

HALTENYÉSZTÉSBŐL SZÁRMAZÓ ELFOLYÓ VIZEKKEL ÖNTÖZÖTT NEMESNYÁR– ÉS FEHÉR FŰZ ENERGETIKAI ÜLTEVÉNY NÖVEKEDÉSI ERÉLY VIZSGÁLATA

Kiss¹Tamás, Rásó¹ János, K. Végh¹ Ágnes, Csiha¹ Imre, Bakti¹ Beatrix

¹Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, Püspökladány

KIVONAT

A mezőgazdasági technológiai vizek elhelyezése leggyakrabban felszíni vízbefogadókban történik, amely jelentős környezetterhelést okoz. Tekintettel arra, hogy a vízkincs minőségének megőrzése, a talajok terhelésének csökkentése, illetve a víz- és energiatakarékos öntözési módok alkalmazása napjainkban egyre jelentősebb szerepet kap, az Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Erdészeti Tudományos Intézete (ERTI) és az Öntözési és Vízgazdálkodási Önálló Kutatási Osztály (ÖVKI) együttműködésével 2013 áprilisában kísérletet hozott létre, a haltenyésztés során keletkező elfolyó víz energetikai ültetvényekben történő hasznosíthatóságának vizsgálatára. Az ültetvény Szarvason, a NAIK ÖVKI üzemi területén található a 0153/21-C hrsz-ú területen. A kísérletben két faj – nyár és fűz – teljesítményét vizsgáljuk, 3 öntözési kezelés mellett, valamint a rendelkezésre álló öntözővizek mennyiségi és minőségi paramétereit alapul véve elemeztük azoknak az alkalmazott fajokra gyakorolt hatását.

E sokrétű kutatási téma tudományos értéke mind hazai, mind pedig nemzetközi szinten jelentős, azonban a kutatás valós eredményét a gyakorlati adaptációjában látjuk. A vizsgált szennyvíz öntözéses gazdálkodásban való alkalmazhatóságának megállapításával egy olyan innovatív technológia születhet, amely az aktuális mezőgazdasági vízfelhasználást jellemző kritériumoknak és céloknak egyaránt megfelel. A kísérletek fülüzemi körülmények közt történő megvalósulása a szennyvíz minőségre vonatkozó kutatási eredményei mellett alkalmas a termesztéstechnológiai elemek fejlesztésére is. A munkánk során szerzett agrotechnikai ismeretek (talajművelés, gyomszabályozás, növényvédelem) a projekt eredményeit bővítik és a technológia részévé válnak. A szennyvíz vízminőségi paramétereire alapuló alkalmazhatósága így kiegészül olyan információkkal is, amelyek hasznosítása esetén a gazdálkodás sikeréhez hozzájárulhat.

Kulcsszavak: halas elfolyóvíz, öntözés, energetikai ültetvény, biomassa, fűz, nyár

BEVEZETÉS

A lág- és fásszárú energetikai ültetvények termesztése a művelés alól kivont, alacsony termőképességű területek hasznosításának lehetőségét biztosítja. Fő célja az energetikai ültetvényeknek a biomaszatermelés hő-, illetve energiatermelés szempontjából (Tamás, 1997). Magyarország szántóterületének 60%-a hajlamos a deflációra és az erózióra.

A talajdegradációs folyamatok közül az egyik legjelentősebb a vízerózió, ami a mezőgazdasági területek közel harmadát károsítja, a szélérozióval veszélyeztetett területek kiterjedése mintegy 1,4 millió ha. (Tamás, 1997). Több százezer hektárra tehető azon szántóterületek nagysága, amelyeken nehezen garantálható a jövedelmezőség hagyományos növényekkel (Gyuricza et al., 2011). A vízjárta, belvizes területek, valamint a szélsőséges víz- és tápanyag-gazdálkodású talajok általában az elmaradottabb térségekben találhatóak, ezért a jövőben a mezőgazdaságnak nagyobb figyelmet kell fordítania e területek termelésből való kivonására. (Dobó et al., 2006). Ezek a területek alkalmasak fás szárú energianövény termesztésére. Vannak olyan fafajok (pl.: *Populus* sp., *Salix* sp.), melyek e kedvezőtlen termőhelyi adottságokat is elviselik, ezért ott is telepíthetők, ahol más mezőgazdasági növények termesztése gazdaságtalanná vált (Barkóczy et al., 2007). Az erózióknak kitett területeken a rövid vágásfordulójú ültetvények telepítése kiváló talajvédő funkciót lát el, mert egész éves talajfedettség érhető el, ezért a fás szárú energiaültetvények létesítése a vidék népességének megőrzésén túl, a lakosság számára jövedelmező mezőgazdasági tevékenység lehet a jövőben. (Gyuricza, 2007).

Napjainkban fontos szerepet töltenek be a mezőgazdaságban és az energetikai ültetvények létesítésében a víztakarékos öntözési módszerek (Qadir & Oster, 2003). Az öntözés fontossága a különböző szennyvizek, elfolyóvizek újrafelhasználásán alapul, például az intenzív halnevelő telepek elfolyóvizének hasznosítása. Ez az energetikai ültetvényekre pozitív hatással lenne a biomassa növelés okán, mivel ezek az elfolyóvizek a növények számára magas tápanyagtartalommal rendelkeznek, továbbá biológiai szűrőként is hasznosíthatóak víztisztítás szempontjából (Dimitriou & Aronsson, 2003). Azonban problémát okoz halnevelő telepek elfolyóvizének magas sótartalma, amivel a talaj sótartalmát növelve másodlagos szikesedés is kialakulhat (Toze, 2005).

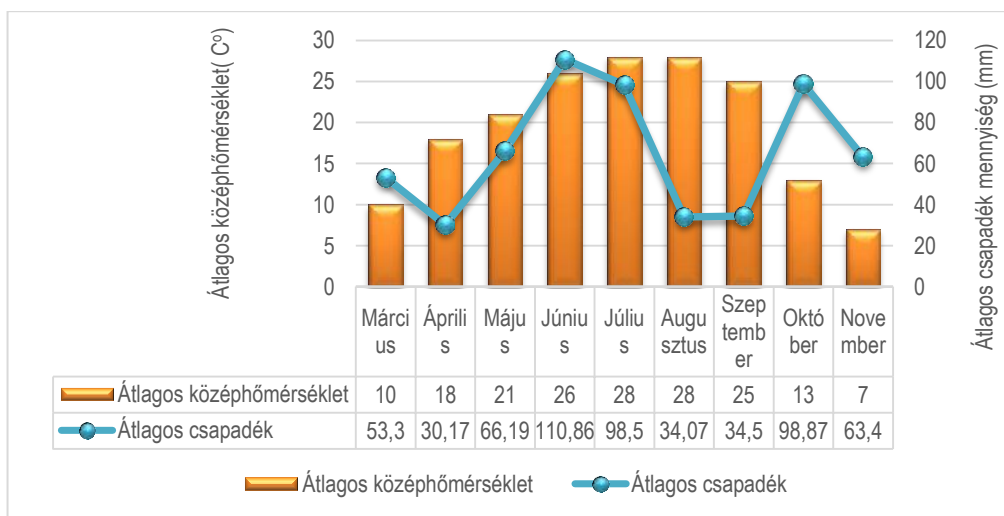
A biomasszából származó energia a globális elsődleges energiaellátásnak megközelítőleg 10,3 százalékát teszi ki (International Energy Agency, 2015). A termelők körében növekvő érdeklődés van az intenzív erdőgazdálkodás, főként a rövid vágásfordulójú energiaültetvények létrehozása tekintetében. A biomassa előállításán, mint szolgáltatáson kívül számos funkcióval rendelkezhet egy ültetvény, így számos kutatás foglalkozik a fák só-akkumulációjával, az ültetvények talajtani vonatkozásaival. Hangs (2011) hangsúlyozza a fűz szerepét a só hatása alatt álló területek javításában és tengerparti területek meliorációjában. A fűz és nyár növényeket a mély gyökérzetük teszi alkalmassá a sótűrésre, mely gyökérzet képes a telített zónából/zóna alól vagy a kapilláris rétegből vizet felhasználni, nagy párologtató képességgel rendelkezik, gyorsan növekedik és nagy bioprodukcóra képes (Zalesny et al., 2008). Akár ipari vagy mezőgazdasági eredetű szennyvíz hasznosításáról, akár károsodott területek helyreállításáról, remediációjáról van szó, legtöbbször kulcsfontosságú kérdés az öntözésre szánt víz vagy a telepítésre kitézött terület talajának sótartalma, mivel a magas oldott sótartalommal rendelkező víz a talajra és a növényre is számos negatív hatással van (szikesedés,

fitotoxikus hatások), miközben befolyásolja a bioprodukciónagyságát (Steppuhn et al. 2008).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet 2013-ban létesítettük a szarvasi Öntözési és Vízgazdálkodási Önálló Kutatási Osztály területén.

Az éghajlat kontinentális típusú, jellemzőek az időjárási szélsőségek. Az évi középhőmérséklet sokéves átlaga 9,7 °C. Az átlagos csapadékmennyiség 550 mm, amelynek kétharmada a vegetációs időszakban hullott. A vizsgálati év vegetációs időszakában (március- november) a havi átlagos középhőmérséklet 19,5 °C illetve a havi átlagos csapadékmennyiség pedig mindösszesen 65,54 mm volt (Forrás: www.worldweatheronline.com) (1. ábra). A legtöbb csapadék (110,86 mm) júniusban esett, míg a legkevesebb csapadék pedig áprilisban esett.



1. ábra: Vegetációs időszakban mért meteorológiai adatok (Szarvas, 2016)

A kísérleti terület talajszelvény vizsgálatának eredményeit az 1. táblázat mutatja. A terület talajtípusa erősen kötött réti öntéstalaj, a BC2 szintig magas agyagtartalommal. A talajszelvény teljes mélysége 120 cm, a talajvízszint 110 cm mélységben jelent meg. A talajszelvény vizsgálata során hat elkülöníthető réteget határoztunk meg. A felső szintekben (A, AB, B) mészgöböket, a BC1 és BC2 szintben vas, mangán és mészkiválásokat tapasztaltunk. A C szint vizsgálatánál mangán és mészkiválást állapítottunk meg. Az egyes talajszinteknél az átmenet éles, kivétel a BC2 szint ahol

viszont fokozatos. A két felső szint szerkezetét tekintve morzsás szerkezetű, ami hajszálgökökkel átszőtt, illetve sok vastagabb gyökeret is tapasztaltunk. A talajszelvény alsóbb szintjei nem tömörödtek, míg az AB szint egy erősen tömörödött réteg, ami valószínűleg a talajművelés hatására kialakult eketalpréteg.



Talajszint	Mélység (cm)	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Tömörödtség	Gyökér	Átmenet
A	0-16 cm	Agyag	Morzsás	Közepesen tömődött	Hajszál és sok vastag gyökér	-
AB	17-22 cm	Agyag	Morzsás	Erősen tömődött	Megszűnő talajszint	Éles
B	23-46 cm	Agyag	Rombos	Közepesen tömődött	Lényegesen kevesebb hajszálgökök	Éles
BC1	47-78 cm	Agyag	Szerkezet nélküli	Lazább	Vastag gyökér még megjelenik	Éles
BC2	79-115 cm	Homokos agyag	Szerkezet nélküli	Nem tömődött	-	Fokozatos
C	116 cm-	Homokos agyag	Szerkezet nélküli	Nem tömődött	-	-

1. táblázat: A kísérleti terület talajszelvény vizsgálatának eredménye (Szarvas, 2017)

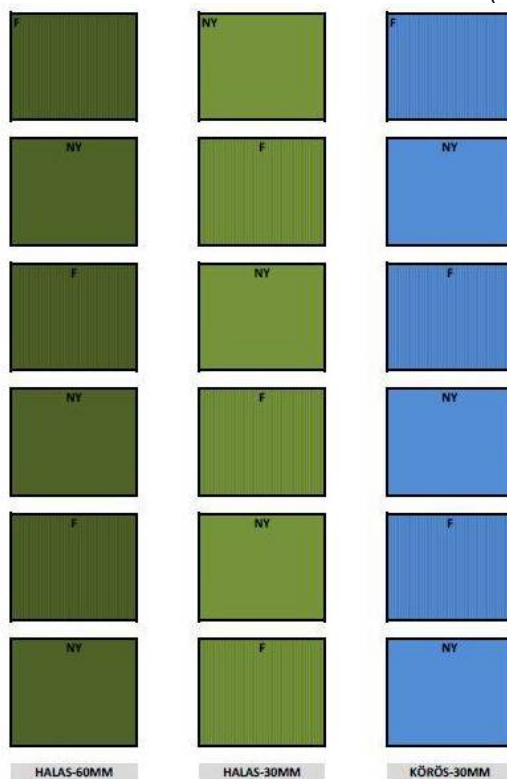
A kísérleti terület genetikus talajszintjeinek talajtani vizsgálata során megvizsgáltuk a talajminták legfontosabb jellemzőit (Buzás, 1988): kémhatás (pH(KCl), pH(H₂O)), Arany-féle kötöttségi szám (KA); vízdoldható összes só (Össz só %); humusztartalom (Humusz %); szóda tartalom (%); mész tartalom (CaCO₃ %), illetve a talajszintek színét.

A felsőbb szinteken a talaj semleges kémhatású, de 79 cm mélység után az alsó két talajszintben (BC2, C) 8,2-nél nagyobb kémhatást mértünk a vizes eljárással, ami már gyengén lúgos kémhatást jelent (2. táblázat). A talaj mésztartalmát tekintve közepesen meszes kategóriába sorolható, míg a legalsó szint (C szint) mindösszesen 2,8 %-os mésztartalommal gyengén meszesnek tekinthető. A fizikai talajféleség meghatározásában az Arany-féle kötöttség alapján az A szint nehézagyag, a B és az AB szintek agyag, míg az alsó szintek (BC1, BC2 és C) agyagos vályog kategóriába sorolhatóak. A humusztartalom a talajok szervesanyag-tartalmának jellemzésére szolgál. Meghatározása a szerves anyagok oxidálhatóságán alapul. A talajszintek fizikai összetételével összefüggésben (erősen kötött réti öntéstalaj) a feltalaj közepes humuszellátottságú, míg az alsóbb szintekben alacsonyabb humusz százalékot mértünk.

Genetikus talajszintek	Mélység	pH		CaCO ₃	Szóda tartalom	Humusz	Össz. só	K _A	A talajminta színe a MUNSELL Soil Color Charts alapján	
		vizes	KCL							
	cm	pH	pH	%	%	%	%			
Szarvas 0153-21 hrsz. kísérlet									kód	szín
A	0-16	7,43	7,14	7,20	—	2,96	—	62	2,5Y 5/3	világos oliva barna
B	17-22	7,74	7,16	—	nyomokban tartalmaz	1,65	—	53	2,5Y 5/2	szürkésbarna
AB	23-45	8,01	7,42	5,20	nyomokban tartalmaz	1,44	—	58	2,5Y 5/3	világos oliva barna
BC1	47-78	8,04	7,09	—	nyomokban tartalmaz	1,12	—	48	2,5Y 5/3	világos oliva barna
BC2	79-115	8,33	7,06	—	—	0,72	—	45	2,5Y 5/4	világos oliva barna
C	116-	8,44	7,33	2,80	nyomokban tartalmaz	0,41	—	48	2,5Y 6/4	világos sárgás barna

2. táblázat: A vizsgált terület fontosabb talajtani adatai (Szarvas, 2017)

A legkisebb szabadföldi, öntözött ültetvényen 18 darab, 13x10,5 méter méretű parcella került kialakításra, összesen 0,3 ha-on 2013-ban (2. ábra). A parcellák véletlen blokk elhelyezésűek, amelyeken két növényfajjal, három kezeléssel és három ismétléssel folynak vizsgálatok. A nyárklón NAIK ERTI sárvári kísérleti állomásán, Kopecky Ferenc által létrehozott államilag elismert, mesterséges hibrid (*Populus ×euramericana* cv.Kopecky), míg a fűz szintén a NAIK ERTI által szelektált klón (82-es kódjelű).



2. ábra: A NAIK ÖVKI területén beállított szabadföldi kísérlet vázrajza

A kísérletek kezeléseiben két vízminőséget és három öntözési dózist alkalmaztunk. A két kezelésben kétheti öntözési fordulóban kijuttatott intenzív halnevelő telepről származó elfolyó víz hatását vizsgáltuk. Az öntözővíz adagja 60 és 30 mm, jelölésük H2 és H1. A harmadik kezelés (öntözött kontroll) a kísérleti terület közvetlen közelében található Bikazugi-holtág (Körös) vizének öntözésével történt, 30 mm-es öntözővíz adaggal, jelölése Körös. A holtág vízminősége, a 90/2008. (VII.18) FVM rendeletben valamennyi vízminőségre vonatkozó mutató alapján öntözésre kiválónak minősíthető és valamennyi talajtípuson alkalmazható. Az elfolyóvíz öntözésre való alkalmazását a magas nátrium, hidrogén-karbonát és összes oldott sótartalom korlátozza (3. táblázat). Az ültetvényre a telepítési évében és a második évben csévélődobos öntözőberendezéssel történt vízkijuttatás (az alacsonyabb növényi magasság miatt), majd a harmadik évben, 2015-ben áttértünk a csepegtető öntözésre.

Vizsgált paraméter	Elfolyóvíz	Körös
Víz hőmérséklet (laboratóriumi) °C	20,2	18,4
pH (laboratóriumi)	7,81	7,62
Fajlagos elektromos vezetőképesség (20 °C) (µS/cm)	906	532
m-Lúgosság (mmol/dm ³)	10	4,32
Klorid (mg/l)	27,3	30,8
Összes oldott anyag (mg/l)	786	410
Hidrogénkarbonát (mg/l)	610	263
Kalcium (mg/l)	28	46,2
Kálium (mg/l)	5,64	5,42
Magnézium (mg/l)	9,7	12,9
Nátrium (mg/l)	170	54,8

3. táblázat: A kísérletek során alkalmazott öntözővizek minőségi paraméterei (NAIK ÖVKI KAK laboratórium)

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

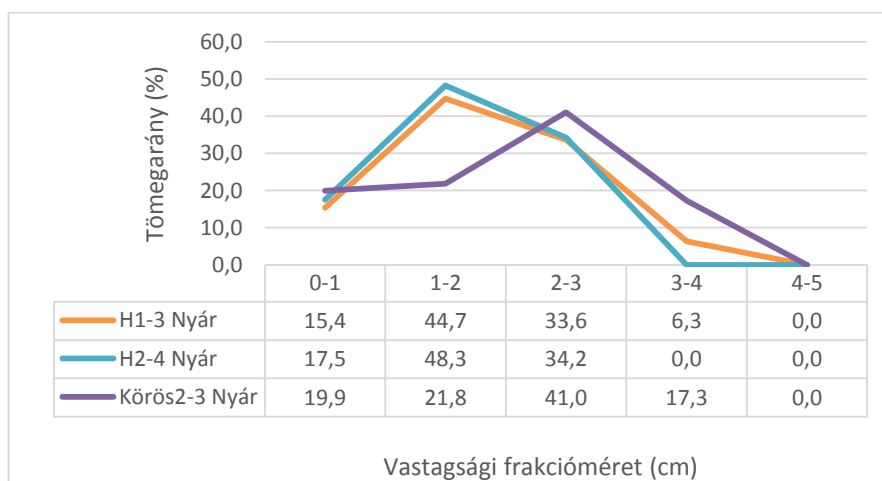
Minden fajtából és minden kezelésből kiválasztottunk egy kiváló növekedésű, egy gyenge növekedésű és egy átlagos növekedésű mintafát, melyeken elvégeztük a dendrometriai méréseket (4. táblázat). Mindkét fajfajt tekintve a természetes eredetű Körös-vízzel kezelt parcellákon mért átlagsúly kevesebb, a tápanyagdús mezőgazdasági eredetű elfolyóvízhez képest. A legnagyobb tömeget a nyár esetében egyszeres halas víz kijuttatásnál mértük (4,22kg). Az átlagos magasság és az átlagos tőátmérő esetében is a legnagyobb értékeket a H1-3 Nyár parcellákban mértük. A legnagyobb hajtás hossz minden kezelés esetében meghaladta az 5 m hosszúságot. A tőenkénti átlagos hajtásszám és az átlagos tőátmérő összefüggése alapján megállapítható, hogy a

kevesebb darabszám mellett vastagabb hajtásokat mérünk. Minél több hajtást számoltunk, annál kevesebb átlagos töátméretet mértünk.

Vizsgált paraméterek	H1-3 Nyár	H1-4 Fűz	H2-3 Fűz	H2-4 Nyár	Körös2-3 Nyár	Körös2-4 Fűz
Átlag tömeg (kg):	4,22	3,32	3,95	3,48	3,42	2,82
Átlagos magasság (m):	3,20	2,41	2,96	2,82	2,41	2,49
Átlagos átmérő (mm):	18,82	11,86	15,47	16,34	14,64	13,83
Tövenkénti átlagos hajtásszám (db):	8,33	15,00	13,00	12,00	12,00	11,33
Legnagyobb hajtás hossza (m):	5,82	4,97	5,36	5,76	5,34	5,64
Legnagyobb hajtás átmérő (mm):	47,60	37,80	40,90	45,30	42,70	44,10

4. táblázat: Növekedési vizsgálat eredményei (Szarvas, 2016)

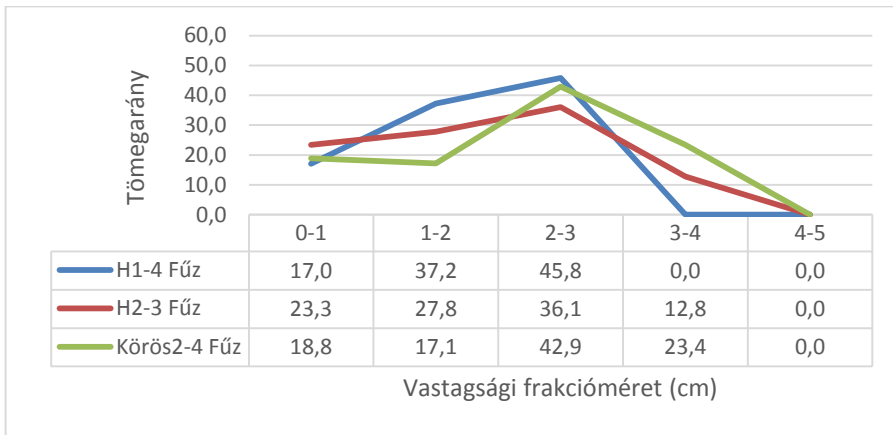
Az egyedek parcellánkénti átlagos nedvességtartalmának meghatározása céljából kezelésként, illetve fajtánként (nemesnyár, fehérfűz) vett famintákat a NAIK ERTI Püspökladányi Kísérleti Állomásának laboratóriumába szállítottuk, ahol azokat vastagsági frakciókra bontottuk (Rásó, 2014). Az egyes centiméterenkénti szétdarabolt hajtások tömegét lemértük, majd az így szeparált famintákat szárítószekrényben 105 C°-on súlyállandóságig szárítottuk. Az alábbi ábrákon (4. és 5. ábra) a nemesnyáras és a fehérfűz méret szerint elkülönített részeinek a tömegarányát ábrázoltuk %-ban kifejezve.



3. ábra: Nemesnyár föld feletti biomassza vizsgálata (Szarvas, 2016)

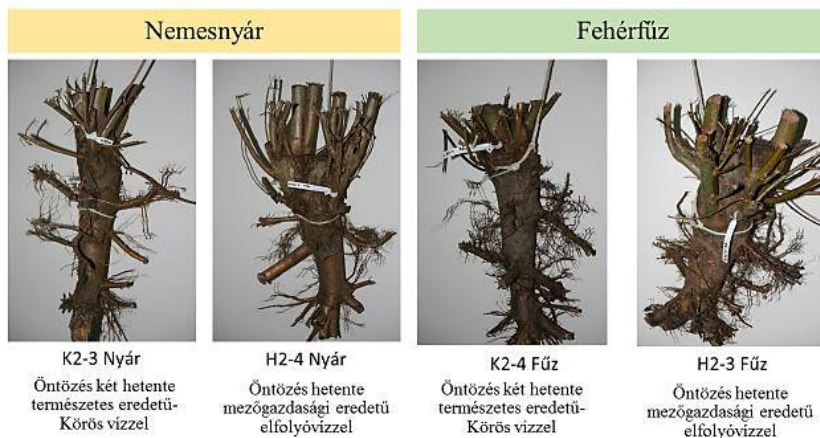
Azt tapasztaltuk, hogy a tápanyag nélküli öntözővíznél nagyobb a vastagabb frakciók aránya, mint a magas tápanyag tartalmú elfolyó vízzel öntözötteknél. A legnagyobb

százalékot mindkét fajta esetében az 1-2 cm-2-3 cm vastagságú vékonyabb frakciónál mértük.



4. ábra: Fehérfűz föld feletti biomassza vizsgálata (Szarvas, 2016)

Az átlagos mintafák teljes egészükben begyűjtésre kerültek. A föld feletti rész vastagsági frakciónkénti különválasztása után a földalatti részeken gyökérmorfológiai vizsgálatokat végeztünk. A gyökérmintákat a laboratóriumi vizsgálatok előtt beáztattuk, majd lemostuk. Az így előkészített mintákat szárítószekrényben 105 C°-on súlyállandóságig szárítottuk. A gyökérszerkezetet frakciókra bontottuk; hajszálgökér, mellékgökér, főgökér, illetve a gyöktörzs részekre. Az így elkülönített mintákat továbbküldtük a sárvári laboratóriumba, teljes növényi elemvizsgálatra.



5. ábra: Gyökérmorfológiai vizsgálat eredménye (Szarvas, 2016)

A különböző öntözési kezelés által növekedett gyökér képeit a 7. ábra mutatja be. A természetes eredetű Körös-vízzel kezelt területen vett fűz mintát, erőteljes főgyökér jellemzi, elágazás 40 cm-nél kezdődik. Határozott vertikális irányú növekedés, enyhén eltér a függőlegetől. A felső 20 cm-ben néhány vékony, illetve hajszálgyökér. Ezek 45°-os irányúak. Az alsó 15 cm-ben néhány közepes vastagságú gyökér, horizontális irányú, enyhén lefelé tartó. A gyökér fő tömege 40 cm. Az afrikai harcsanevelő telepről, azaz mezőgazdasági eredetű elfolyóvízzel hetente öntözött parcellából vett fűz gyökér, a talprügyek mélységében erőteljesen elágazó. Horizontális irányú vastag. 25 cm a fő gyökértömeg. Számos horizontális irányú közepes vastagságú gyökér, melyekből sok hajszálgyökér ágazik el, illetve magából a fő gyökértestből is számos hajszálgyökér nőtt ki. A talprügyekből kiinduló vastagabb gyökérhajtások főleg horizontális irányúak. Kevés vertikális irányú gyökérhajtás található. A nemesnyár minták esetében a Körös vízzel kezelt területen, jellemző a határozott erős főgyökér, vastag oldalgyökér a talprügyekből, a növekedési irány határozottan vertikális irányú. A főgyökér 25 cm-nél elágazik. A horizontális gyökérszálak ritkák, a felső 25 cm-ben kevés oldalgyökér, vékonyak. A felső 10 cm-ben néhány vertikális irányú oldalgyökér, kevés számú hajszálgyökérral jellemezhető. Ezzel szemben a mezőgazdasági eredetű elfolyóvízzel kezelt területen vett gyökérminta fő tömege 25 cm mélyen található. A talprügyekből és a fő gyökértömegeből is számos vastag, határozottan vertikális irányú gyökérhajtás ágazik el. Néhány közepes vastagságú gyökérhajtás egészen a talajfelszínhez közel. A hajszálgyökerek fő tömege is itt található. Kevés vertikális irányú gyökérhajtás jellemzi.

KÖVETKEZTETÉS

A hazai mezőgazdasági termelés egyik legnagyobb kockázatát a megváltozó klímafeltételeknek való kitettsége adja. A rendszerváltást megelőző időszakban csaknem 400 ezer hektár volt az öntözhető terület nagysága, amely napjainkra már 100 ezer hektár alá csökkent, ami kevesebb, mint a teljes szántóterület 3 %-a. Ezzel az aránnyal az Európai Unió országai között a leghátsó sorban kullogunk. Az elkövetkező évek agrárfejlesztéseinek középpontjában kell lennie a mezőgazdasági vízgazdálkodás, azon belül az öntözés fejlesztésének, ha az ágazat klímakitettségét csökkenteni, a kibocsátást pedig növelni szeretnénk. A mezőgazdaságban számos olyan vízigenyes tevékenység működik, amely a felhasznált víz másodlagos felhasználását is lehetővé teszi. Ennek egyik módja a fentiekben vázolt energetikai célú ültetvények öntözése, amely a nedvesség ellátáson túl, tápanyaggal is ellátja a növényeket. Az energetikai ültetvények termesztése több gyakorlati hasznot is jelenthet, ugyanis a kedvezőtlen adottságú területek számára öntözéssel kombinálva hosszú távon stabilizálja a mezőgazdasági termelést.

Célkitűzésünk egy környezetbarát természetstechnológia kidolgozása, amely felhasználja a mezőgazdasági eredetű tápanyagban gazdag használt vizeket öntözési célra. A víz mezőgazdasági területeken való visszatartásával mentesíthetjük a felszíni befogadókat a tápanyag feldúsulástól és egyben újrahasznosítjuk azt

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával valósulhatott meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Barkóczy Zs. – Csernyi R.- Ivelics R. (2007): Energetikai faültetvények tervezése és kivielezése. Kézirat. Sopron.
- Birkás, M. – Stingli, A. – Farkas, CS. – Bottlik, L. (2009): Összefüggés a művelés eredetű tömörödés és a klímakárok között. *Növénytermelés* 58. 3. 5-26.
- Buzás I. (1988): Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Dimitriou I. – Pär Aronsson (2003): Nitrogen leaching from short- rotation willow coppice after intensive irrigation with wastewater. *Biomass and Bioenergy* 26 (2004) 433-441. pp.
- Dobó E., Fekete-Farkas M., Kumar Singh M, Szűcs, I. (2006): Ecological-economic analysis of climate change of food system and agricultural vulnerability: a brief overview. *Cereal Res. Commun.* 34.1: 777-781.
- Gyuricza Cs., Hegyesi J., Kolheib N. (2011): Rövid vágásfordulójú fűz (*Salix* sp.) energiaültetvény termesztésének tapasztalatai és életciklus-elemzésének eredményei *Növénytermelés* 60. 2. 45-65
- Gyuricza, Cs. (2007): Cultivating woody energy crops for energetic purposes. *Biowaste.* 2. 4. 25-32
- Hangs R.D., Schoenau J.J, Van Rees K.C.J. and Steppuhn H. (2011): Examining the salt tolerance of willow (*Salix* spp.) bioenergy species for use on salt affected agricultural lands. *Canadian Journal of Plant Science.* 91:509-517.
- Murer, H., Werner, A., Reshkin, S., Wuarin, F., Biber, J. (1991): Cellular mechanisms in proximal tubular reabsorption of inorganic phosphate. *American Journal of Physiology* 260, C885–889.
- Qadir M.- Oster J. D.(2003): Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. *Science of the Total Environment* 323 (2004) 1-19. pp.
- Rásó J., Csiha I., Keserű ZS., Kamandiné Végh. Á., Kovács CS., Rédei K. (2014): Nemesnyár- és fehér fűz dugványok fejlődése öntözött ültetvényben. Szakmai konferencia „Az alföldi erdészeti kutatások aktuális témaköreiről”. Püspökladány 2014. augusztus 13.
- Steppuhn, H., Kort, J., Wall, K.G. (2008): First year growth response of selected hybrid poplar cuttings to root-zone salinity. *Canadian Journal of Plant Science,* 88, 473-483. pp.
- Tamás R. (1997): A felszabaduló mezőgazdasági területek racionális hasznosítási lehetőségei. Kézirat. Sopron.
- Toze S. (2005): Reuse of effluent water – benefits and risks. *Agricultural Water Management* 80 (2006) 147-159. pp.

Zalesny A.J., Zalesny R.S., Wiese A.H., Sexton B. Hall R.B.(2008): Sodium and chloride accumulation in leaf, woody, and root tissue of Populus after irrigation with landfill leachate. Environmental Pollution..155:72-80.

Internetes források:

<http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/396246/>

4. International Energy Agency, 2015. Letöltve 2015.04.05-én:

http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf

5. https://www.worldweatheronline.com/v2/weather-averages.aspx?locid=970015&root_id=954533&wc=local_weather&map=~/szarvas-weather-averages/bekes/hu.aspx