

Diplomadolgozat

Tokaji Máté

Növénytermesztő mérnök Msc

Gödöllő

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Növénytermesztő mérnök Szak

**Precíziós technológia alkalmazási lehetőségek értékelése a
vetőmag kukorica termesztésben.**

Belső konzulens: **Dr. Ambrus Andrea**
egyetemi docens

Külső konzulens:

Készítette: **Tokaji Máté**
HKKIAC
levelező (nappali, levelező)

Intézet/Tanszék: **Növénytermesztési-
tudományok Intézete**
Precíziós gazdálkodási és
Agrárdigitalizációs tanszék

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés és célkitűzések	3
2	Szakirodalmi áttekintés	4
2.1	A kukorica jellemzése	4
2.2	Hibridkukorica vetőmag-előállítása Magyarországon.....	5
2.3	A kukorica kártevői és betegségei	5
2.4	A kukoricatermelés jelentősége	8
2.5	A kukorica vetőmagtermesztés helyzete	9
2.6	A klímaváltozás hatása a hibridkukorica termesztésre	11
2.7	A kukorica öntözése	13
2.8	A Cibakházi Holt-Tisza	15
2.9	Precíziós gazdálkodás	17
2.10	Precíziós öntözés.....	22
3	Anyag és Módszer.....	23
3.1	A vizsgálatok helyszíne	23
3.2	Időjárási adatok.....	24
3.3	Alkalmazott szántóföldi technológiák	25
3.4	Talajadottságok.....	27
3.5	Zóna lehatárolások.....	28
3.6	Műholdképek	28
4	Eredmények és értékelésük	31
4.1	Időjárási adatok elemzése	31
4.2	Hibridkukorica vetőmagtermesztés a T4/B táblán	34
4.3	Műholdas megfigyelések	36
5	Következtetések	40
6	Összefoglalás	42
7	Köszönetnyilvánítás	44

8	Irodalomjegyzék	45
9	Táblázatok és ábrák jegyzéke	50
10	Nyilatkozatok	52

1 Bevezetés és célkitűzések

A kukorica napjaink mezőgazdaságának egyik legfontosabb haszonnövénye. A kukoricanövény szinte minden részét fel lehet használni, de alapvetően a torzsavirágzatán fejlődő szemtermés a legfontosabb része. A kukorica a és hazánk világ legfontosabb kultúrnövénye, felhasználása rendkívül sokrétű, az élelmezésen kívül a takarmányozásban és az üzemanyaggyártásban is megkerülhetetlen tényező. A kukorica egy olyan robosztus egynyári növény, amely rendkívül jó hatékonysággal használja fel a nap energiáját növekedéséhez, jó alkalmazkodó képességű, képes tolerálni a szélsőséges páratartalmat, hőmérsékletet vagy tengerszint feletti magasságot. Mindezen képességei miatt, a körülbelül 1,2 milliárd tonnás éves termelési volumenével a kukorica vette át a globális vezető haszonnövény helyet a világon (Shahbandeh, 2023). A kukorica globális fogyasztása 2022/23-ban meghaladta a 45 millió vékát/bushelt, ebből 12,4 milliót csak az Egyesült Államokban fogyasztottak el. Az Egyesült Államokban termesztett kukorica jelentős részét etanollá dolgozzák fel, hogy állati takarmányként használják fel, vagy magas fruktóztartalmú kukoricaszirupot állítsanak elő (Statista, 2023). Az Európai Unióban a kukorica fogyasztása 2030-ra közel 75,6 millió tonnára becsülhető.

A kukoricatermesztés mára szinte kizárólag hibridek használatával történik, ezen beltenyésztett hibridek kedvező és akár régióra szabott alkalmazkodóképességük révén a lehető legjobb terméshozamokkal rendelkeznek. Ráadásul a technológia fejlődése és a nemesítés is folyamatos, követi a klímaváltozás és a változó talajadottságok miatt egyre szélsőséesebb viszonyokat.

A szakdolgozat elkészítése során áttekintem a kukorica és hibridkukorica termelés mezőgazdaságban betöltött szerepét, a hibridkukorica vetőmag termesztés technológiáját és a precíziós gazdálkodásra, különös tekintettel a precíziós öntözésre való átállás lehetőségét egy Cibakháza elhelyezkedő, az utóbbi három évben hibridkukorica termesztésre használt tábla példáján keresztül. Dolgozatomban összegzem a táblán végzett agrotechnikai eljárásokat, az időjárási körülményeket és elemzem a termelési adatokat.

2 Szakirodalmi áttekintés

2.1 A kukorica jellemzése

A kukorica (*Zea mays*) az egyik legfontosabb étkezési céllal termesztett, rendkívül változatos fajtákat felmutató gabonanövény. A zárvatermők családjába, az egyszikűek osztályába és a perjevirágúak rendjébe tartozik. A pázsitfűfélék családján belül elhelyezkedő öt faj (*Z. diploperennis*, *Z. luxurians*, *Z. nicaraguensis*, *Z. perennis*, *Z. mays*) egyike (http, 2024m), a kukoricán kívül négy vad faj tartozik még ide, ezek a teosinték. A kukoricának négy alfaját különböztetjük meg (*Z. mays* subsp. *huehuetenangensis*, *Z. mays* subsp. *mexicana*, *Z. mays* subsp. *parviglumis*, *Z. mays* subsp. *mays*) (Wu és mtsai., 2011). Mikroszatellit markerezéssel végzett adatok elemzése alapján úgy tűnik, hogy a kukorica őse eredetileg a Balsas teozinte (*Zea mays* subsp. *parviglumis*) egy viszonylag kis létszámú populációjából került házasításra 9000 évvel ezelőtt (Matsuoka és mtsai., 2002). A legtöbb növény- és állatfaj ebben az időszakban, körülbelül 5000-10 000 évvel ezelőtt került házasításra, ebben az időszakban történt meg többek között a gyapot, köles, rizs, szarvasmarha, juh, kecske domesztikációja is. A mai kukorica fajták az egynyári teozintével könnyedén hibridizálnak, ezek a hibridek termékenyek.

A kukorica napjainkban is rendkívüli változatoságnak örvend a természet és a nemesítés által gyakorolt szelekciós nyomás eredményeként. Genetikai változatossága nagy, ami fenotípusosan is megmutatkozik a több ezer különböző fajtájú kukorica között. A változatosság a méretben, színben, rezisztenciában, kukoricacsőben és a szemek megjelenésében is benne megmutatkozik. Alapvető fajtáit a magvak endospermiumának jellemzői alapján szokták osztályozni. A mag fejlődése során az endospermium biztosítja az embrió számára a megfelelő tápanyagokat a korai fejlődéshez. Ennek a szövetnek az összetétele és mennyisége befolyásolja a magok fizikai megjelenését és a kukorica típusát (csemege, liszt, viaszos, popcorn, stb.) (Dickerson, 2003).

Érdekesség, hogy a kukorica egy olyan házasított növényünk, amely önmagában nem képes szaporodásra, a házasítás során magjai nagyméretűvé váltak, virágzatán annyi mag helyezkedik el, hogy a lehullott magok kicsírázva megfojtják egymást. Így a ma ismert kukorica nem képes a mezőgazdasági kultúrákon kívüli szaporodásra, és ugyan bolygatott helyeken, utak mentén vagy kezeletlen szántóföldeken megjelenhet, egyáltalán nem invazív faj, gyomként nem jelenik meg kultúrákban (http, 2003; Smith és mtsai., 2004).

2.2 Hibridkukorica vetőmag-előállítása Magyarországon

A kukorica alapvetően idegenbeporzó növény, de képes néhány százalékban önbeporzásra is. A hibridkukorica vetőmag-előállítás lényegében erre az önbeporzási képességre épül ([http, 2024m](#)) A hibridkukorica vetőmag-termesztésben az öntözésnek jelentős szerepe van Magyarországon. A termesztéstechnológia fontos eleme az öntözés, mivel ez biztosítja a megfelelő termésmennyiséget és minőséget ([http, 2017d](#)).

A hibridkukorica vetőmag-előállítás Magyarországon hosszú múltra tekint vissza, és továbbra is fontos szerepet játszik a hazai mezőgazdaságban. Az elmúlt évtizedekben a hibridkukorica vetőmag-előállítás volumene Magyarországon jelentősen változott. 1988-ban a vetésterület 57 ezer hektár volt, a fémzárolt vetőmag mennyisége 25 ezer tonna, és a termésátlag 5,7 tonna/hektár volt[1]. Később a vetőmag-előállítás csökkent, de szerencsére a külföldi nemesítők újra felismerték Magyarország lehetőségeit ezen a téren ([http, 2002a](#)).

A hibridkukorica vetőmag előállításában Magyarországon különböző technológiák kerülnek alkalmazásra. Az öntözés fontos szerepet játszik ebben a folyamatban, mivel biztosítja a megfelelő termésmennyiséget és minőséget ([http, 2013](#)). Emellett a termőhely kiválasztása is kulcsfontosságú, mivel a beltenyésztett vonalak érzékenyek a talaj minőségére, ezért gondosan kell megválasztani a területet a vetőmag előállításához ([http, 2002d](#)).

2.3 A kukorica kártevői és betegségei

A kukorica legfőbb kártevői fiatal korban a fritlégy (*Oscinella frit*), kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis*), muharbolha (*Phyllotreta vittula*) ([http, 2019b](#)). Ezen kártevők ugyan jelen vannak a teljes vegetációs ciklus alatt, de juvenilis korban jelentős a kártételük. A vegetációs kártevők közé tartoznak az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*), a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*), a kukorica-gyökértetű (*Tetraneura ulmi*), zöld kukorica-levéltetű (*Rhopalosiphum maydis*), zselnicemeggy-levéltetű (*Rhopalosiphum padi*).

Az amerikai kukoricabogár feltehetőleg egy segélyszállítmánnyal érkezett Európába a délszláv háború alatt, de valószínűleg több behurcolás is történt. A lárvák kártételét először a belgrádi nemzetközi repülőtér közelében észlelték 1992-ben, Magyarországon 1995-ben találták az első imágókat (Szalai, 2012). A kukoricabogár egy jól repülő bogár, amely hatalmas

károkat tud okozni a kukorica állományban imágóként és lárvaként is. Az áttelelt petékből előbújó lárvák május-júniusban kezdik kártételüket a gyökerek rágásával, amely a növény dőlését okozza (hattúnyak) (Bosnyákné, 2016). A júniusban megjelenő bogarak a levelek és szaporítószervek rágásával okoznak kárt, ezen szövetek gazdagon tartalmaznak tokoferolt, amely a bogarak fejlődéséhez szükséges. A portok és a bibeszálak károsításával hiányos termékenyülést és lyukas csöveket idéznek elő ([http](http://), 2021b).

A kukoricamoly Európában őshonos, innen terjedt el az amerikai kontinensre, így a világ mindkét részén jelentős kukorica kártevővé vált, de nem csak a kukoricát fogyasztja előszeretettel, hanem a komló, kender vagy paprika növényeket is. Lárvai a csövet, a címert és a szárat egyaránt károsítják (Nagy A., 2019).

A nagyvadak szintén szeretik a kukoricát, különösen a vaddisznó kedveli nyáron és az őszi folyamán ezeket a táblákat károsítani, de az őzek és a szarvasok kártétele is jelentős lehet. A kukorica a betakarítás után sincs biztonságban a kártevőktől, amelyek elsősorban a kukoricaszuzsok (*Sitophilus zeamais*), a gabonaszuzsok (*Sitophilus granarius*), a raktári gabonamoly (*Nemapogon granellus*), a mezei gabonamoly (*Sitotraga cerealella*) és a nagy kenyérbogár (*Tenebrioides mauritanicus*). Ezen rejtett életmódú kártevők jelenléte a raktározás során hatalmas veszteséget tud okozni (Takács, 2022).

A kukorica betegségei közül a legjelentősebbek a gombák okozta fertőzések. A gombás fertőzések közül visszamaradó különböző toxinok jelenléte befolyásolja az eladhatóságot és az árat. A hazai piacra szánt kukorica esetében az aflatoxin és a deoxinivaleol mennyiségét kell igazolni, az exportra szánt kukorica termény esetén ezeken kívül más mikotoxinokról is kérnek tanúsítványt (Szőke, 2017). A kukorica gombás megbetegedései és kórokozói a kukoricaperonoszpóra (*Sclerophthora macrospora*), a kukorica fuzáriózisa, (*Fusarium graminearum*, *Gibberella zae*, *F. moniliforme*, *G. fujikuroi*, *F. culmorum*), a kukoricarozsda, (*Puccinia sorghi*), a golyvásüszög (*Ustilago maydis*), a sztenokarpellás csőkorhadás (*Stenocarpella maydis*), a rostosüszög (*Sorosporium holci-sorghi*), a kukorica szürke gyökér- és szárkorhadása (*Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia bataticola*), a diplodiás cső- és szárkorhadás (*Diplodia maydis*, *D. macrospora*), valamint többek között a helmintospóriumos levélfoltosság és száradás (*Helminthosporium turcicum*, *H. carbonum*, *H. maydis*).

A mikotoxin szennyezést a szántóföldön leginkább a fusarium fajok okozzák, ez egy talajlakó polifág gomba, éppen a sok gazdanövény miatt biztosan belekerül a vetésforgóba olyan növény, amelyek károsít. Talajlakóként a szármaradványok bontása során indíthatja meg a fertőzést, a fertőzés erősen függ az évjárártól, csapadéktól és az odafigyeléstől ([http](http://), 2017c). Jó védekezés lehet a talaj *Trichoderma* gombáinak emelése, mivel ezen gombák versengenek a

fusarium fajokkal. A mikotoxin szennyezettség mértékét mutatja egy 2022-ben végzett európai, 1000 mintán végzett vizsgálat, melynek során az állattenyésztésben leggyakrabban előállított és felhasznált gabonák és takarmány alapanyagok mintáit vizsgálták ([http](http://), 2022). A minták mindegyikében kimutatható volt mikotoxin szennyezés, és 79%-a a mintáknak többféle (4-5 féle) mikotoxint is tartalmazott.

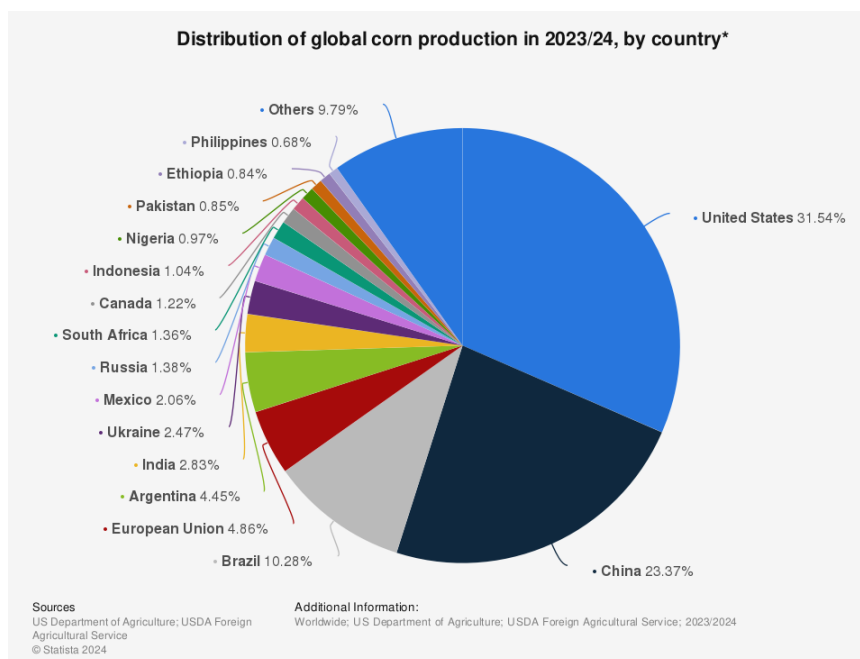
Kukorica esetében az aflatoxin okozza a legnagyobb problémát, amelyek az *Aspergillus flavus* és *Aspergillus parasiticus* penészgombák következtében bekövetkezett fertőzések miatt jelennek meg a terményekben. A mikotoxinok az állati szervezetbe kerülve endokrin diszruptorként viselkednek, befolyásolva a szaporodásbiológiai mutatókat, ami súlyos károkhoz vezethet az állattenyésztési ágazatban. Valamint az állati szövetekben felhalmozódva és a növényi termékekben megjelenve az emberi táplálkozás során bevitt mikotoxinok is egyre súlyosbodó problémát okoznak világszerte.

Gyomnövényeit tekintve a kukorica jellegének köszönhetően túlsúlyban vannak azon gyomok, amelyek a nyárutói egyéves (T4) életmódúak. A kukoricaföldeken az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), az apró szulák (*Convolvulus arvensis*), a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), a fehér libatop (*Chenopodium album*), és a mezei aszat (*Cirsium arvense*) okozza a legfőbb gyomszennyezést. A megfelelő időben és a kukorica jó kondíciójában végzett gyomírtás a legfontosabb a gyomosodás megelőzéséhez.

2.4 A kukoricatermelés jelentősége

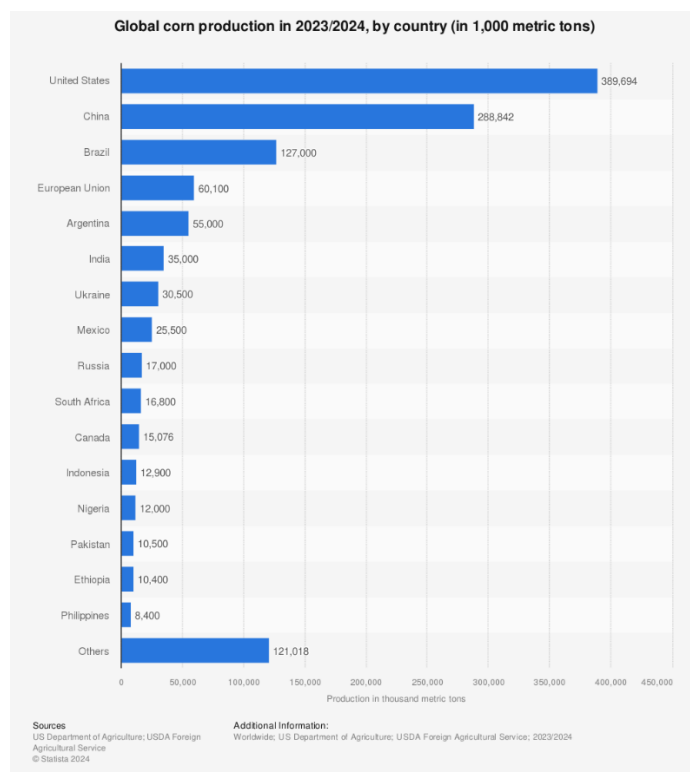
A világ kukoricatermesztésének közel egyharmadát az Egyesült Államok adta 2023/24-ben (1. ábra) (Statista, 2024b). Ha ehhez hozzá vesszük Kína termelését, akkor láthatjuk, hogy ezen két ország a világ kukorica termelésének több mint felét adja. 2022-es adatok szerint csak az Egyesült Államokban hozzávetőleg 80 millió hektárnyi területen termesztettek kukoricát (Shahbandeh, 2023). A kínai kukoricatermelés 2022-ben meghaladta a 277 millió tonnát.

1. ábra: A globális kukoricatermelés megoszlása 2023/24-ben, országonként, forrás: Statista, 2024b



2023/2024-ben várhatóan az Egyesült Államok lesz a világ legnagyobb kukoricatermelője, mintegy 389,7 millió tonna termelési mennyiséggel (Statista, 2024a). A kukorica az Egyesült Államok egyik legfontosabb növénye. Már 2022/23-ban is az Egyesült Államok volt felelős a globális kukoricatermelés közel egyharmadáért és azóta is egyre nő a kukoricatermesztés volumene és az ebből származó bevétel. A legnagyobb kukoricatermelő országok közé Kína és Brazília került (2. ábra).

2. ábra: Globális kukoricatermelés 2023/2024-ben, országonként (1000 tonnában), forrás: Statista, 2024a



2023-ban Iowa és Illinois voltak az Egyesült Államok legjobb államai a kukorica betakarított területe alapján. 2023-ban csak az iowai kukorica termelési értéke megközelítőleg 11,55 millió hektárt tett ki. Összehasonlításként Magyarország 2022-es éves kukoricatermelése 2,76 millió tonna volt (KSH, 2024).

2022/23-ban az Egyesült Államok körülbelül 42,5 millió tonna kukoricát exportált, ezzel az ország a világ második legnagyobb kukoricaexportőre. Ennek a mennyiségnek az exportértéke 2022-ben meghaladta a 19 milliárd USA dollárt. 2022-ben Mexikó és Kína volt az Egyesült Államok kukorica vezető vásárlója, körülbelül 662 millió, illetve 579 millió vékát/bushelt vásároltak (Statista, 2022). Ha ezt tonnában szeretnénk kifejezni, akkor Mexikó 16,8 millió tonnát, és Kína 14,7 millió tonna kukoricát vásárolt az Egyesült Államokból (CFS, 2024).

2.5 A kukorica vetőmagtermesztés helyzete

A kukorica vetőmagtermesztés sikerességét nagyban befolyásolja a termőhely, mert egyes beltenyésztett vonalak rendkívül érzékenyek a talaj minőségére. A vetőmagtermesztéshez jó vízgazdálkodású, tápanyagokban gazdag, könnyen melegedő, semleges pH-val rendelkező csernozjom talajok a legalkalmasabbak. Emiatt az adott üzem összes termőterülete közül a legjobb területet szükséges a kukorica vetőmagtermesztésbe

bevonni. Ez azért is szükséges, mivel a kukorica szülővonalak tápanyag felvevő képessége alacsonyabb az árutermelő hibridekénél. A vetőmagtermesztés kerülendő az olyan táblákon, ahol magas aprószulák, fenyércirok vagy acat szennyezettség van, mert az ezek ellen használt gyomirtószer az értékes vonalakat is károsíthatják (http, 2017a). Előveteménynek nem felel meg a kukorica, mert árvakelés, gyomosodás lehetséges, illetve előszeretettel jelenik meg ilyen esetekben az amerikai kukoricabogár is. Szintén kedvezőtlen előveteménye lehet a cukorrépa, repce, napraforgó. A kukorica vetőmagtermesztés esetén ajánlott elővetemények a kalászosok (http, 2017a).

A kukoricavetőmag termelés esetén különösen fontos a technológiai fegyelem betartása. A talaj előkészítését pontosabban, gondosabban kell végezni és meghatározó szerepe van a jó magágy kialakításának. A vegyszeres gyomirtás eredményességét és az egyöntetű állomány kialakulását a magágykészítéssel alapozhatjuk meg (http, 2017a). Rendkívül fontos tényező, hogy optimális legyen a vetésmélység, a vetés ideje és megfelelő legyen az állománysűrűség. Ezek összességében az apa és anyasorok együttvirágzását is biztosítani fogják. Problémát okozhatnak az aszályos évek, amikor a növények fejlődése, az együttvirágzás és a megtermékenyülés is gondot jelenthet egyes fajták esetén (Hidvégi, 2008). Trágyázás tekintetében akkor járunk el megfelelően, ha az adott területre annyi NPK-műtrágyát juttatunk ki, amennyi 8-10 t/ha árutermelő kukorica hozamnak felel meg, ez különösen a nitrogénellátottság szempontjából fontos.

Emellett fontos tényező, amivel számolni kell, hogy beltenyésztett törzsek előállításának esetén 500 méter, hibridek esetén 200 méter izolációs távolságot kell tartani. A magyarországi kukorica vetőmag termesztés szabályozásáról a 48/2004. (IV.21.) FVM rendelet rendelkezik (http, 2024b). A vetőmag előállítását az adott megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Osztálya felügyeli.

Magyarországon 2022-ben 335 fajta kukorica vetőmagot fémzároltak, 93 718 tonna mennyiségben. Ebből 4 fajta szuperelit, 48 fajtaelit és 286 fajta HF1 szaporítási fokú volt (http, 2023d). Ez az előző évi, 2021-ben termelt mennyiséggel (93 163 tonna) gyakorlatilag megegyezik, azzal a különbséggel, hogy 2021-ben 2 fajta szuperelit, 53 fajtaelit és 322 fajta HF1 szaporítási fokú kukoricavetőmag került fémzárolásra (Medináné, 2022). Jász-Nagykun-Szolnok és Békés megyékben állítanak elő a legnagyobb mértékben kukorica vetőmagot. A vetőmagok áráról elmondható, hogy folyamatosan dráguló tendenciát mutatnak. Egy tonna vetőmag ára átlagosan 2749 ezer forint volt 2023 tavaszán, ami 30%-kal drágábbnak bizonyult, mint 2022-ben (http, 2023d).

A jövedelmezőség erősen függ a munkaerőpiactól, hiszen a vetőmag előállítás során szükséges címerzés egy olyan idénymunka, ami meghatározó szereppel bír. A címerzéskor az öntermékenyülés elkerülésére az anyasorok esetében 0,5%-nál nem maradhat több címer (http, 2017a). Amennyiben homogén a tábla, akkor néhány címerzéssel ezt az eredményt el is lehet érni, ha megfelelő idénymunkásokat találunk a feladatra. A címerzéshez léteznek gépek is, ezek vágó vagy tépő rendszerűek. A géppel végzett címerzés a címer megjelenése előtt négy nappal történik, és kétszer meg kell ismételni 2-3 napot kihagyva. A gépi címerzések között egy kézi brigáddal is át kell nézni a táblát (http, 2017a), azonban még így is sokkal kevesebb a humán erőforrás szükséglete a gépi címerzésnek a kézihez képest. Ez különösen az olyan területeken lehet fontos, ahol nehéz idénymunkást találni. Nyilvánvaló hátránya a gépigény, az üzemanyag felhasználás és a taposás.

2.6 A klímaváltozás hatása a hibridkukorica termesztésre

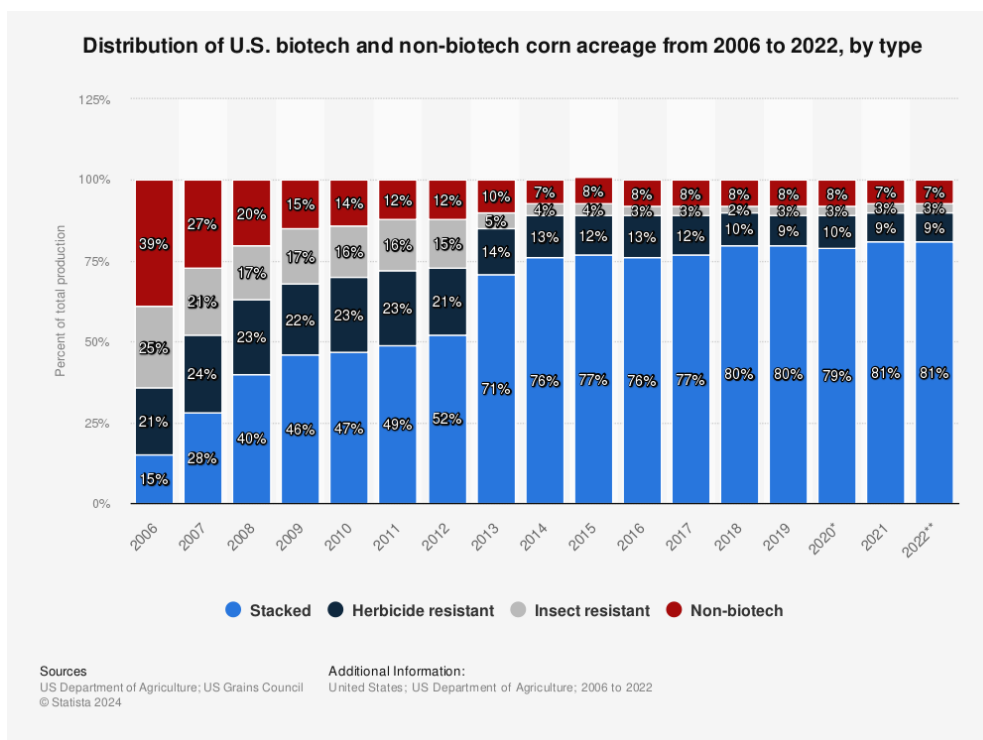
A fentiekből látszik, hogy a kukorica a növénytermesztés legfontosabb terménye, amely nemcsak az élelmiszeriparban, de a takarmányozásban és a bioüzemanyag gyártásban is óriási jelentőséggel bír. A klímaváltozás számos tényezője sújtja a mezőgazdaságot és ez alól a kukoricatermesztés sem kivétel (http, 2024h). Ugyan a kukorica jó alkalmazkodóképességgel bír, de egy vízigényes növényről van szó. A klímaváltozás következtében egyre sűrűsödő aszályok nehéz helyzetbe hozzák a gazdákat.

A klímaváltozáson kívül jelentős hatása van a mezőgazdaságra a Föld egyre növekvő lakosságának. A világ népessége háromszor nagyobb jelenleg, mint a huszadik század közepén, az 1950-es években ugyanis körülbelül 2,5 milliárd volt a népesség, ami 2022 novemberében elérte a nyolc milliárdot (http, 2024k). Ez a növekedés rendkívül gyors ütemű, hiszen 1998 óta kétmilliárd emberrel több van a bolygón, és a következő 30 évben is folyamatosan nőni fog. Becslések szerint 2025-re eléri a 9,8 milliárdot a Föld népessége (http, 2024l). Ezzel a népességnövekedéssel párhuzamosan természetesen együtt jár az élelmiszerigény folyamatos növekedése is. A következő 30 évben az élelmiszerigények várhatóan 50%-ot növekednek majd (Gergely, 2019). Sőt 2050-ig a becslések a növények területén 100-110%-os igény növekedést jósolnak (Tilman és mtsai., 2011).

A genetikailag módosított (GM) növények hasznosságának kérdése egy égető probléma a kukorica termesztés során, amely szorosan kapcsolódik a klímaváltozáshoz és az élelmiszerszükséglet növekedéséhez. A többszörösen módosított kukorica hibridek az Egyesült Államokban rendkívüli népszerűségnek örvendenek, a termőföldek legnagyobb területén ilyen vetőmagokat használnak (Statista, 2024c). A piacot leginkább azon hibridek uralják, ahol a

szárazságtűrés mellett még egy vagy két fontos termelő tulajdonságban genetikai módosítást végeztek (Ezezikai és mtsai., 2012). Mára az Egyesült Államokban található kukorica ültetvények 93%-ában genetikailag módosított kukorica fajtákat használnak, ezen belül a táblák 81%-án olyan fajtát, amely többszörösen genetikailag módosított (3. ábra).

3. ábra: Az Egyesült Államok biotechnológiával módosított és nem módosított kukorica területeinek megoszlása 2006 és 2022 között, típusonként. forrás: Statista, 2024c



Míg a világ egyik felén, különösen az Egyesült Államokban, Brazíliában, Argentínában vagy Kanadában nagy mennyiségben termesztene és használnak fel géntechnológiával módosított növényeket, addig Európa megosztott a GM kukorica fajták használatának és behozatalának tekintetében, bár a GM fajták vetésterülete növekszik az EU-ban (Baklanova, 2022; http, 2017b). Az Európai Bizottság és az Európai Parlament ellentétes álláspontja is nehezíti a helyzetet, az Európai Parlament nagyrészt ellenzi a GM kukoricák használatát (http, 2021c). Nagy ellenállás mutatkozik a GM fajták használatát illetően Lengyelországban, Ausztriában és Magyarországon, de az Európai Parlament nagy része a GM termények behozatala ellen van (Kóta, 2021). A GM fajták használatának fő ellenérve az, hogy ezen fajtákban olyan toxinok termelődnek, amelyek a növényt károsító, rágó állatokat pusztítják el, így csökkentve a biodiverzitást.

Emellett sok más érv is szól a GM fajták használata ellen, de mivel ez egy hatalmas piac, amit nagy cégek (Monsanto, BASF, DuPont, Syngenta...) uralnak, rendkívül nehéz

pontosan tájékozódni. Azonban meg kellene különböztetni a toxin termelő tulajdonságokat azon genetikai módosításoktól, amelyek a szárazságtűrést fokozzák, hiszen ez utóbbi kulcsfontosságú értékmérő tulajdonsággá válik majd a következő évtizedek során és a genetikai módosítás segítségével a nemesítési eljárások felgyorsíthatók (Chen és mtsai., 2019).

2.7 A kukorica öntözése

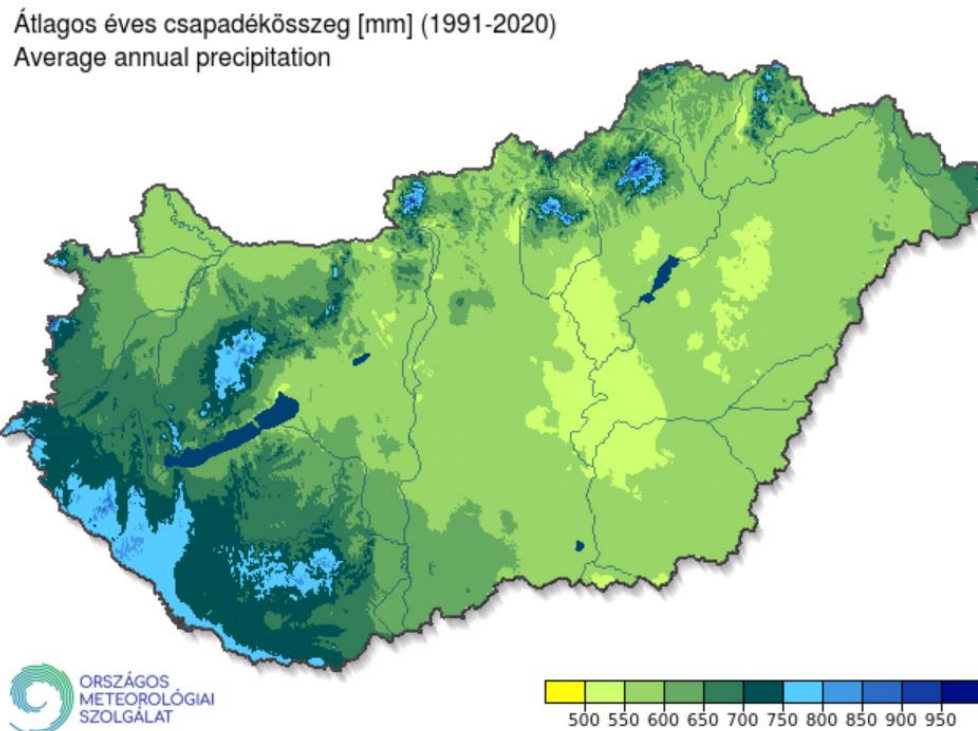
Hazánk klímája minden szántóföldi növénykultúra termelésbiztonsága szempontjából tartogat kockázati tényezőket. Ez különösen igazgá válik a változó és egyre több szélsőséget magával hozó klímaváltozás során. A növények vízfelvétele folyamatos, míg a csapadék mennyisége és eloszlása rendkívül változó tud lenni. Azt, hogy a növények mégis folyamatosan tudjanak vízhez jutni érdemben befolyásolják a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai. Ezen tulajdonságok közül alapvető a vízbefogadó és víztartó képesség, a vízkapacitás, a felvehető és a holt víz aránya, a talajvíz elhelyezkedése (Pepó, 2014). Ezen paraméterek természetesen folyamatos változásban vannak, amely változásra a szántóföldi növénytermesztési technológiákkal a gazdálkodók is komoly hatást gyakorolnak.

A klímaváltozás következtében egyre több esetben van szükség a termelési technológia megváltoztatására, amely nemcsak a megfelelő talajszerkezet kialakítást és talaj tápanyagtartalom megőrzést foglalja magában. A fajtaválasztás és az és a helyes agrotechnika megválasztása mellett növekvő szerep jut az öntözésnek is.

A kukorica az egyik legérzékenyebb szántóföldi növény a vízellátás tekintetében. A legtöbb külföldi és hazai vetőmag forgalmazó cég olyan hibrideket árusít, amelyek az aszályos időjáráshoz alkalmazkodni tudnak.

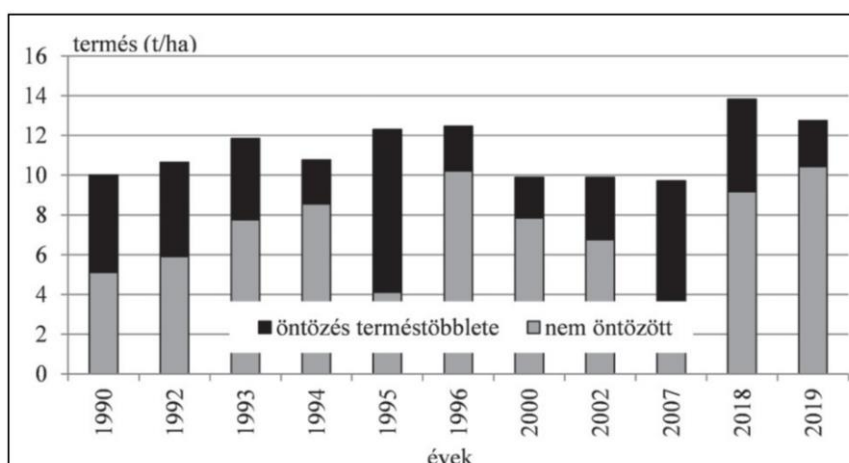
A kukorica vízigénye a teljes tenyészidőszakon 720-960 mm közötti érték (Fitos-Bedő, 2021). Így hazánkban egyre inkább szükség van a kukorica öntözésére, hiszen Magyarország átlagos éves csapadékmennyisége különösen az alföldi területeken mindössze 550-600 mm (4. ábra) ([http](http://), 2024n).

4. ábra: Magyarország átlagos évi csapadékösszege az 1991-2020-ig tartó időszakban. (mm) (forrás: [http, 2024n](http://))



A kukorica öntözése néhány kritikus fejlődési szakaszban különösen fontos, mert a nedvességhiány okozta stressz nagy termés kiesést okoz. Ezek a kritikus szakaszok a szögcsíra állapot, az intenzív hosszirányú növekedés kezdeti szakasza, a címerhányás, a nővirágzás és a szemek kitelítődésének periódusa (Fitos-Bedő, 2021). Csapadékszegény időjárás esetén és a fenti fejlődési szakaszokban különösen fontos tehát a megfelelő vízellátottság biztosítása a kukorica számára. A címerhányás időszaka alatti vízhiány akár 40*50%-os termés csökkenéshez is vezethet (Nagy J., 2024). A kukorica vízigénye szempontjából a legkritikusabb időszak a nyári hónapok, június, július, augusztus. A címerhányás, virágzás és korai magfejlődés fenológiai szakaszaiban a napi vízfogyasztás körülbelül 4-6 mm közötti értéket vesz fel (Pepó, 2014). Az öntözést a kukorica esetében nem szabad túl korán kezdeni, mert ezzel a gyökerek fejlődését gátolhatjuk, így azok nem jutnak elég mélyre a talajban. Az öntözés akkor sikeres, ha a talaj tápanyagellátottsága is megfelelő. Az 5. ábrán egy debreceni példán keresztül jól látható, hogy az okszerű öntözéssel akár 4-6 t/ha termésnövekményt is el lehet érni kukorica esetén (Nagy J., 2024).

5. ábra: Az öntözés hatása a kukorica termésmennyiségére. Debrecen (forrás: Nagy J., 2024)



Fontos azonban megemlíteni, hogy a túlzott vízellátás több hátránnyal jár, mint az alulöntözés. Kórokozók megjelenését hozhatja magával, a műtrágyák túlzott mértékű talajvízbe mosódását okozhatja, lehűtheti a talajt, amely stresszt okoz a növényeknek, valamint a túlzott vízellátottság alacsony termelési szinthez vezet a víz- és műtrágya felhasználás hatékonyságának csökkenése miatt (Fitos-Bedő, 2021).

Az öntözés bevezetése és alkalmazása sok tényezőtől függ, a talaj fajtájától, állapotától kezdve az elérhető vízkészleten át a rendelkezésre álló berendezésekig. Az okszerű öntözési rendszer kialakításával elérhetjük, hogy növényállományunkat megvédjük az aszály súlyos következményeitől.

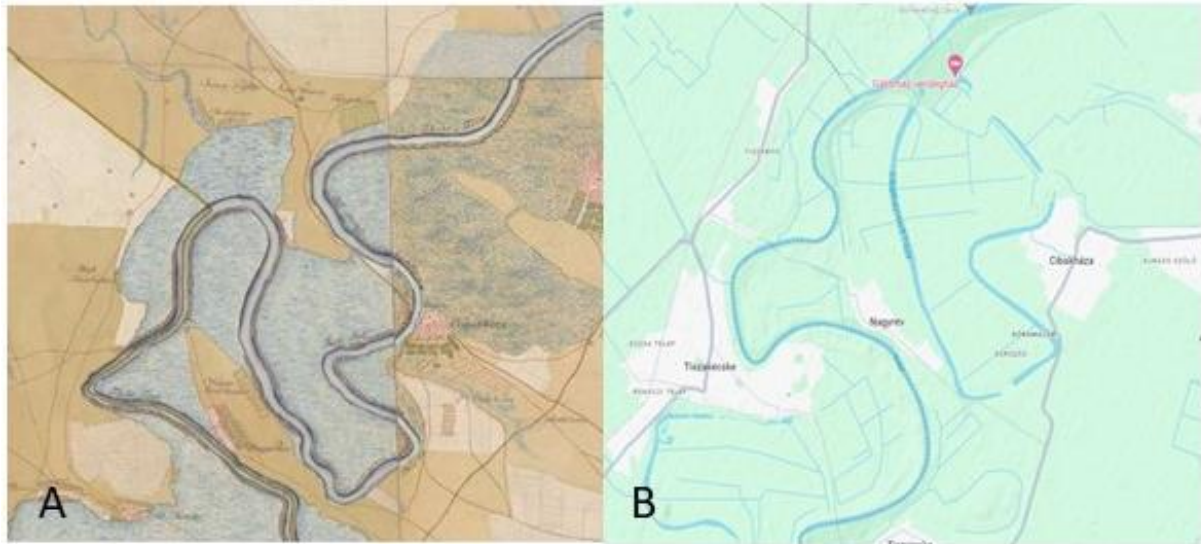
2.8 A Cibakházi Holt-Tisza

Cibakháza Jász-Nagykun-Szolnok megye délnyugati peremén található, a Tisza bal partján. A falu jellegzetessége a Tisza és a Körös alsó folyása által körbevett táj. Cibakháza lakóinak száma 2023-ban körülbelül 3600 fő volt, de a népessége folyamatosan csökkenő tendenciát mutat (http, 2024f). A Cibakházi Holt-Tisza a leghosszabb holtága a Tiszának. Cibakháza a teljes vízterület kezelője. A vadregényes vízterületet rekreációs célokra is használják, kiterjed horgászat folyik rajta, sok nyaraló és horgász szállás is található a környéken.

A Cibakházi Holt-Tisza körülbelül 17 km-es hosszúságban kanyarog (6. ábra), átlagos szélessége 140 méter, az átlagos vízmélység pedig 2,65 méter (http, 2024f, 2024d). A Tisza szabályozásának során 1856-ban alakították ki. Ezzel a víztérfogata körülbelül 2000 millió köbméterre tehető. A Tiszazug kistérség hazánk egyik legszárazabb területe, ami

ellentmondásosnak tűnhet egy ennyi vízzel körülvett tájegység esetében. A holtágnak több szakaszát különböztetjük meg, melyek nevei hagyomány útján eredeztethetők. Ilyen nevek a Kistorok, Szakadás, Pipagyújtó vagy a Nagyörvény, ahol a holtág legmélyebb, több mint hét méteres.

6. ábra: A Cibakházi Holt-Tisza a szabályozás előtt (A kép), 1782 körül, és jelenleg (B kép) (forrás: [http, 2024d,2024b](http://2024d,2024b))



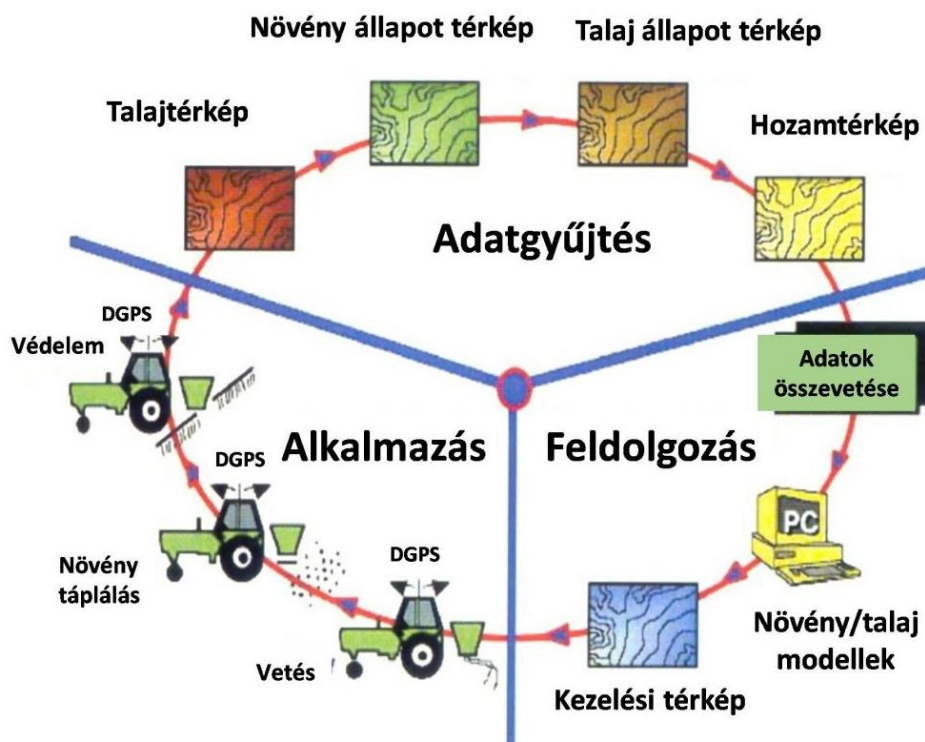
A holtág és annak különösen a Cibakháza felé eső szakasza ismert egyedülálló madárvilágáról (szárcsa, vörös és szürke gém, nagy kócsag, récék), valamint az egész vízfelület kedvelt horgászhely az édesvízi halak széles elterjedtségének és fajgazdagságának (csuka, balin, compó, süllő, harcsa, kárászfélék) köszönhetően.

2.9 Precíziós gazdálkodás

A gyorsuló klímaváltozás és a vízkészlet csökkenése mellett jelen lévő egyre nagyobb élelmiszerigényhez alkalmazkodnia kell a teljes mezőgazdasági ágazatnak. Emellett a környezetvédelem szempontjai, a fenntarthatóság és az élelmiszerbiztonság is egyre nagyobb szerepet kap a vásárlói igények kialakításának területén. Ezen okok miatt sürgős szükség van a növénytermesztési technológiák innovációjára a mezőgazdaságban a termelékenység és a fenntarthatóság növelése érdekében (Chen és mtsai., 2019).

A precíziós mezőgazdaság olyan technológiák összessége, amelyek globális helymeghatározást, információs rendszereket, érzékelőket és továbbfejlesztett gépeket használ fel a termelés optimalizálására. A precíziós technológiák segítségével egy adott területen belüli változékonyságok és bizonytalanságok befolyását lehet minimális szintre csökkenteni, és a termelési kapacitások helyspecifikus meghatározásával és kihasználásával maximalizálni az erőforrások kihasználását (Gebbers & Adamchuk, 2010). Mindezt a környezet, talaj fenntartható használata mellett (http, 2021a) (7.ábra).

7. ábra: A precíziós és digitális mezőgazdaság adattípusai és felhasználásuk. (forrás: http, 2021a)



A mezőgazdasági ágazatot is áthatja az egyre szélesebb körű digitalizáció, amely segíti a termelőket a jobb becslések, pontosabb kezelések végrehajtásában, így végsősoron a tevékenység optimalizálásához vezet (http, 2024e). Emellett a digitális adatok felhasználása segít a fenntarthatóságban és a mezőgazdaság amúgy nagy ökológiai lábnyomának csökkentésében. A digitális mezőgazdaság a precíziós termesztés során alkalmazott technológiák és érzékelők által összegyűjtött nagytömegű adat feldolgozásán és hasznosításán alapul (http, 2024g).

A precíziós mezőgazdaságban alkalmazott termelési rendszer egyes elemei egymás után következő logikai sorrendben következnek, melynek alapja az adatok gyűjtése a területről. Ezek a térinformatikai adatok szolgálnak a tervezés alapjául. Ilyen adat a talaj alapvető tulajdonságainak térorientált gyűjtése az adott területen, különös tekintettel a beltartalmi értékekre, humusz tartalom, nátrium, kálium, foszfor tartalom, valamint fontos adat az adott területen az elmúlt években termelt növénykultúra is. Ezen információk alapján történő döntéshozatal után történik bármilyen művelési mód megvalósítása.

A precíziós mezőgazdaság tehát az adatalapú döntéshozatal elvén működik. Ez magában foglalja különböző típusú adatok gyűjtését és elemzését, mint például a talajösszetétel, időjárási mintázatok, növényegészség és gépek teljesítménye. Az adatgyűjtés első lépése a különböző forrásokból történik, mint például érzékelők, drónok, műholdképek és időjárásállomások. Információkat gyűjthetünk a talajösszetételről, talajnedvességről, hőmérsékletekről, növényegészségről és más fontos tényezőkről.

Az adatelemzés során feldolgozzuk és elemezzük az összegyűjtött adatokat fejlett technológiák és szoftverek segítségével. Földrajzi Információs Rendszereket (GIS) használunk olyan részletes térképek létrehozásához, amelyek ábrázolják a talajtulajdonságok, növényegészség és más tényezők változásait. A precíziós térképezés során az elemzett adatok és a specifikus növényigények alapján készül egy térkép, amely alapján meghatározható a kijuttatandó műtrágya, víz, növényvédőszer mennyisége.

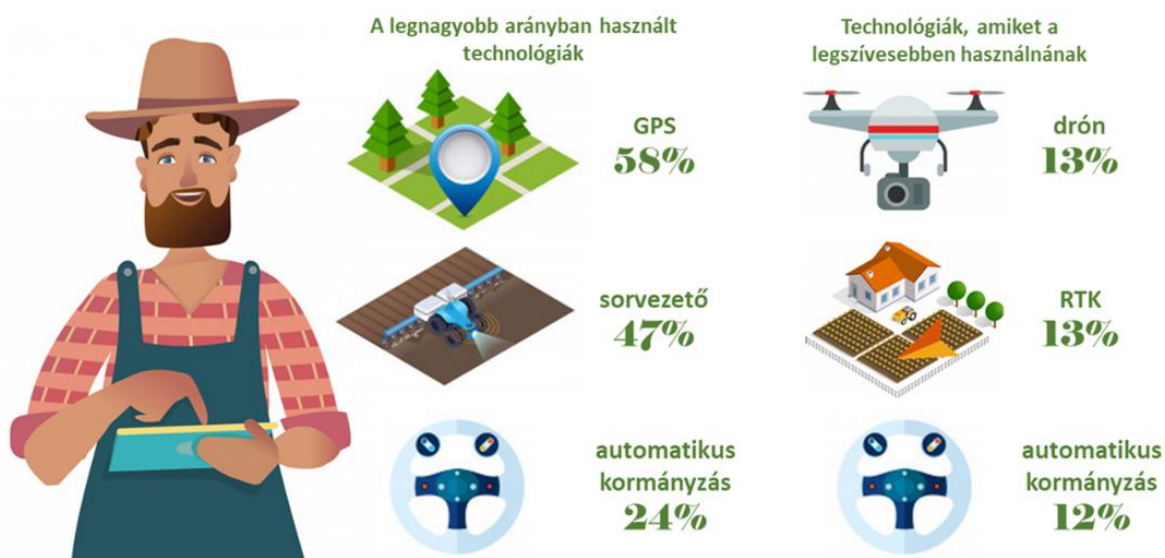
Ezután a mezőgazdasági gépekkel egy vagy több ütemben történhet a kijuttatás. Betakarításkor az egyes területeken belüli a hozamok monitorozásával és feljegyzésével hozamtérképeket hozunk létre. Az évek során összegyűjtött adatokat feljegyzésekkel és más releváns információkkal együtt lejegyezzük és tanulmányozzuk. Ekkor jön létre egy átfogó adatbázis a hosszútávú és folyamatos elemzés és döntéshozatal támogatására. Ezen adatbázis használatával azonosíthatók az olyan területek is, ahol beavatkozás szükséges a termelési technológiát illetően (http, 2023b).

A szántóföldi műveleteket DGPS (differenciális helymeghatározás) alapú helymeghatározást használó mezőgazdasági gépekkel végzik, amelyek képesek a táblán belül akár centiméter alapú tájékozódásra. A DGPS-szel működő gépek a globális helymeghatározó rendszerük (néhány méter pontosság) adatait kiegészítik olyan földi sugárzású jelekkel, amelyek pontosítják a hely adatokat, valamint kiszűrik a mérési hibákból adó pontatlanságakat. A korrekciók segítségével elérhető a lokáció centiméter pontos mérése. A sorközműveléssel járó műveletek esetén különösen fontos a pontos geolokáció, de a műtrágyák táblán belüli szükséges mennyiségének kijuttatása esetén sem elegendő a korrekció mentes GPS lokáció használata. Vannak ingyenesen használható jelek, például az EGNOS (európai geostacionárius navigációs átfedési szolgáltatás) ([http](http://), 2023c), amellyel 15-20 cm pontosságú helymeghatározás érhető el. Azonban ez a pontosság nem elegendő az automata kormányzással rendelkező mezőgazdasági gépek esetén, így az előfizetési szolgáltatások használata az elterjedt ([http](http://), 2020). Minden szántóföldi műveletet és a műveletek során az érzékelőkkel szerzett adatot pontos lokációval látnak el, ami lehetővé teszi a precíziós gazdálkodást.

A magyarországi viszonyokat tekintve egy 2019-es felmérés szerint a precíziós gazdálkodást a gazdálkodók 79%-a ismeri ([http](http://), 2019a; Redaktor, 2019) és körülbelül 23%-a a gazdaságoknak használ is precíziós gazdálkodást. A kutatás a precíziós gazdálkodás alatt a következő definíciót érti: *„A precíziós gazdálkodás során a termelő a területi változatosságot figyelembe vevő (helyspecifikus) információk alapján műveli a földjét, adatokat gyűjt a talajról, a munkafolyamatokról, valamint a hozamokról, és ezeket az információkat hasznosítja is a következő időszakokban. A precíziós gazdálkodás egyik fő jellemzője, hogy a gazdálkodás minden szakaszában kiemelt szerepet kapnak a modern technológiák és a digitális eszközök. A precíziós gazdálkodás segítségével növelhető a termelékenység, a termésbiztonság, a jövedelmezőség, a gazdák időt és pénzt spórolhatnak, és csökken a környezetterhelés.”* ([http](http://), 2019a).

Magyarországon a legelterjedtebb technológia a precíziós gazdálkodást folytató vállalkozások esetén a GPS, ezt követi a sorvezető és az automatikus kormányzás (8. ábra). A gazdák leginkább a drónokat, a valós idejű mozgásirányítási rendszereket (RTK) és az automatikus kormányzást vezetnék be, amennyiben tehetnék ([http](http://), 2019a).

8. ábra: A gazdálkodók viszonya a precíziós mezőgazdasághoz. N=1002, 50 ha feletti gazdálkodások (forrás: [http, 2019a](http://2019a))



Természetesen a precíziós gazdálkodásnak is vannak hátrányai. Drága módszerek, különösen a bekerülési értéküket tekintve, amelyekről érdemes előtte pontosan tájékozódni és átlátni azt, hogy az adott gazdaság számára milyen előnyöket tud nyújtani. További hátrány, hogy a sok adat között néha nehéz tájékozódni, illetve valamennyi technikai tudás is szükséges.

A precíziós gazdálkodásnak a következő technikái léteznek ([http, 2023b](http://2023b)):

- Változó arányú technológia (VRT): Magában foglalja az inputanyagok, például műtrágyák, növényvédő szerek és öntözés alkalmazásának pontos beállítását a szántóföld különböző területeinek egyedi igényei alapján. Ide tartozik a precíziós műtrágyázás és a precíziós növényvédelem is.
- Távérzékelés: A távérzékelés műholdakat, drónokat és különböző érzékelőket használ a növények egészségére, a talajnedvességre és más környezeti tényezőkre vonatkozó adatok gyűjtésére. Ezek az adatok segítenek a gazdáknak abban, hogy hatékonyabban felügyeljék és kezeljék földjeiket, egy-egy betegség vagy kártevő megjelenésekor időben közbe tudjanak lépni.
- Differenciális helymeghatározás (DGPS): A DGPS-technológia hajszálpontosan irányítja a mezőgazdasági gépeket, biztosítva a pontos vetést, művelést és betakarítást. Ez csökkenti az átfedéseket, minimalizálja a talajtömörödést, valamint időt és erőforrásokat takarít meg.
- Automatizált öntözőrendszerek: Ezek a rendszerek valós idejű adatokat használnak az öntözés vezérléséhez, a megfelelő mennyiségű vizet juttatva a

szántóföld minden egyes szakaszára. Ez megakadályozza a vízpazarlást és fenntartja a talaj optimális nedvességtartalmát.

- Hozamfigyelés és -feltérképezés: A betakarítóberendezéseken lévő hozamfigyelő érzékelők adatokat gyűjtenek a termés hozamról, amelyeket aztán hozamtérképek készítéséhez használnak fel. Ezen térképeken jól láthatók a termés hozam-ingadozások a szántóföldeken belül, ami segíti a gazdákat a megalapozott döntések meghozatalában.
- Precíziós vetés: A precíziós vetés biztosítja a vetőmagok megfelelő elhelyezését és mélységét, elősegítve a növények egyenletes kelését és a termés hozam maximalizálását.
- Térinformatika (GIS) térképezés: A GIS-technológia különböző adatforrásokat integrál, hogy részletes terepi térképeket hozzon létre, amelyek a talajtípusokat, a domborzatot és más fontos információkat jelenítenek meg. Ezek a térképek segítik a döntéshozatalt és a tervezést.
- Adatelemzés és döntéstámogató rendszerek: A fejlett adatelemző eszközök és szoftverek feldolgozzák a különböző forrásokból származó információkat, segítve a gazdálkodókat abban, hogy adatvezérelt döntéseket hozzanak a telepítéssel, trágyázással és kártevők elleni védekezéssel kapcsolatban.
- Intelligens kártevő- és betegségkezelés: A precíziós gazdálkodás érzékelőket és az érzékelőkből származó adatok elemzését alkalmazza a kártevők és betegségek korai felismerésére, ami lehetővé teszi a célzott beavatkozást és csökkenti a túlzott vegyszeres kezelések szükségességét.
- Előrejelző gazdálkodási modellek: A múltbeli adatok és a gépi tanulási algoritmusok segítségével a prediktív gazdálkodási modellek előre jelzik a jövőbeli termés hozamokat, a betegségkitöréseket és az optimális ültetési időpontokat. Ez segíti a gazdálkodókat a proaktív tervezésben.
- Robotika és automatizálás: Az érzékelőkkel és kamerákkal felszerelt robotok precízen végezhetnek olyan feladatokat, mint a gyomirtás, a metszés és a betakarítás, csökkentve ezzel a munkaerőköltségeket és növelve a hatékonyságot. Ugyan ez egy rendkívül drága technológia, de tekintve a képzett munkaerő fogyását hosszútávon megtérülhet a befektetés.

2.10 Precíziós öntözés

A klímaváltozás és a világ népességének gyors növekedése miatt az édesvíz iránti igény egyre növekszik, és ezen tényezők komoly veszélyforrást jelentenek a vízhasználatra és az élelmezésbiztonságra. Világszerte sok mezőgazdasági tevékenységhez használnak fel nagy mennyiségű vizet a hozambiztonság és hozamfokozás érdekében. Azonban a mezőgazdasági tevékenységek által nem okszerűen alkalmazott, túl nagy mértékű vízfogyasztás a vízkészletre súlyos hatással lehet. Ezen termelési és környezetvédelmi érvek szólnak a precíziós öntözéses gazdálkodási rendszerek kialakítása és elterjedése mellett (Abioye és mtsai., 2020).

Hagyományos öntözési rendszerek esetén az adott szántóföldi növénytermesztési egység, tábla minden területén egységes öntözést alkalmaznak anélkül, hogy figyelembe vennék a konkrét szántóföld vagy terület vízigényét vagy annak változásait. A hagyományos öntözés nem víztakarékos, a gazdaság egyes részein túlóntozáshez vezet, míg más területek több vizet igényelnének. Mind az alul- mind a túlóntozás a növények számára stresszt okoz (Abioye és mtsai., 2020).

A precíziós öntözés az érzékelőkkel különféle fizikai és termelési információk integrálása az öntözéshez szükséges döntési folyamatba. A precíziós öntözés fő célja a lehető legvíztakarékosabban a lehető legtöbb terményt előállítani, tehát az édesvízkészlet optimalizálása mellett elérni a hasznon maximalizálását. A precíziós öntözés figyelembe veszi a talaj térben és időben zajló változásait, a talajszerkezetet, az időjárási változókat és ideális esetben minden olyan ismert paramétert, amely hat az adott terület vízfelhasználására (Capraro és mtsai., 2018).

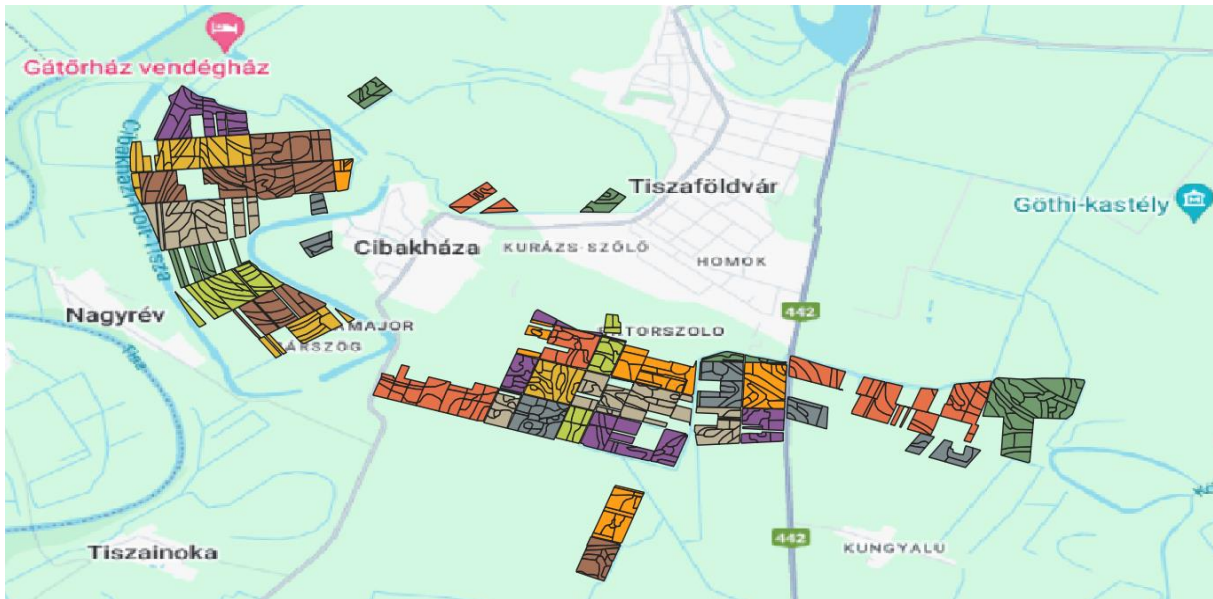
A precíziós öntözési technológiák a helyesen megválasztott eszközökkel nemcsak a növények megfelelő vízellátottságát biztosítják, hanem képesek a talajnedvességet megfelelő szinten tartani, így a víz nem a talajfelszínen folyik el, vagy nem a mélyebb rétegekbe vándorol, hanem eléri a növények gyökereit és ott a növények számára felvehető formában jelenik meg (Daccache és mtsai., 2015).

3 Anyag és Módszer

3.1 A vizsgálatok helyszíne

Diplomamunkámat a cibakházi CISZÖV 49 Kft-területén végeztem, ahol jelenleg is agronómusként dolgozom. A cégünk Cibakházán található és megközelítőleg 2000 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést a Holt-Tisza mentén (9. ábra).

9. ábra: A CISZÖV 49 Kft. szántóföldi területei. (Forrás: QGIS)



A CISZÖV 49 Kft. másik profilja az állattartás, 480 tejelő szarvasmarha és azok szaporulata képezi a cég állattenyésztési ágazatának alapját. Cégünk ezeken kívül bértárolással is foglalkozik, erre 18 darab tároló áll rendelkezésünkre, amelyek együttesen több mint 50 000 tonna tárolókapacitást tesznek lehetővé. A CISZÖV 49 Kft. a 2000-es évek elejétől foglalkozik kukorica és búza vetőmag előállítással.

Cégünk gépparkja a mai kornak megfelelő. Az erőgépeink 80%-án van RTK jellel vezérelt 2 cm pontosságú robotkormány, amely nagyban megkönnyíti a precíz műveletek elvégzését. A hibrid kukorica termesztésnél nagy segítség a 2 cm pontosságú robotkormány mivel a vetések több műveletben történnek (az anya, illetve az apa frakciókat külön vetjük). A cégünk rendelkezik külön erre a célra épített apa vetőgéppel, mivel a területeink nagy részén vetőmagot állítunk elő. A cég területei nagy részben öntözhetőek. 6 db Valmont esőztető lineár áll a rendelkezésünkre, e mellett van még 12db csévéző dobos Bauer Rainstar E31 -es öntöződobunk.

A szakdolgozatomban leírt vizsgálatokhoz és megállapításaihoz példaként használt tábla azonosítója T4/B (10. ábra). A tábla mérete 85 ha.

10. ábra: A CISZÖV 49 Kft. T4/B táblája világoszölddel kiemelve látható a térképen.



Vizsgálataimat a T4/B táblán végzett hibrid kukorica előállítás 2021., 2022., 2023. évi adatainak segítségével végeztem.

3.2 Időjárási adatok

A Cibakházára vonatkozó időjárási adatokat a Meteoblue honlapjáról (www.meteoblue.hu) töltöttem le (http, 2024i), mivel az időjárási adatok rögzítése nem történt meg a vizsgált időszakban. Az oldalról származó meteogram az éghajlat a hőmérséklet, a csapadékmennyiség és a csapadéknapok éves alakulását, valamint a legközelebbi időjárási állomás szélmeréseit mutatja (http, 2024i). Ezek a mérések legalább 10 évet ölelnek fel. A rövidebb mérési időszorral rendelkező meteorológiai állomások nem szerepelnek a Meteoblue adatbázisban, így az eredményekben szereplő ábrán egy minimum tíz éves átlag szerepel. Ezért a megjelenített időjárási állomás mindig a legközelebbi, olyan mérésekkel rendelkező állomás, amely legalább 10 éves adatbázissal dolgozik, esetünkben ez az állomás a szolnoki, ami 18 km-re helyezkedik el Cibakházától.

Az éghajlatváltozási adatokat szintén a Meteoblue adatbázisából töltöttem le, itt 1979-től találhatók adatok a csapadék mennyiségi változásának és a hőmérséklet változásának szempontjából (http, 2024i).

Magyarországi éves átlagos időjárási adatokat a Központi Statisztikai Hivatal oldaláról töltöttem le (https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0037.html) (http, 2024a).

3.3 Alkalmazott szántóföldi technológiák

A T4/B tábla esetében a 2021-es évtől kezdve hibridkukorica vetőmag előállítását folytattunk. A 2021-es évben a következő agrotechnikai beavatkozásokat hajtottuk végre (1. táblázat).

1. táblázat: A T4/B táblán végrehajtott agrotechnikai műveletek összefoglalása.

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	GÉPKAPCSOLAT	KIJUTTATOTT INPUT
2021. március 2., kedd	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
2021. április 26., hétfő	műtrágya szórás	Fendt 720+ Rauch Axis	250kg 8:20:30+ 250kg MAS
2021. április 26., hétfő	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
2021. május 6., csütörtök	vetés apa1	Fendt 310+kverneland optima	talajfertőtlenítő
2021. május 11., kedd	vetés anya apa2	Fendt 720+vaderstad tempo	talajfertőtlenítő
2021. május 11., kedd	permetezés	John Deere önjáró	gyomirtás
2021. június 11., péntek	kultivátorozás	Fendt 310+KSMK	150kg MAS
2021. május 20., csütörtök	permetezés	John Deere önjáró	gyomirtás
2021. július 1., csütörtök	gépi+kézi címerezés	Frema címerezőgép	12 nap
2021. július 7., szerda	permetezés	John Deere önjáró	rovarölő
2021. augusztus 29., vasárnap	szárzúzás	Fendt 724+zuzó	
2021. szeptember 15., szerda	tárcsázás	Callenger 865b+tárcsa	
2021.május.05.-augusztus.10.	öntözés	Bauer Rainstar	2130m3/ha

Látható, hogy a 2021-es évben 2130 m3/ha vizet juttatunk ki több menetben a területre május 5-től augusztus 10-ig. A betakarítás után szárzúzást és tárcsázást végeztünk.

A következő, 2022-es év során ugyanezt a volumenű öntözést alkalmaztuk, a műveleteket a 2.táblázat foglalja össze. A betakarítás után szárzúzást és tárcsázást végeztünk.

2. táblázat: A 2022-es évben alkalmazott munkaműveletek

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	GÉPKAPCSOLAT	KIJUTTATOTT INPUT
2022. február 22., kedd	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressive	
2022. március 29., kedd	műtrágya szórás	Fendt 720+ Rauch Axis	250kg 8:24:24+ 200kg MAS
2022. március 30., szerda	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressive	
2022. május 4., szerda	magágykészítés	Fendt 930+ lemken	
2022. május 7., szombat	vetés anya apa1	Fendt 720+vaderstad tempo	talajfertőtlenítő
2022. május 12., csütörtök	vetés apa2	Fendt 310+kverneland optima	talajfertőtlenítő
2022. május 12., csütörtök	permetezés	John Deere önjáró	gyomirtás
2022. május 20., péntek	permetezés	John Deere önjáró	gyomirtás
2022. június 2., csütörtök	kombinátorozás	Fendt 310+KSMk	100kg Karbamid
2022. július 1., péntek	gépi+kézi címerezés	Frema címerezőgép	12 nap
2022. július 7., csütörtök	permetezés	John Deere önjáró	rovarölő
2022. augusztus 29., hétfő	szárzúzás	Fendt 724+zuzó	
2022. szeptember 15., csütörtök	tárcsázás	Callenger 865b+tárcsa	
2022.május.05.- augusztus.10.	öntözés	Bauer Rainstar	2130m3/ha

Végül a 2023-as évben alkalmazott agrotechnikai beavatkozásokat a 3. táblázat foglalja megfelelően. 2023-as évi betakarítási munkálatok után szárzúzásra és egy őszi mélyszántásra is sor került.

Az öntözést mindhárom évben a Bauer Rainstar csévélődobos öntözőberendezéssel végeztük, amely egy két kerékkel rendelkező, állítható nyomtávú öntöző.

3. táblázat: A 2023-as év során végzett műveletek listája.

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	GÉPKAPCSOLAT	KIJUTTATOTT INPUT
2023. március 9., csütörtök	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
2023. április 9., vasárnap	műtrágya szórás	Fendt 720+ Rauch Axis	250kg 10:26:26+ 200kg MAS
2023. április 9., vasárnap	kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
2023. május 5., péntek	vetés anya+apa	Fendt 720+vaderstad tempo	talajfertőtlenítő
2023. május 13., szombat	vetés apa2	Fendt 310+kvernelad optima	talajfertőtlenítő
2023. május 7., vasárnap	permetezés	John Deere önjáró	Lumax
2023. május 15., hétfő	permetezés	John Deere önjáró	Laudis
2023. június 1., csütörtök	kultivátorozás	Fendt 310+KSMK	150kg MAS
2023. június 21., szerda	gépi+kézi címerezés	Frema címerezőgép	12 nap
2023. július 2., vasárnap	permetezés	John Deere önjáró	Coragen
2023. szeptember 15., péntek	szárzúzás	Fendt 722+ zúzó	
2023. október 24., kedd	őszi mélyszántás	Fendt 930+lemken eke	
2022.március.15.- augusztus.30.	öntözés	Bauer Rainstar	980m3/ha

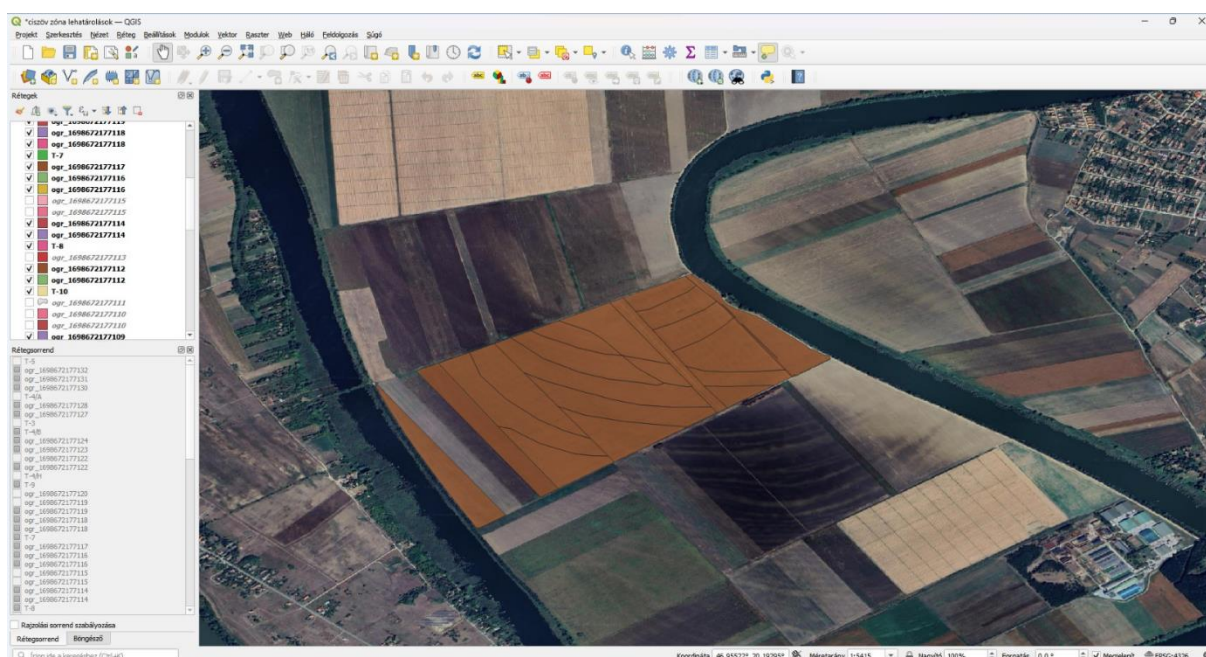
3.4 Talajadottságok

A T4/B tábla talaja réti öntéstalaj. Átlagos tengerszint feletti magassága 83 és 95 m között változik. A területet viszonylag változatos felszín jellemzi, kiszáradt morotvamaradványok, csatornává alakított egykori holtágak, valamint kunhalmok tagolják. A terület legnagyobb részét homokos löszök borítják, de jelentős a homok is, jellemzőek a könnyebb művelésű talajok.

3.5 Zóna lehatárolások

A nyílt forráskódú QGIS földrajzi információs rendszer szoftver segítségével végeztük a zóna lehatárolásokat (11. ábra) (http, 2024c). Ez egy olyan felhasználóbarát program, amely a vektoros és raszteres adatok kombinációit különböző formában és vetületekben tudja ábrázolni. Segítségével térképeket készíthetünk és interaktív módon böngészhetjük azokat, továbbá különböző rétegeket adhatunk a térképeinkhez. Ezeken kívül mintavételi pontokat regisztráló, geometriai és adatbázis kezelő funkciókat is tartalmaz. Az alkalmazás megtalálható a <https://www.qgis.org> weboldalon.

11. ábra: A QGIS szoftver kezelőfelülete.



3.6 Műholdképek

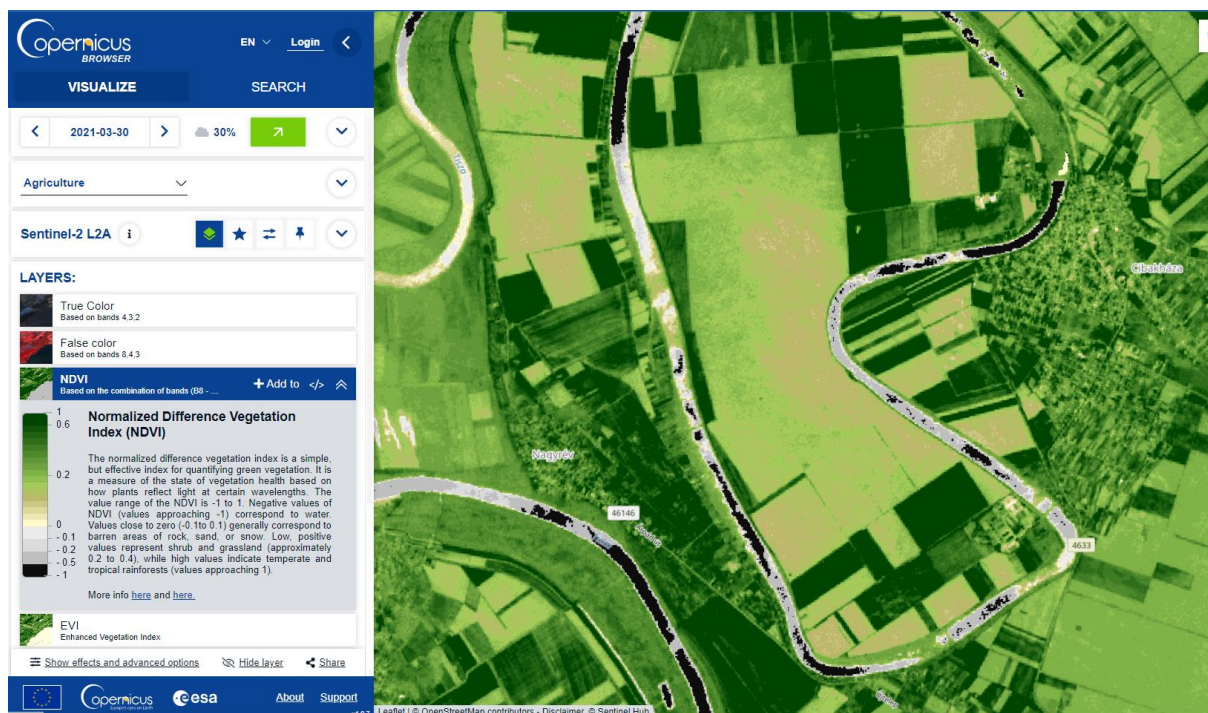
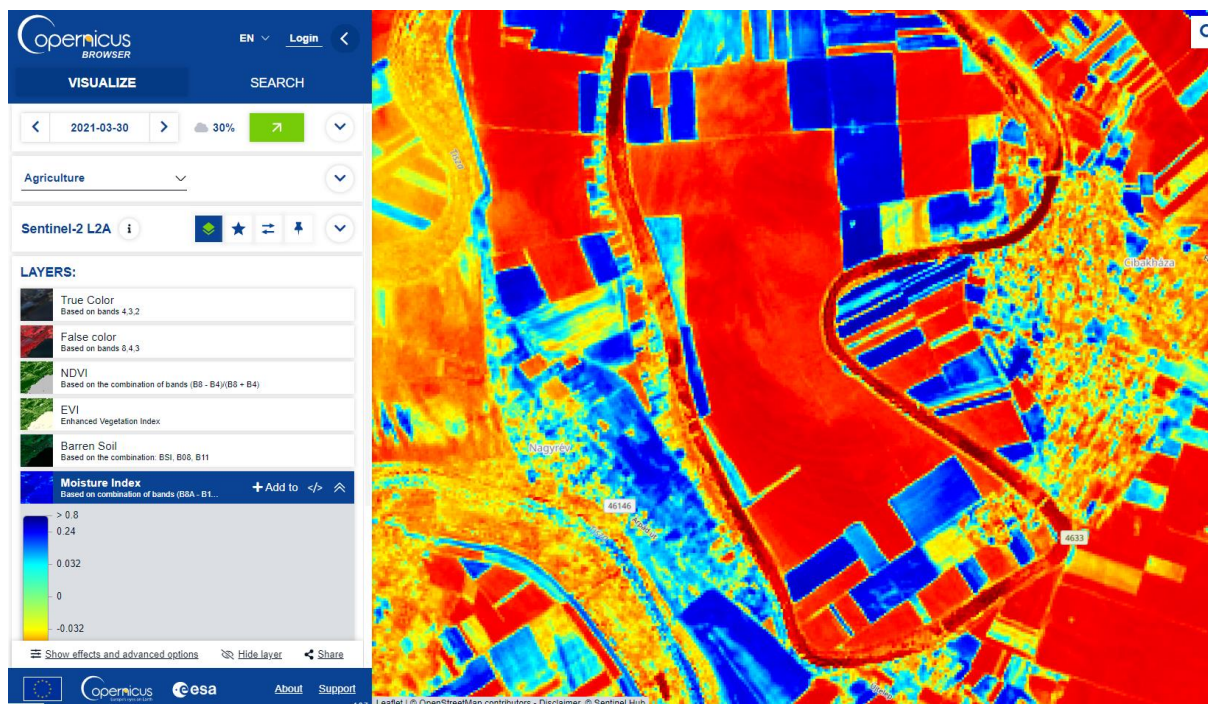
A Cibakháza és térségét bemutató ábrákat a Copernicus Browser honlapon készítettem el a szakdolgozatba. A Copernicus egy olyan globális műhold alapú megfigyelőrendszer, amelyet az EU indított. A projektben többek között az Európai Űrügynökség, és a Meteorológiai Műholdak Kutatásának Európai Központja vesz részt. A Copernicus honlapján található adatok két fő forrásból származnak, egyrészt műholdas mérésekből (Sentinel), másrészt in situ földi és légi adatgyűjtő hálózatok adataiból.

A Copernicus szárazföld monitoring szolgáltatása a felszínborításról, annak változásairól, a növényborítottságról, a felszíni és talajvizek eloszlásáról szolgál információval. Ezek az adatok a precíziós gazdálkodással foglalkozók számára nagyon értékesek lehetnek. De

a mezőgazdaságon kívül a területrendezés és várostervezés, a természetvédelem és az éghajlatváltozás egyes kérdéseire is választ adhat.

A műholdképek kinyerése esetén törekedtem arra, hogy ne legyen nagy a terület felhő borítottsága, mert egy a nedvességi indexet erősen befolyásolja egy példa a 12. ábrán látható. Az adatokat minden év augusztus 2-ai napjáról töltöttem le.

12. ábra: Példa a Copernicus rendszer nedvességi index és NDVI adatairól a 2021. március 3-ai napról



Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) egy ismert és széleskörűen használt indexszám a zöld növényzet arányának számszerűsítésére. Az NDVI a műholdképeken az egészséges növényzet zöldességét és sűrűségét mutatja meg. A növények zöld levelei a közeli infravörös (NIR), valamint a klorofillel való adszorpció miatt vörös hullámhosszúságú fényvisszaverési görbével jellemezhetők, ezek arányát használjuk az NDVI kiszámításakor. Az NDVI értéktartománya -1-től 1-ig terjed. Az NDVI negatív értékei a víznek felelnek meg. A nullához közeli értékek általában sziklából, homokból vagy hóból álló kopár területeknek felelnek meg. Az alacsony, pozitív értékek bozótosokat és füves területeket, míg a magas értékek mérsékelt égövi és trópusi esőerdőket jeleznek ([http, 2024j](#)).

A nedvességi index (MSI) a levelek víztartalmának mérésére szolgál. A víztartalom növekedésével az 1599 nm körüli hullámhosszúságon az adszorpció is növekszik. Referenciaként a 819 nm körüli hosszúságot lehet alkalmazni, mivel ezt nem befolyásolja a víztartalom. Az MSI segítségével lehetséges a növények stressz szintjének elemzése, a tűzveszélyes területek felkutatása, és az ökoszisztéma tanulmányozása ([http, 2024p](#)).

A Copernicus Sentinel műholdjainak „agriculture” mutatója (AI) a rövidhullámú infravörös (SWIR), a NIR és a kék hullámhossztartományokon mért adatokat elemzi. Ezzel a növények egészségi állapotát lehet monitorozni, mivel megmutatja, hogy a növények hogyan használják fel az adott hosszúságú fényt. Minél zöldőbb az adott terület, annál dúsabb a vegetáció ([http, 2024j](#)).

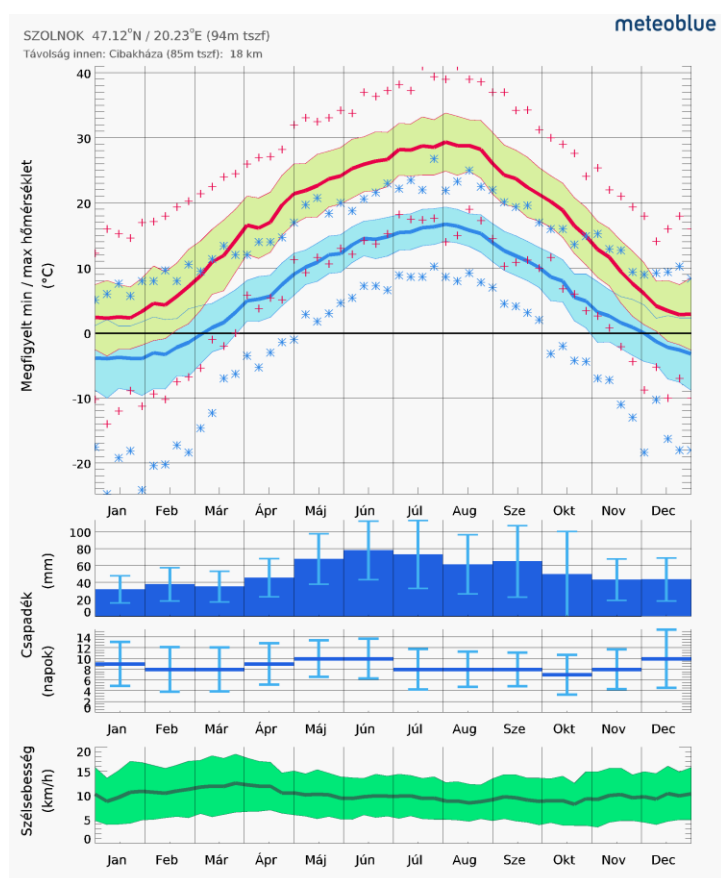
Végül a negyedik térképtípus (barren soil), amit használtam a műholdas adatok elemzéséhez az a meddő területeket mutatja meg ([http, 2024o](#)). Ez a térkép a BSI (bare soil index, kopár talaj index) értékeket mutatja meg az adott területen. A növényzet zöld színnel jelenik meg, a kopár talaj pedig piros színnel, a víz fekete. A piros szín megfigyelésével észlelhetjük a táblán belül növények állapotának változását, megfigyelhetünk aszályt vagy egy erdőirtást.

4 Eredmények és értékelésük

4.1 Időjárási adatok elemzése

A 13. ábrán látható meteogramon megfigyelhető Cibakháza átlagos évi, havi bontású időjárási adatai láthatók. Az adatok minimum tíz évet ölelnek fel és látható, hogy az egyes évek között nagy szórágok tapasztalhatók. A januári időszak különösen nagy változatosságot mutat a maximum hőmérsékletek tekintetében. Volt olyan januári nap, amikor a hőmérséklet meghaladta a 15°C-ot. A minimum hőmérsékletek is nagy szórást mutatnak, azok esetén is elmondható, hogy a januári hónapban nagy az ingadozás. A -20-25°C-os adatokból látható, hogy grafikon több tíz évet ölel fel, hiszen az utóbbi tíz évben nem jellemző az ennyire hideg időjárás.

13. ábra: A Meteoblue adatbázis 10 éves átlagos meteogramja Cibakháza térségéről. Az első diagram az átlagos, a maximum (piros) és a minimum (kék) hőmérsékletet mutatja. A szélsőértékeket + és * karakterek jelölik. A megfigyelt hőmérsékletek kétharmada a színes hőmérsékleti tartományon belül van. A második diagram a csapadék mennyiségét (mm-ben) és a havi átlagok tartományát mutatja az évek kétharmadában. A harmadik diagram a csapadékos napok számát mutatja havonta, valamint a sávokon belüli kétharmados eltérést. Az utolsó diagram a megfigyelt napi átlagos szélsőbességet és a heti átlagok kétharmados tartományát mutatja. (forrás: <http://>, 2024i)



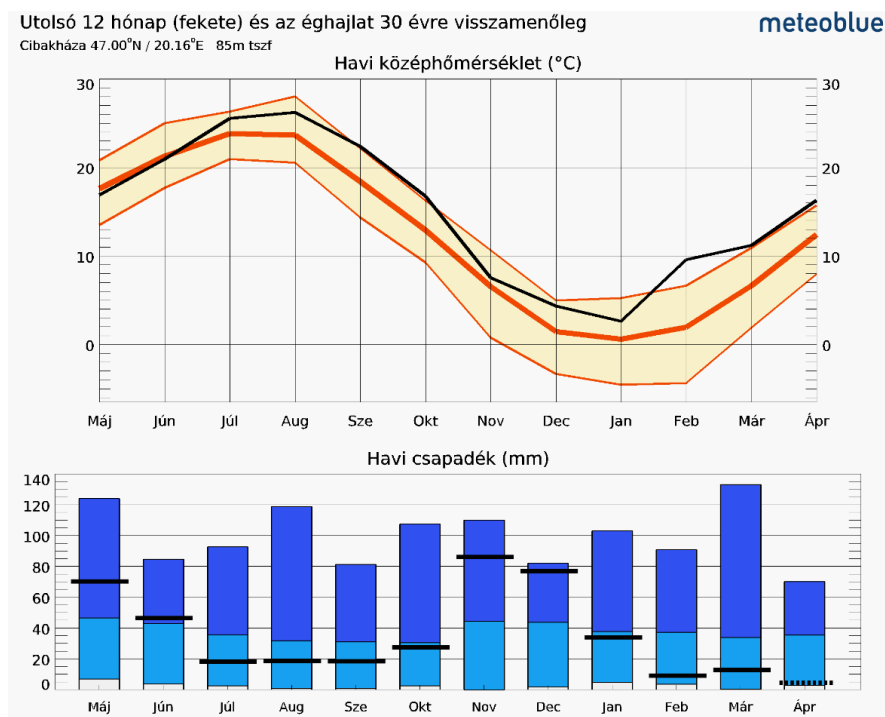
A nyári hónapokról elmondható, hogy sokkal kevesebb eltérést figyelhetünk meg, különösen a minimum hőmérsékleti értékek tekintetében. Legmelegebb hónapok a nyári hónapok, június, július, augusztus. A kukorica a legnagyobb hőigényű és napfénytartam igényű fenológiai stádiumait épp ezekben a hónapokban éri el (Dorka, 2005).

A Cibakháza környékén megfigyelt több évtizedes csapadék adatokat elemezve megfigyelhető (13. ábra), hogy a legtöbb csapadék a térségben február és március hónapban esik. A csapadékos napok száma a május, június és decemberi hónapokban a legmagasabb Cibakháza környékén. A legcsapadékosabb hónap a környéken a június, ekkor körülbelül 78 mm csapadék hullik. A táblán a kukoricát a három évben a májusi hónap közepén vetettük, megfigyelhető, hogy ekkor az év első hónapjaihoz képest már emelkedik a csapadék havi mennyisége a térségben.

A szél tekintetében az év első fele a legszelesebb időszak, különösen a február és a márciusi hónap (13. ábra). Évtől és hőmérséklettől függően ezen hónapokban folyik a talajelőkészítés a kukoricatermesztés során. A vizsgált táblán mindhárom évben február végén vagy március elején történt az első kombinátorozás (1-3. táblázat). Érdeemes fontolóra venni, hogy a talajbolygatással járó agrotechnikai beavatkozásokat szélmentes napokon végezzük, ezzel is kerülve az eróziót és megőrizve a talajnedvességet.

Az időjárás változásának trendjét a 14. ábrán figyelhetjük meg. Az ábra az utóbbi harminc év átlagos havi középhőmérsékletét hasonlítja össze az utolsó 12 hónap havi átlagos középhőmérsékletével (14. ábra). Megfigyelhető, hogy a 2023-as adatok gyakorlatilag az egész év tekintetében a 30 éves átlag felett helyezkednek el, különösen igaz ez a szeptemberi és a februári hónapra. Május hónap az egyetlen kivétel, a 2023-as év májusában a havi középhőmérséklet egy Celsius fokkal a harminc éves átlag alatt volt.

14. ábra: Cibakháza éghajlata az utóbbi 12 hónapban a 30 éves átlagos éghajlathoz hasonlítva. A felső ábrán a fekete vonal az elmúlt 12 hónap minden hónapjának átlaghőmérsékletét mutatja. A vastag piros vonal az elmúlt 30 év számított átlaghőmérsékletét mutatja minden hónapra. Ez a vonal a hőmérséklet pontos átlagát jelzi, de nem mutatja a hőmérséklet évenkénti ingadozását. A piros vonal körüli narancssárga puffer láthatóvá teszi az elmúlt 30 év közötti ingadozásokat, megmutatja, hogy az elmúlt 30 év hőmérsékletei milyen tartományban oszlanak meg. Az alsó diagram az elmúlt 12 hónap csapadékmennyiségét hasonlítja össze elmúlt 30 év csapadékmennyiségével. A fekete sávok az egyes hónapokra vonatkozóan rögzített csapadékmennyiséget mutatják. A sötétkék sávok az elmúlt 30 év maximális csapadékmennyiségét mutatják az egyes hónapokra vonatkozóan. A világoskék sávok az elmúlt 30 év minimális csapadékmennyiségét mutatják. A sötétkék és a világoskék közötti határ a havi átlagos csapadékmennyiség, amely az elmúlt 30 év átlaga. (forrás: <http://meteoblue>, 2024i)



A csapadékmennyiség és eloszlás tekintetében elmondható erős ingadozás figyelhető meg (14. ábra). A sötétkéssel jelzett maximum csapadékmennyiség és a világoskéssel jelzett minimum mért csapadékmennyiség közötti vonal mutatja az átlagos csapadékmennyiséget. A 2023-as évben három olyan hónap volt, amelyben a csapadékmennyiség a 30 éves átlagos csapadékmennyiséget egyértelműen meghaladta (május, november, december). A többi hónapban vagy gyakorlatilag megegyezett vele, vagy kevesebb csapadék esett az adott hónapban, mint a harminc éves átlag. Különösen száraz hónapok voltak a tavaszi hónapok, február, március és április hónapban alig esett csapadék.

Az időjárási adatokat elemezve megállapítható, hogy a kukorica öntözés nélkül igen nagy kockázattal termeszthető, amely a vetőmag-előállítás esetében kiemelten fontos. A csapadék mennyisége ugyan éves viszonylatban nem mutat jelentős csökkenést, de a hőmérsékleti anomáliák előfordulási gyakoriságának növekedése egyértelműen az irányba mutat, hogy a kukorica vízigényét egyre nagyobb mennyiségű öntözővízzel lehet csak kielégíteni a jövőben.

4.2 Hibridkukorica vetőmagtermesztés a T4/B táblán

A T4/B táblán (15. ábra) folyó hibridkukorica vetőmag előállítás agrotechnikai műveletei a három év alatt a következőképpen zajlottak (4. táblázat).

15. ábra: A T4/B tábla. Saját készítés



A tavaszi kombinátorozás után műtrágyaszórás történt. A műtrágyát a talajadottságoknak megfelelő mértékben juttattuk ki, azonban a táblát nem osztottuk zónákra, így egységes mennyiségben történt a kijuttatás a tábla valamennyi részére. A 2021-es évben a starter műtrágyázást 250kg/ha mennyiségben NPK 8:20:30 arányban 250kg/ha MAS műtrágyával kiegészítve végeztük. A 2022-es évben az NPK aránya 8:24:24-re módosult 200 kg/ha MAS műtrágya mellett. A 2023-as évben az NPK arány 10:26:26 volt és maradt a 200 kg/ha intenzitású MAS műtrágya.

4. táblázat: A T4/B táblán végzett agrotechnikai műveletek, az azokhoz használt gépek és az kijuttatott anyagok.

MUNKAMŰVELET	GÉPKAPCSOLAT	KIJUTTATOTT INPUT
Kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
Műtrágya szórás	Fendt 720+ Rauch Axis	változó
Kombinátorozás	Callenger 865b+NZ Agressiv	
Vetés	Fendt 310+kverneland optima	talajfertőtlenítő
Vetés	Fendt 720+vaderstad tempo	talajfertőtlenítő
Permetezés	John Deere önjáró	gyomirtás
Kultivátorozás	Fendt 310+KSMK	változó
Permetezés	John Deere önjáró	
Gépi+kézi címerezés	Frema címerezőgép	12 nap
Permetezés	John Deere önjáró	rovarölő
Szárzúzás	Fendt 724+zuzó	
Tárcsázás vagy szántás	Callenger 865b+tárcsa, Fendt 930+lemken eke	

A műtrágyázást egy újabb kombinátorozás követte. Majd a vetés következett. A vetőmagtermesztés során apa és anya sorokat is vetünk talajfertőtlenítő kezeléssel egy menetben, 4:2 szűkített vetéstechnológiával. A 2021-es évben az apasorok vetését végeztük első ütemben, majd öt nap múlva következett az anyasorok és ezzel együtt egy második ütemű apasor vetés. A 2022-es évben egy magágykészítés után első ütemben vetettük az apa és anyasorokat együtt, majd öt napra rá a második apasorokat. A 2023-as évben az előző évihez hasonlóan vetettük az apa- és anyasorokat, azzal a kivétellel, hogy a vetések között nyolc nap telt el.

Ezek után az igényeknek megfelelően gyomirtást végeztünk Lumax, Laudis és Coragen gyomirtókkal, több ütemben. Június első hetében minden évben sorközművelést végeztünk kultivátorral és egy menetben műtrágyát is kijuttattunk. A műtrágya 2021-ben 150 kg/ha MAS volt, 2022-ben 100 kg/ha karbamid és 2023-ban szintén 150 kg/ha MAS.

A címerezést az első két évben július elsejétől végeztük gépi és kézi munkaerővel 12 napon át, 2023-ban már június 21-én meg kellett kezdeni a címerezést.

A hozam a 2021-es évben 3,2 t/ha, a 2022-es évben 1,8 t/ha és a 2023-as évben 3,8 t/ha volt. Az adatokból látszik, hogy az öntözés ellenére is igen nagy az évjáratok hozamai között a különbség. Kiemelném a 2022-es évet, amit az évszázad aszályának is neveznek. Ebben az évben a légköri aszály olyan mértékű volt, öntözés mellett is 1,4 t/ha-ral a 2021-es és 2 t/ha-ral a 2023-as évhez képest volt alacsonyabb a hozam. A 2020-es év extrém évjáratnak minősül,

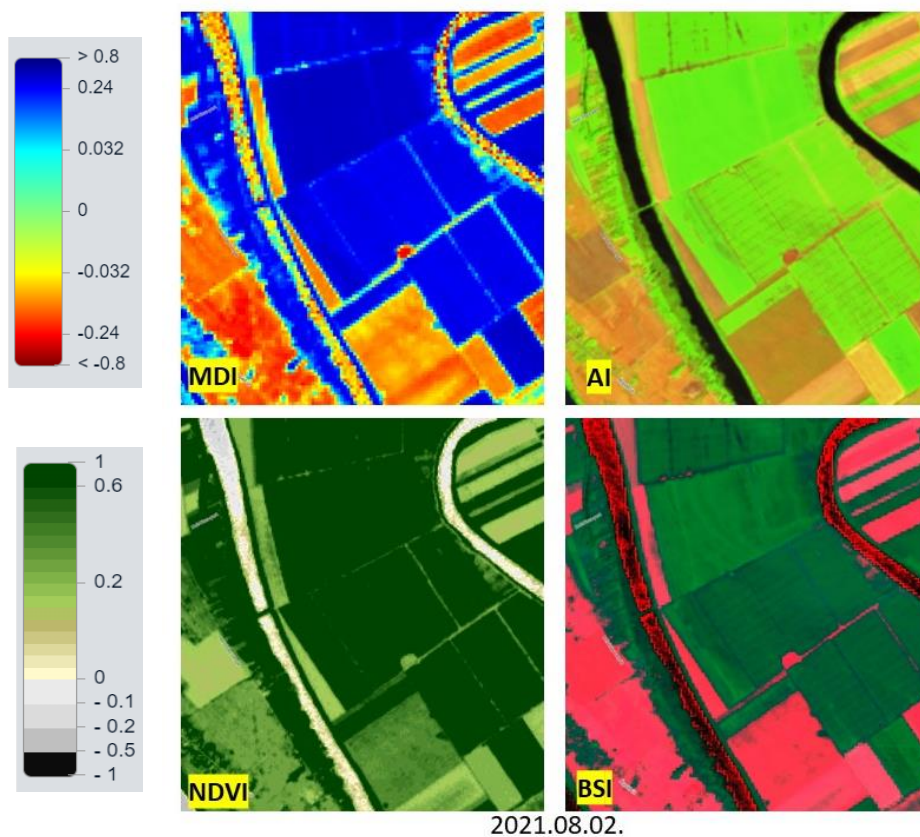
amikor a kukorica nagyobb mennyiségű vizet párologtatott, mint amit képesek voltunk pótolni öntözővíz formájában.

4.3 Műholdas megfigyelések

A Copernicus műholdas adatbázisból származó térképek alapján ábrákat készítettem minden év augusztus 2-áról. Mindhárom év esetén (16-18. ábra) az ábra bal felső sarkában az MDI értékeket ábrázoló térkép, jobb felül a mezőgazdasági (AI) térkép, bal alul az NDVI értékeken alapuló térkép, jobb alul pedig a kopár talajokat jelző (BSI) térkép látható.

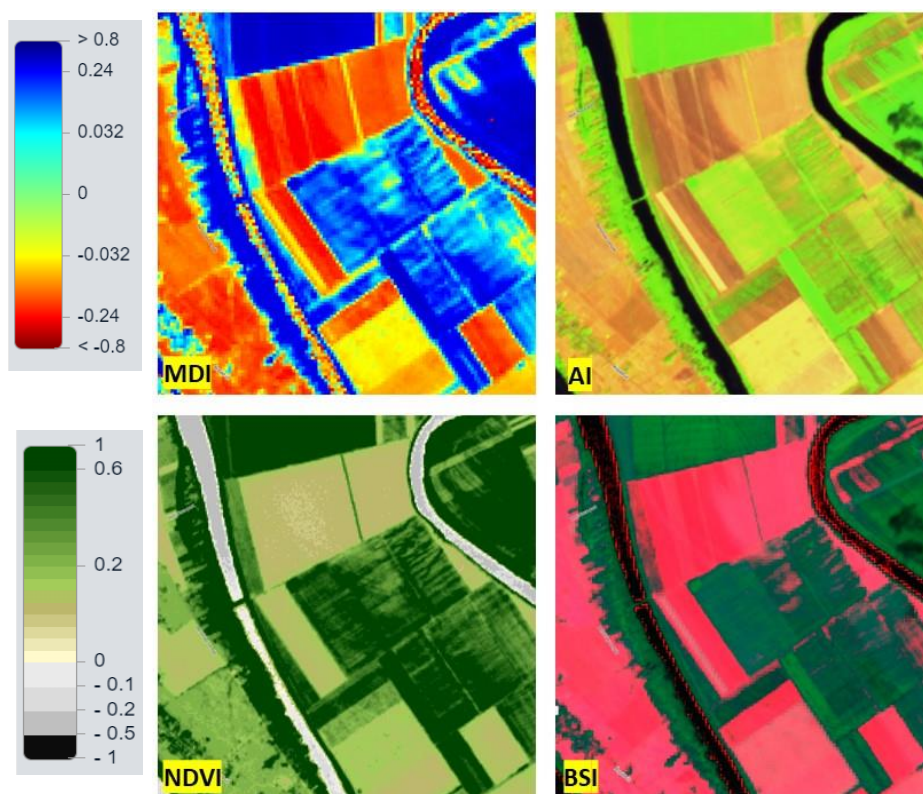
A 2021-es (16. ábra) évben látható, hogy a tábla felső sarkától eltekintve az MDI mindenhol a sötétkék, vízzel jól ellátott tartományba esik. A növénytakaró sűrű, szinte az egész táblán, a nedvességi adatokkal összhangban a tábla felső sarkán a növényzet kevésbé dús. A tábla szélének középső szakaszán megfigyelhető egy folt, ahol nincs növényborítottság. Ezt igazolja a talaj kopársága is, a jobb alsó ábrán. A hozam a 2021-es évben 3,2 t/ha volt.

16. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2021.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.



A 2022-es (17. ábra) évben jól látszik, hogy az előző évhez képest azonos volumenű öntözés ellenére mennyivel szárazabb volt a tábla. Valamint az is kirajzolódik, hogy a tábla egyes részein más és más a vegetáció víztartalma, ezt az MDI térkép mutatja meg. Ugyanezt a változatosságot tapasztaljuk az NDVI értékekben is, a tábla nem egységes a növényesűrűség szempontjából. A tábla szélei ebben az évben nem kerültek használatra, itt növényborítottság nem látható sem az AI sem a BSI térképen. Az AI térképen látszik, hogy a tábla középső része elkülönül a másik két felső zónától. A középső részen a növényborítottság sokkal nagyobb és dúsabb a vegetáció. Ez az év jól példázza, hogy precíziós öntözéssel és tápanyagok precíziós kijuttatásával valószínűleg egységesíteni lehetett volna a növényállományt. 2022-es évben mindössze 1,8 t/ha volt a tábla hozama, amit a műholdképeken látható változatosság meg is magyaráz.

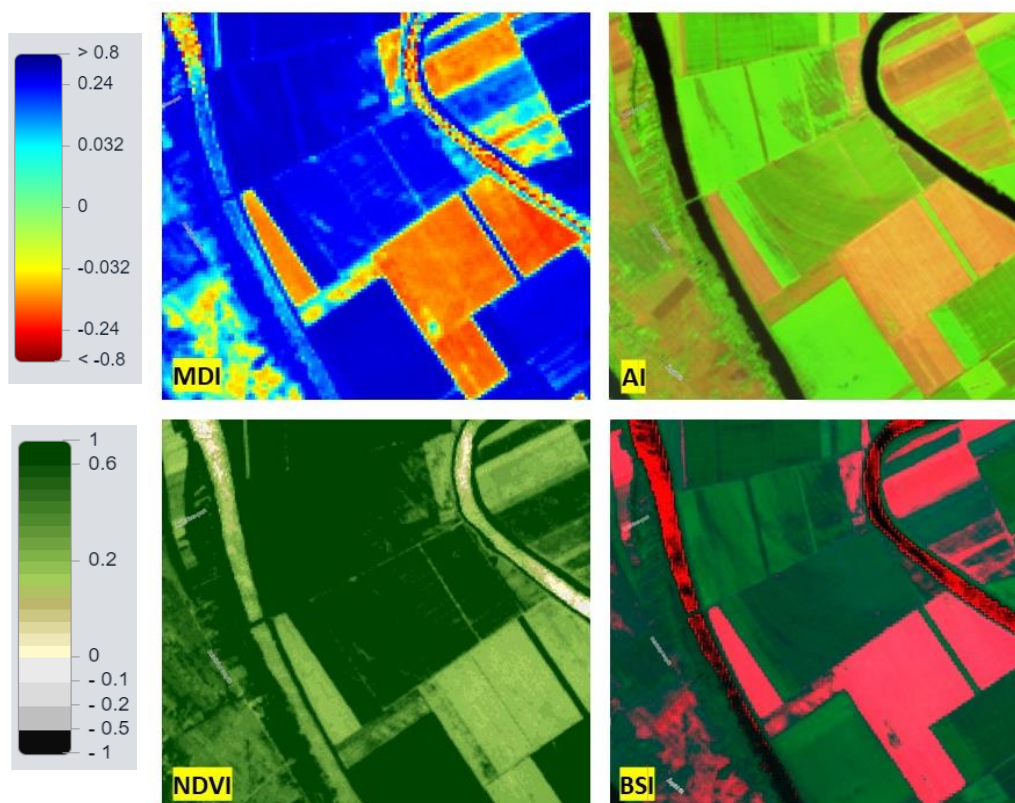
17. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2022.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.



2022.08.02.

Végül a 2023-as év (18. ábra) műholdképein újra egységes nedvességet és növényborítottságot láthatunk, a tábla alsó része ebben az évben sem volt használatban, ami szépen kirajzolódik a jobb alsó térképen. A 2023-as évben 3,8 t/ha volt a tábla hozama, hasonlóan a 2021-es esztendőhöz.

18. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2023.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.



2023.08.02.

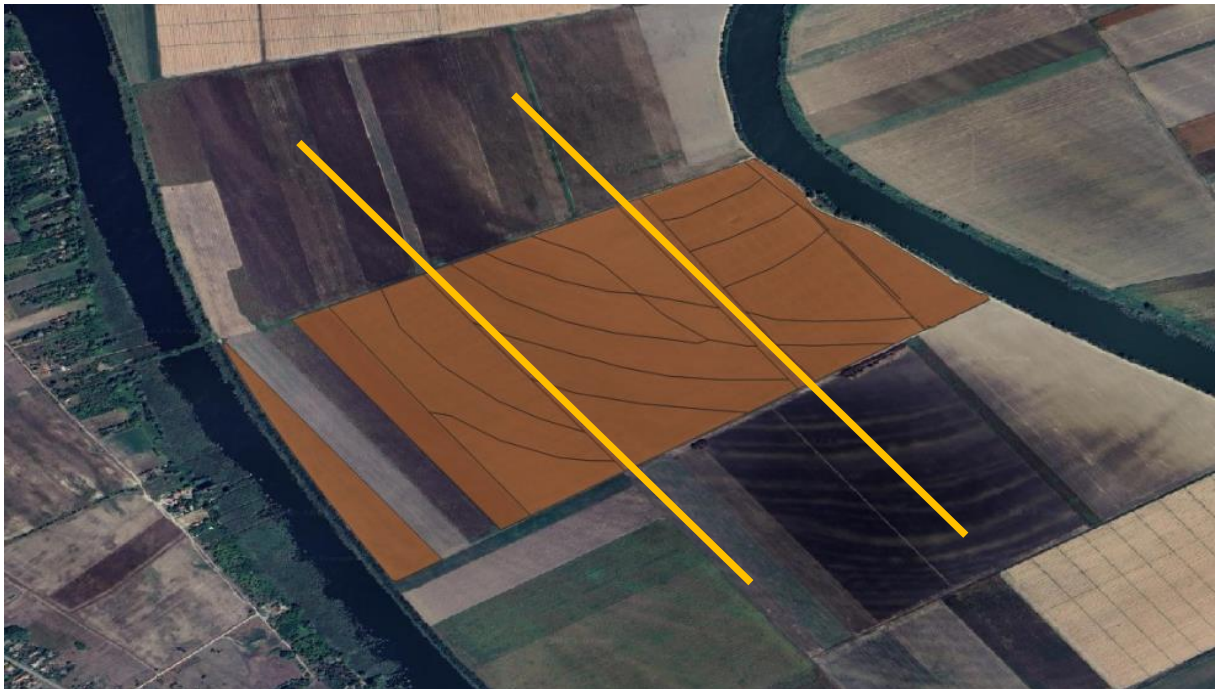
Az időszakonként rendszeresen ellenőrzött NDVI sokat elárulhat a növénytermesztés körülményeinek változásairól. Az NDVI segítségével távolról is megbecsülhetjük a növények egészségi állapotát, valamint az NDVI adatok helyes használata segíthet eldönteni, hogy a terméshozam növelésének érdekében milyen beavatkozás szükséges. Ha összevetjük a T4/B tábla hároméves vizsgált időszakának ugyanazon fenológiai stádiumba eső adatait, akkor szembetűnő különbség tapasztalható a növényborítottságban (19. ábra).

19. ábra: A T4/B tábla NDVI értékei 3 egymást követő év augusztusában.



Fentiek alapján meggondolandó a tábla öntözésének minimum három részre tagolása, körülbelül a 20. ábrán látható sárga vonalak mentén. Egyéb beavatkozások precíziós kivitelezése is sikerre vezethet az aszályos évek esetén.

20. ábra: A T4/B tábla felosztásának lehetséges módja.



5 Következtetések

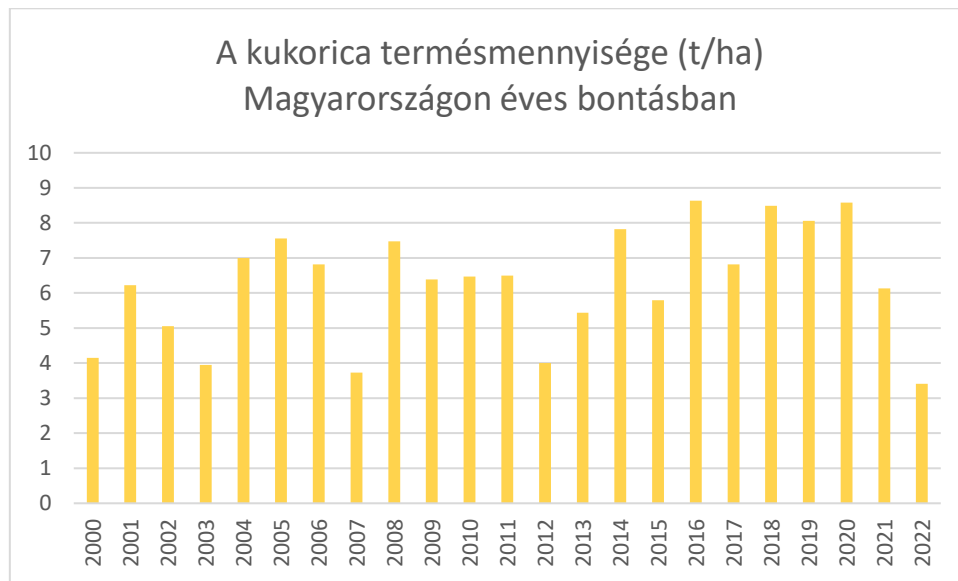
Az aszályos időszakok és a vízhiányos állapot rendkívül rossz hatással vannak egyes szántóföldi növények termésmennyiségére. Ezek közé tartozik a napraforgó, a szója és a kukorica is. A 2021. évben bekövetkezett aszály a kukorica országos termésátlagát húsz évvel ezelőtti szintre vetette vissza (Futó és mtsai., 2022). Az aszály okozta jelentős termés kiesés és a piaci folyamatok következményeként a kukorica vetésterülete jelentősen visszaesett, közel 20%-kal csökkent, és 800 ezer hektár alatt maradt (KSH, 2023).

A termés kiesés leginkább a későbbi kritikus fejlődési szakaszok során fogyanatosul, a korábbi szakaszokban bekövetkező vízhiány késlelteti a reprodukív szervek kialakulását. Ebből következik, hogy az egyes táblák közötti és a táblákon belüli különböző vízellátottság az állomány szétnövését eredményezheti.

A kukorica fiziológiás funkcióit ugyan alapvetően a hőmérséklet határozza meg, azonban a nagy hozamhoz és a magas terméspotenciál kihasználásához nagy vízigény társul. Bár a kukorica a jó vízhasznosítású növények csoportjába tartozik, a nagy biomassza produkcióhoz nagy vízfelvétel is járul, ráadásul a kukorica fejlődése nagyban függ a talaj tápanyag tartalmától is (Hidvégi, 2008). A kukorica legtöbb vizet a július és augusztusi hónapokban igényli, ez a címerhányástól a szemtelítődésig tartó időszak. Magyarországon az aszályok gyakorisága ezen hónapok esetén magas, sőt egyre magasabb tendenciát mutat a klímaváltozás miatt. Azonban az öntözés megkezdésére már az ez előtti időszakokban is szükség van, figyelembe véve a talajban raktározott és felvehető vízkészlet mennyiségét is.

A kukorica terméshozamában az utóbbi években Magyarországon drasztikus visszaesés volt megfigyelhető. A KSH adatait a 20. ábra összegzi (KSH, 2024). Látható, hogy az országos termésátlag a 2021-et megelőző években jóval magasabb volt, mint az aszályos 2021-ben.

21. ábra: A kukorica termés mennyisége. forrás:



A kukorica termés átlaga a csapadékkal egyenes arányban változik, és megállapítható, hogy azon megyék esetén, ahol több csapadék esik magasabb a hozam (http, 2023a).

A Cibakházi Holt-Tisza területén elhelyezkedő táblán végzett hibridkukorica vetőmag előállítás agrotechnikai beavatkozásait vette soron a szakdolgozat. Mindhárom évben szinte azonos volt a táblán elvégzett szántóföldi növénytermesztési műveletek száma és módja, azonban a műholdas térképek vizsgálata feltárta, hogy a növényborítottság az azonos műveletek és az előző évi öntözési volumen hasonlósága ellenére a 2021-es évben sokkal gyengébb volt, mint a másik két vizsgált év esetén. Ez az eltérés a hozamban is megmutatkozott, a 2021-es év hozama mindössze 1,8 t/ha volt, szemben a másik két év 3,2 és 3,8 t/ha-os hozamával.

Fentiekből az következik, hogy precíziós gazdálkodással és különösen precíziós öntözéssel kiegyenlítettebb és kiszámíthatóbb hozam lenne elérhető a T4/B táblán végzett hibridkukorica vetőmagtermesztés során.

6 Összefoglalás

A precíziós gazdálkodásra való áttéréssel, valamint a vetőmagok, műtrágyák és növényvédő szerek, öntözővíz változó arányú kijuttatásával jelentős előnyöket lehet elérni szántóföldi növénytermesztésben. Az utóbbi években a precíziós mezőgazdaság koncepciója széles körben elfogadottá vált; a precíziós mezőgazdaságot olyan rendszerszemléletű megközelítésként fogalmazták meg, amelyben az alacsony ráfordítású, nagy hatékonyságú és fenntartható mezőgazdaság az elsődleges cél (Daccache és mtsai., 2015).

A hatékony öntözés elengedhetetlen az élelmiszertermelés fenntarthatóságának és a regionális vízbiztonságnak a megvalósításához. Jelenleg azonban a termelők az öntözés időzítését és mennyiségét nagyrészt személyes tapasztalataik és az időjárási információk alapján határozzák meg.

Egy felmérés szerint az amerikai termelők által alkalmazott öntözésütemezési módszerek >75%-a nem évjárat és időjárás specifikus mutatókon alapul, ilyenek a terménynaptárak, a vizuális megfigyelést és az, hogy éppen "mit csinálnak a szomszédok?" (Zhang és mtsai., 2021). Ezek a kevésbé szofisztikált adatokon alapuló döntési módszerek túl- vagy alulöntözéshez vezethetnek. Az alulöntözött vegetációk nem használják ki a genetikai potenciáljukban rejlő minden lehetőséget, míg a túlöntözés a tápanyagokkal dúsított víz kimosódását és lefolyását is eredményezheti, ami a talajvíz szennyezését okozza (Zhang és mtsai., 2021).

Mivel az öntözés egy drága eleme az agrotechnikai eljárásoknak, ezért fontos tudni, hogy akkor szabad a gyakorlatban alkalmazni, ha az egész termesztéstechnológia során intenzív agrotechnikát valósítunk meg. A vetőmag termesztés során mindenképpen ajánlott a táblák öntözése, mivel ez a virágzás összehangolását és a magas termés hozamot is biztosítja. Drága mivolta ellenére növekszik Magyarországon az öntözött területek aránya, az öntözési közösségek és az öntözéssel kapcsolatos beruházások száma. A 2023-as évben az összes mezőgazdasági terület 5%-a volt öntözhető, ami még mindig alacsony arány, azonban egy erőteljes növekedést mutat az előző évi 2%-hoz képest (KSH, 2023).

Természetesen a hagyományos öntözéses gazdálkodást is lehet jól kivitelezni, azonban a precíziós öntözésben rejlő lehetőségek új távlatokat nyitnak a fenntartható vízgazdálkodás és a termésmennyiségek növelésének tekintetében.

Szakdolgozatomban egy, a Cibakházi Holt-Tisza területén található gazdaság hibridkukorica vetőmag előállításának módját vizsgáltam. A három évet felölelő időszak során

azonosítottam egy évet, amelyben a nem megfelelő vízellátottság a hozam drasztikus csökkenéséhez vezetett. A tábla precíziós öntözésbe vonásával a hozamok sokkal kiegyenlítettebbek lehetnek a területen. Egyéb precíziós agrotechnikai eljárások, mint a műtrágyák változó arányú kijuttatása, is nagyban hozzásegítenék a gazdaságot, hogy jobban kiszámítható haszonnal tudjon számolni a kukorica hibrid vetőmag előállítás folyamatában.

A mezőgazdasági rendszerek sikeressége nagy mértékben függ a vízellátottságtól, így a helyben elérhető édesvízkészlet hatékony és fenntartható használata hosszútávon a sikeres növénytermesztés kulcsa.

7 Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Ambrus Andrea konzulensemnek a diplomadolgozat során nyújtott hasznos ötleteit és jótanácsait.

Hálásan köszönöm barátnőmnek a támogató szavait, kitartó türelmét és a mindennapok teendőiben való maximális segítségét.

Hálával tartozom a Ciszöv 49 mezőgazdasági Kft. összes dolgozójának, akik segítettek munkámban.

8 Irodalomjegyzék

1. Abioye, E. A., Abidin, M. S. Z., Mahmud, M. S. A., Buyamin, S., Ishak, M. H. I., Rahman, M. K. I. A., Otuoze, A. O., Onotu, P., & Ramli, M. S. A. (2020). A review on monitoring and advanced control strategies for precision irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105441. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105441>
2. Baklanova, S. (2022, augusztus 10). Merre tart a „genetikailag módosított” Európában? *Agrofórum Online*. <https://agroforum.hu/agrarhirek/novenytermesztes/merre-tart-a-genetikailag-modositott-europaban/>
3. Bosnyákné, E. K. (2016, március 19). Monokultúrában tapasztalt amerikai kukoricabogár kár és gazdasági következményei. *Agrofórum Online*. <https://agroforum.hu/agrarhirek/novenyvedelem/monokulturaban-tapasztalt-amerikai-kukoricabogar-kar-es-gazdasagi-kovetkezhmenyei/>
4. Capraro, F., Tosetti, S., Rossomando, F., Mut, V., & Vita Serman, F. (2018). Web-Based System for the Remote Monitoring and Management of Precision Irrigation: A Case Study in an Arid Region of Argentina. *Sensors*, 18(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/s18113847>
5. CFS. (2024). Converter, Coordinated Financial Services Ltd. <https://www.farmbooks.ca/Converter.html>
6. Chen, K., Wang, Y., Zhang, R., Zhang, H., & Gao, C. (2019). CRISPR/Cas Genome Editing and Precision Plant Breeding in Agriculture. *Annual Review of Plant Biology*, 70(Volume 70, 2019), 667–697. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100049>
7. Daccache, A., Knox, J. W., Weatherhead, E. K., Daneshkhah, A., & Hess, T. M. (2015). Implementing precision irrigation in a humid climate – Recent experiences and on-going challenges. *Agricultural Water Management*, 147, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.018>
8. Dickerson, G. W. (2003). Specialty Corns | New Mexico State University—BE BOLD. Shape the Future. https://pubs.nmsu.edu/_h/H232/index.html
9. Dorka D. (2005). KÜLÖNBÖZŐ HŐÖSSZECSZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK VIZSGÁLATA A KUKORICATERMESZTÉSBEN, PhD értekezés.
10. Ezezika, O. C., Saleh, N., & Daar, A. S. (2012). Trait stacking for biotech crops: An essential consideration for agbiotech development projects for building trust. *Agriculture & Food Security*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-1-5>
11. Fitos-Bedő V. (2021, május 14). Mennyi öntözővíz kell a kukoricának? - Agrofórum Online. <https://www.agrofil.hu/hu/hirek/mennyi-ontozoviz-kell-a-kukoricanak>
12. Futó Z., Bencze G., & Sárvári M. (2022). Öntözés a szántóföldön – A fejlesztési lehetőségei és hatása a termésre és termésbiztonságra. *AgrárUnió*. <https://www.agrarunio.hu/hirek/gepesites/8012-ontozes-a-szantofoldon-a-fejlesztesi-lehetosegei-es-hatasa-a-termesre-es-termesbiztonsagra>
13. Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327(5967), 828–831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>
14. Gergely, S. (2019, november 19). Túlnépesedés: Mi lehet a kulcsa a fenntartható élelmezésnek? *Agrofórum Online*. <https://agroforum.hu/agrarhirek/agrarkozelet/tulnepesedes-mi-lehet-a-kulcsa-a-fenntarthato-elelmezesnek/>
15. Hidvégi S. (2008). NÉHÁNY IDŐJÁRÁSI TÉNYEZŐ HATÁSA A KUKORICA TERMÉKENYÜLÉSÉRE, Doktori értekezés. <https://archive2020.szie.hu/file/tti/disszertacio/hidvegiert.pdf>

16. [http. \(2003\).](https://www.oecd.org/env/ehs/biotrack/46815758.pdf) Consensus document on the biology of *Zea mays* subsp. *Mays* (maize), Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 27, Organisation for Economic Co-operation and Development. Joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology. <https://www.oecd.org/env/ehs/biotrack/46815758.pdf>
17. [http. \(2017a\).](https://agrarium7.hu/cikkek/830-a-kukorica-vetomag-termeszteserol) A kukorica vetőmag termesztéséről > Agrárium7. <https://agrarium7.hu/cikkek/830-a-kukorica-vetomag-termeszteserol>
18. [http. \(2017b, január 10\).](https://www.agroinform.hu/szantofold/folyamatosan-novekszik-a-genkezelt-kukoricak-europai-vetesterulete) Folyamatosan növekszik a génkezelt kukoricák európai vetésterülete. Agroinform.hu. <https://www.agroinform.hu/szantofold/folyamatosan-novekszik-a-genkezelt-kukoricak-europai-vetesterulete-31122-001>
19. [http. \(2017c, április 25\).](https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/mikotoxin-amitol-eladhatatlan-lesz-a-kukorica/) Mikotoxin, amitől eladhatatlan lesz a kukorica. Agroforum Online. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/mikotoxin-amitol-eladhatatlan-lesz-a-kukorica/>
20. [http. \(2019a, május 30\).](https://enet.hu/idehaza-is-hodit-a-precizios-mezogazdasag-kutyukkel-a-jobb-hozamert/) Idehaza is hódít a precíziós mezőgazdaság: Kutyukkel a jobb hozamért. eNET Magyarország Kft. <https://enet.hu/idehaza-is-hodit-a-precizios-mezogazdasag-kutyukkel-a-jobb-hozamert/>
21. [http. \(2019b, június 4\).](https://www.agrofil.hu/hu/hirek/a-kukoricabarkok-kartetelerol) A kukoricabarkók kártételéről—Agrofil-SZMI Kft. <https://www.agrofil.hu/hu/hirek/a-kukoricabarkok-kartetelerol>
22. [http. \(2020\).](https://agrotec.hu/blog/plm-precizios-mezogazdasag/ne-sporoljon-a-gps-korrekcios-szolgaltatason) Precíziós gazdálkodás: Miért kerülhet sokba spórolni a GPS korrekciós szolgáltatáson? <https://agrotec.hu/blog/plm-precizios-mezogazdasag/ne-sporoljon-a-gps-korrekcios-szolgaltatason>
23. [http. \(2021a\).](https://megosz.eu/hazai-digitalis-fejlesztesek-a-precizios-termelesi-rendszerek-kialakitasahoz) Hazai digitális fejlesztések a precíziós termelési rendszerek kialakításához – MEGOSZ. [https://megosz.eu/hazai-digitalis-fejlesztesek-a-precizios-termelesi-rendszerek-kialakitasahoz/](https://megosz.eu/hazai-digitalis-fejlesztesek-a-precizios-termelesi-rendszerek-kialakitasahoz)
24. [http. \(2021b\).](https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/a-kukorica-fontosabb-kartevoi) ÖMKi—A kukorica fontosabb kártevői. ÖMKi; <https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/a-kukorica-fontosabb-kartevoi>
<https://www.biokutatas.hu/hu/page/show/a-kukorica-fontosabb-kartevoi>
25. [http. \(2021c, április 15\).](https://greendex.hu/mi-lesz-a-gmo-k-sorsa-europaban/) Mi lesz a GMO-k sorsa Európában? Greendex. <https://greendex.hu/mi-lesz-a-gmo-k-sorsa-europaban/>
26. [http. \(2022, december 10\).](https://www.agroinform.hu/szantofold/szarazsag-hozzajarult-a-mikotoxinok-magas-szintjehez-gabonafelekben-61115-001) Megrendítő eredmény a gabonáknál: A vizsgált minták 100%-ában kimutatható volt a mikotoxin. Agroinform.hu. <https://www.agroinform.hu/szantofold/szarazsag-hozzajarult-a-mikotoxinok-magas-szintjehez-gabonafelekben-61115-001>
27. [http. \(2023a\).](https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/8948-a-kukoricatermesztes-ertekelese) A kukoricatermesztés értékelése. AgrárUnió. <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/8948-a-kukoricatermesztes-ertekelese>
28. [http. \(2023b\).](https://testbook.com/articles/precision-agriculture) Precision Agriculture: Understand Modern Farming Details, Uses. Testbook. <https://testbook.com/articles/precision-agriculture>
29. [http. \(2023c\).](https://www.euspa.europa.eu/european-space/egnos/what-egnos) What is EGNOS? <https://www.euspa.europa.eu/european-space/egnos/what-egnos>
30. [http. \(2023d, december 14\).](https://www.aki.gov.hu/2023/12/14/30-szazalekkal-dragult-a-kukorica-vetomag/) 30 százalékkal drágult a kukorica-vetőmag. AKI Agrárközgazdasági Intézet. <https://www.aki.gov.hu/2023/12/14/30-szazalekkal-dragult-a-kukorica-vetomag/>
31. [http. \(2024a\).](https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0037.html) 15.1.1.37. Magyarország és Budapest időjárásának adatai. https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0037.html
32. [http. \(2024b\).](https://njt.hu/jogszabaly/2004-48-20-82) 48/2004. (IV. 21.) FVM rendelet—Nemzeti Jogszálytár. <https://njt.hu/jogszabaly/2004-48-20-82>
33. [http. \(2024c\).](https://qgis.org/hu/site/about/index.html) A QGIS felfedezése. <https://qgis.org/hu/site/about/index.html>
34. [http. \(2024d\).](https://www.arcanum.com/hu/) Arcanum. <https://www.arcanum.com/hu/>

35. [http. \(2024e\). Az európai mezőgazdasági ágazat digitalizálása | Shaping Europe's digital future. https://digital-strategy.ec.europa.eu/hu/policies/digitalisation-agriculture](https://digital-strategy.ec.europa.eu/hu/policies/digitalisation-agriculture)
36. [http. \(2024f\). Cibakháza. In Wikipédia. https://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=Cibakh%C3%A1za&oldid=26834922](https://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=Cibakh%C3%A1za&oldid=26834922)
37. [http. \(2024g\). DAS - Magyarország Digitális Agrár Stratégiája—Digitális Jólét Program. https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarország-digitalis-agrar-strategiaja](https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarország-digitalis-agrar-strategiaja)
38. [http. \(2024h\). Kukoricatermesztésünk a világ mérlegén—Gabonakutató. https://www.gabonakutato.hu/hu/kukoricatermesztesunk-a-vilag-merlegen](https://www.gabonakutato.hu/hu/kukoricatermesztesunk-a-vilag-merlegen)
39. [http. \(2024i\). Megfigyelt történelmi éghajlati és időjárási adatok Cibakháza. meteoblue. https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/climateobserved/cibakh%C3%A1za_magyarorsz%C3%A1g_721923](https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/climateobserved/cibakh%C3%A1za_magyarorsz%C3%A1g_721923)
40. [http. \(2024j\). NDVI | Sentinel Hub custom scripts. https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/hls/ndvi/](https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/hls/ndvi/)
41. [http. \(2024k\). Population. United Nations; United Nations. https://www.un.org/en/global-issues/population](https://www.un.org/en/global-issues/population)
42. [http. \(2024l\). World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100. United Nations; United Nations. https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100](https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100)
43. [http. \(2024m\). Zea genus. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Zea_\(plant\)&oldid=1209337754](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Zea_(plant)&oldid=1209337754)
44. [http. \(2024n, április 19\). Csapadék—Általános éghajlati jellemzés—Met.hu. HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/)
45. [http, S.-H. by. \(2024o\). Barren Soil Script. Sentinel Hub Custom Scripts. https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/barren_soil/](https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/barren_soil/)
46. [http, S.-H. by. \(2024p\). Moisture index. Sentinel Hub Custom Scripts. https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/msi/](https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/msi/)
47. Kóta G. (2021, április 14). Nagy GMO-csata: Európai Parlament vs. Európai Bizottság. <https://klimapolitikaiintezet.hu/cikk/nagy-gmo-csata-europai-parlament-vs-europai-bizottsag?fbclid=IwAR2ZrIv2o5dtkq-99ANKRpgXcr6hP-9NuxWZjhnztI1EsAljOrTSqOI9uBc>
48. KSH. (2023). Agrárium, 2023, előzetes adatok.
49. KSH. (2024). 19.1.3.4. A kukorica termésmennyisége. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0098.html
50. Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez G., J., Buckler, E., & Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6080–6084. <https://doi.org/10.1073/pnas.052125199>
51. Medináné, L. V. (2022). AKI Statisztikai jelentések, Vetőmag forgalmazás 2021.07.01.-2022.06.30. (E. Demeter, Szerk.). Agrárközgazdasági Intézet. file:///C:/Users/Hof7631/Downloads/ASIR_Vetomag_2022.pdf
52. Nagy A. (2019). A kukorica jelentősebb rovarkártevői. AgrárUnió. <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenyvedelem/5136-a-kukorica-jelentosebb-rovarkartevoi>
53. Nagy J. (2024). A kukorica vízigénye, vízforgalma és öntözése—Kukorica. A nemzet aranya III. > Webshop > Szaktudás Kiadó. https://szaktudas.hu/webshop/768-a-kukorica-vizigenye-vizforgalma-es-ontozese-kukorica-a-nemzet-aranya-iii?utm_source=Webgalamb&utm_medium=Hirlevel&utm_campaign=2023-08-04-

71. http (2013) <http://www.hodmezogazda.hu/files/agronaplo-2013-1-szam-a-hibridkukorica-vetomagtermesztesrol-a-hod-mezogazda-zrt-gyakorlata-tukreben.pdf>
72. http (2002b) <https://dea.lib.unideb.hu/bitstreams/c6ec5b51-0ec4-43ea-810c-25fa471d493d/download>
73. http (2013) <https://agrarium7.hu/cikkek/830-a-kukorica-vetomag-termeszteserol>

9 Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra: A globális kukoricatermelés megoszlása 2023/24-ben, országoként, forrás: Statista, 2024b	8
2. ábra: Globális kukoricatermelés 2023/2024-ben, országoként (1000 tonnában), forrás: Statista, 2024a	9
3. ábra: Az Egyesült Államok biotechnológiával módosított és nem módosított kukorica területeinek megoszlása 2006 és 2022 között, típusoként. forrás: Statista, 2024c.....	12
4. ábra: Magyarország átlagos évi csapadékösszege az 1991-2020-ig tartó időszakban. (mm) (forrás: http , 2024n).....	14
5. ábra: Az öntözés hatása a kukorica termésmennyiségére. Debrecen (forrás: Nagy J., 2024).....	15
6. ábra: A Cibakházi Holt-Tisza a szabályozás előtt (A kép), 1782 körül, és jelenleg (B kép) (forrás: http , 2024d,2024b)	16
7. ábra: A precíziós és digitális mezőgazdaság adattípusai és felhasználásuk. (forrás: http , 2021a).....	17
8. ábra: A gazdálkodók viszonya a precíziós mezőgazdasághoz. N=1002, 50 ha feletti gazdálkodások (forrás: http , 2019a)	20
9. ábra: A CISZÖV 49 Kft. szántóföldi területei. (Forrás: QGIS)	23
10. ábra: A CISZÖV 49 Kft. T4/B táblája világoszölddel kiemelve látható a térképen.	24
11. ábra: A QGIS szoftver kezelőfelülete.....	28
12. ábra: Példa a Copernicus rendszer nedvességi index és NDVI adatairól a 2021. március 3-ai napról.....	29
13. ábra: A Meteoblue adatbázis 10 éves átlagos meteogramja Cibakháza térségéről. Az első diagram az átlagos, a maximum (piros) és a minimum (kék) hőmérsékletet mutatja. A szélsőértékeket + és * karakterek jelölik. A megfigyelt hőmérsékletek kétharmada a színes hőmérsékleti tartományon belül van. A második diagram a csapadék mennyiségét (mm-ben) és a havi átlagok tartományát mutatja az évek kétharmadában. A harmadik diagram a csapadékos napok számát mutatja havonta, valamint a sávokon belüli kétharmados eltérést. Az utolsó diagram a megfigyelt napi átlagos szélsőbességet és a heti átlagok kétharmados tartományát mutatja. (forrás: http , 2024i)	31
14. ábra: Cibakháza éghajlata az utóbbi 12 hónapban a 30 éves átlagos éghajlathoz hasonlítva. A felső ábrán a fekete vonal az elmúlt 12 hónap minden hónapjának	

átlaghőmérsékletét mutatja. A vastag piros vonal az elmúlt 30 év számított átlaghőmérsékletét mutatja minden hónapra. Ez a vonal a hőmérséklet pontos átlagát jelzi, de nem mutatja a hőmérséklet évenkénti ingadozását. A piros vonal körüli narancssárga puffer láthatóvá teszi az elmúlt 30 év közötti ingadozásokat, megmutatja, hogy az elmúlt 30 év hőmérsékletei milyen tartományban oszlanak meg. Az alsó diagram az elmúlt 12 hónap csapadékmennyiségét hasonlítja össze elmúlt 30 év csapadékmennyiségével. A fekete sávok az egyes hónapokra vonatkozóan rögzített csapadékmennyiséget mutatják. A sötétkék sávok az elmúlt 30 év maximális csapadékmennyiségét mutatják az egyes hónapokra vonatkozóan. A világoskék sávok az elmúlt 30 év minimális csapadékmennyiségét mutatják. A sötétkék és a világoskék közötti határ a havi átlagos csapadékmennyiség, amely az elmúlt 30 év átlaga. (forrás: [http, 2024i](http://2024i)) 33

15. ábra: A T4/B tábla. Saját készítés.....	34
16. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2021.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.....	36
17. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2022.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.....	37
18. ábra: A T4/B tábla műholdas felvételei 2023.08.02-án. Saját készítés a Copernicus műholdas felvétel adatbázis képeiből.....	38
19. ábra: A T4/B tábla NDVI értékei 3 egymást követő év augusztusában.	39
20. ábra: A T4/B tábla felosztásának lehetséges módja.	39
21. ábra: A kukorica termésmennyisége. forrás:	41
1. táblázat: A T4/B táblán végrehajtott agrotechnikai műveletek összegzése.....	23
2. táblázat: A 2022-es évben alkalmazott munkaműveletek	24
3. táblázat: A 2023-as év során végzett műveletek listája.....	25
4. táblázat: A T4/B táblán végzett agrotechnikai műveletek, az azokhoz használt gépek és az kijuttatott anyagok.....	33

1 Nyilatkozatok

Alulírott Tokaji Máté, a Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Gödöllői Campus,
Növénytermesztő mérnök Msc szak nappali/levelező* tagozat végzős
hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a
felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.
Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom
egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális
verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető
Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai
szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:

igen nem*

Kelt: Tiszaöldvár, 2024 év 04. hó 28. nap


Hallgató

NYILATKOZAT

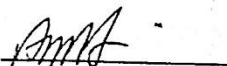
A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom/nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:

igen nem*

Kelt: 2024. 04. 28.



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

