna<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Kárpátontúli Agráripari Kutatóintézet

<sup>2</sup>Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar

E-mail: zcsoma@kmf.uz.ua

### Összefoglaló

A talajfelszínen található vagy oda jutatott szerves anyagok kémhatásának változásait vizsgáltuk savas és lúgos terhelésekkel szemben. Megállapítottuk, hogy a bomolatlan avar, szalma, istállótrágya, komposzt egyaránt jól semlegesítik mind a savas, mind a lúgos hatásokat, sav-bázis pufferolóképességük akár többszöröse is lehet az ásványi talajoknál mért értékekhez képest. Azok a külső tényezők, melyek a talaj degradációját is előidézhetik a felső rétegre hatnak a legintenzívebben, ezért a jelentős sav-bázis tompítóképességgel rendelkező szerves anyagoknak fontos szerepe lehet e folyamatok káros következményeinek kivédésében.

### Summary

The present study investigated the change in the pH value of organic matters, found on or allocated to soil level, under acid and alkaline load. The results showed that undecomposed plant litter, straw and compost are equally good at neutralizing both acid and alkaline effects. Their acid-alkaline buffering ability may even be the multiple of that of mineral soil. The external factors that are capable of causing degradation are affecting the upper soil layers most intensively, so organic matters with good acid-alkaline neutralizing ability have important roles in alleviating or preventing the negative effects of these processes.

### Bevezetés

A talajokat érő külső terhelések tanulmányozása általában a talajszintekre gyakorolt hatás(ok)nak az elemzését jelenti. Viszonylag kevés figyelmet kap a felszínen található, az átalakulás kezdeti stádiumában lévő szerves maradványok elkülönítése és a különböző terhelésekkel szembeni viselkedésének vizsgálata. A témában megjelenő, viszonylag csekély számú publikáció szerint a felszínen található szerves anyagnak bizonyos védő szerepe van a talaj ásványi szintjeire nézve (KOPCIK & SZILAJEVA, 1995; REITER et al. 1986). Erdő alatt kialakult podzolos talajon végzett modell kísérlet eredményei azt bizonyítják, hogy a felszínre jutatott savas vagy lúgos kémhatású anyagok az ásványi szinteket már nem érték el, mert túlnyomó részüket a bomolatlan és bomlott avar semlegesíteni tudta. A talaj podzol szintjére a savnak illetve lúgnak az avartakaróval való kölcsönhatás eredményeként termelődött anyagok hatása volt kimutatható (SZOKOLOVA et al., 1996). Az erdei avar szerepét a savanyító hatású anyagok semlegesítésében többen is tanulmányozták,

elsősorban azon régiók országainak kutatói, amelyek hatalmas kiterjedésű erdőkkel rendelkeznek, és fokozottabban ki vannak téve a savas esők ártalmainak (THACKER et al., 1987; HAUN et al., 1988; GRISINA & BARANOVA, 1990).

A művelés alatt álló talajokon is marad vissza több-kevesebb szerves anyag, de azt oda célirányosan is kijuttatják. A zöldség- és gyümölcsstermesztésben terjedt el a takaróanyagok alkalmazása, amelyek igen változatosak lehetnek. Felhasználhatók a mezőgazdaságban melléktermékként keletkező anyagok: a szalma, lekaszált fű, komposzt, préselt szőlőtörköly, kéregzúzalék vagy akár a szerves trágya. Ezeket a talaj felszínén szétterítik vagy annak néhány centiméteres rétegével összekeverve hasznosítják. A szántóföldi növénytermesztésben is használnak mulcsozást talajvédelmi céllal (BIRKÁS, 2005). Különösen az utóbbi néhány év szélsőséges időjárási viszonyai kapcsán értékelődött fel a talajtakarás jelentősége. A művelt talajokon visszamaradt vagy oda jutott szerves maradványok viselkedéséről a savas és lúgos hatású anyagokkal szemben csak közvetett adatokkal rendelkezünk.

### **Anyag és módszer**

A vizsgálatokhoz őshonos fafajokkal elegyes erdők bomolatlan avar szintjét különítettük el és gyűjtöttük be. A termesztésben felhasználható szerves anyagokat a szalmaszecskázó berendezéssel felszerelt gabonakombájn után visszamaradt zúzott szalma, továbbá érett istállótrágya és két komposzt reprezentálták.

A sav-bázis titrálási görbék felvételénél alkalmazott eljárás során a szerves anyagok azonos tömegű mintasorozatához növekvő koncentrációjú (maximálisan 15 cmol  $H^+$ , illetve  $OH^-$  a vizsgált anyag kilogrammjára számítva), de azonos térfogatú savat (HCl), illetve lúgot (NaOH) adtunk. A szerves anyag:oldat aránya 1:10 volt. Egy órás körkörös rázógépen való rázatás és 24 órás állás után, meghatároztuk a szuszpenziók egyensúlyi pH értékét.

### **Vizsgálati eredmények**

Talajok sav-bázis pufferoló képességének vizsgálatára alapvetően a potenciometriás titrálást alkalmazzák. A módszernek több változata is ismert, melyek a vizsgált anyag és a hozzáadott sav/bázis közötti kölcsönhatás kivitelezésében és időtartamában különböznek egymástól. Az összes savanyúság (lúgosság) meghatározásakor a talajt legalább 24 órán keresztül lúggal (savval) kezelik, majd a szuszpenzióban mérik a bekövetkezett pH változásokat. Munkánk során a talajoknál már bevált, fentebb ismertetett módszert alkalmaztuk a felszint borító szerves anyagok sav-bázis tompítóképességének vizsgálatára.

A szerves anyagok sav-bázis puffer kapacitását a HCl, illetve a NaOH oldatok titrálási görbéi valamint a vizsgált anyag titrálási görbéje által határolt terület egymáshoz viszonyított nagyságaként értelmeztük. A HCl/NaOH titrálási görbéi és a pH=7 (abszolút puffer) ponton keresztül menő és az abszcisszával párhuzamos egyenes által bezárt területet 100 egységnyinek vettük, külön értékelve a savas és a lúgos tartományokat.

**1. táblázat.** Szerves anyagok fontosabb tulajdonságai és sav-bázis tompítóképességüket jellemző paraméterek

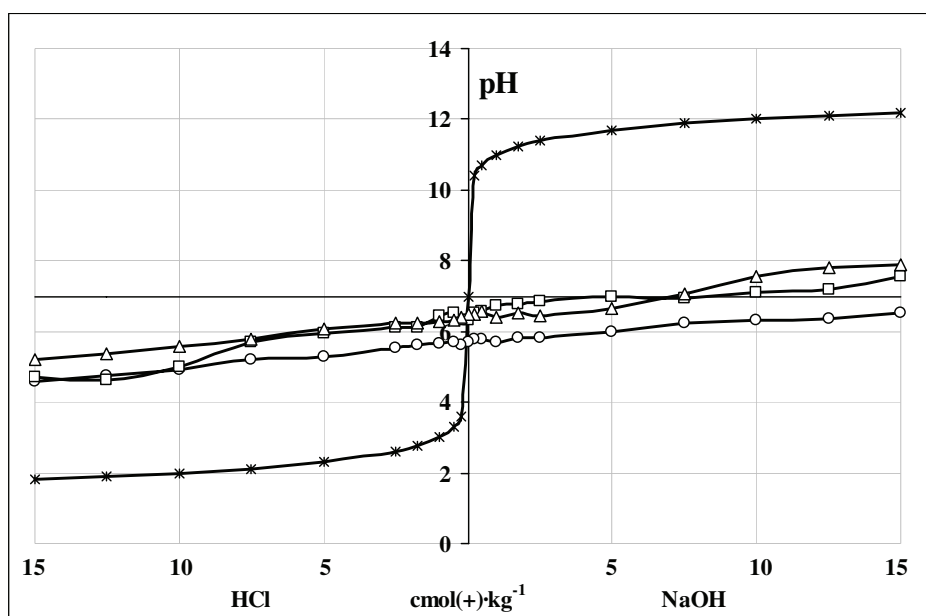
Szerves anyag	Izzítási veszteség, %	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	P <sub>S</sub>	P <sub>L</sub>	K <sub>SB</sub>
Bomlatlan avar, vegyes erdő (tölgy, jávor, egyéb fajok)	91,8	4,44	4,26	85,1	82,9	0,01
Bomlatlan avar, bükkös erdő	89,7	5,69	5,34	81,6	87,1	-0,03
Bomlatlan avar, fenyves erdő	90,1	5,46	4,90	81,1	85,0	-0,02
Bomlatlan avar, gyümölcsös	81,7	6,32	5,95	73,9	80,1	-0,04
Zúzott szalma	92,2	6,47	6,43	78,8	75,5	-0,02
Érett istállótrágya	30,0	7,91	7,52	75,2	61,3	0,10
Komposztált marhatrágya	26,9	6,87	7,27	95,1	88,0	0,04
Komposztált szőlőtörköly	80,5	6,78	5,66	85,8	90,0	-0,02

Jelölések értelmezése: P<sub>S</sub>, P<sub>L</sub> – a vizsgált anyag pufferkapacitása a savas illetve a lúgos tartományban; K<sub>SB</sub> – sav-bázis aszimmetrikus egyensúlyi együttható.

Megállapítható, hogy az eltérő eredetű és az átalakulás különböző stádiumában lévő szerves anyagok mindegyike jelentős sav-bázis tompítóképességgel rendelkezik (1. táblázat). Az erdei avar sav és lúg elnyelő kapacitása is több mint 80 egységnyi. A fenyves és a bükkös avar némileg jobban semlegesíti a lúgos hatásokat. A gyümölcsösben begyűjtött avarnak az erdeihez viszonyítva kisebb mind a savas, mind a lúgos tartományban mért pufferoló képessége (1. ábra).

A talajba jutott és talajtakaróként használt szerves anyagok közül a legmagasabb puffer kapacitási értékkel a komposztált marhatrágya rendelkezik. A vizsgálat során hozzáadott proton és hidroxil ionok mennyiségének több mint 99%-át elnyeli (2. ábra). Az általunk vizsgált másik trágya érlelése spontán, ellenőrizetlen körülmények között ment végbe. Pufferkapacitása a savas tartományban 20 egységgel, a lúgos tartományban 17 egységgel kevesebb az irányított komposztáláson keresztül ment trágya mutatóihoz képest (1. táblázat).

Összehasonlításképpen utalunk rá, hogy ásványi talajok esetében a  $P_S$  és  $P_L$  értékek többnyire 10 és 30 egységek között változnak. Csak néhány talajnál (réti csernozjom – 52,9 a savas tartományban, barna erdőtalaj – 59,2 a lúgos tartományban) mértek 50 feletti értéket (TRUSZKAVECKIJ, 2003).

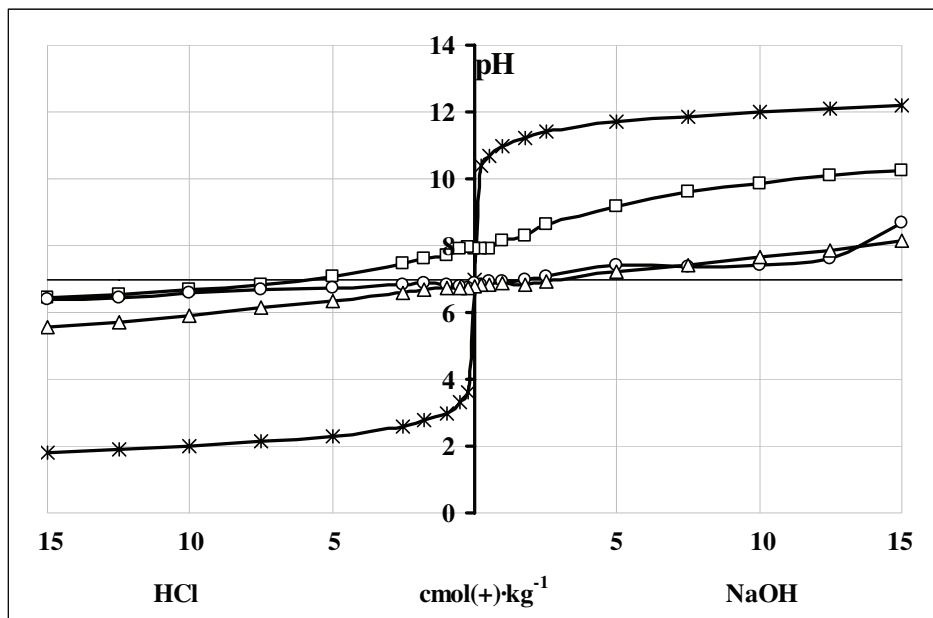


1. ábra. A talajfelszín borító szerves anyagok titrálási görbéi

Jelmagyarázat: \* – a HCl/NaOH titrálási görbéje szerves anyag nélkül; o – bomolatlan avar (bükkös erdő); □ – bomolatlan avar (gyümölcsös); △ – zúzott szalma

A szerves anyagok puffer-reakcióinak részleges értelmezéséhez a FILEP és RÉDLYNÉ (1987/88) által szerkesztett ábrát valamint IVANOVA et al. (1996) és SZOKOLOVA et al. (1993) kísérleti adatait vettük alapul. Az avar (illetve még lomb) lebontása megkezdődik már a növényi szövet elhalása előtt. Ennek során az enzimek a fehérjéket, szénhidrátokat egyszerűbb, vízben oldható vegyületekké alakítják át. Az avarhoz adott savterhelés nyomán a különböző oldható szerves anyagok, elsősorban a kismolekulájú szerves savak erős bázisok kationjaival alkotott sói kioldódnak. A folyamat során a szerves anion a protont

megköti, a bázikus kationok pedig oldatban maradnak és a csapadékkal migrálódhatnak. Az avar pufferoló képességét a lúgos tartományban elsősorban szintén a vízoldható szerves anyagokhoz kötik. A szerves savakon kívül a lúgosító hatások semlegesítésében a fenolos funkciók csoportok deprotonálódása és a szerves Al-komplexek oldódása játszik szerepet. A komposztok esetében a már átalakult, humifikálódott szerves anyagok funkciók csoportjai és részben a komposztálás során hozzájuk adott különböző ásványi anyagok azok, amelyek semlegesítik a savas és bázikus hatásokat.



**2. ábra.** Különböző komposztok titrálási görbéi

Jelmagyarázat: \* – a HCl/NaOH titrálási görbéje komposzt nélkül; o – komposztált marhatrágya; □ – érett istállótrágya; Δ – komposztált szőlőtörköly

Egy rendszer stabilitásának szempontjából döntő jelentőségű, hogy mennyire képes megőrizni állapotát az ellenkező előjelű hatásokkal szemben. Talajok sav-bázis egyensúlyi stabilitásának kvantitatív jellemzésére használják a sav-bázis aszimmetrikus egyensúlyi együtthatót, melynek számszerű értéke a következő képlet alapján határozható meg:

$$K_{SB} = (P_S - P_L) / (P_S + P_L)$$

Ha  $K_{SB} = 0$  vagy nullához közelít, akkor a vizsgált anyag teljesen vagy közel egyformán tudja tompítani a savas és a lúgos hatásokat. Amikor  $K_{SB} = 1$  (vagy  $K_{SB} = -1$ ), akkor a rendszer nagyon jól tudja semlegesíteni a savas (lúgos) hatásokat, de instabil a lúgos (savas) terhelésekkel szemben.

A szerves anyagok sav-bázis aszimmetrikus egyensúlyi együtthatója a kedvező stabilitással rendelkező rendszerekre jellemző 0 értékhez áll közel. Ez ugyancsak arra mutat rá, hogy a szerves anyagok egyaránt jól semlegesítik a savas és a lúgos hatásokat is. Ugyanolyan mennyiségű sav vagy bázis közel egyforma pH változást fog előidézni, csak ellenkező irányba. Ásványi talajok esetében a sav-bázis együttható általában pozitív előjelű és 0,3-0,8 között változik az értéke (TRUSZKAVECKIJ, 2003). Jellemző az említett talajokra, hogy a sav-bázis egyensúly eltolódott a savas tartomány felé. Kivételt képez a típusos csernozjom ( $K_{SB}=0,06$ ), és néhány tőzezes talaj ( $K_{SB}=0,04$ ), vagyis a több szerves anyagot tartalmazó talajok. A sav-bázis aszimmetrikus egyensúlyi együttható értékelésénél azonban figyelembe kell venni az eltérő összetételű szerves anyagok domináns puffer reakcióinak különböző hatástartományát. Ezért ez a paraméter csak a számításhoz alapul vett pH tartományon belül érvényes.

A sav-bázis tompítóképeség vizsgálata során meghatározott paraméterek értékét elsősorban az adja, hogy ez alapján prognosztizálható a vizsgált anyagoknak a növekvő savas és lúgos hatásokkal szembeni érzékenysége, tulajdonságainak változása. A pufferoló tulajdonságokat jellemző mutatószámokból meghatározható az is, hogy az egységnyi területen található szerves anyag mennyi savas illetve lúgos kémhatású anyagot tud megkötni. Ez utóbbi mutatók számításánál nincs egységesen elfogadott álláspont és gyakran képezi vita tárgyát a pH határértékek megállapítása, vagyis annak meghatározása, hogy milyen mértékig savanyítható vagy lúgosítható a talaj, adott esetben a különböző szerves anyagok. A savsemlegesítő képességet többen is (BREEMEN et al., 1984; KOPCIK et al., 1999) a pH 3,5 vagy 3,0 értékekig, azaz az oldódási reakciókig vezetik vissza, de MURÁNYI (1987/88) ezt kevésbé tartja javasolhatónak. A lúgos tartományban általában pH=10-ig végeznek becsléseket. A szerves anyagoknak a savas és lúgos terhelések nyomán bekövetkező kémhatás változások vizsgálatánál a pH 3,0 és 10 értékek, a szakirodalomban megfogalmazott kétségeken túl, azért sem használhatók, mert a nagyon jó semlegesítő képességük miatt, az említett szélsőséges értékek eléréséhez irreálisan nagy sav illetve lúg adagok hozzáadására lenne szükség. Az általunk végzett becslésekhez kétféle kémhatásváltozást határoztunk meg. Az egyik esetben, az egy hektáron található szerves anyag mennyiségének figyelembevételével kiszámítottuk azt a sav illetve lúg mennyiséget, ami még nem okoz mérhető pH változást. A másik esetben, szintén egy hektár területre vetítve, meghatároztuk az egységnyi pH változást előidéző sav/bázis mennyiségeket.

A teljes sav, illetve lúg semlegesítő képesség becsléséhez ismerni kell a felszínen található szerves anyagok mennyiségét is. Az avar tömege függ a fa fajtájától, korától, az aljnövényzettől, az abiotikus és egyéb tényezőktől, ezért hektáronkénti mennyisége elég tág határok között változhat. Számításainkhoz egy gödöllői bükkösben mért átlagos avarmennyiséget vettünk, ami 5,6 tonnát

tett ki (JÁRÓ, 1988/89). A bükkös erdő avar mennyiségéből és sav-bázis semlegesítő képességének paramétereiből kiindulva kapjuk, hogy ez a fajta szerves anyag  $0,14 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$  protonot tud megkötni úgy, hogy az a vizes kivonatban nem okoz mérhető kémhatásváltozást (1. ábra). Az egy egységnyi pH csökkenést előidéző proton mennyisége egy hektárra számítva ugyanezen erdő avara esetében  $0,78 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Művelt talajok esetében a szalmára vonatkozóan vannak a becsléshez szükséges elfogadható mennyiségi adatok. Búza esetében a szemterméshez viszonyítva  $0,7 - 0,8$  szorzót használtunk, így  $5 - 6$  tonnás szemtermésnél mintegy  $3,5 - 4,8 \text{ t}$  szalmával számolhatunk. A szalmának kisebb a pufferoló képessége, mint az avarnak és ezért már a mintegy  $0,02 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$  protonterhelés is mérhető kémhatásváltozást okoz (2. ábra). Az egységnyi pH csökkenéshez  $0,4 - 0,5 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$  protonra van szükség.

A lúgos anyagokkal szembeni tompítóképesség az avar és a szalma esetében is nagyobb értékekkel jellemezhető. A bükkös erdő avara  $0,28 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$  hidroxil-iont tud megkötni anélkül, hogy az mérhető pH növekedést idézne elő. A szalmánál ez a mutató hasonló és  $0,25 - 0,30 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$  tesz ki. Az egységnyi pH változást előidéző lúgos hatású anyag mennyisége a bükkös erdő avara esetében  $1,29 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$ , míg a szalmánál  $0,35 - 0,48 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

A két szerves anyag sav-bázis semlegesítő képességét összevetve megállapítható, hogy a kémhatás csökkenésével a szalma protonmegkötő képessége kiegyenlítettebb, mint az avarnál. A kémhatás növekedésével szemben viszont a szalma kevésbé ellenálló és lúgsemlegesítő kapacitása lényegesen gyorsabban kimerül, mint az avarnál.

A nagy semlegesítő képesség arra is rámutat, hogy a szerves anyagok esetében nem egyszerű megváltoztatni az eredeti pH értéküket. A kémhatás bármelyik irányba való eltolódásához, amikor ez szükségessé válik, nagyságrenddel több savanyító vagy lúgosító hatású anyagra van szükség, mint az ásványi talajok esetében.

### **Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések**

A felszínt tartósan vagy időszakosan borító bomolatlan növényi maradványok, az oda jutott szerves anyagok (szalma, trágya, komposzt) meghatározó elemei a talajfolyamatok szabályozásának. Bonyolult felépítésük, összetettségük folytán nagy pufferoló képességgel rendelkeznek, s így a folyamatok, amelyben részt vesznek, kevésbé befolyásolhatóak, ugyanakkor ki tudják védeni az emberi tevékenység következtében fellépő durvább beavatkozásokat, a nagyobb terhelések okozta ugrásszerű változásokat is. A felszínen található szervesanyag réteg általában csak néhány centiméter vastag, viszonylag gyorsan változik, s a jelentős sav-bázis tompítóképesség ellenére pufferkapacitásuk ezért gyorsan kimerülhet. Környezeti szerepük megítélésakor

a valóságos mennyiségüket, valamint a felszínre jutás és az átalakulás közötti egyensúly esetleges eltolódásait is figyelembe kell venni.

### Irodalomjegyzék

- BIRKÁS M., (2005): A talaj minőségének javítása, fenntartása. In: A talajok jelentősége a 21. században. (Szerk. STEFANOVITS P., MICHÉLI E.) 245-266. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- BREEMEN, VAN N., DRISCOLL C.T., MULDER J., (1984): Acidic deposition and internal proton sources in acidification of soils and waters. *Nature* **307**. 599-604.
- FILEP GY., RÉDLY L.-NÉ., (1987/88): A talajsavanyúság formáinak és a talaj sav-bázis pufferozó hatásának értelmezése. *Agrokémia és Talajtan* **36-37**. 79-97.
- GRISINA L.A., BARANOVA T.A., (1990): Vlijanyije kiszlotnich oszadkov na szvojsztva pocsv lesznich ekosisztém juznoj tajgi. *Pocsvovedenyije* **10**. 121-135.
- HAUN G.W., WOLT J., REYNOLDS J.N., (1988): Effects of simulated acid rain on soil solution composition and orchard grass seedling viability. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* **52**. 4. 1037-1043.
- Ivanova Sz.E., Szokolova T.A., Lukjanova O.N., (1996): Razvityije rabot A.A. Rode po izucsenyiju lesznich podzolisztich pocsv metodom potenciometriczeszko go titrovanyija v szvjazi sz problemoj izmenenyija pocsv pod vlijanyijem kiszlich oszadkov. *Pocsvovedenyije* **5**. 620-629.
- JÁRÓ Z., (1988/89): A bükkösök szerves- és tápanyagforgalma. *Erdészeti Kutatások* **80/81**. 83-98.
- KOPCIK G.N., KOPCIK SZ.V., GORLENKO O.V., (1999): Modelnyij prognóz dolgovremennoj reakcii podzolov kolyszko go poluosztrova na atmoszferyije kiszlotnyije vipadenyija. *Pocsvovedenyije* **2**. 271-277.
- KOPCIK G.N., SZILAJEVA E.D., (1995): Bufernyiszty lesznich podsztliok k atmoszfernim kiszlotnim oszadkam. *Pocsvovedenyije* **8**. 954-962.
- MURÁNYI A., (1988): Savkezelés hatása a talajsavanyúság különböző formáira. *Agrokémia és Talajtan* **36-37**. 65-79.
- REITER H. et al., (1986): Einfluss von sauer Beregung und Kalkung auf austaschbare und geloste Ionen im Boden. *Forstw. Cbl. Bd.* **105**. 300-309.
- SZOKOLOVA T. A. et al., (1996): Polevoje modelirovanyije pervich stadij vzaimogyejsztvija kiszlich oszadkov sz lesznimi podzolisztimi pocsvami. *Pocsvovedenyije* **7**. 847-856.
- SZOKOLOVA T. A., PACHOMOV A.P., TERECHIN V.G., (1993): Izucsenyije kiszlotnosznovnoj bufernosztyi podzolisztich pocsv metodom neprerivno go potenciometriczeszko go titrovanyija. *Pocsvovedenyije* **7**. 97-105.
- THACKER D.J. ET AL., (1987): The effects of simulated acid precipitation in the surface horizons of two eastern Canadian forest Podzol soil. *Can. J. For. Res.* **17**. 9. 1138-1143.
- TRUSZKAWECKIJ R.SZ., (2003): Buferna zdatnyiszty gruntyiv ta ich osznovnyi funkcii. PPV „Nove Szlovo”. Harkiv.