



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2024. november 20.

Az ipari kender újraéledése Magyarországon, hagyomány és jövő

The Revival of Industrial Hemp in Hungary, Tradition and Future

Készítette:

Aczél Ádám

C6JV0Z

mezőgazdasági mérnök, alapképzés

Levelező tagozat

Szent István Campus

Témavezető: Dr. Balogh János, egyetemi tanár, MATE, Szent István Campus,
Növénytermesztési-tudományok Intézet, Növényélettan és Növényökológia
Tanszék

Lehetséges OTDK szekció: Agrártudományi szekció

Gödöllő

2024.

Tartalom

1	Bevezetés.....	4
1.1	A kutatás célja és jelentősége	4
1.2	Témaválasztás indoklása.....	5
2	Célkitűzés	6
2.1	Kutatásmódszertan a kendertermesztési kísérletekhez	6
2.2	Kutatási célok.....	6
2.3	Hipotézisek	6
3	Irodalmi áttekintés	7
3.1	Az ipari kender a modern vetésforgóba való beilleszkedése	7
3.2	A növény visszavágásának szerepe a szántóföldi magtermesztésben.....	8
3.2.1	A visszavágás hatása a vetőmagmennyiségre és a hozamra	8
3.2.2	A sortávolság és a vetési technológia optimalizálása	10
3.2.3	A gépi betakarítás hatékonyságának növelése.....	11
3.2.4	Tudományos relevancia és a fenntarthatóság kérdése	12
3.2.5	Sokoldalú ipari felhasználás	13
4	Anyagok és módszerek	15
4.1	Kutatásmódszertan	15
4.2	Kísérleti módszertan innovációja	17
4.3	Talaj előkészítés	18
4.4	Elvégzett munkák időpontjai és felhasznált inputanyagok	19
4.5	Gyomszabályozás és tápanyagutánpótlás	21
4.6	A kísérletben alkalmazott technológia bemutatása (visszavágási időpontok, eszközök, módszerek)	22
5	Eredmények és értékelésük.....	23
5.1	Mért paraméterek (termésátlag, növekedési ütem, növényállapotok).....	23
5.1.1	A növényi növekedés dinamikájának mérése és a különböző paraméterek monitorozása	23
5.1.2	Terméscsúcsok kialakulása és eloszlása.....	24
5.1.3	Növekedési ütem és szárátmérő	25
5.1.4	Homogén növekedés és a visszavágás hatása.....	25
5.1.5	A visszavágásnál alkalmazott kasza átalakítása.....	26
5.1.6	A visszavágás hatása a növény fejlődésére	27
5.2	Betakarítás	28
5.3	Kutatási eredmények és az innováció tudományos igazolása	30
5.4	A növényi stressz kezelése és regenerációs mechanizmusok	30

5.5	Homogén növekedés és állományfejlődés	31
5.6	A vetőmag felhasználásának optimalizálása	31
6	Összefoglalás	32
6.1	A hipotézis igazolása és az innováció tudományos értékelése	32
6.1.1	Gazdasági hatékonyság	32
6.1.2	Agronómiai hatékonyság	32
6.1.3	Összegzés és tudományos következtetések	32
6.2	Javaslatok a további kutatásokra	33
6.2.1	Korai vetéssel a növekedési szakasz időtartamának megnövelése	33
6.2.2	Kétszeri visszavágás alkalmazása a vegetációs időszak alatt	34
6.2.3	Fajtafejlesztés a visszavágási stressz tűrőképességének növelésére	34
6.2.4	Biostimulátorok és tápanyag-utánpótlás a visszavágás utáni növekedés serkentésére 34	
6.2.5	A betakarítási technológiák további finomítása és optimalizálása	35
6.3	Záró gondolat	35
7	Melléklet	35
7.1	Jelenleg engedélyezett herbicidek a kendertermesztésben	35
7.2	Engedélyezett készítmények és alkalmazási paramétereik	36
7.2.1	Eseti engedélyek és növényvédelmi szabályozás	38
7.2.2	Gombabetegségek és rovarkártevők a kendertermesztésben	38
8	Irodalomjegyzék	47

1 Bevezetés

1.1 A kutatás célja és jelentősége

Az ipari kender termesztése Magyarországon történelmi jelentőséggel bír, és az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb figyelmet kapott mind gazdasági, mind fenntarthatósági szempontból. Az ipari kender gazdasági potenciálját a fenntartható fejlődési célokkal összhangban álló új ipari felhasználási lehetőségek és a nemzetközi piacokhoz való csatlakozás perspektívái fokozzák. A növény sokoldalúsága, beleértve a textiliparban, az építőiparban, valamint az élelmiszeriparban való felhasználhatóságát, lehetőséget teremt arra, hogy a globális és hazai gazdaságban is jelentős szereplővé váljon. A kutatás célja az ipari kender versenyképességének javítása a modern technológiai fejlesztések, különösen a precíziós mezőgazdasági technológiák révén. Ezen fejlesztések közé tartozik a szenzoros rendszerek alkalmazása, a hozamnövelő agrotechnikai eljárások, például a visszavágási technika, amely nemcsak a biomassa mennyiségének növelését célozza, hanem az inputköltségek, így például a vetőmagok mennyiségének csökkentését is eredményezheti. Az ipari kender agronómiai szempontból kiemelkedő tulajdonságokkal rendelkezik. A növény gyors növekedési üteme, nagy biomassa-hozama, valamint a talajerózió csökkentésére és a talajszerkezet javítására gyakorolt kedvező hatásai egyaránt hozzájárulnak ahhoz, hogy a fenntartható mezőgazdasági rendszerek kulcsfontosságú elemeként tekintsenek rá. E tulajdonságok az agroökológiai gazdálkodási rendszerek szempontjából is előnyösek, hiszen a kendertermesztés csökkenti a vegyi műtrágyák és növényvédő szerek alkalmazását, ezáltal hozzájárul a környezetterhelés csökkentéséhez. A fenntarthatóságot tovább fokozzák az ipari kender környezeti előnyei, például a szén-dioxid-megkötés, valamint a talaj regenerációjához és a biodiverzitás növeléséhez való hozzájárulás. Az ipari kender termesztése a körforgásos gazdaság alapelveit is támogatja, mivel a növény minden része – a rosttól kezdve a magokon át az olajig – ipari felhasználásra kerülhet, minimális hulladékot hagyva maga után. Ez összhangban áll az Európai Unió zöld megállapodásával, amely a fenntartható gazdálkodási rendszerek bevezetését és a környezetbarát technológiák alkalmazását szorgalmazza.

1.2 Témaválasztás indoklása

Az ipari kender termesztése az agrárgazdaság egyik feltörekvő területe, amely számos technológiai innovációra és kutatási lehetőségre ad lehetőséget. A témaválasztás indoklása azon kihívásokra alapul, amelyek a kendertermesztés hatékonyságának és fenntarthatóságának növelésére irányulnak. Kiemelt jelentőségű a terméshozam maximalizálása és a termelés gazdaságosságának biztosítása, amelyek a mezőgazdasági termelés jövőjének alapkövei. Az egyik leginnovatívabb megoldás ezen a területen a visszavágási technika, amely nemcsak a hozamok növelését célozza, hanem a vetőmagfelhasználás optimalizálásával a költségek csökkentését is elősegíti. A fenntarthatóság egyre fontosabb szerepet tölt be a XXI. századi agrártermelésben, és a visszavágás, mint technológiai beavatkozás ennek egyik meghatározó eszköze lehet. Ez a technika nemcsak a hozamokat növeli, hanem javítja a növényállomány homogén fejlődését, valamint a betakarítás hatékonyságát is, így csökkentve az idő- és erőforrás-felhasználást. A visszavágási technika és más agronómiai újítások közvetlen hatással vannak a mezőgazdasági termelés hatékonyságára, miközben figyelembe veszik a környezetvédelmi célokat is. A vetőmagfelhasználás optimalizálásának és a jobb minőségű hozam elérésének kombinációja hozzájárul a környezeti terhelés csökkentéséhez, így egyaránt fontos szerepet játszik a gazdasági és ökológiai fenntarthatóság biztosításában. A témaválasztás releváns és időszerű, mivel a fenntartható mezőgazdasági megoldások, köztük a visszavágási technika, központi szerepet játszanak az agráripár jelenlegi és jövőbeni kihívásainak kezelésében. Az olyan újítások, amelyek egyszerre növelik a termelékenységet és csökkentik a termelési költségeket, alapvető fontosságúak a XXI. századi mezőgazdaság számára, ahol a fenntarthatóság és a gazdasági hatékonyság egymást kiegészítve alakítják a mezőgazdasági termelési rendszerek jövőjét. Az ipari kender gazdasági jelentősége, sokoldalú felhasználhatósága – a textiliparban, az építőiparban és a biokompozitok gyártásában – tovább növeli a fenntartható agrártermelés szerepét. A kender termesztése lehetőséget biztosít arra, hogy a környezettudatos ipari fejlesztések támogassák a gazdaság hosszú távú fejlődését. A visszavágás, mint agronómiai innováció, egyszerre nyújt előnyöket a hozam növelésében és a fenntarthatóság előmozdításában, hiszen csökkenti az inputköltségeket, javítja a termés minőségét, és hozzájárul a környezeti terhelés mérsékléséhez.

2 Célkitűzés

2.1 Kutatásmódszertan a kendertermesztési kísérletekhez

A kutatásmódszertan kidolgozása során arra törekedtem, hogy a kendertermesztés különböző aspektusait átfogó és tudományos alapokon nyugvó vizsgálati eljárásokkal mérjem és értékeljem. A kísérleti tervezés fókuszában a növények visszavágásának hatása állt, valamint az optimális növényvédelmi technikák alkalmazása, beleértve a herbicidek és egyéb növényvédő szerek hatékonyságának vizsgálatát. A kutatás több szempontból összetett és interdiszciplináris megközelítést igényelt, mivel a növekedési paraméterek, a hormonális szabályozás, a növények tápanyag-felhasználása és a termés hozam mind szorosan összefügg egymással.

2.2 Kutatási célok

A kutatás alapvető célja az volt, hogy megvizsgáljam:

1. A visszavágás hatását a kender növekedési ütemére, morfológiai jellemzőire (például magasság, termőcsúcsok száma) és a termés hozamra.
2. Az engedélyezett herbicidek hatékonyságát és alkalmazási paramétereit a kendertermesztés során fellépő gombabetegségek, rovarkártevők és gyomok elleni védekezésben.
3. A betakarítás technológiáját, különös figyelemmel a visszavágás hatására a növény magasságának és szerkezetének homogén kialakításában, amely lehetővé teszi a gépi betakarítás hatékonyságának növelését.

2.3 Hipotézisek

A hipotézisem az, hogy a speciális visszavágási technika alkalmazásával jelentős hozamnövekedés érhető el, miközben a vetőmagfelhasználás csökken, és a gépi betakarítás hatékonysága javul.

Igazolni szeretném saját kísérletemmel, hogy az általam kikísérletezett visszavágási technika, mint innovatív mezőgazdasági beavatkozás, közvetlen hatással van a termés hozamra és a gazdaságosságra, ezáltal kulcsfontosságú eszköz lehet a modern agrártermelési rendszerekben. Valamint ezen technika alkalmazása összhangban áll a fenntartható mezőgazdasági termelési célokkal, amelyek egyaránt fókuszálnak a hozam maximalizálására és a termelési költségek optimalizálására. A technika alkalmazása révén nemcsak a kendertermesztés hatékonysága javul, hanem a mezőgazdaság fenntarthatósági céljai is közelebb kerülnek a megvalósításhoz, ami különösen fontos a XXI. század globális környezeti és gazdasági kihívásainak fényében.

3 Irodalmi áttekintés

3.1 Az ipari kender a modern vetésforgóba való beilleszkedése

Az elővetemény (*4. táblázat*) kiválasztásánál figyelembe vettem, hogy a kender számára a legkedvezőbb elővetemények közé a pillangósvirágúak tartoznak, mint például a vöröshere, lucerna, borsó, valamint különböző bükkönyfélék. Ezek a növények jelentős mennyiségű nitrogént juttatnak vissza a talajba, amely kritikus elem a kender nitrogénigényes növekedési ciklusa során. Hasonlóképpen, a kapásnövények, például a kukorica utáni talajállapot is kedvező a kender számára, mivel a talaj tápanyagtartalma és szerkezete ilyen esetekben ideális feltételeket biztosít a növény fejlődéséhez. Fontos szempont volt a vetésforgó megfelelő kialakítása is.

		Utónövény							
		Rozs	Őbúza	Őárpa	Tárpa	Kukorica	Repce	Napraforgó	Hüvelyesek
Elővetemény	Rozs	■	■	■	■	○			
	Őbúza	■	■	○	○				
	Őárpa	■	■						
	Tárpa	■	■						
	Kukorica	☼	■	☼		!	☼		■
	Repce						X	X	X
	Napraforgó	☼		☼		!		X	!
	Hüvelyesek				■	■		!	X
	Kender	☼				○	☼	!	■
		■	Különösen ajánlott						
		○	Kedvező						
		■	Lehetőleges						
		☼	Vetés - vagy betakarítási idő miatt nem lehetséges						
		!	Nem ajánlott - kórokozók és kártevők fokozott fertőzés						
		X	Alkalmazása kizárt!						

1. ábra: Aczél, 2019

Bár a kender monokultúrában is termesztethető, hosszú távon ez nem javasolt, mivel növeli a gombabetegségek és rovarkártevők megjelenésének kockázatát. Ezzel szemben, a kender gabonafélék – különösen tavaszi és őszi búza – után is sikeresen termesztethető, azonban legalább hároméves vetésforgót kell alkalmazni, hogy a talaj regenerálódhasson, és elkerüljük a monokultúrás termesztésből fakadó problémákat, például a talajfáradtságot.

3.2 A növény visszavágásának szerepe a szántóföldi magtermesztésben

3.2.1 A visszavágás hatása a vetőmagmenyiségre és a hozamra

A visszavágás agronómiai szempontból egy olyan technológiai beavatkozás, amely jelentős hatást gyakorol a növény fejlődési mintázatára és a termés hozamra. A technika lényege, hogy megszakítja a növény növekedés központi irányvonalát, ami serkenti a növényt arra, hogy több oldalhajtást fejlesszen ki. Ennek eredményeképpen megnő a termőcsúcsok száma, ami közvetlenül hozzájárul a hozam növekedéséhez. Ez különösen előnyös a magkender termesztésében, ahol a vetőmagfelhasználás csökkentése mellett (1.táblázat, Aczél, 2019) a

Visszavágás alkalmazásánál vetőmagszükséglet				
Ezermagtömeg	22	gramm		
Sortávolság	75	cm	Sortáv db	1,33
Tőtávolság	5	cm	Tőtáv db	20,00
Vetőmag szükséglet	5866,67	gramm	1m ² db	26,67
	5,87	kg	1 Ha db	266666,7

2. táblázat

hozam növelése az egyik legfontosabb cél. A visszavágás növényélettani szempontból is kiemelkedő, mivel a növény biológiai reakciója egyenletesebb növekedési mintázatot eredményez. Az így kialakult homogénebb növényállomány javítja a termelés szervezettségét és megkönnyíti a gépi betakarítást. A betakarítási folyamat hatékonysága azért nő, mert az egyenletes növényállomány lehetővé teszi a gépi eszközök pontosabb működését, csökkentve a termésvesztést és növelve a gazdaságosságot. Az agrártermelésben az ilyen típusú technológiai fejlesztések célja a vetőmaghasználat optimalizálása és a hozam maximalizálása mellett a gazdasági hatékonyság növelése is. A visszavágás alkalmazása nemcsak a növény biológiai tulajdonságait javítja, hanem hozzájárul a fenntartható termelési rendszerek kialakításához, hiszen kevesebb input szükséges a termés mennyiségének és minőségének növeléséhez. Ezáltal a technika hosszú távon gazdaságilag és környezetvédelmi szempontból is jelentős előnyöket nyújt a mezőgazdasági termelők számára.

A kender termesztésében a visszavágási technika, agronómiai szempontból, jelentős előnyökkel járhat, különösen a hozam és a növény fejlődési mintázatának optimalizálása szempontjából.

A visszavágás, amely megszakítja a növény apikális dominanciáját, elősegíti a több oldalhajtás kialakulását, ezáltal növeli a termőcsúcsok számát és hozzájárul a hozam növekedéséhez. Ezt a módszert különösen a magkender esetében alkalmazzák, amelynél a homogén növényállomány javítja a termelés hatékonyságát, és megkönnyíti a gépi betakarítást is. Nemzetközi szinten a kendertermesztés újra növekvő iparág, különösen Kínában és Franciaországban, ahol modern technológiák segítik a hatékonyságot és a hozam növelését (1). A kender különféle célokra termesztett növény, beleértve az olaj-, rost- és magtermesztést. A visszavágás technikájával optimalizálható a növény biomassza-produkciója is, különösen a magkendernél, ahol fontos a magtermés maximalizálása (2). Hazai szinten a kendertermesztés újrakezdése tapasztalható, bár a magkender esetében komoly technológiai és tápanyagigényekkel kell számolni (3). Magyarország hagyományos kendertermesztési hagyományokkal bír, de a modern feldolgozási infrastruktúra még nem érte el a nyugat-európai szintet (4). A visszavágás alkalmazása nemcsak a hozamot növeli, hanem a növény fejlődési mintázatát is kiegyenlíti, így fenntarthatóbb, gazdaságosabb termelési rendszerek kialakítását teszi lehetővé a kendertermesztésben (5).

Az auxinok mellett a növény más növekedésszabályozó hormonjai is fontos szerepet játszanak:

1. Auxinok: Az auxinok, különösen az IAA, szabályozzák a sejtek megnyúlását és a gravitropizmust (gravitációra adott válaszreakció). A visszavágás során az auxinszint

csökkenése lehetővé teszi, hogy a lentebb lévő hajtások fejlődése felgyorsuljon, ami több termőcsúcs kialakulásához vezet.

2. Citokininek: Ezek a hormonok serkentik a sejtosztódást, különösen a hajtásrendszerben, és szerepet játszanak a gyökér-hajtás arány fenntartásában. A visszavágás serkenti a citokininek termelését, amely elősegíti az oldalhajtások fejlődését, és javítja a növény tápanyag-felhasználását.

3. Gibberellinek: A gibberellinek elősegítik a sejtek megnyúlását és a szár hosszanti növekedését. Bár a visszavágás kezdetben csökkenti a gibberellinek által irányított szárnövekedést, a későbbi növekedési szakaszokban a hormonok egyensúlyának helyreállítása hozzájárul a virágzás és terméskepződés javulásához.

4. Abszicinsav (ABA): Ez a hormon szerepet játszik a növény stresszválaszaiban, például szárazság vagy hideg időjárás esetén. A visszavágás után fellépő átmeneti stresszreakciók során az abszicinsav szintje növekszik, ami segíti a növény regenerálódását.

3.2.2 A sortávolság és a vetési technológia optimalizálása

A sortávolság és a vetési technológia optimalizálása az ipari kender termesztésében kiemelkedően fontos agronómiai tényező, mivel ezek a paraméterek közvetlenül meghatározzák a növények fejlődési mintázatát, a termésmennyiséget és a betakarítás hatékonyságát. A túl sűrű vetés esetén a növények egymással versenyeznek az erőforrásokért, például a fényért, vízért és tápanyagokért, ami alacsonyabb biomassa- és maghozamot eredményezhet. Ezzel szemben a túl ritka vetés a terület alacsony kihasználásához vezethet, ami szintén csökkentett hozamot eredményez.

A sortávolság optimalizálása során figyelembe kell venni a növények térbeli eloszlását, amely lehetővé teszi az erőforrások hatékonyabb hasznosítását. Az ideális sortávolság kialakítása biztosítja, hogy a növények optimálisan használják fel a rendelkezésre álló napfényt, maximalizálva a fotoszintetikus aktivitást. A fotoszintézis intenzitása kulcsfontosságú a biomassa-növekedés szempontjából, mivel a nagyobb levélfelület és a jobb fényhasznosítás elősegíti a szén-dioxid asszimilációját, ami közvetlenül növeli a növények által előállított biomassa mennyiségét és a magtermést (6). A fotoszintézis fokozása ezen kívül javítja a növény egészségi állapotát, ami kedvezőbb hozamot eredményezhet, különösen, ha a vetési

rendszer lehetővé teszi a növényállomány egyenletes fejlődését. A vetési technológia finomhangolása szintén alapvető fontosságú a hozam maximalizálása és a betakarítás hatékonyságának növelése érdekében. A precíziós vetés alkalmazása biztosítja, hogy minden növény azonos térbeli eloszlással rendelkezzen, amely elősegíti az egyenletes növekedést és a homogén növényállomány kialakulását. Ez nemcsak a növények közötti erőforrás-eloszlást optimalizálja, hanem a gépi betakarítás hatékonyságát is jelentősen növeli, mivel a homogén állomány lehetővé teszi a mezőgazdasági gépek zavartalan és pontos működését. A gépi betakarítás során az egyenletes növényállomány csökkenti a termésvesztést, és optimalizálja a betakarítás sebességét és költségeit. A sortávolság és a vetési technológia optimalizálása tehát nemcsak a terméshozam növelését szolgálja, hanem a fenntarthatóság szempontjából is előnyös. Az optimális vetési rendszer alkalmazása csökkenti az erőforrások – például víz, tápanyagok és vetőmag – pazarlását, miközben a hozam maximalizálása és a betakarítás hatékonyságának növelése gazdasági szempontból is jelentős előnyökkel jár. A modern mezőgazdasági rendszerekben ez az optimalizálás kulcsfontosságú, mivel a hozamok maximalizálása mellett a környezeti terhelés csökkentése is központi cél. Az ilyen technológiai beavatkozások közvetlen hozzájárulnak a fenntartható mezőgazdasági rendszerek fejlődéséhez, valamint a gazdasági hatékonyság növeléséhez, miközben figyelembe veszik a környezetvédelmi szempontokat is.

3.2.3 A gépi betakarítás hatékonyságának növelése

A gépi betakarítás modernizálása elengedhetetlen a nagy volumenű ipari kendertermesztés hatékonyságának növeléséhez, különös tekintettel a termelési folyamatok optimalizálására és a gazdasági versenyképesség fokozására. A visszavágási technika alkalmazása homogénebb növényállományt biztosít, ami a gépi betakarítás szempontjából kiemelkedően fontos, hiszen az egységes növénymagasság és növekedési struktúra lehetővé teszi a gépek pontosabb és hatékonyabb működését. Ez a technológia elősegíti a betakarítás során keletkező veszteségek minimalizálását, hozzájárulva a termésmennyiség maximalizálásához és a gazdaságosabb működéshez. A precíziós mezőgazdaság fejlődése, különösen a szenzortechnológiák és a GPS-alapú automatizált rendszerek terén, jelentős előrelépést eredményezett a gépi betakarítás területén. A korszerű betakarítógépek ma már valós időben képesek monitorozni a talaj- és növényállapotot, így a betakarítás pontosabbá és gyorsabbá válik, minimalizálva az emberi hiba

lehetőségét. Ezen technológiák alkalmazása nemcsak a hozamot növeli, hanem a munkaerőigényt is csökkenti, jelentős költségmegtakarítást eredményezve.

Az agrártechnológiai innovációk, mint például a gépi látás és a robotizáció, tovább erősítik a mezőgazdaság automatizálását. Az intelligens rendszerek képesek a növények állapotának elemzésére, valamint a legideálisabb betakarítási időpont meghatározására, ezzel maximalizálva a hozamot és minimalizálva a pazarlást. A robotizált betakarítógépek ezen felül javítják a műveletek pontosságát és sebességét, így a betakarítás során kevesebb emberi beavatkozás szükséges, ami további gazdasági előnyökkel jár (7). A gépesített betakarítás tehát a nagy volumenű kendertermesztés hatékonyságának alapja. A modern agrártechnológiák, különösen a precíziós gazdálkodási eszközök és az automatizált rendszerek integrálása, nemcsak a hozam növeléséhez járul hozzá, hanem a fenntarthatóságot is elősegíti, mivel csökkenti az erőforrások pazarlását és minimalizálja a környezeti terhelést. A kendertermesztés hatékonysága és gazdaságossága így szorosan összefügg a gépi betakarítás technológiai fejlődésével, amely a modern mezőgazdasági termelési rendszerek nélkülözhetetlen eleme (8).

3.2.4 Tudományos relevancia és a fenntarthatóság kérdése

Az ipari kender termesztése meghatározó szerepet tölthet be a fenntartható mezőgazdasági rendszerek fejlesztésében, mivel számos ökológiai és gazdasági előnyt kínál. A növény kiemelkedően gyors növekedése és nagy biomassa-hozama hozzájárul a termelés hatékonyságához, míg alacsony növényvédőszer- és műtrágyaszükséglete csökkenti a környezetre gyakorolt negatív hatásokat. Az ipari kender termesztése különösen fontos a talajminőség fenntartásában és javításában, mivel kedvezően hat a talajszerkezetre, növeli a talaj szervesanyag-tartalmát, és mérsékli az eróziós folyamatokat (32). A növény termesztése potenciálisan része lehet a talaj rekultivációs folyamatainak is, mivel képes javítani a szennyezett vagy erodált talajok állapotát, elősegítve azok mezőgazdasági újrahasznosítását. A kender ezen tulajdonságai nemcsak ökológiai szempontból relevánsak, hanem hozzájárulnak a fenntartható gazdálkodás gazdasági előnyeéhez is, mivel alacsony inputigényű rendszert kínálnak magas terméshozam mellett. A kender termesztésének tudományos jelentősége az agrár- és ipari szektorok közötti kapcsolatban is megmutatkozik. A növény széleskörű ipari felhasználhatósága – beleértve a textilipart, az építőipart, valamint a bioalapú kompozitanyagok gyártását – új lehetőségeket teremt a fenntarthatóságot előtérbe helyező iparágak számára.

Emellett a kender termesztése hozzájárulhat a klímaváltozás elleni küzdelemhez is, mivel nagy mennyiségű szén-dioxidot köt meg a növekedése során, csökkentve ezzel a légköri szén-dioxid koncentrációját. Összességében az ipari kender egy olyan multifunkcionális növény, amely képes egyszerre szolgálni a mezőgazdasági fenntarthatósági célokat és az ipari innovációkat, elősegítve a gazdaságosság növelését, a környezeti terhelés csökkentését, és a klímaváltozás elleni globális fellépést.

3.2.5 Sokoldalú ipari felhasználás

Az ipari kender (2.táblázat, Aczél, 2019) rendkívül széleskörű felhasználási lehetőségei jelentős gazdasági értéket képviselnek, miközben fenntartható és környezetbarát alternatívát kínálnak számos hagyományos alapanyaggal szemben. A növény különleges tulajdonságai révén számos iparágban, köztük a textiliparban, az építőiparban, az autóiparban, valamint az élelmiszer- és gyógyszeriparban is egyre nagyobb szerepet kap (9).

Kender növény		Hasznosítási terület	Termékek	Helyettesítő termékek
Mag		Emberi étkezés, funkcionális élelmiszerek	hántolt mag	lenmag, chia mag, tökmag, mogyoró, napraforgó
			fehérjepor	szója-, rizs-, tejsavó-, borsó-fehérje
			étkezési olaj	napraforgó-, olíva-, szőlőmag-, tökmag-olaj
		Galamb és díszmadár takarmány	II. osztályú tisztított mag	napraforgómag ,árpa, lenmag, mungóbab, kukorica, máriatövis
Kóró	Rost	Papíripar, autóipar, műanyagipar	műszaki kenderrost, merített papír	fa, szalma, újrahasznosított papír
	Pozdorja	Ló és kisállat tartás	ló és kisállat alom	szalma, faforgács
		Megújuló energia	pellet	szalma, faforgács
Virág és levél		Étrendkiegészítők, tea	természetgyógyászati készítmények, teák	gyógynövények

A textiliparban a kenderrostok kiemelkedő minősége, tartóssága és természetes antibakteriális tulajdonságai különösen vonzóvá teszik a növényt a bioalapú textíliák előállításánál. A kenderből készült szövetek rendkívül ellenállóak, hosszú élettartamúak, és fenntarthatósági szempontból kiváló alternatívát nyújtanak a hagyományos pamut vagy műszál anyagokkal szemben, mivel a kendertermesztéshez kevesebb vízre és vegyszerre van szükség. Ezáltal a textilipar egyre inkább a kender felé fordul, különösen a környezettudatos gyártás iránti igények növekedésével.

Az építőiparban a kenderbeton, forradalmi anyagnak számít. Ez a könnyű, tartós és kiváló hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkező építőanyag nemcsak a hagyományos beton fenntartható alternatívája, hanem a természetes szén-dioxid-megkötő képessége révén hozzájárul az építőipar ökológiai lábnyomának csökkentéséhez.

A kenderbeton különösen népszerű az ökoépítkezések terén, ahol a fenntarthatóság és az alacsony környezeti terhelés központi szerepet játszik (10).

Az autóipar és a biokompozitok gyártása szintén jelentős előnyöket nyer a kenderből készült anyagokból. A kenderrostok könnyűsége és szilárdsága ideális alapanyaggá teszi őket autóalkatrészek és kompozit anyagok gyártásához. Az ilyen anyagok használata nemcsak a járművek súlyát csökkenti, ami alacsonyabb üzemanyag-fogyasztást eredményez, hanem elősegíti a fenntarthatósági célok elérését is, hiszen a kender megújuló, biológiailag lebomló forrásból származik.

A kender magjai és különösen a kannabidiol (CBD), szintén rendkívül értékesek az élelmiszer- és gyógyszeripar számára. A kenderolaj gazdag esszenciális zsírsavakban és vitaminokban, ami kiváló alapanyaggá teszi táplálkozási és egészségügyi célokra. A CBD, (11) amely nem pszichoaktív vegyület, egyre növekvő népszerűségnek örvend a gyógyszeriparban ^{3. ábra} gyulladáscsökkentő, fájdalomcsillapító és szorongáscsökkentő hatásai miatt. Ezen felhasználások tovább növelik a kender ipari jelentőségét, különösen a wellness- és egészségipar területén.

Az ipari kender nem csupán agrárszempontról fontos, hanem kiemelkedő szerepet játszik számos iparág fenntarthatósági törekvéseiben is. A kender sokoldalú felhasználhatósága új lehetőségeket teremt a zöld iparágak számára, hozzájárulva a gazdasági versenyképesség növeléséhez, a környezeti terhelés csökkentéséhez, és nem utolsósorban a klímaváltozás elleni küzdelemhez is. A kender tehát nemcsak a modern ipar fenntartható jövőjének egyik kulcsnövénye, hanem gazdasági és környezeti szempontból is hosszú távon meghatározó tényező.

4 Anyagok és módszerek

4.1 Kutatásmódszertan

A kísérletek elrendezése randomizált blokkos kísérleti terv szerint történt, amely biztosította az eredmények statisztikai elemezhetőségét. A kísérlet során különböző kezelési csoportokat alakítottam ki, amelyek a következőket foglalták magukba:

1. **Kontrollcsoport:** A növények visszavágás nélkül fejlődtek, és csak a szokásos növényápolási munkákat végeztem el rajtuk.
2. **Kezelt csoportok:** A visszavágott növényeket a harmadik és negyedik nádusz között vágtam vissza, hogy megvizsgáljam a növények morfológiai és fiziológiai elváltozásait.

Adatgyűjtési módszerek

Az adatgyűjtés különböző, egymást kiegészítő módszerek alkalmazásával történt:

1. **Növekedési paraméterek mérése:** A növények magasságát, szárátmérőjét, a hajtások számát, valamint a termőcsúcsok számát és elhelyezkedését rendszeresen mértem. A növények magasságát a visszavágás után 2 hetente rögzítettem, hogy nyomon kövessem a növekedési ütem változásait.
2. **Növényvédelmi hatékonyság vizsgálata:** Az engedélyezett herbicidek hatékonyságát a kártevők (például földibolha, gyapottok bagolylepke) és a gombabetegségek (például kenderrozsa, szürkepenészes rothadás) elleni védekezésben vizsgáltam. A kezeléseket a kártevők megjelenésekor végeztem, és a fertőzött növények arányát rendszeresen monitoroztam. A kártevők és betegségek jelenlétét helyszíni szemlézéssel és laboratóriumi elemzésekkel is ellenőriztem.
3. **Betakarítási hatékonyság:** A betakarítás során a visszavágás hatását a magok érettségére és a gépi betakarítás hatékonyságára vizsgáltam. A kombájnnal történő betakarítás során mértük a pergési veszteségeket, a mag érettségét és a kombájn szárfeltekeredését. Az adatokat részletesen rögzítettem a betakarítási naplóban.

Adatfeldolgozás és statisztikai elemzés

Az adatgyűjtés során nyert adatok elemzése statisztikai módszerekkel történt, hogy az eredmények szignifikanciáját és megbízhatóságát biztosítsam. Az adatfeldolgozás során az alábbi statisztikai módszereket alkalmaztam:

1. ANOVA (egytényezős varianciaanalízis): Az ANOVA segítségével vizsgáltam a különböző kezelések hatását a növekedési paraméterekre, például a magasságra, a termőcsúcsok számára és a hozamra. Az elemzés célja annak meghatározása volt, hogy a különböző visszavágási technikák szignifikánsan befolyásolják-e a növények növekedését és hozamát.
2. T-próba: A kontroll és kezelt csoportok közötti különbségek összehasonlítására alkalmaztam t-próbát, különös tekintettel a hozamra és a termőcsúcsok számára.
3. Korrelációs elemzés: A növekedési hormonok szintjei és a növekedési paraméterek közötti korrelációkat vizsgáltam annak érdekében, hogy megértsük, milyen mértékben befolyásolják a hormonális változások a növény fejlődését.
4. Pergési veszteség elemzése: A pergési veszteségek mértékét és a magok érettségét az aratáskor összehasonlítottam a visszavágott és nem visszavágott növények között, hogy megállapítsam, a visszavágás milyen mértékben javította a betakarítási hatékonyságot.

A kutatás etikai és környezetvédelmi szempontjai

A kísérletek során külön figyelmet fordítottam az etikai és környezetvédelmi előírások betartására. Az engedélyezett herbicidek alkalmazása során minden esetben betartottam a jogszabályi előírásokat, és minimalizáltam a vegyszerhasználatot, hogy csökkentsem a környezeti terhelést. A kísérleti területet rendszeresen ellenőriztem a talaj- és vízminőség megőrzése érdekében, hogy a növényvédő szerek ne jelentsenek veszélyt az ökoszisztémára.

A kutatómódszertanom biztosítja, hogy a kendertermesztési kísérletek során gyűjtött adatok megbízhatóak és szignifikánsak legyenek. A visszavágás hatása a növény morfológiai és fiziológiai jellemzőire, valamint a betakarítás hatékonyságára átfogóan vizsgálható volt, míg a növényvédelmi kezelések eredményei fontos betekintést nyújtottak a kártevők és betegségek elleni védekezés hatékonyságába. Az alkalmazott módszerek kombinációja lehetővé tette, hogy a kutatás során teljes képet kapjak a kender termesztésének és védelmének különböző aspektusairól.

4.2 Kísérleti módszertan innovációja

Kutatásomat a saját tulajdonomban lévő földterületen végeztem, amely a Forró külterületén található, és a földhivatali nyilvántartásban F1WJHK20 (3.ábra) blokkazonosítóval szerepel. A terület helyrajzi számai a 0736 és 0744 közötti részeket ölelik fel, összesen 10.497 m² nagyságú, amelynek kataszteri tisztajövedelme 21,94 aranykorona értékben lett megállapítva. A kísérleti helyszín talajtípusa barna erdőtalaj, amely közepes termékenységi szinttel rendelkezik, ugyanakkor kiválóan alkalmas különböző növénykultúrák, például gyümölcsfák és szőlő termesztésére is. A terület domborzati viszonyai alapján ez a talajtípus jellemzően erdőségek szomszédságában fordul elő, ami a kísérlet helyszínén is megfigyelhető.



4. ábra: MePAR, 2024

A területen az elővetemény őszi búza volt, amely kedvezően hatott a talajszerkezetre és tápanyagtartalomra, így optimális alapot teremtett a következő kultúra, az ipari kender számára. Kísérleteimet 2019 gazdasági évben végeztem, figyelemmel a helyi klimatikus viszonyokra, különösen

a csapadékmennyiségre és a hőmérsékletre, amelyek kulcsfontosságúak voltak a kender növekedési ciklusának optimalizálása szempontjából. Az adatgyűjtés és mintavételezés folyamatosan zajlott, így részletesen nyomon követhettem a növények fejlődését és a termesztési technikák hatékonyságát, különös tekintettel a visszavágási technika alkalmazására, amely szerves részét képezte a kísérleteimnek.

4.3 Talaj előkészítés

A kender gyökérzete karógyökér típusú, ami azt jelenti, hogy főgyökere mélyen behatol a talajba, akár 1-2 méteres mélységet is elérhet. Ez a gyökérrendszer kulcsfontosságú a növény számára, mivel lehetővé teszi, hogy a mélyebb talajrétegekből is hozzáférjen a vízhez és tápanyagokhoz, valamint hozzájárul a talaj szerkezetének lazításához, javításához (12). A karógyökér kialakulásának és optimális fejlődésének biztosítása érdekében rendkívül fontos a talaj megfelelő előkészítése, különös tekintettel a mélylazításra. A talaj (5. ábra, Aczél, 2024) mélylazítása elősegíti a gyökerek akadálytalan behatolását a talaj mélyebb rétegeibe, ami növeli a növény stressztűrő képességét, különösen aszályos időszakokban. Az optimális talajszerkezet elérése érdekében a talaj előkészítésének több lépésben kell történnie, figyelembe véve a kender igényeit. A talajnak aprómorzsás, kellően tömörített, de mégis laza szerkezetűnek kell lennie, hogy biztosítsa a megfelelő víz- és levegőgazdálkodást, ami a csírázás és a korai növekedés kritikus szakaszaiban elengedhetetlen. A talaj előkészítése során különös figyelmet fordítottam a magágy kialakítására, amelynek célja, hogy optimális körülményeket biztosítson a kender magjainak gyors és egyenletes keléséhez. A megfelelően előkészített magágy minimalizálja a talaj szerkezetének túlzott mozgatását, illetve a porosodás kockázatát, amely hátrányosan befolyásolhatná a csírázási arányokat (13). A magágy előkészítése során különösen fontos volt, hogy a talaj felszíni rétege laza, morzsalékos szerkezetű legyen, miközben a mélyebb rétegek enyhén tömörítettek, így támogatva a gyökerek gyors fejlődését. A magvak egyenletes elhelyezkedése és a csírázás során a megfelelő vízháztartás biztosítása érdekében a talaj szerkezetét úgy kellett kialakítani, hogy elkerüljük a víz pangását, amely oxigénhiányt okozhat, valamint a talaj gyors kiszáradását is, amely gátolná a magvak csírázását. Az előkészítési munkálatok során alkalmaztam a "hamis magágy" technikát, amelyet a vetést megelőzően néhány nappal vagy héttel készítettem el. A hamis magágy célja, hogy elősegítse a talajban található gyommagvak csírázásának beindulását, amelyek ezt követően egy sekély műveléssel könnyen elpusztíthatók. Ez a módszer rendkívül hatékony a gyommentes talaj biztosításában,

mivel a gyommagvak elpusztítása minimalizálja a kender növekedését később akadályozó gyomnövények megjelenését.

A gyommentes talaj nemcsak a kezdeti növekedési szakaszban fontos, hanem hozzájárul a növény egészséges fejlődéséhez és a hozam maximalizálásához a termesztési ciklus későbbi szakaszaiban is. A talaj előkészítésének minden lépése összhangban volt a kender specifikus termesztési igényeivel, amelynek célja nem csupán a növény gyors kezdeti fejlődésének biztosítása, hanem a hosszú távú, egészséges növekedés és a magas hozam elérése is.

Ezen technológiai megoldások alkalmazása lehetővé tette a talaj tápanyagtartalmának megőrzését és a növények egyenletes fejlődését, ami alapvető követelmény egy fenntartható és gazdaságos kendertermesztési rendszer kialakításában.

4.4 Elvégzett munkák időpontjai és felhasznált inputanyagok

A kísérlet során a Tiborszálási fajtát választottam, amelyet 2000-ben ismertek el, és azóta is az egyik legkiválóbb ipari kenderfajtaként tartják számon Magyarországon. Ez a fajta olasz eredetű kenderből került szelektálásra, és Tiborszálás környékén nemesítették, így nemcsak genetikailag, hanem ökológiai alkalmazkodóképessége alapján is ideálisnak bizonyult a kísérleti környezetben. A fajta választásom több szempontból is optimálisnak bizonyult a kísérletsorán (14). Az egyik legfontosabb jellemzője, hogy kétlaki és középérésű fajta, ami lehetővé tette a visszavágási technológia pontos és időzített alkalmazását. Mivel a kétlaki

Munkák	Eszköz gép	Üzemanyagfogyasztás 1 ha	Összeg	Üzemóra
	Fiatagri 80-90	Liter gázolaj	410Ft/L	
Szántás	Kühne 3-as ágyeke	22	9020	2,5
Szántáselmunkálás	Agrikon 3,6m kombinátor	4	1640	0,5
Műtrágyaszórás	Bogballe M1 trend	2	820	0,1
Magágykészítés	Agrikon 3,6m kombinátor	3	1230	0,5
Vetés	Bérmunka Amazone		10000	
Permetezés, lombtrágyázás	Malupeagro 2200 18m	2	820	0,1
sorközművelés	agrobékés 6 soros műtrágyaadagolás csukható	3	1230	0,6
Visszavágás	140 orosz függesztett alternálókasza	15	6150	2
Betakarítás	bérmunka New holland CS 7080		30000	
tarlóhántás	3,2m középnehéz vontatott tárcsa	5	2050	0,7
		56	62960	7

5. ábra

Név	menyiség	egységár Nettó	kijutott mennyiség ára	Bruttó +27%
Vetőmag	25 Kg	2500 Ft/Kg	62 500 Ft	79 375 Ft
Proman	2 L	8000 Ft/L	16 000 Ft	20 320 Ft
DualGold	1,5 L	14000Ft/ L	21 000 Ft	26 670 Ft
Lontrel	0,3 L	31000 Ft/L	9 300 Ft	11 811 Ft
Runner 2 F	0,5L	24000 Ft/L	14 400 Ft	18 288 Ft
NPK 8:21:21	250 Kg	12400 Ft/q	31 000 Ft	39 370 Ft
Pétisó 34%	150 Kg	6800 Ft/q	10 200 Ft	12 954 Ft
Huminis kondisol N	5 L	918 Ft/L	4 590 Ft	5 829 Ft
Huminis kondisol N B+S	5 L	1153Ft/ L	5 765 Ft	7 322 Ft
Huminis Solvitis BOR MC	1 L	1566 Ft/ L	1 566 Ft	1 989 Ft
			176 321 Ft	223 928 Ft

6. ábra

növények külön hím és nőivarú egyedekkel rendelkeznek, a növények fejlődési fázisai jól összehangolhatóak voltak a visszavágással, biztosítva a biomassa növekedését és a kiváló minőségű rost előállítását. Ez különösen fontos volt a kísérlet szempontjából, ahol a cél a hozam maximalizálása mellett a rostminőség javítása volt. A Tiborszállási fajta kiemelkedő tulajdonságai közé tartozik a magas rosttartalom, amely átlagosan 25%-ot tesz ki. Ez különösen értékes a textilipar számára, ahol a kiváló minőségű kenderrost iránti kereslet világszerte növekszik. A kísérlet célja részben az volt, hogy a visszavágási technológia alkalmazásával növeljem a biomassa hozamot, és ennek következtében még jobb minőségű rostot állítsak elő. A Tiborszállási fajta kiváló rostminősége lehetővé tette, hogy a visszavágás során a növények rosttartalma tovább javuljon, ezáltal növelve a gazdasági értéket és a piaci keresletet. Gazdasági szempontból ez a fajta kender rendkívül produktív. Optimális körülmények között a hektáronkénti biomasszatermés elérheti a 13-15 tonnát, amely az ipari kender termesztésben jelentős hozamnak számít. Ezen belül a kórótermés – amelyet elsősorban a rost előállítására használnak – átlagosan 9-11 tonnát tesz ki hektáronként (15). A Tiborszállási fajta termékenységi potenciálját tovább növeli a magasság változékonysága, amely a vetés térállásától függően akár 4-5 métert is elérhet. Tág térállás (6.ábra, Aczél, 2019) esetén a növények maximális magassága növekszik, míg sűrűbb vetésnél a magasság 250-300 cm közé csökken. Ez a magasságoptimalizálás különösen előnyös a gépi betakarításhoz, mivel a homogén növényállomány megkönnyíti a betakarítás és feldolgozás folyamatát. További fontos agronómiai jellemzője az ezermagtömege, amely 18-22 gramm között változik, nagymértékben függően az időjárási viszonyoktól és a termesztési körülményektől. A növények hozamának és minőségének optimalizálása érdekében kiemelt figyelmet fordítottam a klimatikus tényezőkre, különösen a csapadék és hőmérséklet alakulásának monitorozására, mivel ezek közvetlenül befolyásolják a kender növekedését és rostminőségét. Az időjárási viszonyok hatása a kísérleti eredményekre szignifikáns volt, különösen a növekedési fázisok egyenletessége és a hozam stabilitása tekintetében. A fajta alkalmazkodóképessége és magas ellenállósága a különböző abiotikus stresszfaktorokkal szemben – például aszályos körülmények és változó talajviszonyok – szintén hozzájárult a kísérlet sikeréhez. E fajta rugalmassága és stressztűrése lehetővé tette, hogy a kísérleti környezetben stabil és megbízható hozamot érjek el, miközben a visszavágási technika alkalmazásával még tovább növeltem a biomassa és rosttermést. A fajta ilyen irányú előnyei különösen fontosak voltak a kísérlet során, mivel a cél nem csupán a hozam maximalizálása, hanem a termesztés gazdaságosságának és fenntarthatóságának biztosítása is volt.

4.5 Gyomszabályozás és tápanyagutánpótlás

A **kender** termesztése során a talaj gyommentes állapotának fenntartása kulcsfontosságú a növény optimális fejlődéséhez, mivel a gyomnövények jelentős versenytársat jelentenek a tápanyagok, a víz és a fényforrások tekintetében. A gyomirtás hatékonyságának maximalizálása érdekében preemergens és posztemergens herbicidek kombinációját alkalmaztam, hogy a kender fejlődésének minden szakaszában biztosítsam a gyommentes környezetet.

A preemergens gyomirtás során metobromuron hatóanyagú herbicidet használtam, amelyek kiválóan alkalmasak a magról kelő kétszikű gyomok elpusztítására. Az egyszikű gyomok ellen S-metolaklór hatóanyagú készítményeket alkalmaztam, amelyek szintén a vetés előtti fázisban kerültek kijuttatásra. Ezek az anyagok a gyomok csírázási szakaszában fejtik ki hatásukat, megakadályozva a gyomok kikelését, így a kender vetése után a növény zavartalanul fejlődhetett. E gyakorlat különösen fontos volt a kelési fázisban, mivel a kender fiatal növényei érzékenyek a gyomok által jelentett versenyre (23). A preemergens gyomirtási stratégia biztosította, hogy a kender az első növekedési szakaszokban optimális körülmények között indulhasson, maximálva a korai növekedés sebességét és az állomány egyenletességét. A posztemergens gyomirtás célja a gyomok kontrollálása a növény növekedési szakaszában, amikor a gyomok újra megjelenhetnek és potenciálisan veszélyeztethetik a kender fejlődését. A posztemergens kezelések során klopíralid hatóanyagú herbicidet alkalmaztam a kétszikű gyomok ellen, míg a gyorsan növekvő egyszikű gyomok elnyomására quizalofop-P-tefuril hatóanyagot használtam. Ezek a szerek szelektív gyomirtók, amelyek biztosították, hogy a kender növényei sértetlenül fejlődjenek, miközben hatékonyan megszüntették a gyomokat. A kezelések időzítése és megfelelő dózisa különös figyelmet igényelt, hogy a kender optimális gyommentes környezetben fejlődjön a teljes termesztési időszak alatt. A tápanyag-utánpótlás ugyancsak kritikus tényező volt a termesztés sikeressége szempontjából. A talaj nitrogén- és káliumtartalmának folyamatos fenntartása érdekében szerves trágyázást alkalmaztam, amely biztosította a növény számára szükséges makroelemek megfelelő mennyiségét. A nitrogén különösen fontos a kender vegetatív növekedéséhez, míg a kálium segíti a vízháztartás szabályozását és erősíti a növények sejtfalait, növelve azok ellenálló képességét a környezeti stresszfaktorokkal szemben (24).

Összességében a preemergens és posztemergens gyomirtási technikák, valamint a célzott tápanyag-utánpótlás kombinációja hatékonyan támogatta a kender termesztésének fenntarthatóságát és magas hozamát, miközben minimalizálta a gyomnövények káros hatásait.

A kender termesztése során így nemcsak a növények gyommentes állapotának biztosítására, hanem azok kiegyensúlyozott tápanyagellátására is kiemelt figyelmet fordítottam, ezzel elősegítve a termesztési ciklus minden szakaszában a maximális termelékenységet.

4.6 A kísérletben alkalmazott technológia bemutatása (visszavágási időpontok, eszközök, módszerek)

A **kender** visszavágásának technológiai megvalósítása és az időzítés kulcsfontosságú szerepet játszott a növény növekedési dinamikájában, hozamában és általános egészségi állapotában. A visszavágás (toppolás) alkalmazásának egyik fő célja a növény apikális dominanciájának megszakítása volt, amely a növényi hormonok, különösen az auxinok révén szabályozza a növekedést. Az apikális dominancia azt a természetes jelenséget jelenti, amely során a növény legfelső hajtása (apex) dominál a növekedésben, gátolva az oldalsó rügyek fejlődését. Ezért a vezérhajtás eltávolítása lehetőséget teremtett arra, hogy az alsóbb, addig inaktív vagy gátolt axilláris rügyekből oldalhajtások induljanak növekedésnek.

A visszavágást akkor végeztem el, amikor a növényeken 3 és 6 nódusz (nodus) fejlődött ki, mivel ekkor a növények már megfelelő méretűek voltak ahhoz, hogy az auxinok eloszlásának megváltozása ne okozzon túlzott stresszt, de elegendően fiatalak ahhoz, hogy az oldalhajtások gyorsan reagáljanak a vezércsúcs eltávolítására. A 3. nódusz feletti visszavágás biztosította a növény megfelelő regenerációs képességét, ugyanakkor csökkentette annak kockázatát, hogy a növény alacsonyabb növekedési zónákban túlzottan sűrű oldalhajtásokat fejlesszen ki, amelyek károsan befolyásolhatnák a fényhasznosítást és a fotoszintetikus aktivitást (25).

Az általam alkalmazott visszavágási eljárás során egy átalakított orosz alternáló kaszát használtam, amelynek vágási szélessége 150 cm volt. A kasza átalakítására azért volt szükség, mert a kender szára rendkívül erős, lignocellulózos szerkezetű, amely nagy mechanikai ellenállást tanúsít a vágással szemben. A kasza pengéit megerősítettem, hogy ellenálljanak a kender szárának merevségének, ami a vágás során fokozott nyíróerőket generálhat. Továbbá a kasza vágási felületét úgy alakítottam ki, hogy a pengék a szárat tisztán, szálkásodás nélkül vágják el, minimalizálva a mechanikai sérülések és másodlagos fertőzések lehetőségét. A traktor sebességét a visszavágás során 3,5-4 km/h-ra korlátoztam, hogy a művelet precíz legyen, és a növények ne sérüljenek meg túlzottan. A túl gyors haladás növelhette volna a növények mechanikai sérülésének kockázatát, ami a biomassa veszteségéhez és

a hozamcsökkenéshez vezethetett volna. A visszavágás célja az volt, hogy a növény energiáit több termőcsúcs kialakítására fordítsa, ezzel fokozva a hozamot és növelve a növény elágazási szintjét. A metszés jelentős stresszt okoz a növények számára, mivel a szöveti sérülések azonnali regenerációs válaszokat váltanak ki. A növény a sérülés után olyan biokémiai és élettani mechanizmusokat aktivál, amelyek célja a sérült szövetek helyreállítása és a növekedési egyensúly visszaállítása. A metszési stressz során számos védekezési mechanizmus lép működésbe, amelyek közül az egyik legfontosabb a szalicilsav szintjének emelkedése. A szalicilsav központi szerepet játszik a növény immunválaszainak aktiválásában, segítve a kórokozók elleni védekezést és a sebgyógyulási folyamatok felgyorsítását. A metszés következtében a növények etilén termelése is fokozódik, ami a növekedés rövid távú leállítását eredményezheti. Az etilén egy fontos növényi hormon, amely a stresszválaszok során szabályozza a sejtosztódást és a növekedést. A metszést követő időszakban a növény minden energiáját a sebzáródásra és a szövetek regenerálására fordítja, amely időszak alatt a növekedés lelassul vagy teljesen leáll. A sebzáródási folyamat célja a növények védelme a kórokozókkal szemben, amelyek könnyen behatolhatnak a sérült szöveteken keresztül. A sebgyógyulás gyorsasága függ a környezeti tényezőktől, mint például a hőmérséklettől, a páratartalomtól, és a talaj nedvességtartalmától (26).

5 Eredmények és értékelésük

5.1 Mért paraméterek (termésátlag, növekedési ütem, növényállapotok)

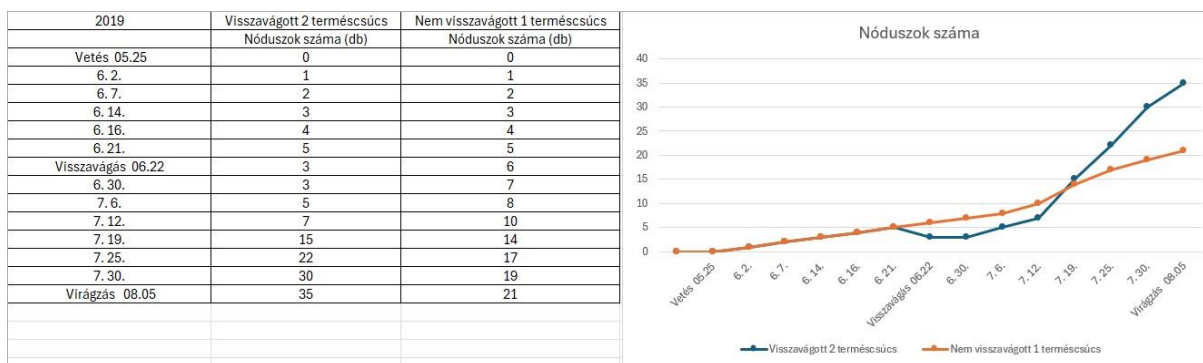
5.1.1 A növényi növekedés dinamikájának mérése és a különböző paraméterek monitorozása

A kísérlet tudományos érvényessége érdekében folyamatosan naplóztam és rögzítettem minden fontos adatot és változást a növények fejlődése során. A növekedés dinamikájának monitorozása, valamint az egyes paraméterek folyamatos mérése alapvető fontosságú volt a kísérlet sikeres kivitelezéséhez és az eredmények értékeléséhez. A visszavágás után rövid ideig tartó növekedési leállást figyeltem meg, amely a sebgyógyulási folyamatokkal és a metszés által kiváltott növekedésszabályozó hormonok, különösen az auxinok és az etilén újraelosztásával volt összefüggésben (27).

A kísérlet során megfigyeltem, hogy a metszést követően a növények növekedése körülbelül a hatodik napon állt le teljesen. Ez az időszak volt az, amikor a növény minden rendelkezésre álló energiáját a sérült szövetek regenerálására fordította, hogy megelőzze a kórokozók behatolását és helyreállítsa a növekedési egyensúlyt. A sebzáródás befejeztével, a metszés utáni tizedik nap környékén, a növények oldalhajtásainak gyors növekedése megindult. Ez a növekedési fázis a metszés eredményességét igazolta, hiszen a növények új hajtásai azonnal elkezdtek fejlődni, ami a biomassa növekedéséhez és a hozam maximalizálásához vezetett. A metszési stressz kezelése szempontjából különös figyelmet fordítottam a növények megfelelő tápanyag- és vízellátására, hogy minimalizáljam a regenerációs időt. A metszést követő napokban kiemelt figyelmet kapott a talaj nedvességtartalmának fenntartása, mivel a sebgyógyulás és az új hajtások kialakulása során a növények vízigénye megnövekedett. Ezen kívül a megfelelő mikroklima – a hőmérséklet és páratartalom szabályozása – is hozzájárult a regenerációs folyamatok optimalizálásához és a növények gyors felépüléséhez a metszést követő stresszhatásokból.

5.1.2 Terméscsúcsok kialakulása és eloszlása

A visszavágási technológia egyik legfontosabb hatása a növények terméscsúcsainak számában bekövetkezett változás volt. A visszavágott növények 2 terméscsúcsot alakítottak ki (12. ábra, Aczél, 2019), míg a kontroll növények csak egyetlen vezércsúcsot hoztak létre. Ezt a jelenséget az auxinok, mint a növekedést szabályozó hormonok eloszlásának megváltozása idézte elő. A vezérhajtás eltávolításával az auxinok már nem koncentráálódtak egyetlen növekedési pontban, hanem egyenletesebben oszlottak el az oldalhajtások között. Ez a hormonális egyensúlyváltozás lehetővé tette, hogy az oldalhajtások vezérhajtásszerűen fejlődjenek, ami közvetlenül növelte a terméscsúcsok számát és a növény hozamát



7. ábra

5.1.3 Növekedési ütem és szárátmérő

A kísérlet során a növények növekedési üteme egészen a nyári napfordulóig (2019. június 21.) egyenletes és intenzív maradt, amely a kender vegetatív növekedési szakaszának csúcspontját jelentette. A visszavágási technika alkalmazásának hatására a növények energiaeloszlása megváltozott: az oldalhajtások vékonyabbak maradtak a főszárhoz képest, mivel a növekedési energia több hajtás között oszlott meg. Ez az energiaeloszlás segítette a növény erőforrásainak kiegyensúlyozott felhasználását, ami több, de kisebb átmérőjű hajtások kialakulásához vezetett, míg a megmaradt főszárak megvastagodtak, biztosítva a növény mechanikai stabilitását (28).

Az elvágott főszárak megvastagodása kiemelten fontos szerepet játszott a növény későbbi fejlődése és terméshozama szempontjából, hiszen a vastagabb szárak nagyobb fizikai stabilitást nyújtanak. A mérések alapján a legvastagabb szárátmérő elérte a 20 mm-t, amely elegendő szilárdságot biztosított a növények számára ahhoz, hogy ellenálljanak a szélsőséges időjárási viszonyoknak, például a szél és a csapadék által okozott mechanikai stressznek. Ez a stabilitás alapvető fontosságú volt a nagy terméshozam megtartása érdekében, különösen a növények későbbi termésfejlődési szakaszaiban. A növények magassága a visszavágás következtében homogén, 190-200 cm közötti tartományban alakult, amely ideális volt a gépi betakarításhoz. Az egyenletes növénymagasság különösen kedvező feltételeket teremtett a betakarítógépek hatékony és precíz munkájához, mivel a homogén növekedés minimalizálta a betakarítás során fellépő magasságbeli eltéréseket, így csökkentve a veszteségeket és javítva a művelet hatékonyságát. Az ilyen mértékű magasságbeli homogenitás nemcsak a gépi munkavégzés könnyítésében játszott szerepet, hanem a napfény optimális kihasználásában is. Minden növény közel azonos mértékben jutott hozzá a szükséges fényhez, amely tovább fokozta a fotoszintézis hatékonyságát, ezáltal kedvezően befolyásolva a növekedési feltételeket és a terméshozamot. Összességében a visszavágási technika jelentős pozitív hatást gyakorolt a növények fizikai szerkezetére és hozamára, biztosítva a megfelelő szárszilárdságot és az optimális növénymagasságot, amely elengedhetetlen a hatékony gépi betakarítás és a fenntartható termelés szempontjából.

5.1.4 Homogén növekedés és a visszavágás hatása



8. ábra



9. ábra

A visszavágás módszere hatékonyan csökkentette a növények közötti magasságbeli különbségeket, ami alapvető fontosságú volt a termőföldön történő egyenletes betakarítás szempontjából. A több vezércsúcs kialakulása kiegyenlítette a növekedési ütemet a növények között, így minimalizálta a magasságkülönbségekből adódó problémákat.

Az egységes állomány lehetővé tette a precíziós betakarítást, amely a termés hozam növeléséhez és a gazdasági hatékonyság fokozásához vezetett. A növekedési folyamatok, a szárátmérő és a termés csúcsok alakulása, valamint az állomány homogenitásának folyamatos monitorozása alapján a visszavágás jelentős pozitív hatást gyakorolt a növények termés hozamára és szerkezetére (13,14. ábra, Aczél, 2019). A kísérlet során minden mért paramétert és változást részletesen naplóztam és archiváltam a későbbi elemzések és kiértékelés céljából, biztosítva a kísérleti eredmények tudományos megbízhatóságát és reprodukálhatóságát.

5.1.5 A visszavágásnál alkalmazott kasza átalakítása

A visszavágási eljárás hatékonyságának növelése érdekében az általam használt kaszát egy orosz gyártmányú, alternáló mozgású kaszából alakítottam át, amelynek eredeti vágási szélessége 150 cm volt. Ez a méret több szempontból is ideálisnak bizonyult a kísérlet során. A növények soros telepítése és a traktor mozgásának optimalizálása szempontjából ez a vágási szélesség lehetővé tette a pontos és hatékony munkavégzést, mivel a traktor könnyen manőverezhetett a sorok között, minimalizálva a felesleges idővesztést és az üzemanyag-felhasználást. Ennél hosszabb vágási szélesség alkalmazása fokozott mechanikai terhelést jelentett volna a kasza szerkezetére nézve, valamint növelte volna a talaj egyenetlenségei miatt bekövetkező elakadások és sérülések kockázatát. A nagyobb szélesség nemcsak a kasza stabilitását csökkentette volna, hanem a traktor meghajtó rendszerének is túlzott terhelést okozott volna.

Az átalakítás során különös figyelmet fordítottam a kasza vágóéleinek és kaszaújjaknak a megerősítésére. A kender szára rendkívül ellenálló, erős és rostos szerkezetű, ami

a hagyományos mezőgazdasági kaszáknál jelentős nyíróerőt generál a vágás során. A vágóél megfelelő erősítése elengedhetetlen volt annak érdekében, hogy a kasza ne akadjon el a szárokban, és a vágás tiszta maradjon. A tiszta vágási felület különösen fontos volt a növények mechanikai sérüléseinek minimalizálása érdekében, mivel a durva vagy szálkás vágás növelhette volna a kórokozók bejutásának esélyét, illetve csökkenthette volna a termés hozamot. A vágóél szakszerű kialakítása mellett a kasza ujjak megerősítése szintén kritikus jelentőségű volt. A kender kemény és rostos szára miatt az ujjak fokozott kopásnak és törésnek vannak kitéve, ezért az anyagminőség és a megfelelő mechanikai stabilitás kiemelt figyelmet kapott az átalakítás során (29). A kasza vágási szögének optimalizálása szintén fontos tényező volt, hogy a vágás könnyedén átvigye a növény szárát anélkül, hogy túlzott energiaigénnyel járna. A megfelelő vágószög biztosította, hogy a kasza hatékonyan működjön, miközben csökkentette a gép mechanikai kopását és meghibásodási kockázatát. Az átalakított kasza hosszú távú alkalmazása során a kender állományban végzett visszavágások sikeresnek bizonyultak, és jelentősen hozzájárultak a kísérlet eredményeihez (30). A vágás tisztasága és pontossága lehetővé tette a növények gyors regenerálódását, ami fontos tényező volt a visszavágás hatékonyságának és a termés hozam maximalizálásának szempontjából. Az átalakítás során végrehajtott fejlesztések biztosították, hogy a kasza optimálisan működjön, figyelembe véve a kender különleges szerkezeti igényeit, valamint a nagyüzemi termesztéshez szükséges mechanikai megbízhatóságot.

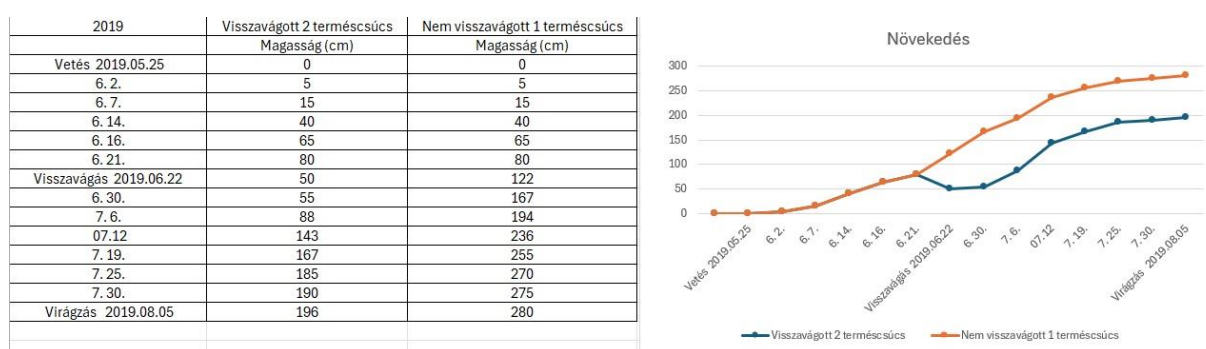
A visszavágás videó linkje: https://drive.google.com/file/d/1coQzGllXW-lvY3X0DWaGmomjUgm4A69/view?usp=drive_link

5.1.6 A visszavágás hatása a növény fejlődésére

A visszavágás technikájának alkalmazása a kender növekedési formájának és termés hozamának optimalizálásában alapvető jelentőséggel bír, mivel a növény fiziológiájára és hormonális szabályozására épül. A visszavágás során az eredeti vezérhajtás eltávolításával a növény hormonális egyensúlya megváltozik, különösen az auxinok eloszlása módosul, ami jelentős hatással van a növény növekedési dinamikájára. A visszavágás előnyei között szerepel a növény magasságának csökkenése, a több vezérhajtás kialakulása, valamint a termőcsúcsok számának növekedése, amelyek mind hozzájárulnak a növény fény- és térkihasználásának javításához.

A hormonok szerepe a növekedés szabályozásában

A visszavágási technika egyik legfontosabb mechanizmusa a növekedést szabályozó hormonok, elsősorban az auxinok eloszlásának megváltoztatása. A legfelső hajtásban található auxinok serkentik a sejtek megnyúlását, ugyanakkor gátolják az alacsonyabban fekvő hajtások növekedését. A vezérhajtás eltávolításával (15. ábra, Aczél, 2019) az auxinok koncentrációja megoszlik a többi hajtás között, ami lehetővé teszi több vezérhajtás kialakulását, így a növekedés nem egyetlen irányba koncentrálódik, hanem egyenletesen oszlik el a különböző oldalhajtások között. Ennek következtében a növény alacsonyabb marad, de a lombzat formája és a termőcsúcsok száma javul, ami a hozam növekedését eredményezi.



10. ábra

A visszavágás eredményeként a növények magassága homogén lesz, és a növekedésre fordított energia egyenletesebben oszlik meg a vezérhajtások és az oldalhajtások között. Ez a folyamat a hozam maximalizálásához vezet, mivel a növény több termőcsúcsot fejleszt, amelyek egyenletesen érik el a fényt és a tápanyagokat. A kísérlet során a visszavágás jelentősen növelte a növények termőképességét, miközben alacsonyabb, erősebb szerkezetű növényeket eredményezett, amelyek jobban ellenálltak az időjárási viszonyosságoknak.

5.2 Betakarítás

A visszavágás nemcsak a növények fejlődésére, hanem a betakarításra is jelentős hatással volt. A visszavágás révén kialakult homogén növénymagasság lehetővé tette a gépi betakarítás hatékonyságának növelését, különösen a termőcsúcsok magasságának egyenletesebbé tételével. A betakarítás időpontjának optimalizálása kritikus jelentőségű volt, mivel a kender termőcsúcsai nem egyenletesen érnek: a csúcs tetejétől lefelé haladva fokozatosan érik be

a magok. A túl korai betakarítás „liha” magokat eredményezett volna, míg a túl késői betakarítás a pergési veszteségek növekedésével járt volna (31).

A visszavágás következtében a növények termésűcsai a kombájn vágóasztalának magasságába kerültek, ami minimalizálta a szár mennyiségét, amely a kombájnnon keresztül haladt. Ez jelentősen csökkentette a kenderszár feltekeredésének és a gépi meghibásodásoknak a kockázatát.

A betakarítást egy New Holland CS7080 típusú ládás kombájnnal (16.ábra, Aczél, 2019) végeztem. A gép optimális beállításait a kísérlet során az alábbiakban állapítottam meg:

- *Dobfordulat:* 450-500 fordulat/perc – Ez a sebesség elegendő volt ahhoz, hogy a magokat hatékonyan kicsépelje, miközben minimalizálta a magok sérülését és a szár feltekeredését (25).
- *Kosárhézag:* 2,5–5 cm – Ez a beállítás lehetővé tette a magok és a szárok hatékony szétválasztását anélkül, hogy túlzott károsodást okozott volna a termésben (25).
- *Szélesebbesség:* 650-800 fordulat/perc – A szél sebessége biztosította, hogy a magok megfelelően elváljanak a száraktól és levelektől, miközben a pergési veszteségeket minimalizálta (25).
- *Rostanyílás:* 8–9 mm – Ez az érték megfelelő egyensúlyt biztosított a magok elválasztásában, anélkül, hogy túlzott mennyiségű apró növényi részek kerülnének a magtartályba (25).



11. ábra

A visszavágásnak és a megfelelő betakarítási technológiának köszönhetően a kísérlet során sikerült minimalizálni a termésveszteségeket, optimalizálni a mag érettségét, és elkerülni a gépi meghibásodásokat, amelyek a kender vastag szára miatt gyakran előfordulnak a betakarítás során.

A szalmaszecsológó kikapcsolása és a szár minimális mennyiségének átengedése a gépen tovább csökkentette a mechanikai problémákat, amelyek gyakran a tengelyekre feltekeredő szár miatt következnek be.

5.3 Kutatási eredmények és az innováció tudományos igazolása

Az ipari kender Tiborszállási fajtájával végzett kutatás célja a visszavágási technika agronómiai és gazdasági hatásainak vizsgálata volt. A kísérlet részletes elemzése során megállapítottuk, hogy a visszavágás nemcsak hatékonyan javítja a növények morfológiai tulajdonságait, hanem jelentős gazdasági megtakarításokat is eredményez. Az alábbiakban részletesen ismertetem a kísérlet legfontosabb eredményeit és azok tudományos alapjait.

Biomasszában betakarítás után mért szermaradványok vizsgálati eredménye:
https://drive.google.com/file/d/1AEjK5bfJg-SWy3eyuzDZT4U1-bAIJ1yF/view?usp=drive_link

5.4 A növényi stressz kezelése és regenerációs mechanizmusok

A visszavágást követően a Tiborszállási fajta egy hét alatt teljesen regenerálódott. Ezen időszak alatt a növény adaptív válaszai jól megfigyelhetők voltak, különös tekintettel a növényi hormonok (főleg az auxinok, citokininek és gibberellinek) szerepére. A növényi visszavágás az apikális dominancia megszüntetésével jár, ami a növényi hormonális egyensúly átrendeződését eredményezi.

A visszavágás után közvetlenül a Huminisz huminsavas Kondisol termékét alkalmaztam, mely segítette a növénynek a visszavágást követő stresszt kiheverni.

Auxinok szerepe: Az auxinok a növényi apikális dominancia fenntartásáért felelnek, mely során a vezérhajtás gátolja az oldalsó rügyek növekedését. A vezérhajtás eltávolításával az auxinok koncentrációja csökken a fő növekedési pontban, és az auxinok eloszlása kiegyenlítődik az oldalsó rügyek között.

Ennek következményeképp a növény több oldalhajtást kezd fejleszteni, ami közvetlenül növeli a termőcsúcsok számát.

5.5 Homogén növekedés és állományfejlődés

A kísérlet során a visszavágást követően a Tiborszálási fajta növényei egyenletes magasságúra, körülbelül 2 méterre nőttek. A homogén növényállomány kifejezetten fontos tényező a gépi betakarítás hatékonyságának javítása szempontjából. A növények egyenletes magassága lehetővé tette a kombájn optimális beállítását, amely csökkentette a betakarítás során fellépő veszteségeket és növelte a termelési folyamat hatékonyságát. A visszavágás technológiája a növényi növekedés energiájának elosztását is befolyásolja. Az apikális dominancia megszüntetése lehetővé teszi, hogy a növény erőforrásai ne egyetlen főhajtásra koncentrálódjanak, hanem több oldalhajtás között oszoljanak meg. Ez a növekedési mintázat növeli a terméshozamot, mivel több oldalhajtás eredményez több virágzási csúcsot, ami növeli a maghozamot. Az oldalsó hajtások vékonyabbak és rugalmasabbak lettek, ami hozzájárult ahhoz, hogy a kombájn cséplőrészen kevesebb szármaradvány haladt át. Ez nemcsak a kombájn teljesítményét javította, hanem csökkentette a mechanikai meghibásodások és a karbantartási költségek kockázatát is. A homogén állomány jelentősen javította a kombájn hatékonyságát, ami kevesebb pergési veszteséget és egyenletesebb cséplést eredményezett.

5.6 A vetőmag felhasználásának optimalizálása

A visszavágási technika egyik legkiemelkedőbb eredménye a vetőmag-felhasználás drasztikus csökkenése volt. Míg a hagyományos termesztési technológia 25-30 kg vetőmagot igényelt hektáronként, a visszavágás alkalmazásával mindössze 6 kg vetőmag volt elegendő. Ez 76%-os csökkenést jelentett a vetőmagköltségekben, ami jelentős megtakarításokat eredményezett a termelési költségek tekintetében. Ez a csökkentett vetőmaghasználat azzal magyarázható, hogy a visszavágás után a növény több oldalhajtást fejleszt, így kisebb számú növény is elegendő a megfelelő hozam eléréséhez. A visszavágás következtében a növények

térkihasználása javul, és a hozam növelése érdekében nincs szükség nagyobb mennyiségű vetőmagra. Ez a fajta optimalizálás jelentős gazdasági előnyt nyújt a termelők számára.

6 Összefoglalás

6.1 A hipotézis igazolása és az innováció tudományos értékelése

6.1.1 Gazdasági hatékonyság

A visszavágás alkalmazásával elért vetőmagköltség-csökkentés önmagában igazolja a technológia gazdasági életképességét. A hagyományos 25-30 kg vetőmaghoz képest a 6 kg-os felhasználás hektáronként jelentős megtakarítást jelentett, miközben a hozam nem csökkent. Ez egyértelműen arra utal, hogy a visszavágás lehetőséget biztosít a termelőknek, hogy minimalizálják inputköltségeiket, miközben a hozam megmarad, vagy akár növekedhet is.

6.1.2 Agronómiai hatékonyság

Az agronómiai szempontok figyelembevételével a visszavágás jelentős hatással van a növényi morfológia optimalizálására. A növény homogén növekedése, a vékonyabb száruk és a több termőcsúcs kifejezetten javítja a betakarítási folyamatot. A gépi betakarítás hatékonysága nő, mivel a visszavágás által kialakult homogén növényállomány könnyebben kezelhető géppel, ami csökkenti a gépi kopást és a mechanikai meghibásodások kockázatát. A visszavágás technológiai egyszerűsége is jelentős előny. Az átalakított alternálókasza minimális beruházást igényel, és a technológia könnyen adaptálható más mezőgazdasági gépekkel is. Ez a technológia egy további munkafolyamatot jelent ugyan, de a plusz költségek (beleértve a bér munka költségeit is) alacsonyabbak, mint a megspórolt vetőmag értéke. Ezáltal a visszavágás közvetlenül hozzájárul a termelés gazdasági fenntarthatóságához.

6.1.3 Összegzés és tudományos következtetések

A kísérleti eredmények alapján egyértelműen igazolható, hogy a visszavágási technika jelentős gazdasági és agronómiai előnyöket kínál. A vetőmagköltségek csökkenése, a hozam stabilitása,

a homogén növényállomány és a gépi betakarítás hatékonyságának növelése mind azt bizonyítják, hogy a visszavágás sikeres innováció az ipari kender termesztésében. Tudományos szempontból az eredmények alátámasztják azt a hipotézist, hogy a növény hormonális szabályozása és a növekedés újraosztása révén a visszavágás növeli a termelési rendszer gazdasági és környezeti fenntarthatóságát. Az újítások, mint a visszavágás, kulcsfontosságúak a fenntartható mezőgazdasági termelési rendszerek kialakításában, mivel egyszerre képesek növelni a termelési hatékonyságot és csökkenteni az inputköltségeket. A kutatási eredmények arra utalnak, hogy a visszavágás nemcsak a jelenlegi ipari kendertermesztési technológiák fejlesztésében, hanem más növénykultúrákban is sikeresen alkalmazható agronómiai technika lehet, amely növeli a termelékenységet, miközben támogatja a fenntartható mezőgazdasági célokat.

6.2 Javaslatok a további kutatásokra

Az új kutatási lehetőségek feltárása elengedhetetlen ahhoz, hogy a kendertermesztés technológiai fejlesztéseivel a termelők még magasabb hozamokat érjenek el, valamint gazdaságilag és környezetvédelmileg fenntarthatóbb rendszereket alakítsanak ki. A következő irányok ígéretes lehetőségeket kínálnak a további agrárinnovációkra és a technológiai fejlesztésekre.

6.2.1 Korai vetéssel a növekedési szakasz időtartamának megnövelése

A korai vetési időpont meghatározása jelentős előnyökkel járhat a kendertermesztésben. A hosszabb vegetációs periódus lehetővé tenné, hogy a növények több tápanyagot vegyenek fel, és optimálisan kihasználják a napsugárzást, ami a biomassa termelés növekedéséhez vezethet. A hosszabb termesztési időszak révén a termés mennyisége és minősége is javulhat. Emellett a korai vetéssel csökkenthető az időjárási szélsőségek, például a hőség vagy az aszály hatása, ami különösen kritikus tényező az éghajlatváltozás közepette. E kutatási irány az optimális vetési időpont meghatározására fókuszálhat, amely figyelembe veszi a növényfajta biológiai sajátosságait és a regionális klimatikus viszonyokat.

6.2.2 Kétszeri visszavágás alkalmazása a vegetációs időszak alatt

A vetés korábbi időpontja lehetővé tenné, hogy a növények a vegetációs időszak alatt kétszer is visszavághatók legyenek. Ez a gyakorlat jelentősen fokozhatja a termőképességet, mivel az oldalhajtások intenzívebb növekedését váltaná ki, ami megnövekedett virágzási felületet és nagyobb hozamot eredményezhet. A kétszeri visszavágás kutatásának célja az optimális időpontok meghatározása lenne, amelyek minimális stresszt okoznak a növénynek, maximalizálva a regenerálódási potenciált. Az ilyen technológiai újítás hozzájárulhat a fenntartható intenzív termesztési rendszerek kialakításához.

6.2.3 Fajtafejlesztés a visszavágási stressz tűrőképességének növelésére

A különböző kenderfajták eltérő mértékben képesek elviselni a visszavágás okozta stresszt. A genetikai alapú fajtafejlesztés lehetőségei közé tartozik olyan fajták kifejlesztése vagy szelekciója, amelyek különösen jól tűrik a mechanikai beavatkozásokat, miközben fenntartják vagy növelik a hozamot. Ezen kutatások célja az olyan fajták kiválasztása, amelyek a legkevésbé hajlamosak a stressz következtében fellépő növekedési visszaesésre, ezáltal fenntartva a magas termés hozamot és a növények vitalitását. A genetikai diverzitás kiaknázása a modern nemesítési technológiákkal ígéretes irány a kendertermesztés versenyképességének növelésére.

6.2.4 Biostimulátorok és tápanyag-utánpótlás a visszavágás utáni növekedés serkentésére

A visszavágás után a növények regenerálódása kulcsfontosságú tényező a hozam maximalizálása érdekében. A stressz utáni növekedés gyorsítása különféle biostimulátorok és tápanyagok alkalmazásával érhető el. A gyökérnövekedést, sejtosztódást és fotoszintézis fokozását célzó tápanyag-utánpótlási stratégiák olyan anyagok felhasználásával valósíthatók meg, mint például az algakivonatok vagy az aminosav-alapú biostimulátorok. Az ezen anyagok hatékonyságát célzó kutatások arra összpontosíthatnának, hogy meghatározzák a megfelelő dózisokat és alkalmazási időpontokat a visszavágás utáni regeneráció optimalizálása érdekében.

6.2.5 A betakarítási technológiák további finomítása és optimalizálása

A kender termesztés egyik legkritikusabb szakasza a betakarítás, amely során a megfelelő időpont kiválasztása és a gépi betakarítás technikai beállításai meghatározóak a termés minősége és mennyisége szempontjából. A gépi betakarítás technológiai fejlesztései, beleértve a kombájnok vágási mechanizmusainak finomhangolását, további kutatások tárgyai lehetnek. A cél olyan gépek és beállítások fejlesztése, amelyek a kender rostjainak optimális kezelését és a magvak hatékony kicsépelését biztosítják, minimalizálva a termésvesztést és a mechanikai károsodást.

6.3 Záró gondolat

Az agrártechnológiai innovációk folyamatos fejlesztése nélkülözhetetlen a kendertermesztésben rejlő potenciál teljes kiaknázásához. Az itt javasolt kutatási irányok újabb lehetőségeket nyitnak meg a hozamok növelése, a termés minőségének javítása, valamint a fenntartható mezőgazdasági rendszerek kialakítása érdekében. Ezen kutatások megvalósítása azonban hosszú távú erőforrásokat, szaktudást és támogatást igényel, hogy a termelők a jövő kihívásaira is felkészülhessenek, és a mezőgazdasági szektor versenyképessége tovább növekedjen.

7 Melléklet

7.1 Jelenleg engedélyezett herbicidek a kendertermesztésben

A kendertermesztésben alkalmazható növényvédő szerek és herbicidek Magyarországon szigorúan szabályozottak, a mezőgazdasági és növényvédelmi jogszabályok alapján. Az engedélyezett herbicidek kiválasztása és felhasználása a növényvédelmi előírások és rendeletek betartásával történik, amelyek biztosítják a fenntartható és biztonságos növényvédelmet. A herbicidhasználatot szabályozó főbb jogszabályok a következők:

- 1991. évi XCI. törvény: A növényvédelemről szóló alapvető törvény, amely meghatározza a növényvédő szerek forgalomba hozatalának és használatának alapvető szabályait.

- 79/1994. (V. 19.) Korm. rendelet: Ez a rendelet szabályozza a növényvédelmi tevékenységeket, beleértve a kendertermesztésben használható vegyszereket és eljárásokat.
- 53/2001. (VIII. 17.) FVM rendelet: Az egyes növényvédő szerek engedélyezési eljárásairól szóló rendelet, amely részletesen szabályozza az engedélyezett készítmények körét.
- 25/2002. (II. 27.) Korm. rendelet: A növényvédő szerek forgalmazásáról és használatáról szóló további részletes előírások.
- 172/2004. (XII. 23.) FVM rendelet: Ez a rendelet kiegészíti a növényvédő szerek alkalmazási körét és engedélyezési eljárásait.

A kendertermesztéshez Magyarországon engedélyezett növényvédő szerek és herbicidek alkalmazása szigorú jogszabályok alapján történik, amelyeket a következő források is tárgyalnak:

1. 1991. évi XCI. törvény: Ez a törvény tartalmazza a növényvédelem alapvető szabályait, és meghatározza a növényvédő szerek forgalomba hozatalának és alkalmazásának feltételeit. Megjelenés: Magyar Közlöny, 1991, oldal: 320-330.
2. 79/1994. (V. 19.) Korm. rendelet: Ez a rendelet szabályozza a növényvédelmi tevékenységek gyakorlását, különös tekintettel a vegyszerhasználatra, beleértve a kendertermesztésben alkalmazható szerek engedélyezését. Kiadó: Magyar Közlöny, 1994.
3. 53/2001. (VIII. 17.) FVM rendelet: Ez a rendelet részletesen szabályozza az egyes növényvédő szerek engedélyezési eljárásait és az engedélyezett készítmények listáját. Megjelenés: Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, 2001. (16).

A fent említett jogszabályok betartása alapvető fontosságú a kendertermesztés során, hiszen ezek biztosítják a megfelelő növényvédelmi gyakorlatokat, amelyek hozzájárulnak a növények egészségének megőrzéséhez és a környezeti terhelés minimalizálásához.

7.2 Engedélyezett készítmények és alkalmazási paraméterek

Az alábbiakban részletesen bemutatom a Magyarországon jelenleg engedélyezett herbicideket és egyéb növényvédő szereket, amelyek alkalmazhatók a kendertermesztésben:

- Helicovex: A *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirusa alapú biológiai készítmény, amely specifikus hatást gyakorol a gyapottok bagolylepke lárvái ellen.

- o *Hatóanyag*: 520 g/l *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus

- o *Dózis*: 0,1-0,2 l/ha

- o *Lémennyiség*: 400-500 l/ha

Ez a készítmény különösen fontos szerepet játszik a biológiai védekezésben, minimalizálva a vegyszerhasználatot, és hatékonyan célozza meg a kártevőt anélkül, hogy más élőlényeket vagy a környezetet károsítaná.

- Leptostar 200 SL: Egy széles spektrumú rovarölő szer, amely hatékony a kendertermesztésben gyakran előforduló kártevők, például a levéltetvek és más rovarok ellen.

- o *Hatóanyag*: 200 g/l acetamiprid

- o *Dózis*: 0,2-0,3 l/ha

- o *Lémennyiség*: 200-400 l/ha

Az acetamiprid hatóanyagú Leptostar szisztémás hatású rovarölő szer, amely a növény szöveteiben felszívódva fejti ki hatását, és hosszú távon biztosít védelmet a rovarok ellen.

- Mero: Cseppnehezítő adalék, amelyet deszikáláshoz használnak a kendertermesztésben.

- o *Hatóanyag*: 733 g/l repceolaj metilészter

- o *Dózis*: 2 l/ha

A Mero segíti a permetlé megfelelő tapadását a növény felületén, javítva a permetezés hatékonyságát, különösen deszikáláskor, amikor fontos a növény gyors és egyenletes száradása a betakarítás előtti utolsó fázisban.

- Colpenn, Micro Special, Microthiol Max, Microthiol Special, Pennthiol, SolfoMet: Kénalapú növényvédő szerek, amelyek gombás betegségek ellen nyújtanak védelmet.

- o *Hatóanyag*: 800 g/kg kén

- o *Dózis*: 5 kg/ha

- o *Lémennyiség*: 500-1000 l/ha

A kén hatóanyagú készítmények fontos szerepet játszanak a gombás megbetegedések, például a szürkepenész és a peronoszpóra elleni védekezésben, amelyek gyakoriak a kendertermesztés során (18).

7.2.1 Eseti engedélyek és növényvédelmi szabályozás

Az engedélyezett növényvédő szerek mellett bizonyos helyzetekben eseti engedélyre lehet szükség egyéb készítmények használatához. Az eseti engedélyeket a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) adja ki, amely felelős a növényvédő szerek forgalomba hozatalának és felhasználásának engedélyezéséért. Az eseti engedélyezési eljárás során figyelembe veszik a termesztési körülményeket, a kártevők és betegségek jelenlétét, valamint a növényvédő szerek ökológiai és egészségügyi hatásait (17).

Az engedélyezési eljárás pontos menete és az ehhez szükséges dokumentumok a NÉBIH hivatalos honlapján érhetők el. Az engedélyezés célja, hogy biztosítsa a biztonságos növényvédelmet, miközben védi a környezetet és az emberi egészséget, valamint fenntartja a termesztett növények egészségét és hozamát.

A kísérlet során az egyik legnagyobb kártevőt a földibolhát, valamint a gyapottok bagolylepkét sikeresen monitoroztam feromoncsapdák segítségével. A vegyszeres védekezést a metoxifenozyd hatóanyagú Runner 2F készítménnyel végeztem, amely augusztus 21-én került kijuttatásra a populáció rajzáscsúcsához igazítva.

A földibolha, valamint a gyapottok bagolylepke különösen jelentős kártevők. A gyapottok bagolylepke rajzását feromoncsapdák segítségével monitoroztam, amely augusztus 21-én tetőzött, így ekkor végeztem el a vegyszeres védekezést. A permetezést Runner 2F (hatóanyag: metoxifenozyd) készítménnyel végeztem, amely 200 liter permetlé felhasználásával 0,5 l/ha dózisban került kijuttatásra. A permetezést a rajzáscsúcs időpontjához igazítottam, hogy minimalizáljam a lárvák kártételét, különös tekintettel a virágzási időszakra.

7.2.2 Gombabetegségek és rovarkártevők a kendertermesztésben

A kendertermesztés során fellépő károkat különböző kategóriákba sorolhatjuk, többek között állati kártevők, növényi betegségek, herbicidek okozta károk, valamint időjárás okozta károk alapján. A növényvédelem, ezen belül a kártevők és a betegségek elleni védekezés, a termesztési folyamat szerves részét képezi. A kísérleti táblán végzett rendszeres megfigyelések során a kender egészségi állapotának nyomon követése alapvető fontosságú volt, különös tekintettel a gombabetegségekre, amelyek a növények számára komoly veszélyt jelenthetnek (19).

Gombabetegségek a kendertermesztésben

A kender gombás megbetegedései komoly gazdasági károkat okozhatnak, különösen akkor, ha az időjárási viszonyok kedvezőek a patogének terjedése számára. A kísérleti időszak alatt a gombafertőzésre utaló morfológiai tünetek nem voltak megfigyelhetők, azonban a kenderre hajlamosító gombabetegségek ismerete és megelőzése kiemelt figyelmet kapott. Az alábbiakban részletezem a kendertermesztés során előforduló legfontosabb gombabetegségeket és azok kezelési módszereit (20).

Magasabb rendű növényi élősködők

Az *aranka* és a *szádor* magasabb rendű növényi élősködők, amelyek kártételük révén szintén befolyásolhatják a kender növekedését. Ezek az élősködők azonban elvértve fordulnak elő a kendertermesztésben. A védekezés alapvető módszerei közé tartozik a fémzárolt, minősített vetőmag használata, valamint a mezőgazdasági üzemekben alkalmazott prevenciós technikák.

Gyökérfekély (*Phythium irregulare*)

A gyökérfekélyt nem specifikus kenderkórokozó, a gyökérfekély okozza. Ez a rothasztó gomba elsősorban levegőtlen, vizes talajban szaporodik el, és kárt okoz a magvakban és a csíranövényekben. A fertőzés következtében a magok és a csíranövények elrothadnak, ami jelentős termés kiesést okozhat. A megfelelő agrotechnikai módszerek, különösen a talaj megfelelő vízgazdálkodása, hatékonyan megelőzhetik a gyökérfekély kialakulását (21).

Fehérpenészes tőszáradás (*Sclerotinia sclerotiorum*)

A fehérpenész nedves talajon, illetve különösen csapadékos években lép fel, és a növény gyökérnyaki részén támadja meg a szöveteket. A fertőzött növények gyökérnyakrésze sárgásbarna elszíneződést mutat, a levelek fokozatosan elsárgulnak, lehullanak, majd a növény teljesen elhal. A védekezés alapja a megfelelő talajvíz-gazdálkodás biztosítása, alacsony fekvésű, vízállásos területek elkerülésével, valamint hosszabb vetésforgó alkalmazása (6-7 év). A vetésforgó betartása alapvető fontosságú a talaj regenerációja és a fertőzési ciklus megszakítása érdekében (21).

Szárfooltosság és tőszáradás (*Botryosphaeria marconii*)

A szárfooltosság gombafaj a szárokban és növényi maradványokban telel át, és a tenyészidőszak teljes ideje alatt képes megtámadni a kender növényeit. A fertőzés következtében sötétszürke foltok jelennek meg a száron, amelyek fokozatosan terjednek, a növény levelei lehullanak, és a növény pusztulása lassan bekövetkezik. A fertőzés gyengíti a növény rostminőségét is. A védekezés során korai aratás, a fertőzött növények megsemmisítése, valamint a tarló mélyszántása ajánlott (21).

Kenderrozsa (*Melampsora cannabina*)

A kenderrozsa fertőzésének tünetei a levelek mindkét oldalán megjelenő narancssárga foltok, amelyekből később sárga spórák hullanak ki. Ez a kórokozó a növény rostjait támadja meg, jelentős minőségi romlást okozva. A védekezéshez tiokarbamát-tartalmú (Mankolb) szerekkel történő permetezés javasolt (21).

Szürkepenészes rothadás (*Botrytis cinerea*)

A szürkepenészes rothadás gyakran esős időjárás esetén jelentkezik, különösen az aratást követően, amikor a kórokozó száradása nedves körülmények között zajlik. A védekezésre jelenleg nincsenek kidolgozott módszerek, ezért fontos a betakarítás és a szárítás optimális időzítése (21).

Szeptóriás levélfoltosság (*Septoria cannabis*)

A szeptóriás levélfoltosság a leveleken kerek, később a levélerek által határolt foltokat képez. A gomba a lehullott levelekben telel, és a növények számára termésvesztést, valamint a rostminőség romlását eredményezi. A betegség meleg, párás időjárási körülmények között terjed gyorsan. Védekezési módszerek közé tartozik a vetésváltás és fungicid kezelés mankoceb vagy réztartalmú készítményekkel (21).

Kender peronoszpóra (*Pseudoperonospora cannabina*)

A kender peronoszpóra sárga foltokat hoz létre a leveleken, és a levél fonákján szürkés penészbevonat képződik. A fertőzés súlyosan károsíthatja a növényt, a levelek elhalásához vezet. A gomba az elhalt levelekben spórák formájában telel, és csapadékos, meleg időjárási

körülmények között terjed. A védekezéshez vetésváltás és réz hatóanyagú fungicides kezelés alkalmazása szükséges (21).

Szürke gyökér- és szárkorhadás (*Macrophomina phaseolina*)

A szárok alapi részét és a gyökereket fertőzi, mikroszkleróciumokat képezve, amelyek hamuszürke elszíneződést okoznak a szállítószövetekben. A meleg, száraz időjárás kedvez a fertőzésnek, amely teljes növényelhaláshoz is vezethet. Védekezési módszerek: megfelelő talajnedvesség biztosítása és vetésváltás (21).

Penészbevonat (*Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Botrytis* spp.)

A vegetáció végén és tárolás alatt a száron penészbevonat keletkezhet, amelyet különböző gombák okoznak, mint például *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, és *Botrytis* fajok. Az ilyen elszíneződések lebontó tevékenységük következményei, és a rostminőség csökkenéséhez vezetnek (21).

Állati kártevők a kendertermesztésben

A kendertermesztés során számos állati kártevő jelent komoly veszélyt a növény fejlődésére és hozamára. Kísérletem során az állományban a földibolha és a gyapottok bagolylepke kártételét figyeltem meg. Az állati kártevők elleni védekezés hatékony stratégiák alkalmazását igényli, amelyek közé tartozik a mechanikai, biológiai és kémiai védekezési módszerek kombinálása. A következőkben részletesen bemutatom a kártevők jelentőségét, biológiájukat és az ellenük való védekezési lehetőségeket.

Földibolha (Psylliodes attenuatus)



12. ábra

A földibolha (8.ábra, Aczél, 2019) egy széles körben elterjedt kártevő, amely különösen Európában és Ázsiában jelent problémát az ipari kender termesztése során.

Ezt a kártevőt gyakran nedves talajviszonyok és hűvösebb tavaszi időjárás esetén figyelhetjük meg nagyobb populációkban, különösen homokos, könnyen felmelegedő talajokon. A földibolhák a legnagyobb károkat akkor okozzák, amikor száraz időjárás miatt a növények fejlődése lelassul, hiszen ekkor a növények kevésbé tudnak ellenállni a kártevők támadásának.

Kártétel és biológia

A földibolha kártétele elsősorban a növények fiatal állapotában válik láthatóvá. A kifejlett egyedek, azaz az imágók, apró kör alakú lyukakat rágnak a leveleken, amelyek könnyen felismerhetők. A lárvák a talajban élnek, ahol a gyökereket károsítják, bár ez a kártevési forma kevésbé látványos és gyakran rejtve marad a talajban. A levélkárosítás azonban jelentős, mivel a fotoszintézis csökkenéséhez vezet, ami lassítja a növény növekedését és terméshozamát. A levélen megjelenő apró lyukak gyorsan terjedhetnek, súlyos fertőzés esetén a levélfelület nagymértékben károsodik (22).

Védekezés

A földibolha elleni védekezést az első imágók megjelenésekor érdemes elkezdni, különösen a csírázástól a növények 3-4 leveles koráig, amikor a növények még sérülékenyek. Mechanikai védekezésként hálók használata hatékony megoldás lehet, amely fizikailag megakadályozza a kártevők elérését. Súlyosabb fertőzés esetén kémiai védekezés alkalmazása is szükséges lehet. A vegyszeres kezelés hatékonyságának biztosítása érdekében az időzítés kulcsfontosságú, hiszen a földibolha fejlődési ciklusának korai szakaszában való beavatkozás csökkenti a populáció növekedését.

Gyapottok bagolylepke (Helicoverpa armigera)

A gyapottok bagolylepke az ipari kender jelentős kártevője, különösen a melegebb nyári hónapokban. Ez a bagolylepkefélék (Noctuidae) családjába tartozó rovar számos mezőgazdasági kultúrát támad meg, így a kender is potenciálisan nagy kockázatnak van kitéve, ha a környezeti feltételek kedveznek a faj elszaporodásának. Világszerte elterjedt faj, amely Európában, Ázsiában, Afrikában, Ausztráliában és Dél-Amerikában is jelentős kárt okoz, különösen meleg éghajlatú területeken.

Kártétel és biológia

A gyapottok bagolylepke hernyói, vagyis lárvái okozzák a legnagyobb kárt a növényekben. Ezek a hernyók a leveleket, a virágokat és a fiatal terméseket rágják meg, jelentős károsítást okozva. A hernyók rágásukkal nemcsak a leveleken okoznak lyukakat, hanem behatolnak a növényi részekbe is, ami rejtett kártételhez, fertőzésekhez és a növény elhalásához vezethet. A kifejlett imágók szürkés-barnás színűek, szárnyfesztávolságuk 30-40 mm, és jellemzően éjszaka aktívak. A hernyók kártétele virágzás és termésérés idején a legnagyobb, mivel ekkor a növény sérülékenyebb, és a kártevők roncsolják a virágokat, ezzel csökkentve a hozamot.

Védekezés

A védekezést a gyapottok bagolylepke ellen a lepke imágók megjelenésének idejére kell időzíteni, mivel ekkor lehet a populációk növekedését a leghatékonyabban megfékezni. A hernyók kártétele különösen veszélyes a kender virágzásának kezdetétől a termésérésig tartó időszakban. A védekezés pontos időzítése érdekében a rajzási csúcsokat feromoncsapdák segítségével monitoroztam.

A Csalomon gyapottok bagolylepke feromoncsapda augusztus 10-én került kihelyezésre a kísérleti táblán. A csapdázási adatok (9-10.ábra, Aczél, 2019) alapján a következő rajzáscsúcsokat rögzítettem:

- Augusztus 15.: 2 egyed
- Augusztus 19.: 5 egyed
- Augusztus 21.: 48 egyed

A rajzási csúcs megfigyelését követően augusztus 23-án permetezést végeztem Hidas permetezővel, a Runner 2 F (240 g/l metoxifenozyd) nevű szerrel, 200 liter lé mennyiséggel, 0,5 l/ha dózisban. A metoxifenozyd egy rovarnövekedés-szabályozó szer, amely hatékonyan befolyásolja a hernyók fejlődését, megakadályozva azok további rágási károsítását.

Az állati kártevők, különösen a földibolha és a gyapottok bagolylepke, komoly veszélyt jelenthetnek a kendertermesztés sikerére. A földibolha által okozott levélkárosodás csökkenti a fotoszintézis hatékonyságát, míg a gyapottok bagolylepke hernyói a virágokat és terméseket károsítják, ezáltal jelentős hozamvesztést okozva. A védekezés során alkalmazott megfelelő időzítésű permetezés, hatékonyan csökkentették a kártevők populációját és mérsékeltek a károkat. A kísérlet eredményei alapján a preventív védekezés és a pontos monitoring rendszerek alkalmazása kulcsfontosságú a kender állomány egészségének fenntartása és a gazdaságos termelés biztosítása érdekében.



913. ábra



10. ábra

További állati kártevők a kendertermesztésben (21)

A kendertermesztés során többféle állati kártevő is jelentős termés kiesést okozhat, amelyek ellen hatékony védekezés szükséges. A kártevők különböző módon károsítják a növényt, beleértve a levelek, a szár, a gyökerek és a termések rágását, ami csökkenti a hozamot és rontja a rostminőséget. Az alábbiakban bemutatom a legfontosabb kártevőket és az ellenük való védekezés lehetőségeit, tudományos alapossággal alátámasztva.

Kenderbolha (*Psylliodes attenuata*, Koch)

A kenderbolha az egyik legkorábban megjelenő kártevő a kendertermesztésben, és gyakran az első jelentős kártételért felelős. A kártevő tevékenysége különösen akkor válik súlyossá, amikor a talaj felső rétege, valamint a levegő hőmérséklete 10-15 °C-ra felmelegszik, és az időjárás száraz. A kenderbolhák a talajban telelnek át, és tavasszal bújnak elő, amikor a környezeti feltételek kedvezővé válnak.

Kártétel

A kenderbolhák az ipari kender fiatal növényein kifejezett kárt okoznak, elsősorban a szikleveleken, a szikalatti száron és az első lombleveleken. Az imágók apró, kör alakú

lyukakat rágnak a leveleken, ami könnyen felismerhető. Ha a kártevők nagy számban vannak jelen, a szik alatti szárat teljesen elrágatják, ami a növény pusztulásához vezethet. A kártételek mértéke kulcsfontosságú: ha a levélfelület 50%-a károsodik, a növény valószínűleg elpusztul. Ennél kisebb kár esetén a növény képes regenerálódni, de fejlődése lelassul, és a termés mennyisége csökken.

Védekezés

A kenderbolha elleni védekezés szükségessé válik, ha a növények 20%-án rágási nyomok figyelhetők meg. A védekezésre hagyományosan metilparathion hatóanyagú rovarölő szerek alkalmazása ajánlott, amelyek hatékonyan csökkentik a bolhák populációját. A kezelést preventív jelleggel is érdemes elvégezni, különösen a korai növekedési szakaszban, amikor a növények különösen érzékenyek a kártevőkre.

Kis kendermoly (*Grapholita delineana*, Feld.)

A kis kendermoly jelentős kártevőként az 1960-as évek végén okozott komoly károkat a kendertermesztésben. A kártevőnek két, esetleg három nemzedéke alakul ki évente, és elsősorban a rostkender első nemzedéke károsítja a növényt. A védekezéshez fontos megérteni a kártevő biológiáját és fejlődési ciklusát.

Kártétel

A kis kendermoly lárvái a talajban telelnek át növényi maradványokban. Amikor tavasszal a hőmérséklet eléri a 15 °C-ot, a lárvák bebábozódnak, és rövid időn belül kifejlődnek a kifejlett imágók. A lepke szürkésbarna, hátán három-négy fehér sávval, és kiváló repülési képességgel rendelkezik. A nőstények 100-200 tojást raknak le a kenderlevelek fonákjára, ahonnan a kikelő lárvák a leveleket kezdik rágni. A lárvák később a szárba rágják be magukat, ahol folyamatosan károsítják a bélüreg szöveteit, ami szárfojtosodáshoz és a szárak megvastagodásához vezet, ún. gubacsok formájában. Ezek a deformációk jelentős rostminőség-romlást okoznak, ami csökkenti a kender ipari felhasználhatóságát.

Védekezés

A kis kendermoly elleni védekezés május közepén kezdődik, amikor a lepke rajzása megkezdődik. A tábla szélének hálózása az alkonyati órákban hatékony módszer a populáció felmérésére. Ha 10 hálósapásban 0,5-1,0 imágó található, szükséges a táblaszéli permetezés elvégzése. A lepke második nemzedéke július végén jelenik meg, de a közbejött aratás miatt ezek a lárvák már kevésbé képesek befejezni fejlődésüket. Az aratás utáni preventív

intézkedések, mint a tarlóégetés és a mélyszántás, hatékonyan csökkentik a kártevő populációját.

Kukoricamoly (*Pyrausta nubilalis*, Hbn.)

A kukoricamoly a rostkendert is károsíthatja, bár utoljára az 1950-es évek végén jelentettek mérhető kártételt. A hernyók által a száron okozott berágások súlyos szerkezeti károsodást okoznak a növényben, ami a szár eltöréséhez vezethet, különösen szélviharok esetén.

Kártétel

A kukoricamoly hernyói a szárokba rágják be magukat, hasonlóan a kis kendermolyhoz, azonban nagyobb testméretük miatt jelentősebb károkat okoznak. A hernyók nagyobb fás részeket rágcsálnak meg, ami a szár gyengülését és törékennyé válását eredményezi. Bár a kártétel mértéke kisebb, mint más kártevőké, ha a hernyók felszaporodnak, komoly károk keletkezhetnek.

Védekezés

A kukoricamoly ellen jelenleg nincs kidolgozott vegyszeres védekezési rendszer, mivel populációja alacsony szinten tartható preventív agrotechnikai módszerekkel, mint a mélyszántás és a növényi maradványok megsemmisítése. Ha azonban a kártevő populáció növekedni kezd, a kis kendermoly elleni védekezési módszerek alkalmazhatók.

Kenderormányos (*Ceutorhynchus rapae*)

A kenderormányos először az 1960-as évek végén jelent meg kártevőként Magyarországon. Az áttelelő ormányos bogarak tavasszal a fiatal kenderszárokba rakják tojásaikat, ahol a lárvák fejlődésnek indulnak, és komoly károkat okoznak a szár belsejében.

Kártétel

A lárvák a szár belsejében táplálkoznak, ami szövetburjánzást, rendellenes tumorokat okoz a hancsrostokon. A fertőzött növények rostjai törékennyé válnak, ami rontja a rostok szakítószilárdságát és csökkenti a feldolgozásra alkalmas rostok mennyiségét. A fejlett lárvák június elején elhagyják a szárat, és a talajban telelnek át.

Védekezés

A kenderormányos bogarak jelentkezését rovarhálózással lehet észlelni a fiatal növényállományban. A vegyszeres védekezés inszekticides porozással és permetezéssel történhet, amellyel hatékonyan csökkenthető a populáció mérete.

Egyéb kártevők

A kendert károsíthatja még a *kenderlevéltetű*, a *muszkamoly*, valamint a *bagolypillék* (Noctuidae) hernyói is. Különösen a bagolypillék hernyói veszélyesek, mivel rendkívül falánkak, és súlyos levélkárosítást okoznak. A másik két kártevő nagyarányú megjelenése ritkán fordul elő, de a preventív védekezés mindig szükséges a növényállomány védelme érdekében.

8 Irodalomjegyzék

1. <https://orvosikannabisz.com/hirek/nemzetkozi-hirek/a-kendertermesztes-bevalt-gyakorlatanak-5-fontos-tenyezoje/>
2. https://www.agroinform.hu/tovabbi_cikkek/ipari-kender-termesztes-felhasznalas-63132-001
3. <https://kenderhazepites.hu/kender-termesztes-korulmenyei/>
4. <https://mezohir.hu/2021/05/01/kender-termesztesi-lehetosegei-mezogazdasag/>
5. https://www.agroinform.hu/tovabbi_cikkek/ipari-kender-termesztes-felhasznalas-63132-001
6. <https://xforest.hu/kender/>
7. <https://agrojager.hu/mezogazdasag/2021/12/25/robbanas-elott-az-ipari-kender-galeria-video/>
8. Zuzana Finta – A kender olajtartalom növelésének hatása a zsírsavösszetétel és a fontosabb agronómiai tulajdonságok alakulására, PhD értekezés, Szent István Egyetem, 2012. 168 oldal.

9. <https://www.agroinform.hu/szantofold/kender-termesztes-75497-001>
10. <https://kenderhazepites.hu/kendertermesztes-unioban/>
11. Zuzana Finta – PhD értekezése, „A kender olajtartalom növelésének hatása a zsírsavösszetételre és az agronómiai tulajdonságokra”, Szent István Egyetem, 2012, 168 oldal.
12. Boros Attila - Kendertermesztés a Kárpát-medencében című műve Agrárszaklap Kiadó, 2018, 125-140. oldal.
13. Makai Zoltán - A kender termesztésének új irányai. Mezőgazda Kiadó, 2019, 78-92. oldal.
14. <https://kenderter.eu/termek/tiborszallasi/>
15. Boros Attila - Ipari kendertermesztés Magyarországon. Mezőgazdasági Kiadó, 2015, 132-145. oldal.
16. Makai Zoltán - Kendertermesztés és ipari felhasználás című könyv. Mezőgazda Kiadó, 2019, 89-103. oldal.
17. Tóth István - Növényvédelmi eljárások és engedélyezés Magyarországon, kiadó: Mezőgazdasági Kiadó, 2017.
18. <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
19. Németh Sándor - Növényvédelem a kendertermesztésben, Agroinform Kiadó, 2016.
20. Kovács Tamás - A kender károsítói és azok kezelése, Mezőgazda Kiadó, 2019.
21. Bócsa Iván – A kender és termesztése Agroinform kiadó, 2004, 95 - 96 oldal
22. Gao Chunsheng, Chen Jia, Li Zhimin, Wang Tuhong, and Jianping Xu - Mitochondrial COI Sequence Variations within and among Geographic Samples of the Hemp Pest *Psylliodes attenuata* from China, Kiadó: MDPI Insects, 2020, Vol. 11(6), 370, oldalszám: 14 oldal
23. Gao, Chunsheng - Integrated Weed Management in Hemp Cultivation, Kiadó: Springer Nature, 2020, oldalszám: 150-165.
24. McPartland, John M. - Hemp Diseases and Pests: Management and Biological Control, Kiadó: CABI Publishing, 2000, oldalszám: 251-275.
25. Aczél Ádám Szellemi Tulajdon nemzeti Hivatal saját szakmai műként, szerző Ipari kender termesztés technológia című komplex szántóföldi termesztési kísérleteim eredményét. Nyilvántartási szám: 008705
26. Boros Attila - A kender termesztése Magyarországon, Kiadó: Mezőgazda Kiadó, 2015, oldalszám: 145-160
27. McPartland, John M. - Hemp Diseases and Pests: Management and Biological Control, Kiadó: CABI Publishing, 2000, oldalszám: 251-275.

28. Clarke, Robert C. - Hemp: Practical Guide to the Cultivation and Use of Industrial Hemp, Kiadó: Green Candy Press, 2012, oldalszám: 198-215.
29. Nagy István - Mezőgazdasági gépek és alkalmazásuk, Kiadó: Mezőgazda Kiadó, 2018, oldalszám: 250-270.
30. Kovács János - Modern mezőgazdasági gépek szerepe a növénytermesztésben, Kiadó: Agroinform Kiadó, 2020, oldalszám: 189-200.
31. Hartung, Jens; Munz, Sebastian; Erpenbach, Federico; Graeff-Hönniger, Simone - Impact of Harvest Time and Pruning Technique on Total CBD Concentration and Yield of Medicinal Cannabis. Kiadó: MDPI, 2022, oldalszám: 140-150.
32. Aczél Ádám társszerző – Kulturális alapú gazdaságfejlesztés a Kárpát – medencében, Az iparikender épülő népi kézművesség és közösség építés módszertani megalapozása, Kiadó: NMI Művelődési Intézet Nonprofit Közhasznú Kft, 2017, oldalszám: 21 - 23