

**MAĎARSKÁ UNIVERZITA AGRÁRNYCH VIED A VIED O
ŽIVOTE – MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI
EGYETEM**

**UNIVERZITA J. SELYEHO – SELYE JÁNOS EGYETEM
FAKULTA EKONÓMIE A INFORMATIKY
GAZDASÁGTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR**

**VPLYV KRYCÍCH PLODÍN NA BIOMASU
MIKROBIÁLNYCH SPOLOČENSTIEV A PRODUKCIU
GLOMALÍNU - A TAKARÓNÖVÉNYEK HATÁSA A
MIKROBA KÖZÖSSÉGEK BIOMASSZÁJÁRA ÉS A
GLOMALIN TERMELÉSRE**

Bakalárska práca – Szakdolgozat

Evelin Haverová

2024

**MAĎARSKÁ UNIVERZITA AGRÁRNYCH VIED A VIED O
ŽIVOTE – MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI
EGYETEM UNIVERZITA J. SELYEHO – SELYE JÁNOS
EGYETEM**

**FAKULTA EKONÓMIE A INFORMATIKY
GAZDASÁGTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR**

**VPLYV KRYCÍCH PLODÍN NA BIOMASU
MIKROBIÁLNYCH SPOLOČENSTIEV A PRODUKCIU
GLOMALÍNU - A TAKARÓNÖVÉNYEK HATÁSA A
MIKROBA KÖZÖSSÉGEK BIOMASSZÁJÁRA ÉS A
GLOMALIN TERMELÉSRE**

Bakalárska práca – Szakdolgozat

Študijný program:	SPRVdb - Rozvoj vidieka
Tanulmányi program:	Vidékfejlesztés
Názov študijného odboru:	Rozvoj vidieka
Tanulmányi szak megnevezése:	Vidékfejlesztési agrármérnök
Vedúci záverečnej práce:	Dr. Madarász Balázs
Témavezető:	Dr. Madarász Balázs
Školiace pracovisko:	KEK – Katedra ekonomiky
Tanszék megnevezése:	KEK – Közgazdaságtan Tanszék

Evelin Haverová

Komárno, 2024

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Evelin Haverová
Študijný program: SPRVdb - Rozvoj vidieka (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: 8. ekonómia a manažment
Typ záverečnej práce: Bakalárska práca
Jazyk práce: maďarský
Sekundárny jazyk: slovenský

Téma: Vplyv krycích plodín na biomasu mikrobiálnych spoločenstiev a produkciu glomalínu

Anotácia: Cieľom práce je rozpoznanie významu krycích rastlín a skúmanie ich vplyvu na mikrobiálne spoločenstvá žijúce v pôde. V teoretickej časti práce predstavím krycie rastliny a význam ich aplikácie. Objasním najčastejšie používané druhy pestované poľnohospodármi, spôsob ich výsevu a ich pozorovateľné účinky v pôde. Krycie rastliny majú pozitívny vplyv na mikrobiálne spoločenstvá v pôde a zvyšujú biomasu mikroorganizmov v pôde. V praktickej časti práce podrobne predstavím rôzne účinky jednotlivých krycích rastlín na glomalín, ktorý sa nachádza v pôde. Pridaním organických látok sa zvyšuje aktivita mikróbov, čo prispieva k zdraviu pôdy. Glomalín, ktorý produkujú mykorhízne huby, zvyšuje schopnosť pôdy viazať uhlík a prispieva k stabilite pôdy. Celkovo aplikácia krycích rastlín zlepšuje štruktúru pôdy a podporuje udržateľnú úrodnosť pôdy.

Vedúci: Dr. Madarász Balázs
Katedra: KEK – Katedra ekonomiky
Vedúci katedry: PhDr. Zsuzsanna Szeiner, PhD.

Dátum zadania: 02.07.2024

Dátum schválenia:

NYILATKOZAT

Alulírott Haver Evelin, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, valamint a Selye János Egyetem Gazdaságtudományi és Informatikai Kar által meghirdetett Vidékfejlesztés közös képzés nappali tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön MATE honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve a MATE központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen / nem*

Kelt: 2024. november 11.

Haver Evelin

Hallgató

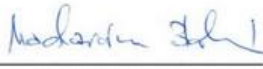
NYILATKOZAT

Haver Evelin (hallgató Neptun azonosítója: TRQN0T) 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 védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2024. év november hó 11. nap


belső konzulens

A SZAKDOLGOZAT TARTALMI KIVONATA

A takarónövények hatása a mikroba közösségek biomasszájára és a glomalin termelésre

Haver Evelin

Vidékfejlesztési agrármérnöki szak, alapképzés, nappali tagozat

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Selye János Egyetem

Belső témavezető: Dr. Madarász Balázs, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretném megköszönni a témavezetőmnek, Dr. Madarász Balázs tanár úrnak a segítségét, aki szakmai tanácsaival és hasznos észrevételeivel nagyban hozzájárult a diplomadolgozatom sikeres elkészítéséhez.

Absztrakt

A szakdolgozat célja a takarónövények jelentőségének felismerése és a talajban élő mikroba közösségekre való hatásának bemutatása. A munka 5 fejezetből áll 5 ábrát, 1 mellékletet tartalmaz. Az első fejezet a talajművelési rendszerek fejlődését, a hagyományos és a környezetkímélő, megújító talajművelés elveit és módszereit mutatja be. Bemutatja, hogy a hagyományos mélyszántás az 1880-as évektől elterjedt, de hosszú távon károsan hatott a talajszerkezetre és a környezetre. A 20. század közepétől felismerték a minimális talajművelés és a szántás nélküli rendszer előnyeit, amelyek csökkentik a talaj bolygatását, megőrzik annak nedvességtartalmát és szervesanyag-tartalmát, valamint mérséklik az eróziót. A következő rész átfogóan bemutatja a takarónövények szerepét a mezőgazdaságban, azok különböző típusait, és az alkalmazásuk hazai és nemzetközi irányvonalait. A 3. fejezet a talajművelési rendszerek és takarónövények együttes alkalmazásának talajra gyakorolt hatásait vizsgálja, kiemelve a talaj minőségének, vízmegtartó képességének javulását, valamint a gyomelnyomó és talajbiológiai előnyöket. A 4. fejezet a magyarországi és szlovákiai gazdaságok tapasztalatait és alkalmazási gyakorlatát elemzi, feltárva a gazdálkodók motivációit, kihívásait és a fenntartható talajművelési rendszerekhez való hozzáállásukat. A témakör vizsgálatának eredményei szerint a gazdálkodók többsége pozitívan értékeli a takarónövények és talajművelési rendszerek kombinált alkalmazásának hatásait, különösen a talaj biológiai aktivitásának és szerkezetének javulásában, bár a gyomosodás és az időigényes munkaszervezés kihívást jelent. A gazdálkodók érdeklődnek új módszerek kipróbálása iránt, és hosszú távon fenntarthatóbb termelést várnak.

Kulcsszavak: talajmegújító rendszerek, takarónövények, mikroba közösségek, glomalin

Abstrakt

Cieľom tejto diplomovej práce je rozpoznať význam krycích rastlín a predstaviť ich vplyv na mikrobiálne spoločenstvá v pôde. Práca sa skladá z piatich kapitol, obsahuje 5 obrázkov a 1 prílohu. Prvá kapitola predstavuje vývoj systémov spracovania pôdy, princípy a metódy tradičného a environmentálne šetrného, obnovujúceho obrábania pôdy. Ukazuje, že tradičné hlboké oranie sa rozšírilo od 80. rokov 19. storočia, ale malo dlhodobé negatívne účinky na štruktúru pôdy a životné prostredie. Od polovice 20. storočia boli uznané výhody minimálneho obrábania pôdy a systému bez orania, ktoré znižujú narušenie pôdy, udržiavajú jej vlhkosť a obsah organickej hmoty a zmierňujú eróziu. Nasledujúca časť komplexne predstavuje úlohu krycích rastlín v poľnohospodárstve, ich rôzne typy a aplikáciu na domáciach a medzinárodných smeroch. Tretia kapitola skúma vplyv kombinovanej aplikácie systémov spracovania pôdy a krycích rastlín na pôdu, pričom zdôrazňuje zlepšenie kvality pôdy, schopnosti udržiavať vodu a výhody potláčania buriny a pôdnej biológie. Štvrtá kapitola analyzuje skúsenosti a aplikačnú prax poľnohospodárov v Maďarsku a na Slovensku, odhaľujúc motivácie, výzvy a prístup k udržateľným systémom obrábania pôdy. Výsledky skúmania tejto témy ukazujú, že väčšina poľnohospodárov pozitívne hodnotí účinky kombinovanej aplikácie krycích rastlín a systémov obrábania pôdy, najmä v zlepšení biologickej aktivity a štruktúry pôdy, aj keď burina a časovo náročná organizácia práce predstavujú výzvy. Poľnohospodári majú záujem o vyskúšanie nových metód a očakávajú udržateľnejšiu produkciu v dlhodobom horizonte.

Kľúčové slová: systémy obnovy pôdy, krycie rastliny, mikrobiálne spoločenstvá, glomalín

Abstract

The aim of this thesis is to recognize the significance of cover crops and present their impact on soil microbial communities. The work consists of five chapters, includes 5 figures, and 1 appendix. The first chapter introduces the development of soil cultivation systems, the principles, and methods of traditional and environmentally friendly, regenerative soil cultivation. It shows that traditional deep plowing became widespread from the 1880s, but it had long-term harmful effects on soil structure and the environment. From the mid-20th century, the benefits of minimal tillage and no-till systems were recognized, which reduce soil disturbance, preserve moisture and organic matter content, and mitigate erosion. The following section comprehensively presents the role of cover crops in agriculture, their different types, and their application both domestically and internationally. The third chapter examines the impact of the combined application of soil cultivation systems and cover crops on the soil, highlighting improvements in soil quality, water retention capacity, as well as the benefits for weed suppression and soil biology. The fourth chapter analyzes the experiences and application practices of farmers in Hungary and Slovakia, revealing their motivations, challenges, and their approach to sustainable soil cultivation systems. According to the results of the study on this topic, most farmers positively evaluate the effects of the combined application of cover crops and soil cultivation systems, particularly the improvements in soil biological activity and structure, although weed management and time-consuming work organization pose challenges. Farmers are interested in trying new methods and expect more sustainable production in the long term.

Keywords: soil regenerative systems, cover crops, microbial communities, glomalin.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	12
Dolgozat célja	13
1 Hagyományos és kímélő, megújító talajművelés kialakulása	14
1.1 A hagyományos talajművelési rendszerek fő jellemzői	16
1.2 A talaj javítására alkalmazott talajművelési rendszerek.....	18
2 A takarónövények alkalmazása és a hazai, nemzetközi irányvonalak bemutatása	22
2.1 A takarónövények bemutatása.....	22
2.1.1 A takarónövények főbb típusai, azok előnyei.....	22
2.1.2 A takarónövények vetése és alkalmazásuk a mezőgazdaságban	24
2.1.3 A takarónövények alkalmazása Magyarországon és külföldön.....	26
2.2 Az Agrár-környezetgazdálkodási program (AKG) bemutatása	27
2.2.1 Az Agrár-környezetgazdálkodási Program (AKG) támogatások	28
2.3 A mikroba közösségek, mikrobiális biomassa és glomalin bemutatása	29
2.3.1 A mikroba közösségek rövid bemutatása	29
2.3.2 A mikrobiális biomassa és szerepe a talajban.....	29
2.4 A glomalin és fontosságának rövid ismertetése	30
2.4.1 A glomalin megőrzése és elősegítése	31
2.4.2 A mikroba közösségek biomásszája és a glomalin közti szimbiózis.....	31
3 A talajművelési rendszerek és a takarónövények a gyakorlatban.....	32
3.1 A talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes hatásai a talajra.....	32
3.2 A talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes alkalmazásának gyakorlati hatásai a gazdaságokban	32
4 Kutatás magyarországi és szlovákiai gazdaságok álláspontjáról a témában	34
4.1 A kutatás céljai	34
4.2 A kérdőíves kutatás folyamata	34
4.3 Kutatás összefoglalás	36
5 Következtetések.....	37
Befejezés.....	39
Resumé.....	41
Felhasznált irodalom.....	43
Mellékletek	46

Bevezetés

A talaj és a termőföldek világszerte kiemelten fontosak, viszont Magyarországon az ország gazdaságának egyik alappillére a mezőgazdaság. A jó minőségű termőföld biztosítja a növénytermesztés és állattenyésztés alapját, ami nemcsak az élelmiszer-ellátásban, hanem a vidéki munkahelyteremtésben és exportban is jelentős szerepet játszik. Emellett a talaj természetes szűrőként működik, fenntartja a vízháztartást, és hozzájárul a biodiverzitáshoz, így fontos szerepe van a környezetvédelemben és a fenntarthatóságban is. Az agroökoszisztémák, vagyis a mezőgazdasági területek fontos természeti erőforrások, amelyek emberi szükségleteket szolgálnak ki, miközben fenntartható módon működtetve képesek megújulni (Csete és Láng, 2004). Az ilyen rendszerek "szolgáltatásai" közé tartozik az élelmiszertermelés, a szén-dioxid megkötése, az oxigén kibocsátása, a táj esztétikai értéke és az élővilág sokféleségének támogatása.

A termőföldek állapota világszerte egyre aggasztóbb, a talajminőség romlása, a talajerózió, a tápanyagok csökkenése a talajokban és a talajszennyezés egyre nagyobb kihívásokat okoz a fenntartható mezőgazdaság számára. Az intenzív mezőgazdasági termelésben alkalmazott gyakorlatok, mint a vegyszerek túlzott használata és a monokultúrás termesztés hozzájárulnak a talaj egészségének romlásához. Emellett a klímaváltozás okozta szélsőséges időjárási események, mint az aszályok és a heves esőzések erodálják a talajt, csökkentik annak termőképességét, és rontják a talajban élő mikroorganizmusok és élőlények életfeltételeit. Ezen problémák kezelése kiemelten fontos a fenntartható mezőgazdaság és az élelmiszerbiztonság érdekében, ezért fontos lépni a talajok állapotának javításának irányába.

A fenntartható gazdálkodási rendszerek, mint például a precíziós gazdálkodás, jelentős megoldást kínálnak a jövőbeli kihívásokra, mivel költséghatékonyak és víztakarékosak. Ez különösen fontos a klímaváltozás miatt fellépő szárazság és szélsőséges időjárási jelenségek közepette. Egyik ilyen fenntartható módszer a talajkímélő művelés, amelynek fő előnyei: a talajerózió elleni védelem, a talaj szerkezetének és nedvességének megőrzése, a talaj szervesanyag-tartalmának növelése vagy fenntartása, valamint a talajélet védelme.

A takarónövények szintén fontosak, mert javítják a talaj egészségét és termékenységét, csökkentik az eróziót, megőrzik a talaj nedvességtartalmát, és növelik a biodiverzitást. Segítenek a gyomok visszaszorításában, valamint a talajban lévő tápanyagok megkötésében és újrahasznosításában, így hozzájárulnak a fenntartható mezőgazdasághoz.

Dolgozat célja

A dolgozat célja a fenntartható mezőgazdasági módszerek ismertetése, ezen belül talajok állapotának javítására szolgáló talajmegújító gyakorlatok és takarónövények bemutatása. A dolgozat részletesen ismerteti a talajmegújító gyakorlatok alkalmazását és hatásait. Ezután lépésről lépésre bemutatja a takarónövényeket és azok alkalmazásának irányvonalait hazai, illetve nemzetközi szinten egyaránt. A dolgozatban bemutatásra kerül az Agrár-környezetgazdálkodási program (AKG) és a program hatására alkalmazott újszerű talajmegújító gyakorlatok. A dolgozat nagy hangsúlyt fektet az egyes takarónövényekre, és azok alkalmazásának és jótékony hatásainak ismertetésére. Ezen belül a takarónövények által befolyásolt mikroba közösségekre. Célja részletezni, hogy hogyan befolyásolják a takarónövények a talaj mikrobiális közösségeit, és milyen mechanizmusokon keresztül segítik elő a mikrobák biomasszájának növekedését.

1 Hagyományos és kímélő, megújító talajművelés kialakulása

A mélyszántás az 1880-as években terjedt el a gőzeke bevezetésével, és bár kezdetben sikeres volt, körülbelül 70-75 év után nyilvánvalóvá váltak annak negatív következményei. A rendszeres szántás következtében romlott a talajszerkezet, megnőtt a talajtömörödés, csökkent a talaj szervesanyag-tartalma, és fokozódott az erózió veszélye. A környezetbarát mezőgazdaság célja a természeti erőforrások állapotának megőrzése és javítása, valamint hatékonyabb kihasználásuk elősegítése, hogy a növénytermesztés fenntarthatóbb és környezetkímélőbb legyen. Ennek érdekében olyan módszereket alkalmaznak, amelyek hosszú távon is biztonságosak a gazdálkodás szempontjából (Birkás, 2003). A talaj felszínét élő vagy holt növényi maradványokkal fedve védeni lehet a száradástól és az eróziós hatásoktól, valamint táplálékot biztosítani a talajlakó élőlények számára, amelyek ezáltal a talajlazítás feladatát is részben átveszik, és elősegítik a tápanyagok egyensúlyát (Birkás, 2003).

A környezetbarát gazdálkodásban elterjedt az "alpművelés nélküli" vagy "no-till" rendszer, amely során minimális talajművelést alkalmaznak, mint szántás helyett tárcsás vagy kultivátoros megmunkálást. Az USA-ban már az 1950-es évektől terjedni kezdett a minimális talajművelés, amelynek célja a talaj megóvása, a talajművelési műveletek csökkentése és a direktvetés módszerei voltak. Magyarországon ez a gyakorlat az 1960-as években jelent meg kísérleti jelleggel (Campbell, 1907).

Magyarországon Manninger G. Adolf az 1910-es évektől végzett kísérleteket a talajéletet kímélő talajművelési módszerek fejlesztésére. Kifejezetten olyan felületi művelést javasolt, amely megtartja a talaj nedvességét és nem károsítja a növények tápanyagellátását aszályos időszakokban sem. Ennek részeként tárcsát és kultivátort használt a gyomok távoltartására és a talaj nedvességtartalmának megőrzésére. Fontosnak tartotta, hogy a sekély művelés mellett időszakonként alkalmazzanak mélyebb művelést, és hangsúlyozta a jó vetésforgó és a megfelelő trágyázás fontosságát (Manninger, 1957).

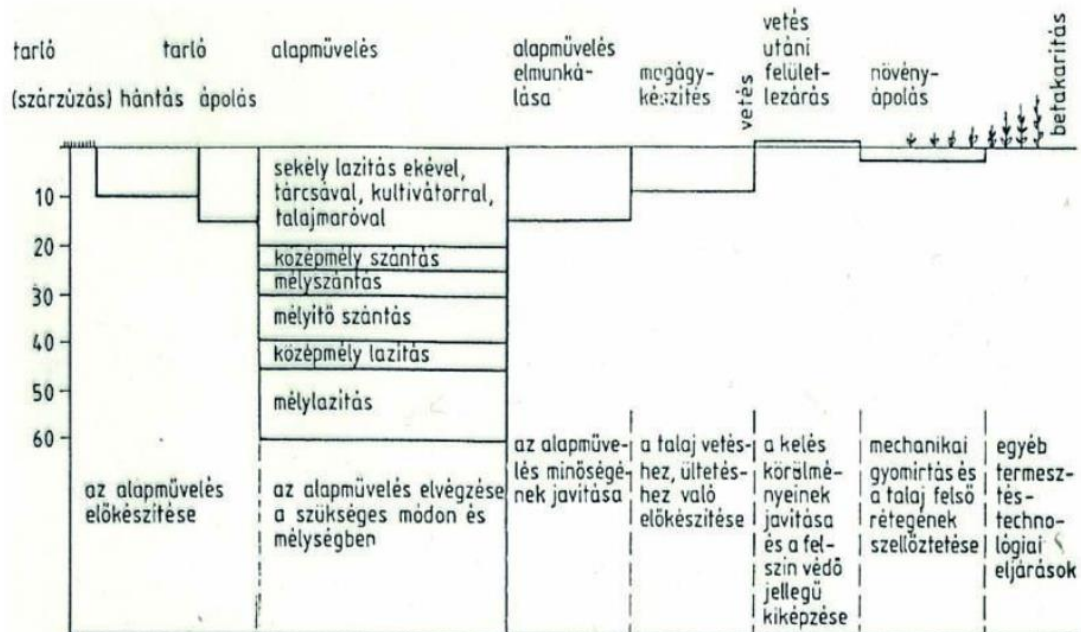
A forgatásos művelés szervesanyagban szegény talajréteget juttat a felszínre, ami rontja a talaj szerkezetét, növeli az erózió veszélyét, és gátolja a talajéletet. Manninger szerint a talajt úgy kell előkészíteni, hogy a tél beálltával stabil szerkezetben várhassa a következő szezont (Manninger, 1957). Az időben végzett, szakszerű talajművelés így hozzájárulhat a talaj hosszú távú termékenységének megőrzéséhez.

A minimális talajművelés 15–20 évvel később továbbfejlesztett irányzata a környezetkímélő talajművelés vagy talajkímélő talajművelés (conservation tillage), amelyben a tarlómaradványok legalább 30%-a vetés után a felszínen marad. További jellemzői az erózió és defláció elleni védelem, a talajszerkezet és -nedvesség megóvása, a talajhordképesség javítása, a szervesanyag-tartalom növelése, a talajélet aktivizálása és védelme, valamint az energia- és költségtakarékosság (1. ábra). Az irányzat megjelenésekor alkalmazását elsősorban a szántóföldi munkák költségeinek csökkentése motiválta azonos terméshozam mellett (Jóri és Soós, 1988). Az 1970-es években az energiaválság miatt ismét előtérbe került az energiatakarékos talajművelés, és Magyarországon is megjelent a környezetbarát művelés iránti igény. A fenntartható mezőgazdaság ma már nemcsak a talaj megóvására terjed ki, hanem a növénytermesztés más területeire is, mint például a tápanyag-utánpótlás, a növényvédelem és a biodiverzitás megőrzése (Jóri és Soós, 1988).

Ábra 1 Kímélő talajművelés kedvező hatása a környezetre (Jóri és Soós 1988)

1.1 A hagyományos talajművelési rendszerek fő jellemzői

A hagyományos talajművelési rendszerek hosszú időre visszanyúló, jól bevált módszereket foglalnak magukba, amelyeket évszázadok óta használnak a gazdálkodók a termőföld termőképességének megőrzése és javítása érdekében (Ábra 2.). A hagyományos talajművelés célja a talaj szerkezetének javítása, a gyomnövények visszaszorítása, a vízgazdálkodás szabályozása és a terméshozam növelése (Birkás, 2001).



Ábra 2: A talajelőkészítő műveletek klasszikus sorrendje

Forrás: Birkás

Mélységi művelés - A hagyományos művelés során a talajt rendszerint mélyen, akár 20–30 cm mélységben is átforgatják. Ezt általában szántással végzik. A mélységi művelés segíti a gyökérzónák levegőzését, javítja a vízáteresztést és elősegíti a talaj biológiai aktivitását (Birkás, 2001).

Szántás - A szántás a hagyományos talajművelési rendszer alappillére. Ez az eszköz mélyen felhasítja és átforgatja a talajt, amely csökkenti a gyomnyomást és javítja a talaj szerkezetét. A szántás segít bejuttatni a növényi maradványokat és a trágyát a talajba, ezáltal javítva a talaj termékenységet (Birkás, 2001).

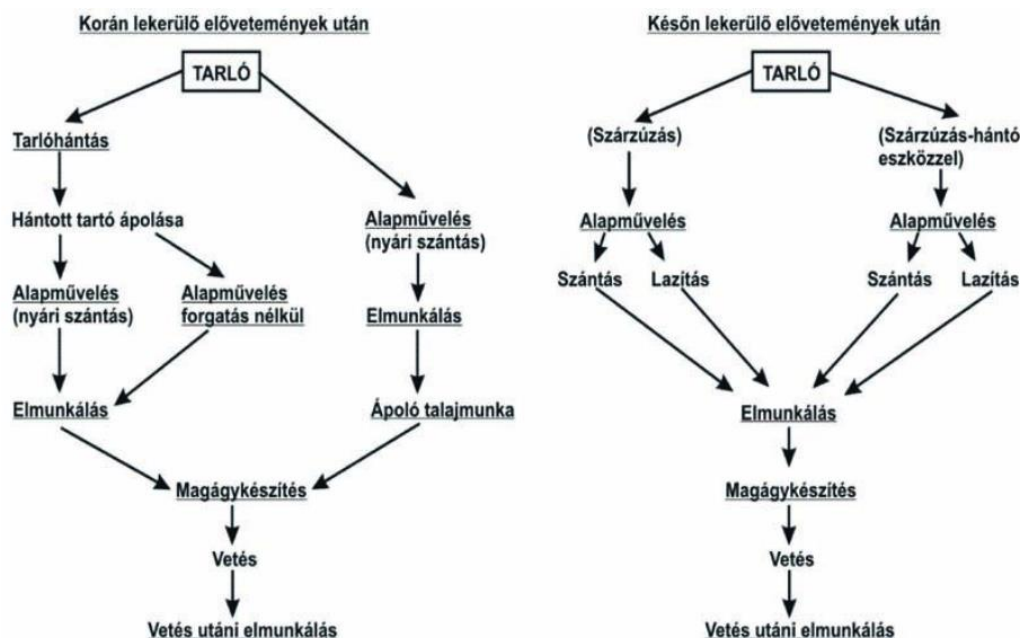
Tavaszi és őszi talajművelés - Az őszi szántás után a téli időjárás hatására a talaj felső rétege morzsalékosává válik, ami elősegíti a tavaszi magágykészítést. Tavasszal a talaj megfelelő

előkészítése biztosítja, hogy a magágy kellően laza legyen a csírázáshoz, ugyanakkor elég nedvességet tartalmazzon a növények kezdeti fejlődéséhez (Birkás, 2001).

Forgatásos talajművelés - A forgatásos talajművelés során a talajt teljesen átforgatják, így az alsóbb rétegek a felszínre kerülnek. Ez különösen a kötöttebb talajokon alkalmazható, ahol szükséges a szerkezet lazítása és a levegőztetés (Birkás, 2001).

Borona és kultivátor használata - A szántás után a boronával történik a talaj elmunkálása, amely segít elérni a megfelelő talajszerkezetet. A kultivátorok használata lehetővé teszi a gyomirtást és a talaj porhanyítását a vetés előtt (Birkás, 2001).

A műveletsort alapvetően befolyásoló alpművelés módját, mélységét és eszközeit számos tényező befolyásolja. Ezek közül az aktuális őszi vetésű növények talaj-előkészítési rendszereit pedig a következő ábrán mutatjuk be (Ábra 3). A hagyományos talajművelés előnyeikhez tartozik, hogy hatékonyan javítja a talaj szerkezetét, növeli a termőképességet és segíti a gyomirtást. A szántás és a mélyművelés lehetővé teszi a tápanyagok bejuttatását a talajba, így a növények könnyebben hozzájutnak a fejlődéshez szükséges anyagokhoz. A rendszer jól alkalmazkodik különféle talajtípusokhoz és időjárási viszonyokhoz. A rendszer hátrányaihoz sorolhatjuk a mélyszántást, különösen ha gyakran alkalmazzák, a talaj szerkezetének romlásához, tömörödéséhez vezethet. Emellett a hagyományos talajművelés energia- és időigényes, és a nagy mennyiségű üzemanyag-felhasználás növeli a költségeket és a környezeti terhelést. A rendszer számára szintén nagy hátrányt jelent, a gyakori talajforgatás, ami a talaj vízháztartásának romlásához és az erózió fokozódásához vezethet (Birkás, 2001).



Ábra 3: Őszi vetésű növények talajművelési rendszere

Forrás: Birkás

1.2 A talaj javítására alkalmazott talajművelési rendszerek

A talajművelés jelentősen befolyásolja a talaj fizikai és kémiai környezetét, tehát a talaj mikroorganizmusainak számát, diverzitásukat és az aktivitásukat. A talajzavarás általában a biológiai tulajdonságokra, mind a szabad és a szimbiotikus gomba-populációkra, gyakorolja a legnagyobb hatást. Manapság az ökológiailag fenntartható mezőgazdasági rendszerekre egyre nagyobb figyelmet fordítanak, mivel egyre inkább felismerik, hogy a mezőgazdasági intenzifikáció negatív hatásokkal lehet a környezeti minőségre. Ennek köszönhetően a gazdák egyre inkább hajlanak a konzervációs talajművelés irányába. A talajkímélő talajművelés (conservation tillage) olyan mezőgazdasági gyakorlatokat foglal magába, amelyek célja a talaj szerkezetének megőrzése, a talajerózió csökkentése és a talajnedvesség megtartása. Ezek a módszerek minimalizálják a talaj bolygatását, ezáltal elősegítik a talaj biológiai aktivitását és termékenységét. A talajkímélő talajművelés főbb típusai alább kerülnek bemutatásra (Tóth, 2022).

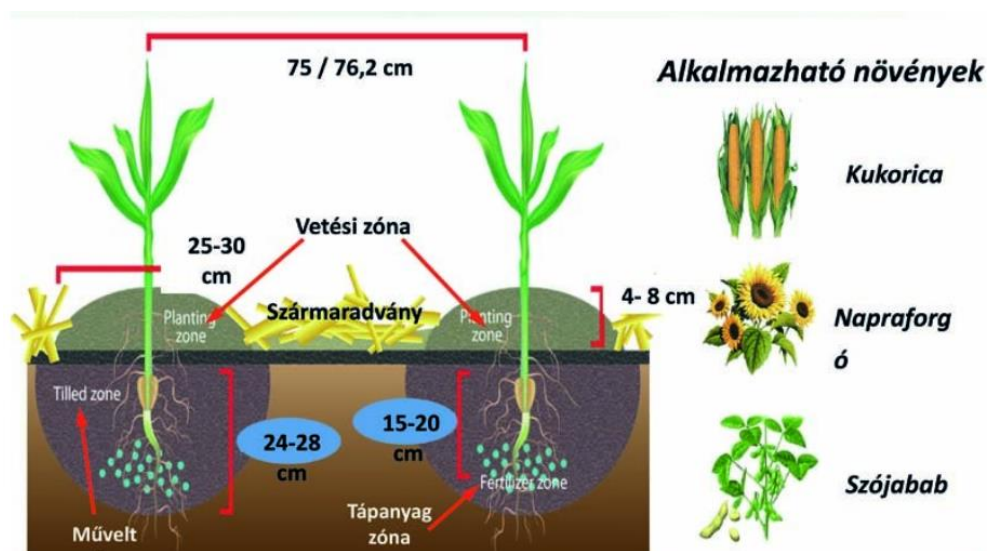
Szántás nélküli művelés (No-till) - lényege, hogy elhagyják a hagyományos szántási és forgatási eljárásokat. Ebben a rendszerben a magokat közvetlenül a talaj felszínére, illetve a korábbi termények maradványainak a rétegére, tehát a tarlómaradványokra vetik. A tarlómaradványok természetes védőréteget képeznek a talaj felszínén, hozzájárulva a

nedvesség megőrzéséhez és a szerves anyagok folyamatos lebomlásához, így támogatva a talaj termékenységét és stabilitását. A szántás nélküli művelés hozzájárul a talaj ökológiai egyensúlyának fenntartásához, mivel támogatja a talajlakó szervezetek, mint a giliszták és a talajmikroorganizmusok életkörülményeit. Ez a fajta talajművelés Magyarországon is egyre nagyobb figyelmet kap, és különösen a szárazabb alföldi területeken válhat hatékony megoldássá a talajvédelem és a fenntartható mezőgazdasági termelés érdekében (Tóth, 2022).

Mulcsos művelés (Mulch-till) - olyan konzervációs talajművelési technika, amely minimális talajbolygatással jár, és a talajfelszínen jelentős mennyiségű növényi maradványt hagy. A talajfelszínen található növényi maradványokat hagyják lebomlani, ami természetes védelmet nyújt a talaj számára. Ennek során a talaj felszínét nem bolygatják meg jelentősen, viszont a gyomirtás érdekében sekély mélységű kapálást vagy talajlazítást alkalmaznak. Ezáltal megőrzik a talaj természetes szerkezetét, miközben biztosítják a vetéshez szükséges alapvető talajelőkészítést. A mulcsos művelés pozitív hatással van a talaj ökológiai állapotára, mivel támogatja a talaj mikrobiológiai aktivitását és elősegíti a szerves anyagok természetes lebomlását. A mulcsréteg jelenléte hosszú távon növeli a talaj humusztartalmát, amely fontos szerepet játszik a talaj vízmegtartó képességének javításában és a növények tápanyagellátásában. A mulcsos művelés Magyarországon is egyre nagyobb figyelmet kap, különösen azokon a területeken, ahol a talajerózió komoly kihívást jelent, például a dombvidéki területeken és a szárazabb alföldi régiókban (Nagy, 2021).

Sávos művelés (Strip-till) - olyan talajművelési technika, amely során a talajt csak a vetés sorában művelik meg, míg a sorok közötti részek érintetlenül maradnak. Ez lehetővé teszi, hogy a megművelt sávban gyorsabb legyen a talaj felmelegedése és jobb legyen a vízelvezetés, ami különösen fontos a tavaszi vetési időszakban. A sávos művelés a szántás nélküli és a hagyományos talajművelés előnyeit egyesíti, és különösen alkalmas erózióra hajlamos vagy hidegebb éghajlatú területeken (Takács, 2019). A sávos talajművelési rendszer elvét a következő ábrán figyelhetjük meg (Ábra 4). Az ábrán láthatjuk a vetési zóna

körülbelüli szélességét, a szármaradványok elhelyezkedését, illetve a növények gyökérrendszerét.



Ábra 4: Sávós talajművelés elve

Forrás: KITE

Csökkentett művelés (Reduced-till) - során csak a szükséges talajműveleteket végzik el, minimalizálva a talaj bolygatását és lazítását. A talajban található növényi maradványokat részben a felszínen hagyják, hogy védjék a talajt az eróziótól és a túlzott párolgástól. Ez a módszer általában egy vagy néhány sekély műveletből áll, amelyek célja, hogy csak a vetési sorokat készítsék elő, miközben a talaj többi részét érintetlenül hagyják. A csökkentett művelést gyakran alkalmazzák olyan területeken, ahol fontos a talajvédelmi szempontok érvényesítése, és el kívánják kerülni a teljesen bolygatatlan művelési rendszerek, például a szántás nélküli művelés kihívásait. Hosszú távon pozitívan hat a talaj egészségére, mivel hozzájárul a talaj mikrobiológiai aktivitásának fenntartásához és növeli a talaj szervesanyag-tartalmát. Bár a terméshozamok változóak lehetnek, kutatások kimutatták, hogy a csökkentett művelés stabilizálhatja a terméshozamot, különösen az aszályos időszakokban, mivel jobban megőrzi a talaj nedvességtartalmát (Kladivko, E. J. 2001).

Vertikális művelés (Vertical tillage) - során a talajt függőleges irányban, minimális vízszintes elmozdítással lazítják meg. A technika speciális talajművelő eszközöket, például tárcsákat és lazítókat alkalmaz, amelyek nem forgatják, hanem vágják és enyhén mozgatják a talajréteget. Ezzel a módszerrel a talajban kialakult tömörödési rétegek csökkenthetők, ugyanakkor a talaj természetes szerkezete megőrizhető, és a felszínen hagyott növényi

maradványok csökkentik az erózió veszélyét. A vertikális művelés kíméletes eljárása révén a talaj biológiai aktivitása és szervesanyag-tartalma növekszik, amely hosszú távon fenntarthatóbb talajhasználatot és termékenyebb talajt eredményez. Kutatások kimutatták, hogy a technika különösen a kukorica és búza termesztése során járul hozzá a hozam növeléséhez és stabilizálásához, mivel a talaj tápanyag- és vízmegtartó képessége javul. A módszer a talaj regeneratív mezőgazdaságban történő alkalmazásának egyik kiemelt eszköze, mivel elősegíti a talajmegújulási folyamatokat (Takács, 2019).

2 A takarónövények alkalmazása és a hazai, nemzetközi irányvonalak bemutatása

2.1 A takarónövények bemutatása

A takarónövényeket az agrárgazdaságban nem közvetlen haszonnövényekként alkalmazzák, használatuk célja, hogy a talaj minőségét és tápanyagtartalmát javítsák, illetve a talaj védelme. A vetésforgó részeként és főként olyan időszakokban alkalmazzák a takarónövényeket, mikor már a haszonnövények el vannak távoltítva a termőföldről. Ezeknek a növényeknek több jótékony hatása megfigyelhető a földeken és a környezetükben. Többek között nagyon jó hatással vannak a talajerózió megelőzésére, a nagy zöldtömeg és a gyökérzetük segítségével meggátolják a talaj felszínének lemosódását a csapadék hatására. A takarónövényekből visszamaradt nagy zöldtömeg növeli a talaj szervesanyag-tartalmát, ezáltal erősítik a talajban zajló mikrobiális életet és a talaj termékenységét. Bizonyos takarónövények hatására a baktériumok képesek megkötni a nitrogént a levegőből, ezáltal csökkentik a műtrágyaszükségletet, ilyenek leginkább a hüvelyesek. A vízmegtartásban szintén fontos szerepet töltenek be, megőrzik a talaj nedvességét, ezáltal csökken a párolgás és javul a talaj vízbefogadó képessége. A gyomok visszafojtásában hasonlóan hasznosak. Fontos még megemlíteni a szerepüket a biodiverzitás növelésében, a változatosan alkalmazott takarónövények segítik a mikroorganizmusok, rovarok és különféle élőlények mennyiségének növelését. (Nagy, Kiss, Kovács, 2021)

2.1.1 A takarónövények főbb típusai, azok előnyei

A takarónövények leggyakrabban használt típusai közé tartoznak a hüvelyesek, gabona- és fűfélék, illetve a keresztesvirágúak. A dolgozat ezen részében ezeket a típusokat részletezem. A hüvelyesek (Fabaceae) alkalmazása nagyon előnyös a talajegészség javítására és a fenntartható mezőgazdaság szempontjában egyaránt. Számos növényfaj sorolható a hüvelyesek közé, ilyenek például a lóhere (*Trifolium* spp.), bükköny (*Vicia* spp.), lucerna (*Medicago sativa*), borsó (*Pisum sativum*), ezek mind egyedi tulajdonságokkal rendelkeznek, így különböző módon tudnak hozzájárulni a talaj minőségéhez. A hüvelyesek előnyeikhez sorolhatjuk a nitrogénmegkötő képességüket, tehát szimbiózisba tudnak lépni a *Rhizobium* baktériumokkal és megkötik a légköri nitrogént, majd ammóniává alakítják. Ezáltal nő a talaj közvetlenül elérhető nitrogéntartalma és csökken a műtrágyaszükséglet. A talaj szervesanyag-tartalmát növelik a hüvelyesek származadványai, így javul a talajok szerkezete, termékenysége és vízmegtartó képessége. Sűrű talajtakaróként való

alkalmazásuk segít a gyomok visszatartásában, egyfajta biológiai gyomirtást eredményeznek és csökkentik a kémiai gyomirtószerek alkalmazásának szükségességét. A hüvelyesek gyökérzete mélyen lenyúlik a talajban, ezáltal stabilizálja a talajt és csökkenti az eróziót. A növényrészek a bomlás során a nitrogénen kívül foszfort és káliumot is juttatnak a talajba, melyek elérhetőek lesznek a haszonnövények számára (Nagy, Kovács, 2019).

A gabona- és fűfélék (Poaceae) gyors növekedésűek és sűrű gyökérzettel rendelkeznek, melynek köszönhetően hatékonyan védik a talajt az eróziótól és a gyomelnyomásban is nagyon hasznosak. Ezekből a célokból leginkább a rozst (*Secale cereale*), árpát (*Hordeum vulgare*) és zabot (*Avena*) használják, illetve a fűfélék közül a perjefélék (*Poa* spp.) is hasonló célokat szolgálnak (Nagy, Kovács, 2019).

A keresztesvirágúak (Brassicaceae) családjához tartozó takarónövények nagyon hasznosak a talajjavításban és a gyomelnyomásban, viszont alkalmazhatóak a talajban található betegségek csökkentésére is. Ismertebb és gyakrabban alkalmazott fajtákhoz tartozik a repce, a mustár, az olajretek és a takarmányretek. A mustár (*Sinapis alba*) erős gyökérzettel rendelkezik, amely javítja a talaj szerkezetét, néhány fajtában glükoszínolátok találhatóak. A glükoszínolátoknak köszönhetően biopeszticid hatásúak és csökkentik a kártevőket, például a fonálférgeket a talajban. A repce (*Brassica napus*) gyökerei lazítják a talajt, a vízelvezető képességét javítják, a tápanyagok feltáródását egyaránt segítik, illetve a talaj nitrogénszintjének megőrzésében is fontos szerepe van. Az olajretek (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) figyelemreméltóan hatékony a mélyebb talajrétegek lazításában, így a víz és levegő talajbajutását is növeli. Szintén segíti a talajt a nitrogénszint növelésében és megtartásában, a mustárhoz hasonlóan biopeszticid hatásokkal is rendelkezik. A takarmányretek (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) az eddigi keresztesvirágúakhoz hasonlóan lazítja a talajt és segíti a tápanyagok feltáródását a mélyebb talajrétegekből. Az előnyeikhez tartozik még, hogy csökkentik a talajtömörödést és a talaj felszínén maradt takarónövények maradványai szerves anyagokkal dúsítják a talajt. Növényvédelmi célokra leginkább a keresztesvirágúak közül alkalmazzák az olajretket és a mustárt, biológiai védekezésként a fonálférgek ellen (Tóth, Szabó, Fekete, 2020).

A takarónövények közül érdemes megemlíteni a borágófélék (Boraginaceae) családjába tartozó facéliát (*Phacelia tanacetifolia*). A facélia az egyik legismertebb és leggyakrabban alkalmazott takarónövény, alkalmazkodóképességének köszönhetően sikeresen használható különböző területeken. A számos jótékony hatása közül az egyik legérdekesebb,

hogy nektárdús és erősen édes illatú virágai vonzzák a beporzókat, így a gazdálkodók tudják növelni beporzók jelenlétét saját területeiken. A beporzók számának növekedésével együtt a biodiverzitás is növekedik az adott területeken (Tóth, Szabó, Fekete, 2020).

2.1.2 A takarónövények vetése és alkalmazásuk a mezőgazdaságban

A takarónövényeket általában a fő termények betakarítása után, vagy a vetésük előtt vetik, annak érdekében, hogy a takarónövények elegendő idejük legyen a fejlődésre. Nagyon gyakran a vetésforgó részeként alkalmazzák, hogy a talajnak legyen elegendő ideje pihenni és regenerálódni a fő termesztési időszakok között. Számos vetési módszer alkalmazható a takarónövények vetése során, a leginkább megfelelő módszert több tényező befolyásolhatja. Ezek a befolyásoló tényezők lehetnek az adott terület adottságai, a talajtípus, az időjárás okozta körülmények és a termesztési cél (Tóth, 2022).

A vetési módok megfelelő kiválasztása egy fontos lépés, mivel a takarónövények hasznosságának alapja a vetésidő és technika. A vetés időzítésének három ismertebb módját tudjuk felsorolni, tehát a vetés történhet fővetésként, köztes vetésként és utóvetésként.

Fővetésként – alkalmazott takarónövények gyors növekedésük révén sűrű növényburkot alkotnak, ami védelmet nyújt a talajnak. Az ilyen növények, mint például a lóhere, mustár vagy a facélia, különösen előnyösek, mivel gyorsan növekednek, és a betakarítás után könnyen beforgathatók a talajba, így növelve a talaj szervesanyag-tartalmát (Tóth, 2022).

Köztes vetésként - a fő kultúráknak a vetési időszaka között, vagy a betakarításuk utáni időszakra időzítjük. A köztes vetési módszer segíti a talaj takarását, javítja a tápanyagok körforgását, a főtermények, mint kukorica vagy napraforgó közé vetve alkalmazzák, például rozs és mustár esetében (Tóth, 2022). Ezt a vetési módszert az 5. ábrán figyelhetjük meg, amelyen az őszi gabonának a betakarítása előtt lóherét vetettek egy mezőgazdasági területen, azzal a céllal, hogy a betakarítás után tovább fejlődjön és takarónövényként szolgáljon.

Utóvetésként – a takarónövények alkalmazása a mezőgazdaságban a talaj védelmére és javítására szolgál, miután a főnövényt betakarították. Az utóvetésű takarónövények gyorsan növekvő, rövid életciklusú növények, például a leggyakrabban használt takarónövények utóvetésben a mustár, facélia, lóhere (Tóth, 2022).



Ábra 5: Őszi gabona betakarítása előtt vetett lóhere

Forrás: Forigo - weboldal

A mezőgazdaságban, szántóföldi körülmények között a takarónövények vetési módját megkülönböztetjük azok igényei alapján, ide sorolhatjuk a szórva, soros, az alávetést, és direktvetést. Magyarországon a leginkább ismert és leggyakrabban alkalmazott módszerek a szórva, soros és köztes vetés.

Szórva vetés - gyors és költséghatékony vetési módszer, ahol a magokat egyenletesen eloszlatják a talaj felszínén, majd gyakran sekélyen bedolgozzák vagy hengerezik a magágyba. Leginkább az olajretek és a mustár esetében alkalmazzák.

Soros vetést - a nitrogénkötő növények esetében, mint a borsó vagy lóhere alkalmazzák. A soros vetés lehetővé teszi a takarónövények sorközi kezelhetőségét és az egyenletes növekedésüket.

Alávetés - különösen az ökológiai gazdálkodásban elterjedt, mivel hozzájárul a fenntartható és környezetbarát mezőgazdasági gyakorlatokhoz. A módszer lényege, hogy a főnövény növekedése közben egy másik növényt vetnek alá, amely a főnövény betakarítása után tovább fejlődik.

Direktvetés - olyan módszer, amelyben a takarónövényt közvetlenül a tarlóra, a talaj bolygatása nélkül vetik el. Ez a módszer különösen alkalmas fenntartható mezőgazdasági rendszerekben, mivel csökkenti a művelés költségeit, az eróziót, és hozzájárul a talaj egészségének megőrzéséhez (Assenbrenner, 2019).

2.1.3 A takarónövények alkalmazása Magyarországon és külföldön

Magyarországon a takarónövények alkalmazása a gazdaságokban egyre fontosabb szerepet játszik, számos jótékony hatásuknak köszönhetően. A gazdák egy része Magyarországon a direkt vetést vagy minimális talajművelést részesítik előnyben. Leggyakrabban a szárazabb régiókban alkalmazzák, a talaj vízmegtartó képességének megőrzése érdekében. A magyar gazdálkodók gyakran alkalmaznak zöldtrágyakeverékeket, melyek többféle takarónövény magjából állnak, például facélia, búkköny, olajretek, mustár. A zöldtrágyakeverékek javítják a talaj szerkezetét, valamint növelik a biodiverzitást és a talaj tápanyagtartalmát. A gazdaságokban, ahol szóját és kukoricát termesztene, gyakori a nitrogénkötő növények alkalmazása köztes vagy utóvetésként. Ennek köszönhetően a talajban megkötött nitrogén közvetlenül hasznosul a következő termés számára. Magyarországon nagy előszeretettel alkalmazzák a téli rozst, mivel jól tűri a hideg időjárást, és erős gyökérzete miatt hatékonyan védi a talajt az erózióval szemben. Tavasszal könnyen bedolgozható a talajba, ami elősegíti a szervesanyag-utánpótlást. Magyarországon az Agrár-környezetgazdálkodási program (AKG) támogatások ösztönzik a takarónövények vetését, amelyek hozzájárulnak a talajmegújításhoz és a fenntarthatósághoz. Az AKG keretében a gazdák anyagi támogatást kapnak a takarónövények alkalmazására, amennyiben azok megfelelnek a program előírásainak. Magyar kutatóintézetek és egyetemek, mint a Debreceni Egyetem és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem több kísérletet folytatnak a takarónövények alkalmazásáról. Ezek a kutatások segítenek feltárni, mely takarónövények a leghatékonyabbak az adott magyarországi klimatikus és talajviszonyok mellett, valamint támogatják a gazdálkodókat a megfelelő vetési idő és technika kiválasztásában (Tóth & Juhos, 2022).

Szlovákiában a takarónövények egyre fontosabb szerepet töltenek be a talajminőség javításában és a környezeti fenntarthatóság megőrzésében. Szlovákiában gabonaféléket és a takarónövények gyakran alkalmazzák kombinálva a termőföldeken. A rozs és egyéb gabonafélék mellett, mustárt és olajretek egyaránt előszeretettel alkalmazzák, különösen a hegyvidéki területeken, ahol a talajerózió gyakori problémát jelent. A szlovák gazdálkodók kukorica betakarítása után, zöldtrágyázás céljából gyakran vetnek hüvelyes takarónövényeket. Gyomelnyomó növényként, a gyorsan növő facéliát gyakran vetik tavaszi vagy nyári időszakban, amikor az időjárás lehetővé teszi. Ez a növény gyorsan lefedi a talaj felszínét, hatékonyan elnyomva a gyomokat, és csökkenti a gyomirtószerek használatát. Az ország kutatóintézetei és támogatási programjai pedig további ösztönzést nyújtanak a gazdák

számára a takarónövények elterjesztésére és fenntartására. A magyarországi egyetemekhez hasonlóan, szlovákiában szintén több egyetem és mezőgazdasági kutatóintézet, mint a Nyitrai Mezőgazdasági Egyetem, végez kísérleteket a takarónövények alkalmazásáról. Ezek a kutatások hozzájárulnak a legmegfelelőbb fajok kiválasztásához, a vetési technológiák fejlesztéséhez, amelyek megfelelőek Szlovákia sík vidékein és hegyvidékes tájain egyaránt (Novák, Kováč, 2020).

Az Európai Unióban a takarónövények széles körben alkalmazottak, és az országok eltérő klimatikus és talajtani adottságai miatt változatos megoldások léteznek. Az EU által támogatott agrár-környezetgazdálkodási programok (AKG) pedig kifejezetten ösztönzik a takarónövények használatát a fenntarthatósági célok elérése érdekében. Franciaországban a hüvelyes és gabonafélékből álló keverékeket gyakran használják a talaj termékenységének növelésére. Németországban a mustárt és olajretket különösen gyakran használják takarónövényként, mivel ezek gyorsan növekvő növények, és hatékonyan javítják a talaj szerkezetét. Olaszországban a mediterrán éghajlat miatt a gyorsan növő facéliát és a nitrogénkötő lóherét gyakran vetik a talaj termékenységének megőrzésére és a gyomosodás csökkentésére. Spanyolország szárazabb régióiban, például Andalúziában, a takarmányborsót gyakran kombinálják gabonafélékkel, mint az árpával. A takarmányborsó nitrogénkötő képessége révén növeli a talaj termékenységét, míg az árpa segít a talaj megóvásában az eróziótól. Ez a kombináció különösen jól működik a mediterrán klímán, mivel a növények kevés vízzel is jól fejlődnek. Ausztria organikus mezőgazdasági területein a talajfedő növények, például a lóhere és facélia alkalmazása elterjedt. Az osztrák gazdák gyakran használják ezeket a növényeket a vetésforgó részeként, így biztosítva a talaj termékenységét és az organikus gazdálkodás fenntarthatóságát (European Commission, 2020).

2.2 Az Agrár-környezetgazdálkodási program (AKG) bemutatása

Az Agrár-környezetgazdálkodási program (AKG) Magyarország egyik legfontosabb mezőgazdasági támogatási rendszere, amelynek célja a környezetbarát és fenntartható gazdálkodási módszerek népszerűsítése, valamint a természetes erőforrások védelme. Az AKG program különböző támogatásokat biztosít a gazdálkodóknak a talaj minőségének megőrzésére, a biodiverzitás növelésére, és a vízminőség védelmére. Az AKG keretében a gazdák ösztönzést kapnak a talajvédő művelés, a természetes élőhelyek megőrzése, illetve a különböző zöldítésre irányuló intézkedések bevezetésére. A program segíti a gazdálkodókat

abban, hogy alkalmazkodjanak az új agrárökológiai kihívásokhoz és betartsák az EU fenntarthatósági követelményeit (Varga, Kiss, 2018).

2.2.1 Az Agrár-környezetgazdálkodási Program (AKG) támogatások

Agro-ökológiai Program (AÖP) - 2023-ban indult, a program keretében a gazdálkodók önkéntesen vállalhatják takarónövények alkalmazását, amiért támogatásban részesülhetnek. A program célja, hogy a gazdálkodók évente választhassanak olyan gyakorlatokat, amelyek környezeti szempontból előnyösek, és amelyekért anyagi ösztönzést kapnak. Tehát a KAP Stratégiai Terv keretében induló Agro-ökológiai Program (AÖP) olyan ösztönző támogatási forma, amely egy zöldítés-szerűen működő, tartalmában az agrár-környezetgazdálkodási támogatási formához (AKG) hasonló, önkéntes vállalásokon alapuló, egyéves támogatás. Mivel egyéves kötelezettségvállalásról van szó, a termelő a részvételtől minden évben szabadon dönthet. A meghatározott előírások, a gazdálkodók számára már részben ismertek, ugyanakkor környezeti szempontból is hasznosak. Lényege, hogy a választható előírásokat hasznosítási módonként kell teljesíteni, annak érdekében, hogy a gazdálkodók többsége megtalálja a számára legkedvezőbb lehetőséget. Ilyen mezőgazdasági gyakorlatok a talaj- és vízvédő, a biológiai sokféleség védelme, valamint az éghajlatváltozás mérsékelése (KAP – Közös Agrárpolitika).

2024 októberében új AKG pályázati felhívás jelent meg, amely tovább bővíti a fenntartható gazdálkodási gyakorlatok választékát, beleértve a talajmegújító gazdálkodást is, amelyben a takarónövények alkalmazása központi szerepet játszik. A támogatási konstrukció vissza nem térítendő átalánytámogatás nyújtásával arra ösztönzi a gazdálkodókat, hogy az 5 éves időszakban olyan gyakorlatokat alkalmazzanak, amelyek hozzájárulnak a környezet állapotának megőrzéséhez és javításához. Ilyen gyakorlatok a növénytermesztés, gyümölcs- és szőlőültetvények művelése és gyepgazdálkodással összefüggő gyakorlatok. A program elősegíti többek között a műtrágya és a növényvédő szerek használatának csökkentését, valamint a talajok, a vizek és a biodiverzitás védelmét (KAP – Közös Agrárpolitika).

2.3 A mikroba közösségek, mikrobiális biomassza és glomalin bemutatása

2.3.1 A mikroba közösségek rövid bemutatása

A mikrobiális közösségek a talajban, a vízben, a levegőben és a különböző élőlényekben élő mikroorganizmusokból állnak, amelyek együtt komplex ökológiai rendszereket alkotnak. E közösségek különféle mikroorganizmusokat foglalnak magukban, például baktériumokat, gombákat, vírusokat, protozoákat és algákat, melyek kölcsönhatásban állnak egymással és a környezetükkel. A talajbaktériumok az egyik legnagyobb és legváltozatosabb mikroorganizmus-csoportot alkotják. Képesek különféle tápanyagokat lebontani, elősegítve a tápanyagok, például a nitrogén, foszfor és kén körforgását. Az anaerob, tehát oxigénmentes környezetben élő baktériumok szintén fontosak, mivel egyesek nitrogénkötő képességgel rendelkeznek, ami létfontosságú a növények számára. A mikroszkopikus gombák, különösen az arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák, a növények gyökereivel szimbiotikus kapcsolatot alakítanak ki, és segítik őket a tápanyagok felvételében. A gombák hifái hozzájárulnak a talaj aggregátumainak stabilizálásához, és segítik a szervesanyagok lebontását, amivel növelik a talaj szervesanyag-tartalmát. A mikrobiális közösségekben lévő vírusok, különösen a bakteriofágok, megfertőzik a baktériumokat, így szabályozzák azok populációját és összetételét. A vírusok szerepe fontos az anyagcserében is, mivel baktériumok elpusztításával szerves anyagokat szabadítanak fel a környezetbe. A mikroba közösségek szerkezetében a protozoák ragadozóként lépnek fel, baktériumokkal és más apró mikroorganizmusokkal táplálkoznak, így hozzájárulnak a mikrobiális közösségek szabályozásához. A mikrobiális közösségek hozzájárulnak a talajban található patogén, tehát kórokozó mikroorganizmusok elleni védelemhez. A sokféleségük miatt az erős mikrobiális közösségek képesek meggátolni a kórokozók elterjedését. A jótékony baktériumok és gombák versengenek a helyért és a tápanyagokért, amivel elnyomják a káros patogének aktivitását. A mikrobiális közösségnek a biomasszájuk és sokszínűségük alapvető szerepet játszik a különböző ökoszisztémákban, és nélkülözhetetlenek a tápanyagok körforgásában, a talaj egészségének fenntartásában és a növények növekedésében (Kovács, Tóth, 2019).

2.3.2 A mikrobiális biomassza és szerepe a talajban

A mikrobiális biomassza az élő mikroorganizmusok össztömegét jelenti egy adott környezetben. A biomassza meghatározása és mennyisége fontos indikátora az adott ökoszisztéma egészségének és termékenységének. A mikroorganizmusok lebontják a szerves anyagokat, például a növényi és állati maradványokat, ami szerves tápanyagok felszabadulását eredményezi. Az elhalt szervesanyagok újrahasznosítása révén a mikrobiális

biomassza hozzájárul a talaj tápanyagtartalmának folyamatos feltöltéséhez. A gombák és baktériumok jelenléte elősegíti a talajszemcsék összekapcsolódását, ami javítja a talaj vízmegtartó képességét és levegőzését. Ez különösen fontos a növények gyökérnövekedéséhez, valamint a víz- és tápanyag-felvételhez. A mikroorganizmusok szerepe kiemelkedő a szénmegkötésben is, mivel a szerves anyagok lebontásával és azok talajban való megkötésével csökkentik a szén-dioxid légköri szintjét. A talajban található mikrobiális biomassza nagy mennyiségű szén tárolására képes, ami hozzájárul a globális szén ciklus szabályozásához. A mikrobiális közösségek és biomassza támogatása érdekében fontos a fenntartható gazdálkodás és talajkezelés. Az olyan mezőgazdasági gyakorlatok, mint a minimális talajforgatás, a komposzt használata és a vetésforgó segítik ezeknek a közösségeknek a fennmaradását. A mikrobiális biomassza, sokfélesége és funkciója tehát kulcsfontosságú a talaj egészsége és a globális ökoszisztémák stabilitása szempontjából (Tóth, 2018).

2.4 A glomalin és fontosságának rövid ismertetése

A glomalin egy viszonylag újonnan felfedezett, jelentős talajfehérje, amelyet az arbuszkuláris mikorrhiza (AM) gombák termelnek. Ezek a gombák szimbiotikus kapcsolatot alakítanak ki a növények gyökereivel, segítve őket a víz és a tápanyagok, különösen a foszfor felvételében. A glomalin az arbuszkuláris mikorrhiza gombák hifáin képződik és idővel a talajba jut, ahol fontos szerepet tölt be a talaj szerkezetének kialakításában és a szerves szén megkötésében. A glomalin segít a talaj aggregátumainak stabilizálásában. Az aggregátumok apró talajszemcsék, amelyeket különböző szerves és szervetlen anyagok kapcsolnak össze. A glomalin bevonja a talaj részecskéit és összetartja azokat, így ellenállóbbá teszi a talajt a szélsőséges időjárási viszonyokkal, például a szárazsággal és az áradásokkal szemben. A szénmegkötés szempontjából szintén nagyon fontos a szerepe a talajban, mivel a glomalin szénben gazdag molekula, és hosszú ideig stabil marad a talajban, akár több évtizeden át is. Ezáltal jelentős szerepet játszik a szén-dioxid légköri koncentrációjának csökkentésében. Emellett a glomalin növeli a talaj kationcserélő képességét, ami lehetővé teszi, hogy a talaj több tápanyagot tároljon és rendelkezésre bocsásson a növények számára. Az arbuszkuláris mikorrhiza gombákkal együtt a glomalin segíti a növények foszfor- és más ásványi anyagok felvételét is, így támogatva a növények növekedését és ellenállóképességét. A glomalinnak környezetvédelmi szempontból szintén fontos a szerepe, ugyanis képes megkötni a nehézfémeket és más szennyezőanyagokat a talajban. Így hozzájárulva a talajszennyezés csökkentéséhez és a környezet tisztaságának megőrzéséhez. Az ökológiai rendszerekben

betöltött szerepe révén a glomalin hozzájárulhat a biodiverzitás fenntartásához és a talajbiológiai aktivitás fokozásához (Smith, 2015).

2.4.1 A glomalin megőrzése és elősegítése

A talajművelési és mezőgazdasági gyakorlatok jelentősen befolyásolják a glomalin jelenlétét és mennyiségét a talajban. Az intenzív talajforgatás, a vegyszerhasználat és a monokultúras termesztés csökkenti az arbuszkuláris mikorrhiza gombák és a glomalin mennyiségét. Az olyan fenntartható gyakorlatok, mint a talajtakarás, a vetésforgó alkalmazása, a minimális talajforgatás és a szerves trágyázás azonban elősegítik a glomalin felhalmozódását, ezáltal javítják a talaj szerkezetét és termőképességét. Fontos a megőrzése és felhalmozódásának elősegítése, mivel a glomalin kulcsszerepet játszik a talaj egészségének megőrzésében, a szén-dioxid megkötésében és a növényi tápanyagok biztosításában, így hozzájárul a mezőgazdasági rendszerek fenntarthatóságához és a globális klímaváltozás hatásainak mérsékléséhez.

2.4.2 A mikroba közösségek biomásszája és a glomalin közti szimbiózis

A mikrobiális közösségek biomásszája és a glomalin között szoros kapcsolat áll fenn, mivel mindkettő kulcsszerepet játszik a talaj egészségének és szerkezetének fenntartásában, valamint a tápanyagok körforgásában és a szénmegkötésben. A glomalin jelenléte kedvez a mikrobiális biomásszájának, mivel hozzájárul a foszfor és más tápanyagok körforgásához a talajban. A mikrobiális közösségekben lévő baktériumok és gombák közvetetten hasznosítják a glomalin révén megkötött tápanyagokat, ami elősegíti a biomassza növekedését. A glomalin által stabilizált talajban a mikrobiális közösségek könnyebben hozzáférnek a tápanyagokhoz, ami pozitívan hat a növények tápanyagellátására is. A glomalin és a mikrobiális biomassza közötti kapcsolat fenntartása érdekében olyan mezőgazdasági gyakorlatokra van szükség, amelyek elősegítik az arbuszkuláris mikorrhiza gombák és más jótékony mikrobák fennmaradását. Ilyen módszerek például a minimális talajforgatás, a növényi takarónövények alkalmazása és a szerves trágyázás. Ezek a gyakorlatok elősegítik a glomalin és a mikrobiális biomassza hosszú távú fenntartását és szaporodását, ami pozitív hatással van a talaj termékenységére, szerkezetére és a globális szén ciklusra (Rillig, 2004).

3 A talajművelési rendszerek és a takarónövények a gyakorlatban

3.1 A talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes hatásai a talajra

A talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes alkalmazása jelentős hatással bír a talaj minőségére, a termékenységre és szerkezetére. A takarónövények és a megfelelő talajművelési rendszerek kombinációja elősegíti a talaj egészségét hosszú távon, csökkenti a talajeróziót és segíti a talaj vízmegtartó képességét, így fenntarthatóbb mezőgazdasági gyakorlatokat eredményez. A takarónövények erős gyökérhálózata összetartja a talaj részecskéit, ami csökkenti a tömörödést és javítja a talaj szerkezetét. Emellett a no-till vagy csökkentett művelés további védelmet nyújt a talajszerkezet számára, mivel minimális talajbolygatást igényel. A száraz időszakokban előnyös a takarónövények által nyújtott védelem a talaj párolgása ellen, míg a no-till és csökkentett művelés segíti a talajt felső rétegében levő nedvességek megtartásában. A no-till művelés segít a szervesanyagok lassú lebomlásában, így fokozatosan szabadulnak fel a tápanyagok. A takarónövények árnyékot biztosítanak és kevesebb helyet hagynak a gyomnövényeknek, így természetes módon csökkentik a gyomok szaporodását. Ennek köszönhetően a talajművelési rendszerekben csökkenteni lehet a gyomirtószerek használatát. A takarónövények és a talaj forgatás nélküli vagy minimális talajművelés jótékony hatással van a mikrobaközösségekre. Együttesen elősegítik a talajban élő mikroorganizmusok és hasznos talajlakók, mint a giliszták, mikorrhizák szaporodását és aktivitását, amelyek nagyon fontosak a talaj tápanyagkörforgásában (Gyuricza, 2014).

3.2 A talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes alkalmazásának gyakorlati hatásai a gazdaságokban

A no-till művelés és a takarónövények alkalmazása számos gazdaságban eredményes lehet, különösen akkor, ha a helyi adottságokat és a talajtípusokat figyelembe véve, helyspecifikusan alkalmazzák őket. Ezek a technológiák nemzetközi szinten egyre elterjedtebbek és a sok gazdaságban alkalmazzák őket. Egy USA-i farmon nagy előszeretettel alkalmazzák a regeneratív mezőgazdaságot. Gabe Brown teljesen átállt a talajforgatás nélküli (no-till) művelésre és a sokféle takarónövény használatára. A farmon takarónövény-kombinációkat alkalmaztak, például hüvelyeseket és gabonaféléket, melyek egymást támogatják a talaj nitrogénszintjének növelésében és a talajszerkezet stabilizálásában. Ennek eredményeként a talaj szervesanyag-tartalma jelentősen növekedett, és a farm immár kevésbé függ a mesterséges műtrágyáktól és gyomirtószerektől. Az erózió

szinte megszűnt, és a farm ellenállóbb lett az időjárási szélsőségekkel szemben, mint például az aszály (Brown, 2018).

A sokféle takarónövényes rendszer alkalmazása egy gazdálkodás gyakorlatában sokféle javító hatással jár a talaj minőségére. Ebben a rendszerben a gabonafélék, például búza és rozs, valamint hüvelyesek, mint a borsó és a lóhere használata nagyon eredményes, ezek a takarónövények együttesen segítenek a talaj védelmében, gazdagításában és a víz megtartásában. A sokféle takarónövényes rendszert beépítette a gazdálkodási gyakorlatába a Hickory Stick Farm Missisipiben, és szép eredményeket ért el a talajjavításban. A farm talajminősége és szervesanyag-tartalma jelentősen javult, miközben a költségek is csökkentek, különösen az üzemanyag és vegyszerhasználat terén. A vízvisszatartó képességük javult, így kisebb lett a termés ingadozása száraz időszakokban (Clark, 2007).

Magyarországon szintén egyre több gazdaság alkalmazza sikeresen a no-till vagy csökkentett művelést és takarónövényeket a talaj minőségének javítása érdekében. Egy gazdaságban Pusztakovácsin a talajforgatás nélküli (no-till) technológiát alkalmazzák, amely során elhagyták a szántást, és takarónövényeket vetnek a talaj védelme és javítása érdekében. A talaj szervesanyag-tartalma növekedett, a talajszerkezet javult, és csökkent a gyomirtószer használata. (Gribek, 2022). Nógrád megyében egy gazdaságban szintén a no-till technológiát alkalmazzák, amely során minimalizálják a talaj bolygatását, és takarónövényeket vetnek a talaj egészségének megőrzése érdekében. Ebben az esetben ismét elmondhatjuk, hogy a talaj szerkezete és vízmegtartó képessége javult, csökkent a talajerózió, és növekedett a talaj szervesanyag-tartalma. (Gribek, 2022).

4 Kutatás magyarországi és szlovákiai gazdaságok álláspontjáról a témában

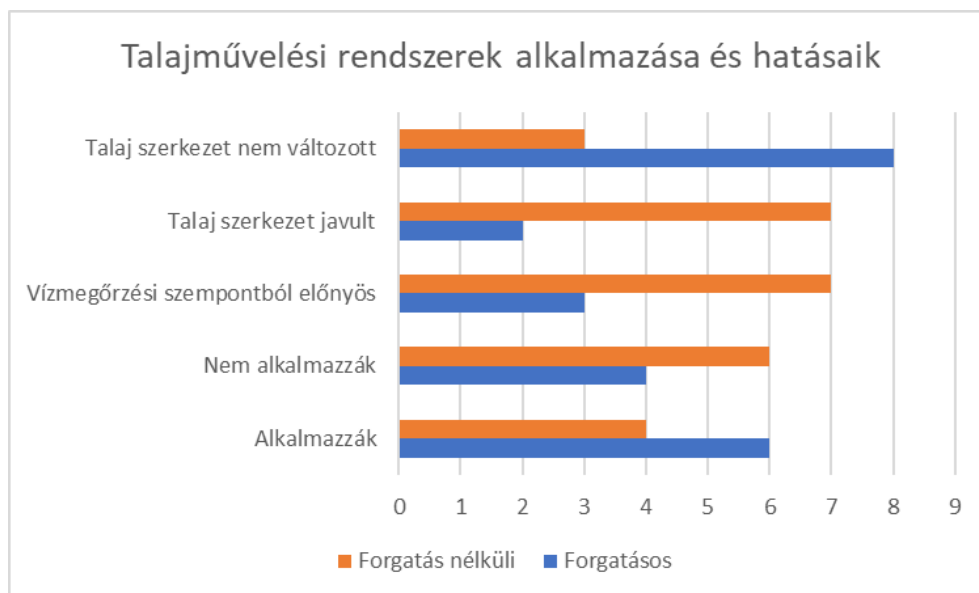
4.1 A kutatás céljai

A kutatás célja a magyarországi és szlovákiai gazdaságok talajművelési rendszerekhez és takarónövényekhez való hozzáállásának, alkalmazási gyakorlatainak és motivációinak feltárására irányul. Szeretnénk átláthatóbb képet nyújtani a magyarországi és szlovákiai gazdaságok ismereteiről a talajművelési rendszerekkel és a takarónövényekkel kapcsolatban. Ezen belül a legfőbb cél a különböző talajművelési rendszerek, például a hagyományos szántás, forgatás nélküli művelés, minimális művelés jelenlegi alkalmazási arányának és elterjedtségének felmérése. A magyar és szlovák gazdaságok közötti különbségek és hasonlóságok vizsgálata a talajművelési szokásokban és preferenciákban. Szeretnénk megérteni, hogy milyen gyakorisággal és mely típusú takarónövényeket alkalmaznak a gazdaságok, és milyen célok érdekében használják azokat. A takarónövény-használat mögött húzódó gazdasági, ökológiai és praktikus okok feltárása. A kutatás szándeka feltérképezni, hogy a gazdák mennyire tartják fontosnak a talaj egészségének megőrzését, a biodiverzitás növelését és a fenntartható gyakorlatokat, és hogyan látják a takarónövények és új talajművelési technikák potenciális előnyeit.

4.2 A kérdőíves kutatás folyamata

A kiküldött kérdőívekre a válaszok nagyobb része a 30-40 éves korosztályú gazdálkodóktól érkeztek. A gazdálkodók főként 10 hektárnál nagyobb területen foglalkoznak növénytermesztéssel, például kukorica, búza és napraforgó termesztésével már több, mint 10 éve. A vizsgált gazdaságok közül a legtöbben a forgatásos művelést alkalmazzák, míg a forgatás nélküli művelést csupán néhány gazdaságban.

A mélylazítás elterjedt gyakorlat a megkérdezett gazdaságok körében, leginkább a talajszerkezet javítása érdekében. Az alkalmazott talajművelési rendszer hatására a legtöbben pozitív változásról számoltak be, azaz a talaj szerkezete javult. Néhány gazdálkodó szerint azonban a talaj szerkezetében nem történt jelentős változás. A gazdálkodók úgy látják, hogy a forgatás nélküli talajművelési módszerek vízmegőrzési szempontból előnyösek (Ábra 6.), ami fontos szempont lehet a szárazabb éghajlati körülményekhez való alkalmazkodásban.



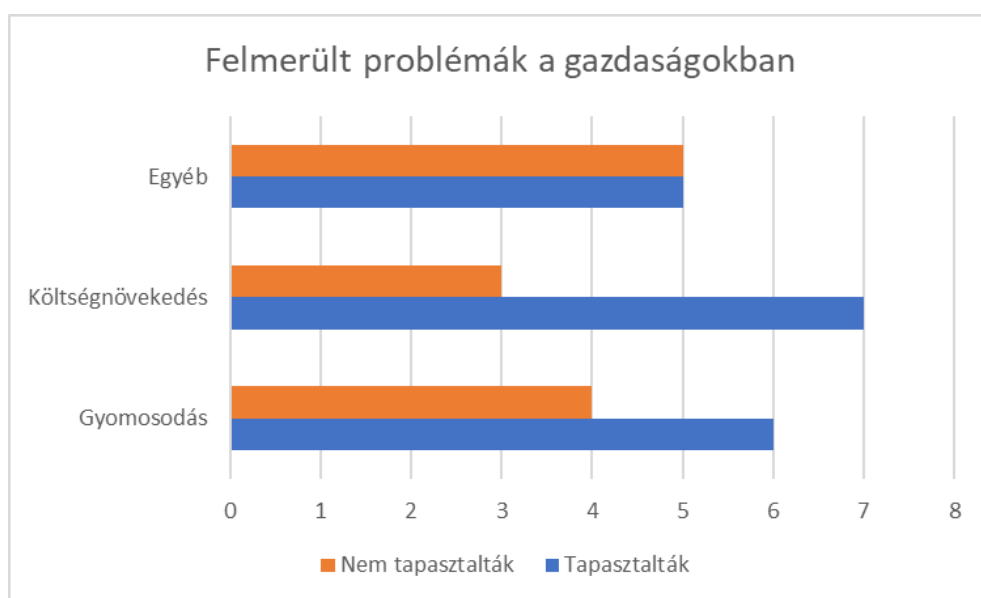
Ábra 6: Talajművelési rendszerek alkalmazása és hatásaik a talaj szerkezetére és vízmegőrző képességére

Forrás: Saját szerkesztés

A takarónövényeket, csupán néhány gazdaság alkalmazza. Az alkalmazásuk elterjedtsége kisebb, mint például a mélylazításé, ami arra utalhat, hogy a takarónövények alkalmazása még nem mindenhol bevett gyakorlat. A válaszadók körében a leggyakrabban alkalmazott takarónövények a facélia és a rozs. Emellett előfordul még a here és a mustár is, de ezek kevésbé népszerűek. A takarónövények vetését a gazdálkodók többsége két-három évente végzi. Ebben az esetben a takarónövények vetése nem évente ismétlődő gyakorlat, hanem inkább hosszabb távú talajvédelmi vagy javító célú beavatkozásként alkalmazzák őket. A takarónövényeket legtöbbször a tápanyagmegőrzés céljából, míg néhányan talajvédelmi szempontok miatt alkalmazzák. Ez alapján a gazdák többsége a talaj tápanyagkészletének javítását tartja a takarónövények legfőbb előnyének, ami a talaj termékenységének fenntartását és növelését szolgálja.

A gazdálkodók tapasztalatai vegyesek; egyes gazdák szerint a takarónövények nem befolyásolják a főnövény terméshozamát, míg mások enyhe növekedést észleltek. A takarónövények alkalmazása vegyes hatással van a gyomelnyomásra, néhány esetben nem észleltek változást, míg mások a gyomosodás növekedéséről számoltak be. A gazdaságok többségében javulást észleltek a talaj biológiai aktivitásában, különösen a talajlakó élőlények számának növekedésében.

A talajművelési rendszereket és takarónövényeket több gazdaságban is alkalmazzák kombinálva. A gazdálkodók szinte mindegyike tapasztalt bizonyos kihívásokat a kombinált alkalmazás során. Gyakori problémák a gyomosodás, a költségnövekedés, valamint egyéb technikai nehézségek (Ábra 7.). A költségek változása eltérően alakult; míg egyes gazdák jelentős költségnövekedést tapasztaltak, mások nem érzékeltek növekedést. A munkaszervezés szempontjából a takarónövények alkalmazása minden gazdálkodó szerint időigényesebb munkaszervezést igényel. A jövőbeli tervek szempontjából agazdálkodók nagy része tervezi újabb talajművelési módszerek vagy takarónövények kipróbálását, ami a folyamatos innovációra való hajlandóságot jelzi.



Ábra 7: Felmerült problémák a gazdaságokban 2024-ben

Forrás: Saját szerkesztés

4.3 Kutatás összefoglalás

A kutatás célja az volt, hogy feltárja a takarónövények és talajművelési rendszerek együttes alkalmazásának tapasztalatait és hatásait. A gazdálkodók válaszai segítettek átláthaobb képet nyújtani a takarónövények pozitív hatásairól, különösen a talajszerkezet és a talaj biológiai aktivitásának javulása terén. Sok gazdaságban kihívásként említették az időigényességet és a gyomosodást. A legtöbben relatívan elégedettek voltak a jelenlegi rendszerrel, és érdeklődtek új módszerek kipróbálása iránt, hosszú távon pedig fenntarthatóbb termelést és tovább javuló talajszerkezetet várnak.

5 Következtetések

Előnyök és fenntarthatóság

A takarónövények gyökérhálózata és a no-till (forgatás nélküli) rendszer valóban erősíti a talaj szerkezetét és csökkenti a tömörödést, amely a mezőgazdaság egyik legnagyobb kihívása. A talajerózió megakadályozása is kulcsfontosságú, különösen olyan területeken, ahol a víz- és szél erózió jelentős problémát okozhat. A no-till módszer, amely az előzetes művelés minimalizálására épít, szintén hozzájárul a talaj felső rétegének megővéséhez, megakadályozza annak túlzott kopását és sérülését. Az ilyen rendszerek jótékony hatása a talaj vízgazdálkodására, különösen száraz időszakokban, szintén jelentős, mivel a takarónövények képesek csökkenteni a párolgást és javítani a talaj nedvességtartalmát.

Mikrobiális aktivitás és tápanyagforgalom

A takarónövények és a no-till kombinációja elősegíti a talajban élő mikroorganizmusok, mint a giliszták és mikorrhizák, aktivitásának növekedését, amelyek a talaj tápanyagkörforgását támogatják. Ez a mikrobiális közösség erősíti a talaj termékenységét, és fenntartja az organikus anyagok lebomlását, biztosítva a tápanyagellátást a növények számára. Azonban fontos megjegyezni, hogy az ilyen rendszerek bevezetése jelentős időt és türelmet igényel a talaj regenerálódásához, mivel az organikus anyagok lebomlása és az új egyensúly kialakulása fokozatosan történik.

Gyomelnyomás és herbicidek használatának csökkentése

A takarónövények hatékony gyomelnyomóként működnek, csökkentve a gyomirtószerek szükségességét. Ez hosszú távon csökkenti a gazdálkodók kémiai költségeit és a környezeti terhelést. Azonban fontos megjegyezni, hogy nem minden területen és minden növényfaj esetében bizonyulnak egyformán hatékonyak a takarónövények a gyomok ellen, így az alkalmazásukat a helyi környezethez és növényi kultúrákhoz kell igazítani.

Kritikai megjegyzések és gyakorlati kihívások

Bár az előnyök egyértelműek, a rendszer alkalmazása nem mentes a kihívásoktól sem. Az ilyen típusú talajművelési rendszerek bevezetése magas kezdeti költségekkel és jelentős technológiai háttértudással járhat. A gazdálkodók számára a rendszerek sikeres alkalmazása érdekében fontos a megfelelő művelési technikák ismerete, valamint az új eszközök és gépek használata. Ezen kívül a takarónövények folyamatos nyomon követése és gondos választása is szükséges a megfelelő hatékonyság biztosítása érdekében.

Összehasonlítás más talajművelési módszerekkel

A forgatás nélküli talajművelés és a takarónövények használata összehasonlítható a hagyományos talajművelési rendszerekkel, ahol a talaj forgatása és műtrágyák alkalmazása dominál. Bár a hagyományos módszerek gyorsabb eredményeket hozhatnak a terméshozam terén, hosszú távon ezek a gyakorlatok károsak lehetnek a talaj egészségére és fenntarthatóságára. A no-till és a takarónövények alkalmazása viszont hosszú távon erősebb talajszerkezetet, jobb vízgazdálkodást és csökkentett káros hatásokat eredményezhet.

Javaslatok

A takarónövények és no-till rendszerek hatékonyságának növelése érdekében fontos a folyamatos kutatás és a helyi környezethez való alkalmazkodás. A gazdálkodók számára hasznos lehet a rendszeres talajvizsgálatok és a mikrobális aktivitás figyelemmel kísérése, hogy optimalizálják a tápanyag-ellátást és a vízgazdálkodást. Ezen kívül érdemes a helyi mezőgazdasági közösségekkel együttműködni a legjobb gyakorlatok megosztásában és az új technológiák adaptálásában.

Befejezés

A takarónövények fontos szerepet játszanak a fenntartható mezőgazdaságban, mivel közvetlenül nem termelnek hasznot, hanem a talajminőség javítására és védelmére szolgálnak. Különösen hasznosak a vetésforgó során, amikor a termőföldek haszonnövényei nincsenek jelen. A takarónövények zöldtömege és gyökérzete megakadályozza a talaj felszínének lemosódását, csökkenti az eróziót. A növényi maradványok lebomlásával nő a talaj szervesanyag-tartalma, amely elősegíti a mikrobiális aktivitást és a talaj termékenységét. A hüvelyesek szimbiózisban élnek nitrogénkötő baktériumokkal, így csökkentik a műtrágyaigényt, különösen a talaj nitrogéntartalmának növelésével. A talaj nedvességtartalmának megőrzése révén a takarónövények csökkentik a párolgást és javítják a talaj vízfelvevő képességét. Sűrű talajtakaróként a takarónövények visszaszorítják a gyomnövényeket, csökkentve ezzel a gyomirtószerek használatát. A változatos takarónövények különféle mikroorganizmusokat, rovarokat és más élőlényeket vonzanak, ezáltal gazdagítják a terület biológiai sokféleségét. A takarónövényeket mezőgazdaságban a főnövények közötti időszakban vetik, a vetési módszer a terület adottságaitól függ, és lehet fő-, köztes, vagy utóvetés. Magyarországon gyakoriak a nitrogénkötő növények (borsó, lóhere) és a téli rozs, míg a támogatási programok ösztönzik a takarónövények alkalmazását. Az EU-s országokban a klimatikus különbségekhez igazodva különféle keverékeket és módszereket alkalmaznak, pl. Franciaországban hüvelyeseket, Németországban mustárt, Olaszországban facéliát.

Az AKG Magyarország egyik kiemelt mezőgazdasági támogatási rendszere, amely célja a fenntartható gazdálkodás előmozdítása, a természetes erőforrások védelme és a környezetbarát gazdálkodási módszerek népszerűsítése. A program támogatást nyújt a talaj minőségének megőrzésére, a biodiverzitás növelésére és a vízminőség védelmére. A gazdálkodók ösztönzést kapnak talajvédő művelésre, természetes élőhelyek megóvására és zöldítési intézkedések bevezetésére, hogy megfeleljenek az EU fenntarthatósági előírásainak.

A talajban, vízben és levegőben élő mikroorganizmusok (baktériumok, gombák, vírusok, protozoák) komplex ökológiai rendszereket alkotnak. Ezek a közösségek fontos szerepet játszanak a tápanyagok körforgásában, a talaj egészségének fenntartásában és a növények növekedésében. A mikrobiális közösségek különböző mikroorganizmusokat tartalmaznak, amelyek segítik a szerves anyagok lebontását, a talaj aggregátumainak stabilizálását és a kórokozók elnyomását. A mikrobiális biomassza a talajban lévő élő mikroorganizmusok

össztömege, amely kulcsszerepet játszik a szerves anyagok lebontásában, tápanyagok felszabadításában és a talaj vízmegtartó képességében. A mikrobiális közösségek fenntartása és sokszínűsége elengedhetetlen a talaj termékenységének és egészségének biztosításához, valamint a globális szén ciklus szabályozásában. A glomalin az arbuszkuláris mikorrhiza gombák által termelt fehérje, amely fontos szerepet játszik a talaj struktúrájának kialakításában, szén megkötésében és a tápanyagok felvételében. A glomalin stabilizálja a talaj aggregátumait, növeli a talaj kationcserélő képességét, és hozzájárul a talaj szennyezőanyagokkal szembeni védekezéshez. A glomalin mennyiségét és jelenlétét a mezőgazdasági gyakorlatok, mint az intenzív talajforgatás, vegyszerhasználat és monokultúras termesztés csökkenthetik. Fenntartható gyakorlatok, mint a talajtakarás, vetésforgó, minimális talajforgatás és szerves trágyázás elősegítik a glomalin felhalmozódását, javítva a talaj szerkezetét és termőképességét. A glomalin és a mikrobiális biomassza szoros kapcsolatban állnak, mivel a glomalin stabilizálja a talajt, elősegítve a mikrobiális közösségek növekedését és a tápanyagok körforgását. A glomalin által stabilizált talajban a mikrobiális közösségek könnyebben hozzáférnek a tápanyagokhoz, ami pozitívan hat a növények növekedésére és a talaj termékenységére. Az arbuszkuláris mikorrhiza gombák és a glomalin fenntartása érdekében fontos a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása.

A regeneratív rendszerek gyakorlatban való alkalmazása alapján arra következtetésre juthatunk, hogy a talajművelési rendszerek és a takarónövények együttes alkalmazása hosszú távon javítja a talaj egészségét, csökkenti az eróziót, fenntarthatóbbá teszi a gazdaságokat, és csökkenti a termelési költségeket. A gazdaságokban való elterjedésük jelentősen hozzájárul a mezőgazdaság fenntarthatóságához és a talajok megőrzéséhez.

Resumé

Krycie plodiny zohrávajú dôležitú úlohu v udržateľnom poľnohospodárstve, pretože priamo neprodukurujú zisk, ale slúžia na zlepšenie a ochranu kvality pôdy. Sú obzvlášť užitočné v rámci osevného postupu, keď na poľnohospodárskej pôde nie sú prítomné hospodárske plodiny. Zelená hmota a koreňový systém krycích plodín zabráňujú splachovaniu povrchu pôdy, čím znižujú eróziu. Rozklad rastlinných zvyškov zvyšuje obsah organických látok v pôde, čo podporuje mikrobiálnu aktivitu a úrodnosť pôdy. Strukoviny žijú v symbióze s baktériami viažucimi dusík, čím znižujú potrebu umelých hnojív, najmä zvyšovaním obsahu dusíka v pôde. Zachovaním vlhkosti v pôde krycie plodiny znižujú odparovanie a zlepšujú schopnosť pôdy prijímať vodu. Hustá pokrývka pôdy kryciami plodinami obmedzuje výskyt buriny, čím znižuje potrebu používania herbicídov. Rozmanité krycie plodiny priťahujú rôzne mikroorganizmy, hmyz a iné organizmy, čím obohacujú biodiverzitu daného územia. Krycie plodiny sa v poľnohospodárstve vysievajú v období medzi hlavný výsev plodiny, a metóda výsevu závisí od podmienok na danom území, môže ísť o hlavný, medziplodiny alebo následný výsev. Na Slovensku sú bežné strukoviny, hrach, ďatelina a zimná raž, a podporné programy stimulujú používanie krycích plodín. V krajinách EÚ sa na základe klimatických rozdielov používajú rôzne zmesi a metódy, napríklad vo Francúzsku strukoviny, v Nemecku horčica, v Taliansku facélia.

Program AKG je jedným z kľúčových poľnohospodárskych podporných systémov v Maďarsku, ktorého cieľom je podporovať udržateľné poľnohospodárstvo, ochranu prírodných zdrojov a propagáciu environmentálne priaznivých poľnohospodárskych praktík. Program poskytuje podporu na ochranu kvality pôdy, zvyšovanie biodiverzity a ochranu kvality vody. Poľnohospodári sú motivovaní k pôdoochranej obrábke, ochrane prírodných biotopov a zavádzaniu ekologických opatrení, aby spĺňali environmentálne požiadavky EÚ.

Mikroorganizmy žijúce v pôde, vode a vzduchu (baktérie, huby, vírusy, protozoá) tvoria komplexné ekologické spoločenstvá. Tieto spoločenstvá zohrávajú dôležitú úlohu v kolobehu živín, udržiavaní zdravia pôdy a raste rastlín. Mikrobiálne spoločenstvá obsahujú rôzne mikroorganizmy, ktoré pomáhajú rozkladať organické látky, stabilizovať pôdne agregáty a potláčať patogény. Mikrobiálna biomasa je celkové množstvo živých mikroorganizmov v pôde, ktorá zohráva kľúčovú úlohu pri rozklade organických látok, uvoľňovaní živín a zlepšovaní schopnosti pôdy zadržiavať vodu. Udržiavanie a rozmanitosť mikrobiálnych spoločenstiev sú nevyhnutné na zabezpečenie úrodnosti a zdravia pôdy a reguláciu globálneho uhlíkového cyklu. Glomalin je bielkovina produkovaná

arbuskulárnymi mykorhíznymi hubami, ktorá zohráva dôležitú úlohu pri formovaní štruktúry pôdy, viazaní uhlíka a príjme živín. Glomalin stabilizuje pôdne agregáty, zvyšuje výmennú kapacitu kationov v pôde a prispieva k ochrane pôdy pred znečisťujúcimi látkami. Množstvo a prítomnosť glomalinu môžu byť znížené poľnohospodárskymi praktikami, ako je intenzívna obrábka pôdy, používanie chemikálií a monokultúrna produkcia. Udržateľné praktiky ako mulčovanie, striedanie plodín, minimálna obrábka pôdy a organické hnojenie podporujú akumuláciu glomalinu, čím zlepšujú štruktúru a úrodnosť pôdy. Glomalin a mikrobiálna biomasa sú úzko prepojené, pretože glomalin stabilizuje pôdu a podporuje rast mikrobiálnych spoločenstiev a kolobeh živín. V pôde stabilizovanej glomalinom majú mikrobiálne spoločenstvá ľahší prístup k živinám, čo pozitívne ovplyvňuje rast rastlín a úrodnosť pôdy. Na udržanie arbuskulárnych mykorhíznych húb a glomalinu je dôležité aplikovať udržateľné poľnohospodárske praktiky.

Na základe praktického použitia regeneratívnych systémov môžeme dospieť k záveru, že kombinované používanie poľnohospodárskych systémov a krycích plodín dlhodobo zlepšuje zdravie pôdy, znižuje eróziu, robí hospodárstva udržateľnejšími a znižuje náklady na výrobu. Ich rozšírenie na farmách výrazne prispieva k udržateľnosti poľnohospodárstva a ochrane pôdy.

Felhasznált irodalom

1. Könyvek és monográfiák

Assanbrenner Edit, Scheidler János (2019): A növénytermesztés gyakorlata, Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., Budapest, NFA-KA-ITM-2/2019

Dr. Birkás Márta (2001): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban, Mezőgazda lap- és könyvkiadó kft., Budapest, ISBN: 9639256307

Buzás I. (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 242 p.

Andy Clark (2007): Managing Cover Crops Profitably, 3rd Edition, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE)

Nagy J. (1952): Növénytermelés, Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., Debrecen

Smith S. E., Read, D. J. (2015): Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, ISBN: 978-0123705266

2. Tudományos munkák

Brown Gabe: *Dirt to Soil, One Family's Journey into Regenerative Agriculture*, Chelsea Green Publishing, 2018

Dunai Attila: A szerves és ásványi trágyázás, valamint a különböző talajművelési módok hatásainak vizsgálata egyes talajfizikai paraméterekre tartamkísérletben, doktori értekezés, Keszthely, Pannon Egyetem Georgikon Kar, 2017, 108.o.

Hampel Gy., Kis K., Monostori T.: Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 2., Szeged, Szegedi akadémiai bizottság, 2021, 122-126.o.

Vjatráková J.: Biomasa mikroorganizmov a dynamika premien dusíka pri alternatívnom spôsobe obhospodarovania pôdy, Dizertačná práca, Slovenská poľnohospodárska univerzita v nitre, Nitra, 2001

Katarína Košanová: Regeneratívne poľnohospodárstvo: Analýza, porovnanie a perspektívy do budúcnosti, Katedra environmentálných štúdií - Program Environmentálné štúdiá, Brno, 2023

Kladivko, E. J.: Tillage systems and soil ecology, 2001, Soil and Tillage Research

Kovács A., Tóth G.: A talaj mikrobiális közösségeinek szerepe az ökoszisztémák működésében, Talajtani Szemle, 2019, ISSN: 1588-1234.

Milan Macák: Udržateľné poľnohospodárstvo a produkcia potravinových zdrojov – vybrané témy, Nitra, 2023, ISBN 978-80-552-2700-9

Nagy P., Kiss M., Kovács A.: A takarónövények hatása a talaj termékenységre és a fenntartható gazdálkodásra. Talajtani Közlemények, 2021, ISSN: 0563-0784

Nagy P., Kovács L.: A hüvelyesek és fűfélék szerepe a talaj termékenységének növelésében Magyar Agrárkutatás, 2019, ISSN: 1588-8996

Nagy, T. & Szilágyi, K.: Mulcsos művelési rendszerek alkalmazása és hatása a talaj termékenységre, 2021, Mezőgazdasági Tudományos Kiadó

Novák J., Kováč R.: A talajminőség és a takarónövények szerepe Szlovákiában. Journal of Soil and Plant Science, 2020, ISSN: 1234-5678

Takács, T.: Konzervációs talajművelési rendszerek a modern mezőgazdaságban, 2019, Mezőgazdasági Tudományos Kiadó

Tóth G., Juhos K.: Takarónövények alkalmazásának lehetőségei a magyarországi mezőgazdaságban. Agrártudományi Közlemények, 2022, ISSN: 1587-1282

Tóth G., Szabó A., Fekete M.: Keresztesvirágúak és takarónövények alkalmazása a fenntartható mezőgazdaságban, Talajtani és Környezettani Kutatások, 2020, ISBN: 978-963-1234-56-7

Tóth G.: A talaj mikrobiális biomasszájának szerepe a fenntartható mezőgazdaságban. Talajtani Közlemények, 2018, ISSN: 1588-5552.

Tóth, T.: A szántás nélküli művelés lehetőségei és kihívásai a hazai gazdálkodásban. Magyar Mezőgazdaság, 2022

Rillig, M. C.: Mycorrhiza and soil structure, Soil Biology, 2004

3. Kutatási jelentések, Internetes források

Borie F. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a Chilean Ultisol: Soil & Tillage Research (2006), Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile

Harkányi A., Ujj A. Az agroökológia természetvédelmi vonatkozásainak vizsgálata a gazdálkodók gyakorlata és a fogyasztók megítélése alapján: Tájökológiai Lapok · Journal of Landscape Ecology 21(2): 47–74. (2023), Hozzáférhetőség és elérés: <https://doi.org/10.56617/tl.4955>

Gribek Dániel, Minden mag számít – talajművelés nélkül pedig végképp, Szakcikk, Talajművelés, Agroforum, Hozzáférhetőség és elérés: <https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuveles>

Mellékletek

Kérdőív a talajművelési rendszerek és a takarónövények alkalmazásáról, hatásaikról külön vagy együttesen alkalmazva a gazdaságokban. A kérdőív célja segítséget nyújtani a gazdálkodók tapasztalatainak, valamint az alkalmazott módszerek gazdasági és ökológiai hatásainak megértésében.

1. A válaszadó életkora?
 - 20-30
 - 30-40
 - 40-50
 - 50+
2. Mekkora területen gazdálkodik?
 - Kisebb, mint 1ha
 - 1-5ha
 - 5-10ha
 - Több, mint 10ha
3. Milyen típusú növényeket termeszt?
 - búza
 - kukorica
 - repce
 - napraforgó
 - egyéb...

4. Hány éve gazdálkodik ezen a területen?
- Kevesebb, mint 1 év
 - 1-5 év
 - 5-10 év
 - Több, mint 10 év
5. Milyen talajművelési rendszert alkalmaz leggyakrabban?
- Forgatásos művelés
 - Forgatás nélküli művelés
 - Konzerváló művelés
 - No-till
6. Milyen szempontok alapján választotta ezt a talajművelési rendszert?
- Költséghatékonyság
 - Talajmegőrzés
 - Talajlazítás céljából
 - Megszokásból
7. Végez-e mélylazítást a talajon?
- Igen
 - Nem
8. Hogyan változott a talaj szerkezete az alkalmazott talajművelési rendszer hatására?
- Javult
 - Romlott
 - Nem változott

9. Tapasztal-e vízmegőrzési előnyöket a jelenlegi talajművelési módszerével?

- Igen
- Nem

10. Alkalmaz-e takarónövényeket a gazdaságában?

- Igen
- Nem

11. Ha igen, milyen takarónövényeket alkalmaz?

- Mustár
- Here
- Rozs
- Facélia
- Valamelyikek keveréke

12. Milyen gyakran vet takarónövényeket?

- Minden évben
- Két-három évente
- Ritkábban

13. Milyen fő célból használ takarónövényeket?

- Talajvédelmi szempontok
- Tápanyagmegkötés
- Gyomelnyomás
- Kártevőszabályozás

14. Milyen módon készíti elő a talajt a takarónövények számára?

- Forgatásos műveléssel
- Forgatás nélküli műveléssel
- Direktvetéssel

15. Hogyan érinti a takarónövények használata a főnövény terméshozamát?

- Növeli
- Csökkenti
- Nem változik

16. Tapasztalt-e változást a talaj vízháztartásában a takarónövények hatására?

- Igen
- Nem

17. Észlelhető-e változás a gyomnyomásban a takarónövények alkalmazásával?

- Csökkent
- Nőtt
- Nem változott

18. Javult-e a talaj biológiai aktivitása (pl. talajlakó élőlények száma) a takarónövények hatására?

- Igen
- Nem

19. Használ együttesen talajművelési rendszert és takarónövényeket?

- Igen
- Nem

20. Milyen előnyöket tapasztalt a két módszer együttes alkalmazásával?

- Talajnedvesség megőrzése
- Költségcsökkenés
- Talajszerkezet javulása

21. Tapasztalt-e kihívásokat a két módszer együttes alkalmazásával?

- Igen
- Nem

22. Ha igen, milyen jellegű problémák merültek fel?

- Nehezebb vetés
- Költségnövekedés
- Gyomosodás
- Egyéb...

23. Mennyire növekedtek az éves költségei a takarónövények alkalmazása miatt?

- Nem növekedtek
- Kis mértékben
- Jelentősen

24. Hogyan érinti a takarónövények alkalmazása a munkaszervezést?

- Több időigény
- Rugalmasabb ütemezés

25. Mennyire elégedett az alkalmazott talajművelési és takarónövényes rendszerekkel?

(1 - egyáltalán nem elégedett, 5 - teljesen elégedett)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

26. Van-e terve újabb talajművelési módszerek vagy takarónövények kipróbálására?

- Igen
- Nem

27. Milyen hatást vár a talajművelési rendszer és takarónövények hosszú távú alkalmazásától?

- Fenntarthatóbb termelés
- Költségcsökkenés
- Talajszerkezet javulása
- Egyéb...