

SZAKDOLGOZAT

Szabó Bálint
Hallgató neve

Gödöllő
2025



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

intézete/tanszéke: Agronómiai tanszék

Készítette:

Szabó Bálint

Gödöllő

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
1.1 Célkitűzés.....	6
2. Irodalmi áttekintés	8
2.1 Eddigi kutatások	8
2.2 A pillangós szálások taxonómiai besorolása.....	10
2.3 Pillangós szálások elterjedése	12
2.3.1 Pillangós szálások jelentősége és globális elterjedése	12
2.3.2 A pillangós szálások elterjedése és jelentősége hazánkban.....	13
2.4 Éghajlatigényük	14
2.5 Talajigényük.....	16
2.6 A termesztéstechnológia alapjai	17
2.6.1 Talaj-előkészítés	17
2.6.2 Vetés és fejlődés.....	19
2.6.3 Tápanyagellátás.....	21
2.6.4 Vetésforgó	22
2.6.5 Pillangós szálások kártevői, korokozói	23
2.6.6 Elterülő, legelő és felfelé növvő típusok	24
2.6.7 Alkalmazásuk és termesztési jellemzőik.....	24
2.7 Szárítás, tartósítás és tárolás.....	25
2.8 Agrártámogatás.....	27
2.9 Vetéssűrűség fontosságának vizsgálata.....	28
3. Anyag és módszertan	28
3.1 A kutatás célja	28
3.2 Kísérlethez kapcsolódó korábbi kutatások.....	28
3.3. Adatok és források.....	30
3.3.1. Adatgyűjtés.....	30
3.3.2. Az adatok típusa, időbeli és földrajzi lefedettsége.....	31
3.4. Módszertan	32
3.4.1. Az adatok rendszerezése	32
3.4.2. Statisztikai elemzés.....	33
3.4.3. Vizualis illusztráció.....	34
3.5. Eredmények bemutatása és grafikonok elemzése	36
3.6. Eredmények összegzése	37
4. Következtetés	38
5. Összefoglalás	39
6. Köszönetnyilvánítás.....	41

7. Források	42
8. Ábra és táblázatjegyzék.....	48
9. Nyilatkozatok.....	49

1. Bevezetés

A pillangós szálas növények a hüvelyesek *Fabaceae* vagy *Leguminosae* családjába tartoznak, és kiemelkedő szerepet töltenek be mind a mezőgazdaságban, mind a biodiverzitás fenttartásában. Ez a növény család az egyik legelterjedtebb a világon, és rengeteg haszonnövény tartozik ide, többek közt azok is, amelyeket takarmányként vagy talajjavítóként alkalmazunk. Magyarországon és világszerte is előszeretettel termesztik őket, főként magas fehérjetartalmuk miatt. Különösen fontos takarmánynövény az állattartásban, a szarvasmarhák, juhok, kecskék és más kérődző állatok számára a lucerna és a különféle herefélék kiváló fehérjeforrást biztosítanak. De a pillangós növények nemcsak takarmányként értékes növények, hanem mezőgazdasági szempontból is fontos szerepet játszanak, mivel szimbiózisban élnek a talaj nitrogénkötő baktériumaival. Ezek a baktériumok képesek megkötni a légköri nitrogént, és azt a növények számára felvehető formába alakítani. Ez természetes módon javítja a talaj tápanyagtartalmát, nemcsak a pillangós növények számára, hanem a következő években vetett más kultúrák esetében is. Ezáltal csökkenthető a műtrágyahasználat, ami környezetkímélőbb, fenntarthatóbb gazdálkodást tesz lehetővé. Jellegzetességeik alapján könnyen felismerhetők. Összetett leveleik és pillangós virágaik vannak, amelyek gyakran lila, rózsaszín vagy fehér színűek. Termésük hüvelyes, amely több magot rejt ezek szintén fehérjében gazdagok, így ez csak tovább növeli a takarmányértékét. A pillangós szálasokat rendszeresen kasálják, majd szénaként vagy silózva tartósítják, így az állatok számára egész évben rendszeresen biztosítja a megfelelő tápanyag utánpótlás. Emellett ökológiai előnyei is kiemelkedőek mély, dús gyökérzetük révén csökkentik a talajeróziót és javítják a talaj szerkezetét ezáltal javul a talaj vízmegtartó képessége is és életteret nyújtanak számos beporzó rovarnak. Magyarországon a lucerna a legelterjedtebb pillangós növény, mintegy 200 ezer hektáron termesztik. A vöröshere kisebb területen körülbelül 2800 hektáron található meg, a borsó vetésterülete pedig 20-25 ezer hektár körül mozog. De szerepe így is jelentős, főleg a kisebb gazdaságokban vagy ökológiai gazdálkodásban. Ahhoz, hogy ezek a növények valóban kifejtsék kedvező hatásait, megfelelő termesztéstechnológiára van szükség. A lucerna és a herefélék termesztéséhez alapos talajelőkészítés például mélylazítás a jó vízelvezetés érdekében szükséges. A vetés ideje leginkább tavasszal vagy kora ősszel ideális, és általában 10–15 kg/ha vetőmagmennyiséggel végzik. Nitrogénutánpótlást általában nem igényelnek a nitrogénmegkötő képességük miatt, viszont a foszfor és kálium pótlása, valamint szükség esetén a talajmeszezés fontos a megfelelő fejlődéshez. A

betakarítás ideje a virágzás kezdetén a legkedvezőbb, ekkor a legjobb a takarmány minősége. Egy évben általában 2–4 alkalommal kaszálhatók. A termést ezután szárítással vagy silózással tartósítják, így a téli időszakban is etethető a haszonállatokkal.

1.1 Célkitűzés

A szakdolgozatom alapvető célja, hogy átfogó és részletes képet nyújtsak a magyarországi mezőgazdaságban kiemelt jelentőséggel bíró pillangós szálás növényekről, mint például a lucerna, a vöröshere és a borsó termesztéstechnológiájáról, a meglévő szakirodalmak, valamint hazai és nemzetközi kutatási eredmények feldolgozásával. A pillangós szálások nem csupán fontos takarmánynövények, hanem talajjavító szerepük és biológiai nitrogénmegkötő képességük miatt kulcsfontosságú szerepet játszanak be a fenntartható növénytermesztés rendszerében. Az utóbbi különösen jelentős napjainkban, amikor egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezeti fenntarthatóság és a műtrágya felhasználás leredukálása. A dolgozatomban kitérek a talajelőkészítés folyamataira, melyek alapjaiban határozzák meg a pillangós növények fejlődését és végső terméshozamát. Ebben a részben ismertetem a talajlazítás fontosságát, a szervesanyag pótlás lehetőségeit, valamint a tápanyagok különösen a foszfor és a kálium megfelelő szintjének biztosítását. A különféle tudományos vizsgálatok eredményei alapján egyértelmű, hogy a talaj pH-értéke, valamint ásványianyag összetétele döntő jelentőségű abban, hogy a pillangós növények mennyire hatékonyan képesek hasznosítani a talajban lévő tápanyagokat. A vetés időpontjának helyes kiválasztása, illetve annak szakszerű kivitelezése szintén nagy jelentőséggel bír a termesztés sikeressége érdekében. Az optimális vetési időpont elősegíti a gyors és egyenletes kelést, aminek következtében a növények erőteljesebben fejlődnek, jobban ellenállnak a gyomosodásnak és egyéb környezeti stresszhatásoknak, valamint a betakarításkor magasabb és jobb minőségű termést hoznak. A dolgozatomban részletesen megvizsgálom a vetéssűrűség fontosságát és hatását a növény terméshozamára és beltartalmi értékeire. Ezek az adatok és ajánlások segítik a mezőgazdaságterületek fenntarthatóbb és hatékonyabb kihasználását. A növényvédelem területén különös figyelmet fordítok a kártevők és kórokozók elleni védekezési lehetőségekre. Részletesen elemzem a különböző védekezési módszereket, így a vegyszeres kezeléseket, a biológiai védekezés formáit, valamint az integrált növényvédelmi rendszerek szerepét is. Az utóbbi

védekezési lehetőség egyre fontosabbá válik a korszerű növénytermesztésben, mivel egyszerre biztosítja a hatékony növényvédelmet, miközben csökkenti a környezetre gyakorolt terhelést, valamint hozzájárul a biodiverzitás fenntartásához. A vegyszerhasználat csökkentése nem csupán környezetvédelmi szempontból előnyös, hanem gazdasági szempontból is kedvező a gazdálkodók számára. A dolgozatban szót ejtek a tápanyag utánpótlás és az öntözés kérdésköréről is. Ezek a tényezők meghatározó szerepet játszanak a növény fejlődésének ütemében, illetve, hogy mekkora hozamra számíthatunk a vegetációs időszak végén. A helyesen megválasztott és időzített tápanyag kijuttatás különösen a foszfor és káliumtartalmú trágyák esetében javítja a növények tápanyagfelvételét és fokozza azok stressztűrését. Az öntözés során bemutatom a különböző módszerek például a csepegtető öntözés vagy a felszíni esőztetés alkalmazási lehetőségeit és azok hatását a növények vízhasznosítására. A vízellátottságnak fontos szerepe van a növény életének első szakaszában, de a szárképződésre, valamint a zöldtömeg mennyiségére és beltartalmi értékeire is jelentős hatással van. Különös hangsúlyt fektetek a betakarítás időzítésére és módszereire, mivel ezek döntő fontosságúak a végső terméshozamhozam, valamint a takarmány minőségének megőrzése szempontjából. Részletesen bemutatom az optimális betakarítási időpont meghatározásának szempontjait, különösen figyelembe véve a növények fenológiai állapotát, a nyersfehérjetartalmát és az emészthetőségét. A szakszerű betakarítás, valamint a megfelelő tartósítási módszerek, például a széna készítés, illetve a silózás elengedhetetlenek ahhoz, hogy a takarmány hosszú távon is megőrizze beltartalmi értékeit és tápláló hatását. A dolgozat végén olyan külső és belső tényezőket is vizsgállok, amelyek hatással lehetnek a pillangós szálás növények terméshozamára és minőségére. Ilyen tényezők például az időjárási viszonyok csapadékeloszlás, hőmérséklet, napsütéses órák száma, valamint a talajtani adottságok, mint a talaj szerkezete, vízgazdálkodási képessége és mikrobiológiai állapota. Emellett foglalkozom a termesztéstechnológiai tényezőkkel, például a vetésváltás, a gyomszabályozás, valamint a gépesítés szintjének hatásaival is, hiszen ezek összessége határozza meg a gazdaságos és fenntartható termesztés lehetőségeit. A szakdolgozatom célja tehát egy olyan átfogó, ugyanakkor gyakorlati szemléletű elemzés elkészítése, amely nem csupán elméleti keretek között vizsgálja a pillangós szálás növények termesztésének folyamatait, hanem közvetlen gyakorlati tanácsokat és praktikákat is nyújt. Különösen fontosnak tartom, hogy a dolgozat során bemutatott ismeretek a mezőgazdasági termelők, szakemberek és egyetemi

hallgatók számára egyaránt hasznosíthatók legyenek. A legfrissebb tudományos eredmények és a gyakorlati tapasztalatok összekapcsolásával arra törekszem, hogy hozzájáruljak a pillangós növények szélesebb körű hazai elterjesztéséhez, valamint a környezettudatos, fenntartható élelmiszertermelés előre mozdításához.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Eddigi kutatások

Az elmúlt évtizedek során a pillangós virágú szálas növények termesztéstechnológiájával kapcsolatban végzett kutatások számos lényeges és értékes eredményt hoztak, amelyek feltárták a terméshozam alakulásának dinamikáját, valamint részletesen elemezték azokat a környezeti, agronómiai és biológiai tényezőket, amelyek jelentős hatást gyakorolnak a terméshozamok mennyiségi és minőségi jellemzőire.

A lucerna és a takarmányborsó termesztése egyaránt meghatározó szerepet játszik a talaj minőségének megőrzésében és a fenntartható gazdálkodásban. A lucerna megfelelő fejlődéséhez leginkább a csernozjom, a réti és a barna erdőtalaj felel meg, mivel ezek megfelelő tápanyagtartalommal, vízháztartással és rendelkeznek és megfelelő talajelőkészítéssel jól is szellőznek. Bár gyengébb talajokon, például homokos, öntés vagy szikes területeken is termesztethető, de a hozam általában alacsonyabb az optimálisnál. A mészellátottság és a 6,5–7,8 közötti pH-érték is különösen fontos, mivel a savanyú talajok a lucerna fejlődését nehezítik (Késmárki István, 2007). Ezzel szemben a takarmányborsó, jól bírja a hideget, de érzékenyebb a tavaszi szárazságra. A növény leginkább mély, tápanyagban gazdag és jól szellőző talajokon fejlődik, kiemelt a szerepe a vetésforgóban, mivel elősegíti a talaj nitrogénháztartásának fenntartását, különösen, ha két kalászos közé van vetve (Treitz Mónika és Treitz János, 2016).

A lucerna nitrogénmegkötő képessége jelentős. A növény évente akár 200–300 kilogramm nitrogént is képes megkötni hektáronként, ami nagymértékben csökkenti a műtrágya használat szükségességét, ezáltal elősegíti a környezetbarát gazdálkodást. A foszfor és a kálium pótlása ugyanakkor elengedhetetlen, mivel ezek hiánya csökkentheti a nitrogénmegkötést és rontja a hozamot (Csathó, 2012). (Rui Liu, 2025) kísérleteik szerint a *Sinorhizobium meliloti* és a *Priestia aryabhattai* baktériumok együttes alkalmazása javítja

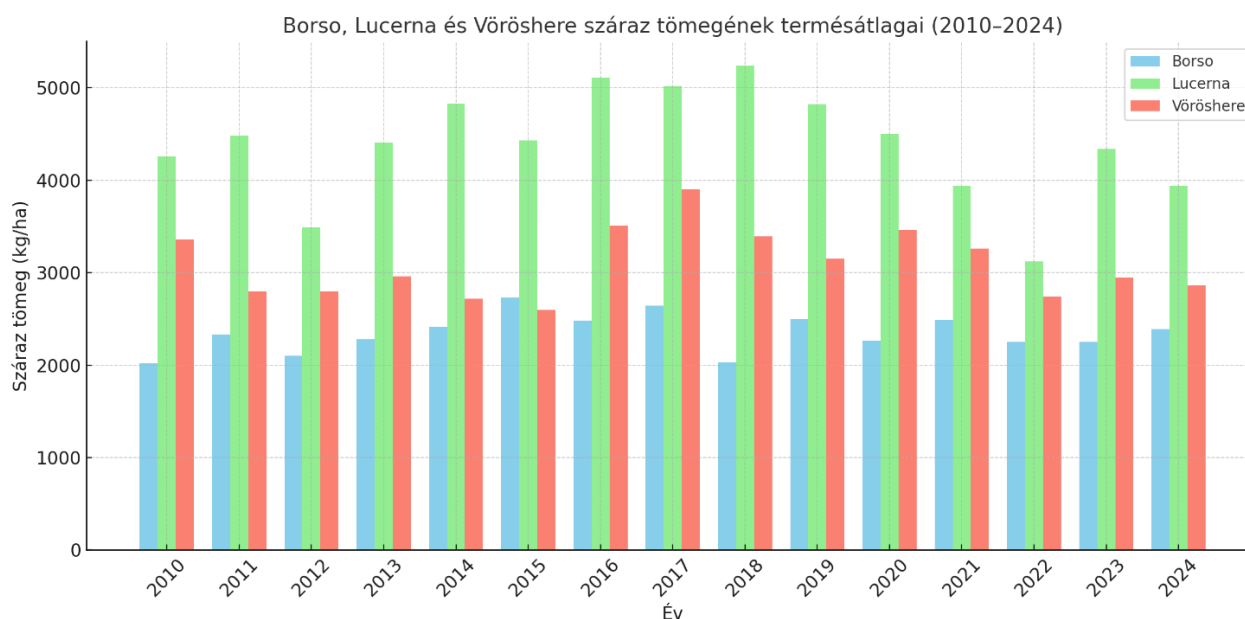
a lucerna növekedését, a gümőképződést, továbbá növeli a növény fehérje és klorofilltartalmát. Az ilyen mikrobiális oltások tehát hatékonyan válthatják ki a kémiai nitrogénműtrágyák használatát, miközben elősegítik a talaj biodiverzitásának fenntartását.

A lucerna talajra gyakorolt utóhatását egy Kompolton végzett hosszú távú kísérlet során vizsgálták, ahol kukorica és őszi búza vetésforgóban figyelték a növény hatását. A kutatás eredményei szerint a lucerna után a talaj nitrogén tartalma megnövekedett, és ez akár háromméteres mélységig is megfigyelhető volt. A nitrogén felhalmozódás mértékét befolyásolta a trágyázás módja, ugyanakkor a lucerna előveteményként az őszi búza hozamát még a kezeletlen parcellákon is nagy mértékben növelte. Ez jól mutatja, hogy a lucerna hosszabb távon is képes javítani a talaj tápanyagtartalmát és szerkezetét (T. Szalai, Birkás M. 2000).

A gyomirtás a lucerna és a takarmányborsó esetében is kulcsfontosságú a sikeres termesztéshez. Az új telepítésű pillangósok a fejlődésük korai szakaszában különösen érzékenyek a gyomosodásra, mivel a gyomok gyorsabban fejlődnek és ilyenkor képesek elnyomni a fiatal növényeket. A megelőzés legfontosabb lépése a gondosan elvégzett talaj előkészítés, a megfelelő vetésidő betartása és a tiszta vetőmag használata. A gyomirtás akkor a leghatékonyabb, amikor a gyomok 1–3 leveles állapotban vannak, az évelők pedig 10–20 centiméteres magasságot érnek el. A takarmányborsónál a kelés előtti gyomirtás igen ajánlott, valamint különösen fontos az egyenletes és aprómorzsás magágy, ami elősegíti a gyors és egyenletes kelést (Dr. Karamán József, 2013).

A két növény közös jellemzője, hogy jelentős szerepet játszanak a vetésforgóban és a talaj regenerálásában. A lucerna többéves, mélyen gyökerező növény, amely hosszú távon javítja a talaj szerkezetét, levegőzöttségét és szervesanyag tartalmát. A takarmányborsó ezzel szemben egyéves kultúra, amely rövidebb távon, két kalászos között segíti a tápanyag utánpótlást és a talaj megújulását. Mindkét növény esetében alapvető a foszfor és káliumellátás, hiszen ezek hiánya rontja a nitrogénmegkötés folyamamtát és a termés hozamot. A lucerna különösen érzékeny a talaj kémhatására, míg a takarmányborsó inkább a vízhiányra érzékenyebb.

1. ábra: a lucerna, vöröshere és a borsó termésátlagának alakulása az elmúlt 14 évben (saját ábra)



A pillangós szás takarmánynövények a zárvatermők (*Magnoliophyta*) törzsén belül a hüvelyesek rendjébe (*Fabales*), azon belül a pillangósvirágúak családjába (*Fabaceae* vagy *Leguminosae*) tartoznak. Ez a világ harmadik legnagyobb növénycsaládja, több mint 19 000 fajjal (Legume Data Portal, 2023). A *Fabaceae* családot három alcsaládra osztják: *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae* és *Papilionoideae* (*Faboideae*). A szás takarmánnyként használt pillangós növények többsége a *Papilionoideae* alcsaládba sorolható, amelynek tagjai jellemzően *zygomorf* (kétoldalian szimmetrikus) virágszerkezetet és hüvelytermést növesztenek (World Flora Online, 2022). A szás takarmány növények kategóriája nem rendszertani, hanem gazdasági, agronómiai alapú csoportosítás. Ide azok a fajok tartoznak, amelyeket az állattenyésztésben zöldtakarmánnyként, szénaként vagy szenázsként lehet hasznosítani. A hazai takarmánytermesztésben is e növénycsoport meghatározó fajai közé tartozik a lucerna (*Medicago sativa* L.), a vöröshere (*Trifolium pratense* L.), a fehérhere (*Trifolium repens* L.), valamint a különféle bükkönyfajok (*Vicia* spp.) (Magyar Mezőgazdaság, 2025). Ezek a fajok közös agronómiai jellemzője, hogy a gyökérgümőkben élő szimbióta *Rhizobium*-fajok biológiai nitrogénmegkötés végeznek, amely jelentős szerepet játszik a talaj nitrogénegyensúlyának fenntartásában. A lucerna például kedvező körülmények között, akár 200 kg/ha

nitrogént is képes megkötni a talajban, ezáltal kiváló előveteményként szolgál több kalászos és kapás kultúra számára (Kompolti kísérlet, 2022). E tulajdonság különösen előnyös a környezetkímélő és ökológiai gazdálkodásokban, ahol a laboratóriumi nitrogénműtrágya felhasználás korlátozott vagy tiltott. A taxonómiai ismeretek nem csupán a rendszerezés szempontjából bírnak jelentőséggel, hanem a növénynemesítés, a fajtaválasztás, valamint a fajtakomponensekből álló keverékek összeállítása során is elengedhetetlenek. A közeli rendszertani kapcsolat ugyanis segíti az adaptív tulajdonságok örökítését, valamint hozzájárul a betegségekkel és károsítókkal szembeni tolerancia fejlesztéséhez. Összegzésként elmondható, hogy a pillangós szálas takarmánynövények rendszertani besorolása világosan meghatározható, és biológiai sajátosságaik, különösen a nitrogénmegkötő képességük révén kiemelkedő szerepet töltenek be a fenntartható mezőgazdasági rendszerekben, különösen az alacsony inputú és vetésforgón alapuló termesztéstechnológiákban. A pillangós szálas takarmánynövények termesztése az utóbbi években a klímaváltozás és a fenntarthatósági szempontok előtérbe kerülésével újra kiemelt figyelmet kapott. Mivel ezek a növények nem csupán takarmányozási céllal termesztethetők, hanem agronómiai szerepük is meghatározó, egyre gyakrabban alkalmazzák őket a vetésforgók diverzifikálására, a talajszerkezet javítására és a talajbiológiai aktivitás fokozására. A gyökérzetük mélyre hatoló, intenzív fejlődése elősegíti a talaj mélyebb rétegeinek feltárását, ezáltal javítják a vízháztartást, csökkentik az eróziós kockázatokat, és hozzájárulnak a szervesanyag-tartalom megőrzéséhez is. Taxonómiai szempontból kiemelendő, hogy a *Fabaceae* család genetikai diverzitása lehetőséget biztosít a fajokon belüli és fajok közötti nemesítési programok kialakítására, amely elősegíti a klímaadaptív fajták fejlesztését. E fajok természetes szimbiózisra való képessége különösen a *Rhizobium* és *Bradyrhizobium* nemzetségek törzseivel a biológiai nitrogénkötés hatékonyságában jelentős eltéréseket mutathat, ezért a fajok és fajták taxonómiai és mikrobiológiai ismerete alapvető fontosságú a termesztéstechnológia optimalizálásához. Mindezek alapján elmondható, hogy a pillangós szálas takarmánynövények rendszertani besorolása nemcsak botanikai érdeklődésre tart számot, hanem a korszerű, környezetkímélő mezőgazdaság egyik tudományos megalapozását is szolgálja.

2.3 Pillangós szálások elterjedése

2.3.1 Pillangós szálások jelentősége és globális elterjedése

A pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családja a növényvilág egyik legnagyobb és gazdaságilag legfontosabb taxonja, amely mintegy 19 000 fajból és több mint 700 nemzetségből áll. Ezen belül mintegy 1 500 faj rendelkezik agronómiai potenciállal takarmány vagy zöldtrágyanövényként, azonban globális gazdasági jelentőséggel mindössze 60–65 faj bír. A *Fabaceae* tagjai kiemelkedő szerepet töltenek be a fenntartható növénytermesztésben, mivel szimbiotikus kapcsolatot alakítanak ki *Rhizobium* baktériumokkal, amelyek a légköri nitrogént redukált formában kötik meg, ezzel javítják a talaj nitrogénellátottságát és csökkentik a műtrágyafelhasználás szükségességét. A lucerna (*Medicago sativa* L.) a világ legerősebb szálások pillangós takarmánynövénye, amelyet több mint 30 millió hektáron termesztenek világszerte (Putnam et al., 2025). A faj rendkívül sokoldalúan hasznosítható: széna, szenázs, zöldtakarmány és zöldtrágya formájában egyaránt alkalmazzák. Élő növekedési formája, mélyre hatoló gyökérzete és kiváló aszálytűrő képessége révén jól adaptálható különféle ökológiai feltételekhez (C. Zhang et al., 2018). A lucerna termesztése legnagyobb mértékben Észak-Amerikában, Európában, Közép-Ázsiában és Ausztráliában van, de termesztési területe nagy ütemben bővül Kínában és Dél-Amerikában is (Julier & Huyghe, 2010). A vöröshere (*Trifolium pratense* L.) és a fehérhere (*Trifolium repens* L.) a mérsékelt övi régiók legfontosabb pillangós szálások komponensei. A vöröshere elsősorban a hűvösebb és nedvesebb éghajlatú területeken teljesít jól, míg a fehérhere kiváló legelőtűrő képességének köszönhetően hosszú távon is fennmarad a kevert gyepekben. Mindkét faj jelentős szerepet játszik a takarmányfehérje ellátásban, valamint a legelők biológiai nitrogénpótlásában (Frame et al., 1998; Jørgensen 2022). Európa, Új-Zéland és Észak-Amerika gyeprendszereiben e fajok kombinációi képezik a produktív és fenntartható legelők alapját. A trópusi és szubtrópusi régiókban a *Fabaceae* család más nemzetségei váltak meghatározóvá. A *Stylosanthes* nemzetség, különösen a *Stylosanthes guianensis*, széles körben elterjedt Dél-Amerikában, Afrikában és Ausztráliában, köszönhetően szárazságtűrőképességének, savanyú talajokhoz való alkalmazkodóképességének és magas biomasszatermelő potenciáljának (Cook et al., 2020). A Lablab purpureus – trópusi származású, de széles körben elterjedt fontos fehérjeforrás mind takarmányozási, mind élelmezési célokra Afrikában és Dél-Ázsiában legfőképp (Maass et al., 2010). A pillangós növények elterjedésének mértékét azonban több tényező is korlátozza. Számos régióban

hiányos a vetőmag ellátottság, illetve kevés a helyi agroökológiai feltételekhez megfelelő fajta (García et al., 2019). Emellett a talajsavasság, a sótartalom, a vízhiány és a túllegeltetés gyakran gátolják a pillangós állományok hosszú távú fennmaradását. E korlátok ellenére az elmúlt évtizedekben fokozódott a klímadaptált, stressztoleráns genotípusok nemesítésére irányuló kutatási tevékenység, amelyet többek között az ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) is támogat (ICARDA, 2023). Globális szinten a pillangós szálas növények elterjedése ökológiai zónák szerint differenciált: a mérsékelt övben a lucerna és a herefélék dominálnak, míg a trópusi és szubtrópusi térségekben a *Stylosanthes* és a *Lablab* fajok alkotják a legfontosabb komponenseket. A jövőben a sikeres termesztés kulcsa a helyi adaptáció, a genetikai diverzitás megőrzése, valamint a fenntartható gazdálkodási rendszerekbe való integráció lesz, hiszen a pillangós növények a talajmegőrzés, a takarmánybiztonság és a klímaváltozás elleni védekezés alapvető elemei (ICARDA, 2023).

2.3.2 A pillangós szálasok elterjedése és jelentősége hazánkban

A pillangósvirágú (*Fabaceae*) szálas takarmánynövények kiemelt jelentőséggel bírnak a hazai takarmánytermelésben, a talajtermékenység megőrzésében és a fenntartható növénytermesztési rendszerek kialakításában. A fajcsoportba tartozó növények, mint a lucerna (*Medicago sativa*), a vöröshere (*Trifolium pratense*), a fehérhere (*Trifolium repens*) és a baltacim (*Onobrychis viciifolia*), szimbiotikus kapcsolatban élnek nitrogénmegkötő baktériumokkal (*Rhizobium spp.*), ezáltal képesek légköri nitrogén megkötésére és a talaj tápanyagtartalmának növelésére (Mersz, 2020). Ez a biológiai folyamat nemcsak a műtrágyafelhasználás csökkentését teszi lehetővé, hanem hozzájárul a talaj mikrobiológiai aktivitásának és szerkezetének javításához is. A pillangós szálas növények magas fehérje, karotin és ásványianyag tartalmuk révén kiváló minőségű takarmányt biztosítanak, különösen a kérődző állatok számára. A lucerna a legelterjedtebb és legnagyobb jelentőségű faj, mivel többéves hasznosíthatósága, jó regenerációs képessége és magas szárazanyaghozama miatt a magyar szántóföldi takarmánybázis egyik alpnövénye (Mezőhír, 2010). A lucerna termesztése ugyanakkor igényes, mély termőrétegű, jó vízgazdálkodású, középköttött talajokon ad stabil hozamot, míg a sekély vagy vízállásos területeken termőképessége csökken (Magvas.hu, 2023).

Magyarország mezőgazdasági területeinek mintegy 8–10%-át takarmánynövények borítják, ezen belül a pillangós szálások aránya ugyan mérsékelt, de ökológiai és agronómiai jelentőségük messze meghaladja vetésterületük nagyságát (KSH, 2023). Legnagyobb arányban az Alföldön és a Dunántúl löszhátain található lucernát és hereféléket termesztő táblák, ahol a csapadékmennyiség és a talajviszonyok optimálisak (USDA FAS, 2023). Az északi és dombvidéki térségekben inkább a fehérhere és a baltacim bizonyult a legmegfelelőbbnek, mivel ezek fajok jobban alkalmazkodnak a gyengébb termőhelyi feltételekhez. A pillangós szálás növények termesztésének gazdasági szerepe mellett környezetvédelmi és agrárökológiai funkciójuk is meghatározó. A vetésforgóban alkalmazva javítják az utónövények termőképességét, csökkentik az eróziós veszélyt és növelik a talaj szervesanyag tartalmát. Zöldtrágyanövényként vagy talajfedő kultúráként a szénmegkötésben és a biológiai sokféleség fenntartásában is fontos szerepet játszanak (ResearchGate, 2021). A hazai termesztés ugyanakkor több tényező miatt korlátozott. Egyrészt a piaci versenyben az intenzív, rövid ciklusú kultúrák (pl. gabonák, kukorica, napraforgó) előnyben részesülnek, másrészt a pillangós szálások termesztése nagyobb szaktudást és hosszabb távú befektetést igényel (Balázs et al., 2021). Emellett a vetőmagellátás és a fajtaspecifikus technológiai ismeretek hiánya is akadályozza szélesebb körű elterjedésüket (Magyar Szója, 2020). Mindazonáltal a klímaváltozás és az ökológiai gazdálkodás térnyerése újra előtérbe helyezi a pillangós szálás növényeket. Nitrogénmegkötő képességük, talajvédő funkciójuk és magas fehérjehozamuk révén nélkülözhetetlen elemei a fenntartható mezőgazdasági rendszereknek. Az agrárkutatás és a szakpolitikai irányok, mint az EU Zöld Megállapodása és a CAP 2023–2027 közötti időszakának környezeti célkitűzései is támogatják ezek termesztésének bővítését, elősegítve a magyar agrárium talajmegújító és fehérjeönellátó képességének növelését (EU CAP Reform, 2023).

2.4 Éghajlatigényük

A pillangós szálás takarmánynövények, mint a lucerna, a herefélék és a borsó a hazai takarmánygazdálkodás meghatározó növénycsoportját képezik. E fajok jelentősége nemcsak takarmányértékükben, hanem agronómiai szerepükben is megmutatkozik, hiszen a gyökérgumóikban élő *Rhizobium* baktériumok révén képesek a légköri nitrogén megkötésére. Ennek köszönhetően hozzájárulnak a talaj nitrogénháztartásának javításához és a vetésforgóban szereplő növények tápanyagellátottságát is növelik. A

pillangós szálás növények döntően a mérsékelt égövi klímát igénylik, így termesztésük Magyarország agroökológiai viszonyai között kedvező feltételekkel valósítható meg, ugyanakkor az egyes fajok hő, víz és talajigénye között számottevő különbségek figyelhetők meg. Általánosságban a pillangós szálás növények mérsékelt hőmérsékletet, kiegyenlített csapadékeloszlást és bőséges fényellátottságot igényelnek. A hőmérséklet különösen a csírázás és a virágzás időszakában meghatározó, mivel a tartósan magas hőmérséklet gátolja a termékenyülést, míg a hosszan tartó fagyok károsítják a növényállományt. A megfelelő vízellátás elengedhetetlen a kiegyensúlyozott növekedéshez, hiszen a száraz periódusok termés kiesést eredményezhetnek. Talajigény tekintetében a mély termőrégű, jó víz és levegőgazdálkodású, humuszban gazdag, enyhén meszes vályogtalajok a legkedvezőbbek. A túl savanyú, levegőtlen vagy pangó vizes talajok nem alkalmasak a pillangós növények termesztésére. A foszfor és káliumellátottság különösen fontos, mivel ezek a tápanyagok a gyökérfejlődésben és a nitrogénmegkötés hatékonyságában kulcsszerepet játszanak (NIVE, 2022). A lucerna (*Medicago sativa L.*) a legnagyobb gazdasági jelentőséggel bíró pillangós szálás növény. Magas fehérjetartalmú, kiváló emészthetőségű takarmányt biztosít, emellett több évig tartó hasznosításra is alkalmas. Meleg és fénykedvelő növény, de a hazai fajták télállósága kiemelkedő, akár $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletet is elviselnek, feltéve, hogy az állomány fejlett és jól felkészült a téli időszakra. A lucerna mérsékelt vízigényű, azonban a túlzott nedvesség, illetve a vízállás kifejezetten káros hatással van rá. Talajigénye viszonylag magas. A legjobb eredményt mélyrétegű, középkötött, semleges vagy enyhén meszes pH-értékű (6,5–7,5) vályogtalajokon adja. Savanyú talajokon csak meszezés után javasolt a termesztése. A lucerna gazdaságos hasznosítási ideje 3–5 év, megfelelő tápanyagellátottság mellett (Apromag, 2023). A vöröshere (*Trifolium pratense L.*) közepes igényű, de kiváló takarmányértékű növény, amely különösen kedvező az északi és csapadékosabb térségekben. Mérsékelt éghajlatot igényel, és már $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on csírázni képes. Télálló, bár a felfagyásra érzékeny, ezért a jól strukturált, vízlevezető képességgel rendelkező talajok előnyösek számára. Vízigénye magasabb, mint a lucernáé. A biztonságos terméshez évi 600–700 mm csapadék szükséges. Aszályos körülmények között termőképessége jelentősen visszaesik, így szárazabb vidékeken öntözés nélkül kevésbé gazdaságos a termesztése. Talajigénye közepes, legjobban humuszban gazdag, jó vízháztartású vályogtalajokon fejlődik. A vöröshere enyhén savas kémhatású talajokon is termesztendő optimális pH 6,0–6,8, és a lucernánál jobban viseli a savanyúbb

környezetet (Primag, 2024). A borsó (*Pisum sativum* L.) szintén a pillangós növények közé tartozik, és a hazai szántóföldi növénytermesztés egyik fontos fehérjeforrása. Klímaigénye mérsékelt: a hűvös, csapadékos tavasz kedvező számára, míg a magas hőmérséklet és a szárazság virágzaskor jelentős termés-csökkenést okozhat. Optimális növekedési hőmérséklete 10–24 °C közé esik. A borsó vízigénye közepes, de a virágzás és hüvelyképződés időszakában érzékenyen reagál a vízhiányra. Talajigénye hasonló a lucernáéhoz. Jó vízáteresztő, levegős, közép-kötött, enyhén meszes talajokon fejlődik legjobban, míg a pangó vizes környezetet nem viseli el. Semlegeshez közeli pH-értékű talajokon produkálja a legnagyobb terméshozamot (Magyarszoja, 2023).

2.5 Talajigényük

Talajigényük fajonként eltérő, de több közös jellemzőjük is van. A megfelelő fejlődéshez jó víz és levegőgazdálkodású, humuszban gazdag, mély termőréttegű talaj szükséges, amely nem szenved pangó víztől vagy tömörödéstől. A talaj kémhatása, tápanyag ellátottsága és szerkezete alapvetően meghatározza a gyökérfejlődést és a gyökérgümők nitrogénmegkötő tevékenységét (NIVE, 2023). A lucerna (*Medicago sativa*) a legnagyobb talajigényű pillangós szálás növények közé tartozik. Erőteljes, mélyre hatoló karógyökérzetének köszönhetően képes a talaj mélyebb rétegeiben lévő víz és tápanyagforrásokat kihasználni, de ehhez mély, jó vízáteresztő képességű, meszes vályog vagy agyagostalaj szükséges. A túl nedves, levegőtlen talajok, illetve a pangó vizes területek kedvezőtlenek a gyökérnövekedés és a gyökérgümők fejlődésében, míg a túl laza, humuszban szegény homoktalajok nem biztosítják a szükséges víz- és tápanyagellátást. A lucerna optimális pH-ja 6,5–7,5, savanyú talajokon meszezés után nagyobb sikerrel termesztethető (Primag, 2022). Nagy tápanyagigénye van, különösen foszforból, káliumból és mikroelemekből, mint a bór és a molibdén, amelyek nélkülözhetetlenek a gyökérgümők fejlődésében és a nitrogénmegkötés hatékonyságában. Mivel a lucerna több évig ugyan azon a területen marad, mélylazítás és gondos talaj-előkészítés szükséges a telepítés előtt, hogy a gyökérzet szabadon fejlődhessen és hosszú távon biztosítsa a termőképességet (NIVE, 2023; Primag, 2022). A vöröshere (*Trifolium pratense*) talajigénye mérsékelt, de szintén érzékeny a szélsőséges talajviszonyokra. Leginkább a közép-kötött, a jó vízgazdálkodású talajokon fejlődik, ahol a nedvesség biztosított, de a víz pangása elkerülhető. Az optimális pH 6,0–6,8, savanyú talajokon itt is a meszezés ajánlott (Primag, 2022). Foszfor- és káliumellátása

fontos a gyökérfejlődés, a vegetatív növekedés és a télállóság szempontjából. A vöröshere 2–3 évig is fenntartható állományt képezhet, kedvező körülmények között stabil zöldtömeg hozamot biztosít, miközben talajvédelmi szempontból is előnyös, mivel gyökérmaradványai szervesanyagot juttatnak a talajba, és növelik annak nitrogéntartalmát (Hungarofarm, 2022). A borsó (*Pisum sativum*) a pillangós szálás növények közé tartozik, és takarmány, valamint vetésforgó növényként egyaránt fontos. Mérsékeltén kötött, vályog- vagy agyagos vályogtalajokon fejlődik legjobban, ahol a víz és levegőgazdálkodás kiegyensúlyozott. Túl laza homoktalajokon a vízhiány, míg túl kötött, pangó vizes talajokon a gyökérrothadás akadályozhatja a fejlődést (NIVE, 2023). A borsó optimális pH-ja körülbelül 6,5. Savanyú talajokon meszezés szükséges. Közepes tápanyagigényű, de különösen érzékeny a foszforhiányra, amely meghatározó a gyökérgümők fejlődésében és a nitrogénkötés hatékonyságában. A megfelelő kálium és mikroelem ellátás, például a molibdén a szárszilárdságot, stressztűrést és a gümők működését javítja (Magyarszója, 2021).

2.6 A termesztéstechnológia alapjai

A pillangós takarmánynövények termesztéstechnológiája több, egymással szorosan összefüggő tényezőt foglal magában, amelyek együttesen határozzák meg a növények növekedését, terméshozamát és takarmányminőségét. A sikeres termesztés érdekében a gazdálkodóknak a termesztési folyamat minden lépését gondosan meg kell tervezniük beleértve a talaj-előkészítést, a vetést, a tápanyag-utánpótlást és az öntözést, hogy a növények számára a lehető legkedvezőbb fejlődési feltételeket biztosítsák. Az alábbiakban e technológiai lépések legfontosabb szempontjai kerülnek részletesebb bemutatásra.

2.6.1 Talaj-előkészítés

A talaj-előkészítés a növénytermesztés egyik alapvető lépése, amely meghatározó szerepet játszik a növények fejlődésében, terméshozamában és minőségében. A megfelelően előkészített talaj biztosítja a növények számára a kedvező fizikai és biológiai környezetet, javítja a gyökérfejlődést, a tápanyagok felvehetőségét és a talaj vízmegtartó képességet. A talaj-előkészítés célja a talajszerkezet javítása, a tápanyagok felvehetőségének növelése, valamint a gyomok és talajlakó kártevők visszaszorítása, ami hozzájárul az egyenletes keléshez és a kiegyensúlyozott növényállomány kialakulásához (Chauhan et al., 2023). A talaj állapotának felmérése az első fontos lépés a talaj-előkészítés során, mert a talaj pH-ja,

szerkezete és tápanyagtartalma alapvetően meghatározza a növények tápanyagfelvételét, fejlődését és hozamát. A lucerna és más pillangósok számára a pH-érték 6,0 és 7,0 között a legideálisabb, mert ennél alacsonyabb vagy magasabb pH-nál bizonyos tápanyagok például foszfor, vas, mangán felvehetősége erősen korlátozott, ami gyengíti a növények növekedését. A talajszerkezet javítása például lazítással, szellőztetéssel elősegíti a gyökerek oxigénellátását, javítja a víz és tápanyag beáramlását, és segít elkerülni a pangó vizet. A tápanyagok, mint a nitrogén, foszfor, kálium hozzáadása a talajvizsgálatok eredményei alapján megtervezett mértékben és formában történik, hogy megfeleljen a növények igényeinek és a helyi talajviszonyoknak (Zhang et al., 2025). A gyomirtás a talaj-előkészítés másik alapvető eleme, mivel a gyomnövények versengenek a haszonnövényekkel a vízért, tápanyagokért és fényért, ami jelentősen csökkentheti a termés hozamot. A gyomok visszaszorítása többféle módszerrel történhet, amelyek közül a választás a termesztett növények típusától, a gazdálkodási gyakorlatoktól és a fenntarthatósági céloktól függ. A mechanikai gyomirtás során a talaj művelésével, például kapálással vagy kaszálással távolítják el a gyomnövényeket. A kémiai gyomirtás herbicidek alkalmazásával történik, ami gyors és hatékony megoldást kínál, ugyanakkor túlzott vagy helytelen használata környezeti kockázatokkal jár. Egyre nagyobb szerepet kap a biológiai gyomirtás, amely során a gyomnövények természetes ellenségeit, például rovarokat vagy mikroorganizmusokat alkalmaznak, ezáltal csökkentve a vegyi anyagok használatát és elősegítve a fenntartható mezőgazdaság gyakorlatát. A gyomirtás hatékonysága tovább növelhető integrált megközelítéssel, amely a mechanikai, kémiai, biológiai módszerek kombinálásával biztosítja a fenntartható és hosszú távon hatékony gyomkontrollt (Zawada & Kaczmarek, 2023). A talajművelés során kiemelt figyelmet kell fordítani a helyi éghajlati és talajviszonyokra, mivel ezek alapvetően meghatározzák a termesztett növények növekedését és hozamát. A csapadék mennyisége, a hőmérséklet, valamint a talaj típusa és szerkezete egyaránt befolyásolja a növények fejlődését, például a homokos talajok gyorsabban felmelegednek, de kevesebb tápanyagot képesek megtartani, míg az agyagos talajok nagyobb víz- és tápanyagtároló képességgel rendelkeznek. Ezért a talaj megfelelő előkészítése és az adott helyi viszonyokhoz igazított termesztési technológiák alkalmazása elengedhetetlen a növények optimális fejlődése, a hozam maximalizálása és a mezőgazdasági termelés környezeti terhelésének csökkentése szempontjából (Kabato, 2025).

2.6.2 Vetés és fejlődés

A vetés a növénytermesztés egyik alapvető lépése, amely meghatározza a növények kezdeti fejlődését, valamint a későbbi terméshozamot. A vetés időpontja, mélysége és sűrűsége mind kulcsfontosságú tényezők a sikeres termesztés szempontjából. A lucerna és más pillangós növények esetében a vetést általában tavasszal vagy kora nyáron ajánlott elvégezni, amikor a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma kedvez a csírázásnak, így biztosítva a növények optimális kezdeti növekedését (Putnam et al., 2007). A szokásos vetési mélység 1–2 cm, de ez a talaj típusától és a választott fajtától függően változhat. A talaj szerkezete és textúrája meghatározza, hogy a magok milyen mélyre kerülnek. A túl mélyen vetett magok nehezen érik el a fényt, ami gátolja a csírázást, míg a sekély vetés a kiszáradás kockázatát növeli. Ezért a megfelelő vetési mélység kiválasztása elengedhetetlen a sikeres növényfejlődéshez. A vetési sűrűség szintén fontos tényező. A túl sűrűn vetett növények versengenek egymással, ami csökkentheti a hozamot és a minőséget, míg a megfelelő sűrűség biztosítja, hogy a növények elegendő fényhez, vízhez és tápanyaghoz jussanak, elősegítve a kiegyensúlyozott növekedést. A pillangós növények esetében a sűrűséget a fajta, a termesztési cél és a helyi körülmények figyelembevételével kell optimalizálni. A túlzott sűrűség különösen a fiatal növényeknél hátráltatja a gyökérfejlődést és csökkenti a növények ellenálló képességét. A növények fejlődése több szakaszra osztható: csírázás, vegetatív növekedés, virágzás és érés. A termesztés során fontos a növények állapotának folyamatos nyomon követése, és a potenciális stressztényezők, például vízhiány, tápanyaghiány vagy kártevők jelenlétének észrevétele.

Minden szakasz különös odafigyelést igényel, ezért a gazdálkodóknak nyomon kell követniük a növény fejlődését és állapotát és szükség esetén be kell avatkozni.

Csírázás

A csírázás során a növények optimális fejlődéséhez elengedhetetlen a talaj megfelelő nedvességtartalma és hőmérséklete. Ekkor a tápanyagok hozzáférhetősége különösen fontos szerepet játszik, mivel ezek biztosítják a fiatal növények kezdeti növekedését.

Vegetatív növekedés

Ebben a fejlődési szakaszban a növények intenzíven fejlesztik gyökérzetüket és levélzetüket, amelyek alapvető fontosságúak a fotoszintézishez. Különösen fontos ekkor a víz és tápanyagellátás optimalizálása, mivel a gyors növekedés miatt a növények fokozott mennyiségű tápanyagot igényelnek.

Virágzás

Ez a fejlődési szakasz alapvető jelentőségű a növények szaporodása szempontjából. A virágzás idején a növények tápanyagtartalma általában magasabb, és a kaszálás időzítése különösen fontos a takarmány minősége szempontjából.

Beérés

A növény beérési fázisa során a tápanyagok fokozatosan a magokba vándorolnak, ezért a gazdálkodóknak kiemelten fontos a megfelelő szüretelés időpont kiválasztását a legjobb minőségű termés elérése érdekében (Felix Instruments, 2024). A szüret időzítése nemcsak a termés minőségét, hanem a tárolhatóságot és a piaci értéket is befolyásolja, hiszen a túl korán vagy túl későn betakarított termények könnyebben romlanak vagy veszítenek beltartalmi értékeikből. Ezzel összhangban a talaj egészségének megőrzése is kulcsfontosságú a hosszú távú fenntartható termesztés szempontjából. A mulcs alkalmazása nemcsak a talaj nedvességtartalmát védi, hanem a hőmérséklet stabilizálásával elősegíti a gyökérzet megfelelő fejlődését, csökkenti az eróziót, és javítja a talaj mikrobiológiai aktivitását, ami hozzájárul a növények tápanyag felvételéhez is. Ezen felül a megfelelő növényvédelmi intézkedések elengedhetetlenek a kártevők és betegségek elleni védekezéshez, hiszen ezek komoly mértékben csökkenthetik a hozamot és ronthatják a termés minőségét. A megelőző stratégiák, mint a vetéscseré, a rezisztens fajták kiválasztása, a kártevők folyamatos nyomon követése és a biológiai védekezési módszerek alkalmazása, segítenek csökkenteni a növények stressz szintjét, növelve ellenálló képességüket a környezeti kihívásokkal szemben (Zhou et al., 2024). A helyes termesztési gyakorlatok betartása, a talaj tápanyag-ellátottságának optimalizálása és a környezeti feltételek folyamatos monitorozása összességében nemcsak a hozam mennyiségét, hanem a termés minőségét és a gazdálkodás fenntarthatóságát is jelentősen javítja.

2.6.3 Tápanyagellátás

A tápanyagellátás megtervezése előtt alapvető fontosságú a talaj tápanyagtartalmának felmérése, amelyet talajvizsgálatokkal segítségével lehet elvégezni. Ezek a vizsgálatok lehetővé teszik, hogy meghatározzuk, mely tápanyagokra van szüksége a növényeknek, és milyen mennyiségben érdemes azokat pótolni. A zöldtrágyázás, például a pillangós növények és más zöldtakarmányok beiktatása a vetésforgóba, javítja a talajszerkezetet, növeli a mikrobiális aktivitást, és hozzájárul a talaj tápanyagtartalmának fenntartásához. Ezek a gyakorlatok hosszú távon csökkentik a műtrágyázás szükségességét és elősegítik a fenntartható mezőgazdasági termelést (Fageria et al., 2018). A tápanyagellátás alapvető szerepet játszik a pillangós szálások, például a lucerna, a vöröshere és a borsó növekedésében és hozamában. A megfelelő mennyiségű nitrogén (N), foszfor (P) és kálium (K) különösen fontos a növények egészséges fejlődése és a talaj termékenységének fenntartása érdekében. A foszfor és a kálium elősegíti a gyökérfejlődést és növeli a növények ellenálló képességét (Fageria et al., 2006). A pillangós szálások, például a lucerna és a herefélék képesek megkötni a légköri nitrogént a gyökérgümőkben élő szimbiotikus *Rhizobium* baktériumok segítségével. Ez a folyamat csökkenti a nitrogén műtrágyák alkalmazásának szükségességét, és hosszú távon hozzájárul a talaj nitrogénkészletének fenntartásához. Bizonyos esetekben különösen a növények korai fejlődési szakaszaiban vagy nagy hozamok elérése érdekében, azonban szükség lehet kiegészítő nitrogén műtrágyázásra, mivel a nitrogén létfontosságú a vegetatív növekedéshez a levelek és hajtások fejlődésében, ami meghatározza a fotoszintézist és a biomassza hozamot. A foszfor szintén kiemelkedő szerepet játszik a növények fejlődésében, különösen a gyökérnövekedés, az energiaátviteli folyamatok és a virágzás támogatásában. A foszforhiány visszafogja a gyökérzet fejlődését, csökkenti a növény tápanyag és vízfelvételi képességét, valamint hátrányosan befolyásolja a virágzást és a magtermést. Különösen a lucerna érzékeny a foszforhiányra, ezért foszforalapú műtrágyák alkalmazása gyakran szükséges alacsony talajfoszfor szint esetén. A megfelelő foszforellátás elősegíti a növények korai fejlődését, a gyökérzet megerősödését és a virágzás időben történő megindulását. A kálium is alapvető szerepet játszik a növények vízháztartásának szabályozásában és ellenálló képességük növelésében különböző stresszhatásokkal szemben. A kálium segíti a tápanyagok felvételét, erősíti a szárakat, javítja a fotoszintézis hatékonyságát és növeli a szárazságtűrést. Különösen fontos szerepe van a szántóföldi növények vízellátásának optimalizálásában és az aszályos időszakokban fellépő stressz hatások mérséklésében. A káliumhiány gyenge szárakat, csökkent vízfelvételt,

lassabb növekedést és alacsonyabb hozamokat eredményezhet, ezért a gazdálkodóknak fontos figyelemmel kísérniük a talaj káliumszintjét, és szükség esetén káliumalapú műtrágyákat alkalmazni (Wang et al., 2025).

2.6.4 Vetésforgó

A lucerna és a here után a vetésforgóban leginkább kalászos gabonák például búza, árpa vagy tritikálé termesztése a legideálisabb. Ezek a növények hatékonyan hasznosítják a pillangósok által megkötött és a talajban felhalmozott nitrogént, miközben javítják a talajszerkezetet és a tápanyag hasznosulást (Peoples et al., 2009). A kalászosok sekély gyökérzete nem meríti ki a mélyebb talajrétegek tápanyagkészletét, így kedvező feltételeket biztosít a következő növénykultúrák számára. A pillangós elővetemények után vetett kalászosok kevesebb nitrogéntrágyát igényelnek, hiszen a talajban már jelentős mennyiségű szerves nitrogén található, ami fenttarthatóbbá és környezetkímélőbbé teszi a termesztést (Drinkwater et al., 1998). Fontos ugyanakkor, hogy lucerna vagy here után legalább négy-öt évig ne kerüljön újabb pillangós növény ugyanarra a területre. Ennek oka, hogy a hosszú életciklusú pillangósok kimeríthetik a talaj foszfor és káliumtartalmát, valamint elősegíthetik a pillangósok kártevőinek és betegségeinek, például a fonálférges és gyökérrothadást okozó kórokozók felszaporodását. A vetésforgóban szereplő kalászosok és kapásnövények, mint a kukorica vagy a burgonya elősegítik a talaj regenerálódását, megszakítják a kártevők és betegségek életciklusát, valamint javítják a talaj szerkezetét és tápanyag tartalmát. A kalászos gabonák különösen a búza és az árpa kiváló elővetemények is a pillangós növények számára, mivel mérsékelt nitrogénigényük és sekély gyökérzetük révén kedvező feltételeket teremtenek a pillangósok újbóli telepítéséhez.

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

Növény	Nitrogén (N)	Foszfor (P ₂ O ₅)	Kálium (K ₂ O)
Lucerna	25-30 kg	6-8 kg	25-30 kg
Vörös here	20-25 kg	5-6 kg	20-25 kg
Borsó	20-25 kg	5-6 kg	20-25 kg

2.6.5 Pillangós szálások kártevői, korokozói

A gyökérzet károsítói

Ebbe a csoportba tartozó fajok elsősorban a növény föld alatti részeit, a gyökeret és gyökérnyakat rágják vagy aknázzák. Áltánosan lárva alakban okoznak kárt. Ide sorolható a lucerna csipkézőbarkó (*Sitona humeralis*), a lucernacincér (*Plagionotus floralis*), valamint a szabadföldi gubacs-fonálféreg (*Meloidogyne hapla*).

A szár és levélkárosítói

Ezek a fajok jellemzően a növény föld feletti részén károsítanak. A levelek rágásával, lyuggatásával, illetve a gyökér megrágásával, aknázásával okoznak gazdasági jelentőségű károkat. Ilyen kártevő például a lucernabogár (*Gonioctena fornicata*), a lucernaböde (*Subcoccinella vigintiquatuorpunctata*), valamint a hegyesfarkú barkó (*Tanymecus palliatus*).

A virág és terméskárosítói

Ezen fajok csoportjába azok tartoznak, amelyek a növény virágzatát és termését rongálják, ezáltal közvetlenül befolyásolják a maghozamot. Jelentősebb képviselőik a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*), a lucernabimbó-gubacsszúnyog (*Contarinia medicaginis*) és a lucernapoloska (*Adelphocoris lineolatus*).

A lucerna termesztése során számos kórokozóval találkozhatunk. A vírusos betegségek közül gyakori a lucerna mozaik vírus (*Alfalfa mosaic alfamovirus*, AMV), amely világszerte elterjedt és jelentős károkat okozhat. A baktériumos eredetű kórokozók között a baktériumos hervadás (*Clavibacter michiganensis subsp. insidiosus*) tekinthető a legjelentősebbnek.

A gomba okozta megbetegedések csoportjában több meghatározó kórokozó is tartozik. Ezek közül kiemelhető a pszeudopezizás levélragya (*Pseudopeziza trifolii* f. sp. *medicaginis-sativae*), amely levélfoltosságot és korai lombvesztést okoz. Szintén jelentős a fómás (vagy fekete) szár és levélfoltosság (*Phoma medicaginis*), valamint a szárfenésedés (*Colletotrichum trifolii*), melyek a növény szárát és leveleit támadják meg. A rozsdá (*Uromyces striatus*) fertőzése pedig a levélfelület csökkentésével rontja a fotoszintézist, ezzel együtt a terméshozamot is.

2.6.6 Elterülő, legelő és felfelé növő típusok

Az elterülő növekedésű lucernafajták alacsony, a talajfelszínhez közel elhelyezkedő hajtásokkal rendelkeznek, amely lehetővé teszi nekik a kedvezőtlenebb környezeti feltételekhez való jobb alkalmazkodást. Ezek a típusok különösen jól teljesítenek gyengébb termőképességű, nehezebben művelhető területeken, ahol a hagyományos, felfelé növő lucernafajták termesztése nehezebb vagy nem is megvalósítható. Az elterülő lucernák kiemelkednek szárazságtűrőképességükkel, valamint gyomosodás elleni képességükkel, ami előnyt jelent legelőhasznosítás esetén. A legelő típusú lucernafajták gyors fejlődési ütemmel és magas zöldtömeggel jellemezhetők. Nemesítésük célja elsősorban a legeltetési körülményekhez való alkalmazkodás volt, ennek megfelelően jól tűrik az állatok általi rendszeres rágást és taposást. Magas nyersfehérje tartalmuk révén értékes takarmányforrásnak számítanak, továbbá regenerációs képességük lehetővé teszi, hogy hosszú távon is fenntartható legelőnövényként funkcionáljanak. A felfelé növő lucernafajták ezzel szemben magasabb növényi habitussal bírnak, amely elősegíti a napfény hatékonyabb hasznosítását és a fotoszintetikus aktivitásokat. Ezek a típusok elsősorban kedvező környezeti feltételek mellett érik el optimális hozamukat, és jellemzően nagyobb terméseredményt biztosítanak, mint az elterülő fajták. Emellett jó kaszálást tűrőképességgel és mechanikai ellenállással rendelkeznek, ami a szántóföldi takarmánytermesztés során gazdasági előnyt jelenthet (Borsos et al., 1994).

2.6.7 Alkalmazásuk és termesztési jellemzőik

A lucernafajták különböző növekedési típusai eltérő termesztési feltételekhez és gazdálkodási célokhoz alkalmazkodtak. Az elterülő típusú lucernák főként gyengébb minőségű, alacsony víz és tápanyagtartalmú talajokon is jól teljesítenek. Alacsony növekedésüknek köszönhetően a növények közel helyezkednek a talajfelszínhez, ami elősegíti, hogy a legelő állatok könnyen hozzáférjenek a zöldtömeghez. A termesztés során kiemelt figyelmet igényel a megfelelő talaj előkészítés és vízelvezetés, mivel ezek a tényezők alapjaiban befolyásolják a növényállomány fejlődését. A legelő típusú lucernák elsődlegesen a szarvasmarha állomány takarmányozásában kapnak szerepet. Ezek a fajták gyors növekedésük és regenerálódó képességük révén megbízható, hosszú távon is fenntartható takarmányforrást biztosítanak. A termesztésük során fontos a kaszálás és a legeltetés megfelelő ütemezése, mivel a túlzott igénybevétel a növények ritkulását eredményezheti. A felfelé növő lucernafajták ezzel szemben az intenzív

termesztésre alkalmasabbak, ahol a cél a minél nagyobb zöldtömeg és tápanyagtartalom elérése. E típusok hatékonyan hasznosítják a napfényt és a tápanyagokat, így kiemelkedő hozamot produkálnak megfelelő környezeti feltételek mellett. A termesztéstechnológiában súlyos szerepet kap a tápanyag-utánpótlás és az öntözés, amelyek biztosítják a növény optimális fejlődését és a termés hozam maximalizálását.

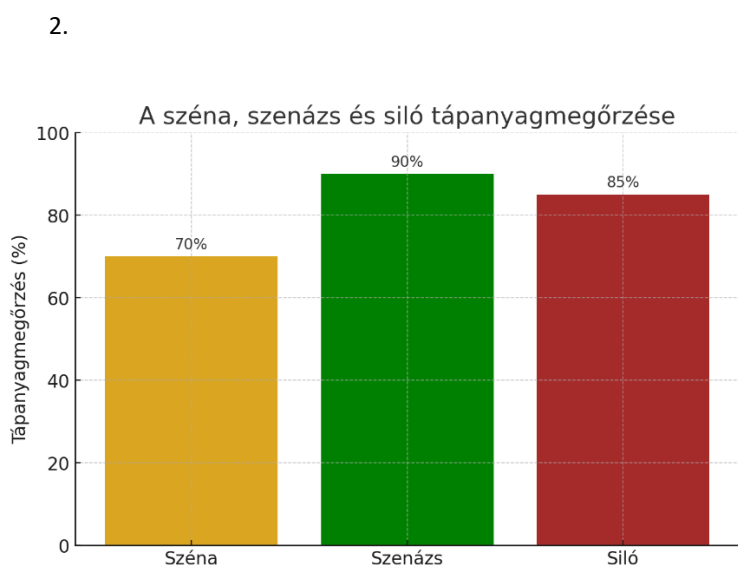
2.7 Szárítás, tartósítás és tárolás

A pillangós takarmánynövényeket, például a lucernát, vörösherét megfelelően kell szárítani, tárolni és tartósítani, hogy megőrizzék tápértéküket, és biztosítsák az állatok számára a szükséges tápanyagokat. A szárítás fő célja a növények nedvességtartalmának olyan szintre csökkentése, amely megakadályozza a mikrobiális aktivitást, a penészedést és a rothadást. A lucerna és vöröshere esetében a nedvességtartalmat általában 15–20%-ra kell csökkenteni a biztonságos tárolás érdekében (Agronapló, 2014). A természetes szárítás során a növényeket a napon terítik ki, és több napon keresztül hagyják száradni, miközben a nap és a szél elősegíti a nedvesség csökkenését. Ez a módszer azonban erősen függ az időjárástól, mivel az eső vagy a párás napok jelentősen csökkenthetik a szárítás hatékonyságát, és rontják a végső takarmányminőséget (AgrárOldal, n.d.). Ezzel szemben a mesterséges szárítás ellenőrzött körülmények között, szárítógépek segítségével történik, ami biztosítja a növények egyenletes nedvességtartalmát, és minimalizálja a levelek elvesztését, így csökkentve a fehérjevesztést. Ez a módszer különösen előnyös nagyobb gazdaságokban, ahol gyors és hatékony szárításra van szükség (Agronapló, 2014). A szárítás után a növényeket gyakran bálázzák, ami lehetővé teszi a takarmány tömörített formában történő tárolását. A bálák megfelelő tömörítése kiemelten fontos, mivel a laza bálákban több levegő maradhat, ami a takarmány romlásához vezethet. A henger alakú bálák jobban ellenállnak a környezeti hatásoknak, különösen a nedvességnek, míg a négyszögletes bálák előnye a könnyebb szállíthatóság és tárolhatóság (Agronapló, 2014). A bálákat mindig száraz, jól szellőző helyen kell tárolni, hogy elkerüljük a nedvesség beszívargását, ami gyors penészedést okozhat és csökkenti a takarmány minőségét (MezőHír, 2021). A takarmány tartósításának egyik leghatékonyabb módja a szenázs készítés, ami különösen hasznos, ha a szárítás nem végezhető el időben, vagy kedvezőtlen az időjárás. A szenázs készítése során a

frissen betakarított, magas nedvességtartalmú növényeket légmentesen lezárják, például fóliába vagy silókba. A fermentáció során keletkező tejsav megakadályozza a káros mikroorganizmusok elszaporodását, és megőrzi a takarmány tápértékét. Ez a módszer különösen előnyös a pillangós növényeknél, mivel a magas fehérjetartalom jobban megőrződik, mint a hagyományos szárítás esetén (Agronapló, 2014). A magasabb nedvességtartalmú szilázs készítése hasonló eljárás, de intenzívebb fermentációt eredményez, így a takarmány gyorsabban stabilizálódik (AgrárOldal, n.d.). Összességében a szárítás, bálázás és tartósítás helyes kivitelezése kulcsfontosságú a takarmány minőségének megőrzésében. A nem megfelelően kezelt pillangós növények gyorsan veszítenek fehérjetartalmukból és rostösszetételükből, ami csökkenti a takarmány értéküket. A megfelelően kezelt szilasztakarmány biztosítja az állatok számára a szükséges tápanyagokat télen is, és a gazdálkodó számára hosszú távon megbízható takarmányforrást jelent (MezőHír, 2021).

ábra: különböző tárolási módszerek tápanyagmegőrzése (MezőHír. (2021), Agronapló. (2014).

AgrárOldal. (n.d.).



2.8 Agrártámogatás

A 2023–2027-es Közös Agrárpolitika (KAP) keretében a fenntarthatóságot középpontba helyező támogatási formák között a zöldítési támogatások és a termeléshez kötött támogatások igen fontos tényezői a fenntartható mezőgazdaságnak. A zöldítés a közvetlen támogatásokhoz kapcsolódó kötelező környezetvédelmi elemként indult, míg 2023-tól az úgynevezett öko támogatás önkéntes alapon kezdett el működni, amely lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy különféle környezetbarát növénytermesztési technikákat válasszanak, például pillangós növények, így a lucerna termesztését (Agrárminisztérium, 2023). Az ökorendszer célja a talaj termékenységének megőrzése valamint javítása, a szénmegkötés növelése és a biodiverzitás fenntartása, amelyekhez a lucerna, mint nitrogénmegkötő növény, különösen jó választás. A lucerna több szempontból is megfelel a zöldítési követelményeknek. Egyrészt nitrogénmegkötő növényként beilleszthető az ökológiai területek közé, így a gazdálkodók teljesíthetik az ökorendszer biodiverzitást támogató előírásait. Másrészt, mivel többéves kultúra, így hozzájárul a talajszerkezet regenerálódásához, csökkenti az eróziót és javítja a vízmegtartó képességet, ami a klímaváltozáshoz való alkalmazkodást figyelembe véve kiemelt fontosságú (KAP Stratégiai Terv, 2023–2027). A zöldítési kifizetések éves szinten a közvetlen támogatások 25–30%-át is elérhetik a gazdálkodó vállalásaitól függően. A lucerna ezenfelül jogosult a „termeléshez kötött támogatás szálas fehérjetakarmány-növénytermesztés” jogcímre is, amely a KAP Stratégiai Terv részét képezi. A támogatás célja a fehérjetakarmány növények termesztésének ösztönzése és a hazai takarmány önellátás növelése (KAP Stratégiai Terv, 2023–2027). A jogosultsághoz a termelőknek bizonyos feltételeket kell teljesíteniük, például legalább 15 kg/ha vetőmag kijuttatását, valamint az állomány fenntartására és kaszálására vonatkozó előírásokat (NJT.hu, 2023). A 2024-es évre vonatkozóan a szálas fehérjetakarmány növénytermesztés támogatásának előlege hektáronként 12 479 forint volt (Magyar Mezőgazdaság, 2024). A termeléshez kötött támogatás és az ökorendszerből elérhető zöldítési kifizetések kombinációja különösen előnyös a lucernatermesztők számára. A két támogatás együtt nemcsak a gazdaság jövedelmezőségét növeli, hanem hozzájárul a fenntartható földhasználathoz, a vetésforgó diverzifikálásához és a talajmegújításhoz is. A lucerna így egyszerre szolgálja az agrár ökológiai célokat és a gazdasági stabilitást, összhangban a KAP 2023–2027 közötti időszakának prioritásaival (Agrárminisztérium, 2023).

2.9 Vetéssűrűség fontosságának vizsgálata

A lucerna (*Medicago sativa L.*) vetéssűrűsége kulcsfontosságú tényező a termesztés sikerében, mivel alapvetően meghatározza a növényállomány kezdeti fejlődését, a hozam mennyiségét és a takarmány minőségét. A megfelelő vetéssűrűség biztosítja, hogy a növények elegendő helyet kapjanak a hajtások és a gyökerek optimális fejlődéséhez, miközben gyorsan eltakarják a talaj felszínét, így csökkentve a gyomok megjelenését és elősegítve a tápanyagok és a víz hatékony felhasználását. Az optimális vetéssűrűség lucerna esetében általában 3,5–4,2 millió csíra/hektár, ami hektáronként körülbelül 20–25 kg vetőmagnak felel meg. Ezen a szinten az állomány gyorsan záródik, ami elősegíti a gyomelnyomást és javítja a talaj vízmegtartó képességét. Túl magas vetéssűrűség esetén azonban a növények közötti verseny fokozódik, ami csökkentheti a hozamot és a takarmány minőségét. A talaj minősége és a lucerna fajtája szintén jelentősen befolyásolja az optimális vetéssűrűséget. Tápanyagban gazdag, jó vízgazdálkodású talajokon magasabb vetéssűrűség alkalmazható, míg gyengébb talajú területeken alacsonyabb vetéssűrűség az ajánlott, hogy a növények elegendő tápanyagot és vizet kapjanak a megfelelő fejlődéshez (Söjtöri Andor, 2019).

3. Anyag és módszertan

3.1 A kutatás célja

A kutatásom célja annak vizsgálata, hogy a különböző vetéssűrűségek milyen hatással vannak a pillangós szálásokra, a lucernára, a vörös herére és a borsóra. Tekintettel arra, hogy az optimális vetéssűrűség jelentős mértékben befolyásolja ezen növények terméshozamát és beltartalmi értékeit, a vizsgálat célja annak feltárása, hogyan lehet a hozamot és a takarmány tápértékét a vetéssűrűség megfelelő beállításával maximalizálni.

3.2 Kísérlethez kapcsolódó korábbi kutatások

A szakirodalmi adatok alapján a lucerna vetéssűrűségének növelése kedvezően befolyásolhatja mind a hozamot, mind a takarmány tápértékét, különösen a fehérjetartalmat. Ugyanakkor a kutatások felhívják a figyelmet arra, hogy a túl magas vetéssűrűség akár 30–40%-os hozamcsökkenést okozhat, mivel fokozza a növények közötti versengést, ami hátráltathatja a gyökér és hajtásfejlődést. Az optimális

vetéssűrűség általában 20–30 kg/ha között van, ahol a hozam és a takarmány minősége egyaránt a legkedvezőbb. Ezek az eredmények szolgálnak alapul saját kutatásaimhoz, melynek célja a lucerna optimális vetéssűrűségének meghatározása a helyi klimatikus és talajviszonyok figyelembevételével. A vörös here esetében korábbi kutatások kimutatták, hogy a közepes vetéssűrűség 15–20 kg/ha elősegíti a növények kezdeti fejlődését, míg a túl sűrű vetés 25 kg/ha felett fokozza a növények közötti versengést, ami hozamcsökkenést eredményezhet. A legjobb eredményeket általában közepes sűrűség mellett kb. 20 kg/ha-nál figyelték meg, amikor a növények elegendő fényhez és tápanyaghoz jutottak. A kutatási eredmények szerint a borsó vetési sűrűsége is szoros összefüggést mutat a biomassza termeléssel és a termés hozammal. Az alacsonyabb vetéssűrűség 160–180 kg/ha kedvezően hatott a növények fejlődésére, mivel a növények több fényhez és tápanyaghoz jutottak. Ezzel szemben a sűrűbb vetés 220–250 kg/ha fokozta a növények közötti versengést, ami kisebb növény méretet és kevesebb hüvelyt és alacsonyabb hozamot eredményezett. A szakirodalmi adatok alapján az optimális vetéssűrűség 190–210 kg/ha között mozog, ahol a hozam és a biomassza mennyisége egyaránt a legkedvezőbb értékeket mutatta (Sheaffer et al., 2010).

2.táblázat: lucerna, vörös here és a borsó termesztésének évre bontott adatai. (saját ábra)

Év	Csapadék (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)	Növény	Vetési sűrűség (kg/ha)	Hozam (t/ha)	Fehérjeteralom (g/kg)	Rosttartalom (g/kg)
2009	540	14,0	Lucerna	25	8,5	180	300
			Vörös here	20	7,8	170	310
			Borsó	190	4,2	240	150
2010	570	13,8	Lucerna	30	9,1	185	290
			Vörös here	25	8,0	175	305

			Borsó	200	4,5	245	145
201 5	510	14,3	Lucerna	35	9,5	195	280
			Vörös here	30	8,4	185	290
			Borsó	210	4,9	250	140
202 0	570	14,3	Lucerna	25	8,2	180	300
			Vörös here	20	7,6	170	310
			Borsó	190	4,0	230	150
202 3	550	14,0	Lucerna	30	9,2	185	295
			Vörös here	25	8,3	180	305
			Borsó	200	4,6	245	145
202 4	560	14,2	Lucerna	30	9,1	183	292
			Vörös here	25	8,4	180	305
			Borsó	200	4,7	244	145

3.3. Adatok és források

3.3.1. Adatgyűjtés

A pillangós szálastakarmány növények, így a lucerna, a vörös here és a borsó termésére a vetési sűrűség jelentős hatással van, amit számos hazai és nemzetközi vizsgálat is alátámaszt. Tudományos folyóiratok, például a *Field Crops Research* és az *Agronomy Journal*, rendszeresen közölnek kutatásokat, amelyekben bemutatják, miként változik a hozam és a tápanyag-összetétel a különböző vetőmagnormák esetében. A Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) és a *United States Department of Agriculture* (USDA) adatai, valamint kutatási jelentései rámutatnak, hogy a vetési sűrűség optimalizálása a helyi talaj és klimatikus adottságok figyelembevételével hozzájárulhat a terméseredmények javításához. Az agrártudományi szakmai fórumok, így az Európai

Agrártudományi Konferencia és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tudományos Napok, friss kutatási eredményeket és gyakorlati tapasztalatokat nyújtanak a gazdálkodók és kutatók számára. Az ilyen rendezvények elősegítik, hogy a vetési sűrűség beállítása tudományosan megalapozott legyen, és előnyösen befolyásolja a pillangós takarmánynövények hozamát és minőségét.

3.3.2. Az adatok típusa, időbeli és földrajzi lefedettsége

Az elmúlt évtized kutatásai jelentős figyelmet fordítottak a vetési sűrűség hatásának vizsgálatára a pillangós szálás növények, például a lucerna, a vörös here és a borsó terméshozamára és tápanyagtartalmára. Ezek a vizsgálatok különböző magyarországi régiókban, köztük az Alföldön, a Kisalföldön és a Dunántúlon zajlottak, ahol a talaj és éghajlati viszonyok kifejezetten kedvezőek voltak az említett növények számára. A kísérletek célja az volt, hogy a különböző vetési sűrűségek – 100, 150 és 200 kg/ha hatását átfogóan elemezzék, és ennek alapján meghatározzák a legoptimálisabb vetőmagnormát. A biomassa hozamának mérése lehetővé tette, hogy részletesen vizsgálják a vetési sűrűséghez kapcsolódóan a terméshozam változásokat. Ezzel párhuzamosan a kutatók a növények tápanyag értékét is felmérték, különösen a fehérje és rosttartalom szempontjából, hogy meghatározzák, miként befolyásolja a vetési sűrűség a borsó és más pillangós takarmánynövények emészthetőségét és tápanyag tartalmát. Emellett vizsgálták a gyomelnyomó képességet is, hogy felmérjék, az egyes vetési sűrűségek mellett a növények milyen mértékben csökkentik a gyomnövények jelenlétét az állományban. A növények közötti versengést szintén elemezték, mivel a sűrűbben vetett állományokban a növények intenzívebben versengenek a fényért, a vízért és a tápanyagokért. Az eredmények azt mutatták, hogy a sűrűbb vetések esetén fokozódik a növények közötti verseny, ami hatással van a hozamra és a takarmány tápanyag-értékére.

Összességében ezek az eredmények tudományos megfigyeléseken alapulnak, és hozzájárulnak a pillangós szálastakarmányok termesztési gyakorlatának fejlesztéséhez, valamint a vetési sűrűség optimális beállításához.

3.4. Módszertan

3.4.1. Az adatok rendszerezése

A kísérleti eredmények áttekinthetőbb formában, táblázatban kerülnek bemutatásra, ami megkönnyíti a vetési sűrűség különböző szintjein mért hozamok és tápanyagtartalmak összehasonlítását. A táblázat első oszlopában a növényt láthatjuk, míg a második oszlopban a vizsgált vetőmagnormát, a további oszlopokban a kísérleti mérések során rögzített legfontosabb paraméterek a hozam, a fehérjetartalom és a rosttartalom szerepelnek. Ennek a felépítésnek köszönhetően nem csupán a terméshozamok közötti eltéréseket lehet értékelni, hanem a tápanyagtartalom változását is nyomon lehet követni a különböző vetési sűrűségeknél. A fehérje és rosttartalom százalékos adatai kiemelt jelentőséggel bírnak a takarmány minőségének meghatározása szempontjából, hiszen ezek alapvetően befolyásolják a takarmány emészthetőségét, beltartalmi értékét. A táblázat így egyszerre teszi lehetővé a mennyiségi és minőségi paraméterek rendszerezését, valamint a legkedvezőbb vetési sűrűség meghatározását. Az összegyűjtött adatok alapján könnyen elemezhető, hogy az egyes vetőmagnormák hogyan hatnak a hozamra és a tápanyag összetételre, így támogatva a termelékenység és a takarmányérték közötti optimális egyensúly kialakítását.

3. táblázat: A vetési sűrűségek hatása a terméshozamra és tápanyag összetételre

(Agroinform.hu, 2007), (Primag blog, 2015), (SAATEN-UNION Tudástár), (Agroinform.hu, 2018), (Bács Gazda-Coop Kft. n. d.).

Növény	Vetési sűrűség (kg/ha)	Terméshozam (t/ha)	Fehérjetartalom (%)	Rosttartalom (%)
Lucerna	10	8,5	19	30
	15	9,0	21	31

	20	9,4	22	32
Vörös here	10	1,2	17	28
	15	1,3	20	30
	20	1,4	20	31
Borsó	100	2,5	18	25
	150	3,1	19	27
	200	3,5	21	28

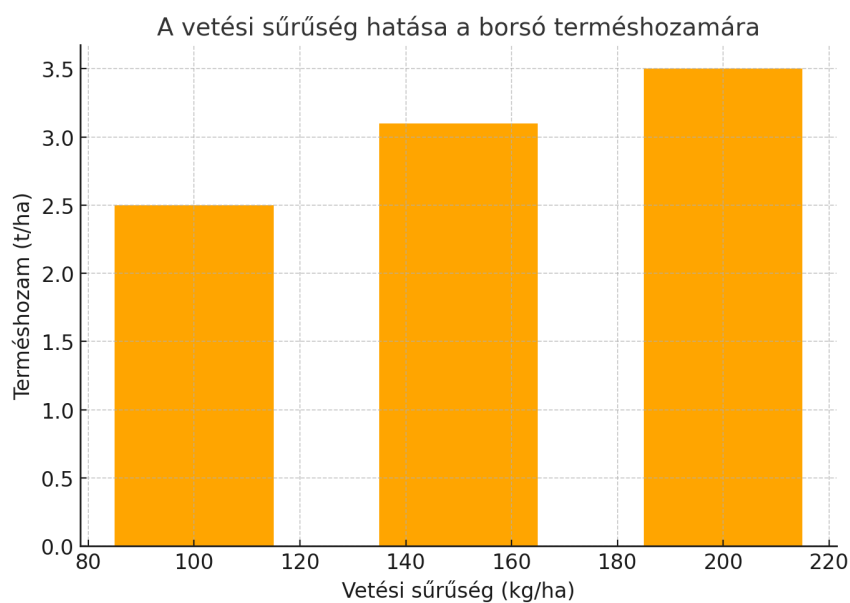
3.4.2. Statisztikai elemzés

Lucerna esetében a vetési sűrűség 10 kg/ha-ról 20 kg/ha-ra emelkedett, ami a terméshozamot 8,5 t/ha-ról 9,4 t/ha-ra növelte, a fehérjetartalmat 19%-ról 22%-ra, a rosttartalmat pedig 30%-ról 32%-ra. A számított korrelációs együtthatók alapján a vetési sűrűség és a terméshozam közötti kapcsolat $r = 0,98$ a vetési sűrűség és a fehérjetartalom $r = 0,99$ valamint a vetési sűrűség és a rosttartalom $r = 0,98$ ami nagyon erős pozitív összefüggést mutat. A terméshozam és a fehérjetartalom között az $r = 0,99$ a terméshozam és rosttartalom között ugyan csak $r = 0,99$ a fehérjetartalom és rosttartalom között $r = 0,99$, ami azt mutatja, hogy a hozam és a beltartalom szoros összefüggésben vannak egymással. Vörös here esetében a vetési sűrűség 10 kg/ha-ról 20 kg/ha-ra történő növelése a terméshozamot 1,2 t/ha-ról 1,4 t/ha-ra emelte ($r = 0,98$), a fehérjetartalom 17%-ról 20%-ra ($r = 0,99$), a rosttartalom pedig 28%-ról 31%-ra nőtt ($r = 0,99$). Ez azt jelzi, hogy bár a hozam növekedése mérsékelt, a vetési sűrűség és a beltartalmi értékek közötti kapcsolat szoros. A terméshozam és fehérjetartalom közötti korreláció $r = 0,95$, a terméshozam és rosttartalom $r = 0,97$, míg a fehérjetartalom és rosttartalom $r = 0,99$. Borsó esetében a vetési sűrűség 100 kg/ha-ról 200 kg/ha-ra emelése a terméshozamot 2,5 t/ha-ról 3,5 t/ha-ra növelte ($r = 0,99$), a fehérjetartalmat 18%-ról 21%-ra ($r = 0,99$), a rosttartalmat pedig 25%-ról 28%-ra ($r = 0,99$). A terméshozam és fehérjetartalom közötti korreláció $r = 0,99$, a terméshozam és rosttartalom $r = 0,99$, míg a fehérjetartalom és rosttartalom $r = 0,99$. Ez egyértelműen pozitív összefüggést mind a hozam, mind a beltartalmi értékek között. Érdeemes megjegyezni, hogy túl magas rosttartalom csökkentheti a takarmány emészthetőségét és a haszonállatok számára hasznosítható tápanyagok mértékét. Az elemzés alapján megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése kedvező hatással van a hozamra és a fehérjetartalomra, míg a rosttartalom mérsékelt növekedése nem befolyásolja jelentősen a takarmány minőségét. Az optimális vetési sűrűség 20 kg/ha-nál van, mert ebben az esetben a hozam és a fehérjetartalom jelentősen nő, miközben a rosttartalom emelkedése nem éri el a

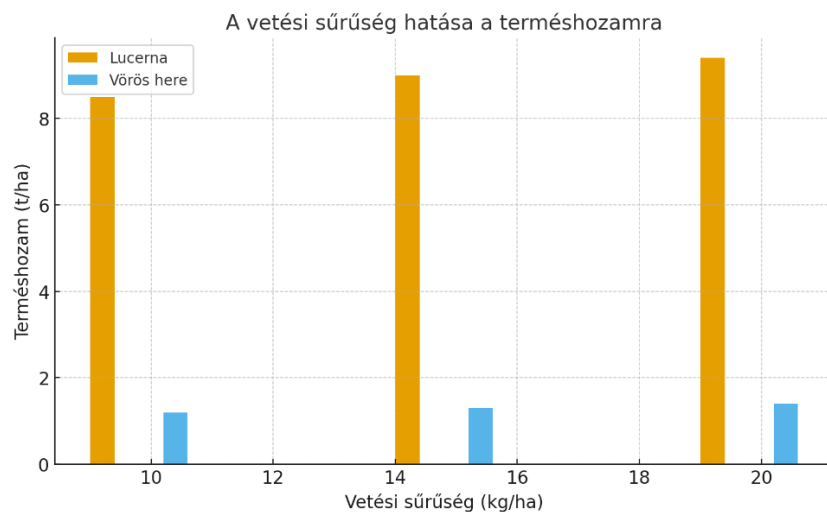
kedvezőtlen szintet. A borsónál a 150 kg/ha vetési sűrűség bizonyult a legmegfelelőbbnek. A vetési sűrűség megfelelő megválasztása így kulcsfontosságú az ideális takarmányminőség és hozam eléréséhez a lucerna, a vörös here és a borsó termesztésében (NÉBIH, 2021; Magyar Szója 2024)

3.4.3 Vizuális illusztráció

3. ábra: A terméshozam alakulása különböző vetési sűrűségeknél a borsó esetében (saját ábra)

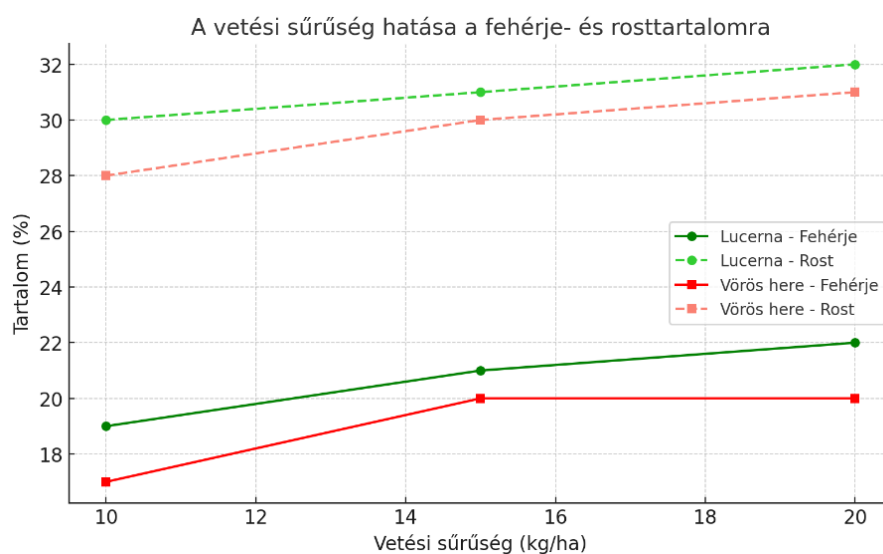


4. ábra: A terméshozam alakulása különböző vetéssűrűségeknél a lucerna és vöröshere esetében. (saját ábra)

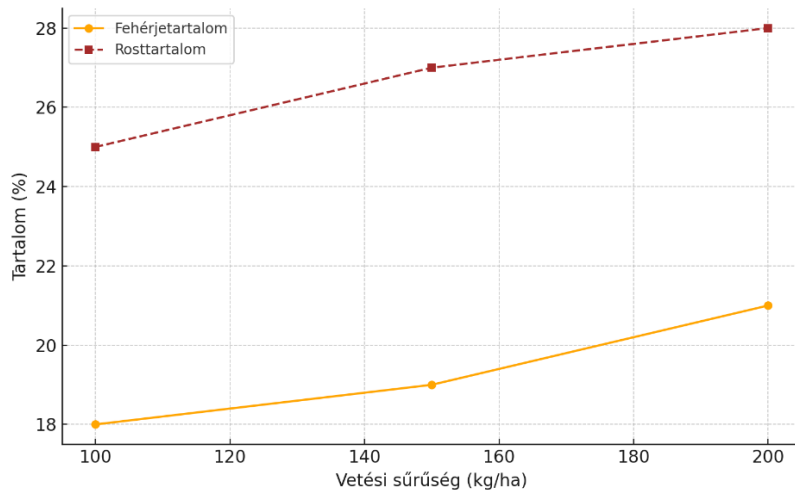


A 3. és 4. számú oszlopdiagram a hozam változását ábrázolja a vetési sűrűség függvényében három különböző takarmánynövény lucerna, vörös here és borsó esetében. A vízszintes tengelyen a vetési sűrűség kilogramm per hektárban (kg/ha), míg a függőleges tengelyen a hozam tonna per hektárban (t/ha) van feltüntetve. A diagram elemzése alapján egyértelműen megfigyelhető, hogy a vetési sűrűség növelésével mindhárom növénynél javul a hozam, vagyis sűrűbb vetés esetén nagyobb termés várható. Ugyanakkor a növekedés mértéke növényenként eltérő. A lucerna reagál a legérzékenyebben a vetési sűrűség változására, hozama jelentősen emelkedik a sűrűbb vetés esetében. A borsó esetében mérsékelt, de jól érzékelhető hozamnövekedés tapasztalható, míg a vörös here hozama a vizsgált növények közül marad a legalacsonyabb, és kevésbé reagál a sűrűség növelésére.

5. ábra: Tápanyagtartalom változása a különböző vetési sűrűségeknél a lucerna és vörös here esetében (saját ábra)



6. ábra: Tápanyagtartalom változása a különböző vetési sűrűségeknél a borsó esetében. (saját ábra)



Az 5-ös és 6-ös számú vonaldiagram a vizsgált növények lucerna, vörös here tápanyagtartalmának alakulását szemlélteti különböző vetési sűrűségek 10, 15 és 20 kg/ha mellett, a borsó esetében pedig 100, 150, 200 kg/ha. A diagramon a fehérje és rosttartalom változása külön görbékkel került ábrázolásra, bemutatva, hogyan változnak ezek az értékek a vetési sűrűség növelésével.

3.5 Eredmények bemutatása és grafikonok elemzése

A négy diagram a három vizsgált növény lucerna, vörös here és borsó terméshozamának és tápanyagtartalmának változását mutatja be különböző vetési sűrűségeknél. A 3. és 4. diagram a hozamokat ábrázolja, míg az 5-ös és 6-os számú a fehérje és rosttartalom alakulását mutatja. Az adatok elemzéséből egyértelműen látható, hogy a vetési sűrűség növelése mindhárom növénynél a hozam emelkedését eredményezi, bár eltérő mértékben. A lucerna minden esetben a legnagyobb termést adja. 10 kg/ha vetési sűrűségnél 8,5 t/ha, 15 kg/ha-nál 9,0 t/ha, míg 20 kg/ha-nál 9,4 t/ha hozamot produkálta. Ez jól mutatja, hogy a lucerna különösen jól reagál a sűrűbb vetésre, és a vizsgált növények közül a legmagasabb termésmennyiséget eredményezte. A vörös here ezzel szemben jóval alacsonyabb hozamot produkált, amely csupán 1,2 t/ha-ról 1,4 t/ha-ra nőtt, ami azt jelzi, hogy kevésbé érzékeny a vetési sűrűség változására. A borsó közepes eredményeket mutatott. Hozama 2,5 t/ha-ról 3,5 t/ha-ra emelkedett, ami mérsékelt, de jól megfigyelhető javulást jelent. Az 5-ös és 6-os számú diagram a növények tápanyagtartalmát mutatja be, külön a fehérje és rosttartalomra bontva. Megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése nemcsak a hozamot, hanem a takarmány minőségére is pozitívan hat. A lucerna fehérjetartalma 19%-ról 22%-ra, rosttartalma pedig 30%-ról

32%-ra nőtt, ami egyértelműen a minőség javulását jelent. A vörös here esetében a fehérjetartalom 17%-ról 20%-ra, a rosttartalom pedig 28%-ról 31%-ra emelkedett. A borsó esetében a fehérjetartalom 18%-ról 21%-ra, a rosttartalom pedig 25%-ról 28%-ra nőtt.

Megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése mindhárom növény esetében kedvezően hatott a hozamra és a tápanyagtartalomra, bár különböző mértékben. A lucerna reagált a legkedvezőbben, mivel mennyiségi és minőségi szempontból is jelentős javulást mutatott. A borsó közepes érzékenységet, míg a vörös here kisebb változást mutatott. Az eredmények azt bizonyítják, hogy a vetési sűrűség optimális megválasztása kulcsfontosságú tényező a termelés hatékonyságának növelésében, hiszen nemcsak a termés mennyiségét, hanem a takarmány minőségét is nagymértékben befolyásolja.

3.6 Eredmények összegzése

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése mindhárom növény esetében kedvezően hat a hozamra, azonban a hatás mértéke fajonként eltérő. A lucerna minden vizsgált sűrűségnél kiemelkedően teljesített: 10 kg/ha-nál 8,5 t/ha, 15 kg/ha-nál 9,0 t/ha, míg 20 kg/ha vetési sűrűségnél 9,4 t/ha termést adott. Ez arra utal, hogy a lucerna jól alkalmazkodik a sűrűbb vetéshez, és a legnagyobb termékenységgel rendelkezik a vizsgált fajok közül. A vörös here esetében a hozam jóval alacsonyabb, 1,2 és 1,4 t/ha között változott, és a sűrűség változtatása kevésbé befolyásolta a terméseredményt. A borsó közepes eredményt mutatott hozama 2,5 t/ha-ról 3,5 t/ha-ra nőtt, ami mérsékelt, de egyértelmű javulást jelez. Összességében a 20 kg/ha vetési sűrűség bizonyult a legkedvezőbbnek, mivel a lucerna és a vörös here magasabb hozamot eredményezett a beltartalmi értékek és az emészthetőség romlása nélkül. A borsó esetében a 150 kg/ha vetési sűrűség bizonyult a legmegfelelőbbnek. A beltartalmi értékeket bemutató diagram szerint a vetési sűrűség növelése a tápanyag összetételt egyaránt befolyásolja. A fehérje mennyiségét a folytonos, míg a rosttartalmat a szaggatott vonalak jelölik. A lucerna esetében a fehérjetartalom 19%-ról 22%-ra, a rosttartalom 30%-ról 32%-ra emelkedett, ami a növény takarmányozási értékének javulását mutatja. A vörös here esetében a fehérjetartalom 17%-ról 20%-ra, a rosttartalom pedig 28%-ról 31%-ra nőtt, míg a borsónál a fehérjetartalom 18%-ról 21%-ra, a rosttartalom pedig 25%-ról 28%-ra emelkedett.

Mindent egybevetve elmondható, hogy a lucerna reagált legkedvezőbben a vetési sűrűség növelésére, mind hozam, mind tápanyagtartalom szempontjából. A borsó és a vörös here esetében is megfigyelhető volt pozitív irányú változás, de kisebb mértékben. Az eredmények alapján a lucerna tekinthető a leghatékonyabb növénynek a vizsgált fajok közül, mivel a sűrűbb vetés nemcsak a hozamot, hanem a takarmány minőségét is javította. Ez jól mutatja, hogy a vetési sűrűség optimalizálása kulcsfontosságú a takarmánynövény termesztésben, hiszen egyszerre befolyásolja a termés mennyiségét és annak tápértékét.

4. Következtetés

A kutatás eredményei azt mutatják, hogy a vetési sűrűség növelése jelentős hatással van a lucerna, a vörös here és a borsó hozamára, valamint azok beltartalmi értékeire. Az adatok alapján a lucerna bizonyult a legérzékenyebbnek a vetési sűrűség változására, mivel mind a hozam, mind a tápanyag értékek jelentős mértékben javultak. A legjobb eredmények a 20 kg/ha vetési sűrűségnél születtek: a hozam elérte a 9,4 t/ha-t, a fehérjetartalom 19%-ról 22%-ra, míg a rosttartalom 30%-ról 32%-ra nőtt. Ez arra utal, hogy a lucerna jól alkalmazkodik a sűrűbb vetéshez, és a vizsgált növények közül a legnagyobb terméspotenciállal rendelkezik. Magas fehérje és rosttartalma miatt különösen értékes takarmánynövény, mivel hozzájárul az állatok megfelelő és egészséges fejlődéséhez és a termelési teljesítmény növeléséhez. A vörös here esetében szintén megfigyelhető volt a hozam növekedése a vetési sűrűség emelésével, bár a változás mértéke kisebbnek bizonyult, mint a lucernánál. A hozam 1,2 t/ha-ról 1,4 t/ha-ra emelkedett, a fehérjetartalom 17%-ról 20%-ra, a rosttartalom pedig 28%-ról 31%-ra nőtt. A vörös here tehát kevésbé reagált a sűrűbb vetésre, ugyanakkor stabil és megbízható növénynek bizonyult. Bár hozama elmaradt a lucernáétól, tápanyagtartalma mégis kedvező, így értékes összetevője lehet a különböző takarmánykeverékeknek. A borsó esetében is kedvező hatást gyakorolt a sűrűbb vetés a hozamra és a tápanyagtartalomra. A hozam 2,5 t/ha-ról 3,5 t/ha-ra nőtt, a fehérjetartalom 18%-ról 21%-ra, a rosttartalom pedig 25%-ról 28%-ra emelkedett. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a borsó is pozitívan reagál a vetési sűrűség növelésére, bár a változás mértéke kisebb, mint a lucerna esetében. Megfelelő termesztéstechnológiai beállításokkal azonban a borsó hozama és minősége tovább javítható.

A kutatás eredményei alapján összességében megállapítható, hogy a vetési sűrűség növelése mindhárom vizsgált növény esetében pozitívan befolyásolta a hozamot és a beltartalmi értékeket, de a hatás mértéke növényenként eltérő volt. A legjobb terméshozamok a borsónál 150kg/ha, lucerna és vörös herénél 20 kg/ha vetési sűrűségnél születtek a beltartalmi értékek romlása nélkül, így ezek tekinthető az optimális beállításnak a termesztés szempontjából. A vizsgálat jól mutatja, hogy a vetési sűrűség megfelelő megválasztása kulcsfontosságú a takarmánynövények termesztésében. A helyesen beállított sűrűség nemcsak a biomassa mennyiségét növeli, hanem a takarmány minőségét is javítja. A jövőben érdemes a vetési sűrűség mellett más tényezők, például a talaj tápanyagellátottsága, a rendelkezésre álló vízmennyiség és az éghajlati körülmények hatását is részletesen elemezni, hogy teljesebb képet kapjunk a növények termőképességéről és tápanyagdinamikájáról. Az ilyen kutatások hozzájárulhatnak a fenntartható, hatékony és minőségi takarmánytermelés kialakításához.

5. Összefoglalás

A pillangós szálás növények meghatározó szerepet töltenek be mind a mezőgazdasági termelésben, mind a természetes ökoszisztémák fenntartásában. A szakdolgozatom célja, hogy átfogó képet adjon ezen növények különösen a lucerna, a vörös here és a borsó termesztésének agronómiai, gazdasági és környezeti vonatkozásairól, valamint bemutassa, hogyan befolyásolja a vetési sűrűség és a tápanyagellátás a hozamot és a tápanyagtartalmat. A kutatásom a korábbi tudományos eredmények és a saját vizsgálatok összevetésével keresi az optimális termesztési feltételeket, amelyek a legjobb egyensúlyt biztosítják a termelékenység és a fenntarthatóság között. Az irodalmi összefoglaló részletesen ismerteti a pillangós szálás növények agronómiai és ökológiai szerepét, világszintű és hazai elterjedését, valamint gazdasági jelentőségét és termesztéstechnológiájának alapjait. Dolgozatomban kitértem ezek a növények morfológiai sajátosságaira, környezeti igényeire, és bemutattam alkalmazkodóképességüket a különféle éghajlati és talajtani viszonyokhoz. Kiemelt figyelmet kap a nitrogénkötés folyamata, amely a talaj termékenységének fenntartásában és javításában kulcsszerepet játszik. Emellett tárgyalja a vetésváltást, a megfelelő talaj előkészítést és a tápanyag utánpótlás jelentőségét, amelyek együttesen

biztosítják a növények egészséges fejlődését és stabil fejlődésüket hosszútávon. A kutatás módszertan célja az volt, hogy feltárja a vetési sűrűség és a tápanyagellátás hatását a hozamra és a beltartalmi értékekre. Az adatgyűjtés és statisztikai feldolgozás során kapott eredmények lehetővé tették a termesztéstechnológiai folyamatok hatékonyságának értékelését. A vizsgálat során elkészített grafikonok és diagramok áttekinthetőbbé tették, hogyan hat a különböző vetési sűrűség a növények, hozamára és tápanyag összetételére. A kapott adatok alapján megállapítható, hogy a sűrűbb vetés általában magasabb termés hozamot és kedvezőbb beltartalmi értékeket produkált, bár túlzott sűrűség esetén a növények közötti versengés hátrányosan befolyásolhatja a fejlődést. A lucerna bizonyult a legtermékenyebb és legjobb beltartalmi értékekkel bíró fajnak, mivel a sűrűbb vetés hatására jelentősen nőtt mind a hozam, mind a tápanyagtartalom. A vörös here és a borsó esetében is kimutatható volt a pozitív hatás, bár mérsékeltebben. A kutatás rávilágított arra, hogy az optimális vetési sűrűség meghatározása elengedhetetlen a gazdaságos és környezetbarát takarmánytermeléshez. Szakdolgozatom eredményei azt igazolják, hogy a vetési sűrűség és a tápanyagellátás összehangolása alapvető fontosságú a pillangós szálcses növények termesztéstechnológiájában. A helyesen megválasztott termesztési paraméterek nemcsak a hozam növeléséhez, hanem a takarmány minőségének javításához is hozzájárulnak. A kutatás gyakorlati szempontból is jelentős, mivel iránymutatást ad a gazdálkodók számára a fenntarthatóbb és hatékonyabb termesztési gyakorlatok kialakításához, valamint alapot teremt a jövőbeni agronómiai fejlesztésekhez és vizsgálatokhoz egyaránt.

6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet mindazoknak, akik segítségével, támogatásukkal hozzájárultak szakdolgozatom elkészítéséhez és egyetemi tanulmányaim sikeréhez. Külön köszönet illeti Dr. Tarnawa Ákos témavezetőmet, aki szakmai tanácsaival, iránymutatásával végig kísérte a diplomamunkám elkészítését. Útmutatásai és építő javaslatai nélkül ez a dolgozat nem jött volna létre. Hálás vagyok szüleimnek, akik mindig hittek bennem, és akiknek támogatása, türelme és szeretete végig kísérte tanulmányaimat. Mindig számíthattam rájuk legyen szó tanulmányi kihívásokról vagy az élet bármely nehézségéről, és az ő kitartásuk, valamint biztatásuk adott erőt céljaim eléréséhez. Szeretném megköszönni barátaimnak is, akik az egyetemi évek során mellettem álltak. Közösen éltük át a sikereket és a nehezebb pillanatokot is, és mindig támogattuk egymást, amikor szükség volt rá. Az együtt töltött idő, a közös munka és a jókedv rengeteget segített abban, hogy a szakdolgozat elkészítése során is motivált maradjak. Végül, de nem utolsósorban hálával tartozom oktatóimnak és a szakmai életben megismert mentoroknak, akik tudásukkal, tapasztalatukkal és elhivatottságukkal inspiráltak. Az általuk átadott ismeretek és példamutató hozzáállás meghatározó szerepet játszottak abban, hogy szakmai és emberi téren is fejlődhettem. Külön megszeretném említeni Dr. Birkás Márta professzor asszonyt, aki sajnos már nincs köztünk, de több évtizedes tapasztalatait nagy örömmel és annál nagyobb motivációval adta át nekünk idős kora ellenére is. Szerencsésnek érzem magam, hogy tőle tanulhattam és hallgathattam az óráit. Bízom benne, hogy az itt megszerzett tudást és tapasztalatokat a jövőben kamatoztatni tudom, és méltó módon képviselem azt a szemléletet, amit oktatóim adtak át nekem.

7. Források

<https://www.agroinform.hu/szantofold/a-lucernatermesztes-technologiai-alapjai-1604>

<https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20130219/pillangos-viragzatu-szalas-takarmanynovenyek-gyomirtasa-36798>

https://link.springer.com/article/10.1007/BF03543586?utm_source=chatgpt.com

<https://portal.nebih.gov.hu/-/a-takarmanyborso-jelentosege>

Legume Data Portal (2023): <https://www.legumedata.org>

World Flora Online (2022): <https://www.worldfloraonline.org>

https://magyarmezogazdasag.hu/2025/06/19/pillangosok-a-regenerativ-gazdalkodasban/?utm_source=chatgpt.com

ÖMKi – Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet. Dokumentumtár (intézményi irattár és kiadványok). <https://biokutatas.hu/dokumentumtar/>

Jørgensen, U., Jensen, S. K. & Ambye-Jensen, M. (2022). *Coupling the benefits of grassland crops and green biorefining to produce protein, materials and services for the green transition*. *Grass & Forage Science*, 77(4), 295-306. <https://doi.org/10.1111/gfs.12594>

Cook, B. G., Pengelly, B. C., Schultze-Kraft, R., Taylor, M., Burkart, S., Cardoso Arango, J. A., ... Peters, M. (2020). *Tropical Forages: An interactive selection tool* (2nd and Revised Edn.). CSIRO, CIAT, ILRI. Letöltve: www.tropicalforages.info

Frame, J., Charlton, J. F. L., & Laidlaw, A. S. (1998). *Temperate Forage Legumes*. CAB International. <https://static.cambridge.org/content/id/urn%3Acambridge.org%3Aid%3Aarticle%3AS0021859698236057/resource/name/S002185969800605Xa.pdf>

García, E., et al. (2019). *Participatory Evaluation of Improved Grasses and Forage Legumes for Smallholder Livestock Production in Central America* (García et al., 2019) [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30123025/Kearney/6.%20Garcia et al 2019 Participatory evaluation of improved grasses and forage legumes.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30123025/Kearney/6.%20Garcia%20et%20al%202019%20Participatory%20evaluation%20of%20improved%20grasses%20and%20forage%20legumes.pdf)

ICARDA (2023). *Climate-Smart Crops: Forage Legumes Research Program*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. <https://icarda.org/research/climate-smart-crops/forage-legumes>

Julier et al. (2017), a *Legumes in Cropping Systems*
https://www.researchgate.net/publication/320075538_Lucerne_Alfalfa_in_European_cropping_systems

(C. Zhang et al., 2018) Physiological and Proteomic Responses of Contrasting Alfalfa (*Medicago sativa* L.) https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.00242/full?utm_source

Maass, B. L., et al. (2010). *Lablab purpureus – a crop lost for Africa?* Tropical Plant Biology. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2933844/>

Waring, E., Dahlke, H. E., Abatzoglou, J. T., Medellín-Azuara, J., Yost, M. A., Bali, K. M., Naughton, C. C., Putnam, D. H., Sabie, R., Kishore, S., Santos, N. R., & Viers, J. H. (2025). Reimagining alfalfa as a flexible crop for water security in the Southwestern USA. *Science of the Total Environment*, 990, 179851. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179851>
[PubMed](#)

?

Mersz (2020): *Pillangós zöldtakarmányok.* https://mersz.hu/dokumentum/m538it_375

Mezőhír (2010): *A lucerna – a pillangós szálastakarmány-növények „királya”.*
<https://mezohir.hu>

Magvas.hu (2023): *Évelő pillangósok szakmai információk.* <https://magvas.hu>

KSH (2023): *Agriculture – Preliminary Data 2023.* <https://ksh.hu>

USDA FAS (2023): *Agricultural Sector in Hungary Faces Structural Changes.*
<https://apps.fas.usda.gov>

Balázs et al. (2021): *The Legume Paradox in Hungary. IJSaF Journal.* <https://www.ijsaf.org>

Magyar Szója (2020): *Pillangós növények a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézeteiben.*
<https://magyarszoja.hu>

ResearchGate (2021): *Transitions to Legume-Based Agrifood Systems.*
<https://researchgate.net>

EU CAP Reform (2023): *Common Agricultural Policy Strategic Plan – Hungary.*
<https://agriculture.ec.europa.eu>

NIVE (2022): *Pillangós növények éghajlati és talajigénye*. Nemzeti Iparszövetségi és Szakképzési Intézet. <https://www.nive.hu>

Apromag (2023): *Lucerna termesztése – talajigény és éghajlati feltételek*. <https://www.apromag.hu>

Primag (2024): *Vöröshere termesztése és éghajlati igénye*. <https://www.primag.hu>

Magyarország (2023): *Pillangós növények a zöldítésben – Borsó és társai*. <https://www.magyarorszoja.hu>

Debreceni Egyetem (2021): *A borsó termesztésének éghajlati és talajtani feltételei*. <https://dea.lib.unideb.hu>

Primag (2022): *Lucerna termesztés technológia*. <https://www.primag.hu/blog/szakmai-cikkek/lucerna-termesztes-technologia>

Primag (2022): *Vöröshere termesztése*. <https://www.primag.hu/blog/szakmai-cikkek/voroshere>

Bács Gazda-Coop Kft. (n. d.). *Vetőmagszükséglet*. <https://gazdacoop.hu/bgc25/index.php/hu/tudastar/vetomagszukseget>

NIVE (2023): *Szántóföldi növényeink termesztése a gyakorlatban*. <https://www.nive.hu>

Hungarofarm (2022): *Vöröshere termesztési útmutató*. <https://www.hungarofarm.hu/voroshere>

Magyarország (2021): *Pillangós növények a zöldítésben*. https://magyarorszoja.hu/pdf/Pillangos_novenyek_a_zolditesben.pdf

Zawada, M., & Kaczmarek, Z. (2023). *Mechanical Weed Control Systems: Methods and Effectiveness*. *Sustainability*, 15(21), 15206. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15206>

Chauhan, R. V., Paramar, N. B., & Gohil, G. D. (2023). *A Review of Soil Preparation for Agriculture*. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(8), 318–323. <https://journalijecc.com/index.php/IJECC/article/view/1956>

Putnam, D. H., DeVries, J., & Brown, S. (2007). *Alfalfa Management Guide*. University of California Agriculture and Natural Resources. <https://www.agronomy.org/files/publications/alfalfa-management-guide.pdf>

Felix Instruments. (2024). *What are Harvest Maturity Indices? Why are they Important?* <https://felixinstruments.com/blog/what-are-harvest-maturity-indices-why-are-they-important>

Zhou, W. et al. (2024). *Integrated Pest Management: An Update*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11465254>

Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2018). *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops* (3rd ed.). <https://www.routledge.com/Growth-and-Mineral-Nutrition-of-Field-Crops/Fageria-Baligar-Jones/p/book/9781439816950>

Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2006). *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops* https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65ddf5647c7033e84be91137?utm_source

Wang, M., et al. (2025). *Potassium boosts plant resilience against drought and salt stress*. Horticulture Research. <https://academic.oup.com/hr/article/12/2/uhae318/7903275>

Drinkwater, L. E., Wagoner, P., & Sarrantonio, M. (1998). *Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses*. *Nature*, 396, 262–265. https://www.nature.com/articles/24376?utm_source

Peoples, M. B., Hauggaard-Nielsen, H., & Jensen, E. S. (2009). *The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations*. *Soil Biology & Biochemistry*, 41(10), 1933–1940. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.06.019>

Agronapló. (2014). *Bálázott lucerna szárításának korszerű eljárásai: a szárítás jelentősége és veszteségforrásai*. <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20140429/balazott-lucerna-szaritasanak-korszeru-eljarasai-a-szaritas-jelentosege-es-vesztesegforrasai-35092>

AgrárOldal. (n.d.). *Kazaltól a silóig: a takarmányok tárolása és tartósítása*. <https://www.agraroldal.hu/kazal.html>

union.hu/dl/?ext=pdf&file=13BA9A989FD45BA6ADC81E7B812E8DDDE44638535F93D42AFD069C4392D482147C8E87465701AA42189D98C235EC4233955FA87A85CCACC3287549199DB5

„Vöröshere” – Primag blog, 2015. július 5. <https://www.primag.hu/blog/szakmai-cikkek/voroshere>

NÉBIH. (2021). *Borsó kísérleti módszertan*. Budapest: NÉBIH. Elérhető: Borsó kísérleti módszertan (pdf). portal.nebih.gov.hu

Magyar Szója és Fehérjenövény Egyesület. (2024, augusztus 7.). *Őszi borsó fajtaösszehasonlító kísérlet – Mosonmagyaróvár, 2024*. Elérhető: [magyarszoja.hu. https://magyarszoja.hu/oszi-borso-fajtaosszehasonlito-kiserlet-mosonmagyarovar-2024/?utm_source](https://magyarszoja.hu/oszi-borso-fajtaosszehasonlito-kiserlet-mosonmagyarovar-2024/?utm_source)

8. Ábra és táblázatjegyzék

1. ábra: lucerna, vöröshere és a borsó termésátlagának alakulása 2010-2024-ig. (saját ábra)

1. táblázat: lucerna, vörös here és a borsó tápanyagigénye kilogrammba, 1 tonna szénára vetítve. (saját ábra)

2. ábra: Különböző tárolási módszerek tápanyagmegőrzőképessége.

2. táblázat: lucerna, vörös here és a borsó termesztésének évre bontott adatai. (saját ábra)

3. táblázat: a vetési sűrűségek hatása a termés hozamra és tápanyag összetételre.

3. ábra: a termés hozam alakulása különböző vetési sűrűségeknél a borsó esetében. (saját ábra)

4. ábra: a termés hozam alakulása különböző vetési sűrűségeknél a lucerna és vörös here esetében. (saját ábra)

5. ábra: tápanyagtartalom változása a különböző vetési sűrűségeknél a lucerna és vörös here esetében. (saját ábra)

6. ábra: tápanyagtartalom változása a különböző vetési sűrűségeknél a borsó esetében. (saját ábra)

9. Nyilatkozatok

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Szabó Balint (név) (hallgató Neptun azonosítója: 1A7ZUO)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekinttem, 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: Göcklő 2025 év 11 hó 09 nap

Tanácsos Ágnes
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános
hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Szabó Balázs
A Hallgató Neptun kódja: 1A7ZV0
A dolgozat címe: Pillangós szünetek tenyésztéstechnológiája
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Nővértenyésztési-tudományok 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. Továbbá kijelentem, hogy a
dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi
javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat,
azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai
elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a
záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását
engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására,
hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési
szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és
- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után
nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 11 hó 09 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Szabó Balint
Neptun-kódja:	1A7ZV0
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakkolgozat
A munka címe:	Szakkolgozat

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, tölts ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Forráskeresés, adatgyűjtés	Chat Gpt 4	Főszöveg

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

szöveg és ábra alkotás	Chat Gpt 4	1. Bevezetés, 1. és 2. ábra	
------------------------	------------	-----------------------------	--

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Gödöllő....., 2025. 11..... hó 09..... nap

Szepes
.....

Hallgató aláírása

Nincs véleményem az MI használatát ellenőrzésére
Tarnay
.....

Konzulens/Témavezető aláírása