

# **SZAKDOLGOZAT**

**Berényi Üveges Judit**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

Környezettudományi Intézet

**Biológiai Talajerőgazdálkodási  
szakmérnök**

szakirányú továbbképzési szak

**A FORGATÁSNÉLKÜLI MŰVELÉSRE VALÓ  
ÁTÁLLÁS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA A TALAJ  
BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGAIRA EGY  
BIOGAZDASÁGBAN BEÁLLÍTOTT ON-FARM  
KÍSÉRLETBEN**

**Konzulensek:** **Dr. Kotroczó Zsolt**  
*egyetemi docens*

**Prof. Dr. Biró Borbála**  
*professor emerita*

**Tanszék**

**tanszék:** **Agrárkörnyezettani**

**Készítette:** **Berényi Üveges Judit**

**Budapest**

**2024**

# TARTALOMJEGYZÉK

|  |    |
|--|----|
| 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....  | 4  |
| 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....  | 6  |
| 2.1 A regeneratív mezőgazdaság alapelvei.....  | 6  |
| 2.2 Az élő laboratóriumok és a részvételi kutatás ismertetőjegyei.....   | 9  |
| 2.2.1 A mezőgazdasági élő laboratóriumok ismérvei.....   | 10 |
| 2.2.2 Az üzemi kísérletek és a részvételi kutatás szerepe a regeneratív mezőgazdaság és az agroökológiai gyakorlatok elterjesztésében..... | 10 |
| 2.3 A talajművelés csökkentésének talajállapotra gyakorolt hatása.....   | 12 |
| 3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....   | 15 |
| 3.1 A helyszín bemutatása és a kísérlet leírása.....   | 15 |
| 3.2 Talajmintavétel és vizsgálati módszerek.....   | 17 |
| 3.3 Alkalmazott statisztikai módszerek.....  | 20 |
| 4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....   | 21 |
| 4.1 A talaj tápanyagvizsgálat eredmények.....  | 21 |
| 4.2 A talajmikrobiológiai jellemzők.....   | 22 |
| 4.3 A főkomponens elemzés eredményei.....  | 27 |
| 4.4 Földigiliszta vizsgálatok.....   | 27 |
| 5. KKÖVETKETTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....   | 29 |
| 6. ÖSSZEFOGLALÁS.....  | 30 |
| 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....  | 33 |
| 8. IRODALOMJEGYZÉK.....  | 34 |
| 9. INTERNETES HIVATKOZÁSOK.....  | 37 |
| 10. ÁBRAJEGYZÉK.....   | 38 |
| 11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....   | 39 |

# 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A mezőgazdasági művelés alatt álló talajok degradációja a világon, Európában és azon belül Magyarországon is egyre jelentősebb probléma. Káros hatásait már nemcsak a szakemberek, hanem az állampolgárok is érzékelik, gondoljunk csak például a közlekedést is akadályozó porviharokra, amelyek közül egy biztosan tragikus balesethez is vezetett 2023. március 11-én Magyarországon az M1-es autópályán (link1). A baleset közvetlen oka az erős szél volt és a szél által felkavart por miatt a látási viszonyok drasztikus romlása, azonban szakemberként el kell gondolkodnunk azon, hogy a por forrását a környező szántóföldek jelentették, amelyek elporosodott felszíne jelentős talajállapot romlást jelez. A világ és Európa talajainak degradációjáról számos tanulmány született, az egyik legfontosabb a talajok nemzetközi évében 2015-ben megjelent „Status of the World Soil Resources” jelentés (link 2), amely tudományos publikációk alapján összeállított értékelés a világ talajkészleteinek állapotáról. A kiadvány szakmai összefoglalója (link3) felhívja a figyelmet arra, hogy a világ talajkészleteinek jelentős része a gyenge, igen gyenge vagy közepes minősítést kapta az 5 kategóriába sorolásból. A talajokat veszélyeztető három legfontosabb folyamat az erózió, a szervesanyag-tartalom veszteség és a tápanyag-arányok felborulása. A folyamatok várható változásának elemzése továbbá azt jelezte, hogy a helyzet további romlása várható, amennyiben nem tesznek konkrét lépéseket a talajdegradáció csökkentése érdekében. Európa területére vonatkozó trend elemzések is a talajdegradáció problémájára hívják fel a figyelmet. A talajok fedése mellett a mezőgazdasági művelés alatt maradó talajok állapota is aggasztó, a változásokat figyelembe véve a talajok egyre nagyobb terhelés alatt állnak, amely tovább romló tendenciát feltételez amennyiben nem történik a talajhasználatban változás (SOER2020 link 4)

A talajromlás megállításának céljából fogadta el a FAO közgyűlése 2016-ban a fenntartható talajhasználat önkéntesen alkalmazandó irányelveit (link 5) és több e célt szolgáló koncepció is egyre népszerűbb. Ezek közül hazánkban is számos agrármédiumban szerepel a regeneratív mezőgazdaság, melynek központi eleme a talajok termőképességének helyreállítása. Erre egyik példa a Mezőhír mezőgazdasági szakfolyóirat regeneratív mezőgazdaság cikksorozata is (link 6).

Tapasztalataink szerint a talajdegradáció az ökológiai gazdálkodás céljára használt talajokat is érinti, ezért az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet keretében működő kutatócsoportunk, amelynek vezetője vagyok, céljai közt szerepel a regeneratív mezőgazdaság

alapelveivel összhangban lévő gyakorlatok vizsgálata az ökológiai gazdálkodás javítását támogató kutatásaink között (link 7). A regeneratív mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás elvei között sok átfedés van, azonban jelentős különbség, hogy míg az ökológiai gazdálkodásban nem alkalmazunk műtrágyákat és növényvédő szereket, addig a regeneratív mezőgazdaság gyakorlata ezt megengedi, viszont a talajműveléssel kapcsolatban fogalmaz meg szigorúbb elvárásokat. A regeneratív mezőgazdaság gyakorlatainak, különösen a talajművelés csökkentésének lehetőségeit vizsgáló kutatás részeként került beállításra a szakdolgozat témáját alkotó kísérlet üzemi körülmények között az ÖMKi on-farm kutatási hálózatának egyben az ÖMKi on-farm élő laboratóriumának egyik tagjánál, a Szár községben található Csoroszlya farmon.

A kísérleteket az élő laboratóriumi formában folytatott kutatásként folytatjuk, amelynek fontos eleme a valós, üzemi körülmények között beállított és kivitelezett kísérlet melynek során a kísérlet tervezése kivitelezése és értékelése is gazdálkodóval, valamint a többi érdekelt féllel való közös munka eredménye. Ez a módszertan új dimenziót is ad a kutatásoknak, a gazdaság számára azonnal hasznosítható eredményt jelent, viszont a tudományos kísérletek néhány követelménye nem tud maradék nélkül érvényesülni (pl. randomizálás a kezelések beállításakor).

A Csoroszlya Farm 2015 óta folytat ökológiai gazdálkodást és a terület talajadottságainak jobb megismerése és a talajdegradációs problémák felismerése irányította érdeklődését a talajkímélő művelés irányába és vonódott be a fajtatesztek mellett a talajművelési kutatásokba is. Érdeklődése az erózióveszély mérséklése érdekében a talajművelés csökkentésének lehetőségei és a talajtakarás, különösen a takarónövények alkalmazása felé irányult. Mint a legtöbb szántóföldi gazdálkodást folytató ökológiai gazdaságnak a gyomok kordában tartása jelent még nagy kihívást, amelyet csak talajtakarással vagy talajműveléssel lehet kezelni, ezért idegenkednek az ökológiai gazdálkodást folytatók a talajművelés csökkentésétől, különösen a szántás elhagyásától.

A kísérlet célja a csökkentett művelésre való átállással kapcsolatos tapasztalatok gyűjtése, és ezzel párhuzamosan a talaj állapotában bekövetkező változások nyomon követése. A szakdolgozat a művelési kísérlet 2022. évi mérések eredményeit mutatja be. Cél továbbá a kísérletek során egy olyan, viszonylag könnyen mérhető paraméterlista összeállítása, amellyel hazai körülmények között követhetjük nyomon a művelési mód megváltozásának a talajra gyakorolt hatását. A dolgozat során ezért a vizsgált paramétereket abból a szempontból is elemzem, hogy javasolhatók-e a talajművelés viszonylag rövid (kb. 3-5 év) időtávban is mérhető hatásainak értékelésére.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 A regeneratív mezőgazdaság alapelvei

A regeneratív mezőgazdaság manapság egyre többet használt kifejezés, azonban jelenleg nem határozza meg jogszabály, mit értünk pontosan e fogalom alatt. Nem született a hosszú idejű egységes használatból adódó szaknyelvben elfogadott egységes definíciója sem. Newton et al (2020) vizsgált meg 229 tudományos cikket és 25 gazdaszervezet honlapját abból a szempontból, hogy mit jelent a regeneratív mezőgazdaság. Megállapították, hogy számos vizsgált dokumentum használja a kifejezést, de erre vonatkozó definíciót, vagy leírást nem ad meg. Más dokumentumok bizonyos agrotechnikai elemek meglétéhez vagy kizárásához kötik a regeneratív mezőgazdaság fogalmát. A vizsgált dokumentumokban számos célt és alapelvet fogalmaztak meg az egyes források, a 7 leggyakoribb alapelvet mutatja be az 1. táblázat, a 7 leggyakoribb célt pedig a 2. táblázat. A hét leggyakoribban előforduló alapelv alapján látszik, hogy kissé eltér mit tekintenek fontosabbnak a tudományos közlemények és mit a gazdák, akik alkalmazzák ezeket. A célok tekintetében kisebb különbséget látunk, a leggyakrabban szereplő cél, a talajegészség javítása megegyezik. További öt cél is egyező, csak a sorrendben látunk eltérést. A gazdaszervezetek nagy része fogalmazza meg célként a gazdaság jövedelmezőségének növelését, amely a gyakorisági sorrendben a hatodik, a tudományos közlemények esetében pedig a hatodik leggyakoribb cél a termények beltartalmi értékének növelése.

#### 1. táblázat: A regeneratív mezőgazdaság alapelvei

(Newton et.al. 2020 nyomán saját szerkesztés)

| Gazdaszervezetek honlapjai (25)                                 | Tudományos közlemények (229)  |
|---|---|
| 1. Talajművelés csökkentése                                     | 1. Alacsony inputanyaghasználat és helyi erőforrások használata             |
| 2. Állatok integrálása  | 2. Állatok integrálása  |
| 3. Takarónövények használata                                    | 3. Növényvédőszer használat mellőzése                                       |
| 4. Vetésforgó alkalmazása                                       | 4. Mútrágyahasználat mellőzése  |
| 5. Alacsony inputanyaghasználat és helyi erőforrások használata | 5. Vetésforgó alkalmazása   |
| 6. Fák és egyéb évelő növények integrálása az agrártájba        | 6. Diverzitásra törekvés a termesztett növények esetében (pl. köztes vetés) |
| 7. Komposzt, zöldtrágya és mulcshasználat                       | 7. Talajművelés csökkentése   |

## 2. táblázat: A regeneratív mezőgazdaság céljai (Newton et.al. 2020 nyomán saját szerkesztés)

| Gazdaszervezetek honlapjai (25)  | Tudományos közlemények (229)   |
|--|--|
| 1. Talajegészség javítása<br>(szerkezet, szervesanyag, termékenység)                 | 1. Talajegészség javítása<br>(szerkezet, szervesanyag, termékenység)                 |
| 2. Biodiverzitás növelése  | 2. Szénmegkötés a talajban   |
| 3. Az ökoszisztéma egészségének javítása (ökoszisztéma szolgáltatások)               | 3. Biodiverzitás növelése  |
| 4. Szénmegkötés a talajban   | 4. Vízgazdálkodás és vízminőség javítása   |
| 5. Közösségek jólétének növelése (szociális, gazdasági aspektusok figyelembe vétele) | 5. Közösségek jólétének növelése (szociális, gazdasági aspektusok figyelembe vétele) |
| 6. A gazdaság jövedelmezőségének növelése  | 6. Termények beltartalmi értékeinek növelése   |
| 7. Vízgazdálkodás és vízminőség javítása   | 7. Az ökoszisztéma egészségének javítása (ökoszisztéma szolgáltatások)               |

Az EIT Food, az agrár és élelmiszeripari szektorban az innovációt támogató európai szintű szervezet is a zászlójára tűzte a regeneratív mezőgazdaság népszerűsítését, amely egy képzési és szaktanácsadási program, magyar gazdák számára is elérhető. A szervezet a regeneratív mezőgazdaságot a következőképpen határozza meg. A regeneratív mezőgazdaság gazdálkodási alapelvek és gyakorlatok rendszere, mely magában foglalja a talajművelés minimalizálását és a talaj folyamatos takarását, a művelésben holisztikus megközelítést alkalmaz a termésátlagok növelése, a talaj és a biodiverzitás helyreállítása céljából, vetésforgóban termesztett növények és állatok kombinálása úgy, hogy egy ökoszisztémát alkossanak, a talaj és a táj vízmegtartóképességének javítása, az agrárökoszisztéma ellenállóképességének javítása a gazdálkodók, családjaik és a terület támogatásával (link 8).

A hazai, gazdák által magyar nyelven elérhető és olvasható, a regeneratív mezőgazdaságot bemutató könyv, Gabe Brown Porból élet című könyve a regeneratív mezőgazdaság öt alapelvéről beszél, amelyek a következők: a zavaró beavatkozások korlátozása (zavaró beavatkozásnak tekinti a művelést és kémiai inputanyagok használatát), a talaj felszínének védelme, a biodiverzitás növelése, élő növényi gyökerek folyamatos jelenléte, valamint az állatok legeltetése a szántóterületeken is (Brown, 2018).

A hazai, talán legismertebb gazdaszervezet, a Talajmegújító Gazdák Egyesülete feltételrendszerében a következő öt elemet tekinti alapvetőnek (link 9):

1. „Változatos növények: vetésforgó, társas vetés, virágzó sávok, puffer zónák.

2. Talajbolygatás csökkentése: minimál művelés (a talaj forgatás mentes, a talajszelvények nem keverednek), No-till, Strip-till.
3. Folytonosan fenntartott élő gyökérzet (az év lehető legnagyobb részében élő növényzet van a területen).
4. Állandó talajtakarás: tenyész időszakon kívül takarónövények alkalmazása, illetve amikor nincs növényzet, a növényi maradványok a föld felszínen maradnak.
5. Kontrollált legeltetés.”

A regeneratív mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás viszonya sok vitát kavart inkább gazdálkodói mint tudományos berkekben. Az Robert Rodale véleménye szerint, aki az ökológiai gazdálkodás kutatása céljára hozott létre intézetet az USA-ban, a regeneratív gazdálkodás az ökológiai gazdálkodás szabályrendszerén túlmutató gazdálkodási gyakorlatként tekint a regeneratív mezőgazdaságra az intézet ezt hangsúlyozandó regeneratív ökológiai gazdálkodásra hivatkozik, mint a talajkegészségét, a biodiverzitást és a fenntarthatóságot (beleértve a gazdasági és szociális aspektusokat is) előtérbe helyező gazdálkodási forma (Giller et al 2021). A regeneratív ökológiai gazdálkodás egy olyan gazdálkodási forma, amely a teljes ökoszisztéma rehabilitációját célozza, és a természeti erőforrások kiaknázása helyett azok javítására törekszik. A regeneratív ökológiai gazdálkodásra vonatkozóan tanúsítási rendszer is működik az USA-ban (link 10). Az IFOAM Organics Europe (International Federation of Organic Agriculture Movements) az ökológiai gazdálkodással kapcsolatos mozgalmak, kezdeményezések ernyőszervezetének európai regionális szervezete, melynek célja az ökológiai gazdálkodás népszerűsítése, elterjesztése és az ökológiai gazdálkodók érdekképviselése a szakpolitikai döntéshozatalban. A szervezet rendszeresen készít állásfoglalásokat az ökológiai gazdasággal kapcsolatos témákban. 2023 februárban adták ki a regeneratív mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás viszonyáról szóló állásfoglalásukat amelyben a két gazdálkodási koncepció közös alapjait hangsúlyozták, azonban felhívják a figyelmet arra, hogy a regeneratív mezőgazdaság kifejezést sokféleképpen használják és elterjedtek olyan megközelítések is amelyek néhány talajvédő gyakorlat támogatása mellett környezetszennyező gyakorlatokat is megenged (link 11). Az ökológiai gazdálkodás, regeneratív mezőgazdaság és agroökológia gazdálkodási koncepciók mentén jelentős vita zajlott a BIOFACH kiállítás programjai során. A kiállítás az ökológiai gazdálkodás és élelmiszeripar egyik legnagyobb nemzetközi fóruma. Paul Holmbeck, a rendezvény egyik előadója honlapján a rendezvény után arra hívta fel a figyelmet, hogy a



regeneratív mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás összehasonlítása során gyakran az ökológiai gazdálkodás minimum kritériumait hasonlítják össze a regeneratív mezőgazdaság által kitűzött célokkal. Ez az összehasonlítás nem fog reális képet adni a két gazdálkodási forma valós környezeti teljesítményéről és fenntarthatóságáról. Felhívja a figyelmet arra a problémára, hogy vannak olyan gazdálkodók, akik az ökológiai gazdálkodás jogszabályi és tanúsítási minimum követelményeikre fókuszálnak, az ökológiai gazdálkodás alapelvei szerinti valódi gazdálkodás háttérbe szorul. Véleménye szerint a három mozgalomnak és koncepciónak egymást támogatva kell dolgoznia, nem egymás ellenségei, hanem a „degeneratív” konvencionális módszerek alkalmazására kell fenntartható alternatívát kínálniuk (link 12).

## **2.2 Az élő laboratóriumok és a részvételi kutatás ismertetőjegyei**

Az élő laboratóriumok nyílt szerveződések, melyek különböző érdekszférából jövő tagjai együtt gondolkodnak, ötletelnek, fejleszenek és tudást osztanak meg egymás között. Fontos ismerv továbbá, hogy a kutatás fejlesztésnek valós körülmények között kell megvalósulnia az érdekeltek bevonásával (Archibald et al., 2021). Az élő laboratóriumoknak a mezőgazdaságban fontos szerepük van az innovációban különösen a fenntarthatósággal kapcsolatos témákban, például az agroökológia elveinek gyakorlati megvalósításában. Innovációs platformként működnek és fontos szerepük van a tudásmegosztásban, a gazdálkodók képzésében és hatásuk lehet a szakpolitika alakítására is (Yousefi, 2023, Potters et. al., 2022).

Schöll és Kemp (2016) kiemeli, hogy az agráriumban működő élő laboratóriumok esetében fontos szerep van a tartamkísérlet jellegnek, hogy az adott gazdaságokban hosszabb időtávban folytassanak kísérleteket. Az élő laboratóriumok központjában a felhasználó, esetünkben a gazdálkodó áll, a helyi problémákra keresnek megoldásokat valós gazdálkodási helyszíneken úgy, hogy az összes érdekelt féllel együttműködnek és a kutatást teljes folyamatába bevonják őket. Az élő laboratóriumok anyagi és immateriális javakat állítanak elő amelyek innovatív megoldásokat eredményeznek a mezőgazdaság fenntarthatóbbá tételében (Haug és Mergel 2021). A kutatók és a gazdálkodók sikeres együttműködése az élő laboratórium működésének feltétele, ehhez figyelembe kell venni a kísérlet beállításához a gazdaság adottságait és lehetőségeit, valamint a kutatási eredményeknek a gazdálkodó számára hasznosítható formában kell megjelenie (Bouma, 2022)

Az élő laboratóriumok innovációs céllal jönnek általában létre, az akadémiai, a

gazdálkodói, a kormányzati szektor és a civil társadalom képviselői dolgoznak benne együtt (Nguyen, és Marques, 2022).

### **2.2.1 A mezőgazdasági élő laboratóriumok ismérvei**

Az élő laboratóriumok nyílt szerveződések, melyek különböző érdekszférából jövő tagjai együtt gondolkodnak, ötletelnek, fejleszenek és tudást osztanak meg egymás között. Fontos ismerv továbbá, hogy a kutatás fejlesztésnek valós körülmények között kell megvalósulnia az érdekeltek bevonásával (Archibald et al., 2021). Az élő laboratóriumoknak a mezőgazdaságban fontos szerepük van az innovációban különösen a fenntarthatósággal kapcsolatos témákban, például az agroökológia elveinek gyakorlati megvalósításában. Innovációs platformként működnek és fontos szerepük van a tudásmegosztásban, a gazdálkodók képzésében és hatásuk lehet a szakpolitika alakítására is (Yousefi, 2023, Potters et. al., 2022).

Schöll és Kemp (2016) kiemeli, hogy az agráriumban működő élő laboratóriumok esetében fontos szerep van a tartamkísérlet jellegnek, hogy az adott gazdaságokban hosszabb időtávban folytassanak kísérleteket. Az élő laboratóriumok központjában a felhasználó, esetünkben a gazdálkodó áll, a helyi problémákra keresnek megoldásokat valós gazdálkodási helyszíneken úgy, hogy az összes érdekelt féllel együttműködnek és a kutatást teljes folyamatába bevonják őket. Az élő laboratóriumok anyagi és immateriális javakat állítanak elő amelyek innovatív megoldásokat eredményeznek a mezőgazdaság fenntarthatóbbá tételében (Haug és Mergel 2021). A kutatók és a gazdálkodók sikeres együttműködése az élő laboratórium működésének feltétele, ehhez figyelembe kell venni a kísérlet beállításához a gazdaság adottságait és lehetőségeit, valamint a kutatási eredményeknek a gazdálkodó számára hasznosítható formában kell megjelenie (Bouma, 2022)

Az élő laboratóriumok innovációs céllal jönnek általában létre, az akadémiai, a gazdálkodói, a kormányzati szektor és a civil társadalom képviselői dolgoznak benne együtt (Nguyen, és Marques, 2022).

### **2.2.2 Az üzemi kísérletek és a részvételi kutatás szerepe a regeneratív mezőgazdaság és az agroökológiai gyakorlatok elterjesztésében**

Az ÖMKi on-farm kutatási hálózata keretében végzett kutatások egyik fő fókuszja az agroökológiai gyakorlatok elterjesztése elsősorban ökológiai gazdálkodást végző

gazdaságokban. Ez a módszertan a regeneratív mezőgazdaság gyakorlatainak megvalósíthatóságát célzó kísérleteinknek is megfelelő alapot és módszertani keretet biztosít. A részvételi kutatás döntő szerepet játszik az agroökológiára való áttérés támogatásában, mivel platformot biztosít a különböző agrárökológiai gyakorlatok megértéséhez és alkalmazásához a gazdaságok szintjén. Az ilyen típusú kutatás lehetővé teszi az agroökológiai elvek és gazdálkodási stratégiák testre szabását az egyes gazdaságok egyedi jellemzőihez és igényeihez (Teixeira et al., 2018). A részvételi kutatómunka megkönnyíti az agroökológiai elveket már alkalmazó gazdaságok teljesítményének értékelését és megerősítését. (Dumont et al., 2021). A részvételi kutatás segítségével határozták meg az európai agroökológia elterjesztését célzó kihívásokat és cselekvési pontokat, amelyek a fenntartható mezőgazdasági és élelmezési rendszerek felé való átmenet tervezését, fejlesztését és előmozdítását irányítják (Wezel et al., 2018). Emellett a részvételi kutatás bizonyítottan támogatja a mezőgazdasági jövedelem diverzifikálását és a jobb munkakörülményeket az agroökológiai átmenet során, betekintést nyújtva azokba a folyamatokba és módszerekbe, amelyeken keresztül a gazdálkodók leküzdik a felmerülő kihívásokat (Stratton et al., 2021). Ezen túlmenően az üzemi kísérletek hozzájárulnak a fenntarthatósági átmenetek többszintű perspektívájának megértéséhez, ami elengedhetetlen az agroökológia népszerűsítéséhez, és elterjesztéséhez a közösségi önszerveződés folyamatain keresztül, nem pedig a felülről lefelé irányuló, politika által vezérelt fejlesztésén keresztül (Anderson et al., 2019). Az ilyen típusú kutatások a gazdálkodás szociális aspektusainak vizsgálatát is segítik, hozzájárulva a gazdálkodók agroökológiai átállással kapcsolatos tudatosságának és hozzáállásának feltárásához és értékeléséhez (Ujj et al., 2022). Továbbá a részvételi kutatás kulcsfontosságú az agrárökológiai átmenet akadályainak kezelésében, például egy új agrárökológiai innovációs rendszer kialakításában és fejlesztésében a domináns, fennálló mezőgazdasági innovációs rendszeren belül (Schiller et al., 2019).

A gazdák, a mezőgazdasági szakemberek és a kutatók növekvő érdeklődésének köszönhetően a mezőgazdasági üzemekben végzett részvételi kutatás egyre szélesebb körben elterjedt. Bár az on-farm kutatás koncepciója nem új, a gazdálkodók által az iparral és az egyetemi vagy akadémiai intézetek kutatóival partnerségben végzett gazdaságon belüli kutatások mértéke és hatása egyre nő. Az új technológiák, eszközök és statisztikai módszerek gyorsan fejlődnek, hogy növeljék a mezőgazdasági üzemekben végzett kutatások hatókörét és eredményességét. A gazdaságon belüli kutatás csökkenti az új technológiák bevezetésével kapcsolatos aggályokat. A gazdaságon belüli kutatás növeli a gazdálkodók érdeklődését és motivációját is (Kyveryga 2019).

Az üzemkísérletek segítik a gazdálkodókat abban, hogy a termelékenység és a fenntarthatóság növelése érdekében megalapozottabb gazdálkodási döntéseket hozzanak. Bár az üzemi kísérletek kutatási tervei tudományosan megalapozottak, a különböző kezelések közötti statisztikailag igazolható különbségek megállapíthatóságát korlátozza az alkalmazható ismétlések száma (a több ismétlés növeli a különbségek kimutatásának hatékonyságát). Ezen túlmenően a mezőgazdasági üzemekben végzett kutatások bevezetésének fő akadályai a hely (nagyobb táblák) és a kísérletek beállításához és az adatfelvételezéshez szükséges idő (Srinivasagan, 2023).

### **2.3 A talajművelés csökkentésének talajállapotra gyakorolt hatása**

A talajokban lejátszódó biológiai folyamatok megismerése egyre fontosabb a gazdálkodás sikeressége szempontjából. Biro (2007) összegzi a talaj mikroszervezeteinek szerepét az egyes talajfunkciók szempontjából. Számos tanulmány tükrözi az ökológiai gazdálkodási gyakorlatok előnyeit a talajminőség, a tápanyagegyensúly és az erózió csökkenése szempontjából. (Erhart & Hartl, 2009; Hofbauer et al., 2022; Krauss et al., 2022; Schärer et al., 2022). Amennyiben ez csökkentett talajműveléssel is párosul a növényvédőszeres és műtrágyák használatának mellőzése mellett a talajerózió kialakulásának megakadályozása révén a mezőgazdaság szennyezésének csökkentéséhez is hozzájárulhat (Zhang et al., 2020). A növényi maradványok lassabb bomlása általában magasabb talaj szerves széntartalmat (SOC) eredményez (Jordon & Smith, 2022). A talajművelés csökkentésének hatása a SOC-ra azonban a technológiaváltás után több évvel jelentkezik (Jacobs et al., 2022).

Bár a talajmikrobiális aktivitás meghatározására szolgáló különböző mérési módszerek eredményei intenzív és csökkentett talajművelési körülmények között eltérőek, a talajfizikai-kémiai paraméterek szintén kulcsfontosságúak a talajművelés intenzitásának a talajra gyakorolt hatásának értékelésében (Rieke et al., 2022).

Kutatások bizonyították, hogy a csökkentett talajművelés jelentős hatással van a dehidrogenáz és a béta-glükozidáz enzimek aktivitására. Számos tanulmány számolt be a dehidrogenáz-aktivitás növekedéséről csökkentett talajművelés hatására a hagyományos talajműveléshez képest különösen a felső talajrétegben (León et al., 2017; Harasim et al., 2020; Sharma et al., 2011; Nugis et al., 2016). Az enzimaktivitás növekedése a talaj kisebb mértékű bolygatásának és a talajszerkezet javulásának eredményeként alakul ki a csökkentett

talajművelés hatására. A talaj mikrobiális biomasszájának és aktivitásának növelése eredményezett magasabb dehidrogenáz és a béta-glükózidáz enzimaktivitást, amely a talaj szervesanyag-tartalmának megőrzésére és a talaj biológiai tulajdonságainak javulására vezethető vissza (Choudhary et al., 2018; Roldán et al., 2005).

A talaj enzimeit, mint a mikrobiális aktivitás mutatóit rövid időn belül megváltozhatnak a talaj zavarását követően, ezért (Kandeler et al., 1999). a talajminőség potenciális indikátoraiként javasolták őket. A talajenzimeket a különböző talajművelési módszerek hatásainak indikátoraiként használják (Roldán et al., 2005).

A talajban lévő aktív szén döntő szerepet játszik a különböző tápanyagátalakulási folyamatokban és talajfunkciókban. Létfontosságú szerepet játszik a talaj tápanyagkörforgásában és a talaj tápanyagainak tárolásában (Wang et al., 2020). A talajban található aktív szén talajszelvényen belüli mozgása és átalakulása jelentős hatással van a talaj tápanyagaira, a növények növekedésére és a légköri környezetre, így a talaj szerves széntartalmában bekövetkező változásoknak egyik legfontosabb indikátora (Ma et al., 2023). Emellett érzékenyen reagál a különböző típusú földhasználati változásokra és talajművelési gyakorlatokra, ezért felhasználható a talaj szerves anyagában bekövetkező változások korai jellemzésére (Geng et al., 2009).

Kísérletekben kimutatták, hogy a csökkentett talajművelés jelentős hatással bír a talajok glomalin-tartalmára. A glomalin egy olyan glikoprotein, amelyet az arbuskuláris mikorrhiza gombák (AMF) termelnek, és amely döntő szerepet játszik a talaj aggregátumok képződésében és a szénmegkötésben (Hossain, 2021). Számos tanulmány leírja, hogy a talajkímélő művelési gyakorlatok, mint például a talajművelés nélküli és a minimális talajművelés, a talajok glomalin-tartalmának növekedéséhez vezethetnek (Jaskulska és mtsai., 2020; Dai és mtsai., 2017; Jha és mtsai., 2022). Dai és munkatársai (2017) például azt találták, hogy a talajkímélő művelés, különösen a talajművelés teljes elhagyása növelheti a glomalin jellegű fehérje-tartalmat a talaj aggregátumaiban, ezáltal hozzájárulva a talaj szervesanyag- és a talajaggregátumok stabilitásának javulásához. Hasonlóképpen, Jha és munkatársai (2022) arról számoltak be, hogy a szármaradván táblán hagyása és a talajművelés csökkentése a glomalin mennyiségének növekedésével járt együtt. Továbbá Jaskulska et al. (2020) tanulmánya azt mutatta, hogy az intenzívtalajművelésről a csökkentett talajművelésre való áttérés a talaj glomalin-tartalmának növekedését eredményezte, a talaj aggregátum-stabilitásának növekedésével együtt. Másrészt a hagyományos talajművelési gyakorlatok a talajok alacsonyabb glomalin-tartalmával hozhatók összefüggésbe. Gałazka és munkatársai (2018) megállapították, hogy a hagyományos talajművelési rendszerekben, ahol a talaj

aggregátumait lerombolják, a talaj glomalin-tartalma alacsony. Hasonlóképpen, Bortolini et al. (2022) a talajművelés negatív hatásairól számolt be, amelyet a glomalin mennyiségének, a talaj szerves széntartalmának és az aggregátumok mennyiségének csökkenése jelez.

A humuszanyagok jellemzésére többféle módszert is kidolgoztak, melyek többnyire különböző oldószerekkel előállított talajkivonatok spektroszkópiás mérésén alapulnak. A Hargitai-féle módszer (Hargitai, 1974, 1983) előnyei a könnyű kivitelezhetőség, a csekély vegyszerigény, valamint az, hogy az egyes talaj főtípusok jól elkülöníthető átlagos mérőszámmal jellemezhetőek (csernozjomok 10; erdőtalajok 1-2; láp-, réti talajok 0,1; szikes talajok 0,01). A módszer alapelve szerint a jó minőségű, nagy molekulájú kalciumionokhoz kötött humuszanyagok a nátrium-fluorid, a nyers szerves anyagok és kevésbé kedvező tulajdonságú humuszkomponensek (fulvosavak) nátrium-hidroxid oldatával vonhatók ki a talajból. A magasabb érték a kedvező minőségű, valódi humuszanyagok túlsúlyát jelzi a talajokban (Molnár et.al, 2019)

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1 A helyszín bemutatása és a kísérlet leírása

A beállított kísérlet Száron, a Csoroszlya farm területén található, a gazdálkodó és az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet együttműködésében művelt kísérleti táblákon. A gazdaság Közép-Magyarországon, a Vértes és a Gerecse hegység határán fekszik, talaj-és klimatikus adottságai alkalmassá teszik gabonafélék, olajos növények termesztésére. Ökológiai gazdálkodást folytat 2015 óta, gyümölcsös és szántó művelési ágban. A gazdaság az ÖMKi által koordinált első magyarországi agroökológiai élő laboratórium partnere.

A gazdaság területeinek 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. Ezek a jellemzők a területet a mérsékelt meleg és száraz éghajlati régióba sorolják. (Kocsis, 2018). A vizsgált terület egy intenzíven művelt mezőgazdasági tájban, egy enyhe délnyugati fekvésű lejtőn található, amelyet semleges kémhatású, homok, és homokos vályogfizikai féleségű lejtőhordalék talaj borít. Az 1. fénykép a kísérleti táblák mellett feltárt talajszelvény tájban való elhelyezkedését mutatja, a 2. fényképen pedig a talajszelvény közeli képe látható. A szelvényben látszik a gazdaság egyik legnagyobb kihívása, amely miatt keresi az utat a talajkímélő gazdálkodási módok felé. A kísérleti terület talaja ugyan sötét felszíni szinttel rendelkező, 2,5 -3,0% közötti humusztartalmú 60 cm mély humuszos rétegű talaj amely jó adottságokat jelenthetne, azonban a 70 cm mélységtől durva homok és mészkőtörmelék található. Ez a szelvényfelépítés önmagában is termeléskorlátozó tényező a termőréteg vastagsága miatt, azonban ennek a rétegnek a felszín közelébe kerülése erózió hatására a talaj tulajdonságait drasztikus mértékben rontja. A kísérleti táblák több pontján is látható, hogy a talajművelés ezt a durva homokos kőtörmelékes réteget a felszín közelébe hozta.



1. **ábra:** fénykép a kísérleti táblák mellett feltárt talajszelvény elhelyezkedéséről a tájban  
(forrás: ÖMKi fotótár)



2. **ábra:** fénykép a kísérleti táblák mellett feltárt talajszelvény közeli képe (saját fénykép)

A vizsgált terület a gazdaság kevésbé jó adottságú területe: a szárazság mellett a geomorfológiai jellemzők miatt a szélérozió is veszélyezteti a termőtalajt. A kísérleti terület körbekerített, vadjárástól védett, sík, illetve enyhén DNY-i lejtésű szántó, ami víztározó által kettéosztott, a tározó jobb és bal oldalán nagyüzemi parcellák kialakítására alkalmas terület (1. ábra). A táblák mérete a főlüzemi kísérletek kialakításához mérten, és a nagyüzemi munkagépek szélességét figyelembe véve kb. 0,5 hektár (18 X 232 m). A területen több kísérlet is zajlik 12 kísérleti táblán, ebből 4 táblán található a dolgozatban bemutatásra kerülő talajművelési kísérlet. A bemutatás során a kísérletben használatos táblakódokat használom.



3. **ábra:** A kísérleti táblák elhelyezkedése a Csoroszya farm területén. A szakdolgozatban bemutatott kísérlet a sárga körrel jelölt 2A, 3C, 5A, 5B táblákon került beállításra  
(forrás: saját szerkesztés)



A kísérletben a területen kialakított hasonló geomorfológiai tulajdonságokkal rendelkező táblapárt választottunk ki, a 2A 3C jelű táblák lejtőn helyezkednek el, az 5A 5B táblák pedig a lejtő alján már sík domborzati pozícióban. Mindkét táblapár esetében egy rendszeresen, de nem minden évben szántott táblát hasonlítunk össze egy forgatás nélküli művelésre átállított táblával. A talajművelés tekintetében legalább a kutatást finanszírozó projekt időtartamára tartamkísérletként is indult, amelynek 2022 őszi állapotát mutatja be a dolgozat.

A 2A - 3C táblapáron a termesztett növény 2020 őszi óta egyezik meg. A táblákra vonatkozó információ a korábbi évekre korlátozottan áll rendelkezésre, annyit tudunk, hogy 2019-ben a 2A táblán szántás alapművelés után burgonyát, majd, 2020 tavaszán tárcsával és kombinátorral történt talajelőkészítés után szóját termesztettek, amelyet forgatás nélküli műveléssel (grubber, tárcsa, kultivátor) tönkebúza követett. A 3C tábla biztosan nem volt szántva 2019 óta. Itt 2019-ben rozstot, 2020-ban tárcsás alapműveléssel zabot termesztettek, majd 2020 őszi kombinátorral történt talajelőkészítés után következett a tönke búza. 2021-ben a táblapáron a rozsmulcsba vetés technikáját is kipróbálta a gazdaság. A 2A parcellán a rozstot szántás és kombinátoros elmunkálás után, a 3C táblán pedig tárcsával történő talajelőkészítés után vetették el. A rozstot május végén terminálták hengerezéssel, majd direkt vetéssel következett a szója mindkét táblán.

Az 5A - 5B táblapáron 2019-ben szántás alapművelés után rozstot vetettek, 2020-ban szántás után burgonya következett amelyet 2020 őszi az 5A esetében szántásos alapművelés, a 2B esetén tárcsával történt alapművelés után követett őszi árpa. Az árpa betakarítása után mindkét tábla esetén tárcsával történő talajelőkészítés után másodvetésű szóját termesztettek, amelyet őszi tönkebúza követett mindkét táblán forgatás nélküli talajelőkészítéssel.

### **3.2 Talajmintavétel és vizsgálati módszerek**

A táblák keskeny alakja miatt a szegélyhatás elkerülése érdekében a mintavételeket, méréseket a tábla középvonalában végezzük. A talajmintavételre 2022. október 4-én került sor. A kísérleti táblák három kijelölt pontja körül kb 10 m átmérőjű körből 1 cm átmérőjű mintavevő eszköz segítségével vettünk kb. 40 részmintából képzett átlagmintát a 0-10 cm-es és a 10-30 cm talajrétegből. A 10-30 cm réteg mintázásakor ásóval lenyestük a 0-10 cm

réteget, és 10 cm mélységből indítottuk a 10-30 cm réteg mintázásához szükséges fúrást, ezzel biztosítva azt, hogy a 0-10 cm réteg anyag ne keveredjen a mélyebb rétegjellemzéséhez vett mintához. A részminták összekeverése után képzett átlagmintából a 0-10 cm réteg esetén két azonos mintát képeztünk, az egyik hűtve szállítva került mikrobiológiai vizsgálatokra, a másikat pedig először kémiai vizsgálatok végzése céljából átadtuk a vizsgálólaboratóriumnak, ahol a talajminták szokásos kezelését követően (szárítás és darálás) került sor a kért vizsgálatokra. A glomalintartalom, az aktív széntartalom és Hargitai-féle humuszminőségi index meghatározására a kémiai vizsgálatok után az akkreditált laboratóriumtól visszakerült mintákból került sor.

Az on-farm kísérletek fontos szempontja, hogy a gazdálkodó által közvetlenül is hasznosítható eredményeket kapjunk, ezért a vizsgálandó paraméterek alapvető csoportja a gazdálkodók által rendszeresen végeztetett talaj tápanyagvizsgálatok paraméterei. Ez jellemzően a tápanyaggazdálkodási szaktanácsadás alapját képező hagyományos 14 paraméteres talaj tápanyagvizsgálati paramétercsoport, amelyet csomagajánlatként „bővített talajvizsgálat” néven kínálnak a talajvizsgáló laboratóriumok. A vizsgálatokat a NÉBIH velencei Talajvédelmi Laboratóriumában végeztettük el, az akkreditált vizsgálati jegyzőkönyv a magyar szabványos vizsgálati módszerek szerinti vizsgálatokat paraméterenként a következőképpen adta meg:

- $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (MSZ-08-0206-2:1978)
- kötöttség (MSZ-08-0205:1978),
- összes só (MSZ-08-0206-2:1978),
- mésztartalom (MSZ-08-0206-2:1978),
- humusztartalom (MSZ-08-0452-2:1980),
- felvehető foszfortartalom (MSZ-20135:1999)
- felvehető káliumtartalom (MSZ-20135:1999),
- felvehető nátriumtartalom (MSZ-20135:1999),
- nitrát-nitrit nitrogén tartalom (MSZ-20135:1999),
- felvehető magnézium tartalom (MSZ-20135:1999),
- szulfát-kén tartalom (MSZ-20135:1999)
- felvehető cinktartalom (MSZ-20135:1999),
- felvehető réztartalom (MSZ-20135:1999),
- felvehető mangántartalom (MSZ-20135:1999)

A Hargitai-féle humuszminőségi indexet, a glomalintartalmat és az aktív széntartalmat a MATE Agrárkörnyezettani Tanszékének laboratóriumában mértük. A Hargitai-féle humuszstabilitási index meghatározásához (Hargitai, 1963) a talajból 0,5% NaOH-os és 1% NaF-os kivonatot készítünk, majd spektrofotométerrel a következő 4 hullámhosszon mérjük a kivonatok: 400, 480, 540, 670 nm. A humuszminőségi indexet a NaF-os és a NaOH-os szűrlet abszorbanciáinak hányadosával számoljuk, a humuszstabilitási index esetében a humusztartalommal is számolunk.

A glomalintartalom esetében az ún. „teljes glomalinnal összefüggő fehérje” mennyiségét mértük Wright és Upadhyaya (1998) módszere szerint. A vizsgálathoz 50 mM (pH=8) citrát-puffert alkalmaztunk kivonószerként autoklávban 121 °C hőmérsékleten 60 perc reakcióidővel, majd centrifugálás után spektrofotométerrel határozzuk meg a fehérjetartalmat (irod?) tartalmat meghatározásához. Az aktív széntartalmat Weil et al. (2003) módszere szerint határoztuk meg. A módszer szerint 0,02M KMnO<sub>4</sub> oldattal reagáltatunk 1g talajt 5 perc rázatás közben, majd centrifugáljuk vagy szűrjük a szuszpenziót. A felülúszót desztillált vízzel hígítjuk és és fotométerrel 565 nm mérjük az abszorbanciát. Az aktív széntartalmat a feleslegben maradt oxidálószer mennyisége alapján számítjuk.

A dehidrogenáz enzimaktivitást (DHA) és β-glükozidáz enzimaktivitást, valamint az alap talajlégzést (BSR) csak a 0-10 cm rétegből vett mintákból vizsgáltuk a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetének Talajbiológiai Laboratóriumával való együttműködés keretében.

A dehidrogenáz enzim aktivitását a Magyar Szabvány MSZ-08-1721/3-86 módszere szerint határoztuk meg. A talajmintákhoz 2,3,5-trifenil-tetrazólium-kloridot adunk mesterséges hidrogénakceptorként, ami a dehidrogenázok által katalizált folyamatban vörös színű trifenil-formazánná (TFP) redukálódik. A 37 °C-on 24 óra alatt képződő TFP koncentrációja spektrofotometriásan mérhető.

Az enzimaktivitást Eivazi és Tabatai (1988) módszere szerint mértük, p-nitrofenil-β-glükozid szubsztrát felhasználásával, mellyel a talajmintákat 1 órán át inkubáltuk 37 °C-on. Az enzimaktivitás hatására képződő p-nitrofenil mennyiségét fotometriásan mértük.

A mikrobiológiai aktivitást jelző alap talajlégzést az ISO 1602:2002(E) szabvány szerint, statikus rendszerben mértük, ahol a talajminta által 24 óra alatt kibocsátott CO<sub>2</sub>-ot NaOH-ban elnyelettük. Az abszorbeált CO<sub>2</sub>-ot BaCl<sub>2</sub>-dal lecsapattuk, a maradék NaOH visszatitrálásából az elnyelt CO<sub>2</sub> mennyisége meghatározható.

A talaj nedvességtartalmát a mikrobiológiai mintavétel időpontjában gravimetriás módszerrel határoztuk meg, a mintákat 105 °C-on szárítottuk tömegállandóságig.

A földigiliszták vizsgálatához 25 × 25 × 25 cm nagyságú talajmintát emeltünk ki fóliára, majd szétmorzsoltuk és kigyűjtöttük az egyedeket, megszámláltuk és tized gramm pontosságú laboratóriumi mérleggel megmértük az egy talajmintából kiemelt, talajtól megtisztított élő egyedek összes tömegét táblánként három ismétlésben, majd ezeket átszámítottuk 1 m<sup>2</sup> területre. A gyűjtés, számlálás és tömegmérés során árnyékos, nedves környezetet igyekeztünk biztosítani a kiemelt állatoknak, mivel főleg a kisebb egyedek rendkívül rövid idő alatt kiszáradnak. A mérés után a lehető legrövidebb időn belül visszahelyeztük őket a felszínközeli talajrétegbe.

### **3.3 Alkalmazott statisztikai módszerek**

A mért jellemzők összefüggéseit varianciaanalízis segítségével tártuk fel, amelynek az előfeltételeit Shapiro-Wilk, illetve Bartlett teszt alkalmazásával ellenőriztük. Az eloszlási és szórási jellemzők megfelelése esetén Tukey-HSD post hoc teszt eredménye mutatja a parcellák közötti eltéréseket. Amennyiben az ANOVA előfeltételi nem teljesültek, Kruskal-Wallis teszt, majd páros Wilcoxon teszt segítségével elemeztük az adatokat.

A forgatás elhagyása és a mért talajparaméterek közötti összefüggések feltárására főkomponens-elemzést (PCA) alkalmaztunk. A főkomponens-analízis vagy főkomponens-elemzés (angolul Principal Component Analysis, rövidítve PCA) egy többváltozós statisztikai eljárás, aminek a lényege, hogy egy nagy adathalmaz – melynek változói kölcsönös kapcsolatban állnak egymással – dimenzióit lecsökkentse, miközben a jelen lévő varianciát a lehető legjobban megtartsa. Működése felfogható úgy, mint az adat belső struktúrájának feltárása oly módon, hogy az a legjobban magyarázza az adathalmaz szóródását.

Mivel a vizsgálati helyszín dombos területen található, a geomorfológiai jellemzőket is figyelembe vettük, amelyeket a tszf. magassággal fejeztünk ki. A forgatás elhagyásának hatását az utolsó szántás és a talajmintavétel között eltelt hónapok számával jellemezzük. A jobban átlátható megjelenítés érdekében kiszámítottuk a változók Pearson-korrelációs mátrixát, és a 0,9-nél nagyobb korrelációjú jellemzőket kihagytuk.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### 4.1 A talaj tápanyagvizsgálat eredmények

A talaj tápanyagvizsgálati paraméterek esetében a statisztikai elemzést elvégeztük, azonban a gazdaság tápanyaggazdálkodási gyakorlatáról nincs pontos információnk, amely jelentősen befolyásolja a mért paramétereket. Annyi ismeretes, hogy a burgonya növény alá rendszeresen szervestrágyát juttattak ki, azonban a trágya típusáról és dózisáról nem sikerült információt szerzni a gazdaságtól. A talajkémiai tulajdonságok esetében a táblák között tapasztalható különbségek elsősorban nem az eltérő talajművelés miatt eltérő tápanyagátalakulási folyamatokra vezethetők vissza, hanem a korábbi tápanyagkijuttatási gyakorlatot tükrözik. Ezért a talajkémiai jellemzőket háttérinformációként tudjuk csak használni. A 3. táblázat mutatja be a talaj tápanyagvizsgálat során mért paraméterek átlagát és szórását a 0-10 cm rétegben, a 4. táblázat pedig a 10-30 cm rétegben. A sótartalom és a szénsavas mésztartalom értékei a kimutatási határ alatt voltak, melyet a semleges-közeli pH értékek is alátámasztottak. Az erózióknak jobban kitett 2A és 3C táblákon a humusztartalom alacsonyabb, 1% körüli a 2A táblán, 1,5 és 2% közötti a 3C tábla esetében. Az Arany-féle kötöttségi szám alapján homok fizikai féleségű mindkét tábla. A lejtőn ezeken a táblákon valószínűsíthető feltárt talajszelvényben látott mélyebb rétegekben található durva homok a művelési mélységbe kerülése. A lejtő alján, közel sík domborzati pozíciójú 5A és az 5B táblák fizikai félesége homokos vályog, szervesanyagtartalma 2,5% körül alakul. A tápanyagtartalmak magasabbak mint a lejtőn elhelyezkedő táblapár esetében, amely a 2020 évben a burgonya alá kiadott szervestrágya, valamint az erózió hatására odahordódott tápanyagok is okozhatnak.

**3. táblázat:** a szári on-farm talajművelési kísérlet vizsgált parcellái 0-10 cm rétegének talajkémiai jellemzői

(forrás: saját szerkesztés)

| 0-10 cm                                     | 2A         | 5A         | 3C         | 5B         |
|---|------------|------------|------------|------------|
| pH(KCl)                                     | 6,95±0,38  | 6,44±0,55  | 5,95±0,12  | 6,60±0,29  |
| Humusz m/m %                                | 1,03±0,11  | 2,49±0,006 | 1,93±0,27  | 2,74±0,09  |
| N (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> ) mg/kg | 4,96±0,64  | 6,63±503   | 7,22±1,96  | 7,93±0,44  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg         | 160±20,70  | 668±195    | 250±103    | 861±99     |
| K <sub>2</sub> O mg/kg                      | 201±24,3   | 353±15,7   | 312±72,2   | 352±35,9   |
| Mg mg/kg                                    | 75,8±17,8  | 262±69,7   | 181±34,9   | 261±57,2   |
| Mn mg/kg                                    | 75,7±27,9  | 369±49,2   | 227±51,5   | 352±16,7   |
| Na mg/kg                                    | 7,94±2,57  | 35,2±20,6  | 55,0±28,0  | 24,3±10,3  |
| SO <sub>4</sub> mg/kg                       | 1,09±0,21  | 1,56±0,131 | 1,58±0,342 | 1,95±0,233 |
| Zn mg/kg                                    | 1,52±0,557 | 3,27±0,654 | 2,71±0,123 | 3,65±0,512 |
| Cu mg/kg                                    | 8,72±5,83  | 6,14±0,516 | 6,89±2,23  | 5,52±0,343 |
| KA  | <25        | 34,3±1,15  | 29,7±1,53  | 36,7±1,53  |

**4. táblázat:** a szári on-farm talajművelési kísérlet vizsgált parcellái 10-30 cm rétegének talajkémiai jellemzői

(forrás: saját szerkesztés)

| 10-30 cm                                    | 2A         | 5A         | 3C         | 5B         |
|---|------------|------------|------------|------------|
| pH(KCl)                                     | 6,96±0,41  | 6,25±0,56  | 5,76±0,14  | 6,36±0,413 |
| Humusz m/m %                                | 1,08±0,121 | 2,26±0,05  | 1,56±0,277 | 2,43±0,136 |
| N (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> ) mg/kg | 4,2±0,472  | 4,24±1,19  | 2,99±0,241 | 4,29±0,573 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg         | 185±19,7   | 699±276    | 242±68,1   | 740±235    |
| K <sub>2</sub> Omg/kg                       | 124±5,51   | 233±33,1   | 234±35,2   | 240±13,5   |
| Mg mg/kg                                    | 78,4±21,9  | 259±61,5   | 175±36,5   | 262±54,2   |
| Zn mg/kg                                    | 1,45±0,487 | 2,54±0,581 | 2,39±0,132 | 2,58±0,226 |
| Mn mg/kg                                    | 72,9±24,9  | 366±56,1   | 236±61,3   | 345±25,7   |
| Na mg/kg                                    | 8,71±4,06  | 31,2±4,2   | 35,8±21,9  | 29,6±9,21  |
| SO <sub>4</sub> mg/kg                       | 1,24±0,196 | 1,91±0,292 | 1,36±0,104 | 1,66±0,428 |
| Cu mg/kg                                    | 8,78±5,3   | 5,11±0,489 | 6,99±1,8   | 4,62±0,145 |
| KA  | <25        | 35±1,41    | 28±1,73    | 35,5±1,73  |

## 4.2 A talajmikrobiológiai jellemzők

A talaj mikrobiológiai tulajdonságainak jellemzésére a dehidrogenáz és a béta-glükózidáz enzim aktivitását, valamint az alap talajlégzést használtuk. A dehidrogenáz enzim a mikroorganizmusok általános (elsősorban lebontó) metabolikus aktivitását jelző intracelluláris enzim. Indikátorként való alkalmasságát erősíti, hogy a sejtek pusztulása után aktivitása megszűnik, tehát a talajban mikroorganizmusok által végzett lebontó folyamatok intenzitására ad képet. A β-glükózidáz aktivitás a szervesanyag-bontás utolsó lépcsőjét jellemzi, értéke arra

enged következtetni, hogy a talajban a lebontó folyamatok teljes sorozata lezajlik. Az alap talajlégzés is a talaj általános biológiai aktivitásával függ össze. A vizsgálati eredményeket az 5. táblázat tartalmazza. A táblázat celláiban az ismétlések során mért átlagértékek és szórások szerepelnek.

2022-ben a mintázáskor mért talajnedvesség mindkét táblapár esetében alacsonyabb volt a rendszeresen szántott 2A és 5A parcellákon, különösen a 2A területén, ahol a 15 %-ot sem érte el, azonban itt figyelembe kell venni a talaj fizikai féleségéből adódó különbségeket is. A többi táblán 20 % feletti eredményeket mértünk. A mérési eredmények azonban nem jelentenek szignifikáns különbséget a táblák talajainak nedvességtartalmában.

A dehidrogenáz enzimaktivitás a rendszeresen szántott táblák esetén alacsonyabb értéket mutatott a forgatás nélkül művelt tábláknál. Szignifikáns különbség azonban csak a 2A tábla esetén jelentkezett, ezen a táblán jelentősen alacsonyabb értéket mértünk a többi három táblához képest. Mivel a 2A és a 3C táblapárok állnak hasonló művelés alatt és a domborzati pozíciójuk is hasonló, a 3C tábla esetében legalább 3 év telt el az utolsó forgatás óta, így ez a két tábla esetén megállapíthatjuk, hogy a forgatás nélküli művelés ezalatt az idő alatt biztosan javította a mikrobiális tevékenységet. Az 5A - 5B táblapár esetében kisebb különbség van a két táblát ért talajműveléssel történő bolygatásban, valamint figyelembe kell venni a kedvezőbb domborzati pozíció miatt jobb talajnedvességviszonyok hatását. Ezen a táblapáron szignifikáns különbséget nem mértünk a dehidrogenáz enzimaktivitás esetében.

A  $\beta$ -glükózidáz enzim aktivitásának vizsgálata szintén a legalacsonyabb értéket mutatta a rendszeresen szántott, lejtőn elhelyezkedő, homokos szövetű 2A tábla esetében. A hasonló domborzati pozíciójú, jelentősen kisebb bolygatással, több mint 3 éve forgatás nélkül művelt táblában (3C) szignifikánsan magasabb értéket mértünk. A sík domborzati pozíciójú táblák esetében is a kevesebb bolygatással művelt 5B táblán magasabb volt a  $\beta$ -glükózidáz enzim aktivitásának mértéke, azonban ez nem jelentett statisztikailag igazolható különbséget az 5A táblához képest. A négy tábla közül a legmagasabb értéket az 5B tábla mutatta, amely esetében az utolsó szántás óta eltelt idő kevesebb mint a 3C tábla esetében, azonban a kedvezőbb talajnedvesség és fizikai féleség és magasabb szervesanyagtartalom a baktériumok számára is kedvezőbb életteret biztosított.

Az alap talajlégzés esetében szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható a vizsgált táblákon.

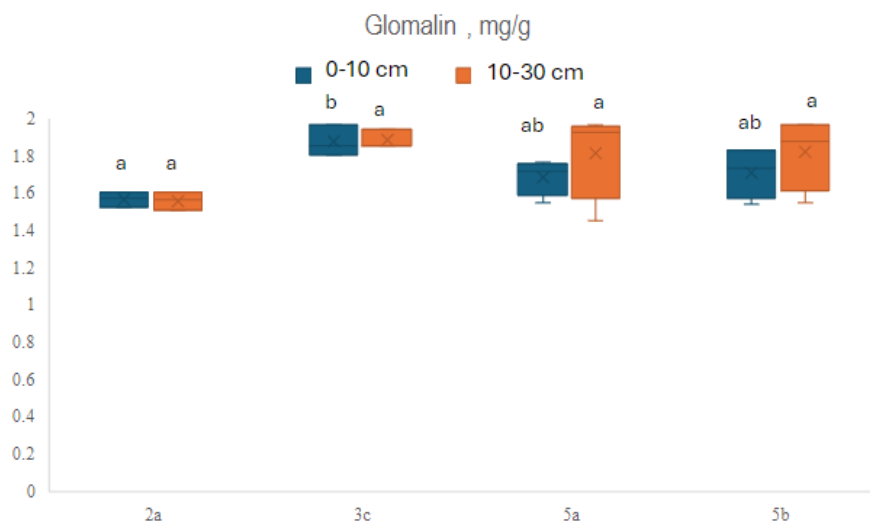
**5. táblázat:** A talaj mikrobiológiai vizsgálatának eredményei (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022 október mintavétel). A betűk a statisztikai vizsgálatok eredményét mutatják: az eltérő betűk szignifikáns ( $p < 0,05$ ) különbséget jeleznek.

(forrás: saját szerkesztés)

| táblakód | DHA   | BSR   | $\beta$ -glükózidáz                     | Talajnedvesség (m/m%)         |   |
|----------|---|---|---|-------------------------------|---|
|          | ( $\mu\text{g}$ formazán/g száraz talaj/24 h) | ( $\mu\text{g}$ $\text{CO}_2$ /g száraz talaj /h) | ( $\mu\text{g}$ PNP /g száraz talaj /h) |                               |   |
| 2A       | 52.51 $\pm$ 23.79 <sup>a</sup>                | 4.53 $\pm$ 0.90 <sup>a</sup>                      | 192.00 $\pm$ 5.96 <sup>a</sup>          | 12.70 $\pm$ 1.99 <sup>a</sup> |   |
| 3C       | 199.00 $\pm$ 6.27 <sup>b</sup>                | 4.42 $\pm$ 1.02 <sup>a</sup>                      | 325.44 $\pm$ 27.78 <sup>c</sup>         | 20.48 $\pm$ 4499 <sup>a</sup> | 1 |
| 5A       | 187.01 $\pm$ 72.36 <sup>b</sup>               | 5.19 $\pm$ 2.36 <sup>a</sup>                      | 246.76 $\pm$ 27.00 <sup>b</sup>         | 22.51 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup> |   |
| 5B       | 239.97 $\pm$ 51.42 <sup>b</sup>               | 5.22 $\pm$ 2.25 <sup>a</sup>                      | 362.31 $\pm$ 9.73 <sup>b</sup>          | 23.89 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup> |   |

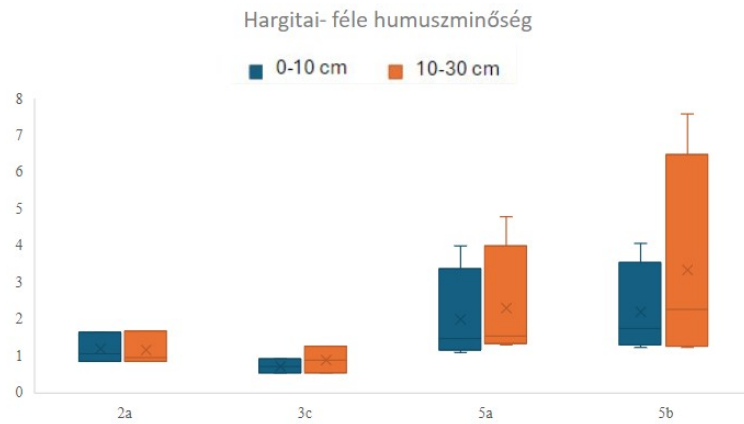
A glomalintartalom vizsgálatával a gombák jelentlétére és tevékenységére vonatkozóan kapunk információt. A glomalin a mikorrhiza gombák által kiválasztott polipeptid, jelentős szerepe van a talajaggregátumok kialakulásában és ezek stabilitásának megtartásában. A glomalintartalmat a 0-10 cm és a 10-30 cm rétegben is vizsgáltuk. A vizsgálati eredményeket a 4. ábra mutatja be. Glomalin mindegyik tábla esetében kimutatható volt, a legalacsonyabb értéket a rendszeresen szántott, lejtős pozíciójú homoktalajú 2A táblán mértük mindkét mélységben. A hasonló domborzati pozíciójú 3C táblán mindkét mélységben magasabb értékeket mértünk, amely a 0-10 cm rétegben szignifikáns különbséget jelentett. Az 5A - 5B táblapár esetén szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk a mért értékek között. Ezen táblapár esetében a 0-10 cm réteg adata különbözött a 10-30 cm rétegben mért értéktől, de ez sem jelentett szignifikáns különbséget. A glomalintartalomban tehát szignifikáns különbség a 0-10 cm rétegben abban az esetben mutatkozott, amennyiben az utolsó szántás óta legalább 3 év eltelt.





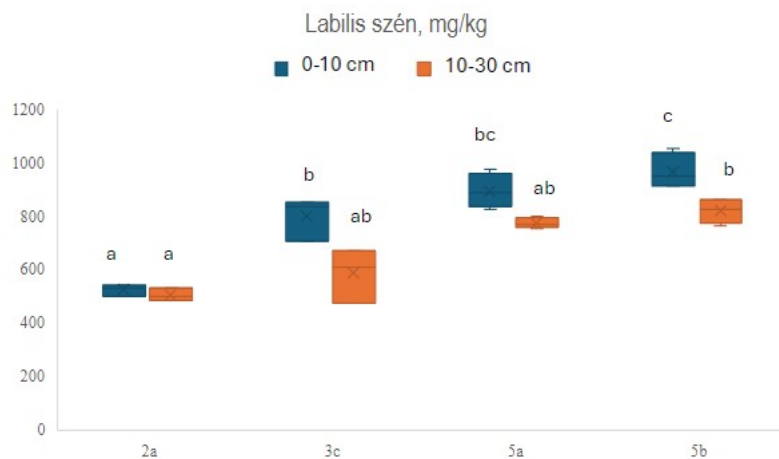
**4. ábra:** A glomalintartalom alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022 október mintavétel). A betűk a statisztikai vizsgálatok eredményét mutatják: az eltérő betűk szignifikáns ( $p < 0,05$ ) különbséget jeleznek. (forrás: saját szerkesztés)

A Hargitai-féle humuszstabilitási koefficiens azt mutatja meg, hogy a különböző molekulaméretű humuszfrakciók közül a nagyobb, stabilabb, vagy a kisebb, könnyebben bomló frakciók vannak nagyobb arányban. Mivel ez egy régi vizsgálat a talaj humuszminőségének jellemzésére, kíváncsiak voltunk, hogy a talajművelés változásának hatása mutatkozik-e a talajban jelenlévő humuszformákban. A régebben sokat használt laboratóriumi vizsgálat viszonylag könnyen kivitelezhető, ígéretes paraméternek látszott a humuszformákban bekövetkező változás jellemzésére. Az 5. ábrán látható mérési eredményeink alapján azonban nem tapasztaltunk különbséget a táblák között egyik rétegben sem. Véleményem szerint a rendszeres forgatás elhagyása után eltelt 3 év kevés a humuszformák arányainak megváltozásához.



**5. ábra:** A Hargitai-féle humuszminőségi index alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel). szignifikáns eltérés ( $p < 0,05$ ) nem volt kimutatható.  
(forrás: saját szerkesztés)

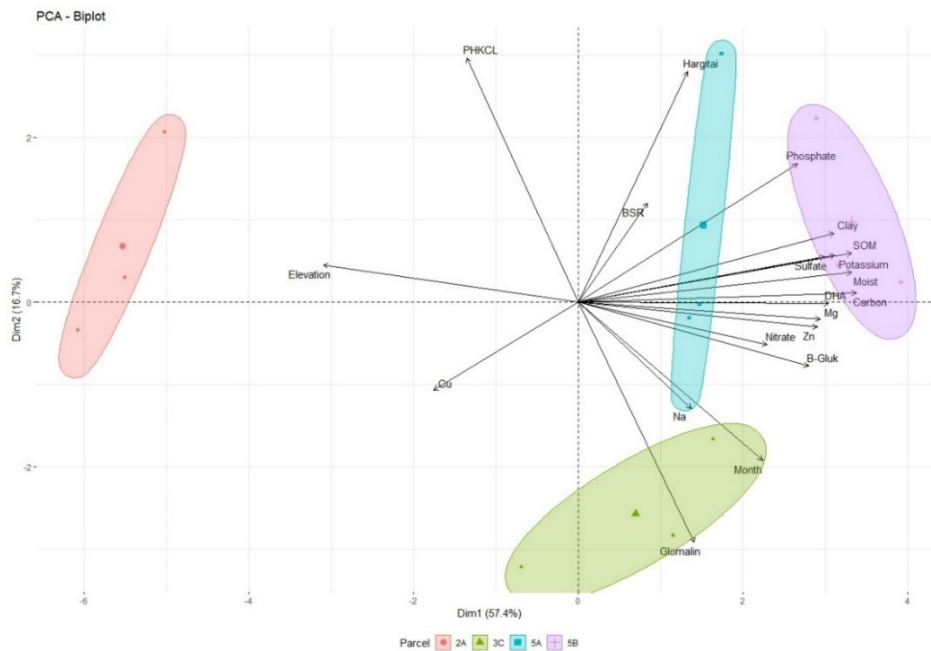
Az aktív széntartalom a szén körforgására és a rendelkezésre álló könnyen átalakuló szénvegyületek jelenlétére enged következtetni a talajban. Az eredményeket a 6. ábra szemlélteti. Statisztikailag igazolható különbséget a 2A és 3C táblapárok 0-10 cm rétegei között találtunk. Az 5A - 5B táblapár esetében a kevésbé bolygatott táblákon magasabb értéket mértünk, de ez nem jelzett szignifikáns különbséget. A 3C, 5A, 5B táblákon a 0-10 cm rétegben magasabb értékeket mértünk, amelyet véleményem szerint a felszín közeli nagyobb mikrobiológiai aktivitás magyaráz.



**6. ábra:** A labilis szén alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel). A betűk a statisztikai vizsgálatok eredményét mutatják: az eltérő betűk szignifikáns ( $p < 0,05$ ) különbséget jeleznek.  
(forrás: saját szerkesztés)

### 4.3 A főkomponens elemzés eredményei

A főkomponens elemzés diagramján (7. ábra) látható, hogy az első két tengely az adatok varianciájának több mint 73%-át képviseli. A glomalin és a  $\beta$ -glükózidáz (B-gluk) mutatja a legerősebb összefüggést az utolsó szántás óta eltelt hónapok számával. Ez a két jellemző határozza meg első sorban a 3C táblát. A 2A esetében a domborzat a legerősebb hatás, ezzel ellentétes a dehidrogenáz-enzimaktivitás (DHA), a talajnedvesség és minden kémiai paraméter az aktív szénnel (Carbon) együtt. Az alap talajlégzés nem meghatározó az adatok összességét tekintve, a pH pedig nem korrelál erősen egyik mért paraméterrel sem.

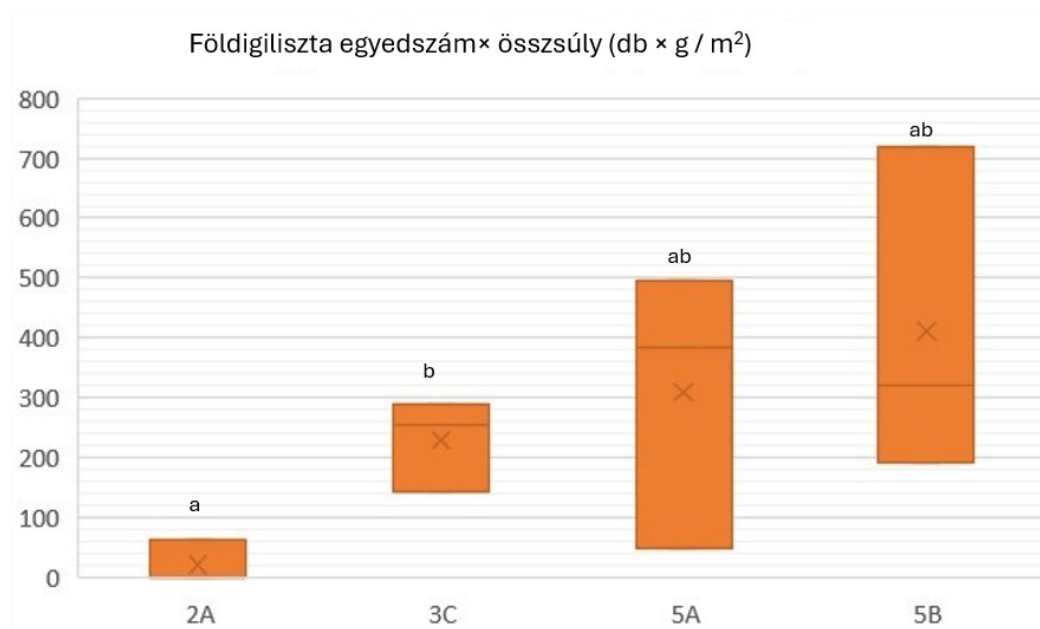


7. ábra: Főkomponens elemzés a vizsgált táblák laboratóriumi vizsgálataira vonatkozóan. (forrás: saját szerkesztés)

### 4.4 Földigiliszta vizsgálatok

A makrofauna jellemzésére a földigiliszták egyedszámának vizsgálatát terveztük. A talajmintavétel időpontjában az időjárási körülmények nem kedveztek a földigilisztáknak, ezért a vizsgálat érdemi eredményt nem hozott. A vizsgálatot megismételtük 2023 tavaszán, amikor a talajállapot ugyan nem volt optimális a földigiliszták számára, azonban ekkor értékelhető eredményeket kaptunk. A dolgozatban ennek tapasztalatait mutatom be, az eredmények a 8. ábrán láthatók. Az 5A parcellában egy csomóban nagyon sok juvenilis

egyedet találtunk, amelyek esetében kérdéses, hogy mekkora részük éri meg a kifejlett kort. Az 5B tábla esetében pedig viszonylag kevés, ellenben nagy méretű és súlyú kifejlett egyedeket találtunk. Ezért az egyedszám és az összsúly szorzatával jellemeztük a földigiliszták hatását, ez az érték kiegyenlíti az állatok fejlettségéből adódó különbségeket. A 2A és a 3C táblák esetében az egyedszám és az összsúly is nagyobb volt a 3C táblán, az összsúly és az egyedszám szorzata pedig szignifikáns különbséget mutatott. Ezen két tábla esetében a földigiliszták jól mutatták a több éven keresztül kisebb bolygatás hatását annak ellenére, hogy a nagy homoktartalom és a lejtő miatt viszonylag rövid ideig állnak rendelkezésre a földigiliszták tevékenységéhez szükséges optimális nedvességviszonyok. Az 5A és az 5B táblák esetében nem volt statisztikailag kimutatható különbség a két művelésmód között.



**8. ábra:** A földigiliszták egyedszámának és összsúlyának szorzata 1 m<sup>2</sup> területre vetítve 2023. tavaszi mintavétel adatai (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület). A betűk a statisztikai vizsgálatok eredményét mutatják: az eltérő betűk szignifikáns ( $p < 0,05$ ) különbséget jeleznek. (forrás: saját szerkesztés)

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az üzemi kísérletekben a talajművelés csökkentésének talajállapotra gyakorolt hatásának vizsgálatára szolgáló paraméterek esetében tapasztalataink a övetkezők. Vizsgálataink alapján a glomalintartalom és a  $\beta$ -glükózidáz enzimaktivitás mutatta a legszorosabb összefüggést az utolsó forgatás óta eltelt idővel. Három év forgatás nélküli művelés után pedig az aktív szén, a glomalintartalom a  $\beta$ -glükózidáz és a dehidrogenáz enzimaktivitás és a földigiliszta egyedszám és összsúly szorzata mutatott statisztikailag igazolható eltérést. A tápanyaggazdálkodási szaktanácsadáshoz szükséges talajtápanyagvizsgálati paraméterek értékei lassabban változnak a talajban és hosszabb távon befolyásolják a mért tápanyagok értékét, így ezek a paraméterek háttéradatként fontosak, de a változás jellemzésére rövid távon tapasztalataink szerint nem alkalmasak. Abban az esetben lehetnek használhatóak, ha a gazdaság tápanyaggazdálkodási gyakorlata pontosan ismert és a kísérletbe vont táblákon ugyanazt a tápanyaggazdálkodási gyakorlatot folytatták. A Hargitai-féle humuszminőség indexek rövid távon nem mutattak ki változást, így alkalmazása nem javasolható, érdekes lehet 10 éves, vagy hosszabb időtartamban a vizsgálata, hogy jelez-e a humusz minőségében bekövetkező változást. A földigiliszta vizsgálatok esetében az időzítés nagyon fontos, az állatok aktivitásának csúcs időszakát a klímaváltozás miatt kiszámíthatatlanul változó időjárási körülmények között nehéz előre jelezni és a mintavétel optimális idejét meghatározni.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Tapasztalataink szerint a talajdegradáció az ökológiai gazdálkodás céljára használt talajokat is érinti, ezért fontos ökológiai gazdálkodásban is vizsgálni a talajművelés csökkentésének lehetőségeit a regeneratív mezőgazdaság alapelveivel összhangban. A regeneratív mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás elvei között sok átfedés van, azonban jelentős különbség, hogy míg az ökológiai gazdálkodásban nem alkalmazunk műtrágyákat és növényvédő szereket, addig a regeneratív mezőgazdaság gyakorlata ezt megengedi, viszont a talajműveléssel kapcsolatban fogalmaz meg szigorúbb elvárásokat. A regeneratív mezőgazdaság gyakorlatainak, különösen a talajművelés csökkentésének lehetőségeit vizsgáló kutatás részeként került beállításra a szakdolgozat témáját alkotó kísérlet üzemi körülmények között az ÖMKi on-farm kutatási hálózatának, egyben az ÖMKi on-farm élő laboratóriumának egyik tagjánál, a Szár községben található Csoroszlya farmon.

A kísérletben a területen kialakított hasonló geomorfológiai tulajdonságokkal rendelkező táblapárt választottunk ki, az egyik táblapár lejtőn a másik pedig a lejtő alján már sík domborzati pozícióban helyezkedik el. Mindkét táblapár esetében egy rendszeresen, de nem minden évben szántott táblát hasonlítottunk össze egy forgatás nélküli művelésre átállított táblával. A talajművelés tekintetében legalább a kutatást finanszírozó projekt időtartamára tartamkísérletként is indult, amelynek 2022 őszi állapotát mutatja be a dolgozat.

A talajkémiai tulajdonságok esetében a táblák között tapasztalható különbségek elsősorban nem az eltérő talajművelés miatt eltérő tápanyagátalakulási folyamatokra vezethetők vissza, hanem a korábbi tápanyagkijuttatási gyakorlatot tükrözik. Ezért a talajkémiai jellemzőket háttérinformációként tudjuk csak használni.

A humuszminőség jellemzésére a Hargitai-féle humuszstabilitási koefficienszt használtuk, amely azt mutatja meg, hogy a különböző molekulaméretű humuszfrakciók közül a nagyobb, stabilabb, vagy a kisebb, könnyebben bomló frakciók vannak nagyobb arányban. Mérési eredményeink alapján a nem tapasztaltunk különbséget a táblák között egyik rétegben sem. Véleményem szerint a rendszeres forgatás elhagyása után eltelt 3 év kevés a humuszformák arányainak megváltozásához.

A talaj mikrobiológiai tulajdonságainak jellemzésére a dehidrogenáz és a béta-glükózidáz enzim aktivitását, valamint az alap talajlégzést használtuk. A dehidrogenáz enzimaktivitás a rendszeresen szántott táblák esetén alacsonyabb értéket mutatott a forgatás

nélkül művelt tábláknál. Szignifikáns különbség azonban csak a lejtőn elhelyezkedő rendszeresen szántott tábla esetén jelentkezett, ezen a táblán jelentősen alacsonyabb értéket mértünk a többi három táblához képest. A lejtőn elhelyezkedő legalább három éve forgatás nélkül művelt táblához viszonyítva statisztikailag igazolható különbséget is jelentett. Ez a két tábla esetén megállapíthatjuk, hogy a forgatás nélküli művelés ezalatt az idő alatt biztosan javította a mikrobiális tevékenységet.

A  $\beta$ -glükózidáz enzim aktivitásának vizsgálata szintén a legalacsonyabb értéket mutatta a rendszeresen szántott, lejtőn elhelyezkedő, homokos szövetű tábla esetében. A hasonló domborzati pozíciójú, jelentősen kisebb bolygatással, több mint 3 éve forgatás nélkül művelt táblában szignifikánsan magasabb értéket mértünk. A sík domborzati pozíciójú táblák esetében is a kevesebb bolygatással művelt táblán magasabb volt a  $\beta$ -glükózidáz enzim aktivitásának mértéke, azonban ez nem jelentett statisztikailag igazolható különbséget. A négy tábla közül a legmagasabb értéket a sík domorzati pozíciójú, forgatás nélkül művelt tábla mutatta, amely esetében az utolsó szántás óta eltelt idő kevesebb mint a lejtőn található forgatás nélkül művelt tábla esetében, azonban a kedvezőbb talajnedvesség és fizikai féleség valamint a magasabb szervesanyagtartalom a baktériumok számára is kedvezőbb életteret biztosított.

Az alap talajlégzés tekintetében szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható a vizsgált táblákon.

Az aktív széntartalom a szén körforgására és a rendelkezésre álló könnyen átalakuló szénvegyületek jelenlétére enged következtetni a talajban. Statisztikailag igazolható különbséget a lejtőn elhelyezkedő táblák 0-10 cm rétegében találtunk.

A glomalintartalom vizsgálatával a gombák jelentlétére és tevékenységére vonatkozóan kapunk információt. A glomalin a mikorrhiza gombák által kiválasztott polipeptid, jelentős szerepe van a talajaggregátumok kialakulásában és ezek stabilitásának megtartásában. Glomalin mindegyik tábla esetében kimutatható volt, a legalacsonyabb értéket a rendszeresen szántott, lejtős pozíciójú homoktalajú táblán mértük mindkét mélységben. A hasonló domborzati pozíciójú forgatás nélkül művelt táblán mindkét mélységben magasabb értékeket mértünk, amely a 0-10 cm rétegben szignifikáns különbséget jelentett. A síkon elhelyezkedő táblapár esetén szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk a mért értékek között. A glomalintartalomban tehát szignifikáns különbség a 0-10 cm rétegben abban az esetben mutatkozott, amennyiben az utolsó szántás óta legalább 3 év eltelt.

Vizsgálataink alapján a glomalintartalom és a  $\beta$ -glükózidáz enzimaktivitás mutatta a legszorosabb összefüggést az utolsó forgatás óta eltelt idővel. Három év forgatás nélküli

művelés után pedig az aktív szén, a glomalintartalom a  $\beta$ -glükozidáz és a dehidrogenáz enzimaktivitás és a földigiliszta egyedszám és összsúly szorzata mutatott statisztikailag igazolható eltérést. A tápanyaggazdálkodási szaktanácsadáshoz szükséges talajtápanyagvizsgálati paraméterek értékei lassabban változnak a talajban és hosszabb távon befolyásolják a mért tápanyagok értékét, így ezek a paraméterek háttéradatként fontosak, de a változás jellemzésére rövid távon tapasztalataink szerint nem alkalmasak.

A Hargitai-féle humuszminőség indexek rövid távon nem mutattak ki változást, így alkalmazása nem javasolható a művelés hatására bekövetkező talajállapotváltozás 5 éven belüli jellemzésére. A földigiliszta vizsgálatok esetében az élősúly és egyedszám szorzata jellemezte jól a talajművelés hatását, az időzítés azonban nagyon fontos, az állatok aktivitásának csúcs időszakát a klímaváltozás miatt kiszámíthatatlanul változó időjárási körülmények között nehéz előre jelezni és a mintavétel optimális idejét meghatározni.



## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném kifejezni köszönetemet konzulenseimnek, Dr. Biró Borbálának és Dr. Kotroczó Zsoltnak a szakdolgozat témavezetését és a vizsgálatokban nyújtott segítségét. Köszönettel tartozom Dr. Drexler Dórának az ÖMKI ügyvezetőjének, hogy támogatta munkámat. Köszönöm az ÖMKi talajos csapatának, különösen Dr. Szigeti Nórának a segítségét a terepi munkák kivitelezésében és az adatelemzésben. Köszönöm továbbá Dr. Makádi Mariannak és kollégáinak a talajmikrobiológiai vizsgálatokkal kapcsolatos együttműködését.

Munkánkat a Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat kutatási programja támogatja.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK

- Archibald, M., Wittmeier, K., Gale, M., Ricci, M., Russell, K., & Woodgate, R. (2021). Living labs for patient engagement and knowledge exchange: an exploratory sequential mixed methods study to develop a living lab in paediatric rehabilitation. *BMJ Open*, 11(5), e041530. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041530>
- Biró Borbála (2007): Küzdelem a túlélésért– Mikrobiális stratégiák és a talajállapot. *BIOKULTÚRA*-2007/6. p. 5373
- Bortolini, J., Soares, C., Muller, M., Ferreira, G., Meyer, E., Vieira, C., & Comin, J. (2022). Soil carbon, glomalin, and aggregation in onion crop under no-tillage with cover crops or conventional tillage systems for eight years. *Journal of Agricultural Studies*, 9(2), 130. <https://doi.org/10.5296/jas.v9i2.18196>
- Bouma, J. (2022). Transforming living labs into lighthouses: a promising policy to achieve land-related sustainable development. *Soil*, 8(2), 751-759. <https://doi.org/10.5194/soil-8-751-2022>
- Brown, G. (2018): *Porból Élet*, T.bálint Kiadó, Törökbálint, pp. 91-101
- Dai, J., Hu, J., Zhu, A., & Lin, X. (2017). No-tillage with half-amount residue retention enhances microbial functional diversity, enzyme activity and glomalin-related soil protein content within soil aggregates. *Soil Use and Management*, 33(1), 153-162. <https://doi.org/10.1111/sum.12329>
- Gałązka, A., Gawryjolek, K., Gajda, A., Furtak, K., Ksiezniak, A., & Jończyk, K. (2018). Assessment of the glomalins content in the soil under winter wheat in different crop production systems. *Plant Soil and Environment*, 64(1), 32-37. <https://doi.org/10.17221/726/2017-pse>
- Geng, Y., Yu, X., Yong-jie, Y., Li, J., & Zhang, G. (2009). Active organic carbon pool of coniferous and broad-leaved forest soils in the mountainous areas of Beijing. *Forestry Studies in China*, 11(4), 225-230. <https://doi.org/10.1007/s11632-009-0035-0>
- Giller, K. E., Hijbeek, R., Andersson, J. A., & Sumberg, J. (2021). Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*, 50(1), 13-25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>
- Hargitai L. 1963. Humuszanyagok minőségének vizsgálata ultraibolya spektrumaik alapján. *MTA Agrártudományok Osztálya Közleményei*, 22, pp. 225-240.

- Haug, N. and Mergel, I. (2021). Public value co-creation in living labs—results from three case studies. *Administrative Sciences*, 11(3), 74. <https://doi.org/10.3390/admsci11030074>
- Hossain, M. (2021). Glomalin and contribution of glomalin to carbon sequestration in soil: a review. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(1), 191-196. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i1.191-196.3803>
- Jaskulska, I., Romaneckas, K., Jaskulski, D., & Wojewódzki, P. (2020). A strip-till one-pass system as a component of conservation agriculture. *Agronomy*, 10(12), 2015. <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
- Jha, P., Hati, K., Dalal, R., Dang, Y., Kopittke, P., McKenna, B., ... & Menzies, N. (2022). Effect of 50 years of no-tillage, stubble retention, and nitrogen fertilization on soil respiration, easily extractable glomalin, and nitrogen mineralization. *Agronomy*, 12(1), 151. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010151>
- Kyveryga, P. M. (2019): On-Farm research: Experimental Approaches, Analytical Frameworks, Case Studies and Impact *Agronomy* 111 (6) pp. 2633-2635.
- Ma, Y., Wu, H., Hu, B., Cheng, X., & Han, H. (2023). Effects of betula platyphylla invasion in north china on soil aggregate stability, soil organic carbon and active carbon composition of larch plantation. *Plant and Soil*, 486(1-2), 337-359. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05873-3>
- Molnár, Sándor & Barna, Gyöngyi & Draskovits, Eszter & Földényi, Rita & Hernádi, Hilda & Bakacsi, Zsófia & Makó, András. (2019). A BET-fajlagos terület, a humuszanyagok és további talajtulajdonságok összefüggéseinek vizsgálata jellemző hazai talajtípusokon. *Agrokémia és Talajtan*. 68. 57-77. 10.1556/0088.2019.00039.
- Nguyen, H. T., & Marques, P. (2022). The promise of living labs to the Quadruple Helix stakeholders: exploring the sources of (dis)satisfaction. *European Planning Studies*, 30(6), 1124–1143. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1968798>
- Potters, J., Collins, K., Schoorlemmer, H., Stræte, E., Kilis, E., Lane, A., ... & Leloup, H. (2022). Living labs as an approach to strengthen agricultural knowledge and innovation systems. *Eurochoices*, 21(1), 23-29. <https://doi.org/10.1111/1746-692x.12342>
- Schöll, C. and Kemp, R. (2016). City labs as vehicles for innovation in urban planning processes. *Urban Planning*, 1(4), 89-102. <https://doi.org/10.17645/up.v1i4.749>
- Srinivasagan, S. (2023). Single-strip spatial evaluation approach for easier, more meaningful on-farm research. *Crops & Soils*, 56(3), 13-17. <https://doi.org/10.1002/crso.20278>
- Varga, K (2021): Részvételi kutatás a mezőgazdaság agroökológiai átállásáért. *Agrofórum* 32 (8) pp 74-77.

- Wang, H., Wu, J., Li, G., & Yan, L. (2020). Changes in soil carbon fractions and enzyme activities under different vegetation types of the northern loess plateau. *Ecology and Evolution*, 10(21), 12211-12223. <https://doi.org/10.1002/ece3.6852>
- Weil, R. R., Islam, K. R., Stine, M. A., Gruver, J. B., & Samson-Liebig, S. E. (2003). Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(1), 3-17. <https://doi.org/10.1079/AJAA200228>
- Wright S F and Upadhyaya A 1998 A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 198, 97–107.
- Yousefi, M. (2023). Protocol for a systematic review of living labs in agricultural-related systems. *Sustainable Earth Reviews*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s42055-023-00060-9>

## 9. INTERNETES HIVATKOZÁSOK

Link1:<https://www.agroinform.hu/gazdaelet/porvihar-mit-tudunk-az-m1-es-tomegbalesetrol-63019-001>

link2:<https://www.fao.org/documents/card/en?details=c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>

link3:<https://www.fao.org/3/i5126e/i5126e.pdf> (p. 66)

link4:[https://www.eea.europa.eu/publications/soer-2020/chapter-05\\_soer2020-land-and-soil/view](https://www.eea.europa.eu/publications/soer-2020/chapter-05_soer2020-land-and-soil/view) (p. 130)

link5:<https://www.fao.org/3/i6874e/i6874e.pdf>

link6:<https://mezohir.hu/2024/04/11/agrar-no-till-novenytermesztes-csapadek-mezogazdasag/>

link7: [https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/research\\_menu](https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/research_menu)

link8: <https://www.eitfood.eu/projects/regenag-revolution>

link9: <http://tmg.hu/feltetelrendszer/>

link10:[https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/Rodale-Soil-Carbon-White-Paper\\_v11-compressed.pdf](https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/Rodale-Soil-Carbon-White-Paper_v11-compressed.pdf)

link11:[https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2023/02/IFOAMOE\\_PositionPaper\\_RA\\_final\\_202302.pdf?dd](https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2023/02/IFOAMOE_PositionPaper_RA_final_202302.pdf?dd)

link12:<https://paulholmbeck.com/reflections-from-debates-on-regenerative-organic-agroecology/>

## 10. ÁBRAJEGYZÉK

|  |    |
|--|----|
| <b>1. ábra: Fénykép a kísérleti táblák mellett feltárt talajszelvény elhelyezkedéséről a tájban</b> .....  | 17 |
| <b>2. ábra: a kísérleti táblák mellett feltárt talajszelvény közeli képe (saját fénykép)</b> .....   | 17 |
| <b>3. ábra: A kísérleti táblák elhelyezkedése a Csoroszlya farm területén.</b> .....   | 17 |
| <b>4. ábra: A glomalintartalom alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel).</b> .....                                   | 27 |
| <b>5. ábra: A Hargitai-féle humuszminőségi index alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel)</b> .....                  | 28 |
| <b>6. ábra: A labilis szén alakulása a 0-10 és a 10-30 cm rétegekben (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel). (saját szerkesztés)</b> .....                   | 28 |
| <b>7. ábra: Főkomponens elemzés a vizsgált táblák laboratóriumi vizsgálataira vonatkozóan.</b> .....   | 29 |
| <b>8. ábra: A földigiliszták egyedszámának és összsúlyának szorzata 1 m<sup>2</sup> területre vetítve 2023 tavaszi mintavétel adatai (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület)</b> ..... | 30 |

## 11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

|   |    |
|---|----|
| <b>1. táblázat: A regeneratív mezőgazdaság alapelvei</b> (Newton et.al. 2020 nyomán saját szerkesztés).....   | 4  |
| <b>2. táblázat: A regeneratív mezőgazdaság céljai</b> (Newton et.al. 2020 nyomán saját szerkesztés).....  | 5  |
| <b>3. táblázat: a szári on-farm talajművelési kísérlet vizsgált parcellái 0-10 cm rétegének talajkémiai jellemzői</b> (saját szerkesztés).....                  | 22 |
| <b>4. táblázat: a szári on-farm talajművelési kísérlet vizsgált parcellái 10-30 cm rétegének talajkémiai jellemzői</b> (saját szerkesztés).....                 | 22 |
| <b>5. táblázat: A talaj mikrobiológiai vizsgálatának eredményei</b> (Csoroszlya Farm, ÖMKi kísérleti terület 2022. október mintavétel) (saját szerkesztés)..... | 24 |

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| A hallgató neve:                | Berényi Üveges Judit  |
| A Hallgató Neptun kódja:        | IL9FK   |
| A dolgozat címe:                | A forgatásenküli művelésre való átállás hatásainak vizsgálata a talaj biológiai tulajdonságaira egy biogazdaságban beállított on-farm kísérletben |
| A megjelenés éve:               | 2024  |
| A konzulens intézetének neve:   | Környezettudományi Intézet  |
| A konzulens tanszékének a neve: | Agrárkörnyezettani Tanszék  |

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitári rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitári rendszerében.

Kelt: 2024. év április hó 25. nap

  
Hallgató aláírása



## NYILATKOZAT

Berényi Üveges Judit (hallgató, Neptun azonosítója: 11A9FK) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>2</sup>

Kelt: 2024. év április hó 20. nap

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő átírázandó.

<sup>2</sup> A megfelelő átírázandó.