

SZAKDOLGOZAT

Ujházi Réka

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
szakot gesztoráló intézet neve
alapképzési szak**

Precíziós növénytermesztés – Smart farming

Belső konzulens: Dr. Ambrus Andrea

Egyetemi docens

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Precíziós gazdálkodás és
Agrárdigitalizációs tanszék

Külső konzulens: Dudás Arnold
beosztás

Készítette: Ujházi Réka

**Zenta
2024**

TRATALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
1.1. BEVEZETÉS.....	4
1.2. CÉLKITŰZÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A KUKORICA TERMESZTÉSE.....	6
2.1.1. Termőtalaj igény.....	6
2.1.2. A hibridválasztás szempontjai.....	6
2.1.3. Növényvédelem	6
2.1.4. Talajművelés és magágykészítés	6
2.1.5. Tápanyagpótlás.....	7
2.1.6. Vetés.....	7
2.1.7. Betakarítás	9
2.2. MAGYARORSZÁG KUKORICATERMESZTÉSE	9
2.3. SZERBIA KUKORICATERMESZTÉSE	10
2.4. PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁG FOGALMA ÉS JELENTŐSÉGE.....	10
2.5. A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS HELYZETE.....	11
2.5.1. Precíziós mezőgazdaság a világban.....	11
2.5.2. Precíziós mezőgazdaság Európában.....	11
2.5.3. Precíziós mezőgazdaság Szerbiában.....	11
2.5.4. Precíziós mezőgazdaság Magyarországon	12
2.6. PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS FELTÉTELRENDSZERE	13
2.7. NÖVÉNYTERMESZTÉSBEN ALKALMAZOTT PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIÁK	14
2.7.1. Precíziós talajtérképezés.....	14
2.7.2. Precíziós tápanyaggazdálkodás	14
2.7.3. Vetés.....	15
2.7.4. Öntözés és vízgazdálkodás.....	15
2.7.5. Növényvédelem	16
3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	18
3.1. ANYAG	18
3.2. MÓDSZER	19
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	25
4.1. ELEMZÉS AZ NDVI ÉRTÉKEK ALAPJÁN:	27
4.2. KÖVETKEZTETÉSEK AZ NDVI ADATOK ALAPJÁN:.....	28
4.3. A TERMÉSHOZAMOK ALAKULÁSÁNAK ELEMZÉSE.....	28
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	31
6. ÖSSZEFOGLALÁS	33
7. IRODALOMJEGYZÉK	35
7.1. INTERNETES HIVATKOZÁSOK.....	36
7.1.1. Internetes forrás nevesített szerzővel	36
7.1.2. Internetes forrás nevesített szerző nélkül	37
8. NYILATKOZATOK.....	39
8.1. HALLGATÓI NYILATKOZAT.....	39
8.2. KONZULENSI NYILATKOZAT	40

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1.Bevezetés

A Föld lakossága folyamatosan növekszik, és ezzel egyidejűleg egyre nagyobb kihívást jelent az élelmiszerellátás biztosítása. A túlnépesedés következtében az egy főre jutó termőföldterület aránya egyre csökken, így az élelmiszerellátást a meglévő földterületek hatékonyabb kihasználásával kell megoldani. A mezőgazdaság számára ez azt jelenti, hogy ugyanakkora területen nagyobb hozamot kell elérni, miközben meg kell őrizni a talaj termékenységét és csökkenteni kell a környezetre gyakorolt káros hatásokat.

E kihívások megoldására egyre nagyobb figyelmet kap a precíziós növénytermesztés, amely innovatív megoldásokat kínál a termelékenység növelésére és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok támogatására. A precíziós mezőgazdaság segítségével lehetőség nyílik a termesztési folyamatok optimalizálására, a természeti és ember alkotta erőforrások, például víz és műtrágya hatékonyabb felhasználására, miközben a talajminőség és a környezetvédelem is szem előtt marad.

Ebben a dolgozatban a precíziós növénytermesztés gyakorlati alkalmazását vizsgálom egy konkrét mezőgazdasági vállalkozás, a Krivalja d.o.o. példáján keresztül.

1.2.Célkitűzés

A precíziós növénytermesztést folyamatosan fejleszteni és hatékonyabbá kell tenni annak érdekében, hogy előrelépést érhessünk el a mezőgazdaságban. Ez a folyamat elméletek felállításával, azok tesztelésével, tökéletesítésével, majd gyakorlatba történő bevezetésével valósítható meg. Dolgozatom célja, hogy egy ilyen kísérletet alaposan megvizsgáljak, és a kapott eredmények alapján javaslatokat tegyek a további fejlesztési lehetőségekre.

A Krivalja d.o.o. által 2019 és 2020 között létrehozott kísérlet egy korábbi kísérleti sorozat folytatása volt. A korábbi kísérletezések célja a hagyományos 70 centiméteres sortávolságot leszűkíteni 50 centiméterre.

Ezt a lépést több indokból tették meg. Egyrészt könnyebb munkaszervezést szerettek volna elérni. A cég több kapás növény termesztésével is foglalkozik (repce, sója, stb.), ezért szerették volna egységesíteni a sortávot minden növényfajnál, hogy ne kelljen kultúránként átállítani

gépeket. Minden elmaradt beálltásnál akár 1-2 napot időt is megspóroltak. Valamint egy kezdeti nagyobb befektetést követően minden kapás növény ugyanazokkal az eszközökkel tudták művelni.

A korábbi kísérletek eredményei a következők voltak:

- Csökkent a vízkipárolgás a nagyobb fedettség miatt.
- A kukorica 10-14 nappal hamarabb befedte a talajt, mint 70 cm esetén.
- Kifejezőbb volt a gyomelnyomó képesség.
- Csökkent a dőlésveszély.
- Magasabb beruházási igény.

A dolgozatban leírt kísérlet célja, ezeknek a korábbi kísérleteknek (amiket már bevezettek állandó jelleggel a termelésbe) a továbbgondolása. Igyekeztek a termelést még hatékonyabbá, kedvezőbbé, környezetbarátabbá tenni.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1.A kukorica termesztése

2.1.1. Termőtalaj igény

A kukorica a talaj típusával szemben az igényesebb növényink közé tartozik. Átlagon felüli termésmennyiséget közepköztözött mezősségi, közepköttözött erdő-, vízrendezett réti és öntéstalajon képes produkálni. Átlagosnak számító hozamot a köttözött réti, humuszozos homok-, erodált, kissé lejtős talajok tudnak biztosítani. A legkevésbé ideális talajok a kukorica termesztésére, amik átlag alatti termésmennyiséget adnak a gyengén humuszozos homok-, szik-, illetve a sekély termőrétegű erdőtalajok. Természetesen az agrotechnológia helyes kiválasztása és elvégzése is kulcsfontosságú szerepet játszik, viszont a talajok tulajdonságát nem tudjuk teljesen megváltoztatni (Máté 2022).

2.1.2. A hibridválasztás szempontjai

Az elmúlt években a hibridek kiválasztásánál a termőképesesség mellett kiemelt figyelmet kaptak az érésidő, a vízleadó képeség, a szemnedvesség-tartalom, a termésbiztonság, az alkalmazkodóképesség, a szárazságtűrés és a szárszilárdság. Ezek a tényezők határozzák meg a kukoricatermesztés jövedelmezőségét (Horváth 2018). Ezeket a tulajdonságokat annak tükrében kell figyelembe venni és mérlegelni, hogy számunkra a környezeti feltételek milyen típusú hibrid termesztésének felelnek meg (Máté 2022).

2.1.3. Növényvédelem

Az eredményes kukoricatermesztés szempontjából elengedhetetlen a megfelelő védekezés a kórokozók, kártevők és gyomok ellen, melyek versenybe szállnak növényeinkkel, vagy károsítják azokat. A költséghatékonyságot és eredményességet figyelembe véve az integrált növényvédelem, vagyis a direkt és indirekt növényvédelmi módszerek együttes használata. A direkt módszer a különböző vegyszerek alkalmazását jelenti, indirekt módon pedig a magát a termesztéstechnológiát úgy állítjuk be, hogy a tervezett növényünk védelmét szolgálja (megfelelő vetésváltás, rezisztens fajta vagy hibrid választása, stb.) (http 1).

2.1.4. Talajművelés és magágykészítés

Vizsgálatok bizonyították, hogy talajnedvesség megőrzése céljából kedvezőbb a forgatás

nélküli, csökkentett menetszámú talajművelés. A nedvesség megléte különösen a szárazabb évjáratok alkalmával jelentős, de a nedvesebb talaj biológiai állapota is kedvezhet a növényeknek (Horváth 2021).

A laza szerkezetű, kevésbé rögzös talajokon az egyszerű fogasboronák hatékonyan készíthetnek magágyat, különösen, ha utánuk lezáró hengersort kapcsolnak. Megfelelő talajállapot és munkaeszköz mellett a kultivátorok szintén kiváló minőségű magágyat hozhatnak létre. Ezek a gépek lehetnek függesztett, félig függesztett vagy vontatott kivitelűek. Szármaradványos területeken a kultivátorok szerszámai eltömődést okozhatnak, így ezek az eszközök nehezen vagy egyáltalán nem használhatók. Ilyen helyzetekben, még ha túlzott száradást is eredményeznek, a tárcsás boronák alkalmazhatók. A különböző típusú (könnyűtől szuper nehézig) tárcsák a különféle kötöttségű talajokon is megbízhatóan dolgoznak, és hatékonyak a szármaradványok aprításában és bedolgozásában (Kelemen 2014).

2.1.5. Tápanyagpótlás

Annak érdekében, hogy a befektetett költségek megtérüljenek minimum 6 tonna/hektár termést kell produkálnunk. Ehhez a kukoricának szükséges hektáronként 168 kilógramm nitrogén, 66 kilógramm foszfor és 180 kilógramm kálium. Attól függően, hogy a talajunknak, hogyan alakul a tápanyag-szolgáltató képessége ezt a mennyiséget 150-200 kilógramm/hektár ammonitráttal, 120-160 kilógramm/hektár szuperfoszfáttal, illetve 140-180 kilógramm/hektár 40%-os kálisóval, vagy ennek megfelelő összetett műtrágyával tudjuk fedezni. Viszont az elmúlt években kutatások bizonyították, hogy baktériumtrágyákkal (BaktoFil A, Microsoil) részben, vagy akár teljesen ki tudjuk váltani ezeknek a hatását (Máté 2022).

Az utóbbi időben több kutatási és gyakorlati eredmény bizonyítja a baktériumtrágyák (BaktoFil A, Microsoil) kedvező tápanyaghatását is, amelyekkel adott esetben helyettesíthető az ásványi tápanyag-utánpótlás egy része, esetleg teljes mennyisége.

2.1.6. Vetés

A kukorica vetésének időpontját április közepe és május közepe közé szokták rakni, amikor a talaj felmelegszik, hőmérséklete eléri a 8-10 celsius fokot, kellően kiszáradt és megfelelő a teherbírása. A túl korán történő vetés lassú csírázást, elhúzódó kelést, gyenge állományt, csávázószerek hatásának romlását, csökkent gyökernövekedést, illetve nem megfelelő tápanyagfelvételt eredményez. Ugyanakkor a kései vetés is káros a növény számára, ugyanis a

talaj magas hőmérséklete gyors csírázást és kezdeti fejlődést eredményez, a napok hosszúsága fokozott szárbaindulást, nagyobb mértékű csőfejlődést tesz lehetővé, mindez pedig növeli a szárdőlés kockázatát. A rövidebb tenyészidőszak korlátozott keményítő beépülést enged, így gyengébb lesz a kukorica beltartalma. A kukorica vetésének optimális időpontja kritikus tényező a sikeres termesztésben. A vetés ideális időpontja akkor van, amikor a talaj hőmérséklete tartósan eléri a 10-12°C-ot. ([http 2](#))

A vetésmélységet a talaj felső 10 centiméteres rétegének az állapota határozza meg. Számításba kell venni a talaj nedvességtartalmát, kötöttségét, a magágy minőségét, úgy ahogy a mag méretét, a felmelegedés ütemét, az időjárás előrejelzést egyaránt. Ideális környezeti körülmények között a 4-8 centiméteres vetésmélység az ajánlott. Üreges talaj esetén nagyobb a kipárolgás, tehát mélyebb vetést ajánlott, ahogy gyors felmelegedés, szárazság esetén szintén. Kötöttebb, kisebb frakciókkal rendelkező talajok esetén viszont a sekélyebb vetés lehet indokolt (Árendás 2019).

A kukorica vetésének egyik kiváló módja a szemenkénti vetés. Ezzel a technológiával növelni tudjuk a területteljesítményt, vagyis a vetési sebességet, ami kedvező a kukorica rövid optimális vetési időszaka miatt. Az eljárás pontos maglehelyezést, szabályos tőtávot és vetési mélységet tud biztosítani számunkra. Erre a vetésmódra számos munkaszélességben, vetési sorszámmal rendelkező, függesztett, féligfüggesztett, vagy vontatott kivitelezésű, szívó vagy nyomóerőt alkalmazó szemenkénti vetőgép áll rendelkezésünkre (Kelemen 2021).

Az optimális vetésmélység az alapja a magas hozamnak. Nemergut et al. (2021) szerint a 5-7,5 cm mélységű vetés 8-10%-kal magasabb terméshozamot eredményezett, mint az 2,5 cm mélységű vetés.

A kukorica vetésénél általánosan alkalmazott sortávolság 70-76,2 cm. A tőtávolság a tőszámtól függően változhat, általában 15-35 cm között mozog. Ezek a paraméterek befolyásolják a növények közötti versenyt a fényért, vízért és tápanyagokért ([http 3](#)).

A tőszám meghatározása kulcsfontosságú a kukoricatermesztésben. Az optimális tőszám függ a hibrid tulajdonságaitól, a termőhelyi adottságoktól és a termesztési céltól. A tőszám meghatározása kulcsfontosságú a kukoricatermesztésben. Az optimális tőszám függ a hibrid tulajdonságaitól, a termőhelyi adottságoktól és a termesztési céltól ([http 4](#))

A változó tőszámú kukorica vetés mondhatjuk talán a mai vetési technológiák egyik

legmagasabb szintjének. Ebben az esetben eltérő termőképességű zónákat határolunk el, precíziós talajvizsgálatok, műholdfelvétele, előző éves hozamtérképek alapján, és a talajunk kapacitásához igazított tőszámot vetünk ezeken a zónákon belül (Gyeraj 2021).

2.1.7. Betakarítás

A betakarítás legfontosabb szempontja a betakarítógép megfelelő beállítása, hogy a folyamat a lehető legkeveseb veszteséggel tudjon történni. A költséghatékonyság céljából előnyös, hogy a kukorica minnél alacsonyabb szemnedvességtartalománál történjen a betakarítás (http 1). A kukorica morzsolva betakarítását megkezdhetjük már 27-28%-os nedvességtartalomnál, de a tároláshoz az ideális nedvességtartalma 14%, tehát kedvező minnél alacsonyabb víztartalommal betakarítani (Sárvári 2014) Az érésidőtől függően a szemes kukorica betakarításának optimális időszaka általában az ősz eleje vagy közepe (http 5). A betakarítás szempontjából az egyik legfontosabb tényező a kukoricaszem nedvességtartalma. Az optimális nedvességtartalom a betakarításkor takarmánykukorica esetén 35-45% között van, szemes kukorica esetén alacsonyabb nedvességtartalomnál történik a betakarítás. Cél, hogy csökkentsék a szárítási költségeket (Szabó et al. 2022)

2.2. Magyarország kukoricatermesztése

Magyarország területén addig jól működő termelési szerkezetet a rendszerváltás, valamint a privatizáció nagy mértékben megváltoztatta. A termőföld területek felaprózódtak, nem használtak megfelelő agrotechnikákat, nem volt elegendő mezőgazdaságra fodítandó tőke, valamint sok esetben a szakértelem hiánya is hátráltatta a megfelelő termelés lehetőségét. Ezt a helyzetet tovább rontották a 90-es évek óta fennálló szélsőséges időjárási viszonyok. Ebben az korszakban jellemző volt a terméseredmények nagymértékű ingadozása, mely elsősorban az ország árúexportjára volt jelentős kihatással, ugyanis a gyengébb termést hozó években nem volt elegendő exportárú, ami a piacok elvesztését jelentette. Az ezredfordulót követően az állatállomány, beleértve a kukoricával táplálkozó sertés és baromfiállomány fokozatosan visszaesett. Ebből kifolyólag a megtermelt kukoricát, ami elsősorban takarmányalapanyagnak számított egyre nehezebben tudták a haza piacokon eladni, ezért szükség volt küldöldi piacokat vagy alternatív elhelyezési lehetőségek keresésére (Hingyi 2006).

Az évek során elszenvedett nehézsékek ellenére a kukorica az őszi búzát követően a legnagyobb területen termesztett növény Magyarországon. A legtöbb gazdaságban árútermelés vagy takarmányozás céljával foglalkoznak kukoricatermeléssel (Máté 2022). Ez a tendencia azonban az utóbbi időszakban változást mutat. Az olajnövények, azon belül a napraforgó és a repce a kedvező jövedelmezőségüknek és világpiaci keresletüknek köszönhetően egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek a gazdák körében. A 2013 és 2017 közötti időszakot vizsgálva, a Magyar Államkincstár által növénykultúránként, évente összesített egységes területalapú támogatási igénylések adatai szerint a kukorica vetésterülete 15,9% csökkenést mutatott, míg a napraforgóé 17,1 százalékkal, a repcéé pedig 38,3%-al növekedett (Horváth 2018).

2.3.Szerbia kukoricatermesztése

Szerbia területén megközelítőleg 1 millió hektáron termesztetik kukoricát, ezen belül a Vajdaságban 600-650 ezer hektáron (Lality 2018).

Szerbia jelentős kukoricatermelő ország, 2021-ben rekordtermést, 8 millió tonnát takarítottak be 990 ezer hektárról. Az átlagos termésátlag 8 t/ha volt, ami hasonló a magyarországi eredményekhez. A magas termésátlagok bizonyítják, hogy Szerbia talajainak jelentős része alkalmas lehet a kukoricatermesztésre (Gönczi 2021)

2.4.Precíziós mezőgazdaság fogalma és jelentősége

A precíziós gazdálkodás magába foglalja a termő területhez igazított termesztést, az adott táblán belüli eltérő technológiákat, integrált növényvédelmet, a legmagasabb szintű technológiát, a távérzékelést, a térinformatikát, a geostatistikát, a változásokat a növénytermesztés gépesítésében, valamint az információs technológia bevonását az agrotechnikába. (Györfői 2000)

A népesség gyarapodásával csökken az egy személyre jutó erőforrások mennyisége, ezért csak bővült termelékenységgel és célravezető termeléssel lehet kielégíteni az élelmiszerigényt. A megfelelő mennyiségű takarmánynövény és élelmiszer alapanyag előállítás érdekében a megfelelő műszaki feltételeket is biztosítanunk kell. Ehhez a legmodernebb, precíziós (helyspecifikus) módszereket alkalmazunk, mellyel termesztett növények ideális paramétereinek elérése mellett, a műszakai újításknak a környezetterhelést is csökkenteniük kell, hogy fenntartható termelést folytassunk és kihasználjuk az ökológiai potenciált. (Dobos

2013)

A gazdálkodók a precíziós növénytermesztés bevezetésével növelik a hatékonyságot, azáltal, hogy csökkentik a veszteségeket, ugyanis hatékonyabb döntéstámogatási információs rendszer birtokában kerülnek, illetve csökkentik a termelésre fordított költségeket. Emellett csökkenthetik a környezetterhelést, valamint a termelési folyamatok könnyebben szervezhetővé és jobb minőségűvé válnak (Tamás 2001).

2.5.A precíziós gazdálkodás helyzete

2.5.1. Precíziós mezőgazdaság a világban

Világviszonylatban a precíziós mezőgazdaság megjelenése az Amerikai Egyesült Államokban, Európában és Ausztráliában vette kezdetét, ezt követően jutott Argentínába, Brazíliába, illetve egyes ázsiai országokba (Fountas et al. 2005)

Az USA-ban a precíziós technológiák közül eleinte a hozamtérképek készítése és a helyspecifikus műtrágyakijuttatás, majd az autómata kormányrendszerek alkalmazása volt a legelterjedtebb (Schimmelpfening és Ebel 2011).

Ausztráliában egy 2012-es felmérés alapján a termelők 20%-a végzett precíziós gazdálkodást, jellemzően a nagyobb földterületekkel rendelkezők gazdaságokban volt jelen a technológia (OECD 2016)

Brazíliában többnyire különféle járműnavigációs eszközöket, illetve differenciált kijuttatást alkalmaznak, valamint kisebb arányban hozamtérképezést. Viszont jellemző, hogy annak ellenére, hogy a gazdálkodók rendelkeznek precíziós eszközökkel, nem használják ki azokat, csupán a területük egy részén alkalmazzák (Bernardi & Inamasu 2014).

2.5.2. Precíziós mezőgazdaság Európában

Az Európa Unió országai az USA-át és Ausztráliát követően a 3. helyen állnak a precíziós gazdálkodás piacán. A nem EU-tagok, elsősorban Ukrajna és Oroszország, szintén számottevő piaci értéket jelentenek, hozzávetőlegesen az EU-tagokhoz képest fele összeget ([http1](http://))

2.5.3. Precíziós mezőgazdaság Szerbiában

Szerbiában a mezőgazdaság az egyik legfontosabb gazdasági ágazat, viszont ennek ellenére

sem fejlődik a precíziós mezőgazdaság a megfelelő ütemben. Ennek több dologban kell keresni az okát. Egyrészt a gazdálkodók többsége kis földterülettel rendelkezik, aminek köszönhetően a beruházási költségei alacsonyabbak. Problémát jelent az is, hogy az agrár szektorban tevékenykedők életkori összetétele kedvezőtlen, az idősebb gazdálkodók nehezebben hagyják el a hagyományos módszereket, nem nyitnak a korszerű technológiák felé. Valamint a termelők alacsony iskolázottsága szintén hátráltatja a modern technológiák bevezetését, amely tudományos ismereteket követelne (Kostić 2021). Szerbiában a DRAGON projekt keretében fejlesztett adatgyűjtési és elemzési módszerek lehetővé teszik a gazdálkodók számára, hogy pontosabb információkkal rendelkezzenek a termőföldjeikről és a növényeikről. Ilyen típusú fejlesztése a Plant-O-Meter, amely másodpercek alatt pontos értékelést ad a növények állapotáról, ezzel lehetővé téve a gyors gazdálkodói döntést támogató információt. Ezen projekt keretén belül került kifejlesztésre a Lala nevű robot, amely képes automatikusan talajmintákat venni és elemezni azokat ([http 5](#)) Ez magában foglalja a műholdas és mobiltelefon-generált adatok, IoT-szenzorok által gyűjtött adatok, valamint fenomikai és genomikai adatok elemzését. ([http 6](#))

Előrejelzési modelleket fejleszt a BioSense Intézet, amelyek segítenek a gazdálkodóknak felkészülni a várható időjárási és környezeti körülményekre ([http 7](#))

2.5.4. Precíziós mezőgazdaság Magyarországon

Magyarországon a precízióseszköz-használat a legmagasabb százalékban a szántóföldi növénytermesztésben valósul meg. A technológia nyújtotta lehetőségek közül legtöbbször a növényállapot felmérés veszik igénybe, ez megvalósulhat saját, illetve bérelt eszközzel. Aránylag elterjedt még az autómata kormányzási rendszerek alkalmazása is egyaránt, melyet a nagyobb fölterületekkel rendelkező gazdaságok, már szinte minden esetben használnak. Ennek ellenére Magyarországra is jellemző, hogy a magas beruházási és tudás igény miatt alacsony a precíziós eszközök elterjedettsége ([http2](#)). Magyarországon a szántóföldi növénytermesztésben a leggyakrabban alkalmazott technológiai elemek közé tartozik a precíziós talajminta-vételezés, a tápanyag-kijuttatási terv készítése, az automata kormányzás és a sorvezetés. A precíziós technológiákat leginkább a tápanyag-utánpótlásban és a vetésben alkalmazzák, kisebb mértékben a növényvédelemben és a talajművelésben ([http 8](#))

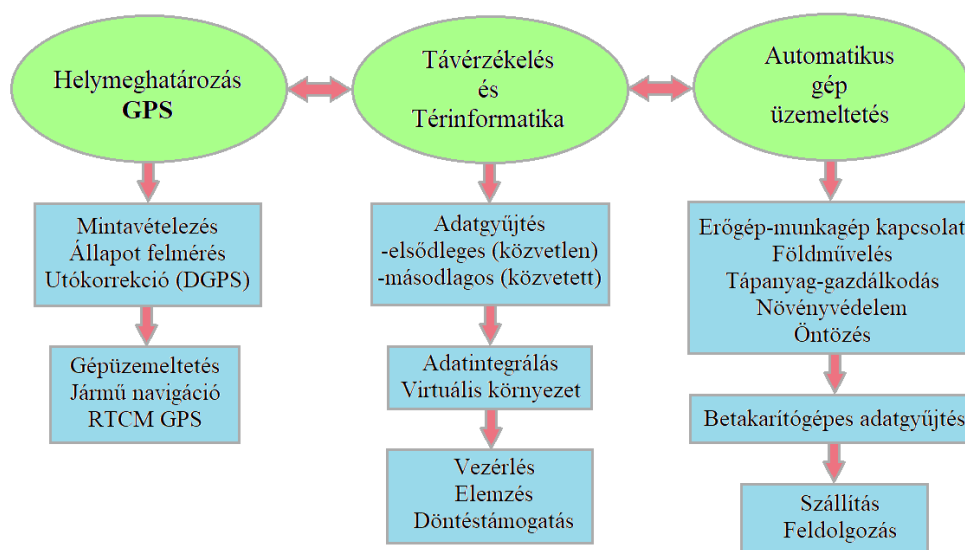
Egy 2020-as KSH kutatás szerint bár a digitális technológiák elérhetőek, elterjedtségük még nem általános Magyarországon, . A gazdaságok csupán 38%-a használ valamilyen digitális

eszközt és a gazdaságok mintegy 12%-a használ valamilyen precíziós eszközt, de a nagyobb gazdaságoknál ez az arány jóval magasabb lehet. A digitális eszközhasználat a gazdaság méretének emelkedésével azonban dinamikusan nő (http 9).

2.6.Precíziós gazdálkodás feltételrendszere

A precíziós növénytermesztés legfontosabb feltételei, melyeknek teljesülni kell, a nagyon pontos és állandó helymeghatározás, eszköztár a távérzékelési és térinformatikai elemzéshez, valamint a terepi munkavégzés nagymértékű automatizálása. Ezeket a paramétereket szemlélteti az 1. ábra (Pechman & Tamás 2002).

Ábra 1: Precíziós gazdálkodás feltételrendszere
(Forrás: saját szerkesztés Pechman & Tamás (2002) alapján)



A precíziós gazdálkodás bevezetésének fontos feltétele még a megfelelő munkagép megválasztása. Egy precíziós gépnek egyértelműen alkalmasnak kell hogy legyen a kijuttatási terv fogadására és elvégzésére, amelyet egy szaktanácsadó fog meghatározni a gazdálkodó részére. Kiemelten fontos az eszköz és a terv közötti összeférhetőség. (Borsiczky 2017)

2.7.Növénytermesztésben alkalmazott precíziós technológiák

2.7.1. Precíziós talajtérképezés

A precíziós talajtérképezés az első lépése a helyspecifikus gazdákodás alkalmazásának. Legelső feladatunk a tábla határainka behatárolása. Ezt követően a mintázási zónákat határozzuk meg, vagyis a hasonló tulajdonságú, adottságú területeket egybevonjuk és a mintázásukat egyben végezzük el. A mintázási útvonalon, mindegyik zónában részmintákat veszünk, ezeket homogenizáljuk és laboratóriumi vizsgálatra küldjük. Az eredmények alapján kapjuk meg a művelési zónákat, amelyek azok a területegységek, ahol a termelés folyamán azonos kezelés (tápanyag-kijuttatás, tőszám, növényvédelem stb.) fog végbemenni. (Szabó & Milics 2016)

2.7.2. Precíziós tápanyaggazdálkodás

A tápanyag-gazdálkodás a precíziós növénytermesztés folyamatai közül az egyik legeredményesebb. A technikai fejlődések a teljes folyamat felújítását tette lehetővé, elkerülve az alul vagy túltrágyázás kockázatát. A tápanyag-gazdálkodás során a főbb munkafolyamatokat (mintavételezést, agrokémiai vizsgálatokat, eredmény kiértékelését, valamint a munkafolyamatok terepi megtervezését és a kijuttatást) egyaránt eredményesebben lehet megvalósítani. (Tamás 2001)

A trágyázás során, precíziós technológia alkalmazásakor alapvető fontosságú a helytálló táblaértékek felvétele, a GIS rendszer kiépítése, és a homogén táblarészek elkülönítése, melyek kezelhetőség szempontjából kezelhető méretűek. A táblán belüli területi foltok GPS technológia segítségével térben beazonosíthatók, munkafolyamatok végzése során a traktoron lévő számítógéppel felismerhetők, és a kijuttatandó mennyiségek változtathatók. A tápanyagutánpótlási szaktanácsadás során ezekre a szeparált foltokra határozzák meg a különböző trágyaadagokat. (Németh 1999)

Hagyományos tápanyag vizsgálat végzésekor, (attól is függően mi célt szolgál a mintavétel) általában minimum 1 hektáronként gyűjtöttek egy átlag mintát. Az átlag minta, akkor releváns, ha elegendő részmintából tevődik össze, melyek mindez alapján 50-100 méteres pontatlanság mellett bemutatják az átlagos tápanyagellátási egységet. (Tamás 2001)

A szaktanácsadás nem csupán az adott területen belüli tápanyagszint fenntartását szolgálja, hanem, amennyiben alacsony a talaj tápanyag ellátottsága a fokozatos tápanyagnövekedést is

biztosít. A trágyázási javaslatok nem irányozzák meg a termelés igényeitől nagyobb mennyiségű tápanyagfeltöltést. A precíziós tápanyaggazdálkodás módszere lehetőséget ad, olyan trágyázási javaslat létrehozását, amely a minimum technológia szerint a forgóba illeszkedő (nem minden évben történő) alaptrágyázást biztosít. (Dobos 2013)

2.7.3. Vetés

A precíziós vetőgépek pontos magadagolást és vetésmélység-szabályozást tesznek lehetővé, az egyenletes tőtávolságot és csírázást, ami kulcsfontosságú a homogén növényállomány kialakításához (Si 2023)

A precíziós vetés folyamata közben a vetési mélység folyamatosan változtatható. Ezt tömörödöttséget érzékelő szenzorok észlelései alapján tehető meg elsősorban függesztett munkagépek esetén. (Tamás 2002)

A precíziós vetés egyik előnye, hogy általa elkerülhető a felülvetés kockázata. A fedélzeti számítógép megjegyzi, a már bevetett sorok helyét, ezáltal ha vetőgép már bevetett területen menne végig akkor sorkulcszóval le fogja tiltani a vetőelemeket, elkerülve a felülvetést. Ez szabálytalan táblák esetén különösen hasznos. (Gaal et al. 2017)

A precíziós vetés másik fontos alkalmazása a differenciált tőszám használatának lehetősége. Ilyenkor a táblán belül homogén művelési zónákat határozzunk meg a talaj eltartó képessége alapján. A kedvezőbb talajtani tulajdonságokkal rendelkező zónákban növelhetjük, még a kedvezőtlenebbeken csökkenthetjük a tőszámot. Természetesen mindezt szigorú keretek között hajthatjuk végre, elkerülve az alul-, illetve túlterhelést egyaránt. (Szabó 2017) A talaj tulajdonságaihoz és a várható terméshez igazított vetési sűrűség optimalizálja a növényállományt, figyelembe véve a táblán belüli változatosságot. A vetési adatok rögzítése és elemzése segíti a későbbi döntéshozatalt és optimalizálást (Si 2023)

2.7.4. Öntözés és vízgazdálkodás

Hauptzi (2021) megfogalmazásában: „Az öntözés egy adott terület természetes vízháztartásába történő beavatkozás egyik módja, amely elsődlegesen a talaj vagy a légkör vízkészletének kielégítését célozza.”

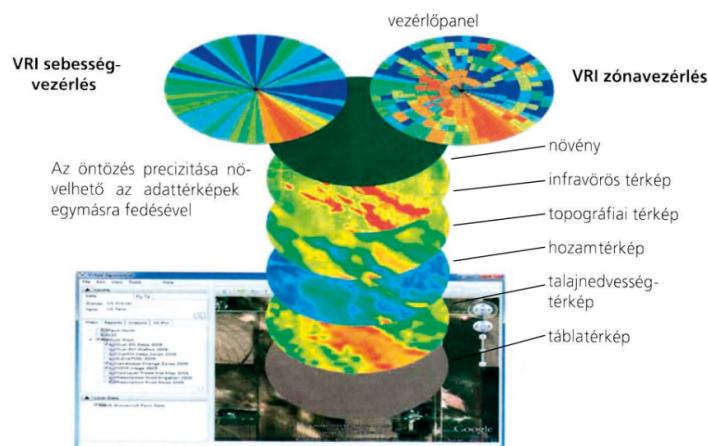
Bolygónkon az ivóvíz és az öntözésre alkalmas édes víz mennyisége is korlátozott mennyiségben érhető el. Mindezen okokból kulcsfontosságú, hogy az öntözést precíziósan és okszerűen végezzük, valamint annyi öntöző vizet jutassunk ki, oda és olyan mértékben, hogy a növények legcélszerűbben hasznosítani tudják. (Hajdú 2015)

A megfelelő informatikai és műszaki fejlesztéseknek köszönhetően ma már megvalósítható VRI (változtatható intenzitású öntözés) a szántóföldeken. Ehhez szükségünk van egy táblatérképre, melynek alapjául a talajtérkép szolgál, ami adatokat tartalmaz a talajra vonatkozóan. (Patay 2016)

A szoftverünk digitális formában hozzáfér a táblatérképhez, topográfiai adatokat hordozó térképhez, felvételekhez a növények által fedett területekről, növények vitalitásáról szóló infravörös térképhez, illetve a talajnedvességi térképhez. Mindezen térképek egymásra helyezésével jön létre az összesített zónavezelés. Ezekre a zónákra változtatható a kiöntözött víz mennyisége (Hajdú 2015). Ezt szemlélteti a 2. ábra.

Ábra 2: Öntözésvezérlő térkép

Forrás: Hajdú (2015)



2.7.5. Növényvédelem

A növényeket károsító betegségek, kártevők, illetve gyomok a táblán belül legtöbb esetben nem egyenletesen, hanem heterogén módon elterjedve jelennek meg. A precíziós növényvédelem ezt a tulajdonságot kihasználva törekszik a károsító szervezetek helyének feltérképezésére. Térinformatikai azonosítók segítségével behatárolja a károsítók helyét, majd időazonosítókkal megfigyeli az idő és térbeli mozgásukat. Egyes esetekben a tábla különböző részein nem, vagy

csak nem számottevő mennyiségben jelentkeznek károsítók, így ezeken a területeken elmaradhat a védekezés. Ilyen módon csökkenthetjük a költségeinket, valamint a környezet peszticidterhelését (Ábrahám et al. 2011).

A gyomok permetezése esetén használható a differenciált kijuttatási technológia, mely során haladás közben tudjuk változtatni a permetezni kívánt anyagok dózisát, illetve összetételét. A fedélzeti számítógépbe bevezetjük a kijuttatási térképünket, majd ő automatikusan fogja vezérelni a kijuttatást. Mindez úgy történik, hogy a DGPS (differenciális GPS) rendszer meghatározza a pillanatnyi tartózkodási helyünket, a számítógép a kijuttatási terv szerint leolvassa az ezen helyhez tartozó információkat, majd a gyomfertőzöttség alapján vezérlőjelet küld a mennyiség szabályzó rendszernek és beállítja a megfelelő dózist. Ha arra van szükség elzárja, vagy megnyitja a szórófejeket (illetve szórókeret szakaszokat), melyek egymástól függetlenül képesek dolgozni (Pályi).

A gyomok mechanikai kezelése is végezhető precíziósan. Erre két megoldás lehet:

- Az egyik módszer alapján a traktor automata kormányzási rendszere és a kultivátor műholdas vevője egyszerre működik. A kultivátor RTK GPS-vevője követi az aktuális sorközpozíciót és a szekezetet jobbra vagy balra igazítva mindig az ideális nyomvonalon tartja a kultivátort. Így a traktor és a kultivátor mindig azonos, pontos nyomvonalon haladva valósítja meg a sorközművelést. Ezzel egy idejűleg sorpermetezés és sorműtrágyázás is megvalósulhat.
- A másik módszerhez nem szükséges műholdas kapcsolat. Ebben az esetben sorérzékelő lézert, illetve 2D-s vagy 3D-s képfelbontással dolgozó, színes optikai kamerát használunk (Hajdú).

3. A vizsgálatok módszerei

3.1. Anyag

A kísérlet a Krivalja D.O.O. tulajdonában lévő szántóföldeken zajlott. A terület Észak-Bácskában, Zombor községben, Csonoplya település határában található.

A kísérleti parcella 117,18 hektáron terül el. Ezen a területen belül jelöltek ki négy zónát, amelyek összehasonlításra kerültek a kísérlet befejezésével. Ezek a zónák az 3. ábrán vannak feltüntetve.

3. ábra: A kísérleti terület parcellákra osztása
(Forrás: Krivalja D.O.O. által készített műholdfotó)



- Vetési alakzat kontroll terület: 6,67 ha (az ábrán sötétzöld jelölés)
- Gyémántvetés v1 (beállítások): 3,3 ha (az ábrán rózsaszín jelölés)
- Gyémántvetés v2: 23,29 ha (az ábrán türkizkék jelölés)
- Párhuzamos vetés: 3,33 ha (az ábrán citromsárga jelölés)

A kísérleti parcellák méretei között eltérések vannak további megfigyelések végzésének céljából. A v1-es gyémántvetés és a párhuzamos vetés egyforma nagyságú területen voltak, 3,3 hektáron, hogy kisebb, könnyebben áttekinthető, átjárható területen legyen. A v2-es gyémántvetést pedig nagyobb, 23,9 hektáros parcellára vetették, hogy a kísérlet folyamán megfigyelhessék a csapadékhatásokat. Az eredmények viszont átlaghozamra lettek kiszámolva.

A kontroll terület hagyományos vetési módon, 50 centiméteres sortávolságra, 70.000

tőszám/hektár sűrűségre lett vetve.

Párhuzamos vetésű kukorica 50 centiméteres sortávolságra, 70.000 tőszám/hektár sűrűségre lett vetve.

A gyémánt alakzatba vetett kukorica szintén 50 centiméteres sortávolságra lett vetve, a hektáronkénti tőszám viszont eltérő a két parcella között, a v1-es területen 70.000 tő/hektár, a v2-es területen viszont 75.000 tő/hektár.

Krivalja d.o.o. rendelkezik saját meteorológiai állomással, melyen a vetés előtti hónapban mért csapadék (2020.03.04. és 2020.04.04. között) 43,2 liter volt. Ezt követően a vetéstől a betakarításig eltelt időszakban (2020.04.04 és 2022.10.04 között) 322,8 liter csapadék esett. Ez havi átlag csapadéokra bontva az 1. táblázatban olvasható. A kukorica csapadékgénye

1. táblázat: 2020.03.04 és 2020.10.04 között mért havi csapadékátlagok

(Forrás: Krivalja d.o.o. meteorológiai állomásán mért adatok, 2020)

Havi csapadék átlag (liter)							
Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október
43,2	13,5	33,3	86,1	65,4	95,4	22,8	6,3

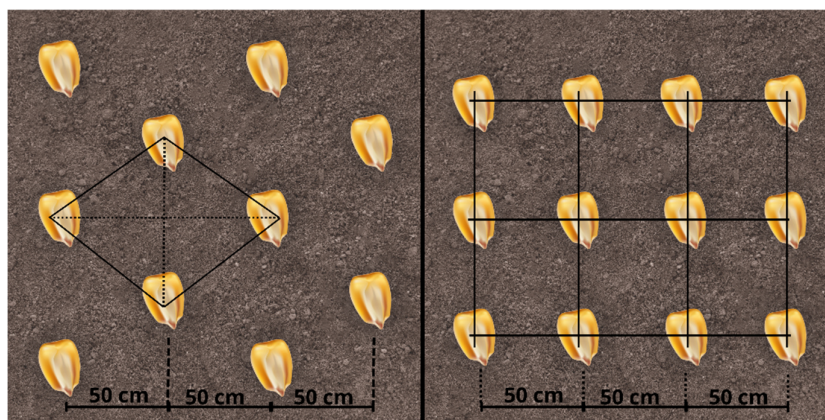
A hőmérsékletet tekintve 2020.04.04. és 2020.10.04. közötti átlag hőmérséklet 19,78 °C volt. Ugyanebben a periódusban az átlag UV sugárzás 606,76 volt, illetve az átlag megvilágítás 4258839 LUX volt.

3.2.Módszer

A kísérletben a gyémánt alakban történő vetésnek és a párhuzamosan történő vetésnek az átlaghozamát hasonlították össze. A precíziós vetéshez használt vetőgép Kverneland Optima, amely korszerű, nagy pontosságú és sokoldalú eszközök, kifejezetten a kukorica precíziós vetéséhez alkalmas, mivel precíz magadagolást biztosít és a vetési sortáv is változtatható a csoroszlyáknál. A kísérlet szempontjából ennek kiemelt jelentősége van, hiszen így biztosítható a pontos és precíz kivitelezése a különböző vetési alakzatoknak. A gyémántvetésnél a vetőgép minden második sorban az előző sornak szemtávolságához képest felénél indul, gyémánt alakú mintát rajzolva. A párhuzamosnál viszont a szemek négyzethálót rajzolnak ki. A két vetési alakzatot az 4. ábra szemlélteti.

4. ábra: A gyémánt és a párhuzamos vetés illusztrálása

(Forrás: saját szerkesztés)



A kísérlet során végzett minden agrotechnikai műveletet dátum szerinti sorrendben feljegyezték a tarlóhántástól kezdve a betakarításig. Ezek az adatok az 1. táblázatban látható, hogy valamennyi technológiai elemet a megfelelő időben sikerült végrehajtani.

2. táblázat: A kísérleti parcellán végzett agrotechnikai műveletek

(Forrás: Krivalja d.o.o. feljegyzései nyomán, 2019)

Munkaművelet	Eszköz	Terület (ha)	Anyag	Mennyiség	Dátum
Tarlóhántás	Keverneland CTC	117.18			2019.07.11
Talajlazítás	Keverneland DTX	117.18			2019.09.19
Műtrágya kijuttatás	Keverneland Exacta TL GEOspread	117.18	MAP	17700	2019.11.02
Tarlóhántás	Keverneland CTC	117.18			
Magágyelőkészítés	Keverneland TLC	117.18			2020.03.01
Műtrágya kijuttatás	Keverneland Exacta TL GEOspread	117.18	NPK 6:24:12	14100	2020.03.03
Műtrágya kijuttatás	Keverneland Exacta TL GEOspread	117.18	Urea 46%	23400	2020.03.20
Magágyelőkészítés	Keverneland TLC	117.18			
Kukoricavetés	Kverneland Optiuma	117.18	DKC 5031	104	2020.04.04
	Kverneland Optiuma		Superstart	200	

Permetezés	Kverneland Xtrac	117.18	Merlin Flex	46.5	2024.04.24
Permetezés	Kverneland Xtrac	13.01	Mezatron	2.5	2020.04.30
Sorközművelés	Agromerkur	105.35			2020.05.11
Sorközművelés	Agromerkur	117.18			2020.05.26
Betakarítás	Claas Lexion 650	117.18			2020.10.04

A kísérleti területen az elővetemény őszi búza volt. A kukorica előveteményeinek kiválasztása alapvetően befolyásolhatja a növény teljesítményét. Az elővetemények befolyásolhatják a talaj nedvességét, a tápanyagok elérhetőségét, valamint a kártevők és betegségek előfordulását, amelyek mind hatással lehetnek a kukorica termés hozamára és minőségére. A kísérlet beállítása esetében az elővetemény megválasztása során szempont volt, hogy ideális talajt hagyjon maga után hátra, valamint a gyakorlatban is alkalmazott növényről legyen szó. Erre azért volt szükség, hogy az elővetemény esetleges kedvezőtlen hatásaival ne kelljen a kísérleti eredmény értékelése során foglalkozni. A kukorica számára azok a növények tekinthetők jó előveteménynek, amelyek korán lekerülnek a területről, nem hagynak sok szármagot, és nem szárítják ki túlzottan a talajt. Bár a kukorica igazán nem igényes az előveteményre, de a talajelőkészítés minősége és a talaj nedvességtartalma kritikus eleme a technológiában, amely nyilvánvaló kapcsolatban van az előveteménnyel. Az őszi búza ebből a szempontból kiváló előveteménye, hiszen viszonylag korán betakarítható és így elég idő áll rendelkezésre a talaj megfelelő előkészítésére a kukorica vetése előtt.

A betakarítást követően sekély tarlóhántást végeztek (2019.07.11). Ennek a műveletnek a célja, hogy a megmaradt szármagokat felaprítsák és megfelelő mértékben a talajba dolgozzák, ezzel megőrizve a talajminőséget, illetve, megakadályozva a nyár folyamán a talajban maradt vízmennyiség kipárolgását. Ezt egy Kverneland CTC szántóföldi kultivátorral végezték. Az eszköz az 5. ábrán látható.

A talajlazítás elvégzésnek (2019.09.19) a szerepe, hogy a mélyebb talajréteget is megmozgassák. Ezt 35-40 centiméter mélyen végezték, hogy a talaj vízáteresztő képességét javítani tudják.

A műtrágyát kijuttatást (2019.11.02) megelőzően talajvizsgálatot végeztek, majd ennek megfelelően pótolták a talaj makro és mikro elemeinek a mennyiségét. A műtrágya kijuttatása nem helyspecifikusan történt, így a talaj heterogenitásából adódóan a tápanyagszolgáltató képesség heterogenitása is megmaradt. A kijuttatott műtrágyák a következők voltak:

- Monoamonium foszfát (MAP-12:52): Granulált formában kapható. Ammonia nitrogén ($\text{NH}_4\text{-N}$) tartalma 12%, foszfor-pentoxid (P_2O_5) tartalma pedig 52%. A választás azért esett erre az alapműtrágyára mivel a magas foszfor összetétele kedvez a kukorica számára keléskor, csírázáskor és az intenzív kezdeti növekedésben. Az ammónium tartalom hozzájárul a foszfát kellő beépüléséhez mint alaptrágya.
- NPK (6:24:12): Komplex műtrágya amely ammonia nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) tartalma 6%, foszfor-pentoxid (P_2O_5) tartalma 24%, valamint kalcium-oxid (K_2O_5) tartalma 12%. Ez a típusú műtrágya tartalmazza mind azokat a mikroelemeket amely szükséges a gyors és megfelelő kelés eléréséhez.
- Urea (46%): mely a nitrogén karbamid összetétellel rendelkezik és ez a legmagasabb nitrogén tartalmú műtrágya. A talajban zajló folyamatok révén ezt a típusú műtrágya először ammóniává, majd a következő lépésben nitráttá alakul, amely a növény számára könnyen felvehető elem.

A műtrágya kijuttatására használt eszköz egy Kverneland Exacta TL GEOSpread (5. ábra). A műtrágyaszóró alkalmas helyspecifikus kijuttatásra, mivel A GEOSPREAD rendszer 1 méteres szakaszokat képes vezérelni, 4 mérőcellával és referencia szenzorral van felszerelve a pontos mérés érdekében, valamint automatikusan korrigál lejtőkön és egyenetlen terepen is. A szakaszvezérlés lehetővé teszi a középén történő kapcsolást is, minimalizálva a felesleges átfedéseket, biztosítva a műtrágya pontos dózírozását a táblán belül.

A magágyelőkészítés 2020.03.01-én történt. A művelet célja egyrészt a műtrágya bedolgozása, másrészt pedig 10 centiméteres mélységben a magok számára megfelelő talajállapot léterhozása. A művelethez használt eszköz egy Kverneland TLD 800F vetéselőkészítő gép, mely több munkafolyamatot lát el, mivel 3 egység dolgozik együtt. Az elején simító lapok találhatók, amelyek a talajt megfelelő mértékben elegyengeti, hogy kevesebb és kisebb rög jusson el a művelő kapákhoz, a kapákat követően pedig egy rögtörő henger átdolgozza a talajt, megfelelő magágy hagyva maga után.

A magok vetésére 2020.04.04-én került sor, a megfelelő talajhőmérséklet elérésével, ami 10-12 celsius fok. A vetés mélysége 5 centiméter. A kísérlet során használt vetőmag DKC 5031 (FAO 420) kukorica hibrid, amely a közép-korai érésű csoportba tartozik. Korai fejlődési eréllyel rendelkezik, gyökere erős ezáltal jó a szár megtartó képessége. Vízeadása gyorsan megtörténik ezáltal követni kell folyamatosan fejlődését. Fokozott a stersztűrő képessége, jó a termésminősége. A Krivalja d.o.o. korábbi években is használta már ezt a vetőmagot, és akkor

is jó eredményeket produkált.

A vetéshez használt Kverneland Optiuma eszközt alkalmazták.

A növényvédelmet tekintve a kísérlet folyamán igyekeztek, hogy ne álljon fenn gyomkonkurencia és a növények számára legmegfelelőbb környezetet biztosítsák, ezért korai posztemergens kezelést végeztek (2020.04.24 és 2020.04.30). A következő készítményeket alkalmazták:

- Merlin Flexx: Izoxaflutol 240g/l hatóanyaggal rendelkezik. Magról kelő egy- és kétszikű gyomnövények ellen hatásos. Kelés előtt (preemergensen) vagy kelés után 3 leveles állapotáig (korai posztemergensen) alkalmazható. Fotostabilitással rendelkezik, nincsenek rá kihatással az UV-sugarak és szárazságtűrésének köszönhetően jó hatással rendelkezik. Ezek a tulajdonságoknak köszönhetően már több éve alkalmazzák a cégben.
- Mezatron: Mezatrion 480 g/l hatóanyaggal rendelkezik. Magról kelő kétszikű gyomok ellen kiválóan alkalmazható. Posztemergens gyomirtó szer, tehát kelés után alkalmazható.

A permetezéshez Kverneland Xtrac permetezőgépet használtak.

A sorközműveléssel a talaj felszínén jelentkező tömörödést igyekeztek elkerülni 6-8 leveles állapotban (2020.05.11 és 2020.05.26). Erre mindkét esetben Agromercur sorközművelőt alkalmaztak.

A betakarításra 2020.10.04-én került sor. A műveletre használt kombájn egy Claas Lexion 650 volt.

5. ábra: A kísérlet során használt eszközök (balról-jobbra sorrendben: Kverneland Optiuma vetőgép, Kverneland DTX talajlazító, Kverneland Exacta TL GEOSpread műtrágya kijuttató,

Kverneland TLD 800F vetéselőkészítő)

(Forrás: Dudás Arnold, Krivalja d.o.o.)



4. Eredmények és értékelésük

A kísérlet folyamán a Krivalja d.o.o. műholdképek alapján készített RGB és NDVI felvételeket. A műholdfelvételeket az akkor szabadon felhasználható Eurosat oldalról lettek letöltve, illetve a feldolgozást a cég IT szakemere végezte el. Az adatok a QGIS szoftver segítségével lettek feldolgozva. Az RGB és NDVI műholdfelvételek rendkívül hasznosak a kukorica növényállapotának felmérésében. Mindkét típusú felvétel egyedi előnyökkel rendelkezik, és együttes alkalmazásuk átfogó képet ad a növényállomány egészségéről és fejlődéséről. RGB (Red-Green-Blue) felvételek a látható fénytartományban készülnek, az emberi szem számára természetes színeket mutatják. Lehetővé teszi a kukoricatábla átfogó vizuális értékelését (http 11). Segít felismerni a vetési hibákat, vízállásos foltokat és a gépek által okozott károkat. de a hozambecsülésben is alkalmazzák az ilyen típusú felvételeket (VanderLeest 2016).

A 6. ábra 2020.06.08-án, a kelési fázisban készült RGB és NDVI fotókat ábrázolja, ahol a kelés heterogenitás jól látható. Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) a közeli infravörös és a vörös fény visszaverődésének különbségén alapuló vegetációs index, amely a növényzet egészségi állapotát és fotoszintetikus aktivitását mutatja. Segít felismerni a tápanyaghiányos vagy beteg növényeket, a táblán belül eltérő fejlettségi szintek beazonosítását segíti, valamint erős korrelációt mutat a várható terméshozammal (http 12). A növényzet egészségi állapotát és fotoszintetikus aktivitását mutatja.

6. ábra: RGB és NDVI fotók a kelési fázisban

(Forrás: Krivalja d.o.o. archivuma)

Krivaja doo 2020 - C-10
20200608

RGB



NDVI



A kelési fázis során a terület heterogén állapota jól megfigyelhető. Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) képen a kelési fázisban megjelenik a terület különböző parcelláinak változatossága, ahol a doborzati eltérések is egyértelműen kivehetők. A precíziós mezőgazdálkodásban leggyakrabban alkalmazott vegetációs index alapján megállapítható, hogy a klorofilltartalom alacsony, mivel a lombzat mennyisége is még csekély.

Az RGB felvételen a kelési fázisban szintén jól látható a különálló kis parcellákon a fehér sáv, amely a gyengébb minőségű talajösszetételt jelzi. Ezt a jelenséget a betakarítógép hozamtérképén is megerősíti a piros szín, amely a kisebb termést biztosító területeket azonosítja. A hozamtérképek alapján a növényfedezettség eltérései is megfigyelhetők: a gyémántvetéseknél sűrűbb és jobban fedett talajt tapasztalunk, szemben a kontroll és a hagyományos vetésnél.

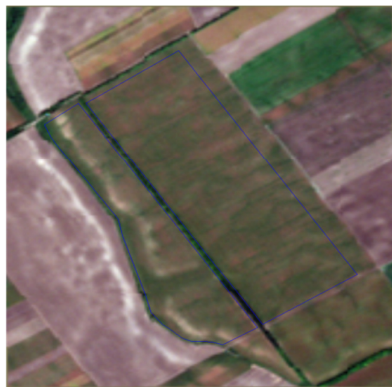
A 7. ábra 2020.09.06-án, a betakarítási fázisban készült RGB és NDVI fotókat ábrázolja.

7. ábra: RGB és NDVI fotók a beérési fázisban

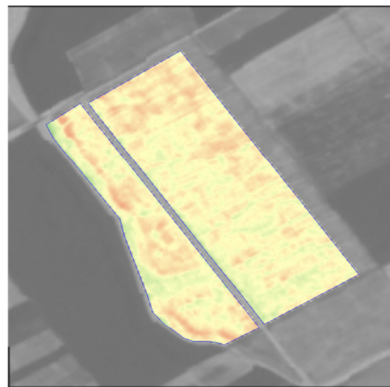
(Forrás: Krivalja d.o.o. archivuma)

Krivaja doo 2020 - C-10
20200906

RGB



NDVI

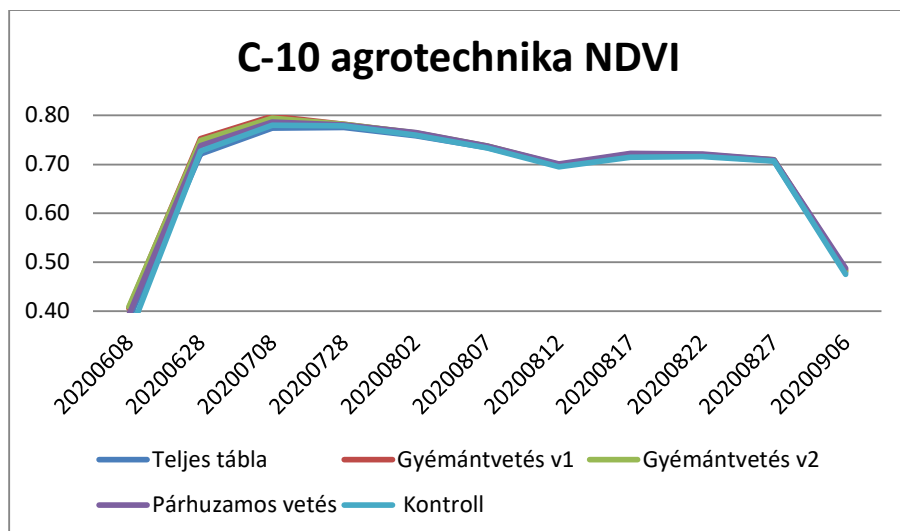


Az érési fázisban a terület fokozatosan homogénné válik, és a növényi különbségek kiegyenlítődnek. Azonban a talajszerkezeti eltérések és a térszintbeli különbségek továbbra is láthatók. A klorofilltartalom az érési fázis során emelkedik, és ebben a szakaszban a növények fejlődése is intenzívebbé válik.

A 8. ábra egy grafikon mely az össz NDVI felvételek alapján készült eredményeket mutatja, majd ezeket számszerűsítve a 3. táblázat adatai írják le.

8. ábra: NDVI felvételek kiértékelését mutató grafikon

(Forrás: Krivalja d.o.o. IT szakembere által szerkesztett)



3. táblázat: NDVI értékek a műholdfotók alapján

(Forrás: Számbeli adatok a 8. ábra grafikonja alapján)

Dátum	Teljes tábla	Gyémántvetés v1	Gyémántvetés v2	Párhuzamos vetés	Kontroll
2020.06.08	0.38	0.41	0.41	0.39	0.35
2020.06.28	0.72	0.75	0.75	0.74	0.73
2020.07.08	0.77	0.80	0.79	0.79	0.78
2020.07.28	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
2020.08.02	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
2020.08.07	0.73	0.74	0.74	0.74	0.73
2020.08.12	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69
2020.08.17	0.72	0.72	0.72	0.72	0.71
2020.08.22	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
2020.08.27	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
2020.09.06	0.48	0.48	0.48	0.49	0.48

4.1. Elemzés az NDVI értékek alapján:

Az adatok alapján a gyémántvetés v1 és v2 általában magasabb NDVI értékeket mutatott, mint

a párhuzamos vetés vagy a kontroll területek.

- Június: Az NDVI értékek mindegyik vetési módszer esetén viszonylag alacsonyak, hiszen ekkor még a növények fiatalok, és kevesebb lombot produkálnak. A gyémántvetés v1 és v2 ekkor már egy kicsit magasabb értékeket mutat (0.40), jelezve, hogy a növények jobban fejlődnek, mint a párhuzamos vetésű vagy kontroll területeken.
- Július: Az értékek mindegyik vetési módszer esetében eléri a csúcsot (0.77-0.79 körül), ami arra utal, hogy ekkorra a növényzet teljes vegetációs kapacitását elérte. Itt a gyémántvetés v1 és v2 még mindig előnyben van a többi módszerrel szemben, jelezve a jobb növénytermesztési hatékonyságot.
- Augusztus: Az NDVI értékek fokozatosan csökkenni kezdenek, ahogy a növények lassan eléri a teljes érési fázist. A gyémántvetés továbbra is magasabb NDVI értékeket mutat, ami arra utal, hogy ezek a területek jobb fotoszintetizációs állapotban vannak, ami várhatóan magasabb hozamot eredményez. A hónap közepén látható enyhe NDVI csökkenés a növények természetes fejlődési ciklusát tükrözi, és nem feltétlenül jelzi a hozam csökkenését.
- Szeptember: Az NDVI értékek visszaesése (0.47-0.48) azt jelzi, hogy a növények már a betakarításhoz közelednek, és a vegetáció fokozatosan leáll. A különbségek itt is megfigyelhetők: a gyémántvetés parcellák egy kicsit magasabb értéket mutatnak, jelezve a jobb növénykondíciót az egész szezon alatt.

4.2.Következtetések az NDVI adatok alapján:

A gyémántvetés mind a v1, mind a v2 területeken következetesen magasabb NDVI értékeket mutatott. Ez azt jelzi, hogy ez a vetési technika nagyobb fotoszintetizációs kapacitást biztosított a növények számára. Ez várhatóan magasabb hozamot is eredményezett.

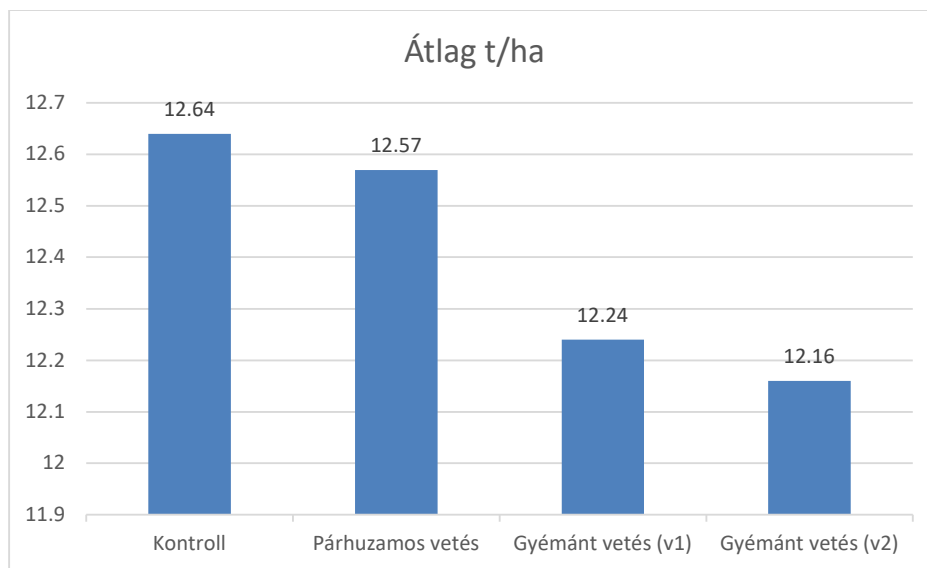
Bár a párhuzamos vetés is hasonló eredményeket mutatott, az NDVI értékek enyhén alacsonyabbak voltak a gyémántvetéshez képest. A kontroll területek pedig a leggyengébb eredményeket hozták, ami arra utalhat, hogy a hagyományos vetési technikák kevésbé hatékonyak ebben a környezetben.

4.3.A terméshozamok alakulásának elemzése

A betakarított kukorica hektáronkénti átlaghozamát a 9. ábra grafikonja mutatja be.

9. ábra: A betakarított kukorica hektáronkénti átlaghozama

(Forrás: Krivalja d.o.o. mérései alapján, saját szerkesztés)



A kontroll parcella, amely a hagyományos vetési módszerrel lett elvetve, a legmagasabb hozamot produkálta a vizsgált módszerek közül. Ez meglepő eredmény lehet, figyelembe véve az NDVI adatok alapján a gyengébb vegetációs állapotot, amit a növények az egész termesztési időszak alatt mutattak. Ez arra utalhat, hogy bár a vegetációs index alapján a növények állapota nem volt optimális, a talaj egyéb tulajdonságai (pl. víztartalom, tápanyagok) és a termesztési körülmények mégis kedveztek a hozam növelésének.

A párhuzamos vetési módszer is jó eredményt ért el, közel azonos hozammal, mint a kontroll terület. Az NDVI értékek alapján is látható, hogy a párhuzamos vetés módszerével a növények hasonlóan fejlődtek, mint a kontroll parcella, bár egyes időszakokban a növényfedezettség és a fotoszintézis kapacitás kisebb mértékben maradt el.

A gyémántvetés módszer, bár NDVI szempontból ígéretes volt (magasabb vegetációs index a szezon során), végül alacsonyabb hozamot eredményezett. Ez különösen érdekes, mivel a vegetációs borítottság a gyémántvetés területein sűrűbb volt, viszont ez nem feltétlenül jelentett jobb hozamot, mivel más stressztényezők is befolyásolhatták a termést (pl. vízhiány, talajminőségbeli különbségek).

Az adatok alapján megállapítható, hogy a kontroll és a párhuzamos vetés módszerei hasonlóan

jó eredményeket hoztak, míg a gyémántvetés alacsonyabb hozamot eredményezett. A gyémántvetés potenciálját az NDVI értékek alapján továbbra is érdemes vizsgálni, mivel a nagyobb vegetációs borítottság javíthatja a talajminőséget és csökkentheti a vízkipárolgást, de további optimalizálás szükséges ahhoz, hogy a hozam is növekedjen.

5. Következtetések és javaslatok

Az elemzések során világossá vált, hogy a gyémántvetés mind a v1, mind a v2 területeken magasabb NDVI értékeket mutatott, ami nagyobb fotoszintetizációs kapacitást jelez. Ennek ellenére a terméshozam alacsonyabb volt, mint a párhuzamos vetésnél és a kontroll területeken. Meglepő módon, a hagyományos vetési módszerrel rendelkező kontroll terület hozta a legmagasabb hozamot, annak ellenére, hogy az NDVI értékek alacsonyabbak voltak. Ez arra utal, hogy a vegetációs index nem mindig tükrözi teljes mértékben a terméshozamot befolyásoló tényezőket.

Fontos megjegyezni, hogy mivel ez a kísérlet csak a hozam mennyiségét vizsgálta, nem kapunk teljes képet az új vetésalakzat bevezetésének egyéb pozitív tulajdonságairól. Például a sűrűbb növényi fedettségnek köszönhetően csökkenhet a kipárolgás és nagyobb lehet a gyomelnyomó képesség. Ezeket a tényezőket is érdemes lenne alaposabban megvizsgálni a jövőbeli kísérletek során.

A kísérletek folytatására azt javasolnám, hogy ne csak a hozamot, hanem más fontos agronómiai adatokat is mérjünk. Például érdemes lenne nyomon követni a gyomszennyezettséget, a talajnedvességet, valamint a tápanyag-ellátottságot. Ezek az adatok segíthetnek jobban megérteni a különböző vetési technikák hatásait és optimalizálhatják a növények növekedési feltételeit.

További precíziós technológiák bevezetésével a kísérletet még alaposabbá tehetjük. Ilyen például a változtatható intenzitású öntözés, a precíziós tápanyagkijuttatás, a differenciált tőszám használat. Ezek a technikák tovább javíthatják a vetési technikák hatékonyságát és a terméshozamot.

Továbbá érdemes lenne különböző érési csoportokkal is kísérletezni, illetve akár több érési csoportot egy területre vetni. Ezzel hosszabb beporzási időt biztosíthatnánk az aszályos időszakokban, ami javíthatja a terméshozamot és a termés minőségét.

A hosszabb távú kísérletek lehetőséget adnak arra, hogy a különböző vetési technikák hosszú távú hatásait is vizsgáljuk. Különösen fontos nyomon követni a talajminőségre gyakorolt hatást, hogy talajaink minőségét minnél hosszabb távra meg tudjuk őrizni, valamint amennyiben ez lehetséges javítsuk őket.

Ezek a javaslatok segíthetnek abban, hogy a precíziós növénytermesztés technikái tovább fejlődjenek és hatékonyabban alkalmazhatók legyenek a gyakorlatban, biztosítva ezzel a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok széleskörű elterjedését.

6. Összefoglalás

A Föld népességének növekedése és a túlnépesedés következtében az élelmiszerellátás egyre nagyobb kihívást jelent a mezőgazdaság számára. A rendelkezésre álló termőföld mennyisége korlátozott, a lakosság száma nő, így az egy főre jutó termőterület aránya folyamatosan csökken. A globális élelmezés problémáinak megoldására kiváló lehetőségeket kínál a precíziós növénytermesztés, mivel lehetőséget nyújt a termelési folyamatok optimalizálására, a termőföld hatékony kihasználására és a környezeti terhelés csökkentésére.

Természetesen nem létezik egy egységes technológia, mely megoldást jelent a világ élelmiszer ellátására. A növénytermesztés a világ különböző pontjain más és más kihívásokat mutatnak a gazdálkodók számára. A mezőgazdasági szakértők feladata, hogy a precíziós technológiák nyújtotta lehetőségek segítségével megtalálják az adott talajtípushoz, éghajlathoz, domborzathoz legoptimálisabb termelési módot. Mindezt pedig kísérletekkel tudják elérni.

Dolgozatomban egy vajdasági cég, a Krivalja d.o.o. által végzett kísérlet folyamatát és eredményeit írom le, majd javaslatokat teszek a kísérlet folytatására és további vizsgálatok elvégzésére, újabb módszerek alkalmazására.

A Krivalja d.o.o. által végzett kísérletek célja az volt, hogy megvizsgálják a különböző vetési módszerek hatékonyságát az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) adatok és hozammérések alapján. A kísérletek során gyémánt alakzatban (két kísérleti parcellán, v1-es parcellán kisebb tőszámmal, v2-es parcellán nagyobb tőszámmal), párhuzamosan és hagyományos módszerekkel vetett kukorica hozamok kerültek összehasonlításra.

A kísérlet folyamán az NDVI értékek elemzése alapján a gyémánt alakzatban vetett kukorica a növekedési időszak nagy részében magasabb vegetációs indexeket mutatott, ami a növények jobb fotoszintetikus aktivitására utalt.

Azonban a betakarítási eredmények más képet mutattak, a legmagasabb hektáronkénti átlaghozamot a kontroll (hagyományos módon vetett kukorica) területek produkálták (12.64 t/ha), majd a párhuzamos vetés következett (12.57 t/ha). A gyémántvetés v1 és v2 alacsonyabb hozamot mutatott (12.24 t/ha és 12.16 t/ha). Ez arra utal, hogy bár a gyémántvetés módszer javította a vegetációs borítottságot és a növények fotoszintézisét, a hozam növeléséhez további finomításokra van szükség.

Bár a kísérlet eredménye nem bizonyította, hogy gyémántvetéssel nő a terméshozam, az NDVI értékek érdekes eredményeket mutattak. Magasabb növényi borítottság többek között csökkenti a talaj nedvességének kipárolgását, növeli a kukorica gyomelnyomó képességét. Ezek a tulajdonságok, illetve, hogy a hozammennyiségben sem volt számottevő a különbség, okot adnak további kísérletek végzésére, precízebb technológiák bevezetésére, több mérés bevonására.

A kísérletek végzése azért elengedhetetlen, mert csak ezek révén lehet olyan adaptív megoldásokat találni, amelyekkel a termelés hatékonysága tovább növelhető. A precíziós növénytermesztés alkalmazása és folyamatos fejlesztése létfontosságú a fenntartható élelmiszer-termelés szempontjából, hiszen segít a termőföld maximális kihasználásában, miközben csökkenti a környezeti terhelést.

Összességében a Krivalja d.o.o. kísérletei hozzájárultak ahhoz, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a különböző vetési módszerek hatékonyságába, és rámutattak a precíziós technikák fejlesztésének fontosságára.

A fenntartható növénytermesztés eléréséhez elengedhetetlen a kísérletezés és az adatokon alapuló döntéshozatal, hogy a mezőgazdasági termelés megfeleljen a jövő kihívásainak.

7. Irodalomjegyzék

Ábrahám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L. & Reisinger P. (2011): *Precíziós növényvédelem*, Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése, 188 p.

Bernardi, A. C. de C., Inamasu, R. Y. (2014): Adoção da agricultura de precisão no Brasil. In Bernardi, A. C. de C., Naime, J. de M., Resende, A. V. de, Bassoi, L. H., Inamasu, R. Y. (szerk.): *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília, DF, Embrapa, 600 p., 559–577 p.

Boršicki, I. (2017): Mehanizacija precizne poljoprivrede. In: Lakić Ž. (szerk.): Mogućnosti preciznog gazdovanja u Srbiji. Pro Scientia Naturae Alapítvány, Zenta, 34 p., 21-23. p.

Dobos A. Cs.: Precíziós növénytermesztés. Debreceni Egyetem, Debrecen, 67 p.

Fountas, A., Pedersen, S. M., Blackmore, S. (2005): ICT in Precision agriculture - diffusion of technology. In Gelb, E., Offer, A. (szerk.): ICT in agriculture: perspective of technological innovation, p 15.

Gaal M., Péter K., Takácsné Gyögy K., Illés I., Kiss A., Sulyok D., Domán Cs., Keményné Horváth K. (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, 170 p.

Györfffy, B. (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. Agrofórum. 11. (2) pp. 1-4 p.

Hajdú J. (2015): Öntözni csak kíméletesen és precíziósan szabad. Mezőgazdasági Technika 3:18-20 p.

Hauptz J. (2021): Precíziós öntözés és vízgazdálkodás. Szegedi Szegedi Tudományegyetem, Szeged.

Hingyi H. és Kürthy Gy. és Radócné Kocsis T. (2006): A mezőgazdasági eredetű folyékony bioüzemanyagok termelésének piaci kilátásai = The market perspectives of liquid biofuels of agricultural origin. Agrárgazdasági Tanulmányok, 2006 (8). Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. ISBN 978-963-491-497-6

Kostić, M. M. (2021): Precizna poljoprivreda. Biblioteka Matice srpske, Újvidék, 230 p.

Nemergut, K. T., Thomison, P. R., Carter, P.R., Lindsey, A. J. (2021): Planting depth affects corn emergence, growth and development, and yield. *Agronomy Journal*. 2969-3718. 10 p. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/agj2.20701>

Németh, T. (1999) A precíziós trágyázás alkalmazhatóságának talajtani-agrokémiai feltételei. III. Nemzetközi Tudományos Szeminárium, Debrecen, 1999. 121-135 p.

OECD (2016): Farm management practices to foster green growth. OECD Publishing, Paris, 164 p.

- Patay I. (2016): A precíziós öntözés technikája. Mezőgazdasági technika, 3:16-18 p.
- Pechmann, I., & Tamás, J. (2002). A precíziós mezőgazdaság szerepe a környezeti vállalatirányításban. ACTA AGRARIA KAPOSVARIENSIS, 6(3), 49–67 p.
- Sabo, S. (2017): Precizno uzorkovanje i upotreba diferenciranog sklopa biljka unutar parcele. In: Lalić, Ž. (szerk.): Mogućnosti preciznog gazdovanja u Srbiji. Pro Scientia Naturae Alapítvány, Zenta, 34 p., 13-16. p.
- Schimmelpfening, D., Ebel, R. (2011): On the doorstep of the information age: Recent adoption of precision agriculture. Economic Information Bulletin 80., USDA, 31 p.
- Szabó Sz. & Milics G. (2016): Zérótól a precíziós gazdálkodásig II. Tábla kiválasztása, elemzése, talajmintázás és kiértékelés. Agronapló (3):56-58
- Tamás, J. (2001): Precíziós mezőgazdaság elmélete és gyakorlata. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 144 p.
- Tamás J. (2002): Precíziós mezőgazdaság. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 170 p.

7.1.Internetes hivatkozások

7.1.1.Internetes forrás nevesített szerzővel

- Árendás T. (2019): *A kukorica vetési ideje mikor, hogyan, mennyit?*. Agroforum. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agroforum.hu/szakkikkek/novenytermesztes-szakkikkek/mikor-hogyan-mennyit-vessunk-a-kukoricabol/>
- Gönczi K. (2021): *Szerbia kukoricából is a térség egyik legnagyobbja lett*. Mezőhír. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://mezohir.hu/2021/01/03/szerbia-kukoricabol-is-a-terseg-egyik-legnagyobbja-lett/>
- Gyeraj A. (2021): *Syngenta változó tőszámú precíziós kukorica vetés-technológia*. Syngenta. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://www.syngenta.hu/press-release/hir/syngenta-valtozo-toszamu-precizios-kukorica-vetes-technologia>
- Hajdú J. (2018): *Precíziós sorközművelés és növényápolás sorközvezérelt kultivátorokkal*. Agronapló. Letöltés dátuma: 2023.09.27. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/agrofokus/20180410/precizios-sorkozmuveles-es-novenyapolas-sorkozvezerelt-kultivatorokkal-38275>
- Horváth T. (2018): *Korszerű és eredményes kukoricatermesztés*. Agrárium. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agrarium7.hu/cikkek/1384-korszeru-es-eredmenyes-kukoricatermesztes>
- Horváth T. (2021): *Kukoricatermesztés: tömegtermelés – ésszerűen (II.)*. Agrárium. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agrarium7.hu/cikkek/1848-kukoricatermesztes-tomegtermeles-esszeruen-ii>

Kelemen Zs. (2014): *Korszerű magágykészítő gépek és szemenkéntvető gépek*. Agrárium 7. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agrarium7.hu/cikkek/41-korszeru-magagykeszito-gepek-es-szemenkentveto-gepek>

Kelemen Zs. (2021): *A szemenkénti vetéstechnológia és műszaki megoldásai*. Agrárágazat. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/vetestechnologia-kukorica-napraforgo-magagy-novenytermesztes-csoroszlya-isobus-mezogazdasag/>

Lálity Zs. (2018): *Az évjárat hatása a kukorica termesztésére, a Vajdaságban*. Agroforum. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://agroforum.hu/lapszam-cikk/az-evjarat-hatasa-a-kukoricatermesztesre-a-vajdasagban/>

Máté A. (2022): *A kukorica termesztése, a kukorica termesztése Magyarországon*. Agrárodal. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://www.agraroldal.hu/kukorica-termesztes.html>

Pályi B. (2019): *Precíziós, helyspecifikus permetezési eljárások*. Agronapló. Letöltés dátuma: 2023.09.27. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20190607/precizios-helyspecifikus-permetezesi-eljarasok-38742>

Sárvári M. (2014): *Kukorica betakarítási és tárolási módjai*. Agronapló. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20140617/a-kukorica-betakaritasi-es-tarolasi-modjai-35759>

Si, Y. T. (2023): *Innovation and insights: How strong are environmental and yield benefits of precision agriculture?* AgTechNavigator. Letöltés dátuma: 2023.09.27. Forrás: <https://www.agtechnavigator.com/Article/2023/12/04/how-strong-are-the-environmental-and-yield-benefits-of-precision-agriculture>

Szabó A., szabó É., ragán P., dóka L. F. (2022): *A takarmánykukorica betakarításának gyakorlati lehetőségei*. Mezőhír. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://mezohir.hu/2022/09/28/agrar-kukorica-takarmanykukorica-szantofoldi-novenytermesztes-mezogazdasag/>

VanderLeest, Z., V., Bergman, R.W., Darr, M., Murphy, C. (2016): *Choosing the Right Imagery: Best Management Practices for Color, NIR, and NDVI Imagery*. IOWA State University. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2016/05/choosing-right-imagery-best-management-practices-color-nir-and-ndvi-imagery>

7.1.2. Internetes forrás nevesített szerző nélkül

http 1 OTP Agrár (2022). Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://www.otpagrar.hu/Hirek/kukorica-termesztes-technologiaja-2>

http 2 KWS. Letöltés dátuma: 2024.11.03. Forrás: <https://www.kws.com/hu/hu/konzultacio/a-kukorica-vetesi-ideje/>

http 3 Agrárágazat. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/a-kukorica-vetese-es-gyakorlata/>

http 4 Corveta. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://www.corteva.hu/agronomiai-kozpont/vetesi-tenyezok-hatasa-akukorica-hozamara.html>

http 5 Kite. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://www.kite.hu/technologiai-ajanlatok/kukorica/betakaritas/9?termek=18>

http 6 European Commission. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://cordis.europa.eu/article/id/435491-lighting-a-beacon-for-precision-farming-knowledge-in-serbia>

http 7 Ebir. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://www.eib.org/en/stories/biosense-novi-sad-innovation-agriculture-food-security>

http 8 Főliavezérlés. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://foliavezerles.hu/precizios-gazdalkodas-magyarorszagon-hol-tartunk/>

http 9 KSH. Letöltés dátuma: 2024.09.10. Forrás: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>

http 10 Business Intelligence and Strategy Research (2024): Letöltés dátuma: 2024.09.13. Forrás: <http://bisresearch.com/industry-verticals/agriculture-technologies/global-precision-agriculture-industry-forecast.html>

http 11 ACES News. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://aces.illinois.edu/news/using-standard-rgb-camera-and-ai-obtain-vegetation-data>

http 12 NIH. Letöltés dátuma: 2024.11.05. Forrás: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10401276/>

8. Nyilatkozatok

8.1. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: UJHÁZI RÉKA
A Hallgató Neptun kódja: EVE004
A dolgozat címe: PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS - SMART FARMING
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁSI ÉS
AGRÁRDIGITALIZÁCIÓS TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozategyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11 hó 05 nap

Ujhazi Réka
Hallgató aláírása

8.2.Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Ujvári Réka (hallgató Neptun azonosítója: EVEO04) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2024. 11.05



belső konzulens

Precíziós növénytermesztés – Smart farming

Ujházi Réka

Mezőgazdasági mérnöki szak, BSc Alapképzés képzési szint, Levelező munkarend

Szent István Campus, Növénytermesztési-tudományok Intézet

Belső témavezető: Dr. Amburus Andrea, egyetemi docens, Precíziós gazdálkodási és Agrárdigitalizációs Tanszék

Külső témavezető: Dudás Arnold, Növényorvos, Krivalja d.o.o.

A Föld népességének növekedése és a túlnépesedés következtében az élelmiszerellátás egyre nagyobb kihívást jelent a mezőgazdaság számára. A rendelkezésre álló termőföld mennyisége korlátozott, a lakosság száma nő, így az egy főre jutó termőterület aránya folyamatosan csökken. A globális élelmezés problémáinak megoldására kiváló lehetőségeket kínál a precíziós növénytermesztés, mivel lehetőséget nyújt a termelési folyamatok optimalizálására, a termőföld hatékony kihasználására és a környezeti terhelés csökkentésére.

Természetesen nem létezik egy egységes technológia, mely megoldást jelent a világ élelmiszer ellátására. A növénytermesztés a világ különböző pontjain más és más kihívásokat mutatnak a gazdálkodók számára. A mezőgazdasági szakértők feladata, hogy a precíziós technológiák nyújtotta lehetőségek segítségével megtalálják az adott talajtípushoz, éghajlathoz, domborzathoz legoptimálisabb termelési módot. Mindezt pedig kísérletekkel tudják elérni.

Dolgozatomban egy vajdasági cég, a Krivalja d.o.o. által végzett kísérlet folyamatát és eredményeit írom le, majd javaslatokat teszek a kísérlet folytatására és további vizsgálatok elvégzésére, újabb módszerek alkalmazására.

A Krivalja d.o.o. által végzett kísérletek célja az volt, hogy megvizsgálják a különböző vetési módszerek hatékonyságát az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) adatok és hozammérések alapján. A kísérletek során gyémánt alakzatban (két kísérleti parcellán, v1-es parcellán kisebb tőszámmal, v2-es parcellán nagyobb tőszámmal), párhuzamosan és hagyományos módszerekkel vetett kukorica hozamok kerültek összehasonlításra.

A kísérlet folyamán az NDVI értékek elemzése alapján a gyémánt alakzatban vetett kukorica a növekedési időszak nagy részében magasabb vegetációs indexeket mutatott, ami a növények

jobb fotoszintetikus aktivitására utalt.

Azonban a betakarítási eredmények más képet mutattak, a legmagasabb hektáronkénti átlaghozamot a kontroll (hagyományos módon vetett kukorica) területek produkálták, majd a párhuzamos vetés következett. A gyémántvetés v1 és v2 alacsonyabb hozamot mutatott. Ez arra utal, hogy bár a gyémántvetés módszer javította a vegetációs borítottságot és a növények fotoszintézisét, a hozam növeléséhez további finomításokra van szükség.

Bár a kísérlet eredménye nem bizonyította, hogy gyémántvetéssel nő a terméshozam, az NDVI értékek érdekes eredményeket mutattak. Magasabb növényi borítottság többek között csökkenti a talaj nedvességének kipárolgását, növeli a kukorica gyomelnyomó képességét. Ezek a tulajdonságok, illetve, hogy a hozammennyiségben sem volt számottevő a különbség, okot adnak további kísérletek végzésére, precízebb technológiák bevezetésére, több mérés bevonására.

A kísérletek végzése azért elengedhetetlen, mert csak ezek révén lehet olyan adaptív megoldásokat találni, amelyekkel a termelés hatékonysága tovább növelhető. A precíziós növénytermesztés alkalmazása és folyamatos fejlesztése létfontosságú a fenntartható élelmiszer-termelés szempontjából, hiszen segít a termőföld maximális kihasználásában, miközben csökkenti a környezeti terhelést.

Összességében a Krivalja d.o.o. kísérletei hozzájárultak ahhoz, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a különböző vetési módszerek hatékonyságába, és rámutattak a precíziós technikák fejlesztésének fontosságára.

A fenntartható növénytermesztés eléréséhez elengedhetetlen a kísérletezés és az adatokon alapuló döntéshozatal, hogy a mezőgazdasági termelés megfeleljen a jövő kihívásainak.