

# **SZAKDOLGOZAT**

**Marosvölgyi Martin**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Mezőgazdasági mérnök alapképzés szak**

**Talajállapot vizsgálati módszerek alkalmazása és értékelése**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Kende Zoltán Egyetemi adjunktus
<b>Belső konzulens intézete:</b>	Növénytermesztési- tudományok Intézet
<b>Belső konzulens:</b>	Bozóki Boglárka PhD hallgató
<b>Készítette:</b>	Marosvölgyi Martin PTJGE7

**Gödöllő**

**2023**

## Tartalomjegyzék

<b>1.BEVEZETÉS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....</b>	<b>3</b>
2.1.A zöldtrágyázás rövid történelme .....	3
2.2.A zöldtrágyázás fontossága .....	4
2.3.A zöldtrágyanövények talajra és utónövényre gyakorolt hatásai .....	5
2.3.1A zöldtrágyanövény mint talajtakaró növény .....	6
2.3.2.A zöldtrágyanövények kedvező hatásai .....	6
2.3.3.A zöldtrágyanövények kedvezőtlen hatásai .....	9
2.4.A zöldtrágyanövények ismertetése .....	10
<b>3.ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>12</b>
3.1.A kísérlet célja .....	12
3.2 A kísérlet helyszínének bemutatása .....	12
3.2.1.Éghajlati viszonyok .....	13
3.2.2. Talajjellemzők .....	15
3.3.A kísérletben vizsgált paraméterek.....	15
3.3.1.Talajnedvesség-tartalom mérés .....	15
3.3.2.Talajellenállás mérése.....	15
3.3.3.A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérése .....	16
3.3.4.A növények borítottságának és fenológiájának vizsgálata .....	16
3.3.5.A levélfelületi index vizsgálata .....	16
3.3.6.A növények klorofill tartalmának mérési eredményei.....	17
3.3.7.A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata.....	17
<b>4.EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK .....</b>	<b>18</b>
4.1.Talajnedvesség és talajellenállás mérés eredményei.....	18
4.2.A talaj szén-dioxid kibocsátás mérés eredményei.....	22

4.3.A fenológiai és borítottsági mérés eredményei .....	23
4.4.A levélfelületi index vizsgálat eredményei .....	24
4.5.A növények klorofill tartalmának mérési eredményei .....	25
4.6.A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálati eredményei.....	26
<b>5.KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....</b>	<b>30</b>
<b>6.ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>32</b>
<b>7.IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>33</b>
<b>8.KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>	<b>39</b>

## 1. BEVEZETÉS

A világ népességének gyors növekedése miatt az élelmiszeripar egyre nagyobb nyomás alatt áll. Az egyik legnagyobb kérdés, amellyel a mezőgazdaságnak a jövőben szembe kell néznie, hogyan állítson elő több élelmiszert korlátozott vagy esetlegesen csökkenő mennyiségű termőföldön a környezet és a talajok fokozott védelme mellett. A monokultúras termesztés ugyanis felborítja a talajok tápanyagainak egyensúlyát és a káros elemek felhalmozódását okozza. A műtrágyák és a peszticidek túlzott használata a mezőgazdasági termelésben súlyos negatív hatást gyakorol a talaj minőségére, pedig talajaink a mezőgazdasági termelés alapjául szolgálnak.

A szélsőséges időjárás nagyban befolyásolja az őszi fővetésű növények fejlődését. Nyáron, amikor jelentősen kevés csapadék hullik, vagy a csapadék mennyisége ugyan eléri a megszokottat, de a magas hőmérséklet miatt megnő a talaj párolgási vesztesége, hosszantartó szárazság áll be, akkor aszályról beszélünk. Deflációhoz vezethet, ha mindezt párosítjuk egy rosszul időzített, kedvezőtlen talajműveléssel, aminek a következménye a talajok szervesanyag romlása lehet.

Az állatállomány továbbra is csökkenő tendenciát mutat az előző évekhez képest, így nem áll rendelkezésünkre megfelelő mennyiségű istállótrágya sem. A műtrágya árai ugyan normalizálódni kezdtek az első negyedévben, viszont még így is elég magas árakkal kell szembesülnünk. Manapság többen is a bálázást választják, még akkor is, ha ez nem indokolt, csökkentve a területen maradó, értékes szervesanyagot. Az előbb felsorolt okok miatt szükségessé vált olyan egyéb módszerekhez folyamodni, amivel javítani tudjuk a talajok szervesanyag-tartalmát, illetve meg tudjuk előzni az aszály és a defláció okozta súlyos károkat. Erre szolgál jó lehetőséget a zöldtrágyanövények alkalmazása fő- vagy másodvetésként.

A hatékony mezőgazdasági termelés, a talajok védelme, a klimatikus körülményekhez való alkalmazkodás miatt az Európai Unió is támogatja az ökológiai jelentőségű fő- vagy másodvetések térhódítását, erre a gazdáknak a területalapú támogatások zöldítési kifizetéseknél van lehetőségük. Bizonyos támogatások, mint az agrár-környezetgazdálkodási pályázatok (AKG) kifizetési feltételeiben szerepel például a zöldtrágyanövények termesztése legalább egyszer az adott területen. Többlettámogatásra is van lehetőség, ha nem csak egyszer természetnek zöldtrágyanövényeket az adott területen, ezzel ösztönözve a gazdákat a gyakoribb telepítésre.

Kutatásom során a baltacím, illetve a mustár zöldtrágyanövények talajra gyakorolt hatásait vizsgáltam. A vizsgálatok során kitértem a talajellenállás a talajnedvesség, a levélfelületi index paramétereinek, illetve a növények klorofill tartalmának meghatározására is. Dolgozatom célja megtudni, hogy milyen talajra gyakorolt hatásai vannak a zöldtrágyanövényeknek az időjárás szélsőséges hatásai mellett. A kutatás hasznos lehet azok számára, akik ilyen időjárási körülmények között zöldtrágyanövényt szeretnének alkalmazni. Az eredmények és tapasztalások segítségül szolgálnak majd a megfelelő zöldtrágyanövény kiválasztásához.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A zöldtrágyanövények rövid történelmi áttekintése

A zöldtrágyázás ősi gyakorlat. A zöldtrágyák szerepe a talaj termékenységének javítása és a növények tápanyagszükségletének egy részének biztosításában van. A görögök már időszámításunk előtt 300 körül bedolgozták a talajba a lóbabot (*Vicia faba*, L.), a zabot (*Avena sativa* L.) és a rozst (*Secale cereale* L.), ezzel szerves anyagot juttatva talajba. Kínában, Indiában és Japánban a hüvelyes zöldtrágyanövényeket a rizs fontos N-forrásaként ismerték el, már jóval a modern mezőgazdasági technológia megjelenése előtt (SINGH et al. 1991).

Észak-Amerikában a zöldtrágyázás gazdálkodási gyakorlatként létezik a 18. század óta (MACRAE és MEHUYS 1985). Az 1917-es évekelején végzett kutatásoknak köszönhetően az Amerikai Egyesült Államok történelmi perspektívát nyújt a zöldtrágya-tanulmányokhoz (PIETERS 1917). A hüvelyesek felhasználása talajjavító és talajmegőrző növényként a történelem során a vetésforgó stratégiák szerves részét képezték (PIKUL et al. 1997). A kezdeti időkben a talaj termőképessége teljes mértékben a természeti erőforrásoktól függött, és szilárd ökológiai egyensúly volt a talaj, a növény, az állat és az ember között.

A zöldtrágyázás ősi gyakorlatai, alkalmazása a komposzt, a vetésforgó, amelyeket az 1960-as évek elejéig használtak, viszont a fejlődő országok különféle talajtermékenységi programjaiban csökkent a népszerűségük, az ásványi műtrágyák használatának növekedése miatt. Továbbá, a helyzet a mezőgazdasági tudomány és technológia fejlődésével megváltozott a világháború után. A mezőgazdasági gépek, az öntözés, a műtrágyák, a növényvédő szerek, a jó minőségű vetőmagok használata, és az intenzív termesztés csökkentette a szerves trágyák használatát (FAGERIA 2002). Emellett az ún. 'zöld forradalom' alatt tovább csökkent a zöldtrágyázás intenzitása az olcsó műtrágyák, az intenzív termesztési rendszerek és a modern növények magas tápanyagigénye miatt. Az Amerikai Egyesült Államokban például a mezőgazdasági tevékenység növekedése óta az 1950-es években a nagymértékben fejlődő gazdálkodási rendszereknek köszönhetően a külső vegyi anyagok alkalmazása került előtérbe (OBERLE 1994; PORTER et al. 2003).

Egy másik példa Kína, ahol az 1970-es évek végén a tejes bükkönyt (*Astragalus sinicus* L.) zöldtrágyaként 9 millió hektár rizsföldön termesztették. Az 1980-as évek közepére a terület 6 millió hektárra csökkent (CHEN 1988). Hasonló tendencia figyelhető meg Japánban is (ISHIKAWA 1988). Ezenkívül néhány országban, például Indiában, ahol a műtrágyák árai nem változtak, támogatva és ösztönözve ezzel a gazdálkodókat, hogy továbbra is műtrágyákat válasszanak (SINGH et al. 1991).

Az elmúlt években ez a forgatókönyv ismét drasztikusan megváltozott a magas energiaköltség miatt és ennek megfelelően a műtrágyák árai is tovább emelkedtek. Továbbá, megnövekedtek az ökológiai és környezeti aggodalmak a válogatás nélküli műtrágyák használata miatt, ami szükségessé tette a szerves trágyák ismételt használatát (AYOUB 1999; FAGERIA 2002).

Az Egyesült Államokban már az 1900-as évek elején már művelték a talajokat. Napjainkban ezeken a területeken 40-70%-os szervesanyag-tartalom csökkenés figyelhető meg (SCHLEGEL ÉS HAVLIN 1997). Ez a csökkenés a kedvezőtlen talajművelésnek és a kapcsolódó talajerózióknak és oxidációnak tudható be. A csökkenés megkövetelte a termesztési és művelési rendszerek fejlesztését, amelyek csökkentik a talajeróziót és növelik a talaj szervesanyag-tartalmát (SCHLEGEL ÉS HAVLIN 1997).

## **2.2. A zöldtrágyázás fontossága**

A zöldtrágyázás egy adott termőhelyen fő-vagy másodvetésű növény, amelynek maximális zöldtömegét a talajba juttatjuk, ezzel javítja a talaj szervesanyag-tartalmát és biológiai kondícióját. A zöldtrágyázással tovább javítjuk a talajtermékenységet, illetve az tápanyagot nyújt az utónövénynek, viszont annak teljes tápanyagigényét nem fedezi (BIRKÁS 2017).

A zöldtrágyanövények növénytermesztésben betöltött pozitív szerepe régóta ismert. Jelentősége az elmúlt években folyamatosan növekszik a műtrágyák magas költsége, a környezetszennyezés fokozott kockázata és a fenntarthatóbb növénytermesztési rendszerek miatt. A zöldtrágyázás javíthatja a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, ennek következtében terméshozam-növekedést érhetünk el. Továbbá, a lehetséges előnyök közé tartozik az alacsonyabb műtrágyaigény az utónövényeknél. Hatása azonban talajonként, terményenként változhat, illetve függ a környezeti tényezőktől, a felhasznált zöldtrágyanövény fajtájától és annak kezelésétől is (FAGERIA 2007).

BIRKÁS (2017) szerint a zöldtrágyanövényekkel szemben támasztott követelmények a következők:

1. rövid tenészedő,
2. erősen és mélyen gyökerező,
3. jó vegetatív tömeget képző,
4. jó gyomelnyomó képesség,
5. jó talajvédő hatás,
6. kártevők és kórokozók ne támadják meg,



7. talaj és éghajlat iránt kevésbé érzékeny,
8. gazdaságosság,
9. a talaj nitrogén készletének gyarapítása.

NAGY (2002) szerint elsősorban zöldtrágyázásra azok a növények felelnek meg amelyek nitrogént és ásványi anyagot tartalmaznak, amelyek nagy mennyiségű vízben oldódnak, valamint kevés cellulózt és lignint tartalmaznak alászántáskor.

ANTAL (1993, 2000) szerint lehetőség van továbbá a telepített zöldugar, az árvakelés és az élő tarló zöldtrágyaként való hasznosítására is.

### **2.3. A zöldtrágyanövények talajra és utónövényre gyakorolt hatásai**

KAHNT (1986) szerint zöldtrágyák utónövényre gyakorolt hatása a következő tényezőktől függ:

1. a vetés és bedolgozás közt eltelt időtől,
2. a biomassa tömegétől,
3. a vegetációs időtől,
4. a gyökértömegtől s annak eloszlásától,
5. a bedolgozás minőségétől,
6. egyéb tápanyag-ellátottságtól,
7. a zöldtömeg nitrogén tartalmától,
8. a zöldtrágyanövény és az utóvetemény fajtától,
9. a zöldtrágyanövény elfásodottságától,
10. az oldható hatóanyagok mennyiségétől,
11. a felhasznált és a növényben jelen lévő víz mennyiségétől.

SNAPP et al. (2005) szerint a hüvelyesek takarmánynövényei lassan növekszenek és költséges a telepítésük, de a legmegbízhatóbbak a termés hozam növelésére az ugarhoz vagy más takarónövény fajokhoz képest. Ha a talaj szervesanyagainak a felépítése a cél, akkor kalászos takarónövényt kell telepíteni. A hüvelyes-gabona vagy a káposzta-gabona keverékek ígéretesek lehetnek, viszont figyelembe kell venni a talajkártévők terméskorlátozó tényezőit, ugyanis ebben az esetben megfontolandó a káposztanövények használata.

### 2.3.1. A zöldtrágyanövény, mint talajtakaró növény

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) évtizedek óta nagy szerepet játszik a hazai mezőgazdaságban. Termőterülete az elmúlt tíz évben folyamatosan közel 1,1 millió hektár felett volt. A búza sokoldalú növény, mivel minden részét fel lehet használni ezért nyereséges is a termelők számára. A búza termelési költségei és hozamai nagymértékben eltérnek, mivel azok nagyban függenek a csapadék mennyiségétől (PATRIGNANI et al. 2014). Ezért a nyári pihentetés elterjedt gyakorlat a vetésforgó részeként, hogy megőrizzük a talaj nedvességét a következő búzanövények számára.

Bár csökkenti a gyompopulációt és megőrizheti a talaj nedvességét, a nyári ugarolásnak vannak hátrányai (DÍAZ-AMBRONA és MÍNGUEZ 2001). UNGER (1994) szerint a búza ugarvetési forgója alacsony csapadékfelhasználási hatékonysággal rendelkezik, ami összefügg azzal, hogy a nedvesség a talajprofilon keresztül a búza gyökerei alatti mélységbe áramlik (O'LEARY és CONNOR 1997). Ezenkívül a gyomirtás elleni védekezés további plusz költségekkel jár. KELLEY és SWEENEY (2010) szerint a nyáron parlagon hagyott területek hajlamosak a talajerózióra a talajművelési műveletek miatt. Az ilyen műveletek a talaj szervesszén- és nitrogén-tartalmának csökkenéséhez vezet, ezáltal növelve a búzatermelés műtrágyaköltségeit (DÍAZ-AMBRONA és MÍNGUEZ 2001; PEOPLES et al. 2009).

Míndezért az őszi búza egyszerűsített vetésforgója fenntarthatósági kérdéseket vet fel. A nyári ugaroltatás helyett alkalmazhatunk zöldtrágyanövényeket, ami jó stratégia lehet a búzatermesztési rendszerek fenntarthatóságának fokozására.

### 2.3.2. A zöldtrágyázás kedvező hatásai

ANTAL (1993) szerint a zöldtrágyázás javítja a talajtermékenységet, védi a talaj fizikai, biológiai és kultúrállapotát, melyek hozzájárulnak a termésminőség és termésbiztonság javításához.

BIRKÁS (2017) szerint a zöldtrágyázás kedvező hatását az alábbi tényezők befolyásolják:

1. a megtermett biomasszatömeg minősége
2. a talajba dolgozás módja és ideje
3. az utónövény vetési ideje
4. a zöldtrágyanövény alá adott műtrágya adagja.

ACHARYA et al. (2019) és MCVAY et al. (1989) szerint a zöldtrágyanövények növelhetik a talaj nedvességtartalmát azáltal, hogy növények borítják a talajt, javítják a víz

beszivárgását a talajba a gyökérrendszerükön keresztül, továbbá növelik a talaj vízmegtartó képességét a talaj szervesanyag-tartalmának felépítésével és a talajtömörödés csökkentésével.

ABDUL-BAKI (1997) és DECKER et al. (1994) véleménye szerint a hüvelyesek takarónövényként vagy zöldtrágyaként való felhasználása szerves nitrogént is biztosíthat, és hozzájárulhat a fővetésű növények nitrogén igényének kielégítéséhez.

SNAPP et al. (2005) szerint a zöldtrágyanövények takarónövényként való alkalmazásának számos előnye van, mint például a kártevők elleni küzdelem, a talajszerkezet és vízháztartás javítása, a tápanyag-ciklus hatékonyságának javítása, illetve a termés hozam növekedésének elősegítése.

A zöldtrágyázás a növényvédelemben kifejtett pozitív hatásait már számos kísérlet bizonyította. Ez leginkább úgy valósul meg, hogy a zöldtrágyanövények elvonják a fényt a gyomok elől, így azok nem képesek fejlődni vagy nem is jelennek meg a területen (KAHNT 1986, KISMÁNYOKY 1993).

Ha a bizonytalan csapadék nyáron magas napi átlaghőmérséklettel párosul (24°C), hosszan tartó aszályok fordulhatnak elő (CHRISTIAN et al. 2015, LOLLATO et al. 2017).

AJTAY (1957) szerint a zöldtrágyanövények nagy mennyiségű vizet használnak fel viszont hosszabb távon kiegyenlítődnek a zöldtrágyanövények magasabb vízfelhasználásából eredő pillanatnyi aszálykárok. Több mint húsz év átlagában a zöldtrágyázott területeken nagyobb volt a termésátlag és az ide vetett növények jobb aszálytűréssel bírtak.

LOLLATO et al. (2017) szerint minden potenciális nyári hüvelyesnek magas toleranciával kell rendelkeznie mind az aszály, mind a magas hőmérséklet ellen.

LYON et al. (2007) RAO és NORTHUP (2009) korábbi kutatásai azt mutatták, hogy a rövid növekedési időszakú nyári zöldtrágyanövények több talajnedvességet biztosítanak a következő növény számára, mint a hosszabb növekedési időszakkal rendelkező alternatív növények.

Egy nyári hüvelyesnek képesnek kell lennie nagyobb mennyiségű biomassza előállítására a rövid növekedési időszak alatt ahhoz, hogy az ideális takarónövényként működjön. Ezenkívül az ilyen növények maradványainak optimális C:N aránnyal (>17:1) kell rendelkezniük a tápanyagkörforgás hatékonyságának javítása érdekében ([http5](#)).

A korábban végzett több évnyi kutatás során hüvelyeseket értékelték, beleértve a szójababot is, takarmányként, takarónövényként és zöldtrágyaként (RAO és NORTHUP 2011, SINGH et al. 2020; WITT et al. 2021).

Egy közelmúltbeli modellezési tanulmány azt mutatta, hogy a közepes érettségű szójabab vagy a takarmányként korán betakarított szójabab nagyobb biomassza-hozamot és

vízfelhasználási hatékonyságot eredményezhet a búza számára, mint a később érő szójabab, amely a búza vetésforgójában szerepel (BAATH et al. 2021).

BAATH et al. (2020) szerint a hegyeslevelű paszulybab (*Phaseolus acutifolius*) ígéretes választás lehet zöldtrágyaként vagy takarmányként történő felhasználásra. Ez a faj jobban tolerálja az aszálystresszt, gyorsabb növekedési ütemet és nagyobb föld feletti biomassza-termelést produkál, mint más nyári hüvelyesek, változó talajnedvesség-szinteken, ellenőrzött környezetben.

CSAVAJDA (2003) vizsgálatai alapján a legnagyobb biomassza-hozamot a facélia-olajretek keverék mutatta (34,6-41,3 t/ha). MIKÓ (2009) eredményei is ezt mutatták, ugyanis kísérleteiben a legnagyobb biomassza tömeget az olajretek érte el (61,9 t/ha). A mustár, facélia és a tavaszi repce körülbelül azonos biomassza tömeget hozott (40 t/ha).

AULAKH és PASRICHA (1998) tapasztalatai alapján a homoki bab (*Vigna unguiculata* L.) igen gyorsan, 40-50 nap alatt 62-86 kg nitrogént gyűjtött egy hektáron.

BAATH et al. (2018) szerint egy másik új impulzus, a sisakvirág-levelű tehénbab (*Vigna aconitifolia* L.) kiváló tulajdonságokkal rendelkezik takarónövényeként való felhasználásra. A tehénbab optimális C:N arányt és nagy mennyiségű talajtakarást biztosít. Alapvető fontosságú, hogy összehasonlítsuk ezeket az új nyári hüvelyeseket zöldtrágyaként és takarónövényként való képességük szempontjából szántóföldi környezetben, hogy meghatározzuk az erre való alkalmasságukat.

MIKÓ (2009) vizsgálatai alapján a talaj tömörebb és szárazabb volt a zöldtrágyák bedolgozása után, mint a kontrol területeken, ami ugyan nem mindig jelentkezett, az eltérés leginkább a szárazabb években volt jelentős. Ez a hatás a bedolgozást követő 2-3 hónap után megszűnt, és a kontrollhoz képest kedvezőbb talajállapot alakult ki.

CSERHÁTI (1897) észlelései szerint a nem pillangós növények, mint a mustár, csak a talaj humusztartalmát növelik, viszont a pillangósoknál gyorsabb fejlődésűek, így rövid vegetációs idő áll rendelkezésre.

EHSAN et al. (2023) szerint a fehér mustár gyorsan fejlődik, nagy zöldtömeeggel és mély gyökérrendszerrel rendelkezik, ezért tápanyagokat tud felszívni a mélyebb talajrétegekből is.

ZHAO et al. (2015) szerint a zöldtrágyázás helyettesítheti az egyes műtrágyák alkalmazását, megőrizve ezzel a termésbiztonságot, illetve csökkentheti a szén-oxid kibocsátását és a kimosódást is.

### 2.3.3. A zöldtrágyázás kedvezőtlen hatásai

A zöldtrágyanövények kedvező hatásai mellett a kedvezőtlen hatásokat sem szabad figyelmem kívül hagyni.

KAHNT (1986) szerint abban az esetben, ha nem az adott terület adottságainak megfelelő növényfajt választunk, akkor a zöldtrágyázás kellemetlen hatásaira kell számítanunk.

MIKÓ (2009) eredményei szerint a zöldtrágyanövények hatásai kedvezőtlenül alakultak a szárazabb évjáratok esetén. A növényekkel borított parcellákon a talajellenállás 12,4-30,2 százalékkal nagyobb volt, mint a vetetlen kontroll.

SCHNEIDEWIND (1915) megfigyelései alapján a fehér mustár után a burgonyának kevesebb volt a termésátlaga, ezért nem javasolta azt zöldtrágyanövényként. Ezzel ellentétben a borsó-, lóbab- és bükkönykeverék meglehetősen növelte a burgonya termésátlagát.

NORTHUP és RAO (2016), RAO és NORTHUP (2008, 2009) a szójabab zöldtrágyaként történő termesztésének negatív hatásairól számoltak be a későbbi növényekre; továbbá a szójabab vízfelhasználásának alacsony hatékonyságát találták normál és csapadékosabb termesztési körülmények között.

KEMENESY (1972) szerint a zöldtrágyanövények okozhatnak kedvezőtlen hatásokat, mivel csökkentik a talaj nedvességét, illetve a nem pillangós zöldtrágyanövények esetében a talaj nitrátkészletét is. A nitrát hiány ugyan pótolható N-műtrágya alkalmazásával, viszont a víz pótolhatatlan tényező a szárazabb és öntözésre alkalmatlan területek esetében.

ROSZIK (1993) tapasztalatai alapján a zöldtrágyanövények csökkenthetik a talaj tápanyag-és vízkészletét, ezzel akadályozva a megfelelő talaj- előkészítést.

ANTAL (2000) szerint tápanyag-utánpótlásra nem elegendő csak a zöldtrágyanövényekre támaszkodni. Ahhoz, hogy a zöldtrágyanövények összetétele kialakuljon, és alászántáskor a megfelelő tömegű szerves tápanyag jusson vissza a talajba, a zöldtrágyanövényeket is el kell látni tápanyaggal.

KISMÁNYOKY (1993) véleménye szerint akkor lehet hatásos a zöldtrágyanövények alkalmazása, ha műtrágyázással azt kiegészítjük, ellenkező esetben az eljárás hatástalan lehet, vagy akár az utónövény terméshozamát is csökkentheti. Véleménye szerint a szélsőséges időjárási viszonyok miatt (főleg a csapadékhiány miatt) a zöldtrágyanövények zöldtömegmennyisége bizonytalan lehet.

ANTAL (1964) tapasztalatai szerint a rozs csak akkor volt alkalmas zöldtrágyanövénynek, ha talajba dolgozást követően nitrogént juttattak ki a területre.

RASMUSSEN és ANDERSEN (1994) tapasztalatai alapján a fehér mustár után a búzatermés csökkenő tendenciát mutatott. A takarmányrépánál pedig kisebb állománysűrűség és kisebb szárazanyag-tartalom volt megfigyelhető.

WESTSIK (1936) és BALLENEGGER et al. (1936) szerint érdemes 4-6 hetet várni a bedolgozás és az utóvetemény vetése között, mivel eredményeik azt mutatták, hogy a frissen bedolgozott zöldtrágya az utóvetemények hiányos kelését okozta.

#### 2.4. A zöldtrágyanövények ismertetése

A **baltacím** (*Onobrychis viciifolia* L.) a kétszikűek osztályába, a hüvelyesek (*Fabales*) rendjébe és a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozik. Az *Onobrychis* nemzetségbe tartozik. Leginkább Euráziában és Észak-Amerikában az északi félteke mérsékelt klímájú részein terjedt el. A lucerna előtt kezdődött meg szánóföldi termesztése. Hazánkban körülbelül az 1700-as évek vége fele jelent meg.

Gyökérzete fejlett karógyökérzet mely képes alkalmazkodni a talajok minőségéhez. Összetett levélzete van, amely páratlanul szárnyalt. A növény akár 80 centiméter magasra is megnőhet. A baltacím jó mézelő növény, a rózsaszín virágok megporzását főleg házi méhek végzik. Termése egymagvú hüvely, amely nem nyílik fel.

Talajra nem igényes növény, sekély termőrétegű gyenge termőképességgel rendelkező talajokon is megterem viszont szikes talajokon nem ajánlott termesztetni. A magas mésztartalmú talajokat is jól tűri, a talaj tápanyagkészletét jól hasznosítja.

Csapadékgénye évente 450-500 mm. A hosszabb szárazságokat jól tűri, ezek után gyors regenerációra képes. Keléséhez, illetve gyökeresedéséhez csapadékra van szüksége (ANTAL 2005b).

A **fehér mustár** (*Sinapis alba* L.) a keresztesvirágúak (*Brassicaceae*) családjába tartozik. A régóta termesztett növény a Földközi-tenger medencéjében őshonos. Több helyen is olvashattunk róla már, mint például a görög vagy a római szerzők műveiben. Felhasználása sokrétű, az élelmiszeripar és a gyógyszeripar is hasznosítja (ANTAL 2005a).

Rövid tenyész idejű, hosszúnappalos növény. Szára hengeres szabálytalan kör alakja van, amelynek magassága elérheti a 120 centiméteres magasságot is. Virágzata eleinte sátorozó fürt, majd laza fürt. Fejlődését nagyban befolyásolja a nappalhosszúság, ezért vetési idejét augusztusra tegyük mert a nyár közepén vetett mustár generatív fázisba megy át, aminek a következménye a csökkenő zöldtrágyatömeg. Sűrű gyökérzete jól átszövi a talajt, ezzel egy kedvező talajállapotot teremtve az utónövénynek. a facélia és az olajretek mellett a mustár is rendelkezik fonálféreg-gyérítő hatással (GYURICZA 2014).

Zöldtrágyanövények kétmillió csírával, gabona sortávra 2-3 centiméter mélyre vetjük augusztus második felében. Kiváló gyomelnyomó képességgel rendelkezik mivel egyenletesen borítja a talajt. A 6-8. héten virágzik. Méhészeti hasznosítása is számottevő jó nektártermelő képessége miatt. Zöldtömege bedolgozáskor körülbelül 30-40 tonna/hektár. Kisebb -4-5°C-os fagyokat még elvisel (BITTERA 1923, NYÉKI TAKÁTS 1925, PEPÓ 1996 NAGY 2003).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

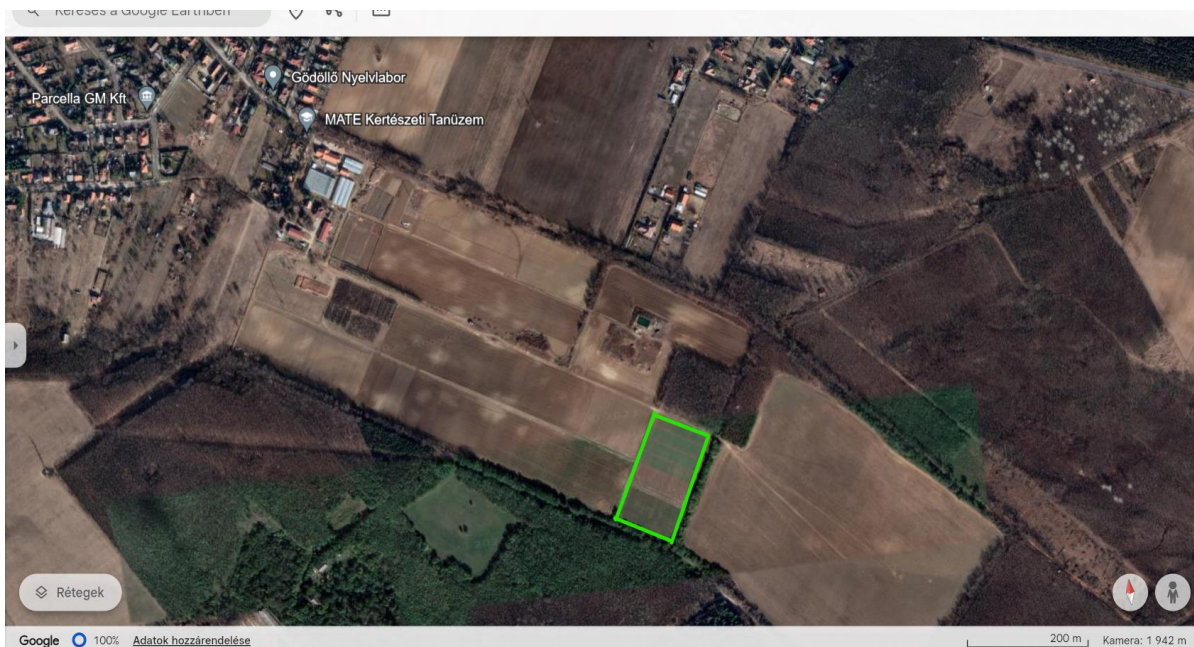
#### 3.1. A kísérlet célja

Vizsgálataim során a mustár és a baltacím zöldtrágyanövények talajra gyakorolt hatását vizsgáltam. A vizsgálat során különböző paramétereket elemeztem:

1. A talajnedvesség-tartalom és a talajjellenállás változásai zöldtrágyanövények által fedett területen, illetve növényállomány nélküli kontrol (tarló, hántott tarló) területeken.
2. A talaj szén-dioxid kibocsátásának mértéke különböző zöldtrágyanövényekkel fedett, illetve nem fedett (tarló, hántott tarló) területeken.
3. Levélfelületi index (LAI) vagyis a növények borítottsági arányát vizsgáltam az adott területeken.
4. A növények klorofill-tartalmának mérése (SPAD).
5. Talajminták szitálása rögfrakciók szerint.
6. A növények borítottságának vizsgálata.

#### 3.2 A kísérlet helyszínének bemutatása

A kísérlet helyszínét az *1.kép* ábrázolja. A gödöllői kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szárítópusztai Tangazdaságában (É. Sz. 47°34' 36"; K. H. 19°22'56' tengerszint feletti magasság 233m) került beállításra (*http1*).



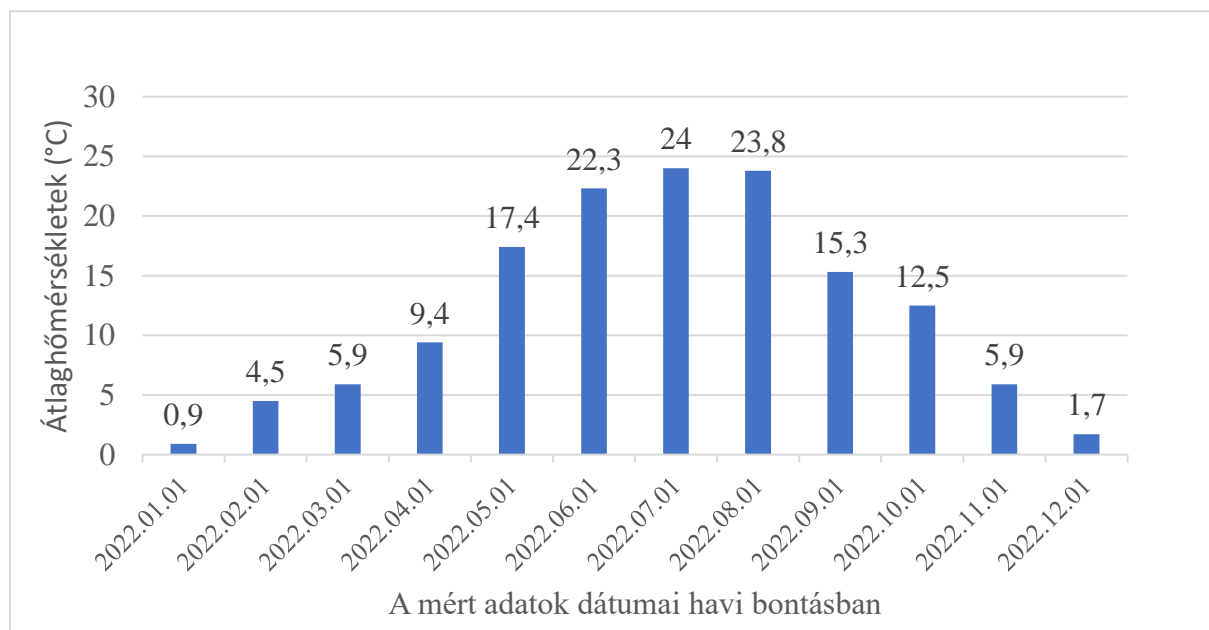
*1.kép* A kísérleti terület ábrázolása térkép alapján (GOOGLE EARTH 2023)



### 3.2.1. Éghajlati viszonyok

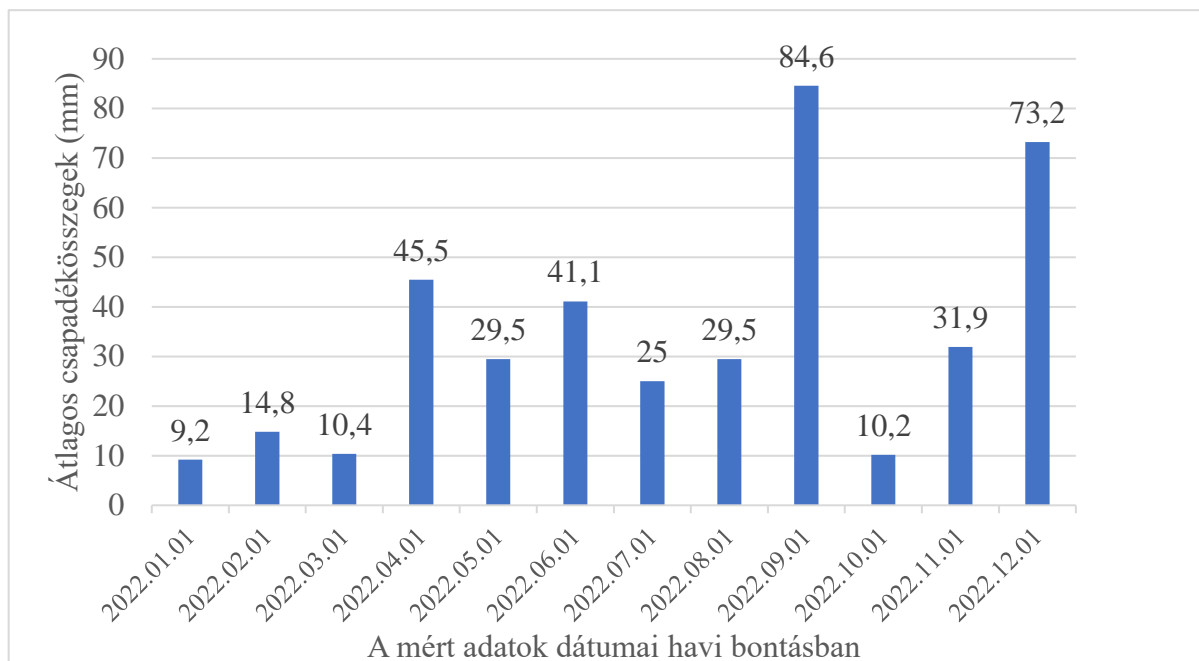
Az évi összes napfénytartam 1950 óra körül mozog. Az évi középhőmérséklet 9,5-9,7 °C, között mozog. Az átlaghőmérséklet a vegetációs időszakban 16,5-17 °C. Az évi csapadékmennyiség 540-580 mm között mozog, a vegetációs időszakban összege 320-340 mm. Az uralkodó szélirány az északnyugati, az átlagos szélesség pedig 3m/s körül mozog. Ez az éghajlat kedvez a mérsékelt melegigényes kultúráknak és a zöldségtermesztésnek, a magasabban fekvő helyek pedig tökéletesen hasznosíthatóak erdőgazdálkodásra (DÖVÉNYI 2010).

A 2022. év havi átlaghőmérsékleteit Gödöllőn az *1.ábra* mutatja. A következő adatok az Egyetem által felállított Genetikai kísérleti tér meteorológiai állomásáról származnak. A mért adatok alapján az évi középhőmérséklet 11,9 °C, illetve az éves csapadékmennyiség pedig 405 mm volt. 2022-ben a tangazdaságban az országos átlaghoz képest 92 mm-rel hullott kevesebb csapadék a vizsgált évben.



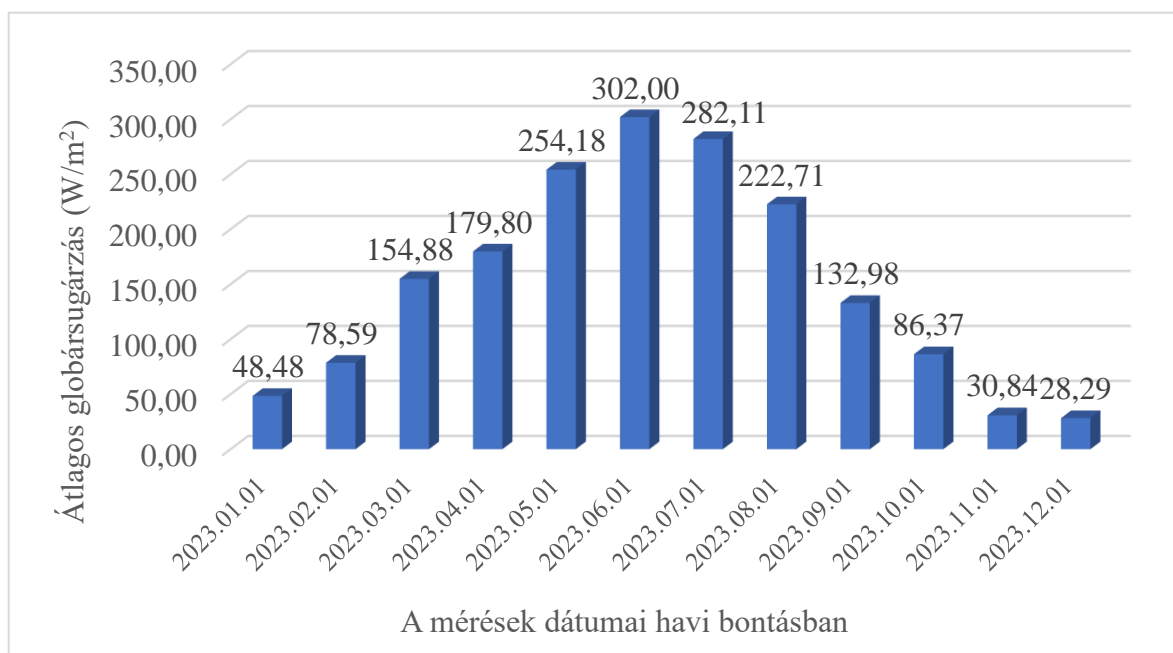
*1.ábra* 2022 havi átlaghőmérsékletei ( Gödöllő °C)

A 2022. év havi csapadékösszegeit a 2. ábra mutatja. Gödöllőn 2022 szeptembere ugyan csapadékos volt (85 mm) viszont 2022 augusztusában nem hullott elegendő csapadék (mm), ami meglehetősen befolyásolta a növények fejlődését. Az októberi csapadékmennyiség (mm) sem kedvezett a növényeknek, így nem volt megfelelő a fejlődésük.



2..ábra. A 2022. év havi csapadékösszegei ( Gödöllő, mm )

A 3. ábra a napsugárzás erősségének (globálsugárzás) adatait tartalmazza. A globálsugárzás megmutatja a naptól érkező direkt és szórt rövidhullámú sugárzás összegét.



3.ábra A napsugárzás erőssége 2022-ben (Gödöllő)

Éjjel az értéke nulla, ha az égbolt felhős akkor értékében csökkenés következik be. Ha az égbolt tiszta (felhőtlen) akkor alakja szabályos haranggörbét alkot. Hazánkban az átlagos globálsugárzás értéke 4000-4500 MJ/m<sup>2</sup> az 1991-2020-ig terjedő időszakban (*http 2*).

### **3.2.2. Talajjellemzők**

Gödöllő az Észak-Magyarországi Középhegység nagytájához tartozik, azon belül is a Cserhát vidék középtáj és a Gödöllői-dombság kistáj része (TÖRÖK et al. 2013).

A kistáj talajképző kőzete miocén homokkő és kavics, amit az Alföld felé felső-pannon homokos-agyagos üledék vált fel. Vizgazdálkodási tulajdonságaik és alacsony humusztartalmuk miatt a termékenységük kedvezőtlenebb, mint a löszön kialakult barnaföldeké. A barnaföldek fele erdőként, negyede szántóként tíz százaléka pedig szőlő és gyümölcsösként, illetve legelőként hasznosítható. A humuszos homoktalajok részaránya szinte jelentéktelen mindösszesen egy százalék, viszont ezek a területek öntözéssel és tápanyagutánpótlással szántóként igen jól hasznosíthatóak (DÖVÉNYI 2010).

A kísérleti terület a Gödöllői-dombság része, melynek talajára jellemző az enyhén lúgos barna erdőtalaj, fizikai tulajdonságai alapján agyagos szerkezetű, ebből kifolyólag a talaj vízelnyelő képessége jó, vízkapacitása pedig alacsony. A nyári időszakban a növények vízellátottságát rövid ideig képes biztosítani. Aranyféle kötöttségi értéke 28-42 között mozog (RÁTH et al. 2019).

## **3.3. A kísérletben vizsgált paraméterek**

### **3.3.1. Talajnedvesség-tartalom mérés**

A talaj nedvességtartalmát a PT-1 típusú talajnedvesség mérővel határoztam meg. A méréseket 50 centiméteres mélységig végeztem, (minden esetben 5 centiméterenként végeztem egy mérést), mindezt három ismétlésben kezelésként.

A digitális talajnedvesség mérő különféle talajfajták mérésére alkalmas, mint például homok, vályog vagy agyagos talajokéra. Mérési tartománya 5-32 % m/m víztartalom. A talajnedvességet mérő műszer szondahossza 100 centiméter hosszú.

Működési elve a magas rezgésszámú elektromágneses hullám terjedési sebességének mérésén alapul. Meghatározhatjuk, hogy a kibocsátott hullám mennyi idő alatt halad oda-vissza, így meghatározható a sebessége (RAJKAI 2004).

### **3.3.2. A talajellenállás mérése**

A talajellenállás függ a talaj térfogatsűrűségétől, a talajnedvesség tartalomtól, a talajszerkezettől és a talaj szervesanyag tartalmától.

A talajellenállás-mérést az EIJKELKAMP PENETROMÉTERREL végeztem. A műszerrel 80 centiméteres mélységig tudunk mérni. A kísérletben 45 centiméterig végeztem méréseket minden kezelésben három ismétlésben. A mérések alatt 2 cm<sup>2</sup>-es szondacsúcsot használtam.

A PENETROLOGGER egy pontos belső GPS rendszert tartalmaz, amely segít meghatározni a mérés pontos helyszínét. A mentett koordináták szoftver segítségével összekapcsolhatóak egy hellyel vagy egy térképpel (*http3*).

### **3.3.3. A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérése**

A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérésére a PP SYSTEM EGM-5 gázanalizátor műszert alkalmaztam, amely a CO<sub>2</sub> pontos mérésére szolgál. Infravörös abszorpció elvén működik, ami egy százalék alatti eltérést produkál.

A méréseket a vegetációs időszakban kilenc alkalommal végeztem el, illetve egy alkalommal a tárcsázás után.

### **3.3.4. A növények borítottságának és fenológiájának vizsgálata**

A növények borítottságának vizsgálatát egy 50\*50 cm, azaz 0,25 m<sup>2</sup> -es kvadrát segítségével, három ismétlésben végeztem el kezelésenként. A keretet véletlenszerűen dobtam el a kezelésekből, majd egy-egy fényképet készítettem arról a későbbi adatfeldolgozás céljából.

A vegetáció során minden mérési alkalommal végeztem növénymagasság-vizsgálatokat és feljegyzésre kerültek az aktuálisan jelen lévő gyomnövények is (TÓTH 2017).

### **3.3.5. A levélfelületi index mérése**

A levélfelületi index meghatározására az ACCUPAR LP-80 fotoszintetikusan aktív sugárzást mérő eszközt alkalmaztam. A műszer egy könnyen hordozható (alig 0,5 kg) fotoszintetikusan aktív sugárzás szenzor. Az eszközzel mérhető a levélfelület fotoszintetikusan aktív sugárzása (PAR) majd ezáltal számítható ki a levélfelületi index (LAI) bárhol egy növényen. Továbbá, a PAR fontos szerepet játszik a lombzatban játszódó

folyamatok meghatározásában, mint például a sugárzás felfogása, gázcsere, csapadék felfogása és az evapotranspiráció (*http4*).

### **3.3.6. A növények klorofill tartalmának mérése**

A klorofilltartalom a növények egészségi állapotát mutatja meg, amivel a trágyázás mértékét optimalizálhatjuk, aminek eredményeképpen megnövekedett hozamot, jobb minőséget és kevesebb környezetszennyezést okoz.

A növények klorofill tartalmának megállapítására egy KONICA MINOLTA SPAD501 típusú klorofill mérő eszközt alkalmaztunk. Az eszköz meglehetősen könnyű, használata egyszerű. Gyors mérés végezhető vele anélkül, hogy károsítaná a leveleket, így azokon később is végezhetünk mérést az összehasonlítás érdekében.

A készülék felső részét rá csíptetjük a növény levelére majd pár másodperc alatt a levélen áthaladt vörös és infravörös fény intenzitásából kapunk egy relatív klorofill tartalmat. A SPAD-értéke 0-tól 100-ig terjedő intervallumban mérhető. Amennyiben ez az érték alacsony, abból tápanyaghiányra lehet következtetni az adott növénynél (SZÉLES 2008).

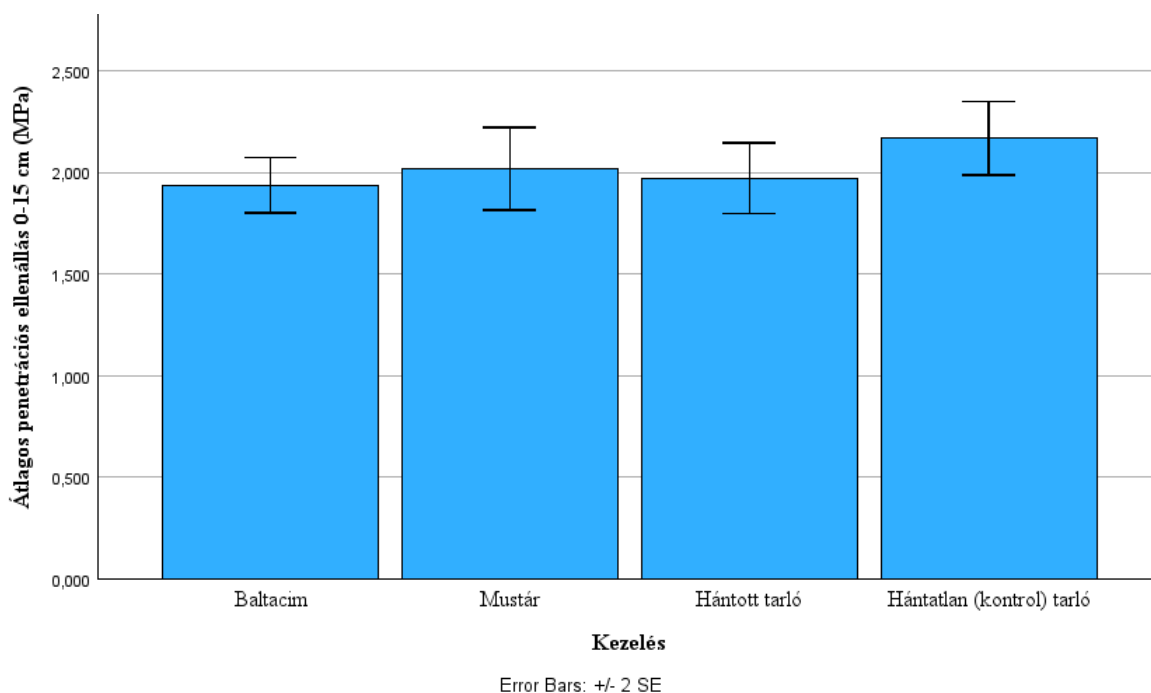
### **3.3.7. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata**

A mintavétel minden esetben egy ásonyomnyi volt, azaz 25x25 centiméter és 30 cm mély. A talajmintákat szobahőmérsékleten légszárazra szárítottam, majd egy három lyukbőségű (10, 2,5 és 0,25 mm) agronómiai szitasor segítségével kézi erővel szárazan szitáltam le. A 10 milliméter és ettől nagyobb lyukátmérőn fennmaradt részeket a rögfrakcióba (10 mm<), a 2,5 és 10 mm közötti lyukbőségű szitán fennmaradt részeket a morzsafrakcióba (2,5-10 mm), a 0,25 és 2,5 mm lyukbőségű szitán fennmaradt részeket az aprómorzsa frakcióba (0,25-2,5 mm) míg a 0,25 mm lyukátmérőjű szita alatti edényben lévő részt a porfrakcióba soroltam (0,25 mm>). A mintavételt egymástól 10-15 méterre, kezeléseken belül minden alkalommal véletlenszerűen végeztem, mindezt kezelésként három ismétlésben (FÖLDESI és GYURICZA 2011).

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. Talajnedvesség és talajellenállás mérés eredményei

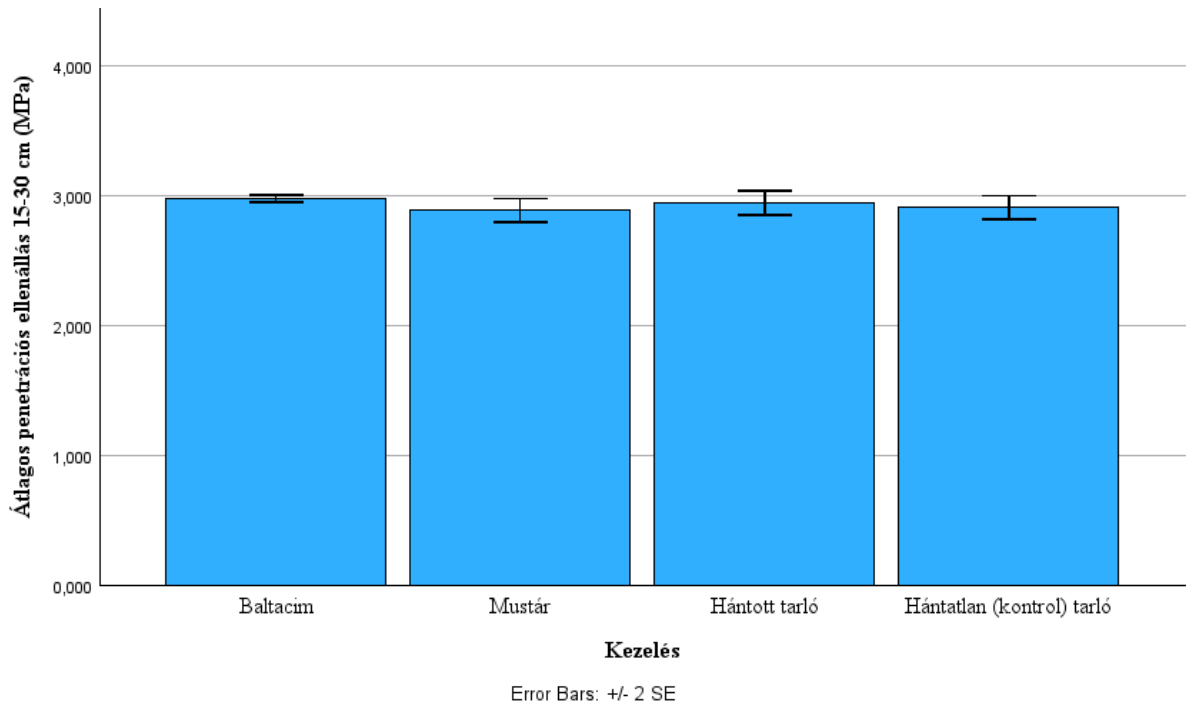
A talaj penetrációs ellenállásának mérési eredményeit 0-15 centiméteres mélységben a 4. ábra mutatja. A penetrációs talajellenállás 0-15 cm -es mélységében nem volt igazolható különbség a kezelések között [ $F(3, 116) = 1,338, p = 0,265$ ].



4. ábra Penetrációs ellenállás 0-15 cm-es mélységben (MPa).

Azonban elmondható, hogy a kontroll tarlónak volt a legmagasabb a talajellenállása ebben a mélységben (2,16 MPa), ami várható eredmény volt, mivel ez a kezelés nem volt művelve. Ezt követte a mustár (2,01 MPa), majd egymáshoz megközelítő értéket mutatott a hántott tarló és a baltacím (1,9 MPa). Az átlagos talajellenállás ebben a mélységben  $2,02 \pm 0,47$  MPa volt.

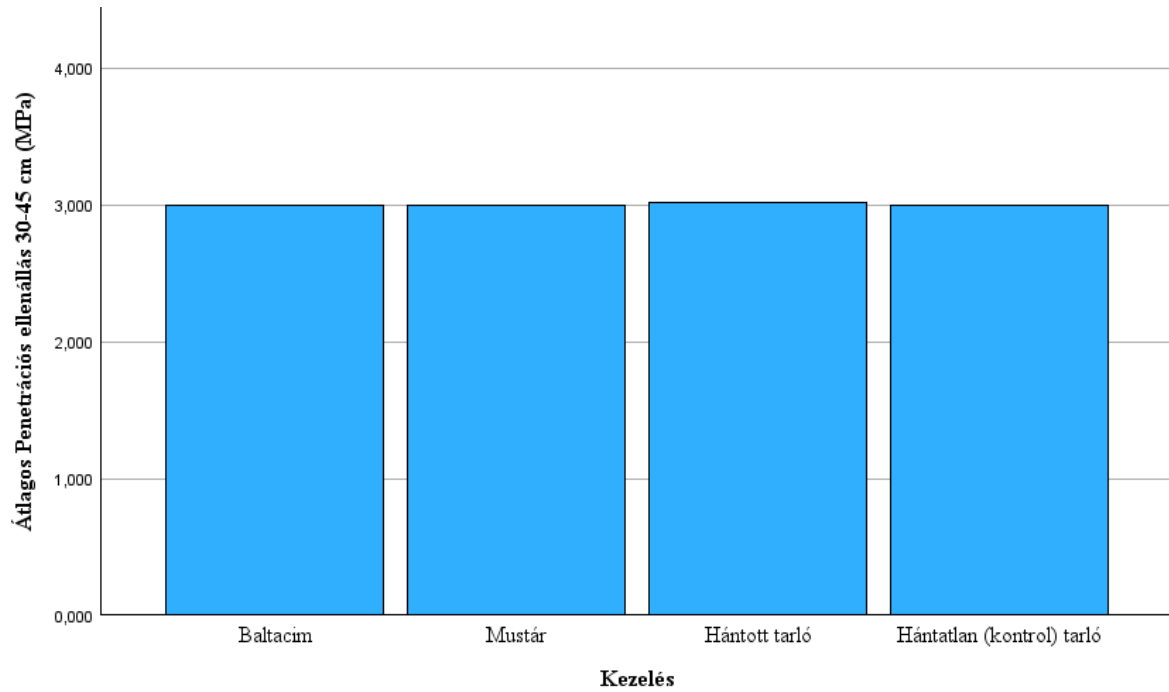
A talaj penetrációs ellenállásának mérési eredményeit a 15-30 centiméteres mélységben az 5.ábra mutatja. A talajellenállás ebben a mélységtartományban egyik kezelés sem érte el a károsnak tartott 3,0-3,5 MPa értéket.



5.ábra A penetrációs talajellenállás 15-30 cm-es mélységben (MPa).

A penetrációs talajellenállás 15-30 cm-es mélységében igazolható statisztikai különbséget nem találtam [F (3,116) = 0,947, p=0,421]. Az átlagos talajellenállás ebben a mélységben  $2,92 \pm 0,21$  MPa volt. Bár nem tapasztalható nagy különbség a kezelések között, a legmagasabb értéket a baltacím mutatta, ami  $2,97 \pm 0,07$  MPa volt. Ezt követte a hántott tarló  $2,94 \pm 0,25$  MPa-os értékkel. A mustár és a hántatlan tarló hasonló értéket mutatott, ami  $2,9 \pm 0,25$  MPa volt.

A talaj penetrációs ellenállásának mérési eredményeit 30-45 centiméteres mélységben a 6.ábra mutatja. A talaj penetrációs ellenállásának 30-45 cm-es mélységben igazolható statisztikai különbség nem mutatható ki a kezelések között [F (3, 116) = 0,555, p=0,646].

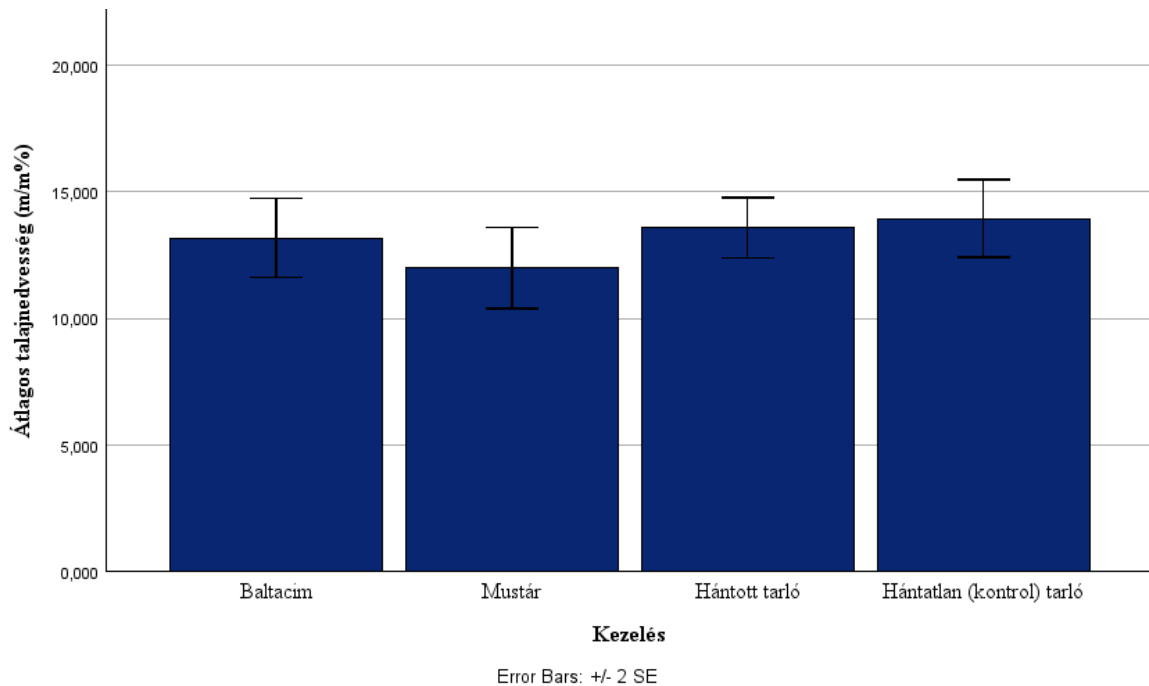


6.ábra Penetrációs ellenállás 30-45 cm-es mélységig (MPa)

A baltacím a mustár és a hántatlan (kontrol) tarló esetében is 3 MPa volt ebben a mélységben. Egyedül a hántott tarló kezelésnél figyelhető meg egy minimális eltérés a többi kezeléshez viszonyítva ( $3,01 \pm 0,09$  MPa). A talajellenállás mindegyik kezelésnél elérte a károsnak tartott 3 MPa értéket. Tárcsázás esetén ilyen mélységben nem történik talajbolygatás, így ez az eredmény is várható volt.



A talajnedvesség vizsgálatainak mérési eredményeit a 7.ábra mutatja. A talajnedvesség vizsgálatainak eredménye alapján szignifikáns különbséget nem találtam a kezelések között [F (3,116) =1,299, p=0,278].

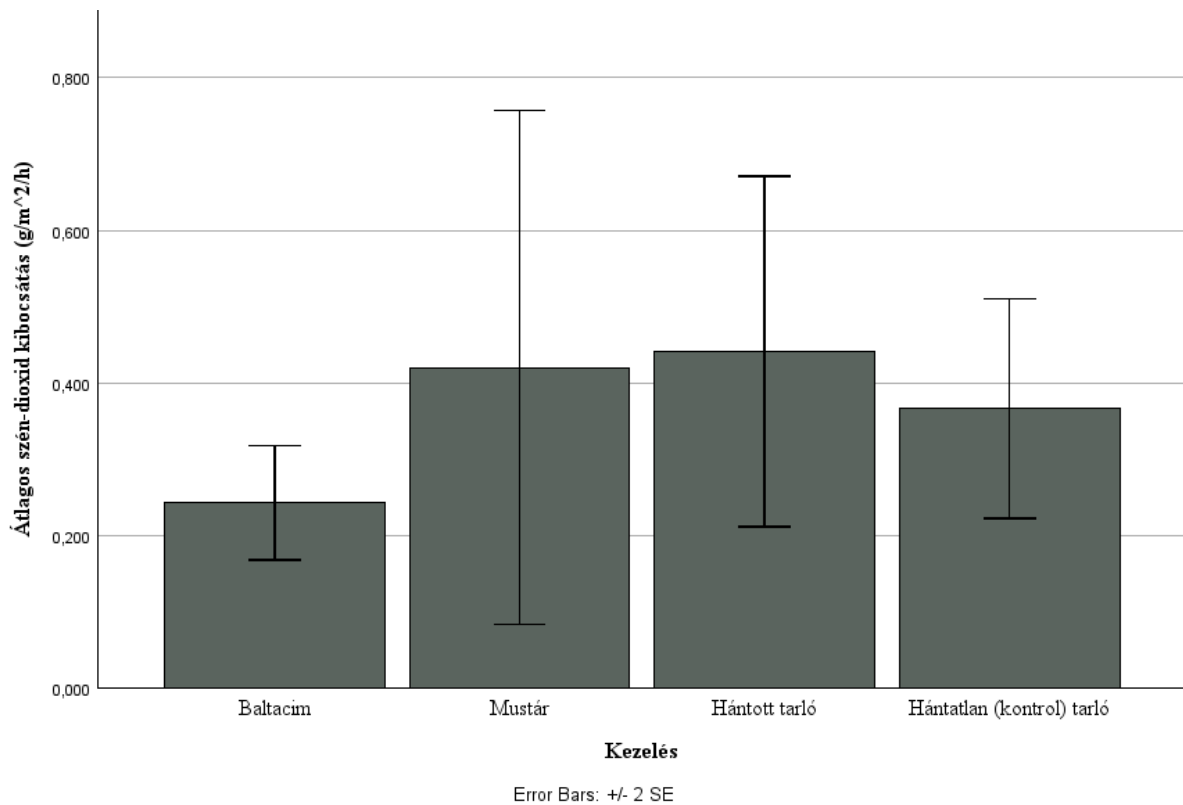


7.ábra Talajnedvesség kezelésenként (m/m%)

A legmagasabb értéket a hántatlan tarló mutatta  $13,95 \pm 4,18$  m/m% -os értékkel. Ez egy várható eredmény volt, mivel bolygatatlan volt a talaj. Ezután következik a hántott tarló, amely  $13,58 \pm 3,26$  m/m% volt. A mustár esetében volt a legalacsonyabb a talajnedvesség értéke ( $12 \pm 4,40$  m/m%). A baltacím esetében ez az érték egy kicsivel volt nagyobb ( $13,18 \pm 4,27$  m/m%). Az átlagos talajnedvesség  $13,18 \pm 4,03$  m/m% volt a kezelések között.

#### 4.2. A talaj szén-dioxid kibocsátás mérés eredményei

A talaj szén-dioxid kibocsátásának eredményeit a 8.ábra mutatja. A talaj szén-dioxid eredményei alapján igazolható statisztikai különbséget nem találtam a kezelések között [F (3, 116) =0,661, p=0,578].



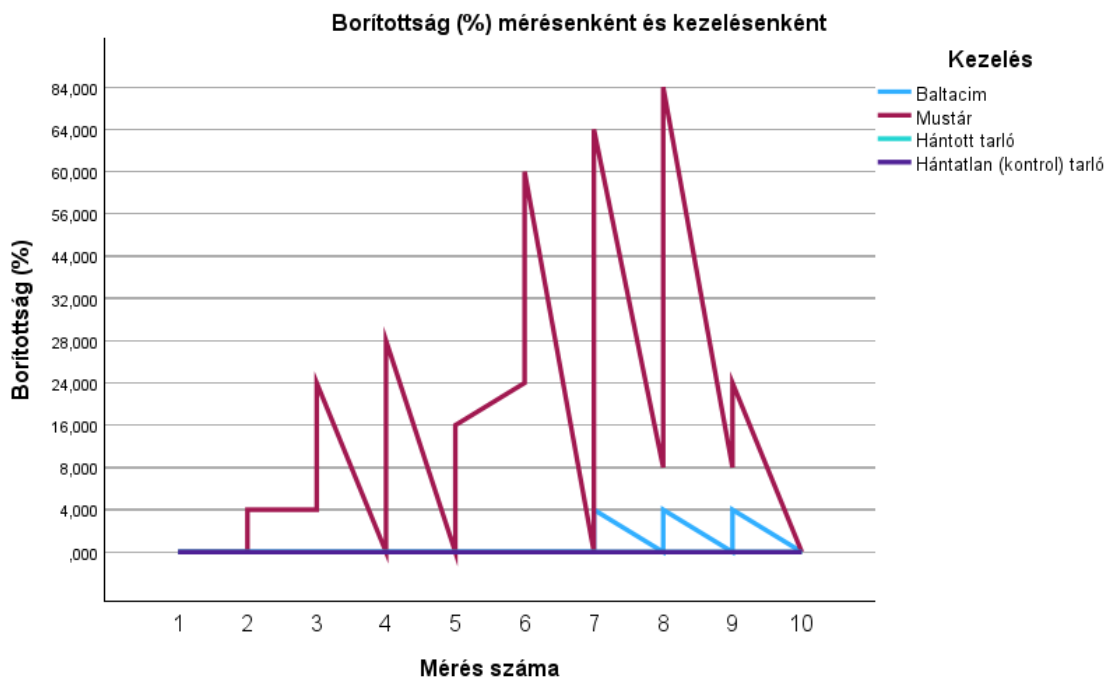
8.ábra A kibocsátott szén-dioxid kezeléisenként (g/m<sup>2</sup>/h)

A hántott tarló kezelés eredménye mutatta a legmagasabb szén-dioxid kibocsátást a kezelések közül (0,44±0,62 g/m<sup>2</sup>/h). Csak egy kicsit lemaradva, a hántott tarló után a második legmagasabb értéket a mustár mutatta (0,42±0,92 g/m<sup>2</sup>/h), majd ezt követte a hántatlan tarló (0,37±0,39 g/m<sup>2</sup>/h) majd a baltacím (0,24±0,20 g/m<sup>2</sup>/h). Az átlagos szén-dioxid kibocsátás kezeléisenként 0,36±0,53 g/m<sup>2</sup>/h volt.

#### 4.3. A fenológiai és borítottsági mérés eredményei

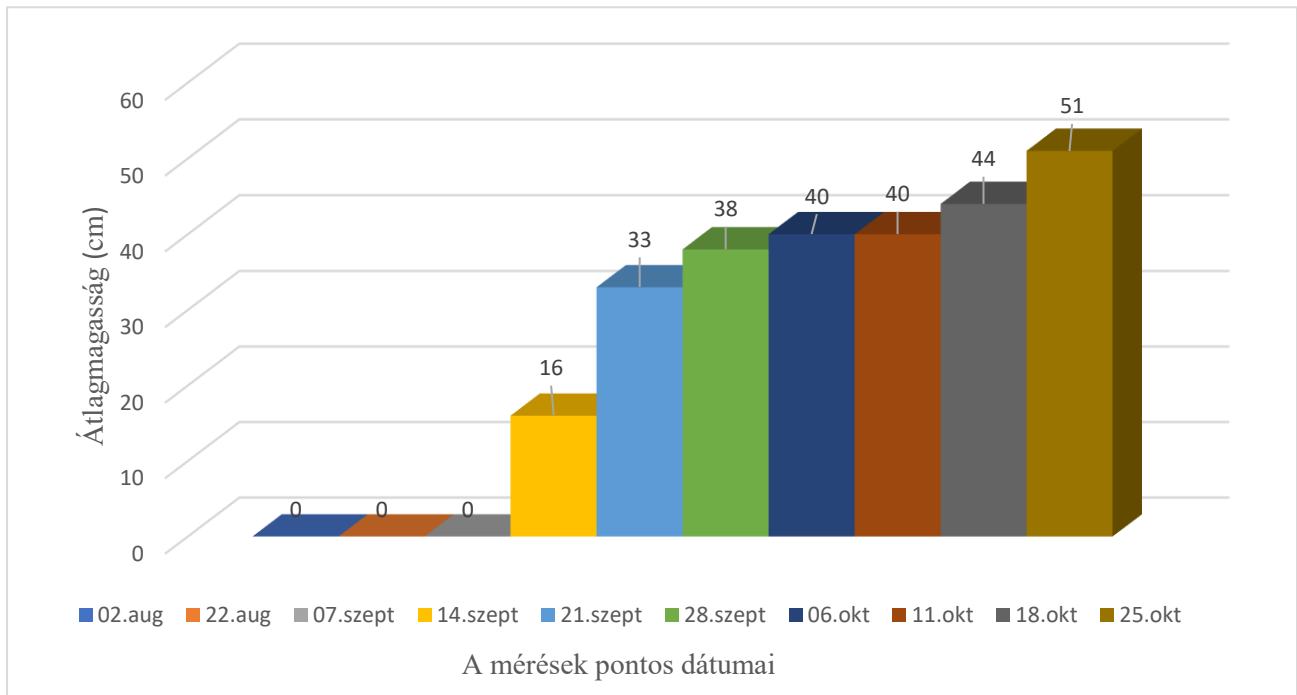
A borítottsági mérés eredményeit a 9.ábra mutatja. A mustár átlagos borítottsága körülbelül 32% volt, míg a baltacímé sokkal rosszabb, mindösszesen 2% volt. A csapadékhiányos augusztus miatt a baltacím nem tudott egyenletesen kikelni, így ezen a

csapadékosabb szeptember sem segített (2.ábra). Szeptember elején gyomnövények keltek ki a területen, majd fejlődtek tovább, ezzel megnehezítve a baltacím zöldtrágyanövény fejlődését. Ahogy múlt az idő, a gyomnövények szinte teljesen elnyomták a baltacímet. A baltacím kezelési területen a következő gyomnövények voltak fellelhetőek: kövér porcsin (*Portulaca oleracea*), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) és a zöld muhar (*Setaria viridis*).



9.ábra A növények borítottsága kezelésenként százalékban kifejezve

A mustár átlagos magasságát a 10. ábra mutatja mérésenként. A mustár kezdeti fejlődése nehezen indult, de ez szépen lassan az ötödik hét után változni kezdett. Az augusztusban hullott 29,5 mm csapadékot jobban tudta hasznosítani a mustár, mint a baltacím. Gyomnövények ugyan itt is voltak, de ezen a kezelési területen volt a legkisebb a gyompopuláció. Tehát a mustár a kezdeti nehéz fejlődés ellenére jó gyomelnyomó képességgel rendelkezett. Ez annak is köszönhető, hogy a mustár magasabbra nőtt a gyomnövényeknél, ezzel megakadályozva a gyomnövények fejlődését.

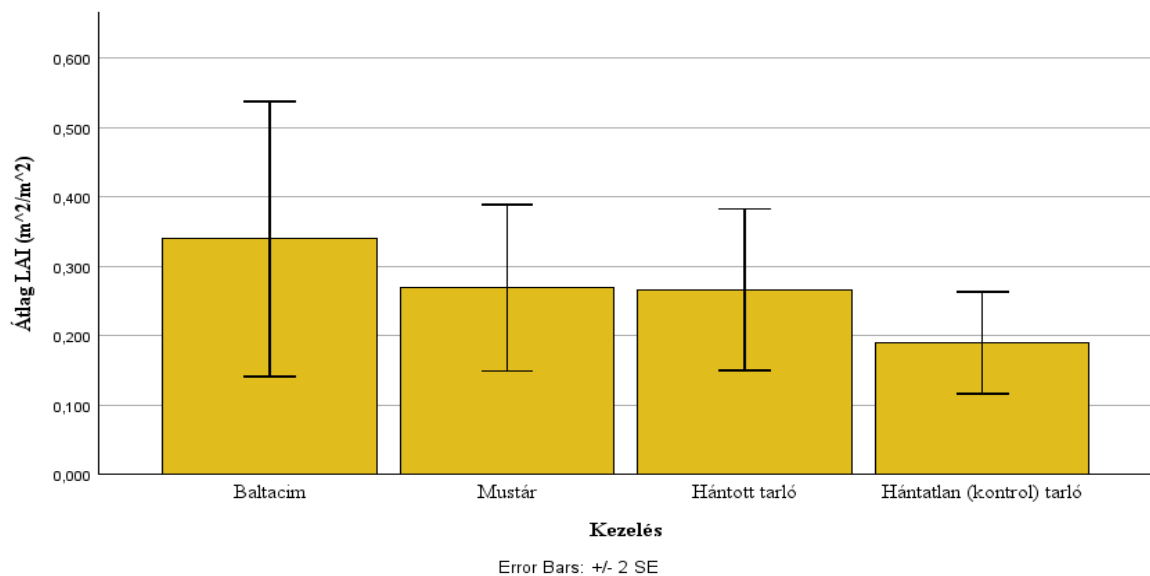


10. ábra A mustár átlagos magasságai centiméterben megadva.

A területen megtalálhatóak voltak a következő gyomnövények: fakó muhar (*Setaria pumila*), a kövér porcsin (*Portulaca oleracea*) és a mezei aszat (*Cirsium arvense*).

#### 4.4. A levélfelületi index vizsgálat eredményei

A levélfelületi index értékeit a 11. ábra mutatja. A levélfelületi index vizsgálata során nem találtam igazolható statisztikai különbséget a kezelések között [F (3, 116) = 0,822, p=0,484].

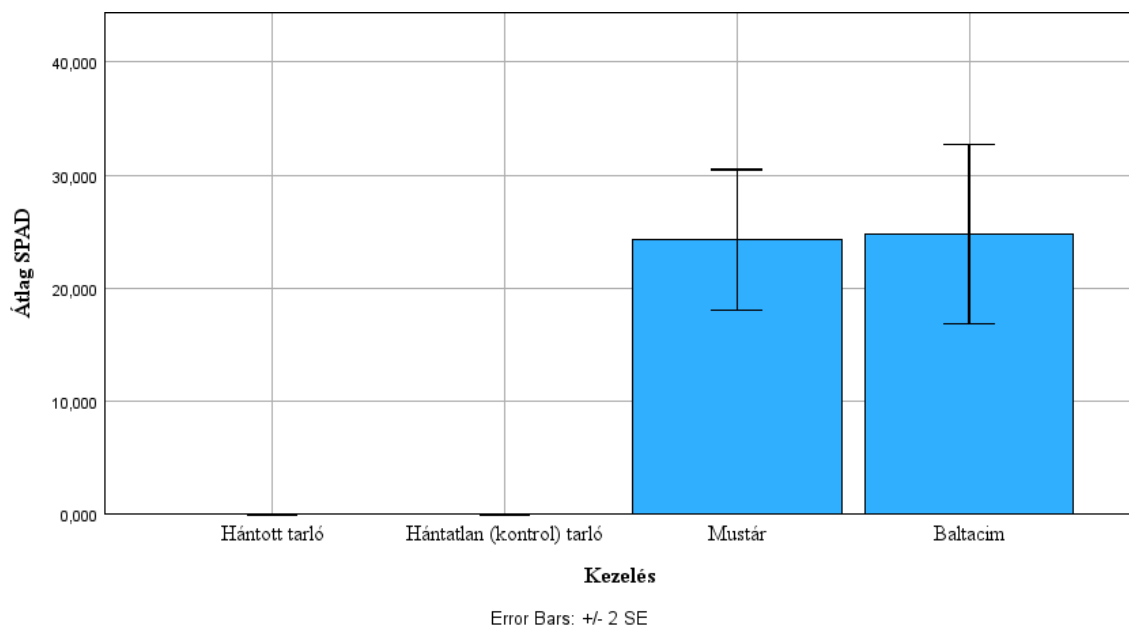


11. ábra A levélfelületi index értékei kezelésenként(m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)

A levélfelületi index esetében a legnagyobb értéket a baltacím ( $0,33 \pm 0,54 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) mutatta a legkisebb értéket pedig a hántatlan (kontrol) tarló ( $0,18 \pm 0,20 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ). A mustárnál és a hántott tarlónál közel azonos értéket mértem ( $0,26 \pm 0,32 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ). Az átlagos levélfelületi index  $0,28 \pm 0,34 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt a kezelések között.

#### 4.5. A növények klorofill tartalmának mérési eredményei

A növények klorofill tartalmának adatait a 12.ábra mutatja. A növények klorofill tartalmának mérése során nem volt szignifikáns eltérés a két növény között [F (3, 116) = 31,672,  $p < 0,001$ ].

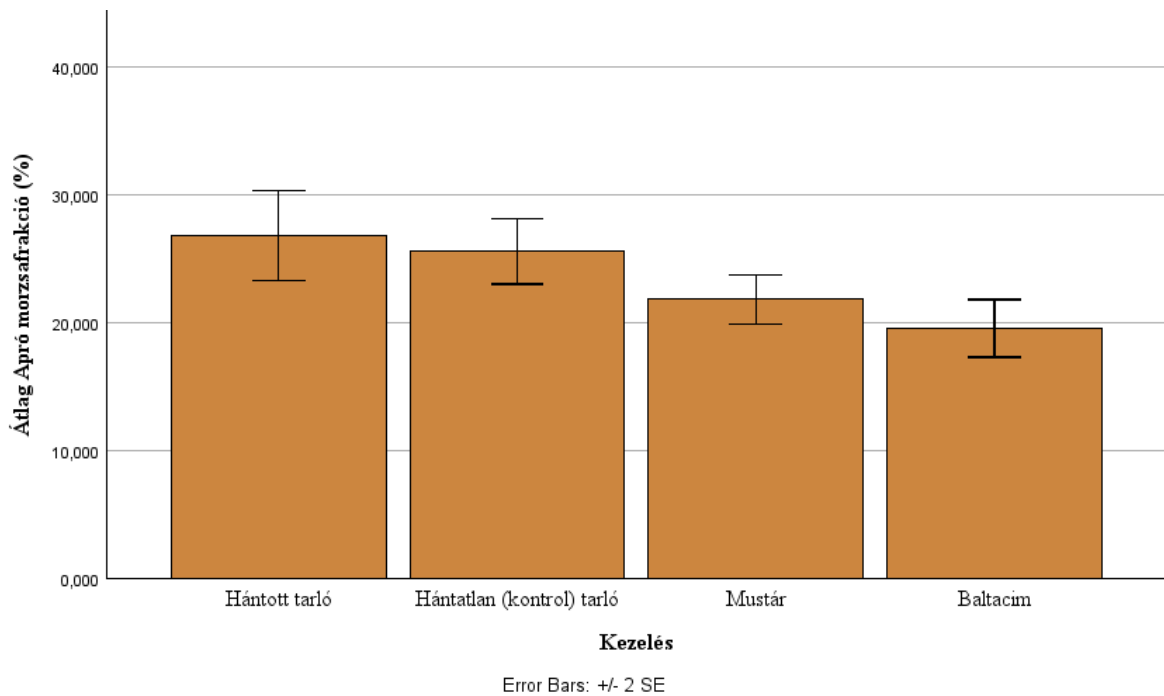


12.ábra SPAD értékek kezelésként.

A baltacím egy kicsivel nagyobb értéket mutatott  $24,78 \pm 21,67$  mint a mustár  $24,26 \pm 17,04$ . Az átlagos SPAD érték a két kezelésként  $24,52 \pm 19,34$  volt.

#### 4.6. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálati eredményei

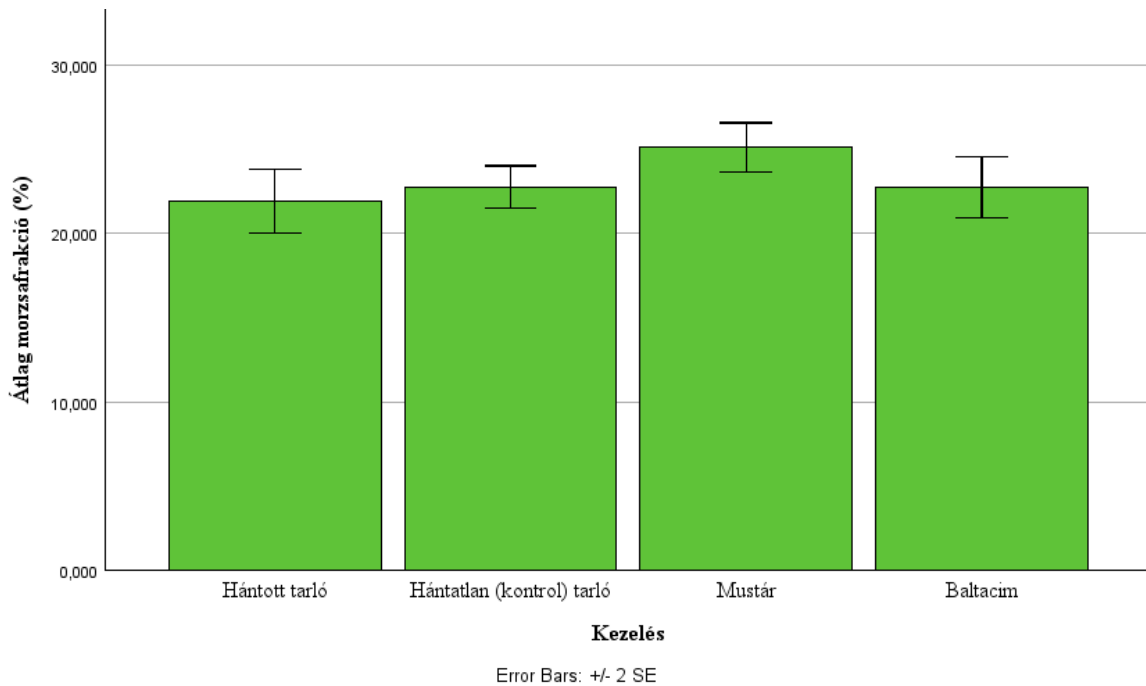
A talaj agronómiai szerkezetének aprómorzsa frakcióját a *13.ábra* mutatja. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálatánál az aprómorzsa frakció esetében szignifikáns különbséget találtam a kezelések között [F (3, 116) =6,52, p=<0,001].



*13.ábra* Aprómorzsa frakció értékei százalékban kifejezve kezelésenként

Szignifikáns különbség volt a baltacím  $19,56 \pm 6,14$  % és a hántott tarló  $26,84 \pm 9,26$  % között, illetve a mustár  $21,82 \pm 5,29$  % és a hántott tarló  $26,84 \pm 9,26$  % közötti kezelésekben. Az átlagos aprómorzsa frakció  $23,45 \pm 7,01$  % volt a kezelések között. A legmagasabb értéket a hántott tarlónál mértem ( $26,84 \pm 9,62$  %), ezt követte a hántatlan (kontrol) tarló ( $25,57 \pm 6,99$  %). A hántatlan tarló után következett a mustár ( $21,82 \pm 5,29$  %) és a legkisebb értéket a baltacím mutatta ( $19,56 \pm 6,14$  %).

A morzsafrakció mérési eredményeit a *14.ábra* mutatja. A morzsafrakció esetében is találtam igazolható statisztikai különbséget a kezelések között [F (3,116) =2,848, p=0,041].

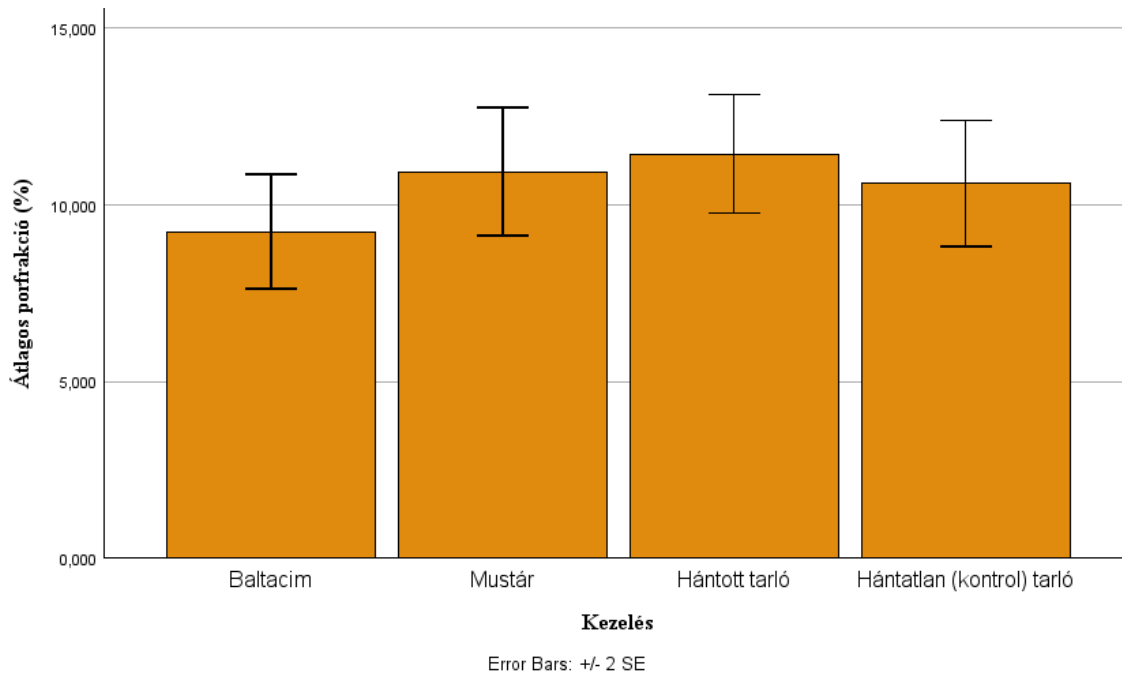


*14.ábra* Morzsafrakció százalékban kifejezett adatai kezelésenként

A mustár - ami egyben a legnagyobb érték volt - (25,11±4,03 %) és a hántott tarló (21,92±5,24 %) között volt szignifikáns különbség. A legkisebb értéket a hántott tarlónál mértem (21,92±5,24). A baltacím, illetve a hántatlan (kontrol) tarló közel azonos értéket mutatott (22,75±3,80). Az átlagos morzsafrakció (22,88±4,39) volt kezelésenként.

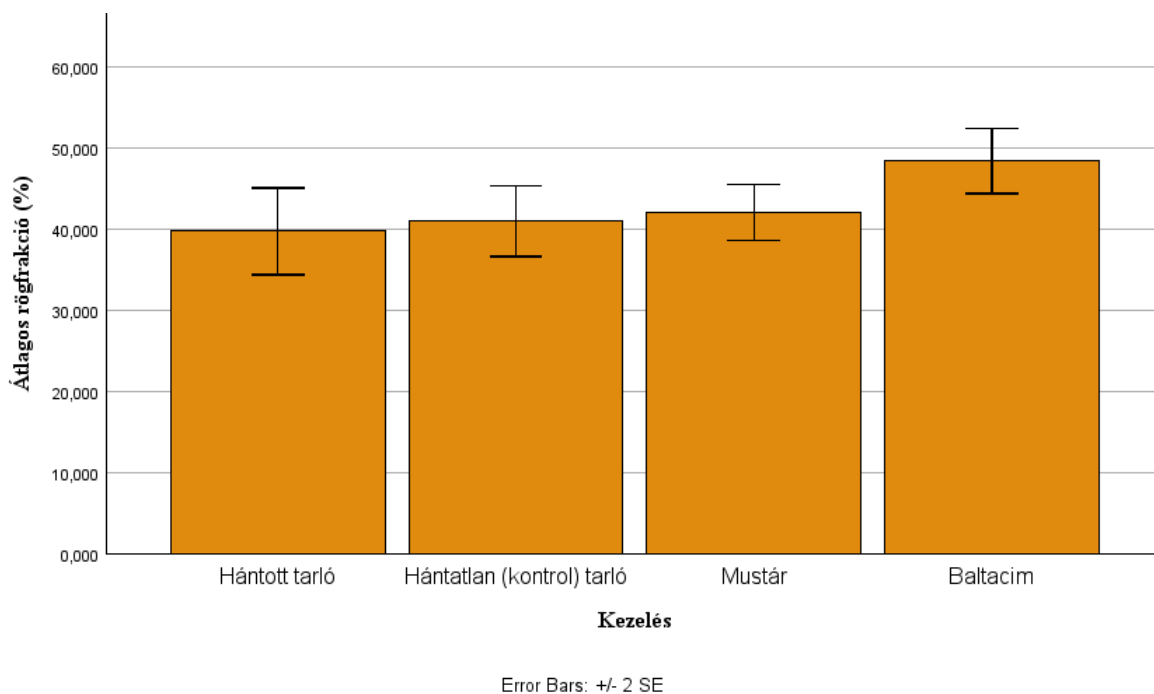
A porfrakció mérési eredményeit a *15.ábra* mutatja. Porfrakció vizsgálat esetében nem találtam igazolható statisztikai különbséget a kezelések között [F (3, 116) = 1,196, p=0,315].

Szignifikáns különbség ugyan nem volt, de elmondható, hogy a legmagasabb értéket a hántott tarló esetében mértem (11,43±4,56%). Itt is várható volt, hogy a hántott tarló mutatja majd a legmagasabb értéket, hiszen a talajmintákat a felső harminc centiméteres mélységben végeztük, amibe a tárcsázás mélysége beleesik. Az átlagos porfrakció százalékos értéke 10,54±4,70 % volt a kezelések között. A hántott tarló után a mustár mutatta a legnagyobb értéket (10,93±4,97), majd ezt követte a hántatlan tarló (10,59±4,87), a legkisebb értéket pedig a baltacím esetében mértem (9,23±6,14 %).



15.ábra Porfrakció százalékban kifejezett értékei kezelésenként

A rögfrakció mérési eredményeit a 16.ábra mutatja. Igazolható statisztikai különbséget fedeztem fel a rögfrakció esetében a kezelések között. [F (3, 116) =3,139, p = 0,028]. A hántott tarló ( $39,79 \pm 14,63$  %) és a baltacím ( $48,46 \pm 11,04$  %) között volt szignifikáns különbség.



16.ábra Rögfrakció százalékban kifejezett értékei kezelésenként.



Az átlagos rögfrakció  $42,86 \pm 11,75$  % volt a kezelések között. A legmagasabb értéket a baltacím mutatta  $48,45 \pm 11,04$  % majd ezt követte a mustár ( $42,12 \pm 9,32$  %). Mivel a baltacím nem tudott kifejlődni megfelelően, és nem takarta a talajfelszínt, az jobban kiszárította a talajt, mint a mustár. A legkisebb érték a hántott tarlónál volt tapasztalható ( $39,79 \pm 14,63$ %). A hántott tarló volt az egyetlen művelt (tárcsázott) kezelés, így várható volt, hogy itt lesz a legkisebb a rögfrakció értéke.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgálatokat 2022-ben a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szántóföldi Tanüzemében, Szárítópusztán végeztem. A következtetéseket és megállapításokat az általam végzett vizsgálatok alapján vontam le.

A növények borítottságának vizsgálatánál a mustár 30 százalékkal nagyobb értéket mutatott, mint a baltacím, viszont az augusztusban hullott minimális csapadék egyik növénynek sem kedvezett, ez elhúzódott kelést és nehezebb kezdeti fejlődést okozott. A mustár az ötödik héten szépen fejlődésnek indult a csapadékos szeptembernek köszönhetően, ám borítottsága így sem volt megfelelő.

A baltacím esetében a gyomnövények szinte teljesen elnyomták azt, míg a mustár esetében a gyomnövények kisebb számban jelentkeztek, mint a baltacím esetében, ami alapján elmondható, hogy a mustárnak jobb volt a gyomelnyomó-képessége, mivel magasabbra nőtt, mint a gyomnövények.

A talajjellenállás-vizsgálatánál a növényekkel borított parcellák esetében igazolható statisztikai különbség nem volt, viszont hét százalékkal kevesebb volt a penetrációs talajjellenállás értéke 0-15 cm-es mélységben, mint a kontroll esetében. A 15-30 cm mélységben a baltacím mutatta a legnagyobb értéket a többi kezeléshez viszonyítva. A 30-45 cm-es mélységben az értékek elérték a károsnak tartott 3 MPa értéket, ez alapján szükséges a mélyebb rétegekben végezni az alapművelést a zöldtrágyázás után, amit a szakirodalom is igazol (MIKÓ 2009).

A talajnedvesség vizsgálatánál a szakirodalomban leírt eredmények igazolódtak be (KEMENESY 1972, ROSZIK 1993, NORTHUP 2008, 2009, NORTHUP és RAO 2016) ugyanis a mustár és a baltacím is alacsonyabb értéket mutatott, mint a hántott tarló és a kontroll terület. A zöldtrágyanövények ugyanis csökkentik a talaj vízkészletét, ez problémát okozhat egy szárazabb, akár aszályos időszakban. A mustár mélyre hatoló gyökérzetének köszönhetően a mélyebb rétegekből is képes tápanyagot és vizet felvenni (EHSAN et al. 2023) így várható volt, hogy ennél a kezelésnél lesz a legalacsonyabb a talajnedvesség tartalom.

A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálatai alapján az aprómorzsza frakcióban, a morzsafrakcióban és a rögrakcióban találtam szignifikáns különbséget a kezelések között. A baltacím esetében a rög- és porfrakció aránya összesen 57,7 százalékot tett ki, ami leromlott talajállapotra utalhat. Ez az érték 11,2 százalékkal volt magasabb a kontrollhoz képest. A mustárnál ez az érték 53 százalék volt. A fennmaradó százalékokat a talaj hasznos morzsza- és

aprómorzsa frakciói teszik ki. A kontroll kezelésnél volt a legmagasabb a porfrakció aránya (11,43 %) ami a művelés miatt lehetséges. Ha ez az érték az agronómiai szerkezetnél a legmagasabb, akkor felmerülhet a defláció veszélye, ami a kedvezőtlen talajművelés következménye.

A két növény klorofill-tartalmának mérése során a növények szinte egyforma értékeket mutattak. A keléstől a tárcsázás előtti időszakban (tehát amikor mérhető volt a klorofill tartalom) a baltacím mutatott átlagosan nagyobb értéket (41,3) a meglehetősen hiányos kelés és rossz fejlődés ellenére. A mustár ebben az időszakban 34,68 értéket mutatott. Ez alapján elmondható, hogy a mustárnak nagyobb tápanyagutánpótlás igénye volt, mint a baltacím esetében (KISMÁNYOKY 1993, ANTAL 2000).

A talaj szén-dioxid kibocsátásának vizsgálatánál a mustár 11,9 százalékkal mutatott kevesebb értéket a kontrol kezeléshez képest. A baltacím esetében 35,1 százalékkal volt kevesebb ez az érték a kontrollhoz képest (ZHAO et al. 2015).

A vizsgálatok eredményei alapján a baltacím zöldtrágyanövényként való alkalmazását öntözési lehetőség nélkül nem javasolnám, mivel a csapadékhiány miatti rossz kelés után egy csapadékosabb időszak sem segít elérni az egységes talajtakarást, és zöldtömeget, ezzel kedvezőtlen hatásokat gyakorolva a talajra és az utónövény számára. Szárazabb időjárás esetében a mustárt sem ajánlanám, mivel kelése és fejlődése megfelelő csapadék nélkül nem éri el a várt eredményt. Megfelelő csapadékmennyiség esetén azonban a mustár igencsak ajánlott zöldtrágyanövény nagy zöldtömege és megfelelő talajtakarása miatt.

A tavalyi rendkívüli aszály meglehetősen megnehezítette a zöldtrágyanövények fejlődését, így azok a kedvező hatásai helyett, kedvezőtlen hatásaival kellett szembesülnünk. Ilyen és ehhez hasonló időjárási körülmények között nem ajánlott zöldtrágyanövényeket alkalmazni, ugyanis a kelleténél szárazabb talajt kapunk, ami hátrányt jelent majd az utóvetemény fejlődésénél. Ugyanakkor számos támogatási kifizetés feltételeiben szerepel a zöldítés, nem véletlen, hiszen a zöldtrágyázás fontos részét képezi a regeneratív mezőgazdaságnak. Megfelelő fejlődés esetén a zöldtrágyanövények képesek betölteni talajvédő és talajtakaró funkciójukat. A talajba való bedolgozást követően pedig tápanyagot juttatnak a talajba mellyel költségeink csökkenését érhetjük el.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Zöldtrágyanövények alkalmazásával növelhetjük a talajok szervesanyag- tartalmát és javíthatjuk a talaj szerkezetét, viszont ahhoz ismerni kell a természetessel járó előnyöket és hátrányokat is, majd ennek ismeretében úgy, ott és akkor alkalmazva a zöldtrágyanövényeket amikor a legtöbb kedvező hatás érhető el. Alkalmazásukkal csökkenthetjük az utónövény műtrágyaigényét, amivel a költségek csökkenését érhetjük el, illetve kedvezőbb talajszerkezetet alakíthatunk ki az utónövény számára. Magyarország alacsony és egyre csökkenő állatállománya miatt talajaink nem jutnak elegendő mennyiségű szervestrágyához, amin a magas műtrágyaárak sem segítenek. A klimatikus tényezők nagyban befolyásolják a zöldtrágyanövények hatását a talajra és az utóveteményre.

Az irodalmi áttekintés során kitértem a zöldtrágyázás korábbi irodalmi forrásaira, kiemelttem a zöldtrágyázás fontosságát, illetve összehasonlítottam a zöldtrágyázás kedvező és kedvezőtlen hatásait. A szakirodalmak a zöldtrágyázás eredményességét leginkább a csapadék mennyisége és a szárazság mértéke határozza meg. Ennek megoldásaként szolgálhat, ha az adott terület öntözhető vagy szárazságtűrő zöldtrágyanövényt választunk.

Következtetéseimet és javaslataimat a 2022-es kísérlet mérési eredményei és a laborvizsgálatok eredményei alapján tettem meg. A vizsgálatokat tíz héten keresztül, minden héten egyszer végeztem el augusztus 2 és október 25 között. Az utolsó héten már a talajba bedolgozott zöldtrágyanövény után végeztem a méréseket.

A vizsgálatok eredményei több ponton is megegyeztek a szakirodalmakban leírtakkal. A talajnedvesség vizsgálatai a várt eredményeket mutatták, hiszen a két zöldtrágyanövény esetében is kevesebb értéket mértem, mint a vetetlen kontroll esetében.

A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálatai során megállapítottam, hogy a mustár esetében kedvezőbb talajállapot alakult ki, mint a kontrol kezelésnél. A baltacím esetében pont a fordítottjáról beszélhetünk, ugyanis kedvezőtlenebb talajállapot alakult ki az összes kezeléshez képest. A legtöbb szignifikáns különbséget az agronómiai szerkezet vizsgálatánál tapasztaltam.

A két összehasonlított zöldtrágyanövény közül a mustár mutatkozott jobbnak, azonban talajvédő funkcióját csak részben töltötte be ebben az esetben. Kedvező körülmények között a mustár gyomelnyomó képessége kiemelkedő lehet, a talajra gyakorolt hatása is kedvezőbb. A baltacím gyomosodása számottevő volt, a gyomok szinte teljesen elnyomták azt. A baltacím zöldtrágyanövényként való alkalmazása nem javasolt, a vizsgálatok idejében kialakult klimatikus tényezők és a rendkívüli aszály mellett.

## 7. IRODALOMJEGYZÉK

- Abdul-Baki (1997): *Sustainable Production of Fresh-Market Tomatoes and Other Summer Vegetables with Organic Mulches*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. p.32
- Acharya B.S., Dodla S., Gaston L.A., Darapuneni M., Wang J.J., Sepat S., Bohara H. (2019): *Winter cover crops effect on soil moisture and soybean growth and yield under different tillage systems*. Soil and tillage research, Volume 195. p. 104430 DOI: 10.1016/j.still.2019.104430
- Ajtay Ö. (1957): *A homok javítása és hasznosítása*. Magyar Mezőgazdaság. pp. 10-13
- Antal J. (1964): *Zöldtrágyázás alföldi homokon*. Magyar Mezőgazdaság. pp. 6-7, 19, 47.
- Antal J. (1993): *A zöldtrágyázás szerepe a talajtermékenység fenntartásában*. Agrofórum 2: pp. 4-10.
- Antal J. (2000): *Növénytermesztők zsebkönyve*. Mezőgazda kiadó, Budapest. p. 391.
- Antal J. (2005a): *Fehér mustár* In: *Növénytermesztés 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 595.
- Antal J. (2005b): *Baltacím* In: *Növénytermesztés 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp.410-415.
- Aulakh, M. S., Pasricha, N. S. (1998): *The effect of green manuring and fertilizer N application on enhancing crop productivity in mustard-rice rotation in semi-arid subtropical regions*. European Journal of Agronomy. 8. pp. 51-58
- Ayoub, A. T. (1999): *Fertilizer and the environment. Nutrient Cycling and Agroecosystems* 55: pp. 117–121.
- Baath G.S., Flynn K.C., Gowda P.H., Kakani V.G., Northup B.K. (2021): *Detecting biophysical characteristics and nitrogen status of finger millet at hyperspectral and multispectral resolutions*. Front Agron., 2. Article 604598 DOI: 10.3389/fagro.2020.604598
- Baath G.S., Northup B.K., Gowda P.H., Turner K.E., Rocateli A.C. (2018): *Mothbean: a potential summer crop for the Southern Great Plains*. American Journal of Plant Sciences 9, pp. 1391-1402, DOI: 10.4236/ajps.2018.97101

- Baath G.S., Rocateli A.C., Kakani V.G., Singh H., Northup B.K., Gowda P.H., Katta J.R. (2020): *Growth and physiological responses of three warm-season legumes to water stress*. Scientific Reports 10. Article 12233. DOI: 10.1038/s41598-020-69209-2
- Ballenegger R., Bittera M., Csiky J., Dicienty D., Halács Á., Villax Ö., Zucker F. (1936): *A talaj termőerejének fenntartásáról és a műtrágyázásról*. Az Országos Mezőgazdasági Kamara Talajtani és Műtrágyázási Osztályának Kiadványai. 8. szám. Budapest.
- Birkás M. (2017): *Talajművelési ABC* pp. 280-284
- Bittera M. (1923) *Növénytermesztéstan*. I. rész Különleges növénytermesztéstan. „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest. p. 568.
- Chen, L. (1988): *Green manure cultivation and use for rice in China*. In Green manuring in rice farming, ed. International Rice Research. Institute, 63–70. Los Baños, Philippines: IRRI.
- Christian J., Christian K., Basara J.B. (2015): *Drought and pluvial dipole events within the great plains of the United States*. Journal of Applied Meteorology and Climatology. pp. 1886-1898. DOI: 10.1175/JAMC-D-15-0002.1
- Csavajda É. (2003): *A talajtermékenységét befolyásoló növények és növénytársítások termőképességének vizsgálata*. PhD értekezés, Keszthely, Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola. pp.70-71.
- Cserhádi S. (1897): *Újabb tapasztalatok a trágyázás köréből*. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Decker A.M., Clark A.J., Meisinger J.J., Mulford F.R., McIntosh M.S. (1994): *Legume cover crop contributions to no-tillage corn production*. Agronomy Journal 86. pp. 126-135, DOI: 10.2134/agronj1994.00021962008600010024x
- Díaz A.C.H., Mínguez M.I. (2001): *Cereal–legume rotations in a Mediterranean environment: biomass and yield production*. Field Crops Research 70. pp. 139-151.
- Dövényi Z. (2010): *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. pp. 706-709.
- Ehsan U. H., Fayyaz H., Zhou F., Xiomin G. (2023): *Nitrogen Fertilization Improves the Agro-Morphological and Yield Attributes of Sinapis alba L.* Agronomy Journal. p. 18 DOI: 10.3390/agronomy13061621
- Fageria N.K. (2007): *Green manuring in crop production*. Journal of Plant Nutrition pp 691-719. DOI: [10.1080/01904160701289529](https://doi.org/10.1080/01904160701289529)

- Fageria, N. K. (2002): *Soil quality vs. environmental-based agricultural management practices*. Communications in Soil Science and Plant Analysis 33: pp. 2301-2329. DOI: 10.1081/CSS-120005764
- Földesi P., Gyuricza Cs. (2011): *A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi kísérletekben*. Tájökológiai Lapok 9 (1) pp. 196-197.
- Grábner E. (1915): *A fehérmustár termelése*. Köztelek. pp.17, 25, 588.
- Gyuricza Cs. (2014): *Kedvelt zöldtrágyanövény a mustár*. Országos mezőgazdasági Szakfolyóirat. pp. 46-47.
- Horváth Z. (2001): *A mustár (Sinapis alba L.)* In: Radics L. Alternatív növények termesztése I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. pp. 94-116
- Ishikawa, M. (1988): *Green manure cultivation and use for rice in Japan*. In *Green manuring in rice farming.*, International Rice Research Institute, pp. 45–61. Los Banos, Philippines: IRRI.
- Kahnt G. (1986): *Zöldtrágyázás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 139.
- Kelley K.W., Sweeney D.W. (2010): *Long-term crop rotation and tillage affects wheat and double-crop soybean and selected soil properties*. Crop manage 9. pp. 1-12. DOI: 10.1094/CM-2010-0707-01-RS
- Kemenesy E. (1972): *Zöldtrágyázás*. In: Földművelés-Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 206-216
- Kismányoky T. (1993): *Szervestrágyázás*. In Nyíri L. (szerk.): Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 203-236.
- Lollato P.R., Edwards T.J., Ochsner E.T., (2017): *Meteorological limits to winter wheat productivity in the U.S. southern Great Plains*. Field Crops Research 203., pp. 212-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.014>
- Lyon D.J., Nielsen D.C., Felter D.G., Burgener P.A. (2007): *Choice of summer fallow replacement crops impacts subsequent winter wheat*. Agronomy Journal 99., pp.578-584. DOI: 10.2134/agronj2006.0287
- MacRae, R. J., and G. R. Mehuys. (1985): *The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils*. Advances in Soil Science 3, pp. 71–94.
- McVay K., Radcliffe D., Hargrove W. (1989): *Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements*. Soil Sci. Am. J., 53, pp. 1856-1862. DOI: 10.2136/sssaj1989.03615995005300060040x

- Mikó P. (2009): *A zöldtrágyázás talajállapotra és utóveteményre gyakorolt hatásainak vizsgálata*. Doktori értekezés, Gödöllő. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. pp. 89-93.
- Nagy Z. (2002): *Zöldtrágyázással a fenntartható környezetért*. Gyakorlati Agrofórum 13,3., pp. 45-46.
- Nagy Z. (2003): *A gyengébb talajok alternatív növénye, a mustár*. Gyakorlati Agrofórum. pp. 60-62.
- Northup B.K., S.C. Rao (2016): Effects of legume green manures on forage produced in continuous wheat systems. *Agron. J.*, 108. pp.101-108. DOI: 10.2134/agronj15.0031
- Nyéki Takáts Zs. (1925): *Fehérmustár (Sinapis alba), mint kései zöldtakarmány*. Köztelek. pp. 35, 45, 646-647.
- O'leary G.J., Connor D.J. (1997): *Stubble retention and tillage in a semi-arid environment: 3. Response of wheat*. *Field Crops Research* Volume 54, Issue 1. pp.39-50
- Oberle S. (1994): *Farming systems options for U.S. agriculture: An agroecological perspective*. *Journal of Production Agriculture* 7, pp. 119–123.
- Patrignani A., Lollato R.P., Ochsner T.E., Godsey C.B., Edwards J.T. (2014): *Yield gap and production gap of rainfed winter wheat in the Southern Great Plains*. *Agron. J.*, 106. pp. 1329-1339. DOI: 10.2134/agronj14.0011
- Peoples M.B., Hauggaard N.N., Jensen E.S. (2009): *The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations*. *Nitro. Fix. Crop Prod.*, 52, pp.349-385. DOI: 10.2134/agronmonogr52.c13
- Pepó P. (1996): *Fehér mustár*. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 887.
- Pieters, A. J. (1917): *Green manuring: A review of the american experiment station literature*. *Journal of American Society of Agronomy* 9, pp. 62–82.
- Pikul Jr., J. L., Aase J.K., Cochran V.L. (1997): *Lentil green manure as fallow replacement in the semiarid northern Great Plains*. *Agronomy Journal* 89, pp. 867–874.
- Porter, P. M., Huggins D.R., Perill oC.A., Quiring S.R., Crookston R.K. (2003): *Organic and other management strategies with two and four year crop rotations*. *Agronomy Journal* 95, pp. 233–244.
- Rajkai K. (2004): *A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban*. p. 155.
- Rao S.C., Northup B.K. (2009): *Water use by five warm-season legumes in the Southern Great Plains*. *Crop Sci.*, 49, pp. 2317-2324. DOI: 10.2135/cropsci2009.03.0134



- Rao S.C., Northup B.K. (2011): *Grass pea (Lathyrus sativus L.) as a pre-plant nitrogen source for continuous conventionally tilled winter wheat*. Crop Sci., 51, pp. 1325-1333. DOI: 10.2135/cropsci2010.08.0455
- Rasmussen K. J., Andersen A. (1994): *13 years experiments with soil tillage and incorporation of straw and catch crop on a marsh soil*. Statens Planteavlsvforsog. Lyngby (Denmark). pp. 13-22.
- Ráth Sz., Égei M., Horváth K., Daood H., (2019): *Különböző termőhelyen és évjáratban termesztett ipari paradicsom fontosabb karotinoid vegyületeinek mennyiségi összehasonlítása* Kertgazdaság 51., pp. 57-59.
- Rozsik P. (1993): *Zöldtrágyázás*. In: Sárközy P., Seléndi Sz. *Biogazda 1. Az árutermelő biogazdálkodás alapjai*. Biokultúra Egyesület. pp. 137-139.
- Schlegel, A.J., Havlin J.L. (1997): *Green fallow for the central Great Plains*. Agronomy Journal 89: pp. 762–767.
- Schneidewind, W. (1915): *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Lehrbuch auf der Grundlage wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung*. Verlag Paul Parey. Berlin. p. 543.
- Singh H., Kandel T.P., Gowda P.H., Northup B.K., Kakani V.G., Baath G.S. (2020): *Soil N<sub>2</sub>O emissions following termination of grass pea and oat cover crop residues with different maturity levels*. J. Plant. Nutr. Soil Sci., 183, pp.734-744. DOI: 10.1002/jpln.202000239
- Singh Y., Khind C.S., Singh B. (1991): *Efficient management of leguminous green manures in wetland rice*. Advances in Agronomy 45, pp. 135–189. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60040-1
- Snapp, S. S., Swington, S. M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J. R., Leep, R., Nyiraneza, J., O’Neil K. (2005): *Evaluating cover crops for benefits, cost and performance within cropping system niches*. Agronomy Journal. 97. pp. 322-332. DOI: 10.2134/agronj2005.0322a
- Tóth Zs. (2017): *Biotikus, abiotikus tényezők és különböző talajok lebontóhatékonyágának kapcsolata*. PhD értekezés Gödöllő, Környezettudományi Doktori Iskola. pp. 49.
- Török G., Bajnok M., Béres A., Harkányiné Sz. Zs., Tasi J., (2013): *Az időjárási tényezők és a hasznosítási rendszerek hatása a termés hozamra és a minőségre néhány pázsitfűfaj esetében* Gyepgazdálkodási Közlemények. pp. 46.
- Unger P.W. (1994): *Tillage effects on dryland wheat and sorghum production in the Southern Great Plains*. Agron. J., 86, pp. 310-314. DOI:10.2134/agronj1994.00021962008600020019

- Ványiné Széles A. (2008): *SPAD-érték és a kukorica (Zea mays L.) termésmennyisége közötti összefüggés elemzése különböző tápanyag- és vízellátottsági szinten.* [PhD-értekezés] Debrecen: Agrár-és Műszaki Tudományok Centruma. pp 32-33.
- Westsik V. (1936): *Homoki gazda.* „Pátria“ Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest. p.143.
- Witt T.W., Northup B.K., Neel J.P. (2021): *Grasspea (Lathyrus sativus L.) as a green N source reduces the effects of 2, 4 D in susceptible cotton (Gossypium hirsutum L.) cultivars.* Am. J. Plant Sci., 12, pp.1023-1035. DOI: 10.4236/ajps.2021.127070
- Zhao X., Wang S., Guangxi X. (2015): *Maintaining rice yield and reducing N pollution by substituting winter legume for wheat in a heavily-fertilized rice-based cropping system of southeast China.* Agriculture, Ecosystems & Environment 202., pp.79-89. DOI: 10.1016/j.agee.2015.01.002

A dolgozatban felhasznált internetes források jegyzéke:

http1:GoogleEarth(<https://earth.google.com/web/@47.57877453,19.38318624,235.41052033a,1707.29775505d,35y,7.35185708h,0t,0r/data=OgMKATA>) (Letöltés dátuma: 2023.08.25.)

http2:OMSZ([https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/sugarzas/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/)) (Letöltés dátuma: 2023.08.25.)

http3: Eijkelkamp penetrolgger (<https://www.royaleijkelkamp.com/products/field-measuring-equipment/resistance-to-penetration/electronic-with-datalogger/penetrologger-with-gps-standard-set/>) (Letöltés dátuma: 2023.08.25.)

http4: Agro Szenzor (<https://agroszenzor.hu/termek/accupar-lp-80/>) (Letöltés dátuma: 2023.08.25.)

http5:USDANRCS([https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_MANUSCRIPTS/oklahoma/OKO17/0/Canadian\\_OK.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_MANUSCRIPTS/oklahoma/OKO17/0/Canadian_OK.pdf)) (Letöltés dátuma: 2023.08.28.)

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki

**Dr. Kende Zoltán** konzulensemnek, aki iránymutatásával és tanácsaival, statisztikai segítséggel és a dolgozatom tartalmi, formai hiányosságai javításával segítette munkámat.

**Bozóki Boglárkának**, aki a kísérlet beállításában, a mérések lebonyolításában és a dolgozatom formai és tartalmi javításában segítséget nyújtott,

**Somogyvári Dávidnak**, aki a méréseknél segítségemre volt,

**A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemnek** a kísérleti helyszín biztosításáért,

**A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Agronómiai Tanszékének** a kísérleti mérésekhez szükséges eszközök biztosításáért.

# FÜGGELÉKEK

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: MAROSVÖLGYI MARTIN  
A Hallgató Neptun kódja: PT3GE7  
A dolgozat címe: Talajállapot vizsgálati módszerek alkalmazása és értékelése  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: Víznyerő- és Talajtan Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> 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 könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

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

Kelt: 2023 év november hó 03 nap

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.  
<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

## NYILATKOZAT

Marosvölgyi Martin (név) (hallgató Neptun azonosítója PTJGE7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Gödöllő, 2023.11.06



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.