

Egy gyökérszén-nádasztavas szennyvíztisztító rendszer talajának és szennyvizének elem tartalma

¹NÉMETH NÓRA, ²BACZÓ GÁBORNÉ és ²RADIMSZKY LÁSZLÓ

¹Szent István Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Gödöllo és
²MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

Bevezetés

Az elmúlt évtizedek során felismerték a vizes élőhelyek számos hasznos tulajdonságát. A vizes területek fontos szerepet játszanak a víztárolásban és a lefolyás-szabályozásban (pl. öntözés, vízvisszatartás, vízminőség-szabályozás, szennyvíztisztítás); bányászati lehetőségeket biztosítanak (pl. tozeg); a vízi növények különböző módon hasznosíthatóak (pl. faanyag, legelo, tetofedés); a vadon élő állatok és növények szempontjából is kiemelkedő funkciót töltenek be (pl. fészkelő- és búvóhely, a flóra és a fauna védelme); szabályozzák az eróziós folyamatokat; fontosak a génmegorzés és a biodiverzitás szempontjából; részt vesznek az energia- és anyagkörforgásban; valamint szerepük tanösvények és pihenőterületek biztosításával az oktatás, a nevelés és a rekreáció szempontjából sem elhanyagolható.

A vizes élőhelyek környezetünk legértékesebb, ugyanakkor legveszélyeztetettebb területei közé tartoznak. Jól tükrözik a természeti környezet tulajdonságait és állapotát, így megorzésük és védelmük rendkívül fontos mind ökológiai, mind társadalmi és környezetvédelmi szempontból (MITSCH et al., 1994). A vizes élőhelyek képesek a szennyező anyagok átalakítására és eliminációjára, adszorbeálják, abszorbeálják és akkumulálják a tápanyagokat, így gyakran a „táj veséjének” tekintik őket (MITSCH & GOSSELINK, 1993). Ezen tulajdonságaikat használják ki a vízszennyezések kezelésében.

A gyökérszén szennyvíztisztító rendszer tulajdonképpen egy mesterséges vizes élőhely, amely a természetes rendszerek sok jó tulajdonságával rendelkezik. Emellett további elonye, hogy a kedvező természetes folyamatok felerosíthetők, így a tisztítás hatékonysága fokozható. Ennél a természet-közeli szennyvíztisztító eljárásnál a talaj-víz-növény egységes rendszert alkot. E rendszeren belül a

Postai cím: NÉMETH NÓRA, Szent István Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, 2103 Gödöllo, Páter K. u. 1. *E-mail:* nemethn@hotmail.com

különböző elemek és vegyületek forgalmának ismerete épp oly elengedhetetlen, mint a talaj esetében (KÁDÁR, 1995, 1998; NÉMETH, 1996).

A gyökérszűrő szennyvíztisztítási módszer lényege az, hogy földmedencében lévő, megfelelő vízvezető képességű szilárd hordozóra (talajra, homokra, sóderre vagy kore) vízi-, ill. mocsári növényeket telepítenek. Innen származik „gyökérszűrő”, „gyökérszűrő”, „gyökérszűrő” elnevezésük. Az ülepített vagy biológiai lag tisztított szennyvizet elosztórendszeren keresztül vízszintes vagy függőleges folyási irányban átvezetik a szűrőágyon, majd a tisztított vizet összegyűjtik és elvezetik. A vízszintes átfolyású rendszereknél a szennyvíz a szűrőágy egyik oldalán csővezetékken keresztül érkezik, majd a szűrőágyon vízszintes irányban végighaladva az ellentétes oldalon folyik ki a tisztított szennyvíz. A függőleges átfolyású rendszerekben a szennyvíz a felszín közelében érkezik a szűrőágyra, az egyenes elosztást párhuzamosan végigfutó perforált csövek biztosítják. A szennyvíz függőleges irányban átszivárog a szűrőágyon, és a tisztított szennyvíz összegyűjtése a kazetták alján – az elosztócsövekhez hasonló kialakítású – drén-csőken történik. A rizoszférán keresztül áramló szennyvíz a mikrobiológiai degradáció és különböző fizikai és kémiai folyamatok során megtisztul (BRIX, 1987; COOPER et al., 1996).

Az ilyen típusú rendszerekben a fontosabb telepített növényfajok a következők: nád (*Phragmites australis*), keskenylevelű gyékény (*Typha latifolia*), mocsári sás (*Carex acutiformis*) és tavi káka (*Schoenoplectus lacustris*) (REED et al., 1988).

Anyag és módszer

A gyökérszűrő–nádasavas szennyvíztisztító rendszer működését a Nógrád megyei Szügy község (1450 lakos) térségében tanulmányoztuk, ahol 1994 óta működik egy ilyen típusú rendszer. A gyökérszűrő szennyvíztisztító telep jelenleg 100 m³/nap kapacitású. A telepen a tisztítási folyamat az alábbi egységekből áll: kémiai elokicsapató, kétszintes elülepítő, gyökérszűrő szűrőágyak (párhuzamosan két növény nélküli kavicságy), fertőtlenítő (jelenleg nincs használatban) és nádas utótisztító tó az ammónia eltávolítására (SZILÁGYI, 1997).

A környező talajtól izolálva a szűrőágyakat (mind a kavics- és a nádágyakat) vízzáró TAURUS fóliával burkolt medencékben alakították ki. A szűrőágyak felülről lefelé haladva a következő rétegekből állnak: 40 cm humuszos feltalaj; 25 cm 5–10 mm-es homokos kavics; 60 cm homok; 10 cm 3–5 mm-es homokos kavics; 25 cm 5–10 mm-es kavicsréteg; és 10 cm homok. A kazetták ülepített szennyvizet kapnak. A nádas szűrőágyak párhuzamosan kapcsolnak. Az előbb említett megoldások közül ez a rendszer a függőleges átfolyásúak közé tartozik.

A talaj- és szennyvízminták gyűjtését 2000. május–2002. április között, 24 hónapon keresztül havonta egy alkalommal végeztük. A talajminták vételéhez a telepen található két nádas szuroágyat (680 m²/ágy) – a szegélyterületeket elhagyva – egyenként 25 db 4×4 m-es négyzetre osztottuk fel, amelyekből random módon öt-ötöt választottunk ki. A mintavétel az ily módon kijelölt négyzetek 9 pontjából történt. A talajmintákat kézi talajfúróval vettük, amelynek lehatolási mélysége 40 cm. Az MSZ 21470-1 előírásai szerint vett mintákat muanyag tároló edényzetben szállítottuk az MTA Talajtani és Agrokémiail Kutatóintézetének laboratóriumába további elokészítésre és vizsgálatokra.

A talajmintákból eltávolítottuk a mechanikai szennyezéseket (pl. kavics, levél, gyökér és egyéb növényi törmelékdarabokat). Ezután a talajmintákat szobahőmérsékleten megszártítottuk, megöröltük, majd 2 mm-es szitán átszitáltuk és öszszerázással homogenizáltuk. A vizsgálatra elokészített mintákat száraz helyen, szobahőmérsékleten, papírzacskókban tároltuk. A leírtak szerint elokészített talajmintából 1,00 g mintát bemértünk, salétromsavval és hidrogén-peroxiddal mikrohullámú berendezésben roncsoltuk (MSZ 21470-50:1998). A feltárt minták elemkoncentrációinak (Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Sr, Ti, V, Zn) meghatározása induktív csatolású plazma-atomemissziós spektrometriával (ICP-AES módszerrel) történt. A talajminták KCl-oldható NH₄-N- és NO₃-N-tartalmának meghatározását desztillálással (Bremner-féle vízgozdesztilláló) végeztük. Az összes-N-tartalom meghatározása cc. H₂SO₄ + cc. H₂O₂ roncsolással (BÜCHI 430), majd ezt követő desztillálással (BÜCHI 322/342 desztilláló készülék on line titrálóval) történt (BUZÁS, 1988).

A szennyvízminták gyűjtését a talajmintavételekkel megegyező időpontban végeztük a telep hat pontján [nyers szennyvíz (1), üleptett szennyvíz (2), kavicságyakról elfolyó víz (3), nádágyakról elfolyó víz (4), a nádasztóba befolyó víz (5) és a befogadóba jutó víz (6)]. Az ily módon gyűjtött szennyvízmintákban laboratóriumi körülmények között a következő paraméterek kerültek meghatározásra: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Sr, Ti, V, Ti, V, Zn, NH₄-N, NO₃-N és összes-N. A szennyvízminták gyűjtése és összes-elemtartalmának meghatározása (MSZ 1484-3:1998) a magyar szabványi előírásoknak megfelelően történt. A szennyvízminták KCl-oldható NH₄-N- és NO₃-N-tartalmának meghatározását desztillálással (Bremner-féle vízgozdesztilláló) végeztük. Az összes-N-tartalom meghatározása cc. H₂SO₄ + cc. H₂O₂ roncsolással (BÜCHI 430), majd ezt követő desztillálással történt (BÜCHI 322/342 desztilláló készülék on line titrálóval) (BUZÁS, 1988).

A talajvizsgálati adatok értékelésekor összehasonlításra került a két nádas („A” és „B” mezo) és a vizsgált periódus két idoszaka is (2000. május–2001. április és 2001. május–2002. április). A talaj- és szennyvízvizsgálati adatok ele m-

zésére FVA7 statisztikai elemző programot használtunk, a módszer kéttényezős faktoriális varianciaanalízis volt.

Eredmények és következtetések

Jelen tanulmány célja a növény környezetének – vagyis a talajnak és a nádas szuromezore érkező szennyvíznek – a vizsgálata volt. Nyomon követtük a talaj elemtartalmának alakulását a vizsgált periódus során.

Talaj- és szennyvízvizsgálati eredményeinket összehasonlítottuk a szakirodalomból vett balatoni természetes nádas élőhelyek vizsgálati adataival, hogy megismerjük a nád terhelt környezetének tulajdonságait, működését, és képet kapjunk a természetes és a mesterséges élőhelyek közötti különbségekről. Hiszen ez a továbbiakban segíti annak mélyebb megértését, hogy hogyan élnek a növények egy olyan környezetben, ahol a tápanyag- és elemkoncentráció magasabb, mint természetes élőhelyükön. Az összehasonlítás során azért esett a balatoni élőhelyekre a választás, mert a mesterséges élőhelyről származó vizsgá-

1. táblázat

A nádas szuroágys talajának cc. H_2NO_3 + cc. H_2O_2 roncsolással feltárt összes elemtartalma, illetve KCl-oldható NH_4 -N és NO_3 -N készlete
(Szűgy, 2000–2002. években mért átlagok, mg/kg szárazanyagban)

(1) Vizsgált paraméter	(2) Koncentráció- tartomány, mg/kg		(3) Átlagos koncentráció, mg/kg		(4) Szuro- ágys átlaga mg/kg
	Minimum	Maximum	„A” szuro- ágys	„B” szuroágys	
Al	16483	24520	21907	20270	21088
Ba	104	161	135	121	128
Ca	3032	5394	4062	3767	3914
Cd	2	8	4	4	4
Co	7	11	10	8	9
Cr	23	32	29	27	28
Cu	5	12	9	8	9
Fe	14590	20650	18504	16773	17639
K	2348	5270	3780	3487	3634
Li	14	27	21	19	26
Mg	2863	3978	3474	3167	3320
Mn	416	1054	858	514	686
Na	137	388	225	213	219
Ni	14	22	19	17	18
P	517	1023	718	755	736

S	21	31	26	24	25
Ti	249	453	373	361	367
V	22	41	34	32	33
Zn	40	139	55	49	52
NH ₄ -N	9	36	8	19	18
NO ₃ -N	10	62	23	20	21
Összes-N	1623	2181	1847	1847	1860

lati eredményeinket magyarországi földrajzi és éghajlati körülmények között lévo természetes nádas élohelyek adataival igyekeztünk szembe állítani.

A két nádas szuromezo átlagos havi talajvizsgálati adatait (az elemek koncentrációértékeinek tartományait és az átlagértékeket) az 1. táblázatban adjuk meg. A táblázatban a havi átlagos adatokból számított átlagértékeket (ágyanként és paraméterenként a 24 hónap havonkénti 5-5 mintavételének átlaga, azaz ágyankénti 120, összesen 240 mérés átlaga) mutatjuk be, amelyek közel állóak és viszonylag jól egyező párhuzamos koncentrációk.

2. táblázat

A nádas szuromező talajának cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ roncsolással feltárt összes elemtartalma, illetve KCl-oldható NH₄-N és NO₃-N készlete (Szügy, 2000. május–2001. április (1) és

2001. május–2002. április (2) időszakokban mért átlagok, mg/kg szárazanyagban)

(1) Vizsgált paraméter	(2) Átlagos koncentráció, mg/kg		(1) Vizsgált paraméter	(2) Átlagos koncentráció, mg/kg	
	1. időszak	2. időszak		1. időszak	2. időszak
Al	21302	20940	Mn	690	677
Ba	132	126	Na	260	179
Ca	4048	3808	Ni	17	19
Cd	4	3	P	637	851
Co	9	9	Sr	26	24
Cr	28	29	Ti	362	382
Cu	8	9	V	35	31
Fe	17139	18155	Zn	53	52
K	3821	3588	NH ₄ -N	18	18
Li	21	19	NO ₃ -N	28	15
Mg	3393	3263	Összes-N	1845	1893

A talajvizsgálati eredményeket értékelve az is megállapítható, hogy a vizsgált periódus két időszaka (2000. március–2001. április és 2001. május–2002. április)

között csak a P-, Na- és $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrációk tértek el érdemben egymástól. A második időszakban a nádas szuroágys P-készlete közelítően egyharmadával nőtt, míg a $\text{NO}_3\text{-N}$ 43 %-kal, a Na 31 %-kal mérséklődött a 120–120 mérés átlagában (2. táblázat).

A vizsgálataink során nyert talajvizsgálati eredményeket összehasonlítottuk a Balaton északi partjának különböző terhelésű szakaszainak üledékében mért azonos paraméterek adataival (DINKA et al., 1979). A balatoni üledékminták esetében a kalcium, kálium és nátrium meghatározása lángfotométerrel történt, míg a magnéziumé, valamint a mikroelemeké (Fe, Mn, Sr, Cu, Zn) Unicam atomabszorpciós készüléken.

A DINKA és munkatársai (1979) által a mintavételezésre kijelölt terhelt partszakasz a Balatonnak szennyvízbevezetésekkel egyik legjobban terhelt része volt (Csókako-patak torkolata, Szent Imre-árok és Szent László-árok torkolata), ahol jelentős mennyiségű kalcium, magnézium és nátrium mellett nagyobb mennyiségű $\text{NH}_4\text{-N}$, összes-N és PO_4 jutott rendszeresen a tó vizébe. Az adatokból az is megállapítható, hogy ilyen környezeti és terheltségi feltételek mellett a nehézfémek közül elsősorban Fe, Sr, Zn és Mn volt kimutatható a kontrollhoz képest nagyobb mennyiségben. A szerzők vizsgálati eredményei terheletlen partszakaszok üledékeinek vizsgálatából is származnak (Alsógyenesdiás, Vonyarcvashegy, Balatongyörök), amelyek közelében nem volt szennyvíz beömlés.

A Balaton terhelt és terheletlen partszakaszainál gyűjtött vízminták egyes paramétereinek összehasonlítását a mesterséges nádas szuromezore ráfolyó szennyvíz átlagos elemkoncentrációival mutatja be a 3. táblázat. A szügyi szennyvízvizsgálati eredmények 24 mintavétel átlagának koncentráció-adatából származnak (havonkénti mintavétel két éven keresztül). Megállapítható, hogy a szennyvízben mért koncentrációk a Ca, K, Na, P, $\text{NH}_4\text{-N}$, Zn és Cu esetében többszörös dúsulást jeleznek a balatoni partszakaszok vízmintáihoz viszonyítva. A Mg, $\text{NO}_3\text{-N}$, Fe, Sr és Mn elemek koncentrációiban érdemi eltérés nem áll fenn.

A balatoni üledékek és a nádas szuromezo talajának összevetéséből arra következtethetünk, hogy a szuromezo talaja egy nagyságrenddel gazdagabb Ca, Mg, Na, P, Mn, és Cu, ill. két nagyságrenddel K és Fe, valamint három nagy-

3. táblázat

A tiszta és terhelt partszakaszokon vett balatoni víz (DINKA et al., 1979), valamint a nádas szuromezore jutó szennyvíz összetétele (Szügy, 2000–2002)

(1) Vizsgált paraméter	(2) Tiszta partszakaszon vett balatoni víz	(3) Terhelt partszaka- szon vett balatoni víz	(4) Nádas szuromezore ráfolyó víz
------------------------------	--	--	---

Ca	mg/l	25	36	137
Mg	mg/l	39	44	43
K	mg/l	5	6	41
Na	mg/l	25	26	134
Összes-N	mg/l	***	***	96
NH ₄ -N	mg/l	0,02	1	66
NO ₃ -N	mg/l	0,3	0,3	0,6
P	mg/l	0,8	1	13
Fe	µg/l	299	861	540
Sr	µg/l	307	350	350
Mn	µg/l	50	136	80
Zn	µg/l	65	99	320
Cu	µg/l	20	13	60

Megjegyzés: *** nincs adat

4. táblázat

A tiszta és terhelt partszakaszokon vett balatoni üledék (DINKA et al., 1979), valamint a nádas szuromezo talajának összetétele (összes elemkészlet cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ feltárásból; mg/kg szárazanyagban)

(1) Vizgált paraméter	(2) Tiszta partszakaszon vett balatoni víz	(3) Terhelt partszakaszon vett balatoni víz	(4) Nádas szuromezore ráfolyó víz
Ca	290	750	3860
Mg	107	321	3338
K	31	61	3657
Na	28	70	222
Összes N	2	3	1841
NH ₄ -N	***	***	17
NO ₃ -N	***	***	12
P	12	19	746
Fe	170	317	17739
Se	17	15	25
Mn	64	64	594
Zn	12	49	50
Cu	4	7	10

Megjegyzés: összes-N cc. H₂SO₄ + cc. H₂O₂ feltárásból, NH₄-N és NO₃-N KCl-kioldásból meghatározva

ságreddel összes-N-készletét tekintve. A Sr, Zn és Cu elemeknél ilyen kiugró dúsulást nem tapasztaltunk (4. táblázat).

A szügyi szennyvíztisztító telepen végzett vízmintavételek eredményeit összegezve látható, hogy a nádágyakról elfolyó víz dúsult Ca, Fe, Mg, Mn és NO₃-N összetevőkben. A nyers szennyvíz és a befogadó Feketevíz-patakba kerülő tisztított szennyvíz átlagos koncentrációértékeit összehasonlítva megállapítható, hogy a legtöbb vizsgált elemnél – Al, Ba, Cu, Fe, K, Li, Mg, P, Sr, Ti, Zn, NH₄-N és összes-N – koncentrációcsökkenés volt tapasztalható, míg a kalciumnál és nátriumnál kismértéku, a Mn- és a NO₃-N-koncentrációban pedig nagyobb mértéku emelkedés volt megfigyelhető. Összességében a telep működése a vizsgált elemek és tápanyagok eltávolítása szempontjából megfelelőnek tekinthető (5. táblázat).

Egy ilyen típusú természet-közeli szennyvíztisztító rendszer csak akkor tudja betölteni a szerepét, ha működése során a szükséges muszaki és ökológiai feltételek teljesülnek. A két éven át tartó vizsgálati időszak talaj- és vízvizsgálati eredményei alapinformációkat szolgáltatnak a talaj elem- és tápanyag-akkumulációjának pontosabb felméréséhez, a tisztítási folyamat alatt bekövetkező változások hatásának elemzéséhez. A vizsgálati eredmények arra is felhívják a figyelmet, hogy egy-egy ilyen rendszer vizsgálatához a talaj-víz-nö-

5. táblázat

A szügyi nádastavas-gyökérszónás szennyvíztisztító telepen az egyes mintavételi pontoknál mért koncentrációértékek
(mintavételi pontonként 24 mérési adat átlaga; 2000–2002; mg/l)

(1) Paraméter	(2) Mintavételi pont					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Al	3,29	1,51	0,45	0,09	0,35	0,19
As	***	***	***	***	***	***
Ba	0,11	0,06	0,04	0,08	0,04	0,05
Ca	136	123	142	245	138	150
Cd	***	***	***	***	***	***
Co	***	***	***	***	***	***
Cr	***	***	***	***	***	***
Cu	0,140	,078	0,054	0,067	0,065	0,051
Fe	1,23	0,62	0,94	9,94	1,61	0,84
K	48,3	40,3	40,4	38,2	41,3	38,6
Li	0,052	0,051	0,047	0,044	0,118	0,049
Mg	43,2	41,3	41,1	53,7	43,3	42,5
Mn	0,086	0,090	0,346	4,057	0,662	1,004
Na	152,1	144,0	158,0	173,1	158,6	157,3
Ni	0,031	0,013	0,028	0,031	0,014	0,015
P	18,1	11,8	9,8	3,5	8,1	7,7
Sr	0,37	0,32	0,32	0,46	0,33	0,35
Ti	0,029	0,017	0,017	0,022	0,018	0,018

V	***	***	***	***	***	***
Zn	0,55	0,27	0,16	0,09	0,12	0,09
NH ₄ -N	107,0	83,6	64,7	32,0	64,0	42,7
NO ₃ -N	2,43	1,60	4,17	6,74	3,15	5,30
Összes-N	143,4	102,0	85,7	75,7	82,7	69,2

Mintavételi pontok: 1. nyers szennyvíz, 2. ülepített szennyvíz, 3. növény nélküli kavics-ágyakról elfolyó víz, 4. nádagyakról elfolyó víz, 5. a nádas tóba befolyó víz, 6. a befogadóba jutó víz. *** kimutathatósági határérték alatti koncentráció

vény együttes monitoringja elengedhetetlen a rendszer elemforgalmának jobb megértése érdekében. A rendszeres mérések adatainak, valamint a vizsgálati eredményeknek az összesítése és feldolgozása lehetőséget biztosíthat a rendszerben történő anyagforgalom rövid- és hosszú távú változásainak megfigyeléséhez, értékeléséhez és további segítséget nyújthat a tervezés és a működés alapjaihoz.

Összefoglalás

A gyökérszénás-nádasavas szennyvíztisztító rendszer működését a Nógrád megyei Szügy község térségében tanulmányoztuk, ahol 1994 óta működik egy ilyen típusú rendszer. A vízzáró fóliával burkolt, ülepített szennyvizet fogadó nádas szuroágyak humuszos feltalaj, homokos kavics-, homok- és kavicsrétegekből állnak.

Nyomon követtük a talaj elemtartalmának alakulását a kétéves vizsgálati periódus során és feltártuk az esetleges akkumulációkat. A mintaterületekről havonkénti gyakorisággal vett talaj- és szennyvízmintákban a következő paramétereket vizsgáltuk: Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Sr, Ti, V, Zn, NH₄-N, NO₃-N és összes-N.

Mind a talajban, mind a vízben mért átlagos koncentrációadatokat összehasonlítottuk a szakirodalomból vett természetes nádas élőhelyek vizsgálati adataival. Megállapítható, hogy a szennyvízben mért koncentrációértékek a Ca, K, Na, P, NH₄-N és a Zn elemeknél többszörösek voltak összevetve a balatoni élvíz adataival. A Mg, Fe, Sr, NO₃-N és Mn elemek koncentrációi lényegesen nem különböztek a természetes és mesterséges élőhelyen.

A talaj, illetve az üledék koncentrációértékeit elemezve megállapítható, hogy a Ca, Mg, Na, P, Mn és a Cu esetében egy nagyságrenddel nagyobbak voltak a szügyi telepen mért értékek, míg a K és a Fe esetében ketto, az összes-N esetében három nagyságrendi különbség volt megfigyelhető. A Sr és a Zn esetében nem volt tapasztalható nagyságrendbeli különbség a balatoni üledék és a nádas szuromezo talaja között.

Kulcsszavak: gyökérszénész rendszer, elemakkumuláció, szennyvíz, szuromezo, szennyvíztisztító

Irodalom

- BUZÁS I. (szerk.), 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talaj fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei, Mezogazdasági Kiadó. Budapest.
- BRIX, H., 1987. Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetland plants – the root zone method. *Water Science and Technology*. **19**. 107–118.
- COOPER, P. F. et al., 1996. Reed Beds and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. WRC Publications, Medmenham, Marlow, UK.
- DINKA M., KOVÁCS M. & PODANI J., 1979. A balatoni nád elemtartalmának vizsgálata, II. A nád elem-akkumulációja a különböző terhelésű partszakaszokon. *Bot. Közlem.* **66**. (4) 285–290.
- KÁDÁR I., 1995. A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KÖM-MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I., 1998. A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési kézikönyv 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- MITSCH, W. J. & GOSELINK, J. G., 1993. *Wetlands*. 2nd edition. Van Nostrand Reinhold. New York.
- MITSCH, W. J., MITSCH, R. H. & TURNER, E. E., 1994. Wetlands for the old and the new worlds: ecology and management. In: *Old World and New*. (Ed.: MITSCH, W. J.) 3–56. Elsevier Science. Amsterdam.
- MSz 21470-1 Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Mintavétel.
- MSz 21470-50:1998 Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Az összes és az oldható toxikuselem-, nehézfém- és a króm(VI)tartalom meghatározása.
- MSz 1484-3:1998 Vízvizsgálat. Az oldott, a lebegőanyaghoz kötött és az összes fémtartalom meghatározása AAS- és ICP-OES-módszerrel.
- NÉMETH T., 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- REED, S. C., CRITES, R. W. & MIDDLEBROOKS, E. J., 1988. *Natural Systems for Waste Management and Treatment*, McGraw-Hill Inc. New York.
- SZILÁGYI F., 1997. A szügyi gyökérmezős szennyvíztisztító telep üzemelési tapasztalatai. Témabeszámoló kézirat. Ökotech Kft. Budapest.

Érkezett: 2003. március 28.

Element Content of the Soil and Wastewater in a Root Zone–Reed Lake System for Wastewater Treatment

¹N. NÉMETH, ²GY. BACZÓ and ²L. RADIMSZKY

¹Institute of Environment Management, Szent István University, Gödöllo

²Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

Due to their unique ecological role both natural and constructed wetlands are getting into the focus of interest and research. The system under investigation is located in Szügy (County Nógrád), where the root zone–reed lake system for wastewater treatment has been in operation since 1994. The plant currently has a capacity of 100 m³/day. The purification process consists of the following steps: preliminary chemical precipitation, two-stage preliminary sedimentation, root zone filter beds (two simultaneous gravel beds), disinfection (not currently in use) and reed lake for the removal of ammonia.

The filter beds (gravel and reed beds) were established in pits lined with polythene to isolate them from the surrounding soil. From top to bottom the filter beds consist of the following layers: 40 cm humous topsoil; 25 cm 5–10 mm sandy gravel; 60 cm sand; 10 cm 3–5 mm sandy gravel; 25 cm 5–10 mm gravel layer; and 10 cm sand. The reed filter beds are connected in series horizontally.

The element contents in the soil were traced over a two-year period (May 2000–May 2002) to reveal any possible accumulations. The Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Sr, Ti, V, Zn, NH₄-N, NO₃-N and total N contents were measured in soil and wastewater samples taken from the sample areas once a month.

The mean concentrations recorded in the soil and wastewater were compared with data from the literature for natural reed habitats. The values measured for Ca, K, Na, P, NH₄-N and Zn in the wastewater were many times greater than those found in the water of Lake Balaton. The Mg, Fe, Sr, NO₃-N and Mn concentrations were much the same in the natural and constructed habitats.

An analysis of the soil and sediment concentrations revealed that the Ca, Mg, Na, P, Mn and Cu levels were an order of magnitude greater in the Szügy wastewater treatment system, while the difference was two orders of magnitude for K and Fe and three for total N. No difference in the order of magnitude was found between the Balaton sediment and the reed filter bed for Sr or Zn.

Table 1. Total element contents and KCl-soluble NH₄-N and NO₃-N contents of the soil of the reed filter beds after digestion with cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ (Szügy, averaged over 2000–2002, mg/kg dry matter). (1) Parameter. (2) Concentration range, mg/kg. (3) Mean concentration, mg/kg: in “A” filter bed and “B” filter bed. (4) Averaged over filter beds, mg/kg.

Table 2. Total element contents and KCl-soluble NH₄-N and NO₃-N contents of the soil of the reed filter beds after digestion with cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ (Szügy, average values recorded from May 2000–April 2001 (1) and May 2001–April 2002 (2), mg/kg dry matter). (1) Parameter. (2) Mean concentration, mg/kg. 1st period, 2nd period.

Table 3. Composition of water taken from clean and polluted shore sections of Lake Balaton (DINKA et al., 1979) and of the wastewater entering the reed filter zone (Szügy, 2000–2002). (1) Parameter. (2) Water from a clean shore section of Lake Balaton. (3) Water from a polluted shore section. (4) Wastewater entering the reed filter zone. Note: ***: no data.

Table 4. Composition of sediment taken from clean and polluted shore sections of Lake Balaton (DINKA et al., 1979) and of the soil of the reed filter zone (total element content after digestion with cc. HNO₃ + cc. H₂O₂; mg/kg dry matter). (1)–(4): see Table 3. *Note:* total N after digestion with cc. H₂SO₄ + cc. H₂O₂; NH₄-N and NO₃-N after dissolution in KCl.

Table 5. Concentrations recorded at various sampling sites in the reed lake–root zone wastewater cleansing system in Szügy (mean of 24 measurements at each sampling site; 2000–2002; mg/l). (1) Parameter. (2) Sampling site. *Sampling sites:* 1. crude wastewater, 2. settled wastewater, c. water leaving the gravel beds, 4. water leaving the reed beds, 5. water flowing into the reed lake, 6. water flowing into the reservoir.

