

SZAKDOLGOZAT

Dani Marcell Balázs

Gyöngyös

2025

**Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem
Károly Róbert Campus**

**Növénytermesztési technológiák
elemzése a K64 Farm Kft.-nél**

Konzulens

Dr. Ambrus Andrea

egyetemi docens

Készítette

Dani Marcell Balázs

mezőgazdasági mérnöki szak

levelező tagozat

2025

Tartalom:

1. Bevezetés.....	5
2. Irodalmi áttekintés	
2.1 Kukorica jelentősége.....	7
2.2. A kukorica botanikai és morfológiai jellemzése	9
2.3. Gyökérzete.....	11
2.4. Hajtásrendszer	12
2.5. A fajta választás szempontjai	13
2.6. A kukorica termőhely igénye	14
2.7 Talajigény.....	15
2.8 Éghajlatigény.....	15
2.9. Vízigény	17
2.10. A kukorica termesztés technológiája	
2.10.1. Elővetemény és vetésváltás.....	18
2.10.2. Tápanyagigény	19
2.10.3. Talajművelés	20
2.10.4. Vetés ideje, tőszám és sortávolság	20
2.11. Növényvédelem: gyom-, kártevő- és kórokozó-ellenőrzés.....	22
2.11.1. Gyomirtás.....	22
2.11.2. Vegyszeres gyomszabályozás a kukoricában	24
2.12. Kukorica kórokozói és kártevői.....	25
2.13. Vetés	27
2.13.1. Vetési idő	27
2.13.2. Talaj-előkészítés	28
2.13.3. Vetőmag és csávázás	28
2.13.4. Vetésmélység és vetési sűrűség	28
2.13.5. Sor- és tőtávolság	28
2.13.6. Kelés és ápolás	29
2.13.7. Vetésforgó és elővetemény	29
2.14. Betakarítás.....	29
2.14.1. Csöves betakarítás.....	30
2.14.2. Szem-csutka keverék betakarítása (CCM – Corn-Cob-Mix).....	30
2.14.3. Kukoricacsó-zúzalék betakarítása (LKS – Leischkolbenschrot) ...	30
2.14.3. Silókukorica betakarítása	31
2.15. Kukorica tárolása.....	32
2.16. Fejlesztési lehetőségek és nemzetközi tapasztalatok a kukoricatermesztésben	34
3. Anyag és módszer	
3.1. K64 Farm Kft. bemutatása.....	36
3.2. Éghajlati adottságok	37
3.3. A vizsgálat anyaga	42
3.4. Vetőmag	42
3.5. Talajelőkészítés	43
3.6. Vetés.....	45
3.7. Növényvédelem	47
3.8. Érés és betakarítás	48
4. Eredmények és értékelésük	
4.2. Termésátlagok alakulása a vizsgált években	49
4.3 A csapadék, hőmérséklet és termés hozam összefüggése	53

5. Következtetések és javaslatok	55
6. Összefoglaló.....	58
Irodalmi jegyzék	60
Táblázatok jegyzék	64
Ábrajegyzék	65
Nyilatkozatok.....	66
Köszönet nyilvánítás	70

1. Bevezetés

A kukorica a világ egyik legfontosabb szántóföldi kultúrnövénye a rizs és a búza mellett. Felhasználási formáit tekintve rendkívül sokoldalú. A világon szinte mindenhol megtalálható (kivéve az Antarktisz). Igen jól értékesíthető termény, ezt mutatja az is, hogy jegyezve van a világ tőzsdéin. Az emberi fogyasztáson kívül, jelentő takarmánynövény, de nem csak a szemtermése, hanem a növény többi része is hasznosítható akár silózva, akár zölden Ipari felhasználása is jelentős, akár energianövényként, bioetanolként. Habár az energiatartalma és jó emészthetősége miatt jelentős emberi táplálék, mégis nagy mennyiségben csak Közép és Dél-Amerika országaiban, valamint Indiában fogyasztják. Mexikóban a golyvásüszöggel fertőzött alakját is fogyasztják.

Magyarországon is egyre jobban teret nyer az emberi fogyasztás csemegekukorica, gyorsfagyasztott kukorica, de akár kukoricakenyér formájában. Jelentős még a keményítő gyártás, cukorgyártás és étolaj előállítás. A kukoricából készült bioetanol jól helyettesítheti a benzint, így csökkenthető a foszilis energiafelhasználás. Megújuló energiaként kezelhető, mivel a kukorica évenként ültethető növény, és a bioetanol elégetésekor a légkörbe jutó szén-dioxid a következő évben visszaépül a következő kukorica növénybe. A kukorica vetésterülete 160 millió ha körüli a világon, termésátlagá, 5,2 t/ha. Listavezető kukoricatermesztő a világon az Amerikai Egyesült Államok, de jelentős kukoricatermesztő országok még Kína, Brazília és Mexikó. Európa jelentősebb kukoricatermesztő országai Olaszország, Franciaország, Ukrajna, Románia, Lengyelország és Magyarország. Termésmennyiségét tekint világrekordot az USA-ban állították fel, amely napjainkra meghaladta a 40 tonnás hektáronkénti termést, míg hazánkban egyre inkább a kukorica termesztése kritikussá kezd válni, a termelési szint lassan az 5-6 tonnát sem éri el hektáronként. Ennek legfőbb oka a kedvezőtlen változások a klimatikus viszonyokban, az egyre gyakoribb aszályok és kedvezőtlen csapadékeloszlás.

A kukorica termesztés jelentős múlttal rendelkezik, a XVII. század második felében kezdett elterjedni, de egy évszázaddal később már az egész ország területén ismert volt. Eddig a búza után a második legnagyobb termőterülettel rendelkező kultúrnövény volt Magyarországon, azonban a kukoricatermesztés szempontjából kiváló földrajzi és éghajlati adottságoknak megváltoztak. Ezekhez a körülményekhez csak az adott termőhelyre adaptált technológiával lehet alkalmazkodni. Magyarországon, a felhasznált kukoricát

takarmányozásra használják ez kb. 90 %-ot tesz ki, a fennmaradó 10 %-ot az ipar, a vetőmaggyártás és a közvetlen emberi fogyasztás teszi ki. A kukoricatermesztés legnagyobb kérdése a sokak által vitatott génmódosított kukorica hibridek elterjedése. Az USA-ban széleskörűen elterjedt, Magyarországon és az EU nagy részén tiltott a génmódosított hibridek termesztése (de a belőlük készült termékek forgalmazása és 5 kereskedelme nem). Ennek jelentősége, hogy gyomirtó, vagy rovar rezisztenciával rendelkezik a növény, így a növényvédelem, ezáltal a termelési költségei lényegesen alacsonyabbak és magasabb hozamok realizálhatók a termelés során. Ebből a szempontból kifejezetten versenyhátrányba kerülnek azon ország termelői – így a magyar termelők is -, ahol a génmódosított növények termelése tilos.

A dolgozatom megírásának időpontjára a kukorica vetésterülete történelmi mélypontra zuhant, csupán 740-770 ezer hektárt tudhat magáénak, amely drasztikus visszaesés a 2015-ös év 1,2 millió hektáros vetésterületéhez képest. Ez nem csupán két év közötti eltérés, mivel évről évre csökkenő tendenciát láthatunk a kukoricatermesztés iránti elkötelezettséggel szemben, aminek okai a kedvezőtlen piaci viszonyok mellett a klímaváltozás okozta időjárási anomáliák, mint az aszályos időszakok hossza és intenzitása, a kedvezőtlen csapadékeloszlás, előfordulási gyakoriságának növekedése.

Felmerül a kérdés, hogy van-e jövője és ha igen, akkor milyen körülmények között a kukoricatermesztésnek Magyarországon.

Szakdolgozatom a K64 Farm Kft. adatai, alapján készült. A K64 Farm Kft. gazdasága a Heves vármegyei Besenyőtelken működik, és növénytermesztéssel, sertésneveléssel, szarvasmarha, juhtenyésztéssel, takarmánykeveréssel és forgalmazással foglalkozik. A megközelítőleg 2000 hektár szántóföldi területtel rendelkeznek, Kömlő – Mezőtárkány – Átány – Sarud – Besenyőtelek - Füzesabony települések vonzáskörzetében helyezkednek el. Szakdolgozatom célja, hogy megvizsgáljam és elemezzem a kukorica termesztéstechnológiáját egy olyan gazdaságban, ahol az állattenyésztési ágazat miatt alapvető fontosságú a saját takarmány előállítás, amelyben a kukorica a legjelentősebb növénynek számít.

A tanulmányaimat 2019-ben kezdtem Gyöngyösön. Besenyőtelken a saját családi gazdaságunkban tevékenykedem folyamatosan, emellett pedig készültem az idén megrendezésre kerülő kettős fogathajtó világbajnokságra Hollandiába, Beekbergenben. Ahol a csapattársaimmal együtt csapat világbajnoki címet szereztünk kettős fogathajtásban.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Kukorica jelentősége

A kukorica (kukorica, *Zea mays L.*) hazánk egyik legfontosabb szántóföldi növénye, amelynek szerepe az agrárgazdaságban, az élelmezés- és takarmányozásban, valamint az ipari felhasználásban egyaránt kiemelkedő. Magyarország termőterületi és termelési adottságai – a Kárpát-medencei éghajlat, a lösz- és csernozjom-talajok – különösen kedveznek a kukoricatermesztésnek.

	Vetésterület (millió ha)	Termés átlag (t/ha)	Termés (millió t)
Világ	162	5,0	850
USA	34,1	11,25	383,9
Argentína	8,1	7,4	60,5
Brazília	13,5	6,56	88,6
Kína	38,5	7,07	272,2
Oroszország	2,1	7,2	15,2
Ukrajna	6	7	42
EU	8,4	8,69	73
Magyarország	1,2	5,35	6,4
Franciaország	1,75	8,74	15,3
Olaszország	1,1	6,75	6,08

1. táblázat A kukorica termelése és vetési területe 2021-ben

A kukorica hazai jelentősége és termelése
A kukorica az egyik legfontosabb takarmánynövényünk, felhasználása és hasznosíthatósága sokoldalú. Szemtermése keményítőben gazdag, ezért fontos abraktakarmány, de a teljes kukoricánövény is értékes takarmány (zölden, silózva.) Felhasználható továbbá, ipari célokra, sőt emberi fogyasztásra is alkalmas. Sokoldalú hasznosítható, melynek következtében jól értékesíthető (POPP 2007). Magyarországon, a kukoricatermesztés a rendelkezésre álló adatok szerint hosszú időn át az egyik legnagyobb területű növénykultúra volt. Az 1990-es években átlagosan mintegy 1 100 ezer hektár körüli vetésterülettel számolták (1999-ben például 1 115 ezer hektár) (Internet 2.). A 2010-es évek közepén az adatok szerint 2015-ben 1 146 127 ha-n

termesztették a kukoricát, 2017-ben pedig 988 823 ha volt a betakarított terület. Az országos termés mennyisége ugyancsak jelentős: 2016-ban mintegy 8,729 millió tonna kukoricát takarítottak be.

A hektáronkénti termésátlag az utóbbi években nagymértékben ingadozott: például 2018-ban a termésátlag 8 490 kg/ha volt. (Internet 1.) A termelés mellett a felhasználás is sokoldalú: a hazai kukorica nagy részét állati takarmányként használják fel, energiatermelés (bioetanol) és ipari keményítő-gyártás is jelentős szerepet játszik. Egy tanulmány szerint Magyarországon a megtermelt kukorica körülbelül 89,5 %-át takarmányozási célra fordítják. (Internet 3.)

A kukorica felhasználási területei és gazdasági szerepe
A kukorica, mint takarmánynövény különösen fontos: energiadús, keményítőtartalma magas (hazai adatok szerint kb. 65-70 %), ezáltal az állattenyésztés (sertés, baromfi) szempontjából alapvető. (Internet 3.) Az élelmiszeriparban kukoricadara, kukoricaliszt, olaj, valamint keményítő alapanyagként is jelen van, továbbá a mezőgazdasági biomassa és bioetanol-ipar részére is felhasználható. Ebből következően a kukorica jelentős szerepet játszik nemcsak a mezőgazdasági termelés volumenében, hanem a hazai agrárkifutásban és a külkereskedelemben is.

Ugyanakkor az elmúlt években a vetésterület egyes évekre csökkent: 2013 óta mintegy 50-60 ezer hektárral esett vissza a kukorica vetésterülete hazánkban. (Internet 4.) Ez arra utal, hogy bár a kulturális jelentőség megmaradt, a kihívások – technológiai, természetstechnológiai és klimatikus – növekedtek.

A növény gazdasági potenciálja mellett termelési folyamatainak hatékonysága is kulcsfontosságú: a vetés-kezelés dinamikájától kezdve a nemesítésen át az öntözésig és tápanyagutánpótlásig számos tényező befolyásolja a végső termést. (Internet 5.)

Kihívások és jövőbeni kilátások
A hazai kukoricatermesztés előtt több kihívás áll. Egyrészt a klímaváltozás és az időjárási szélsőségek (pl. aszály, hőség) jelentős kockázatot jelentenek: például az egyik előrejelzés szerint a következőkben a vetésterület növekedése sem biztos, miközben a hozamok javulása lassulhat. (Internet 4.) Másrészt a termésátlagok nagy eltéréseket mutatnak megyénként, termesztési módoként, ami a technológiai különbségekre és a talaj-, vízgazdálkodási adottságokra is visszavezethető.

Ezen túlmenően az agrárpolitikai és piaci feltételek (inputköltségek, műtrágya-árak, munkabérek és gépköltségek) is befolyásolják a kukoricatermesztés versenyképességét. A jövőben különösen fontos lesz a klímaturó hibridek alkalmazása, az öntözési-vízgazdálkodási rendszerek fejlesztése, valamint az inputok hatékonyabb felhasználása.

Nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő helyen áll hazánk: egy korábbi vizsgálat szerint Magyarország az európai kukorica-termésátlag rangsorában a 3. helyet foglalta el Franciaország és Olaszország után. (Internet 6.) Ez azt mutatja, hogy ha a termesztési feltételek — technológia, talaj, tápanyag, víz — adottak, akkor versenyképes hozamok érhetők el. A kukoricából készült bioetanolnak, mint alternatív üzemanyagnak egyre nő a jelentősége. Mivel a bioetanol nagy tisztaságú finomszesz, mely vizet nem tartalmaz, ezért jól alkalmazható a motorok tüzelőanyagaként, vagy benzinhoz adalékként is felhasználható. Magyarországon a bioetanol gyártására legalkalmasabb szántóföldi növény a kukorica. Hazánkban a győri szeszgyárban állítanak elő bioetanol, de Kabán is tervezik gyártását. (EMÓD et al. 2005)

2.2. A kukorica botanikai és morfológiai jellemzése

Ország: Növények (Plantae)

Csoport: Zárvatermők (Angiosperms)

Csoport: Egyszikűek (Monocost)

Rend: Perjevirágúak (Poales)

Család: Perjefélék (Poaceae)

Alcsalád: Kölesformák (Panicoideae)

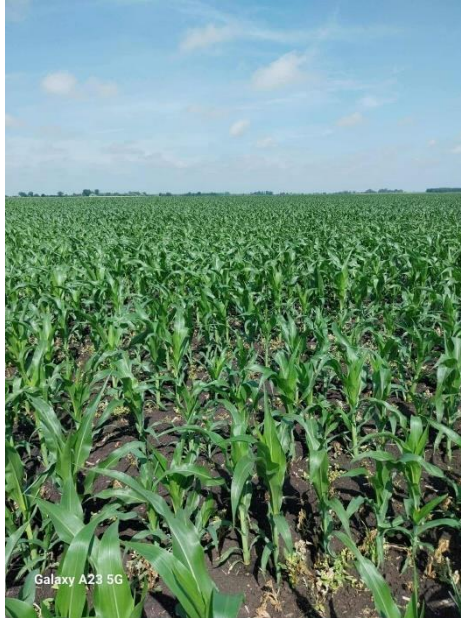
Nemzetség: Kukorica (*Zea*)

Faj: *Zea mays*

A kukorica Amerikából származó növény latin neve *Zea mays*. Ugyan a származási helye pontosan a mai napig sem ismert, de feltételezhető, hogy Közép- és Dél-Amerika területéről, pontosabban Mexikó, Guatemala, Peru és Kolumbia hegyvidéki területeiről származhat a kukorica (RADICS, 1994).

A kukorica megjelenése Európában Kolombus nevéhez köthető, ő hozta 1493-ban Európába, majd a Földközi-tenger partvidékén kezdték termesztetni. Hazánkba egyrészt a törököknek köszönhetően, másrészt Olaszországból került 1590 körül, majd a XVII. század második felében kezdett elterjedni. Napjainkig folyamatosan nő a termesztési területe

Magyarországon, ezzel együtt a technológia folyamatos fejlődése a terméshozamok növekedését is biztosítja (BOCZ, 1996).



1. ábra Kukorica tábla

Nagyon változatos a faj alköre. A *Zea mays* a növények országába tartozik és a zárwatermők csoportjába. Ennek alcsoportja az egyszikűek. Rendje a perjevirágúak, a perjefélék családjába tartozik és ennek alcsaládjába a kölesformákéba. Nemzettsége a kukorica és belőle lett a *Zea mays* faj. A kukorica vagy népies nevein tengeri, törökbúza, málé (*Zea mays*) a perjefélék családjába tartozó, lágyszárú, egylaki, váltivarú, egynyári növény. Magassága akár három méter is lehet, általában a torzsavirágzatán fejlődő szemterméséért termesztjük. (BERZSENYI *et al.* 1956)

A kukorica genetikai változatossága alakjában is visszaköszön. A több ezer különböző típus és fajtájú kukorica között rendkívüli méret, alak, és színbeli változatosság is látható. Változatosságukat jól szemlélteti méretük. Csövek alakjára, méretére, szemek színére és alakjára is számtalan variáció létezik. (KARL 2013)

A kukorica gyökérzete bojtos mellégyökérrendszer, amely kedvező körülmények között igen fejletté válik. A teljes gyökérzet több mint 2 méter mélyre is lehatolhat, és oldalirányban akár 1–1,5 méteres kiterjedést is elérhet.

Virágzata: A hímvirágzat és a nővirágzat egy növényen, de különböző helyen helyezkedik el.

A nővirágok a növény szárrészén találhatók, a hímvirág a növény hajtáscsúcsán helyezkedik el. A kukorica két fő részből áll: a gyökérsziszéből, és a hajtásrendszerből. (SZABÓ et al. 2005)

2.3. Gyökérsziszete

A gyökereket eredetük alapján elsődleges és járulékos gyökerekre osztjuk, attól függően, hogy kaliptrogén eredetűek-e. Az elsődleges gyökér a gyököcskéből fejlődik ki, és a kukorica esetében ez a főgyökér, amely azonban a növény korai fejlődési szakaszában elveszíti jelentőségét. Funkcióját a később kialakuló járulékos gyökerek veszik át.

A szár középső részéből eredő járulékos gyökerek már korán megkezdik működésüket, ezzel tehermentesítik a főgyökert. A szár föld alatti részén található szárcsomókból kiinduló gyökerek nagy szerepet játszanak a tápanyag- és vízfelvételben, hiszen ezek biztosítják a növény zavartalan fejlődését a vegetáció során.

A járulékos gyökerek harmadik csoportját az úgynevezett harmatgyökerek, más néven támasztógyökerek alkotják, amelyek a szár talajfelszín feletti nóduszaiból erednek. Elsődleges feladatuk a növény mechanikai stabilitásának biztosítása, vagyis a megtámasztás, de emellett ezek a gyökerek is aktívan részt vesznek a víz- és tápanyagfelvételben.

Összefoglalva a főgyökér a hajtásrendszerhez közel megvastagszik, majd minél mélyebbre hatol a talajba, annál vékonyabb lesz. A hajtásrendszer másodlagos gyökerei a mellékgyökerek, koronagyökerek és a harmatgyökerek. A mellékgyökerek a főgyökérral párhuzamosan növekednek, és a talaj mély rétegei felé. Ezen gyökerek nagyban hozzájárulnak a növény vízellátásához. A harmatgyökerek (támasztógyökerek) a talajfelszín felett, a száron található nóduszokból erednek. Ezek viszonylag vastag és rövid gyökerek. A talajba behatolva a növénytápanyag ellátásába is részt vesznek, de a növény megtámasztása fontos szerepük dolga. A koronagyökerek növekedése oldal és függőleges irányú, ezen gyökerek a talaj felső 25- 30 cm-es szintjében találhatóak. (PEPÓ-SÁRVÁRI 2009)

A talajműveléskor körültekintően kell eljárni, mivel a kukorica gyökereinek nagy tömege a talaj felszínéhez közel helyezkedik el, mely a kevés csapadékot és harmatot is hasznosíthatja. Ezen gyökerek megsértése esetén csökken a növény tápanyag és víz ellátottsága. (MENYHÉRT szerk. 1985)

2.4. Hajtásrendszer

A kukorica talajfelszín feletti része több fő szervből épül fel: a szárból (főhajtás), az oldalhajtásokból (fattyúhajtások), a hím- és nővirágzatból, valamint a levelekből (RADICS, szerk. 1994).

A szár hossza és vastagsága fajtától függően változik, de jelentős hatással van rá a termesztéstechnológia is, például az állománysűrűség és a tápanyagellátottság. Általában a szár alsó részének átmérője 3–6 cm, a teljes növénymagasság pedig 150–300 cm közé esik. A kukorica szára hengeres, tömött szerkezetű, mereven felálló, és szárcsomókra (nóduszokra), valamint szártagokra (internódiumokra) tagolódik. A szártagok hossza alulról felfelé fokozatosan növekszik. Az internódiumoknál található levélhüvely részben vagy teljesen körbeöleli a szárat, valamint vályúszerű mélyedésekkel is rendelkezik, amelyek a szár szilárdságát növelik (BOCZ, 1996).

A levelek a szár két oldalán, egymással szemben, két sorban helyezkednek el. A levelek száma a nóduszok számával megegyezik, ami fajtánként eltérő. A hosszabb tenyészidejű fajták több levelet és szárcsomót fejlesztenek. A levél két fő része a levélhüvely és a levéllemez, találkozásuknál helyezkedik el a nyelvecske (ligula). A levél felülete érdes és szőrös, a levélhüvely pedig fontos szerepet játszik a szár szilárdításában (ANTAL, szerk. 2005).

A kukorica egylaki, váltivarú növény, azaz a hím- és női virágok ugyanazon a növényen, de külön virágzatban találhatók. A növény hajtáscsúcsán fejlődik a hímvirágzat, azaz a címer, míg a női virágzat a levelek hónaljában kialakuló oldalhajtásokon helyezkedik el (MENYHÉRT, szerk. 1985).

A címer a növény csúcsán elhelyezkedő, mereven felálló, elágazó bugavirágzat, amely egy bugafőtengelyből és oldalágakból áll. A kalászkákat zöldes vagy pirosas pelyvalevelek borítják, bennük két hímvirág található. A címer virágzása rendszerint 4–12 nappal korábban kezdődik, mint a nővirágzaté; ezt a jelenséget proterandriának nevezzük, amely elősegíti az idegen beporzást (RAGASITS, 1994). Egyetlen címer akár 28–36 millió pollenszemet is termelhet.

A női virágzat alaktanilag torzsavirágzat, amely a levelek hónaljában, az oldalhajtások végén alakul ki. A torzsavirágzat törpe szártagú főtengelyből áll, amelyen sorokban helyezkednek el a kalászkák. A virágok nyílása a cső tövétől a csúcsa felé halad, a bibék pedig teljes hosszúságukban alkalmasak a pollen megfogására (RAGASITS, *et al.* 1994).

A megtermékenyített női virágzatból fejlődik ki a kukoricacső, amely fajtától függően különbözhet alakjában, nagyságában, színében és a magsorok számában. A cső két fő része a csutka és a szemek. A csutka hengeres, elfásodott, bélszövettel kitöltött tengelymaradvány, amelynek színe lehet fehér, piros vagy lilás árnyalatú. A kukorica termése szemtermés, vagyis száraz, zárt, egymagvú termés, ahol a maghéj és a terméshéj összenőtt. A szem felépítése négy fő részből áll: terméshéj, maghéj, táplálószövet és csíra. A szemek alakja, mérete és színe fajtánként eltérő, színük lehet fehér, sárga, barna, vörös, lilás vagy ezek árnyalatai (ANTAL, 1987).

2.5. A fajta választás szempontjai

A kukoricatermesztés egyik legfontosabb eleme a megfelelő vetőmag kiválasztása, hiszen ez alapvetően meghatározza a várható termés mennyiségét és minőségét. A hazai termelők számára ma már széles fajta- és hibridválaszték áll rendelkezésre, ami a magyar és külföldi nemesítők munkájának egyaránt köszönhető.

A termesztendő fajta vagy hibrid kiválasztásakor több tényezőt kell figyelembe venni. Elsődleges szempont a termőhely adottságainak ismerete, hiszen a talaj típusa, a vízellátottság, az éghajlati viszonyok és a hőmérsékleti tényezők mind befolyásolják a fajta teljesítményét. Emellett kiemelt fontosságú tulajdonságok a tenyészidő hossza, a termőképesség, a termésingadozás mértéke, a vízleadó képesség, valamint a betegségekkel és stresszhatásokkal szembeni ellenálló képesség (MÁTÉ 2002).

Magyarország éghajlati viszonyai között a tenyészidő hossza jelentős eltérést mutat az egyes tájegységek között. Az ország déli területeiről észak felé haladva a tenyészidő fokozatosan rövidül, így az északi és hűvösebb régiókban korai vagy középkorai hibridek termesztése javasolt, mivel ezek adnak biztosabb termést. A hegy- és dombvidéki térségekben szintén ezek a FAO-számmal jelölt hibridek ajánlottak (ANTAL, 1999).

A tenyészidő hossza a kukoricafajták egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága, amelyet FAO-számmal jelölnek. Ez a szám a fajták érési csoportba sorolására szolgál, és segítségével könnyen meghatározható, hogy az adott hibrid mennyi idő alatt éri el a betakarítható érettséget. A FAO-szám mellett a tenyészidő jellemzésére használják a hőösszeget (HU – heat unit) is, amely a tenyészidő napjaiban mért középhőmérsékletek összegéből adódik, a 10 °C-os élettani minimum levonásával (NAGY szerk. 2007)

A kukoricahibrid megválasztása alapvetően meghatározza a termesztés sikerét és a várható terméseredményt. A döntést több tényező együttesen befolyásolja: a termesztési cél, a talaj tulajdonságai, a csapadék mennyisége és eloszlása, valamint az érési idő, amelyet a FAO-szám jellemez (Zaplitnyi et al., 2011). A megfelelő hibrid kiválasztása ezekhez a körülményekhez való alkalmazkodás alapján történik, figyelembe véve a helyi klimatikus adottságokat és a technológiai lehetőségeket.

Az érési csoport (FAO-szám) mutatja meg, hogy a hibridnek mennyi időre van szüksége a teljes éréshez. A korai érésű hibridek rövidebb tenyészidővel rendelkeznek, és elsősorban a szárazabb, csapadékhiányos térségekben biztosítanak megbízható termést. A középérésű hibridek alkalmazkodóképesek, a mérsékelt csapadékú területeken általában stabil és magas terméshozamot adnak, míg a késői érésű hibridek hosszabb tenyészidőt igényelnek, de kedvező csapadékellátottság mellett nagyobb terméspotenciállal bírnak (Shakalii et al., 2024).

A csapadékviszonyok a hibridválasztás másik kulcsfontosságú tényezője. Alacsony éves csapadékmennyiség mellett a korai érésű hibridek választása ajánlott, mivel ezek jobban tűrik a szárazságot, és gyorsabban befejezik vegetációs időszakukat. Mérsékelt csapadékellátottság esetén a középérésű hibridek teljesítenek jól, míg magasabb csapadékú térségekben a késői éréscsoportba tartozó hibridek termesztése javasolt (Vennam et al., 2023; FAO, 1977). Azonban a túlzott nedvesség a betakarítás során nehézséget okozhat, ezért a hibridválasztásnál a gépesítési és szárítási feltételeket is figyelembe kell venni.

A termesztési cél szintén befolyásolja a hibrid kiválasztását. Élelmiszeripari célra – például csemegekukorica előállításához – az édes íz, a lédús szem és a vékony szemháj a legfontosabb tulajdonságok. Takarmány- vagy silókukorica esetében a cél a minél nagyobb zöld- és szemtermés elérése, valamint a magas energiatartalom (Zezin et al., 2021). A K24 Farm Kft. gyakorlatában is megfigyelhető, hogy a termesztési célhoz igazított hibridválasztás jelentősen javítja a terméseredményt és a betakarítás hatékonyságát.

A talajviszonyok és a tápanyagellátottság kulcsfontosságú szerepet játszanak a hibridválasztásban. A jó szerkezetű, tápanyagban gazdag talaj előnyös a magasabb terméspotenciálú hibridek számára, míg a gyengébb vízmegtartó képességű talajokon a szárazságtűrő, gyors fejlődésű hibridek alkalmazása indokolt. A hibridválasztás során célszerű figyelembe venni a talaj pH-értékét, szervesanyag-tartalmát és vízgazdálkodását is,

hiszen ezek befolyásolják a növény tápanyagfelvételét és fejlődési dinamikáját (Vennam et al., 2023).

Egyéb tényezők között fontos a betegségekkel szembeni ellenálló képesség, valamint a fagy- és aszálytűrés. Az éghajlatváltozás következtében egyre gyakoribbak a szélsőséges hőmérsékleti és csapadékviszonyok, ezért a nemesítési programok kiemelt célja a stressztűrő hibridek előállítása (MATE, 2022). A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy olyan hibrideket érdemes választani, amelyek bizonyítottan ellenállók a fuzáriummal, a szárkorhadással vagy a levélbetegségekkel szemben.

Összességében elmondható, hogy a megfelelő hibrid kiválasztása komplex döntés, amelyet agronómiai, éghajlati és gazdasági szempontok egyaránt befolyásolnak. A K24 Farm Kft. példája is jól mutatja, hogy az optimális hibridválasztás — a helyi adottságokhoz, a termesztési célhoz és a piaci igényekhez igazítva — a jövedelmező kukoricatermesztés alapja.

2.6. A kukorica termőhely igénye

A kukorica hibridek egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága a vízleadó képesség, mivel a termény szárítása a betakarítás utáni feldolgozás során az egyik legnagyobb költségvetelt jelenti. A hibridek vízleadó képességük alapján gyors, közepes vagy lassú vízleadású csoportokba sorolhatók (BOCZ, 1996).

Emellett kiemelt szerepe van a hibridek kórokozókkal és kártevőkkel szembeni ellenálló képességének, amely jelentősen befolyásolja a termés biztonságát és minőségét. Az utóbbi évtizedekben, az egyre gyakoribb és súlyosabb aszályos időszakok miatt, a szárazságtűrés is a legfontosabb nemesítési és termesztési szempontok közé került.

A szárszilárdság szintén meghatározó tulajdonság mind a vegetációs időszak, mind a késői betakarítás során. A szárdőlés, szártörés és a csőkocsány szilárdsága egyaránt fontos mutatók a hibridek állóképességének megítélésében. A csőkocsány szilárdsága különösen lényeges, hiszen a gyengébb szöveti felépítésű fajták esetében a csövek könnyen lehullhatnak a betakarítás előtt, ami jelentős termésvesztést okozhat (ZSOMBIK, 2006).

2.7 Talajigény

A kukorica a talaj minőségére és fizikai állapotára az egyik legigényesebb szántóföldi növény, ökológiai érzékenysége pedig nagyobb, mint például a búzáé. Ennek ellenére a növény széles talajtípus-választékban is képes fejlődni, azonban a legjobb terméseredményeket a mély termőrétegű, jó víz- és levegőgazdálkodású, könnyen felmelegedő talajokon adja. Kiemelten alkalmasak számára a csernozjom, a csernozjom barna erdőtalaj, a réti csernozjom, valamint a barna erdőtalajok (ANTAL, 1999).

A kukoricatermesztés szempontjából a termőhelyek talajminőségük és vízgazdálkodásuk alapján három nagy csoportba sorolhatók (2.táblázat):

Jó	Ezek kiegyenlített hő- és vízgazdálkodású talajok, ide tartoznak a középkötött mezőségi és erdőtalajok, valamint a vízrendezett réti és öntéstalajok. Az ilyen talajokon kisebb a termésingadozás, mivel kedvező a kapilláris vízemelő képesség, megfelelő a talajvíz mélysége, és tápanyagban gazdagok.
Közepes	Ezek a talajok arányos csapadékeloszlás mellett biztosítanak megfelelő termést. Ide tartoznak a kötött réti talajok, a humuszos homoktalajok, valamint az enyhén lejtős, erodált területek.
Gyenge	Ezekre a talajokra a szélsőséges hő- és vízgazdálkodás jellemző, ami gyakori termésingadozást eredményez. Ebbe a kategóriába tartoznak a szikes talajok, a gyengén humuszos homoktalajok, valamint a sekély termőrétegű és heterogén szerkezetű talajok (HUSTI, 1994).

2. táblázat Kukorica talajigénye Forrás: Husti,1994

2.8 Éghajlatigény

A kukorica a termesztett szántóföldi növények közül az egyik legmelegigényesebb faj, amely tulajdonság a trópusi eredetére vezethető vissza (FODOR, 2002). A növény termesztését leginkább a hőmérsékleti viszonyok határozzák meg, mivel a kukorica a meleg égövi környezethez alkalmazkodott, így nagy hőigényű.

A vetés és kelés időszakában különösen érzékeny a hideg és hűvös tavaszi időjárásra. Amennyiben a május hűvös, a növény levelei sárgulni kezdenek, és a növekedés átmenetileg leáll. A késő tavaszi fagyok a levelek leperzselődését okozhatják, azonban ha a növényt fejlettebb állapotban éri a fagy, újrarahajtásra képes, és így is adhat elfogadható termést. A nyári

időszak jellemzően biztosítja a szükséges hőmennyiséget, viszont ilyenkor az aszályos periódusok jelentenek komoly problémát (LÁNG, 1976).

A vetőmag minőségét szintén befolyásolja a hőmérséklet, amit a Cold-teszt értéke is jól jellemez. A Cold-teszt százalékos értéke a termőhelyi körülmények között vizsgált csírázóképeséget mutatja. Minél magasabb ez az érték, annál jobb minőségű és életképesebb a vetőmag. A jó minőségű kukorica-vetőmag Cold-teszt értéke 80% feletti (3. táblázat).

Cold-teszt(%)	Talajhőmérséklet vetéskor (°C)
95	8
90	10
85	12
80	14
80 alatt	14 felett

3. táblázat A kukorica Cold teszt intervallumai (Forrás: Antal 2005)

2.9. Vízigény

A kukorica a meleg mellett a vízre is kifejezetten igényes növény, ugyanakkor jó vízhasznosító képességgel rendelkezik. A teljes vegetációs időszak alatt megközelítőleg 450–550 mm vízmennyiségre van szüksége ahhoz, hogy stabil és nagy termést biztosítson (Antal, 1999). A vízigény nagysága elsősorban a hőmérséklettől, a talaj vízmegtartó képességétől, valamint a növény fejlettségi állapotától függ (NAGY, szerk. 2007).

A kukorica vízfelhasználása a tenyészidő során nem egyenletes:

A kelés és kezdeti fejlődés időszakában a vízigény viszonylag alacsony, mivel a növény ekkor még kis zöldtömeget fejleszt.

A szármegnyúlás és virágzás időszakában, általában június végétől július közepéig, a legnagyobb a vízigény, hiszen ekkor alakul ki a termés mennyiségét meghatározó csőméret és szemszám.

A szemkitelítődés és érés idején a vízigény fokozatosan csökken (HUSTI, 1994).

A vízellátás kritikus időszaka a címerhányás és a megtermékenyülés közötti periódus, amikor a vízhiány jelentős termésnövekedést okozhat. A növény ilyenkor stressz hatására csökkenti a szemképződést, rövidebb csöveket fejleszt, és a termés mennyisége számottevően visszaesik (Láng, 1976).

A kukorica optimális talajnedvesség-igénye a tenyészidő során 60–80% talajnedvesség-tartományban van. Ha a talaj víztartalma 40% alá esik, a növény párologtatását korlátozza, levelei felkunkorodnak, a fotoszintézis és a tápanyagfelvétel lelassul (FODOR, 2002).

Ugyanakkor a túlzott vízbőség — különösen a levegőtlen, hideg talajokon — gyökérfulladáshoz és tápanyag-felvételi zavarokhoz vezethet (BOCZ, 1996).

A kukorica tehát a jó vízellátottságú, de nem vizenyős talajokat kedveli. Az öntözés hatékony alkalmazása — különösen aszályos években — jelentősen növelheti a terméshozamot, mivel mérsékli a hőstressz hatásait, és biztosítja a cső- és szemképződés zavartalan lefolyását (ZSOMBIK, 2006).

2.10. A kukorica termesztés technológiája

2.10.1. Elővetemény és vetésváltás

A kukorica előveteményre nem különösebben igényes növény, ezért jól beilleszthető a legtöbb vetésforgó rendszerbe. A termesztés sikerének egyik alapfeltétele azonban, hogy a kukorica előtt korán lekerülő növényt válasszunk, mivel így az őszi talajmunkák és a szántás időben elvégezhetőek. Az őszi mélyszántás a kukorica termesztéstechnológiájában kiemelt jelentőségű, mivel javítja a talajszerkezetet, a vízbefogadó képességet és elősegíti a tavaszi magágykészítést (BIRKÁS, 1987).

A kukorica számára kedvező elővetemények azok a növények, amelyek a betakarítás után tápanyagban gazdag talajt hagynak hátra. Ilyenek elsősorban a pillangósvirágú növények (pl. lucerna, herefélék), valamint az őszi búza, őszi árpa és repce. Ezek nemcsak javítják a talaj tápanyag-ellátottságát, hanem szerkezetét is kedvezően befolyásolják. Fontos szempont, hogy az elővetemény ne legyen túlzottan vízigényes, mivel a talaj nedvességtartalmát a kukorica számára is meg kell őrizni (BIRKÁS, 1987).

A kukorica önmaga után is vethető, mivel nem érzékeny a monokultúrára, azonban ilyen esetekben elengedhetetlen a fokozott tápanyag-utánpótlás és a célzott növényvédelem. A vetésváltás nélküli termesztés hosszú távon kimeríti a talaj víz- és tápanyagkészleteit, ami a termés mennyiségében és minőségében is ingadozást okozhat (RÁTONYI et al., 2003).

A kukoricát gyakran követik kalászos növények, mint például az őszi búza vagy a tavaszi árpa. A tapasztalatok szerint a tavaszi vetésű kalászosok adják a legjobb terméseredményeket kukorica után, mivel a téli–kora tavaszi időszakban a talaj újratöltődik vízzel és tápanyaggal, így kedvező feltételeket teremt az utóvetemény fejlődéséhez (PEPÓ, 2005).

2.10.2. Tápanyagigény

A kukorica az egyik legnagyobb tápanyagigényű szántóföldi növényünk, amely magas termésszint eléréséhez jelentős mennyiségű nitrogént (N), foszfort (P) és káliumot (K) igényel. Tápanyagigénye elsősorban a termésszinttel, a talaj tápanyagtartalmával, valamint a növény fejlődési fázisával van összefüggésben (NAGY, 2007).

A szemes kukorica fajlagos tápanyagigénye, vagyis az egységnyi termés előállításához szükséges tápanyagok mennyisége átlag adatok alapján az alábbi: - szemes kukoricánál: 100 kg szem és a hozzátartozó szárterméssel együtt 2,5 kg N; 1,1 kg P₂O₅; 2,2 kg K₂O, vagyis 5,8 kg vegyes - NPK - hatóanyag, ahol a tápanyagok aránya 1:0,4:0,9. (ANTAL 2005)

A kukorica tápanyagfelvétele a vegetációs idő során nem egyenletes. A növény kezdeti fejlődési szakaszában viszonylag kevés tápanyagot használ fel, majd a szárnövekedés és virágzás idején ugrásszerűen megnő a tápanyagigénye. A legnagyobb mennyiségű tápanyagot a címerhányás és termésképződés időszakában veszi fel. A nitrogén a növekedés és a hozam szempontjából meghatározó elem. Elősegíti a levélfelület növekedését, fokozza a fotoszintézist, és növeli a szemek fehérjetartalmát. Ugyanakkor a túlzott nitrogénellátás megnyújtott szárnövekedést és szárdőlést okozhat, valamint késleltetheti az érési folyamatokat (ANTAL, 1999).

A foszfor elsősorban a gyökérfejlődésben, az energiatermelő folyamatokban és a szemképződésben játszik szerepet. Hiánya esetén a növény fejlődése visszamarad, a levelek sötétzöld vagy lilás árnyalatot kapnak, és a termékenyülés is gyengébbé válhat (RAGASITS, 1994).

A kálium a vízháztartás szabályozásában, a stressztűrésben és az ellenálló képességben nélkülözhetetlen. A megfelelő káliumellátás javítja a szárszilárdságot, fokozza a

szárazságtűrést, és hozzájárul a termés minőségéhez, különösen a csőszemek kitelítődésének szakaszában (HUSTI, 1994).

A makroelemek mellett a kukorica számára a mikroelemek, mint a cink (Zn), mangán (Mn), réz (Cu) és bór (B) is fontosak, különösen a cink, amely hiánya esetén a növények törpék, klorotikusak lesznek, és a termékenyülés gyengül (PEPÓ, 2005).

A tápanyag-utánpótlás megtervezésénél figyelembe kell venni a talajvizsgálati eredményeket, a korábbi termesztési tapasztalatokat, valamint az adott hibrid tápanyaghasznosító képességét. A szerves trágyázás – amennyiben elérhető – különösen előnyös, mivel nemcsak a fő tápanyagokat, hanem a mikroelemeket és a szerves anyagokat is pótolja, javítva a talaj biológiai aktivitását és szerkezetét (BIRKÁS, 1987).

A kukorica nitrogén utánpótlása rendszerint tavasszal, a magágy készítéssel együtt történik vagy vetéssel egy mentben, míg a foszfor és kálium műtrágya fejtrágyaként kerül a területre, nyáron az alapműveléssel, vagy ősszel a mélyszántással forgatódik a talajba. A gyengébb minőségű, laza és sekély termőrétegű talajokon osztott kezeléssel, ősszel és tavasszal kell kijuttatni (GYŐRRFY 1979). A kukorica meghálálja a szerves trágyázást. Lehetőleg istállótrágyát alkalmazzunk, de zöldtrágyát is remekül hasznosítja. Az istállótrágyának tápanyag utánpótlás forrás, valamint talajszerkezet javító tulajdonságokkal is bír. Hektáronként 30-40 t szerves istállótrágyát kell kijuttatni, mely a teljes adagú istállótrágyázás, de ezt a mennyiségű trágyát ritkán tudjuk kijuttatni. A kukoricánál alkalmazni szoktuk a féladagú istállótrágyát 15-20 t/ha, melyet a tápanyagigény mértéke szerint műtrágyával egészítjük ki. Az istállótrágyát leghelyesebb nyáron, vagy őszi elején kihordani és középmély, majd őszi mélyszántással a talajba dolgozni. A szerves trágyázást 4 évente ismétljük, ha lehetőségünk van rá (MENYHÉRT szerk.1985).

2.10.3. Talajművelés

A kukorica talajművelése kiemelt szerepet játszik a termesztés sikerében, mivel a növény magas víz- és tápanyagigénye, valamint nagy gyökérzete miatt optimális talajállapotot igényel. A megfelelő talajművelés célja a talajszerkezet javítása, a víz- és levegőgazdálkodás optimalizálása, valamint a gyomok, kártevők és kórokozók elleni védelem elősegítése (BIRKÁS, 1987).

A kukorica termesztésében a mélyszántás hagyományosan a legfontosabb talajművelési eljárás. Az őszi szántás mélysége általában 25–30 cm, amely biztosítja a talaj lazítását, a tápanyagok és szerves anyagok eloszlását, valamint a talajvíz optimális eloszlását. Az őszi szántás előnye, hogy a talaj a téli időszak során kiegyenlítődik, és a tavaszi magágykészítés könnyebben elvégezhető (ANTAL, 1999).

A tavaszi talajmunkák során a szántott talaj finomítására, a magágy kialakítására kerül sor. A magágy legyen laza, egyenletes, vízáteresztő, ugyanakkor nem túl morzsás, hogy a kukorica csírázása és kezdeti fejlődése optimális legyen. A tavaszi talajelőkészítés fontos része a talaj fertőtlenítése a gyommagok és kártevők ellen, valamint a tápanyagok egyenletes elosztása a vetés előtt (BOCZ, 1996).

Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kap a kíméletes és talajvédő talajművelés, például a takarónövények alkalmazása, a minimum- vagy direktvetés, valamint a precíziós talajművelési technikák. Ezek az eljárások csökkentik a talajeróziót, javítják a talajnedvesség megőrzését, és hozzájárulnak a hosszú távon fenntartható kukoricatermesztéshez (PEPÓ, 2005).

A talajművelés módjának megválasztása mindig a talajtípus, az elővetemény, a talajnedvesség és a gépesítési lehetőségek figyelembevételével történik. A szárazabb, könnyű talajokon gyakran előnyösebb a sekélyebb, morzsalékos magágy készítése, míg a középkötött vagy nehezebb talajokon a hagyományos őszi szántás és tavaszi finomítás biztosítja a legjobb növekedési feltételeket (HUSTI, 1994).

2.10.4. Vetés ideje, tőszám és sortávolság

A kukorica vetésének időpontja döntő fontosságú a sikeres kelés és a magas termés eléréséhez. A növény melegigényes, ezért a vetés idejét a talaj hőmérséklete határozza meg. A kelés optimális feltételei 10–12 °C talajhőmérséklet felett biztosítottak. Az ország északi részein a vetés általában április közepétől május elejéig, a déli területeken április elejétől kezdődhet. A túl korai vetés a hűvös talaj miatt lassú kelést, míg a túl késői vetés a termésnövekedést eredményezheti (ANTAL, 1999; LÁNG, 1976).

A tőszám megválasztása a hibrid fajtájától, a termesztési céltól és a talaj adottságaitól függ. A kukorica optimális tőszáma 50–90 ezer növény/ha, a korai fajták általában alacsonyabb, míg a közép- és késői érésű hibridek magasabb tőszámot igényelnek a maximális terméshozamhoz.

A túl magas tőszám versenyt hoz létre a növények között, ami csökkenti a szárszilárdságot, és növeli a szárdőlések kockázatát, míg az alacsony tőszám a terméspotenciál kiaknázatlanságához vezet (BOCZ, 1996).

A sortávolság a termesztési technológiától függően 70–76 cm között változik hagyományos vetésnél. A szűkebb sortáv növeli a növények versengését fényért, míg a szélesebb sortáv csökkenti a termés hozamot. A sortávolság megválasztásakor figyelembe kell venni a gépészeti lehetőségeket, a tápanyag-ellátást, valamint a talaj típusát és vízellátottságát (RÁTONYI et al., 2003).

Az utóbbi években egyre nagyobb szerepet kap a precíziós vetés, amely a tőszámot és a sortávolságot növényre szabottan, GPS-alapú irányítással szabályozza. Ez a technológia lehetővé teszi a helyspecifikus tápanyag- és vízfelhasználást, csökkenti a termésingadozást, és növeli a növényállomány egyenletességét. A precíziós vetés különösen előnyös heterogén talajokon, ahol a talajvíz és tápanyag-ellátottság területi eltérése jelentős (PEPÓ, 2005; ZSOMBIK, 2006).

A vetés során kiemelt figyelmet igényel a magminőség, a vetőgép állapota, valamint a talaj előkészítésének minősége, mivel ezek együttesen biztosítják a gyors kelést, az egyenletes növényállományt és a maximális terméspotenciált.

2.11. Növényvédelem: gyom-, kártevő- és kórokozó-ellenőrzés

A kukorica növényvédelme a magas termés hozam és a termésminőség biztosításának egyik legfontosabb eleme. A növényvédelmi tevékenységek célja a gyomok, rovarok és kórokozók elleni hatékony védelem, amely nemcsak a hozamot, hanem a talaj és a környezet fenntarthatóságát is szolgálja (BOCZ, 1996; HUSTI, 1994).

2.11.1. Gyomirtás

A kukorica kezdeti fejlődése lassú, különösen a kelés utáni 2–4 hétben, ezért a gyomok erőteljes versenyt támasztanak a növényekkel szemben. A gyomok tápanyagot, vizet és fényt vonnak el, ami csökkenti a kelés egyenletességét és a későbbi termés hozamot. A gyomirtás két fő szakaszban történik:

Őszi talajelőkészítés: a szántás és tárcsázás során a talajban lévő gyommagok egy része mechanikailag elpusztul.

Tavaszi és kora nyári posztemergens kezelések: a kelés utáni időszakban alkalmazott szelektív herbicidek a kukoricát nem károsítva pusztítják el a gyomnövényeket. A modern technológiákban egyre gyakoribb a helyspecifikus gyomirtás, amely a precíziós vetéssel kombinálva minimalizálja a vegyszerhasználatot (PEPÓ, 2005).

A gyomnövények okozta veszteségek a termés minőségének, mennyiségének csökkenését eredményezik. A gyomnövények káros hatással vannak a természetett növényre, mivel hátráltatják a kultúrnövényt a fejlődésben, verseny alakul ki közöttük a termőhelyért, nedvességért, tápanyagért, hőért. A gyomnövények nehezebbé teszik a betakarítást, növelik az üzemi költséget, valamint a betakarítási veszteségeket (RACSKÓ 2004).

Egyéves gyomnövények	Évelő gyomnövények
Kakaslábű T4	Fakó muhar G3
Fehér libatop T4	Mezei aszat G3
Szőrös disznóparéj T4	Tarackbúza G1
Ürömlevelű parlagű T4	Fenyércirok G1
Vadrepce T3	Hamvas szeder G3
Csattanó maszlag T4	Aprószulák G3
Lapulevelű keserűű T4	
Selyemmályva T4	

4. táblázat A kukorica fontosabb gyomnövényei

A kukorica monokultúras termesztésénél nagymértékben felszaporodnak az egyszikű gyomfajok, így ezzel nő a kukorica gyomfertőzöttsége, gyomborítottsága, mely esetben van jelentősége a vetésváltásnak, ami gyomszabályozó szerepet tölt be. (NAGY szerk. 2002)

A nagyüzemi kukoricatermesztésben napjainkban ismét előtérbe került a mechanikai gyomirtás, melynek alkalmazása hatékony és környezetkímélő módszer. Ebben az esetben a gyomszabályozást sorközművelő kultivátorral végzik. A mechanikai gyomirtás előnyei közé tartozik a költségtakarékosság, a talaj vízmegtartó képességének javítása, valamint a talajélet élénkítése. A módszer eredményessége nagymértékben függ az elővetemény típusától (ÚJVÁROSI, 1957).

A korán betakarított elővetemények, például kalászos gabonák, lehetővé teszik a tarlólántás és ápolás elvégzését a kukoricát megelőzően. Ezzel a munkafolyamattal jelentősen csökkenthető a gyomnövények mennyisége, és a talajban található gyommagok csírázásra kényszerítése révén a gyomkészlet is mérséklődik. A T4-es (csírázó, egyéves) gyomok irtása viszonylag egyszerű a tarlóápolás során, míg a tarackos, rizómás (G1-es) gyomok elleni védekezés összetettebb.

A tarackos és rizómás gyomok irtására tárcsát alkalmaznak, amely a talajba mélyen hatolva aprítja a gyökér- és szártarackokat, így azok tápanyagkészlete részben vagy teljesen felhasználódik. Az ezt követő őszi mélyszántás a tarackos gyomokat az eke alá forgatja, ahol a mélyebb talajrétegben nagy részük elpusztul.

A G3-as (szaporító gyökeres) gyomok elleni védekezés még nehezebb. Az ilyen gyomnövényvel fertőzött területeket a nyár folyamán többször, fokozatosan mélyebben szántják, majd lezárják, a végleges művelési mélység ebben az esetben 32–35 cm. Ez a módszer biztosítja, hogy a gyomnövények tápanyagtartaléka kimerüljön, és a kihajtás esélye minimalizálódjon (ÚJVÁROSI, 1957).

2.11.2. Vegyszeres gyomszabályozás a kukoricában

Napjainkban a kukorica vegyszeres gyomszabályozása ismét kiemelt jelentőségűvé vált, amelyet a széles herbicidválaszték is elősegít. A vegyszeres kezeléseket általában április és június hónapokban végzik. A június utáni kezelés nagy hasmagasságú permetezőgéppel (hidas permetező) történik úgy, hogy a gyomirtószert a kukorica levelei alá juttatják ki (BERZSENYI, 2000a).

A vegyszeres gyomirtás három fő eljárásra tagolható:

1. Vetés előtti, presowing (PPI) kezelés

A PPI-kezelés során elsősorban a magról kelő egyszikű gyomok ellen fejtenek ki hatást, de bizonyos mértékben a kétszikű gyomnövényekre is hatásosak lehetnek. Az utóbbi években szerepük csökkent, mivel a kukoricatermesztésben rendkívül sok és hatásos preemergens és posztemergens készítmény áll rendelkezésre. A PPI-gyomirtószert a vetést megelőzően egyenletesen a talaj felszínére kell kijuttatni, majd azonnal 6–8 cm mélyen a talajba dolgozni

talajművelő eszközökkel. A kezelés hatékonysága jelentősen csökken, ha a talajfelszín egyenetlen vagy rögös (CZEPŐ, 1994b).

2. Vetés utáni, kelés előtti preemergens (PRE) kezelés

A PRE-kezelést a vetést követő 1–4 napon belül célszerű elvégezni. Ehhez jól elmunkált, aprómorzsás, rögöktől és növényi maradványoktól mentes talaj szükséges. A hatékonyság érdekében a kezelést követő 2 héten belül 10–20 mm bemosó csapadék szükséges. A preemergens szerek a talaj 1–2 cm-es rétegében hatnak a csírázó gyomokra, azonban bemosó csapadék hiányában a hatás gyengül, míg túl sok csapadék esetén a kukorica gyökérzetét is károsíthatja. A dózist a talaj kötöttsége, szervesanyag-tartalma és pH-ja befolyásolja. A PRE-kezelés főként a magról kelő egyszikű és kétszikű gyomokra hatásos, de nem képes irtani a mélyről csírázó vagy évelő gyomokat. Sok preemergens szer korai posztemergensen is alkalmazható (HERMAN, 1997).

3. Kelés utáni, posztemergens (POST) kezelés

A posztemergens gyomirtás több fenológiai stádiumban alkalmazható:

Korai POST: a kukorica szögcsíra állapottól a 2–3 leveles állapotig.

Klasszikus POST: a növény 3–5 leveles állapotában.

Kései POST: 5–7 leveles állapotig.

A 7–8 leveles stádium után a herbicidek többsége már káros lehet a kukoricára, mivel ekkor megkezdődik a csőkezdemények differenciálódása. A magról kelő gyomnövények érzékeny fejlettsége egyszikűeknél 1–3, kétszikűeknél 2–4 levél. A posztemergens kezelés alkalmazásához naprakész gyomfelmérés, megfelelő gépkapacitás és megfelelő mennyiségű vegyszer szükséges. Ezt a kezelést indokolt esetben végzik, különösen, ha az évelő, mélyről kelő vagy nehezen irtható gyomok dominálnak, és a PPI vagy PRE kezelés sikertelen volt (BENÉCSNÉ–MOLNÁR, 2000).

2.12. Kukorica kórokozói és kártevői

A kukoricát számos vírus, gomba és rovar veszélyezteti, melyek közül néhány kórokozó és kártevő jelentős gazdasági károkat okoz.

Vírusos betegségek

A kukorica egyik legveszélyesebb vírusos betegsége a kukorica csíkos mozaik betegség (Maize dwarf mosaic virus, Potyvirus), melynek fő terjesztője a levéltetű. A vírusfertőzés jelei a

leveleken jelentkező világos- vagy sárgászöld csíkok, amelyek az erekkel párhuzamosan húzódnak. A vírus átterjedhet a szárra és a csövet borító levelekre is, ezek szintén csíkosak lesznek. A fertőzés törpenövésével, a csövek deformálódásával, a magkötés hiányosságával és szabálytalan szemelhelyezkedéssel jár (FODOR, 2008). A védekezés leghatékonyabb módja a vírusgazda gyomok és a levéltetvek eltávolítása.

Gombás betegségek

A kukoricát súlyosan veszélyezteti a fusáriózis, melynek fő kórokozója a *Fusarium graminearum*, de több *Fusarium* faj is előfordul. A gomba a gyökéren keresztül a szárba hatol, roncsolva a belső szöveteket, ami lassú növekedést, csőelmaradást és kényszerített szemeket eredményez. A szár gyakran eltörik, különösen a náduszoknál. Védekezésre elsősorban a vetőmag csávázása szolgál. A fertőzés tünetei a hiányos kelés, szártörés, csőpenészesedés és a szemek barnás elszíneződése. A fertőzött takarmány állatoknál súlyos egészségügyi problémákat okozhat (VAJDAI–BUJÁKI, 2002). A kukorica rostos üszög betegsége (*Sorosporium holci-sorghii*) szintén széles körben elterjedt. A betegség a virágzás idején jelenik meg, amikor a címer és a cső részben vagy teljesen üszögösödik. A kórokozó talajból fertőz, csírafertőző, és a talajban akár 8–10 évig megtartja fertőzőképességét. A védekezés hatékony módja a vetőmagcsávázás, vetésváltás és ellenálló hibridek termesztése (TÓTHNÉ, 1998).

Rovarok és egyéb kártevők

A kukoricát számos polifág rovar károsítja. A legjelentősebbek a kukoricamolyleg, az amerikai kukoricabogár és a kukoricabarkó, valamint további veszélyt jelentenek a frittlegek, levéltetvek, gyökértetvek, cserebogarak, pattanóbogarak lárvái, illetve a vadállatok (fácán, nyúl, hörcsög) (GLITS et al., 1997). Kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis*): A kártevés főként a kukorica csíra- és korai levélállapotában jelentkezik. Az imágók a csírat rágják, a levelek szélén karéjos kárt okozva. A lárvák a levélhajszalereken táplálkoznak, kártételük mérsékelt. Egy nemzedéke van évente, és elszaporodásának a meleg, száraz tavasz és a monokultúras termesztés kedvez. Védekezésként vetésváltás, talajfertőtlenítés, vagy szükség esetén állománypermetezés alkalmazható (TAKÁCS et al., 2007).

Kukoricamolyleg (*Ostrinia nubilalis*): A hernyók a növény belsejét rágják, főleg június–augusztus között. Rágásukkal gyakran előidézik a fuzárium vagy golyvás üszög fertőzését. Egy nemzedéke van évente, a hernyók a szár alsó részében telelnek, ellenállnak a nedvességnek és

hidegnek. Védekezésésként a kukoricaszár megsemmisítése a legfontosabb (KESZTHELYI, 2010).

Amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*): Az Amerikai kontinensen őshonos, Magyarországon 1995-ben jelent meg. Egy nemzedéke van évente, a tojások a talaj felső 15–20 cm-ében telelnek, a lárvák tavasszal a kukorica gyökérzetén fejlődnek, majd bábkamrában bábozódnak, az imágók június közepétől jelennek meg. A kár a lombozatot és a bibe rágásával jelentkezik, így a termékenyülés és a szemképződés hiányos lehet. Védekezés: vetőmag csávázás a lárvák ellen, állománypermetezés az imágók ellen, repülővel, helikopterrel vagy hidas traktorral, hatásfok 70–80% (FODOR, 2008; VASAS, 2005; SZÉLL, 2008).

A modern biotechnológia új lehetőséget kínál: az USA-ban már termesztésbe vonták a *Bacillus thuringiensis* (Bt) transzgenikus kukoricahibrideket, amelyek a kukoricabogár és bizonyos gyomok ellen is védelmet nyújtanak. Magyarországon ezeknek a hibrideknek a termesztése jelenleg még nem engedélyezett (NAGY, 2007).

2.13. Vetés

A kukorica vetése az egyik legfontosabb művelet a termesztési technológiában, mivel a vetés időpontja, a vetőmag minősége, a vetési sűrűség és a talaj-előkészítés közvetlenül befolyásolja a kelést, a növények fejlődését és a várható terméseredményt.

2.13.1. Vetési idő

A kukorica vetésének ideje nagymértékben függ a hőmérséklettől és a talaj állapotától. A növény trópusi eredetű, ezért a mag csírázásához tartósan 10–12 °C feletti talajhőmérséklet szükséges, optimális esetben 12–15 °C (LÁNG, 1976).

Korai vetés előnye: hosszabb vegetációs időszak, nagyobb terméspotenciál. Késői vetés esetén csökken a terméshozam, mivel rövidebb a növekedési idő és nagyobb a betegség- és kártevőveszély.

2.13.2. Talaj-előkészítés

A kukorica vetése előtt a talajt alaposan elő kell készíteni, hogy a talaj szerkezete, nedvességtartalma és hőmérséklete a csírázás és kelés számára optimális legyen.

A talajt tömörítésmentesen, aprómorzsás állapotban kell tartani.

Az elővetemény és a talajművelés hatására kialakul a gyommentes, tápanyagban gazdag talaj, amely elősegíti a gyors és egyenletes kelést (BIRKÁS, 1987; RÁTONYI et al., 2003).

2.13.3. Vetőmag és csávázás

A vetés minőségét alapvetően befolyásolja a vetőmag kiválasztása. A vetőmag lehet hibrid vagy fajtatiszta, de a modern termesztésben a hibridek dominálnak, mivel nagyobb termőképességet, ellenállóságot és vízleadó képességet biztosítanak (ANTAL, 1999; BOCZK, 1996). A vetőmagok csávázása fontos a csíranövények védelmére a talajlakó kártevők és gombabetegségek ellen (VAJDAI–BUJÁKI, 2002).

2.13.4. Vetésmélység és vetési sűrűség

A vetésmélység a talaj nedvességtartalmától és a talaj típusától függ, általában 4–6 cm mélyen történik. Mélyebb vetés esetén a kelés lassabb lehet, sekélyebb vetésnél pedig a mag kiszáradhat (HERMAN, 1997). A vetési sűrűség a hibridek tenyészidejétől, a talaj termőképességétől és a tervezett terméseredménytől függ. A túl sűrű állomány növeli a szárdőlés kockázatát és csökkenti a szemminőséget, míg a túl ritka állomány alacsony hozamot eredményez (ANTAL, 1999).

2.13.5. Sor- és tőtávolság

A kukorica sor- és tőtávolságát a fajtajelleg és a vetési technológia határozza meg:

Hagyományos sorköz: 70–75 cm, a tőtávolság 20–25 cm között. Sűrűsoros vetés: 45–50 cm sorköz, kisebb tőtávolság, magasabb állománysűrűség. A sűrűbb vetés előnyös a mechanikai

gyomszabályozás és a talaj takarása szempontjából, de fokozott tápanyag- és vízigénnyel jár (BERZSENYI, 2000; CZEPÓ, 1994).

2.13.6. Kelés és ápolás

A kelés egyenletessége a talajhőmérséklettől, a talajnedvességtől és a mag minőségétől függ. A kelés után szükséges lehet a sorközművelés, amely gyomirtó és talajlazító hatású. A sorközművelő kultivátorral végzett ápolás elősegíti a tápanyag-felvételt és csökkenti a gyomnyomást (ÚJVÁROSI, 1957).

2.13.7. Vetésforgó és elővetemény

A kukorica nem érzékeny az előveteményre, de a vetés előtt célszerű korán lekerülő kultúrákat választani, mint például kalászos gabonák, repce vagy pillangósok. Ezek a növények tápanyagban gazdag talajt hagynak, és biztosítják a vetésre alkalmas talajállapotot (BIRKÁS, 1987; PEPÓ, 2005).

2.14. Betakarítás

A kukorica betakarítási rendszerei

Napjainkban a kukorica legelterjedtebb betakarítási módja a morzsolt szemek gyűjtése, mivel a szemes kukorica piacképes árú, és a tőzsdén is jegyzik. A szemes kukorica betakarítása a biológiai érés befejeződése után kezdhető, amikor a szemekben a tápanyagok beépülése megtörtént. Ezt a folyamatot a fekete pont jelzi a csíra felőli végén, ekkor a szem nedvességtartalma általában 25–38% között van (MENYHÉRT, 1985).

Magyarországon a betakarítás időpontja a hibrid éréscsoportjától függ:

Korai hibridek (FAO 200–300): szeptember első fele

Középerésű hibridek (FAO 400): október

Középkésői hibridek (FAO 500): november

A betakarítás általában csőtörő adapterrel felszerelt arató-cséplő gépekkel történik. A szemek biztonságos tárolásához 14–14,5%-os nedvességtartalom szükséges, melyet a természetes

éréssel a szem ritkán ér el, ezért a betakarítás után gyakran mesterséges szárítás szükséges. Fontos, hogy a szárítás fokozatos legyen, mert a túl gyors szárítás megrepedezheti a külső réteget, miközben a belső rész nedves marad, és nem éri el a kívánt 14–14,5%-os nedvességtartalmat (RACSKÓ, 2005).

2.14.1. Csöves betakarítás

A csöves betakarítás a kukorica hagyományos módszere, amely Magyarországon az 1960-as évekig volt a legelterjedtebb. Ebben az esetben a kukoricát kézzel vagy csőtörő-fosztó gépekkel takarítják, amelyek egy menetben letörlik, megfosztják és pótkocsiba rakják a csöveket, a szarat pedig felszeccskázzák és elszállítják.

Ma ez a módszer szinte teljesen visszaszorult, elsősorban kisgazdaságokban, háztáji termelésben és vetőmagtermesztésnél alkalmazzák (MENYHÉRT, 1985).

2.14.2. Szem-csutka keverék betakarítása (CCM – Corn-Cob-Mix)

A kukorica takarmányként történő felhasználásának egyik módja a szem-csutka keverék betakarítása. Ezt a betakarítást 35–40%-os nedvességtartalom mellett végzik, a tömeg a szemek és a csutkák 60–80%-át tartalmazza. A rosttartalom általában nem haladja meg a 6%-ot. Hagyományos arató-cséplő gépek kis átalakítással alkalmasak erre a betakarítási formára (ANTAL, 2005).

2.14.3. Kukoricacső-zúzalék betakarítása (LKS – Leischkolbenschrot)

Ebben az esetben a cső teljes szem- és csutkamennyisége, a csuhélevél 80–100%-a, valamint a szár maximum 20%-a kerül betakarításra. A betakarítás 25–28%-os szemnedvességnél történik, csőtörő adapteres szeccskázógéppel.

A zúzalék hosszát 10–20 mm között kell tartani, a csutkazúzalék pedig 10 mm-nél kisebb legyen. A zúzalék tárolása erjesztéssel történik, a tárolásra pedig toronysilók, falközi silók és fóliatömlők alkalmasak (Radics, 1994).

2.14.3. Silókukorica betakarítása

A silókukorica fő célja az egységnyi területről nyerhető legnagyobb szárazanyag- és energiahozam elérése, mely akkor valósul meg, ha a szemek aránya magas az össztermésben (Menyhért, 1985).

A betakarítás során a teljes növény kerül szecskázásra, vontatott vagy önjáró szecskázógéppel, soros vagy sorfüggetlen adapterek alkalmazásával (Szendrő, 1993).

A betakarítást akkor célszerű elkezdeni, amikor a teljes föld feletti zöldtömeg szárazanyag-tartalma 36–43% között van. A silókukoricát tárolhatjuk toronysilókban, gödörsilókban, falközi silókban, illetve fóliatömlőben, amely egyre népszerűbb megoldás (Racskó, 2005).

Betakarítási mód	Nedvességtartalom (%)	Felhasználás	Gépi eszközök / kiegészítők	Megjegyzés
Szemes kukorica	25–38 (betakarításkor), 14–14,5 (tárolás)	Piacképes, tőzsdén jegyzett	Arató-cséplő gép csőtörő adapterrel	Mesterséges szárítás szükséges, fokozatos szárítás ajánlott
Csőves betakarítás	–	Vetőmag, háztáji termelés	Csőtörő-fosztó gép vagy kézi	Ma már ritka, elsősorban kis gazdaságokban alkalmazzák
Szem-csutka keverék (CCM)	35–40	Takarmány	Arató-cséplő gép kis átalakítással	Tartalmazza a szemek és csutkák 60–80%-át, rosttartalom $\leq 6\%$
Kukoricacső-zúzalék (LKS)	25–28	Takarmány, erjesztés	Csőtörő adapteres szecskázógép	Csuhélevél 80–100%, szár max. 20%, szecskahossz 10–20 mm
Silókukorica	36–43	Takarmány, energiahozam	Önjáró vagy vontatott szecskázógép	Teljes növény betakarítása, tárolás silókban vagy fóliatömlőben

5. táblázat Kukorica betakarítási módszerek áttekintése (Forrás: Saját forrás)

2.15. Kukorica tárolása

A kukorica betakarítását követően a termény minőségének megőrzése és a gazdasági érték fenntartása érdekében a megfelelő tárolás alapvető fontosságú. A tárolás módja és körülményei nagymértékben befolyásolják a szemek minőségét, a csírázóképeséget, a nedvességtartalmat, valamint a penészesedés és a kártevők megjelenésének kockázatát.

Tárolás szemes kukoricánál

Ideális nedvességtartalom:

A szemes kukoricát 14–14,5% nedvességtartalom mellett lehet hosszabb ideig tárolni, biztonságosan. A betakarított szemek gyakran magasabb nedvességtartalmúak (25–38%), ezért mesterséges szárítás szükséges.

A túl gyors szárítás repedezett, üveges szemeket eredményezhet, ami rontja a minőséget.

Tárolási módok:

Silók és silócsarnokok – alkalmasak nagy mennyiségű szemes kukorica hosszú távú tárolására. Silos toronysilókban – légáramoltatás és hőmérséklet-szabályozás biztosítja a szemek minőségének megőrzését.

Fólia- és zsáktárolás – rövidebb távú, kisebb gazdaságokban alkalmazott módszer.

Fontos tényezők:

Légmozgás: a jó szellőzés megakadályozza a penészesedést.

Hőmérséklet: optimális 10–15 °C, magas hőmérséklet növeli a mikrobiológiai aktivitást.

Rágcsáló- és rovarvédelem: a kukoricát zárt, rágcsálómentes helyen kell tárolni. (MENYHÉRT, L., 1985)

Takarmány és silókukorica tárolása

Szem-csutka keverék (CCM):

35–40% víztartalom mellett betakarított keverék, mely a szem és csutka mellett a növény alsó részét is tartalmazza.

Rosttartalma alacsony (max. 6%), alkalmas közvetlen takarmányozásra vagy rövid idejű tárolásra.

Tárolás: fóliás vagy zárt silókban, erjesztéssel stabilizálva. (SZENDRŐ, Z. 1993).

Cső-zúzalék (LKS):

25–28%-os nedvességtartalmú betakarított anyag, mely tartalmazza a cső teljes szem- és csutkamennyiségét, valamint a csuhéleveleket.

Tárolás: toronysilók, falközi silók, fóliatömlők erjesztéssel, a minőség megőrzése érdekében.

Silókukorica (teljes növény):

Betakarításkor 36–43% szárazanyag-tartalom a cél, hogy optimális legyen az erjesztés.

Tárolás: toronysilók, gödörsilók, falközi silók, fóliatömlők.

A silókukorica tárolásánál kiemelten fontos a tömörítés, hogy minimalizáljuk a levegő jelenlétét és csökkentjük a romlást. (RACSKÓ 2005)

Tárolási kockázatok

Penészedés:

Magas nedvességtartalom és rossz szellőzés esetén jelenik meg.

Megakadályozható légáramoltatással, hőmérséklet szabályozással és erjesztéssel.

Rovar- és rágesálófertőzés:

A szemek és a silóanyag könnyen hozzáférhetővé válnak a kártevők számára.

Védekezés: zárt tárolás, rágesálócsapdák, rovarölő szerek alkalmazása szükséges.

Hőmérsékleti változások:

A túl meleg vagy hirtelen lehűlés kondenzációt okozhat, ami elősegíti a penészedést.

A kukorica tárolása alapvetően meghatározza a termény minőségét, a csírázóképeséget és a gazdasági értéket. A szemes kukoricát alacsony nedvességtartalmú, jól szellőző és hőmérséklet-szabályozott silókban célszerű tárolni. A takarmány célú betakarításnál a silók és fóliatömlők erjesztéssel biztosítják a tápláló érték megőrzését.

A megfelelő betakarítási időpont, a nedvességtartalom és a tárolási körülmények összehangolása kulcsfontosságú. A modern tárolási technológiák alkalmazásával minimalizálhatók a veszteségek és biztosítható a termény hosszú távú, magas minősége (AGRÁRAGAZAT. 2023).

2.16. Fejlesztési lehetőségek és nemzetközi tapasztalatok a kukoricatermesztésben

A modern kukoricatermesztésben világszerte megfigyelhető a technológiai fejlődés felgyorsulása, amelynek középpontjában a precíziós tápanyag-gazdálkodás és a környezeti

erőforrások hatékonyabb felhasználása áll. Az új módszerek célja a hozamok növelése mellett a környezeti terhelés csökkentése és a fenntartható gazdálkodási gyakorlatok elterjesztése.

A növénytáplálás területén több kutatás is kimutatta, hogy a tápanyagok helyes arányú és időzített kijuttatása jelentősen befolyásolja a hozamot és a minőséget. Amissah és mtsai (2023) vizsgálatai szerint a kukorica korai fejlődési szakaszában a növényi szövetek tápanyagtartalma pontos visszajelzést ad a talaj tápanyagellátottságáról, és a hagyományos „sufficiency range” értékek helyett a dinamikusan változó igények figyelembevétele célszerű (AMISSAH, S. et al. 2023).

Az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában a precíziós gazdálkodás már a kukoricatermesztés alapvető eleme. Mosheim és Schimmelpfennig (2021) kutatása szerint a GPS-alapú helyspecifikus tápanyag-kijuttatás és a szenzoros monitoring 10–15%-kal csökkentheti a műtrágyafelhasználást anélkül, hogy a termésátlag csökkenne (Mosheim, R. et al. 2021).

A precíziós technológiák nemcsak gazdasági előnyt jelentenek, hanem hozzájárulnak a talaj védelméhez, a tápanyag-kimosódás csökkentéséhez, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérsékléséhez is.

A konzerváló talajművelés és a precíziós tápanyag-kijuttatás kombinálása szintén bizonyítottan hatékony. Jat és munkatársai (2021) kísérletei alapján az ilyen rendszerekben a tápanyagok helyes térbeli elhelyezése és a csökkentett talajbolygatás 8–12%-kal növelte a kukorica termésátlagát, miközben a talaj biológiai aktivitása is javult (JAT. et al. 2021).

Ez a szemlélet egyre inkább megjelenik a magyarországi gyakorlatban is, ahol az olyan rendszerek, mint a Syngenta Interra®Scan (K64 FARM Kft, 2025), lehetővé teszik a talaj tápanyag- és pH-térképeinek elkészítését, ezzel megalapozva a differenciált műtrágya-kijuttatást.

Christensen (2002) az amerikai kukoricatermesztési rendszereket elemezve megállapította, hogy a hozamstabilitás alapja nem a nagy mennyiségű inputanyag, hanem a helyspecifikus döntéshozatal. A precíziós technológiák integrálása a vetés, a tápanyag-utánpótlás és az öntözés területén egyaránt jelentősen hozzájárult a termésbiztonság növekedéséhez (CHRISTENSEN, L.A. 2002).

3. Anyag és módszer

3.1. K64 Farm Kft. bemutatása

2006-ban alapított szántóföldi növénytermesztéssel és állattenyésztéssel foglalkozó cég, Heves megyében, Füzesabony székhellyel. Családi tulajdonban lévő vállalkozás. Kezdetben a cég 200 hektáron végzett növénytermesztéssel kezdte el tevékenységét. A későbbiekben a szántó és gyepterületek folyamatosan bővültek, gyarapodtak. Gabona és takarmány felvásárlással és értékesítéssel egészült ki a tevékenységek köre. Valamint az állattenyésztés is egyre gyarapodó egyedsszámmal volt jelen a cég tevékenységében. Az állattartó telepek és a növénytermesztéssel érintett földterületek is mind Heves megyében találhatóak. Java részben Kömlő – Mezőtárcány – Átány – Sarud – Besenyőtelek - Füzesabony települések vonzáskörzetében. Az állattenyésztési ágazat növekedése miatt a kukorica termesztése érzékeny pont lehet a cég szempontjából, hiszen a takarmánybázist adhatja ez a növény.

Cég tevékenységének bemutatása:

A csaknem 2000 hektáron gazdálkodó cég, a magyar viszonylatban nagygazdaságnak minősül. A földterületeik egy része a tulajdonosi kör saját tulajdona, de bérelt földterületeken is folyik a termelés. A cég a bevételeit bér munkával is kiegészíti, ezzel növelve a biztos árbevételt és ellensúlyozza a termelési kockázatot. A 2000 hektárból 1500 hektár szántóterületen, javarészen gabonanövények, olajos növények, illetve az állattartás igényeinek kiszolgálására szolgáló növények termesztése történik. A fennmaradó 500 hektár gyepterület, amely kaszálással, legeltetéssel van hasznosítva. A gazdálkodási területek viszonylag egy területen, egymáshoz közel találhatóak, amelyek munkaszervezési és ezen keresztül gazdasági szempontból is előnyösek (2. ábra). A területek kialakításánál másik szempont a megfelelő táblaméret kialakítása volt. A nagy táblaméret előnyös, hiszen jól gépesíthető és a technológia is egységesebben kivitelezhető, különösen a növényvédelem.



2. ábra A K64 Farm Kft. gazdálkodási területei (2024) (Forrás: K64 Farm Kft)

A társaság jelentős állattenyésztési ágazattal rendelkezik, ahol juhok, húshasznú szarvasmarhák, valamint sertés hizlalás zajlik. Húshasznú szarvasmarháknál Limousin típusú tehének, bikák és szaporulata található. Jelenleg 400 tehén és szaporulata van állományban. Az állandó gyepterületek egy részén legeltetés zajlik, a húshasznú marhák számára van fenntartva.

A juh állományt hozzávetőleg 650 db magyar hús merino és lacaune típusú egyed alkotja.

Tavalyi évben került átadásra Dormánd - Nagy Hanyi telepen az ország egyik legmodernebb technológiájával felszerelt sertéshízlaldája, mely 10.000 férőhelyes. Az idei évben a telep már betelepítésre került.

A cég próbálta az utóbbi években az állattenyésztés részt jobban erősíteni, de továbbra is a növénytermesztés a legmeghatározóbb tevékenységi kör. A jövőben is igyekszik ezt megtartani és lehetőség szerint tovább fejleszteni.

3.2 Éghajlati adottságok

CSAPADÉK ÉVI MENNYISÉGE 540–580 MM, AZ ÉVI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET 9,8–12,2 °C

A Kft. gazdálkodási területére jellemző a mérsékelt meleg-száraz éghajlat, ahol a napsütéses órák száma 1300-2000 óra, az évi középhőmérséklet 9,8-12,2 °C, a fagyos napok száma 100, míg a hőség napok száma 24 volt az elmúlt évtizedekben (táblázat), azonban az utóbbi 10 évben változtak a klimatikus viszonyok.

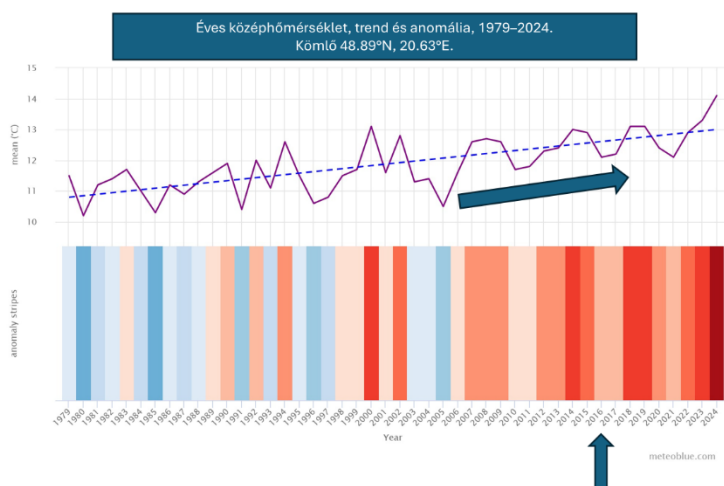
ÁTLAGOS ÉVI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET	9,8-12,2°C
FAGYOS NAPOK SZÁMA	100
HŐSÉGNAPOK SZÁMA	24
ÁTLAGOS MAXIMUM HŐMÉRSÉKLET	34°C

6. táblázat Hevesi síkság klimatikus jellemzői (Forrás: met.hu)

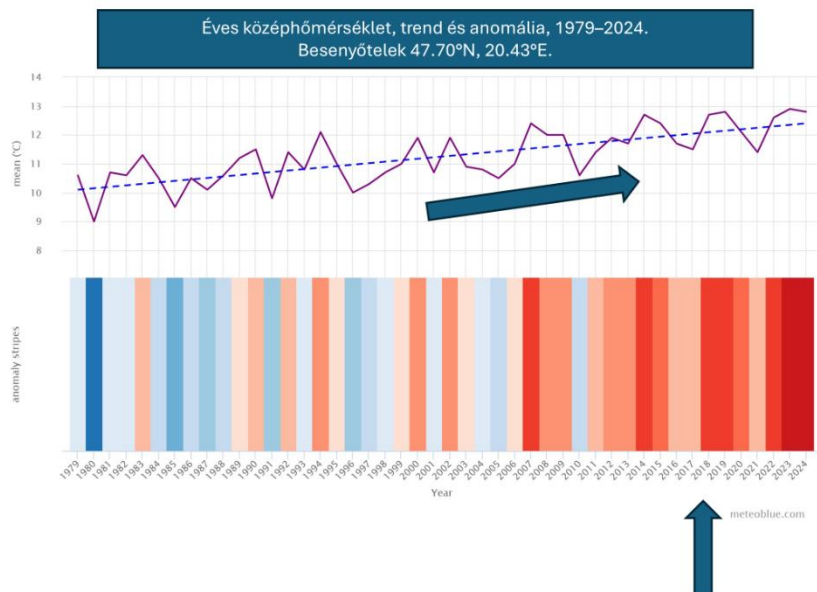
A tájrészletben a kontinentális száraz klíma uralkodó. A klíma a növénytermesztésnek nem kedvez. Gyakori a szárazság, mely gyakran okoz katasztrófát a növénytermesztésben. Uralkodóak az Északi, Észak-nyugati és Észak-Keleti légáramlatok. Az éves átlaghőmérséklet 10°C fok, míg a legmagasabb maximum átlag hőmérséklet 34 °C fok (INTERNET 8).

Csapadék szempontjából nem tartozik az ország legszárazabb régiói közé azonban ennek kedvezőtlen eloszlása megnehezíti a kukorica megtermékenyülése és szentelítődése szempontjából fontos nyári hónapokat. Évi átlagos csapadék mennyisége 400-550 mm.

A ábrákon látható, hogy a két legjelentősebb termelési körzetben Kömlőn és Besenyőtelken egyaránt növekszik az éves középhőmérsékleti anomáliák előfordulási gyakorisága, míg az 1980-as években a hideg időszakok előfordulása volt jellemző, addig a 2000-es évek elejétől egyre inkább a forró napok száma emelkedett meg. A hőmérséklet növekedést a trendvonal is jelzi, amely egyértelmű emelkedést mutat. Ez a tendencia valamennyi gazdálkodási területen azonos és igen kedvezőtlen a kukorica szempontjából.



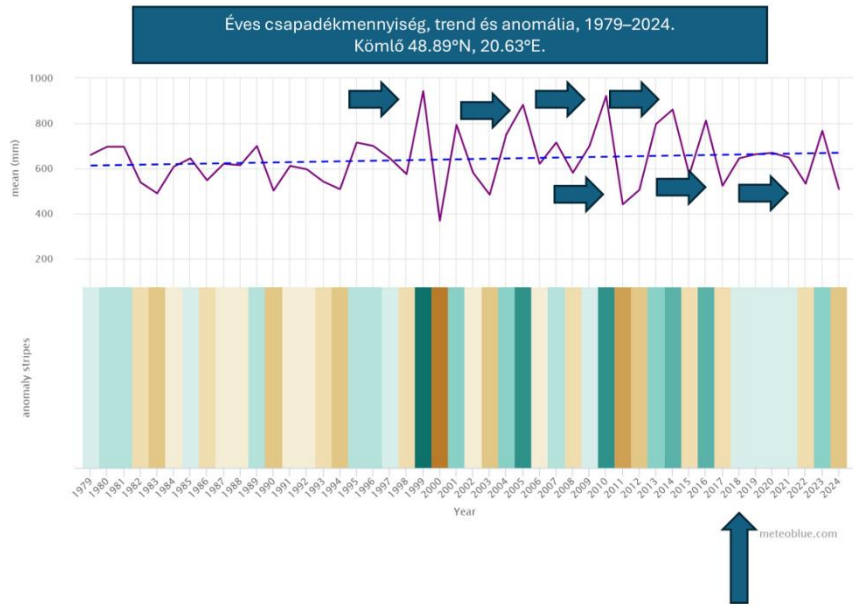
3. ábra Éves középhőmérséklet, trend és anomália előfordulási gyakoriság Kömlőn 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)



4. ábra Éves középhőmérséklet, trend és anomália előfordulási gyakoriság Besenyőtelken 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)

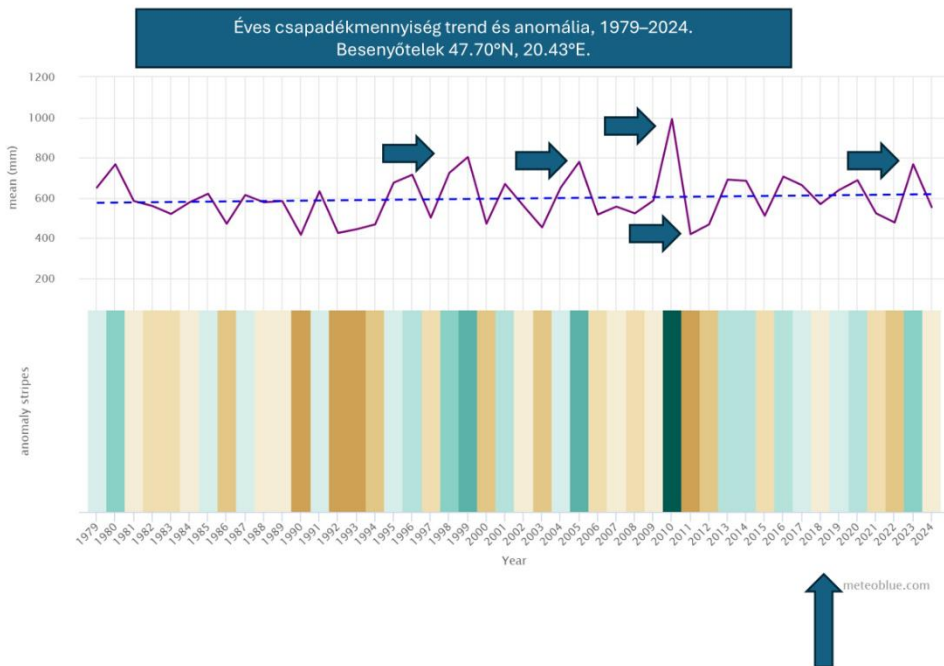
Csapadék szempontjából nem tartozik az ország legszárazabb régiói közé azonban ennek kedvezőtlen eloszlása megnehezíti a kukorica megtermékenyülése és szemtelítődése szempontjából fontos nyári hónapokat. Évi átlagos csapadék mennyisége 400-550 mm.

A csapadék eloszlásában is kedvezőtlen folyamatok láthatók az elmúlt időszakban. Az éves csapadék mennyiség alapvetően nem változott, de az eloszlásában látható, hogy gyakoribbak heves zivatarok, ahol rövid idő alatt nagy mennyiségű csapadék hullik le (4.ábra). Ebben az esetben kérdés, hogy az adott talaj mennyire képes azt raktározni és a kukorica szempontjából érzékeny időszakban hullik-e le. A 5. (ábra) Kömlő esetében talán még jobban megmutatja, hogy a klímaváltozás okozta probléma, a csapadékeloszlás szélsőségei, az egyszerre lehulló nagymennyiségű zivatarok formájában jelentkeznek.



5. ábra Éves csapadékmennyiség, trend és anomália előfordulási gyakoriság Kömlőn 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)

Éves csapadékmennyiség, trend és anomália előfordulási gyakoriság Kömlőn 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)



6. ábra Éves csapadékmennyiség, trend és anomália előfordulási gyakoriság Besenyőtelken 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)

TALAJ:

A gazdaság területei a Hevesi síkságon találhatóak, amelyek alapvetően öntés talajok, a talaj kialakulását, az ártéri hordalék, gyakori vízborítás és magas talajvízszint jellemezte. Réti, öntés, karbonátos és helyenként szikes és lápos talajok jellemzőek, még a löszös területen csernozjom talajtípus található. A talajképződésben a víz fontos szerepet töltött be, így a táblákon belüli heterogenitás ennek köszönhető (7. ábra).



7. ábra Táblán belül heterogenitási Kömlő térségében (Forrás: GoogleEarth alapján saját szerkesztés)

A gazdálkodás a vizsgált gazdaságban jellemzően kötött réti talajokon folyik, amelyek néhol szikbe hajlanak a korábbi bevizes időszakok nyomán. Az altalaj jellemzően meszes a Bükk-hegység közelsége miatt. Azonban ez a mészes mélyen levegőtlen viszonyok között van jelen. A területek aranykorona értéke 10 és 25 között változik. A növénytermesztés tervezése minden esetben talajvizsgálatok alapján történik, amelynek egyik átlageredménye az alábbi táblázatban található.

Tábla	pH (KCl)	KA	CaCO ₃	Humusz	NO ₃	AL- P ₂ O ₅	AL- K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
			%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
F-2	6,29	54	<0,1	2,68	10	357	312	489	19	1,9	4,8	189	4,9

6. Táblázat: Talajvizsgálatok eredményei Forrás: saját forrás

A talaj kémhatása jellemzően gyengén savanyú, amely tápanyagok oldódása szempontjából a kedvező mérték alatt van némileg. Arany-féle kötöttségi szám is mutatja, hogy kötött talajról van szó, ezáltal a vízmegtartó képessége kedvező. Azonban mészből már hiányt mutat és humuszban közepes. Tápelemek szempontjából mindenképpen pótlásra szorul a makroelemek közül a kálium, a mezoelemek közül a kén, míg a mikroelemek közül a cink.

3.3. A VIZSGÁLAT ANYAGA

Az általam vizsgált helyszínen termesztett kukorica termesztés-technológiáját szeretném ismertetni. A gazdaságban a kukorica az egyik legfontosabb eleme, az állattenyésztésben juhok, húshasznú szarvasmarhák, valamint sertés hizlalására hasznosítják. Illetve fontos a vetésszerkezetben betöltött szerepe is a fenntarthatóság miatt.

3.4. Vetőmag

A K64 Farm Kft. területein a 2025-ös vetési szezonban a KWS Akustika kukorica hibridet alkalmazták (8. ábra). Ez a vetőmag a KWS nemesítőház egyik megbízható, középkorai tenyészedjű hibridje, amely elsősorban szemes kukoricaként kerül termesztésre, de kedvező tulajdonságai miatt takarmányozási célra is alkalmas. A vetőmagot Ukrajnában állították elő, majd a szlovákiai Pozsonyban vizsgálta és minősítette, így hivatalosan tanúsított fémzárolt vetőmagról van szó.

A KWS Akustika hibrid fő előnye a jó alkalmazkodóképesség és a stabil hozam még változó környezeti feltételek mellett is. A vetőmag Redigo M csávázószerrel lett kezelve, amely protiokonazol és metaxil hatóanyagokat tartalmaz. Ez a fungicid kombináció hatékony védelmet biztosít a csírázást követő időszakban fellépő gombás betegségek, például a fuzárium és a penészgombák ellen, valamint segíti a csíranövény fejlődését.

A vetőmag 1000-szem-tömege körülbelül 325 gramm, ami közepes magméretet jelent, és lehetővé teszi a pontos, egyenletes vetést. A zsákok 16,28 kilogrammos kiserelésben kerültek forgalomba, a csomagolás időpontja 2025 januárja. Egy zsákban 50 ezer szem található, ezáltal tervezhető a hektáronként elvetetni kívánt tőszám. A hibrid a K64 Farm Kft. vetéstechnológiájába jól illeszthető, mivel a vállalat célja a magas hozam elérése mellett a fenntartható és gazdaságos termelés megvalósítása.



8. ábra A kukorica fémzárolt vetőmag címkéje

Forrás: saját forrás

Körülmények:

- Ajánlott tőszám öntözetlen körülmények között 1000/ha 65-68
- Ajánlott tőszám öntözött körülmények között 1000/ha 70-72

Az időjárási tényezők hektikusságának emelkedésével valószínűleg ezeket a tőszámokat csökkenteni kell majd. Főleg öntözetlen körülmények között.

Környezeti feltételek:

- Szárdöléssel szembeni ellenállóság 3 / 5
- Termőhelyi ajánlás intenzív környezeti feltételek mellett 5 / 5
- Termőhelyi ajánlás extenzív környezeti feltételek mellett 4 / 5 (Internet 7.)

3.5. TALAJELŐKÉSZÍTÉS

A gazdaság elsődleges célja, hogy a talaj szerkezetét megóvják és javítsák, valamint a megfelelő tápanyagpótlás. A levegő és vízgazdálkodásának fenntartása azáltal, hogy figyelembe vesszük a termesztett növények igényeit. Az előző évek aszályos periódusainak, fontos tanulsága, figyelmet kell fordítani a talaj megfelelő nedvességi állapotának

megteremtésére és megőrzésére. Törekedni kell, hogy a felszínre jutó csapadék minél nagyobb hányada jusson a talajba, és azt a talaj meg is tudja őrizni.

A gazdaság talajainak klímaérzékenysége igen változó, még táblán belül is változatosságot mutathat. Ennek oka a talajképződést befolyásoló folyamatokban rejlik.

A hevesi síkság talajainak aszályérzékenysége változó, de összességében közepestől nagyig terjed. A réti és öntéstalajok – melyek a terület jelentős részét alkotják – általában jó vagy közepes vízgazdálkodásúak: képesek nagy mennyiségű vizet tárolni, így átmenetileg jól tűrik a szárazabb periódusokat. Azonban a klímaváltozás, illetve a hosszabb csapadékszegény időszakok hatására ezekben a talajokban is egyre gyakoribb a talajnedvesség-csökkenés, ami elsősorban a felső talajrétegek kiszáradásában és a növények stressztűrésében jelentkezik. (Forrás: Internet 11.)

A váltakozó humusztartalom és a tömörödött szerkezet esetenként csökkenti a mélyebb gyökérszintek általi vízfelvételt, ezért a mélyrétegű szántás, gondos talajművelés, zöldtrágyázás és a vízvisszatartó agrotechnikai eljárások alkalmazása különösen ajánlott. A szikes foltok és időszakos belvizes területek vízháztartását szélsőségeség jellemzi: egyszer vízbőség, máskor pedig kifejezett vízhiány, azaz aszály alakulhat ki. (Forrás: Internet 12.)

A gazdaságban a fenti okok miatt a forgatás nélküli talajművelést részesítik előnyben, amely pozitív hatásai a talajszerkezet védelme, a művelés során jobb rög és morzsa méretet kapunk. 60-140%-kal magasabb lehet a jó vízállósággal rendelkező aggregátumok aránya, ahhoz képest, mint a szántásra alapozott műveletek esetében. Nem porosítjuk a talajt, javítjuk a tömörödött talajállapotot. Időt és energiát is spórolnak vele, mivel a szántást elvégző műveletek elhagyásával csökkennek a költségek is. Összességében a talaj nedvességtartalom vesztesége csökken. Ezáltal kedvezőbb a talajszerkezet, melyet tárcsás kultivátorral alakítunk ki (3. ábra). A talajfelszín ellenállóbb, a növényi talajtakarók és a szármagadványok miatt, ezáltal az erózióvédelem is javul.

Sokszor vizsgálták a különböző talajművelési módok talajbiológiájának befolyásoló hatását, ezek változó eredményeket hoztak. Egyes vizsgálatok arra jutottak, hogy a szántott területek bakteriális és gombaközössége elmarad a forgatás nélkülitől. A kutatás alapján az első két évben, nincs különbség, a mikrobiális diverzitásban. Két év elteltével azonban változhat. Arra a megállapításra jutottak, hogy a forgatás nélküli talajművelési módszereknek, egyre nagyobb létjogosultsága lesz a következő években (INTERNET 13). A gazdaság éppen ezért a

talajművelő eszközök beszerzés tekintetében is a forgatás nélküli talajművelő eszközöket preferálja, mint a 9. ábrán látható Väderstadt Carrier kultivátor. A talajművelés esetében a forgatás nélkül művelés alapeszköze a cégnél, mivel a talaj felső rétegét lazítja, megfelelő minőségben aprítja és keveri be az elővetemény szármadványait, így a tarlóhántás és a elmunkálás egy munkamenettel megvalósítható. A talaj lezárása egy menetben valósul meg, így csökkentve a párolgást. A talajfelszín morzsás és finom szerkezetének kialakítása hozzájárul a megfelelő minőségű vetéshez, amely az egyenletes kelést biztosítja. Amiért a gazdaságban preferálják, a nagy munkasebesség (15-20 km/h is lehet), így nagyobb területteljesítmény mellett a megfelelő időben és minőségben előkészíthető a talaj. Ezen kívül szabályozható mélységet tesz lehetővé a hidraulikus állítási lehetőség, amely változatos talajtípus esetén is jól alkalmazható.

A talajművelő munkagépet tehát főként a modern forgatás nélküli alpművelés, sekély tarlóhántás és gyors magágykészítés feladatára használják, bármilyen talajon, beleértve az Alföld és Heves körzetének öntés-, réti és csernozjom talajait is.



9. ábra Talajművelő kultivátor

Forrás: Saját forrás

3.6. VETÉS

A kukorica vetése és annak körülményei meghatározzák az elérhető hozamot. A vetés esetében fontos a talajhőmérséklet, amely ideális esetben 10–12 °C, amikor egyöntetű és dinamikus

kelésre számíthatunk. A kukorica vetése a K64 Farm Kft.-nél a talaj előkészítése után április közepén történt, amikor a talaj hőmérséklete elérte a 10–12 °C-ot, ezzel biztosítva az ideális kelési feltételeket. A vetéshez KWS Akustika hibrid vetőmagot alkalmaztak, amelyet Redigo M (Prothioconazole + Metalaxyl) csávázószerrel kezeltek. A vetőmag 1000-szem-tömege 325 g.

A vetés pneumatikus precíziós vetőgéppel történt, amely a mag és a starter műtrágya kijuttatását egy menetben végzi, amely pontos, egyenletes vetést tesz lehetővé. A starter műtrágya egy menetben történő kijuttatása költségkímélő, hiszen nem kell külön műtrágyát kijuttatni a kezdet fejlődéshez, valamint rendkívül hatásos, hiszen a növény számára azonnal rendelkezésre áll a tápanyag a kezdeti időszakától. A tápanyagkijuttatásnál a területek viszonylag jó vízgazdálkodási jellemzői miatt hatékony a szilárd formában kijuttatott műtrágya, de a jövőben a folyékony kijuttatási formákat is fontolóra kell venni véleményem szerint. A sortávolság 75 cm, a vetésmélység 6–7 cm, a tőtávolság 17–19 cm, így a növényállomány 70–75 ezer tő/ha sűrűséggel alakult ki, amely ideális a vizsgált területen.

A vetéssel egy időben IKR Turbo Starter Plusz műtrágyát juttattak ki, amely magas vízoldható foszfort és ammónium-nitrogént tartalmaz, elősegítve a gyors csírázást és a kezdeti gyökérfejlődést (INTERNET 23). A gazdaságban nagy figyelmet fordítanak a kezdeti fejlődés támogatására, a dinamikus kelés és a megfelelő gyökérfejlődés az aszálytűrés alapja.

A K64 FARM Kft. tápanyag-gazdálkodási terve (2025) alapján az F-2 jelű, 123,26 hektáros táblán a kukorica tervezett hozama 9 t/ha volt. Az elővetemény őszi búza, amely után a szármagot a gazdaság bedolgozta a talajba. A kukorica számára az őszi búza és az őszi időszakban 21 kg/ha nitrogén hatóanyag kijuttatása történt a szárbontás elősegítésére (K64 FARM Kft, 2025).



10. ábra Pneumatikus kombi vetőgép

Forrás: Saját forrás

3.7. NÖVÉNYVÉDELEM

A kukorica növényvédelmének fő célja az állomány egészséges fejlődésének biztosítása és a gyomok visszaszorítása volt. A vetést követően preemergens gyomirtást végeztek, amely megakadályozta az egyszikű és kétszikű gyomok kelését. A kezelés hatóanyaga kombinált gyomirtó szer volt, amely hatékonyan irtotta a muhar-, disznóparéj- és libatopféléket.

A vegetációs időszakban posztemergens kezelésre is sor került, a kukorica 6–8 leveles állapotában. A kukoricamoly és a kukoricabogár elleni védekezéshez felszívódó rovarölő szereket használtak, biológiai megfigyelés alapján időzítve a kezeléseket.

A fuzáriumos csőpenészedés és a levélfoltosság ellen szükség esetén fungicides permetezést végeztek, főként a virágzás időszakában.

A gazdaság a Syngenta növényvédelmi ajánlásait követve végezte a kezeléseket, a cél a toxinterhelés csökkentése és a termésbiztonság növelése volt (INTERNET 9).

3.8. ÉRÉS ÉS BETAKARÍTÁS

A kukorica érését a hibrid tenyészideje és az aktuális hőösszeg határozza meg. A KWS Akustika középkorai érésű hibrid, amelynél a betakarítást akkor célszerű megkezdeni, amikor a szemek nedvességtartalma 14–16% közé csökken. A gazdaság a betakarítást szeptember végén – október elején végezte el.

A munkát egy Claas Lexion 780 Terra Trac kombájn segítségével végezték, amely hatékonyan dolgozott a nagyobb területeken. A termény elszállítását pótkocsis traktorok biztosították, így a betakarítás folyamatos és gazdaságos volt.

A K64 FARM Kft. Interra®Scan rendszerével végzett talajvizsgálatok alapján az F-2 tábla talajának pH-értéke 5,5–6,5 között, ami gyengén savanyú kategóriába esik. A humusztartalom 2,1–2,5%, ez közepes minőségű.

A foszforellátottság jó–igen jó, míg a kálium közepes–jó. A magnézium- és réztartalom megfelelő, de a cinktartalom több helyen gyenge, ami indokoltá teszi a mikroelem-pótlást levéltrágyázással.

A precíziós differenciált tápanyag-utánpótlási terv szerint a kijuttatásra javasolt mennyiségek:

Nitrogén (N): 160 kg/ha,

Foszfor (P_2O_5): 4 kg/ha,

Kálium (K_2O): 126 kg/ha,

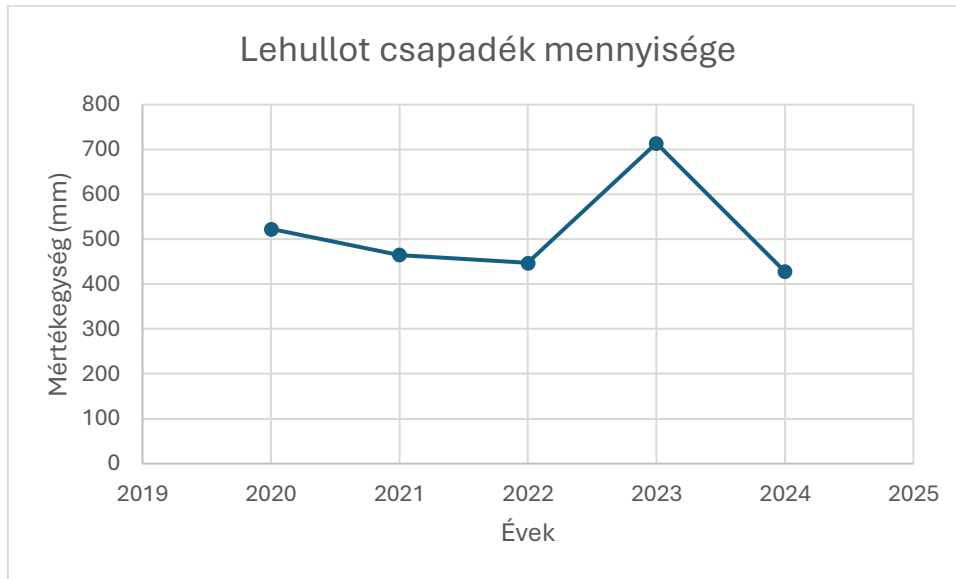
amely megfelel a 9 t/ha tervezett termésszint eléréséhez (K64 FARM Kft, 2025).

A gazdaság célja, hogy a helyspecifikus, adat vezérelt tápanyag-gazdálkodás alkalmazásával a kukorica számára optimális feltételeket biztosítson, miközben a környezeti terhelést minimalizálja. Az Interra®Scan technológia lehetővé teszi a talaj állapotának pontos feltérképezését és a differenciált tápanyag-kijuttatást, ami hozzájárul a hozamok stabilitásához és a fenntartható termeléshez (INTERNET 9).

4. A TERMÉSEREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A cég nagy hangsúlyt fektet a kukorica termesztésre. 890 hektáron termesztenek kukoricát. Dolgozatomban a kukorica termesztésének technológiáját és terméseredményeit elemeztem 2020 és 2025 közötti évekre vonatkozóan.

4.2. TERMÉSÁTLAGOK ALAKULÁSA A VIZSGÁLT ÉVEKBEN



11. ábra Lehullott éves csapadékmennyiség a vizsgált

Forrás: Internet 8.

A 6. ábrán jól látható, hogy a 2020–2025 közötti időszakban a lehullott csapadék mennyisége évenként jelentős ingadozást mutatott. A 2020–2021-es évek viszonylag kiegyenlített, de átlag alatti csapadékösszeggel zárultak, ami nem kedvezett a kukorica fejlődésének, különösen a virágzás és a szemképződés időszakában.

A 2022-es év extrém száraznak bizonyult, amely országosan is komoly termés kiesést eredményezett. Ez az év a cég területein is erősen éreztette hatását: a talajnedvesség hiánya miatt a növények gyökérzónája kiszáradt, a szemek kitelése elmaradt, így a termésátlagok is jelentősen csökkentek.

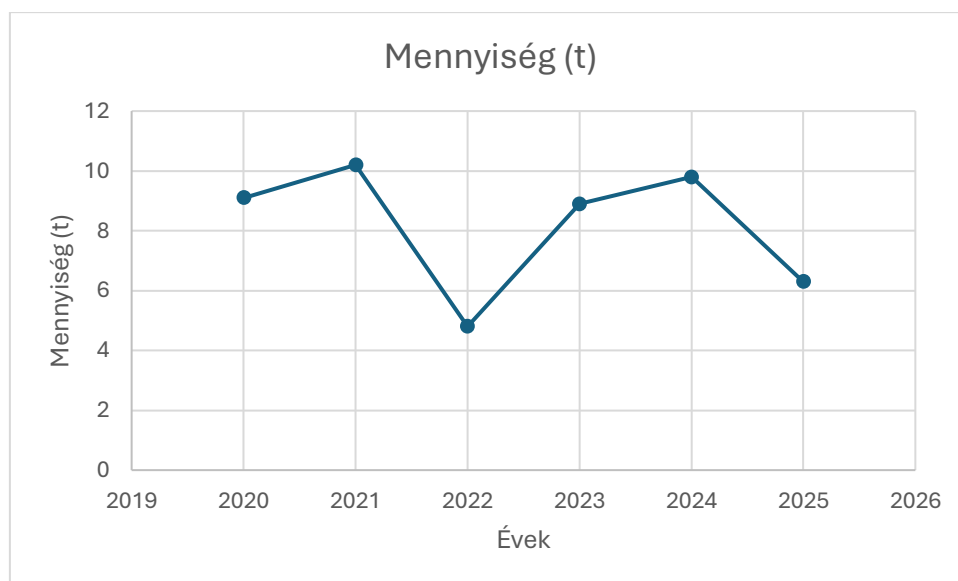
2023-ban viszont az átlagosnál magasabb, közel 750–800 mm csapadék hullott, ami kedvező feltételeket teremtett a kukorica számára. Ebben az évben a növények fejlődése

kiegyensúlyozott volt, és az országos termésátlag is kiemelkedően magas, 8 tonna/ha körül alakult.

2024-ben ismét csapadékszegény időjárás uralkodott, ami némileg visszavetette a termésmennyiséget, azonban a gazdaság korszerű technológiáinak (precíziós tápanyag-utánpótlás, talajkímélő művelés) köszönhetően sikerült mérsékelni a negatív hatásokat. A 2025-ös évre a jelenlegi adatok alapján átlagos csapadékmennyiség várható, ami stabil terméskilátásokat eredményezhet.

Összességében elmondható, hogy a lehullott csapadék mennyisége szoros összefüggést mutat a kukorica termésátlagainak alakulásával. A szélsőséges időjárási években a terméseredmények gyengébbek voltak, míg a kiegyenlített csapadékeloszlású időszakokban magasabb hozamokat sikerült elérni.

Termésmennyiség:



12. ábra A kukorica termésmennyisége 5 évre

Forrás: Saját forrás

A 7. ábra a kukorica termésmennyiségének alakulását szemlélteti a vizsgált időszakban. Az adatokból jól látszik, hogy a termésátlagok évről évre jelentős eltéréseket mutattak, ami elsősorban az időjárási viszonyok, a csapadékeloszlás és a talajnedvesség alakulásával magyarázható.

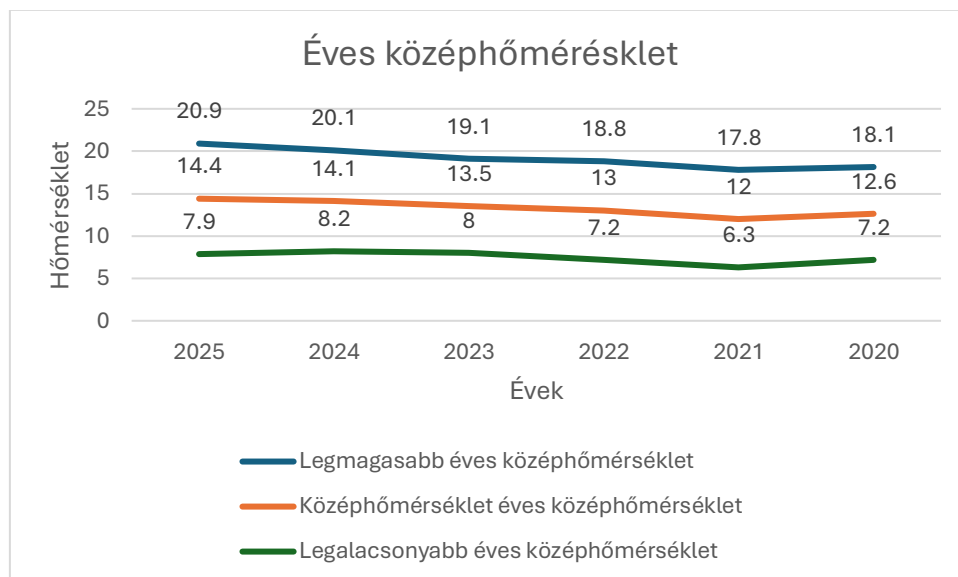
A 2020-as év kedvező agroökológiai feltételei – mérsékelt hőmérséklet, kiegyenlített csapadékeloszlás – lehetővé tették, hogy a gazdaság közel 9 tonna/ha termésátlagot érjen el. 2021-ben ennél is kedvezőbb évjárat következett, amikor a terméseredmény meghaladta a 10 tonna/ha értéket, ami kiemelkedőnek számít a térségben.

A 2022-es esztendő azonban rendkívül aszályos volt, ami jelentős terméseszköket eredményezett. A hozam alig érte el a 4 tonna/ha értéket, ami összhangban van az országos átlaggal, hiszen ebben az évben Magyarországon is történelmi mértékű szárazság sújtotta a mezőgazdaságot.

A 2023-as évben a csapadékosabb időjárásnak köszönhetően a növényállomány regenerálódott, és a terméseredmény ismét 8–9 tonna/ha körül alakult. A megfelelő mennyiségű és időben lehullott csapadék, valamint a precíziós műtrágyázás és a korszerű növényvédelem hozzájárultak a hozamok javulásához.

2024-ben a termésátlag szintén kedvező volt (9–9,5 t/ha), ám a 2025-ös évre előrejelzett adatok ismét valamivel alacsonyabb értéket mutatnak (6 t/ha körül), ami a tavaszi száraz periódusokra és a nyári hőstresszre vezethető vissza.

Éves középhőmérséklet:



13. ábra Magyarország éves középhőmérséklet

Forrás: Internet 10.

A kukorica hőigényes növény, fejlődése szoros összefüggésben áll a levegő hőmérsékletével. A 10 °C alatti értékek gátolják a kelést és a korai fejlődést, míg a 30 °C fölötti tartós hőmérséklet hőstresszt okoz, ami rontja a megtermékenyülés és a szemkitelítődés hatékonyságát.

A vizsgált időszak (2020–2025) hőmérsékleti adatai alapján jól kirajzolódik, hogy az évek közötti eltérések jelentősen befolyásolták a termésmennyiségeket.

A 2020-as évben a vegetációs időszak átlaghőmérséklete 12,6 °C volt, amely kedvezett a növény egyenletes fejlődésének. A 2021-es évben enyhén melegebb, 12 °C-os átlagérték mellett a hőmérsékleti viszonyok még mindig optimálisak voltak, és ez tükröződött a magas termésátlagban is (10 t/ha).

A 2022-es év azonban kiugróan melegnek bizonyult: a nyári hónapokban a napi maximumok többször meghaladták a 35 °C-ot, és a vegetációs átlaghőmérséklet elérte a 22,5 °C-ot, az éves középhőmérséklet pedig 13°C-ra emelkedett, ami az előző évéhez képest 1,1 °C emelkedett. Ez az időszak extrém aszályal párosult, ami a kukorica fejlődésének legkritikusabb fázisaiban súlyos károkat okozott. A magas hőmérséklet hatására csökkent a szemszám, rövidült a csőhossz, és a termés 4 t/ha-ra esett vissza.

2023-ban az időjárás kedvezőbb volt: a hőmérséklet 13,5 °C körül alakult, miközben elegendő csapadék is hullott, így a növények jól regenerálódtak, és a hozam ismét 9 t/ha közelébe emelkedett. A 2024-es évben a mérsékelt hőmérsékleti viszonyok (átlagosan 14,1 °C) tovább támogatták a stabil termésképzést. Megfelelő csapadék mellett, ami ebben az évben kevesebb volt de az előző évi nagyobb mennyiségű csapadékot, jól tárolta a mélyebb rétegekben a talaj.

A 2025-ös év tavaszán ugyan hűvösebb időjárás volt jellemző, de a nyári hónapokban hőhullámok is előfordultak, ami a növényállományt helyenként stressz alá helyezte. Az előrejelzések szerint a hozam emiatt mérsékeltebben, kb. 6 t/ha körül alakul.

Összességében elmondható, hogy a kukorica terméshozama szoros kapcsolatban áll a vegetációs időszak átlaghőmérsékletével. Az optimális, 12–14 °C közötti középhőmérséklet biztosítja a legjobb termésképződést, míg a tartósan 30 °C fölötti értékek jelentős hozamcsökkenést okozhatnak.

A K64 Farm Kft. gyakorlatában a hőmérsékleti szélsőségek hatásait talajtakarással, szármaradványok visszahagyásával, valamint a precíziós tápanyagellátás alkalmazásával

sikerül mérsékelni. Ezek a technológiai elemek hozzájárulnak ahhoz, hogy a növények hő- és vízstressz-ellenálló képessége javuljon, és a gazdaság a szélsőséges időjárási években is versenyképes termésátlagokat érjen el.

4.3 A csapadék, hőmérséklet és termés hozam összefüggése

A 6., 7. és 9. ábrák összevetése alapján jól kirajzolódik, hogy a kukorica termés hozamát a csapadék mennyisége és a hőmérsékleti viszonyok együttesen határozzák meg. A két klimatikus tényező közül a csapadék mennyisége tekinthető a hozamot leginkább befolyásoló tényezőnek, míg a magas hőmérséklet, különösen vízhiány mellett termés csökkenést idéz elő.

A 2020-as és 2021-es években a csapadékeloszlás kiegyenlített, az átlaghőmérséklet pedig optimális (12-12,6°C) volt, ami lehetővé tette a magas, 9–10 t/ha körüli termés eredményeket.

Ezzel szemben a 2022-es év extrém hőmérséklete (13 °C) és az alacsony csapadék (400 mm alatti érték) együttese súlyos aszályt okozott, aminek következtében a termés mindössze 4 t/ha körül alakult. Ez jól példázza, hogy a kukorica vízhiányos környezetben különösen érzékenyen reagál a hőstresszre.

A 2023-as évben mindkét tényező kedvezően alakult: a csapadék bőséges volt (750–800 mm), a hőmérséklet pedig 13,5 °C körül mozgott. Ennek eredményeként a termés eredmények visszatértek a korábbi, 9 t/ha szintre.

A 2024-es év hasonló klimatikus viszonyokat mutatott, a hőmérséklettel és megfelelő vízellátottsággal, ami stabil termést biztosított.

A 2025-ös év adatai viszont arra utalnak, hogy a hőhullámok és a csapadékhiány ismét korlátozhatja a hozamokat, várhatóan 6 t/ha körüli szintet eredményezve.

A három tényező együttes értékelése azt mutatja, hogy a magas hőmérséklet önmagában még nem feltétlenül káros, ha a növény vízellátása megfelelő. A legnagyobb termés csökkenés akkor következik be, amikor a magas hőmérséklet alacsony csapadékkal párosul, ami a virágzáskori vízhiány miatt termékenyülési problémákat okoz. Ezt nevezzük légköri aszálynak.

A K64 Farm Kft. technológiájában a forgatás nélküli talajművelés, a szármaradványok visszahagyása és a precíziós tápanyagellátás kulcsszerepet játszanak abban, hogy a talaj vízmegtartó képessége javuljon, és a növényállomány jobban tolerálja az éghajlati szélsőségeket.

Összességében elmondható, hogy a terméseredmények alakulása a vizsgált időszakban klimatikus eredetű ingadozásokhoz köthető. A csapadék mennyisége és az átlaghőmérséklet között negatív korreláció mutatható ki a hozammal:

több csapadék → alacsonyabb hőstressz → magasabb termés,

kevesebb csapadék + magas hőmérséklet → alacsony termés.

E megfigyelések rávilágítanak a klímaadaptív technológiák (például precíziós öntözés, talajtakaráson alapuló vízmegőrzés) jövőbeni fontosságára a kukoricatermesztésben. Ehhez a javaslat tételét a következő részben ismertetem.

5. Következtetések és javaslatok

A K64 Farm Kft. növénytermesztési gyakorlatának és a 2020–2025 közötti időszak terméseredményeinek elemzése alapján egyértelműen megállapítható, hogy a kukorica hozamát leginkább az éghajlati tényezők – különösen a csapadékeloszlás és a hőmérséklet – befolyásolják. A termésátlagok alakulása szoros összefüggést mutat mindkét paraméterrel, és jól kirajzolódik, hogy a csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a vegetációs időszak átlaghőmérséklete közvetlenül meghatározza a termésszintet.

A vizsgált évek során megfigyelhető, hogy a kiegyenlített, mérsékelt hőmérsékletű és csapadékban gazdag évjáratokban (2020, 2021, 2023, 2024) a kukorica termés hozama magas, 8–10 t/ha közötti értékeket mutatott. Ezzel szemben a szélsőségesen meleg és száraz évben (2022, 2025) a hozam drasztikusan visszaesett, alig érte el a 4 t/ha értéket.

Ez a tendencia nemcsak a helyi megfigyelésekben, hanem az országos statisztikákban is tükröződik: a 2022-es aszályos évben Magyarországon 3,4 t/ha átlaghozamot mértek, míg a kedvező évjáratokban 8 t/ha fölötti eredményeket is elértek.

A csapadék és a termés viszonya pozitív irányú: minél nagyobb a vegetációs időszak alatt lehullott csapadék mennyisége, annál kedvezőbb a növény vízellátottsága, így a növekedés és a szemkitelítődés is zavartalanabb. Ezzel párhuzamosan a hőmérséklet és a termés között negatív korreláció figyelhető meg, vagyis a magas hőmérsékletű, száraz évek termés csökkenést okoznak.

A K64 Farm Kft. példája jól mutatja, hogy a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás kulcsfontosságú a jövő mezőgazdaságában. A gazdaságban bevezetett forgatás nélküli talajművelés, a szármaradványok visszahagyása és a precíziós tápanyag-utánpótlás mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a talaj vízmegtartó képessége javuljon, és a növények a szélsőséges időjárási hatásokat jobban tolerálják.

A helyspecifikus tápanyag-kijuttatás a 2025-ös évtől a Syngenta Interra®Scan rendszer adataira épül, amely talajvizsgálat alapján differenciált műtrágyázást tesz lehetővé. Ez nemcsak gazdaságosabb és környezetkímélőbb megoldás, hanem segít kiszűrni a talaj heterogenitását, ezáltal specifikus választ adva a termőhelyi eltérésekre. Így optimalizálhatók a hozamok. Hiszen az aszályra érzékenyebb területekre annyi inputanyag kerül kijuttatásra, amennyi valóban és kiszámítható módon megtérül. Míg a magasabb humusz- és mésztartalmú részeken, amelyek magasabb kötöttséggel párosulnak akár több input is kerülhet.

A terméseredmények ingadozása ugyanakkor rávilágít arra, hogy a klímaváltozás hatásai már rövid távon is érzékelhetők. A hozam szórása a vizsgált időszakban 25–30% közötti, ami közepes hozamstabilitásnak felel meg. A legnagyobb eltérés a 2021 és 2022 közötti években volt megfigyelhető, amikor a termés 10 t/ha-ról 4 t/ha-ra esett vissza. Ezt ingadozást a jövőben várhatóan csak integrált, klímaadaptív technológiákkal lehet mérsékelni.

Javaslatok a jövőbeni fejlesztésekre

Vízmegőrző talajművelési technológiák erősítése

A jövőben különösen fontos lesz a talaj nedvességmegőrzését elősegítő művelési módok alkalmazása. A mulcshagyás, a sekély kultivátoros művelés és a szervesanyag-visszapótlás mind javítják a talaj szerkezetét és vízmegtartó képességét. Ezzel a növények a kritikus időszakokban is jobb vízellátottságot élvezhetnek.

Nagy lehetőséget jelent akár a Stripp-Till talajművelési rendszer bevezetése is. Ennek köszönhetően elég csak a elvetésre kerülő sávokat megművelni. Lehetséges a foszfor és kálium koncentrált gyökérszónába való lejuttatása. Ezzel jelentős input és energia megtakarítás érhető el.

Öntözési lehetőségek bővítése

Bár a kukorica jellemzően nem öntözött növény, a változó klíma miatt érdemes megfontolni precíziós öntözőrendszerek kiépítését vagy közös öntözési infrastruktúra fejlesztését. Már 30–40 mm kiegészítő öntözővíz is jelentősen javíthatja a virágzaskori termékenyülést, ezáltal a termésstabilitást.

Precíziós adatgyűjtés és hozamtérképezés

A termőterület hozamadatait műholdas vagy szenzoros eszközökkel érdemes folyamatosan monitorozni. Az így gyűjtött adatok alapján zónás tápanyag-utánpótlási és növényvédelmi térképek készíthetők, amelyekkel optimalizálható az inputanyag-felhasználás és csökkenthető a költség.

Mikroelem-pótlás és stresszoldó kezelések bevezetése

A növény stressztűrésének javítására javasolt a cink, bór és magnézium pótlása, illetve biostimulátorok alkalmazása a kritikus fenológiai fázisokban (virágzás, szemkitelés). Ezek elősegítik a gyökérfejlődést, fokozzák a tápanyag-felvételt és javítják a vízhasznosulást. Fontos, hogy mindezt a Leibig-féle minimum elv alapján kövessük talajminták, de a jövőben akár

levélanalízisekre alapozva. Így kifejezetten azok a tápelemek kerülnek kijuttatásra, amelyekre a növénynek valósan szüksége van.

Vetőmagválasztás és hibriddiverzifikáció

A cég által használt KWS Akustika hibrid bevált, azonban a klímaváltozás miatt érdemes több hibridet is tesztelni különböző éresidőcsoportokban. A korábbi és középkorai hibridek előnyök lehetnek a nyári hőhullámok elkerülésére, míg a későbbi érésűek jobb termés potenciált adhatnak csapadékosabb években.

Fenntarthatósági és környezetvédelmi szempontok erősítése

A jövő mezőgazdaságának alapja a fenntarthatóság. Az integrált növényvédelem, a vetésforgó bővítése és a talajbiológiai aktivitás növelése mind hozzájárulnak a hosszú távú termékenység megőrzéséhez és a környezeti terhelés csökkentéséhez.

Gazdasági kockázatkezelés és diverzifikáció

Az időjárási kockázatok mérséklésére javasolt a biztosítási és jövedelemstabilizációs eszközök igénybevétele, illetve a termékszerkezet részleges diverzifikálása (pl. napraforgó, cirok). Ez növeli a gazdaság rugalmasságát és csökkenti az évről évre változó időjárásból fakadó pénzügyi kockázatokat.

A vizsgálatok egyértelműen alátámasztják, hogy a kukorica terméshozamát leginkább a csapadék és a hőmérséklet alakulása határozza meg. A K64 Farm Kft. azonban technológiai felkészültségével, precíziós megoldásaival és a fenntartható szemlélet alkalmazásával képes volt ezek negatív hatásait mérsékelni.

A jövő kihívása a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás, amely új technológiai, ökonómiai és agronómiai szemléletet igényel. A vízmegőrző művelés, a precíziós gazdálkodás, a tápanyag-utánpótlás optimalizálása és a rugalmas fajtakiválasztás mind kulcsfontosságú tényezők lesznek a következő évtized mezőgazdaságában.

A K64 Farm Kft. gyakorlata jó példa arra, hogy a tudatos, adatvezérelt és fenntartható gazdálkodás nemcsak a hozamokat stabilizálja, hanem hosszú távon a környezeti és gazdasági fenntarthatóságot is szolgálja.

6. Összefoglaló

A kukorica hazánk egyik legfontosabb szántóföldi növénye, jelentősége kiemelkedő az állattenyésztés takarmánybázisaként, az élelmiszer- és ipari feldolgozásban, valamint bioetanol-előállítás alapanyagaként. Magyarország klimatikus és talajadottságai kedvezők, azonban az éghajlatváltozás, gyakori aszályok és a szélsőséges időjárási viszonyok miatt a kukorica termesztése egyre kockázatosabb. A vetésterület drasztikusan csökkent, 2025-ben már csak 740–770 ezer hektárra tehető, és a termés hozamokban is jelentős ingadozás figyelhető meg: kedvező években elérhetők 8–10 t/ha körüli hozamok, aszályos években viszont 4 t/ha alá eshetnek. A GMO-hibridek termesztésének tilalma tovább nehezíti a versenyképességet, mivel ezek a hibridek más országokban magasabb hozamokat és alacsonyabb termelési költségeket biztosítanak. Magyarországon a kukorica körülbelül 90%-át takarmányozási célra használják fel, miközben az emberi fogyasztás, az ipari és vetőmag-előállítás, valamint a bioenergiái felhasználás aránya növekszik.

A K64 Farm Kft. gazdálkodási körülményei, helye és jellemzői

A K64 Farm Kft. Heves vármegyében, főként Besenyőtelek és környékén, a Hevesi-síkságon működő családi tulajdonú vállalkozás, amely mintegy 2000 hektáros szántóföldi területén gabona, olajos és takarmánynövényeket termeszt. Jelentős az állattenyésztési tevékenysége is (sertés, húsmarha, juh). A területek viszonylag egybefüggők, nagytáblás rendszerűek, ami hatékony gépesítést és modern technológiák bevezetését teszi lehetővé. Talajaik többsége réti, öntés és kötöttebb réti talaj (10–25 AK), amelyek közepes humusztartalommal, időnként meszes altalajjal bírnak, aszályra mérsékelten érzékenyek. A csapadékeloszlás változékony, konfliktusos éveket eredményezhet. A kukoricát főként saját állattenyésztésük takarmánybázisaként termesztik, így a hozamstabilitás különösen fontos számukra.

A termesztéstechnológia modernsége

A K64 Farm Kft. a precíziós gazdálkodás eszköztárát fokozatosan integrálja. Talajszkennelésen és laboreredményeken alapuló helyspecifikus tápanyag-utánpótlás (InterraScan szolgáltatás), differenciált vetés, starter műtrágyák, Redigo M csávázású, középérésű KWS Akustika hibrid, valamint forgatás nélküli talajművelés jellemzi a technológiát. A vetést légnyomós precíziós vetőgéppel végzik, a növényvédelemben szelektív herbicideket, biológiai alapú rovarölőket, valamint integrált monitoringot alkalmaznak. A termelés tervezése minden esetben talaj- és növényvizsgálatokon alapul, a cél a hozamoptimalizálás és a környezetterhelés minimalizálása.

Fejlődési irányok

Összességében elmondható, hogy a nemzetközi tapasztalatok és kutatási eredmények alapján, a legfontosabb fejlődési irány a precíziós és adatvezérelt technológiák további bevezetése, a hozamok stabilizálása, valamint a klímaváltozás okozta terméshozam-ingadozás ellensúlyozása. Kulcsfontosságú a vízmegőrző talajművelés erősítése, az öntözés lehetőségének bővítése, új - főleg korai és szárazságtűrő - hibridek tesztelése, valamint a biomassa és energiahasznosítás lehetőségeinek kihasználása. A fenntartható művelés, inputanyag-megtakarítás, tápanyag-kijuttatás optimalizálása, mikroelem-pótlás és zöldítés, valamint a termékszerkezet diverzifikációja mind a versenyképesség, mind a környezetvédelem szempontjából elengedhetetlen.

Irodalom jegyzék:

AGRÁRAGAZAT. (2023). Kukorica tárolás a modern gazdaságban

Amissah, S. et al. (2023): *Nutrient Sufficiency Ranges for Corn at the Early Growth Stage: Implications for Nutrient Management*. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/4/713>

Antal J. (1987) - A Növénytermesztők zsebkönyve

Antal J. (1999) - Tápanyagellátás, (szerk. Füleky György), Mezőgazda Kiadó

Antal J. (szerk.)(2005) Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai, Gabonafélék, Mezőgazda Kiadó, Budapest

ANTAL, J. (2005). *Szem-csutka keverék és LKS betakarítása*.

Benécsné, Molnár, I. (2000): *Posztemergens gyomirtási technológiák a kukoricában*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Berzsenyi-Janosits László - Gonda Béla - Nádudvari Sándor - Virágh István. (1956) A kukorica termesztése. Budapest

Birkás, M. (1987): *Talajművelés és vetésforgó*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Bocz Ernő (1996) – Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Christensen, L.A. (2002): *Soil, Nutrient, and Water Management Systems Used in U.S. Corn Production*

https://www.ers.usda.gov/sites/default/files/_laserfiche/publications/42430/31210_aib774_002.pdf

Czepó M. (1994) - Roundup Ready kukorica

Dr. Vajdai Imre és Dr. Bujáki Gábor (2002) - Mezőgazdasági zsebkönyv, Gazda kiadó

FAO. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Fodor, N. (2002): *A kukorica ökológiai igénye és vízhasznosítása*. MTA TAKI Közlemények, Budapest.

GYÖRFFY B. (1976) – A kukorica termesztésére ható növénytermesztési tényezők értékelése, Agrártudományi közlemények, 35. 1-3, 239-266 o.

Herman, T. (1997): *Kukorica preemergens gyomirtása*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Husti I. (szerk.) Szántóföldi növénytermesztés, rét- és legelőgazdálkodás, erdészet, Műszaki Kiadó, Budapest 1994.

Jat, R.K. et al. (2021): *Precision Nutrient Rates and Placement in Conservation Agriculture-based Maize-Wheat* <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2320>

Karl, J.R. (2013. május 1.). „The maximum leaf quantity of the maize subspecies”. The Maize Genetics Cooperation Newsletter 86, 3. o.

Láng G. Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.

Láng, I. (1976): *A növénytermesztés éghajlati feltételei Magyarországon*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

MATE (2022). Kukorica hibridválasztás és alkalmazkodás a klímaváltozáshoz. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Intézet

Máté Á. (2002) - A kukorica termesztéséről, Agrárágazat 2.
Menyhért Z. (szerk.) (1985) A kukoricatermesztés kézikönyve, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

MENYHÉRT, L. (1985). *A kukorica betakarítási és tárolási rendszerei*.

Mosheim, R., & Schimmelpfennig, D. (2021): *Nutrient Use and Precision Agriculture in Corn Production in the USA* https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-47106-4_15

Nagy J. (2007) - Kukoricatermesztés, Akadémiai Kiadó, Budapest

Nagy J. (2022) - Környezetkímélő technológiák, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen .

Pepó Péter - Sárvári Mihály A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évszabványban csernozjom talajon

Pepó, P. (2005): *Vetőmagtermesztés és növénytermesztési rendszerek*. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények, Debrecen.

RACSKÓ, E. (2005). *Kukorica szárítás és tárolás*.

Radics L. szerk. (1994) Szántóföldi növénytermesztéstan, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest

Ragasits István- Ivány Károly - Kismányoky Tamás (1994) Növénytermesztés, Gazdakönyvtár, Budapest

Rátónyi, T., Nagy, J., & Husti, I. (2003): *A kukoricatermesztés technológiájának fejlesztése és ökológiai alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Rátónyi, T., Nagy, J., & Husti, I. (2003): *A kukoricatermesztés technológiájának fejlesztése és ökológiai alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Shakalii, S. M., Khudolii, O. P., Shakhali, I. S., & Pysarenko, P. V. (2024). Formation of grain yield in corn hybrids of different FAO maturity groups. Poltava State Agrarian University

Sz. Sz. Andrejenko - F. M. Kuperman. (1961) A kukorica élettana – A fejlődés, növekedés, fotoszintézis, ásványos táplálkozás és vízgazdálkodás élettanának vázlata. Budapest

Szabó L. et al. (2005) Integrált növénytermesztés I. , Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös

SZENDRŐ, Z. (1993). *Silókukorica betakarítás és tárolás.*

Ujvárosi Miklós (1957) - Gyomnövények, gyomirtás, Budapest

Vennam, R. R., Singh, R. K., Dubey, A. K., & Reddy, K. R. (2023). Developing functional relationships between soil moisture content and corn morpho-physiological traits. *Plants*

Zaplitnyi, J. D., Linska, M. I., & Karp, T. Ya. (2011). Proper selection of corn hybrids (*Zea mays* L.) – efficacy method in the provision of stable yields. *Plant Varieties Studying and Protection*

Zein, N. N., Namyatov, M. A., & Sevostyanov, M. Y. (2021). Selection of corn hybrids ensuring the production of high-energy feed for modern dairy farming. *BIO Web of Conferences*

Zsombik L. (2006) -A Kukoricahibridek megválasztásának főbb szempontjai

Zsombik, L. (2006): *Kukoricatermesztés modern szemlélettel.* DE Agrártudományi Centrum, Debrecen.

Egyéb felhasznált irodalom:

Internet 1.: Központi Statisztikai Hivatal (KSH) – *Főbb növénykultúrák terméseredményei, 2015–2022*

https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn001c.html 2025.09.22.

Internet 2.: Magyar Országgyűlés – Agrárgazdasági jelentés (1999)

<https://www.parlament.hu/irom36/3301/3301-m01.htm> 2025.09.22.

Internet3.: Acta Universitatis Szegediensis – *A kukorica szerepe a hazai takarmányozásban*

https://acta.bibl.u-szeged.hu/54751/1/jelenkori_012_003.pdf letöltés dátuma: 2025.09.24.

Internet 4.: Magyar Mezőgazdaság – *Nagy termés helyett jobb eredményt?*

<https://magyarmezogazdasag.hu/2019/10/11/nagy-termes-helyett-jobb-eredmenyt/> letöltés dátuma: 2025.09.24.

Internet 5.: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) – *A kukoricavetés aktuális helyzete*

<https://nkfi.gov.hu/hivatalrol/online-sajto/kukorica-vetes> letöltés dátuma: 2025.09.27

Internet 6.: Tudástér – Debreceni Egyetem – *A kukoricatermesztés eredményessége Európában*

<https://tudoster.unideb.hu/hu/publikacio/BIBFORM014254> letöltés dátuma: 2025.09.26

Internet 7.: KWS vetőmag hivatalos weboldal

<https://www.kws.com/hu/hu/termekek/kukorica/fajtak/kws-akustika/> letöltés dátuma: 2025.09.30

Internet 8.: HungaroMet <https://www.met.hu/> letöltés dátuma: 2025.09.30

Internet 9.: Syngenta Magyarország Kft. <https://www.syngenta.hu/szantofoldi-kulturak-vedelme> letöltés dátuma: 2025.10.20.

Internet 10: <https://www.metnet.hu/napi-adatok?sub=5&pid=1023&date=2025> letöltés dátuma: 2025.10.20.

Internet 11: Hevesisík alegység VÍZGYŰJTŐGAZDÁLKODÁSI TERV) chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www2.vizeink.hu/files3/2_9_Hevesisik.pdf letöltés dátuma: 2025.11.04.

Internet 12: Dobos - Csenki , 2023) <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20231004/az-ontozes-altalanos-talajtani-alapjai-30065> letöltés dátuma: 2025.11.06.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A kukorica termelése és vetési területe 2021-ben.....	7
2. táblázat Kukorica talajigénye Forrás: Husti,1994	16
3. táblázat A kukorica Cold teszt intervallumai (Forrás: Antal 2005)	17
4. táblázat A kukorica fontosabb gyomnövényei	23
5. táblázat Kukorica betakarítási módszerek áttekintése (Forrás: Saját forrás)	32
6. táblázat Hevesi síkság klimatikus jellemzői (Forrás: met.hu)	38

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Kukorica tábla.....	10
2. ábra A K64 Farm Kft. gazdálkodási területei (2024) (Forrás: K64 Farm Kft)	37
3. ábra Éves középhőmérséklet, trend és anomália előfordulási gyakoriság Kömlőn 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)	38
4. ábra Éves középhőmérséklet, trend és anomália előfordulási gyakoriság Besenyőtelken 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)	39
5. ábra Éves csapadékmennyiség, trend és anomália előfordulási gyakoriság Kömlőn 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)	40
6. ábra Éves csapadékmennyiség, trend és anomália előfordulási gyakoriság Besenyőtelken 1979-2024 között (Forrás: meteoblue alapján saját szerkesztés)	40
7. ábra Táblán belül heterogéntias Kömlő térségében (Forrás: GoogleEarth alapján saját szerkesztés)	41
8. ábra A kukorica fémzárolt vetőmag címkéje.....	43
9. ábra Talajművelő kultivátor	45
10. ábra Pneumatikus kombi vetőgép.....	47
11. ábra Lehullott éves csapadékmennyiség a vizsgált	49
12. ábra A kukorica termésmennyisége 5 évre.....	50
13. ábra Magyarország éves középhőmérséklet.....	51

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

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

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: DANI MARCELL BALÁZS
A Hallgató Neptun kódja: NLRR8P
A dolgozat címe: Növénytermesztési technológiák elemzése a K64 Farm Kft-nél.
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési -tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Precíziós Gazdálkodási és Agárdigitalizációs tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

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

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

Kelt: Beszékyteleg év 10 hó 31 nap
2025


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Dani Marcell Balázs
Neptun-kódja:	NLRR8P
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Növénytermesztési technológiák elemzése a K64 Farm Kft.-nél

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat	A prompt-naplót tartalmazó

	verziója, elérhetősége	pontos sorszáma	melléklet bejegyzésének sorszáma

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

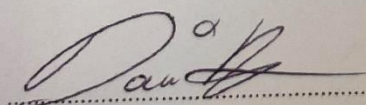
.....

.....

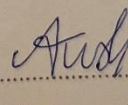
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Besenyőtelek, 2025.10 hó 31 nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

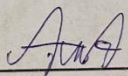
NYILATKOZAT

Dani Marcell Balázs (név) (hallgató Neptun azonosítója: NLRR8P)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2025 év 10 hó 31 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Ambrus Andreának szakdolgozatom elkészítésében nyújtott segítségével és útmutató tanácsaiért. Továbbá szeretném megköszönni a K64 Farm Kft. vezetésének tanulmányaim támogatásáért és az adatbázisok szabad felhasználásáért. Köszönettel tartozom a besenyőtelki terület agronómusainak Lajer Péternek, Dani Istvánnak és Bencze Alexandrának a szakmai észrevételekért és segítségnyújtásért. Nagyon köszönöm a barátaimnak az önzetlen támogatást és segítő szavakat a tanulmányaim idején. Végül, de nem utolsó sorban, köszönetet mondok szüleimnek és a páromnak tanulmányaim során nyújtott türelmükért, odaadásukért és szerető támogatásukért.