

Nemzetközi talajjavítási stratégiák

Szerző: Bodor Gabriella Katalin / MATE-GSZDI, PhD hallgató, Phylazonit Kft. talajbaktérium tanácsadó, bodor.gabriella@phylazonit.hu

„Egy problémát nem lehet ugyanazzal a gondolkodásmóddal megoldani, amivel azt létrehoztuk.”
(Albert Einstein)

BEVEZETÉS

Amint azt Johan Rockström és szerzőtársainak 2009-ben megjelent a Bolygónk határai – az emberi tevékenység biztonságos keretei című tanulmányából is érzékelhetjük, a talaj állapot a neuralgikus pont a környezeti fenntarthatóság szempontjából. A 11 pontban meghatározott tényezők között a 4. helyen áll a nitrogén- és foszfor-ciklus felborulása, a 6. helyen pedig a földhasználat megváltozása, mindkettő szoros összefüggésben van a termőtalajjal.

Bolygónk jelentős részén alapvető probléma a talaj termékenységének csökkenése. Ez azt jelenti, hogy a talaj humusztartalma csökken, a talajélet megszűnik, a talaj szerkezete degradálódik. Az éghajlatváltozás és a csökkenő csapadékmennyiség elsivatagosodáshoz vezet. Kedvezőtlen talajviszonyok mellett nem lehet elegendő mennyiségű és minőségű élelmiszert megtermelni, ami társadalmi feszültségekhez vezet. Az elsivatagosodással leginkább érintett térségekben nemzetközi összefogással pozitív változásokat hozó projekteket valósítanak meg, melyek hatása túlmutat az ökológiai hatásokon. A cikkben három eltérő megoldást alkalmazó programot mutatok be, illetve rövid kitekintést adok a magyarországi stratégiáról.

NAGY ZÖLD FAL – GREAT GREEN WALL, AFRIKA

Az afrikai kontinensen évtizedek óta küzdenek azzal a problémával, hogy Szahara egyre nagyobb területet foglal el évről évre a Száhel-övezetben. A csapadék mennyiségének csökkenése mellett a rossz agrotechnika és a gyors népességnövekedés is hozzájárult a probléma kialakulásához. Már az 1970-es években felmerült a Nagy Zöld Fal ötlete, de a konkrét megvalósítás csak 2007-ben kezdődött el. A Nagy Zöld Fal eredetileg egy Szenegáltól Dzsibutiig tartó 8000 km hosszú, és 15 km széles erdősávot foglalt magába, a megvalósítást pedig az Afrikai Unió koordinálja. A kezdetekben a programban 11 ország vett részt, mára a résztvevő országok száma 21-re növekedett.

Az eredeti elképzelés szerint az erdősítésnek 2020-ra be kellett volna fejeződnie, azonban elsősorban a hozzáértés hiánya és a csemeték gondozásának elmaradása miatt az eltelepített növények jelentős hányada kipusztult. Maga az erdősítés sem az elvárt ütemben zajlott. A legnagyobb mértékben Szenegálban sikerült erdősíteni, ott 10 millió hektáron telepítettek szárazságtűrő facsemetéket, de Etiópia, Csád és Burkina Faso is nagy erőfeszítéseket tett a projekt megvalósítása érdekében, de így is csak a tervek 4%-a valósult meg 2020-ra. Azokon a területeken volt igazán sikeres a program, ahol a helyi lakosság is érdekeltté vált a megvalósításban, egyúttal a helyben már jól ismert, bevált technológiákat alkalmazták (Sas, E. 2015). Egyik ilyen módszer a Burkina Fasóban alkalmazott Zaï, melynek lényege, hogy keskeny és mély gödröket ásnak, az aljukra komposztot tesznek, így a koncentrált nedvesség és tápanyag hatására az elültetett fák nagyobb biztonsággal maradnak meg (Novák, Zs. 2021).

Mára világossá vált, hogy nem egy összefüggő erdősáv telepítésével orvosolhatók a Száhel-övezetet sújtó ökológiai problémák, sokkal inkább kisebb szigetzerű facsoportokkal tarkított füves sáv megvalósítása a célravezető. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a kisebb facsoportok esetén is mérhetően változik a mikroklíma, a fák transzspirációjának következtében a napi hőingás mérséklődik, a településekre szálló por mennyisége csökken. A fák gyökérzete, a fák levelének komposztálása a talaj szervesanyag-tartalmát növeli, egyúttal a talaj termékenységének javulásához vezet. A szárazságtűrő akáciafajok (Acacia senegal) gumiarábikumot termelnek, mely értékesítésével a helyi közösségek bevételei nőnek. A mozaikos tájszerkezet élőhelyet teremt a korábban ott élő fajok sokaságának (Biedermann, Zs. 2015).

A Nagy Zöld Fal projekt deklarált célja, hogy 2030-ig 10 millió vidéki munkahelyet hozzanak létre, 250 millió tonna CO₂-t kössenek meg, valamint 100 millió hektár drasztikusan leromlott vagy kedvezőtlen adottságú termőföld állapotán javítsanak. A célok megvalósítását nagymértékben segíti, hogy

a 2021-ben Párizsban megrendezett One Planet konferencián bejelentették, hogy a résztvevő államok a Világbankon keresztül több mint 14 milliárd dollárral támogatják a projektet. Az anyagi támogatáson kívül a megvalósulás másik kulcsa a helyi lakosság bevonása és érdekeltté tétele a gazdasági és ökológiai előnyök megtapasztalása révén.

SAHARA FOREST PROJECT, JORDÁNIA

Jordánia területének nagy részén sivataggal találkozhatunk. A ma sivatagnak tekintett területek korábban döntően növényzettel borítottak voltak. Több mint 2000 évvel ezelőtt Julius Caesar hadserege meghódította a Szaharától északra fekvő afrikai területek nagy részét, és az erdőket szántóföldre változtatta. A Közel-Kelet és Észak-Afrika mintegy 200 éven át Róma teljes gabonakészletének mintegy kétharmadát adta. Ez erdőirtáshoz, a talaj sótartalmának növekedéséhez és az ásványi anyagok, a talajszerkezet és a talajélet elvesztéséhez vezetett (www.saharaforestproject.com).

2010-ben a jordán király kezdeményezésére a norvég állam támogatásával indult el egy különleges projekt Akabában. A program célja, hogy sós tengervíz és megújuló energia (napenergia) felhasználásával a sivatagi földterületeket újra termékkennyé tegyék és költséghatékony módszerekkel zöltséget termesszenek rajtuk. Hosszas előkészületek, megvalósíthatósági tanulmányok és egy katarai tesztüzem után 2016-ban megkezdődött az építkezés.

Az akabai repülőtértől délre elterülő különleges gazdasági övezetben épültek meg a projekt alapját képező üvegházak, ahová mintegy 4,5 km hosszú vezetéken érkezi a tengervíz.

A beruházás elemei következők:

- **Sós vízzel hűtött üvegházak** – olyan üvegházak, amelyek sós vizet használnak a megfelelő természeti feltételek biztosítására, így lehetővé téve értékes zöltségnövények egész éves termesztését még sivatagi körülmények között is. A párolgattalással megvalósított hűtés

1. ábra: A Száhel-övezeten keresztül húzódó Zöld Fal [forrás: greatgreenwall.org]



és tengervízzel történő párasítás nyomán a növények vízigénye minimálisra csökkenthető, a terméshozam pedig minimális szén-dioxid-kibocsátás mellett maximalizálható.

- **Napenergia hasznosítása villamos energia- és hőtermelésre** – a napenergia felhasználása hőtermelésre, amelyből gőz keletkezik, amely egy gőzturbinát, az pedig egy generátort hajt meg villamosenergia-termelés céljából.
- **Technológiák a növényzet újratelepítéséhez** – a száraz környezetben a külső növényzet létrehozására szolgáló gyakorlatok és technológiák gyűjteménye.

Az üvegházak mellett, hogy zöldségek termesztését teszik lehetővé, kapcsolt vállalkozások számára is fejlődési lehetőséget kínálnak. A sótalánítás, az algatenyésztés vagy akár a napelemek gyártása, napenergia hasznosítása mind-mind a helyi vállalkozások megélhetését biztosítják. Kifejezett cél, hogy magasan képzett és kevésbé edukált munkavállalókat egyaránt foglalkoztassanak. Rendkívül lényeges elvárás, hogy minden tevékenység minimalizálja a hulladéktermelést.

Kiemelt célja a projektnek, hogy női mérnököket képezzenek, akik az innovatív és fenntartható agrártechnológia és élelmiszertermelés területén kívánnak dolgozni. A képzési program az ő kompetenciáik fejlesztésére irányul.

A rendszer az élelmiszer, az energia és só előállításán túlmenően globális éghajlati előnyöket is biztosít, hiszen a létesítmény a növényekben és a talajban megkötö a CO₂-t, továbbá a sivatagi területek újratelepítésével visszaszorítja az elsivatagosodás gyorsuló folyamatát. A telepített növények gyökérzete hozzájárul a talaj szervesanyag-tartalmának növekedéséhez, a kedvező mikroklimatikus viszonyok kialakításához.

TALAJJAVÍTÁS BIOSZÉNNEL ÉS CIANOBAKTÉRIUMMAL, AUSZTRÁLIA

Ausztráliában a bozóttüzek következtében fellépő erózió és defláció miatt erőteljesen degradálódott a talaj, a termőréteg súlyosan károsodott. Az Ausztrál Tudományos Akadémia szerint mintegy 18 millió hektár károsodott.

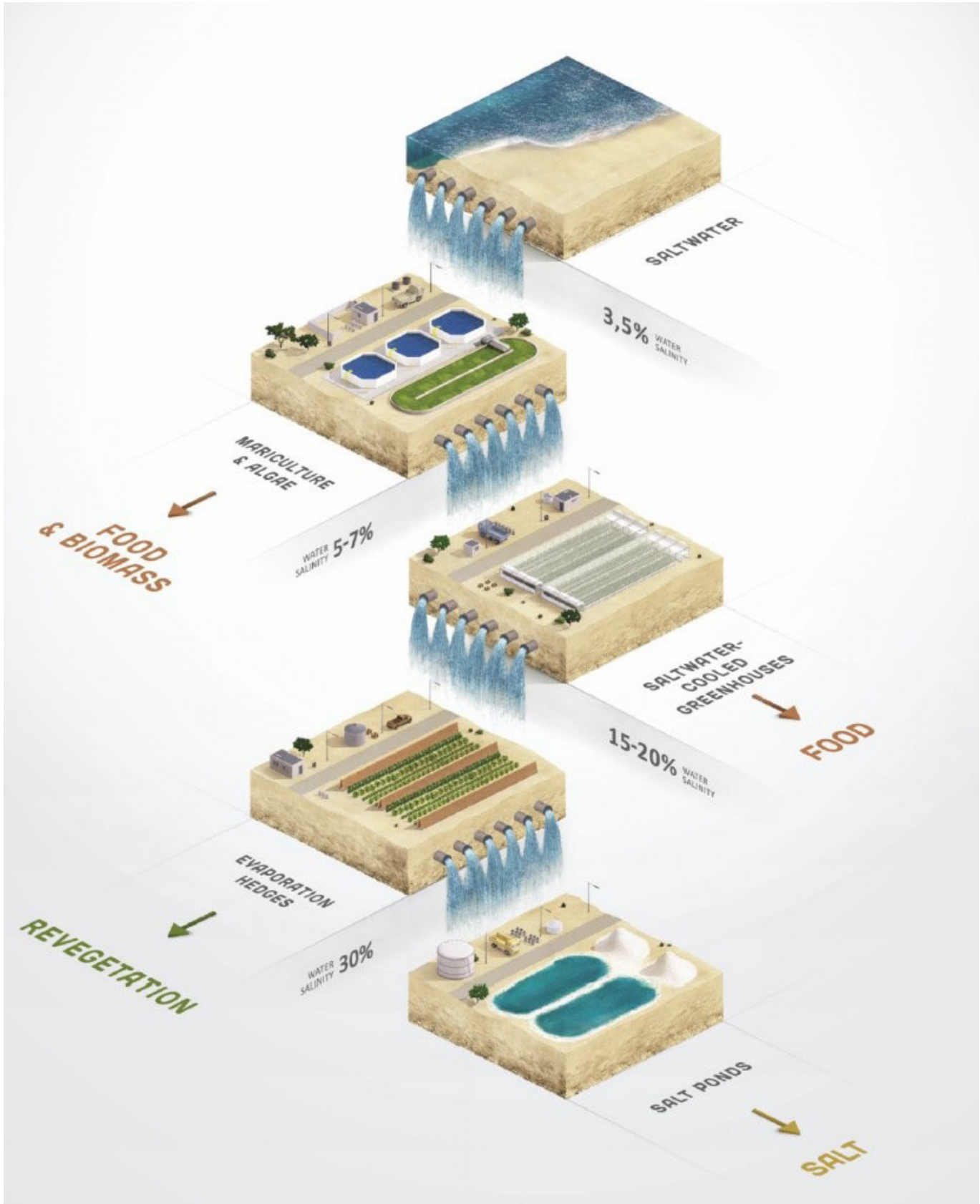
Korábban az Európai Unióban folytak kutatások a bioszén talajra gyakorolt hatásaival kapcsolatban, azonban nem elég széleskörűen. A bioszén alkalmazása szántóföldi körülmények között még nem elég elterjedt, ezért ausztrál kutatók a bioszén alkalmazásának összes szegmensét igyekeznek feltárni.

A bioszén a biomassza oxigénmentes vagy oxigénszegény környezetben pirolízissel történt bomlása során keletkezett szénben gazdag anyag (Lehmann és Joseph 2009). Az anyag előállításának célja a szén talajban történő hosszú távú megkötése, a talaj biológiai, kémiai és fizikai tulajdonságainak javítása. Az ötletet az Amazóniában elterjedt rendkívül termékeny feketeföld (terra peta) inspirálta. Mivel Ausztráliában évente több mint másfél millió tonna zöldhulladék keletkezik, ennek felhasználása kézenfekvőnek tűnik a talaj javítása céljából.

A bioszén mezőgazdasági területen történő alkalmazása hosszasan gyakorlati kutatásokat igényel. Egyértelműen kimondható, hogy a talaj szén-nitrogén arányát javítja, megkötö a légköri CO₂-t, növeli a talaj termékenységét. A kutatások azonban néhány negatív hatásra is rávilágítottak.

2. ábra: A Sahara Forest Project működési sémája

[az ábrán található kifejezések fordítása: water salinity: víz sótartalma; mariculture and algae: tengeri akvakultúra és algák; food and biomass: élelmiszer és biomassza; saltwater-cooled greenhouses: sós vízzel hűtött üvegházak; food: élelmiszer; evaporation hedges: párolgató sövények; revegetation: növényzet újratelepítése; salt ponds: sós tavak; salt: só] [forrás: saharaforestproject.com]



Ilyen például, hogy minden talajtípus esetében elemezni kell, hogy a talajba bedolgozott bioszén az adott talajra milyen hatást gyakorol. A bioszén csökkenti a gyomirtó és növényvédők szerek hatékonyságát, ez kedvezőtlenül befolyásolja a gazdálkodás költségeit (Toth és mtsai. 1981, Yang és mtsai. 2006, Graber és mtsai. 2012). Mivel zöldhulladék vagy szennyvíz pirolízisével tervezik az előállítását, további problémákat vet fel, hogy a bioszénben ökotoxikus anyagok is lehetnek (nehézfémek, szermaradványok), melyeket a kijuttatás előtt vizsgálni kell.

Az ausztrál kutatók szerint a bioszén talajjavítás során, illetve szántóföldi körülmények között történő alkalmazása nagy potenciált rejt magában akár a műtrágyázás kiváltása terén is, azonban a szabályozási környezetet egyértelműen ki kell alakítani (Syngh, B. és mtsai. 2014).

Ausztráliában Kirsten Heimann régóta folytat kutatásokat cianobaktériumokkal (más néven kékmoszatokkal, kéalgákkal) továbbá felismerte, hogy a talajok állapota egyre kedvezőtlenebb irányba változik, ami az élelmiszertermelés biztonságát veszélyezteti. Jelenlegi kutatása során a gyorsan növekvő *Tolypothrix* fajokat vizsgálja, melyeknek nagyon erős teljes légköri nitrogént megkötő képessége. Az algából előállított trágyával ki lehetne váltani a nitrogénműtrágyák használatát. A nyugat-auztráliai termőterületek talajszerkezete erőteljesen leromlott, és a kutatók szerint műtrágyák alkalmazásával a termékenységen már nem lehet javítani. Ez az oka annak, hogy az algaalapú trágyák kifejlesztése felé fordultak, mivel a talajszerkezet és talajélet helyreállítására is

törekedni kell. Mivel a kékmoszatok termelése akár szennyvízben is lehetséges, az algaalapú trágya előállítási költsége is viszonylag alacsony.

MAGYARORSZÁGI GYAKORLAT

Magyarországon a korábban elterjedt nagyüzemi gazdálkodás, felelőtlen műtrágyahasználat hatására a talajok leromlottak. Ezt tovább súlyosítja az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó kedvezőtlen csapadékeloszlás. A jelenlegi agrártámogatási rendszer az úgynevezett zöldítésen keresztül próbálja a gazdák figyelmét ráirányítani a talajtakarás fontosságára, valamint a szerves anyagok talajba történő visszaforgatására. A forgatás (szántás) nélküli talajművelés számottevően kezd elterjedni, hiszen tapasztalható, hogy a szántott területek jóval kitettebbek a hirtelen lezúduló nagy csapadékmennyiség okozta lemosódásnak, illetve a hosszabb száraz periódusoknak.

A forgatás nélküli talajművelés elterjedése, illetve talajbaktériumok, talajkondicionáló készítmények alkalmazása az első lépés a megfelelő talajszerkezet kialakítása felé. Az egymást követő aszályos évek újra rávilágítottak a vízmegtartás fontosságára, az öntözés jelentőségére, illetve a megfelelő agrotechnológia alkalmazására. Magyarországon a gazdák képzésére is figyelmet fordítanak, például a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara mellett a talajjavítást segítő készítményeket forgalmazó cégek is rendszeresen szerveznek szakmai ismeretterjesztő rendezvényeket.

O'Byrne, David, Altaaf Mechiche-Alami, Anna Tengberg, és Lennart Olsson. „**The Social Impacts of Sustainable Land Management in Great Green Wall Countries: An Evaluative Framework Based on the Capability Approach**”. Land 11, sz. 3 (2022): 352.

Rékási Márk, és Uzinger Nikolett. „**A bioszén felhasználásának lehetőségei a talaj tápanyag-utánpótlásában – Szemle**”. Agro-kémia és Talajtan 64, sz. 1 (2015. június): 239–56. <https://akjournals.com/view/journals/0088/64/1/article-p239.xml>

Sarkadi P. „**Megnyílt a világ legnagyobb vertikális farmja**” <https://greenfo.hu/hir/megnyilt-a-vilag-legnagyobb-vertikalis-farmja/>, 2022.

Singh, B., Lynne M. Macdonald, Rai S. Kookana, Lukas van Zwieten, Greg Butler, Stephen Joseph, Anthony Weatherley, Bhawana B. Kaudal, Andrew ReganH, Julie CattleI, Feike Dijkstra, Mark BoersmaJ, Stephen Kimber, Alexander Keith, and Maryam Esfandbod. „**Opportunities and constraints for biochar technology in Australian agriculture: looking beyond carbon sequestration**” Soil Research, 2014, 52, 739–750

KÖVETKEZTETÉSEK

Az egész világon problémát jelent a termőtalajok leromlása, a talajszerkezet károsodása, az elsivatagosodás. Minden földrészen más a kiváltó ok, és szerencsére a kutatók a területi adottságok bátor és fenntartható hasznosításával próbálják a kedvezőtlen hatásokat mérsékelni. Bár az egyes projektek rendkívül különbözőek, mégis közös a céljuk: egészséges talaj, egészséges mikroklíma kialakítása. A javuló talaj és mikroklíma a gazdaságra és a társadalomra is kedvezően hat.

A cikkben részletezett példák mellett még számos jó gyakorlat található nemzetközi szinten. Az egyik legérdekesebb, a Dubajban megnyílt Bustanica, mely a világ legnagyobb vertikális farmja (Sarkadi P. 2022). Csúcstechnológia, mesterséges intelligencia alkalmazása mellett 330 ezer négyzetméteren évente egymillió kilogramm vegyszermentes leveleszöldség termesztését tudják megvalósítani, évi 250 millió liter víz megtakarításával – valójában talaj nélkül. Egy másik példa, mely az elsivatagosodás megállítását szolgálja, egy Kínában alkalmazott ősi technika, a kínai földművesek a rizsszalmát ásóval négyzettrács mintában dolgozzák bele a homokba, ezzel állítják meg a sivatag továbbterjedését. Kína területének egynegyedét borítja sivatag, az elsivatagosodás elleni küzdelemben a kínai kormány az erdőtelepítést tartja a legfontosabbnak.

Mindezekon felül nagy jelentősége van a képzésnek és a kutatás-fejlesztésnek. Remélhetőleg a kitartó szemléletformálás hamarosan meghozza az eredményét, és a talajok újra egyre termékenyebbé, egészségesebbé válnak.

Tóth G. „**Anyaghasználatunk lett az első számú globális probléma**” Lépések, 2022, 27. évf. II. 4-10.

Velu, Ch., Samuel Cirés, Carlos Alvarez-Roa, Kirsten Heimann. „**First outdoor cultivation of the N2-fixing cyanobacterium Tolypothrix sp. in low-cost suspension and biofilm systems in tropical Australia**” Appl Phycol (2015) 27:1743–1753

„**A Nagy Zöld Fal – az elsivatagosodás védőgátja - AfrikaBlog**” <https://www.afrikablog.hu/a-nagy-zold-fal-az-elsivatagosodas-vedogatja>.

xForest. „**Mi az a Nagy Zöld Fal projekt? Hogyan formálhatja át Afrikát?**”, 2022. január 15. <https://xforest.hu/nagy-zold-fal/>.

<https://www.greatgreenwall.org>.

<https://www.saharaforestproject.com/>

https://news.cgtn.com/news/3d3d514f35497a-4d7a457a6333566d54/share_p.html

Irodalomjegyzék

Boëtsch, Gilles, Priscilla Duboz, Aliou Guissé, Jean-Luc Peiry, Deborah Goffner, Aa Niang, C. Diagne, Lamine Gueye, és Ps Sarr. „**Climate change and desertification in Africa: The Great Green Wall**”. In NULL. Novembre 2017-COP 23 (Bonn, du 6 au 17 novembre 2017, 2017.

Chan, K. Y., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, and S. Josep. „**Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment**” Australian Journal of Soil Research, 2007, 45, 629–634

David J. M. Hall, Richard W. Bell. „**Biochar and Compost Increase Crop Yields but the Effect is Short Term on Sandplain Soils of Western Australia**” Pedosphere 25(5): 720–728, 2015

Gadzama, Njidda Mamadu. „**Attenuation of the effects of desertification through sustainable development of Great Green Wall in the Sahel of Africa**”. World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 2017.

Ndeso-Atanga, A. „**Creating a forest landscape restoration movement in Africa: a call to heal planet Earth**”. Nature and Faune (FAO/UNEP) eng v. 32 (1), 2018.