

Fatermesztés szántóföldön

Egy agrárerdészeti kísérlet hozameredményei

Honfy Veronika¹

Az agrárerdészet kifejezés igen divatosá vált az utóbbi időben. Számos átfogó és speciális hazai és nemzetközi publikáció készült e fás rendszerek előnyeiről, a létesítésükhöz és fenntartásukhoz kapcsolódó kihívásokról, esetleges hátrányaikról. Elterjedésüknek továbbra is az információhiány, a jó példák hiánya és a komplexitás szab határt. Ezért kollégáimmal létrehoztunk egy kísérleti ültetvényt, ahol különböző ültetési hálózatokat tesztelve folytattunk vizsgálatokat.



A jelen cikk a doktori disszertációm alapjául szolgáló kutatás néhány eredményét mutatja be (Honfy, 2023). A kutatás során arra kerestem a választ, hogy milyen ültetési hálózat, illetve hektáronkénti törzsszám mellett érhető el a legmagasabb hozam, mind az egyes növényi komponenseket (akác és tritikálé) illetően, mind pedig az agrárerdészeti rendszer egészét tekintve.

Ez a munka egyfajta megalapozó, hiánypótló tanulmányként kezelendő. Célja kettős: egyrészt segítséget kíván nyújtani a tág hálózatu agrárerdészeti köztes termesztési rendszerek tervezéséhez (Honfy et al., 2023), másrészt hosszabb távon ahhoz kíván hozzájárulni, hogy azokon a területeken, ahol indokolt, minél nagyobb számban alkossák a táj részét a fás mezőgazdasági rendszerek.

Miért ültessünk fát a szántóföldre?

Új erdőterületek csak mezőgazdasági területen hozhatók létre. Azokon a területeken, amelyeken erdő áll és erdő művelési ágban vannak nyilvántartva, felújítási kötelezettség keletkezik, tehát alapvetően nem ezek az agrárerdészeti rendszerek és fásítások elsődleges célterületei. Ugyanakkor az újonnan létesített ültetvények és erdők telepítése esetében is lehetőség

van a fasorok közötti terület kihasználására. Amennyiben ilyen formán termesztünk köztes növényeket, vagy esetleg legeltetéssel hasznosítjuk a területet (engedélyezést követően), akkor szintén az agrárerdészeti termesztési technológiák palettáját szélesítjük.

Ahhoz, hogy újabb területeket fásítsunk, a szántók felé kell fordítanunk a figyelmünket. Gazdálkodói körökben azonban nehezen elképzelhető, hogy valaki szántóföldi növénytermesztőként az erdő oltárán „feláldozza” jövedelemtermelő eszközét, a termőföldet, kiváltképp, ha azon mezőgazdasági műveléssel jó eredményeket ér el. Erre nyújthatnak megoldást – egyfajta átmeneti, innovatív rendszerként – a tág hálózatu fasoros, úgynevezett köztes termesztési rendszerek.

Ez elképzelhető például úgy, hogy egy véghasználati tőszámmal, 6x6 méteres hálózatban telepített nyáras sorközeit használjuk ki az első néhány évben. Másik megoldás lehet, ha szántóföldi művelésbe vagy legelőgazdálkodásba integráljuk a fákat. A művelhetőség érdekében a fatelepítést – az ültetvényszerű fatermesztéshez hasonlóan – célszerű sorokba rendezve végezni.

A szakpolitikai és jogszabályi környezet ma már egészen megengedő, sőt támogató a fás mezőgazdasági rendszerek létrehozását illetően. A fasoros köztes termesztés azonban – érthető módon – számos kérdést vet fel mind a gyakorlat, mind a kutatás szempontjából.

Az agrárerdészeti rendszerek és jelentőségük

Az agrárerdészet azt jelenti, hogy különböző agrárágazatokba integráljuk a fás szárú növényeket (fát, cserjét), legyen az állattartás, növénytermesztés vagy kertészet.

Számtalan kombináció létezik, a szakemberek az 1. táblázatban látható módon próbálták rendszerezni ezeket.

Lényeges szempont, hogy az együttes gazdálkodás mindig szándékosan és gondosan megtervezve történik, gazdasági és/vagy ökológiai előnyök érdekében. A kellő alaposággal megtervezett agrárerdészeti rendszerek számos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanak, alternatív jövedelemforrást biztosíthatnak a gazdálkodónak, és a fajoktól függően méhlegelő funkciót is betölthetnek.

Fontos eszközei lehetnek a klímaváltozás elleni küzdelemnek, mind annak mérséklése, mind pedig az ahhoz való alkalmazkodás terén. Az agrárerdészeti rendszerek előnyeiről egy korábbi cikkben értekeztem kollégáimmal, amely az *Erdészeti Lapok* hasábjain jelent meg (Borovics et al., 2017).

Globális jelentőségük számokban kifejezve abban rejlik, hogy a fával borított területek aránya a világ mezőgazdasági területeinek több mint 40%-án a 10%-ot is meghaladja (van Noordwijk, 2019).

Anyag és módszer

A jelen tanulmányban egy különböző térbeli szerkezetű *silvoarable* rendszert mutatok be, ezen belül pedig a mezőgazdasági (szántó) területen létrehozott tág hálózatu fasoros köztes termesztést.

A kísérleti területet Gödöllőn alakítottuk ki, az akkori Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Mezőgazdasági Gépesítési Intézetének területén. Fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) hozamait és a fasorok közé vetett tritikálé (*Triticosecale Wittm.* 'GK Maros') terméshozamait vizsgáltam (1. ábra).

A területen eredetileg egy kísérleti célú energetikai faültetvény állt, ezt alakítottuk át agrárerdészeti rendszerré, ahol a fatermesztés célja faipari alapanyag előállítására módosult.

¹ tudományos munkatárs, Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, 3. korcsoport, 2. helyezett

A fa helye	Agrárerdészeti rendszer	Terület típusa	
		Mezőgazdasági terület	Erdőterület
Parcellán belül	silvopastoral	1. fás legelők	9. erdei legeltetés
	silvoarable	2. fasoros köztes termesztés 3. energetikai köztes termesztés 4. többszintes erdőkeretek	10. többszintes erdőkeretek
	agrárerdészet évelőkkel	5. gyümölcsfás köztes termesztés 6. gyümölcsös legeltetés	
	agrosilvopastoral	7. növénytermesztés és állattartás kombinációja fákkal	
Parcellák között	fa mint tájképi elem	8. fa mint tájképi elem (védett cserjesávok, egyes fák, fasorok, facsoportok)	
Településen	városi agrárerdészet	keretek, közterületek stb.	

1. táblázat Az agrárerdészeti rendszerek típusai az Európai Agrárerdészeti Szövetség ajánlásával (Mosquera-Losada et al., 2017 és Dupraz et al., 2018 nyomán)



1. ábra A vizsgálatok alapjául szolgáló kísérleti terület egy részlete

Egy részen az összes fát eltávolítottuk, hogy szántóföldi kontrollterületet hozzunk létre. Az itt közölt adatokat 2018-ban és 2019-ben gyűjtöttük, amikor a fák 4, illetve 5 évesek voltak.

A fasorok tájolása csekély eltéréssel észak-déli irányú. A terület összesen 2,3 hektár, enyhén lejtős, és csernozjom barna erdőtalaj jellemzi. 2018-ban a csapadékösszeg 545,3 mm volt, az évi középhőmérséklet 12,0 Celsius-fok. 2019-ben összesen 519,6 mm csapadék hullott, az évi középhőmérséklet pedig 11,8 Celsius-fok volt.

A tritikálét őszelel vetettük, tápanyagutánpótlást és növényvédelmi munkákat nem végeztünk. A fákat a törzs 2/3-áig minden évben felnyestük, a fasor ápolására évente kétszer került sor, benzines fűkaszával. A munka gerincét a hozambecslések alkották az ültetési hálózat függvényében.

Az egyes kezelések (ültetési hálózatok) paramétereit a 2. táblázat tartalmazza. Minden egyes fa felmérésre került (magasság és átmérő, kb. 40 fa kezelésként), valamint minden ültetési hálózat esetében négyszeres ismétléssel vettünk mintát a gabonából, kvadrát segítségével. A fák hozambecslését a Királyképlet alkalmazásával végeztem.

Hálózat (m□m)	Növőtér (m ²)	Törzs-szám (db/ha)	Fasor szélessége (m)	Fasor hossza (m)	Fasorok száma (db/ha)	Kivett terület (m ²)	Vetésterület (m ²)	Vetésterület részaránya (%)
9×3	27	341	3	91	11	3 003	6 997	70
9×2	18	506	3	91	11	3 003	6 997	70
9×1	9	1 001	3	91	11	3 003	6 997	70
15×3	45	217	3	91	7	1 911	8 089	81
15×2	30	322	3	91	7	1 911	8 089	81
15×1	15	637	3	91	7	1 911	8 089	81
21×3	63	155	3	91	5	1 365	8 635	86
21×2	42	230	3	91	5	1 365	8 635	86
21×1	21	455	3	91	5	1 365	8 635	86
Kontroll	–	0	–	–	–	–	10 000	100

2. táblázat Az egyes kezelésekre jellemző paraméterek 1 hektár köztes termesztési rendszer esetén (Honfy, 2023)

Magyarázat: Törzsszám (db/ha): a faegyedek száma, a fásításra vonatkozó erdőtvény szerint (2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról) a terület határától 5-5 métert elhagyva, 8100 m²-re számolva. Fasor szélessége: (m) a fasortól nyugatra 0,5 m, keletre 2,5 m bevetetlen terület. Fasorok száma: egyenlő oldalhosszúságú területet feltételezve. Kivett terület (m²): a fasor által a vetésből kivont terület.

A tritikálé hozamát is az abszolút száraz tömegre számoltam, amelynek meghatározásához gabona-szemnedvességmérőt használtam. A mintaterekből származó hozameredményeket felsoroztam, hogy megkapjam a hektáronkénti hozamokat.

A földgyenérték-arány

Létezik egy mutatószám, az úgynevezett földgyenérték-arány (land equivalent ratio, LER), amely azt mutatja meg, hogy mekkora terület szükséges ahhoz, hogy 1 hektár agrárerdészeti rendszer hozamait tudjuk produkálni hagyományos gazdálkodással különálló – esetünkben – szántóterületen és erdőterületen.

A megközelítés alapja, hogy amennyiben jó növényasszociációt választunk megfelelő természetstechnológia mellett, a természeti erőforrások jobb kihasználása által (napfény, víz, tápanyagok) magasabb produkcióra képes az agrárerdészeti rendszer. Másképpen megfogalmazva, egy jól megtervezett rendszer esetében kisebb terület egység szükséges a két komponens együttes termesztése esetén ugyanazon hozam eléréséhez, mint ha önállóan természeténél azokat (Mead és Willey, 1980). A nemzetközi átlag 1,2–1,4 közötti érték, tehát akár 20–40%-kal magasabb hozamok érhetők el agrárerdészeti termesztés esetén.

Eredmények és megvitatásuk

A vizsgált kilenc ültetési hálózat és a kontrollterület hektáronkénti hozamait az 2. ábra szemlélteti. Az ábrán az ültetési hálózatok sorrendjét a tritikálé számára hektáronként rendelkezésre álló vetésterület alapján határoztam meg, miszerint a 9, 15 és 21 méteres sorköz esetén sorrendben 70%, 81%, 86%, illetve a kontrollterület esetén 100% vetésterület állt rendelkezésre.

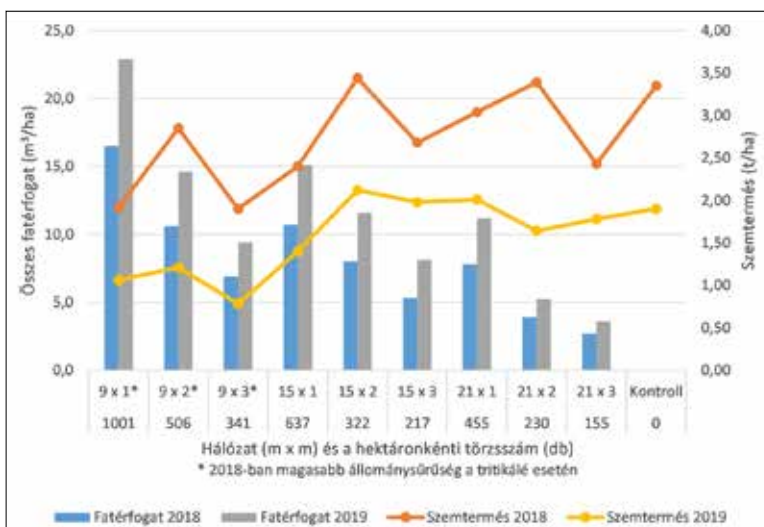
Látható, hogy a szűkebb sorközök (9 m) esetén jelentősen kisebb volt a tritikálé hozama a kontrollhoz és a többi ültetési hálózathoz viszonyítva is.

A 2019-es év hozameredményei a tápanyagutánpótlás elmaradása miatt voltak látványosan alacsonyabbak az előző évhez képest. 2018-ban, a fák 4 éves korában a 15×2, a 15×3 és a 21×1-es, 2019-ben, a fák 5 éves korában szintén a 15×2 és a 21×2-es ültetési hálózat esetében hasonlóan alakultak a tritikálé hozamok, mint a fátlan kontrollterületen.

Ez a vizsgálat első évében 3,4 t/ha körüli értékeket, a második évben 2,1 t/ha körüli értékeket jelent abszolút szárazanyagra vonatkoztatva. Tehát a tritikálé kompenzálni tudta a vetésterület-csökkenést a magasabb négyzetméterenkénti hozam által, ami a fák pozitív hatásának tudható be.

Az akáchozamok tekintetében egy – az erdészettudományból ismert – törvényszerűséget figyelhetünk meg, miszerint a nagyobb törzsszám magasabb hozamokat eredményez. A fák 5 éves korában, 2019-ben a legsűrűbb hálózat esetén 22,9 m³/ha fatermést becsültem, míg a legtágasabb térállás esetén csupán 3,6 m³/hektárt.

Bár az 2. ábráról le tudjuk olvasni az egyes hektáronkénti törzsszámhoz és ültetési hálózathoz tartozó hozzávetőle-



2. ábra Akác-tritikálé köztes termesztési rendszer hozamai hektáronként 2018-ban és 2019-ben, a fák 4 és 5 éves korában (összes fatérfogat és szemertermés) (Honfy, 2023)

ges hozameredményeket az akác és a tritikálé esetében is, azt azonban nem tudjuk megállapítani, hogy a vizsgált kilenc ültetési hálózat közül melyik volt a legproduktívabb. Ezt hivatott áthidalni a földgyenérték-arány (LER).

A 3. táblázat tartalmazza, hogy az ültetési hálózatoktól függően mekkora területre lett volna szükség az adott évben ahhoz, hogy ugyanakkora hozamot érjünk el külön akác- és tritikálétermesztéssel, mint az együttes agrárerdészeti termesztéssel, 1 hektáron (a fák 5 éves korában).

Például a 15×2-es hálózat esetében, 11,6 m³/ha fatermést becsültem, és 2,12 t/ha tritikálét (abszolút szárazanyagra számolva) egy hektár agrárerdészeti rendszerben, míg a fátlan kontrollterületen egy hektáron 1,92 tonnát.

Tehát ahhoz, hogy ugyanezt a terméshozamot elérjük hagyományos (fasor nélküli) szántóföldi növénytermesztéssel, 1,08 hektár szántóra lenne szükség, valamint – szakirodalmi adatokból számolva – 0,27 hektár akácosra. Ezeket összeadva összesen 1,35 hektár területre lett volna szükség. Tehát a LER egy arányszám, az 1 hektár agrárerdészeti rendszerhez viszonyítva.

Az eredményt másképpen megfogalmazva, de a példánál maradván, a 15×2-es ültetési hálózat hozama összességében 35%-kal nagyobb volt, mint ha a két növényt hagyományos módon külön termesztettük volna.

A tanulmányban vizsgált agrárerdészeti rendszerek közül a fentiekben részletezett 15×2-es ültetési hálózat volt a leg-

Hálózat	LER _{tritikálé}	LER _{akác}	LER _{agrárerdészeti}
15×2	1,08	0,27	1,35
21×1	1,03	0,26	1,29
15×3	1,01	0,18	1,19
9×1	0,50	0,57	1,07
15×1	0,71	0,36	1,07
21×3	0,91	0,08	0,99
21×2	0,84	0,12	0,96
9×2	0,58	0,36	0,94
9×3	0,37	0,27	0,64

3. táblázat Földgyenérték-arány különböző ültetési hálózatok esetében (Honfy, 2023)

produktívabb. További négy kezelés esetén hozam szempontjából szintén kedvezőnek bizonyult az akác és tritikálé együttes termesztése, 1,07–1,27 közötti LER-értékekkel. Három ültetési hálózat esetén 0,94 és 0,99 közé esett ez az érték, ami azt jelenti, hogy a növénykombináció esetében kevesebb volt a hektáronkénti hozam, mint a különálló termesztés esetén. Bizonyos esetekben, egyedi elbírálás szerint azonban még kisebb termésnövekedés mellett is létjogosultsággal bírhat az agrárerdészeti rendszer gazdálkodói környezetben, ha figyelembe vesszük az általa nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatásokat is (*talajerózió csökkentése, biodiverzitás növelése, szénmegkötés*) vagy további előnyöket (*pl. az akác esetében a méhészeti jelentőség*).

A kedvező LER-értékek hasonlóak a külföldi kutatási eredményekhez. A kutatás egyedülállóan tekinthető olyan értelemben, hogy a nemzetközi tanulmányok többnyire különféle növényfajok együttes termesztésének eredményességét vizsgálják különböző termőhelyeken, gyakran egyféle térbeli struktúra mellett. A bemutatott hazai kísérletben az ültetési hálózatok hozamokra gyakorolt hatását vizsgáltam.

Összefoglalva, a fák megfelelő térállása mellett, adott területen nagyobb hozam realizálható, mint a két növényi komponens különálló területeken való termesztése esetén a fák ötéves korában.

Következtetések, javaslatok

A 9 méteres sortáv már a fák 4 éves korában túl sűrűnek bizonyult a köztes növény szempontjából, és markáns termésnövekedést eredményezett, de a 15 és 21 méteres sorközökben kedvezően alakultak a köztes növény hozamai, mindkét vizsgált évben. Megfelelő tápanyag-utánpótlás esetén természetesen magasabb hozameredmények érhetőek el, bármelyik konfiguráció esetén.

Fontos kiemelni, hogy az eredmények csak a kísérleti terület körülményei mellett értelmezhetőek, adott termőhelyen, adott években és növénykultúrák esetén. Ezért az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága korlátozott, ugyanakkor magyarországi viszonyok között első alkalommal került meghatározásra agrárerdészeti rendszerek földgyenérték-aránya.

A vizsgálatokat szükséges térben, időben és a fajok tekintetében is kiterjeszteni ahhoz, hogy biztos alapokon álló következtetéseket tudjunk levonni, és ajánlásokat tudjunk tenni.

Az agrárerdészeti rendszerek hozamai az idő előrehaladtával és a fák növekedésével változnak. Ahhoz, hogy a kedvező fa-köztesnövény interakciókat maximálisan ki tudjuk használni, nevelővágások indokoltak lehetnek mindaddig, amíg a gazdálkodónak akár anyagi megfontolásból, akár az ökoszisztéma-szolgáltatások miatt megéri fenntartani az agrárerdészeti rendszert.

Hogy melyik térállás a legkedvezőbb a gazdálkodás gyakorlatában, az a gazdálkodó céljától függ (amely az idő előrehaladtával és a rendszer fejlődésével változhat).

A cél lehet *biomassza-termelés, növénytermesztés, fa-termesztés, állattartás, a biodiverzitás növelése, élőhelyteremtés, talajvédelem* vagy egyéb.

A jövőben az agrárerdészeti rendszerek szerepe felértékelődhet a karbonpiac kiterjesztése esetén, hiszen a fa és az általa elfoglalt bolygatatlan talaj hosszú távú szénraktárként is funkcionál, ami újabb alternatív jövedelemforrást jelenthet a gazdálkodónak.

A fák mikroklíma-módosító hatása ismert. *A mezőgazdasági területek fásítása, agrárerdészeti rendszerek létrehozása a klímaadaptáció meghatározó eszköze lehet.* További következtetése a dolgozatnak a szakpolitikát illetően, hogy bár indokolt a területegységre telepíthető faegyedek számának meghatározása az agrár szakpolitikai céloknak megfelelően, fontos, hogy a köztes termesztés céljától és a terület adottságaitól függően rugalmasan alakítható legyen mind a hektáronkénti törzsszám, mind a térállás tekintetében.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni doktori témavezetőimnek, dr. Borovics Attilának és dr. Kovács Gábornak; osztályvezetőimnek, dr. Keserű Zsoltnak, valamint dr. Pödör Zoltánnak. Köszönet illeti továbbá Füredi Mátét, valamint a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet munkatársait, akik nagyon sokat segítettek a terepi mintagyűjtésben és a laborvizsgálatokban.

Irodalom

- Borovics A. – Somogyi N. – Honfy V. – Keserű Zs. – Gyuricza Cs. (2017): Agrárerdészet, a klímatudatos, természetközeli termelési mód. Erdészeti Lapok CLII. évf. 6. szám pp. 178-182.
- Dupraz C. – Lawson G.J. – Lamersdorf N. – Papanastasis V.P. – Rosati A. – Ruiz-Mirazo J.: (2018) Temperate agroforestry: The European way. In: Gordon A. – Newman S.M. – Coleman B. (eds.) (2018): Temperate Agroforestry Systems, CABI, Wallingford pp. 98–152.
- Honfy V. (2023): Hozamvizsgálatok eredményei agrárerdészeti rendszerben létrehozott különböző hálózatú akác-tritikálé köztes termesztésben. Disszertáció. Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, 136 p.
- Honfy V. – Pödör Z. – Keserű Z. – Rásó J. – Ábri T. – Borovics A. (2023): The Effect of Tree Spacing on Yields of Alley Cropping Systems – A Case Study from Hungary. Plants. 12(3):595. <https://doi.org/10.3390/plants12030595>
- Mead R. – Willey R.W. (1980): The Concept of a 'Land Equivalent Ratio' and Advantages in Yields from Intercropping. Exp. Agric. 1980. 16. 217-228 Published online by Cambridge University Press: 03 October 2008
- Mosquera – Losada M.R. – Freijanes J.J.S – Pisanelli A. – Rois M. – Smith J. – den Herder M. (2017): How can policy support the uptake of agroforestry in Europe? Cranfield University; 2017. Report No.: EU AGFORWARD Project – Grant No 613520. Available: https://euraf.isa.utl.pt/files/pub/docs/deliverable_8_24_how_can_policy_support_agroforestry1.pdf
- Van Noordwijk, M. (ed.) (2019): Sustainable development through trees on farms: Agroforestry in its fifth decade. Bogor, Indonesia: World Agroforestry (ICRAF)

Illusztrációk: **MyClimate, EURAF**

