

HAZAI AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK MITIGÁCIÓS ÉRTÉKELÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE

Szabó Orsolya, Feketéné Bakti Beatrix, Keserű Zsolt

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

KIVONAT

Az elmúlt években egyre nagyobb számban jelennek meg tanulmányok világszerte, melyek az agrárerdészeti rendszerek fontos szerepét ismerik el a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésében és a szénmegkötés elősegítésében. A rendszerek fa komponense szén juttat a talajba az alomhullás és a gyökérbomlás révén, így elmondható, hogy az agrárerdészeti rendszerek lényegesen nagyobb szénmegkötők, mint a hagyományos mezőgazdasági területek, szántók, legelők, vagy akár a faültetvények. A telepítési gyakorlatok, mint például az ültetés sűrűsége, a sortávolság vagy az ültetési elrendezés szintén befolyásolhatják a rendszerben megkötött szénét. Az agrárerdészeti tanulmányokban a szénmegkötés becslésére használt módszerek igen változatosak. Egységes módszertan hiányában nagy a következtetlenség a rendelkezésre álló adatkészletekben, valamint a becslések számos feltételezést tartalmaznak, amelyek közül néhány hibás. A közeljövőben egy egységes módszertan kidolgozására és megismertetésére törekszünk, mely alkalmazható a hazai viszonyokra és lehető legpontosabb becslést teszi lehetővé számunkra.

KULCSSZAVAK: *agrárerdészet, klímavédelem, mitigáció, szénforgalom*

BEVEZETÉS

Sok más ágazat mellett az agrárium is része a legkiszolgáltatottabbaknak az éghajlatváltozással szemben (Verchot et al., 2007). Az agrárkutatásokat az elmúlt évtizedekben hajtotta a törekvés a mezőgazdasági rendszerek termelékenységének és ellenálló képességének fokozatos növelésére (Kandji et al., 2006). A földhasznosításnak az erdőtelepítésen kívül egyébként számos olyan, kombinált formája is lehetséges, amelyben az erdő vagy a fasorok, facsoportok valamilyen más, pl. mezőgazdasági hasznosítású területtel együtt fordulnak elő. Ilyen például az agrárerdészet sokféle formája: a köztes művelés, a legelőerdők, a mezővédő erdősávok, stb. (Link 1.). Az agrárerdészeti rendszerek a létrehozott

szinergiáknak köszönhetően a fák, lágyszárú növények és/vagy állatok megfelelő kombinációja. Olyan fenntartható multifunkcionális rendszerek, amelyek gazdasági, szociokulturális és környezeti előnyök széles skáláját nyújthatják (Augère-Granier, 2020), így közvetett hatással lehet a szénmegkötésére is, mivel segít csökkenteni a természetes erdőkre nehezítő nyomást, amelyek a szárazföldi szén legnagyobb elnyelőjét jelentik (Montagnini & Nair, 2004). Társadalmi-gazdasági hatásuk jelentősége a vidéki lakosság megtartásában és új munkahelyek létrehozásában nyilvánul meg.

Az agrárerdészeti gazdálkodási gyakorlat hazánkban is komoly hagyományokkal rendelkezik, elterjedtségéről viszonylag kevés információ áll rendelkezésre. Magyarországon az utóbbi évtizedekben csupán a mezővédő erdősávok és a fás legelők hozzávetőleges felmérése történt meg. A hazai agrárerdészeti területek közel 95%-a állattartással kombinált rendszer, többségében fás legelő. A fennmaradó közel 2 000 ha területet elsősorban minőségi faanyag előállítását szolgáló köztestermesztési rendszerek teszik ki.

SZÉNMEGKÖTÉSI POTENCIÁL

Míg az agrárerdészet jelentős szerepet játszhat az üvegházhatást okozó gázok légköri felhalmozódásának mérséklésében, a szén megkötésében, szerepe van abban is, hogy segítse a kistermelőket az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban. A faalapú rendszerek nyilvánvaló előnye a termelés fenntarthatósága a nedvesebb és szárazabb években egyaránt, továbbá mérséklik a szél- és vízeróziót, növelik a víz beszivárgását és tárolását, valamint javítják a mikroklímát (Verchot et al., 2007; Mayer et al., 2022).

Az éghajlatváltozás mérséklése tekintetében az agrárerdészet kedvezőbb lehet más mezőgazdasági gyakorlatoknál, mivel hosszú távú perspektívája biztosítja a megkötött szerves szén állandóságát, továbbá a jelentős kibocsátások elkerülhetőek az általánosan magas termelékenység és multifunkcionalitás miatt. A több föld feletti és föld alatti réteget tartalmazó kombinált növénytermesztési rendszerek nagyobb hatékonyságot

eredményeznek a biomassza-termelés és a szénmegkötés tekintetében, mint a monokultúras rendszerek (Aertsens et al., 2012). Elmondható, hogy az agrárerdészet az egyik legígéretesebb negatív kibocsátású mezőgazdasági technológia és megfelelő szén-dioxid-gazdálkodási intézkedés, amelyet CO₂-tanúsítvánnyal lehet jutalmazni (Mayer et al., 2022).

Kutatási eredmények bizonyítják, hogy az agrárerdészetnek rendkívül jelentős és pozitív hatása van a talajban lévő szerves szén megkötésére és mennyiségi stabilitásának megőrzésére a mérsékelt égövben. Az átlagértékeket tekintve az agrárerdészeti területek 0-20 cm mélységben lévő szénmennyisége magasabb ($47,1 \pm 29,2$ t/ha), mint a kontrollparcellákon mért mennyiség ($40,1 \pm 24,2$ t/ha). A 20-40 cm-es talajmélységben szintén szignifikánsan magasabb értékeket mértek ($31,7 \pm 11,8$ t/ha), mint a kontroll parcellákon ($28,6 \pm 11,4$ t/ha).

Franciaországban az átlagos szénmegkötési arányt 0-30 cm mélységben 0,24 t/ha/év, Kanadában pedig 0,35 t/ha/év. Egy másik tanulmány szerint a föld feletti biomassza tekintetében a becslések 0,29 és 15,21 t C/ha/év között mozognak a és 30–300 t C/ha/év a talaj 1 méteres mélységében. Több faj vizsgálatára alapján a szénmegkötés aránya magasabb a lombhullató fajokkal rendelkező agrárerdészeti rendszerek esetében, mint a tűlevelű fajok esetében (Nair, 2011), mely szintén kedvező eredmény hazai viszonyaink tekintetében.

Szénmegkötés mérése az agrárerdészeti rendszerekben

Az agrárerdészeti rendszerekben a szénmegkötés becslésére használt módszerek igen változatosak, így a különböző irodalmakban nehezen találni azonos, következetesen alkalmazott technikákat és egyszerűen összehasonlítható eredményeket. Ezenkívül a becslések számos feltételezést tartalmaznak, amelyek közül néhány hibás. Súlyos dolog, hogy a biomasszában és a talajban lévő szén mennyiségét egyenlővé teszik a megkötött szénrel. A nagy léptékű globális modellek, amelyek a mintaterületekről végzett terepi mérések extrapolációján alapulnak, és amelyeket az erdészetben a szénmegkötési becslésekhez használnak, ezért valószínűleg a teljes szénkészlet súlyos alul-, vagy túlbecslését eredményezik.

Komoly kihívással nézünk szembe az agrárerdészeti rendszerekben a szén megkötésének becslésére tett erőfeszítéseink során. A legtöbb rendelkezésre álló jelentésben a becslések azt vizsgálják, hogy mennyi szén halmozódik fel vagy tárolható az agrárerdészeti rendszerek föld feletti és alatti részeiben különböző ökológiai és gazdálkodási körülmények között (Nair, 2011).

Föld feletti biomassa

A föld feletti biomassa mérésére a legrégebb, ellenben legidőigényesebb módszer az egyes fák, illetve köztes növények kivágása, aratása, majd ezek széntartalmának laboratóriumban való mérése és a kapott érték területarányosítása.

Azonban, ahogy egyre jobban megértjük az erdők szerepét a szénmegkötésében, úgy kutatók különféle allometrikus egyenleteket, modelleket dolgoztak ki a különböző erdőtípusokra. Ezek az egyenletek nagymértékben változnak az éghajlati övtől, a fafajtól, az életkortól, a fa sűrűségétől és más tényezőktől függően, valamint nagy pontatlanságokhoz is vezethetnek.

Egy másik problémához vezethet az is, hogy az agrárerdészetben alkalmazott fákat a kezelési gyakorlattól függően metszhetik, vagy eltérő növekedési formájuk alakulhat ki a nagyobb, „természetes” (erdei) sorköz távolságok miatt. Ezenkívül nincs két hasonló agrárerdészeti parcella: mindegyik egyedi lehet a növényösszetétel, az ültetési elrendezés és az állománysűrűség tekintetében. Így a biomassa-termelés meghatározása nagy kihívást jelent és nagyon megnehezíti az extrapolációt egyik rendszerről a másokra (Mosquera-Losada et al., 2011).

Talajok

A talajban megkötött szén mennyiségének becslésére a legelterjedtebb módszere talajelemzésen alapul, amelynek során meghatározzák egy talajminta széntartalmát, majd kifejezik hektáronként. A talaj szerves szén értékét (SOC) gyakran a teljes talajon mérik. Jelenleg számos tanulmány méri az szerves szén mértékét a hevítés során keletkező CO₂ mennyiségének számszerűsítésével. Más tanulmányok a minta súlyának változá-

sát mérik melegítés után, az alkalmazott hőmérséklet azonban változhat, így ez szabványosításra szorul a különböző vizsgálatok pontos összehasonlítása érdekében. Ezek a teljes talajon végzett szén mérések információt adnak a teljes koncentrációról, de más analitikai eljárásokra van szükség a tárolt szén formájának meghatározásához (Nair, 2011). A talajok szénmegkötésének részleteinek jobb megértése érdekében fontos figyelmet fordítani a különböző talajaggregátumok vizsgálatára is.

Föld alatti biomassa

A föld alatti biomassa jelentős szénkészletet rejt magában, azonban mérése igen nehézkes, így a gyökér-hajtás arányt általában a föld alatti élő biomassa becslésére használják. Az arányok jelentősen eltérnek a különböző fajok és az ökológiai régiók között (pl. magasabb hideg, mint meleg éghajlaton). Mért értékek hiányában sok kutató azt feltételezi, hogy a föld alatti biomassa a föld feletti biomassa meghatározott részét alkotja és az így feltételezett értékek 25% és 40% között mozognak olyan tényezőktől függően, mint a növény természete és gyökérrendszere, valamint az ökológiai feltételek, ez az általánosítás azonban sokszor alábecsléshez vezethet (Nair, 2011).

POTENCIÁLIS JÖVŐBENI KÍSÉRLETI TERÜLETEK

Földes

A mezővédő erdősávrendszer a Nagykun-Hajdúhát erdőgazdasági tájban a Földes 0234/13, 0234/14, 0234/15, 0234/16, 0234/17 hrsz.-ú területen található. Sík középmagas fekvésű, klímája kontinentális. A terület talaja sekély termőrétegű, változó vízgazdálkodású sztyeppesedő réti szolonyec talaj időszakosan túlnedvesedő területrészekkel. Az 1999-ben telepített erdősávrendszer rendelkezésre álló terület 5,1 ha. A sávok 8 sort tartalmaznak és fontos tulajdonságuk a rendkívüli fajgazdagság. A közbezárt területen a tulajdonos biogazdálkodást folytat olajtök, cukkini, tönkölybúza és bio-kukorica termelésével.



1.kép: A földesi mezővédő erdősávrendszer légifelvétele

Az alkalmazásra került fa és cserjefajok kiválasztásában döntő szerepet játszott azok méhészeti jelentősége. A megfelelő sávszerkezet kialakítása mellett így fontos szempont volt az egyes fa- és cserjefajok virágzási ideje, abból a célból, hogy a sávok lehetőleg folyamatosan biztosítsanak virágport, illetve nektárt a méhek számára.

Szarvas

Az Erdészeti Tudományos Intézet és a MATE Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont 2013 áprilisában egy közös kísérletet hozott létre, a haltenyésztés során keletkező elfolyó víz energetikai ültetvényekben történő hasznosíthatóságának vizsgálatára, a Szarvas 0153/21-C hrsz-ú területen. A kísérletben két fafaj – nyár és fűz – teljesítményét vizsgáljuk, 3 öntözési kezelés mellett, valamint a rendelkezésre álló öntözővizek mennyiségi és minőségi paramétereit alapul véve elemeztük azoknak az alkalmazott fafajokra gyakorolt hatását. A kísérletet 2013-ban létesítettük az ÖVKI szarvasi kutatási területén. A legkisebb szabadföldi, öntözött ültetvényen 18 darab, 13x10,5 méter méretű parcella került kialakításra, összesen 0,3 ha-on 2013-ban. A parcellák véletlen blokk elhelyezésűek, amelyeken két növényfajjal, három kezeléssel és három ismétléssel folynak vizsgálatok. A nyárklón az ERTI sárvári kísérleti állomásán, Kopecky Ferenc által létrehozott államilag elismert, mesterséges hibrid (*Populus* ×

euramericana cv. Kopecky), míg a fűz szintén az ERTI által szelektált fehér fűz (*Salix alba*) klón (82-es kódjelű). 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 (Bakti & Rásó, 2018).

A területen az elmúlt években már több alkalommal készültek talaj-, gyökér-, biomassza- és földigiliszta vizsgálatok. A vizsgálatok során itt már sor került a fajok kezelésenkénti éves megkötött szénmennyiségének mérésére is.

Sarród

Napjainkban nagy kihívás a klímaváltozás hatásainak mérséklése a málnaültetvényekben. A fő málnafajtáink érési ideje arra a periódusra esik, amikor a hőmérséklet az akár 36 fokos hőmérsékletet is eléri, így a légköri szárazság és a perzselő napfény megakadályozza a növény növekedését és a gyümölcs kifejlődését. A szélsőségek elviselésére csupán a nemesítési lehetőségek nem elegendőek, a növények takarására, árnyékolására van szükség. A kísérleti területen az árnyékolás mesterséges elemekkel, azaz árnyékoló sátrakkal, illetve agrárerdészeti rendszer alkalmazásával történik, köztes természetstechnológiában.



2. kép: A sarródi kísérleti terület (fotó: Koltay András)

A MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpontjának (GYKK) Fertődi Kutatóállomásán létesített kísérleti területen telepített agrárerdészeti rend-

szer mellett kialakítandó árnyékoló sátrak lehetőséget biztosítanak a két megoldás gyakorlati összehasonlítására. A kísérlet során vizsgáljuk és összehasonlítjuk a rendszerek jellemző mikroklimatikus sajátosságait és leírjuk növények növekedéséért, termésminőségért felelős fizikai paraméterek változását.

KONKLÚZIÓ

Az eddigiekben általunk megvizsgált irodalmak arra engednek következtetni, hogy hatalmas potenciál rejlik az agrárerdészeti rendszerek szénmegkötő képességében, amely fontos értéket képvisel általában a társadalom és konkrétan a mezőgazdasági szektor számára is.

A jövőben célunk meghatározni egy egységes módszertant, mely alapján mindhárom területen egységesen elvégezzük a szénmegkötés és széntárolási kapacitás meghatározásához szükséges méréseket, így kapva képet a hazánkban működő agrárerdészeti rendszerek kapacitásáról és lehetőségeiről. Ezen eredmények birtokában bízunk benne, hogy akár egy egyszerűen és széleskörűen alkalmazható modell kialakítására is lehetőségünk nyílik, így mutatva be egyre szélesebb körben a rendszerek nyújtotta mitigációs lehetőségeket, mind a gazdálkodók, mind pedig a döntéshozók előtt.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Aertsens, J., De Nocker, L., Gobin, A. (2012): Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. Land Use Policy, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003>
- Augère-Granier, M-L. (2020): Agroforestry in the European Union: European Parliamentary Research Service Members' Research Service PE 651.982 – Briefing
- Bakti, B., Rásó, J. (2018): Fás szárú energetikai ültetvény öntözési tapasztalatai. A víz világnapja, poszter
- Kandji, S.T., Verchot, L.V., Mackensen, J., Boye, A., van Noordwijk, M., Tomich, T.P., Ong, C., Albrecht, A., Palm, C. (2006): Opportunities for linking climate change

- adaptation and mitigation through agroforestry systems. In: Garrity, D., A. Okono, M. Grayson and S. Parrott, eds. 2006. *World Agroforestry into the Future*. Nairobi: World Agroforestry Centre. ISBN 92 9059 184 6
- Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hübner, R., Cardinael, R., Kühnel, A., Kögel-Knabner, I. (2022): Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 323, 107689, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>.
- Montagnini, F., Nair, P.K.R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. In: Nair, P.K.R., Rao, M.R., Buck, L.E. (eds) *New Vistas in Agroforestry. Advances in Agroforestry*, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2424-1_20
- Mosquera-Losada, M.R., Freese, D., Rigueiro-Rodriguez, A. (2011): Carbon Sequestration in European Agroforestry Systems, In: Kumar, B. M.; Nair P.K.R. (2011): *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems*
- Nair, P.K.R. (2011): Methodological Challenges in Estimating Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems. In: Kumar, B. M.; Nair P.K.R. (2011): *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems*
- Verchot, L.V., Van Noordwijk, M., Kandji, S. et al. (2007): Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitig Adapt Strat Glob Change* 12, 901–918. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9105-6>
- Link 1: <http://klima.erti.hu/home/a-hazai-erdok-szenlekovese/> (2022. 04. 05.)