

A n y a g f o r g a l m i v i z s g á l a t o k n y á r f á v a l v é g z e t t s z e n n y v í z ö n t ö z é s e s t e n y é s z e d é n y k í s é r l e t e k b e n

T I H A N Y I Z O L T Á N

*Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőtelepítéstani Tanszék,
Sopron*

A címben vázolt problémák vizsgálatára az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőtelepítéstani Tanszéke tenyészedény kísérleteket állított be a Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Központ megbízásából. Ennek első évi eredményeiről számol be a tanulmány.

A kísérlet célja tervezési és üzemeltetési paraméterek megállapítása volt szennyvíz elhelyezésére és hasznosítására.

Vizsgálati anyag és módszer

Tenyészedény kísérletben 3 ismétlésben 3 fafajt, *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm. I-214, olasznyárat, *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm. Robusta, óriásnyárat és *Salix alba* L. fehérfüzet ültettünk 57 cm átmérőjű, 85 cm magas henger alakú edényekbe. Az ültetési anyag suháng méretű 1 éves gyökeres dugvány volt. A tenyészedényeket véletlen blokk elrendezésben a talaj szintjére helyeztük és feltöltéssel teljesen földbe ágyasztuk, hogy az erős hőingadozásokat elkerüljük (1. ábra).

Az egyes kezeléseket Sopron város ülepített szennyvizével, illetve ivóvizével öntöttük 1977. április 12-től október 13-ig [1, 2, 3, 6]. Kezelések: 1. 1200 mm szennyvíz; 2. 2000 mm szennyvíz; 3. 3000 mm szennyvíz, 4. 1200 mm tiszta víz, 5. kezeletlen kontroll. Ugyanezen öntözővíz kezeléseket növény nélküli tenyészedényekben is alkalmaztunk. Az 1200 mm-t 8 naponta (41,7 mm), a 2000 és 3000 mm-t 4 naponta (42,6 és 63,8 mm) elosztva öntöttük ki a tenyészidőszakban. A csapadék a kezelés időszakában további 277 mm-t jelentett, amelyet a számításoknál figyelembe vettünk.

A talaj által vissza nem tartott, a fa és a talaj által el nem párologtatott, továbbá a fa szöveteibe be nem épült víz mérésére speciális megoldást alkalmaztunk.

A tenyészedény aljától számítva 5 cm-re kifolyó nyílást készítettünk, melyet belülről műanyag szitával és homokos kavicsal biztosítottunk az eltömődés ellen. A kifolyó csőcsonkhoz műanyag csövet csatlakoztattunk, amely egy árokban elhelyezett zárt műanyag kannába torkollott. Ide folyt ki a feleslegben adott szűrt szennyvíz, amelynek mennyiségét 4 naponként mértük (2. ábra).

Az öntözésre felhasznált ülepített szennyvizet és a talaj által szűrt vizet havonta egyszer, a „KGSZT Egységes Vívizsgáló Módszerek” [4] előírásai szerint, laboratóriumban megvizsgáltuk.

A felhasznált talaj vályog mechanikai összetételű karbonátmaradványos barna erdőtalaj, amelyet kevert állapotban töltöttünk a tenyészedenyekbe.

A talaj jellemzői: pH H₂O-ban mérve 7,9, pH KCl-ben mérve 7,6, kötöttség 35, összes só 0,04%, szódalúgosság 0,027%, CaCO₃ 15,5%, humusz 1,72%, hy 2,08%, 5 órás kapilláris vízemelés 23 cm. Mechanikai összetétel: homok 64,2%, iszap 27,9%, agyag 7,9%. Tápanyagtartalom: Al-oldható P₂O₅ 10,6 mg/100 g, Al-oldható K₂O 11,2 mg/100 g, összes nitrogén 0,11%.

Eredmények

Öntözővíz hasznosulás

A fák lombosodásának kezdeti időszakában a vízfelhasználás kicsi. Az öntözővíz túlnyomó része nem hasznosul, hanem leszivárog az altalajba, illetve a kísérlet viszonyai között a talajon átszűrődve távozik. Ugyancsak csökken a vízfelhasználás a vegetáció végén is.

A tenyészidőszak során adagolt összes öntözővíz mennyiségéből levontuk a talajon átszivárgott és az edényekben felfogott összes víz mennyiségét, és így állítottuk össze a 1. táblázatot, ahol a fával beültetett tenyészedenyénél fel-

1. táblázat

Az elpárolgatott víz mennyisége 1977. április 12—október 13-ig
az 1—4. kezelésnél
Három ismétlés átlaga öntözésből +277 mm csapadékból

(1) Fafaj	(2) Szennyvíz			(3) Tiszta víz	(2) Szennyvíz			(3) Tiszta víz
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	az elpárolgatott víz							
	liter				%			
a) Olasznyár	321,6	416,5	537,7	321,3	85,3	71,7	64,4	85,3
b) Óriásnyár	304,2	447,3	581,8	309,5	80,7	77,0	69,7	82,1
c) Fehérfűz	299,2	420,1	550,0	298,8	79,4	72,4	65,9	79,3
d) Fa nélküli	174,4	208,8	275,5	177,3	46,3	36,0	33,0	47,1

tüntetett vízmennyiség az evapotranszpiráció, a fa nélkülinél pedig az evaporáció. Főbb következtetések:

1. A táblázat értékeit elemezve megállapítható, hogy a növényzet és a talaj együttes párologtatása a legnagyobb adagú 3. kezelésben volt a legerőteljesebb.

2. Az öntözővíz mennyisége a 2. kezelésben az 1.-höz viszonyítva 54%-kal, a 3. kezelésben a 2.-hoz viszonyítva 44%-kal több. Ugyanakkor az elpárolgatott víz mennyisége az öntözővízhez viszonyítva, csak 8—7%-kal csökkent.

3. Legnagyobb volt a párologtatás az óriásnyáras tenyészedenyekben. A vízigényes fehérfűz csak a második helyen áll.

4. Az öntözővíz mennyiségének növelésével nőtt a transzspiráció, és nőtt a megtermelt faanyag mennyisége is (5. táblázat).

5. Az adott kísérleti körülmények között a fával beültetett tenyészedeny párologtatása kb. kétszer annyi, mint a fa nélküli talaj párologtása.

6. A szennyvizadagok növelésével és a gyakoribb öntözéssel nőtt a fa nélküli tenyészedenyek talajának párologtása is. A nedves talaj többet párologtat, mivel alacsony tenziótartományban az elpárologtatott víz utánpótlását biztosító háromfázisú szivárgás sebessége lényegesen nagyobb, mint száraz talajok esetében.

A fa nélküli tenyészedeny 2. kezelése 34,4 l-rel, 16,4%-kal, a 3. kezelés 101,1 l-rel, 36,7%-kal párologtatott többet, mint az 1. kezelés. Maximálisan ugyanennyi többlet párologtatás tudható be a gyakoribb és nagyobb adagú öntözésnek a fával beültetett tenyészedenyekben is.

7. Az intenzív párologtatás időszakában az 1. kezelés párologtatása VI. 15—IX. 20-ig az öntözővíznek 99%-a, a 2. kezelésben VII. 9—IX. 20-ig 93%-a, a 3. kezelésben VII. 25—IX. 20-ig 93%-a.

8. Üzemi méretekre levonható következtetés, hogy a fő öntözési időpontot a 7. pontban foglalt időpontokra kell ütemezni. Ilyenkor akár 4 naponta is kiöntözhetünk 40—60 mm-t anélkül, hogy tartani kellene a talajvíz szennyezésétől.

9. Az 5. táblázat fa henger-köb tartalmi adatait elemezve megállapítható, hogy az öntözetlenhez viszonyítva az 1200 mm-es szennyvízöntözés olasznyárnál 234%, óriásnyárnál 163%, fehérfűznel 166% növedéktöbbletet eredményezett. A fafajok ugyanilyen sorrendjében a 2. kezelés az 1.-höz viszonyítva 5,7, 75,0, 69,1%; a 3. kezelés a 2.-hoz viszonyítva 67,4, 22,8, 32,1% növedéktöbbletet adott. Olasznyárnál tehát érdemes az öntözési normát 3000 mm körül megállapítani, míg óriásnyárnál és fehérfűznel megelégedhetünk a 2000 mm tenyészidei öntözéssel (3. ábra).

A szennyvíz minőségi változása a talajon való átszűrődés során

A vízmennyiség mérések és elemzések mellett elvégeztük a víz minőségi vizsgálatát is. Havonta vízmintát vettünk az öntözésre felhasznált szennyvízből és a talaj által szűrt vízből (az olasznyáras és a fa nélküli tenyészedenyekből). Az év folyamán összesen 41 mintát elemeztünk.

A vizsgálat átlageredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

Az átlagértékek nem tükrözik az év során a szennyvíz minőségében bekövetkező változásokat és azok irányát. A főbb következtetések a talaj által szűrt szennyvízre vonatkozóan az alábbiak (a vizsgálatok részeredményeit azok sokasága miatt, a mellékletek nem tartalmazzák):

1. A pH értéke az év folyamán 0,1—0,4-del emelkedik. Ennek oka a sófelhalmozódás.

2. A nitrogén az öntözővízben NH_4^+ formában van jelen, ami a szűrt vízben kevés NO_2^- és főként NO_3^- formában jelentkezik. Az öntözővíz NH_4^+ tartalma az év folyamán enyhe csökkenő tendenciát mutat. A fák növekedésével, a vegetáció előrehaladtával a szűrt szennyvízben rohamosan csökken a N-tartalom és augusztus elejére teljesen el is tűnik.

A tiszta vizes kezelésnél a fa nélküli tenyészedenyben is megvan ez a folyamat, azonban itt nem a fa használja fel, hanem lassan kimosódik a talaj eredeti N-készlete és utánpótlás nincs.

2.

A talaj által szűrt víz vizsgálati eredményeinek átlaga

(1) Komponensek	(2) Öntözésre használt szennyvíz	(3) Olasz-	
		(5) Szenny-	
		1.	2.
pH	7,4	7,5	7,4
a) Vezetőképesség μS	1973,6	2262,0	2065,0
b) Összes oldott anyag mg/l	1266,7	2330,0	906,7
c) Összes lebegő anyag mg/l	211,2	134,3	298,2
d) Oldott ásványi anyag mg/l	1152,7	1603,0	1167,2
e) Lebegő ásványi anyag mg/l	72,0	147,5	192,7
f) Oldott szerves anyag mg/l	98,2	—	—
g) Lebegő szerves anyag mg/l	155,0	—	—
h) Káros oldott ásványi anyag mg/l	973,7	1144,7	915,6
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ mg/l	32,5	1,6	3,2
$\text{NO}_2^- - \text{N}$ mg/l	0,005	2,3	1,6
$\text{NO}_3^- - \text{N}$ mg/l	0,0	22,5	10,9
HCO_3^- mg/l	695,1	590,7	531,8
CO_3^{2-} mg/l	0,0	0,0	0,0
Cl^- mg/l	290,1	598,5	391,2
SO_4^{2-} mgeé/l	8,2	16,9	11,0
Ca ²⁺ mg/l	196,4	511,0	163,7
Mg ²⁺ mgeé/l	4,1	10,6	3,4
Na ⁺ mg/l	111,7	448,4	238,0
K ⁺ mgeé/l	5,6	22,4	11,9
Na %	55,2	87,1	59,8
Mg %	4,5	7,2	4,9
SAR-érték	237,1	113,8	130,0
Összes P mg/l	10,3	4,9	5,7
BOI ₅ mg/l	26,7	4,8	5,6
KOI mg/l	0,7	0,1	0,1
Fenolok mg/l	48,9	14,2	25,2
Anionaktív detergens mg/l	44,6	24,3	29,2
Olajtartalom (CCl ₄ -ext.) mg/l	4,6	1,3	2,0
Króm (III.) mg/l	2,9	0,4	0,3
Króm (VI.) mg/l	257,9	36,6	56,8
Cu ²⁺ + réz mg/l	537,1	112,0	136,7
Ca ²⁺ + kadmium mg/l	0,07	0,01	0,01
Ni ²⁺ + nikkél mg/l	2,11	0,32	0,36
	10,6	—	—
	0,02	0,00	0,00
	0,02	0,00	0,00
	0,12	0,04	0,04
	0,05	0,00	0,00
	0,02	0,00	0,00

3. A foszfor az öntözésre használt szennyvízben az év folyamán csökkenő, a szűrt vízben növekvő tendenciát mutat. Átlagosan PO_4^{3-} koncentrációja a fával beültetett tenyészedények szűrt vizében az eredeti szennyvízhez képest 9,5%, az összes P pedig 13,8%.

4. Az öntözővíz K^+ -tartalma az év folyamán kissé emelkedik. A fával beültetett tenyészedények szűrt vizének K^+ -koncentrációja átlag 21,6%-a az öntözésre használt szennyvizének.

táblázat

az I.—4. kezelésnél

nyárral		(4) Fa nélkül			
víz	(6) Tiszta víz	(5) Szennyvíz			(6) Tiszta víz
	3.	4.	1.	2.	3.
7,5	7,5	7,7	7,7	7,8	7,5
2056,0	1826,0	1740,0	1760,0	1665,0	1330,0
1180,0	2065,0	1120,0	1220,0	1010,0	836,7
89,2	67,8	27,0	44,0	21,0	87,0
1315,6	1144,5	1170,0	1180,0	1200,0	913,8
55,7	66,5	4,0	8,0	6,0	81,0
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
1074,9	847,1	926,5	993,9	1012,7	729,1
1,4	1,3	0,3	0,3	0,3	0,8
0,4	0,7	0,2	0,1	0,1	0,6
10,1	26,3	4,4	4,0	0,2	18,4
564,2	465,0	457,0	480,0	555,0	555,2
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
326,8	230,0	302,5	335,0	304,5	56,0
9,2	6,5	8,5	9,4	8,6	1,6
277,0	368,0	220,0	162,6	165,5	181,3
5,8	7,7	4,6	3,4	3,5	3,8
227,0	293,6	222,0	178,0	179,0	179,0
11,3	14,6	11,1	8,9	9,0	8,9
62,6	73,7	55,9	48,6	38,0	52,7
5,1	6,1	4,6	4,0	3,1	4,3
194,5	40,8	125,5	192,0	193,0	32,7
8,5	1,8	5,5	8,4	8,4	1,4
6,9	2,9	3,8	5,5	3,8	2,2
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33,9	18,0	25,8	39,2	40,8	9,6
31,1	29,4	29,3	31,0	25,6	32,6
3,0	0,6	2,0	3,3	3,4	0,5
0,5	0,4	0,7	1,1	0,8	0,3
30,2	18,6	15,5	20,0	15,5	39,7
90,8	61,0	55,0	50,0	45,0	120,3
0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,13
0,40	0,21	0,16	0,25	0,11	0,24
—	—	—	—	—	—
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,04	0,05	0,04	0,08	0,08
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5. A kifolyó víz Na⁺-koncentrációja a fával beültetett tenyészedényekben átlagosan 62%-a az eredeti szennyvízének. Az év folyamán rohamosan nőtt a Na⁺-koncentráció. A 3. kezelésben ez a számsor 46—121—135—225—325—315 mg/l. Az év elejihez képest az év végi értékek a 3. kezelésben 685%-ra, a 2. kezelésben 516%-ra, az 1. kezelésben 911 %-ra növekedtek (a havonkénti részeredményekből vett adatok).

6. A szennyvízkezelések növelésével erősen emelkedik a talaj által szűrt

víz Na-%-a (a nátrium összes kationokhoz viszonyított százalékos aránya). Az év folyamán a szűrt szennyvízben 44,7%-ra, több mint négyszeresére nő a Na-% és a 3. kezelésben október közepén már meghaladja a szennyvíz eredeti értékét. A tenyészedenyben az erős párolgás miatt a nyár folyamán felhalmozódott Na⁺ ősszel kimosódik, mivel jóval több az el nem párolgó átszivárgó víz. A tiszta vizes kezelésen átszűrődött víz Na-%-a 7–10%, az év folyamán alig változó.

7. A SAR-érték, a nátrium adszorpciós arány [5, 7] $\left[\frac{\text{Na}^+ \text{ mgé/l:}}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \right]$ az év folyamán az öntözővízben kissé emelkedik. Átlagosan

4,7. A tiszta vizes kezelésben közel állandó és 0,6 körül mozog. Rohamosan nő azonban a szűrt szennyvízben, és a májusi 0,66 értékről szeptemberre 4,7-re, az eredeti szennyvíz értékére emelkedik.



1. ábra

A tenyészedenyek elhelyezése gyűrű alakban, föld feltöltéssel

8. A talaj oxidálóképessége a tömődöttség következtében beálló levegőtlenesség miatt az év folyamán fokozatosan romlott. A BOI₅ értéke a szűrt vízben az év végére az év elejihez képest a kétszeresére nőtt, azonban az eredeti szennyvíz értékének még így is csak 6–13%-a. A kémiai oxigénigény is csak 18–28%-a az eredetinek.

9. A szennyvíz összes szárazanyag tartalma átlagosan 0,14%, az év folyamán alig emelkedő érték. Ez azt jelenti, hogy a 3. kezelésben egy egy tenyészedeny 1,13 kg szárazanyagot kapott, ami hektárra számolva 44,3 tonnának felel meg (ennek 1/10-e szerves anyag).

10. A kationok szerinti, eredetileg Ca–Mg víztípus Ca–Na víztípusává változik.

11. Az eddigi elemzés inkább arra ad felvilágosítást, hogy öntözés esetén a feleslegben adott szennyvíz milyen koncentrációban jelenik meg az altalajban, vagy a talajvízben, alagsóvezés esetén a befogadóban, ahol azután felhígul. A talajvízbe távozó szűrt szennyvíz mennyisége, koncentrátsága és a felhígulás mértéke megszabhatja az öntözési norma felső határát.

A talaj maga is forrása a szűrt vízben megjelenő lebomlatlan szerves anyagoknak és elemeknek. Ezt igazolja az a tény, hogy a tiszta vízzel öntözött talajon átszivárgó víznek is magas a biokémiai és kémiai oxigénigénye, és káros oldott ásványianyag-tartalma (oldott ásványi anyag — N, P, K, Ca) is megközelíti a szennyvízzel öntözöttét. Ezért a talajvízszennyezés mértékének elbírálásakor nemcsak az altalajba szivárgó szennyvizet, de az eredeti talajvizet is

3. táblázat

Az 'I-214' olasznyáras tenyészedényben a talaj és a fa által a szennyvízből visszatartott komponensek és a talaj szűrőképessége az 1-3. kezelésben (g)

(1) Komponensek	0,3062	0,5106	0,7646	0,0552	0,1641	0,2975
	(2) Kilöntözött szennyvíz m ³			(3) Talaj által szűrt szennyvíz m ³		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
(NH ₄ ⁺ + NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻) N	10,0	16,6	24,9	1,2	3,1	4,1
(PO ₄ ³⁻ oldott) P	0,4	0,7	1,1	0,0	0,0	0,0
K ⁺	8,2	13,6	20,4	0,2	10,0	1,6
Ca ²⁺	34,2	57,0	85,4	19,5	40,2	76,2
Mg ²⁺	16,9	28,2	42,2	4,1	10,1	17,3
Na ⁺	72,6	121,1	181,3	4,3	18,8	46,4
HCO ₃ ⁻	212,8	354,9	531,5	32,7	88,0	162,3
Cl ⁻	88,8	148,1	221,8	21,9	60,2	81,1
SO ₄ ²⁻	60,1	100,3	150,2	21,2	33,2	84,0
a) Oldott ásványi anyag	353,0	588,6	881,4	73,3	199,9	362,1
b) Káros oldott ásványi anyag	304,9	508,5	761,4	56,6	158,8	292,6
c) Anionaktív detergens	0,6	1,1	1,6	0,0	0,1	0,1
Cu ³⁺	0,015	0,026	0,038	0,002	0,007	0,015

(1) Komponensek	(4) A talaj és a fa által visszatartott anyagok					
	g/0,2 m ² talaj			%		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
(NH ₄ ⁺ + NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻) N	8,7	13,6	20,8	87,7	81,6	83,6
(PO ₄ ³⁻ oldott) P	0,4	0,7	1,1	100,0	100,0	98,2
K ⁺	8,0	12,7	18,8	97,4	93,0	92,2
Ca ²⁺	14,7	16,8	9,2	43,0	29,5	10,8
Mg ²⁺	12,9	18,1	25,0	76,0	64,2	59,1
Na ⁺	68,3	102,2	134,9	94,1	84,5	74,4
HCO ₃ ⁻	180,1	267,0	369,2	84,6	72,2	69,5
Cl ⁻	67,0	88,0	140,7	75,3	59,4	63,4
SO ₄ ²⁻	38,9	67,1	66,2	64,7	66,9	44,1
a) Oldott ásványi anyag	279,7	388,6	519,3	79,2	66,0	58,9
b) Káros oldott ásványi anyag	248,3	349,7	468,8	81,4	68,8	61,6
c) Anionaktív detergens	0,6	1,0	1,5	96,9	98,1	95,0
Cu ⁺	0,013	0,019	0,023	85,6	74,5	61,3

meg kell vizsgálni. Az igen magas tápanyagtartalom túlnyomó részét a növényzet felhasználja, vagy az a talajban akkumulálódik. Egy kisebb hányaduk beszivárog az altalajba, vagy magas talajvíz esetén a talajvízbe. Innen a talajvíz áramláson keresztül az élővizekbe jutva, azok tápanyagszintjét megemelve eutrofizációhoz vezethet, hasonlóan a műtrágyázott mezőgazdasági területek csurgalékvizeikhez.

4. táblázat

Vizes talajkivonat vizsgálata az olasznyáras tenyésztedényben az első tenyészidőszak végén az I—5. kezeléseinél

Minőségjelzők	(2) Fával betelepített tenyésztedényben					(3) Fa nélküli tenyésztedényben			
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.
a) pH	7,80	7,70	7,85	7,80	7,65	7,80	7,90	7,90	7,90
Vezetőképesség μS	256	352	308	176	192	228	232	192	152
b) Oldott ásványi anyag oldott mg/l	199	252	263	118	115	146	185	227	129
c) Káros oldott ásványi anyag mg/l	169	207	227	92	78	113	153	197	99
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ mg/l	0,93	1,09	1,11	0,78	0,98	0,83	0,86	1,32	0,44
$\text{NO}_2^- - \text{N}$ mg/l	0,41	0,57	0,5	0,32	3,14	3,52	3,60	1,54	1,58
HCO_3^- mg/l	146,4	109,8	122,0	97,6	85,4	97,6	97,6	122,0	109,8
CO_3^{2-} mg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cl^- mg/l	23,8	67,8	37,2	10,3	13,1	26,6	23,4	18,1	11,4
SO_4^{2-} mg/l	0,67	1,91	1,05	0,29	0,37	0,75	0,66	0,51	0,32
SO_4^{2-} mg/l	28,4	41,0	81,5	17,5	14,2	11,7	50,0	36,0	17,0
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ mg/l	0,59	0,85	0,70	0,36	0,30	0,24	1,04	0,75	0,35
Ca^{2+} mg/l	0,081	0,065	0,147	0,098	0,098	0,147	0,245	0,325	0,098
Ca^{2+} mg/l	28,0	42,0	32,0	24,0	32,0	28,0	26,0	24,0	26,0
Mg^{2+} mg/l	1,4	2,1	1,6	1,2	1,6	1,4	1,3	1,2	1,3
Mg^{2+} mg/l	9,8	4,8	3,6	4,8	3,6	4,8	6,0	6,0	3,6
Na^+ mg/l	0,8	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3
Na^+ mg/l	35,0	40,0	45,0	12,0	8,5	25,0	30,0	28,0	14,5
K^+ mg/l	1,52	1,74	1,96	0,52	0,37	1,09	1,30	1,22	0,63
K^+ mg/l	0,5	1,6	2,6	1,0	1,0	1,0	1,2	3,0	1,6
Na mg/l	0,013	0,041	0,066	0,026	0,026	0,026	0,031	0,077	0,041
Mg $\%$	40,7	40,6	49,9	24,2	14,6	37,4	41,5	40,7	27,7
SAR érték $\%$	36,4	16,0	15,8	25,0	15,8	22,2	27,8	29,4	18,8
KOI mg/l	1,45	1,55	2,02	0,58	0,38	1,15	1,37	1,32	0,70
d) Kation szerinti víztípus	$\text{Ca} - \text{Na}$	$\text{Ca} - \text{Na}$	$\text{Ca} - \text{Na}$	Ca	Ca	$\text{Ca} - \text{Na}$	$\text{Ca} - \text{Na}$	$\text{Ca} - \text{Na}$	Ca
e) Anion szerinti víztípus	HCO_3	$\text{Cl} - \text{HCO}_3 - \text{SO}_4$	$\text{HCO}_3 - \text{Cl}$	HCO_3	HCO_3	$\text{HCO}_3 - \text{Cl}$	$\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Cl}$	HCO_3	HCO_3

A tenyészedények anyagforgalma

A talaj által szűrt szennyvíz laboratóriumi vizsgálati eredményei az átfolyó víz eltérő mennyiségeiből következő eltérő koncentrációk miatt látszatra indokolatlanul változnak és hamis következtetésre vezethetnek. Ezért a fő komponensek havonkénti laboratóriumi vizsgálatának eredményét súlyoztuk a talaj által szűrt szennyvíz havonkénti mennyiségével. Az eredményeket a 3. táblázatban adjuk közre. Ugyanebben a táblázatban azt is kiszámítottuk, hogy az öntözővízzel miből mennyit vittünk be a tenyészedényekbe. A kettő különbsége az, ami a talajban maradt, vagy amit a fa felhasznált. Ugyanezt százalékosan is kimutattuk, hogy szemléletesebb legyen a talaj és a fa által visszatartott anyagok aránya. Következtetések:

1. A tápanyagok közül a foszfor teljes egészében megkötődött, ill. felhasználódott. A kálium felhalmozódása több mint 90%. A tápanyagok közül a nitrogén mosódott ki leginkább, azonban ennek is több mint 80%-a felhalmozódott. Az NH_4^+ formában beadott nitrogén főleg NO_3^- formában távozott.

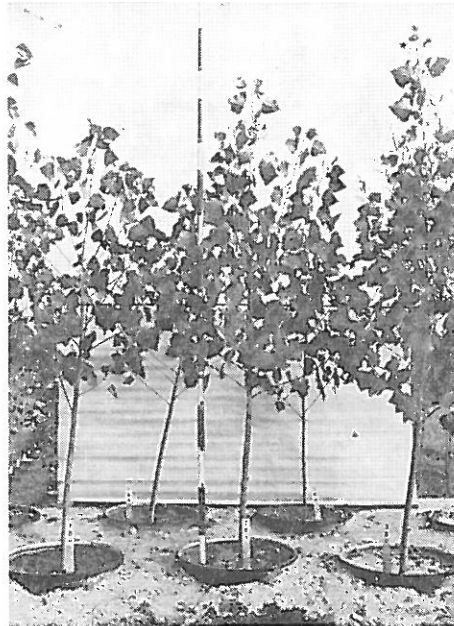
2. A szennyvízzel beadott összes tápanyag mennyisége, a legnagyobb szennyvízadagban, 3000 mm/év öntözés esetén 1 ha-ra és 34%-os ammónium-nitrátra, 17,5%-os szuperfoszfátra és 40%-os kálisóra átszámolva 28,7 q/ha ammóniumnitrát, 11,4 q/ha szuperfoszfát, 23,1 q/ha kálisó, összesen 64,2 q/ha műtrágya hatóanyagával ér fel.

3. A távozó Ca^{2+} mennyisége arányosan nő a szennyvízadagok növelésével. Így a visszatartott Ca^{2+} a beadotthoz viszonyítva a szennyvízadagok növelésével százalékos értékben jelentősen csökken.



2. ábra

A gyűjtő árokban elhelyezett kannák a talaj által szűrt szennyvíz felfogására



3. ábra

A fák eltérő növekedése az 1-5. kezelés hatására

5. táblázat

Levélfelület, transzspiráció, fatermés abszolút értékei (3 ismétlés átlaga) az 1—5. kezelésnél

(1) Fafaj	(2) Levélfelület m ² -ben				(3) Transzspiráció l-ben				(4) A fa henger-köbirtartalma dm ³ -ben (1977. évi növedék)				
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	5.
a) Olasznyár	1,373	1,334	1,422	1,268	147,3	207,7	262,1	144,0	1,77	1,87	3,13	1,72	0,53
b) Óriásnyár	1,835	2,401	2,128	1,622	129,9	238,5	306,2	132,2	1,08	1,89	2,32	1,10	0,41
c) Fehérfűz	0,214	0,256	0,430	0,229	124,9	211,3	274,4	121,6	1,02	2,74	3,62	1,52	0,61

Megjegyzés: A kis méretek miatt a fáknak a tényleges köbirtalmát nem számíthatjuk, ezért az átmérő és magasság alapján hengernek vettük a fát. A kísérlet felszámolásakor súlyméréssel fogjuk megállapítani a megtermelt fatömeget. (A 3. kezelés magassági méretei: olasznyár 277 cm, óriásnyár 254 cm, fehérfűz 312 cm.)

6. táblázat

Levélfelület, transzspiráció, fatermés fajlagos értékei (3 ismétlés átlaga)

(1) Fafaj	(2) 1 m ² levélfelület transzspirációja literben (intenzitás)				(3) 1 dm ³ fa henger-köbirtalmának megtermeléséhez felhasznált víz literben				(4) 1 dm ³ fa henger-köbirtalmához tartozó levélfelület m ²				
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	
a) Olasznyár	107,3	155,7	184,3	113,6	83,2	111,1	83,7	97,4	0,78	0,71	0,45	0,74	
b) Óriásnyár	70,8	99,3	143,9	81,5	120,3	126,2	132,0	120,2	1,70	1,27	0,92	1,47	
c) Fehérfűz	583,6	825,4	638,1	531,0	77,1	77,1	75,8	80,0	0,13	0,09	0,12	0,15	

4. A távozó Mg^{2+} összes mennyisége a szennyvízadag növelésével nő, de a visszatartott mennyiség is nő annak ellenére, hogy százalékos értéke csökken.

5. A szennyvízadagok növelésével nagyon nagy ütemben nő a távozó Na^+ összmennyisége. A beadotthoz viszonyítva százalékosan ugyan, egyre kevesebbet tart vissza a talaj, azonban abszolút mennyiségben egyre többet. A 3. kezelésben már 134,89 g Na^+ -t tartott vissza egy tenyészedeny, ami hektárra számolva 3000 mm/év öntözésnél 53 q/ha Na^+ -t jelent. Ez a beadott mennyiség 74,4%-a.

6. Legkevésbé tartotta vissza a talaj a Ca^{2+} -ot és a SO_4^{2-} -ot. Ezek kivételével vizsgálva, 1200 mm/év öntözés esetén a talaj által visszatartott anyagok mennyisége 75—100%, 2000 mm/év öntözés esetén 59—100%, 3000 mm/év öntözésnél 59—92%.

7. Általában a talaj által visszatartott anyagok százalékos értéke a szennyvízadagok növelésével csökken, abszolút értékben azonban nő a beadott mennyiség is, a távozó mennyiség is és a talaj által visszatartott mennyiség is.

Végül is levonható az a következtetés, hogy a szennyvíz a talajon való átszűrődés során jelentősen megtisztul, ugyanakkor a hasznos és káros anyagok a talajban felhalmozódnak, illetve a növényzet a hasznos anyagokat részben felhasználja. A negatív és pozitív hatások eredője a fák növekedésére az öntözővíz hatásával együtt pozitív volt.

Az 1200 mm-rel öntözött szennyvízes és tiszta vizes kezeléseket párologtatása és fatömeg növedéke (1. és 5. táblázat) közel azonos. Fel kell tételezni ezért, hogy a szennyvízöntözésnek a növedéktöbbletben jelentkező hatása főként az öntözővíznek, mint víznek tudható be.

A sófelhalmozódás káros hatása az első évben még nem jelentkezett. Ennek oka a jó vízellátás. Kevés víz esetén a talajoldat koncentrációja nagy, és ilyenkor még az egyébként hasznos anyagok is károsan hatnak. Az anyagforgalom további alakulására, a felhalmozódás mértékére és hatására a későbbi évek vizsgálatai adnak felvilágosítást.

A talajban bekövetkező változások

Október közepén, tehát az első tenyészidőszak végén talajmintát vettünk, és azért, hogy az adatokat össze lehessen hasonlítani a szennyvízvizsgálatai adatokkal, a talajmintákból vizes talajkivonatot készítettünk (800 ml desztillált víz, 160 g talaj). A talajkivonat vizsgálata ugyanazzal a módszerrel történt, mint a szennyvíz vizsgálata. A vizsgálat eredményét a 4. táblázat tartalmazza. Főbb következtetések:

1. A fával beültetett edények talaja szennyvízadagok növelésével egyre jobban feldúsul tápanyagokban, Na -ban, SO_4 -ban, káros ásványi anyagokban.

2. A fa nélküli tenyészedenyekben több, a N , P , K , mert nem volt növényzet, ami felhasználja ezt.

3. A fával beültetett szennyvízzel kezelt talaj nagyobb KOI értékkel rendelkezik és dúsabb Ca , Na , HCO_3 , Cl , SO_4 -ban, mint a fa nélküli talaj. A tapasztalt anyag akkumuláció egyik oka nyilvánvalóan az, hogy amíg a növények nélküli kezeléseknél a nagyobb elfolyó vízmennyiséggel jelentős anyagmennyiségek is eltávoztak a rendszerből, addig a növények transzspiráció általi vízfogyasztása csupán a víz eltávozását jelentette, de az oldott anyagok a rendszerben maradtak.

4. A tiszta vizes kezelésben majdnem minden komponens értéke kisebb, mint az ugyanakkora szennyvízadagban részesülté. Ez érthető is, hiszen a tiszta vízzel nem vittünk be a tenyészedényekbe különböző anyagokat.

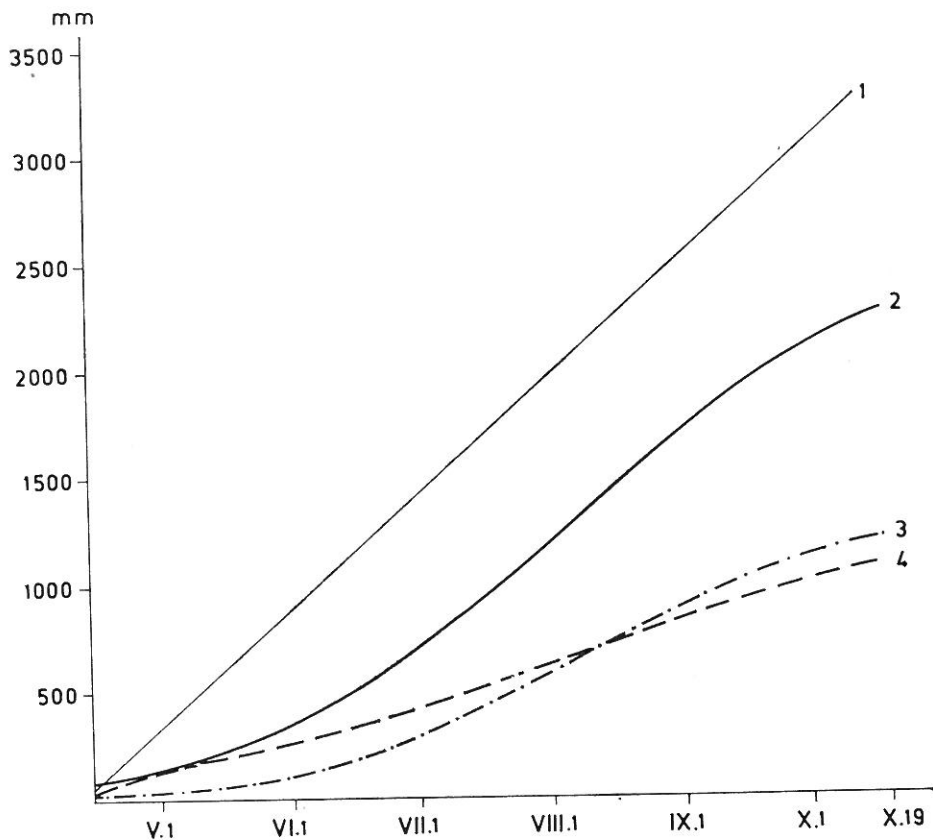
5. A tiszta vizes fa nélküli kezelés talaja a fával beültetett tiszta vizes kezeléshez képest dúsabb Ca, Na, K, N, HCO_3 , Cl-ban, oldott ásványi anyagban, káros ásványi anyagban.

6. A kationok szerint eredetileg Ca-típusú talajoldat a szennyvízöntözés hatására Ca—Na-típusúvá vált.

Az elmondottak alátámasztják és igazolják az előző fejezetekben elmondottakat.

A levélfelület, a transzspiráció és a fatermés összefüggése

A kísérlet módszeréből következik, hogy a transzspirációt önmagában nem tárgyalhatjuk, csak az öntözővíz mennyiségének és a levélfelület nagyságának függvényében.



4. ábra

3000 mm/év szennyvízzel öntözött 2 éves óriásnyár párologtatásának éves menete.
1. Összes öntözővíz; 2. Evapotranspiráció; 3. Transzspiráció; 4. Evaporáció.

Az 1. táblázatban fafajonként már feltüntettük a tenyészidőszak evapotranszpirációját és a fa nélküli talaj evaporációját. A kettő különbsége a transzspiráció. A részeredményekből kiragadva egy jellemző példát, a 4. ábrán az óriásnyár párologtatásának éves menetét mutatjuk be az összes öntözővízhez és a talaj párologtatásához viszonyítva.

A levélfelület mérést július 20—29. között, az intenzív párologtatása időszakában végeztük el. A mérési eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

A mérést úgy végeztük, hogy a levél nagyságrendeknek megfelelő mintát letéptük a fáról és megszámloltuk, hogy melyik nagyságrendből hány darab van a fán. A letéptett levelek körvonalát papírra másoltuk, planimetráltuk, és a kapott területeket szoroztuk a darabszámmal.

A táblázat értékeinek elemzése előtt előre bocsátjuk, hogy a mérés 10 napig tartott, és ezen idő alatt a levélfelületek növekedtek. Befolyásolhatta a levélfelület nagyságát az elszórtan jelentkező rovarkárosítás is. A kiugró értékek ebből adódhattak, ez azonban nem változtat a lényegi következtetéseken, a tendenciákon, csupán a finomabb elemzéseket nehezíti. Következtetések:

1. A szennyvízadagok növelésével nő a transzspiráció, ami elsősorban a nagyobb szennyvízadagok által létrejött nagyobb levélfelületnek tudható be.

2. A transzspiráció növekedésével nő a megtermelt faanyag mennyisége.

3. Nagyobb fatömeget nagyobb levélfelület hoz létre.

4. Nagyobb levélfelület többet párologtat, ez azonban nem mindig arányos a levélfelület változásával.

5. Legnagyobb a levélfelülete az óriásnyárnak, amely 1,5-szöröse az olasznyárnak, és 7-szerese a fehérfűzének.

6. Az óriás- és olasznyár tiszta vízből valamivel többet párologtatott, mint az ugyanakkora adaggal kezelt szennyvízből, pedig ez utóbbival kezeltnek nagyobb a levélfelülete.

7. Egy fára vetítve legtöbbit párologtatott az óriásnyár, azután a fehérfűz és az olasznyár.

A 6. táblázatban az 5. táblázat fajlagos értékeit tüntettük fel. Következtetések:

1. Egységnyi levélfelületet alapul véve, legkevesebbet párologtatott az óriásnyár, legtöbbit a fehérfűz. Az olasznyár párologtatási intenzitása 1,5-szöröse az óriásnyárnak, a fehérfűz párologtatási intenzitása az óriásnyárhoz képest 6,5-szörös, de ez az érték elérheti a 8,3-szorost is.

Egy fűzfa összesen ugyan kevesebb liter vizet párologtatott el, mint egy óriásnyár, de mivel jóval kisebb a levélfelülete, jóval nagyobb a párologtatási intenzitása.

Az olasznyár levelének is nagyobb a párologtatási intenzitása, mint az óriásnyárnak, bár egy olasznyárfa kevesebb vizet párologtat el, mint egy óriásnyárfa.

2. 1 m^2 levélfelület párologtatása a szennyvízadagok növelésével nő.

3. Óriás- és olasznyár esetében a párologtatási intenzitás tiszta vizes öntözés esetén nagyobb, mint szennyvízöntözés esetén.

4. Előrebocsátva, hogy végleges megbízható eredményt a kísérlet felhasználásakor a súlyméréssel megállapított fatömeg fog adni, levonhatók még az alábbi következtetések:

Legrosszabb hasznosítási fokkal termelt az óriásnyár, mivel 1 dm^3 fa létrehozásához átlag 125 l vizet használt fel $1,34\text{ m}^2$ levélfelülettel. Az olasz-

nyárnak ehhez átlag 94 liter víz és 0,85 m² levélfelület, a fehérfűznek pedig csak 78 liter víz és 0,12 m² levélfelület kellett.

Hogy az értékeket, ha megközelítően is, át tudjuk számítani 1 ha-ra, ki-döntöttünk egy idősebb óriásnyárat és megmértük a levélfelületét. A ledöntött fa 17 éves, 21,7 m magas, 24 cm törzsátmérőjű. Fatömege 0,469 m³. Korona-vetülete 24,6 m², tehát 1 ha-on 406 db fa fér el ilyen növőtérrel. A fa nem egye-dülálló volt, hanem egy állomány belsejében állt. Ezen óriásnyár levélfelülete 132,7 m² volt.

Ha a kísérleti terület 2 éves óriásnyár párologtatását vesszük alapul, akkor egy ilyen állományban a transzspiráció értéke az 1—2—3 kezelés sor-rendjében 381—535—775 mm lenne, ami közel megegyezik az irodalmi ada-tokkal. (Megjegyezzük, hogy az állományban az árnyékban levő levelek páro-logtatása feltehetően kisebb.) Számításba lehet még venni a talaj és az alj-növényzet párologtatását, ami azonban egy árnyas erdőben jóval kevesebb az általunk mért értékeknél.

Érdekességként említjük meg, hogy a mért 17 éves^o óriásnyáron 75 180 db kisebb-nagyobb levél volt. A levelek nyers súlya 40 kg, abszolút száraz súlya 14 152 kg. Egy hektár ilyen erdőben tehát kb. 57 q levél száraz anyag kerül vissza évente a talajra.

Ö s s z e f o g l a l á s

A tenyészédény kísérletek első évi eredményei a szennyvíz faültetvénye-ken történő elhelyezésére és hasznosítására vonatkozóan pozitívak. Az ered-mények igazolták a kísérleti módszer helyességét. A szennyvízöntözés hatására bekövetkező változások és folyamatok nyomon követhetők, számszerűen rö-g-zíthetők. A további vizsgálatoktól azt várjuk, hogy a folyamatok üzemi mére-tekben irányíthatók legyenek.

A kisebb adagú szennyvízöntözés a hasznosítást, a nagyobb adagú az elhelyezést szolgálja, de megfelelő adottságok mellett mindkettő helyettesít-heti a biológiai szennyvíztisztítás műszaki megoldását. A szennyvízben levő víz és tápanyag visszajuttatása a természet körforgalmába mindenképpen he-lyeselőbb megoldás.

Az alkalmazott szennyvízkezelések közül a legnagyobb hatása volt a 3000 mm tenyészidőszaki öntözésnek. A fák növekedése itt a legjobb. A szennyvíz-adagok növelésével nőtt a víz- és tápanyagellátás, nőtt az asszimiláló levél-felület és a transzspiráció, és mindezek eredőjeként nagyobb volt a fák magas-sági és vastagsági növekedése.

Az egyéves korban tenyészédénybe ültetett és további egy évig szenny-vízzel öntözött nemesnyár és fűz egyedek a szennyvíz nagy károsanyag-tar-talma ellenére nagy növedéktöbbletet hoztak létre.

A talaj által a szennyvízből visszatartott anyagok mennyisége jelentős, de ez a szennyvízadagok növelésével relatíve csökken. A nátrium- és egyéb káros sók a talajban felhalmozódnak, de hogy ez a folyamat az évek során mi-lyen mértékű lesz, elér-e egy olyan szintet, ami már károsan hat, vagy a telítő-dés és kimosódás miatt beáll egy egyensúlyi állapot, ezt a következő évek vizs-gálatai döntik el.

Irodalom

- [1] GÁL, J. & TIHANYI, Z.: Hígrágya- és szennyvízelhelyezés és hasznosítás faültetvényekben. Nemzetközi Mezőgazd. Szemle. 4. 91—96. 1975.
- [2] GÁL, J. et al.: Faültetvények szerepe a szennyvízek elhelyezésében és hasznosításában. Vízügyi Műszaki Gazdasági Tájékoztató. 87. 1—235. 1977.
- [3] KGST zárójelentés: Mezőgazdasági és erdőművelés öntözése útján a talajban történő szennyvízelhelyezés módszereinek és technológiájának kidolgozása. Országos Vízügyi Hivatal kiadványa. Budapest. 1973.
- [4] KGST Egységes Vízvizsgáló Módszerek: I. Kémiai módszerek 1. és 2. kötet. Második kiadás. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kiadványa. Budapest. 1975.
- [5] Szennyvízek elhelyezése és mezőgazdasági hasznosítása öntözéssel. Ágazati szabvány (OVHSZ 115—71) és Műszaki Irányelvek (OVHMI 116—71) módosított szövege. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet. Budapest. 1976.
- [6] TIHANYI, Z.: Hígrágyakezelés és -felhasználás kutatása és gyakorlata a KGST országokban. Tudomány és Mezőgazdaság 15. 69—76. 1977.
- [7] VERMES, L.: Városi és ipari szennyvízek elhelyezése a mezőgazdaságban. VITUKI összefoglaló jelentés (kézirat). Budapest. 1975.

Érkezett: 1977. december 12.

Pot Experiments with Young Poplars Watered by Sewage Water

Z. TIHANYI

University for Forestry and Woodindustry, Institute for Forest-Plantation, Sopron (Hungary)

Summary

The study gives the results of the first year of a pot experiment watered by sewage water. Tree species in the experiment: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm. I-214, *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm. Robusta, *Salix alba* L. Treatments: 1. 1200 mm of sewage water; 2. 2000 mm of sewage water; 3. 3000 mm of sewage water; 4. 1200 mm of clear water, with and without trees; 5. untreated control with trees. The precipitation during the experimental period was additional 277 mm from the 12th April to 13th October 1977. Number of repetitions: 3. Dimensions of the pots: 57 cm in diameter, 85 cm in height. The pots were dug into the soil. On the bottom of each pot was a pipe through which the superfluous water got into a tank.

Each pot was filled with brown forest soil with residues of carbonate and the one year old rooted young trees were planted in them. Watering was carried out equally distributed on every 8th day in the treatments No. 1. and 4. and on every 4th day in the treatments No. 2. and 3. At the same time the quantity of the water filtered through the soil and that of the water which did not evaporate, were determined. The irrigation water and the water filtered through the soil were analysed every month.

Watering by sewage resulted in a better growth of the young trees, i.e. the better the more sewage was used. By increasing the dosis of irrigation water the evaporation and the nutrient supply increased too, a larger quantity of components of the sewage accumulated in the soil, but the capacity of the soil to purificate the sewage decreased. Na and other harmful salts accumulated in the soil as a result of irrigating with sewage. By increasing the quantity of sewage water the leaf surface and the intensity of the evaporation of the leaves increased as well. The unit of the leaf surface of the young willow trees evaporated several times as much as that of the young poplar trees, however the leaf surface of the willow is much smaller.

Table 1. Quantity of evaporated water from the 12th April to the 13th October 1977 in the treatments No. 1—4. Average of 3 repetitions (irrigation + 277 mm precipitation). (1) Tree species. a) Italian poplar. b) Giant poplar. c) White willow. d) Without trees. (2) Sewage water. (3) Clear water. Quantity of evaporated water in litres and per cents.

Table 2. Analysis data of the water filtered through the soil (Average of the data of the treatments No. 1—4.) (1) Components. a) Conductivity, S. b) Total quantity of the dissolved material, mg/l. c) Total quantity of floating material. d) Dissolved minerals. e) Floating mineral components. f) Dissolved organic matter. g) Floating organic matter.

h) Harmful dissolved mineral matter. i) Anion active detergent. j) Oil content (CCl₄-ext.). (2) Sewage used for irrigation. (3) With Italian poplar. (4) Without trees. (5) Sewage water. (6) Clear water.

Table 3. Components of the sewage water retained by the soil and the trees in the pot experiment with the poplar "I-214" and filtering capacity of the soil in the treatments No. 1–3. (g). (1) Components. a) Dissolved mineral matter. b) Harmful dissolved mineral matter. c) Anion active detergent. (2) Quantity of irrigated sewage, m³. (3) Quantity of sewage filtered by the soil, m³. (4) Materials retained by the soil and the trees: g) 0,2 m³ soil and per cent.

Table 4. Analysis data of the water extract of the soil in the pot experiment with Italian poplar, in the treatments No. 1–5, at the end of the first vegetation period. (1) Quality indices. a) Conductivity, S. b) Dissolved mineral matter, mg/l. c) Harmful dissolved mineral matter. d) Water-type according to cations. e) Water-type according to anions. (2) In pots with trees. (3) In pots without trees.

Table 5. Absolute values of leaf surface, transpiration and yield in the treatments No. 1–5 (average of 3 repetitions). (1) Species of trees. a) Italian poplar. b) Giant poplar. c) White willow. (2) Leaf surface in m². (3) Transpiration in litres. (4) Cylinder-volume of the young trees in dm³. (Increment in the year 1977.) Note: The real volume of the young trees could not be calculated because of their small dimensions, therefore the calculation was carried out by taking the trunk of the young trees for a cylinder. At the end of the experiment the produced wood material will be determined by weight. (Height of the young trees in treatment No. 3.: Italian poplar: 277 cm., giant poplar: 254 cm., white willow: 312 cm.)

Table 6. Specific values of leaf surface, transpiration and yield (average of 3 repetitions). (1) Species of trees. a) Italian poplar. b) Giant poplar. c) White willow. (2) Transpiration of 1 m² of the leaf surface in litres (intensity). (3) Quantity of water used for the production of 1 dm³ wood volume (cylindrical) in litres. (4) Leaf surface belonging to 1 dm³ wood volume, in m².

Fig. 1. Ringwise placing of pots with banking.

Fig. 2. Cans put in the collecting ditch for gathering the sewage filtered by the soil.

Fig. 3. Growth of the young trees differing as a consequence of the treatments 1–5.

Fig. 4. Yearly run of the evaporation of a 2 year old giant poplar watered by 3000 mm/year sewage water. 1. Total amount of irrigation water. 2. Evapotranspiration. 3. Transpiration. 4. Evaporation.

Gefässversuch mit Abwasser bewässerten jungen Pappeln

Z. TIHANYI

Universität für Forstwesen und Holzindustrie, Lehrstuhl für Aufforstung, Sopron (Ungarn)

Zusammenfassung

Es werden die Resultate des ersten Jahres eines Gefässversuches mit Abwasserbegiessung behandelt. Die verwendeten Baumarten sind folgende: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm. I-124, *Populus x euramericana* (Dode) Guinier nm Robusta, *Salix alba* L. Varianten: 1. 1200 mm Abwasser; 2. 2000 mm Abwasser; 3. 3000 mm Abwasser; 4. 1200 mm reines Wasser, mit und ohne junge Bäume; 5. unbehandelte Kontrolle mit Bäumen. Niederschlag zur Zeit des Versuches: weitere 277 mm vom 12. April–13. Oktober 1977. Anzahl der Wiederholungen: 3. Abmessungen der Gefässe: Durchmesser 57 cm, Höhe 85 cm. Die Gefässe wurden in den Boden eingesenkt. An den Gefässböden sind Ausflussrohre durch die das überflüssige Wasser in ein Sammelgefäss geleitet wird.

Jedes Gefäss wurde mit einem braunen Waldboden mit Karbonatresten angefüllt, in dieses wurden die einjährigen Stecklinge eingepflanzt. Die Bewässerung erfolgte gleichmässig verteilt in den Varianten 1. und 4. alle 8 Tage, in den Varianten 2. und 3. alle 4 Tage und zu diesem Zeitpunkt wurde auch die durch den Boden gesickerte und nicht verdunstete Wassermenge bestimmt. Das Bewässerungswasser und das durch den Boden gesickerte, filtrierte Wasser wurden monatlich untersucht.

Die Bewässerung mit Abwasser hatte zur Folge, dass die Bäume besser wuchsen, und zwar umso besser, je mehr Abwasser verwendet wurde. Infolge Erhöhung der Wassergaben erhöhte sich auch die Verdunstung und die Nährstoffversorgung, die Bestandteile des Abwassers häuften sich in grösseren Mengen im Boden an, aber die Fähigkeit des

Bodens das Abwasser zu reinigen sank ab. Infolge der Bewässerung mit Abwasser häuften sich im Boden Na und andere schädliche Salze an. Mit der Erhöhung der Gabe vergrößerte sich auch die Oberfläche der Blätter und ihre Verdunstungsintensität nahm zu. Die Blattoberfläche der Weide verdunstete öfters so viel pro Einheit als die Pappel, obwohl die Blattoberfläche der Weide bedeutend geringer ist.

Tab. 1. Verdunstete Wassermenge in den Varianten 1-4. vom 12. April-13. Oktober 1977. Mittelwert von 3 Wiederholungen (Bewässerung + 277 mm Niederschlag). (1) Baumart. a) Italienische Pappel. b) Riesenpappel. c) Silberweide. d) ohne Bäume. (2) Abwasser. (3) Reines Wasser. Verdunstetes Wasser in Liter und %.

Tab. 2. Mittelwerte der an den durch den Boden gesickerten Wasserproben durchgeführten Analysen in den Varianten 1-4. (1) Komponenten. a) Leitfähigkeit S. b) gesamtes gelöstes Material, mg/l. c) gesamtes schwebendes Material. d) Gelöste Mineralstoffe. e) Schwebende Mineralstoffe. f) Gelöste organische Stoffe. g) Schwebende organische Stoffe. h) Schädliche gelöste Mineralstoffe. i) Anionaktives Detergent. j) Ölgehalt (CCl₄-Ext.) (2) Zur Bewässerung verwendetes Abwasser. (3) Italienische Pappel. (4) Ohne Bäume. (5) Abwasser. (6) Reines Wasser.

Tab. 3. Die durch die Italienische Pappel »I-214« aufgenommenen und durch den Boden zurückgehaltenen Abwasserbestandteile und die Filterfähigkeit des Bodens in den Varianten 1-3. (g). (1) Komponente. a) Gelöster Mineralstoff. b) Schädlicher gelöster Mineralstoff. c) Anionaktives Detergent. (2) Verwendetes Abwasser, m³. (3) Durch den Boden filtriertes Abwasser, m³. (4) Im Boden und durch den Baum zurückgehaltene Stoffe: g/0,2 m³ Boden und %.

Tab. 4. Untersuchung des Wasserausganges vom Boden im Gefäßversuch mit Italienischen Pappeln am Ende der ersten Vegetationsperiode in den Varianten 1-5. (1) Qualitative Kennwerte. a) Leitfähigkeit S. b) Gelöste Mineralstoffe, mg/l. c) Schädliche gelöste Mineralstoffe. d) dem Kation entsprechender Wassertyp. e) dem Anion entsprechender Wassertyp. (2) Im bepflanzten Gefäß. (3) Im unbepflanzten Gefäß.

Tab. 5. Absolute Werte der Blattoberfläche, der Transpiration und des Holztrages in den Varianten 1-5. (Mittelwerte von 3 Wiederholungen). (1) Baumart. a) Italienische Pappel. b) Riesenpappel. c) Silberweide. (2) Blattoberfläche in m². (3) Transpiration in l. (4) Kubikgehalt des Baum-Zylinders in dm³ (Jahreszuwachs von 1977). Bemerkung: Wegen der geringen Abmessungen konnte der wirkliche Kubikgehalt der Bäume nicht berechnet werden, weshalb dieser aufgrund des Durchmessers und der Höhe des Baumes als Zylinder berechnet wurde. Bei Beendigung des Versuches wird die Holzmenge durch Gewichtsmessung bestimmt. (Höhenmasse der 3. Variante: Italienische Pappel 277 cm., Riesenpappel 254 cm., Silberweide 312 cm.)

Tab. 6. Spezifische Werte der Blattoberfläche, der Transpiration und des Holztrages (Mittelwert von 3 Wiederholungen). (1) Baumart. a) Italienische Pappel. b) Riesenpappel. c) Silberweide. (2) Transpiration von 1 m² Blattoberfläche in Liter (Intensität). (3) Die zur Produktion von 1 dm³ Baum-Zylinder Kubikgehalt verwendete Wassermenge in Liter. (4) Die zu 1 dm³ Baum-Zylinder Kubikgehalt gehörige Blattoberfläche in m².

Abb. 1. Aufstellung der Gefäße in Ringform, mit Erdenauffüllung.

Abb. 2. Die im Sammelgraben aufgestellten Kannen zum Auffassen des durch den Boden filtrierten Abwassers.

Abb. 3. Abweichendes Wachstum der Baumstecklinge infolge der Varianten 1-5.

Abb. 4. Jahresverlauf der Verdunstung einer 2jährigen Riesenpappel, die mit 3000 mm/Jahr Abwasser bewässert wurde. 1. Gesamtes Bewässerungswasser. 2. Evapotranspiration. 3. Transpiration. 4. Evaporation.

Изучение обмена веществ в вегетационных опытах с топодем при орошении сточными водами

З. ТИХАНИ

Университет Лесоводства и Деревообрабатывающей промышленности,
Кафедра лесоводства, Шопрон (Венгрия)

Резюме

В работе приведены результаты первого года вегетационного опыта с орошением сточными водами. В опыте изучались древесные породы: *Populus x euramerican* (Dode) Guinior nm. 1-214, *Populus x euromericana* (Dode) Guinior nm Robusta, *Salix alba* L. Варианты опыта: 1. 1200 мм сточной воды; 2. 2000 мм сточной воды; 3. 3000 мм сточной воды;

4. 1200 мм чистой воды с посадкой деревьев и без посадки деревьев; 5. необработанный контроль с посадкой деревьев. Количество атмосферных осадков за период опыта, с 12 апреля по 13 октября 1977 г, составляло 277 мм. Опыт проводили с тройной повторностью. Размер вегетационных сосудов: диаметр — 57 см, высота 85 см. Сосуды были погружены в почву. В дне сосуда имелась выводная трубка, отводящая излишек воды в сборный сосуд.

Каждый вегетационный сосуд напояли бескарбонатной бурой лесной почвой и высаживали в него однолетний укоренившийся черенок. На вариантах 1. и 4. орошение проводили каждые 8 дней, на вариантах 2. и 4. — каждые четыре дня. В это же время измеряли количество фильтрата, вытекающего из сосуда (прошедшего через слой почвы) и количество неиспарившейся воды. Каждый месяц анализировали поливные воды и фильтрат, вытекающий из почвы.

Под влиянием орошения сточными водами деревья хорошо развивались, причем чем больше мы использовали сточной воды, тем лучше было это развитие. При увеличении норм полива увеличились испарение и обеспеченность питательными веществами, произошло значительное накопление в почве составных частей сточных вод, но в то же время снизилась ее очистительная способность. Под влиянием орошения сточными водами в почве накопились соли натрия и другие вредные соли. С увеличением норм полива увеличилась листовая поверхность и интенсивность ее испарения. Единица листовой поверхности ивы испаряла воды в несколько раз больше, чем листовая поверхность тополя, хотя поверхность последнего гораздо больше.

Табл. 1. Количество воды испарившейся с 12. апреля по 13 октября 1977 года на вариантах 1—4. В среднем из трех повторностей орошение + 277 мм осадков. (1) Древесная порода. а) Тополь итальянский. б) Тополь гигантский. в) Белая ива. д) Без посадки деревьев. (2) Сточная вода. (3) Чистая вода. Испарившаяся вода в литрах и %.

Табл. 2. Анализ воды, профильтровавшейся через почву, среднее из 1—4. вариантов. (1) Компоненты. а) Проводимость S. б) Общее количество растворенного материала мг/л. в) Общее количество взвеси. д) Растворенное минеральное вещество. е) Взвешенное минеральное вещество. ф) Растворенное органическое вещество. г) Взвешенное органическое вещество. h) Вредное растворимое минеральное вещество. и) Анионоактивный детергент. j) Содержание масла (CCl₄-экст). (2) Сточные воды использованные для орошения. (3) С тополем итальянским. (4) Без посадок деревьев. (5) Сточная вода. (6) Чистая вода.

Табл. 3. Компоненты сточных вод, удержанные почвой и деревьями в вегетационном опыте с тополем итальянским «1—214» и фильтрующая способность почвы на вариантах 1—3. (г). (1) Компоненты. а) Растворенная минеральная часть. б) Вредная растворенная минеральная часть. в) Анионоактивный детергент. (2) Норма полива м³. (3) Количество воды профильтровавшейся через слой почвы м³. (4) Вещества удержанные почвой и деревом, г/0,2 м³ почвы и %.

Табл. 4. Анализ водной вытяжки в вегетационном опыте с тополем итальянским, в конце первого периода вегетации, на вариантах 1—5. (1) Качественные показатели. а) Проводимость S. б) Растворенная минеральная часть мг/л. в) Вредные растворенные минеральные вещества. д) Тип воды по катионному составу. е) Тип воды по анионному составу. (2) В сосуде с деревом. (3) В сосуде без дерева.

Табл. 5. Абсолютные значения (среднее из трех повторностей) листовой поверхности, транспирации, выхода древесины, на вариантах 1—5. (1) Древесная порода. а) Тополь итальянский. б) Тополь гигантский. в) Белая ива. (2) Листовая поверхность в м². (3) Транспирация в л. (4) Объем древесного ствола в дм³. (Подрост 1977 года.) Замечание: Из-за малых размеров дерева действительный объем рассчитать нельзя, поэтому дерево принимали за цилиндр на основании его диаметра и высоты. После окончания опыта, измеряя вес, установили образованную древесную массу. (Размеры деревьев на варианте 3.: тополь итальянский — 277 см тополь серебристый — 254 см, белая ива — 315 см.)

Табл. 6. Удельные величины листовой поверхности, транспирации, выхода древесины (среднее из трех повторностей). (1) Древесная порода. а) Тополь итальянский. б) Тополь гигантский. в) Белая ива. (2) Транспирация с одного квадратного метра листовой поверхности, в л. (интенсивность). (3) Количество воды в литрах, пошедшее на образование 1 дм³ объема древесины. (4) Листовая поверхность в м², относящаяся к 1 дм³ древесины.

Рис. 1. Размещение вегетационных сосудов в форме кольца, с набивкой землей.

Рис. 2. Сосуды, расположенные в собирательной траншее, для приема сточных вод профильтровавшихся через слой почвы.

Рис. 3. Различное развитие деревьев под влиянием вариантов 1—5.

Рис. 4. Годовой ход испарения двухлетнего тополя под влиянием орошения сточными водами при норме 3000 мм/год. 1. Всего поливной воды. 2. Эвапотранспирация. 3. Транспирация. 4. Эвапорация.