

# **SZAKDOLGOZAT**

**Szabó Ferenc**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Növénytermesztési-tudományok Intézet**

**Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak**

**A REGENERATÍV MEZŐGAZDASÁG ELEMINEK  
GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA**

**Belső konzulens:** Dr. Kovács Gergő Péter  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Növénytermesztési-  
tudományok Intézet  
Agronómiai Tanszék

**Készítette:** Szabó Ferenc

**Gödöllő**

**2024**

## Tartalomjegyzék

|       |                                                                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Bevezetés .....                                                                                  | 2  |
| 2     | A regeneratív mezőgazdaság szakirodalmának áttekintése.....                                      | 3  |
| 2.1   | A mezőgazdasági termelés előtt álló kihívások.....                                               | 3  |
| 2.2   | A regeneratív mezőgazdaság definiálása, célkitűzései .....                                       | 6  |
| 3     | A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok .....                                                    | 14 |
| 3.1   | A talajbolygatás minimalizálása, elhagyása.....                                                  | 14 |
| 3.2   | Talajtakarás .....                                                                               | 17 |
| 3.3   | A biodiverzitás növelése .....                                                                   | 18 |
| 3.4   | A víz befogadóképesség javítása.....                                                             | 19 |
| 3.5   | Állattartás integrálása .....                                                                    | 20 |
| 3.6   | További gyakorlatok a regeneratív mezőgazdaságban .....                                          | 22 |
| 4     | A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása, helyspecifikus adaptálása .....             | 24 |
| 4.1   | Jászkisér mezőgazdasági jellemzői, adottságai .....                                              | 24 |
| 4.1.1 | Általános leírás .....                                                                           | 24 |
| 4.1.2 | Időjárási, éghajlati jellemzők.....                                                              | 25 |
| 4.1.3 | Talajtani adottságok .....                                                                       | 27 |
| 4.2   | A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok adaptálásának lehetőségei a jászkiséri viszonyokra ..... | 31 |
| 5     | Következtetések és javaslatok.....                                                               | 38 |
| 6     | Összefoglalás .....                                                                              | 39 |
| 7     | Irodalomjegyzék.....                                                                             | 41 |

# 1 Bevezetés

A „regeneratív mezőgazdaság”, mint kifejezés nagy népszerűsége tette szert az utóbbi években. Azon túl, hogy tudományos, kutatói berkekben nagy érdeklődés övezi – 2015-től exponenciális növekedésnek indult az ezzel foglalkozó cikkek és publikációk száma [1] – a mezőgazdasági- és élelmiszeriparban is egyre gyakrabban lehet találkozni talajkímélő, regeneratív termesztési módszerekre vonatkozó elvárásokkal, pl. a feldolgozóipar oldaláról – végső soron pedig a fogyasztóktól [2]. Magától értetődőnek tűnik, hogy ha a regeneratív mezőgazdaságról akarunk beszélni, akkor a kiindulópont a fogalom definiálása. Az egyszerű kérdésre, azonban koránt sem triviális feladat választ adni. A „regeneratív mezőgazdaság” népszerű hívószóvá vált, ezért fontos, hogy a marketing szempontokon túl az agrárszakmai alapjai is világosak, átláthatóak legyenek. Ez elősegíti a tudástranszfert, támogatja a termelők munkáját, versenyképességét és végső soron érvényesül a környezet védelme és a fenntarthatóság.

Mára már nem csak tudományos körökben áll vitán felül, hogy a mezőgazdasági tevékenység mérhetően hozzájárul a klímaváltozáshoz. A szántóföldi növénytermesztés szempontjából pedig komoly problémát jelent a talajok művelés miatt bekövetkező degradációja, pusztulása. Ez fokozottan igaz azokra a területekre, melyek agronómiai szempontból kedvezőtlen adottságúnak minősülnek. Ez a probléma nem újdonság, már évtizedekkel ezelőtt felismerték az agrár ágazat szakemberei. A jelenség kezelésére pedig korábban is megjelentek már olyan új mezőgazdasági szemléletmódok, földművelési gyakorlatok, melyek a talajállapot romlását igyekeztek csökkenteni vagy egyenesen visszafordítani.

A regeneratív mezőgazdaság alapelvei között szerepel a talajállapot javítása, -regenerálása, a talajban történő szénmegkötés, a szervesanyag tartalom és a biodiverzitás növelése. Ennek eléréséhez az eszköztárban pedig olyan gyakorlatokat szerepelnek, mint: 1. a művelés minimumra csökkentése vagy elhagyása, 2. a talajtakarás, 3. a vetésváltás, 4. a vízháztartás javítása, valamint 5. az állatállomány és a növénytermesztés összehangolása, integrálása. [3]

Mindez azonban csak elmélet maradhatna, ha gazdaságilag nem összeegyeztethető a mezőgazdasági termeléssel. A kulcsfontosságú tehát, hogy az elmélet a gyakorlatba ültetése során nem csak a fentebb megfogalmazott célokhoz kell, hogy közelebb vigyen, de annak versenyképes, profitábilis termelést kell eredményeznie. Jelen dolgozat célja, hogy ezen gyakorlatok helyes alkalmazásához útmutatást adjon, elsősorban a szántóföldi ágazat vonatkozásában, a magyarországi éghajlati- és talajviszonyokra adaptálva.

## 2 A regeneratív mezőgazdaság szakirodalmának áttekintése

### 2.1 A mezőgazdasági termelés előtt álló kihívások

A globális élelmiszer-ellátási rendszerre jelentős nyomás nehezedik, és számos, egymással összefüggő kihívással kell szembenéznie, beleértve az éghajlatváltozást, a környezetromlást, a talaj egészségi állapotának degradációját, a biológiai sokféleség csökkenését és az élelmezésbiztonsággal kapcsolatos aggályokat. Az ipari mezőgazdasági gyakorlatok, amelyek gyakran a műtrágyák és növényvédőszeres nagymértékű alkalmazásától függenek, széles körben elterjedt ökológiai károkat okoztak. Ezek a fenntarthatatlan gyakorlatok hozzájárultak a talaj termékenységének csökkenéséhez, a biológiai sokféleség csökkenéséhez és a szélsőséges éghajlati viszonyokkal szembeni fokozott sebezhetőséghez, ami egyre nagyobb aggodalmat vált ki azzal kapcsolatban, hogy a jelenlegi rendszerek képesek-e biztosítani a jövőbeni élelmezéserigényeket. Mivel a világ népessége folyamatosan növekszik, ezen aggályokat figyelembe véve, nem halogatható a mezőgazdasági gyakorlatok átalakítása [4].

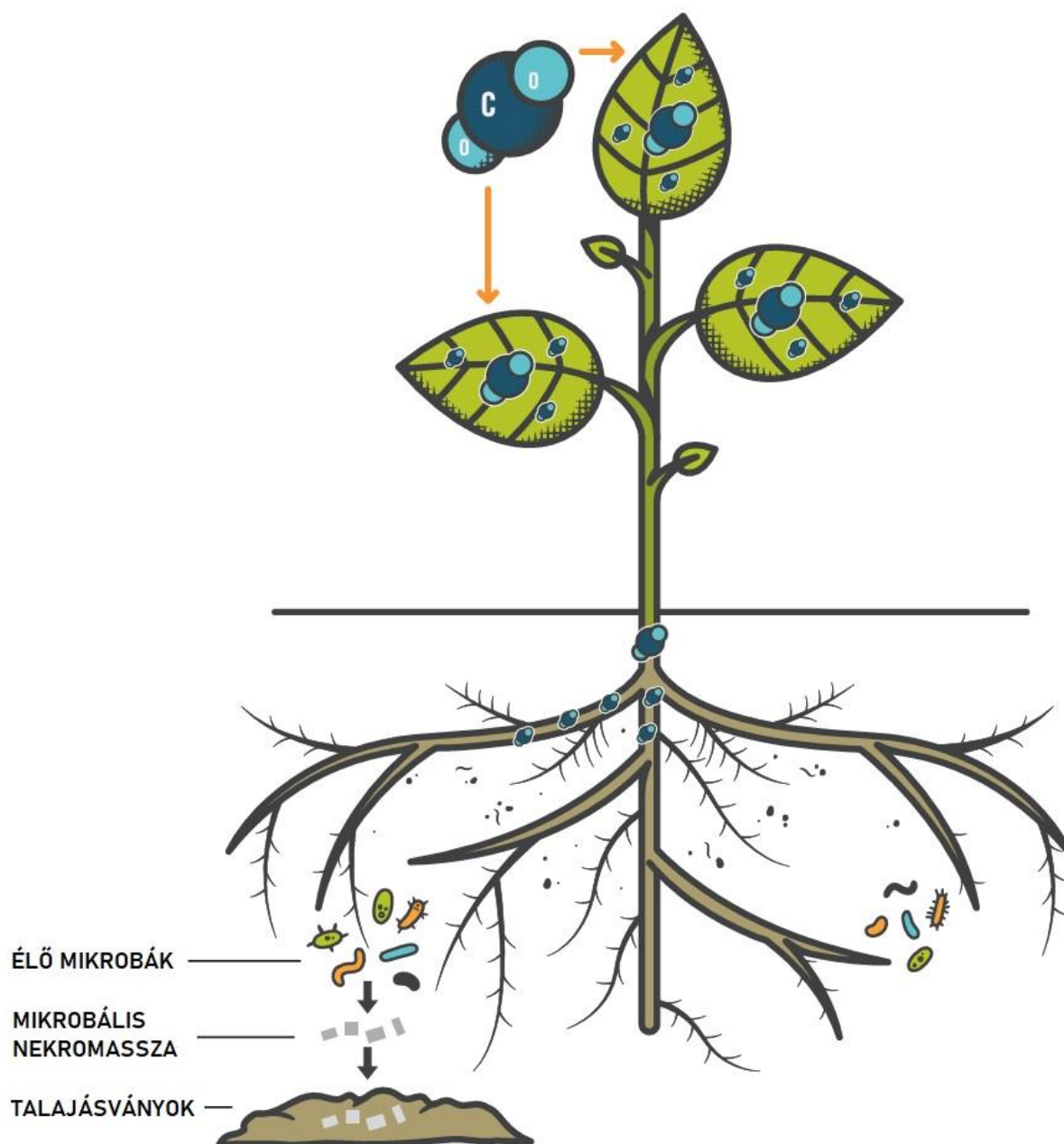
A kihívás lényegében az, hogy egyensúlyt kell teremteni a növekvő élelmiszer termelés és a környezeti hatások minimalizálása között. Az elmúlt évszázad során a növekvő élelmezéserigények kielégítésére tett erőfeszítések gyakran a mezőgazdasági termelés intenzívebbé tételére irányultak, ami globális mértékű talajromlást, erdőirtást és vízhiányt okozott. Ez súlyos következményekkel járt a talaj egészségére nézve, a talajok erodálódtak, tömörödötté váltak és szervesanyag készletük lecsökkent [5]. Ezek a leromlott talajok kevésbé képesek megtartani a vizet, támogatni az egészséges növényi fejlődést és megkötni a szén, így érzékenyebbek a szélsőséges időjárási eseményekre, például aszályokra és áradásokra.

A biológiai sokféleség eltűnése – mind a talajfelszín alatt és felett – egy másik sürgető globális probléma. A mezőgazdaság terjeszkedése és a monokultúras növénytermesztés nagymértékben csökkentette a növény- és állatfajok sokszínűségét, felborítva az ökoszisztémát és károsan érintve az ökoszisztéma-szolgáltatásokat, mint például a beporzást, a természetes kártevőirtást és a tápanyag-ciklust. A regeneratív mezőgazdaság igyekszik megfordítani ezt a tendenciát azáltal, hogy olyan gyakorlatokat támogat, amelyek ösztönzik a termesztett növények sokféleségét, integrálják a növénytermesztést és az állattartást és a mesterséges input anyagok minimális felhasználását részesítik előnyben, így ezek mindegyike támogatja a biodiverzitás helyreállítását a mezőgazdasági művelésbe vett területeken. A változatosabb ökoszisztéma előmozdításával a regeneratív gazdálkodási rendszerek javíthatják az ökológiai egyensúlyt és fokozhatják a növények és az azokat körülvevő környezet ellenállóképességét [6].

Az éghajlatváltozás az egyik legégetőbb probléma, melyre a regeneratív mezőgazdaságnak választ kell adnia. A mezőgazdaság egyszerre járul hozzá az éghajlatváltozáshoz és elszennvedője is annak, mivel a konvencionális gazdálkodási gyakorlatok révén jelentős mennyiségű üvegházhatású gáz kerül a légkörbe, miközben az éghajlatváltozás által kiváltott szélsőséges időjárási események egyre inkább veszélyeztetik a mezőgazdaság termelékenységét. A regeneratív mezőgazdaság lehetőséget kínál az éghajlatváltozás és hatásainak mérséklésére azáltal, hogy szén-dioxidot köt meg a talajban olyan gyakorlatok révén, mint pl. a csökkentett talajművelés és a talajtakarás folyamatos fenntartása a takarónövények alkalmazásával, valamint származadványokkal. Ezek a módszerek nemcsak csökkentik az CO<sub>2</sub> emissziót, hanem segítik a talajt a szén megkötésében és tárolásában (1. ábra), ami fontos szerepet játszik az éghajlatváltozás elleni küzdelemre irányuló globális erőfeszítésekben.

A mezőgazdasági művelésbe vett területek bővítésének hagyományos módszerei az erdők, a vizes élőhelyek és más létfontosságú ökoszisztémák kárára történtek, hozzájárulva a biodiverzitás csökkenéséhez és a környezetromláshoz [7]. A regeneratív mezőgazdaság az azáltal, hogy az ökológiai helyreállítás és a fenntartható gyakorlatok révén a meglévő mezőgazdasági területek termelékenységének javítására összpontosít, olyan megoldást kínál, amely lehetővé teszi az élelmiszertermelés fokozását a mezőgazdasági művelésbe vont területek növelése nélkül. Ez nem csak a megmaradt természetes élőhelyek védelmét segíti elő, hanem azt is biztosítja, hogy a mezőgazdasági tevékenység ne lehetetlenüljön el a következő generációk számára sem.

Fontos azzal is tisztában lenni, hogy a mezőgazdaság előtt álló kihívások régiónként jelentősen eltérőek, azt egyedi környezeti, gazdasági és társadalmi tényezők befolyásolják. Példának okán a szubszaharai Afrikában az elsődleges problémák a talaj kimerülése, a termékenységének csökkenése, a vízhiány és a kistermelők korlátozott hozzáférése az anyagi forrásokhoz, a technológiához és az infrastruktúrához [8], [9]. Az klímaváltozás tovább súlyosbítja az élelmiszer-ellátás biztonságát, ami elengedhetlenné teszi a szárazságtűrést és a tápanyag-megtartást elősegítő gazdálkodási gyakorlatokat. Ezzel szemben a kontinentális Európa sokkal kedvezőbb adottságú területein a nagyon intenzív gazdálkodási gyakorlatok a biológiai sokféleség csökkenéséhez, a talaj degradációjához és a mesterséges input anyagoktól való nagymértékű függéshez vezettek. Európában a kihívást a fenntarthatóbb talajművelési rendszerekre való átállás jelenti, amelyek csökkentik a környezeti hatásokat, miközben megőrzik a termelékenységet és a profitabilitást.



**1. ábra: A szén-dioxid talajban való megkötésének folyamata: A fotoszintézis során a növények szénhidráttá alakítják a szén-dioxidot. A növény által megkötött szerves szén a talajba jut, amit a talajmikrobák lebontanak és megkötik a szervezetükben. Ez az elhalt mikrobákból származó szén megkötődik, fizikailag stabil formában a talaj-aggregátumokban. A talajélet javítása ezáltal segít a talajban történő szénmegkötésben. Forrás: [10]**

Eközben a trópusi Dél-Amerika, különösen az olyan régiók, mint az Amazonas, az erdőirtással, az őshonos fajok nagyléptékű kihalásával és a létfontosságú ökoszisztémák pusztulásával néz szembe a mezőgazdaság terjeszkedése miatt, ami gyakran a monokultúrás növénytermesztést és az ipari szarvasmarha-tartást jelent az esőerdők helyén. A hangsúly itt az erdőirtás megfékezésén, az ökoszisztéma megőrzésén és helyreállításán, valamint a mezőgazdasági termelékenység és a természetvédelem egyensúlyán van [11]. Az egyes régiók mezőgazdasági

kihívásai testreszabott megoldásokat igényelnek, amelyek figyelembe veszik a helyi ökológiai és társadalmi-gazdasági realitásokat.

A regeneratív mezőgazdaság koncepciója ezekre a felvázolt problémákra igyekszik reflektálni azzal, hogy egy reziliens, fenntartható mezőgazdasági rendszert alkot, mely létfontosságú perspektíva váltást jelent az éghajlatváltozás, a talajromlás, a biodiverzitás csökkenésének és az élelmezésbiztonság globális kihívásainak kezelésében.

## 2.2 A regeneratív mezőgazdaság definiálása, célkitűzései

A „regeneratív mezőgazdaság” fogalmának eredete nem egyértelműen meghatározható. A kifejezést a '70-es évek végén, a '80-as években kezdték először használni [12]. Az első lektorált publikáció 1986-ból származik [13]. Ez utóbbiban a fogalmat szorosan összekapcsolják az ökológiai és az „alacsony külső ráfordítású mezőgazdasággal”<sup>1</sup>, azaz, hogy a regeneratív mezőgazdaság a „gazdaságban található erőforrások felhasználását hangsúlyozza” és minimalizálja a műtrágyák és növényvédőszeresek használatát. Valamint, kiemelik az integrált mezőgazdálkodási felépítés fontosságát és számos olyan technikával társítják, mint például a nitrogénmegkötés, az integrált tápanyag-gazdálkodás, a vetésváltás és az integrált növényvédelem.

A koncepció előtérbe kerüléséhez nagyban hozzájárultak az egyesült államokbeli Rodale Institute erőfeszítései a '80-as években, amely korábban már kulcsszerepet játszott az ökológiai gazdálkodás mozgalmának terjesztésében is. Kutatásaival és publikációival, a Rodale Institute segített népszerűsíteni a regeneratív mezőgazdaságot, mint olyan gazdálkodási rendszert, amely nemcsak a természeti erőforrások megőrzésére, hanem azok aktív regenerálására összpontosít.

Robert Rodale [14] úgy határozta meg a regeneratív mezőgazdaságot, mint „amely a termelékenység növekedése mellett növeli a föld és a talaj biológiai termelési bázisát. Mélyen integrált gazdasági és biológiai stabilitással rendelkezik. A gazdaság vagy a szántóföld határain túl minimális vagy semmilyen hatással nincs a környezetre. Növényvédőszerektől mentes élelmiszereket állít elő. Egyre nagyobb számú ember produktív hozzájárulását biztosítja egy, a nem megújuló erőforrásokra támaszkodás minimalizálására való átállás során.”

Richard Harwood, a regeneratív mezőgazdaságról szóló nemzetközi áttekintésében [15] az alábbi 10 pontban fogalmazta meg a regeneratív mezőgazdasággal kapcsolatos filozófiáját:

1. A mezőgazdaságnak magas hozamú, magas tápértékű, növényvédőszerektől mentes élelmiszert kell előállítania.

---

<sup>1</sup> Low external input agriculture



2. A mezőgazdaságnak inkább növelnie, mint csökkentenie kell a talaj termőképességét a felső talajrétegek mélyítésével, termékenységének és fizikai jellemzőinek növelésével.
3. A talajflórát és faunát teljes mértékben a tápanyag körforgásba integráló rendszerek hatékonyabbak, kevésbé károsítják a környezetet és jobb tápanyagellátást biztosítanak. Az ilyen rendszerek új, felfelé irányuló tápanyagáramlást valósítanak meg a talajszelvényben, csökkentve vagy kiküszöbölve a káros környezeti hatásokat. Az ilyen folyamat definíció szerint a talaj keletkezési folyamata.
4. A növénytermesztésnek a termésbiztonsága érdekében biológiai kölcsönhatásokon kell alapulnia, kiküszöbölve a mesterséges növényvédőszeres szükségességét.
5. Kerülendő az olyan anyagok használata, amelyek megzavarják a gazdálkodási rendszer biológiai alapú folyamatait (mint például a mai műtrágyák).
6. A regeneratív mezőgazdaság szoros kapcsolatot igényel a rendszer irányítója/résztvevői és maga a rendszer között.
7. Olyan integrált rendszereket kell alkalmazni, amelyek a biológiai nitrogénkötés révén nagymértékben képesek nitrogén-önellátásra.
8. A mezőgazdaságban az állatokat úgy kell takarmányozni és elhelyezni, hogy kizárják a hormonok használatát és az antibiotikumok profilaktikus alkalmazását, amelyek aztán jelen vannak az emberi táplálékban.
9. A mezőgazdasági termelésnek növelnie kell a foglalkoztatás szintjét.
10. A regeneratív mezőgazdaság nemzeti szintű tervezést, de nagyfokú helyi és regionális önellátást igényel a tápanyag körforgás lezárásához.

A '90-es évek elejére a fogalom kezdett kikopni a szakirodalomból. Újjáéledése a 2000-es évek végére, 2010-es évek elejére tehető, amikor elkezdték a koncepciót a klímaváltozáshoz hozzákapcsolni a „Regeneratív biogazdálkodás: megoldás a globális felmelegedés ellen” című kiadványával [16], [17]. Ebben az időszakban a Rodale Institute jelentős irányváltást hajtott végre, az addigi teljes mértékben az ökológiai mezőgazdaságra helyezett fókuszát eltolódott a klímaváltozás hatásainak irányába és az olyan gazdálkodási gyakorlatok népszerűsítésére, amelyek segíthetnek enyhíteni éghajlatváltozást és alkalmazkodni ahhoz. Mivel az éghajlatváltozás, mint probléma csak az 1990-es években kezdett igazán elterjedni a közbeszédben, Rodale által eredetileg használt regeneratív mezőgazdaság kifejezés megjelenése egyértelműen megelőzi az éghajlatváltozás általános köztudatba kerülését, tehát a jelenlegi éghajlatváltozásra való összpontosítás egyértelműen egy újabban beépült elem a regeneratív mezőgazdaság céljai között. Úgy tűnik, tehát, hogy más alternatív mezőgazdasági

koncepcióhoz hasonlóan a regeneratív mezőgazdaság kifejezését már többen is, többféleképpen alkalmazták, valamint a megjelenése óta eltelt öt évtized alatt folyamatosan fejlődve jutott el a jelenlegi, éghajlatváltozás mérséklésére összpontosító jelentéstartalmáig.

Bár a regeneratív mezőgazdaság kifejezést egyre szélesebb körben használják, valójában – más alternatív mezőgazdasági megközelítésekkel ellentétben – nincs egyetlen, hivatalosan elfogadott definíciója. Sőt, egyes, a témában publikáló szerzők még azt is kijelentették, hogy „Fontos leszögezni: a regeneratív mezőgazdaság nem definiálható” [18], mely a szakmai tisztánlátást nem igazán segíti. Természetesen a témában jártas különböző szakértők igyekeztek megfelelő definíciót találni, ami kellőképp visszaadja a lényegét. Ezek közül néhányat az 1. táblázat tartalmaz.

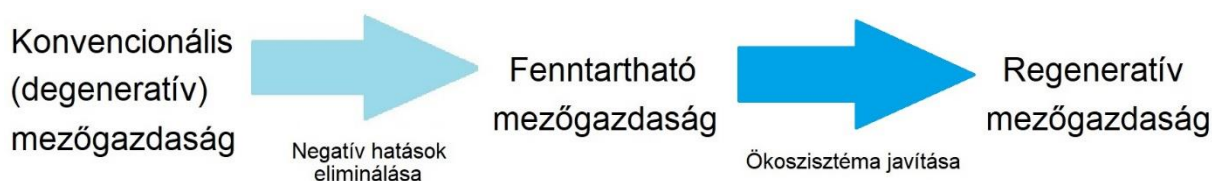
| Definíció                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Forrás                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Olyan gazdálkodási és legeltetési gyakorlatok, amelyek más előnyök mellett visszafordítják az éghajlatváltozás folyamatát a talaj szervesanyag-készletének újjáépítése és a leromlott talaj-biodiverzitás helyreállítása által – mely a légköri szén megkötését és jobb vízkörforgást eredményez. | Kalifornia Állami Egyetem [19] |
| A regeneratív mezőgazdaság aktívan építi a „rendszert” vagy erőforrásbázist, amelyet hasznosít.                                                                                                                                                                                                   | Inwood [20]                    |
| Gazdálkodási elvek és gyakorlatok rendszere, amely növeli a biológiai sokféleséget, gazdagítja a talajt, javítja a vízgyűjtést és javítja az ökoszisztéma-szolgáltatásokat.                                                                                                                       | Terra Genesis [21]             |
| A regeneratív mezőgazdaság, mely biológiai elvekre épül, a termelékenység és a környezetgazdálkodás egyidejű növelésére, fejlesztésére törekszik.                                                                                                                                                 | Sherwood & Uphoff [22]         |
| Ahhoz, hogy a gazdálkodási rendszer regeneratív legyen, növelnie kell a biodiverzitást és a biomassza mennyiségét.                                                                                                                                                                                | Rhodes [23]                    |
| „Bármely mezőgazdasági rendszer, ami folyamatosan jobbá teszi azokat a folyamatokat, amelyekre támaszkodik, beleértve az emberi, a biológiai a gazdasági közösséget.”                                                                                                                             | Reguzzonia [24]                |

|                                                                                                          |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A természeti erőforrások és a mezőgazdasági közösségek védelmére és gyarapítására hivatott mezőgazdaság. | General Mills [25] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

A hagyományos mezőgazdasági termelési megközelítés és a nagyüzemi mezőgazdasági termelési gyakorlatok elsősorban a hozam és a termés maximalizálására irányulnak. Ez a megközelítés nagymértékben támaszkodik a külső inputokra (növényvédőszer, műtrágya stb.), valamint olyan gyakorlatokra, mint a monokultúra vagy az intenzív talajművelés. Ez, bár biztonságos és tápláló élelmiszereket képes biztosítani, károsan hat a talaj termékenységére, elsorvasztja a talajéletet és csökkenti a talaj szervesanyag tartalmát. Az ilyen gazdálkodási rendszer „degeneratív mezőgazdaságnak” is nevezhető.

Ezen problémák orvoslásaként jelent meg a fenntartható mezőgazdaság koncepciója, melynek célja, hogy csökkentse a gazdálkodás negatív hatásait, miközben biztosítja a talaj hosszú távú termelékenységét. Az Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Világszervezet megfogalmazása alapján “megőrzi a földet, a vizet, valamint a növényi és állati genetikai erőforrásokat. A környezetet nem károsítja, műszakilag megfelelő, gazdaságilag életképes és társadalmilag elfogadható.” [26]

A regeneratív mezőgazdaság ezen a skálán lép egyel tovább, túlmutatva a fenntarthatóságon. Ezen filozófia szerint ugyanis a „fenntarthatóság” nem elegendően ambiciózus célkitűzés, ugyanis a jelenlegi természeti/környezeti állapot fenntartása kevés a tágabban értelmezett fejlődés jövőbeni biztosításához. A hagyományos vagy fenntartható gazdálkodástól eltérően, tehát a regeneratív mezőgazdaságban nem elegendő csak a gazdálkodás káros hatásainak megelőzésére összpontosítani, a fókusz a korábbi gyakorlat által okozott negatív hatások visszafordítása, a környezeti ökoszisztéma javítása (2. ábra).



**2. ábra: A regeneratívmezőgazdaság célja több, mint az ökoszisztéma állapotának megőrzése, annak helyrehozását sürgeti.**

A regeneratív mezőgazdaság jobb megértését szolgálhatja az ökológiai mezőgazdasággal való összevetése is, mivel a két rendszer szinte ellentétes megközelítést alkalmaz annak tekintetében, hogy mit engednek meg. A gyakorlat szintjén a biogazdálkodás megközelítése az input anyagok korlátozásán alapul és jogilag rögzített szabályok határozzák meg, hogy mi használható fel egy

ökológiai mezőgazdaságban és mi nem. A szabályzás részletesen felsorolja az egyes terméktípusokat – mint a legtöbb műtrágya, a kártevő- és kórokozók elleni vegyszerek stb. Ebből kifolyólag a mezőgazdasági üzemi szinten az ökológiai mezőgazdaság „input-fókuszú” megközelítésnek tekinthető (annak ellenére, hogy átfogóbb, holisztikusabb céljai vannak). Ezzel szemben a regeneratív mezőgazdaságban nincs megfelelője az ökológiai jogszabályok gyűjteményének.

A regeneratív mezőgazdaságnak inkább egy sor félig informálisan definiált célkitűzése van, például a talaj szervesanyag tartalmának növelése a talajegészség – különösen a mikrobiális szinten – érdekében, valamint az éghajlatváltozás mérséklése és az ahhoz való alkalmazkodás. Aztán felsorol még egy csokor olyan mezőgazdasági gyakorlatot, mint pl. a no-till, a takarónövények alkalmazása, a minimumra törekvés a műtrágyák felhasználásában, az agrokemikáliák használatának visszafogása, az állatállomány integrálása a növénytermesztéssel stb., amelyeket a megfogalmazott célok eléréséhez tart szükségesnek. Ezért ez egy „eredmény-fókuszú” megközelítésnek tekinthető, szemben az ökológiai mezőgazdaság input-fókuszú megközelítésével. [27]

A regeneratív mezőgazdaság megfogható az általa előnyben részesített mezőgazdasági gyakorlatok felől is, ezek egyfajta gyűjteményeként. Sőt, kijelenthető, hogy a regeneratív mezőgazdaság megértéséhez alapvető fontosságú a kívánt célkitűzések eléréséhez alkalmazott fő gazdálkodási gyakorlatok megismerése. Gabe Brown [28] előadása jól összefoglalja ennek a megközelítésnek a pilléreit, kiemelve a művelés és a fedetlen talaj minimalizálásának fontosságát, a biodiverzitás és a talaj vízáteresztő képességének elősegítését, valamint a növénytermesztés és az állattenyésztés integrálását a gazdaság szintjén. Erre építve meghatározgató öt olyan gyakorlat, amelyet széles körben a regeneratív mezőgazdasághoz társítanak, melyeket a [29] tanulmány is felsorol:

- 1) A talajművelés elhagyása: a regeneratív mezőgazdaság szinte minden definíciója és leírása kiemeli a talajművelés minimalizálásának (min-till) vagy elhagyásának (no-till) jótékony hatásait. A talajművelés minimalizálása csökkenti a talaj szervesanyag készletének oxidációját, ezáltal a talaj magasabb széntartalmához, valamint megnövekedett víz- és tápanyagmegtartó képességét eredményezi.
- 2) Folyamatos talajfedés biztosítása: ez segít csökkenteni a talajeróziót, valamint a fokozott szárazanyag-termelés – például a takarónövények által – szintén a talaj széntartalmát fogja növelni.

- 3) A növényi diverzitás alkalmazása: a különféle növények termesztésének ösztönzése a monokultúrákkal szemben szintén magasabb termelékenységet eredményez az eltérő kultúrák különböző fény-, víz- és tápanyag-felhasználásából adódóan.
- 4) A víz talajba szivárgásának elősegítése: sok helyen a mezőgazdasági termelés fő korlátozó tényezője a rendelkezésre álló víz hiánya, így előnyös, ha a víz be tud jutni a talajba és az a vízmegtartó képessége révén el tud tárolódni.
- 5) Az állattartás és a növénytermesztés integrálása különösen hasznos a szintetikus inputanyagok (műtrágya) minimalizálásához, mivel az állati trágya segít fenntartani a talaj tápanyagszintjét.

Felsorolhatók még néhány további gyakorlat is, amelyek gyakran megjelennek a szakirodalomban:

- Élő növényzet és gyökereik fenntartása egész évben (némileg átfed a talajtakarással);
- A talaj termékenységének növelése biológiai eszközökkel (pl. zöldtrágya);
- Komposzt használata

Megfigyelhető, hogy a regeneratív mezőgazdálkodás alkalmazásában élenjáró gazdaságok és szervezetek főként Észak-Amerikából származnak, de Ausztrália nem sokkal lemaradva másodikként következik e gazdálkodási rendszer elterjedtségében [27]. Mindkét régióban a regeneratív mezőgazdaságot alkalmazó domináns gazdálkodási rendszerek az extenzív állattartás és az alacsonyabb intenzitású szántó, kapás sortávon termesztett kultúrákkal, különösen az ezek keverékéből álló gazdaságok szántóföldi növénytermesztéssel és állattartással egyaránt. Ezek gyakran kevésbé csapadékos területeken találhatók, jellemzően mérsékelt övi gyepek, szavannák és cserjés biomok. A regeneratív mezőgazdaság kulcsfontosságú céljainak és gazdálkodási gyakorlatainak kialakításában minden bizonnyal fontos szerepet játszottak azon biológiai és környezeti peremfeltételek, amelyek kialakulásának helyén adottak voltak, hasonlóan az ökológiai mezőgazdasághoz, amelyet Észak-Európa éghajlata, talajai és gazdálkodási rendszerei alakítottak, ahol keletkezett. Értelemszerűen, tehát van egy nagyfokú átfedés a különböző források, szakértők által regeneratívnak tartott gyakorlatok tekintetében. Ezzel kapcsolatban a 2. táblázatban látható egy összefoglaló.

A [33] jelentésben is – mely egy átfogó felmérés, amely olyan módszereket és beavatkozásokat azonosít, amelyekkel csökkenthető az üvegházhatású gázok globális kibocsátása – definiálásra kerül a regeneratív mezőgazdaság. A jelentés számos mezőgazdálkodási szisztémát vizsgál. Az egyéves növények termesztésére épülő gazdálkodási rendszerek közül azokat sorolja a

regeneratív mezőgazdasághoz, melyek az következő hat gyakorlat közül legalább négyet tartalmaznak: talajművelés nélküli- vagy csökkentett talajművelésű gazdálkodás, takarónövények alkalmazása, a vetésváltás alkalmazása, a komposztálás, a zöldtrágyázás és az ökológiai termelés. Ezen kiválasztási séma alapján a legtöbb ilyen gazdálkodási rendszer az ökológiai gazdálkodáshoz volt sorolható, azonban nem mindegyikük.

**2. táblázat: A regeneratív mezőgazdaságban alkalmazott főbb gyakorlatok a különböző források szerint. X: a gyakorlat megjelenik az adott forrásnál; --: a gyakorlatot nem említi explicit módon a forrás.**

|                                                                    | Brown [30] | General Mills [31] | RAI & CU [32] | CSU [19]      | Drawdown [33] | Lacanne & Lundgren [29] | Rodale Institute [17] | Sherwood & Uphoff [22] |
|--------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Talajbolygatás csökkentése, elhagyása                              | X          | X                  | X             | X             | X             | X                       | X                     | X                      |
| Talajtakarás                                                       | X          | X                  | -             | X             | X             | X                       | X                     | X                      |
| Biodiverzitás növelése                                             | X          | X                  | -             | X             | X             | X                       | X                     | X                      |
| Víz befogadóképesség javítása                                      | X          | -                  | -             | X             | -             | -                       | -                     | -                      |
| Állattartás integrálása                                            | X          | X                  | X             | X             | -             | X                       | opcionális            | -                      |
| Élő növényzet és gyökerek fenntartása egész évben                  | X          | X                  | -             | -             | -             | -                       | X                     | -                      |
| Talajtermékenység biológiai fokozása (pl. zöldtrágya, pillangósok) | -          | -                  | X             | -             | X             | -                       | -                     | -                      |
| Komposzt alkalmazása                                               | -          | -                  | X             | -             | X             | -                       | X                     | -                      |
| Műtrágya és növényvédőszer elhagyása                               | X          | -                  | -             | minimalizálni | X             | -                       | X                     | -                      |

### 3 A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok

Az előző fejezetben nagy vonalakban ismertetett, a regeneratív mezőgazdaság megvalósításában szerepet játszó gazdálkodási gyakorlatokat érdemes részletesebben is tanulmányozni. Ez szükséges annak a megértéséhez, hogyan lehet ezeket a gazdaság szintjén alkalmazni, milyen fizikai, kémia, biológiai és talajtani folyamatokon keresztül valósulnak meg a regeneratív célkitűzések. Fontos azonban megjegyezni, hogy az alábbiakban bemutatásra kerülő agrotechnikák nem feltétlenül – sőt, többnyire nem – mennek újdonságszámba, ezeket már régóta alkalmazzák más alternatív mezőgazdasági rendszerekben vagy egyszerűen csak önmagukban bizonyos előnyeik miatt. A regeneratív mezőgazdaság viszont egy keretbe építi ezeket és nem csak külön-külön értelmezi a gyakorlatokat, hanem azok kölcsönhatásait, egymással való szinergiákat is figyelembe veszi és kihasználja [10]. Ez egyfajta demonstrációja annak, hogy a „régis ötletek” újraértelmezése akár további nagymértékű kutatási beruházások nélkül is a gazdálkodás fejlődéséhez vezethetnek [22].

#### 3.1 A talajbolygatás minimalizálása, elhagyása

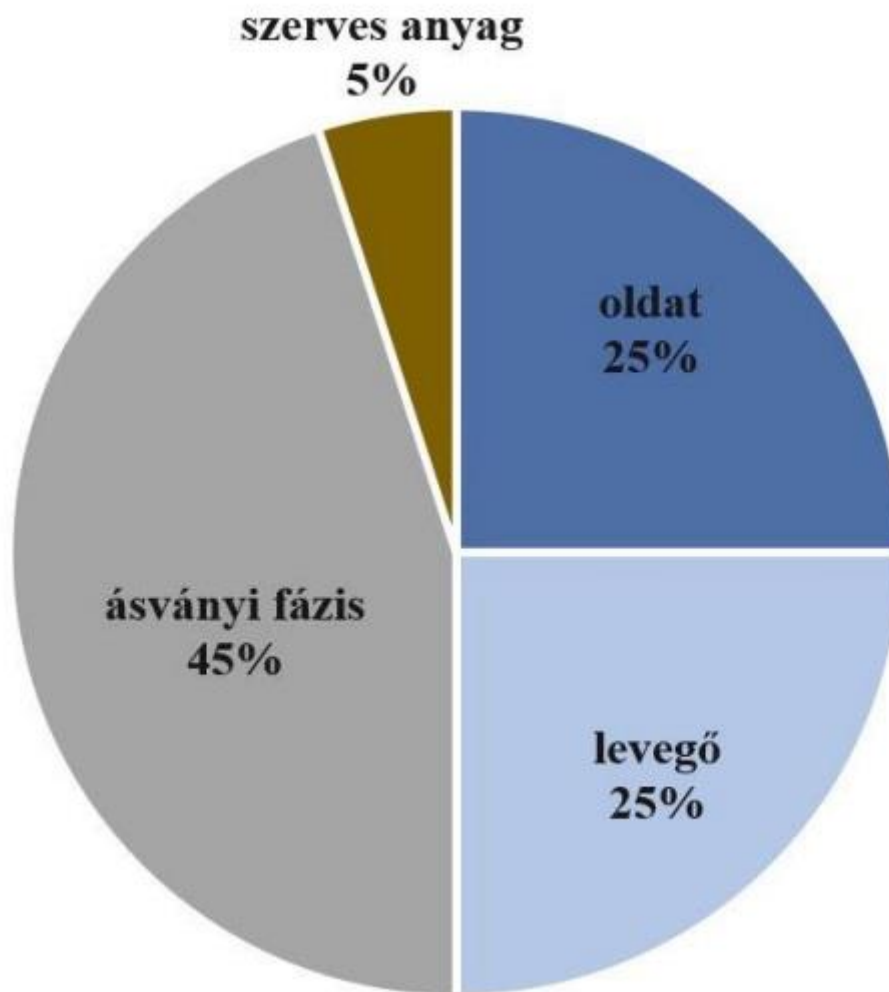
A konvencionális mezőgazdasági gyakorlatokról való átállás tekintetében talán a talajművelés minimalizálása és/vagy elhagyása – más néven a min-till és no-till – az, ami leginkább szembemegy a hagyományos, sokmenetes földművelés koncepciójával, ezért a legtöbb kérdést veti fel a gazdálkodókban az alkalmazása. Ez utóbbi szerint a talaj – a növénytermesztés számára – optimális állapotban tartásához évente többször, több menetben szükséges valamilyen agrotechnikai műveletet végrehajtani azon – alapművelés, magágy-készítés, tarlóhántás stb.. Ezzel szemben a min-till és kiváltképpen a no-till megkérdőjelezi ezen agrotechnikai gyakorlatok szükségességét a növénytermesztés eredményességének tekintetében, különösen annak hosszú távú fenntarthatóságának szempontjából [34].

Általánosságban a gyakori talajbolygatás degradálja a talaj szerkezetét, rombolja annak természetes aggregációját, a talajszemcse méret egyre kisebb lesz, a talaj elporosodik. Ezáltal hajlamos lesz a tömörödéssre, valamint kiszolgáltatottabb lesz a szél és a víz által okozott deflációnak és erózióknak. Ezek a folyamatok a tápanyagban gazdag felső talajréteg leromlásához, elvékonyodásához vezetnek. A rendszeres beavatkozás hátrányosan érinti a talaj élőlényeit is, elsősorban mikroorganizmusokat: a baktériumokat és gombákat, továbbá a gilisztákat is, amelyek kritikus szerepet játszanak a tápanyag körforgásban a szervesanyag-lebontásban, annak megtartásában és a humuszképződésben. Hosszabb távon ez csökkenti a talaj biodiverzitását és szervesanyag-tartalmát, ami a tápanyag szolgáltató- és a vízmegtartó képességének romlásához vezet. Ennek eredményeként a gyakran, több menetben művelt



talajokon a növénytermészetes kiszolgáltatottabbá válik az inputanyagok használatának és növeli az öntözéstől való függőséget, egyúttal csökkenti annak az időjárási extrémumokkal szembeni ellenállóságát [35].

A talajművelés csökkentése – vagy éppen teljes elhagyása – elsősorban a fentebb vázolt hátrányok kiküszöbölését szolgálják. Ezekben a rendszerekben a talaj szerkezete kevésbé van kitéve a művelés okozta káros behatásoknak vagy épp teljesen érintetlen marad, így a talaj-aggregátumok meg tudják tartani a természetesen kialakult elrendeződésüket, optimális pórusteret biztosítva. Ez kritikus többek között a nedvesség megtartása, az erózió, valamint a talajtömörödés megelőzése szempontjából. A talajbolygatás leredukálása, továbbá, lehetővé teszi a talajlakó mikroorganizmusok és állatok számára is, hogy kifejthessék a talajképző folyamatokban és a tápanyag körforgásban szerepüket. Így hozzájárulhatnak a szervesanyag-lebontáshoz, a humuszképződéshez, valamint a talaj-aggregátumok és a megfelelő porozitás kialakulásához, ez által pedig a talaj optimális szilárd-folyadék-légnemű fázisának megteremtéséhez (3. ábra). Ez természetesen pozitív hatást gyakorol a talaj termőképességére, mivel a jó struktúrával rendelkező, háborgatatlan talajok képesek puffer-szerepet betölteni, így a rajtuk termesztett növények jobban ellenállnak a szélsőséges időjárásnak [36]. Aszályos, száraz időszakban ugyanis a talaj mélyebb rétegeibe leszivárgott, ott elraktározott víz tovább képes a növényt táplálni, míg túlzott mennyiségű csapadék lehullása esetén a talaj azt effektívebben el tudja nyelni és a mélyebb rétegekben elraktározni. Az egészséges talajélet fenntartása pedig az ökoszisztéma szolgáltatások meglétéhez járul hozzá, a gyökerek tápanyagfelvételét nagyban segítik az ilyen körülmények, valamint növekedésüket sem gátolja, mélyebbre hatolhatnak, ami hatékonyabb vízellátást és – pl. nagy erejű széllel szemben – fizikai stabilitást eredményez.



**3. ábra: A talaj optimális összetétele. Forrás: [37]**

A talajbolygatás minimalizálása hozzájárul a talajtakarás biztosításához is, mivel a szármaradványok a talaj felszínén maradnak. Ezek idővel lebomlanak és a talaj szervesanyag-tartalmát növelik, mely az ideális talajszerkezet és tápanyag-szolgáltató képesség egyik fontos tényezője.

A min-till és no-till agrotechnikákkal kapcsolatos kockázatok közé tartozik a növényvédelem hatékonysága és a hozam kérdése. A művelés lecsökkentésével, elhagyásával a fizikai gyomirtás is megszűnik azáltal, hogy a munkagép nem pusztítja el a kikelő gyomnövényeket vagy magvaikat nem fordítja alá a mélyebb talajrétegbe. Valamint a tarlón maradó növényi maradványok a kórkozók, kártevők élő- és áttelelő helyeül szolgálhatnak. Másrészt viszont a talajfelszín fedettsége akadályozza a gyommagok csírázását a napfény blokkolása által. A terményhozamban is várható némi visszaesés az áttérés kezdetén, amíg a bolygatás csökkentésével járó, fentebb vázolt előnyök érvényesülni nem tudnak. Hosszabb távon azonban várhatóan nincs számottevő különbség sem a hozamban, sem a hozambiztonságban.

Gazdasági szempontból ez a gazdálkodási gyakorlat jelentős költségmegtakarítást tud eredményezni, elsősorban az által, hogy a csökkentett művelési menetszám miatt kevesebb üzemanyagot kell felhasználni és csökken az erő- és munkagépek amortizációja, ami visszafogja az üzemeltetési és karbantartási költségeket. Ezen felül hosszabb távon az inputanyag igény is csökken, mivel az egészségesebb, megnövekedett szervesanyag-tartalmú talajok kisebb mennyiségű műtrágyát és növényvédőszert igényelnek, mivel az ökoszisztéma szolgáltatások kihasználásával a növények nem szorulnak rá olyan mértékben a külső beavatkozásokra a tápanyag ellátás és a növényegészség megőrzése érdekében. A min-tillt, no-tillt alkalmazó gazdálkodók továbbá profitálnak még a termeléshez szükséges alacsonyabb munkaerőigényből is, ami jelentős személyi-költség megtakarítást jelent. [38]

### 3.2 Talajtakarás

A talajtakarás biztosítása egy fontos gazdálkodási gyakorlat a regeneratív mezőgazdaság eszköztárában, amely számos előnnyel jár. A talajtakarás, mint kifejezés alatt általában két főbb agronómiai gyakorlatot értünk. Az egyik, mikor a növényi- és szármadaradványok a talrlón maradnak, azok nem kerülnek bedolgozásra a talajba. A másik, amikor azzal az elsődleges céllal kerül elvetésre egy növénykultúra (vagy kultúra-keverék), hogy a talajfedést biztosítson a fő gazdasági kultúrnövény vegetációs időszakán kívül. A fő szempont mindkét esetben az, hogy a talajfelszín lehetőleg sehol ne legyen fedetlen, az ne legyen kitéve közvetlenül az időjárási és környezeti viszonyosságoknak. [39]

A talajtakarás egyik elsődleges haszna a talajelhordás megelőzése, mivel a fedett talaj sokkal kevésbé érzékeny a szél általi deflációra vagy az vízerózióra, melyek épp a talaj növények számára nélkülözhetetlen legfelső, termékeny rétegét erodálják. Ezzel nem csak a termőföld lesz védettebb, de a környezetet is megóvjá az elhordott talaj okozta káros hatásoktól, mint a porviharok (aktuális, hazai példa az M1-es autópályán történt halálos baleset [40]) vagy a vízerózió hordalékának közeli vizekbe mosódása, ami a vizek ökoszisztémáját érinti károsan.

Ezenkívül a talaj takarása pozitív hatással van a talaj szerkezetére, ezáltal annak termőképességére. A szármadaradványok szerves anyagának bomlása a talaj tápanyagtartalmát gazdagítja, a takarónövények gyökerei pedig a talajt lazítják a behatolási mélységükig, javítva annak szerkezetét. Az így kialakuló, porózus talajszerkezet elősegíti a jobb vízbeszivárgást, a kultúrnövények gyökereinek optimális növekedését és a talajpórusok levegőztetését. A fedett talaj, továbbá hatékonyabban őrzi meg a vizet, mivel csökkenti a felszíni párolgást. Ezáltal fenntartja a talaj nedvességtartalmát, jobb ellenállóságot biztosít aszályosabb vegetációs időszakban és csökkenti az öntözéses vízutánpótlás szükségességét [41].

A talajtakarás egy másik jelentős előnye a gyomelnyomás. A takarónövények, a növényi- és szármadaradványok fizikai akadályt képeznek, elzárva a napfény útját a gyomnövény-kezdeményhez, mely így nem kapja meg a fotoszintézishez szükséges fényenergiát. Valamint a takarónövények eleve a gyomok életterét csökkentik azzal, hogy fizikailag elfoglalják helyüket és megkötik a tápanyagokat. Bizonyos növények allelopatikus hatást is kifejtenek, ami alkalmassá teszi azokat, hogy jó takarónövény-funkciót tölthessenek be. Többek között a rozsa, a cirok, a pohánka olyan természetes vegyületeket szabadítanak fel, melyeknek csírázás- és növekedésgátló hatása van [42]. Ez a herbicid felhasználás minimalizálásának szempontjából is előnyös. Továbbá érdemes még megemlíteni azt a pozitív hozadékát is a fedett talajnak, hogy az eső formájában érkező csapadék – vagy az esőztető öntözés – vízcseppjei nem a fedetlen talajfelületet érik, ezáltal nem áll fent a veszélye, hogy a becsapódással földet csapnak fel a növényre, mely kórokozókkal fertőzheti azt meg. Így kizárható/minimalizálható egy fontos fertőzési útvonal, ami szintén egy lényeges növényvédelmi szempont.

Érdemes észrevenni, hogy a talajtakarás fenntartása nem teljesen független az előzőekben ismertetett, talajbolygatás csökkentését célzó gyakorlattal. Egy gyakran, sok menetben művelt talaj fedését ugyanis nem lehet biztosítani. Így a csökkentett talajművelés pozitív hatásai részben a talajtakarásnak, a talajtakarás által kialakuló kedvező állapotnak tulajdonítható.

### 3.3 A biodiverzitás növelése

A biodiverzitás növelésének számos haszna van, mind a talajra gyakorolt jótékony hatásában, a növényegészség és a terméshozam és -biztonság terén. A szántóföldi növénytermesztésben a legfontosabb biodiverzitást növelő gazdálkodási gyakorlat a vetésváltás alkalmazása. A vetésváltás olyan tervszerű rendszer, amelyben adott területen az agrotechnikai szempontból hasonló vagy különböző csoportba tartozó növényeket időközönként váltakozva termesztik. Ez a vetésforgónál rugalmasabb növényrotációs rendszer, mely nem egy fix sorrendet szab meg az adott területen egymást követő növénykultúrák tekintetében, hanem figyelembe veszi azok agronómiai tulajdonságait – visszatérési idő, egymásutániség tolerálása stb. – melyet szem előtt tartva szabadon variálható a termesztett növények sorrendje [43].

A termesztett növények diverzifikálása döntő szerepet játszik a talaj termékenységének fenntartásában és fokozásában. A monokultúrás termesztéstől eltérően a különböző kultúrnövények tápanyagszükséglete – mennyiségileg és minőségileg is – eltérő, ezért rotációjuk segít megelőzni a talaj az adott kultúra által jobban igényelt tápanyagaiban való kimerülését. Szintén fontos tényező a növényi sorrend megválasztásánál, hogy az egyes kultúrák segíthetik a tápanyagok feltáródását vagy egyenesen a talajba juttathatják azokat –

például a hüvelyesek gyökérgumóin élő *Rhizobium* baktériumok nitrogén megkötése –, amit a tápanyag-menedzsment során megfelelően figyelembe véve csökkenthető a kijuttatni szükséges input anyagok, elsősorban műtrágyák mennyisége.

A vetésváltás megszakítja azon kártevők és kórokozók életciklusát, amelyek monokultúras rendszerben – ha folyamatosan ugyanaz a növény kerül vissza az adott helyre – fel tudnak szaporodni, mivel sok kártevő és betegség növény-specifikus. Így, tehát a termesztett növény megváltoztatásával a kártevők populációja lecsökken, a kórokozók által okozott fertőzések terjedése pedig megszakad [44].

A megfelelően kiválasztott növényi sorrend a gyomkezelésben, a gyomelnyomásban is fontos szerepet játszik [45]. A sűrűn ültetett és vagy gyorsan fejlődő kultúrák – például bizonyos gabonafélék – elnyomhatják a gyomnövényeket azáltal, hogy kiszorítják azokat az élőhelyről, felveszik a tápanyagokat, valamint blokkolják előlük a napfényt. Bizonyos növények, mint pl. a fehér mustár, nematocid hatással bírnak, ezért érdemes bevonni a növényi sorrendbe, mivel nagyon jó előveteményként szolgálnak olyan növénykultúráknak, melyek érzékenyek a fonálférgekre [46].

A vetésváltás nem csak a növényi sorrendben megjelenő új kultúrák által járul hozzá a biológiai sokféleséghez. Ez a növényi diverzitás a talajmikrobák, rovarok és más vadon élő állatok változatosabb, szélesebb spektrumának megjelenését segíti elő, ami támogatja a kiegyensúlyozottabb ökoszisztéma fenntartását. Ez pedig rugalmasabbá, ellenállóbbá teszi a mezőgazdasági ökoszisztémát mind a biotikus és abiotikus behatásokkal szemben. [44]

A tápanyagban gazdag és egészséges talaj fenntartása által a vetésváltás már rövid távon is magasabb hozamot biztosít. A soron következő kultúrák profitálnak az azokat megelőzőek talajra, és annak élővilágára gyakorolt hatásából, ami egészségesebb növényeket és végső soron jobb terményt eredményez. Ez a gyakorlat a jobb tápanyag menedzsment és természetes növényegészségügyi hatása miatt csökkenti az input anyagok szükségességét is, ami visszafogja a termelési költségeket és növeli a gazdasági eredményességet.

### 3.4 A víz befogadóképesség javítása

A víz a talajba szivárgása (perkoláció) során a gravitáció hatására a talajszelvényben lefelé mozog, így jut el a mélyebb talajrétegekig. Amikor víz érkezik a talajfelszínre – akár eső formájában, akár öntözéssel –, akkor elnyelődik a felszínen, majd átszivárog a talajszelvényen. A jó szerkezetű, megfelelő pórustérrel rendelkező talajok nagy pufferkapacitással rendelkeznek így csapadékos időjárás esetén nagy mennyiségű vizet képesek befogadni és eltárolni. Egy

szárazabb időszak során pedig a mélyebb rétegekből felszivárgó víz miatt lassabban, hosszabb idő elteltével szárad ki, így tovább képes a felszínen lévő növényzetet vízzel ellátni.

A mezőgazdaságban a talaj vízáteresztő képessége több okból is kulcsfontosságú. Először is, segít a megfelelő szinten tartani a talaj nedvességtartalmát, biztosítva a növények számára a vízutánpótlást. A többlet vizet elvezeti, így az nem áll meg a felső rétegekben, nem telíti azt, amivel elzárna a gyökereket az oxigéntől, valamint szétáztatná, károsítaná a víz alatt álló talajréteg szerkezetét. Ezenkívül az optimális mértékű perkoláció segíti a tápanyagok eljutását a növényekhez, mivel a talajszelvényben lefelé, a gyökerek irányába szállítja, „bemossa” az alapvető tápanyagokat, melyek így könnyebben hozzáférhetővé válnak a növények számára.

A megfelelő vízáteresztő képesség meg tudja akadályozni a káros sófelhalmozódást is, mivel a talajszelvényben a csapadék lefelé mossa ezeket az ionokat, csökkentve a túlzott sókoncentrációt a gyökérzónában és enyhítve a növényeket érő sóstresszt. A megfelelő talajszerkezet hiányában azonban a csapadék nem csak a káros sómennyiséget, de a szükséges tápanyagokat is ki tudja mosni a talajból. A jó perkoláció segít továbbá a talajerózió mérséklésében és az értékes termőtalaj megőrzésében is, mivel az elnyelt víz nem fog a lejtős felszínen lefolyni, miközben hordalékként magával szállítja a feltalajt. Ezzel együtt szerepe van az egészséges víz körforgásban is azzal, hogy a felszín alatti vízkészletet bővíti, amely különösen fontos ott, ahol öntözésre is használják a talajvizet.

A talaj vízáteresztő- és befogadóképességét számos tényező befolyásolja, úgy, mint a talaj-szerkezet, szervesanyag-tartalom, és a nedvességtartalom. A homoktalajok könnyen áteresztik a vizet, viszont puffer kapacitásuk alacsony, így nem képesek azt megtartani. Míg a nagy agyagtartalmú talajok – amelyek általában tömörebbek – alacsonyabb pórustérrel, emiatt rosszabb vízáteresztő képességgel rendelkeznek, valamint a talajszemcsékhez erősebben kötődik a víz, így nehezebben hozzáférhető a növények számára. A szerves anyagokban gazdag, jó talaj-aggregátumokkal rendelkező talajok azok, melyek képesek biztosítani a víz beszivárgásához és tárolásához szükséges legjobb feltételeket. [47]

### 3.5 Állattartás integrálása

Az állattartás és a növénytermesztés integrálása, egy körforgásba való illesztése, visszatérő eleme a konvencionális szántóföldi növénytermesztés megreformálását célul kitűző koncepcióknak – így a regeneratív mezőgazdaságnak is. A nagyipari mezőgazdaság előretörésével az állattartás és a növénytermesztési agrárágazat szétcsatolódt, ami az addigi, a kölcsönösen hasznos gyakorlatok alkalmazását jelentősen erodálta. Ez mindkét ágazatban – de különösen a növénytermesztésben – hosszú távon jelentkező problémákat hozott a felszínre,

melynek legkézenfekvőbb megoldása, ha visszaállítják a két ágazat szinergiákra épülő együttműködését. [48]

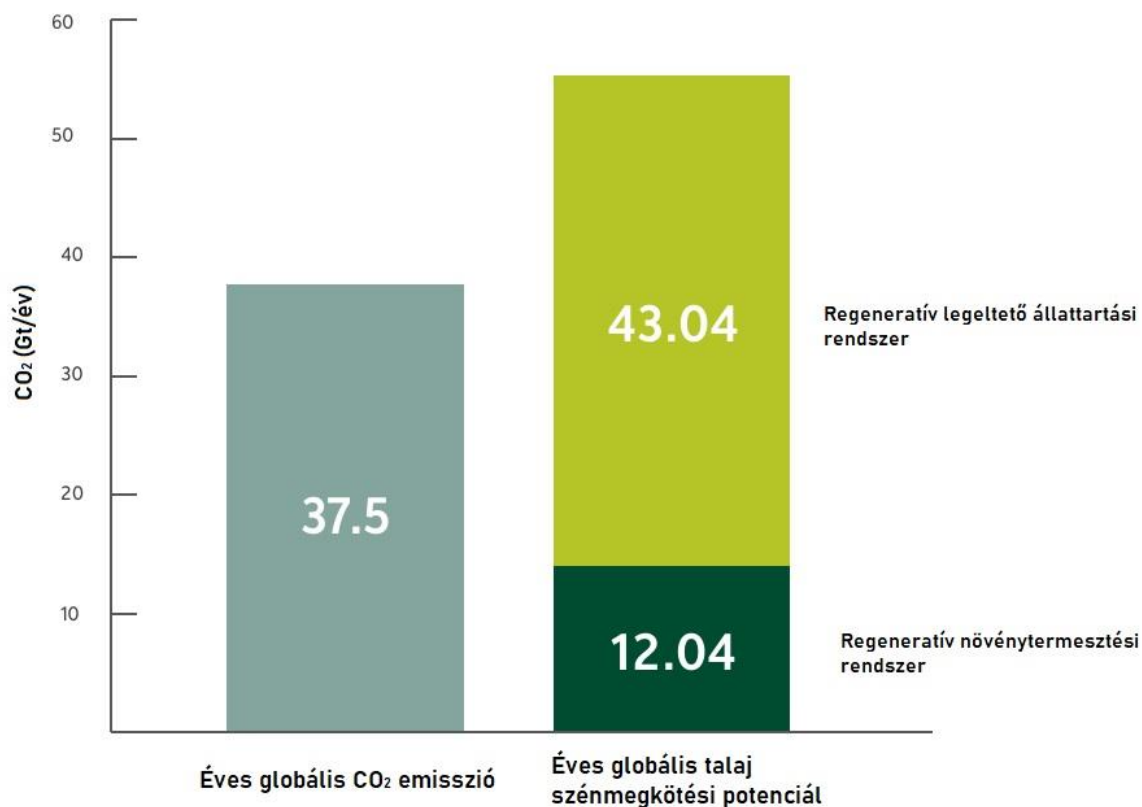
Az állattartás integrálásának számos hozadéka van, mind agronómiai, gazdasági és környezeti szempontból. Az egyik fő előnye a talaj egészségének és termékenységének javulása. Az állatállomány trágyát biztosít, amely gazdag szervesanyag- és tápanyagforrás, elősegíti a talajlakó mikrobák aktivitását és növeli a talaj szervesanyag-tartalmát, ezáltal javítva annak szerkezetét. A szerves trágya alkalmazása csökkenti az inputanyagoktól – elsősorban a műtrágyáktól – való függőséget, ami alacsonyabb költségeket és környezetterhelést eredményez. A legelésre fogott állatok a talajlevegőztetéshez és annak víz-átjárhatóságához is hozzájárulnak, ahogy körmükkel, patájukkal bemélyedéseket hoznak létre, feltörik talajfelszínt.

A talajra gyakorolt pozitív hatásán túl az állattartás integrálása a diverzifikáció, „több lábón állás” révén pénzügyileg is reziliensebbé teszi a gazdálkodást. Az állattartásból származó alternatív bevételi forrás stabilabb, kiszámíthatóbb jövedelmet tud generálni, így kompenzálni tudja a termés hozam vagy a piaci árak ingadozását. A két ágazat integrálásával egész évben termelhet a gazdaság és nem csak idényszerűen. Az állatállomány lehetővé teszi a rendelkezésre álló anyagok (növényi produktumok, -maradványok) hatékonyabb felhasználását. Pl. istállótrágyaként még értékesebb szervesanyag-forrást jelentenek a szántóföldön vagy alacsony terményárak esetén a termény takarmánnyként való felhasználása jobb megtérülést hozhat az állattartási ágazaton keresztül. Az állattartás segítségével a földhasználat is optimalizálható, mivel növénytermesztés szempontjából rossz adottságú területeken legeltetéssel nagyobb hatékonyságot lehet elérni. [49]

Kétségtelenül ez egy olyan gyakorlat, amit egy növénytermesztésre berendezkedett gazdaságnak komoly kihívást jelent adaptálni. Az állattartási ágazat egészen más megközelítést igényel mind munkaszervezés-ügyileg (nem csak idényben igényel sok munkát, hanem folyamatosan), nagyobb az élőerő igénye (több alkalmazott szükséges), kiterjedtebb infrastruktúrát igényel (az állattartáshoz szükséges épületek, gépek, berendezések) és nagy beruházás szükséges ez elindításához, ami gátat szabhat az elterjedésének, az erre való átállásnak. Azonban egy lépés lehet ezen gyakorlat felé, ha nem is egy gazdaságon belül, de növénytermesztő és állattartó gazdaságok társulni tudnak és megszervezik egymás között az erőforrások kölcsönösen előnyös cseréjét. Pl. a növénytermesztő gazdaság takarmányt és alomanyagot biztosít az állattartó telep számára, majd onnan istállótrágyát kap vissza.

A nehézségek ellenére azonban fontos ezt a gyakorlatot is mérlegelni, ugyanis a regeneratív mezőgazdaság célkitűzéseinek megvalósításában – mint a szén-megkötés, a talajegészség

visszaállítása és a biodiverzitás növelése – nagy szerepet játszik. Az ezzel kapcsolatos tanulmányok ugyanis azt mutatják, hogy az állattartás adta szinergiák kihasználásával lehet igazán jó eredményeket elérni a regeneratív gyakorlatok révén (4. ábra) [10].



**4. ábra: Szénmegkötési potenciál a regeneratív mezőgazdaság globális adaptálása esetén.**  
**Forrás: [10]**

### 3.6 További gyakorlatok a regeneratív mezőgazdaságban

Vannak olyan további mezőgazdasági gyakorlatok, melyeket szintén érdemes figyelembe venni, azonban kevesebb, a regeneratív mezőgazdasággal kapcsolatos publikációban jelennek meg. Ennek legfőbb oka lehet, hogy nagy az átfedés a már fentebb vázolt gyakorlatokkal és inkább egyfajta csoportosítási, hangsúlybéli kérdés, hogy bizonyos aspektusokra mennyire kívánják felhívni a figyelmet.

A legjelentősebb ezek közül, amire érdemes külön is kitérni, az a zöldtrágya növények alkalmazása, különösen a pillangós zöldtrágyázás. Ez egy olyan mezőgazdasági gyakorlat, amelyben bizonyos növényeket kifejezetten azzal a céllal vetnek el, hogy még a vegetációs időszakának egy közbelső szakaszában, virágzás előtt fizikailag terminálják azokat. Így a nagy tömegű biomassza lebomlása során a talaj szervesanyag-mennyiségét, ezáltal pedig szerkezetét és termőképességét javítja. Erre a célra a pillangósvirágúakat különösen alkalmassá teszi, hogy



gyökereiken megtelepszik a Rhizobium baktériumtörzs, mely képes a légköri nitrogén megkötésére. Így a növény nem csak szénnel gazdagítja, de ennek hatására nitrogén is felhalmozódik a talajban. Ez különösen előnyös abból a szempontból, hogy a talajban könnyen lemosódó nitrogén-készlet műtrágyával való pótlásának igényét csökkenti. A pillangósvirágúakon túl számos növény alkalmazását meg lehet fontolni zöldtrágyaként. A regeneratív mezőgazdaság szempontjait, pontosabban a talajbolygatás minimalizálására vonatkozó gyakorlatot szem előtt tartva azonban érdemes olyan növényt választani, mely eleve a talajfelszín alatt termel nagy biomasszát. Máskülönben, a zöldtrágyázás előnyei a felszín feletti növényi biomassza aláforgatásával aknázhatók ki hatékonyan. A zöldtrágyanövények ezen kívül a talajtakarást is biztosítanak, akár a terminálás után is, így az azzal járó előnyökből is profitálhat a terület, amelyen alkalmazzák. [50]

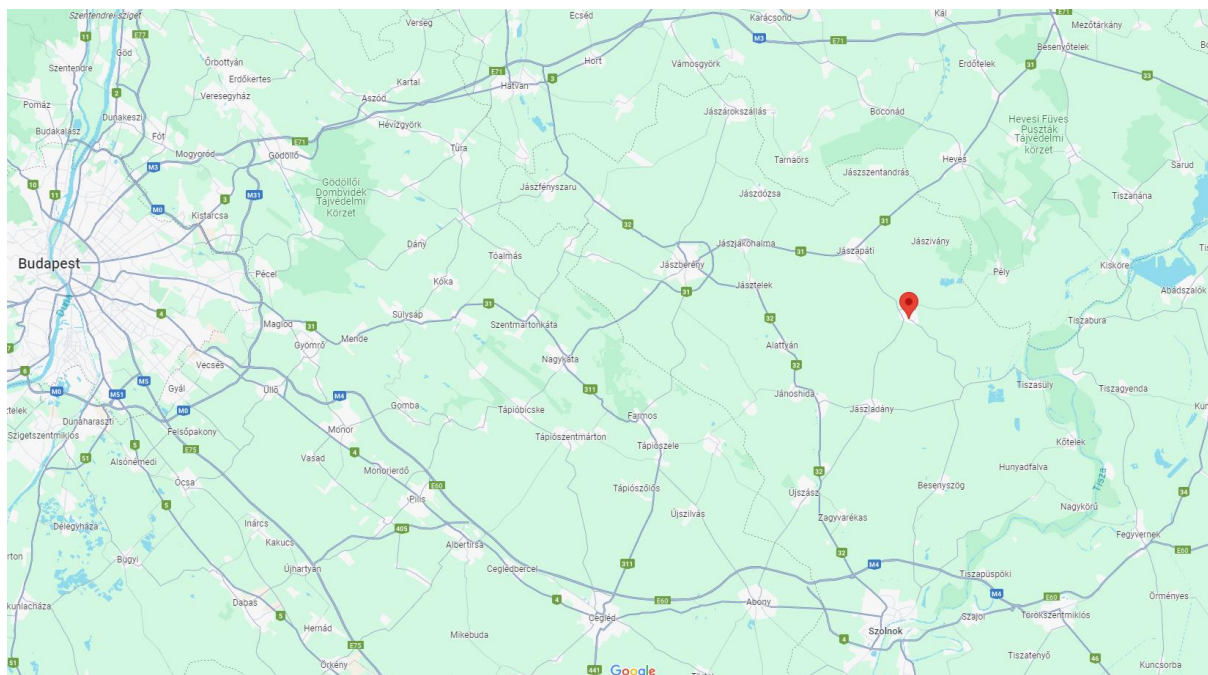
## 4 A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása, helyspecifikus adaptálása

A fejezet célja, hogy az előzőekben, általánosságban ismertetett gazdálkodási gyakorlatokat egy konkrét helyszínen, a helyi adottságokat figyelembe véve mutassa be. Igyekezve rávilágítani arra, hogy adott körülmények között melyek azok, amik jobban hasznosíthatóak és milyen kihívásokat jelenthet mások alkalmazása. A kiválasztott helyszín a Jászságban fekvő Jászkisér – mely a szerző szülővárosa<sup>2</sup>. Így az alábbiak jobb perspektívát nyújthatnak azzal kapcsolatban, hogy az elmélet hogyan ültethető át a gyakorlatba, milyen megfontolásokat érdemes megtenni. Ezzel útmutatást nyújtva a Jászkiséren, vagy akár máshol – de hasonló adottságú helyszíneken, hasonló körülmények között – az alapvetően szántóföldi növénytermesztés főprofilú gazdálkodóknak.

### 4.1 Jászkisér mezőgazdasági jellemzői, adottságai

#### 4.1.1 Általános leírás

Jászkisér a Jászságban, az Alföld északi részén helyezkedik el, lakossága a 2022. októberi népszámláláskor 4873 fő volt [51]. A legközelebbi nagyváros a megyeszékhely, Szolnok, közúton 35 km-es távolságra található. Jászkisér fővárostól való távolsága körülbelül 100 km-re tehető. Az országos úthálózat főbb vonalai közül legkönnyebben az M4-es autótér elérhető el (~30 km déli irányban), valamint az M3-as autópálya felől is megközelíthető a település egy nem sokkal hosszabb útvonalon (~ 50 km, északkeleti vagy északnyugati irányban). (5. ábra)



5. ábra: Jászkisér városának földrajzi elhelyezkedése.

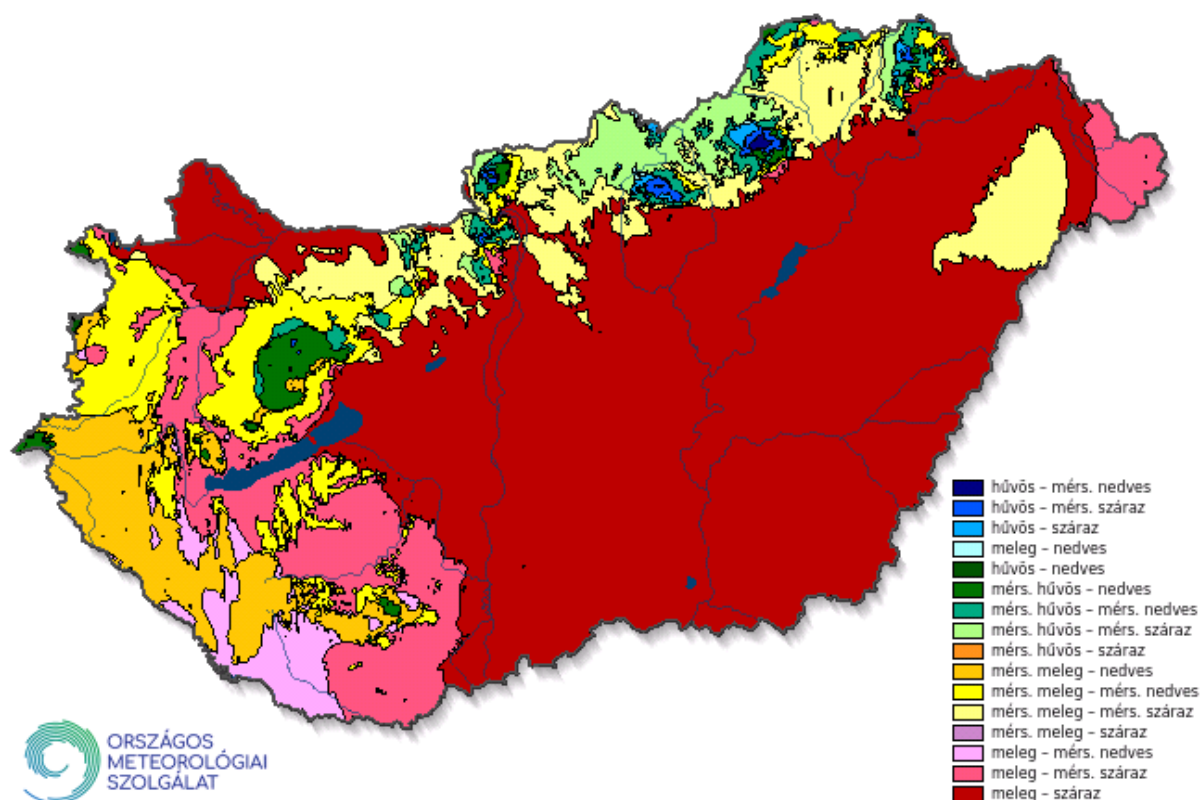
<sup>2</sup> 2009. július 1. óta város, előtte nagyközség.

A Jászkisérhez tartozó, mezőgazdasági művelésbe vont területek nagysága körülbelül 10 000 ha, melynek túlnyomó többsége szántó. Ebből öntözhető terület 7400 ha, amely 48,3 km hosszúságú kettős működésű (öntöző és belvíz levezető) csatornából és 8,8 km-nyi öntözőcsatornából kapja a vízutánpótlást.

#### 4.1.2 Időjárási, éghajlati jellemzők

A térséget a Péczy-féle éghajlati osztályozás szerint a „meleg – száraz” kategóriába lehet besorolni (6. ábra). A Szolnokon mért éghajlati jellemzők jól reprezentálják a jászkiséri éghajlati viszonyokat is. A 2001-2020 közötti éveket tekintve, az évi átlagos napfénytartam 2200 órára tehető, átlagosan 4910 MJ/m<sup>2</sup> összegű éves globálsugárzással, mely legnagyobb értékét júliusban (700+ MJ/m<sup>2</sup>), legalacsonyabb értékét pedig december-januárban (100-120 MJ/m<sup>2</sup>) éri el [52].

Magyarország éghajlati körzetei (1991-2020)

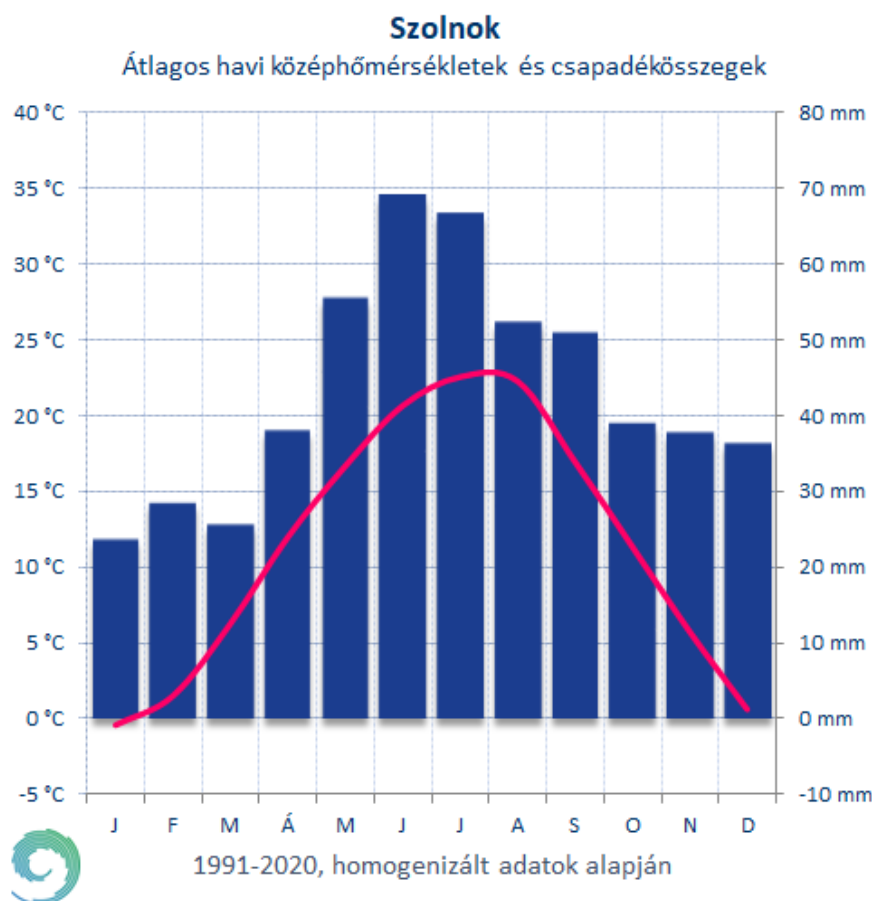


6. ábra: Magyarország éghajlati körzetei 1991-2020 időszakban Péczy osztályozása alapján.  
Forrás: [53]

Az uralkodó szélirány a nyugati (21%), de majdnem ilyen gyakori a déli szélirány is (19%). Az átlagos szélesség közelítőleg 3 m/s. A 1991-2020 közötti időszak tekintetében az átlagos évi

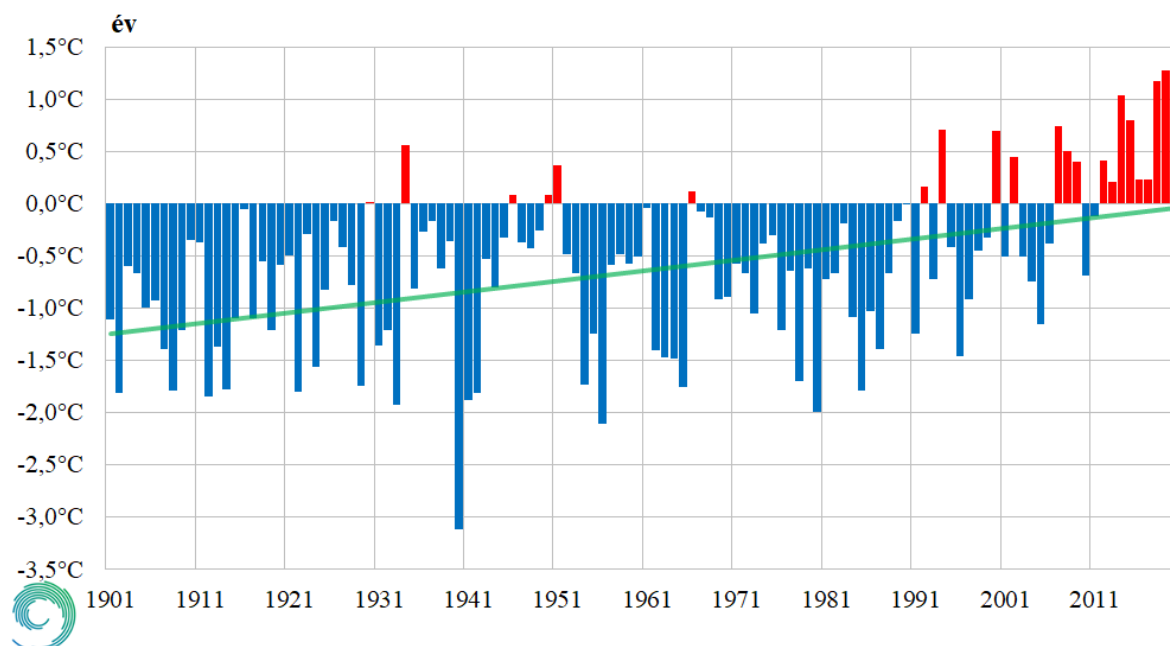
csapadékösszeg 522 mm volt. Jellemzően a nyári időszakra esett a csapadék nagyobb része és a téli időszak volt szárazabb (7. ábra).

A klímaváltozás ebben a térségben komoly befolyást gyakorol az éghajlati tényezőkre. Magyarország és különösen az Alföld viszonylatában a klímaváltozás legfontosabb következményei az átlaghőmérséklet növekedésében (8. ábra), a csapadékos napok számának csökkenésében (9. ábra) és az eloszlásának kedvezőtlen irányú megváltozásában nyilvánul meg. Valamint egyre gyakoribbak a szélsőséges időjárási jelenségek, különösen az aszályos napok emelkedett száma a vegetációs időszakban. Ezt az is jól mutatja, hogy Jászkisér térsége a 2. ábrán vázolt Péczely osztályozás alapján az 1961-1990 közötti időszakban még a „mérsékelt meleg – mérsékelt száraz” kategóriához tartozott. [53]

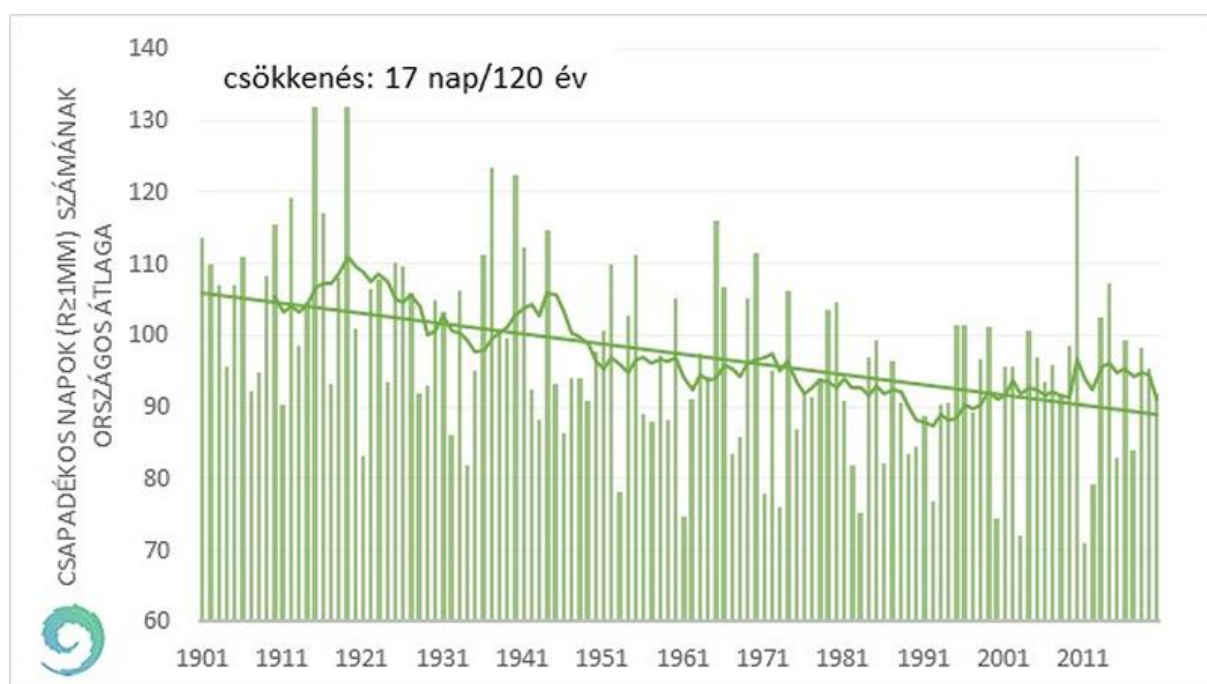


7. ábra: Az átlagos havi középhőmérséklet és csapadékösszeg 1991-2020 között Szolnokon.

Forrás: [52]



8. ábra: Magyarország éves középhőmérsékletének eltérései (°C) az 1991–2020 időszak átlagához viszonyítva. Forrás: [54]



9. ábra: A csapadékos napok ( $R \geq 1\text{mm}$ ) számának országos átlaga, annak tízéves mozgó átlaga és a becsült lineáris trend az 1901–2020 időszakban. Forrás: [54]

#### 4.1.3 Talajtani adottságok

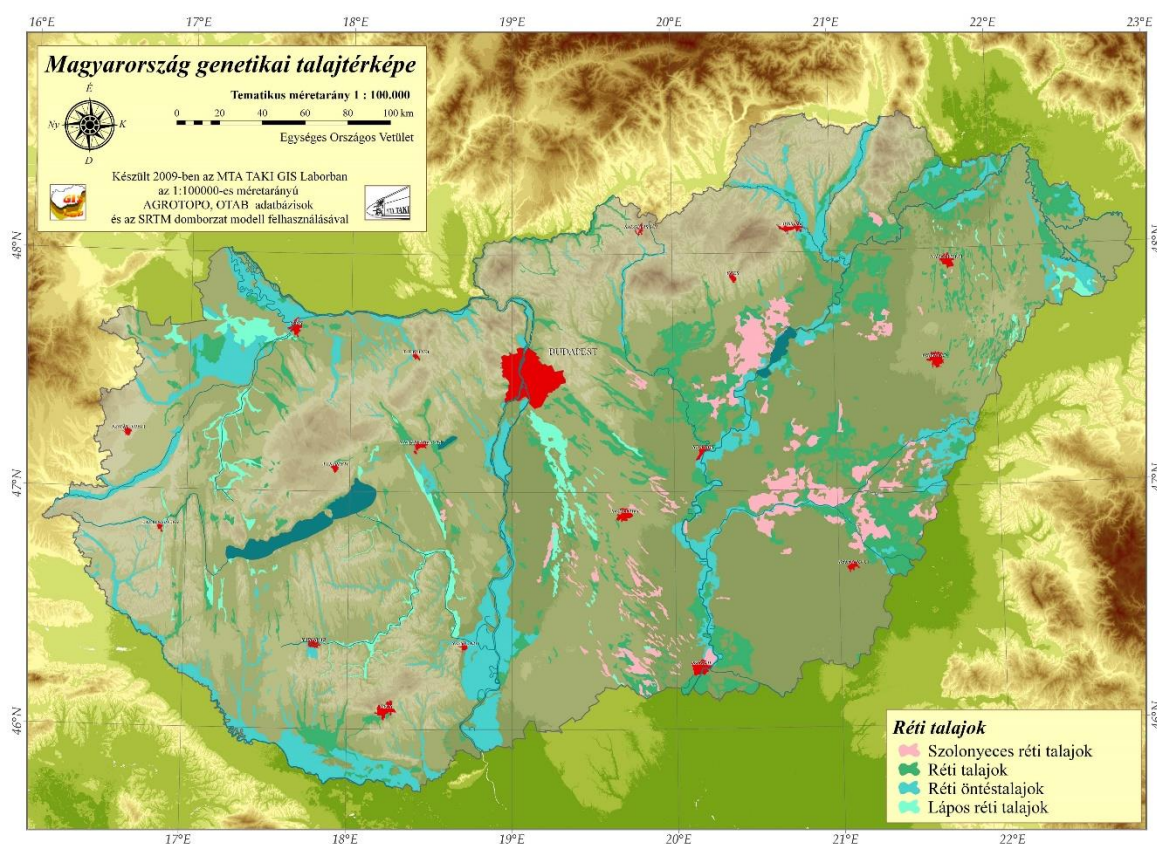
A területen jellemző genetikai talaj főtípus alapvetően a réti talaj. Számottevő még ennek enyhén szikesedő altípusa, a szolonyeces réti talaj (10. ábra).

A réti talajok keletkezésében a víz fontos szerepet játszik. A magas talajvíz szint és/vagy az időszakos vízborítás következményeként alakult ki jellegzetes szerkezete és összetétele. Fizikai tulajdonságait leginkább a magas agyagtartalom határozza meg. Jellemzően a közép-kötöttől a



kötöttig terjedő skálán helyezkednek el, tehát magas Arany-féle kötöttségi számmal rendelkeznek. Művelésükhöz emiatt nagyobb vonóerő szükséges a többi termőhelyi kategóriához képest. A vízháztartása kedvezőtlen, a vízáteresztő képessége gyenge. Ebből kifolyólag a csapadék lassan szivárog le a mélyebb rétegekbe, nagyobb mennyiség esetén összefüggő vízfelület alakulhat ki a felszínén – bár földrajzi adottságaiból adódóan, a szintkülönbségek hiányában, szerencsére, a vízerózió okozta problémák nem merülnek fel. Száraz időben viszont a felszínen lévő talajréteg nagyon hamar kiszárad, míg a mélyebben lévő rétegek még bőven a műveléshez szükséges optimális felső határnál magasabb nedvességtartalommal rendelkeznek. Szintén az agyagtartalomhoz köthető tulajdonság, hogy a víztartalom függvényében duzzadásra és zsugorodásra hajlamos, ami a talaj makro- (repedések) és mikroszerkezetére (tömörödés) nézve is hátrányos. A művelhetőséghez tartozó optimális nedvességtartomány meglehetősen szűk. Kora tavaszi vetésű vagy időszakos túlnedvesedést nem kedvelő növények termesztésére nem ajánlott. Ezen tulajdonsága miatt a köznyelvben perctalajnak is nevezik.

A réti talajok szervesanyag- és humusztartalma általában magas, azonban a tápanyagok erősen kötődnek a talajkolloidokhoz, a tápanyag-feltáródás gyenge.



10. ábra: Magyarország genetikai talajtérképe – réti talajok. Forrás: [55]

A szolonyeces réti talajok további jellemzője a főtípushoz képest, hogy enyhe sófelhalmozódás, szikesedés társul a talajképző folyamatokhoz. Ennek okán a réti talajra jellemző humuszos, fekete, barnásfekete A-szintet egy hasábos, gyengén oszlopos B-szint követ, ahol a nátriumban gazdagabb réteg megjelenik.

A Jászkisér határában található szántók hektáronkénti aranykorona értéke – nagyon kevés kivételtől eltekintve – a 15-25 AK tartományba esik.

A 11. ábra egy talajvizsgálati laborjegyzőkönyvet mutat, melyen egy, a térség talajának jellegzetességeit hordozó tábla eredményei láthatók. A humusztartalom 4,3 m/m%, ami magasabb, mint ami akár a jobb termőhelyi kategóriákat, pl. a csernozjomot jellemzi. Az 56-os Arany-féle kötöttségi szám pedig kimondottan kötött talajt jelent. A talaj pH enyhe savasságot mutat, emiatt a nitrogén műtrágya használatával körültekintően kell eljárni. A vízben oldható összes só 0,08 m/m%-ot tesz ki, ebből azonban a nátrium mindössze 34 mg/kg (azaz 0,0034%). Tehát a feltalaj nem különösebben terhelt sóval. A mélyebb rétegekben talajvizsgálat nem történt, így messzebbmenő következtetést a szikességgel kapcsolatban nem lehet ez alapján levonni. A tábla a Hanyi-Tiszasülyi árvízszint-csökkentő tározó gátja tövében található, a tározó területén belül. A gát mellett húzódó csatorna megépítése némileg emelte a talajvíz szintjét, ami a kapillárisokon keresztül felszivárgó víz által a szikesedés veszélyét hordozza magában.

Minta származási helye: Jászkisér  
Minta típusa: talaj  
Hrsz: 0591/5  
KET azonosító: 90714705  
Parcellaszám:

| Vizsgált paraméterek                                            | Mérési eredmények |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Vevő azonosítója</b>                                         | <b>Szántó11</b>   |
| Szint mélysége [cm]                                             | 0-30              |
| Laborazonosító                                                  | 22/29832          |
| Parcella MEPAR kódja                                            | UE0T4L19          |
| Tábla neve                                                      | szántó11          |
| Tábla területe (ha)                                             | 4,5400            |
| pH (KCl 1:2,5) [-]                                              | 5,37              |
| Arany-féle kötöttségi szám [K <sub>A</sub> ]                    | 56                |
| Vízben oldható összes só [m/m%]                                 | 0,08              |
| Szénsavas mész [m/m%]                                           | <0,1              |
| Humusz [m/m%]                                                   | 4,3               |
| Nitrogén-nitrit+nitrát (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.] | 5                 |
| Magnézium (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]              | 973               |
| Kén (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]                    | 1,9               |
| Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]          | 615               |
| Nátrium (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]              | 34                |
| Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]     | 109               |
| Réz (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]             | 6,4               |
| Mangán (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]          | 31                |
| Cink (kálium-kloridos EDTA oldható) [mg/kg légsz.a.]            | 1,3               |

11. ábra: A 0591/5 sz.tábla talajvizsgálati jegyzőkönyvének kivonata. A vizsgálat a talaj felső 30 cm-ére terjedt ki.



#### 4.2 A regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok adaptálásának lehetőségei a jászkiséri viszonyokra

A 3.1 fejezetben ismertetett, a művelési menetszámok csökkentését célzó agrotechnika létjogosultsága nehezen kérdőjelezhető meg a jászkiséri talajadottságok fényében. Nyilvánvaló, hogy a területet jellemző kötött, réti talajon a kevesebb menetszámban végzett talajművelés arányaiban nagyobb energia- (üzemanyag) és gépamortizáció-megtakarítást eredményez más, kevésbé kötött talajszerkezeti adottságokkal rendelkező helységekhez képest. Így, gazdasági szempontból már csak ebből kifolyólag is nagyobb előnyre tehetnek szert a gazdálkodók a gyakorlat bevezetésével a konvencionális, sokmenetes művelést gyakorló itteni gazdátársakkal szemben.

A min-till irányába való első lépésként a legkézenfekvőbb gyakorlat a forgatás nélküli talajművelés adaptálása, a szántás elhagyása. A szántás évszázados távlatban tekintve is az alpművelés egyetlen módját jelentette a gazdaságokban, de a többi agronómiai műveletre – pl. tarlóhántás – is gyakran alkalmazták, így szorosan összefonódott a gazdálkodói szemlélettel, hogy szántás nélkül nincs földművelés. Azonban napjainkra világossá vált – különös tekintettel az éghajlatváltozás hatásainak figyelembevételével –, hogy a rendszeres talajforgatás számos negatív hatással bír a talajra, és tágabb körben az egész környezetre. Hazai viszonylatban ezzel a problémával a szélesebb publikum Gyuricza Csaba, a MATE rektorának nagy visszhangot kiváltó, 2023-ban a 24.hu-nak adott nyilatkozata után szembesült. Ebben az hangzott el, hogy „A legkártékonyabb eljárás ebből a szempontból a szántás. [...] Ezzel szemben ma már azt mondom, hogy a szántást államilag be kellene tiltani és nagyon súlyos szankciókkal sújtani...”. [56]

A szántással való talajművelés számos negatív hatással bír, ezek közül, ami a legkönnyebben észlelhető – mivel hamar kialakul és komoly hatást gyakorol a talajállapota – az az ún. eketalp. Az eketalp egy tömörödött réteg a művelés mélységében, a barázda alján, aminek kialakulása és súlyossága számos tényező függvénye (pl. optimális nedvességtartományban történt-e a művelés, rendszeresen azonos mélységben szántottak stb.), de a szántásnak alapvető „mellékhatása” ez a talajdegradációs folyamat. Egy ilyen, a felszín alatt 20-25 cm-re található tömör réteg teljesen tönkretesz a talaj vízháztartását, gyakorlatilag kiiktatva a 3.4 fejezetben kifejtett nedvesség elvezető, -tároló, és -szolgáltató funkcióit. Ebből eredően nagyobb csapadék érkezése esetén vízállásos területek alakulnak ki, ami szétáztatja a talajszerkezetet, ha pedig vegetációs időben történik, a növényeket is elpusztíthatja azzal, hogy elzárja a gyökereket az oxigéntől. Szárazabb, aszályosabb időszakban pedig ugyanezen okból kifolyólag nem képes a

víz a mélyebb rétegekből felfelé mozogni – bár nincs is akkora tartalék a talajban, ha már eleve nem sikerült azt a vízzáró, tömörödött réteg miatt feltölteni. Így a növények érzékenyebbé válnak a csapadék hiányára, lerövidül az az időszak, amit elviselnek anélkül. Mind a többlet csapadék elvezetése, mind a nagyobb öntözési igény többlet ráfordítást igényel a gazdálkodó részéről, miközben az eketalp hiánya mindkét problémát egyszerre enyhítené. Az eketalp rétegen a növények gyökerei sem tudnak áthatolni, ami nem csak a vízfelvételt, de a tápanyagokhoz való hozzáférést is hátrányosan érinti. Valamint a fizikai stabilitásukat is rontja, ha nem képesek a gyökerek elég mélyen megkapaszkodni a talajban [48].

A talajforgatás további problémákat is felvet a talajegészséggel kapcsolatban, ugyanis felborítja a kialakult talajéletet. A mélyebben található, anaerob mikrobákat felszínre hozza, míg a talajfelszín közelben élő aerob életformákat aláforgatja, így csökkentve a talajéletet és annak biodiverzitását. Ez hosszabb távon a talaj szervesanyag-készletének csökkenésével, ezáltal szén-dioxid felszabadulással jár, tehát nem csak elszenvedti a klímaváltozás hatását a gazdálkodó, de okozója is lesz annak. A csökkenő szervesanyag-tartalom a talajszerkezetre is károsan hat, roncsolja a talaj-aggregátumokat. Így elkezdődik a struktúra aprózódása, porosodása, ami hajlamosabbá teszi a tömörödéssre, rontja a vízháztartást és kitettebb lesz a deflációnak. A hatást tovább erősíti, hogy a felszín aláforgatásával a talaj fedetlen marad, így hamarabb kiszárad. Figyelembe véve a réti talajok egyébként is magas agyagtartalmú, tömörödéssre hajlamos, szárazon betonkemény tömbökké összeálló szerkezetét, ezt különösen érdemes kerülni. A 12. ábrán látható egy Jászkisér dél-keleti részén található, 2023 őszén, középmedylen megszántott tábla. A szántás idején a talaj nedvességtartalma nyilvánvalóan nem volt a műveléssre alkalmas tartományban. Ezt fokozva, még a talajfelszín lezárásáról sem gondoskodtak. 50-100 kg-s „szalonnákat”, rögöket lehetett egyben megmozdítani (13. ábra). A területen jól látható, milyen problémákat tud okozni a szántás, főleg ha az nem is szakszerűen lett elvégezve.



**12. ábra: Közép-mélyen megszántott tábla 2023 októberében. Csapadék akkor már hetek óta nem esett, a talaj nem volt alkalmas állapotban erre a talajmunkára és utólagos elművelés, talajlezárás sem történt.**

Talajkímélőbb megoldást nyújt – ha szükséges talajművelést végezni – a megfelelő kialakítású kultivátor vagy esetleg a tárcsa. Az ezekkel végzett talajmunkák kisebb talajbolygatást okoznak, valamint a talajfedést is kevésbé szakítják fel – bár kétségtelenül rontják –, mint egy szántással végzett művelet. A művelést szárazabb talajállapot mellett lehet elvégezni – a kultivátor esetén szélesebb nedvesség-tartományban is – és nem járnak akkora talajnedvesség veszteséssel sem. A kultivátornak ráadásul talajlazító hatása is van, ami kimondottan hasznos a kötött, könnyen tömörödő talajon. A tárcsázás hatására viszont szintén kialakulhat egy tömörödött réteg – az eketalp mellett a tárcsatalp kifejezés is létezik – így annak alkalmazásánál körültekintőbbnek kell lenni.



**13. ábra: Közép-mélyen megszántott tábla 2023 októberében. A talaj nem volt alkalmas állapotban szántásra. 50-100 kg-s „szalonnákat”, rögöket lehetett egyben megmozdítani.**

A talajművelés minimalizálásának alkalmazását indokolja, hogy a réti talajoknál a művelhetőség szempontjából optimális talajparaméter tartomány (elsősorban a nedvesség) meglehetősen szűk. Ebből kifolyólag az időszak is rövid, ami megfelelő talajmunkát enged. Mivel a tavaszi időszakban amúgy is kevesebb idő áll rendelkezésre a vetés előtti talajművelésre, az is előfordulhat, hogy akkor nem fog előállni olyan talajállapot, amire rá lehet menni a munkagéppel. Eleve érdemes tehát úgy tervezni, hogy erre ne is legyen szükség, ami a talajbolygatás csökkentésével sokkal egyszerűbb, a no-till-nél pedig nem is merül fel.

A no-till, azaz a talajművelés teljes elhagyása azt feltételezi, hogy a szántón nem történik konvencionális talajművelés [34]. A vetés egy speciális vetőgéppel történik (direktvetőgép), ami az előkészítetlen talajban is megfelelően el tudja helyezni a növény magját. A



direktvetőgépek nagy csoroszlyanyomást alkalmaznak, hogy a bolygatatlan talajban is tudjanak vetőárkot nyitni a mag földbe helyezéséhez. A gazdálkodási rendszernek nagy szakirodalma alakult már ki, ami részletes útmutatást adhat az azt adaptálni szándékozónak. Érdekes azonban kiemelni, hogy aki ezt a Jászkiisért jellemző talajtípuson kívánja alkalmazni, az milyen kihívásokkal fog szembesülni.

A nagy kötöttségű, agyagos talajokon ugyanis nagyobb kihívás elérni azt a talajállapotot, amin a direktvetőgép hatékonyan tud dolgozni. Ez különösen az elején, az átállás során fog nehézséget okozni, mikor még nem tudtak érvényesülni a talajszerkezet javítását célzó gyakorlatok. És a későbbiekben is sok függ attól, hogy mennyire sikerül elérni ezt a szerkezeti javulást. A nagy csoroszlyanyomás ráadásul eleve tömöríti a talajt, tovább fokozva ezt a problémát.

Általánosan is elmondható, hogy ezeken a réti talajokon a talajlazítással járó művelés nehezen elhagyható. Ezt időnként alkalmazni szükséges ahhoz, hogy az agyagos talaj tulajdonságaiból fakadó tömörödési hajlam ellensúlyozva legyen, a megfelelő vízáthárítást biztosítsuk és a növények számára is olyan, kevésbé tömörödött állapotba kerüljön a talaj, ami megengedi a gyökerek növekedését és a csíra felszínre jutását. Sekély- és közép-mély lazításhoz megfelelő lehet egy kultivátor, nehéz kultivátor, de néhány évente (kb. 3-5 év) szükség lehet a mélylazítóra is.

Figyelembe véve a direktvetőgép talajtömörítő hatását, az időnkénti lazítás elkerülhetetlennek tűnik, ami viszont a művelési rendszer „no-till”-ségét kérdőjelezi meg. Összességében elmondható, hogy aki ilyen körülmények között teljesen el akarja hagyni a talajbolygatást, annak nagyon alaposan fel kell készülnie és jól meg kell tervezni a gazdálkodási rendszerét, aminek a fókuszában a talajtömörödést elősegítő, azt eredményező gyakorlatok, tevékenységek lehetőleg nem, vagy minél kisebb mértékben szerepelnek.

Érdekes még szót ejteni a strip-till agrotechnikáról is. Magyarul sávművelésnek nevezett technológia lényege, hogy a talajművelés csak egy sávban történik, ahova a vetés kerül. Ez, természetesen, nagyobb sortávolságra vetett növénykultúráknál valósítható meg, szűk sortávnál, mint amilyen a kalászosoké, nem járható út. Az agrotechnika kifejlődése is Észak-Amerikához köthető, ahol hatalmas összefüggő területeken természetesen monokultúrában kukoricát. A sorközök így bolygatatlanok maradnak, folyamatos takarással, csak a művelt sávokon történik szezonális talajművelés. Ezzel, jó esetben kombinálni lehet a két művelési rendszer előnyeit, mert, míg a bolygatás nem terjed ki a tábla teljes felületére, addig vetőmag

profitálhat abból, hogy a meghúzott sávok fedetlen talajfelszíne hamarabb átmelegszik – ez a mérséklet övi éghajlaton jellemző hőmérsékletek mellett előnyös a kelés szempontjából. [57]

Ennek jászkiséri viszonylatban való adaptálása is kihívásokkal terhelt, amit mindenképp figyelembe kell venni ahhoz, hogy alkalmazása elérje a megvalósítandó célt és a talaj is, valamint a gazdálkodó is profitáljon belőle. Egyik, nyilvánvaló probléma, hogy a monokultúra nem kompatibilis a regeneratív mezőgazdasággal, sem az Európai Unió mezőgazdasági támogatási irányelveivel, a vetésváltás során pedig szükségszerűen olyan kultúrát is vetni kell majd a sávművelt területen, amely mellett a sávok nem tarthatók fent. Másrészt, mivel a sávműveléssel kompatibilis, kapás sortávra vethető kultúrák túlnyomó többsége – az őszi káposztarepce kivételével – tavaszi vetésű, felmerül a már no-till-nél is említett gond, hogy tavasszal nem mindig áll elő olyan talajállapot, ami lehetőséget adna talajművelésre. Így emiatt már ősszel meg kell húzni a sávokat. Ezzel, egyrészt hónapokra megszűnik a talajtakarás és annak minden előnye, másrészt kockázatot jelent a vetés szempontjából a talajművelés és a vetés közti nagy idő miatti talajállapot változás. Továbbá, a sávművelő gépek általában kombinálva vannak a vetőgéppel a menetszám csökkentés miatt. Kvázi a direktvetőgépre szerelnek még egy lazítókést is. Az előbbi az okból kifolyólag ilyen gép használata nem ajánlott.

A talajtakarással kapcsolatban a 3.2 fejezetben kifejtett előnyök mellett érdemes megemlíteni egy komplikációt is. Az agyagos talaj – ahogy a 4.1.3 fejezetben már kifejtésre kerül –, ha nedvességet kap, akkor az nagyon lassan szivárog lefelé a szelvényben. Így, ha esőt éri, akkor a felső réteg átázik, túlzottan nedves lesz, míg alatta néhány centiméterrel már szinte száraz talaj található – és fordítva, a nedves talaj teteje hamar kiszárad, míg egy kicsit mélyebben még túl sok nedvességet tartalmaz. A szármaradványok felszínen hagyása az előbbi esetben nehezíti a talajművelést, a fedés alatt lévő felszín ugyanis így jóval lassabban szárad meg és a szármaradványokkal együtt egy csúszós réteget alkot, amin az erőgép megcsúszik és csak „elkeni”, „gyúrja” a talajfelszínt, miközben effektív talajmunkát nem tud végezni. Ez a hatás így tovább rövidítheti a gyakran egyébként is szűk időintervallumot, amikor optimális talajművelés végezhető.

Más, a 3. fejezetben említett gyakorlatok alkalmazása nem ütközik komolyabb, helyspecifikus agronómiai kihívásokba. Természetesen a vetésváltásnál figyelembe kell venni a termesztendő növények körének meghatározásánál, hogy milyen kultúrák képesek jól fejlődni vagy tolerálni az ottani viszonyokat. A laza talajt és nagy mennyiségű csapadékot igénylő növények így nagyjából kiszóródnak. A mikro- (baktériumok, gombák) és makro-talajéletért (giliszták),

valamint a vízháztartás javítása érdekében pedig leginkább a fentebb vázolt agrotechnika alkalmazásával lehet a legtöbbet tenni. Az állattartást tekintve pedig figyelembe lehet venni, hogy a növénytermesztés szempontjából legrosszabb adottságú területek esetleg legelővé alakíthatók, azonban a gazdasági megfontolásoknak is szerepet kell adni, mint környékbeli infrastruktúra (pl. vágóhidak) és felvevőpiaci lehetőségek.

## 5 Következtetések és javaslatok

A szakirodalmi áttekintést követően levonható a konklúzió, hogy a regeneratív mezőgazdaság:

- Fogalma folyamatosan fejlődött, a '90-es évektől érte el jelenlegi tartalmát, de nem rendelkezik szigorú, közmegállapodáson alapuló definícióval.
- Fő célkitűzései, hogy választ adjon az éghajlatváltozás okozta kihívásokra és a talajok romlásának tendenciáját megfordítsa. Ebben kulcsszerepet játszik a talajban történő szénmegkötés és a talajélet, a talajbiodiverzitás növelése.
- A célkitűzései eléréséhez mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazását írja elő, melyek a
  - a talajbolygatás minimalizálása, elhagyása;
  - a talajtakarás alkalmazása;
  - a biodiverzitás növelése;
  - a talaj vízháztartásának, víz befogadóképességének javítása;
  - az állattartás és növénytermesztés integrálása.
- A regeneratív mezőgazdaság által támogatott gyakorlatok nem új technikák, azok rendszerben történő alkalmazása azonban szinergista előnyöket eredményezhet.

A regeneratív mezőgazdaság alkalmazása Jászkisér mezőgazdasági adottságai között is előnyökkel szolgálhat, adaptálása javasolt. Azonban a helyi körülményeket – elsősorban az egyre szárazabb időjárást és a kötött, réti talajtípust – is figyelembe kell venni, hogy előnyeik megmutatkozhassanak, mind környezeti, mind gazdasági szempontból:

- A talajbolygatás minimalizálása kimondottan előnyös, azonban a lazítás a tömörödéssre hajlamos talajon időnként szükségessé válhat. Így a közép-mély- és mélylazító, valamint a kultivátor és/vagy a nehézkultivátor alkalmazása nehezen elkerülhető. Ebből kifolyólag a no-till adaptálása is nehezen indokolható.
- A talajtakarás, előnyei mellett megmutatkozhatnak – a rossz vízháztartásból fakadó – hátrányok is, pl. a felszín alatt lévő réteg relatív szárazsága ellenére is nedves talajfelszín a takarás alatt. Ez tovább rövidíti a réti talajon egyébként is rövid ideig fennálló, művelésre optimális időablakot.
- Minden olyan gyakorlat, ami talajlazítást eredményez, különösen ajánlott, így pl. a takarónövények alkalmazása, hogy azok élő gyökereikkel a talajszerkezetet javítsák vagy zöldtrágya növények alkalmazása – főként a felszín alatt nagy biomasszával rendelkező fajták.



## 6 Összefoglalás

A klímaváltozás negatív hatása a mezőgazdaságra évtizedes visszatekintésben is érzékelhető – elsősorban az időjárási extrémumok gyakoriságában. Azonban a hatás nem csak egyirányú, a mezőgazdasági termelés is befolyásolja az éghajlati tényezőket. A regeneratív mezőgazdaságot sokan, sokféleképp próbálták már definiálni, azonban mindegyik megközelítésben közősek a célkitűzések: a talaj termékenységének helyreállítása a talajélet javításával, a klímaváltozás hatásának mérséklése a légköri szén-dioxid megkötése által és a növénytermesztés időjárási tényezőkkel szemben ellenállóképesebbé, reziliensebbé tételével, valamint a külső inputanyagoktól (műtrágyák, növényvédőszer) való függőség csökkentése. Ennek elérése érdekében a regeneratív mezőgazdaság gazdálkodói gyakorlatokat fogalmaz meg, melyek alkalmazása nem csak közelebb visz a kitűzött célokhoz, de számos előnyt tartogat a gazdaság számára, végső soron profitábilisabbá téve azt.

Ezek a gazdálkodói gyakorlatok a talajbolygatás minimalizálása vagy teljes elhagyása, a talajtakarás alkalmazása, a biodiverzitás – a biológiai sokféleség – elősegítése, mind a talajfelszín alatt és felett, a talaj vízháztartásának javítása és az állattartás és növénytermesztés integrálása. Ezek a gyakorlatok önmagukban nem mennek újdonságszámba, évtizedes – ha nem évszázados – múlta tekintenek már vissza. A regeneratív mezőgazdaság azonban felismerte ezen gyakorlatok együttes alkalmazásának előnyeit, a szinergista kölcsönhatásukat, ami elegendő potenciállal bír ahhoz, hogy a leromlott talajokat helyreállítsa, miközben az éghajlatváltozás tendenciáját is pozitívan befolyásolja.

Jászkisér – az észak-alföldi település mezőgazdasági adottságai nem a legkedvezőbbek, ráadásul az éghajlatváltozás hatásának is fokozottan ki van téve, mely az emelkedő átlaghőmérsékletben, a csökkenő csapadékmennyiségben és annak egyre extrémabb eloszlásában (vegetációs időszak aszályossága, nagy mennyiségű csapadék azon kívül) nyilvánul meg. A területen jellemző réti- és szolonyeces réti talajok – tulajdonságaikból fakadóan – további kihívásokat tartogatnak az ott gazdálkodóknak.

A regeneratív mezőgazdaság által hangsúlyozott gyakorlatok azonban megoldást jelenthetnek ezekre a problémákra. Nagyon fontos azonban, hogy ezek helyesen, a terület – időjárási, talajtani stb. – adottságait figyelembe véve kerüljenek adaptálásra, különben az alkalmazásukból fakadó előnyök elsikkadnak. A talajbolygatás csökkentése az ilyen nehezen művelhető talajokon határozottan előnyös. Azonban az időnkénti talajlazításra az agyagos, tömörödésre hajlamos talajösszetétel miatt nagy valószínűséggel szükség lesz. A talajforgatás elhagyásának ilyen körülmények között szinte csak előnye van, a kultivátorral való talajmunka

azonban számos pozitív hatással járhat. A no-till adaptálása ilyen nagy kötöttségű talajon komoly kihívásokba ütközhet. Alkalmazása nagy körütekintést igényel, de időnkénti talajlazítás nélkül megkérdőjelezhető a hatékonysága. A regeneratív mezőgazdaság más gyakorlatait azonban kevésbé befolyásolják a helyi agronómiai adottságok.

## 7 Irodalomjegyzék

- [1] Giller K. E., Hijbeek R., Andersson J. A., Sumberg J.; Regenerative Agriculture: An agronomic perspective; Outlook on Agriculture, 2021, Vol. 50(1) 13-25
- [2] <https://www.nestle.hu/talajmegujito-mezogazdasag>
- [3] Burgess P.J., Harris J., Graves A.R.; Regenerative Agriculture: Identifying the Impact; Enabling the Potential, 2019, Report for SYSTEMIQ. Cranfield: Cranfield University
- [4] Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342. doi: 10.1038/nature10452
- [5] Shaxson, F., Tiffen, A., Wood, A., Thurton, C., 1997. Better land husbandry: rethinking approaches to land improvement and the conservation of water and soil. In: *Natural Resource Perspective*, Vol. 19. Overseas Development Institute, 4 pp.
- [6] Coleman, D.C., Crossley Jr., D.A., 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego, CA, 205 pp.
- [7] Hobbs R.; Managing the whole landscape: historical, hybrid and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and Environment*. 12, 557 – 564. 2014.
- [8] Giller K.; Why the Buzz on Regenerative Agriculture?, *Growing Africa*, May 2022, Issue 1
- [9] Ken E. Giller, Jens A. Andersson, Marc Corbeels; Beyond conservation agriculture, 2015, *Frontiers in Plant Science* 6. Article
- [10] J. Moyer, A. Smith, Y. Rui, J. Hayden; Regenerative Agriculture and the Soil Carbon Solution, Rodale Institute, September 2020
- [11] Santos PZF, Crouzeilles R, Sansevero JBB (2019) Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 433, 140–145.
- [12] Gabel, M.; Ho-Ping; A world scenario for food production. Philadelphia, PA, USA: World Game Institute, 1979.
- [13] Francis, C. A., Harwood, R. R. & Parr, J. F. (1986). The potential for regenerative agriculture in the developing world. *American Journal of Alternative Agriculture*, 1(2), 65-74.

- [14] Rodale, R.; Breaking new ground: the search for a sustainable agriculture. The Futurist, 17, 15-20. 1983.
- [15] Harwood R.R.; International overview of regenerative agri culture. In: Proceedings of Workshop on Resource-efficient Farming Methods for Tanzania, Morogoro, Tanzania, 16–20 May 1983, Faculty of Agriculture, Forestry, and Veterinary Science, University of Dares Salaam, . Morogoro, TZ: Rodale Press. 1983
- [16] LaSalle, T. J., Hepperly, P.; Regenerative organic farming: A solution to global warming. Kutztown, PA, USA: Rodale Institute. 2008.
- [17] Rodale Institute; Regenerative organic agriculture and climate change: A down-to-earth solution to global warming. Kutztown, PA, USA. 2018.
- [18] Soloviev, E. R. & Landua, G.; Levels of regenerative agriculture: Terra Genesis International. 2016. <https://ethansoloviev.com/wp-content/uploads/2019/02/Levels-of-Regenerative-Agriculture.pdf>
- [19] California State University (2017) What is Regenerative Agriculture? <https://www.csuchico.edu/regenerativeagriculture/assets/documents/ra101-reg-ag-definition.pdf>
- [20] Inwood M.; Sustainable and Regenerative Agriculture: Farming in a world of finite resources. 2012. [https://www.nuffieldscholar.org/sites/default/files/reports/2011\\_AU\\_Michael-Inwood\\_Sustainable-And-Regenerative-Agriculture-Farming-In-A-World-Of-Finite-Resources.pdf](https://www.nuffieldscholar.org/sites/default/files/reports/2011_AU_Michael-Inwood_Sustainable-And-Regenerative-Agriculture-Farming-In-A-World-Of-Finite-Resources.pdf)
- [21] Terra Genesis International (2017) Regenerative Agriculture: A Definition.
- [22] Sherwood S., Uphoff N.; Soil health: research, practice and policy for a more regenerative agriculture. Applied Soil Ecology 15, 85–97. 2000.
- [23] Rhodes C.J.; The imperative for regenerative agriculture. Science Progress, 100, 80-129., 2017
- [24] Reguzzonia A.; What does the new regenerative organic certification mean for the future of good food? 2018. <https://civileats.com/2018/03/12/what-does-the-new-regenerative-organic-certification-mean-for-the-future-of-good-food/>
- [25] General Mills (2018) Introduction to the General Mills Regenerative Agriculture Scorecard. <https://www.generalmills.com.mx/-/media/project/gmi/corporate/corporate-master/files/how-we-make-it/planet/gmi-ra-self-assessment-combo.pdf>

- [26] FAO: Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and approaches. 2014
- [27] Charles N. Merfield; An Analysis and Overview of Regenerative Agriculture; The BHU Future Farming Centre, August 2019., Report number 2-2019
- [28] Brown G.; Regeneration of Our Lands: A Producer's Perspective. TEDxGrandForks. 2016., <https://www.youtube.com/watch?v=QfTZ0rnowcc>
- [29] LaCanne C.E., Lundgren J.G.; Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. 2018. PeerJ 6:e4428
- [30] Brown, G.; Dirt to soil: one family's journey into regenerative agriculture. White River Junction, VT, USA: Chelsea Green. 2018.
- [31] General Mills. (2019). Regenerative agriculture. 2024.10.25.-én letöltve, <https://www.generalmills.com/en/Responsibility/Sustainability/Regenerative-agriculture>
- [32] Regenerative Agriculture Initiative & The Carbon Underground; What is Regenerative Agriculture? Chico, & Los Angeles, CA, USA: CSU Chico, California State University, & The Carbon Underground. 2017
- [33] Drawdown: The Most Comprehensive Plan ever proposed to reverse Global Warming. Penguin Books. 2017.
- [34] Uri N. D.; Perceptions on the use of no-till farming in production agriculture in the United States: an analysis of survey results, Agriculture, Ecosystems and Environment 77 (2000) 263–266
- [35] Busaria M.A., Kukal S.S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A.A.; Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment, International Soil and Water Conservation Research, Volume 3, Issue 2, June 2015, Pages 119-129
- [36] López-Bellido L., López-Garrido F.J., Fuentes M., Castillo J.E., Fernández E.J.; Influence of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on soil organic matter and nitrogen under rain-fed Mediterranean conditions, Soil and Tillage Research, Volume 43, Issues 3–4, 10 November 1997, Pages 277-293
- [37] D. Zacháry; Az ásványi fázis hatása a talaj szervesszén forgalmára, Doktori (Ph.D.) értekezés, Budapest, 2019
- [38] Che Y., Rejesus R.M., Cavigelli M.A., White K.E.; Long-term economic impacts of no-till adoption, Soil Security Volume 13, December 2023.
- [39] Poeplau C., Don A.; Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops– a meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment 200: 33–41. 2015.

- [40] 2023-as tömegbaleset az M1-es autópályán [https://hu.wikipedia.org/wiki/2023-as t%C3%B6megbaleset az M1-es aut%C3%B3p%C3%A1ly%C3%A1n](https://hu.wikipedia.org/wiki/2023-as_t%C3%B6megbaleset_az_M1-es_aut%C3%B3p%C3%A1ly%C3%A1n)
- [41] Huffman T., Liu J., Green M., Coote D., Li Z.; Improving and evaluating the soil cover indicator for agricultural land in Canada, *Ecological Indicators* Volume 48, January 2015, Pages 272-281
- [42] Gyomszabályozás takarónövények használatával; Agrárágazat, Kukorica és napraforgó különszám, 2017; <https://talajreform.hu/tudasbazis/gyomszabalyozas-takaronovenyek-hasznalataval/>
- [43] Antal J.; Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 2000
- [44] Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J., and Layzell, D.; Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crop Res.* 107, 185–195. 2008.
- [45] Adeux G., Vieren E., Carlesi S., Bàrberi P., Munier-Jolain N., Cordeau S.; Mitigating crop yield losses through weed diversity, *Nature Sustainability*, Vol. 2, November 2019, 1018–1026
- [46] Abawi, G., and Widmer, T.; Impact of soil health management practices on soil borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops., *App. Soil Ecol.* 15, 37–47., 2000.
- [47] Savory A, Duncan T., Chapter 4.4 - Regenerating agriculture to sustain civilization. In: Chabay I, Frick M, Helgeson J (Eds) *Land Restoration: Reclaiming Landscapes for a Sustainable Future*, 289-309. Academic Press. 2016.
- [48] Ribeiro, R.H.; Ibarra, M.A.; Besen, M.R.; Bayer, C.; Piva, J.T. Managing grazing intensity to reduce the global warming potential in integrated crop–livestock systems under no-till agriculture. *European Journal of Soil Science*
- [49] Galindo, F.S.; Delate, K.; Heins, B.; Phillips, H.; Smith, A.; Pagliari, P.H. Cropping System and Rotational Grazing Effects on Soil Fertility and Enzymatic Activity in an Integrated Organic Crop-Livestock System. *Agronomy* 2020, 10, 803,
- [50] Bunch, R.; Berkelaar, D.; Motis, T.; Bunch, J.; Swartz, S. *Restoring the Soil: How to Use Green Manure/Cover Crops to Fertilize the Soil and Overcome Droughts*; ECHO Incorporated, 2019; ISBN 978-1-946263-30-8.
- [51] Központi Statisztikai Hivatal – Jászkisér  
[https://www.ksh.hu/apps/hntr.telepules?p\\_lang=HU&p\\_id=22798](https://www.ksh.hu/apps/hntr.telepules?p_lang=HU&p_id=22798)  
 Hozzáférve: 2024.10.31.

- [52] Hungaromet – Szolnok éghajlati jellemzői  
[https://met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/varosok\\_jellemzoi/Szolnok/](https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Szolnok/)  
 Hozzáférvé: 2024.11.01.
- [53] Hungaromet - Magyarország éghajlata - általános leírás  
[https://met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/altalanos\\_leiras/](https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/) Hozzáférvé: 2024.11.01.
- [54] Hungaromet – Éghajlatváltozás – Megfigyelt hazai változások  
[https://met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_hazai\\_valtozasok/homerseklet\\_es\\_csapadektrendek/](https://met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/) Hozzáférvé: 2024.11.01.
- [55] Magyarország genetikus talajtérképe, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (MTA TAKI) Környezetinformatikai Osztály, <https://enfo.hu/index.php/keptar/622>
- [56] „Végzetessé válhat, ha nem készülünk fel az aszályokra: egyszerűen nem lesz ennivalónk” – 24.hu, <https://24.hu/tudomany/2023/09/25/klimavaltozas-elelmiszervalsag-talaj-aszaly-szantas-gyuricza-csaba-interju/>
- [57] Lockhart and Wiseman' s Crop Husbandry Including Grassland, Chapter 8 - Sustainable crop production, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2023, Pages 237-271

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Szabó Ferenc**  
A Hallgató Neptun kódja: **F6P9FL**  
A dolgozat címe: **A regeneratív mezőgazdaság elemeinek gyakorlati hasznosítása**  
A megjelenés éve: **2024**  
A konzulens intézetének neve: **Növénytermesztési-tudományok Intézet**  
A konzulens tanszékének a neve: **Agronómiai 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 valótlan 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Paks, 2024. 11. 04.



Hallgató aláírása



## NYILATKOZAT

**Szabó Ferenc** (hallgató Neptun azonosítója: **F6P9FL**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: 2024. 10. 04.

  
Dr. Kovács Gergő Péter  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.