

SZAKDOLGOZAT

Somogyvári Dávid

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mezőgazdasági mérnök szak

Talajállapot vizsgálati módszerek alkalmazása és értékelése

Belső konzulens:	Dr. Kende Zoltán Egyetemi adjunktus
Belső konzulens	Növénytermesztési- tudományok Intézet
Intézete:	
Társkonzulens:	Bozóki Boglárka PhD hallgató
Készítette:	Somogyvári Dávid DNKAXF Nappali képzés

Gödöllő

2023

TARTALOMJEGYZÉK

1.BEVEZETÉS	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.2. A zöldtrágya történelme.....	7
2.3. A lucerna	8
2.3.1.A lucerna származása	8
2.3.2. A lucerna morfológiája.....	8
2.3.3. A lucerna talajigénye.....	9
2.3.4. A lucerna éghajlatigénye	10
2.4. Az őszi káposztarepce.....	10
2.4.1 Az őszi káposztarepce származása	10
2.4.2. Az őszi káposztarepce morfológiája	11
2.4.3 Az őszi káposztarepce talajigénye.....	12
2.4.4 Az őszi káposztarepce éghajlatigénye.....	12
2.5. A zöldtrágya hatása a talajra és az utónövényre	12
2.5.1 A zöldtrágya kedvező hatásai	13
2.5.2. A zöldtrágya káros hatásai	15
3.ANYAG ÉS MÓDSZER	17
3.1. A kísérlet helyszínének jellemzői	17
3.1.1 Gödöllő-Szárítópusztá a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem tanüzeme.....	17
3.3. A kutatás módszerei és eszközei	21
3.3.1. A talajellenállás mérése	21
3.3.2. A talajnedvesség-tartalom mérése	21
3.3.3. A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérése	21
3.3.4. A levél klorofill aktivitásának mérése	22
3.3.5. A levélfelület-index mérése	22
3.3.6. A növényborítottság mérése	22
3.3.7. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata.....	22
4. EREDMÉNYEK	24
4.1. A talajminta eredményei	24
4.1.1 A talaj rögz frakciója.....	24
4.1.2 A talaj morzsa frakciója.....	24
4.1.3 A talaj aprómorzsa frakciója	25
4.1.4 A talaj por frakciója.....	26
4.2.A penetrációs talajellenállás mérések eredményei	27

4.2.1 A penetrációs ellenállás 0-15 cm között.....	27
4.2.2 A penetrációs ellenállás 15-30 cm között.....	28
4.2.3 A penetrációs ellenállás 30-45 cm között.....	29
4.3. A talajnedvesség méréseinek eredményei.....	30
4.4. A SPAD vizsgálat eredményei	31
4.5. A levélfelület-index méréseinek eredményei	32
4.6. A talaj szén-dioxid kibocsátás mérésének eredményei.....	33
4.7. A zöldtrágyanövény talajborítottság vizsgálatának eredményei.....	34
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	36
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	40
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	42
Internetes hivatkozások jegyzéke	46
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	48

1.BEVEZETÉS

A talajaink számára a megfelelő szervesanyagpótlás már régóta nem megfelelő, amely hosszútávon a talajok leromlását és a termésátlagok csökkenését vonja maga után. A talajaink kizsákmányolása nem fentartható, amit csak tovább nehezítenek a folyamatosan változó klímaviszonyok is. Eredményes és fentartható növénytermesztést megkímélt és jó tápanyagellátottságú talajokon lehet megvalósítani. Ezen felül a változó klímaviszonyok és időjárás hatására a csapadék eloszlása egyenletlenné vált, ezért fontos, hogy a talajban lévő csapadékot megőrizzük melyre megoldást nyújthat a folyamatos talajtakarás.

A magyarországi csekély létszámú állatállomány által kibocsátott szervesanyag nem megfelelő mennyiségű az ország taljai szervesanyagszükségletének kielégítésére. A biomassza erőművek pedig tovább csökkentik a táblákon maradt szervesanyagot, hiszen az alapanyagaik egy részét a búza, illetve a kukoricaszár maradványok, amelyek a talajba dolgozva növelnék annak tápanyagkészletét és serkentnék a talajéletet. A talajaink szervesanyag pótlására és a talajélet serkentésére a zöldtrágyanövények vetése nyújthatja az egyik lehetséges megoldást.

Az Európai Unió 2013-tól kezdve támogatást adott azoknak a gazdáknak, akik a területeik egy részét ökológiai másodvetéssel vetettek be. Ennek hatására növekedésnek indult a másodvetésű zöldtrágyanövények vetésterülete Magyarországon. A közös agrárpolitika változásával az európai unió 2023-ra az alaptámogatás feltételeként is belefoglalta a kötelező nem termelő tájképi elem vagy parlag, amely a gazdaságok szintjén a szántóterület 4 százaléka kell legyen, de ez három százalékra csökkenthető abban az esetben, ha a gazdaság szántóterületeinek négy százalékán ökológiai másodvetést vagy nitrogén megkötő növényeket vetnek ([http1](#)). Ezen felül az Európai Unió egy újabb támogatási formát vezetett be, amely az Agro-Ökológiai-Program (AÖP) nevet kapta, amellyel igyekszik növelni vagy fenntartani a zöldtrágyanövények vetésterületét. Az AÖP egy pont alapú támogatási rendszer, amelyben a gazdaságok elérhetik a minimális pontszámot azáltal, hogy a szántóterületei öt százalékán ökológiai másodvetést vagy nitrogénmegkötő növényeket vetnek, illetve a területük öt százalékát, nem termelő tájképi elemek és a parlag területek kell, hogy kitegyék ([http2](#)). Az új európai uniós támogatási rendszer hatására valószínűleg enyhén csökkenni fog a zöldtrágyanövények vetésterülete a parlag javára.

A zöldtrágyának igen régre visszanyúló gyökerei vannak mind Európában, mind a Távol-Keleten egyaránt, ám ez nem azt jelenti, hogy egy elavult eljárásról van szó. Manapság is igen széleskörű kutatások folynak a zöldtrágyázással kapcsolatban Amerikában, Ázsiában és Európában is, ideértve Magyarországot is.

A kísérletem során főként a két vizsgált zöldtrágyanövény, az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) és a lucerna (*Medicago sativa* L.), ezen kívül a tarlópántás talajra gyakorolt hatására, illetve a növények fejlődésére és talajborítottságára koncentráltam. A vizsgálatok során kitértem a talajellenállás, talajnedvesség, a talaj szén-dioxid kibocsátásának változásaira. Kitértem a talajszemcsék méretére, továbbá vizsgáltam a növények klorofil aktivitását (SPAD) és a levélfelület-indexet (LAI).

A kutatás célja az említett két zöldtrágyanövény talajra gyakorolt hatásának és növekedésének vizsgálata és ennek összehasonlítása a hántott, illetve a bolygatatlan tarlóval kedvezőtlen éghajlati körülmények között. Ezek alapján célul tűztem ki, hogy választ kapjak arra a kérdésre, hogy a jelenlegi kiszámíthatatlan időjárás és kevés csapadék mellett érdemes-e a zöldtrágyanövények vetése, illetve a tarló meghántása. Illetve, hogy megvizsgáljam, hogy a lucerna vagy az őszi káposztarepce fejt ki kedvezőbb hatást a talajra.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.2. A zöldtrágya történelme

A zöldtrágyázás történelme meglepően régre nyúlik vissza, már az ókori civilizációk is tudták, hogy a zöldtrágya használata jótékony hatással lehet a talajra. Az ókori görögök és rómaiak is használtak hüvelyes növényeket zöldtrágyázás céljából. A görögök talajjavítási célokra elsősorban a lóbabot (*Vicia faba* L.) használták (Fageria, 2007). Feljegyzések találhatók az időszámításunk előtt 434 és 355 élt Xenophon írásaiból a zöldtrágyázás fontosságáról. Nem ő volt az egyetlen a mediterrán régióból, akinek az írásaiban találkozhatunk a zöldtrágya korabeli mezőgazdaságban betöltött szerepével. Theophrastus (i.e. 373-287) írásaiban megfogalmazta, hogy babféléket termesztettek zöldtrágyanövényként Makedóniában és Tesszáliában. Cato (i.e. 234-149) és Columella (i.u. 45 körül) összehasonlították a különböző hüvelyes növényeket a talajjavító hatásuk alapján. Végeredményként a csillagfürt hozta a legjobb eredményeket (Smith et al. 1987). Továbbá Columella nem javasolta a borsó, csicseriborsó és bab termesztését mert szerinte „ártanak a földnek”, inkább a lucerna termesztését javasolta (Columella, 62).

A távolkeleti civilizációk szintén igen korán felismerték a felszínen maradt növényi részek tápanyag utánpótló hatását. A kínaiak feljegyzéseket írtak már több ezer évvel ezelőtt a fűfélék trágyázó hatásáról, az egyik ilyen feljegyzés az „Énekek könyve”. Rájöttek, hogy a gyenge talajokat javíthatják, ha a talajból kihúzott növényeket a talajon hagyják lebomlani. Évszázadokkal később már elkezdtek növényeket termesztetni kizárólag zöldtrágya gyanánt, ilyen volt a „tiao” a kínai trombitafolyandár (*Campsis radicans*), amelynek a tapasztalatok szerint igen jó hatása volt a rizsföldek termőképességére. Majd a későbbiekben (i. u. 400 körül) már a babfélék trágyázó hatásáról számoltak be (Bin, 1983).

A modern agrártudomány elején, Lawes és Gilbert kísérleteket végeztek az 1800-as évek végén, hogy lemérjék és jobban megérthessék a hüvelyesek talajra gyakorolt hatását (Schlebecker és Russell, 1967). Az 1930-as évekre az a mechanizmus, amellyel hüvelyesek fokozzák a talaj nitrogén elérhetőségét, a N₂ megkötése a levegőből és a szerves nitrogén mineralizációja érthetővé váltak (Waksman és Starkey, 1931). A babfélék talajjavító hatásának kutatása igen aktív időszakot élt 1900-tól a második világháborúig (Smith et al. 1987). A műtrágya megjelenéséig a talaj tápanyagtartalmát kizárólag természetes módon tudták pótolni.

A világháború után a nitrogén műtrágyák megjelenésével jelentősen visszaesett a zöldtrágyanövények alkalmazása a nyugati világban. Egy példaként az Egyesült Államokban az 1950-es évekre a gazdálkodás főként mesterséges tápanyagutánpótlásra és kémiai vegyszerek használatára épült. Ennek következtében a természetes erőforrások, mint például a talaj és a vizek károsodtak (Oberle, 1994; Portere et. al. 2003). Egy másik példa a távolkelet, Kínában a rizsföldek közel 90 százalékán használtak hüvelyes zöldtrágyákat a N utánpótlás céljából. Ám ez a szám jelentős csökkenésnek indult az 1970-es években a műtrágyák megjelenése miatt. Ez a tendencia csak 1980-as évekre változott meg amikor a zöldtrágya használata ismét növekedésnek indult a növekvő műtrágya árak miatt (IRRI, 1987). Az 1970-es években a nitrogén műtrágya árának jelentős megemelkedésének köszönhetően ismételten megnőtt az érdeklődés a zöldtrágyázás után az Egyesült államokban és Európában. A vélemény a zöldtrágyázással kapcsolatban megváltozott, mivel hosszú távon a műtrágya ára megnövekedhet, illetve, korlátozott mennyiségben van jelen (Smith et al. 1987).

2.3. A lucerna

2.3.1. A lucerna származása

A kékvirágú, vagy másnéven közönséges lucerna (*Medicago sativa* L.) vagy angol nevén Alfalfa az egyik legértékesebb pillangósnövény és takarmánynövény világszerte. Ennek köszönhetően gyakran használják rá a „Queen of forages” az az a Takarmányok királynője nevet (<http3>, Putnam és Orloff, 2014). A *Fabaceae* családba tartozik és ezen belül is önálló nemzetséget képez. A nemzetségen belül több száz évelő és egyéves faja ismert (Antal et. al. 2005). A lucerna a Közel-Keletről és közép Ázsiából származik. Hosszú történelmi múltat tekint vissza mivel már az ókori Indo-Európai birodalmakban is fontos takarmánynak számított a lovak számára (Putnam és Orloff, 2014).

2.3.2. A lucerna morfológiája

A lucerna kétszikű növény a sziklevelek alakja tojásdad, csírázást követően 14-18 napig asszimilálnak. Ezt követően az első lomblevél egyszerű, szív alakú. Az ezután fejlődő levelek hármasan összetettek és fogazottak, a fonákjuk pedig finom szőrözött (Antal et. al. 2005).

A száruk jellegzetes dudvaszár, színük zöld. A szár lehet felálló vagy elfekvő is, keresztmetszetük kör vagy enyhén bordázott. Elágazódásokat képez a fejlődés előrehaladtával (Antal et. al. 2005b).

A lucerna jól fejlett mélyre, általában 6 méter, de egyes feljegyzések szerint ennél jóval mélyebbre, 16-20 méter mélységbe lehatoló főgyökérrel rendelkezik. A főgyökér mellett igen nagy tömegű mellékgyökérrel és hajszálggyökérrel is rendelkezik. A gyökértömeg nagyrésze kb. 70 százaléka a talaj felső 60 centiméteres rétegében található annak ellenére, hogy a gyökérzete igen mélyre hatol (Antal et. al. 2005b; Radics et. al. 1994).

Már a fiatal gyökérágakban megjelennek a gyökérgümők, melyek jelzik a szimbiózist a meliloti baktériumokkal. Ez a szimbiózis olyan formában nyilvánul meg, hogy a baktériumok a levegőből begyűjtött nitrogén egy részét átadják a növénynek és ezért cserébe a lucernától szénhidrátot vonnak el (Antal et. al. 2005b; Radics et. al. 1994).

Jellegzetes pillangós virágai fürtvirágzatba rendeződnek. A virágok száma változó lehet 10-30 db virág. A virágzati tengely eredése a pálhalevél hónalja. A virágok idegen megtermékenyülők melyet főként a vad méhek, illetve méh alkatú rovarok végeznek. A virágzás jellemzően 4-14 nap ám ezt az időjárás befolyásolhatja (Antal et. al. 2005b; Radics et. al. 1994).

Termése hüvelytermés, amelynek alakja változatos lehet. A hüvelyekben 2-8 db vese vagy bab alakú mag helyezkedik el. Ezermagtömege 1,7-2,7g között mozog (Antal et. al. 2005b; Radics et. al. 1994).

2.3.3. A lucerna talajigénye

Mivel a lucerna a Közel-Keletről származik ezért jól tűri a szárazságot és a gyenge talajokat is, ezzel szemben a világ szinte minden részén termesztethető egészen a Dél-Afrikai perzselő sivatagoktól kezdve a Dél-Kanadai és Kelet-Kínai síkságokig (Putnam és Orloff, 2014).

A lucerna jó vízvezetőképességű laza mély termőrétegű talajt igényel az optimális termeléshez. A gyökerek akár igen nagy mélységbe is képesek lehatolni, ennek köszönhető a növény jó szárazságtűrése. A tömörebb talajokban a lucerna gyökerei nem hatolnak megfelelő mélységbe, illetve kisebb a levegő frakció a talajban. A rossz víz elvezetésű talajok ezenfelül okozhatnak talajkérgesedést, illetve a talaj felszínén belvíz alakulhat ki, ami gátolja a talaj megfelelő levegőzését és fagyási károkat is okozhat (Dan et al. 2015).

A lucernánál igen fontos tényező a megfelelő talaj pH kialakítása mivel a rhizóbiumoknak a legmegfelelőbb pH a semleges vagy enyhén lúgos pH-jú talajok. A 6,5-nél alacsonyabb pH-val rendelkező talajoknál már romlik a gümőképződés, 5,0 pH alatt pedig a rhizóbiumok elpusztulnak (*http4*; Radics et. al. 1994).

2.3.4. A lucerna éghajlatigénye

A lucerna az éghajlatra kevésbé igényes növény. Hazánk éghajlata többnyire megfelelő a közép és kelet európai ökotípusokhoz tartozó fajták számára ám a gyenge télálló képességű fajták számára alkalmatlan. Az időjárási szélsőségeket jól tűri, a fejlődésének egyes szakaszaiban igényesebb az időjárásra, mint például a csírázás, kezdeti fejlődés, virágzás és magérés. Télállósága igen kiemelkedő, a -25 °C akár hótakaró nélkül is képes átvészelni. Csírázási minimuma 2-3 °C ám szántóföldi körülmények mellett a lucerna 6-8 °C hőmérséklet felett csírázik (Antal et. al. 2005b; Radics et. al. 1994).

A bimbós állapot és a virágzás közt igen fontos a növény számára a megfelelő hőmérséklet (Greenfield és Smith, 1973). A virágzás során a 35 Celsiusnál magasabb hőmérséklet késleltetheti a virágzást (Christian, 1977). A virágzás alatt a legideálisabb hőmérséklet a 25 és 27 °C közé tehető, amely mellé magas, 70-80 százalékos páratartalom szükséges (Antal et. al. 2005b). A megfelelő magterméshez pedig a száraz, meleg és napfényes időjárás szükséges (Radics et. al. 1994).

A csapadék szempontjából a hazai átlagos (600mm/év) megfelelő a lucerna számára ám nagy termés eléréséhez további 150-200 mm-t igényel (Antal et. al. 2005b). A vízfelvételt viszont nagyban befolyásolja a hőmérséklet is. 20 °C feletti vízfelvételi sebességhez képest 10 °C 20 százalékkal, míg 5 °C 70 százalékkal csökken (Ehrler, 1963).

2.4. Az őszi káposztarepce

2.4.1 Az őszi káposztarepce származása

Az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L. ssp.) a világon második legnagyobb területen termesztett olajnövény, a napraforgó után. Származását egyesek a földközi tenger medencéje teszik, majd innen indult terjedésnek mind Ázsiába mind Nyugat-Európa felé. Ám mások több származási központot támogatnak.

A repcének két alfaját különböztetjük meg a tavaszi változatát (*annua*) és az, őszi változatát (*biennis*) (OECD, 2012; Rakow, 2004). Magyarországon szinte csak az utóbbit, az őszi változatot termesztjük, mivel nagyobb termést és nagyobb olajtartalmat képes produkálni a tavaszi változattal szemben (Antal et. al. 2005a).

2.4.2. Az őszi káposztarepce morfológiája

Az őszi káposztarepce a *Brassicaceae*, az az a káposztafélék családjába tartozik, amely körülbelül 25 törzsből, 338 nemzetségből és 3709 fajból áll (<http5>).

Gyökérzete főgyökérzet, amely általában 2 m mélységbe is lehatol. A talaj felső, humuszos megművelt hányadában helyezkedik el a gyökérzet nagyobb része. A gyökérzet igen nagy tömegű, akár elérheti az 1,4-2 t/ha szárazanyag tömeget is (Antal et. al. 2005a).

Szára elágazó, hamvaszöld színű, dudvás szár, amelyet viaszbevonat borít. magassága átlagosan 1,5 m de akár elérheti a 180 cm-t is. A fajták és hibridek eltérő szárszilárdsággal rendelkeznek, amely nagyon befolyásolhatja a termés mennyiségét (Callihan et. al. 2000; Gulden, 2008; Antal et. al. 2005a).

A sziklevelek alakja fordított vese alakúak. Valódi levelei viaszosak és kékeszöld színűek. A rozettalevelek enyhén szőrözöttek, míg középső, illetve felső szárlevelek csupaszok. A felső és középső szárlevelek ép szélűek, illetve lándzsa alakúak, az alsó szárlevelek és rozettalevelek erőteljesen karéjozottak (Callihan et. al. 2000; Gulden, 2008.; Antal et. al. 2005a).

Virágzata sátorozó fürtvirágzat, amelyben keresztes virágok helyezkednek el. Színe jellegzetes Élénk citromsárga. A virágok igen jó nektárforrások mivel a virágokban négy nektármirigy foglal helyet, ezért is kitűnő mézelő növény az őszi káposztarepce. A virágzása igen elhúzódó akár 30-40 napig is tarthat. A virágzás az alsó virágokkal kezdődik és felfelé halad. A virágzási időszak pedig általában április második felétől egészen május közepéig tart. Virágzás alatt igen érzékeny a rovarkártevőkre. Az őszi káposztarepce megtermékenyülése kétharmad részben ön-, egyharmad részben pedig idegenmegtermékenyülő, így Az őszi káposztarepce egy fakultatív önmegtermékenyülő növény (Gulden, 2008.; Antal et. al. 2005a).

Termése, kétüregű, sokmagvú becőtermés, amely az érés során gyakran felnyílik. A becő 3-7 cm hosszúságú, színe az érés során világosbarna. A becők nagyrésze a másodlagos és a harmadlagoshajtásokon fejlődik ki. A főhajtásokon körülbelül csak a 13 százaléka képződik, ezért is fontos a növény elágazódásának elősegítése. A becőben általában 19-22 db, apró 1,6-2,8 mm átmérőjű mag található. A magok ezermagtömege 3,5-6 g, míg színük változó, a szürkésbarnától a feketéig változhatnak. A magok olajtartalma igen magas a tavaszinál 40-42 százalék míg az őszinél magasabb 42-48 százalék közt változik (Antal et. al. 2005a).

2.4.3 Az őszi káposztarepce talajigénye

Az őszi káposztarepce a talajra igen igényes növény, a legmegfelelőbb talajok a középkött és ennél lazább, mély termőrétegű, talajok. Továbbá fontos, hogy a talaj kapilláris vízemelő képessége legyen jó, illetve tegye lehetővé a növény gyökereinek a mélyebb rétegbe hatolását (Hídvégi et. al. 2007; Antal et. al. 2005a; Kiss, 2008).

A talaj kémhatása igen meghatározó a termésmennyiség szempontjából. A legalkalmasabb talajok az enyhén lúgos kémhatással rendelkező talajok. Ha a kémhatás 6,5-ös pH alá csökken már termés csökkenés várható. Ám ha az altalaj meszet tartalmaz akkor akár a 6 pH is elfogadható lehet (Hídvégi et. al. 2007; Antal et. al. 2005a).

2.4.4 Az őszi káposztarepce éghajlatigénye

Az őszi káposztarepce a nem túl meleg, hűvösebb, fagymentes klímát igényel. A téli fagyok elsősorban a későn elvetett, későn kelt gyenge, illetve a túl hamar elvetett, túl buja állományban is nagy károkat okozhat. Elsősorban a száraz, hótakarónélküli fagyokra érzékeny. Fagyűrőképeségét nagyban befolyásolja a fejlettségi állapota és a talaj nedvességtartalma. Az erősen nedves talajokban akár már a -6,-8 °C hideg hatására is kipusztul. Ezzel szemben a száraz talajon -18, -22 Celsiusra is képes átvészelni néhány napig, hótakaró alatt pedig hosszabb ideig is elviseli az erősebb hidegeket. A fagyoknak legjobban 9-11 leveles, törzssás alakban képes ellenállni. (Hídvégi et. al. 2007; Antal et. al. 2005a; Kiss, 2008).

A téli fagyok mellett folyamatos veszélyt jelenthet az átmeneti felmelegedés februárban majd az azt követő hirtelen fagyok. A növény fejlődési küszöbértéke 7-8 °C. A virágzás kezdetén 170-210 °C hőösszeget igényel. Az őszi káposztarepce csapadékos párás időjárást igényel, főként a virágzás idején igényel nagyobb, 80 százalék körüli páratartalmat. Ez alatti páratartalom alatt nem megfelelő a rügyek megtermékenyülése és azok egy része megtermékenyülés nélkül lehullik (Hídvégi et. al. 2007; Antal et. al. 2005a; Kiss, 2008)

2.5. A zöldtrágya hatása a talajra és az utónövényre

A zöldtrágyázást úgy definiálhatjuk, mint egy növény abból a célból való termesztése, hogy az zölden vagy érés után rövid idővel a talajba kerüljön és a talajt javítás és a későbbi növények javára forduljon (*http6*; Parsons, 1984).

A zöldtrágya növények lehetnek hüvelyes vagy nem hüvelyes növények is. A fontosabb hüvelyes zöldtrágyák által a talaj felett felhalmozott szervesanyagban a nitrogén mennyisége 20kg, ha-1 és akár 300 kg ha-1 között változik (Lathwell, 1990).

A talaj kondíciójának javítása fontos nem csak környezetvédelmi de gazdasági szempontból is (Birkás et. al. 2002; Birkás et. al. 2005; Birkás et. al. 2006). Ezért is fontosok a zöldtrágyanövények, hiszen azok jótékony hatást fejthetnek ki a talaj mind fizikai, mind biológiai állapotára, ezen felül csökkentik a defláció és az erózió ártalmas hatásait is. Illetve javítják a talaj vízgazdálkodását és a szervesanyag-tartalmát is növelik (Mikó és Gyuricza, 2007).

Kahnt (1986) szerint az alábbi tényezők befolyásolják zöldtrágyanövényeknek az utónövényre gyakorolt hatását:

1. az utónövény és a zöldtrágyanövény faja,
2. a fennmaradó C/N aránytól,
3. a biomassa tömegétől,
4. a biomasszában lévő nitrogéntartalomtól,
5. a felhasznált, illetve a növényben lévő víz mennyiségétől,
6. az oldható hatóanyagok mennyiségétől,
7. a vegetációs időtől,
8. a zöldtrágyanövények elfásodottságának mértékétől,
9. a növekedésgátló és -serkentő anyagok mennyiségétől,
10. a gyökértömegétől, illetve annak eloszlásától,
11. a zöldtrágyanövény nematódákra kifejtett hatása által,
12. a bedolgozás minőségétől,
13. a bedolgozás és a vetés közben eltelt időtől,
14. az egyéb tápanyagellátottságtól.

2.5.1 A zöldtrágya kedvező hatásai

Birkás (2017) szerint az alábbi négy tényező alapján lehet a zöldtrágya kedvező hatással:

1. a zöldtrágya alá juttatott műtrágya mennyisége,
2. a megtermelt biomassa minősége,
3. a talajba dolgozás ideje és annak módja,
4. az utónövény vetésének az ideje.

A zöldtrágyanövények segítségével hosszútávon fokozhatjuk a növények termésmennyiségét és aszálytűrését, mivel annak ellenére, hogy a zöldtrágyanövények nagy mennyiségű vizet használnak fel, hosszútávon kiegyenlítődnek az ideiglenes aszályok okozta károk és 25 év átlagában javító hatást fejtenek ki (Ajtay, 1957).

A talajba forgatott növényi maradványok serkentik a talaj biológiai élet ezzel hozzájárulnak a termés növekedéséhez is (Kobus et. al. 1987). Emellett a zöldtrágyanövények tápanyagokat juttatnak a talaj felsőbb rétegébe a mélyre hatoló gyökereiken keresztül, amely pillangós zöldtrágya használata esetén még kiegészül a légkörből megkötött nitrogénnel is (Cserhádi és Kosutány, 1887; Cserhádi, 1892; Csapó, 1895).

Ma és munkatársai (2021) szerint a zöldtrágyanövények használata jelentősen megnöveli a talaj tápanyagtartalmát és biológiai életet a talaj felső szintjein. Megállapították, hogy a hüvelyes zöldtrágyák a talaj felső részébe (0-20cm) jelentősebb N és P mennyisége növekedést produkálnak a nemhüvelyes zöldtrágyákkal szemben, ám a K mennyisége mind hüvelyes mind nem hüvelyes zöldtrágyák használata esetén jelentős növekedést mutatott. Továbbá megállapították, hogy a zöldtrágya alkalmas a talajvízszint csökkentésére is. Megfigyelték, hogy a talajmélység növekedésével csökkent a talajvízszint is, egészen a 100-120cm talajrétegig, ahol elérte a 11 százalék-os maximális értéket.

Tejada és munkatársai (2008) megállapították, hogy amellet, hogy a zöldtrágyanövények jelentősen növelik a talaj szervesanyag tartalmát és a talaj CO₂ kibocsátását azt is megfigyelték, hogy a talajban a különböző enzimek, mint például az ureáz és a dehidrogenáz enzim mennyisége jelentős növekedést mutatott. Ám azt is megfigyelték, hogy ezek enzimek növekedésének mértékét nagyban befolyásolja a zöldtrágyanövény típusa.

Bin (1983) szerint a hüvelyes zöldtrágyák legalább 30 kg/ha nitrogén lefixálására képesek és ez akár 340 kg/ha értéket is elérhetik abban az esetben, ha 7500 kg/ha biomassza tömeget produkálnak. Ezen felül a hüvelyes növények képesek feltárni a nehezen feltárható foszfort és a zöldtrágya talajba dolgozásával, könnyen hozzáférhető foszfort biztosítani az utónövény számára.

Stingliné (2015) vizsgálataiból kiderül, hogy a különböző zöldtrágyanövények segítségével biológiai módon védekezhetünk a gyökérgubacs fonálféreg ellen.

Baiyeri és munkatársai (2023) szerint a zöldtrágya használata segít a mezőgazdasági kártevők és betegségek kezelésében, az erózió minimalizálásában, a gyomok elleni védekezésben, és élőhelyet biztosít hasznos fajok a talaj egészségének és termékenységének javítása mellett.

Budai és munkatársai (2004, 2005) mérései alapján a mustár, a facélia és az olajretek biológiai védekezésként alkalmasak a cserebogárpajorral szemben. Mérései szerint nagy mértékű, 50-70 százalékos halálozási arányt mutattak a lárvák. Ennek oka, hogy a növényke gyökerei által kiválasztott biológiailag aktív vegyületek.

Cserhádi (1897) szerint a nem pillangós növények meglehet, hogy csak a talaj szervesanyag tartalmát növelik ám gyors fejlődésük miatt célszerű lehet használatuk abban a esetben ha rövid vegetációs periódus áll rendelkezésünkre.

A modern mezőgazdaságban jelentős problémát jelent a N kimosódás, amely nem csak a kijuttatott N elvesztését, de a felszíni vizeink (pl.: tavak, folyók), de a felszín alatti vízkészleteinket is beszennyezi. Thorup-Kristensen és munkatársai (2003) szerint a köztes takaró növények, mint például a zöldtrágyák, várhatóan csökkentik a talajból származó N kimosódási veszteségeket, de javítják a későbbi növények N hozzáférhetőségét is, ami vonzóvá teheti őket a gazdálkodók számára. Emellett az ökológiai gazdálkodások, illetve olyan gazdaságok számára, amelyek nem használnak szervesetlen műtrágyákat gazdaságilag megtérülő lehet.

A kisebb föld feletti zöldtömeg nem jelenti azt, hogy kevesebb tápanyagot képesek szolgáltatni a talaj, illetve a főnövény számára. Gyárfás (1961) tapasztalatai szerint a komlóslucerna a nagy gyökértömegének köszönhetően mégis, a nála nagyobb zöldtömeget létrehozó hüvelyes növények által gyűjtött nitrogén mennyiségével közel azonos mennyiséget volt képes gyűjteni.

2.5.2. A zöldtrágya káros hatásai

A zöldtrágyázásnak nem csak kedvező hatásai vannak, hanem káros hatásai is. Szabó (1986) véleménye szerint a zöldtrágyázás átmenetileg csökkentheti is a talajtermékenységet, a nagy mennyiségű szervesanyag bevitel miatt.

A szélsőséges időjárás a zöldtrágya hatékonyságát is befolyásolja, amelyre Kismányoky és munkatársai (1993) fel is hívta a figyelmet. Véleménye szerint szélsőséges időjárási körülmények közt elsősorban csapadékhiány következtében- a másodvetés zöldtömegének mennyisége igen bizonytalan lehet.

Egyes szakirodalmak említik, hogy a zöldtrágyák vagy köztes védőnövényekként vetett őszi kalászosok csökkenthetik a főnövény termését a pentozán hatás következtében. Antal (1964) úgy találta, hogy a rozs önmagában csak olyan módon volt alkalmas zöldtrágyának, ha bedolgozása után nagy mennyiségű nitrogén műtrágyát juttatunk ki. Továbbá Wagger (1989a, 1989b) vizsgálatai is arra mutattak rá, hogy a rozs, mint köztesnövény vetése esetén is jelentős többlet nitrogén kijuttatása szükséges.

Sainju és munkatársai (1998) szerint a rozs (*Secale cereale*), a szőrösbükkönyénél (*Vicia villosa* Roth) és a bíborherénél (*Trifolium incarnatum*) gyorsabb fejlődésre és ezáltal nagyobb biomassza előállítására képes mivel nagy mélységből és igen hatékonyan képes felvenni a

nitrogént a talajból. Ennek következtében a nagy mennyiségű felhalmozott nitrogénnek és biomasszájának köszönhetően pentozánhatást produkált így káros hatást fejtett ki az utónövény számára

Känkänen és Eriksson (2007) tapasztalatai alapján a komlós lucerna vetésének következtében a nitrogén kimosódás, bár csak csekély mértékben, de növekedést mutatott.

Hayden és Giddens (1957) szerint a megfelelő állomány elérése és a növények növekedése kockázatot jelent. Termesztésük költsége meghaladhatja a kereskedelmi forgalomban kapható nitrogén költségét. A betegségek, rovarok és fonálférgek számának növekedése lehetséges. Kimeríthetik a nedvességellátást. Kedvezőtlenül befolyásolhatják a következő termés állományát

3.ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérlet helyszínének jellemzői

3.1.1 Gödöllő-Szárítópuszta a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem tanüzeme

3.1.1.1. Földrajzi fekvése

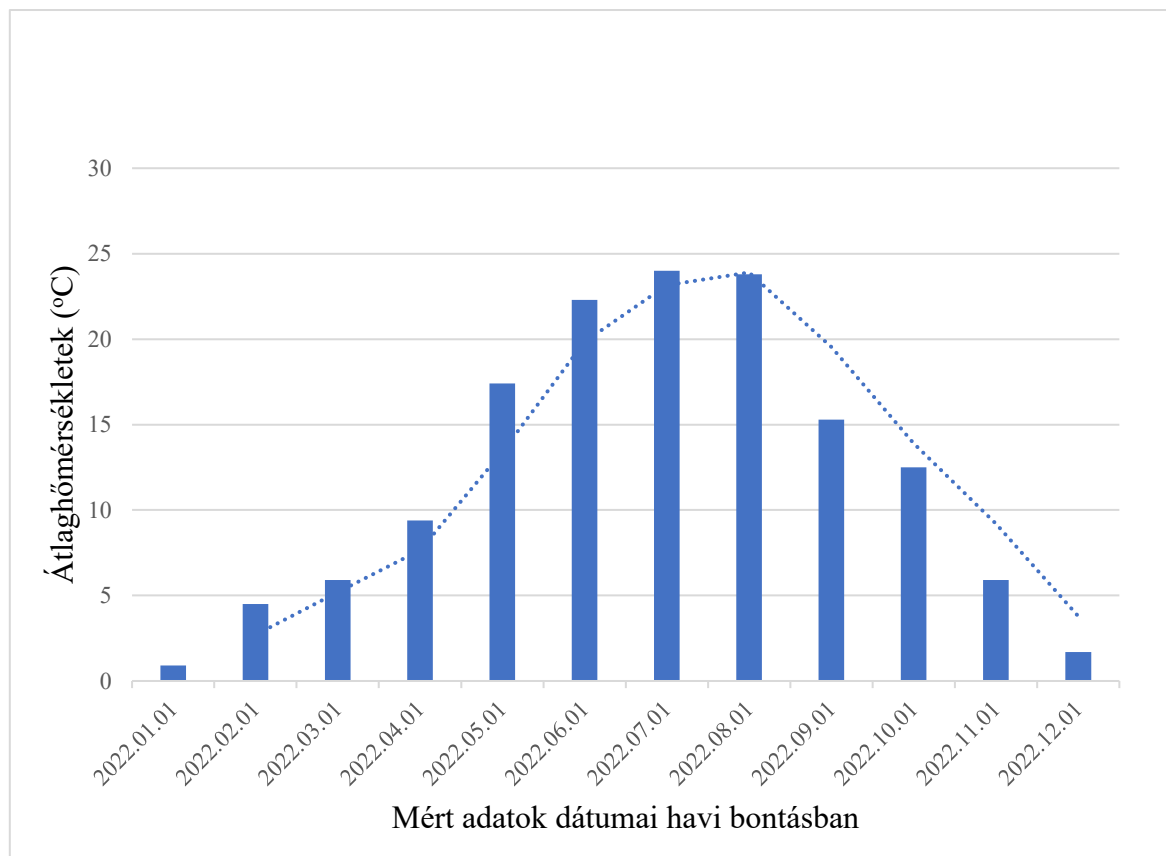
A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szárítópusztai Tangazdaságában (É. Sz. $47^{\circ} 34' 37.1''$, K. H. $19^{\circ} 22' 56.2''$ tengerszint feletti magasság: 234m) került beállításra. A kísérleti területet a narancssárga téglalap mutatja az *1. képen*.



1.kép A kísérleti terület ábrázolása térkép alapján (http7)

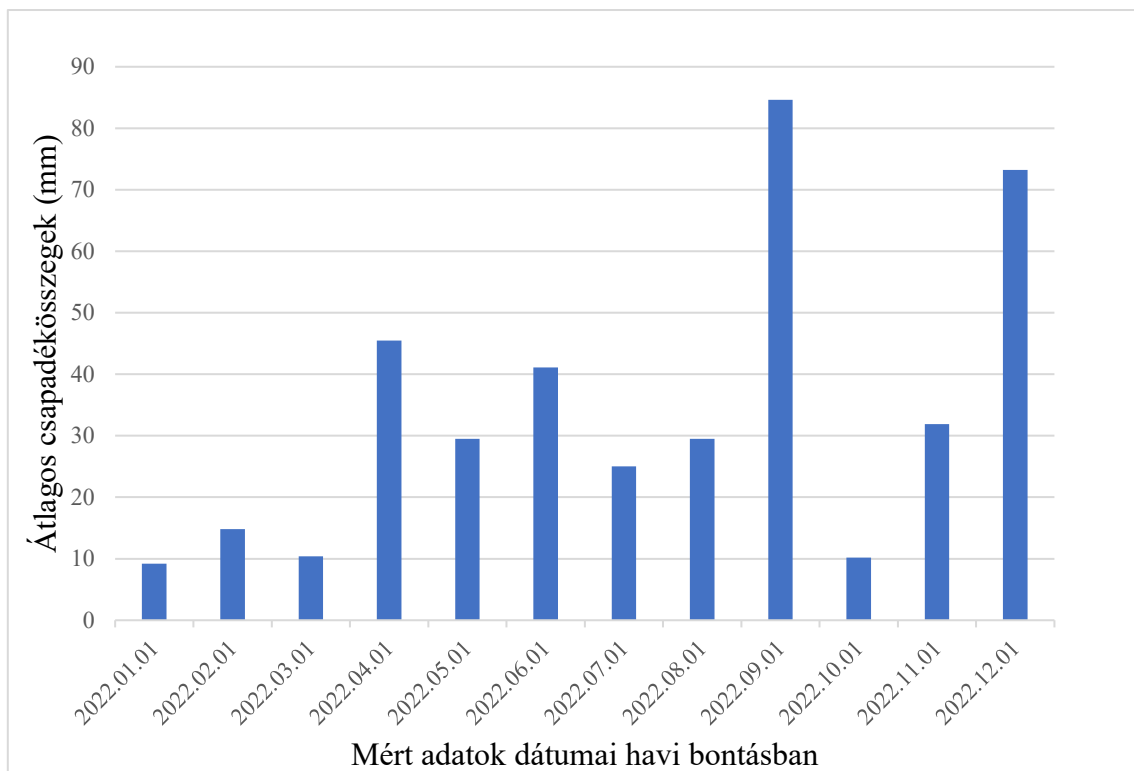
3.2.1.2Éghajlati viszonyok

Az éghajlati adatok a MATE által felállított meteorológiai állomásból származnak. Az adatok alapján az évi középhőmérséklet (*1.ábra*) 12°C , így meghaladja a Dövényi (2010) által megadott évi középhőmérsékletet, ami $9,5$ és 10°C között változik.



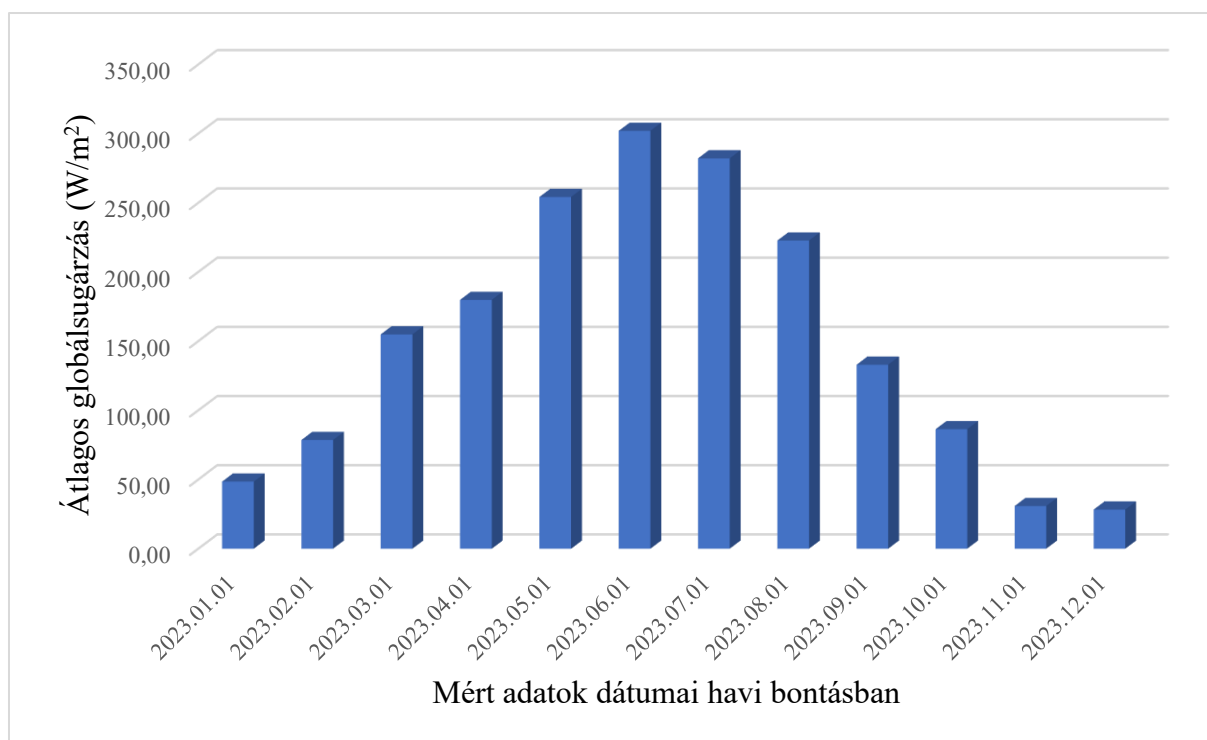
1.ábra 2022 havi átlaghőmérsékletei (Gödöllő)

Az éves csapadék mennyisége csak 404,9 milliméter, ami elmarad Dövényi (2010) által a meghatározott évi csapadékmennyiségtől, ami 540 és 580 mm között mozog. Az *2.ábrán* látható, hogy a kísérlet időtartalma (08.08–10.25.) alatt a csapadék eloszlása igen egyenlőtlen volt.



2.ábra 2022 havi csapadékmennyiségei (Gödöllő)

A területre jellemzően az évi napfénytartam 1950 óra, a terület északi és déli részén ez a szám valamilyen szinten eltérő. Északon kicsivel kevesebb, délen kicsivel több lehet. A nyári negyedévben megközelítőleg 780-790 a napsütéses órák száma, a télben ez 190 óra (Dövényi 2010). A 3.ábra a naptól érkező közvetlen sugárzást és az égbolt különböző részeiről érkező szórt sugárzást, azaz a globálsugárzást mutatja. Jellemzően hazánkban a globálsugárzás az Alföldön a legnagyobb, míg a hegy és dombvidékeken alacsonyabb értéke mérhető (<http8>).



3.ábra 2022 havi átlagbesugárzásai (Gödöllő)

3.2.1.3. Talajjellemzők

A kísérleti terület Gödöllő-Szárítópuszta, amely az észak-magyarországi-középhegység és ezen belül Cserhádi vidék középtáj és a Gödöllői-dombság kistájának része. A kristály talajképző közete az észak-Nyugati részen miocén homokkő és kavics. Ezt az Alföld felé homokos-agyagos üledék váltja fel, amelyre az Ős-Duna és mellékágai kavicsot terítettek fel. Dél-Keleti irányban egyre vastagodó löszréteg jellemzi a térséget, a peremeken pedig a futóhomok borítja (Dövényi, 2010).

Gödöllő-Szárítópuszta talaja barna erdőtalaj. A talajra jellemző az enyhén lúgos kémhatás. A talaj 41 százalék homok, 47,5 százalék iszap és 11,5 százalék agyag frakcióval rendelkezik. A talajra jellemző az alacsony vízkapacitás, de a vízelnyelő és levezető képesség igen jónak minősül. A talaj Arany-féle kötöttség értéke jellemzően 28 és 42 K_a között mozog (Dövényi, 2010; Ráth, 2020).

3.3. A kutatás módszerei és eszközei

3.3.1. A talajjellenállás mérése

A talaj fizikai állapotának megállapítására minden kezelésben a talajjellenállásmérést végeztem a MATE Gödöllői kampuszának ROYAL EIJKELKAMP PENETROLOGGER-rel.

A készülék 80 cm mélységig képes mérni az amért adatokat pedig 1 cm-es lebontásban adja meg. A méréseknél 2 cm² szondacsúcsot használtam.

A méréseket mindkét kultúrában, illetve a hántott és hántatlan tarlón, a vegetációs időszakban kilenc alkalommal, majd a parcellák megtárcsázása után egy újabb alkalommal elvégeztem. Minden alkalommal minden parcellán három ismételtsben végeztem a méréseket a pontosabb eredmények érdekében ([http9](#)).

3.3.2. A talajnedvesség-tartalom mérése

A talajnedvesség megállapítására egy PT-1 típusú kézi talajnedvességmérő műszert használtam. A műszer különböző talajtípusok mérésére is alkalmas (homok, vályog, agyag). Az eszköz mérési tartománya 5-32 V/V százalék. A teljes hossza 100cm, míg a mérőszonda 80 cm hosszúságú és 1,2 cm átmérőjű. A készüléknek az áramforrást két darab 9 V-os telep biztosítja. A műszer tömege 1,4 kg ([http10](#)).

A méréseket minden parcellán a vegetációs idő alatt kilenc alkalommal, illetve a tárcsázás után egy alkalommal végeztem el. A mérések pontossága érdekében minden alkalommal parcellánként három ismételést csináltam. A 80 cm hosszú szondát 8 cm-es felosztásban nyomtam a talajra és minden 8 cm után feljegyeztem a mért nedvességi százalékot, majd átlagoltam azokat (Andryei, 2019).

3.3.3. A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérése

A talaj szén-dioxid kibocsátásának mérését a PP SYSTEMS EGM-5 hordozható szén-dioxid gáz analizátorával végeztem. Az eszköz 0-100000 ppm ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) terjedő mérési tartományban is képes mérni. A méréseim során a szén-dioxid gáz analizátor SRC-2 talajlégzés kamráját használtam

A méréseket minden parcellán a vegetációs időszakban kilenc alkalommal, illetve a tárcsázás után egy alkalommal végeztem el. Minden parcellán, a pontosabb mérési adatok eléréséhez, három ismételést végeztem. Az adatokat az eszköz egy hordozható USB adathordozóra rögzítette, amelyet később kiértékeltem ([http11](#)).

3.3.4. A levél klorofill aktivitásának mérése

A növények klorofil aktivitásának mérésére egy Minolta SPAD-501 klorofilmérő műszert használtam. A műszer gyors és egyszerű mérést tesz lehetővé. Mivel a mérés során nem szükséges a vizsgált növényt megkárosítani, levelét leszakítani vagy levélsérülést okozni, ezért akár ugyan azon a levélen több vizsgálatot is el lehet végez.

A klorofilaktivitás vizsgálatával a növény egészségi állapotát határozhatjuk meg és ezzel az állomány trágyázása során, a kijuttatott trágyamennyiséget optimalizálhatjuk, amellyel amellet, hogy költséget takarítunk meg és a termés mennyiséget is növelhetjük, még a környezetterhelést is mérsékeljük.

A műszer kis méretű csupán 200 g. A műszerrel mérhető felület egy mérés során 2×3 mm, a mért minta vastagsága pedig 1,2 mm. A mért adatok pontossága $\pm 1,0$ SPAD érték, a műszer mérési intervalluma pedig 0,0 és 50 SPAD érték közt helyezkedik (Ványainé, 2008).

3.3.5. A levélfelület-index mérése

A levélfelület index meghatározására egy DECAGON DEVICES ACCUPAR LP-80 hordozható, fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) szenzort használtam. Az eszköz kis méretű (kb 0,5 kg) és egyszerű kezelésű. Az áramforrást 4 db AAA ceruzaelem biztosítja, tárhelye pedig akár több mint 2000 mérés eredmény adatát képes eltárolni.

A műszer segítségével meghatározhatjuk a növényborítottság sűrűségét és annak fényáteresztő képességét. A PAR adatai segítségével biomassza termelés becslés is végezhető, illetve fontos szerepet játszik a sugárzás felfogása, energiaátalakítás, impulzus, gázcsere, csapadék felfogása és az evapotranszpirációs folyamatok meghatározásában is.

A méréseket minden kezelésben tíz alkalommal végeztem el, három ismétlésben ([http12](#)).

3.3.6. A növényborítottság mérése

A vizsgált zöldtrágyanövény növény talajborítottságának mértékét egy 50×50 cm az az $0,25 \text{ m}^2$ területű fa kerettel végeztem. A méréseket a vegetációs időszak alatt, kilenc alkalommal csináltam, mindkét zöldtrágyanövénynél három ismétlésben (Tóth, 2017).

3.3.7. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata

A talajmintákat egy egyszerű ásóval vettem. A minden minta egy ásónyomnyi ($25 \times 25 \times 30 \text{ cm}$) azaz $0,0188 \text{ m}^3$ volt. A mintákat tíz alkalommal kezelésenként három

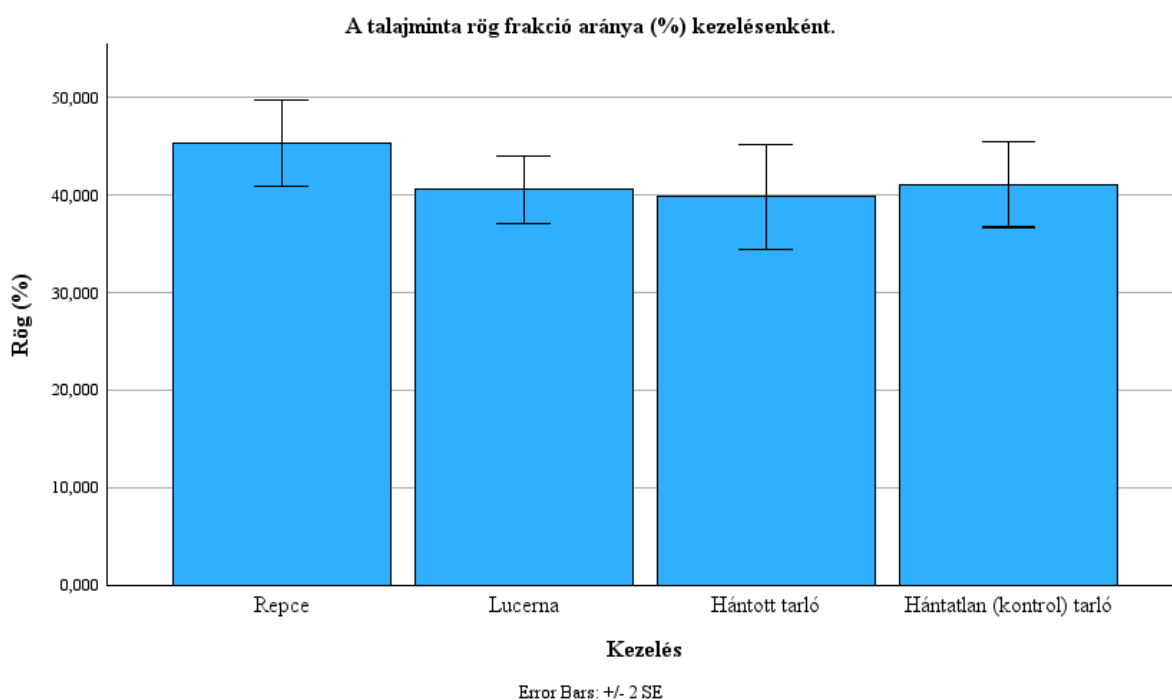
ismétlésben vettem, egymásól 20-30 méteres távolságról. A mintákat légszárazra szárítottam majd, egy agronómiai szitasorral, kézi erővel leszitáltam. A szitasor segítségével négy különböző méretű frakciót különítettem el. A rög frakciót, amely a 10 milliméternél nagyobb talajszemcséket foglalja magában, a morzsa frakciót, amely az 2,5 millimétert meghaladó talajszemcséket tartalmazza. Az aprómorzsa frakció a 0,25 millimétert meghaladó, míg a por frakciót a 0,25 millimétert meg nem haladó talajszemcsék alkotják. A szitálást követően a vett adatokat az Excel program segítségével értékeltem (Földesi és Gyuricza 2011).

4. EREDMÉNYEK

4.1. A talajminta eredményei

4.1.1 A talaj rög frakciója

A talajminták rögfrakciójának eredményeit a 4. ábra mutatja melynek alapján megállapítható, hogy a kezelések átlagos rögfrakció aránya $41,678 \pm 12,266$ százalék. Az őszi káposztarepce produkálta a legmagasabb rögfrakciót, ami $45,317 \pm 12,210$ százalék volt, míg a többi kezelés nem tér el jelentős mértékben a kontrol kezeléstől. A lucerna rög frakciója $40,540 \pm 9,542$ százalék, a hántott tarlóé $39,795 \pm 14,632$ százalék és a kontrolnak pedig $41,060 \pm 12,004$ százalék az átlagos rögfrakciója. Megállapítottam, hogy egyik kezelés sem mutat szignifikáns különbséget.

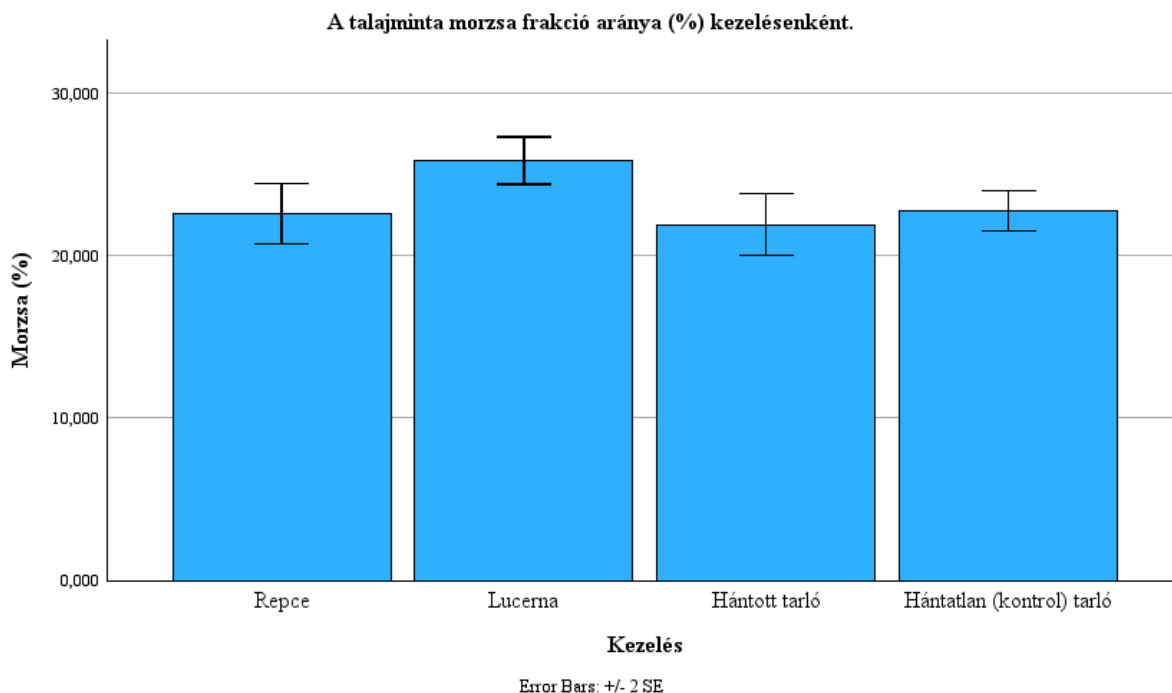


4. ábra A talajminták rög frakciója százalékban kifejezve kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.1.2 A talaj morzsa frakciója

A talajminták morzsafrakció vizsgálatának eredményét a 5. ábra mutatja. A kezelések átlagos morzsa aránya $12,195 \pm 4,691$ százalék. A vizsgálat során a lucerna talaja mutatta a legnagyobb morzsa frakciót, ami $25,866 \pm 3,987$ százalék. A repcénél $22,615 \pm 5,072$ százalék morzsát mértem, ami alig tér el a kontrol kezeléstől, amelynek morzsa aránya $22,771 \pm 3,415$ százalék. A legkisebb morzsa frakció arányt a hántott tarló adta, ami $21,927 \pm 5,242$ százalék. A

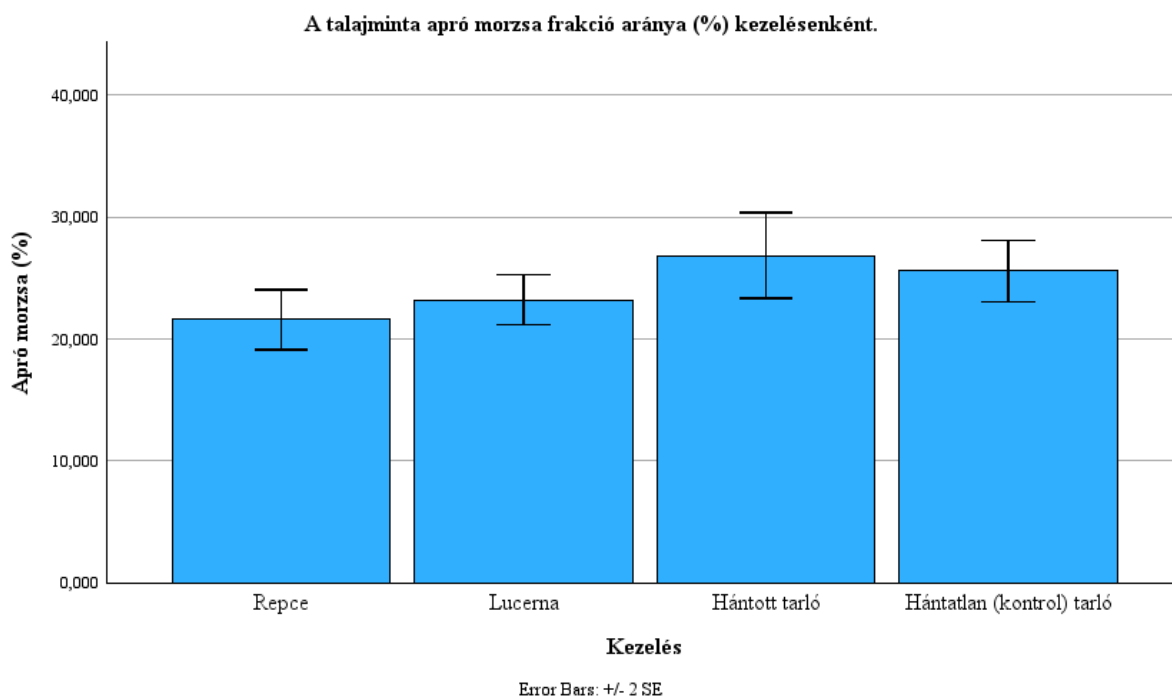
mérésekből megállapítható, hogy az őszi káposztarepce és a lucerna, illetve a lucerna és a hántott tarló, és a Lucerna és a kontrol közt is szignifikáns különbség mutatható ki.



5. ábra A talajminták morzsa frakciója százalékban kifejezve kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.1.3 A talaj aprómorzsa frakciója

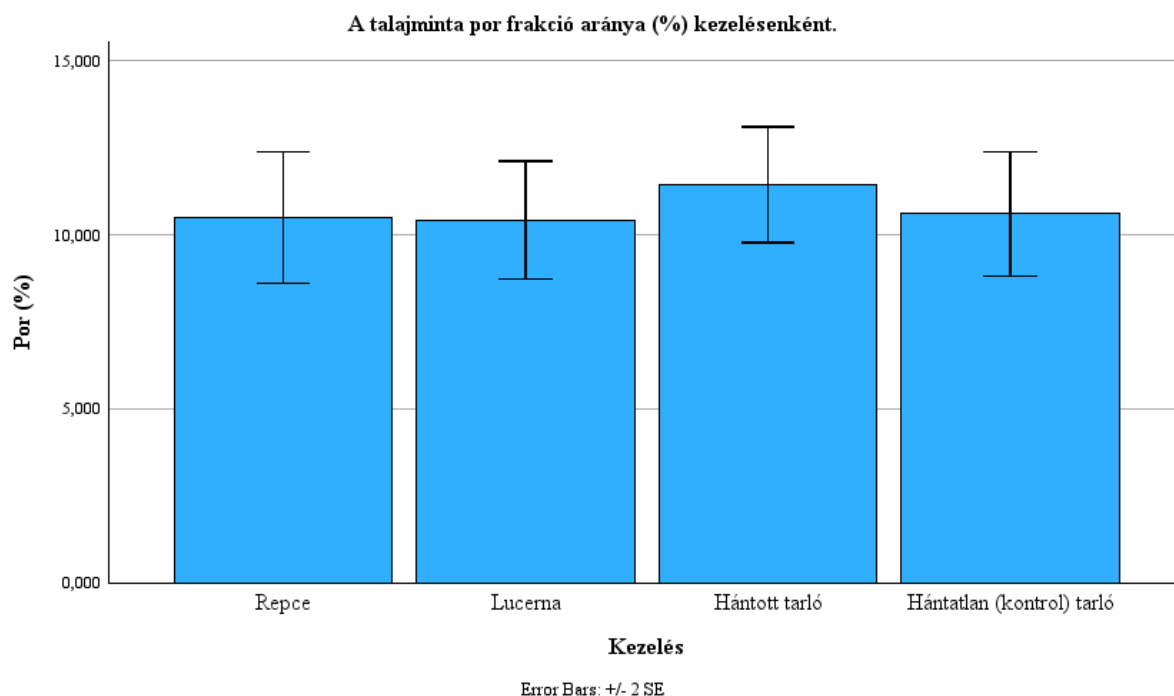
A 6. ábra a talaj aprómorzsa frakcióját mutatja, ahol, a kezelések átlag aprómorzsa frakciója $24,296 \pm 7,587$ százalék. Megfigyelhető továbbá, hogy a repcénél volt a legalacsonyabb érték $21,584 \pm 6,765$ százalék, míg a hántott tarlónál mértem a legmagasabb arányt $26,845 \pm 9,627$ százalék-ot. E két kezelés közt szignifikáns különbség mutatható ki. A lucerna aprómorzsa aránya $23,184 \pm 5,620$ százalék. A kezelések a kontroltól, amelynek aprómorzsa frakció aránya $25,575 \pm 6,994$ százalék, csak kis mértékben térnek el és köztük szignifikáns különbség nem mutatható ki.



6. ábra A talajminták apró morzsa frakciója százalékban kifejezve kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.1.4 A talaj por frakciója

A talaj por frakciójának arányait a 7. ábra mutatja, a kezelések por frakció aránya $10,731 \pm 4,778$ százalék. A vizsgálatok során megállapítható, hogy a hántott tarlónak melynek por frakciója $11,432 \pm 4,562$ százalék volt a legnagyobb a mért érték, ami nem is meglepő hiszen meg lett tárcsázva a vizsgálatok elején és semmiféle talajtakarás nem védte az időjárással szemben. A többi három kezelés közel azonos a kontrol kezeléssel melyél $10,597 \pm 4,875$ százalék-ot mértem. A repcénél $10,484 \pm 5,182$ százalékot míg a lucernánál $10,410$ százalék-ot mértem. Az eredmények közt szignifikáns eltérés nem tapasztalható.

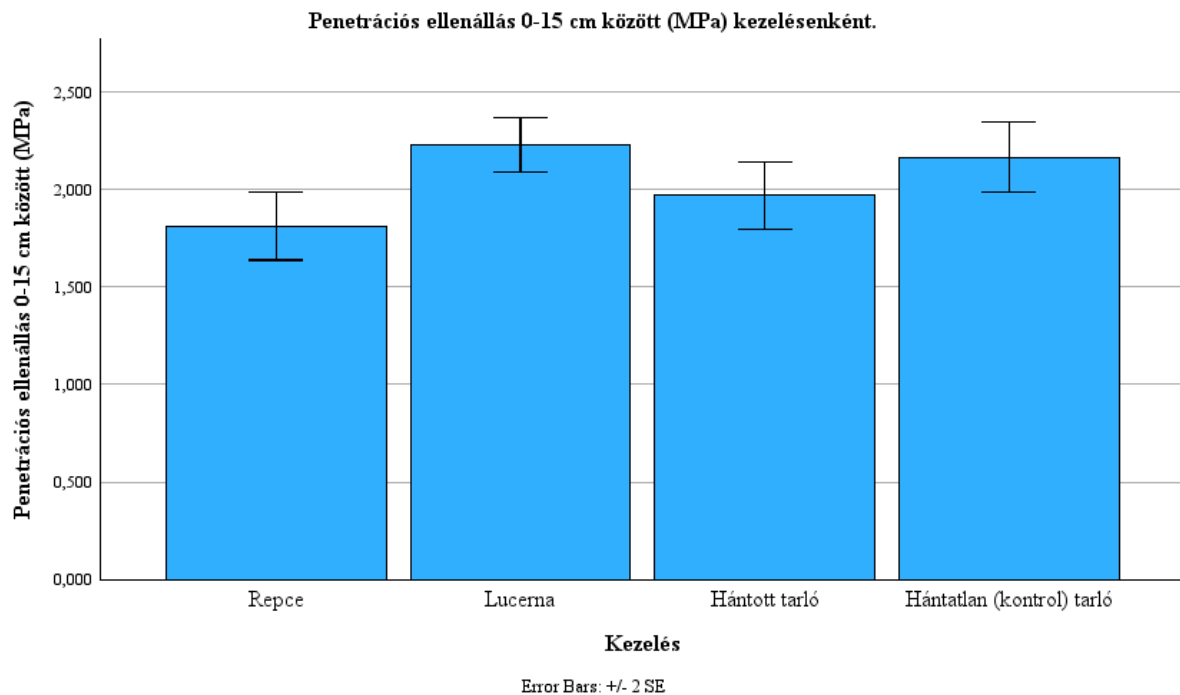


7. ábra A talajminták por frakciója százalékban kifejezve kezelésenként
(Gödöllő, 2022)

4.2.A penetrációs talajellenállás mérések eredményei

4.2.1 A penetrációs ellenállás 0-15 cm között

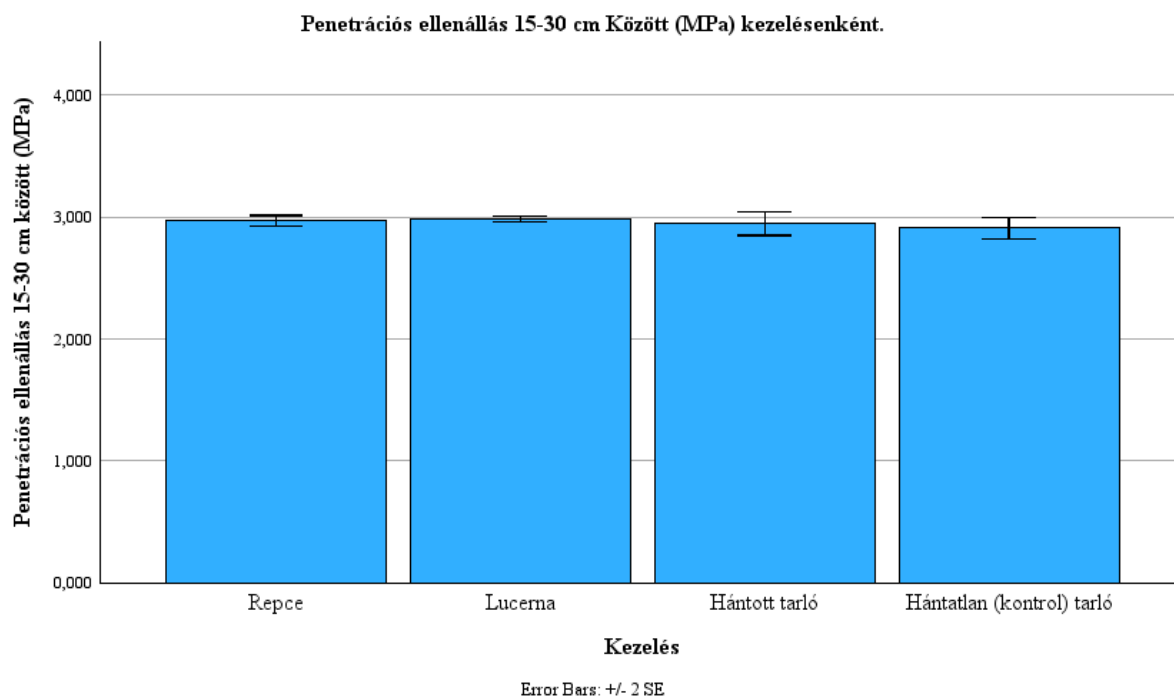
A talaj felső 15 cm-es rétegének penetrációs ellenállását a 8. ábra mutatja, a kezelések közti átlagos penetrációs ellenállás itt $2,045 \pm 0,482$ MPa. A mérések során megállapítható, hogy a legnagyobb penetrációs ellenállás a lucerna talajában, ami $2,230 \pm 0,386$ MPa, míg a legkisebb, az őszi káposztarepce talajában volt tapasztalható, ami $1,812 \pm 0,477$ MPa. A hántott tarló kezelésnél $1,982 \pm 0,472$ MPa-t, a kontrol kezelésnél pedig $2,167 \pm 0,491$ MPa-t mértem. A mérés eredményei alapján megállapítható, hogy az őszi káposztarepce és a lucerna, illetve az őszi káposztarepce és a kontrol között szignifikáns eltérés van.



8. ábra A talaj penetrációs ellenállása 0-15cm között megapascalban megadva kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.2.2 A penetrációs ellenállás 15-30 cm között

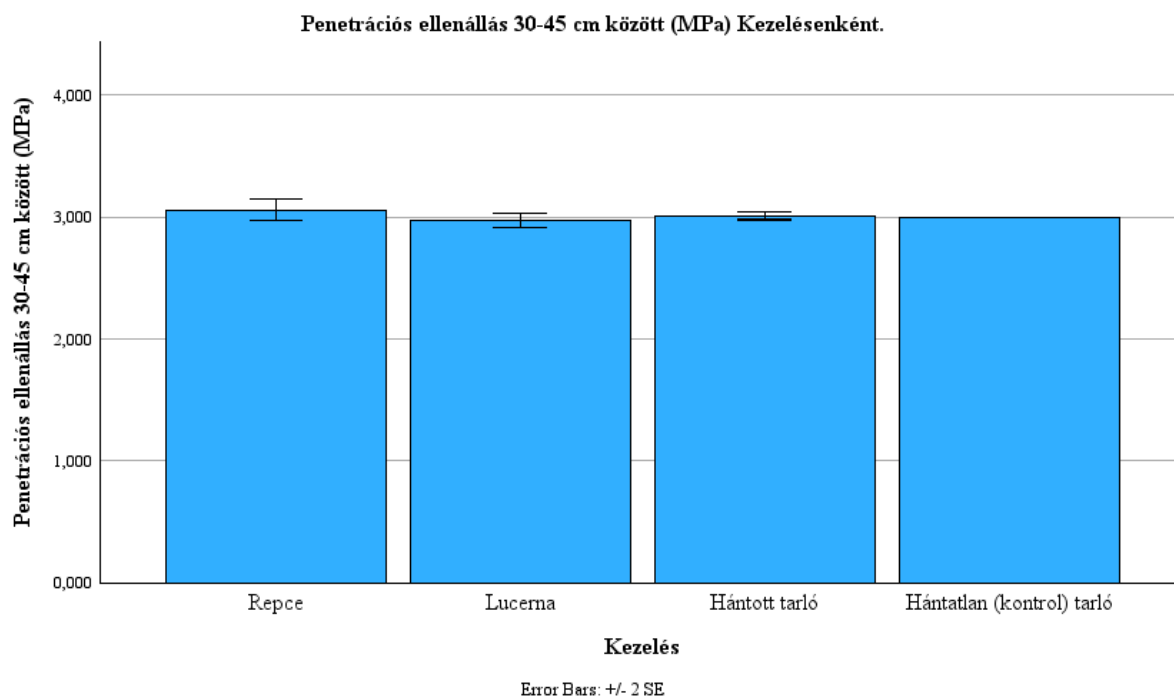
A penetrációs ellenállást a talaj 15cm-30cm-ig terjedő rétegében a 9. ábra mutatja, itt az átlagos ellenállás $2,952 \pm 0,193$ MPa. A mérések eredményeképp megállapítható kezelések közt minimális az eltérés. A repcénél $2,971 \pm 0,115$ MPa, a lucernánál $2,984 \pm 0,069$ MPa, a hántott tarlónál $2,946 \pm 0,258$ MPa és a kontrolnál pedig $2,909 \pm 0,247$ MPa átlagos penetrációs ellenállást mértem. Szignifikáns különbség nem volt megfigyelhető egyik kezelés között sem.



9. ábra A talaj penetrációs ellenállása 15-30 cm között megapascalban megadva kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.2.3 A penetrációs ellenállás 30-45 cm között

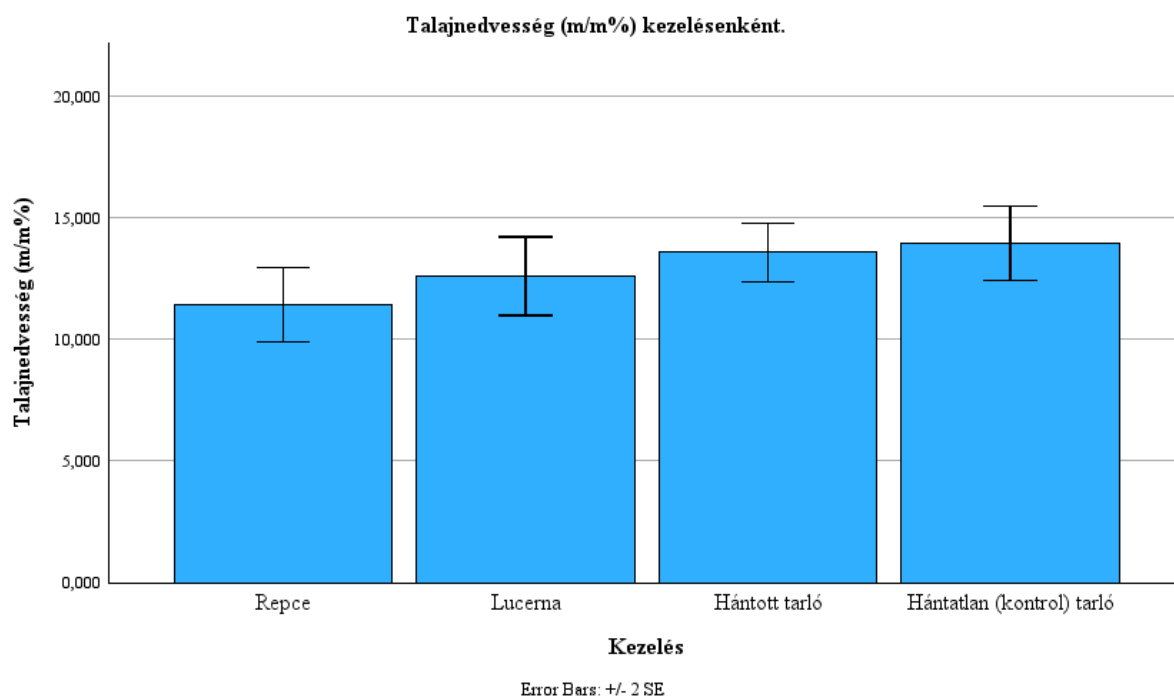
A talaj 30-45cm-ig terjedő legmélyebb mért rétegében szintén minimális különbség lépett fel a penetrációs ellenállás tekintetében, melyet a 10. ábra mutat. Az átlagos ellenállás $3,010 \pm 0,154$ MPa. A kontrol esetében $3,000 \pm 0,000$ MPa-t, a hántott tarlónál $3,013 \pm 0,093$ MPa-t mértem. Az őszi káposztarepce $3,060 \pm 0,242$ MPa, a lucerna pedig $2,970 \pm 0,163$ MPa penetrációs ellenállást produkált. Egyik kezelésnél sem mutatható ki szignifikáns különbség.



10. ábra A talaj penetrációs ellenállása 30-45 cm között megapascalban megadva kezelésenként (Gödöllő, 2022)

4.3. A talajnedvesség méréseinek eredményei

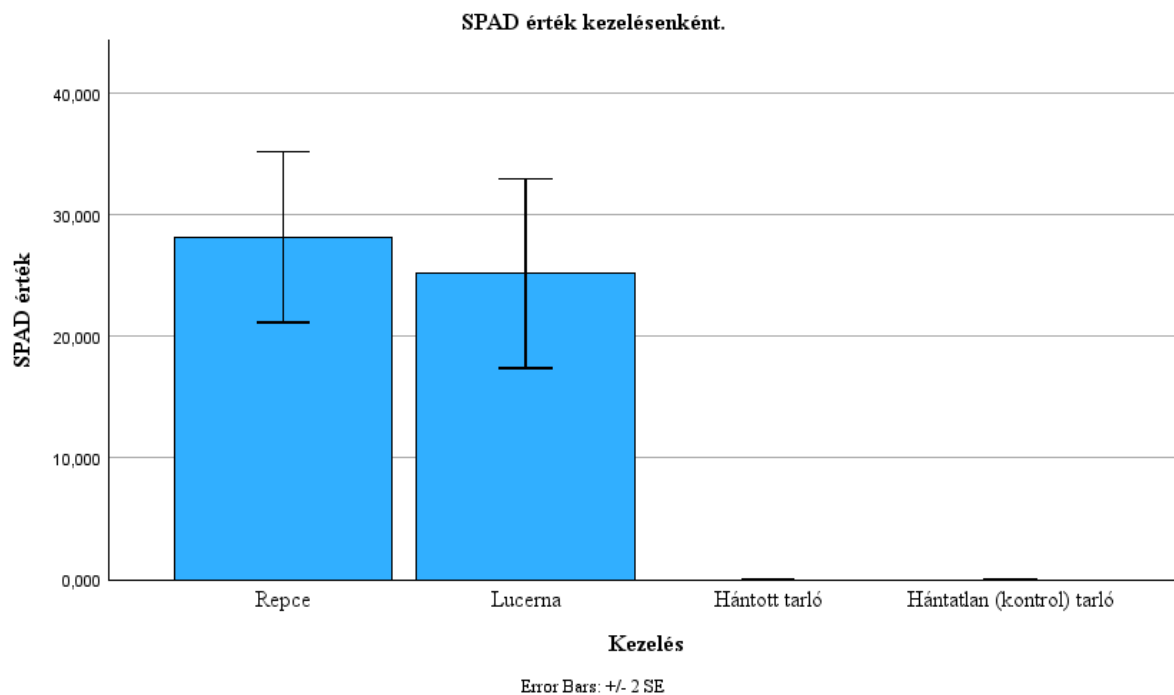
A talajnedvesség átlagos értéke (11. ábra) a kezelések között $12,894 \pm 4,096$ m/m százalék. A mérés eredményei alapján megállapítható, hogy a legalacsonyabb nedvesség az őszi káposztarepce kezelésénél lépett fel, ami $11,434 \pm 4,156$ m/m százalék, míg a hántatlan tarlónál, ahol $13,949 \pm 4,184$ m/m százalék volt mérhető a legmagasabb érték. Ezt a 11. ábra mutatja. Itt a lucernánál a mérések $12,612 \pm 4,341$ m/m százalék, míg a hántott tarlónál $13,582 \pm 3,265$ m/m százalék eredményezett. Az eredmények alapján viszont egyik kezelés között sem volt tapasztalható szignifikáns különbség.



11. ábra A talaj nedvességtartalma (m/m %) kezelésenként
(Gödöllő, 2022)

4.4. A SPAD vizsgálat eredményei

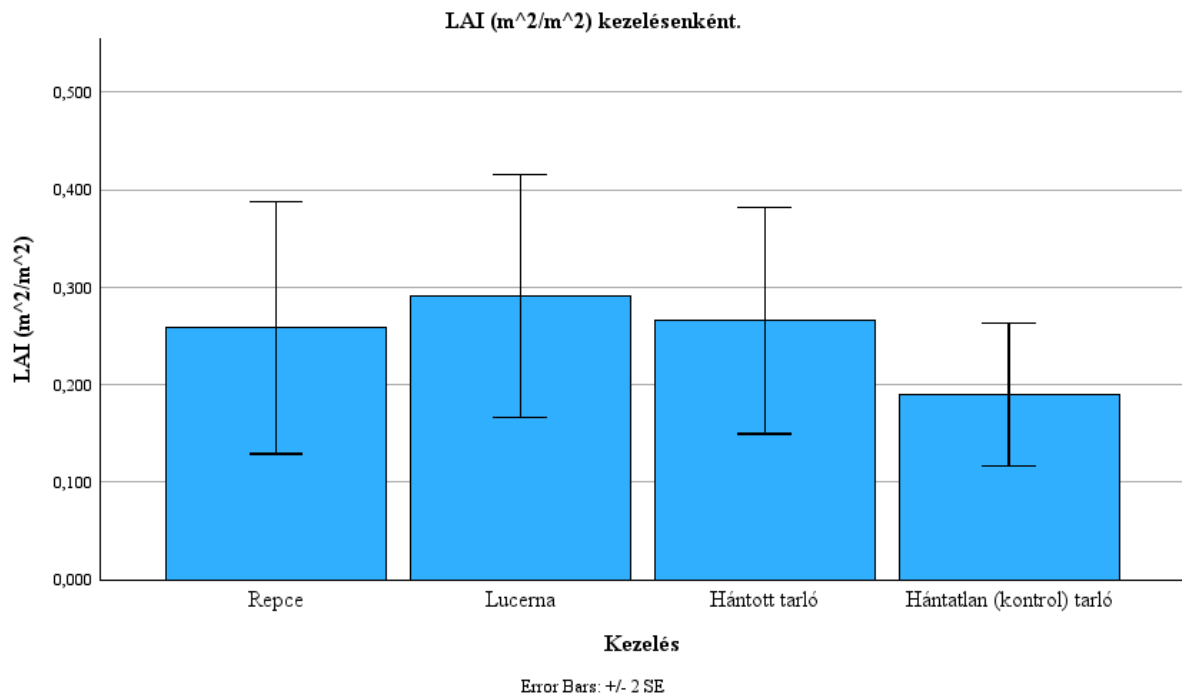
A növények klorofil aktivitás méréseinek eredményét a *12. ábra* mutatja. A mérések alapján megállapítható, hogy az őszi káposztarepce nagyobb SPAD értéket mutatott $28,175 \pm 19,178$, mint a lucerna $25,215 \pm 21,343$. A két kezelés között szignifikáns különbség nem állapítható meg.



12. ábra A levél klorofil aktivitása kezelésenként
(Gödöllő, 2022)

4.5. A levélfelület-index méréseinek eredményei

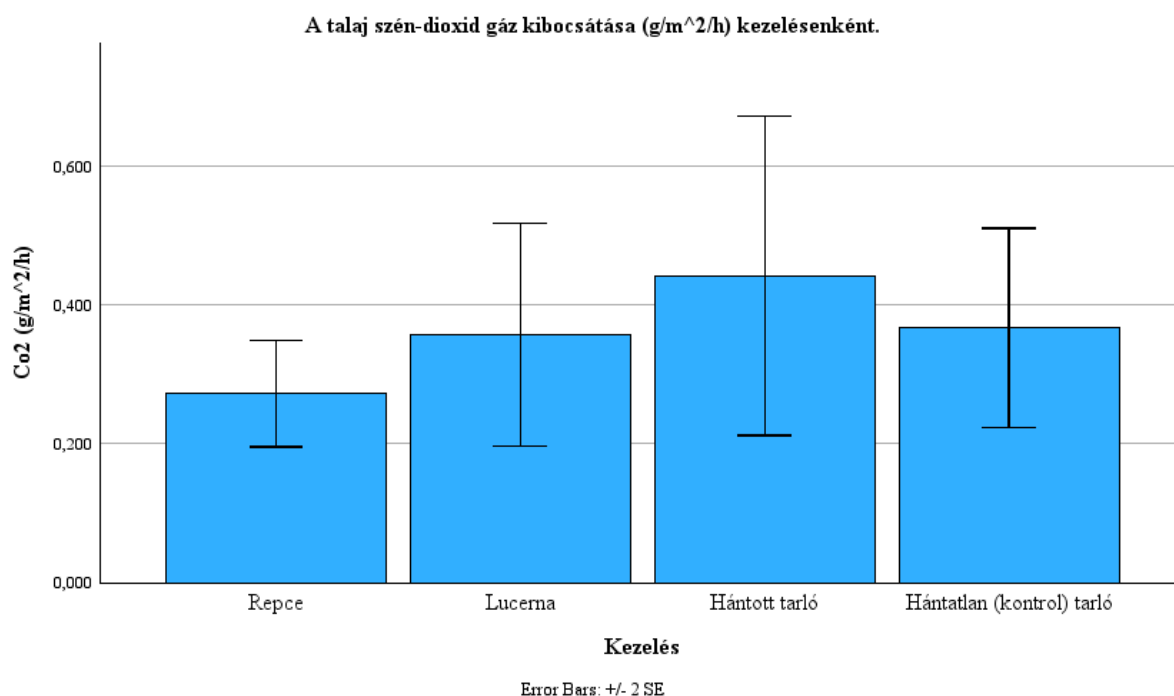
A levélfelület-index mérések (*13. ábra*) alapján megállapítható, hogy a lucerna eredményezte a legmagasabb $0,291 \pm 0,342 \text{ m}^2/\text{m}^2$ értéket, míg a legalacsonyabb érték a kontrol terület mutatta, $0,190 \pm 0,201 \text{ m}^2/\text{m}^2$ értékkel. Az őszi káposztarepce $0,258 \pm 0,354 \text{ m}^2/\text{m}^2$, míg a hántott tarló $0,266 \pm 0,318 \text{ m}^2/\text{m}^2$ értéket eredményezett. A kezelések együttes átlaga $0,251 \pm 0,308 \text{ m}^2/\text{m}^2$ volt



13.ábra Levélfelület-index (m^2/m^2) kezelésenként
(Gödöllő, 2022)

4.6. A talaj szén-dioxid kibocsátás mérésének eredményei

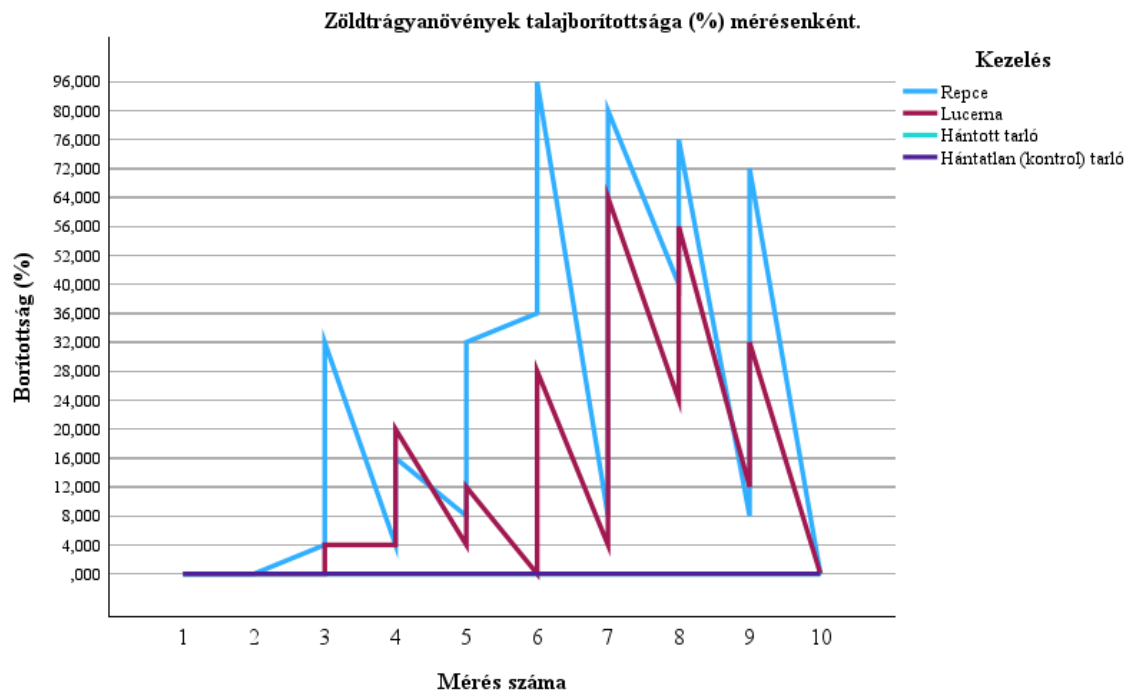
A talaj szén-dioxid mérésének eredményei (*14.ábra*) alapján megállapítható, hogy a legmagasabb szén-dioxid kibocsátás a hántott tarlón tapasztalható, ahol $0,442 \pm 0,629$ g/ m^2 /h értéket, míg a legalacsonyabb a repcénél, ahol $0,272 \pm 0,211$ g/ m^2 /h értéket kaptam. A lucernánál $0,357 \pm 0,438$ g/ m^2 /h és a kontrolnál $0,367 \pm 0,394$ g/ m^2 /h értékeket mértem. Ezen két érték között minimális, csupán $0,009$ g/ m^2 /h különbség tapasztalható. A vizsgált kezelések között szignifikáns különbség nem tapasztalható.



14. ábra A talaj szén-dioxid kibocsátása ($\text{g/m}^2/\text{h}$) kezelésenként
(Gödöllő, 2022)

4.7. A zöldtrágyanövény talajborítottság vizsgálatának eredményei

A vizsgált zöldtrágyanövény általi talajborítottságát a *15. ábra* mutatja. A diagrammon látható, hogy a kezdeti méréseknél a lucerna igen csekély talajborítottságot produkált a repcéhez képest. A vizsgált terület egyes részein egyáltalán nem kelt ki a lucerna, így csak gyomnövények borították a talajt. A későbbi időszakokban sem volt képes egybefüggő növénytakarót alkotni a lucerna, hiszen a gyomok hamar elterjedtek a területen és elnyomták a zöldtrágyanövényt.



15.ábra A talaj borítottsága a vizsgált zöldtrágya növény által.

Az őszi káposztarepce már a korai mérésekre is magas talajborítottságot eredményezett. Ennek ellenére egybefüggő talajborítást ez a zöldtrágyanövény sem volt képes kialakítani. A gyomosodás és a ritka kelés itt is megfigyelhető volt, amit a *15.ábra* jól mutat.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgálatok alapján a talajjellenállása a talaj felső 15 centiméterében az őszi káposztarepcénél 0,3544 MPa értékkel kisebb volt a kontrollhoz viszonyítva, míg 0,1592 MPa értékkel kisebb a hántott tarlónál. Ennek oka az lehet, hogy a növény gyökereinek nagy része a talaj felső részében helyezkednek el és a gyökerek lazító hatást fejtenek ki a talajra. A mélyebb talajrétegekben 15-30 cm és 30-45 cm mindkét esetben az őszi káposztarepce kezelésénél magasabb talajjellenállás állapítható meg a kontrollhoz képest, amely a száraz időjárásnak és a növény magas vízfelvételének következménye. (Antal et. al. 2005)

A talaj agronómiai vizsgálatai során az őszi káposztarepce kezelésénél volt mérhető a legnagyobb arányú rög frakció, ami 4,2566 százalékkal tért el a kontrolltól, azaz a talaj 45,3171 százalékát a rög frakció teszi ki, a porfrakció pedig 10,4837 százalékát. A nagy rög-, és porfrakció arány a talaj leromlott állapotára utal (Birkás et al. 2006), amelyet a kevés csapadék és az őszi káposztarepce nagy kezdeti fejlődésével járó vízfelvétel tovább fokoz. A talaj hasznos morzsa és aprómorzsa frakciói alacsony csupán 22,6149 százalékot és 21,5843 százalékot tesznek ki. A kontrollhoz képest az őszi káposztarepce 0,1556 százalékkal alacsonyabb morzsa és 3,9578 százalékkal alacsonyabb aprómorzsa frakciót eredményezett.

A talajnedvesség vizsgálatok is igazolják, hogy az őszi káposztarepce hozzájárult a talajnedvesség csökkenéséhez és szárította a talajt amire Hayden és Giddens (1957) fel is hívta a figyelmet. Az őszi káposztarepce talajnedvesség tartalma a kontrollhoz képest a 2,5150 m/m százalékkal volt alacsonyabb és a hántott tarlóhoz képest pedig 2,1485 m/m százalékkal maradt el.

A szén-dioxid kibocsátás mérései során az őszi káposztarepce hozta a legalacsonyabb értéket. A kontrollhoz viszonyítva 0,0943 g/m²/m értékkel míg a hántott tarlóhoz képest jelentősebb 1,6950 g/m²/m-el volt mérhető a CO₂ kibocsátás. Tehát az őszi káposztarepce zöldtrágya használatához képest alacsonyabb a szervesanyagvesztés mint a hántatlan vagy pedig a hántott tarló esetében.

A talaj őszi káposztarepce borítottsága igen szórt volt, kelése pedig gyér és időben elhúzódó. Ennek oka a vetést követő gyér csapadék mennyiség (1.ábra). A nagyobb borítottságot csak a kiadás szeptemberi esőzések után érte el viszont egységes talajtakarást ezt követően sem biztosított a talaj számára. A vetést követően főként egyszikű, T 4-es gyomfajok borították a parcellát, mint például a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa-crus-galli*) vagy a fakó muhar (*Setaria pumila*). Ezt követően október közepére az őszi káposztarepce nagy fejlődési erélyének és jó gyomelnyomóképességének köszönhetően elnyomta a gyomokegy

részét, ennek ellenére összefüggő növénytakarást nem volt képes kialakítani. Ez igazolja Kismányoky és munkatársai (1993) állítását miszerint a zöldtrágyanövény nem képes megfelelő zöldsömegelőállításra csapadékhiány esetén.

A lucerna talaján végzett penetrációs ellenállás alapján megállapítható, hogy a 0-15 cm és a 15-30 cm között kapott eredmények magasabb penetrációs ellenállást mutatnak mind a kontrolhoz mind a hántott tarlóhoz képest is, míg a 30-45 között egy minimális 0,0298MPa értékes eltérést mutatott a kontrolhoz képest. ezeknek a minimális eltéréseknek oka a lucerna gyér kelési aránya, illetve a csapadék hiányában a lassú kezdeti fejlődés. A repcéhez képest a felső 15 cm kivételével közel azonos eredményeket kapunk.

Megállapítottam, hogy a lucerna talajának rög frakciója 0,5203 százalékkal, míg a por frakció aránya 0,1871 százalékkal volt alacsonyabb a kontrol kezelésnél. A morzsa frakció aránya 3,0956 százalékkal több mint a kontrol kezelésben viszont az aprómorzsa 2,3882 százalékkal alacsonyabb volt a tarlóhoz képest.

A lucerna kisebb kelési aránya és gyengébb kezdeti fejlődésének köszönhetően kevésbé szárította ki a talajt. A lucerna a kontrolhoz képest 1,3370 m/m százalékkal kevesebb, míg a lucerna és az őszi káposztarepce kezeléseit közt pedig a lucerna 1,1780 m/m százalékkal kevesebb értéket mutatott.

CO₂ kibocsátása minimálisan, 0,0093 g/m²/m értékkel volt kisebb a kontrol kezelésnél és 0,0850 g/m²/m értékkel az őszi káposztarepce kezelésénél. Így a lucerna kezelésénél nem igazolódott be Tejada és munkatársai (2008) megállapítása miszerint a zöldtrágyanövények hatására jelentősen növekszik a talaj szén-dioxid kibocsátása.

A növényborítottság az augusztus szeptemberi időszakban közel nulla volt a nyárvégi csapadékhiány miatt, ezáltal a Kismányoky és munkatársai (1993) megállapítása, hogy a zöldtrágyák gyenge növekedést produkálnak csapadékhiány esetén a lucerna esetére igaz volt. A kelés rendkívül gyér volt és csak a szeptemberi csapadék következtében indult meg majd október közepe táján indult növekedésnek az állomány. Ezzel szemben egybefüggő talajtakarást nem tudott biztosítani a talaj számára és csak szétszórtan, foltokban voltak megtalálhatók. A gyenge kelés és fejlődés miatt az egyszikű T4-es gyomok, mint például a közönséges kakaslábfiú (*Echinochloa-crus-galli*) vagy a fakó muhar (*Setaria pumila*) és emellett jelentős mértékben egy kétszikű T 4-es gyom, a kövér porcsin (*Portulaca oleracea*) is jelen volt a parcellán.

A tarlőhántás hatására a talaj rög frakciója 1,265 százalékkal, a morzsa pedig 0,844 százalékkal volt alacsonyabb a kontrolhoz képest, míg az aprómorzsa 1,273 százalékkal és a

por pedig 0,836 százalékkal volt magasabb. Az agronómiai vizsgálat alapján a tarlóhántás kis mértékben, de növeli a 2,5 mm alatti frakciók arányát.

A tarlóhántás a talaj penetrációs ellenállására is hatással volt, amely a talaj felső 0-15 cm-ig terjedő talajrétegben 0,195 MPa értékkel kisebb, mint a kontrol kezelés árnál a mélyebb rétegekben talajellenállás növekedése tapasztalható. Ennek oka, hogy a tarlóhántás során csak a talaj felső rétege lett megbolygatva és ezáltal lazítva, míg az ez alatti rétegek a tarlóhántás következtében tömörödettebbé váltak.

A tarlóhántás kedvezőtlen hatással volt a talaj szén-dioxid kibocsátására és a talajnedvesség tartalmára is. A kontrolhoz képest a szén-dioxid kibocsátás 0,075 g/m²/m értékkel nagyobb értékeket mutatott, míg a talajnedvesség szempontjából 0,366 m/m százalékkal kisebb értéket produkált. Ennek ellenére a talajnedvesség tartama magasabb volt mindkét zöldtrágyanövénnyel fedett kezelésnél.

A már kora ősszel megfigyelhető volt a gyomosodás a hántott tarlón. Szeptemberben főként T4-es egyszikű gyomok kakaslábfü (Echinochloa-crus-galli) és a fakó muhar (Setaria pumila), illetve árpa (Hordeum vulgare) árvakelés volt megfigyelhető. Ezt követően október közepére megjelent egy G3-as, kétszikű növény a mezei aszat (Cirsium arvense), amely a zöldtrágyanövényekkel borított területen nem volt megfigyelhető.

Száraz időjárás mellett nem javaslom az őszi káposztarepce zöldtrágyanövényként való termesztését, mert növekedése során tovább csökkenti a talaj nedvességtartalmát, emellett kedvezőtlen hatással van a talaj agronómiai szerkezetére is. A vetést követő csapadék hiányában a gyér kelés a terület elgyomosodását okozhatja. Ezzel szemben megfelelő csapadék mellett az őszi káposztarepce rövid idő alatt nagy zöldtömeget képes produkálni, ezáltal jelentős szervesanyagot juttathat a talajba, emellett csökkenti a talaj szén-dioxid tartalmának a légkörbe való távozását és ezáltal a szervesanyag veszteséget is. Így az őszi káposztarepce csapadékos területeken megfelelő zöldtrágyanövény.

A lucerna zöldtrágyanövényként való termesztését száraz időben nem ajánlom, mivel a vetést követő csapadék hiányában a kelése gyér és elhúzódott lesz, illetve később érkező csapadék hatására sem tud egységes talajtakarást biztosítani mivel az egy és kétszikű gyomok elnyomják a lucernát. Emellett a későn való kelés és lassú fejlődés következtében csak minimális zöldtömeget tudott biztosítani.

A tarlóhántás a szén-dioxid kibocsátást és a talaj porfrakciójának arányait leszámítva, egy különösen száraz időjárás mellett a legjobb eredményeket hozta. A vizsgálatok alapján száraz időjárás esetén a zöldtrágyanövények alkalmazása nem hozta a várt javulást a talaj

szerkezetében. A zöldítést repcével és lucernával nem ajánlom száraz aszályos időszak alatt, viszont a tarlóhántás a fővetésű növény betakarítását követően ajánlatos.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A talajállapot vizsgálati módszerek alkalmazása és értékelése című kísérletem, melyet Gödöllő-Szárítópusztán a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem tanüzemében végeztem el. A vizsgálatokat 2022. 08. 08.–2022. 10. 25. napjáig végeztem, összesen tíz időpontban készítettem méréseket a vizsgálati területen. A vizsgálatok célja a zöldtrágyanövények, ezen belül az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) és a lucerna (*Medicago sativa* L.), a talajra való hatásuk, illetve növekedésük és talajborítottságuk vizsgálata.

A fenttartható és eredményes növénytermesztés alapja a megkímélt, jó szerkezetű és víztartóképes talaj, amelyet elérni nehéz ám lerontani annál könnyebb. A talajok szervesanyag utánpótlása nagyban hozzájárulnak a talajszerkezet és a talaj vízmegtartó-képesség javításához emellett serkentik a talaj biológiai életét is.

A zöldtrágyanövények termesztésével nem csupán a talaj tápanyagkészletét növelhetjük, de a talajéletet is, emellett a talaj folyamatos takarásával csökkenthetjük az erózió és a defláció káros hatásait. Továbbá Magyarországon problémát okoz, hogy a területek nagyrészen csupán néhány növényfajt termesztünk. A zöldtrágyanövények a biodiverzitás növelésében is megoldást nyújthatnak a gazdálkodók számára.

Az irodalmi áttekintés során foglalkoztam a zöldtrágyázás hosszú történelmével, röviden jellemeztem a zöldtrágyákat majd a lucerna (*Medicago sativa* L.) és az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) származásával, morfológiájával, talaj, illetve éghajlatigényeivel. Ezt követően kitértem a zöldtrágyázás előnyeire és hátrányaira egyaránt.

Az anyag és módszer részben jellemeztem a kísérleti helyszín talajtípusát, éghajlatát, fekvését, emellett leírtam a vizsgálatok során használt eszközök működését és jellemzőit.

Az agronómiai vizsgálat alapján a lucerna mutatta a legjobb eredményeket, míg ezzel szemben az őszi káposztarepce hatására jelentősen nőtt a röghfrakció, a tarlóhántás után pedig a por frakció. A talajnedvességvizsgálat és a talajjellenállás vizsgálat alapján ismét eltéréseket mutatott a két zöldtrágyanövény és a tarlóhántás is. A vizsgálatok alapján megállapítottam, a tarlóhántás hatására mind lazábbá vált a talaj felső rétege és a talajnedvesség csökkenése sem volt olyan mértékű, mint a zöldtrágyanövények által fedett kezeléseken.

A talaj szén-dioxid kibocsátásának vizsgálata során a zöldtrágyanövények által fedett kezelések jobb eredményeket értek el, míg a tarlóhántott kezelés produkálta a legrosszabbat. A SPAD vizsgálat során a levelek klorofilaktivitása az őszi káposztarepce esetén magasabb értéket produkált. A talaj zöldtrágyanövény borítottsága igen eltérő volt, hiszen a vetést

követően augusztusban csekély volt a csapadék. A kezeléseken a gyomborítottság igen magas volt, főként T4-es fajok voltak jelen.

A következtéseimet és javaslataimat egy három hónapos zöldtrágyakísérlet alapján készítettem, ahol a lucerna az őszi káposztarepce és a tarlóhántás hatásait vizsgáltam a hántatlan tarló kontrolhoz viszonyítva.

A vizsgálatok során arra a következtetésre jutottam, hogy rendkívül száraz időjárás esetén a zöldtrágyanövények nem javítják a talajt kellő mértékben és nem termelnek elégséges zöldtömeget, emellett jelentősen növelik a talaj vízvesztését is.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Ajtay, Ö. (1957): *A homok javítása és hasznosítása*. Magyar Mezőgazdaság. 12. 12-13. pp. 10–11.
- Andryei, B., Horváth, Zs. K., Nemeskéri, E. (2019): *The effects of water supply on the physiological traits and yield of tomato*. Acta Agraria Debreceniensis, 2, 25–30. DOI: [10.34101/actaagrar/2/3674](https://doi.org/10.34101/actaagrar/2/3674)
- Antal, J. (1964): *Zöldtrágyázás alföldi homokon*. Magyar Mezőgazdaság. 19. 47. pp. 6–7.
- Antal, J. (2005a): Repce in *Növénytermesztéstan 2. Gyökér- és gumós növények, Hüvelyesek, Olaj- és ipari növények, takarmánynövények*. Magyar mezőgazda kiadó, pp. 249–265
- Antal, J. (2005b): Lucerna *Növénytermesztéstan 2. Gyökér- és gumós növények, Hüvelyesek, Olaj- és ipari növények, takarmánynövények*. Magyar mezőgazda kiadó, pp. 249–265.
- Baiyeri, K. P., Olajide, K., in: Jawaid, M., Khan, A. (Eds.), *Impacts of Green Manure Amendment in Cropping System, Manure Technology and Sustainable Development, Sustainable Materials and Technology*. Springer Nature Singapore. Singapore, 2023, pp. 241–272.
- Bin, J. (1983): *Utilization of Green Manure for Raising Soil Fertility in China*. Soil Science, 135(1), 65–69. DOI: [10.1097/00010694-198301000-00013](https://doi.org/10.1097/00010694-198301000-00013)
- Birkás, M. (2002): *Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés*. Szent István Egyetem, Gödöllő. p. 344.
- Birkás, M. (2006): *Földművelés és földhasználat*. Mezőgazda Kiadó p. 482
- Birkás, M. (2017) *Talajművelési ABC*. Mezőgazda kiadó. pp. 280–284
- Birkás, M.; Bencsik, K.; Stingli, A.; Percze, A. (2005): *Correlation between moisture and organic matter conservation in soil tillage*. Cereal Research Communications 33, (1) pp. 25–28.
- Birkás, M.; Dexter, A.; Kalmár, T.; Bottlik, L. (2006): *Soil quality – Soil condition – Production stability*. Cereal Research Communications 34, (1) pp. 135–138.

- Budai, Cs, Márton, L. Nádassy, M. (2004): *Vizsgálatok zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepének tisztázására*. 50. Növényvédelmi tudományos napok. (Szerk.: Kuroli, G., Balázs, K., Szemessy, Á.) Reprint Kft. Budapest.
- Budai, Cs. Márton, L. Nádassy, M. (2005): *Zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepéről*. Kertészet és Szőlészet. 45. pp. 8–9.
- Callihan, B., Brennan, J., Miller, T., Brown, J., Moore, M. (2000): *Mustards in Mustards: Guide to Identification of Canola, Mustard, Rapeseed and Related Weeds*. Ag Communications, Idaho, p. 19.
- Christian, K. R. (1977): *Effects of The Environment on The Growth of Alfalfa*. Advances in Agronomy. 29. pp. 183–227 DOI:[10.1016/s0065-2113\(08\)60219-9](https://doi.org/10.1016/s0065-2113(08)60219-9)
- Columella, L. I. M. (62): *A mezőgazdaságról (De Re Rustica)*. Lectum Kiadó. Szeged. p. 492.
- Csapó, L. (1895): *Zöldtrágyázási célokra mely növények a legajánlatosabbak?* Köztelek. 5. 7. pp. 149.
- Cserhádi, S., Kosutány, T. (1887): *A trágyázás alapelvei*. Országos Gazdasági Egyesület Könyvkiadó Vállalata. Budapest. p. 438
- Cserhádi, S. (1892): *A zöldtrágyázás*. Mezőgazdasági Szemle. 10. 8. pp. 354–360
- Cserhádi, S. (1897): *Ujabb tapasztalatok a trágyázás köréből*. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyaróvár.
- Dan, U., Mark, R., Craig, S., Glen, S., Mark, S. (2015): *Alfalfa Management Guide* American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., and Soil Science Society of America, Inc., Fitchburg, p. 56.
- Dövényi, Z. (2010): *Magyarország kistájainak katasztere I.* MTA Földrajtudományi Kutatóintézet Budapest. pp. 705–708
- Ma, D., Yin, L., Ju, W., Li, X., Liu, X., Deng X., Wang, S. (2021): *Meta-analysis of green manure effects on soil properties and crop yield in northern China Field Crops Research*, pp. 266, 108146. p. DOI: [10.1016/j.fcr.2021.108146](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108146)
- Ehrler, W. L. (1963): *Water Absorption of Alfalfa as Affected by Low Root Temperature and Other Factors of a Controlled Environment* Agron. J. 55(4), pp. 363–366. DOI: [10.2134/agronj1963.00021962005500040019x](https://doi.org/10.2134/agronj1963.00021962005500040019x)

- Fageria, N. K. (2007): *Green Manuring in Crop Production*. Journal of Plant Nutrition, 30:5, pp. 691–719. DOI: [10.1080/01904160701289529](https://doi.org/10.1080/01904160701289529)
- Földesi, P., Gyuricza, Cs. (2011): A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi kísérletben. Tájökológiai Lapok 9(1), pp. 190–201.
- Greenfield, P. L., Smith, D. (1973): *Influence of Temperature Change at Bud on Composition of Alfalfa at First Flower*. Agron. J. 65(6), pp. 871–874. DOI: [10.2134/agronj1973.00021962006500060007x](https://doi.org/10.2134/agronj1973.00021962006500060007x)
- Gulden, R. H., Warwick, S. I., Thomas, A. G. (2008): *The biology of Canadian weeds. 137. Brassica napus L. and B. rapa L.* Can. J. Plant Sci. 88. pp. 951–996.
- Gyárfás, J. (1961) *A komlóslucerna mint takarmány- és zöldtrágyanövény*. Növénytermelés. 10(2). pp. 129–132
- Hayden, R. T., Joel, E. G. (1957): *Green Manure and Cover Crops* Yearbook of Agriculture pp. 252–257
- Hidvégi, Sz. (2007): *Növénytermesztés*. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar. pp. 87–89
- International Rice Research Institute (1987): *Green Manure in Rice Farming* The International Rice Research Institute, The Commission on the Application of Science to Agriculture, p. 386.
- Kahnt, G. (1986): *Zöldtrágyázás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 139.
- Känkänen, H., Eriksson, C. (2007): *Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley*. European J. of Agronomy. 27. pp. 25–34.
- Kismányoky, T., Németh, I., Iváncsicsné Bilinszky, A. (1993): *A talaj cellulózbontó aktivitásának vizsgálata trágyázási tartamkísérletben*. Növénytermelés. 42(5). pp. 473–479.
- Kiss G. (2008): *Szántóföldi növényeink termesztése a gyakorlatban*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet pp. 108–110.
- Kobus, J., Kurek, E., Czechowska, E., Slomka, A., Kulpa, D. (1987): *Effects of organic fertilization on the biological activity of degraded loess soil*. Roczniki Gleboznawcze. 38. 1. pp. 133–141

- Lathwell, D. J. (1990): *Legume green manures*. TropSoils Bulletin. 90(1), Soil Management Collaborative Research Support Program, North Carolina State University, p. 30.
- Mikó, P., Gyuricza, Cs. (2007): *Fővetésű zöldtrágyanövények tápanyagfeltáró képességének vizsgálata*. Acta Agronomica Óváriensis 49(2). 2. kötet pp. 513–517.
- Oberle, S. (1994): Farming Systems Options for U.S. Agriculture: *An Agroecological Perspective*. Journal of Production Agriculture 7(1) pp. 119–123 DOI: [10.2134/jpa1994.0119](https://doi.org/10.2134/jpa1994.0119)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2012): *Consensus Document on the Biology of the Brassica Crops (Brassica spp.)*. Environment, Health and Safety Publications Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 54, p. 53.
- Parsons, J. W. (1984): *Green manuring*. Outlook on Agriculture 13(1), pp. 20–23
- Porter, P. M., Huggins D. R, Perillo C. A., Quiring S. R., Crookston R. K. (2003): *Organic and Other Management Strategies with Two and Four Year Crop Rotations in Minnesota*. Agromnomy Jurnal 2003 Volume 95 pp. 233–244. DOI: [10.2134/agronj2003.2330](https://doi.org/10.2134/agronj2003.2330)
- Putnam, D.H., Orloff, S.B., (2014): *Forage Crops*. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. pp. 381–405
- Radics, L. (1994) *Szántóföldi növénytermesztés* Budapest: Nagyváthy János Gazda-képző Egyesület p. 47.
- Rakow, G., (ed.) (2004): *Species Origin and Economic Importance of Brassica*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 3–11.
- Ráth, Sz., Égei, M., Horváth, K., Daood H. (2020): *Effect of Different Ecological Conditions on Content of Phytonutrients in Industrial Tomatoes* Acta Alimentaria 49(2) pp. 225–234 DOI: [10.1556/066.2020.49.2.12](https://doi.org/10.1556/066.2020.49.2.12)
- Sainju, U. M., Singh, B. P., Whitehead, W. F. (1998): *Cover Crop Root Distribution and Its Effects on Soil Nitrogen Cycling*. Agronomy Journal, 90(4). pp. 511–518
- Schlebecker, J. T., Russell, E. J. (1967): *A History of Agricultural Science in Great Britain, 1620-1954*. The American Historical Review, 72(2). pp. 584. DOI:10.2307/1859307
- Smith, M. S., Frye, W. W., Varco, J. J. (1987): *Legume Winter Cover Crops*. Advances in Soil Science. pp. 95–139. DOI:[10.1007/978-1-4612-4790-6_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4790-6_3)

- Stingliné Bíró, T. (2015): *Gyökérgubacs-Fonálférgek Elleni Vegyszermentes Védekezés Hajtatott Paprikában* PhD-értekezés Gödöllő: Növénytudományi Doktori Iskola, pp. 57-89. DOI: [10.14751/SZIE.2016.007](https://doi.org/10.14751/SZIE.2016.007)
- Szabó, I. (1986): *Az általános talajtan biológiai alapjai*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, p. 406.
- Tejada, M.; Gonzalez, J.L.; García-Martínez, A.M.; Parrado, J. (2008): *Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield*. Bioresource Technology, 99(6), pp. 1758–1767. DOI: [10.1016/j.biortech.2007.03.052](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.052)
- Tóth, Zs. (2017): *Biotikus, abiotikus tényezők és különböző talajok lebontóhatékonyágának kapcsolata*. PhD-értekezés, Gödöllő, Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, pp. 36-49. DOI: 10.14751/SZIE.2017.070
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L. S. (2003): *Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones*. Advances in Agronomy Volume 79, pp. 227–302. DOI: [10.1016/s0065-2113\(02\)79005-6](https://doi.org/10.1016/s0065-2113(02)79005-6)
- Ványainé 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.
- Waggar, M. G. (1989a.) *Time of dessication effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops*. Agronomy Journal. 81. pp. 236–241.
- Waggar, M. G. (1989b.) *Cover crop management and nitrogen rate relation to growth and yield of no-till corn*. Agronomy Journal. 81. pp. 533–538
- Waksman, S.A., RL. Starkey. (1931): *The Soil and the Microbe*. The Scientific Monthly, Vol. 25, No. 1. pp. 40–45.

Internetes hivatkozások jegyzéke

http1: Nemzeti Agrár Kamara: *Az Agro-Ökológiai Program a 2023-2027-es támogatási időszakban*. (Letöltés dátuma: 2023 10.03.) <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/7038-agro-okologiai-program-2023/file>

- http2: Nemzeti Agrár Kamara: *Közös Agrárpolitika*. (Letöltés dátuma: 2023. 10.03.) <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/7003-kozos-agrarpolitika-2023-2027/file>
- http3: National Institute of Food and Agriculture, Lori, T. G. (2023): *Land-grant Universities Support the 'Queen of Forages'* (Letöltés dátuma 2023. 11. 15.) <https://www.nifa.usda.gov/about-nifa/blogs/land-grant-universities-support-queen-forages>
- http4: Spectrum Analytic Inc.: *Fertilizing Alfalfa* (Letöltés dátuma: 2023. 09. 27.) https://spectrumanalytic.com/support/library/pdf/Fertilizing_Alfalfa.pdf
- http5: Government of Canada (2017): *The Biology of Brassica napus L. (Canola/Rapeseed)* <https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-napus-l-/eng/1330729090093/1330729278970>
- http6: Soil Science Society of America Glossary of Soil Science Terms (Letöltés dátuma: 2023. 10.01.) <https://www.soils.org/publications/soils-glossary/browse/g/>
- http7: Google Earth (Letöltés dátuma 2023. 11. 02.) <https://earth.google.com/web/@47.5782-3664,19.37661836,224.45595472a,2792.4026826d,35y,0.00000045h,0.7446644t,0r/data=OgMKATA>
- http8: Országos Meteorológiai Szolgálat (Letöltés dátuma: 2023. 11. 05.) https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/
- http9: Royal Eijkelkamp (Letöltés dátuma: 2023. 08. 18.) <https://www.royaleijkelkamp.com/media/nrwjyah3/m-0615sae-penetrologger.pdf>
- http10: Gazdaságfejlesztési programok (Letöltés dátuma: 2023. 09. 20.) <https://szallitoiada-tbaxis.ced.hu/termek/digitalis-talajnedvesseg-mero>
- http11: PP Systems (Letöltés dátuma: 2023. 08. 21.) <https://ppsystems.com/egm-5/>
- http12: Agroszenzor (Letöltés dátuma: 2023. 08. 21.) <https://agroszenzor.hu/termek/accupar-lp-80/>

8.KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki

Dr. Kende Zoltánnak, konzulensemnek, aki tanácsaival, iránymutatásával, statisztikai segítséggel és dolgozatom hiányosságainak javításával segítette munkámat.

Bozóki Boglárkának konzulensemnek, aki a kísérlet beállításában és a mérések lebonyolításában segítséget nyújtott,

Somogyvári Attilának, édesapámnak, aki szakmai tudásával és tapasztalatával segítette munkámat,

Marosvölgyi Martinnak, aki a méréseknél segítségemre volt,

Babicz Tamásnak, aki szakmai tanácsaival segítette munkám előrehaladását,

Nagy Lucának, aki az irodalmazás és a könyvtári kölcsönzés során segítette munkámat,

A Magyar Agrár és Élettudomány Egyetemnek a kísérleti helyszín biztosításáért,

A Magyar Agrár és Élettudomány Egyetem Agronómiai Tanszékének, a kísérlethez szükséges eszközök biztosításáért.

Függelék

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: SOMOGYVÁRI DÁVID
A Hallgató Neptun kódja: DNKAX7
A dolgozat címe: Talajállapot vizsgálati módszerek alkalmazása és értékelése
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési - tudományos Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agroonómiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 10 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

Somogyvári Dávid (hallgató Neptun azonosítója:DNKAXF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2023.11.11.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.