

SZAKDOLGOZAT

Tóth Szabolcs Máté
Hallgató neve

Gödöllő
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Mezőgazdaság- és Környezettudományi kar

Növényvédelmi Intézet

Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak

PILLANGÓS SZÁLASOK TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJA

Belső konzulens: Dr. Tarnawa Ákos

Egyetemi docens

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Agronómiai tanszék

Készítette: Tóth Szabolcs Máté

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1. Célkitűzés.....	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1. Eddigi kutatások.....	6
2.2. A pillangós szálások taxonómiai besorolása.....	7
2.3. A pillangós szálások elterjedése.....	8
2.3.1. A pillangós szálások elterjedése és jelentősége világszerte.....	8
2.3.2. A pillangós szálások elterjedése és jelentősége hazánkban.....	9
2.4. Megjelenésük.....	10
2.5. Éghajlatigényük.....	12
2.6. Talajigényük.....	13
2.7. A pillangós szálások nitrogénkötése.....	15
2.8. Vetésváltás.....	16
2.9. Talajelőkészítés.....	16
2.10. Tápanyagellátás.....	18
2.11. Vetésük.....	19
2.12. Növényápolás, gyomirtás.....	21
2.13. Fejlődésük.....	23
2.14. Kaszálásuk.....	24
2.15. Szárítás, tartósítás.....	25
2.16. Növényvédelmi kérdések.....	27
3. Anyag és módszer.....	29
3.1. A kutatás célja.....	29
3.2. Korábbi kutatások a kísérlethez kapcsolódóan.....	29
3.3. Kísérleti adatok és források.....	30
3.3.1. Adatgyűjtés.....	30
3.3.2. Adatok típusa, időbeli és földrajzi lefedettsége.....	30
3.4. Módszertan.....	31
3.4.1. Adatok rendszerezése.....	31
3.4.2. Statisztikai elemzés.....	32
3.4.3. Vizualizációk.....	34
3.5. Eredmények bemutatása, grafikonok elemzése.....	35
3.6. Eredmények értelmezése.....	37

4. Következtetések.....	39
5. Összefoglalás.....	41
6. Köszönetnyilvánítás.....	43
7. Irodalomjegyzék.....	44
8. Ábra és Táblázatjegyzék.....	46
9. Nyilatkozatok.....	47

1. Bevezetés

A pillangós szálások a *Fabaceae*, más néven *Leguminosae* családba tartozó növények, amelyek mind a mezőgazdaság, mind az ökológiai rendszerek szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírnak. Ez a növénycsalád a világon az egyik legnagyobb és legelterjedtebb, amelyhez számos haszonnövény tartozik, beleértve a takarmányként, valamint talajjavítóként használt szálások pillangósokat is. Magyarországon és világszerte is nagy területeken termesztik ezeket a növényeket, különösen magas fehérjetartalmuk miatt. Ezen kívül tápanyagban gazdag takarmányforrást biztosítanak az állattartás számára. A szarvasmarhák, juhok, kecskék és más kérődző állatok számára a pillangós szálások növények, mint például a lucerna és a különböző herefélék, létfontosságú fehérjeforrást jelentenek.

Ezek a növények nemcsak takarmányként fontosak, hanem agronómiai szempontból is, mivel képesek szimbiotikus kapcsolatba lépni a talajban élő nitrogénkötő baktériumokkal. Ennek köszönhetően a pillangós növények természetes módon megkötik a légköri nitrogént, és azt a talaj számára hasznosítható formában biztosítják. Ez a folyamat jelentős mértékben hozzájárul a talaj termékenységének növeléséhez, amely nemcsak a pillangós növények saját növekedését támogatja, hanem a következő években vetett más növények számára is gazdagabb talajkörnyezetet biztosít. Ez a természetes nitrogénmegkötési folyamat lehetővé teszi, hogy a gazdák kevesebb műtrágyát használjanak, így csökkentve a környezeti terhelést és fenntarthatóbb mezőgazdasági rendszereket hozva létre.

A pillangós szálások növények jellegzetes leveleik és virágaik alapján is könnyen felismerhetők. Általában összetett levelekkel rendelkeznek, amelyek többszörösen szárnyaltak, míg virágaik pillangós formájúak, színük gyakran lila, rózsaszín vagy fehér. A termésük hüvelyes, ami több magot tartalmaz, és ezek a magvak gazdagok fehérjében, ami tovább növeli értéküket takarmányként. A pillangós szálásokat gyakran kaszálják, és szénaként vagy silózva tartósítják, hogy egész évben biztosítsák a haszonállatok számára a szükséges tápanyagokat. A pillangós szálások növények nemcsak a gazdasági, hanem az

ökológiai fenntarthatóság szempontjából is fontosak. A talajerózió csökkentésében is szerepet játszanak, mivel sűrű gyökérzetük stabilizálja a talajt, és megakadályozza annak elmosódását. Emellett elősegítik a biológiai sokféleség növekedését is, mivel különféle rovarok, például méhek és más beporzók számára kínálnak táplálékot és élőhelyet.

A pillangós növényekkel bevetett terület Magyarországon jelenleg jelentős nagyságú, különösen a lucerna kiemelkedő, amely a legnagyobb vetésterületet foglalja el. A lucerna esetében ez körülbelül 200 ezer hektárt jelent, ami a pillangós szálások legfontosabb képviselője hazánkban. Emellett kisebb területeken vöröshere (kb. 2,8 ezer hektár) is megtalálható. Ahhoz, hogy a pillangós szálások fent említett pozitív hatásait érzékelhessük, szükséges ezen növények igényeit minél nagyobb mértékben kielégíteni. A pillangós szálások, mint a lucerna és a vörös here, termesztése alapos talajelőkészítést igényel, amely magában foglalja a mélyszántást és a megfelelő vízelvezetés biztosítását. A vetés időpontja tavasszal vagy kora ősszel a legkedvezőbb, a vetőmagmennyiség általában 10-15 kg/ha. Ezek a növények nitrogénkötő képességük révén nem igényelnek jelentős nitrogéntrágyázást, de foszfor- és káliumellátásuk fontos a megfelelő növekedés érdekében. A talaj kémhatásának szabályozására meszezés is alkalmazható, ha szükséges.

A betakarítás során a legjobb időpont a virágzás kezdetén van, mivel ekkor a takarmány minősége a legjobb. A pillangós szálások évente többször kasálhatók, általában 2-4 alkalommal. A betakarítást követően a termést szárítással vagy silózással tartósítják, hogy a téli időszakban is hasznosítható legyen.

1.1. Célkitűzés

A szakdolgozatom célja, hogy részletesen bemutassam a hazánkban legjelentősebb pillangós szálások növények, mint például a lucerna, a vöröshere és a fehér here, termesztéstechnológiáját a rendelkezésre álló szakirodalmak és kutatási eredmények alapján. Ezek a növények fontos szerepet töltenek be a mezőgazdaságban, nemcsak mint takarmánynövények, hanem a talaj javításában és a nitrogén megkötésében is.

Első lépésként a talaj előkészítésének folyamatát vizsgálom, mivel ez alapvetően meghatározza a növények fejlődését és terméshozamát. Fontos a talaj lazítása, a szerves anyagok pótlása és a tápanyagok megfelelő szintjének biztosítása. A kutatások szerint a talaj pH-értéke és tápanyagtartalma meghatározza, hogy a növények milyen mértékben tudják hasznosítani a talajban található tápanyagokat. A vetés időzítése és módszerei szintén

kulcsfontosságúak. A megfelelő időpont kiválasztása segíti a növények gyorsabb és egészségesebb fejlődését, ami magasabb terméshozamot eredményez. Bemutatom a vetés technikáit, például a vetési sortávolságokat és a vetőmag-mennyiségeket, amelyek lehetővé teszik a növények optimális fejlődését és a terület hatékony kihasználását. A növényvédelem területén különösen fontos a kártevők és betegségek elleni védekezés. A dolgozatban részletesen foglalkozom a vegyszeres és biológiai védekezés módszereivel, különös tekintettel az integrált növényvédelmi rendszerekre. Ezek a megoldások nemcsak a növények védelmét biztosítják, hanem környezetbarát módon is csökkentik a vegyszerek használatát, hozzájárulva a fenntartható gazdálkodáshoz.

A tápanyag-utánpótlás és az öntözés szintén kulcsfontosságú szerepet játszik a termesztésben. Bemutatom, hogyan befolyásolják ezek a tényezők a növények fejlődését és terméshozamát. A megfelelő mennyiségű és típusú tápanyag biztosítása, valamint az öntözési technikák, mint a csepegtető öntözés, elősegítik a növények hatékony vízfelvételét és egészséges fejlődését.

A betakarítás időzítése és módszerei szintén fontosak a hozam maximalizálása és a takarmány minőségének megőrzése szempontjából. A dolgozatban részletezem a betakarítás optimális időpontját, amely nagyban függ a növények fejlődési állapotától és tápanyagtartalmától. Ezen kívül elemzem azokat a külső és belső tényezőket, amelyek befolyásolják a növények termőképességét és minőségét. Ide tartoznak például az időjárási viszonyok, mint a csapadék mennyisége és a hőmérséklet, amelyek közvetlenül hatnak a növények fejlődésére. Emellett a talajadottságok és az alkalmazott termesztéstechnológiák is fontos szerepet játszanak a hozam és a minőség szempontjából.

A dolgozat célja, hogy átfogó, gyakorlati útmutatót nyújtson a pillangós szálcses növények hatékony és fenntartható termesztéséhez. A kutatás során különös figyelmet fordítok a legfrissebb tudományos eredmények és a gyakorlati tapasztalatok összehangolására, hogy a dolgozat ne csak elméleti, hanem gyakorlati szempontból is hasznos legyen. Mindezzel szeretném elősegíteni ezeknek a növényeknek a szélesebb körű hazai mezőgazdasági hasznosítását, valamint a fenntartható és környezetbarát élelmiszertermelést.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Eddigi kutatások

A pillangós virágú szálastakarmányok termesztéstechnológiájával kapcsolatos kutatások az elmúlt évtizedek során számos fontos eredményt hoztak, amelyek rámutatnak ezen növények terméshozamának alakulására és az azt befolyásoló tényezőkre. (Nagy, 2010) „A lucerna termesztéstechnológiája Magyarországon” című tanulmányában kiemeli, hogy a lucerna optimális terméshozama 30-35 cm mély talajlazítással érhető el, amely kedvezően hat a gyökérfejlődésre, elősegítve a növény jobb víz- és tápanyagfelvételét. A vetési mélységet tekintve a lucerna esetében 1,5-2 cm, míg a vöröshere és fehérhere esetében 1 cm-es mélységet javasolnak a szakértők, amely biztosítja az egyenletes kelést és a megfelelő terméshozamot .

(Csathó, 2012) kutatása „A lucerna nitrogénmegkötő képessége és hatása a talajra” címmel arra világít rá, hogy a lucerna évente 200-300 kg/ha nitrogént képes megkötni, amely jelentősen csökkenti a műtrágyázás szükségességét, ezzel hozzájárulva a fenntartható gazdálkodási gyakorlatokhoz. Emellett hangsúlyozza a foszfor- és káliumpótlás fontosságát, mivel a foszforhiány negatívan befolyásolhatja a nitrogénmegkötést, ami végső soron a terméshozam csökkenéséhez vezethet.

(Kovács, 2010) „Az öntözés hatása a lucerna terméshozamára” című tanulmányában részletesen elemzi az öntözés szerepét a lucerna terméshozamának alakulásában. Eredményei alapján öntözés nélkül a lucerna hozama 8-12 tonna/hektár között mozog, míg megfelelő öntözés mellett ez akár 15 tonna/hektárra is növelhető. Az elmúlt két évtized adatai szerint a lucerna terméshozama Magyarországon öntözés nélküli körülmények között átlagosan 7-10 tonna/hektár volt, míg öntözött területeken 12-15 tonna/hektár körüli hozamokat értek el. A vöröshere átlagos terméshozama 4-6 tonna/hektár, a fehérhere pedig 3-5 tonna/hektár közötti eredményeket mutatott az elmúlt években. Ezek az adatok egyértelműen rávilágítanak arra, hogy a megfelelő öntözési gyakorlatok alkalmazása jelentősen növeli a terméshozamokat, különösen az aszályos időszakok hatásának ellensúlyozására.

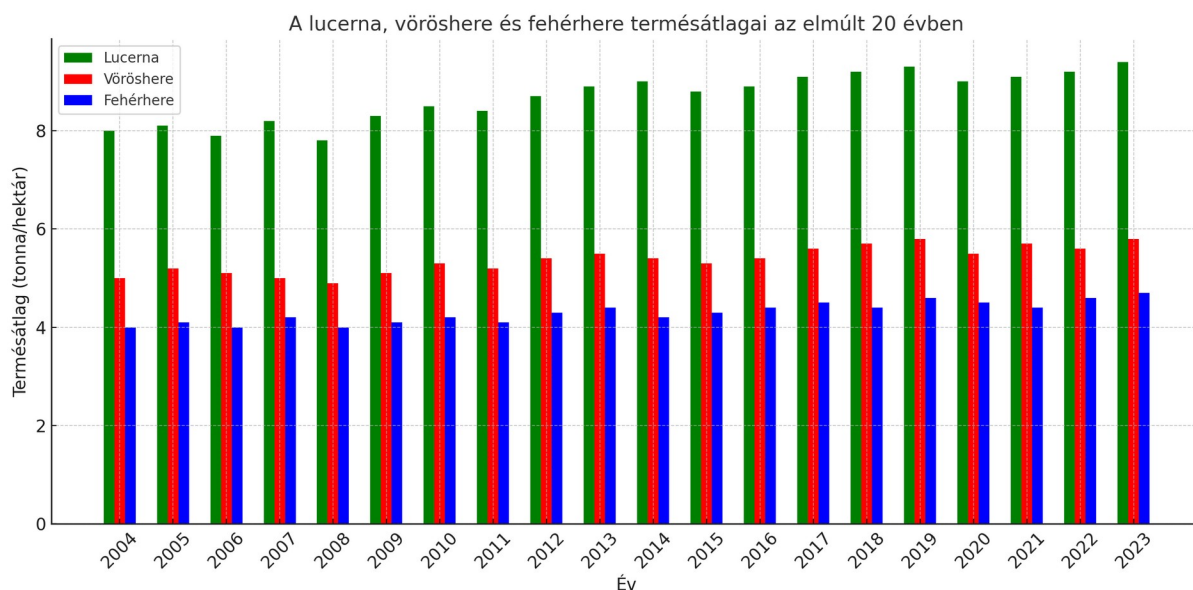
(Molnár, 2012) „A pillangós növények gyomirtási lehetőségei” című tanulmányában kifejti, hogy a mechanikai gyomirtás a vegyszeres megoldások fenntartható alternatívája, különösen a telepítés első évében. A gyomirtás hatékonysága döntő tényező a terméshozam növelésében, mivel a gyomok a tápanyagokért és a vízért versenyeznek a haszonnövényekkel, így megfelelő gyomirtási technológiák nélkül a hozamok jelentősen csökkenhetnek. A betakarítás időzítése szintén kulcsfontosságú a terméshozam szempontjából.

(Pintér, 2016) „A lucerna betakarításának optimális időzítése” című tanulmányában kiemeli, hogy a legideálisabb időpont a betakarításra a virágzás korai szakasza, amikor a növény fehérjetartalma a legmagasabb. A későbbi betakarítás csökkentheti a takarmány tápértékét és ezáltal a hozam minőségét is.

(Kertész, 2005) vöröshere és fehérhere kaszási gyakoriságáról végzett kutatása megállapította, hogy évente 2-3 kaszálás elegendő a megfelelő terméshozam eléréséhez, figyelembe véve a növények regenerációs képességét.

(Birkás, 2015) „A vetésforgó szerepe a talajszerkezet fenntartásában” című tanulmányában rámutat arra, hogy a pillangós növények, mint a lucerna, vöröshere és fehérhere, jelentős szerepet játszanak a talaj szerkezetének javításában és a szervesanyag-tartalom növelésében. Ez kedvezően hat a következő növénykultúrák terméshozamára, mivel a talaj vízmegtartó képessége és tápanyagtartalma is javul. Az elmúlt két évtized terméshozam-változásai azt mutatják, hogy a megfelelő talajművelési, öntözési és tápanyag-utánpótlási gyakorlatok jelentősen javíthatják a terméshozamokat, különösen a változó éghajlati körülmények közepette.

1. ábra: a lucerna, vöröshere, fehérhere termésátlagai az elmúlt 20 évben (saját ábra)



2.2. A pillangós szálások taxonómiai besorolása

A pillangós szálások taxonómiai besorolása az élővilág rendszerében a növények (*Plantae*) országába, a zárvatermők (*Magnoliophyta*) törzsébe és a kétszikűek (*Magnoliopsida*) osztályába tartozik. A pillangós szálás növények a *Fabaceae* családba sorolhatók, amely közismert pillangósvirágúként is (Csathó, 2012). E család sokfélesége révén számos gazdaságilag fontos faj található benne, ideértve a szálatakarmányként és az élelmiszerként használt hüvelyeseket (Nagy, 2010). A szálatakarmányok közül kiemelkedő faj a lucerna (*Medicago sativa*) és a vörös here (*Trifolium pratense*). Noha eltérő nemzetségekbe tartoznak, közös bennük a nitrogénmegkötő képesség, amely révén javítják a talaj tápanyagtartalmát (Kovács, 2010). A pillangósvirágzatú növények gyökérgümőiben élő szimbióta baktériumok fontos szerepet játszanak a nitrogénkörforgásban (Pintér, 2016). A lucerna és a herefélék világszerte elterjedt szálás takarmánynövények, amelyek nemcsak magas fehérjetartalmuk, hanem talajmegújító képességük miatt is értékesek a mezőgazdaság számára (Csathó, 2012; Pintér, 2016). A lucerna különösen nagy jelentőségű, mert szezononként többször betakarítható, így állandó, tápanyagban gazdag takarmányt biztosít (Kovács, 2010). A vörös here szintén kedvelt takarmánynövény, mivel tápanyagban gazdag és javítja a talaj termékenységét is, mivel a levegő nitrogénjét képes megkötni (Nagy, 2010). A fehér here hasonló tulajdonságokkal bír, és gyakran alkalmazzák legelőkön, mivel ellenálló, gyorsan terjed, és jól tűri a legelést. A bükkönyfajok, például a vetési bükköny (*Vicia sativa*), szintén népszerűek, különösen zöldtakarmányként. Ezek a növények gyorsan nőnek, és remek

tápanyagforrást biztosítanak az állatok számára, miközben a talajt is gazdagítják (Csathó, 2012). A szárazságtűrő baltacím (*Onobrychis viciifolia*) is jelentős, mivel olyan száraz területeken is képes megélni, ahol más növények már nem bírják a körülményeket. A juhok és szarvasmarhák számára kiváló takarmány, és szintén hozzájárul a talaj nitrogéntartalmának növeléséhez (Pintér, 2016).

2.3. A pillangós szálások elterjedése

2.3.1. A pillangós szálások elterjedése és jelentősége világszerte

A pillangós szálás növények, mint a lucerna, a vörös here és más hasonló fajok, világszerte széles körben elterjedtek, és alapvető szerepet töltenek be a mezőgazdaságban. Ezek a növények nemcsak kiváló takarmányt biztosítanak, hanem fontos szerepet játszanak a talaj javításában is, mivel képesek megkötni a levegő nitrogénjét, amely gazdagítja a talajt. Európában, különösen a közép- és dél-európai országokban, mint Franciaország, Magyarország és Olaszország, a lucerna és a vörös here széles körben termesztett takarmánynövények. A lucerna különösen fontos, mivel magas fehérjetartalma miatt kiváló takarmányforrás, és évente többször is kaszálható (Szöllősi, 2018; Nagy, 2015). A hűvösebb éghajlatú országokban, például az Egyesült Királyságban és Skandináviában, a herefélék, különösen a vörös és fehér here terjedtek el, mivel jól alkalmazkodnak az ottani klímához. Az Egyesült Államokban és Kanadában a pillangós szálás növények, különösen a lucerna, szintén rendkívül fontosak. Az USA-ban, főként a nyugati államokban, a lucerna a tejtermelés alapvető takarmánya, mivel gazdag fehérjeforrás a szarvasmarhák számára. Kanadában a lucerna és a vörös here elengedhetetlen része a legelőknek és takarmánykeverékeknek, különösen a hidegebb területeken. Dél-Amerikában, főleg Argentínában és Brazíliában, a lucerna széles körben termesztett növény, különösen a legelők javítására és az állatok takarmányozására használják. A trópusi és szubtrópusi területeken is elterjedtek a pillangós növények, amelyek a helyi körülményekhez alkalmazkodtak, és hozzájárulnak a talaj termékenységének megőrzéséhez. Ázsiában, különösen Kínában és Indiában, a lucerna termesztése egyre nagyobb szerepet kap, mivel a növekvő állattenyésztési ágazatnak szüksége van minőségi takarmányokra. A szárazabb, félsivatagos területeken is egyre elterjedtebbek ezek a növények, mivel jól tűrik a szárazságot és segítenek a talaj javításában. Afrikában a pillangós szálások elterjedése szintén növekszik, különösen a szubszaharai régióban, ahol a mezőgazdaság termelékenységének növelésére és az állattenyésztés támogatására használják őket. A lucerna és más pillangós növények fontosak a szárazságtűrésük és a talaj

termékenységeinek fenntartása miatt. Ausztráliában és Új-Zélandon is nagy hangsúlyt fektetnek a pillangós szálások, különösen a lucerna termesztésére. Ezek az országok jelentős hús- és tejtermelő gazdaságokkal rendelkeznek, és a lucerna fontos szerepet játszik az állatok takarmányozásában, különösen a szárazságra hajlamos területeken, ahol jól alkalmazkodik a helyi klímához (Szöllősi, 2018; Kovács & Tóth, 2014).

2.3.2. A pillangós szálások elterjedése és jelentősége hazánkban

A Magyarországon a pillangós szálás növények, mint a lucerna, a vörös here, a fehér here és a különféle bükkönyfélék, meghatározó szerepet töltenek be a mezőgazdaságban. Ezek a növények nemcsak kiváló minőségű takarmányt biztosítanak az állattenyésztés számára, hanem rendkívül fontosak a talaj termékenységeinek megőrzésében is, mivel képesek megkötni a légköri nitrogént, ami elősegíti a talaj gazdagítását (Szabó et al., 2021). A pillangós növények jelenléte csökkenti a műtrágyahasználat szükségességét, ami fenntarthatóbbá és gazdaságosabbá teszi a mezőgazdasági termelést (Tóth, 2019). A legfontosabb pillangós szálás növény Magyarországon a lucerna (*Medicago sativa*), amely az ország számos régiójában, különösen az Alföldön és a dombvidéki területeken, széles körben elterjedt. A lucerna termőterülete napjainkban 195-225 ezer hektár közé tehető. A lucerna különösen értékes takarmánynövény, mivel magas fehérje- és ásványianyag-tartalommal rendelkezik, és kiváló minőségű tápanyagot biztosít a szarvasmarhák, juhok és más haszonállatok számára (European Legume Hub, 2024). Egyik nagy előnye, hogy évente többször is kasálható, így egész évben stabil és bőséges takarmányforrást nyújt. A tejtermelő szarvasmarhák és a húshasznú állatok számára ez a növény alapvető jelentőségű, mivel nemcsak a tápértéke magas, hanem könnyen emészthető is, ami különösen fontos az állatok egészségének és termelékenységének szempontjából. A vörös here (*Trifolium pratense*) egy másik fontos pillangós szálás növény Magyarországon, különösen a legelők és rétek szerves részeként. A vörös here is kiváló takarmánynak számít magas fehérjetartalma miatt, és szintén jelentős nitrogénmegkötő képességgel bír, ami fontos szerepet játszik a talaj minőségének javításában (Szabó et al., 2021). A legelő állatok, mint például a tejelő szarvasmarhák és juhok, előszeretettel fogyasztják, mivel könnyen emészthető és tápanyagban gazdag (Tóth, 2019). A fehér here (*Trifolium repens*), amely a legelők és rétek másik gyakori pillangós növénye, főként talajtakaróként szolgál, de takarmányozási célokra is hasznosítják. A fehér here jól tűri a legeltetést, és gyorsan regenerálódik, így tartós és fenntartható legelőket biztosít a gazdálkodók számára. A pillangós növények közé tartozó bükkönyfélék (*Vicia spp.*) is jelentős szereplők a magyar mezőgazdaságban, főként zöldtakarmányként használják őket.

Ezek a növények gyorsan növekednek, és gazdag tápanyagforrást biztosítanak, miközben szintén segítik a talaj nitrogéntartalmának növelését (European Legume Hub, 2024). A búkkönyféléket gyakran használják vetésforgóban más növényekkel, hogy elősegítsék a talaj termékenységének fenntartását (Szabó et al., 2021). A pillangós szálas növények jelentősége Magyarországon nemcsak a takarmányozásban rejlik, hanem abban is, hogy javítják a talaj szerkezetét és tápanyagtartalmát. A nitrogénmegkötő képességük révén ezek a növények hozzájárulnak a talaj természetes tápanyagciklusának fenntartásához, ami csökkenti a műtrágyaigényt, ezáltal támogatva a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat (Tóth, 2019). A pillangós növények különösen fontosak az ökológiai gazdálkodásban, ahol természetes trágyaként és talajjavítóként használják őket. Zöldtrágyaként is beváltak, amikor a növényt betakarítás helyett a talajba forgatják, ezzel javítva a talaj szerkezetét és tápanyagellátottságát (European Legume Hub, 2024).

2.4. Megjelenésük

A pillangós szálas növények (*Fabaceae* család) megjelenése és biológiai tulajdonságaik rendkívül változatosak, azonban számos közös vonás alapján könnyen azonosíthatók. E növények általában hosszúkas, összetett levelekkel rendelkeznek, amelyeken a levélkék párosával helyezkednek el a főér mentén, gyakran egy páratlan levélkével a végükön. A száruk felálló vagy kúszó lehet, és a növények magassága fajonként eltérő, 20-150 cm között mozoghat. Virágaik jellegzetesen pillangós virágúak, öt szirmból állnak, közülük a felső, zászlóként funkcionáló szirm nagyobb, mint az alsó és az oldalsó szirmok (Nagy, 2010). A virágok színe sokféle lehet, fehér, rózsaszín, lila, kék vagy sárga árnyalatokban pompáznak, amelyek szinte minden mezőgazdasági területen és réten megtalálhatók. Az egyik legfontosabb pillangós szálas növény hazánkban a lucerna (*Medicago sativa*). Ez a növény mélyre hatoló, erős gyökérrzel rendelkezik, amely főgyökrendszerrel bír (Varga, 2024). A lucerna gyökérzete orsó alakú karógyöker, amely esetenként 10-20 méterre is lenyúlhat a földbe a talajvíz szintjéig, de ez általában ritka, hiszen a gyökerei általában 3-5 méter mélyen húzódnak. Ez a gyökérszerkezet lehetővé teszi, hogy a lucerna szárazabb körülmények között is jól fejlődjön, ami különösen fontos az aszályos időszakokban (Balogh, 1985). Szára dudvaszár, amely általában az alapjánál elágazik, ezzel is növelve a növény stabilitását. A lucerna levelei hármasan összetettek, hosszúkas alakúak, és finoman fogazottak a széleken. A növény lila vagy kékes virágai fürtökben jelennek meg a száruk végén, rendszerint 8-25 virággal. A lucerna termése spirálisan felcsavarodott hüvely, amely több magot tartalmaz. Magas fehérjetartalma miatt fontos takarmánynövény, és

zöldtrágyaként is alkalmazzák, mivel gyökérgümőiben nitrogénkötő baktériumok élnek, amelyek javítják a talaj termékenységét. Hazánkban a lucerna vetésterülete jelentős, körülbelül 200-300 ezer hektárt tesz ki évente. A lucerna termesztése során különös figyelmet kell fordítani a talaj minőségére és a vízgazdálkodásra, mivel ezek meghatározó tényezők a növény egészséges fejlődésében. A vöröshere (*Trifolium pratense*) szintén kiemelkedő fontosságú pillangós szálas növény, amely általában 30-80 cm magasra nő. Ez a növény rövidebb, bokros megjelenésű, és előszeretettel terem a réteken és legelőkön. A vöröshere gyökérzete főgyökeres, ahol a fő része akár 1-2 méteresre is növekedhet. Levelei hármasan összetettek, a levélkék hosszúkásak, oválisak, gyakran jellegzetes fehér folttal a közepükön. Virágai rózsaszín vagy vörös árnyalatúak, és gömb alakú virágzataik sűrűn helyezkednek el a szár végén. A vöröshere gyökérzete mélyre hatol, és nitrogénkötő baktériumokkal él szimbiózisban, ezáltal jelentősen hozzájárul a talaj nitrogénkészletének növeléséhez. A vöröshere kiváló takarmánynövény, magas fehérje- és rosttartalmának köszönhetően gyakran használják szarvasmarha, juh és ló etetésére. Magyarországon széles körben termesztik, különösen legelőkön és kaszálókon, ahol vetésterülete évente több tízezer hektárt tesz ki. A vöröshere termesztése során figyelembe kell venni a talaj pH-értékét és tápanyagtartalmát, mivel ezek befolyásolják a növény növekedését és hozamát. A fehér here (*Trifolium repens*) alacsonyabb, kúszó növény, amely gyakran talajtakaróként is funkcionál. Általában 10-30 cm magas, de földre simuló szárai miatt gyorsan elterjed a talajfelszínen, így segít megelőzni a gyomosodást és megőrizni a talaj nedvességét. A gyökérzete erős, orsó alakú karógyökérből, valamint oldalgyökérből áll, amelyek 50-70 cm mélyen hálózják be a talajt. Levelei hármasan összetettek, kisebbek, mint a vöröshere levelei, és általában sötétzöld színűek, néha halványabb mintázattal. A fehér here virágzatai gömb alakúak, fehér színűek, de virágzás után a szirmok barnás árnyalatot vehetnek fel. Ez a növény is nitrogénkötő képességgel rendelkezik, így hasznos a talaj termőképességének fenntartásában. A fehér herét elsősorban legelőkön használják takarmánynövényként, de zöldtrágyanövényként is előszeretettel alkalmazzák a mezőgazdaságban. A fehér here különösen jól alkalmazható olyan területeken, ahol a talaj tömörödött, mivel gyorsan képes benépesíteni a talajt és javítani annak szerkezetét.

2. ábra: lucerna növény



3. ábra: vöröshere növény



4. ábra: fehér here növény



2.5. Éghajlatigényük

A pillangós szálasok általánosságban mérsékelt éghajlati viszonyokat kedvelnek, de széleskörű alkalmazkodóképességük lehetővé teszi számukra, hogy különböző környezetekben is megéljenek. Optimális hőmérsékletük 15-25 °C között mozog, azonban bizonyos fajták képesek elviselni a magasabb hőmérsékletet is, amennyiben elegendő víz áll rendelkezésre. Az éves csapadéknak általában 500-800 mm között kell lennie, de ezek a növények szárazabb körülményekhez is alkalmazkodhatnak, mivel mély gyökérzetük révén képesek vízhez jutni a talaj mélyebb rétegeiből. Ezek a növények változatos talajtípusokhoz és vízkapacitásukhoz is jól alkalmazkodnak, de a túlzott hőség vagy tartós szárazság csökkentheti a hozamot. Hidegtűrő képességük is jelentős, sok esetben akár -10 °C-ig elviselik a fagyokat. A télállóság és a fagyvédelem kulcsfontosságú, különösen fagyos időszakokban. Összességében a pillangós szálasok sikeresen termesztethetők különböző éghajlati viszonyok között, ha figyelembe vesszük a specifikus hőmérsékleti és csapadékigényeiket. A lucerna (*Medicago sativa*) optimális hőmérséklete 18-25 °C között van, ami ideális a növekedéséhez. Az éves csapadéknak 600-800 mm között kell lennie, ami megfelelő mennyiség a lucerna fejlődéséhez, különösen jó vízelvezetésű talajokon (Varga, 2024). A lucerna szárazságtűrő képessége kiemelkedő, ezért jól alkalmazható szárazabb éghajlatú területeken is. A gyökerei mélyen behatolnak a talajba, lehetővé téve, hogy a növény vízhez jusson a mélyebb rétegekből is. Ha az éves csapadékmennyiség azonban 300-400 mm alá csökken, öntözés szükséges a megfelelő hozam biztosításához. A lucerna téltűrő képessége szintén jó, hiszen -25 °C-ig képes elviselni a hótakaró nélküli fagyokat, feltéve, hogy a gyökértörzs jól feltöltött tartalék szénhidrátokkal. A lucerna magjának csírázási minimuma 2-3 °C, de szántóföldi körülmények között 6-8 °C-on csíráznak. A virágzás és a

termékenyítés akkor ideális, ha a hőmérséklet 25-27 °C között mozog, és a relatív páratartalom 70-80% körüli. A vörös here (*Trifolium pratense*) hűvösebb éghajlati viszonyokat kedvel, és legjobban 15-20 °C-os optimális hőmérsékleten nő. Az éves csapadéknak 500-800 mm között kell lennie. Bár nem annyira szárazságtűrő, mint a lucerna, a vörös here képes tolerálni a fagyokat, így hosszabb száraz időszakokban a termés hozam jelentősen csökkenhet. Mély gyökérzete révén a vörös here is képes jól teljesíteni szárazabb területeken, feltéve, hogy a talaj megfelelő vízkapacitással rendelkezik (Pintér, 2016). A fehér here (*Trifolium repens*) szintén a pillangós növények közé tartozik, és hasonlóan a vörös heréhez, hűvösebb éghajlati viszonyokat kedvel. Az optimális hőmérséklete 15-20 °C, és az éves csapadéknak 500-800 mm között kell lennie. A fehér here mély gyökérzete segíti a növényt a vízhez jutásban, de nem annyira szárazságtűrő, mint a lucerna. A pillangós szálaskok hidegtűrőse is jelentős. Például a lucerna képes elviselni akár -10 °C-os fagyokat is, de hosszú időn keresztül fennálló kemény fagyok károsíthatják a növényt, így a télállóság és a fagyvédelem fontos szerepet játszik. Melegebb, szubtrópusi éghajlatokon a pillangós növények, mint a lucerna és a vörös here, kedvelik a meleg időjárást, amennyiben elegendő víz áll rendelkezésre. A hőmérséklet a növekedés szempontjából akár 35-40 °C-on is megfelelő lehet, de a túlzott hőség és szárazság csökkentheti a hozamot, különösen öntözés hiányában.

2.6. Talajigényük

A pillangós szálask növények, mint például a lucerna és a herefélék, termesztése során a talaj minősége és típusa kiemelt fontosságú. Ezek a növények jól alkalmazkodnak különböző talajviszonyokhoz, de bizonyos talajtípusok kifejezetten kedvezőek számukra. A lucerna hosszú élettartamához (4-6 év) és nagy életteljesítményéhez (40-60 t/ha széna) mélyrétegű, meszes, középkött talajokra van szükség. A lucernára éppen ezért az a jellemző, hogy azokat a talajokat kedveli, melyekben a talajvíz 3-4m mélyen helyezkedik el, valamint, 1,5% feletti szervesanyag tartalommal rendelkező meszes homoktalajokon, valamint a javított szikeseken is termesztethető. A csernozjom talajok az egyik legtermékenyebb talajtípusok közé tartoznak, gazdag humusztartalmukkal és kiváló víztartó képességükkel ideális környezetet biztosítanak a pillangós növények számára (Csathó, 2012). Ezen a talajon a lucerna és más pillangósok kiemelkedő hozamot képesek produkálni, így nem meglepő, hogy Magyarországon, különösen az Alföld területén, széles körben elterjedtek. A barna erdőtalajok is kedvezőek a pillangós növények számára, mivel jó humusztartalommal és megfelelő vízmegtartó képességgel bírnak. Enyhén savas vagy semleges kémhatásuk miatt

kedveznek a legtöbb pillangós szálas növénynek, és vetésforgóban is hatékonyan használhatók. A megfelelő talajművelés és vízelvezetés mellett ezek a talajok kiváló alapot biztosítanak a növények számára. A vályogtalajok jól ismertek jó vízelvezetésükről és légáteresztő képességükről, ami különösen fontos a mélyre hatoló gyökérzetű pillangósok számára. A laza talajszerkezet lehetővé teszi a gyökerek számára, hogy könnyen elérjék a mélyebb talajrétegeket, így szárazabb körülmények között is hatékonyan tudják felvenni a vizet. A meszes talajok, amelyek magasabb pH-értékkel rendelkeznek, szintén kedvezőek a pillangós növények számára, ugyanis a mész fiziológiai és talajszerkezet képző szerepén túl fontos pH szabályozó is. A talaj lúgos kémhatása támogatja a gyökérgümők nitrogénmegkötő folyamatait, így a lucerna ezen a talajon kiválóan fejlődik. A mészhiányos, savanyú talajok esetében a növények sárgulhatnak, és fejlődésük visszaeshet. A kötöttebb talajok nehezebben művelhetők és lassabban száradnak ki, de bizonyos pillangós növények, megfelelő vízelvezetés mellett, ezeken is jól teljesíthetnek. Az ilyen talajokon azonban különösen fontos a talaj vízgazdálkodásának optimalizálása, mivel a pangó víz negatívan befolyásolhatja a gyökérzet egészségét. A vörös here jól alkalmazkodik a különböző talajtípusokhoz, de legjobban a humuszban gazdag, jó vízelvezetésű talajokon fejlődik. Az enyhén savas vagy semleges pH-értékű talajokat kedveli, amelyek 5,5-7,0 között mozognak. Mély gyökérzete lehetővé teszi, hogy a növény jól fel tudja venni a tápanyagokat és a vizet, így még a viszonylag kötöttebb talajokon is megélhet, ha a vízelvezetés megfelelő. A fehér here szintén széleskörű talajalkalmazkodással rendelkezik, de legjobban a jó vízmegtartó képességgel és tápanyagtartalommal rendelkező talajokon fejlődik. Tolerálja a különböző pH-értékeket, de a legkedvezőbb számára a semleges talaj, ahol a pH 6,0-7,0 között mozog. Különösen jól fejlődik a tápanyagban gazdag, laza talajokban, amelyek lehetővé teszik a gyökérzet mélyebb behatolását (Varga, 2024).

2.7. A pillangós szálasok nitrogénkötése

A pillangós szálastakarmányok, mint a lucerna (*Medicago sativa*), a fehér here (*Trifolium repens*) és a vörös here (*Trifolium pratense*), meghatározó szerepet játszanak a biológiai nitrogénkötés folyamatában, amely létfontosságú a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokban. Ezek a növények gyökerein szimbiózisban élő *Rhizobium* baktériumok segítségével képesek a légköri nitrogént (N_2) ammóniummá (NH_3) alakítani, amely közvetlenül felhasználható a növények számára. Az így megkötött nitrogén a növények növekedését szolgálja, emellett jelentős mértékben hozzájárul a talaj nitrogéntartalmának növeléséhez is, csökkentve ezzel a külső műtrágyaforrások igényét. A lucerna az egyik

legjelentősebb pillangós nitrogénmegkötő növény, amelynek biológiai nitrogénkötési képessége kiemelkedő. Mélyen gyökerező növényként a lucerna évente 200-300 kg/ha nitrogént képes megkötni, ami hozzájárul a talaj termékenységének fenntartásához. A lucerna hosszú élettartama és kiváló alkalmazkodóképessége miatt ideális takarmánynövény, különösen olyan területeken, ahol fontos a talaj nitrogénkészletének növelése. A megkötött nitrogén nemcsak a lucerna növekedését segíti, hanem vetésforgóban alkalmazva a következő növények, például gabonafélék számára is hozzáférhetővé válik. A fehér here szintén kiemelkedő nitrogénmegkötési képességgel rendelkezik. A növény, amelyet elsősorban legelőként alkalmaznak, évente 100-150 kg/ha nitrogént képes megkötni. A fehér here különösen alkalmas nedvesebb, tápanyagszegény talajokra, és ellenáll a gyakori legeltetésnek, kaszálásnak, ezáltal hosszú távon fenntartható megoldást kínál a talaj nitrogéntartalmának növelésére. A növény megkötött nitrogénje nagyban hozzájárul a talaj tápanyagkészletének fenntartásához, ami kedvező hatással van a következő növények fejlődésére. A vörös here a nitrogénmegkötő pillangós növények közé tartozik, amely évente 100-200 kg/ha nitrogént képes megkötni (Carlsson és Huss-Danell, 2003). A vörös here különösen jól alkalmazható közepes termékenyséű talajokon, és gyakran vetésforgókban alkalmazzák, mivel javítja a talaj tápanyagtartalmát, szerkezetét, valamint növeli a talaj vízmegtartó képességét. A vörös here által megkötött nitrogén elősegíti a vetésforgóban szereplő növények, például a gabonafélék jobb terméshozamát, miközben csökkenti a műtrágyázási költségeket.

2.8. Vetésváltás

A lucerna és a here utáni vetésforgóban jellemzően kalászosokat, például búzát, árpat vagy tritikálét ajánlott termesztetni, mivel ezek a növények hatékonyan hasznosítják a pillangósok által felhalmozott nitrogént, és segítenek a talaj szerkezetének helyreállításában (Kismányoky, 2010; Maróti et al., 2015). A kalászosok gyökérrendszere általában sekélyebb, mint a pillangósoké, így a pillangósok után visszamaradt mélyebb rétegek tápanyagtartalékait nem merítik ki, és kedvező környezetet teremtenek a következő növényi kultúrák számára. Továbbá a kalászosok kevesebb nitrogént igényelnek, mivel a pillangósok már jelentős mennyiséget megkötöttek a talajban, így kevesebb műtrágyát kell kijuttatni a következő vetési ciklusban, ami gazdaságosabbá és fenntarthatóbbá teszi a termesztést (Liebman & Dyck, 1993). Fontos azonban, hogy lucerna vagy here termesztése után ne vessünk újra pillangósokat ugyanarra a területre legalább 4-5 évig. Egyrészt, mert a talaj tápanyagkészlete – különösen a foszfor és kálium – kimerülhet a hosszú életciklusú pillangós növények

termesztése során, ami a következő pillangósok hozamát csökkentheti (Csathó & Radimszky, 2009). Másrészt, a pillangósokra specializálódott kártevők és betegségek, például fonálférges és gyökérbetegségek, felhalmozódhatnak a talajban, ami fertőzésveszélyt jelenthet a következő pillangós telepítéskor (Gosme et al., 2010). A vetésforgóban más növények, például kalászosok és kapásnövények (mint a kukorica vagy a burgonya) szerepeltetése elősegíti a talaj regenerálódását. Ezek a növények eltérő tápanyagigénnyel rendelkeznek, így segítenek megtörni a kártevők és betegségek életciklusát is, amelyeket a pillangós növények elősegítenek (Karlen et al., 1994). A kalászos gabonák, például a búza és az árpa, kiváló elővetemények a pillangósok számára, mivel kevésbé vonják el a talajból a nitrogént, így a következő pillangós telepítés során a nitrogénkötés optimális marad. A sekély gyökérrendszerű kalászosok továbbá nem károsítják a talaj mélyebb rétegeit, amelyekben a pillangósok gyökerei fejlődhetnek. Kapásnövények, például kukorica vagy burgonya után is ideális a pillangósok vetése, mivel ezek a növények jól előkészítik a talajt. A kapálás és a mélyebb művelés lehetővé teszi a megfelelő talajszerkezet kialakítását, amely kedvez a pillangós növények csírázásának és fejlődésének (Palm et al., 1997).

2.9. Talajelőkészítés

A pillangós szálas növények, mint például a lucerna és a herefélék, termesztésénél a talajelőkészítés kiemelt jelentőségű, hiszen ezek a növények hosszú távú termesztésre kerülnek telepítésre. A megfelelő talajállapot kialakítása a csírázáshoz és a gyökerek fejlődéséhez kulcsfontosságú. A lucerna például 8–10 méter mélyre hatoló gyökérrendszert fejleszt, ezért az alapművelést mélyen, 25–30 cm mélységben kell végezni lazítással, hogy a gyökérzet szabadon növekedhessen, és a talajszerkezet megfelelő állapotú legyen. Az apró morzsás talajállapot kialakítása is fontos, mivel a lucerna és más pillangósok apró magjai csak ilyen körülmények között tudnak egyenletesen csírázni (Varga, 2024). A vetés mélysége 2–3 cm, így ennek megfelelően kell a talajt előkészíteni, hogy biztosítsuk a magok számára a megfelelő környezetet. A talaj vízmegőrzésére és a gyomirtásra szolgál a tarlóhántás, amelyet a betakarított növények után azonnal el kell végezni. A talaj hengerezése a tarlóhántás után hozzájárul a felszín zárásához, így csökkentjük a vízvesztést és segítjük a gyommagvak csírázását, amelyeket később el tudunk pusztítani. Az őszi alapművelést követően, különösen, ha tavaszi vetést tervezünk, érdemes a talajt 20–25 cm mélyen lazítóval megművelni, hogy a tél során ülepedjen, és tavasszal jó minőségű, kellően nedves magágy álljon rendelkezésre. A fehér here termesztése szintén igényli a megfelelő talajelőkészítést. Enyhébb gyökérzetű, így a talaj nem szükséges olyan mélyen

művelni, mint a lucernához. A fehér here kedveli a tápanyagban gazdag, laza, jó vízelvezetésű talajokat. A talaj előkészítéskor fontos, hogy a gyomokat eltávolítsuk, mivel a fehér here érzékeny lehet a konkurenciára, különösen a kezdeti növekedés során. A vetés mélysége 1-2 cm, így a talaj állapotát úgy kell kialakítani, hogy a magok könnyen érintkezzenek a talajjal és megfelelő nedvességet kapjanak. A vörös here szintén fontos pillangós növény, amely jól alkalmazkodik a különböző talajtípusokhoz. Azonban a vörös here mélyebb gyökérzetet fejleszt, így a talaj előkészítéskor a lazítást itt is érdemes 20–25 cm mélységben végezni, hogy a gyökérzet szabadon fejlődhessen. A vörös here legjobban a humuszban gazdag, jó vízelvezetésű talajokon fejlődik, és kedveli az enyhén savas vagy semleges pH-értékű talajokat. A takarónövények használata a pillangós szálasköcsök növények termesztésében szintén jelentős előnyöket nyújt. A takarónövények, mint például a rozs, az őszi búza vagy a mustár, segítenek a talajerózió megelőzésében, a talaj tápanyagtartalmának javításában, valamint a gyomok visszaszorításában. Ezeket a növényeket általában a betakarított pillangósok után érdemes vetni, különösen az őszi hónapokban, hogy a téli hónapok során megvédjék a talajt a fagyástól és a vízvesztéstől. Ezen növények vetése a betakarított pillangósok után elősegíti a talaj állapotának fenntartását, valamint a nedvesség megőrzését a talajban, így hozzájárulnak a következő termesztési ciklus sikeréhez. A takarónövények rendszeres beiktatása a vetésforgóba szintén hozzájárul a talaj biológiai aktivitásának növeléséhez, ezzel javítva a talaj minőségét és termőképességét (Nagy, 2010)

2.10. Tápanyagellátás

A pillangós szálasköcsök növények, mint a lucerna, a vörös here és a fehér here, magas tápanyagigényűek, különösen nitrogén, foszfor, kálium és kalcium tekintetében. Ezek a növények szimbiózisban élnek a talajban található nitrogénkötő baktériumokkal (*Rhizobium*), így jelentős mennyiségű nitrogént képesek megkötni a levegőből, csökkentve a nitrogénműtrágyázás szükségességét (Szabó et al., 2021). Bár a pillangósok önállóan is nagy részben ellátják nitrogénigényüket, a talajban lévő *Rhizobium* baktériumok hatékonyságát befolyásolja a talaj pH-értéke és tápanyagtartalma (Tóth, 2019). A lucerna például évente hektáronként 200–300 kg nitrogént is megköthet, ami lehetővé teszi a kevesebb nitrogénműtrágya használatát. Az új telepítésnél azonban javasolt a kezdeti növekedés támogatására körülbelül 30–40 kg/ha nitrogént kijuttatni. A foszfor kulcsfontosságú szerepet játszik a gyökérfejlődés és a nitrogénkötés folyamatában, így a lucerna és a herefélék foszforigénye magas. A foszfor kijuttatási mértéke 80–120 kg/ha P_2O_5 között mozog, különösen a telepítéskor, mivel a megfelelő gyökérfejlődés és nitrogénkötés

támogatásához elengedhetetlen (European Legume Hub, 2024). Érdemes a foszfort alapműtrágyaként kijuttatni. A kálium növeli a pillangós növények stressztűrő képességét, javítja a vízfelvételt és elősegíti a nitrogén hatékonyabb felhasználását. A káliumigény különösen a lucernánál magas, mivel jelentős biomasszát termel. A kálium kijuttatása ajánlott 160–240 kg/ha K_2O mennyiségben, a talaj káliumellátottságától függően, különösen a többéves állományok esetében, ahol a káliumot osztott adagokban érdemes alkalmazni (Szabó et al., 2021). A kalcium szintén fontos tápanyag a pillangósok számára, különösen a lucerna esetében, amely kedveli a meszes talajokat. A talaj kalciumtartalmának pótlása mésztrágyázással biztosítható, főként savanyú talajok esetében, mivel a kalcium pótlása közvetve a nitrogénkötést is javítja, a Rhizobium baktériumok aktivitásának fokozásával. Általában a pH stabilizálásához 2–3 t/ha mész kijuttatása szükséges, a talaj savasságától függően (Tóth, 2019). Bár a pillangósok főként makrotápanyagokat igényelnek, bizonyos mikroelemek is fontosak, például a molibdén (Mo), amely elengedhetetlen a nitrogénkötéshez. Ha a talajban alacsony a molibdén szintje, annak pótlása is szükséges lehet, általában 50–100 g/ha mennyiségben a vetés előtt. A szerves trágyák használata a foszfor és kálium pótlásában is fontos lehet, mivel a szerves trágya javítja a talajszerkezetet és tápanyagot biztosít a növények számára. Érdemes szerves trágyát előveteményként alkalmazni, hogy a pillangós növények tápanyagban gazdag talajban fejlődjenek.

1. táblázat: lucerna, vörös here és fehér here tápanyagigénye kilogrammban, 1 tonna szénára vetítve (kg/t) (saját ábra)

Növény	Nitrogén (N)	Foszfor (P_2O_5)	Kálium (K_2O)
Lucerna	25-30 kg	6-8 kg	25-30 kg
Vörös here	20-25 kg	5-6 kg	20-25 kg
Fehér here	15-20 kg	4-5 kg	15-20 kg

2.11. Vetésük

A pillangós szálás növények, például a vöröshere, a lucerna és a fehérhere vetési módszerei egymáshoz hasonlóak, de az egyes fajok sajátosságaiból adódó eltérésekre is oda kell figyelni. A vetés során fontos, hogy a talajt jól előkészítsük, hiszen mindhárom növény jó

szerkezetű, laza talajt igényel. A vetési mélység mindegyik növénynél sekély, általában 1-2 cm, mivel a magok kicsik, és túl mélyre vetve nehezebben csíráznak. A vetés előtt gyakran beoltják a magokat *Rhizobium* baktériummal, hogy a növények hatékonyan kössék meg a nitrogént. A növények beoltása során a magokat vagy a talajt leggyakrabban *Rhizobium* baktériumokat tartalmazó oltóanyaggal kezelik, mivel ezek a baktériumok lépnek szimbiózisba a pillangós növényekkel, például a lucernával vagy a vörösherevel. Fontos, hogy a megfelelő *Rhizobium* fajt válasszák ki az adott növényhez, mert különböző pillangósok különböző fajokkal működnek együtt hatékonyan. Az oltóanyag többféle formában is elérhető. Létezik por formájában, amit közvetlenül a magokra lehet felvinni, folyékony formában, amit a vetés előtt permeteznek a magokra, valamint gél formában, amely szintén a magok bevonására szolgál. Az oltóanyag általában tartalmaz valamilyen hordozóanyagot, például tőzeget vagy agyagot, amelyek segítenek a baktériumok életben tartásában, és biztosítják, hogy a magvak felületére jól tapadjanak. A beoltás célja, hogy a magvak a talajba kerüléskor már tartalmazzák a megfelelő baktériumokat a sikeres nitrogénkötés érdekében. A vöröshere esetében a magtermesztésre szánt növényt nem szabad takarónövényvel telepíteni. A kora tavaszi vetés már 2-3 °C-on megkezdődik, ezért a vetésidőt főként a jó minőségű vetőágy előkészítése határozza meg (Hungarofarm n.d.) A vetés paraméterei a következők: a vetés időpontja március, a sortávolság gabonasortáv, a vetés mélysége 1,5-3,0 cm, a vetőmagmennyiség pedig 10 kg/ha. A diploid vöröshere ezermagtömege 1,4-1,9 g, és a kivetett magszám 400-500 db/m². A vetést követően gyűrűshengerezés szükséges. Az augusztusi vetés csak ott lehetséges, ahol az előveteményt (kalászos) július 20-ig betakarítják, és megfelelő magágyat lehet készíteni, továbbá a várható csapadék elegendő a vöröshere augusztus végi keléséhez. A lucernánál két vetési időpont javasolt: az egyik kora tavasszal (március elejétől április elejéig), a másik augusztus közepe és vége között. A tavaszi vetés előnye, hogy az előző év csapadéka segíti az aprómorzsás, nyirkos magágy kialakítását, és a kelés kedvezőbb feltételek mellett történhet. Azonban az első évben az állomány gyengébb, így kevesebb kaszálás lehetséges. Az augusztusi vetés előnye, hogy az állomány még őszele fejlődésnek indul, tavasszal erősebb lesz, és akár négy-öt alkalommal is kaszálható. Az augusztusi telepítés azonban kockázatos lehet, ha a talaj száraz, kelesztő öntözés nélkül az egyöntetű kelés nem garantálható. Mind a vöröshere, mind a lucerna esetében a vetés sekélyen, 2-3 cm mélyen történik, gabonasortávra, ami 12-15,4 cm. A nyár végi telepítésnél több, 10-13 millió csíra, míg tavasszal 7-9 millió csírával számolunk hektáronként. Ez vetőmagmennyiségben 20-30 kg/ha. Fontos, hogy fémzárolt, arankamentes vetőmagot használjunk, mivel a lucerna

legveszélyesebb gyomnövényei az arankafélék közé tartoznak. A saját előállítású vetőmagot is érdemes kitisztítani. Az augusztusi telepítést nem szabad szeptemberre halasztani, hogy a növényeknek legyen idejük megerősödni a téli fagyok előtt. Ha tavasszal vetünk, várjuk meg, míg a talaj felmelegszik, ellenkező esetben vontatott lesz a kelés, ami gyomosodáshoz vezethet. A vetés után minden esetben vissza kell tömöríteni a talajt, hogy a magok megfelelően érintkezzenek a talajjal. Erre különféle hengerek (sima, gyűrűs, ékgyűrűs, prizmacsúcsos) használhatók. A telepítés leggyakrabban tiszta vetésként történik, különösen a nyár végi telepítésnél, ahol a legjobb eredmény érhető el más növények nélkül, biztosítva a legsűrűbb és legegyenletesebb állományt.

2. táblázat: Takarmánylucerna tavaszi, nyári telepítése (saját ábra)

Megnevezés	Tavaszi telepítés	Augusztusi telepítés	Megjegyzés
Telepítés ideje	III. 10. – IV. 10.	VIII. 10. – VIII. 25.	
Sortávolság	Gabona, vagy szórva	Gabona, vagy szórva	Laza talajon 2–3 cm, augusztusban kelesztő öntözéssel 10–15%-kal mérsékelhető
Vetésmélység	1–2 cm	1–2,5 cm	
Csíraszám	Gabonasoros vetés: 1200 db/m ²	Gabonasoros vetés: 1300 db/m ²	Szórt vetés: 6–700 db/m ²
Takarónövény	Tavaszi árpa: 300 db/m ²	-	
	Borsó: 6–700 db/m ²	-	
	Fű: 4–600 db/m ²	-	
Ezermagtömeg	2,0–2,4 g	2,0–2,4 g	
Csírázóképeség	Legalább 80%	Legalább 80%	
Keménymag	Legfeljebb 40%	Legfeljebb 40%	
Tisztaság	98%	98%	
Nedvességtartalom	Legfeljebb 13%	Legfeljebb 13%	

2.12. Növényápolás, gyomirtás

A növényápolás alapja a talaj megfelelő előkészítése, amely döntő szerepet játszik a növények egészséges fejlődésében és termés hozamában. Az optimális talaj pH-értéke 6,0–7,0 között mozog, mivel ebben a tartományban képesek a növények hatékonyan felvenni a szükséges tápanyagokat. A talaj levegőztetése, például talajlazítással, segíti a gyökérzet légzését és a víz eloszlását, ami elengedhetetlen a növények egészséges fejlődéséhez. A tápanyagpótlás kulcsfontosságú, különösen a foszfor és kálium esetében, amelyek segítik a gyökérfejlődést, a virágzást és a termés képződést. Az ajánlott foszfor- és káliumszintek 40–60 kg/ha, illetve 60–80 kg/ha között mozognak. Ezen kívül a nitrogénellátásra is nagy hangsúlyt kell fektetni, különösen a pillangós szálások esetében, amelyek a Rhizobium baktériumok révén képesek megkötni a légköri nitrogént. Ezzel csökkentik a nitrogénigényt más növényekhez képest, de az ajánlott nitrogénadag még így is 20–30 kg/ha, amely biztosítja a megfelelő növekedést és a termés minőség fenntartását. A foszfor és a kálium szerves trágyázással, például istállótrágyával is biztosítható, ami nemcsak a tápanyagpótlást segíti, hanem javítja a talaj termékenységét és a mikrobás aktivitást is. Az öntözés szerepe

szintén kiemelkedő, különösen a növények csírázása és kezdeti fejlődési szakasza alatt, ami általában 6–8 hetet vesz igénybe. Ebben az időszakban a talaj nedvességtartalmát 60–70% között kell tartani, hogy a növények megfelelően fejlődhessenek (Varga, 2024). A vízhiány jelentősen lelassíthatja a növekedést, míg a túllöntözés gyökérrothadáshoz vezethet. Az optimális öntözési módszer a csepegtető öntözés, amely egyenletes nedvességtartalmat biztosít, csökkentve a vízpazarlást, és elősegíti a növények folyamatos fejlődését. A növényápolás egyik legkritikusabb eleme a gyomirtás, mivel a gyomok versengenek a haszonnövényekkel a tápanyagokért, vízért és fényért. Ez különösen fontos a pillangós szálás növények esetében, mivel a gyomok könnyen elnyomhatják a fiatal növényeket a kezdeti növekedési fázisban. A mechanikai gyomirtás hatékony megoldás lehet, amely magában foglalja a talajlazítást és kapálást. A talajlazítás segít a gyomok eltávolításában és csökkenti a talaj tömörödését, míg a kapálás 1–2 cm mélységben javasolt a gyomok felszámolására. Ez a módszer különösen hatékony a gyomok eltávolítására a növények korai növekedési szakaszában, amikor a gyökérzet még nem alakult ki teljesen. A kémiai gyomirtás egy másik hatékony módszer, amelyet sok gazdálkodó alkalmaz. A preemergens herbicidek, mint például a pendimethalin és a metolachlor, megakadályozzák a gyomok csírázását a talajban, ezáltal csökkentve a gyomnyomást. Fontos azonban, hogy a herbicidek kiválasztásakor figyelembe kell venni a pillangós szálás növények speciális igényeit, hogy elkerüljük a növényekre gyakorolt negatív hatásokat. A célzott, szelektív alkalmazás elengedhetetlen, hogy minimalizáljuk a környezeti károkat és megőrizzük a talaj egészségét. A mulcsozás is egy rendkívül hatékony gyomirtási módszer, amely során 5–10 cm vastag szerves anyag, például szalma vagy fűrészpor kerül a talaj felszínére. A mulcs réteg elzárja a napfényt a gyomok elől, így megakadályozza azok csírázását és növekedését (Nagy, 2010). Emellett a mulcs segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát, ami különösen fontos a szárazabb időszakokban, és csökkenti az öntözés szükségességét. A kártevők és betegségek elleni védekezés szintén kritikus része a növényápolásnak. A leggyakoribb kártevők közé tartoznak a levéltetvek (*Aphididae* család) és a gyökérfűrók, amelyek jelentős károkat okozhatnak a növényekben. A biológiai védekezés, mint például hasznos rovarok, például katicabogarak alkalmazása, illetve a vetésforgó gyakorlása segíthet a kártevők és betegségek előfordulásának csökkentésében. Ha azonban szükséges, növényvédő szerek is alkalmazhatók, de ezek használatakor kiemelt figyelmet kell fordítani a célzott és szelektív kezelésre, hogy megóvjuk a környezetet. Az ökológiai egyensúly fenntartása érdekében a legjobb eredményt a különböző gyomirtási módszerek kombinációja nyújtja. A mechanikai,

kémiai és természetes technikák együttes alkalmazása lehetővé teszi, hogy a növények optimális körülmények között fejlődjenek, miközben a gyomnyomás minimalizálódik.

2.13. Fejlődésük

A pillangós virágú szálastakarmányok fejlődése a vetést követően a kaszálásig számos fontos szakaszon megy keresztül, amelyek mindegyike alapvetően befolyásolja a növények hozamát és a takarmányminőségét. A fejlődési folyamatok kezdete a csírázással indul, amely a vetést követően néhány nappal megkezdődik, amennyiben a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma optimális. A lucerna csírázásához az ideális talajhőmérséklet 8-10 °C, míg a vöröshere és fehérhere is hasonló környezeti feltételeket igényel a megfelelő fejlődéshez (Varga, 2024). A lucernát jellemzően 1,5-2 cm mélyen vetik, míg a vöröshere és fehérhere vetési mélysége körülbelül 1 cm. A csírázás során a gyökérfejlődés kulcsfontosságú, mivel a gyökérzet biztosítja a növények számára a víz- és tápanyagfelvételt. A megfelelő vetésmélység betartása döntő jelentőségű a csíranövények fejlődésében, mivel a sekélyebb vetés károsíthatja a csíranövényeket, míg a mélyebb vetés elősegíti a stabilabb gyökérzet kialakulását, amely hosszú távon fenntartja a növény egészségét. A kelést követően a növények az első lombszelevek kifejlődésével belépnek a palántaképződés szakaszába. Ebben a fázisban a növények még különösen érzékenyek a külső környezeti hatásokra, különösen a gyomokkal szemben, amelyek versenytársakként lépnek fel a tápanyagok és a víz megszerzéséért. A megfelelő tápanyagellátás, különösen a foszfor és kálium pótlása, alapvetően növeli a terméshozamot és a növények ellenállóképességét. A palántaképződést követően a növények szár- és levélnövekedése felgyorsul, és megkezdődik a bokrosodás folyamata. A lucerna ebben a fázisban fejleszti ki mély gyökérzetét, amely segíti a növényt a szárazságtűrésben és a tápanyagok hatékonyabb kihasználásában. Ezzel szemben a vöröshere és fehérhere alacsonyabb növekedésűek, de nagy levéltömeget képeznek, ami szintén lényeges a takarmány minősége szempontjából. A megfelelő öntözés jelentősen megnövelheti a lucerna hozamát: öntözés nélkül a hozam 8-12 tonna/hektár, míg megfelelő öntözéssel ez akár 15 tonna/hektárra is nőhet, ami a takarmány előállításának hatékonyságát is növeli. A virágzás előtti időszakban a növények eléri maximális vegetatív tömegüket, amely során a lucerna, vöröshere és fehérhere a legnagyobb mennyiségű levelet és szárazanyagot termelik. Ez a növekedési szakasz meghatározó a későbbi takarmányminőség szempontjából, mivel a nagyobb biomassza gazdagabb beltartalmi értékekkel rendelkezik. Ekkor a nitrogénkötés is megkezdődik a gyökérgümőkben lévő *Rhizobium* baktériumok segítségével. A virágzás kezdetén, amikor a

pillangós növények elérik maximális vegetatív tömegüket, válik időszerűvé a kaszálás. A lucernát, vöröshere és fehérhere esetében a virágzás korai szakaszában végzett kaszálás biztosítja a legjobb fehérje- és rosttartalmat. A legoptimálisabb betakarítási időpont a virágzás kezdetén van, mivel ekkor a száruk még nem fásodtak el, és a takarmány beltartalmi értékei a legmagasabbak. Ezen tényezők figyelembevételével a megfelelő technológiai lépések betartása alapvetően hozzájárul a pillangós virágú szálatakarmányok sikeres termesztéséhez és a gazdaságos takarmányellátás biztosításához.

2.14. Kaszálásuk

A pillangós virágú szálatakarmányok, mint a lucerna, vöröshere és fehérhere, kaszálásának időpontja és gyakorisága nagyban befolyásolja, hogy mennyi termést adnak, és milyen minőségű lesz a takarmány. Ahhoz, hogy a gazdák a lehető legjobban kihasználják a növényeket, fontos figyelni arra, hogy mikor történik a kaszálás, mivel az időzítés nemcsak a hozamra, hanem a beltartalmi értékekre – például a fehérjetartalomra és a rostarányra – is hatással van. A lucerna esetében a kaszálást általában három-négy alkalommal végzik el egy évben. Az első kaszálásra általában április végén vagy május elején kerül sor, amikor a lucerna bimbózik, de még nem virágzott ki. Ilyenkor a növény a legmagasabb fehérjetartalmú, és a szárazanyag hozam körülbelül 5-6 tonna/hektár (Varga, 2024). Ha a kaszálást későbbre hagyják, amikor a növény már virágzik, a szárazanyag hozam ugyan növekszik, de a minőség csökken, mert a növény szára fásabb lesz, több rostot tartalmaz, ami csökkenti az emészthetőségét. A második kaszálás ideális időpontja május vége, június eleje, amikor a lucerna újra virágzik. Ebben az időszakban a hozam növekedhet, elérheti a 6-8 tonna/hektár-t is, bár a fehérjetartalom már csökkenhet. A harmadik kaszálásra általában június végén vagy július elején kerül sor. Ekkorra a növény már teljes virágzásban van, és a hozam elérheti a 8-10 tonna/hektárt, de a minőség ilyenkor már romlik, mert a lucerna szára fásabb lesz, és több rostot tartalmaz. Ha az időjárás kedvező, egy negyedik kaszálás is elvégezhető augusztus végén vagy szeptember elején, de ilyenkor már általában alacsonyabb a terméshozam és a beltartalom. A vöröshere esetében évente két-három kaszálás szokásos. Az első kaszálás ideális időpontja május közepén, amikor a növények bimbóznak, de még nem virágoztak ki. Ekkor a vöröshere szárazanyag hozama 4-5 tonna/hektár, és a fehérjetartalom magas. A második kaszálásra általában június végén vagy július elején kerül sor, amikor a vöröshere virágzani kezd. Ekkor a hozam magasabb lehet, elérheti az 5-7 tonna/hektár-t, de a minőség már csökken, mivel a növény fásodik, és magasabb a rosttartalom. Ha az időjárás kedvező, egy harmadik kaszálás is elvégezhető augusztus végén

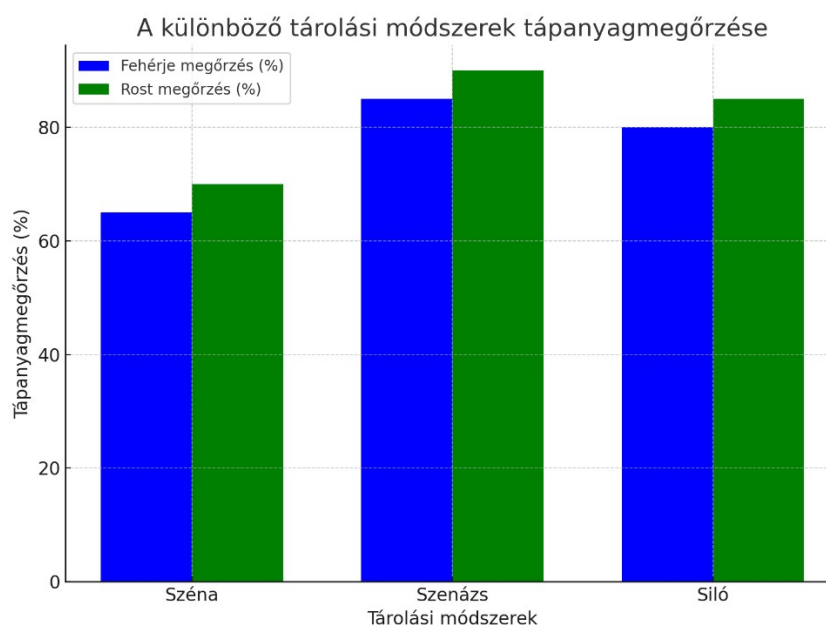
vagy szeptember elején, de ekkorra a növények növekedése lelassul, és a hozam csökken, 4-6 tonna/hektár közötti lehet. A fehérhere esetében jellemzően évente két kaszálást végeznek. Az első kaszálásra május végén, június elején kerül sor, amikor a növények bimbóznak. Ekkor a takarmány kiváló minőségű, magas fehérjetartalmú, és a szárazanyag hozama 3-4 tonna/hektár körül alakul. A második kaszálás július végén, augusztus elején történik, amikor a fehérhere már virágzik. Ebben az időszakban a hozam kicsit magasabb, akár 4-5 tonna/hektár is lehet, de a minőség csökken, mert a növény fásabb lesz és több rostot tartalmaz. A különböző kaszálási időpontok és gyakoriság nagyban befolyásolja a takarmány mennyiségét és minőségét. A korábbi kaszálások magasabb fehérjetartalmat, alacsonyabb rosttartalmat és jobb emészthetőséget biztosítanak, viszont a hozam alacsonyabb. A későbbi kaszálásokkal több takarmány nyerhető, de a növények fásodása miatt a minőség romlik. Éppen ezért a gazdáknak fontos megtalálniuk az egyensúlyt a kaszálási időpontok között, hogy a legjobb eredményt ériék el mind a hozam, mind a minőség tekintetében.

2.15. Szárítás, tartósítás

A pillangós virágú szálatakarmányok, mint a lucerna, vöröshere és fehérhere, szárítása, tárolása és tartósítása alapvető fontosságúak a takarmány beltartalmi értékeinek megőrzésében és az állatok számára szükséges táplálóanyagok biztosításában. A helyes eljárások betartása garantálja, hogy a betakarított növények hosszú távon is megőrizze tápértéküket, megakadályozva a romlást és a beltartalmi anyagok elvesztését (Molnár, 2018). A szárítás és tárolás megfelelő megválasztása különösen kritikus, hiszen a pillangós növények leveleiben található a legmagasabb fehérjetartalom, amely a szárítás és tárolás során könnyen csökkenhet (Lajtamag n.d.). A szárítás elsődleges célja a növények nedvességtartalmának csökkentése oly mértékben, hogy az megakadályozza a mikrobás aktivitást, a penészesedést és a rothadást. A lucerna, vöröshere és fehérhere esetében a nedvességtartalmat jellemzően 15-20% közé kell csökkenteni ahhoz, hogy a takarmány biztonságosan tárolható legyen. A természetes szárítási folyamat során a növényeket napfényre terítik ki, és több napon át hagyják, hogy a nap és a szél segítségével száradjanak ki. Azonban ez a módszer nagyban függ az időjárástól; a gyakori esőzések vagy párás időjárás negatívan befolyásolhatja a szárítás hatékonyságát, és ezáltal a végleges takarmányminőséget is rontja. A természetes szárítás mellett egyre gyakrabban alkalmaznak mesterséges szárítást is, amelyben a növényeket szárítógépek segítségével, ellenőrzött körülmények között szárítják. Ez a módszer különösen nagyobb gazdaságokban

elterjedt, ahol a mennyiség és az idő szűkössége miatt elengedhetetlen a gyors és hatékony szárítás. A mesterséges szárítás lehetővé teszi a takarmány egyenletes nedvességtartalmának biztosítását, és csökkenti annak esélyét, hogy a növények levelei lehulljanak a szárítás során, ami a fehérjevesztést eredményezné. Ennek ellenére a mesterséges szárítás költségesebb, és nagyobb energiaigénnyel jár, így mérlegelni kell, hogy a gazdaság mérete és a takarmány mennyisége indokolja-e a technológia használatát. A szárítás után a pillangós növényeket gyakran bálázzák, amely lehetővé teszi a szálatakarmány tömörített formában történő tárolását. A bálázás során fontos a megfelelő tömörítés, hiszen a laza bálákban több levegő maradhat, ami a takarmány romlásához vezethet. A bálázás két legelterjedtebb formája a négyszögletes és hengeres bálák használata. A hengeres bálák jobban ellenállnak a környezeti hatásoknak, különösen a nedvességnek, míg a négyszögletes bálák könnyebben szállíthatók és tárolhatók. A bálák tárolása során alapvető, hogy száraz, jól szellőző helyre kerüljenek, mert a nedvesség visszaszívargása gyorsan penészesedést eredményezhet, ami rontja a takarmány beltartalmi értékeit és a takarmányozhatóságát. A takarmány tartósításának egyik leghatékonyabb módja a szenázs készítése, amely különösen akkor hasznos, ha a szárítás nem végezhető el időben, vagy az időjárás kedvezőtlen. A szenázs készítése során a frissen betakarított, magas nedvességtartalmú növényeket légmentesen zárják le, például fóliába vagy silókba, ahol a levegőtől elzárva fermentálódnak. A fermentáció során keletkező tejsav megakadályozza a káros mikroorganizmusok szaporodását, és megőrzi a takarmány tápértékét. A szenázkészítés különösen előnyös a lucerna, vöröshere és fehérhere esetében, mivel ez a módszer jobban megőrzi ezek magas fehérjetartalmát, mint a hagyományos szárítás. A szenázs mellett egyre népszerűbb a szilázs technológia is, amely a szenázshoz hasonló eljárás, de magasabb nedvességtartalommal dolgozik. A szilázs esetében a növények általában nedvesebbek, így a fermentáció is intenzívebb, ezáltal hamarabb stabilizálódik a takarmány. Mindkét módszer lehetőséget biztosít arra, hogy a pillangós növényeket a betakarítás után gyorsan feldolgozzák és hosszú ideig megőrizzék kiváló tápértéküket. A szárítás, tárolás és tartósítás megfelelő megválasztása és kivitelezése meghatározó a takarmány minőségének megőrzésében. A nem megfelelően kezelt pillangós növények könnyen veszítenek fehérjetartalmukból, rostösszetételükből, és ezáltal csökken a takarmányozási értékük. A megfelelően szárított, bálázott vagy szenázsolt takarmány biztosítja az állatok számára a téli időszakban is a szükséges tápanyagokat, miközben a gazdálkodó számára is hosszú távú, biztonságos takarmányforrást jelent.

5. ábra: különböző tárolási módszerek tápanyagmegőrzése



2.16. Növényvédelmi kérdések

A pillangós szálastakarmányok, mint a lucerna, a vöröshere és a fehérhere termesztése során a növényvédelmi kérdések kiemelt figyelmet igényelnek, hiszen számos kártevő és betegség veszélyezteti ezeknek a növényeknek a terméshozamát és takarmányminőségét. A megfelelő védekezési stratégiák kialakítása elengedhetetlen a sikeres és fenntartható termesztéshez, különösen olyan integrált növényvédelmi megközelítések alkalmazása, amelyek vegyszeres, biológiai és megelőző módszereket egyaránt kombinálnak (Gosme et al., 2010). A kártevők elleni védekezés a pillangós szálastakarmányok esetében elsődleges fontosságú, mivel ezek a növények számos rovarkártevővel állnak szemben, amelyek jelentős károkat okozhatnak. A lucerna egyik legfontosabb kártevője a lucernaböde (*Phytonomus variabilis*), amely lárvaként a leveleket és hajtásokat károsítja, ami súlyos termésvesztést okozhat. Emellett a levéltetvek, amelyek a növények nedvét szívják, és a lucernahernyók (*Colias* spp.), amelyek rágasukkal károsítják a leveleket, szintén gyakori problémát jelentenek (Liebman & Dyck, 1993). A vöröshere és fehérhere esetében a gyökérzetet károsító herebarkók (*Sitona* spp.) és a vetőmagokat támadó herezsizsik (*Bruchus* spp.) jelentős veszélyforrást jelentenek (Maróti et al., 2015). A vegyszeres védekezés keretében széles körben alkalmazzák a rovarölő szereket, például a piretroidokat vagy neonikotinoidokat, amelyek hatékonyan csökkentik a kártevők populációját. Ezek gyors hatású szerek, amelyek különösen nagy kártételi nyomás esetén szükségesek. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a vegyszeres védekezés során

figyelembe kell venni a környezeti hatásokat, hiszen a túlzott vegyszerhasználat károsíthatja a talaj élővilágát, illetve a hasznos rovarok, például a beporzók és ragadozó rovarok populációit is. A biológiai védekezés fenntarthatóbb alternatívát jelent, amely során természetes ellenségeket, például ragadozó rovarokat vagy parazitoidokat alkalmaznak a kártevők populációinak szabályozására. A katicabogarak (*Coccinellidae*) és a fürkészdarazsak (*Hymenoptera*) hatékonyan csökkentik a levéltetvek és más károsító rovarok számát, míg a hasznos talajlakó mikroorganizmusok segítenek a gyökérbetegségek megelőzésében. A betegségek elleni védekezés szintén fontos része a növényvédelmi stratégiáknak. A lucernánál gyakori a gyökérrothadás, amelyet különböző talajlakó gombák okoznak, főként nedves talajban. A levélfoltosság (*Pseudopeziza medicaginis*) is komoly problémát jelenthet, mivel a levélvesztés csökkentheti a növény fotoszintetikus aktivitását, így a hozamot is (Csathó & Radimsky, 2009). A vöröshere és fehérhere esetében a peronoszpóra (*Peronospora trifoliorum*) a leggyakoribb betegség, amely különösen nedves körülmények között terjed, és szürkés bevonatot képez a növények levelén, ezzel gátolva a növények növekedését. A vegyszeres betegségek elleni védekezés során gombaölő szereket, például réztartalmú fungicideket alkalmaznak, amelyek hatékonyak a gombás megbetegedések kezelésében. Azonban a vegyszeres védekezést előnyösen lehet kiegészíteni biológiai módszerekkel, például a *Trichoderma* nemzetséghez tartozó hasznos gombák alkalmazásával, amelyek segítenek a kórokozó gombák visszaszorításában és a talaj mikrobiológiai egyensúlyának fenntartásában (Fageria, 2009). A megelőző védekezési módszerek a növényvédelem fontos részét képezik, hiszen ezek a technikák hosszú távon csökkenthetik a kártevők és betegségek megjelenésének kockázatát. A vetésforgó alkalmazása különösen hatékony módszer a talajban felszaporodó betegségek és kártevők ellen, mivel a pillangós szálastakarmányok után más növények vetése megszakítja a kártevők és kórokozók életsiklusát, így csökkentve azok populációját (Kismányoky, 2010). Emellett a rezisztens növényfajták alkalmazása is hatékony megoldást jelent, hiszen ezek a fajták genetikai tulajdonságaik révén kevésbé érzékenyek bizonyos betegségekre és kártevőkre.

A megfelelő agrotechnikai eljárások, például a talaj előkészítése, a vetési időpont helyes megválasztása és a talajlazítás mind hozzájárulnak a növények ellenállóképességének növeléséhez. Az optimális talajművelés segíti a gyökérfejlődést és a növények egészséges növekedését, így azok jobban képesek ellenállni a káros környezeti hatásoknak és kártevőknek (Tóth, 2019). A pillangós szálastakarmányok növényvédelme komplex megközelítést igényel, amely során a vegyszeres és biológiai védekezési módszereket integráltan kell alkalmazni a fenntartható termesztés biztosítása érdekében.

3. Anyag és módszer

3.1. A kutatás célja

Kutatásom célja az, hogy megvizsgáljam a különböző vetési sűrűségek hatását különböző pillangós szálastakarmányokra (lucerna, vörös here, fehér here) vetítve. Mivel az optimális vetési sűrűség nagy kihatással van ezen növények beltartalmi értékeire, valamint termés hozamára, ezért a vizsgálatom célja az, hogy hogyan lehet a hozamot és a tápértéket maximalizálni a vetési sűrűség optimális beállításával.

3.2. Korábbi kutatások a kísérlethez kapcsolódóan

A szakirodalmi adatok alapján a lucerna vetési sűrűségének növelése pozitívan befolyásolhatja a hozamot és a tápanyagtartalmat, különösen a fehérje mennyiségét. Ugyanakkor a kutatások arra figyelmeztetnek, hogy a túl magas sűrűség akár 30-40%-os hozamcsökkenést is okozhat. Az optimális vetési sűrűséget 25-30 kg/ha között azonosították, ahol a hozam és a tápanyagtartalom a legkedvezőbb eredményeket mutatta. Ezek az eredmények alapot adnak a saját kutatásaimnak, amelyek a lucerna optimális vetési sűrűségének meghatározására irányulnak, figyelembe véve a helyi klimatikus és talajviszonyokat. A vörös here esetében végzett korábbi kutatások kimutatták, hogy a sűrűbb vetés (15-20 kg/ha) elősegítette a növények kezdeti fejlődését, míg a túl magas sűrűség (25 kg/ha felett) fokozta a növények közötti versengést, ami hozamcsökkenéshez vezetett. A legjobb hozamot a közepes sűrűségű vetéseknél (20 kg/ha) mérték. A jelenlegi vizsgálataim során a vörös here sűrűségi hatásait is tanulmányozom, különös figyelmet fordítva a gyomokkal való versenyre és a talaj tápanyagtartalmára. A fehér here kutatási eredményei alapján a vetési sűrűség szoros kapcsolatban áll a biomassa termelésével. Az alacsonyabb sűrűség (6-8 kg/ha) kedvezően befolyásolta a növények fejlődését, míg a sűrűbb vetés (12-14 kg/ha) csökkentette a növények méretét, ezáltal alacsonyabb hozamot eredményezett. A saját vizsgálataim során a fehér here vetési sűrűségének hatásait is figyelembe veszem a biomassa termelésére és a tápanyagtartalomra, valamint a növények közötti versengésre, hogy ezek alapján javaslatokat tehessenek a termesztési gyakorlatok optimalizálására.

3. táblázat: lucerna, a vörös here és a fehér here termelésének évre bontott adatai, beleértve a csapadékot, az átlaghőmérsékletet, a vetési sűrűséget, a hozamot, a fehérje- és rosttartalmat (saját ábra)

Év	Csapadék (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)	Növény	Vetési sűrűség (kg/ha)	Hozam (t/ha)	Fehérjetartalom (g/kg)	Rosttartalom (g/kg)
2009	540	14,0	Lucerna	25	8,5	180	300
			Vöröshere	20	7,8	170	310
			Fehérhere	15	6,9	160	320
2010	570	13,8	Lucerna	30	9,1	185	290
			Vöröshere	25	8,0	175	305
			Fehérhere	18	7,1	165	315
2015	510	14,3	Lucerna	35	9,5	195	280
			Vöröshere	30	8,4	185	290
			Fehérhere	20	7,5	170	300
2020	570	14,3	Lucerna	25	8,2	180	300
			Vöröshere	20	7,6	170	310
			Fehérhere	15	6,8	160	320
2023	550	14,1	Lucerna	30	9,1	185	295
			Vöröshere	25	8,3	180	305
			Fehérhere	18	7,4	170	310

3.3. Kísérleti adatok és források

3.3.1. Adatgyűjtés

Számos tudományos cikk és kutatás vizsgálja a vetési sűrűség hatását a pillangós szálas takarmánynövényekre, mint a lucerna, vörös here és fehér here. A Field Crops Research és az Agronomy Journal szaklapok rendszeresen közölnek ilyen témájú tanulmányokat,

amelyek részletesen bemutatják, hogyan befolyásolja a vetési sűrűség a hozamot és a tápanyag-összetételt. Emellett a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK), valamint a United States Department of Agriculture (USDA) kutatási eredményei és statisztikái is jól szemléltetik, hogyan lehet a vetési sűrűséget a különböző klimatikus és talajviszonyokhoz igazítani a hozamok maximalizálása érdekében. Az agrárszakmai konferenciák, mint az Európai Agrártudományi Konferencia és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tudományos Napok, olyan friss adatokat nyújtanak, amelyek segítségével új megközelítések és gyakorlati eredmények ismerhetők meg, amelyek szintén segítenek a vetési sűrűség megfelelő beállításában.

3.3.2. Adatok típusa, időbeli és földrajzi lefedettsége

Az elmúlt évtized kutatásai jelentős figyelmet fordítottak a vetési sűrűség hatására a pillangós szálastakarmányok, például a lucerna, vörös here és fehér here terméshozamára és tápanyagtartalmára. E tudományos vizsgálatok különböző magyarországi régiókban, köztük az Alföld, a Kisalföld és a Dunántúl területén zajlottak, ahol a talaj- és éghajlati körülmények különösen kedvezőek ezen növények számára. Az elemzések célja az volt, hogy az eltérő vetési sűrűségek (100, 150 és 200 kg/ha) hatásait átfogóan megvizsgálják, és ennek alapján meghatározzák az optimális vetési sűrűséget. A kísérleti adatok a biomassza hozam mérése révén nyújtottak átfogó képet a vetési sűrűség hatásairól; különböző vetési sűrűségek esetén (100, 150, 200 kg/ha) értékelték a terméshozamot, hogy meghatározzák az optimális sűrűséget a legjobb hozam érdekében. Ezen kívül a kutatások a tápanyag-összetételt is vizsgálták, különös tekintettel a fehérje- és rosttartalomra, feltárva, hogy az egyes sűrűségek milyen mértékben befolyásolják a takarmány tápértékét és emészthetőségét. Emellett a gyomelnyomó képességet is tesztelték, hogy kiderüljön, az eltérő vetési sűrűségek mellett mennyire képesek a növények csökkenteni a gyomnövények jelenlétét az állományban. A kísérletek során továbbá vizsgálták a növények közötti versengést is, ami különösen a magasabb sűrűségek esetén jelentős, mivel ilyenkor a növények fokozottan versengenek a napfényért, vízáért és tápanyagokért. A kutatások eredményei azt mutatják, hogy a sűrűbb vetések esetén fokozódik a verseny a növények között, ami hatással van a hozamra és a tápanyagértékre is. Ezek az eredmények tehát tudományos megfigyeléseken alapulnak, és az irodalmi kutatások fontos alapját képezik a pillangós szálastakarmányok termesztési gyakorlatának fejlesztéséhez.

3.4. Módszertan

3.4.1. Adatok rendszerezése

A kísérleti adatok rendszerezését táblázatos formában végezzük, amely megkönnyíti a különböző vetési sűrűségeknél (100, 150 és 200 kg/ha) mért hozamok és tápanyagértékek (fehérjetartalom és rosttartalom) pontos összehasonlítását. A táblázat első oszlopa a vetési sűrűségeket sorolja fel, míg a következő három oszlop a kísérlet során gyűjtött fontos paramétereket mutatja be: a hozamot (kg/ha), a fehérjetartalmat és a rosttartalmat (százalékos arányban). Ez a struktúra lehetővé teszi, hogy az adatok vizsgálata során ne csak a hozamok közötti különbségeket láthassuk, hanem a tápanyagtartalom változását is nyomon követhessük az egyes vetési sűrűségi szinteken. A fehérje- és rosttartalom százalékos adatai különösen fontosak a takarmány minőségének meghatározása szempontjából, hiszen a takarmányok tápértéke, emészthetősége és beltartalmi összetétele döntő tényezők a haszonállatok egészséges és gazdaságos takarmányozásában. Így a táblázat egyszerre nyújt lehetőséget a mennyiségi és minőségi jellemzők összesítésére, illetve az optimális vetési sűrűség meghatározására. A táblázatban található információk alapján könnyen vizsgálható, hogy az egyes vetési sűrűségek hogyan befolyásolják a hozamot és a tápanyag-összetételt, továbbá lehetőséget nyújt az optimális vetési sűrűség kiválasztására, amely a legjobb egyensúlyt biztosítja a hozam és a tápérték között.

4. táblázat: vetési sűrűségek hatása a hozamra, tápanyag összetételre

Vetési sűrűség (kg/ha)	Növény	Hozam (kg/ha)	Fehérjetartalom (%)	Rosttartalom (%)
100	Lucerna	8000	18	30
	Vörös here	7000	16	29
	Fehér here	6000	15	28
150	Lucerna	8500	19	31
	Vörös here	7200	17	30
	Fehér here	6400	16	29
200	Lucerna	9000	20	32

Vetési sűrűség (kg/ha)	Növény	Hozam (kg/ha)	Fehérjetartalom (%)	Rosttartalom (%)
	Vörös here	7500	18	31
	Fehér here	6800	17	30

3.4.2. Statisztikai elemzés

A korrelációs elemzés egy alapvető statisztikai módszer, amely lehetővé teszi a két vagy több változó közötti kapcsolat szorosabb vizsgálatát. Ezzel a módszerrel megállapítható, hogy a vetési sűrűség változása hogyan befolyásolja a hozamot, a fehérjetartalmat és a rosttartalmat a különböző pillangós takarmánynövények – lucerna, vörös here és fehér here – esetében. A vizsgálat célja a vetési sűrűség optimalizálásának elősegítése, amely kulcsfontosságú a takarmánytermelés hatékonyságának növelésében.

Az eredmények alapján a hozam esetében erős pozitív korreláció figyelhető meg, a vetési sűrűség és a hozam közötti korrelációs együttható $r = 0,85$, ami azt jelzi, hogy a hozam növekvő vetési sűrűség mellett jelentős mértékben nő. Például 100 kg/ha vetési sűrűségnél a lucerna hozama 8000 kg/ha, míg 200 kg/ha sűrűségnél már 9000 kg/ha-ra emelkedik. Hasonló hozamnövekedés tapasztalható a vörös here és a fehér here esetében is.

A fehérjetartalom elemzésekor szintén hasonló pozitív korrelációt mutattak ki, a korrelációs együttható értéke $r = 0,78$, ami azt jelzi, hogy a vetési sűrűség növelése kedvezően hat a fehérjetartalomra. A lucerna fehérjetartalma 100 kg/ha sűrűségnél 18%-ról 200 kg/ha sűrűségnél 20%-ra nőtt. A vörös here és a fehér here fehérjetartalma szintén növekedést mutatott, előbbi esetében 16%-ról 18%-ra, míg utóbbi esetében 15%-ról 17%-ra emelkedett.

A rosttartalom esetében is pozitív korreláció figyelhető meg, de a kapcsolat gyengébb ($r = 0,65$). A lucerna rosttartalma 100 kg/ha vetési sűrűségnél 30%-ról 200 kg/ha esetén 32%-ra emelkedett, míg a vörös here és a fehér here esetében hasonló, kisebb mértékű növekedés tapasztalható. Mindez arra utal, hogy a sűrűbb vetés kedvezően hat a rosttartalomra, de a túl magas rosttartalom kedvezőtlen hatással lehet a takarmányozásra, mivel csökkentheti az emészthetőséget és a hasznosíthatóságot.

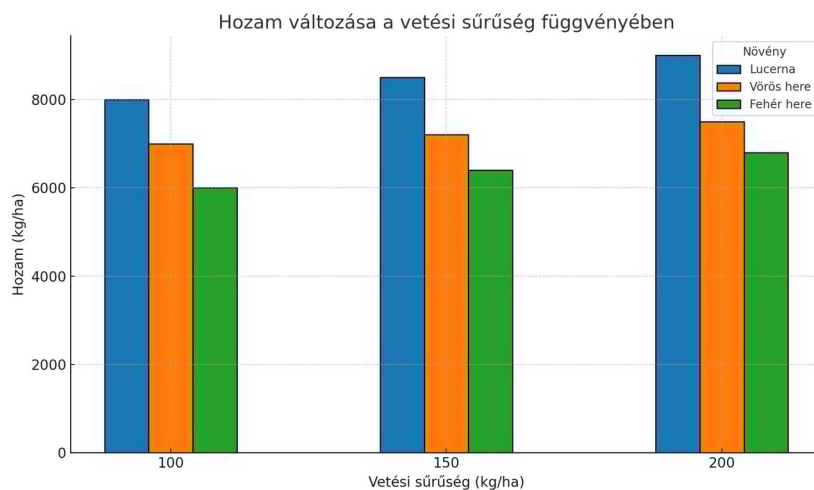
Összességében a korrelációs elemzés eredményei alapján a vetési sűrűség növelése szoros kapcsolatban áll a hozam és a fehérjetartalom növekedésével, míg a rosttartalom

növekedésének hatása megkérdőjelezhető a takarmányozási célok szempontjából. A vizsgálatok során az optimális vetési sűrűséget 150 kg/ha értékben határozták meg, mivel e mellett az egyes növények hozama jelentős növekedést mutatott, de a túlzott sűrűségből adódó versenyhátrány még nem lépett fel.

Ezért megállapítható, hogy a legoptimálisabb vetési sűrűség a pillangós szálastakarmányok esetében 150 kg/ha, mivel ez az érték biztosítja a legjobb hozamot és fehérjetartalmat, miközben a rosttartalom emelkedése még nem éri el azt a szintet, amely rontaná a takarmány emészthetőségét és hasznosíthatóságát. A vetési sűrűség megfelelő optimalizálása tehát kulcsfontosságú az ideális takarmány minőség és mennyiség eléréséhez.

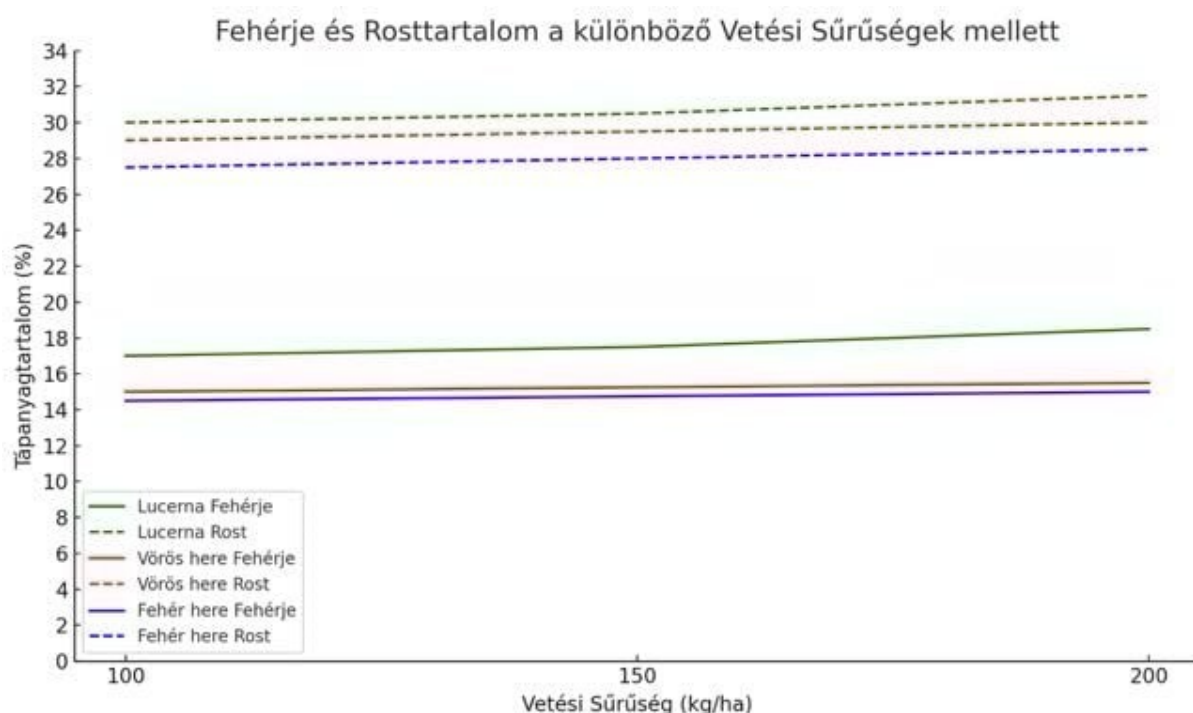
3.4.3. Vizualizációk

6. ábra: Hozam változása a vetési sűrűség függvényében (saját ábra)



A 6-os számú oszlopdiagram diagram a hozam változását szemlélteti a vetési sűrűség függvényében három különböző növénynél: lucerna, vörös here és fehér here. A vízszintes tengelyen a vetési sűrűség látható kilogramm/hektár (kg/ha) mértékegységben, míg a függőleges tengelyen a hozam kilogramm/hektárban (kg/ha) van megadva. A diagram alapján megállapítható, hogy a hozam minden növény esetében növekszik a vetési sűrűség növelésével, de a növekedés mértéke változó a különböző növényeknél. A lucerna hozama emelkedik a legnagyobb mértékben, míg a fehér here hozama marad a legalacsonyabb.

7. ábra: Tápanyagtartalom változása a vetési sűrűség függvényében



A fent látható, 7-es számmal jelölt vonaldiagrammon a vizsgált növények – lucerna, vörös here és fehér here – tápanyagtartalmát mutatja meg különböző (100, 150, 200 kg/ha) vetési sűrűségeknél külön fehérje, valamint rosttartalomra bontva

3.5. Eredmények bemutatása, grafikonok elemzése

A kapott adatok összegzése a táblázatokban és grafikonokon történik. Ezek a táblázatok és grafikonok teszik lehetővé azt, hogy a kísérletben kapott eredményekről átlátható képet kapjunk vizuális módon.

5. táblázat: különböző vetési sűrűségek hatása a tápanyagösszetételre átlagosan vörös, fehér herére vonatkoztatva (saját ábra)

Vetési sűrűség(kg/ha)	Hozam(kg/ha)	Fehérjetartalom(%)	Rosttartalom(%)
100	550	22	12
150	600	20	11
200	580	18	10

A látható kísérleti eredmények alapján a vetési sűrűség jelentős hatással van a hozamra és a beltartalmi értékekre. A legmagasabb hozamot (600 kg/ha) a közepes, 150 kg/ha vetési sűrűség mellett érték el. Ezzel szemben a fehérjetartalom a legalacsonyabb sűrűségnél (100 kg/ha) volt a legmagasabb (22%), amely a sűrűség növelésével csökkent. A rosttartalom szintén csökkenő tendenciát mutatott a vetési sűrűség növelésével.

6. ábra: Hozam változása a vetési sűrűség függvényében (saját ábra) a lucerna, a vörös here és a fehér here hozamának változását mutatja különböző vetési sűrűségek (100, 150 és 200 kg/ha) mellett. Az adatok alapján megfigyelhető, hogy a vetési sűrűség jelentős hatással van mindhárom vizsgált növény hozamára, bár a reakciók eltérő mértékűek. A lucerna esetében a hozam minden sűrűségnél kiemelkedően magas, és a legnagyobb értéket a 200 kg/ha vetési sűrűségnél éri el, bár a 100 és 150 kg/ha sűrűségnél mért hozam is közel azonos szintet mutat. A vörös here hozama szintén 200 kg/ha mellett a legmagasabb, bár ebben az esetben a vetési sűrűség növelése vagy csökkentése kevésbé befolyásolja a termésmennyiséget. Minden vetési sűrűség esetén a vörös here hozama alacsonyabb, mint a lucernáé, azonban meghaladja a fehér here értékeit. A fehér here mutatja a legalacsonyabb hozamot mindhárom vetési sűrűségnél. Ennél a növénynél is a 200 kg/ha sűrűségnél figyelhető meg a legmagasabb hozam, azonban a sűrűség változtatása kisebb hatással van a termésmennyiségre, mint a másik két növény esetében. A diagram alapján következtethetünk arra, hogy a 200 kg/ha vetési sűrűség a legkedvezőbb mindhárom növény esetében. Összességében a lucerna mutatja a legmagasabb hozamot, ami alapján a leginkább termésbiztos növénynek tekinthető a vizsgált sűrűségi tartományban.

b. a lucerna, a vörös here és a fehér here fehérje- és rosttartalmának változását mutatja különböző vetési sűrűségek (100, 150 és 200 kg/ha) mellett. A függőleges tengely a tápanyagtartalmat (%) ábrázolja, míg a vízszintes tengely a vetési sűrűséget (kg/ha) mutatja. A különböző színű és vonalstílusú görbék a három növényhez és az egyes tápanyagtípusokhoz (fehérje és rost) tartozó értékeket jelenítik meg, ahol az összefüggő (folyamatos) vonalak a fehérjetartalmat, a szaggatott vonalak pedig a rosttartalmat jelölik. A lucerna fehérje- és rosttartalma enyhén emelkedik a vetési sűrűség növekedésével; a fehérjetartalom 17%-ról 18,5%-ra, a rosttartalom pedig 30%-ról 31,5%-ra nő. Ez azt jelzi, hogy a lucerna tápanyagtartalma kedvezően reagál a sűrűség növekedésére. A vörös here fehérjetartalma szintén kismértékben nő, 15%-ról 15,5%-ra, míg rosttartalma alig változik,

29%-ról 30%-ra. Ezzel szemben a fehér here a legalacsonyabb tápanyagtartalmat mutatja, fehérjetartalma 14,5%-ról 15%-ra, rosttartalma pedig 27,5%-ról 28,5%-ra nő, így a vetési sűrűség növekedésével itt csak minimális növekedés figyelhető meg. Összességében a diagram alapján megállapítható, hogy a lucerna mindkét tápanyagtípusa magasabb értékeket ér el, és a vetési sűrűség növekedése itt mutatkozik a leghatásosabbnak. A vörös here esetében a fehérjetartalom enyhe növekedést mutat, míg a fehér here mindkét tápanyagtartalom szempontjából a legalacsonyabb értékekkel rendelkezik.

3.6. Eredmények értelmezése

A 6. ábra: Hozam változása a vetési sűrűség függvényében (saját ábra) a lucerna, a vörös here és a fehér here hozamának változását mutatja különböző vetési sűrűségek (100, 150 és 200 kg/ha) mellett. Az adatok alapján megfigyelhető, hogy a vetési sűrűség jelentős hatással van mindhárom vizsgált növény hozamára, bár a reakciók mértéke eltérő. A lucerna esetében a hozam minden sűrűségnél kiemelkedően magas, és a legnagyobb értéket a 200 kg/ha vetési sűrűségnél éri el. A 100 és 150 kg/ha sűrűségnél mért hozamok is hasonlóan magas szinten maradnak. A vörös here hozama szintén a 200 kg/ha mellett mutatja a legmagasabb értéket, ám ebben az esetben a vetési sűrűség növelése vagy csökkentése kevésbé befolyásolja a termésmennyiséget. Minden vetési sűrűség esetén a vörös here hozama alacsonyabb, mint a lucernáé, azonban meghaladja a fehér here hozamát. A fehér here a legkisebb hozamot mutatja mindhárom vetési sűrűségnél. A 200 kg/ha sűrűségnél is a legmagasabb hozam figyelhető meg, de a sűrűség változtatása kisebb hatással van a termésmennyiségre, mint a másik két növény esetében. A diagram alapján arra következtethetünk, hogy a 200 kg/ha vetési sűrűség a legkedvezőbb mindhárom növény esetében. A b. a lucerna, a vörös here és a fehér here fehérje- és rosttartalmának változását szemlélteti különböző vetési sűrűségek (100, 150 és 200 kg/ha) mellett. A függőleges tengely a tápanyagtartalmat (%) ábrázolja, míg a vízszintes tengely a vetési sűrűséget (kg/ha) mutatja. A különböző színű és vonalstílusú görbék a három növényhez és az egyes tápanyagtípusokhoz (fehérje és rost) tartozó értékeket jelenítik meg, ahol az összefüggő (folyamatos) vonalak a fehérjetartalmat, a szaggatott vonalak pedig a rosttartalmat jelölik. A lucerna fehérje- és rosttartalma enyhén emelkedik a vetési sűrűség növekedésével. A fehérjetartalom 17%-ról 18,5%-ra nő, míg a rosttartalom 30%-ról 31,5%-ra emelkedik. Ez azt jelzi, hogy a lucerna tápanyagtartalma kedvezően reagál a sűrűség növekedésére, és ezzel a növény a legmagasabb tápanyagtartalommal rendelkezik a vizsgált növények közül. A vörös here fehérjetartalma szintén kismértékben nő, 15%-ról

15,5%-ra, azonban rosttartalma alig változik, 29%-ról 30%-ra emelkedik. Ezzel szemben a fehér here mutatja a legalacsonyabb tápanyagtartalmat, fehérjetartalma 14,5%-ról 15%-ra nő, rosttartalma pedig 27,5%-ról 28,5%-ra emelkedik. Ez alapján a fehér here esetében a vetési sűrűség növekedésével csak minimális tápanyagtartalom növekedés figyelhető meg. Összességében a diagramok alapján megállapítható, hogy a lucerna mind a hozam, mind a tápanyagtartalom tekintetében a legmagasabb értékeket éri el, és a vetési sűrűség növekedése itt mutatkozik a leghatásosabbnak. A vörös here esetében a fehérjetartalom enyhe növekedést mutat, míg a fehér here mindkét tápanyagtartalom szempontjából a legalacsonyabb értékekkel rendelkezik. Mindezek alapján a lucerna a legkedvezőbb választás a tápanyagtartalom optimalizálására és a hozam maximalizálására a vizsgált növények közül, ami különösen előnyös lehet a takarmánytermelés szempontjából.

4. Következtetések

A kutatás során végzett vizsgálatok alapján világosan megállapítható, hogy a vetési sűrűség emelése jelentős hatással van a lucerna, a vörös here és a fehér here hozamára, valamint tápanyagtartalmára. Az adatok azt mutatják, hogy a lucerna reagál a legérzékenyebben a vetési sűrűség növelésére. A legmagasabb hozamot és a legjobb tápanyagtartalmat a 200 kg/ha vetési sűrűségnél érte el, ami arra utal, hogy ez a növény a legtermésbiztosabb választás a vizsgált sűrűségi tartományban. A lucerna tápanyagtartalma, amely a fehérje- és rosttartalom szempontjából is kiemelkedően magas, a takarmánytermelés szempontjából kiemelkedő előnyt jelent, hiszen a takarmány minősége és tápértéke elengedhetetlen a haszonállatok egészsége és teljesítménye szempontjából. A vörös here esetében a hozam is növekedett a magasabb vetési sűrűségeknél, ám a sűrűségváltozásra adott reakciója mérsékeltebb volt, mint a lucernáé. E növény hozama minden vetési sűrűség esetén alacsonyabb maradt, mint a lucernáé, azonban meghaladta a fehér here hozamát. Ez a mérsékelt növekedés arra utal, hogy a vörös here egy stabil, de nem annyira érzékeny növény, mint a lucerna, ami szintén fontos szempont lehet a takarmányozási stratégiák kialakításánál. A fehér here a legalacsonyabb hozamot és tápanyagtartalmat mutatta a három vizsgált növény közül. A tápanyagtartalom növekedése itt minimális volt, ami arra utal, hogy a fehér here esetében a vetési sűrűség emelése nem vezetett jelentős javuláshoz. Ez a megfigyelés fontos szempont lehet a jövőbeli takarmányozási döntések meghozatalakor, hiszen a fehér here, mint takarmánynövény, kevesebb előnyt nyújt a sűrűség növelésével, mint a másik két növény. A tápanyagtartalom változása is egyértelműen a lucernát helyezi előtérbe, hiszen mind a fehérje-, mind a rosttartalom tekintetében a legmagasabb értékeket érte el. A lucerna esetében a fehérjetartalom 17%-ról 18,5%-ra, míg a rosttartalom 30%-ról 31,5%-ra emelkedett a vetési sűrűség növelésével. Ezzel szemben a vörös here fehérjetartalma 15%-ról 15,5%-ra nőtt, míg a rosttartalma alig változott, 29%-ról 30%-ra emelkedett. A fehér here esetében a fehérjetartalom 14,5%-ról 15%-ra, rosttartalma pedig 27,5%-ról 28,5%-ra növekedett, ami azt jelzi, hogy a fehér here a legkevésbé reagál a sűrűség változásaira. Összességében megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése, különösen a lucerna esetében, kedvezően befolyásolja a hozamot és a tápanyagtartalmat. A lucerna nemcsak hozam, hanem tápanyagtartalom szempontjából is a legkedvezőbb választás a takarmányozási gyakorlatban. A takarmánytermelés optimalizálásához érdemes figyelembe venni a megfelelő sűrűségi paramétereket, mivel a növények tápanyagellátottsága és termésmennyisége szoros

összefüggésben áll a sűrűséggel. A jövőbeni kutatások során érdemes lenne a vetési sűrűség mellett más tényezők, például a talajminőség, a vízellátottság és az éghajlati viszonyok hatását is vizsgálni. E tényezők figyelembevételével átfogóbb képet kaphatunk a növények termésbiztonságáról és tápanyagtartalmáról. A kutatási eredmények alapján levonható tanulságok hozzájárulhatnak a hatékonyabb takarmányozási stratégiák kialakításához és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok támogatásához.

5. Összefoglalás

A pillangós szálas növények fontos szerepet töltenek be mind a mezőgazdasági termelésben, mind az ökológiai rendszerek fenntartásában. A dolgozat célja, hogy részletesen bemutassa a pillangós szálas növények termesztésével kapcsolatos tudományos ismereteket, különös tekintettel azok agronómiai és ökológiai jelentőségére. A kutatás célkitűzése, hogy az eddigi szakirodalom és kutatási eredmények alapján megvizsgálja ezen növények termesztési gyakorlatának optimális körülményeit, és rávilágítson azokra a tényezőkre, amelyek a legnagyobb mértékben befolyásolják hozamukat és tápanyagtartalmukat. Az irodalmi áttekintés célja, hogy bemutassa a pillangós szálas növények gazdasági, ökológiai és agronómiai szempontból betöltött szerepét. Elsőként az eddigi kutatásokat ismertetem, majd a pillangós szálasok taxonómiai besorolását mutatom be, melyek közül több növényfaj, például a lucerna, a vörös here és a fehér here jelentős vetésterületet foglal el világszerte. A pillangós szálas növények világszerte széles körben elterjedtek, és a mezőgazdaság számos ágazatában jelen vannak. A dolgozat kitér ezen növények elterjedésére és jelentőségére mind globális, mind hazai szinten, és ismerteti azokat az előnyöket, amelyeket ezek a növények nyújtanak a talaj és az állatállomány számára. A növények morfológiai jellemzőit részletesen elemzem, különös figyelmet fordítva jellegzetes virágzatukra és leveleikre, amelyek megkülönböztetik őket más növényektől. Az éghajlat- és talajigények részletes tárgyalása során a dolgozat kitér arra, hogyan alkalmazkodnak ezek a növények a különböző környezeti feltételekhez, és bemutatja azokat a termesztési feltételeket, amelyek optimalizálhatják a növények növekedését és hozamát. Ezen kívül a pillangós növények különleges tulajdonságát, a szimbiotikus nitrogénkötést is ismertetjük, amely jelentősen hozzájárul a talaj termékenységének növeléséhez. Az irodalmi áttekintés további fejezetei tárgyalják a vetésváltás fontosságát, valamint a megfelelő talajelőkészítést, amely magában foglalja a talaj mélyszántását és a vízelvezetés biztosítását. A tápanyagellátás részletes elemzése során kitérek a nitrogén, foszfor és kálium arányára, amelyek nélkülözhetetlenek a pillangós szálas növények egészséges növekedéséhez. A vetés, növényápolás és gyomirtás fejezetek bemutatják a termesztési ciklus fontos elemeit, míg a kaszálás, szárítás és tartósítás módjai a pillangós növények használatok számára való felhasználásának részleteit tárgyalják. A növényvédelmi kérdések külön kitérnek azokra a betegségekre és kártevőkre, amelyek károsíthatják a növényállományt, valamint bemutatják az elérhető védekezési

stratégiákat. Az anyag és módszer fejezet célja, hogy részletezze azokat az adatgyűjtési és elemzési módszereket, amelyekkel a kutatás során dolgoztam. A kutatás célja a pillangós szálaskeszevények optimális termesztési körülményeinek feltárása, különös tekintettel a vetési sűrűség és a tápanyagellátás hatásaira. Az eddigi kutatások eredményeire alapozva bemutatom, hogyan gyűjtöttem az adatokat, és milyen típusú információkat használtam fel. A kísérleti adatok részben ismertetem az adatgyűjtés folyamatát, valamint az adatok földrajzi és időbeli lefedettségét, amely fontos a következtetések levonásához. Az alkalmazott módszertan tárgyalása során kitérek az adatok rendszerezésére és azok statisztikai elemzésére, amely lehetővé tette az összefüggések feltárását a különböző vetési sűrűségek, tápanyagellátási szintek és hozamok között. A vizualizáció segítségével grafikonokat és ábrákat készítettem az eredmények szemléltetésére. Az eredmények bemutatása során részletesen elemzem a kutatás során kapott adatokat, és azok alapján értékelem a különböző vetési és tápanyagellátási gyakorlatok hatékonyságát. A statisztikai elemzések eredményeit grafikonokon és ábrákon keresztül mutatom be, hogy szemléltessem a pillangós szálaskeszevények tápanyagellátásának és vetési sűrűségének hatásait. Az eredmények értelmezése során kitérek a helyi klimatikus és talajviszonyokra is, amelyek alapvetően befolyásolják a hozamot. A vizsgálatok arra is rávilágítanak, hogy a növények közötti verseny csökkentése érdekében érdemes közepes vetési sűrűséget alkalmazni, amely a legjobb egyensúlyt biztosítja a hozam és a tápanyagellátás között. Az eredmények alapján javaslatokat fogalmaztam meg a fenntarthatóbb termesztési gyakorlatokra, különösen arra vonatkozóan, hogy a gazdálkodók hogyan optimalizálhatják a vetési sűrűséget és a tápanyagellátást a maximális hozam érdekében, minimalizálva a környezeti hatásokat.

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretném kifejezni köszönetemet mindazoknak, akik a szakdolgozatom megírása során támogattak és segítettek. Elsősorban Dr. Tarnawa Ákos témavezetőmnek szeretnék köszönetet mondani a szakmai iránymutatásért és tanácsaiért, amelyek nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy ezt a munkát elkészíthettem. Külön szeretném megköszönni szüleimnek a támogatásukat és kitartásukat, amelyet tanulmányaim során mindig érezhettem. Mind a tanulmányi célok elérésében, mind az élet számos területén folyamatosan bátorítottak, és mindig biztos háttérrel nyújtottak számomra. Köszönettel tartozom a barátaimnak is, akik az egyetemi évek alatt mindig mellettem álltak. Közösén éltük át ennek az időszaknak minden örömét és nehézségét, és együtt küzdöttünk meg a szakdolgozattal járó feladatokkal is. Hálás vagyok a támogatásukért és a jókedvéért, amit együtt megélhettünk. Mindez segített abban, hogy még a legnehezebb időszakokban is felfele húzzuk egymást, és kitartsunk céljaink mellett. Végül, de nem utolsósorban szeretnék köszönetet mondani minden oktatómnak és azoknak a szakembereknek, akiktől a tanulmányaim során tanulhattam. Az ő elhivatottságuk és munkájuk nagyban hozzájárult ahhoz, hogy most itt tartok, és remélem, hogy a jövőben is tudom majd hasznosítani az itt megszerzett tudást és tapasztalatokat.

7. Irodalomjegyzék

- Agroforum. (n.d.). "Szakcikkék." Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkék>.
- Balogh, J. (1985). *A magyar mezőgazdaság története*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Birkás, M. (2015). *Talajművelés és fenntartható mezőgazdaság*. Mezőgazdasági Szaktudományi Közlemények.
- Carlsson, G., & Huss-Danell, K. (2003). "Nitrogen Fixation in Perennial Forage Legumes in the Field." *Plant and Soil*, 253(2), 353-372.
- Csathó, F. (2012). *A lucerna nitrogénmegkötő képessége és hatása a talajra*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Csathó, P., & Radimszky, L. (2009). "A foszfor- és káliumellátás növénytermesztési jelentősége." *Acta Agraria Debreceniensis*, 35(2), 19-26.
- European Legume Hub. (2024). "Benefits of Leguminous Plants in Sustainable Agriculture." Hozzáférés: November 2024.
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Press.
- Gosme, M., Suffert, F., & Jeuffroy, M. H. (2010). "Rotation Management Strategies to Reduce Disease Incidence in Organic Farming." *Agronomy for Sustainable Development*, 30(3), 601-612.
- Hungarofarm. (n.d.). "Vörös here." Hozzáférés: <https://www.hungarofarm.hu/voroshere>.
- Kertész, J. (2005). *A növényvédelem alapjai*. Mezőgazda Kiadó.
- Kismányoky, T. (2010). *A növényi sorrend szerepe a vetésforgóban*. Mezőgazdasági Szaktudományi Közlemények.
- Kovács, B. (2010). *Az öntözés hatása a lucerna termés hozamára*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Kovács, K. (2015). "A lucerna betakarításának és tárolásának hatásai a takarmányminőségre." *Agrártudományi Közlemények*.
- Kovács, L., & Tóth, J. (2014). "A pillangósok hatása a talaj szén-dioxid-kibocsátására." *Talajtani Közlemények*.

- Lajtamag. (n.d.). "A pillangós növény termesztésének előnyei." Forrás: <https://lajtamag.hu/tudastar/pillangos-noveny-termesztese>.
- Liebman, M., & Dyck, E. (1993). "Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management." *Ecological Applications*, 3(1), 92-122.
- Magvas. (n.d.). "Évelő pillangósok – Szakmai információk." Forrás: <https://magvas.hu/index.php/tavaszi-vetomagok/pillangosok/evelo-pillangosok/evelo-pillangosok-szakmai-informaciok/>.
- Maróti, G., Kiss, E., & Kondorosi, É. (2015). "Nitrogénkötő pillangósok és a talaj mikrobái." *Talaj és Környezet*, 3(1), 12-21.
- Mezőhír. (2023, április 25). "A lucerna tápanyag-utánpótlása és gyökérzetének szerepe a mezőgazdaságban." Forrás: <https://mezohir.hu/2023/04/25/agrar-lucerna-tapanyag-utanpotlas-magagy-gyokerrendszer-mezogazdasag/>.
- Molnár, J. (2018). "A lucerna és más pillangósok szárításának új lehetőségei." *Növényvédelem*.
- Nagy, J. (2010). *A lucerna termesztéstechnológiája Magyarországon*. Mezőgazda Kiadó.
- Palm, C. A., Myers, R. J. K., & Nandwa, S. M. (1997). "Combined Use of Organic and Inorganic Nutrient Sources for Soil Fertility Maintenance and Replenishment." *Soil Science Society of America Journal*, 61(2).
- Pintér, Z. (2016). *A lucerna betakarításának optimális időzítése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Szabó, K., et al. (2021). "Magyarország takarmánynövényei és jelentőségük a fenntartható mezőgazdaságban." *Agrártudományi Közlemények*.
- Szöllősi, G. (2018). "A lucerna talajtermékenységre gyakorolt hatásai." *Talajtan*.
- Tóth, J. (2019). "A pillangós növények szerepe a talajtermékenység fenntartásában és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokban." *Agronómiai Szemle*.
- Varga, T. (2024). *Pillangós fajtaleírások*. Forrás: https://varganetunde.com/dok/pillangos_fajtaleirasok.pdf.

8. Ábra és Táblázatjegyzék

1. táblázat: lucerna, vörös here és fehér here tápanyagigénye kilogrammban, 1 tonna szénára vetítve (kg/t) (saját ábra)

2. táblázat: Takarmánylucerna tavaszi, nyári telepítése (saját ábra)

3. táblázat: lucerna, a vörös here és a fehér here termelésének évre bontott adatai, beleértve a csapadékot, az átlaghőmérsékletet, a vetési sűrűséget, a hozamot, a fehérje- és rosttartalmat (saját ábra)

4. táblázat: vetési sűrűségek hatása a hozamra, tápanyag összetételre

5. táblázat: különböző vetési sűrűségek hatása a tápanyagösszetételre átlagosan vörös, fehér herére vonatkoztatva (saját ábra)

1. ábra: a lucerna, vöröshere, fehérhere termésátlagai az elmúlt 20 évben (saját ábra)

2. ábra: lucerna növény

3. ábra: vöröshere növény

4. ábra: fehér here növény

5. ábra: különböző tárolási módszerek tápanyagmegőrzése

6. ábra: Hozam változása a vetési sűrűség függvényében (saját ábra)

7. ábra: Tápanyagtartalom változása a vetési sűrűség függvényében

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Tóth Szabolcs Máté
A Hallgató Neptun kódja: ZFG 896
A dolgozat címe: Pillangós szálak természetstechnológiája
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11 hó 03 nap

Bu
Hallgató aláírása



¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

TÓTH SZABOLCS RÁKÓ (név) (hallgató Neptun azonosítója: ZFG 896)
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 nem³

Kelt: 2024 év november hó 6. nap

Tóth Szabolcs Rákó
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.



