

A regeneratív talajművelés lehetőségei az ökológiai gazdálkodásban

Gyakorlati útmutató



Tartalom

Bevezető.....	3
<i>Az egészséges talaj jelentősége</i>	3
<i>Az élővilág szerepe a talajegészség fenntartásában</i>	3
1. A regeneratív talajművelési módszerek	4
1.1. <i>A regeneratív mezőgazdaság alapelvei</i>	4
• A talajbolygatás csökkentése.....	4
• A talaj felszínének védelme állandó takarással.....	5
• Folytonosan fenntartott élő gyökérzet.....	5
• A biodiverzitás növelése.....	5
• Az állattartás integrálása.....	5
1.2. <i>A regeneratív művelés és az ökológiai gazdálkodás.....</i>	7
2. Regeneratív módszerek a gyakorlatban	10
2.1. <i>Rávetés, alávetés, takarónövény alkalmazás</i>	10
2.2. <i>A vetésforgó alkalmazása</i>	13
2.3. <i>A talajbolygatás csökkentése.....</i>	13
2.3.1. <i>Csökkentett művelés - reduced tillage.....</i>	14
2.3.2. <i>Talajbolygatás nélküli művelés - no-till vagy zero tillage.....</i>	16
2.4. <i>Szervestrágya alkalmazása és a biológiai sokféleség növelése</i>	18
3. Tapasztalataink a regeneratív módszerek talajra gyakorolt hatásairól.....	24
3.1. <i>A talaj tömörödöttségének változása.....</i>	24
3.2. <i>A talaj mikroklimatikus jellemzőinek alakulása</i>	25
3.3. <i>A földigilisztákra gyakorolt hatás</i>	27
3.3.1. <i>A mikrobiológiai aktivitásra gyakorolt hatás</i>	28
3.3.2. <i>Zöldtrágyázás vizsgálata.....</i>	30
3.4. <i>Biodiverzitásra gyakorolt hatás.....</i>	32
Kitekintés.....	37
Felhasznált és ajánlott irodalom.....	37

Bevezető

Magyarországon a vízerózió 3 millió hektár, a szélérozió 1,8 millió hektár termőföldet veszélyeztet. Miattuk évente mintegy 50 millió köbméter termőtalajt veszítünk el [1]. Mindezek tükrében felértékelődnek azok a művelési módszerek, amelyek a talajt és annak védelmét, megújulásának természetes módjait állítják a középpontba.

A talajvédelem az egyik legfontosabb tényező a fenntartható mezőgazdaságban, mivel közvetlen hatással van a növények fejlődésére, a termelékenységre. A talajvédő gazdálkodás célja nem csupán a talaj fizikai védelme, hanem a benne lakó élőlények, és ennek következtében a benne zajló biokémiai folyamatok és mikrobiális aktivitás támogatása is. A talajbolygatás csökkentésével, a talajszerkezet megóvásával és a talajtömörödés megakadályozásával olyan kedvező környezetet alakíthatunk ki a talajélet számára, amely elősegíti a növények egészséges fejlődését és végső soron a termésbiztonság és a terméshozam növekedését [2].

Az egészséges talaj jelentősége

Az egészséges talaj nemcsak a növények tápanyagellátását biztosítja, hanem képes megtartani a vizet, újrahasonítani az elhalt szerves anyagokat és tárolni a szenet, így kulcsszerepet játszik a klímaváltozás elleni küzdelemben is. Bár a jelenleg elterjedt mezőgazdasági rendszereink jelentős mennyiségű üvegházhatású gázt bocsátanak ki, a helyesen megválasztott gazdálkodási módszerek alkalmazásával ez a hatás számottevően csökkenthető. A talajbolygatás mérséklésével, az állandó talajtakarással és a folyamatosan fenntartott élő gyökérréteggel, valamint az agro-biodiverzitás megőrzésével hozzájárulhatunk a mezőgazdaság fenntarthatóságához, a klímaváltozás hatásainak enyhítéséhez, a talaj és a környezet védelméhez [3].

Az élővilág szerepe a talajegészség fenntartásában

A talajban élő mikroorganizmusok, növényi gyökerek és állatok kulcsszerepet játszanak a talaj, mint ökoszisztéma működőképességében, a szén és a nitrogén körforgásában. A baktériumok, gombák, algák, fonálférgek, földigiliszták és más élőlények mind hozzájárulnak a talaj termékenységéhez, miközben támogatják a növények tápanyagellátását, elősegítik a szerves anyagok lebontását és a talaj szerkezetének javítását. A talajlakó élőlények gyorsan reagálnak a fizikai és kémiai változásokra, így az előfordulásukban és aktivitásukban bekövetkező változások jelezhetik a talaj nemkívánatos átalakulását [2, 3, 4]. A földigiliszták például a növényi maradványok aprítása és lebontása révén tápanyagot biztosítanak a növények számára, emellett segítik a talaj szellőzését, a víz mozgását és a tápanyagok szállítását. Tevékenységük jelentős hatással van a talaj szerkezetére és a talajélet fenntartására, így jelenlétük az egészséges talaj indikátorának tekinthető [3, 5].

1. A regeneratív talajművelési módszerek

Az úgynevezett regeneratív talajművelési módszerek kiemelt figyelmet fordítanak a talajélet gazdagítására, a talaj szervesanyag-tartalmának növelésére, szerkezetének és vízháztartásának javítására és a talaj által biztosított ökoszisztéma-szolgáltatások megőrzésére. *A regeneratív gazdálkodás azon célja, hogy helyreállítsa és fenntartsa a talaj egészségét, összhangban áll az ökológiai gazdálkodás alapvetéseivel* [6].



A „regeneratív mezőgazdaság” kifejezést Robert Rodale, az ökológiai gazdálkodás úttörője alkotta meg az 1980-as években, és leírta annak céljait: *a talajtermékenység és a biológiai sokféleség helyreállítást*. A talaj egészsége kiemelkedő fontossággal bír, hiszen „a világot nem lehet táplálni, ha a talaj nincs táplálva”. Robert Rodale apja, Jerome Irving Rodale alapította az Egyesült Államokban a világhírű Rodale Intézetet, amely nonprofit szervezetként a mai napig az ökológiai gazdálkodás kutatás-fejlesztésére összpontosít [7, 8].

A regeneratív mozgalom elsőként az Egyesült Államokban terjedt el, ám az utóbbi években a regeneratív talajműveléshez kapcsolódó kezdeményezések száma Európában is egyre nő. Időközben a regeneratív mezőgazdaság kifejezést sokan Rodale munkásságától függetlenül, különböző, sokszor az eredeti elképzeléstől eltérő módon használják, ami abból is adódik, hogy a regeneratív művelés nem rendelkezik pontos feltételrendszerrel és jogszabályi háttérrel [6, 7, 8].

1.1. A regeneratív mezőgazdaság alapelvei

• A talajbolygatás csökkentése

Az alapelv lényege a talajéletet megzavaró beavatkozások korlátozása, a művelés menetszámának és intenzitásának csökkentése [9]. A forgatás nélküli technológiák, így például a sekély művelés, a sávművelés vagy a művelés teljes elhagyása (*no-till*) a fizikai talajbolygatást korlátozzák, miközben direktvetést vagy mulcsba vetést alkalmaznak. A szántás, mint alapművelés helyett e módszerek esetén a növények gyökérzónája, az ott élő mikroorganizmusok és makroszervezetek, mint pl. a földgiliszták és a hangyák játszanak meghatározó szerepet a talaj morzsalékos szerkezetének kialakításában. A túlzott talajbolygatás – különösen a megfelelő szerves tápanyagutánpótlás hiányában – csökkenti a talaj szervesanyag-tartalmát és károsítja a talajéletet. Bár a talajok fizikai félesége és összetétele (az agyag-, iszap- és homokfrakciók aránya) viszonylag állandó, a talajszerkezet a túlzott művelés hatására megváltozik. A szervesanyag-gazdálkodás, valamint az esőzés és az öntözés is erősen befolyásolja a talajaggregátumok stabilitását, mely arról tájékoztat minket, hogy a talaj mennyire ellenálló a fizikai romboló hatásokkal szemben [2, 6, 7, 8, 10, 11].

A talajbolygatás mérséklésének másik lehetősége a kémiai inputanyagok használatának csökkentése. Ez, a fizikai kímélet mellett, szintén fontos módja annak, hogy megvédjük a talajlakó élőlényeket. Ugyanakkor a csökkentett talajművelési technológiák, különösen a *no-till*, nehezen vagy egyáltalán nem valósítható meg hatékonyan gyomirtószerek használata nélkül. A legnagyobb ellentmondást a glifozát hatóanyagú totális gyomirtószerek esetén látjuk, melyek a művelésmentes *no-till* technológiákban szinte elengedhetetlenek, miközben a legújabb kutatások éppen a talajéletre gyakorolt negatív hatásait emelik ki, a humán-egészségügyi kockázatok mellett [12]. A glifozát ugyanis megváltoztatja a talaj mikrobiális összetételét, lehetőséget adva ezzel az olyan növényi kórokozók túlzott elszaporodására, mint például a fuzárium [13]. Összességében fontos tudnunk, hogy a regeneratív művelés nem határoz meg korlátozást a kémiai inputanyagok felhasználására – ez adja a legnagyobb

különbséget a regeneratív és az ökológiai gazdálkodás között. Ökológiai gazdálkodásban ugyanis tilos a műtrágyák és a szintetikus növényvédő szerek, így a gyomirtók használata is. Ugyanakkor természetesen a talaj fizikai és kémiai védelme szabadon kombinálható – erről tanúskodnak a hazai regeneratív ökológiai gazdaságok is.

• A talaj felszínének védelme állandó takarással

Az alapelv elsődleges célja a talajerózió elleni védelem. A felszín takarása visszahagyott növényi maradványokkal, köztes növények vetésével, áttelelő vagy évelő kultúrák termesztésbe vonásával, komposzt, vagy más szerves anyag terítéssel, kertészeti kultúrák esetén pedig szervesetlen anyagokkal: agroszövet használatával, vagy fóliatakarással is elérhető. A talajtakarási gyakorlatok az erózió elleni védelmen túl elősegítik a talaj szervesanyag-tartalmának növelését, amely közvetlen kapcsolatban áll a talaj **vízmeztartó képességével és a biológiai sokféleséggel**. Ugyanakkor a szervesetlen anyagokkal (fóliával, agroszövettel) végzett huzamosabb, több szezonon átívelő talajtakarás negatívan befolyásolja a talajéletet. A szervesetlen takaróanyagokat a szezon végeztével el kell távolítani a talajfelszínről, hogy tavasszal pozitív hatásukat újra kifejthessék. Figyelmet érdemel a szervesetlen talajtakarási módok esetén a műanyag szennyezés kockázata is, amely komoly károkat okozhat a makro- és mikroműanyagok talajba keveredése nyomán. A megfelelően megválasztott talajtakarásnak ugyanakkor abban is fontos szerepe van, hogy nem engedí kritikus szint fölé melegedni a talajfelszínt, ezzel a termesztett növényeket és a talajlakó élőlényeket is védi [2, 6, 7, 8, 9].

• Folytonosan fenntartott élő gyökérzet

A növényi gyökerek kapcsolatban állnak a talaj mikroorganizmusaival, gyökérnedveikkel táplálják őket, szabályozzák tevékenységüket, ahogy a talajmikróbák is különféle módon hatnak a növények fejlődésére. Talajunk minőségét az a dinamikus kölcsönhatás is jellemzi, mely a talajlakó mikroorganizmusok és a növények között kialakul [6, 7, 8, 11, 14]. A talaj felszínének folyamatos takarása mellett az élő gyökérzet folytonos jelenléte a talajban meghatározó regeneratív alapelv. Egyúttal megerősíti a szervesetlen talajtakarás esetén a fólia/agroszövet szezonon kívüli felszedésének szükségességét is.

• A biodiverzitás növelése

A biológiai sokféleség megőrzése alapfeltétele az egészséges talaj fenntartásának. Termesztési területünk talaj-biodiverzitásának növelése mellett a mezőgazdasági művelés alatt álló táblák környezetének helyreállítása is fontos regeneratív alapelv. A mezővédő erdősávok, vizes élőhelyek, erdőfoltok, vagy magányosan álló fák megőrzésével és fenntartásával olyan hasznos szervezeteknek biztosítunk élőhelyet és táplálékforrást, amelyek a kultúrnövényeket károsító fajok felszaporodását gátolják, létszámukat egyensúlyban tartják [6, 7, 8, 11, 14]. A biodiverzitás növelésének alapelve az ökológiai gazdálkodás feltételrendszerében is megjelenik, hiszen a vetésváltás alkalmazása kötelező előírás. Sőt, egyes ökológiai feltételrendszerek (pl. Demeter, Bio-Suisse) esetén az ökológiai célú területek (táblaszegélyek, fasorok, cserjesávok) minimális százalékos aránya is meghatározott a teljes gazdaság területéhez képest (7%). Itt is fontos szem előtt tartanunk a kémiai növényvédelem korlátozásának fontosságát, ami meghatározó, pl. az ízeltlábú diverzitás fenntartásában, de akár a madárvilág sokszínűségének megőrzésében is.

• Az állattartás integrálása

Az állattartás egyik legfontosabb eleme, hogy a haszonállatok számára lehetővé tesszük természetes igényeik kielégítését, így a szabad mozgást és táplálkozást. A fenntartható mezőgazdasági rendszerekben az állattenyésztés alapvető fontosságú, elsősorban az állati eredetű szervesanyag és a legeltetési állattartás talajra és biodiverzitásra gyakorolt kedvező hatásai miatt [6, 7, 8]. Hazánkban azonban a növénytermesztés és az állattenyésztés ágazatok szétválása jellemző, egyre ritkábban találkozunk vegyes gazdaságokkal. Mindez kedvezőtlen a talaj szervesanyag visszapótlása, a talajtermékenység megőrzése szempontjából. A regeneratív művelés – összhangban az ökológiai gazdálkodással – törekszik az állatok gazdálkodásba történő integrálására. Ugyanakkor, míg a regeneratív művelés nem határoz meg korlátozást a szintetikus műtrágyák felhasználására, az ökológiai gazdálkodásban kizárólag a szerves tápanyagutánpótlás a megengedett.

ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁSI GYAKORLATOK A REGENERATÍV MEZŐGAZDASÁG ALAPELVEIVEL ÖSSZHANGBAN

A Rodale Intézet™ ajánlásai alapján



TAKARÓNÖVÉNYEK

A takarónövények élő mulcsként szerepet játszanak az erózió elleni védelemben és a biodiverzitás növelésében. Az állandó talajtakarás és az élő gyökérzet megőrzi a vizet a talajban és serkenti a talajéletet.



TALAJEGÉSZSÉG

Az egészséges talaj baktériumok, gombák, algák, földgiliszta, ízeltlábúak és más apró élőlények élettere. Ők együtt alakítják a talaj szerkezetét és alakítják át a szervesanyagokat.



KOMPOSZTÁLÁS

A komposzt számos, általában hulladéknak tekintett anyag aerob bomlásából jön létre, mikroorganizmusok milliárdjainak segítségével. A végeredmény egy laza szerkezetű, földillatú és tápanyagokban gazdag anyag.



VETÉSFORGÓ

A vetésforgóval javítjuk a talaj egészségét, optimalizáljuk a talajban lévő tápanyagok felvehetőségét, növeljük a biológiai sokféleséget és a terméshozadékot.



A TALAJMŰVELÉS CSÖKKENTÉSE

A talaj bolygatásának, forgatásának elhagyása a talajélet folyamatos aktivitásának fenntartását segíti elő, javítja a talaj szerkezetét és védi a kiszáradástól.



NÖVÉNYVÉDELEM

A hasznos élő szervezetek a kártevők természetes ellenségeként szolgálhatnak. Pockok ellen T-fákat kihelyezve a ragadozó madarakat segítjük. Szelíd növényvédelemre használhatunk még feromonokat, csapdázást, biogazdálkodásban engedélyezett szereket.



ÁLLATTARTÁS

Az ökológiai állattartás szem előtt tartva az állatjólétet, az emberek és a környezet javát egyaránt szolgálja. Az állatok igényeire helyezi a hangsúlyt és korlátozza az antibiotikumok és hormonok használatát.



SZAKASZOS LEGELTETÉS

A szakaszos legeltetés az állatok legelőn tartásának és mozgatásának gyakorlata. A legelőket kisebb területekre osztják, az állatokat pedig ezen területek között terelik. Célja a talaj, a növények és az állatok egészségének javítása.

A regeneratív alapelvek gyakorlati megvalósítása számos előnyt hordoz, amelyek közvetlen hatással vannak a gazdálkodók eredményességére és ezáltal a vidéki közösségek életére. A művelésszám és a felhasznált input anyagok csökkentése – a megfelelő technológiai megvalósítás mellett – már rövid távon is költségmegtakarítást eredményezhet. A talaj egészségének javításával és az ökoszisztéma szolgáltatások erősítésével a gazdálkodók hosszú távon is csökkenthetik költségeiket, hiszen a talaj termékenysége növekszik, a víz- és tápanyagfelhasználás hatékonyabbá válik. A talaj minőségének javulásával a gazdaságunk jobban ellenállhat a szélsőséges időjárási körülményeknek, mint például az aszálynak vagy a hirtelen esőzéseknek, ami különösen fontos a klímaváltozás által egyre inkább érintett régiókban, így a Kárpát-medencében is.

Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagynunk a regeneratív műveléssel járó kockázatokat sem, elsősorban a gyomnyomás várható fokozódását, a beforgatatlan szármaradványok lassabb lebomlását, ennek növényvédelmi kockázatait, valamint a takarónövény alkalmazásának klimatikus korlátait, melyek Magyarországon elsősorban a vízhiányra/víz konkurenciára vezethetők vissza.

1.2. A regeneratív művelés és az ökológiai gazdálkodás

Az **ökológiai gazdálkodás** négy alapelve, az egészség, az ökológia, a gondoskodás és a méltányosság sok tekintetben összhangban van a regeneratív gazdálkodás alapelveivel. Ahogy már említettük, az ökológiai gazdálkodás középpontjában is a talaj, annak termékenysége, egészsége és a ráépülő mezőgazdasági rendszer fenntarthatósága áll [7, 8].

A svájci FiBL és Agroscope közös közleménye - mely a világszerte egyedülálló, 45 éves, művelési rendszereket összevető DOK tartamkísérleten alapul - megállapítja, hogy az ökológiai gazdálkodás elősegíti a talaj termékenységét és a biodiverzitás növelését. Habár a hozamok alacsonyabbak a szokványos művelésnél, a termés kiesés a vetésforgó átlagát tekintve nem haladja meg a 15%-ot, miközben az inputanyag ráfordítások jelentősen mérséklődnek, és számottevően csökkenthetők a negatív környezeti hatások is [15].



1. kép A svájci Therwilben zajló DOK-kísérlet légifelvétele (Fotó: FiBL)

Az úgynevezett „DOK-kísérlet” (**D** – biodinamikus, **O** – ökológiai, **K** – konvencionális) keretében három gazdálkodási rendszert hasonlítanak össze hosszútávon, szántóföldi körülmények között. Az ökológiai gazdálkodás feltételrendszere szerint művelt parcellákban (azaz a D és az O kezelésekben) **16%-kal magasabb humusztartalmat és 83%-kal magasabb mikrobiális aktivitást** mértek a konvencionális módszerekkel művelt parcellák talajaihoz képest (K kezelések). Mind a humusztartalom, mind a mikrobiális aktivitás pozitív hatással van a talaj szerkezetére. Ennél fogva az ökológiai rendszerek talajai kevésbé voltak hajlamosak az eliszapolódásra és jobb aggregátumstabilitást mutattak, mint a konvencionális rendszerek talajai. A mikrobiális biomassa, valamint annak aktivitása és hatékonysága, továbbá a talaj termékenységének többi mutatója is jelentősen jobb értékeket adott, mint a konvencionális rendszerekben mért értékek. A tanulmány szerzői arra a következtetésre jutottak, hogy a biodinamikus művelési mód teljesített a legjobban a talaj termékenysége, a humuszképződés és az éghajlatra gyakorolt hatás (üvegházhatású gázok elnyelése) szempontjából. Az ökológiai rendszer parcelláin a hasznos élőszervezetek (mint például futóbogarak, hollyvafélék vagy pókok) nagyobb számban voltak megtalálhatók, mint a konvencionális parcellákon.

Az **állattenyésztésből származó trágya** minden rendszerben alapvető fontosságú volt a talajtermékenység megőrzéséhez. Ha megfelelő mennyiségben, lehetőleg komposzt formájában juttatták ki a szántóföldre, a humusztartalom minden rendszerben stabil maradt vagy növekedett. Ha azonban – mint az egyik vizsgált konvencionális rendszerben – a tápanyagutánpótlást kizárólag szintetikus ásványi trágya formájában juttatták ki, a humusztartalom csökkent.

A termésszintek az ökológiai művelési rendszerekben a konvencionálishoz képest összességében 85%-ot értek el, az energia felhasználása viszont csaknem 50%-kal, a növényvédőszer-felhasználás pedig 92%-kal volt alacsonyabb a konvencionálisnál.

Az ökológiai és a regeneratív gazdálkodás céljai tehát összefonódnak, alapelveik sok tekintetben átfedésben vannak, azonban jelentős különbség, hogy míg a regeneratív gazdálkodáshoz nem kötődnek előírások, szabályok és ellenőrzési rendszer, addig **az ökológiai gazdálkodást a rá vonatkozó európai és hazai jogszabályok és feltételrendszerek alapján ellenőrzik és tanúsítják**. Az ökológiai gazdálkodásban például kötelező a vetésforgó alkalmazása, tilos a szintetikus műtrágyák és a kémiai növényvédő szerek használata, sőt, bizonyos tanúsítási rendszerekben előírás a megművelt terület adott százalékának fenntartása természetközeli élőhelyként, biodiverzitás-fokozás céljából. A regeneratív művelés nem állít korlátozást az inputanyagok felhasználása elé, ami – különösen a *no-till* esetén – ellentmondásos helyzetet teremt a felhasznált input anyagok (pl. a glifozát alapú gyomirtó szerek) negatív környezet-egészségügyi hatásai miatt. A regeneratív művelés egyelőre szabályok helyett a termelők tudatosságára és önkéntes gyakorlataira épít, ami viszont azt is magával hozza, hogy a fogalom egymástól nagyon eltérő művelési módok megnevezésére is alkalmazható.

Az ökológiai termelés előírásainak betartását, vagyis az öko feltételrendszernek való megfelelést a bio védjegy igazolják, melyek az ökológiai termékeket jelölik. A regeneratív mezőgazdaság egyelőre nem rendelkezik ilyen tanúsítási rendszerrel, ugyanakkor egyre gyakrabban látjuk – főként multinacionális cégek gyakorlatában –, hogy a terméken megjelenítik a „regeneratív mezőgazdaságból származó alapanyag” szlogent. Konkrét feltételrendszer és független ellenőrzés hiányában azonban a regeneratív gazdálkodás megnevezés használata lehetőséget nyújt a „zöldre mosásra”, vagyis az érdemi környezeti hozadék nélküli zöld marketingre, mely éppen a valóban elkötelezett gazdák vitorlájából fogja ki a szelet.

Az Egyesült Államokban, ahol a regeneratív gazdálkodás ma a leginkább elterjedt, már létezik olyan tanúsítási rendszer, a *Regenerative Organic Certification* (ROC), amely segít a gazdálkodóknak az ökológiai és regeneratív gyakorlatok egyesítésében, és előírásai által biztonságot nyújt a fogyasztóknak a tanúsított termékek valódi környezeti hozzáadott értékét illetően.

Az Ökológiai Gazdálkodók Nemzetközi Szövetségének európai tagszervezete, az IFOAM Organics Europe szintén elkötelezett a regeneratív ökológiai gazdálkodás fejlesztése, és a regeneratív szereplőkkel való együttműködés erősítése mellett. Álláspontjuk szerint az ökológiai gazdálkodásnak továbbra is a regeneratív művelési módszerek középpontjában kell állnia [7].

Az Agrárminisztérium *26/2018. (X. 1.) AM rendelele* lehetőséget nyit egy új, az *EU 2018/848-as Öko rendeleletén* túlmutató, hazai adottságokhoz igazított, részletesebb szakmai követelményeket tartalmazó öko feltételrendszer és önkéntes tanúsítási védjegy kialakítására [16]. A Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért című dokumentum is tartalmazza ezt a célkitűzést (*ÖCST, 2022*) [17]. **A megvalósítás érdekében az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (ÖMKi) szakmai felmérést és egyeztetést végzett egy új, regeneratív gyakorlatokat is magában foglaló hazai ökológiai gazdálkodási feltételrendszer és védjegy (ÖKO+) kialakításáról.** A megkérdezett szereplők többsége egyetértett azzal, hogy az új feltételrendszer ösztönözze a teljes üzem fokozatos ökológiai átállását, a regeneratív művelési gyakorlatok használatát és tegye lehetővé a magyarországi eredet megjelenítését a termékeken – mindezt olyan nemzetközi példák mintájára, mint az osztrák AMA Bio-Siegel és a német Bio-Siegel. A széleskörű szakmai egyeztetés eredményei alapján folyamatban van az ÖKO+ feltételrendszer és önkéntes tanúsító védjegy kidolgozása és bejegyeztetése. A siker feltétele a rendszer bevezetése a hazai ellenőrzési és tanúsítási gyakorlatba, de még inkább a vásárlói köztudatba és az agrártámogatási rendszerekbe.

2. Regeneratív módszerek a gyakorlatban

A természetes folyamatokra támaszkodó, a talaj szerves anyagának újjáépítését, a nedvesség megtartását, a talaj termékenységének fokozását célzó eljárások többféle gyakorlati technika kombinációján alapulnak, amik az ökológiai gazdálkodásban egyúttal a kártevők, kórokozók és gyomok elleni védekezést is szolgálják. Lássunk néhány példát!

2.1. Rávetés, alávetés, takarónövény alkalmazás

A hazai szántókon a gabona túlsúly a jellemző, emellett több kapásnövényt (pl. kukoricát, napraforgót) termelünk kiterjedt területeken. Amellett, hogy a széles sorköz önmagában is kevésbé borítja a talajt a tenyészidő nagy részében, a **főnövény lekerülése és a következő évi kultúra vetése között 3-8 hónap is eltelhet**. Ez idő alatt a terület hagyományosan fedetlen, élő gyökérszint sincs a talajban, amennyiben a gyommentesen tartásról is gondoskodunk. Ha nincs lehetőségünk őszi főnövény vetésére, ezt az időszakot rávetéssel, alávetéssel, vagy a főnövény lekerülése után azonnal elvetett takarónövény vetésével tanácsos kitölteni [6, 14].

A **rávetés** során például a főtermést adó növény valamelyik fejlődési szakaszában vetnek el egy másik kultúrát (pl. kora tavasszal a már bokrosodó őszi gabonára vetnek vöröshere), amely a gabona betakarítása után gyorsan növekedésnek indul.



A **rávetésnek** az ökológiai gazdálkodás során a gyom-szabályozásban is fokozott jelentősége van, ami egyrészt a fővetésben, másrészt a betakarítás utáni tarlón is kifejti jótékony hatását.

Ökológiai művelésű területen, kötött réti talajon az ÖMKi On-farm kísérletében is végzünk rávetést:

- Alakor búza vetése: 2023. X. 25. vetőmagorma: 160 kg/ha
 - Vöröshere vetése: 2024. V. 12. vetőmagorma: 12 kg/ha
- Vetőgép: Väderstad Rapid BioDrill aprómagvető egységgel felszerelve

2. kép Alakor búzára vetett vöröshere csíranövényei

Az **alávetésnél** a két növény azonos időpontban, de két külön menetben kerül elvetésre (pl. tavaszi árpa vöröshere alávetéssel).

A **keverékvetés** esetén a magkeveréket egy menetben vetik el (pl. rozsosbükköny keverék). A rendszer termelékenysége, ideértve a betakarított termést és a talajban hagyott gyökér-biomassza mennyiségét is, nagyobb lehet egyes keverékeknél, mint a tiszta vetések esetében.

Ha szemtermést kívánunk betakarítani keverékvetésnél, a fajtaválasztásnál törekedni kell arra, hogy a növények egyszerre érjenek, pl. őszi borsó mellé minél korábbi őszi búza fajtát kell választani. Jól kell meghatá-



Az erózióknak kitett, lejtős, vagy széljárta területek fokozottan igénylik a folyamatos talajtakarást.

Az ÖMKi kutatói által kifejlesztett **Élő Sorköz** keverék szőlő és gyümölcsös ültetvények, lejtős területek takarására alkalmas. A keveréket alkotó növényfajok: fehér here, komlós lucerna, lándzsás útifű, szarvaskerep, tarka koronafürt, vadmurom.

Főbb előnyei az erózióvédelem, gyomelnyomás, talajszerkezet-javítás, tápanyagmegkötés, és a csapadékvíz mélyebb talajrétegekbe vezetése. Ezen kívül honos évelő növényi összetétele által élőhelyteremtő hatása segíti a hasznos élőszervezetek megtelepedését, az ültetvény természeti értékének növelését.

Ősszel és kora tavasszal is vethető 20 kg/ha vetőmagnormával.

Gyakorlati útmutatók a www.biokutatas.hu honlapon, kiadványaink között, illetve [youtube csatornánkon](https://www.youtube.com/watch?v=csatornankon) találhatóak.

4. kép ÖMKi Élő Sorköz állomány



A takarónövények vetése a szántón sokszor kockázatos a vízhiányos talajállapot miatt. Az is előfordul, hogy enyhe teleken nem fagy ki az elvileg kifagyó keverék, így a következő évben terminálni kell az állományt.

Őszi kalászos után és tavaszi zöldborsó vetés előtt vetetünk takarónövény keveréket, aminek összetétele: 66% homoki zab, 10% olajlen, 10% facélia, 7% talajművelő retek, 7% etióp mustár.

- Vetésidő 2023. X. 20.

- Vetőmagnorma 20 kg/ha

A keverék az enyhe tél miatt nem fagyott ki, így szártörő hengerrel terminálni kellett a tavaszi vetés előtt.

5. kép Koppány TillageMix kifagyó keverék állomány 2023 április végén

Az egyre szélsőségesebbé váló klíma miatt **a fedetlen talaj ki van téve a heves esőzések eliszapoló hatásának és a hőség okozta kiszáradásnak, kergesedésnek, cserepesedésnek és porosodásnak.** A talajtakarás segíti a megfelelő hő- és vízgazdálkodást, mely a talajlakó élőlényeknek is kedvezőbb életteret biztosít [2, 10, 11]. A learatott táblán visszamaradt **tarlómaradványok** is egyre jelentősebb szerepet töltenek be a talaj védelmében. A **mulcshagyás** (ami lehet felszínen hagyott szármadarvány, levágott növényi anyag, vagy a tarlómaradványok és a talaj keveréke) hasznos gyakorlat, azonban nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy csak az élő növényzet, pontosabban az élő gyökérszövet képes fenntartani azt a felszín alatti kapcsolatot a talajban élő mikroorganizmusokkal, amely elengedhetetlen az egészséges talaj működéséhez. Ökölszabályként azt is érdemes figyelembe vennünk, hogy a talajtakarás pozitív hatásaira akkor számíthatunk, ha a talajfelszín **legalább 30%-ban fedett** [18].

2.2. A vetésforgó alkalmazása

A talajvédő gazdálkodás céljainak elérése érdekében kerülnünk kell az egyoldalú talajhasználatot, mely nemcsak a talajművelés módszerein alapul, hanem a termesztett növények megválasztásán is. **A termesztett növények művelési mélységigénye, gyökerezési típusa, víz- és tápanyagfelvétele, tenyészideje és elővetemény-értéke nagyban különbözik egymástól**, és ezek mind hatással vannak a termésbiztonságra és a talajban zajló folyamatokra [10, 19]. Az ökológiai gazdálkodás szabályrendszere előírja, hogy a talaj termékenységét és biológiai aktivitását többéves vetésforgó alkalmazásával kell fenntartani, amelyben a pillangósvirágú növényeket főnövényként, takarónövényként vagy zöldtrágyanövényként kell termesztani.

A **vetésforgó** alkalmazásának több előnye is van. A változatosabb növényi összetétellel **megelőzzük a kártevők és a kórokozók felszaporodását, megszakítva a gazdanövény-kórokozó kapcsolat folytonosságát. A gyomfojtó és jól bokrosodó, illetve nagy talajtakarást biztosító kultúrák termesztésével visszazsoríthatjuk a gyomokat és csökkentjük a talaj gyommagkészletének gyarapodását** [10, 19]. A mélyen gyökerező növények termesztésével segítjük a talaj mélyebb rétegeiben található tápanyagok biomasszába épülését. A különböző gyökerezési típusú kultúrák alkalmazásával a talajszerkezet regenerálódását, a vízmegtartó képesség javulását támogatjuk.

A biológiai sokféleséget változatosabb élő- és táplálkozóhelyek biztosításával segíthetjük. A termelésbiztonságot pedig az eladható termények diverzifikálásán keresztül növelhetjük. A termesztett növények kiválasztásakor mindenképp figyelembe kell vennünk a gazdaság adottságait (pl. gépesítés, munkaszervezés), a klimatikus és egyéb területi adottságokat (pl. talajadottságok, tájolás, lejtés), valamint az egyes növények elővetemény hatását és az utóvetemény igényeit, továbbá a visszamaradó szerves anyagok (szármaradványok) jellegét és mennyiségét [10, 19].

Nemcsak a növények **összetétele és aránya, de sorrendje és visszakerülési ideje** (vagyis körforgása) is gondos tervezést igényel. A növényi sorrend legfontosabb tényezői közé tartozik az összeférhetőség és a koncentrálhatóság, vagyis az, hogy adott növény éves területi aránya az összes alkalmas vetésterülethez viszonyítva mekkora lehet, figyelembe véve a visszavethetőség szabályait is [19, 20]. A növényegészségügyi és élőhelyteremtési hatásokon túlmenően, **az eltérő igényű kultúrák termesztése kiegyensúlyozottabb tápanyag- és szervesanyag-gazdálkodást is eredményez**. Ökológiaként érdemes megjegyezni, hogy ökológiai gazdálkodásban a megfelelő talajélet és tápanyag utánpótlás érdekében minimum 25%-os pillangósvirágú arányt javasolunk kialakítani a növények összetételében és éves arányában egyaránt.

2.3. A talajbolygatás csökkentése

A talajban élő mikro- és makroszervezetek előfordulása és aktivitása szoros kapcsolatban áll a talaj minőségével és termőképességével. A talaj biológiai tevékenységét pedig jelentősen befolyásolja a talajművelés.

Túl gyakori forgatás esetén az anaerob (levegőtől elzárt környezetben zajló) mikrobatevékenységet felváltja az aerob (levegőt igénylő) mikrobák felszaporodása, melynek hatására - a fokozott talajlégzés miatt - humusbontó folyamatok indulnak el. Csökken a talaj szénkészlete, **fogy a szervesanyag-tartalma, a talajszemcsék stabilitásának gyengítésével pedig romlik a talaj szerkezete** [10, 11]. Az intenzív művelés továbbá felszaggatja a gombafonalakat, ezáltal gyéríti a talajlakó gombák jelenlétét, ami különösen a talajszemcsék egyik ragasztóanyagát adó ún. glomalint termelő mikorrhiza gombák esetében jelent problémát.

Az intenzív talajművelés - különösen a szerves anyagok visszapótlása nélkül - mind fizikailag, mind pedig biológiailag degradálja a talajt. A talajszerkezet mechanikai károsítása (tömörítés, porosítás) és a mikrobiológiai tevékenység túlzott fokozása, vagy éppen lecsökkentése indítja be a talajpusztító folyamatokat. A hiányzó szerves anyag pótlása, valamint a kímélő, vagy forgatás nélküli művelésre való áttérés ilyenkor válik szükség-

gessé. A lazítóval vagy kultivátorral végzett talajművelés kevésbé levegőzteti a talajt, így az aerob mikroba-tevékenység is csak kisebb mértékben érvényesül, mint a forgatásos alpművelésnél, és a humuszanyagok lebomlása, fogyása is mérsékeltebb lesz [10]. A sekélyebb műveléssel kedvezünk a földigilisztáknak is. Ezen felül csökken a talaj szén-dioxid kibocsátása és üzemanyag-megtakarítással is számolhatunk [10].

A talajbolygatás csökkentése **a művelés mélységének mérséklése mellett a menetszám csökkentésével** valósítható meg [21]. A csökkentett talajművelési módoktól a talajművelés teljes elhagyásáig számos lehetőségünk van a bolygatás mérséklésére. A módszerek alapvetően a művelési mélységben és a megművelt talajfelület arányában térnek el egymástól. Hosszútávú stratégia és kellő rugalmasság szükséges a számunkra megfelelő munkamódszer kiválasztásához. Ugyanakkor érdemes észben tartanunk, hogy a talajművelés csak egy (fontos) eleme a fenntartható talajerő gazdálkodásnak. Önmagában nem elegendő a talajállapot helyrehozására, javítására, csak a többi gyakorlattal együtt (ld. vetésforgó, tápanyag utánpótlás, talajtakarás), rendszerszintű szemléletben vezet érdemi eredményre.

2.3.1. Csökkentett művelés - *reduced tillage*

Csökkentett talajművelésről akkor beszélünk, ha az alkalmazott művelési módszer a korábban végzett gyakorlathoz képest kevesebb talajmunkával jár, egyben okszerűbb és kedvezőbb hatású. Leginkább elterjedt módszere a szántás - avagy a forgatás - elhagyása. A forgatásos alpművelés - a műtrágyázásra alapozott konvencionális gazdálkodás elterjedésével - mára ugyanis globálisan a talajok általános szerkezetromlásához, szerves anyag csökkenéséhez vezetett.

- **Forgatás nélküli talajművelés**

Lazítással, illetve **sekély és lezárt tarlóműveléssel** (mulcshagyó kultivátorozással vagy síktárcsás porhanyítással) könnyen elérhető a megfelelő talajállapot. A tarlóhántást célszerű sekélyen, 6-8 cm mélyen végezni, majd a felszínt a soroktól rézsútosan hengerezéssel lezárni. A túl mély hántás költségesebb, és kevesebb haszonnal jár. A sekély tarlóhántással a talajnedvesség vesztesége csekély marad és a talajéletnek is kedvezünk, továbbá elősegíthetjük vele az árva- és gyomkelés gyérítését és visszaszoríthatjuk a kártevők és kórokozók nyomását [2, 10].

A forgatásos talajművelésről való lemondás azonban kihívásokkal is jár. Az első és legfontosabb a növényvédelmi problémák, elsősorban a **gyomnyomás** fokozódása, főként a kezdeti időkben. A **növényi kártevők és kórokozók** jelentős része is a talajban, illetve a növényi maradványokon szaporodik vagy telet át. Ezek aláforgatása erőteljes gyérítő hatású [21]. A forgatás nélküli művelés során idővel azonban átalakul a terület gyomflórája, és a károsítók összetétele. A korábbi károsítókat felváltják a kevésbé agresszív fajok, növénytar-
sulások. Az új talajművelési helyzethez való alkalmazkodás végsősoron új agrár-ökoszisztéma kialakulását eredményezi.

További kihívás, hogy a felszínen maradó növényi részek és az egyenletes magágykészítés hiánya a termeszett növények **későbbi, vagy lassabb kelését** eredményezheti. Nagyobb mennyiségű növényi maradvány esetén a gondot fokozhatja a vetőgép vagy a fésűs borona eltömődése is. Az új, direktvető gépekbe történő beruházás magas költségigénye akadályozó tényező lehet a technológiai átállás során [2, 10].

Számos tanulmány és gazdálkodói tapasztalat számol be a talajművelés csökkentése nyomán jelentkező kezdeti nehézségekről, **terméskiesésről**, erőteljes gyomnyomásról. Az alkalmazott stratégia közép-hosszútávú sikere nagymértékben függ a gazdálkodó megfigyeléseitől, rendszerszemléletétől és találékonyaságától. Ha úgy döntünk, hogy forgatás nélkül műveljük tovább talajunkat, számolnunk kell a kockázatokkal. A már említett hosszútávú pozitív hatások lehet, hogy csak évekkel később mutatkoznak meg. Addig a területen jelentkező károsítók nyomása jelentősen megnövekedhet. A táblán megszokott gyomok felszaporodása és a **pocokpopuláció** átmeneti növekedése jelentős növényvédelmi terheket és terméskiesést róhat ránk.



6. kép Busa forgókapa



7. kép Egyéves lucernatarló feltörése BUSA forgókapával (mezei pocok gradáció miatt) 2024 március, Magyarhomorog

Magyarországon Manninger Gusztáv Adolf (1880-1954) foglalkozott a folyamatos mélyművelés hátulütőivel. „A talaj sekély művelése” (1957) című munkájában rámutatott a lazítás és a talaj „lezárása”, vagyis a vízmegőrző művelés jelentőségére. A könyvet 2025-ben a Debreceni Egyetem faksimile kiadásban újra megjelentette.

A szántást helyettesítő, forgatás nélküli alpművelést a talaj keverésére és porhanyítására szolgáló **tárcsás boronákkal** is elvégezhetjük. Először a nagy átmérőjű és görbületű tárcsák alkalmazása került előtérbe, amelyeknek a keverő hatása jó. Később jelentek meg a szintén élezett, kisebb-nagyobb csipkézettségű tárcsalapok, főleg a szármaradványok jobb aprítása és keverése érdekében. A lapjában hullámos tárcsa nagyobb sáv szélességben dolgozik a talaj és a szármaradványok intenzívebb keverésével, erőteljesebb tarlómaradványnál is. Ahogy a szántásnál, úgy e művelési mód esetében is a túl gyakori és azonos mélységben végzett tárcsázás előidézheti a talaj porosodását és káros tömörödését [2, 22].

A forgatás nélküli talajművelés további eszközei a **lazítók**, melyek vázszerkezetén általában a szerszámok, művelőelemek cserélhetők. Az ívelt kések, kapatestek több sorban elhelyezhetők. A lazítózással megszüntethető a talaj káros tömörödése, azonban indokolatlan és túlzott alkalmazása károsan hat a szerkezetességre és a talajéletre. Emellett ügyelnünk kell a lazítási mélység helyes megválasztására és az időzítésre, mivel túl nedves talajon a pozitív hatása nem érvényesül [2].

A hazai fejlesztésű **BUSA forgókapa** a mulcshagyással kombinált forgatás nélküli talajművelésnél is alkalmas a sekély alpművelésre.

- Sávos művelés - *strip-till*

A sávos művelés egyesíti a hagyományos forgatásos művelés és a direkt vetés legjobb tulajdonságait. A tarlón végzett vetés során **csak a vetősorban történik talajművelés** egy keskeny sávban, nem pedig a talajfelszín egészén. A sorok és sorközök jól elkülönülnek, melyek kialakításához gondos odafigyelés, pontosság szükséges. A sávos művelés direktvetéssel szembeni előnye, hogy kevésbé érvényesül a tarlómaradványok csírázást és egyenletes kelést akadályozó hatása, valamint tavasszal korábban megkezdődik a talaj felmelegedése a magok körül. A sávokra korlátozódó talajbolygatás és a sávok közének takarása ugyanakkor a szántásnál hatékonyabb nedvesség-visszatartást jelent. A célzott műveletek elvégzéséhez pontos munkavégzés szükséges, de a technológia fejlődésével - mint például az RTK (valós idejű helyzetmeghatározás), automata kormányzás, GPS vonalvezetési rendszerek alkalmazásával - ez is egyszerűbbé válik [10].



A sávos, avagy angolul *strip-till* művelésnél a talaj megmunkálása **talajmaróval ellátott lazítóvasakkal történik, a vetés előtt vagy a vetéssel egy menetben**, így a vetőmag a művelt sávokba kerül.

Előnye a növénytakaró megőrzése a keskeny, maximum 20 cm széles bolygatott sávok között. Hátránya a nagyobb gyomosodási kockázat, különösen árvakelés esetén.

A speciális sávos művelőgépek és további precíziós eszközök beruházási költsége kétségtelenül magasabb a megszokottnál, alkalmazásuk pedig szakértelmet igényel. Ugyanakkor hazánkban is vannak már leleményes gazdák által alkotott, saját kivitelezésű gépek a strip-till helyi adottságokhoz alkalmazkodó megvalósítására.

8. kép A sávos talajművelő gép Gál László bugaci regeneratív ökológus fejlesztése

2.3.2. Talajbolygatás nélküli művelés - *no-till* vagy *zero tillage*

A talajművelés teljes elhagyásakor a vetést nem előzi meg talajmunka, direktvetés történik a többnyire növényi szármagokkal fedett talajba. A talajművelés feladatát, a gyomok visszaszorítását alapvetően a takarónövények végzik el. A lekerülő kultúrnövények szármagjait érdemes egyenletesen szétteríteni a területen, miközben takarónövényeket vetünk a fő kultúrák közé a folyamatos fedettség eléréséhez. A nitrogénszolgáltató képesség javítása miatt pillangós takarónövényeket is célszerű alkalmazni.

A szerves trágyát egyenletesen, komposztált, aprított formában lehet kijuttatni a talajfelszínre, hiszen nincs beforgatás. A pocok és más rágcsálók ellen az a leghatékonyabb védekezési mód, ha teret engedünk a ragadozómadaraknak (pl. egerészölyv) és a rókáknak, valamint a táblán kívül alakítunk ki a kistrágcsálóknak kedvező élőhelyeket [23]. A kórokozók, kártevők nyomása változatosabb vetésforgóval, kétszikű takarónövények beiktatásával csökkenthető.

A no-till rendszerekben ugyanakkor a gyomirtást – mechanikai alternatíva híján – kizárólag kémiai úton, herbicidekkel oldják meg. Ez nagy hátránya a talajművelés nélküli termesztésnek, hiszen a gyomirtószerek környezet-egészségügyi szempontból, de sokszor a talajélet vonatkozásában is komoly kockázatot jelentenek. Az ökológiai gazdálkodásban a gyomirtók, így pl. a glifozát használata sem megengedett, a gyomszabályozás mechanikai vagy ritkán fizikai (perzselés) módszerekkel történik. A talajművelés nélküli rendszerek megvalósíthatósága ökológiai gazdálkodásban ezért korlátozott. A csökkentett talajművelés előnyei, főként a forgatás nélküli sekélyművelés alkalmazásával, ugyanakkor ökológiai gazdálkodásban is érvényesíthetők!

Ahogy csökken a talajbolygatás, úgy idővel javulni kezd a talajszerkezet, nem iszapoldódik el a talajfelszín, javul a talajok vízbefogadó képessége. Hosszú távon – főként megfelelő szervesanyag utánpótlás mellett – fokozódik a humusztartalom és a talaj nitrogénszolgáltató képessége.

- Direktvetés

Direktvetés esetén a vetőmagok speciális nyitócsoroszlyás vetőgéppel kerülnek a megmunkálatlan talajba, majd a csoroszlyát követő elem betakarja és tömöríti a magágyat. Ugyanígy vethetünk lemulcsolt takarónövény vegetációba is (ld. mulcsba vetés). Direktvetés esetén talajbolygatás csak a vetősorokban történik, a felszín legfeljebb 10%-án. A vetést tehát (a no-till rendszerrel összhangban) semmilyen talajművelési munka, tarlóhántás, lazítás, elmunkálás, vagy magágykészítés nem előzi meg [10].

A direktvetés pozitív hatásai fokozatosan alakulnak ki, melyek az alábbiak:

- Víz- és szélrózsió csökkentése (mulcsba vetéskor, a takarónövény talajtakarása által)
- Szervesanyag-tartalom megőrzése, növelése
- Hosszabb távon javuló talajszerkezet
- Porosodás, eliszapolódás és cserepedés megelőzése (a talajtakarás által)
- Taposási károk megelőzése a csökkentett menetszámnak köszönhetően
- Javuló vízbefogadó képesség a talajszerkezet javulása nyomán
- Víz- és nedvességvesztés csökkenése (a talajtakarás által)
- Ráfordítások (üzemanyag) és művelés időigényének csökkenése.

Ugyanakkor a technológia alkalmazása nehézségekkel is jár:

- Tarlómaradványok kedvezőtlen hatása a csírázásra és a károsítók felszaporodására
- Ülepedett talajállapot, főleg a kezdeti időkből
- Kezdetben csökken a talaj termékenysége, a gyökérszóna tápanyagokban hiányt szenvedhet
- A levegőtlen talajban kezdetben erősödhetnek az anaerob folyamatok és csökkenhet a talajélet
- A növények kezdetben gyengébben fejlődnek és fogékonyabbak a betegségekre
- Erőteljes gyomnyomás jelentkezik, mely kémiai gyomirtó szerek nélkül csak hosszú idő múltán enyhül
- Magasabb N-szükséglet lép fel a hagyományos technológiákhoz képest (az ún. pentozán-hatás végett)
- A talajállapotra érzékeny növénykultúrák termesztése kezdetben nem ajánlott
- Speciális gépigény (mulcsterítő, direktvetőgép), mely magasabb beruházási költségekkel jár
- Az első években termés kieséssel számolhatunk, a természet gazdaságossága bizonytalan
- Szakértelem és a technológiai követelmények pontos betartása szükséges
- Az érésítési árban általában nem érvényesíthető a talajkímélő technológia.

A direktvetés módszere ökológiai körülmények között általában több nehézséggel jár, mint előnnyel, de fontos megjegyezni, hogy a bolygatatlan talaj állapota idővel stabilizálódik, a biológiai aktivitás és a kórokozókkal, kártevőkkel szembeni ellenállóképeség újra felerősödik. A direktvetés technológiájához alapvető technikai feltétel az egyenletes mulcs-terítésre alkalmas eszköz, és a direktvetésre alkalmas vetőgép megfelelő csorozlya kiképzéssel és nyomással (200-300 kg is szükséges lehet), ami mind a tarlóba, mind a növényel fedett talajba történő vetést lehetővé teszi.

- Mulcsba vetés

A mulcsba vetés lényege, hogy **a tarlón hagyott szármagmaradványokba, vagy a takarónövényként vetett kultúra lemulcsolt anyagába történik a főnövény vetése** anélkül, hogy a növényi maradványokat részben, vagy egészben a talajba dolgoznánk. A mulcsba vetés technikai feltétele a **mulcs művelésére alkalmas eszközök** megléte.

Mulcsbavetés esetén kultivátorral, vagy tárcsás boronával felszíni tarlóművelést végzünk, melybe takarónövényt, köztesnövényt, vagy akár főnövényként őszi/tavaszi kultúrát vetünk. A mulcsréteg ebben az esetben az előző növényi kultúra maradványa, ahol lényeges, hogy a növényanyag megfelelő talajtakarást biztosítson [10, 11].

Ha takarónövénybe vetünk, szükséges annak időben végzett terminálása. Ezt mechanikai úton rövid tárcsával, kultivátorral, késes hengerrel, vagy ezek kombinációjával is végezhetjük. A megfelelően aprított növényi részek nemcsak talajtakarást biztosítanak, de a gyomnyomást is szolgálják. A technológia hátránya, hogy a mulcs hűti a talajt, ami hűvös tavaszon kedvezőtlenül hat, akadályozza a talaj vetéshez szükséges és elégséges felmelegedését, késlelteti a kelést. Hőségben, illetve nedvesség hiányában ugyanakkor kifejezetten előnyös a hatása, hiszen fokozza a talaj vízmegtartását [10]. Ökológiai gazdálkodásban különösen fontos a megfelelő, 15-20 cm-es mulcsvastagság ahhoz, hogy a gyomok növekedését visszafogja a takarás. Ha kevesebb a mulcs, erre a hatásra korlátozottan számíthatunk.



A mulcsba vetés tesztelésére **szóját vetettünk rozs mulcsba On-farm kísérletben**. A mulcsot a virágzás fázisában lehengerezett rozs képezte. A rendkívül száraz talajállapot még nagyobb csoroszlanyomást igényelt volna, mint amit a Väderstad Rapid vetőgép biztosítani tudott, így – bár voltak egyenletesen kikelt sorok – összességében kisebb lett a tőállomány az optimálisnál. Emiatt az eredetileg tervezett direktvetést az elkövetkező években sekély művelésnek kellett megelőznie.

Rozs vetés 2021. X. 20., vetőmagnorma 200 kg/ha

Rozs terminálás 2022. VI. 15. hengerezéssel

Szója vetés 2022. VI. 20., vetőmagnorma 900e csíra/ha

Vetőgép: Väderstad Rapid

9. kép Szója vetése rozs mulcsba

2.4. Szervestrágya alkalmazása és a biológiai sokféleség növelése

A **szervesanyag-gazdálkodás** fontos gyakorlatai közé tartozik a szervestrágyák észszerű használata, a mezőgazdasági eredetű melléktermékek hasznosítása és összességében a talajok szervesanyag-tartalmának visszapótlása, megóvása, gyarapítása. Az állati eredetű trágyák, mint az **istállótrágya** és a **hígtrágya**; a növényi eredetűek, mint a **zöldtrágya**, a **tarlómaradványok** és a **zöldkomposzt mind alkalmasak a talajok szervesanyag-készletének pótlására**. Tápanyagtartalmuk ugyan általában alacsonyabb, feltáródási idejük pedig hosszabb, mint a konvencionális gazdálkodásban alkalmazott műtrágyáké, de éppen ezen tulajdonságaik teszik tehetővé, hogy fokozatosan és hosszú időn át lássák el tápanyaggal a természetett növényeket [24, 25].

Az **állati eredetű szervestrágya** ideális a mezőgazdasági tápanyagutánpótlás szempontjából. A szervestrágyázási forgó ugyanakkor az optimális 3–4 év helyett mára 15–20 évre növekedett. Az állatállomány csökkenése miatt, illetve a növénytermesztési és állattenyésztési ágazatok szétválása és koncentrációja okán egyre korlátozottabb a szervestrágya hozzáférhetősége. A legújabb technológiai megoldásoknak köszönhetően a különböző pelletált, granulált szervestrágyák iránti kereslet viszont ugrásszerűen megnövekedett az elmúlt években. Figyelembe kell azonban vennünk, hogy az állattartó telepek iparszerű működése esetén a termelő szerves- és hígtrágya, illetve ezek termékei ökológiai gazdálkodásra nem alkalmasak.

Az **istállótrágya** állati ürülékből és alomanyagból áll, mely a benne található mikroorganizmusoknak köszönhetően segíti a tápanyagok feltáródását és javítja a talaj szerkezetét. Minőségét nagyban meghatározza az ürülék összetétele és az alomanyag mennyisége és minősége. Attól függően, hogy milyen állatfaj trágyájával dolgozunk, tervezhetünk annak felhasználásával. A szarvasmarha- és sertés trágya kevesebb szerves anyagot és nitrogént tartalmaz, bomlása is lassabb és kevésbé melegszik, ezért laza, kevésbé kötött talajokra való. A ló és a juh trágyája alacsony nedvességtartalmú, de magasabb szervesanyag- és N-tartalma révén értékesebb. A takarmány mennyisége és minősége mellett az alomanyag is befolyásolja az istállótrágya összetételét, ahogy a tartásmód intenzitása is [24].

A baromfitrágya alacsony nedvességtartalmú, de igen magas, növények számára kiválóan hasznosuló tápanyagtartalommal rendelkezik. Bomlása gyorsabb, ezért inkább komposztkeverékekben, istállótrágyához keverve, vagy pelletként hasznosítható.

Az istállótrágyát érlelni kell. Az istállótrágya szén-nitrogén aránya (C:N) kezdetben igen tág, (40-50:1) a nitrogén feltáródása pedig fokozatos. Az első 3-5 napban a lazán rakott trágyában lezajló aerob folyamatok révén magas, 50-70 °C-os hőmérséklet keletkezik. Ilyenkor jelentkezik a legnagyobb N-veszteség. Ezt a folyamatot mihamarabb le kell zárni, tömörítéssel, a levegő kiszorításával, melyet friss trágyaréteg, vagy föld ráhordásával végezhetünk el. Ezután következik egy körülbelül száznapos szakasz, mely során a C:N arány eléri az optimális 20:1 értéket, a trágya színe sötét, anyaga közel egynemű lesz, melyben a szalmaszálak már alig láthatók és az egész anyag könnyen teríthetővé válik. Hogy elkerüljük a további nitrogénvesztést, érdemes a trágyát bedolgozni, lehetőleg még ugyanazon a napon, ahogy kijuttattuk – bár ez forgatás nélküli technológiával csak sekélyműveléssel, azaz kisebb hatékonysággal valósulhat meg [24].

Átlagosan 10 t jól kezelt istállótrágyában 50 kg nitrogén, 25 kg foszfor és 60 kg kálium található, nagyrészt szerves kötésben. Az istállótrágya hatása az első évben a legnagyobb, 40-60%-ra is tehető a tápanyagok feltáródása. A második és harmadik évben fokozatosan csökken a tápanyagok elérhetősége, a teljes mennyiség 30-35%, illetve 10-12%-ára.

A **baromfitrágya pellet** beltartalma változó, de általában 4-5% nitrogént (N), 3-5% foszfort (P_2O_5) és 2-3% káliumot (K_2O) tartalmaz, emellett szervesanyag-tartalma magas (kb. 50-65% vagy több), valamint kalciumot és mikroelemeket (pl. magnézium, mangán, bór) is magában foglal. A konkrét beltartalom terméktől és feldolgozási módtól függ. Az ökológiai gazdálkodásban használható termésközelítő anyagokról *kiadványunkból* tájékozódhat.

A Bizottság (EU) 2021/1165 végrehajtási rendelete lehetővé teszi ökológiai gazdálkodásban a növényi vagy állati eredetű anyagokkal együtt feldolgozott állati melléktermékeket tartalmazó **biogázüzemi fermentációs maradék** alkalmazását tápanyagutánpótlásra [26]. A biogáz előállítás oxigén jelenléte nélküli anaerob rothasztás, melynek során a szerves anyagok fermentálódnak. A rothasztott közegben a bomlási folyamat hőtermelése miatt a csíraszám jelentős mértékben lecsökken, a szerves kötésben lévő nitrogén jelentős része pedig ammóniummá redukálódik, mely forma a növények számára könnyen felvehető [27, 28]. A magas szárazanyagtartalmú iszap szórással, majd beforgatással, de hígítva, injektálással, forgatás nélküli művelésben is alkalmazható. Az injektálásos technológiának speciális a gépigénye és csak magas víztartalmú, maximálisan 10 %-os szárazanyag tartalommal rendelkező iszapok használhatók fel hozzá. Az eljárás során traktorral összeköthető, tartálykocsira szerelt injektorokat vagy önjáró, önfeltöltő berendezéseket alkalmaznak, melyek feltöltést követően a táblán végighaladva, a talajban az injektáló késekkel kialakított barázdákba a kívánt mélységben (20-50 cm) egyenletesen juttatják ki a híg iszapot [27]. Ökológiai gazdálkodásban ez a tápanyagutánpótlási mód biztosítja a leghatékonyabb trágyázást. A hozamok a Kasseli Egyetem tartamkísérletei alapján a technológia mellett megközelítik a konvencionális művelés termésátlagait.

Ökológiai gazdálkodásban állati eredetű nitrogén tápanyagutánpótlást évente max. 180 kg/ha N mennyiségben szabad kijuttatni. **Nitrátérzékeny területen** gazdálkodóknak a szerves trágyák használata esetén a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelmét szolgáló cselekvési programban foglaltakat is be kell tartani. A szerves trágyával kijuttatható nitrogén hatóanyag mennyisége itt nem haladhatja meg a 170 kg/ha/év értéket. Nitrátérzékeny területen továbbá a trágyázási **tilalmi időszak** őszi kalászosok esetében november 30-tól január 31-ig, egyéb esetben november 30-tól február 15-ig tart. A kijuttatott istállótrágyát a kijuttatást követő négy órán belül egyenletesen a talajba kell dolgozni. Amennyiben a kijuttatás megkönnyítése és a hatékonyabb munkaszervezés érdekében szükséges táblaszélén istállótrágyát tárolni, a trágyaszarvast minden évben máshová kell elhelyezni. Tilos vízjárta területen, pangóvízes és alagsövezett táblán, valamint felszíni víztől számított 100 méterrel belül istállótrágyát táblaszélén tárolni. A táblaszéli tárolás akkor sem megengedett, ha a talajvíz a felszín közelében van, vagy trágyakijuttatás tilalmi időszak van.

Magyarországon a **hígtrágya termőföldön történő hasznosítása** bejelentésköteles tevékenység, a bejelentést a felhasználására tervezett termőföld fekvése szerint illetékes, talajvédelmi hatáskörben eljáró

vármegyei kormányhivatal felé kell megtenni. A bejelentés megtételéhez mellékelni kell a talajvédelmi szakértői névjegyzékben szereplő szakértő által készített talajvédelmi tervet. A hatóság a terület talajtani tulajdonságai, a hígtrágya jellemzői és a terület egyéb adottságai (pl. lejtésviszonyok, vízfolyások közelsége, terület érzékenysége, védelem alá eső terület esetleges távolsága) és a gazdálkodó által igénybe vehető eszközök alapján meghatározza a kijuttatandó hígtrágya javasolt dózisát, valamint megállapítja a kijuttatás egyéb feltételeit. Ezek megállapításához figyelembe veszi a vonatkozó jogszabályokat is, melyek közül legfontosabbak a termőföld védelméről szóló törvény és az un. „Nitrát rendelet”, az 59/2008 (IV. 29.) FVM rendelet. A talajvédelmi terv célja, hogy a hígtrágyában található tápanyagok minél jobban hasznosuljanak, és ne okozzanak környezetszennyezést. Ökológiai gazdálkodás esetén nem használható fel intenzív állattartásból származó trágya. Kijuttatás szempontjából a hígtrágya felhasználásával megegyező módon kell eljárni a trágyaszarvasok, trágyatárolók csurgalékvizeti esetén is. Bővebb információ az előírásokról a NAK *Nitrát Gazdálkodói Kézikönyvében* olvasható [29, 30].

A zöldtrágyázás szintén jelentős szerepet tölt be a talajtermékenység fenntartásában és fokozásában. Zöldtrágyanövényeket fő- vagy másodvetésben is termesztünk. Lényegük, hogy teljes zöldtömegüket a talajba dolgozva hasznosíthatjuk. A jó zöldtrágyanövény rövid tenyészidejű és gyors fejlődésű. Viszonylag rövid idő alatt jelentős mennyiségű biomasszát termel (legalább 10 t/ha 2-3 hónapon belül), erősen és mélyen gyökerezik. Növeli a talaj N-készletét (pl. pillangósvirágú) és kedvező az elővetemény-hatása. Termesztése ideális esetben nem igényel különleges technológiai eljárásokat, vetőmagja olcsó és könnyen beszerezhető. Jól alkalmazkodik a klimatikus adottságokhoz és termőhelyi feltételekhez, továbbá jól hasznosítja a rendelkezésre álló talajnedvességet.

A jó zöldtrágyanövények a károsítóknak (pl. rovarkártevők, fonálférgesek, kórokozók) ellenállók, a gyomokat elnyomják, valamint megfelelő talajtakarást biztosítanak. Ilyen növények lehetnek például a mélyen gyökerező, talajszerkezetet javító **olajretek vagy fehér mustár**, a nagy zöldtömeget nevelő, kiváló méhlegelő **facélia**, a **takarmányrepce, takarmányborsó, csillagfürt, szöszös bükköny, somkóró, len és herefélék** [24, 31]. A zöldtrágyázásról részletesebben is olvashatnak az ÖMKi honlapján elérhető, *„Zöldtrágyázás a szántóföldön és a zöldségtermesztésben”* című kiadványban [31].

A **tarló- és gyökérmaradványok** (mulcshagyás) hasznosítása úgy a legcélravezetőbb, ha a növényi maradványokat megfelelően aprítva, sekélyen bedolgozzuk a talajba. A lebontási folyamatok és a kórokozók gyérítése is hatékonyabb így, mint a felszínen hagyással. Az egyes növénykultúrák más és más tömegű és tápanyagtartalmú tarlómaradványt hagynak maguk után. A kalászos gabonáké például a kukoricaszárhoz képest jól aprítható, de alacsony N, P és K tartalmú. Az egyéves pillangósok és a keresztesvirágúak maradványai is jól apríthatók, szemben a nehezen kezelhető évelő pillangósokkal (pl. lucerna). Mindegyikre igaz azonban, hogy kedvező elővetemény-értékkel (jó biológiai utóhatással) rendelkezik [2, 10].

A talajba került nagy mennyiségű szerves anyagon a mikroorganizmusok egyes csoportjai felszaporodnak. A lebontás kezdeti időszakában ehhez a szükséges tápanyagokat – elsősorban a nitrogént – a talajból, a növények számára is felvehető formában rendelkezésre álló készletekből fedezik és építik be szervezetükbe, ezzel átmenetileg csökkentik a növények számára felvehető nitrogén mennyiségét. Ez az úgynevezett pentozán hatás, mely a kultúrnövények termesztése szempontjából káros tápanyaghiányhoz vezet. A pentozán hatással akkor kell számolnunk, ha a beforgatott szervesanyag C:N aránya tágabb, mint 30:1.

A szármaradványok lebontásának elősegítésére ma már több „szárbontó” mikrobiológiai készítmény is kapható kereskedelmi forgalomban. Ezekben cellulózbontó enzimeket termelő baktériumok és gombák találhatók, melyek felgyorsítják a növényi szövetek, pl. a szalma lebontását a talajban, ezáltal hozzájárulnak a gyorsabb tápanyagfeltárolódáshoz, a szármaradványokon áttelelő kórokozók gyérítéséhez és a humifikációhoz.

1. táblázat A talaj és egyes növényfajok szármaradványainak szén-nitrogén aránya [32]

Közeg	C:N arány
Talaj	8-10:1
Pillangósok, hüvelyesek szármaradványa	15-30:1
Kukorica, búza szármaradványok	80-120:1

2. táblázat Szármaradványok mennyisége a hozam függvényében [32]

Növény	Terméshozam	Gyökérmaradvány mennyisége	Szármaradvány mennyisége
Búza	3 t/ha	1,4 t/ha	6,3-4,5 t/ha
Búza	6 t/ha	1,4 t/ha	7,5-9 t/ha
Repce	2 t/ha	1,8 t/ha	3,2-5 t/ha
Repce	4 t/ha	1,8 t/ha	6,4-10 t/ha

A **komposzt** rendkívül sokoldalúan felhasználható szerves alapanyag. Használatát mind a talajunk, mind a növényeink meghálálják. Kijuttatása – az előző trágyaféleségekhez hasonlóan – növeli a talaj szervesanyag-tartalmát és felpezsdíti a benne lévő talajéletet. Komposzttal szintén javítható a talaj szerkezete és vízmegtartó képessége, a növények számára pedig hosszútávon kiegyensúlyozott tápanyagutánpótlást biztosít, de akár a növényvédelemben is fontos szerepet játszhat a károsítókat elnyomó, ún. szupresszív mikrobiom kialakításával [24, 25].

Előállításához számos alapanyag és módszer alkalmazható. Komposztálással nemcsak az állati eredetű trágyák, de az *élelmiszeripari, konyhai és biológiailag lebomló kommunális hulladékok* (pl. közterületi zöldhulladék) is hasznosíthatók. Beszélhetünk például növényi eredetű alapanyagokból létrehozott zöldkomposztról, komposztált állati trágyáról, gombatermesztésből megmaradó gombakomposztról, giliszták segítségével előállított vermikomposztról (más néven gilisztahumuszról) vagy akár a folyékony települési szennyvíz üledékéből – szigorúan szabályozott módon – előállított szennyvíziszap-komposztról. Ez utóbbit azonban elővigyázatossági okokból ökológiai gazdálkodásban nem lehet felhasználni. Elterjedt a komposzttea használata is, amit az előállított komposztból kiindulva, a benne lévő mikrobák felszaporításával készíthetünk vizes közegben. Segítségével nagyobb területre tudjuk kijuttatni a talaj számára hasznos mikrobákat (pl. gombákat, baktériumokat) [25].



A települési komposzttelepeken lakossági, valamint kertészetek által leadott zöldhulladékot használnak fel komposztkészítésre. A nyersanyagokat prizmákba hordva, aprítás, rendszeres nedvesítés és forgatás mellett komposztálják.

A komposzt megfelelő gondozása (víz és oxigén biztosítása) a lebontási folyamatokat jelentősen felgyorsítja, így akár 6-8 hónapon belül felhasználásra kész komposzt állítható elő. A lebomlás során hő keletkezik, mely eléri a 60-65 °C-os hőmérsékletet, így kiválóan alkalmas a patogének (emberi, állati, növényi kórokozók) és a gombagok elpusztítására.

Az ÖMKi honlapján tájékozódhat a NÉBIH engedéllyel rendelkező zöldkomposzt-elállító telepek elhelyezkedéséről.

10. kép Az ÖMKi komposztálója az iroda udvarán, melyben nemcsak kerti zöldhulladék, de konyhai maradványok is elhelyezhetők

Az érett komposzt megfelelő nedvességű, hőmérsékletű és oxigéntartalmú (aerob) környezetben, szerves anyagok biológiai lebomlásának végeredményeként jön létre. Sötét színű, egynemű, földszerű anyag, mely könnyen kijuttatható. Humuszanyagokban és hasznos mikroorganizmusokban gazdag, nemcsak talajjavítóként, tápanyag-utánpótlás céljából, de természetközegként is használhatjuk [25].

Bár a komposzt tápanyagtartalma alacsonyabb, a benne lévő tápanyagok feltáródása pedig lassabb, mint más szerves trágyáké, azokkal kombinálva hatékonyan tovább fokozhatja a talaj javítását, a növények fejlődését.



A **prizmákba rendezett istállótrágyát rendszeresen át kell forgatni** a megfelelő szellőzés érdekében. A levegőztetés hatására gyorsul a szerves anyagok bomlása. Folyamatos méréssel nyomon követhetjük a prizma hőmérsékletét és nedvességtartalmát, hogy szükség esetén nedvesítsük. A prizmában zajló mikrobiológiai folyamatok alapvetően meghatározzák a komposzt minőségét.

11. kép Komposzt prizmák átforgatása a zalaköveskúti Tarkarét Biofarmon

A különböző szerves trágyák tehát eltérő tápanyagszolgáltató képességet, nitrogén mineralizációs arányt mutatnak. A kereskedelmi forgalomban elérhető terméskövető anyagok (pl. a pelletált baromfitrágya) összetételüket tekintve általában kiegyenlítettebb anyagok, bár feltáródásukról kevés az információnk [33, 34]. Az ökológiai gazdálkodásban használható terméskövető anyagokról és azok tápanyagtartalmáról 2022-ben átfogó kiadványt készítettünk, melyet 2025-ben frissítettünk [35]. Kutatásunk a modern tápanyagutánpótlási termékformák nitrogén-feltáródási ütemének vizsgálatára pedig lassan harmadik évét kezdi meg.



Különböző, kereskedelmi forgalomban kapható, egyszerűen adagolható, pelletált tápanyagok.

Az ÖMKi „Tenyészedényes kísérlet beállítása a modern termékformák nitrogén-feltáródási ütemének vizsgálatára” című kertészeti kutatásáról [itt olvashat](#) részletesebben.

12. kép Pelletált szerves trágyák

3. Tapasztalataink a regeneratív módszerek talajra gyakorolt hatásairól

A regeneratív talajművelési eljárások hatásait gazdálkodó partnereinknél vizsgáljuk. Az On-farm kutatások során valós üzemi körülmények között követjük figyelemmel a talaj fizikai, kémiai, biológiai állapotának változásait különböző művelési módok esetén. Az alábbiakban ezekből az eredményeinkből mutatunk egy-egy példát.

3.1. A talaj tömörödöttségének változása

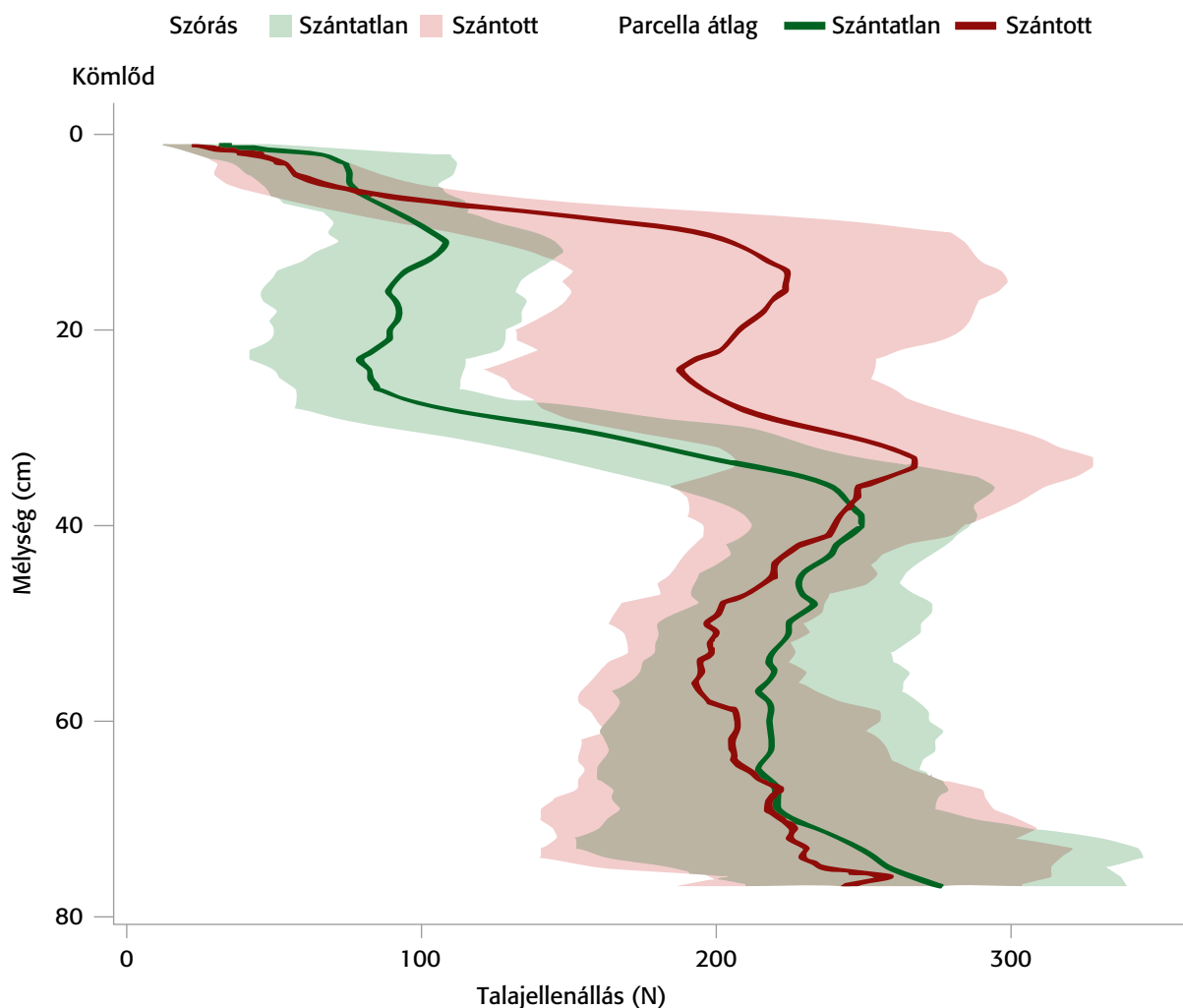
Dunántúlon, jó adottságú, csernozjom barna erdőtalajokkal rendelkező gazdaságban mértünk talajellenállást, két eltérő művelésű táblán, Kömlőd térségében. A gazdaság területét 175 m tengerszint feletti magasság, 11,5 °C évi középhőmérséklet, 550-600 mm éves csapadékösszeg jellemzi.

Az egyik táblán szántást több mint nyolc éve nem végeznek, azóta törekszik a gazda a művelési mélység és menetszám csökkentésére. Manapság az ultrasekély (maximum 2-4 cm) művelést részesíti előnyben. Amikor lehetséges, alávetést és takarónövényeket is alkalmaz (3. táblázat). A tábla ökológiai művelésű. A szomszédos tábla pedig egy rendszeresen szántott és műtrágyázott, konvencionálisan művelt terület volt.

3. táblázat Vetésforgó és agrotechnika a kömlői területeken

Parcella	Művelési jellemzők	Előző évi vetemény	Főnövény
Szántott	Műtrágyázás, herbicides gyomirtás, szántás	Kukorica	Kukorica
Szántatlan	Sekély művelés, pillangós alávetés, takarónövény bedolgozás	Őszi búza	Napraforgó

A parcellánkénti 8-10 penetrométeres (Penetronik típusú talajellenállás-mérő eszközzel végzett) mérés alapján a tartósan sekély művelésű ökológiai terület tömörödöttség tekintetében kedvezőbb állapotban van, mint a mellette található, rendszeresen szántott konvencionális tábla. Utóbbi esetében megfigyelhető 15-20 cm mélységben egy nagyobb ellenállású réteg, amely minden bizonnyal az eketalp jelenséget mutatja (2. ábra).



2. ábra Penetrométeres mérések eredménye Kömlődön, 2020-ban.

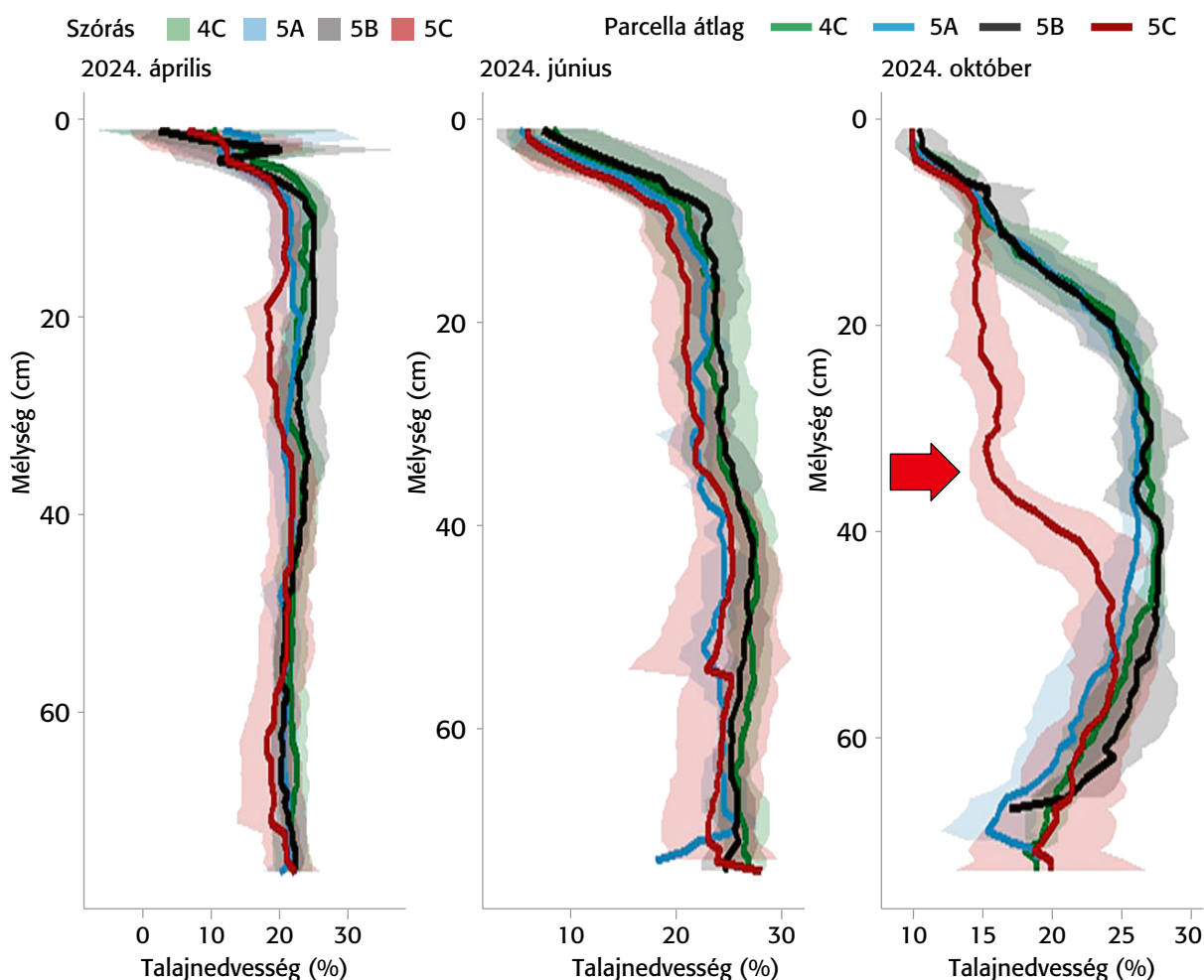
3.2. A talaj mikroklimatikus jellemzőinek alakulása

A kísérlet helyszíne Száron, az ökológiai gazdálkodást folytató Csoroszlya Farm területén található, ahol kísérleti parcellákat alakítottunk ki több éves On-farm kísérletek céljára. A Vértes és a Gerecse határán fekvő gazdaság enyhén délnyugati kitétségű területére semleges kémhatású homokos vályog lejtőhordalék talaj jellemző. A terület jellemző tengerszint feletti magassága 170-180 m, az éves napsütés időtartama kb. 2500 óra, az éves középhőmérséklet 10,5 °C, az éves csapadék 550-600 mm között alakul.

A talajnedvességet a talajművelési kísérletben (4. táblázat) Penetronik típusú műszerrel mértük, a vegetációs időszak különböző időpontjában, 20 m x 250 m méretű parcellákban. Adott mérési időpontban parcellánként 8-10 mérést végeztünk. A 3. ábra a mért talajnedvesség értékeket mutatja a lazítással (4C, 5A, 5B) és a szántással (5C) művelt parcellákon. Minden mérési időpontban **alacsonyabb talajnedvesség mutatkozott a szántott parcellában**, annak ellenére, hogy a domborzat pont az ellenkezőjét indokolná (ugyanis a szántott parcella van a lejtő aljában). Különösen erős a különbség a lazítással művelt parcellákhoz képest októberben, a szántás utáni mérési időpontban, a talaj felső 10-40 cm-es mélységében. A gyakran aszályal sújtott területen jelentős az akár 10%-os nedvességtartalom eltérés a szántott és forgatás nélküli művelés között. A kísérletben a talajművelés módján kívül minden más agronómiai művelet azonos volt.

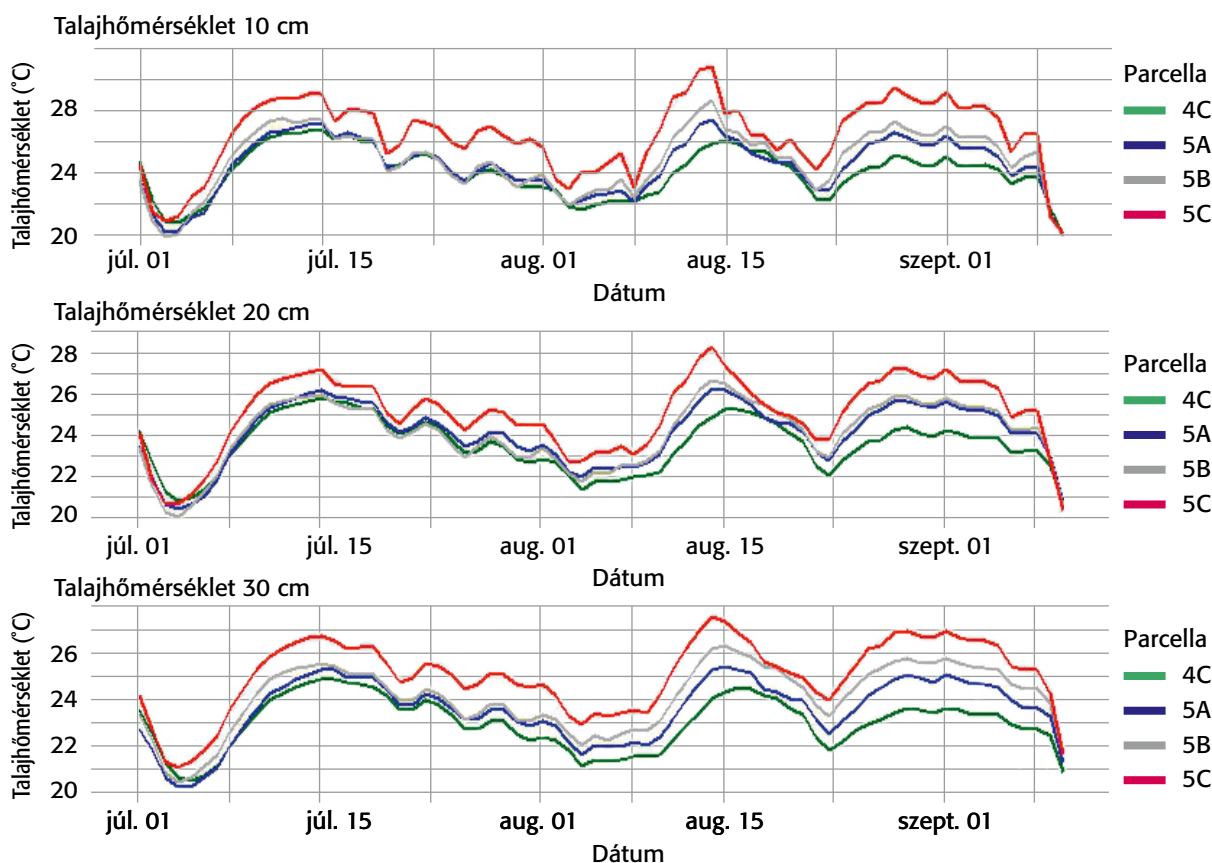
4. táblázat A szári talajművelési kísérletben vizsgált parcellák jellemzői 2024-ben

Parcella	Utolsó szántás éve	A talajművelés jellege	Előző évi növénykultúra	Őszi növénykultúra
4C	2022	Lazítás 10 cm mélységig	Őszi árpa here rávetéssel	Őszi borsó
5A	2020	Lazítás 25 cm mélységig		
5B	20218	Lazítás 25 cm mélységig		
5C	Évente szántott	Szántás 25cm mélységben		



3. ábra A talajnedvesség átlag és szórás értékei a szári kísérleti parcellákban a 2024-es vegetációs időszak három időpontjában a forgatás nélkül művelt 4C, 5A és 5B parcellákban, valamint a szántott 5C parcellában. A piros nyíl a szántást követő októberi időpontban emeli ki a jelentős nedvességvesztésget.

Ugyanitt, a talaj hőmérsékletét telepített Sentec talajszondák mérik a teljes vegetációs időszakban a fent leírt lazítással művelt (4C, 5A és 5B), valamint szántott (5C) parcellákban. A szenzorok 10 centiméterenként helyezkednek el 90 cm mélységig. A 4. ábra a növényzet számára legfontosabb felső 30 cm hőmérsékleti adatait mutatja az év legmelegebb időszakában, júliustól szeptember végéig. **A szántott parcellában rendre magasabb hőmérséklet értékeket mértünk mindhárom mélységben.** A talajfelszínhez közel a legmelegebb napokon akár 5 °C hőmérséklet különbség is kialakult a szántott és lazítással művelt parcellák között. Ez a különbség, a talajnedvességbeli eltéréssel együtt meghatározó lehet a mezőgazdasági növények túlélése, hozama tekintetében.



4. ábra A talajhőmérséklet alakulása 2024 hőségidőszakában három különböző mélységben a szári kísérleti területen, a forgatás nélkül művelt 4C, 5A és 5B parcellákban, valamint a szántott 5C parcellában.

3.3. A földigilisztákra gyakorolt hatás

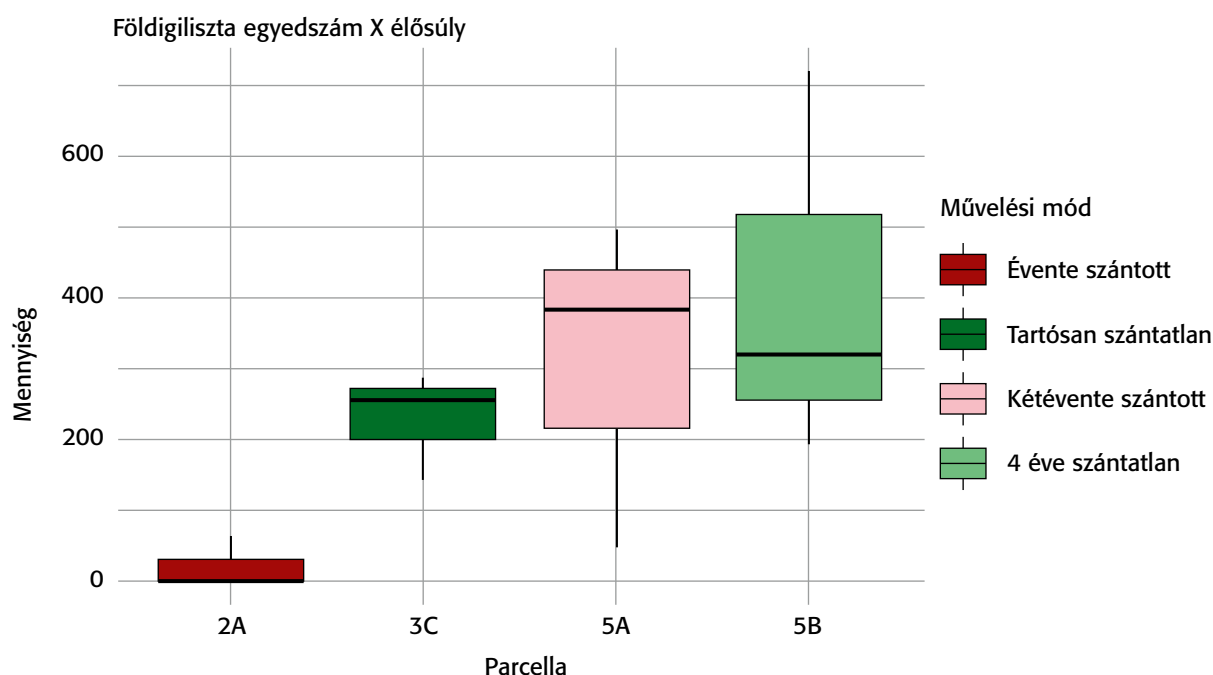
Az egészséges talajhoz a **talajlakó állatok** jelenléte is nélkülözhetetlen. Az olyan talajlakó élőlények, mint a **földigiliszták**, kulcsszerepet játszanak a talaj állapotának, termékenységének fenntartásában. A földigiliszták ezért a talaj egészségének egyik legfontosabb indikátorai. Jelenlétük egyértelmű jele annak, hogy a talaj biológiai aktivitása megfelelő. Amennyiben a giliszták eltűnnek, vagy csökken az aktivitásuk, az súlyos károsodást jelent a talaj termékenysége vonatkozásában. A földigiliszták jelentőségéről további információkat találhatnak a „*Földigiliszták, az egészséges talaj hírnökei*” című kiadványunkban [5].

A talajművelés csökkentésének földigilisztákra gyakorolt hatását is vizsgáltuk Száron, a Csoroszlya Farmon kialakított kísérleti parcellákon. 2023 tavaszán a szántott 2A és 5A, valamint a forgatás nélkül művelt 3C és 5B parcellákon végeztünk felvételezést (5. táblázat). Parcellánként három ismétlésben, 25 x 25 x 25 cm nagyságú földkockát ástunk ki, és a giliszták egyedszáma mellett az élő súlyukat is följegyeztük. Az adatokat 1 m² területre átszámítottuk.

5. táblázat A szári talajművelési kísérletben vizsgált parcellák jellemzői 2023 tavaszán

Parcella	A talajművelés jellege	Előző évi növénykultúra
2A	Minden évben szántott	Őszi búza
3C	Tartósan forgatás nélküli művelés: lazítás 10 cm mélységig	
5A	Két éve szántott	Őszi árpa
5B	5. éve forgatás nélküli művelés	

Az 5A parcellában egy csomóban nagyon sok fiatal, úgynevezett juvenilis egyedeket találtunk, amelyek esetében még kérdéses, hogy mekkora részük éri meg a kifejlett kort, de jelenlétük mindenképpen pozitív. Az 5B tábla esetében pedig viszonylag kevés, ellenben nagy méretű és súlyú, kifejlett egyedeket találtunk. A létszám és a méret közti egyenlőtlenségek kiegyensúlyozása érdekében ezért az egyedszám és az össztömeg szorzatával jellemeztük a földigiliszták jelenlétét. Az egyedszám és az össztömeg is nagyobb volt a tartósan forgatás nélkül művelt 3C táblán, a minden évben forgatott 2A-hoz képest, az össztömeg és az egyedszám szorzata pedig szignifikáns különbséget mutatott. *E két tábla esetében a földigiliszták jól mutatták a több éven keresztül csökkentett bolygatás hatását, annak ellenére, hogy a területet jellemző nagy homoktartalom és a lejtő miatt viszonylag rövid ideig állnak rendelkezésre a giliszták számára szükséges optimális nedvességviszonyok.* Az 5A (kétévente szántott) és az 5B (forgatás nélkül művelt) táblák esetében, ahol azonban a forgatás nélküli kísérlet később (csak négy éve) kezdődött meg, még nem volt kimutatható különbség a két művelésmód között (5. ábra).



5. ábra Földigiliszták egyedszámának (db) és össztömegének (g) szorzata 1 m² területre vetítve. 2023 tavaszi mintavétel adatai (Csoroszllya Farm, ÖMKi kísérleti terület).

3.3.1. A mikrobiológiai aktivitásra gyakorolt hatás

Napjainkban a talaj biológiai állapotának felmérése már nem csupán a hagyományos, vizuális technikákra épít, mint például **az ásópróba, a szemrevételezés, vagy a talajlakó élőlények** számlálása. Elérhetőek a talaj szemmel láthatatlan élőlényeinek aktivitását mérő laboratóriumi módszerek is, mint például a mikroorganizmusok lebontó tevékenységét jelző enzimaktivitás meghatározása, a talajlégzés mérése, vagy a talaj mikrobiális genetikai állományát vizsgálni képes PCR tesztek. Ezekkel lehetőség nyílik arra, hogy még gyorsabban és pontosabban észleljük a talaj életében bekövetkező változásokat. Hozzá kell tenni ugyanakkor, hogy ezeket a vizsgálatokat, költségigényük miatt, inkább kutatási célokra tudjuk alkalmazni, mintsem a mindennapi mezőgazdasági gyakorlatban.

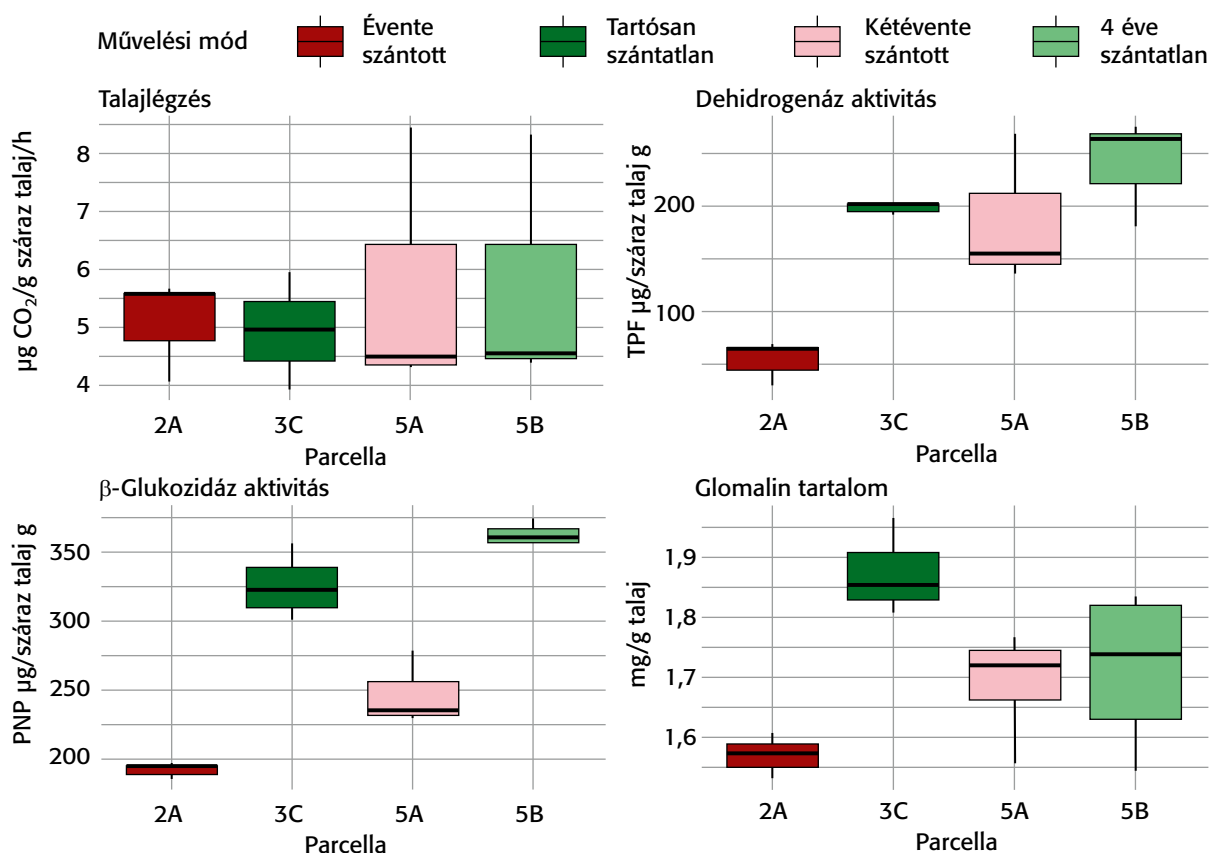
A talaj mikrobiológiai aktivitását a talaj alaplégzése, dehidrogenáz és β-glükozidáz enzim-aktivitása, valamint a glomalintartalom mérése segítségével vizsgáltuk, 2020 és 2022 között, két domboldali és két sík fekvésű szári parcellán. A vizsgálathoz a talajmintákat aratás után, a tarlóból vettük. A parcellák különböző intenzitású művelést kaptak, de a szántott-szántatlan párokban ettől eltekintve az agronómiai műveletek azonosak voltak (6. táblázat).

6. táblázat A szári talajművelési kísérletben vizsgált parcellák jellemzői 2022-ben

Parcella	A talajművelés jellege	Előző évi növénykultúra
2A	Minden évben szántott	Rozs
3C	Tartósan forgatás nélküli művelés: lazítás 10 cm mélységig	
5A	Kétévente szántott	Tönke búza
5B	4. éve forgatás nélküli művelés	

A talaj alaplégzése a talajlakó mikroorganizmusok aktivitását jelzi, és a szerves anyagok lebontása során keletkező szén-dioxid kibocsátásával mérhető. A dehidrogenáz enzim a mikroorganizmusok általános (elsősorban lebontó) aktivitását jelző sejten belüli enzim. A β -glükózidáz aktivitás pedig a szervesanyag-bontás utolsó lépését jellemzi, magas értéke arra enged következtetni, hogy a talajban a lebontó folyamatok teljes mértékben lezajlanak. A glomalin a mikorrhiza gombák által kiválasztott fehérje. Jelentős szerepe van a talajaggregátumok (talajszemcsék) kialakulásában és ezek stabilitásának megtartásában.

A 0-10 cm mélységből vett minták alap talajlégzésében nem találtunk egyértelmű különbséget. A szántott és szántatlan parcellák hasonló értékeket mutattak. A dehidrogenáz enzimaktivitás azonban már mindkét parcellapárban jelezte, hogy a kevésbé bolygatott talaj kedvezőbb környezetet biztosít a mikroorganizmusok számára. A β -glükózidáz enzimaktivitás esetében pedig már a négy éve szántatlan talaj is szignifikánsan magasabb értéket mutatott, mint a szántott párja. A glomalintartalom a tartósan szántatlan parcellában még a kedvezőbb fekvésű szántott területek értékeit is felülmúlta (6. ábra). Eredményeink tehát azt mutatják, hogy a **talaj mikrobiális aktivitása már viszonylag rövid idő alatt kedvezően reagál a forgatás csökkentésére.**



6. ábra Mikrobiológiai aktivitást jelző indikátorok (talajlégzés, dehidrogenáz enzimaktivitás, β -glükózidáz enzimaktivitás és glomalintartalom) értékei a szári kísérleti parcellákban, 2022-ben.

3.3.2. Zöldtrágyázás vizsgálata

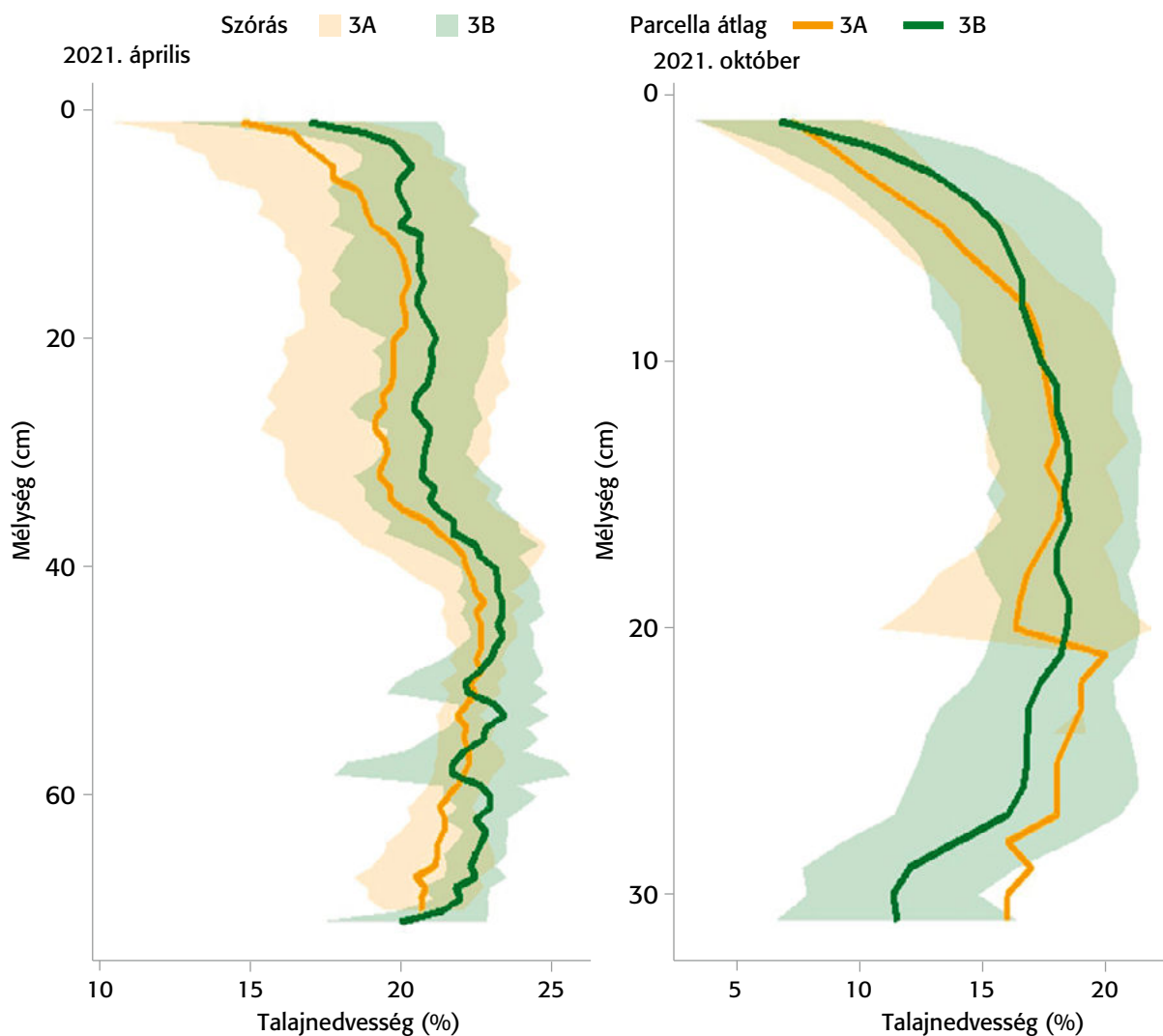
A zöldtrágyázás hatását nagy felszínborítású, nagy vízfelhasználású, a talajt drénező növény (napraforgó) és sekélyen gyökerező burgonya esetében vizsgáltuk, ugyancsak Száron. Forгатás nélküli alpművelés után vetett napraforgó növényrel 2021-ben és 2022-ben, szántott burgonya táblákban pedig 2021-ben végeztünk méréseket. Zöldtrágya növényként a Démétér Biosystems „Zétény” kereskedelmi nevű takarónövény keveréket vetettünk el, 45 kg/ha vetőmagnormával. A vizsgált kezelés és kontroll parcellapárok egymás mellett helyezkedtek el, alkalmazkodva a talajművelő gépek és a vetőgép munkaszélességéhez. A vizsgált táblák között pufferterületeket jelöltünk ki. A táblák mérete a felüzemi kísérletek kialakításához mérten kb. 0,5 hektár (18 x 232 m) volt, kezelésenként.

A szántás nélkül művelt napraforgó **zöldtrágyázott parcellája magasabb dehidrogenáz enzimaktivitást** mutatott, mint a nem zöldtrágyázott párja. A burgonya (szántott) parcelláiban a zöldtrágyázás növelte a talajlégzés értékét, míg a napraforgó parcelláiban ezen indikátor esetén nem találtunk különbséget a zöldtrágyázás hatására. A zöldtrágyázott burgonya parcellán egyértelműen látszott a **felgyorsult szervesanyag-bontás** (magasabb dehidrogenáz és β -glükózidáz aktivitás), míg a napraforgó szántás nélküli parcelláin, a zöldtrágyázott mintaterületen mértünk alacsonyabb β -glükózidáz aktivitást, ami a lassabb szervesanyag lebomlásra utal. Összességében az enzimaktivitások (a szántatlan napraforgó β -glükózidáz aktivitása kivételével) nőttek a zöldtrágyázás hatására (7. táblázat).

7. táblázat Zöldtrágya kísérlet mikrobiológiai eredményei szántott és szántatlan napraforgó és szántott burgonya táblákon, 2021-ben, Száron

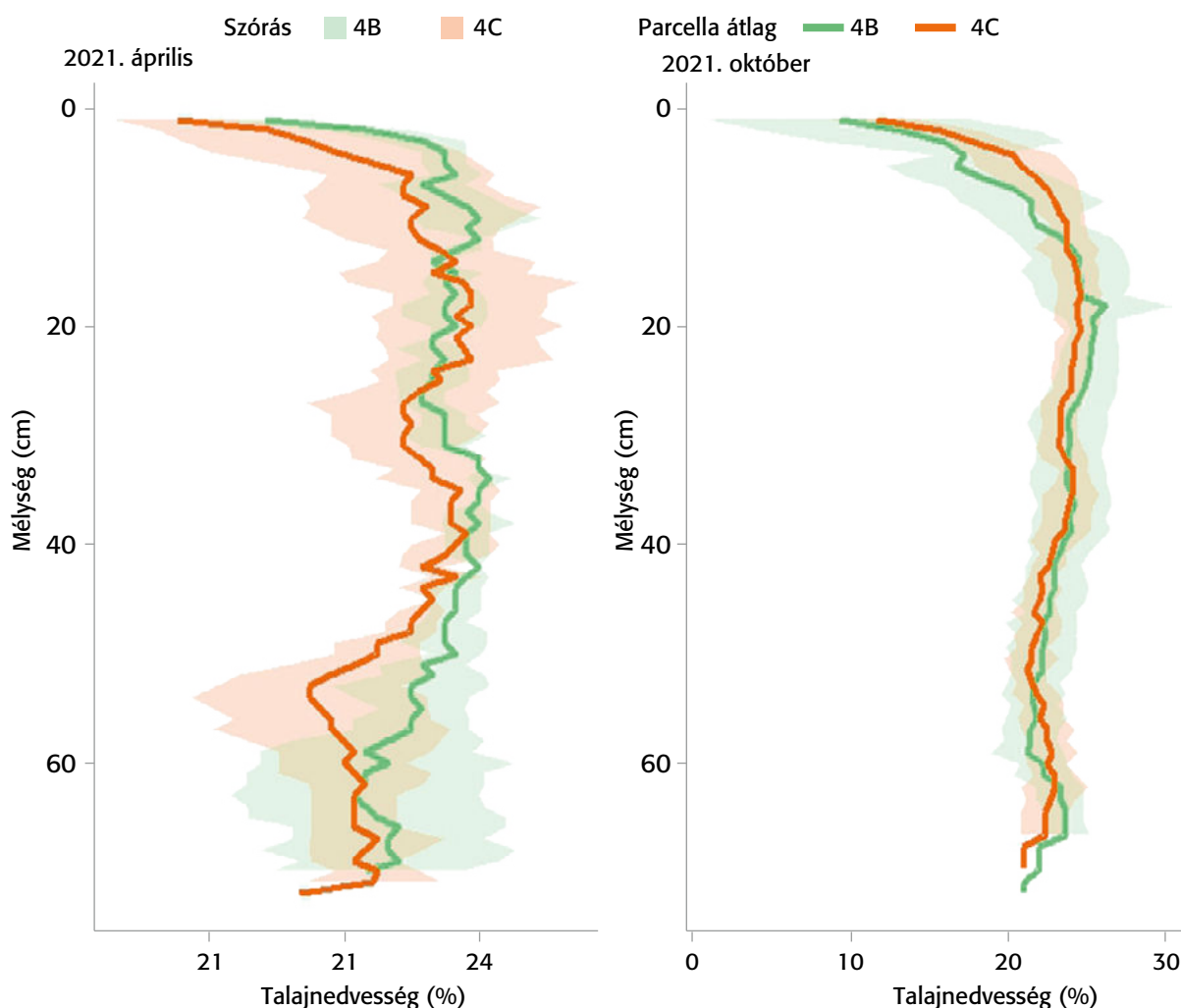
	Szántatlan napraforgó		Szántott burgonya	
	3a	3b zöldtrágya	4c	4b zöldtrágya
Talajnedvesség	5,7 \pm 0,6	6,0 \pm 0,6	10,3 \pm 1,0	10,1 \pm 0,6
Dehidrogenáz aktivitás	158,5 \pm 33,1	175,3 \pm 31,4	146,1 \pm 35,0	193,7 \pm 18,8
Alap talajlégzés	2,5 \pm 1,2	2,4 \pm 1,0	3,1 \pm 1,7	3,4 \pm 1,8
β -glükózidáz aktivitás	236,6 \pm 26,0	200,2 \pm 9,0	278,6 \pm 37,9	350,1 \pm 26,9

A talajmintákból mért talajnedvesség értékek azt mutatják, hogy a felső talajrétegben (0-10 cm) a parcellapárok közötti különbségek kisebbek, mint az adatok szórása, tehát statisztikailag igazolható különbséget nem találtunk a zöldtrágyázott és a kontroll parcellák között sem a napraforgó, sem a burgonya kísérletben. Áprilisban és októberben Penetronik típusú műszerrel nagyobb mélységekben is végeztünk talajnedvesség méréseket. A szántatlan napraforgó táblák esetében az áprilisi mérés idején a zöldtrágya növény még élő növényzetként volt jelen a parcellákon, míg az októberi állapot a zöldtrágya terminálása, a napraforgó vetése és betakarítása utáni, hosszabb távú hatásokat mutathatja. A talajmintákból mért értékekhez hasonlóan a talaj felső rétegében mindkét mérési időpontban a zöldtrágyázott (3B) parcella nedvességtartalma volt kissé magasabb, mint a kontroll (3A) parcella. Ezek a különbségek azonban az adatok szórását nem haladják meg, ezért statisztikailag nem tekinthetők szignifikánsnak. A mélyebb talajrétegben már ez a különbség is eltűnt (7. ábra).



7. ábra Talajnedvesség értékek a szári szántatlan napraforgó zöldtrágyázott (3B) és kontroll (3A) parcelláiban 2021-ben.

A szántott burgonya kísérletben már az áprilisi mérés is a zöldtrágya terminálása és a burgonya ültetése utáni állapotot mutatja. Az októberi mérést a betakarítás és tarlóhántás után végeztük. Mindkét időpontban eleynésző különbséget rögzítettünk a két parcella talajnedvesség-állapotában (8. ábra).



8. ábra Talajnedvesség értékek a szári szántott burgonya zöldtrágyázott (4B) és kontroll (4C) parcelláiban 2021-ben.

3.4. Biodiverzitásra gyakorolt hatás

Az elmúlt években számos olyan tanulmánnyal és ismeretterjesztő írással találkozhattunk, melyek a különböző agrárterületeken létesített fajgazdag, javarészt virágos évelőkből álló növényzónák hasznos tulajdonságait ecsetelték. A LIFE VineAdapt projekt 2020 júliusától egészen 2025 júliusáig futott párhuzamosan négy különböző országban. A projekt keretein belül, többek között, fajgazdag sorközvetések teljesítményét értékelték különböző szakmai szempontok szerint, Magyarországon összesen hat szőlőültetvényben.

A LIFE VineAdapt projekt célja olyan agroökológiai praktikák kidolgozása/tesztelése volt, melyek segíteni tudják a szőlészeteket a melegedő klímához való alkalmazkodásban, illetve ellenállóbbá képesek tenni azokat különböző negatív környezeti hatásokkal szemben. A biológiai sokféleség megőrzése ill. támogatása, továbbá az eddigi művelési gyakorlat új körülményekhez igazítása ebben döntő fontosságú. Ausztriából, Franciaországból, Németországból és Magyarországról összesen nyolc partnerintézmény vett részt a projektben és a vizsgálatok helyszíneit összesen mintegy 50 szőlészet biztosította. Ezek közül hat található Magyarországon; három az Egri (Eszterházy Károly Katolikus Egyetem – Kísérleti Szőlőültetvények és Borászat, Hegyi-Kaló Pincészet, Soóváry Családi Szőlőbirtok és Borászat), három pedig a Tokaji borvidéken (Disznókő Szőlőbirtok, Gróf Degenfeld Szőlőbirtok, Tokaj-Hétszőlő Szőlőbirtok). A projekt legfőbb célja volt, hogy leszámoljon a korábban megszokott, rendszeres talajbolygatással járó sorközművelési gyakorlattal és helyette az adott térségben ho-

nos vadvirágfajokból létrehozott sorköztakaró növény-sávokkal (13. kép) javítson a talajállapoton és növelje az ültetvények biodiverzitását. A vadvirágos sorköztakaró létesítése által a gazdálkodók nagyobb mértékben támaszkodhatnak az ökoszisztéma-szolgáltatásokra, így fenntarthatóbbá és az éghajlatváltozás okozta kihívásokkal szemben ellenállóbbá téve szőlőültetvényüket.

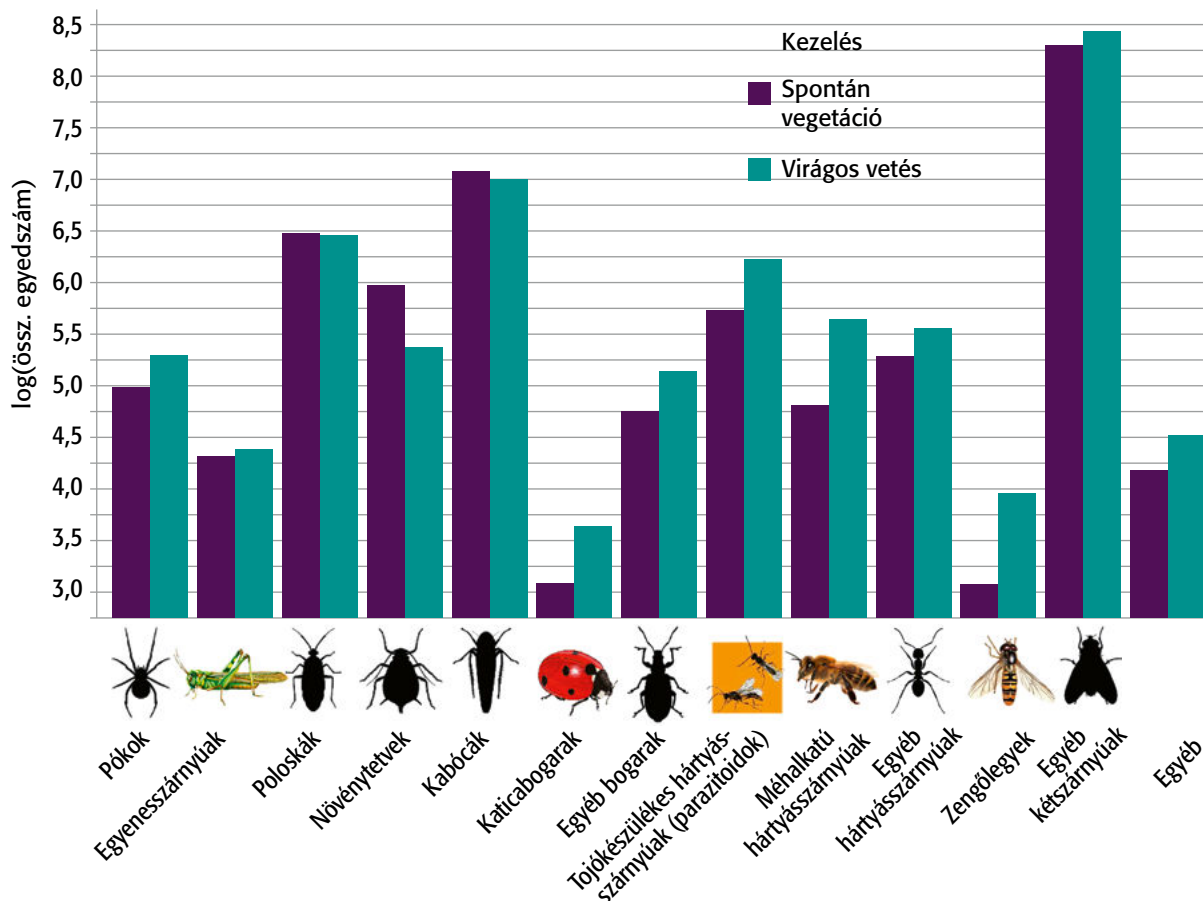


13. kép A 19 fajos („Diverz”) magkeverékből kifejlődött sorköztakaró növényzet az egyik mintavételi helyszínen (Fotó: Migléc Tamás)

A projekt magyarországi részét az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet munkatársai koordinálták. A kitűzött célok érdekében mind a hat magyarországi szőlészetben először egy hatfajos keverék (ÖMKi - ÉlőSorköz) került elvetésre 2020 őszén ill. 2021 tavaszán, majd egy év csúszással ugyanezen helyszíneken egy 19 növényfaj magjait tartalmazó kísérleti keverék is elvetésre került. Helyszínenként legalább 9–10 szomszédos sorköztakaró magában foglaló parcellákban történtek a vetések mindkét keverék esetén. Ugyanezen a helyszíneken a vetett parcelláktól némileg távolabb kijelölésre kerültek kontroll parcellák is, melyekben a területre jellemző spontán vegetációt hagyták meg. Ezen kontroll parcellák egy része mechanikailag is bolygatott volt. A mintavételhez minden vetett és kontroll parcellában négy-négy, hozzávetőleg 2×50 m-es mintavételi transzekt került kijelölésre. A vetett és kontroll transzektet a 2021-es, 2022-es, 2023-as és 2024-es évek során többféle módon monitoroztuk, hogy értékelni tudjuk a virágos vetések teljesítményét. Ehhez minden évben végeztünk botanikai felvételezéseket, évente több alkalommal fűhálóval is gyűjtöttünk mintát, illetve vizuálisan is felmértük a sorközökben előforduló hasznos ízeltlábú-népeség összetételét.

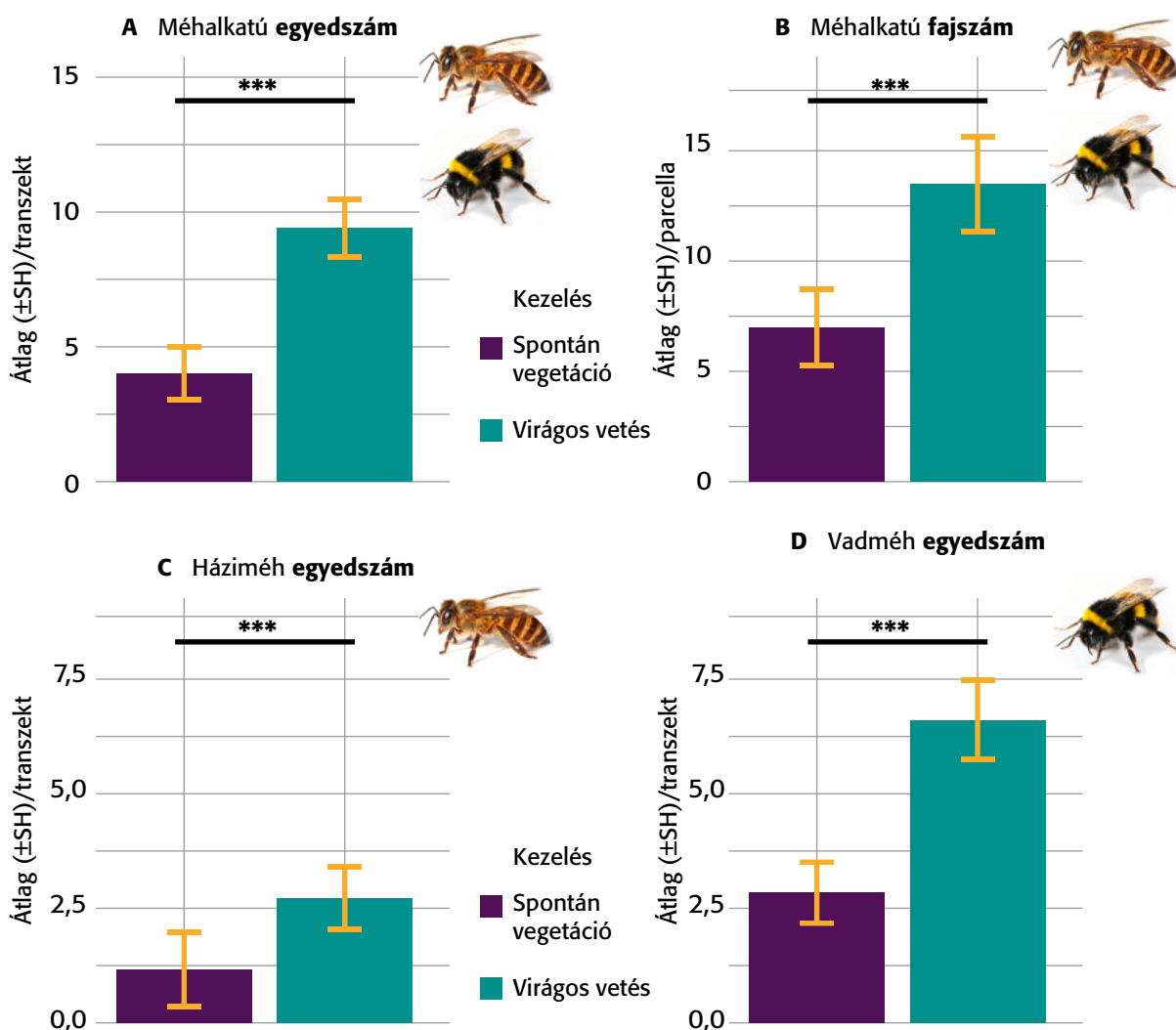
A Növényvédelem folyóirat 2025-ös májusi számában már beszámoltunk a 2021-es év eredményeiről [36]. 2021-ben még csak a hatfajos vetést tudtuk összehasonlítani a kontroll (spontán vegetációt tartalmazó) sorközökkel. Ebben az évben összesen 15.546 ízeltlábúegyed begyűjtése történt meg fűhálóval a hat mintavételi helyszínről (öt gyűjtési alkalom során). A fűhálós mintavételek alapján a szőlőültetvények sorközeiben legnépesebbnek a kétszárnyúak (Diptera), kabócák (Auchenorrhyncha), hártýásszárnyúak (Hymenoptera) és a poloskák (Heteroptera) csoportjai bizonyultak.

A kontroll sorközökből összesen 7337, míg a vetett sorközökből 8209 ízeltlábút gyűjtöttünk. A vetett sorközökben számszerűleg a pókok, bogarak (katicabogarak és egyéb bogarak is), hártvászárnyúak (parazitoidok, méhalkatúak és egyéb hártvászárnyúak egyaránt), zengőlegyek (és egyéb kétszárnyúak), illetve az egyéb kategória képviselői (ideértve például a tripszeket, fátyolkákat és lepkéket) fordultak elő nagyobb egyedszámokban, míg a kontroll, azaz spontán vegetációt tartalmazó sorközökben a szipókások (elsősorban a növénytetvek) voltak gyakoribbak (9. ábra). Az említett dolgozatban [36] részletesebben foglalkoztunk a méhalkatú hártvászárnyúakkal, illetve statisztikai módszerekkel is elemeztük ezen csoport adatait.



9. ábra Különböző ízeltlábú-csoportok abundanciaviszonyai a szőlőültetvények sorközeiből fűhálózással gyűjtött mintában, a hat helyszín és öt gyűjtési alkalom adatainak összesítése alapján (2021-es év; $N = 15546$). Az ábrán az egyedszámokat logaritmikusan transzformáltuk. Mezőfi és munkatársai (2025) nyomán [36].

A fűhálós mintákból összesen 544 méhalkatú rovaregyed került ki, melyből 437 volt faji szintig határozható állapotban. A hat mintavételi helyszínről öt méhcsalád összesen 69 fajt mutatott ki. Domináns és szubdomináns fajoknak a háziméh (*Apis mellifera*), a *Lasioglossum glabriusculum* és a *Halictus kessleri* fajok bizonyultak. A kontroll és vetett transzektékből 27, illetve 48 faj került kimutatásra, azaz összességében a vetett sorközök méhfauzája bizonyult gazdagabbnak.



10. ábra A méhalkatú rovarok egyedszámának és fajszámának alakulása a különböző kezelésekben. Szőlőültetvények sorközeiből fűhálózással gyűjtött mintában, hat helyszín és öt gyűjtési alkalom adatainak összesítése alapján a 2021-es évben. A *** a két kezelés közötti szignifikáns különbséget jelzi $P < 0,001$ szinten. Mezőfi és munkatársai (2025) nyomán [36].

A méhalkatú egyedszámokat transzektenkénti bontásban elemezve megállapítható, hogy a méhek szignifikánsan nagyobb (több mint a duplája) egyedszámokban fordultak elő a vetett sorközökben, mint a kontrollban (10. ábra). Helyszínek között viszont különbség nem volt kimutatható az egyedszám tekintetében. A háziméh (*A. mellifera*) és vadméhek adatait külön elemezve megállapítható, hogy a házi- és a vadméhek is szignifikánsan nagyobb egyedszámokban fordultak elő a vetett, mint a kontroll sorközökben (10. ábra). Említésre méltó, hogy jelen vizsgálatban a vadméhek tették ki az összes gyűjtött méhalkatú rovar hozzávetőleg 70%-át (306 egyed a 437-ből). A vetett parcellákban (ami helyszínenként négy transzektből állt) a méhalkatúak szignifikánsan nagyobb fajszámában voltak jelen, mint a kontroll kezelésben (10. ábra), ugyanakkor a helyszínek között nem mutatkozott különbség e tekintetben.

Az említett tanulmány [36] eredményeiből is látszik, hogy honos vadvirágokból álló talajtakaró létesítésével az ízeltlábúak számos hasznos csoportja eredményesen támogatható, melyek aztán a szőlőültetvényekben és közvetlen környezetükben hozzájárulnak a beporzáshoz, vagy egyes kártevők gyérítéséhez. A vadvirágos sávok nemcsak plusz nektár- és pollenforrást képesek biztosítani, hanem egyúttal általában az élőhely szerkezeti diverzitását is növelik. Bár főbb tulajdonságaik révén elsősorban a viráglátogató ízeltlábúak (mint a méhek, parazitoid darazsak, zengőlegyek, fátyolkák stb.) egyedszámának és diverzitásának növekedésére számítható

tunk az ilyen jellegű sorközvetésekkel összefüggésben. Ugyanakkor egyéb ragadozó csoportok számossága is megnőhet. Tapasztalataink szerint a vetett sorközökben nagyobb egyedszámban vannak jelen ragadozó egyenesszárnyúak (lombszöcskék), ragadozó vagy ragadozó és növényevő életmódot vegyesen folytató poloskák, illetve a pókok (14. kép) egyes csoportjai is. Ezzel szemben a szőlő szempontjából relevanciával bíró kártevők egyedszámának növekedését egyik helyszínen sem tapasztaltuk.



14. kép A virágos sorközökben pezseg az élet. A képen a szarvaskerep virágán egy hiúz pók épp egy hártásszárnyút zsákmányol (Fotó: Migléc Tamás)

Különösen szerencsés, hogy a virágos vetések ennyire hatékonyan képesek támogatni a vadméheket. A különböző, egymástól független vizsgálatok ugyanis azt mutatják, hogy Európában számos vadméhfajt fenyeget valamilyen formában a kihalás veszélye, de legalábbis sok esetben megfigyelhető populációméretük csökkenése vagy elterjedési területük beszűkülése. Ezért jelentős részben az intenzív mezőgazdasági gyakorlat, az azzal összefüggő különböző antropogén tevékenységek, illetve úgy általában az ember tájformáló hatása tehető felelőssé. Sok vadméhfaj a talajban készíti fészket, ide helyezi ivadékbölcsőit, így a talajbolygatás kifejezetten negatív hatással van ezen fajokra. Azonban, ha bolygatatlanul hagyjuk a talajt és honos vadvirágfajokból álló talajtakaró aljnövényzetet létesítünk például a különböző gyümölcsültetvények vagy szőlőskertek sorközeiben, azzal visszavihetünk egy darab természetet az ember által befolyásolt tájba, és eredményesen támogathatjuk a beporzók különböző csoportjait.

A rovarvilágra, illetve a biodiverzításra gyakorolt pozitív hatása mellett a virágos vetéseknek számos egyéb kedvező hozadéka van. Például az ilyen vetésekkel eredményesen tudunk védekezni az eróziós folyamatok által okozott károk ellen, gyomelnyomó és talajélet-javító hatásuk is van, hűtik a sorközöket így védve a kultúrnövényt a hősokktól, illetve a talaj szerkezete és ezzel összefüggésben vízvisszatartó képessége is javulni fog a takarónövények alkalmazásának következtében. Bár a talajban bekövetkező változások csak hosszabb-távon realizálódnak, a méhekre illetve a rovarvilágra gyakorolt hatás már a vetést követő első szezonban is érvényesül. [36] A LIFE VineAdapt projekt keretein belül számos aspektusból vizsgáltuk a virágos sorközöket. Aki szeretne bővebben olvasni a témáról, annak ajánljuk a projekttel kapcsolatos további eredményeket tartalmazó kiadványunkat [37] is.

Kitekintés

A regeneratív módszerek ökológiai gazdálkodásban megvalósítható gyakorlatainak vizsgálata hangsúlyos szerepet játszik munkánkban. Vizsgáljuk a talajművelés csökkentésének lehetőségeit, a talajtakarás módjait (takarónövények, köztes kultúrák, komposzt alkalmazásának lehetőségeit) és több regeneratív gyakorlat együttes hatását az ökológiai gazdálkodás keretei között művelt talajokra. A talaj változásai általában hosszú időt igényelnek. Vizsgálatainkat ezért folytatjuk, és eredményeinkkel folyamatosan igyekszünk támogatni a téma iránt elkötelezett, érdeklődő gazdálkodókat, agrárszakembereket.

Felhasznált és ajánlott irodalom

1. Sztahura Erzsébet (2023): Állítsuk meg a talajeróziót! NAK. Tájékoztatási szolgáltatás. Környezetgazdálkodás.
<https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/kornyeztgazdalkodas/106547-allitsuk-meg-a-talajeroziot>
2. Birkás Márta (2006): Talajművelés. In: Birkás Márta (szerk.) Földművelés és földhasználat. Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 74-166.
3. Balog Emese, Berényi Üveges Judit, Szigeti Nóra, Makádi Marianna, Orosz Viktória (2024): Talajkímélő művelési technológiák hatása a talaj biológiai aktivitására. Agrofórum - A növénytermesztők és növényvédők havilapja 35: 1 pp. 122-124., 3 p.
4. Sztahura Erzsébet (2020): Élet a talajban. NAK. Tájékoztatási szolgáltatás. Környezetgazdálkodás.
<https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/kornyeztgazdalkodas/102444-elet-a-talajban>
5. Selmeczi Dóra Sára (2024): Földgiliszták, az egészséges talaj hírnökei – Mit tehetünk gazdálkodóként a talajélet megóvása érdekében? Kiadvány. ÖMKi. ISBN: 978-615-82450-4-3
<https://biokutatas.hu/kiadvany/foldgilisztak-az-egeszseges-talaj-hirnokei/>
6. Allacherné Szépkuthy Katalin (2023): A regeneratív mezőgazdaság céljai és eszközei. Agrofórum – A növénytermesztők és növényvédők havilapja 34: 1 pp. 98-101., 4 p.
7. IFOAM Organics Europe, February 2023. Position Paper „Regenerative Agriculture & Organic”
https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2023/02/IFOAMOE_PositionPaper_RA_final_202302.pdf?dd
8. Rodale Institute, 2022. Regenerative Organic Agriculture.
<https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-basics/>
9. Brown, Gabe (2018): Porból Élet, T.bálint Kiadó, Törökbálint, pp. 91-101.
10. Birkás Márta (2017): Talajművelési ABC. Mediaworks Hungary Kft. kiadásában.
11. Cropp, Jan-Hendrik (2021): Praxis Handbuch Bodenfruchtbarkeit - Humus verstehen | Direktsaat- und Mulchsysteme umsetzen | Klimakrise meistern. Prinzipien für Anbausysteme zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. pp. 17-20.
12. Panzacchi, S., Tibaldi, E., De Angelis, L. et al. Carcinogenic effects of long-term exposure from prenatal life to glyphosate and glyphosate-based herbicides in Sprague–Dawley rats. Environ Health 24, 36 (2025).
<https://doi.org/10.1186/s12940-025-01187-2>
13. Bernhoft, A.; Wang, J.; Leifert, C. Effect of Organic and Conventional Cereal Production Methods on Fusarium Head Blight and Mycotoxin Contamination Levels. Agronomy 2022, 12, 797.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12040797>
14. Thomas Drapela, Katrin Eckerstorfer, Julia Hochreiter, Elisabeth Klingbacher, Peter Meindl, Katharina Spöck (2022): Biodiversitätsmaßnahmen in der Agrarlandschaft - Infos, Fakten und Hintergründe – Ein Handbuch für Bildung und Beratung. FiBL Österreich.
<https://www.fibl.org/de/shop/1368-biodiversitaet-agrarlandschaft>

15. Fließbach, A., Krause, H-M., Jarosch, K., Mayer, J., Oberson, A., Mäder, P. (2024): The DOK trial: A 45-year comparative study of organic and conventional cropping systems. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick. DOI: 10.5281/zenodo.10568719
<https://www.fibl.org/en/shop-en/1741-dok-dossier-en>
16. 26/2018. (X. 1.) AM rendelet a mezőgazdasági termékekre és élelmiszerekre vonatkozó minőségrendszerek és az önkéntes mezőgazdaságitermék-tanúsító rendszerek nemzeti elismeréséről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1800026.AM>
17. Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért (2022-2027)
<https://cdn.kormany.hu/uploads/document/d/d0/d07/d079527ac2aab7648b1e2b055956a0809bb-3ba93.pdf>
18. Dobor Laura (2016): Az éghajlatváltozás lehetséges hatásai a mezőgazdasági szénmérlegre és produktivitásra Magyarországon. Doktori (PhD) értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék pp 1-142.
19. Gyuricza Csaba (2006): Vetésforgó és vetésváltás. In: Birkás Márta (szerk.) Földművelés és földhasználat. Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 316-355.
20. Roszík Péter (2013): Tápanyaggazdálkodás az ökológiai gazdálkodásban.
<https://www.biokontroll.hu/tapanyag-gazdalkodas-az-oekologiai-gazdalkodasban/>
21. Zsembeli József (2006): Fizikai és biológiai talajállapot-javítás. In: Birkás Márta (szerk.) Földművelés és földhasználat. Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 284-289.
22. Kaszab László (2008): A kertépítő és -fenntartó mester könyve, Szaktudás Kiadó Ház.
23. Tóth Ferenc (2025): Tényleg növeli a pocokkártétel kockázatát és súlyosságát a talajbolygatás elhagyása?
<https://biokutatas.hu/hir/tenyleg-noveli-a-pocokkartetel-kockazatat-es-sulyossagat-a-talajbolygat-as-elhagyasa/>
24. Tóth Zoltán (2006): Szervestrágyázás. In: Birkás Márta (szerk.) Földművelés és földhasználat. Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 184-202.
25. Almási Petra (2024): Éltesd a talajt komposzttal! – december 5. a talaj világnapja. ÖMKi weboldal. Hírek.
<https://biokutatas.hu/hir/eltesd-a-talajt-komposzttal/>
26. A Bizottság (EU) 2021/1165 végrehajtási rendelete bizonyos termékek és anyagok ökológiai termelésben való használatának engedélyezéséről és ezek jegyzékének összeállításáról
27. Tajtiné Türk Ágnes (2023): Heves Vármegye kommunális szennyvíztisztító telepein keletkező szennyvíziszapok hasznosításának lehetőségei. Diplomadolgozat. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem.
28. Szabó Piroska (2017): Anaerob fermentációs folyamatok optimalása a mikroalga alkalmazhatóság továbbá a mikroelem adagolás tekintetében. Soproni Egyetem, Kitiabel Pál Környezettudományi Doktori Iskola.
<https://doi.org/10.23715/SDA.2020.2.2>
29. Berényi Üveges Katalin, Csányi György, Kujáni Katalin Olga, Sztahura Erzsébet, Várszegi Gábor (2022): Nitrát gazdálkodói kézikönyv - Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. ISBN 978-615-5307-91-1
<https://nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/4183-nitrát-gazdalkodoi-kezikonyv/file>
30. 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800059.fvm>
31. Borbélyné Hunyadi Éva (2024): Zöldtrágyázás a szántóföldön és a zöldségtermesztésben. Kiadvány. FiBL és ÖMKi. ISBN 978-615-82081-8-5
<https://biokutatas.hu/kiadvany/zoldtragyazas-a-szantofoldon-es-a-zoldsegtermesztésben/>
32. <https://phylazonit.hu/tarlobontas-a-megbizhato-tapanyagforras>

33. Geisseler D., Smith R., Cahn M., Muramoto J. (2021): Nitrogen mineralization from organic fertilizers and composts: Literature survey and model fitting. *Journal of Environmental Quality*, 50, 1325–1338. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20295>
34. Sradnick A., Feller C. (2020): A Typological Concept to Predict the Nitrogen Release from Organic Fertilizers in Farming Systems. *Agronomy* 10 (2020): 1448. DOI: 10.3390/agronomy10091448
35. Allacherné Szépkuthy Katalin (2025): Ökológiai gazdálkodásban használható terméskövelő anyagok 2025. <https://www.nak.hu/zold-tamogato-egyseg/zte-kiadvanyok/8286-okologiai-gazdalkodas-okologiai-gazdalkodasban-hasznalható-termesnovelő-anyagok/file>
36. Mezőfi L., Miglécz T., Józán Zs. és Tóth F. (2025): Virágos takarónövények hatása szőlősorközök ízeltlábú-együttesre, különös tekintettel a méhekre. *Növényvédelem*. 86 (5): 204–216.
37. Mezőfi L. és Miglécz T. (2025): Virágos sorközvetések a Tokaji és Egri borvidékeken – Tanácsok a sorközök vetéséhez, fenntartásához, illetve a sorközök leggyakoribb növényfajainak és hasznos ízeltlábúinak bemutatása. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (ÖMKi), Budapest. 49 pp. ISBN: 978-615-6925-04-6

Impresszum

A regeneratív talajművelés lehetőségei az ökológiai gazdálkodásban

Gyakorlati útmutató

Kiadja: ÖMKi – Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft.
Székhely: 1038 Budapest, Ráby Mátyás utca 26.
www.biokutatas.hu

Szerzők: Balog Emese, Dani Mária, Berényi Üveges Judit, Mezőfi László, Szigeti Nóra, Borbélyné Hunyadi Éva

Szakmai lektor: Drexler Dóra

Grafikai szerkesztés: Harsányi László

A kiadvány létrejöttében segített: Almási Petra, Gyöngyösi Emese, Miglécz Tamás, Pászti-Milibák Flóra, Szépkuthy Katalin

Grafikus: Lakatos Luca (1. ábra)

Fotók forrása: ÖMKi

ISBN 978-615-6925-10-7

© ÖMKi, 2025

Az e kiadványban foglaltakat a szerzők legjobb tudásuk szerint írták le, és a lektorokkal együtt a lehető legnagyobb gondossággal ellenőrizték. Ennek ellenére a hibák lehetőségét nem tudjuk teljesen kizárni. A szerzők és a kiadó ezért nem vállalnak felelősséget a kiadványban esetlegesen előforduló pontatlanságok és abból eredő következmények miatt. E kiadvány minden része szerzői jogokkal védett. Bármilyen felhasználás a kiadó engedélyével lehetséges. Ez különösen vonatkozik a sokszorosításra, fordításra, mikrofilm készítésére és az elektronikus rendszerekben való tárolásra és feldolgozásra.

A projekt Magyarország Kormánya és az Európai Unió társfinanszírozásával valósult meg.



A kiadvány a PREPSOIL projekt támogatásával jött létre. Ez a projekt az Európai Unió Horizont Európa programja által nyújtott támogatásban részesült a 101070045 számú támogatási megállapodás keretében.