

DIPLOMADOLGOZAT

Bozsolík Dániel

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Agronómia tanszék

Mesterképzési Növénytermesztő mérnök szak

**Starter műtrágyák hatása a kukorica
fejlődésére és termésére**

tanszék

Belső konzulens: Dr. Kende Zoltán
egyetemi adjunktus

Belső konzulens

intézete/tanszéke: MATE NTTI Agronómia

Külső konzulens: Tamási Balázs
ügyvezető

Készítette: **Bozsolík Dániel**
Neptun-kód: ASFIQ7

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1 <i>A talajok képződése</i>	6
2.2 <i>Hazai talajaink sokfélesége</i>	6
2.3 <i>Csernozjom talajok</i>	6
2.4 <i>A csernozjom (mezősegi) talajok művelése</i>	12
2.5 <i>A kukorica fejlődési fázisai</i>	13
2.6 <i>A kukorica talajigénye</i>	16
2.7 <i>A kukorica tápanyagigénye</i>	16
2.8 <i>A harmonikus tápanyag ellátás jelentősége, a tápelemek hatása a kukoricára</i>	16
2.8.1. <i>A nitrogén hatása a kukoricára</i>	18
2.8.2. <i>Foszfor hatása a kukoricára</i>	20
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
3.1 <i>A kísérleti terület talajviszonyaik</i>	22
3.2 <i>A terület klímaadottságai</i>	22
3.3 <i>A kísérlet elrendezése</i>	23
3.4 <i>A kísérletben alkalmazott agrotechnika</i>	23
3.5 <i>2023. évi klimatikus viszonyok</i>	25
3.6 <i>Vizsgált paraméterek</i>	26
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	28
4.1 <i>A starter műtrágyák hatása a zöld levélszám alakulására</i>	28
4.2 <i>A starter műtrágyák hatása a szárátmérő alakulására</i>	31
4.3 <i>A starter műtrágyák hatása a növénymagasság (cm) alakulására</i>	33
4.4 <i>A starter műtrágyák hatása a növény klorofill tartalmának (SPAD) alakulására</i>	35
4.5 <i>A starter műtrágyák hatása a növény normalizált vegetációs index tartalmának (NDVI) alakulására</i>	37
4.6 <i>A starter műtrágyák hatása a növény beltartalmi értékeinek alakulására</i>	39
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	46
ÖSSZEFOGLALÁS	49
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	51
IRODALOMJEGYZÉK	52
ÁBRÁK JEGYZÉKE	58
MELLÉKLETEK	59

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A talajtermékenység alapvetően egy olyan definíció, mely meglehetősen komplex, összetett, rendszerint a talaj azon képességét foglalja magába, mely alapján egy bizonyos mértékben képes kielégíteni a termesztett növényeink szükségletét, víz-, valamint tápanyagigényét. Termékenységet kifejező mutatóként maga a növény termésmennyisége szolgál, ebből kifolyólag a termékenység és a növények termőképességének megfogalmazását szinonim értelemben szokás használni (Berner et al. 2016).

Általános meghatározás szerint „a talajtermékenység azt jelenti, hogy a talaj képes ellátni a növényeket a vegetációs idő folyamán vízzel és tápanyagokkal” (Viljamsz, 1950.) Boguslawski (1965) a talaj produktivitással összefüggő képességével azonosítja a talajtermékenység mértékét. A talajok termőképességének jellemzésére Magyarországon különböző definíciókkal írják le, erről részletes ismertetést Stefanovits et al. (1999) ad.

A talajtermékenység azonban egyaránt magában foglalja a termés kvantitatív és kvalitatív jellemzőin kívül, mindazon fizikai, kémiai, biológiai talajparamétereket stb., amelyek a termesztett növényeink termésszintjét befolyásolják. A talaj képviseli az élő és az élettelen befolyásoló tényezők egy részét, azok folyamatai szorosan összekapcsolódva jelennek meg a talajban. Ebből pedig az következik, hogy a talajtermékenységgel összefüggő, a talajban és a termesztett növényeinkben lezajló folyamatok megismeréséhez szükség van egy komplex és összefüggéseket feltáró vizsgálatra, ahogy az alapvetően a természetben is jelen van (Kádár, 2015).

Dolgozatom témaválasztását alapvetően az indokolta, hogy kísérletek eredményeinek kiértékelésével a kukoricatermesztés gyakorlati oldalát tartom elsődlegesnek, ahol a minél magasabb minőség és az elérhető legnagyobb termésátlagok elérése a cél, oly módon, hogy megőrizzük a talajok termékenységét és tápanyag szolgáltató képességét.

Dolgozatom fő célkitűzéseként tanulmányozni kívánom, hogy milyen hatással vannak a különböző starter műtrágyák a kukorica fenológiájára és termés-paramétereire. Emellett célkitűzésként fogalmaztam meg

- különböző starter műtrágyával kezelt kísérleti parcellák kialakítását három ismétlésben,
- a parcellákon azonos (kukorica) számú növény vizsgálatát (10 db/ ismétlés),
- a kukorica tenyészdőszakában mérni a növényfiziológiai paramétereket,
- a kísérlet végén termésbecslés és beltartalmi vizsgálatok végzése.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 *A talajok képződése*

A talajok képződésének kiinduló anyaga a kőzet, melynek összetétele és mállási tulajdonságai alapvetően meghatározzák a képződő talaj tulajdonságait (Earle, 2019). A klimatikus viszonyok, elsősorban a csapadék, továbbá a hőmérsékleti és párolgási viszonyok pedig meghatározzák, hogy milyen irányú és intenzitású transzportfolyamatok mehetnek végbe, melyeket aztán jelentősen módosíthatnak a domborzati viszonyok. A biológiai tényezők, főleg a biomassza és az azt lebontó szervezetek, az emberi tevékenység, valamint a képződésre rendelkezésre álló idő, a többi felsorolt talajképzővel együttesen határozzák meg, hogy a világ egyes területein milyen talajképző folyamatok mennek végbe, és alakítják a kiinduló kőzetet eltérő szintekre tagozódó talajokká (University of Minnesota Extension, 2018).

2.2 *Hazai talajaink sokfélesége*

Magyarország talajtakarójának sokféleségét is a Kárpát-medence változatos kőzetei, domborzati és klimatikus viszonyai, az ősi növénytakaró, és a képződési folyamatok aránylag rövid ideje határozta meg. Földünknek az utolsó jégkorszak által alakított felszínein, mint az évmilliók óta stabilabb geológiai és klimatikus viszonyok között képződött, erősen mállott, idős felszíneken (Vári et al. 2023).

Stefanovits et al. (1999) nevéhez fűződő genetikai szemléletű talajosztályozási rendszerünk a hasonló tényezők és folyamatok által képződött talajokat típusokba sorolja, a típusokat pedig földrajzi törvényszerűségek figyelembevételével főtípusokban egyesíti. Az alábbiakban a csernozjom főtípusokhoz tartozó talajtípusok kerülnek rövid ismertetésre (Michéli, 2016).

2.3 *Csernozjom talajok*

Ebbe a talajtani főtípusba azokat a talajokat sorolják, amelyekre a humuszanyagok felhalmozódása, a talajok kedvező, morzsalékos struktúrája, valamint a kalciummal teljes mértékben feltöltött talajoldat oda-vissza irányban történő mozgása a jellemző, valamint amelyek az ősi füves növénytakaró révén lezajlott talajképződés eredményei. A csernozjom talajokat kialakító folyamatokat több kutató, tudós is leírta (Schowalter, 2006; Singer, 2015; Buscot, 2023).

Humuszosodás.

A füves növényzet talajba jutott maradványainak mikrobiológiai úton történő elbomlása és átalakítása a humuszosodás. Az aerob baktériumok által termelt és az elpusztulásuk következtében képződő huminsavak a talajoldat kalciumionjaival ún. humátokat képeznek. Ezt a folyamatot a talaj mélyebb szintjeiben csak fokozatosan csökkenő intenzitással lelhető fel, aminek eredményeként a csernozjom típusú talajban a humusztartalom a mélységi szintekkel lefelé haladva fokozatosan csökken (Vikram et al. 2022).

A szerves anyagok a talajszelvényben való eloszlását meghatározó mértékben befolyásolja a talajlakó állatok túró, keverő aktivitása, a járataikon keresztül ugyanis összekeverik az eltérő jellegű talajszinten megtalálható anyagokat. A humuszosodás alapfeltétele a zömében füves növénytakaró, a talajba jutó szerves anyag baktériumok által történő lebontása, a gyengén lúgos vagy semleges kémhatással rendelkező talaj, a kalciumban gazdag talajoldat, valamint olyan vízviszonyok, levegőviszonyok, és tápanyagviszonyok, amelyek a biológiai tevékenység számára kedvező feltételeket teremtet. A humuszképződés eredményeképpen a viszonylag mély és sok szerves anyagot tartalmazó morzsalékos szerkezetű, optimális víz- és tápanyag-gazdálkodású humuszos szint. A humuszban gazdag réteg a vízhatástól mentes típusokban szakaszos átmenetet mutat, a réti csernozjomokban viszont nem (Orlova et al. 2022).

Kilúgozás.

A kilúgozás olyan folyamat, amely révén a csernozjom talajban a szénsavas meszet kioldja a felső talajszintekből, ezzel ellentétben számos esetben kizárólag a karbonát-tartalmat mérsékli. Egyedül a kilúgozott csernozjomtípusban, esetenként pedig az erdőmaradványos csernozjomokban lúgozódnak ki a karbonátok a humusztartalomban gazdag szintnél mélyebben. A mélyben sós réti csernozjom altípusban a kilúgozás oly elenyésző mértékben valósul meg, hogy a mélyebben található rétegekben (100 cm alatt) visszamaradnak a nátriumsók. A kilúgozás folyamatának alaptényezője az optimális csapadék, amelynek eloszlása is egyenletes kell legyen, mert amennyiben a nedves és száraz időszakok váltakoznak egymással, a szárazság idején a kilúgozás ellenkező irányba mozdul el, és a mélybe mosott sók a talajoldattal a talajfelszín irányába vándorolnak (Yazdanpanah, 2010; Raab et al. 2017).

Az e feletti vízdeficit esetén a sók töményebbé válnak és kiválnak a talajból, ami a mikrokristályos kalcit, esetenként pedig a dolomit kicsapódását eredményezi a mészlepedékes

csernozjom talajban. A kilúgozás másik feltételeként jelenik meg a talajoldat és a talajvíz vagy a mélyebb talajszintek kapcsolatát biztosító megfelelő vízáteresztő képesség. A kilúgozás követelményeként jelenik meg a szénsavas mész eloszlásában megmutatkozó szabályosság, ami alapvetően leírja is az egyes típusokat. A mészlepedékes csernozjom talajszelvényben a karbonátok mennyisége alulról felfelé fokozatosan csökken, és kolloid vagy mikrokristályos formában egy rétegben kicsapódik; a réti csernozjom talajszelvényben a karbonát-tartalom kezdetben alacsony, aztán eléri a maximális szintet, ezt követően a talajképző kőzet irányában haladva ismét csökken. A kilúgozás sohasem ér el olyan mértéket, hogy a talaj elsavanyodása jelentősen megnövekedjen (Brian, 2017).

Agyagosodás.

A csernozjom fő típusban az agyagosodás ritkán fordul elő, vagy az ősi erdőtalaj-képződésnek a humuszosodással elfedett maradványa lehet, azaz a túlzott nedvesség hatásaként alakult ki. Az agyagosodás kimutatása a talaj agyagtartalmának karbonátmentes anyagra történő átszámítása eredményeképpen lehetséges. Az agyagosodáskor a talaj szintjeiben több az átszámított agyag, mint a talajképző kőzetben (Kabala et al. 2019).

A talaj agyagos rése illitesedést is mutat. A röntgen-diffrakciós vizsgálatok eredményei alapján a lösz eredeti agyagásványai közül az illitek mellett kloritot és nagy mennyiségben szmektitet, valamint illit-szmektit vegyes összetételű ásványt is tartalmaz. Mindez alapvetően a típusos lösztalajokra vonatkozik, ott viszont, ahol pannon eredetű üledékanyag vagy az andezit-málladék összekeveredik a lehulló porral, a löszszerű üledékek még magasabb mennyiségben tartalmaz szmektiteket (Deon et al. 2022).

A csernozjom talajok képződése során ez az agyagásvány-elegy a talajfelszín irányába haladva az egyes talajrétegekből vett mintákkal egyre nagyobb mennyiségben tartalmaz illitet, amely a szmektitek mennyiségének rovására, a káliumbefogás eredményeképpen alakul ki. A közös eredetet támasztja alá, hogy az eltérő talajszintekből refraktált agyagos részt kálium-kloriddal reagáltatva majdnem azonos röntgen-diffrakciós képet eredményez, valamint, hogy az agyag káliumtartalma is az illitesedés növekedésével azonosan emelkedik. Ez az illitesedés feltételezhetően a füves növényzet kálium felhalmozásának köszönhető, valamint a váltakozó kiszáradás és újranedvesedés következménye (Gainey et al. 2017).

A szénsavas mész fluktuálása.

A kilúgozás eredményeképpen kialakult folyamat révén a szénsavas mész fluktuálódik. Azokban a talajokban, amelyekben a sók kilúgozódása a nyári időszakban reverzibilissé válik, és a karbonátok ideiglenes felhalmozódása alakul ki, labilis mészkiválások képződnek, amelyek a legtöbb esetben mészlepedék formában jelennek meg a talaj felszínén (Gupta és Abrol, 2016).

Ez a jelenség a nyári időszakban intenzívebben tapasztalható, tavasszal előfordulnak olyan időszakok, amikor egyáltalán nem látható. A talajszerkezet optimális vízállósággal rendelkezik, hiszen a talajszerkezeti elemek külső felületét a vékony szénsavas-mészhártya, a mészlepedék bevonja és ellenállóvá teszi (Hou et al. 2021).

Sófelhalmozódás.

A talaj mélyebb rétegeiben akkor alakul ki sófelhalmozódás, amikor a talajvíz kizárólag a felszín közelében található meg, és a kapilláris zóna eléri a talajszinteket, valamint akkor, amikor a talaj vízzáró rétege felett a kilúgozás következtében a mélyebb rétegek irányába vándoroló oldatok megrekednek, és a transzportált vízben oldható ásványi sók feldúsulnak. A só felhalmozódásának alapfeltétele a nagy mennyiségű sót tartalmazó talajvíz, vagy a víz által áthatolhatatlan altalaj, amely gátat képez az oldatok további lefelé mozgásának. A sók felhalmozódásának következménye a talajok vízgazdálkodásának negatív irányba való elmozdulása, az aszályérzékenység emelkedése és a só-érzékeny növények gyökerei számára káros réteg kialakulása (Fox, 2007).

Vasmozgás.

A vas talajban történő mozgása az a folyamat, amikor a vasionok vegyérték váltásának révén alakul ki. A talajban lezajló redukció eredményeképpen a vas kétértékűvé válik, amelynek következtében mozgékonyá válik. Amennyiben a mozgásban lévő kétértékű vasvegyületek ismét oxidáló közegbe kerülnek, ismételten háromértékűvé válnak, amelynek eredményeképpen elvesztik mozgékonyágukat és kicsapódnak. Így keletkezhetnek a rozsdafoltok, a vasborsók vagy egyéb vaskiválások is, ami alapvetően a réti csernozjom talajokra jellemző. A leírt folyamatok több talajtípust alakítottak ki (Stefanovits, 1999; Landolt, 2007).

Erdőmaradványos csernozjom talajok (WRB: Chernozems, Phaeozems)

Az erdőmaradványos csernozjom talajok alapvetően olyan talajtípusok, amelyek a talajfelszínen minimum 25 cm vastagságú, morzsás struktúrájú, sötét színű (Munsell színtelítettsége: nedvesen maximum 3, színértéke maximum 3, száraz állapotban maximum 5), minimálisan 1%-nak megfelelő szerves-anyagot tartalmazó szinttel rendelkeznek, melyben a bázistelítettség minimális értéke 50%, valamint a szerves-anyagot tartalmazó szint alsó határától mért 50 cm-en belül másodlagosan karbonát-felhalmozódás alakul ki. A feltalaj világosbarna, barna színű. Az altalaj viszont gyengén vöröses árnyalattal rendelkezik, kicsit tömődött, diós szerkezetű, poliéderes struktúrával rendelkező.

A talajszelvény felépítése: A- ABk- Ck

Altípusai közé tartozik a karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj.

A talajszelvény a humuszos rétege karbonátot tartalmaznak, vagyis 10%-os HCL oldatot rácseppentve pezsegni kezd.

Kilúgozott csernozjom talajok (WRB: Chernozems, Phaeozems)

Ebben az esetben a talajok a humuszos réteget tartalmazzák, vagy minimum 1 m mélységig karbonátokkal egyáltalán nem találkozunk.

A talajszelvény struktúrája: A- AB- C(k)

A kilúgozott csernozjom talajok esetében altípusok nem különülnek el.

Réti csernozjom talajok (WRB: Chernozems, Vertisols)

A réti csernozjom talajok alapvetően olyan talajokat foglalnak magukba, melyek esetében a feltalajban a barna mellett a fekete színárnyalattal is találkozhatunk, a morzsás szerkezettel rendelkező elemek olykor szögletes éllel, éles felületekkel tagoltak. B szintben mészakumulációs réteg van jelen, a B szint alsó részétől a mélyebb rétegek felé az időszakos vízhatás következményeképpen rozsdafoltok, szeplők alakulnak ki.

Szelvényfelépítés: A- Bkg- Cgk

A réti csernozjom talajok esetében több altípust különböztetnek meg:

- Réti csernozjom talaj: Karbonátokat kizárólag a talajképző alapkőzet szintjében tartalmaz.
- Karbonátos réti csernozjom talaj: Az A és/ vagy B szintben is találhatunk karbonátokat.
- Mélyben sós réti csernozjom talaj: BC szintjében vagy C szint felső részén a vízdoldható sótartalom értéke a 0,1%- ot túllépi.

- Szolonyeces réti csernozjom talaj: Sötét, apróprizmás szerkezetű B szinttel rendelkezik, melyben a kicserélhető kationok között a Na^+ aránya az 5%-ot meghaladja.
- Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj: BC szintjében, vagy C szintjének felső részében a kicserélhető Na^+ aránya az 5%-ot meghaladja, de a vízdoldható sótartalom alacsonyabb, mint 0,1%.

Terasz csernozjom talajok (WRB: Fluvisols, Chernozems)

Ebbe a típusba olyan csernozjom talajok tartoznak, melyek karbonát-tartalmú öntésanyagon alakultak ki. A talaj színe, stuktúrája ugyan az öntésanyag rétegzettségét takarja, viszont textúrában eltérő mechanikai összetételű üledékrétegek váltakozna.

Szelvényfelépítés: A- B- C(k)- 2C(k)- 3C(k)

Terasz csernozjom talajok altípusai:

- Terasz csernozjom talaj: Az A és B szintben sem tartalmaznak CaCO_3 -ot.
- Karbonátos terasz csernozjom talaj: CaCO_3 -ot az A és/ vagy B szintjükben is tartalmaznak (Novák, 2013).

Mészlepedékes csernozjom talajok (WRB: Chernozems)

Olyan, karbonátos alapkőzeten, mésztartalmú üledéken kialakult csernozjom talajok, amelyek 20- 40 cm-től lefelé karbonátokat tartalmaznak. Másodlagos karbonát-kiválásaik mészszerű, a szerkezeti elemek felületét bevonó mészhártyák, mészlepedék formájában, vagy penészszerű szövedék, vagy porszerű behintés formájában jelentkezhetnek. A humuszos réteg alsó határán a feltalaj behulló anyagával kitöltött állatjáratokat, krotovinákat találunk.

Mészlepedékes csernozjom talajok altípusai:

- mészlepedékes csernozjom talaj: A B szintben a mészlepedékek, bevonatok a szerkezeti elemek felületén jellegzetesek. Talajképző kőzet lösz, homokos lösz.
- Alföldi mészlepedékes csernozjom talaj: A mészlepedékek nem, vagy csak ritkán ismerhetők fel, textúrája agyagos vályog, vályog.
- Mélyben sós mészlepedékes csernozjom talaj: C szintjében legalább 0,1% vízdoldható sótartalma van, színe sötétebb, feketésbarna, textúrája agyagos. (FAO, 2022)

2.4 A csernozjom (mezősegi) talajok művelése

Az ősi füves növénytakaró alatt bekövetkezett talajképződés révén alakultak ki elsősorban löszön vagy löszszerű üledéken; hazánk legtermékenyebb talajai, gyakori a szerkezeti leromlás és az eróziós pusztulás (Catt, 2001).

Kedvező természetes tulajdonságaik a humuszképződés, a mély termőréteg, a jó víz-, hő-, és levegőgazdálkodás, és művelhetőség, a morzsásodás, a jó tápanyag- szolgáltató képesség. A művelés legfontosabb célja e talajtulajdonságok megóvása és a káros folyamatokat előidéző körülmények csökkentése (Ersek, 2023)..

A kedvező talajtulajdonságokat lerontó művelési hibák: a talaj kiszáritása, a rögzítés és porosítás, a taposás, a szerkezet összegyúrása, talpképzés a művelt réteg alatt, vízbefogadó képesség lerontása, a szervesanyag- veszteség előmozdítása, és a gyomosítás (Priori et al. 2021).

A kedvező talajtulajdonságokat védő fogások: nedvességgímélés a tenyészidőben és azon kívül, a vízbefogadó és – tároló képesség fenntartása és javítása, bolygatás csak arra alkalmas nedvességnél, minél kevesebb tiprás, a megújulás elősegítése idényen kívül, változatos művelési mélység és mód alkalmazása, szervesanyag- védelem bármely beavatkozáskor, a gyomterjedés megakadályozása (CTCN, 2024).

Általános művelési ajánlások:

- **Tarlóművelés.** Nyári betakarítású növények szalmájának zúzása és terítése. A tarlón sekély és mulcshagyó hántás lezáró elemmel kombinált kultivátorral vagy síktárcsás porhanyítóval. Hatásos tarlóápolás mechanikai vagy vegyszeres módon. Őszi aratáskor szárazítás és terítés. Regenerálódó idő biztosítása a tarlófázis vagy zöldtrágya növények alatt. Talajállapot- ellenőrzés a tarlóművelést követően.
- **Alapművelés és elmunkálás.** A nyár végi és őszi vetésű növények alá száraz idényben lazítás és porhanyítás. Csapadékos idényben, nedves talajon, minél kisebb kárt okozó művelés kultivátorral. Szántás- ősszel, alkalmas nedvességnél-, kukorica elővetemény után, illetve tavaszi kapásnövények alá, egyenletes, vízbefogadásra alkalmas felszínt hagyva. Talajkondíció-javítás középmező lazítás a talajállapot- vizsgálat szerint. Kerülni kell a művelést, ha nehezen javítható hibák alakulnak ki (művelőtalptömörödés, elporosodás). A csapadékos aratási idényben okozott károk enyhítése a következő idényben.

- Magágykészítés és vetés. A nyár végi, őszi és több tavaszi növénynél az egymenetes mód (egy gépkombinációval vagy két eszközt egy menetben járátva) javasolható. Külön menetes módnál nedves talajon kerülni kell vastag magágytalp kiképzését, ugyanígy száraz talajon a porosítást és a nedvességvesztést (Birkás, 2017).

2.5 *A kukorica fejlődési fázisai*

A kukorica fenológiai fázisainak, életciklusának ismertetését két idézettel szeretném bevezetni, melyet azért tartok szükségesnek, mert egyszerű módon, röviden és tömören, mégis tökéletesen leírja a kukorica fejlődésmenetét.

Az egyik ideillőnek tartott idézet: „A kukorica életciklusa a mag állapottól az újabb mag állapotig tart. A feléledést támogató környezetbe jutott ... mag vízzel történt duzzadása után felgyorsulnak az addig lelassult, szunnyadó életfolyamatok, s a növény megismétli a kört, amellyel maga is létrejött. A növényeknek, így a kukoricának sem szándékolt tulajdonsága a többszörözött megismétlődés (szaporaság). A több változatban és minőségben előállított utód nem más, mint fejesugrás az ismeretlen jövőbe azzal a reménnyel, hogy a statisztikai valószínűségek törvényszerűsége alapján "jut is, marad is!" (Szieberth 2019).

A másik számomra frappáns idézet: „Mint ahogyan egy jó orvos, aki az emberi szervezet felépítésének és működésének alapos ismeretében tudja felismerni a normálistól eltérő állapotokat, a betegségeket, ugyanúgy a termesztő is csak akkor lehet eredményes a növény fejlődésének „menedzselésében”, és akkor tudja a leghatékonyabb beavatkozásokat megtenni, ha ismeri az egészséges fejlődési folyamatok jellemzőit, egymásutániségát, időtartamát és az adott fázisra jellemző igényeket.” (Kiss 2012)

Ahhoz, hogy a kukorica termesztése során az agrotechnológiai lehetőségek közül a leghatékonyabbat tudjuk kiválasztani, szükség van a növény fejlődésmenetének ismeretére. Természetesen a kukorica élete is a keléssel veszi kezdetét, és a kukorica beérésével ér véget, melyet a betakarítás követ. Amennyiben optimális nedvességtartalommal rendelkező, nedves és meleg talajba kerül vetésre a kukoricaszem, a vetés után akár már 4-5 nappal is kicsírázhat. Ezzel ellentétben a kelés akár 3 hetet is igénybe vehet, ha a talaj hideg. A kukorica fejlődése során kezdetben naponta akár 3 új levél is képződhet a növényen, a későbbi fejlődési fázisok esetén viszont akár napi szinten új levelet fejleszthet a kukorica (Kiss 2012).

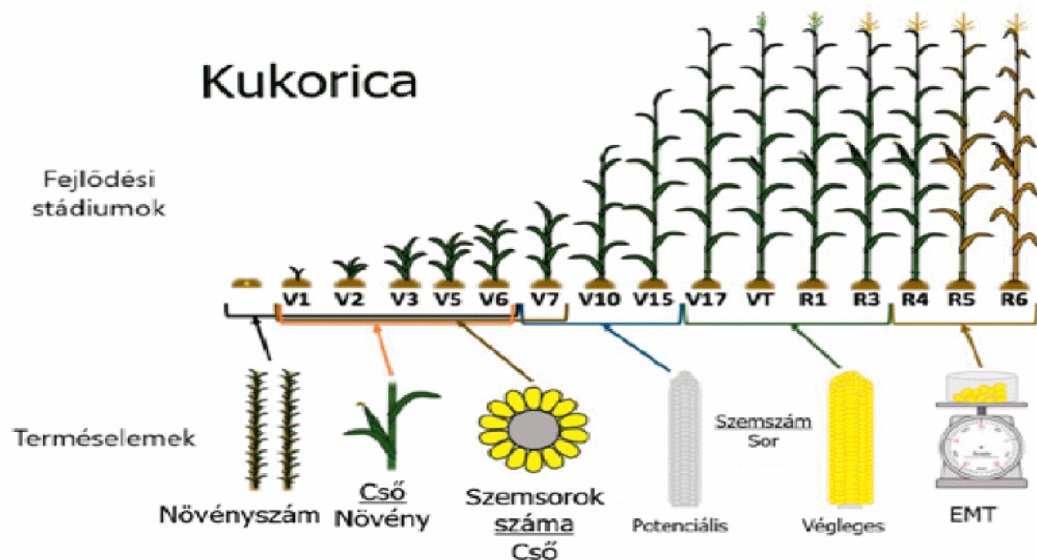
A beporzás után a kukorica fejlődési fázisait két részre bonthatjuk, ebből kifolyólag megkülönböztetünk vegetatív, valamint generatív fázisokat (3. táblázat).

3. Táblázat A csemegekukorica fejlődési fázisai

(Forrás: Szieberth 2019; Szabó 2020; Corteva 2022. alapján saját szerkesztés)

Vegetatív fázisok (V)		Generatív fázisok (R)	
V _e	kelés, a csíranövény áttöri a talajt, a coleoptil kinyílik, majd először a gyököcske, majd a csíralevél kiszabadul, valamint elkezdődik a gyökér fejlődése	R ₁	bibe virágzása, a bibeszálak láthatóvá válnak, optimális tápanyagellátás mellett berakódik a kukoricacső teljes egészében,
V ₁	az első levél megjelenése, tehát megjelenik az első levél gallérja	R ₁	hólyag állapot kialakulása, kukoricaszemek kívül fehérek, viszont belülről átlátszó folyadék található
V ₂	a második levél megjelenése, elkezdődik a másodlagos gyökér, a léggyökerek és a támasztó gyökerek fejlődése	R ₁	tejesérés ideje, a kukoricaszemek kívül sárgák, azonban belülről tejszínű folyadék található
V ₃	a harmadik levél megjelenése	R ₁	viaszérés ideje, kukoricaszemek folyadéka sűrű/pépes, a csutka rózsaszín vagy piros, intenzív a tápanyag-beépülés, a szemtelítődés
V _n	az n-dik levél megjelenése, a csúcsmerisztéma kezdetben a talajfelszín alatt, majd a felszín fölött helyezkedik el, a fázis végén alakul ki, hogy hány szemsorral fog a csutka rendelkezni	R ₁	kupanyom megjelenése, a kukoricaszem víztartalma fokozatosan mérséklődik
V _T	címerhányás ideje, a címer teljesen látható, viszont a bibeszálak még nem fejlődtek ki, a növény magassági növekedése stagnál, nem képződik már több levél	R ₁	fiziológiai érettség kialakulása, a legtöbb szem legalább részben látható kupanyom van, leáll a biológiai vízleadás, valamint a tápanyag beépülése, illetve kifejlődik a fekete réteg

A következő ábrán (1. ábra) a csemegekukorica fejlődési fázisait szeretném bemutatni grafikus formában is, hiszen így könnyebben értelmezhetővé és beazonosíthatóvá válik a növény egyes fejlődési fázisainak különbsége.



1. ábra A kukorica fenológiai fázisai és kritikus szakaszai

(Forrás: Szabó 2020. p. 39.)

Az 1. ábra jól szemlélteti a vegetatív és a generatív fejlődési szakaszok határvonalát, mely a címerhányás szakaszát jelenti. A kukorica fejlődésének menete alatt több kritikus időszakkal is találkozunk, mint

- a kelés időszaka, hiszen akkor kritikus befolyásoló tényezőként jelenik meg a talaj hőmérséklete és nedvesség-tartalma, amely komoly odafigyelést igényel a minél kedvezőbb kelési százalék elérése szempontjából,
- az 5-12 vegetatív fázisok is kritikus időszaknak számítanak a növény életében, hiszen ebben az időszakban egy aszályos időszak, vagy hideg idő, vagy fitotoxicitás fellépése, mind zavart okoz a kukoricacső kifejlődésében, amely a későbbiek során már nem befolyásolható.

Tehát mindenképpen fontos, hogy pontosan meg tudjuk határozni a kukorica fejlettségi állapotát. A fejlődési fázisok meghatározása alapvetően a legelső levél megjelenésekor kezdődik, mert a legelső levél esetén még látható a levélnyak, amely rendszerint a levéllemez, valamint a levélhüvely között megjelenő elszíneződött vonal.

2.6 *A kukorica talajigénye*

Nagy víz és tápanyag igényű, azonban szárazságtűrő növény (Aslam et al. 2012). Mély termőrétegű, humuszban gazdag közép-kötött vályogtalajon termeszthető nagy biztonsággal mivel a gabonafélék között a talaj minőségére, kultúrállapotára és a búzánál magasabb az ökológiai érzékenysége (Nagy, 2007). Az ilyen talajokon a gyökerei mélyre hatolnak és még aszályos évjáratokban is biztos termést ad (Nagy, 2007). Jó vízgazdálkodású talajon lényegesen csökkenthető az időjárási kockázat (Győrffy, 1988). eltérő talajtípusokon termesztik, de kiemelkedően jó termést csak jó vízgazdálkodású, mély termőrétegű, könnyen felmelegedő csernozjom, réti csernozjom, barna erdő, csernozjom barna, réti talajokon lehet vele elérni. Termesztéséhez a legalkalmasabb a 6,6- 7,5 talaj pH, azonban az 5,5- 8 pH- t is képes elviselni (Wafula, 2021). Fontos a kukorica termőtalaj kalciummal való telítettsége, ennek fenntartásáról folyamatosan gondoskodni kell, hogy a talajok tápanyag- szolgáltató képességét is növeljük (AgroLiquid, 2024).

2.7 *A kukorica tápanyagigénye*

Számos kutató szerint nagymennyiségű tápanyagot igényel és tápanyag- hasznosító képessége is magas (Pepó et al., 2000). Az ásványi elemek közül a nitrogént igényli a legnagyobb mértékben (Nagy és Sárvári, 2005). A kukorica szemterméshez, illetve a hozzátartozó, légszáraz szárhoz az alábbi tápanyagokat veszi fel a talajból tonnánként:

Antal (1999) szerint 28 kg/t N, 11 kg/t P₂O₅, 30 kg/t K₂O, 8 kg/t CaO, 3 kg/t MgO, Berzsenyi (2012) szerint 20-25 kg/t N, 9-11 kg/t P₂O₅, 16-20 kg/t K₂O; Menyhért (1979) kísérletei alapján a kukorica 11 t terméshez 264 kg N- t, 110 kg P₂O₅-t és 264 kg K₂O-t vesz fel a teljes tenyészidőszakban; azaz 24 kg N- t, 10 kg P₂O₅- t és 24 kg K₂O- t tonnánként.

2.8 *A harmonikus tápanyag ellátás jelentősége, a tápelemek hatása a kukoricára*

A növényetáplálás ma többet jelent annál, minthogy annyi tápanyagot juttatunk ki, amennyit a növény várhatóan felhasznál. Az inputanyag árak emelkedése arra készteti a termelőket, hogy a termésbiztonság és a költséghatékonyság érdekében gondot fordítsanak az adott termőhelyen a növény igényeihez igazodó szakszerű tápanyag- visszapótlására. Ma az „integrált tápanyag-gazdálkodás” a talajtermékenység és a növényi tápanyag- ellátottság elérését és fenntartását jelenti, a tervezett termésszint eléréséhez az összes lehetséges tápelem forrás optimalizálásával (Sárdi, 2003).

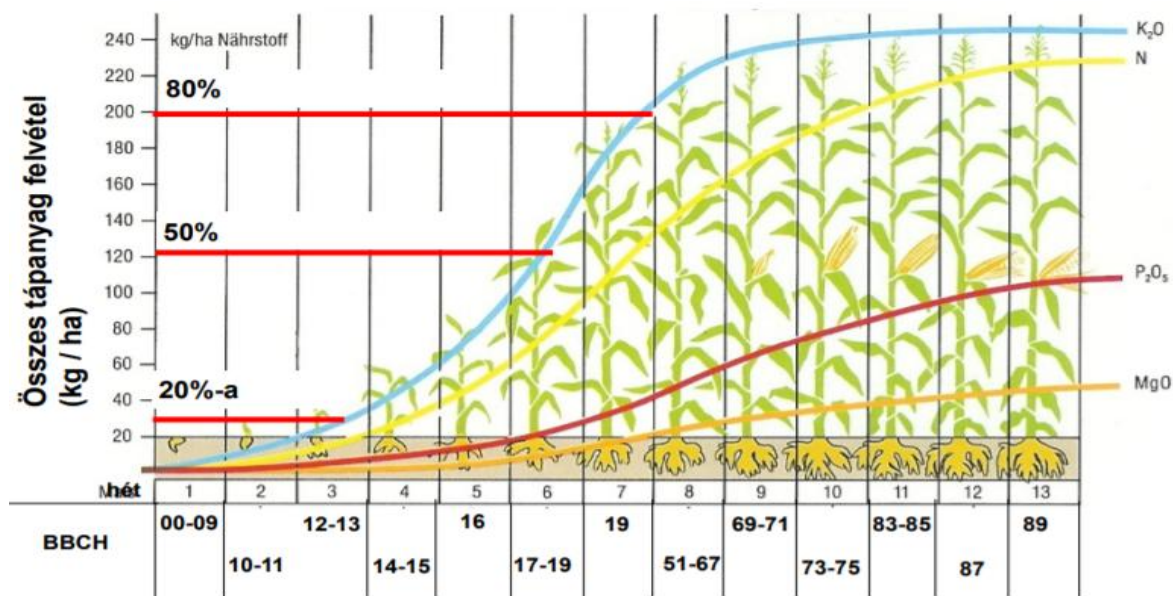
A tápelemek döntő hányadát a növény a talajból veszi fel, melyet a talaj tápanyag-szolgáltató képessége határozza meg. A makroelemek közül a nitrogén 95- 99%- a, a foszfor 30- 50%- a szerves formában van jelen, a kálium mennyiségét az ásványi kolloidok befolyásolják (FAO, 2022).

A kukorica a mikroelemek közül a cink hiányára érzékeny. Látens hiánya akár 10% terméskiesést okozhat. A növény fejlődésében visszamarad, romlik a nitrogén beépülés, a leveleken fehér egymásba folyó sávosság lesz megfigyelhető. Különösen karbonátos talajokon, ahol a mész szintje meghaladja a 4 g/kg talaj értéket a kálium, a magnézium, a bór, valamint a cink felvétele is gátolt. Ez utóbbi elem terméskorlátozó tényezővé is válhat (Mutambu et al. 2023).

Az intenzív és az eredetileg műtrágyák alkalmazásán alapuló termesztéstechnológiák miatt a termesztett növények számára esszenciális mikroelemek egyre inkább elfogynak talajainkból. A nagy mennyiségben előállított termésekkel egyre nagyobb mennyiségben kerül ki a talajból a kalcium, a magnézium, a cink és a réz. A legnagyobb kukoricatermesztő vidékeken figyelhető meg a legintenzívebben a talajok cink készletének kimerülése. Általánosságban elmondható, hogy termőtalajaink nagy része cinkhiányos. A foszforban optimálisan ellátott területek foszfor trágyázása a foszfor-cink antagonizmus következményeképpen csak rontja ezt a helyzetet. A hiánytünetek különösen felerősödnek a mészben gazdag talajokon, mert a mész is akadályozza a növény cink felvételét (Akca, 2023).

A kukorica igazán jó termést kalciummal telített talajokon ad. A kukorica alá- a meszes talajaink kivételével- szükséges lenne a periodikus, fenntartó meszezés (Wakwoya et al. 2022).

A kukorica tápanyag-felvételi dinamikája, amelyet az 2. ábra szemléltet, biztosítja a foszfor, valamint a kálium kora tavasszal való kijuttatást. A kukorica tápanyag-felvétele kezdetben lassú, majd a kukorica 5-7 leveles korától kezdődően, a szár-megnyúlás során egyre intenzívvé válik (Singh et al. 2023).



2. ábra A kukorica tápanyag- felvétel dinamikája a vegetációs időben

(Forrás: Zsom és Lawson, 2020)

A kukorica foszfor-felvétel 10-12 leveles állapotot követően a tömegének emelkedésével folyamatosan növekszik, a foszfor-felvétel intenzív folyamat egészen a virágzás bekövetkezéséig, majd a terméskepzés időszakában is. A kálium felvétel-dinamikája a legintenzívebb a növekedés időszakában, amikor szinte folyamatosan emelkedik, vetést követően 5-6 hét elteltével a vertikális fejlődés időszakában szükséges, hogy felvehető formában a kukorica rendelkezésre álljon, egészen a virágzás időszakáig. Az intenzív kukorica-hibridek foszfor-felvétel a kukorica 2-4 leveles korára már kritikussá válik, hiszen erre az időszakra a kukoricaszem foszfortartaléka kimerül, viszont a gyökérzete még meglehetősen fejletlen. Mindez ahhoz vezet, hogy még a jó foszfor-ellátottság sem biztosítja az optimális foszfor-ellátottságot a kukorica számára, vagyis a hideg vagy száraz talajokon így is gyakran lép fel foszforhiány, amely alapvetően a liluló levélzet jelez. Ez támasztja alá a startertrágyázás fontosságát, szerepét, valamint az így kialakult helyzetre jelent megoldást a startertrágyázás (Zsom és Lawson, 2020).

2.8.1. A nitrogén hatása a kukoricára

A nitrogént a kukorica elsősorban ásványi formájában veszi fel, habár a kukorica levele képes kismolekulájú szerves vegyületek felvételére is (Asibi et al. 2019). A növények számára kiemelkedő jelentőséggel bír a nitrogén, hiszen a többi elemmel szemben képest kimagasló hajtás- és termésnövelő hatást fejt ki. A kukoricánövényen belül a nitrogén transzportja zavarta-

lan, így a nitrogén hiánya elsőként és legintenzívebben az idős leveleken mutatkozik meg. A nitrogénben hiányt szenvedő növények klorofiltartalma lecsökken, a merisztéma működése vontatottá válik, a sejtek idő előtti öregedésen mennek át (Mu és Chen, 2021).

A kukorica számára elsődleges fontossággal bíró három makroelem közül a nitrogén mennyisége befolyásolja leginkább a kukorica termésmennyiségét (Jiaying et al. 2022).

Optimális nitrogén-trágyázás esetén a kukorica levelének nagysága gyorsabban fokozódik, valamint az optimális LAI érték is tovább fennáll, amely alapvetően a termésképzés időszakában jelentős előnyt jelent (Anderson et al., 1985).

Anda (1987) kísérleti kutatása során bebizonyította, hogy a nagyobb nitrogén-adagoknál fokozódik a növény magassága, asszimilációs felülete, amely alapvetően hozzájárul a termés hozam növekedéséhez is. Viszont az egyoldalú vagy nitrogénnel való túltrágyázás a termésbiztonság romlásához vezet, tehát a nitrogén többi tápelemhez viszonyított túlsúlya ugyanúgy káros hatást okoz, hiszen a kukorica luxus felhalmozásba kezd a nitrogénből, aminek nincs befolyása a termésre (Blackmer és Schepers, 1996).

A nitrogén-túltrágyázott kukoricákat nagyobb arányban veszélyezteti a megdőlés és érzékenyebbé válnak a betegségekkel szemben (Nagy, 2007), valamint a szárazság-tűrő képességük is gyengül (Sárdi, 1999b).

Bennett et al. (1953) eredményei azt mutatták, hogy az növekvő nitrogén-adagok mérsékeltek a kukoricaszem foszfor-koncentrációját, viszont a kálium-koncentrációt alig befolyásolták. Latkovicsné (1979) viszont azt tapasztalta, hogy a nitrogén-ellátottság nincs hatással a szemtermés foszfor- és kálium-koncentrációját.

Ahmadi et al. (1993) vizsgálati eredményei pedig egy újabb feltevést igazolt, miszerint a foszfortartalom nem változik a növekvő dózisú nitrogén-trágyázás hatására, azonban a káliumtartalom csökken. Nitrogén hiányában a növény világoszölddé válik, az korosabb levelek el-sárgulnak, megbarnulnak és elhalnak, a kukorica növekedése vontatottá válik, valamint jelentősen csökken a termés mennyisége (Nagy, 2007).

Nitrogén tápelem felvételi dinamika

A növény csírázás idején a szemek tartalék-fehérjéjét használja fel és aránylag kis adag nitrogént transzportál a talajból, viszont ez a nitrogén-felvétel meglehetősen intenzív (Nagy, 2006). A kelést követő első három hét során a kukorica kevesebb, mint 0,5 kg/ha nitrogént vesz fel a talajból napi szinten, amely alapvetően időjárás- és talajfüggő. Az ifjú kukoricánövény alapvetően igényli a bőséges nitrogén-ellátást a zavartalan vegetatív növekedéshez (Blackmer és Schepers, 1996). Ez a relatív nagy szükséglet magyarázza a kukorica startertrá-

gya reakcióját (Van Dijk és Brouwer, 1998). Optimális nitrogén- és vízellátottság esetén a virágzás 2- 3 nappal korábban megindul, viszont a túlzott nitrogén-ellátás meghosszabbítja a hím- és nővirágzás között eltelt időt.

Nitrogéntrágyázás

Kováts és Antal (1996) kutatásaik alapján a nitrogén évenkénti kijuttatása szempontjából alap, valamint kiegészítő trágyázást is javasoltak. Az ammónium-nitrátot alap- és kiegészítő, a kalcium-nitrátot pedig kizárólag kiegészítő trágyázás során célszerű alkalmazni. Nagyobb adagok felhasználása során, különösen csapadékos időjárás alatt mind őszi, mind tavaszi vetésű növényeknél is célszerű a megosztott kijuttatás. Késő őszi és kora tavaszi kijuttatásnál figyelembe kell venni „A vizek mezőgazdasági eredetű nitrát-szennyezéssel szembeni védelméről szóló 27/2006. (II.7.) Korm. rendelet” előírásait.

2.8.2. Foszfor hatása a kukoricára

A foszfor jelentősége egyaránt fellelhető a fotoszintézis, a légzés és a sejtek energiatermelő folyamatai működésében, valamint a DNS- és RNS-ben is megtalálható. Esszenciális makroelem a kukorica számára, viszont a nitrogénnel szemben kisebb termés-növekedést eredményez, hiszen a foszfor alapvetően nem gyarapítja a vegetatív szerveket (Khan et al. 2023).

A kukoricának a fejlődés kezdetén nagy szükségük van a foszforra, az ebben az időszakban kialakult foszfor-hiányt a későbbiek során nem lehet pótolni. A foszfor-hiány révén a kukorica növekedése vontatott, lassabb, a növény satnyává válik, az idős levelek bíborlilákká színeződnek, a termés-csökkenés meghatározó (Sárdi, 1999b). Mivel a foszfor minden növényi anyagcsere-folyamatban részt vesz, a kukorica a hiányára anyagcserezavar kialakulásával válaszol, tehát a foszforhiány elnyújtja a virágzás idejét és az érést (Loch és Nosticzius, 1983). A foszforral optimális mennyiségben ellátott kukorica szárazságtűrése jobb, vagyis a foszforhiány az aszályérzékenység fokozódását hozza magával. A kukorica egyik legfontosabb tápanyaga, hiszen alapvetően meghatározza virágzás idejét, valamint a szemtermés nagyságát (Kumari et al. 2022).

Foszfor tápelem-felvételi dinamikája

A foszfor már a kukorica 3-6 leveles állapotában meghatározza a végső termésmennyiséget, a kukorica tenyészidejének kezdetén a foszforfelvétele magasabb, mint maga a szárazanyag-

felhalmozódása. Később viszont a két folyamat párhuzamosan zajlik, szeptember kezdetére viszont megszűnik a foszforfelvétel (Nagy, 2006). A szemképződés tekintetében kiemelkedő, hogy a kukorica számára kritikus, 4-6 leveles állapotban, valamint az érés idejéig rendelkezésre kell álljon (Arnon, 1975). A foszfor kukorica általi felhasználásának mértéke a foszfor-feltöltöttség szabályozza. Célszerű a foszfor-trágya egyenletes elkeverése a talajban, valamint a legoptimálisabb kiszórni ősszel és alapműveléssel bedolgozni (Munroe, 2018).

2.8.3. Kálium hatása a kukoricára

A kálium szerepe elsődlegesen a kukorica ásványi-anyag forgalmában tölt be fiziológiai és biokémiai szerepet. A növény a vegetatív fejlődése során igényli a legnagyobb mértékben a káliumot egyértékű kation formájában. A kálium jelentős mértékben fokozza a kukoricák vízfelhasználási paramétereit, vagyis az egységnyi szárazanyag-tartalmat. Elsődleges szerepe van az anyagcsere-nyílások nyílásának és záródásának szabályozásában is (Sardans és Peñuelas, 2021). Mindemellett a növény sejtjeiben lezajló számos anyagcsere folyamatban enzimaktiváló szerepet tölt be, szám szerint 60 enzimreakciót aktivál, valamint hozzájárul a frissen szintetizált asszimiláták transzportálódását, ill. fokozza a kukorica fagytűrő-képességét (Hasanuzzaman et al. 2018).

A kálium-hiánya károsítja a növények turgorállapotát és fagytűrő-képességét, a korosabb leveleken égési tüneteket okoz, az ifjú leveleken piros elszíneződések jelennek meg, és a levélerek között klorotikussá válnak (Hochmut és Hanlon, 2022).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 *A kísérleti terület talajviszonyaik*

Bátaszék domborzatát több talajtípus is jellemzi, melyek

- az északon megtalálható paleozoos kibukkanásokkal tarkított meredek lefutású lejtők, a szálaikként kiálló sziklák, rövid völgyekkel tarkítva, valamint a gránit lepusztulást mutató talajformák. A térség középpontjában egy fennsíkot találunk, amely egyrészt a térség legmagasabb része, valamint vastag lösz borítja.
- a déli területrészeket sűrű völgyhálózat alkotja, széles völgyek közötti hátakkal. Ezen a részen terül el Bátaszék is. A terület legnagyobb részét lösz borítja, amelyet alapvetően jó vízgazdálkodás jellemez. A lösz globálisan az egyik legoptimálisabban használható mezőgazdasági termelői alapkőzetet jelenti, viszont erózióra hajlamos, ebből kifolyólag a lejtős területrészekon a mezőgazdasági tevékenység ennek figyelembe vételével történik. A termőréteg magasabb, mint 1 méter.
- valamint a dombvidéki részekon gyakran megtalálható a sekély, erodált termőréteggel rendelkező és a völgyi részekon fekvő területeken a jelentős vastagságú termőréteg (Balázs, 2016).

A kísérletnek helyet biztosító terület talaja a csernozjom (mezősegi) talajok egyik altípusába sorolható mészlepedékes csernozjom talaj. A területen és a környéken kedvező talajtani adottságokkal találkozunk, amely alapvetően nem csupán a kedvező talajstruktúrának, hanem a mészállapotnak, valamint a humusztartalomnak is köszönheti.

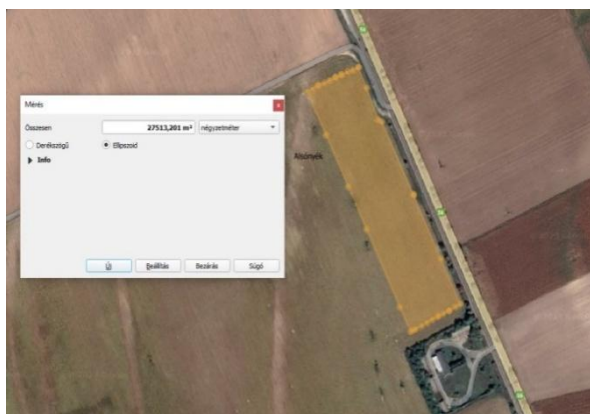
3.2 *A terület klímaadottságai*

A terület éghajlata átmenetet képez a kontinentális, valamint a szubatlanti éghajlat között, amelynek eredményeképpen egyaránt jellemző a területre a mérsékelt meleg, a mérsékelt száraz, illetve a meleg éghajlat. A talajvíz 2-4 m között található, ezzel ellentétben a Dunához közel elterülő területeken alapvetően a Duna vízállása a befolyásoló tényező. Az átlaghőmérséklet 18-21 °C között alakul évről évre a nyári időszakban. A csapadék éves átlagmennyisége 650-700 mm között alakul, melynek az eloszlásra is egyenletesnek

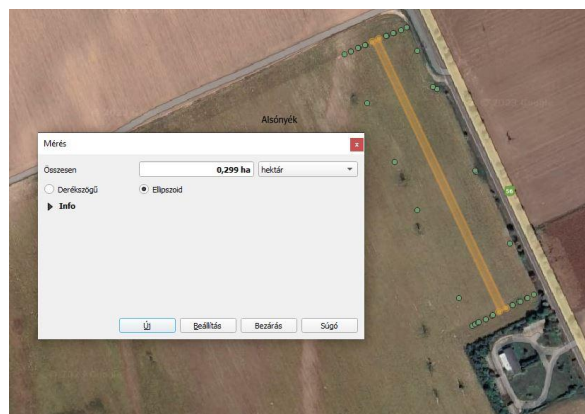
mondható. A csapadék eloszlásában két maximumot találhatunk, melyek júniusban és novemberben mutatkoznak (Balázs, 2016).

3.3 A kísérlet elrendezése

A kísérletet Alsónyék 086/2 és 086/3 hrsz.-ú ingatlanok területén állítottuk be 2023-ban. A kísérletet a szántóföld egy előre kijelölt részén folytattam (3. ábra), melynek során 9 parcellát alakítottam ki (4. ábra).



3. ábra A terület
(Forrás: QGIS)



4. ábra A parcella
(Forrás: QGIS)

Az egyes parcellák 330 m hosszúak, 9 m szélesek, tehát egy parcella 0,3 ha kiterjedésű. A vizsgált 9 parcellának nagyságait és a terület viszontagságait egybevetve, megállapítható, hogy a teljes vizsgált terület 2,7 ha. A különböző módon kezelt parcellák típusainak a területen való megoszlását az 5. ábra mutatja be:

Kontroll	Starter1	Starter2	Starter1	Starter2	Kontroll	Starter2	Kontroll	Starter1
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5. ábra Kísérleti elrendezés

3.4 A kísérletben alkalmazott agrotechnika

A kukorica talaj-előkészítése: Előveteménye őszi búza volt. A gabona betakarítása után tarlóhántás következett. Az évelő gyomok megjelenését követően a tarlókezelés Roundap Mega szerrel történt. Árvakelés után NPK 9-23-30 hidegen kevert műtrágya került kijuttatásra. A talaj közép-mély lazítóval, 40 cm mélyen lett művelve. 2022. szeptember utolsó hetében mustár-olajretek zöldtrágya műtrágyaszóróval lett kijuttatva a területre, amely 60 nap után (december elején) be lett forgatva a talajba. 2023. tavasszal pétisó (27 %-os nitrogén) műtrágya

kijuttatás történt a magágy-készítést megelőzően. A magágy-készítés Frakomb magágy-készítővel vetés előtt 2 héttel került elvégzésre.

A kukorica vetése 2023. 04.21. napján történt Dekalb Acceleron DKC5182 vetőmag felhasználásával. A beállított vetésmélység: 4 cm, sortáv: 75 cm, tötáv: 20,5 cm, vetőmag darabszám: 65.000 db / ha. A vetés Kverneland Accord Optima Hd vetőgéppel történt, amelyet Case IH Puma 150 traktor vontatott. A 6 soros vetőgép figyelembevételével és az egyszerűség kedvéért a traktor egy oda-vissza távot tett meg vetés közben, így a területen lévő egyes parcellák 12 sor szélességben kerültek kialakításra.

A vizsgálat során kétféle starter műtrágya típust használtam fel, az S1 – Yara Mila NP Starter (10,5% N; 47% P₂O₅; 1,8% Zn; 0,1 % B) esetében 15kg/ha mennyiségű, az S2 – Super Start NP 10:35 (10% N; 35% P₂O₅; 5% S; 2% MgO; 2% Zn) esetében 30 kg/ha dózisú starter műtrágya került kijuttatásra a vetéssel egy menetben a mag mellé.

A 9 kísérleti parcella megoszlása az alábbiak szerint történt:

- 3 parcella kontroll (nem kapott starter műtrágyát)
- 3 parcella S1 (Yara Mila NP Starter műtrágyát kapott)
- 3 parcella S2 (Super Start NP 10:35 starter műtrágyát kapott)

A kísérleti elrendezés: Kontroll, Starter 1, Starter 2, Starter 1, Starter 2, Kontroll, Starter 2, Kontroll, Starter1.

A növény 3 leveles állapotában (május 21.) Adengo és Dicopur 464 SL gyomirtó szerek kerültek kijuttatásra. A növény következő kezelése az állományában 5 leveles állapotban Sulcogan gyomirtó szer alkalmazásával valósult meg.

Betakarítást követően a terület 1 soros tárcsával lett művelve, majd a 13-38-13 hatóanyagú műtrágya kijuttatást követően őszi búza került elvetésre.

3.5 2023. évi klimatikus viszonyok

A kukorica nagyon érzékeny a vegetációs időszakot megelőző hónapok csapadékviszonyaira. 2023. év első negyedévében az átlagosnál egy harmaddal több csapadék hullott a területen, ennek köszönhetően kiemelkedően magas talajnedvesség tartalom volt jelen a vetés kezdetekor a talajban. A vetést követő napokon a csírázás szempontjából kedvező időjárási körülmények alakultak. A csírázás szempontjából rendkívül meghatározó a vetés utáni 10 nap meteorológia jellemzői. A vetés utáni 3. napon 12 mm, a 10. napon 5 mm csapadék hullott, a hőmérséklet átlaghőmérséklete 15 – 19 °C között volt megfigyelhető. Az elvetett magvak az optimális hőmérséklet és csapadékviszonyok következtében megfelelő csírázási képességgel rendelkeztek. 14 nappal a magvak elvetését követően a növény 2 leveles fenológiai állapotban volt. A vizsgált területen a mediterrán ciklonok szállították május hónapban a közel 60 mm csapadékot, az átlaghőmérséklet 17 – 22 °C között alakult. Előbbi időjárási feltételek a gyomok számára is kedvezőek voltak, illetve a tartós levélnedvesség miatt a kórokozók is gyorsan szaporodtak.

Az átlagostól eltérő tendencia mutatkozott csapadék szempontjából június első dekádjában is, ahol 45 mm eső hullott, a hónap hátralévő részén pedig mindösszesen 8 mm. Június közepétől az eseti jellegű zivataroktól eltekintve meleg, száraz klíma volt tapasztalható a területen. Július hónapban 40 mm csapadék hullt, amely nagyjából 15 % - kal maradt el az ebben az időszakban szokásostól, hőmérséklet tekintetében forró napok követték egymást. A hónap utolsó dekádjától, amikor a kukorica a címerhányás fenológiai fázisában járt, a talaj felső rétegében volt még elegendő nedvesség köszönhetően az elmúlt havi csapadékoknak. Ebben az időszakban megnövekedett a zivatarok száma, ezáltal a talajban lévő nedvesség is, ami kedvezően hatott a kukorica fejlődésére és a termékenyülésre.

A talaj nedvességtartalmának növekedése augusztus első dekádján folytatódott a folyamatos és heves csapadékhullással járó zivatarok és felhőszakadások következtében. A nagy mennyiségű csapadék, amely nagyjából 25 % - kal volt több a korábbi évekhez képest, ez igen jól tett a szemfejlődés állapotában járó kukorica állományának. A hónap hátralévő részében száraz és meleg, néha aszály közeli idő volt tapasztalható minimális csapadék kíséretében.

Szeptember eleje csapadékosabban telt, utána viszont csapadéktól mentes időszak következett, mi sem bizonyítja jobban, hogy a sok éves átlagnál 30 % - kal kevesebb eső hullott. Hőmérséklet szempontjából nyárias meleg volt, amely nagyon jó feltételeket teremtett

a már a növény száradás fázisában járó kukorica számára az optimális szemnedvesség eléréséhez.

3.6 Vizsgált paraméterek

Havi egy alkalommal az alábbi paraméterek mérése és monitorozása történt meg:

- Gyomboritottság (borítottsági % és fajok meghatározása)
- Növény magasság
- Szárátmérő
- Zöld levélszám
- Virágzási idő
- SPAD
- NDVI

A kísérlet végén az alábbi paraméterek mérése történt:

- Termésmennyiség
- Termésparaméterek (beltartalmi érték stb.)

A kutatás során a növények egyes fejlődési fázisaiban (4 alkalom) azok részeit mértem különböző módszerekkel, melyeket táblázatos formába rögzítettem. A méréseket a középső 8 sorban végeztem véletlenszerű módszerrel (20-30 méterenként vizsgáltam 1 növényt). A manuális méréseken kívül végeztem Minolta SPAD 502 és NDVI készülékekkel is méréseket. Az első mérési időpontban NDVI készüléket nem használtam. A SPAD készülékkel egy választott növény több levelén, összesen 6-8 mérést folytattam, majd a műszer által kiszámolt átlagot feljegyeztem a táblázatba. A szárátmérő vastagságának mérését tolómérővel, a növény magasságának pedig mérőszalag segítségével végeztem.

A kukorica betakarítást megelőzően végeztem a mintavételezést. A mintavételezés időpontjának kiválasztásában jelentős szerepe volt annak, hogy a kinyert eredmények a betakarításra kerülő kukoricára vonatkoztatva nyújthatnak a mezőgazdasági növénytermesztési gyakorlat számára is használható eredményeket. A minták megszedése során különösen figyeltem, a mintavételezés alapvető szabályainak betartására a hiteles és korrekt eredmények kinyerése érdekében. A növény mintavétel során törekedtem a reprezentativitásra. A növényállomány általános kondíciójától jelentős mértékben eltérő egyedeket kihagytam a mintavételezésből. Minden egyes fajtaból tíz-tíz kukoricacsövet szedtem mintaként a kísérleti parcellák eltérő

részeiről, de a parcellákat jól reprezentáló eloszlásban. A kukoricaszemek lemorzsolását követően összekevertem a megszedett mennyiséget, majd átlag mintát készítettem belőlük. Az átlag mintákból labor mintát küldtem kielemezésre, egy az általam választott terménykereskedelmi cég magtár és szárítótelepén levő laboratóriumába, ahol a szükséges vizsgálatokat egy Foss Infratec 1241 típusú mérőműszerrel végezték el.

A kukorica elvárt nedvességtartalmának értéke legfeljebb 14,5 % lehet, a magas nedvességtartalom esetén nem tárolható biztonságosan a termény, amely könnyen romlásnak indul ennek következményeként. Az elvárt értéknél magasabb nedvességtartalom esetén kevesebb a nettó súly is, így a termény értéke is alacsonyabb lesz. A termények szárítása költséges, így szükséges arra törekedni, hogy betakarításkor az elvárt értékhez minél közelebb legyen a termény nedvességtartalma.

A kukorica fehérjetartalma rendkívül szegény lizinben, és kevés kéntartalmú aminosavat is tartalmaz, elvárt értéke legalább 7,6 %.

A kukorica tápanyagellátása nagy hatással van a keményítőtartalom alakulására, melynek értéke átlagosan 65 %.

A kísérlet során kapott adatok elemzése IBM SPSS szoftverrel történt, egyaránt alkalmaztam leíró statisztikákat, ANOVA-t, korrelációt, valamint regresszió-analízist is.

Az egyes mérések során készített fotók a dolgozat 1. mellékletében tekinthetők meg az alábbi felosztásban:

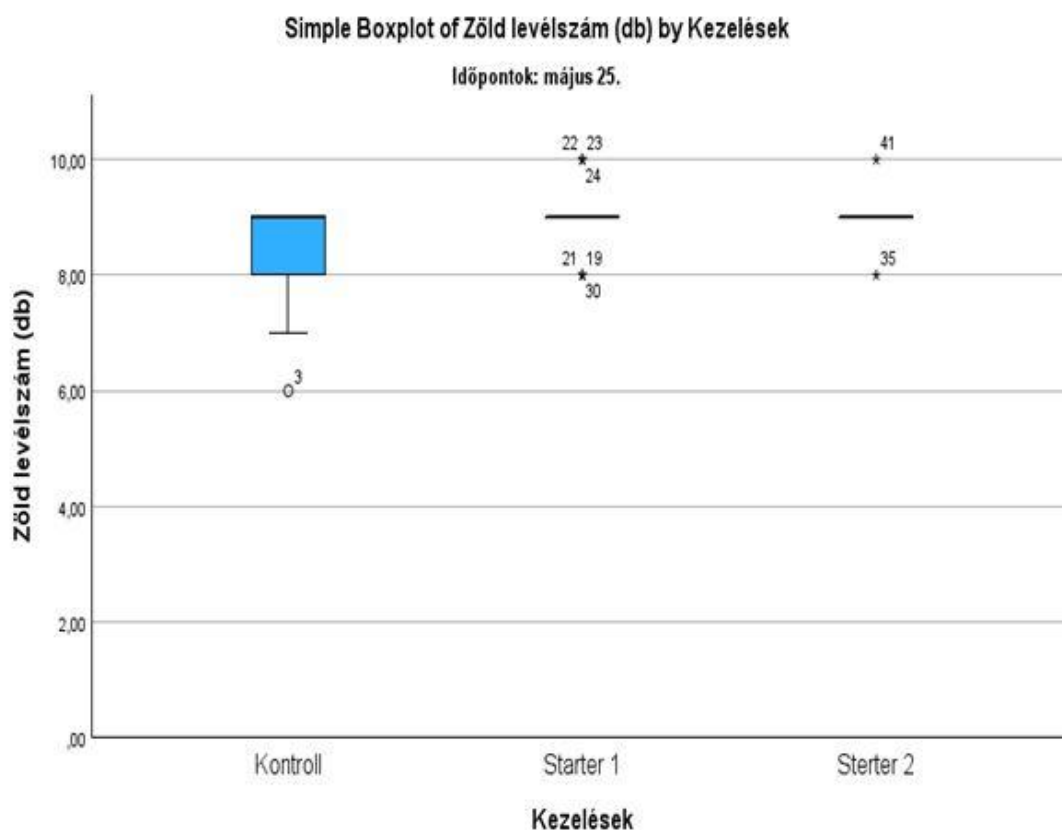
- vetés (2023. április 21.) alatt készült fotók,
- 1. mérés (2023. május 25.) során készített fotók,
- a kukorica kétleveles állapotáról (2023. május 6.) készített fotók,
- drónfelvételek (2023, június 13.),
- 2. mérés (2023. július 4.) során készített fotók,
- 3. mérés (2023. július 28.) során készített fotók,
- 4. mérés (2023. augusztus 30.) során készített fotók,
- aratásról készült fotók, drónfelvételek (2023. október 11.).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEŚÜK

A kísérlet során realizálódott eredmények táblázatos formában a 2. számú mellékletben található meg.

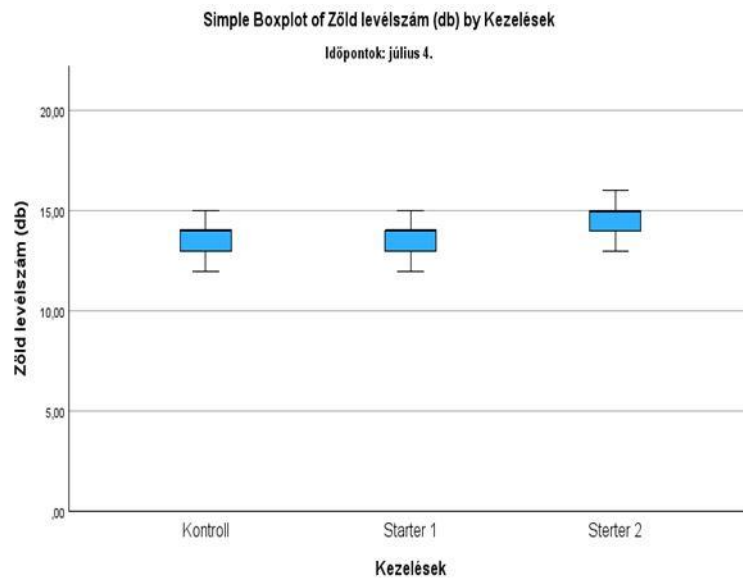
4.1 *A starter műtrágyák hatása a zöld levélszám alakulására*

Az első paraméter, amelyet a kísérletem során mértem a zöld levelek száma. A levélszám alakulása során megállapítható, hogy a négy különböző mérési időpontban nem mutatott számottevő eltérést a kontroll parcella, S1, valamint az S2 starter műtrágyázott parcellák között.



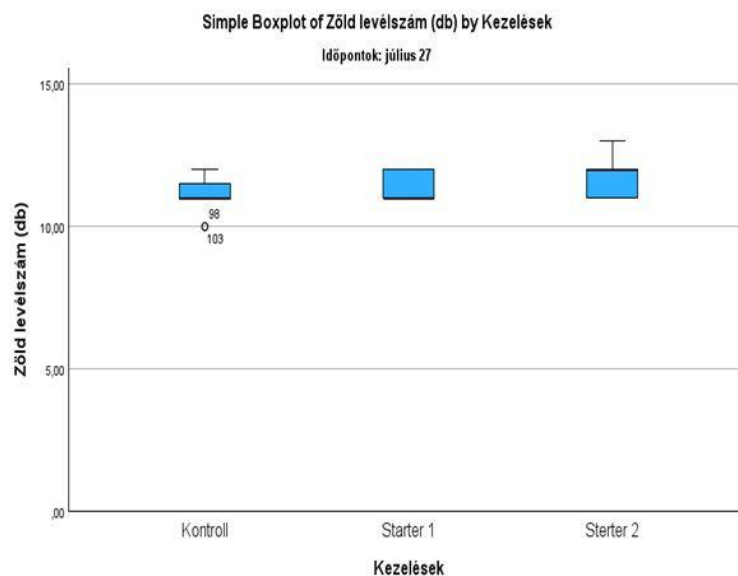
6. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (május 25.)

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 4.83$, $p = 0.013$]. Az átlagos zöld levélszám $8,777 \pm 0,735$ darab volt. A legkevesebb zöld levélszámot a Kontroll $8,333 \pm 0,899$ darab mértem, mely alacsonyabb volt a Starter1-nél $9 \pm 0,654$ darab, és a Starter2-nél $9 \pm 0,377$ darab. A Starter1 esetén az átlaghoz képest 3-3 kiugró érték van lefelé és felfelé is, míg a Starter2-nél csak 1-1 ezek száma.



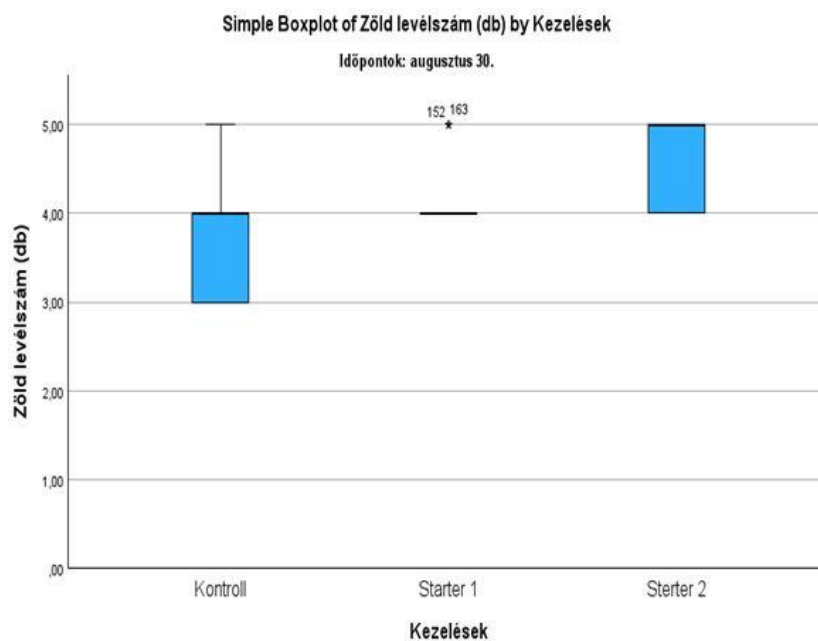
7. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Július 4.)

A statisztikai elemzés igazolja, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 5.62$, $p = 0.007$]. Július 4-én mért átlagos zöld levélszám $13,889 \pm 1,005$. A legtöbb zöld levélszámot a Starter2-nél $14,533 \pm 0,743$ esetében mérték, ezt követte a Starter1 $13,6 \pm 0,910$; illetve a Kontroll $13,533 \pm 1,060$.



8. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Július 27.)

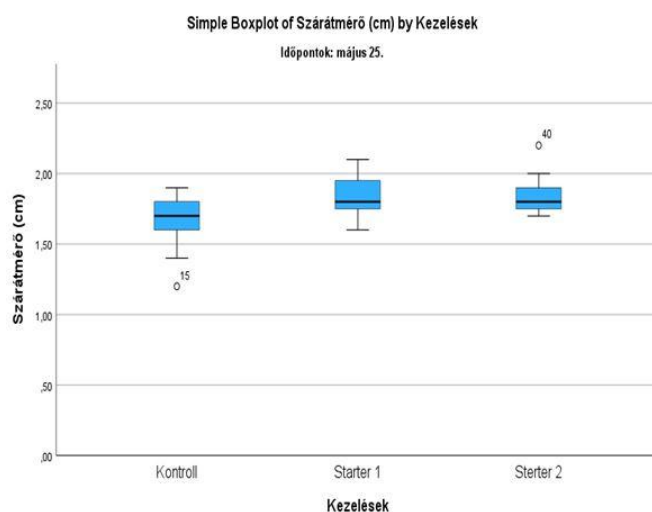
A statisztikai elemzés alapján megállapítottam, hogy a kezelések között szignifikáns különbség van [$F(2,42) = 3.09$, $p = 0.056$]. A 4 vizsgálat során ebben az időpontban volt a legkisebb különbség a zöld levelek számát illetően, ahol is az átlag és szórás $11,422 \pm 0,621$ mértem.



9. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Augusztus 30.)

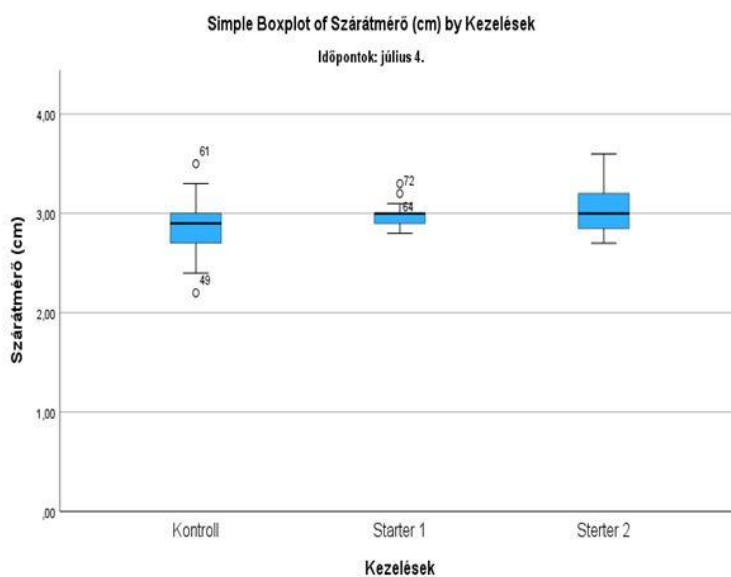
A statisztikai elemzés kimutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 9.19$, $p = 0.000$]. Az átlagok és szórások alapján a legtöbb zöld levélszámot augusztus 30-án a Starter2 $4,533 \pm 0,516$ esetében számoltam. A Starter1-nél $4,2 \pm 0,414$ és a Kontroll parcellánál $3,733 \pm 0,594$ értékeket mértem.

4.2 *A starter műtrágyák hatása a szárátmérő alakulására*



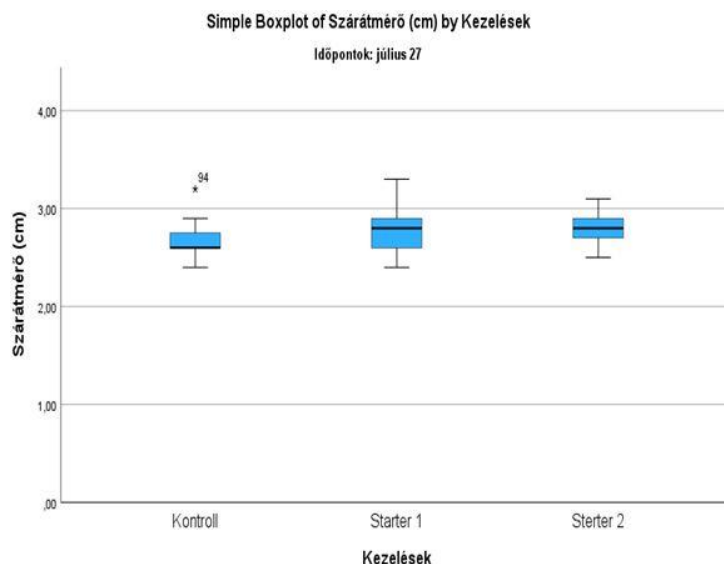
10. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Május 25.)

A statisztikai elemzés egyértelműen szemlélteti, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 7.91$, $p = 0.001$]. A Starter1 $1,847 \pm 0,141$, és a Starter2 $1,847 \pm 0,136$ műtrágyával kezelt területek esetén nincs számottevő különbség az átlagot és szórást tekintve a szárátmérőre vonatkoztatva. A Kontroll parcella esetén ez a szám $1,653 \pm 0,181$ alakul. A leggyakoribb értékek is a műtrágyát kijuttatott területen érvényesültek.

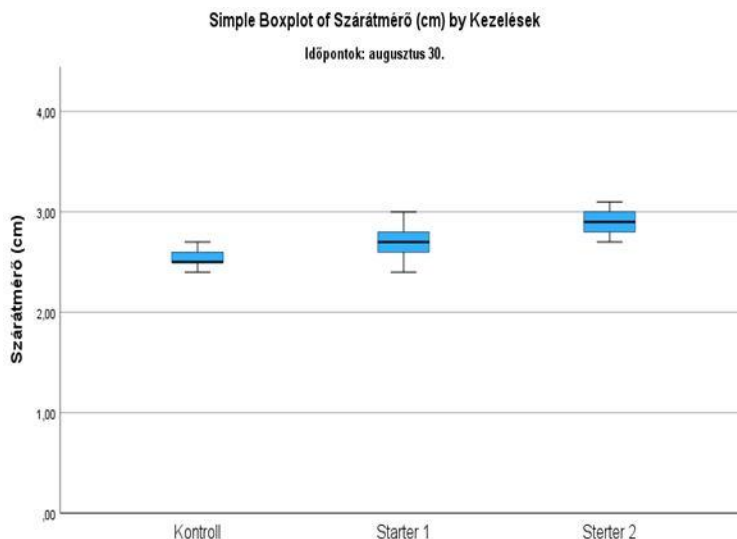


11. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Július 4.)

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 2.26$, $p = 0.117$]. Az átlagos szárátmérő és szórása $2,982 \pm 0,268$ darab volt. A legtöbb kiugró érték a Kontroll parcellákon tapasztalhatóak $2,873 \pm 0,328$, a Starter1 kezelésnél kevesebb kiugró érték látható $3 \pm 0,125$ darab, a Starter kezelésnél $3,073 \pm 0,284$ pedig elenyésző ezek száma. Tisztán láthatóvá vált az eredmények alapján, hogy a két különböző starter műtrágya eltérő hatékonysággal bírt a kukorica szárátmérőjére.

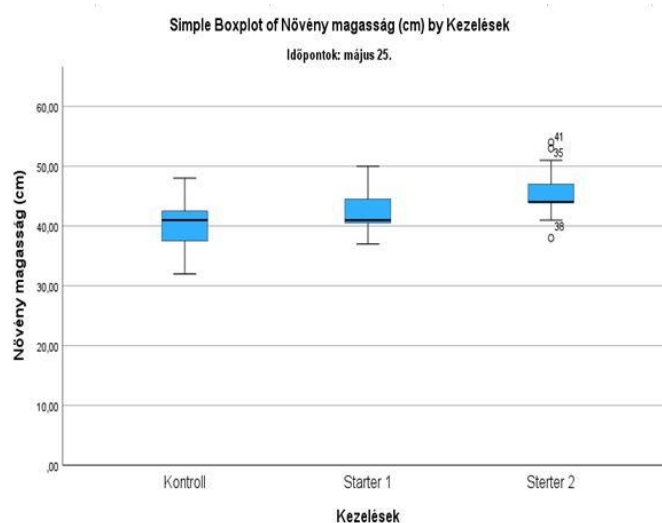


12. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Július 27.) A statisztikai elemzés igazolja, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (2,42) = 1.04, p = 0.362]. A legnagyobb szárátmérőt a Starter2 kezelés $2,793 \pm 0,171$ hozta, nála valamivel kisebb vastagságot mutatott a Starter1 $2,76 \pm 0,244$, a legvékonyabb értéket a Kontroll $2,687 \pm 0,199$ terület eredményezte. A különböző kezelésekkel kezelt területek jól kivehető, hogy mindnél van 1-1 kiugró érték. Ezenkívül a nyári időszakban a starter műtrágyák bizonyított hatással nem rendelkeznek a kukorica szárátmérőjének alakulására, növekedésére.

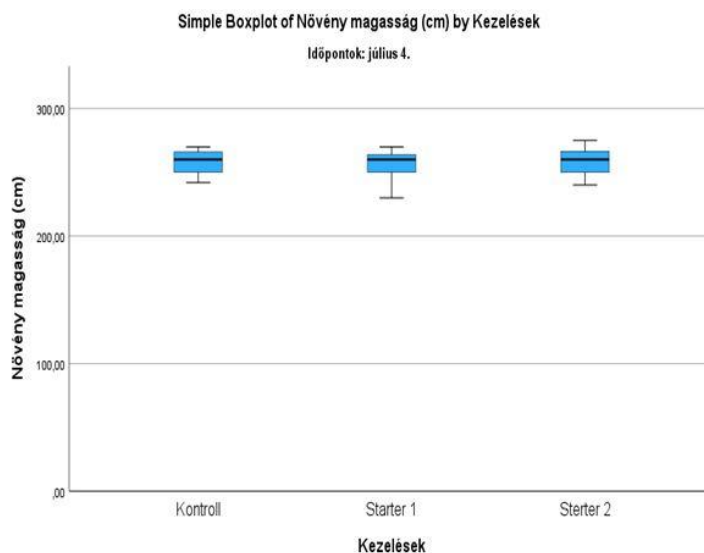


13. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Augusztus 30.) A statisztikai elemzés egyértelműen jelzi, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 29.67, p = 0.000]. Az átlagos szárátmérő és szórása $2,72 \pm 0,202$ darab volt. A legkisebb értéket a Starter1 $2,07 \pm 0,167$ produkálta, ezt követte a Kontroll $2,54 \pm 0,099$, a legmagasabb értéket pedig a szárátmérő vastagságán mérve a Starter2 terület növényei $2,913 \pm 0,125$ hozták.

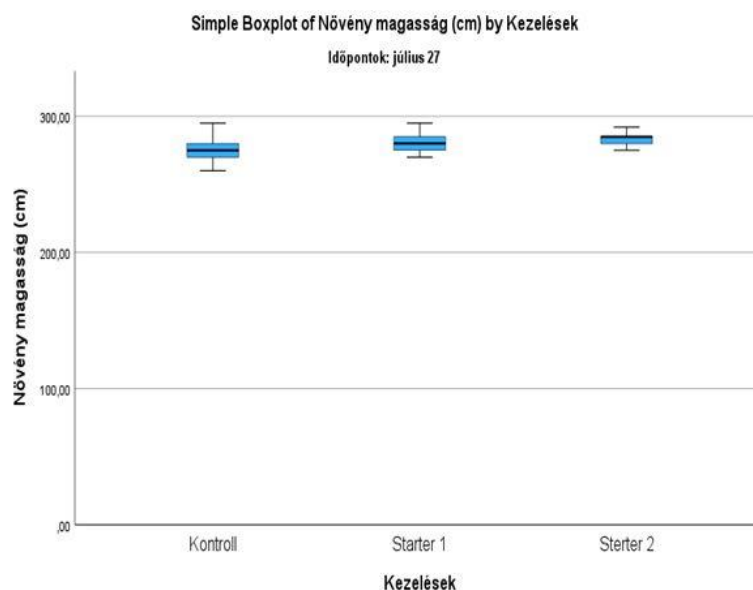
4.3 *A starter műtrágyák hatása a növénymagasság (cm) alakulására*



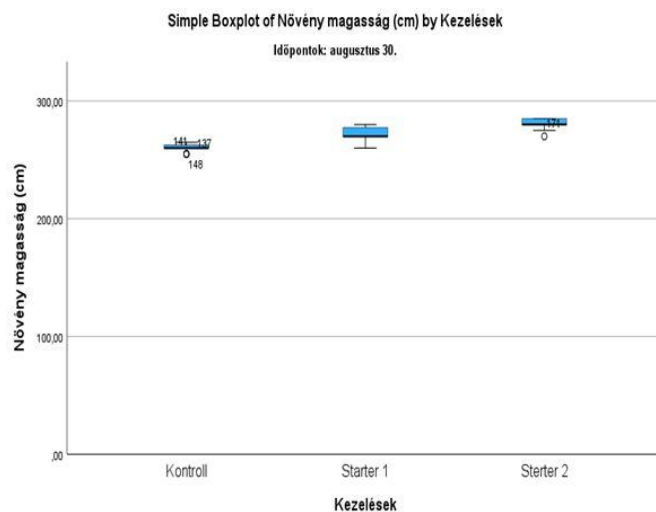
14. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Május 25.) A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 6.01$, $p = 0.005$]. A legkisebb átlag és szórás a kezelések között a növénymagasságot illetően a Kontroll kezelésnél $40,267 \pm 4,495$ mértem, nála magasabb értéket mutatott a Starter1 kezelés $42,333 \pm 3,677$ darab, és a legnagyobb növénymagasságot a Starter2 kezelés $45,533 \pm 4,357$ mutatja. A korai stádiumú növényállományban egyértelműen látszik, főként az S2 műtrágya hatása szembetűnőbb a vizsgált területen.



15. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Július 4.) A statisztikai elemzés kimutatta, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [$F(2,42) = 0.25$, $p = 0.779$]. Az átlagos növénymagasság és szórása $257,356 \pm 10,741$ darab volt. A Kontroll $258,333 \pm 9,248$, és a Starter2 kezelések $258 \pm 11,947$ értékei közel azonosak, tőlük a Starter1 műtrágyával kezelt terület értékei $255,733 \pm 11,405$ nem sokkal maradnak el. A medián értékek közel azonosak a különböző módon kezelt területeken.

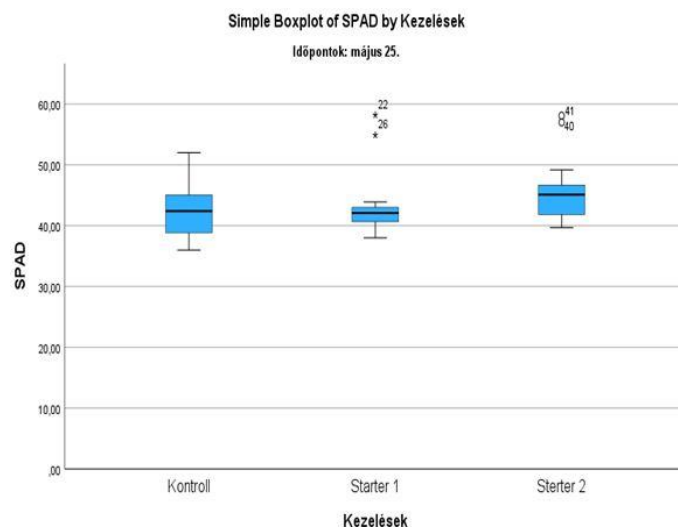


16. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Július 27.) A statisztikai elemzés alapján megállapítottam, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 6.11, p = 0.005]. Az átlagos növénymagasság $279,6 \pm 7,365$ csaknem teljesen megegyezik a Starter1 $279,667 \pm 6,673$ értékével. Kontrollnál $275,333 \pm 8,121$ értéket, az Starter2-nél $283,8 \pm 4,648$ mértem. Az ábra jól szemlélteti, hogy a Kontroll parcelláknál nagyobb a szórás, mint a műtrágyával kezelt parcellák esetén, sőt az S2 területeken nincs jelentős különbség.

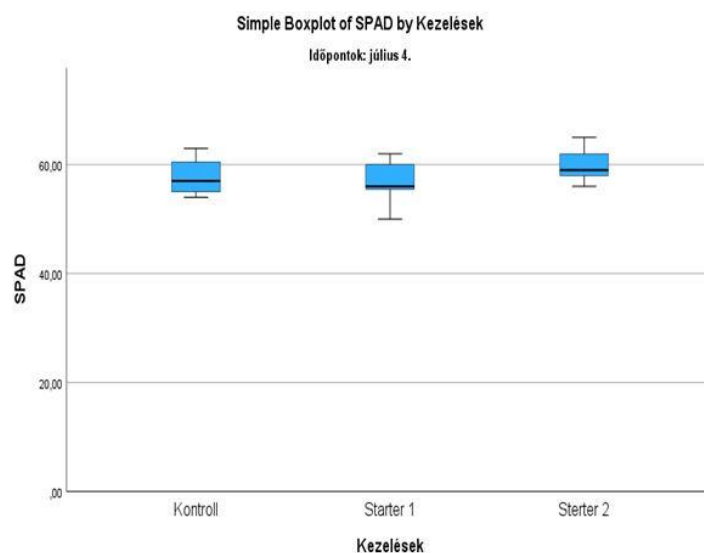


17. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Augusztus 30.) A statisztikai elemzés során kiderült, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 68.24, p = 0.000]. A legkisebb növénymagasságot átlag és szórás alapján a Kontroll $260,333 \pm 3,519$ produkálta, mely alacsonyabb volt a Starter1-nél $272,667 \pm 5,936$, és a Starter2-nél $280,333 \pm 4,419$. A tavaszi, valamint a nyár végi időpontokban mért eredmények tisztán megmutatták, hogy a starter műtrágyák használata jelentősen befolyásolja a kukorica növények magasságát. A nyár végi időpontban nagyobb arányú eltérések tapasztalhatók, mint a nyári mérési időpontokban.

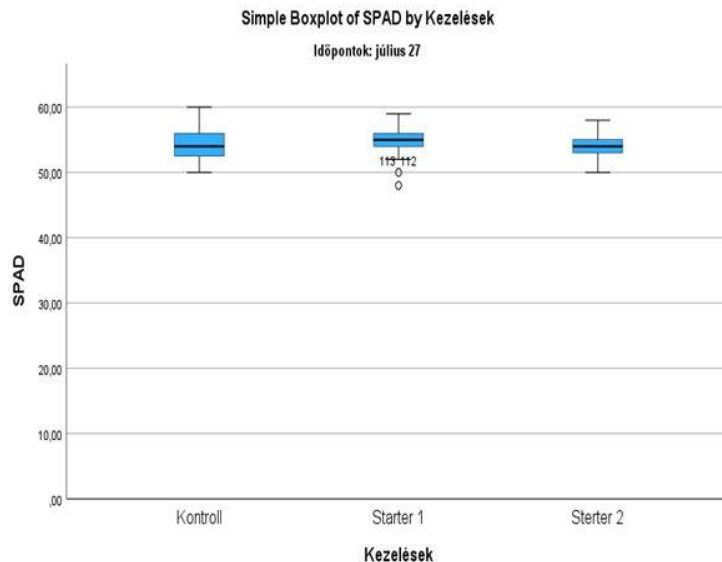
4.4 A starter műtrágyák hatása a növény klorofill tartalmának (SPAD) alakulására



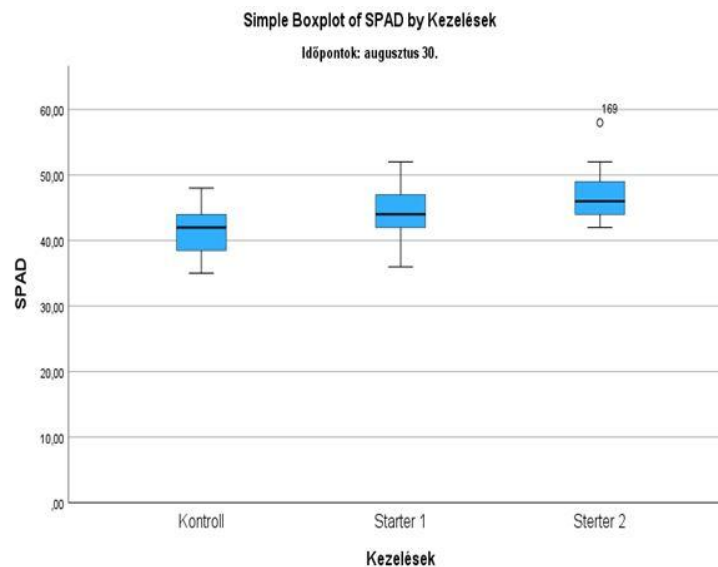
18. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Május 25.)
A statisztikai elemzés kimutatta, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (2,42) = 2.00, p = 0.148]. A legnagyobb átlagot és szórást a SPAD mérésekor a Starter2-nél $45,847 \pm 5,403$ mértem, ezt követte a Starter1 $43,46 \pm 5,574$, míg a legkisebb értéket Kontroll $42,187 \pm 4,164$ esetén mértem. A műtrágyákkal kezelt területen észrevehető, hogy több extrém kiugró magas értéket is produkáltak.



19. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Július 4.)
A statisztikai elemzés alapján kiderült, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 3.37, p = 0.044]. Az átlagok és szórások alapján legkisebb értéket a Kontroll $57,667 \pm 3,155$ esetében mértem, mely alacsonyabb volt a Starter1-nél $56,933 \pm 3,262$, illetve az Starter2-nél $59,8 \pm 3,005$. A legnagyobb differenciát a minimum és maximum értékek közül az S1-nél, a legkisebbet a Kontrollnál tapasztaltam.

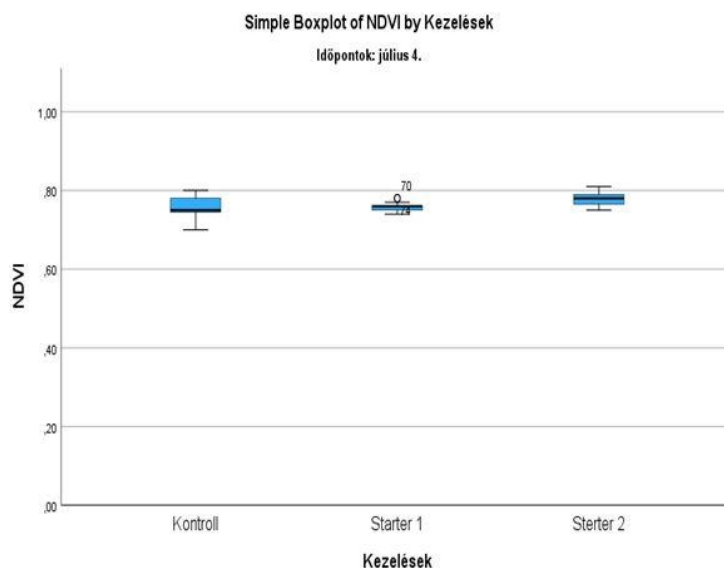


20. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Július 27.)
 A statisztikai elemzés után arra a megállapításra jutottam, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (2,42) = 0.32, p = 0.729]. Az átlagos SPAD érték $54,244 \pm 2,479$. A kisebb átlagot és szórást Starter2-nél $53,867 \pm 1,959$ mértem. Ennél magasabb, és közel azonos értéket Kontroll $54,267 \pm 2,658$, és a Starter1 $54,6 \pm 2,848$ esetében mértem. A kukoricalevelek klorofill tartalmára a starter műtrágya ezen időpontban nem gyakorolt jelentős hatást.



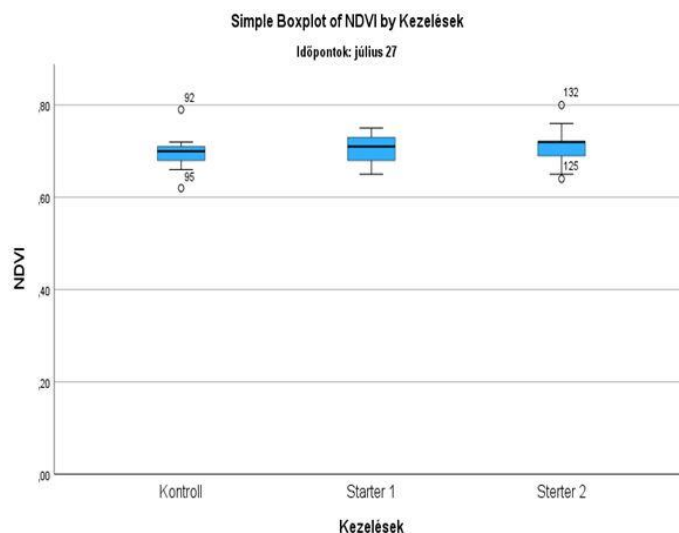
21. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Augusztus 30.)
 A statisztikai elemzés igazolja, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 7.07, p = 0.002]. A legnagyobb átlagot és szórást a SPAD mérésekor a Starter2 $47,067 \pm 4,479$ esetén mértem, ezt követte a Starter1 $44,267 \pm 4,683$, a sort Kontroll $41,067 \pm 3,919$ terület értéke zárja. A statisztikai elemzés során kapott eredmények is teljes mértékben alátámasztják, hogy a negyedik időpontban realizálódott eltérések alapvetően a starter műtrágyák használatának tudható be, vagyis starter műtrágyák hatása bizonyított. S2 műtrágya intenzívebb hatással van a klorofill-tartalomra, mint az S1 starter műtrágya.

4.5 *A starter műtrágyák hatása a növény normalizált vegetációs index tartalmának (NDVI) alakulására*



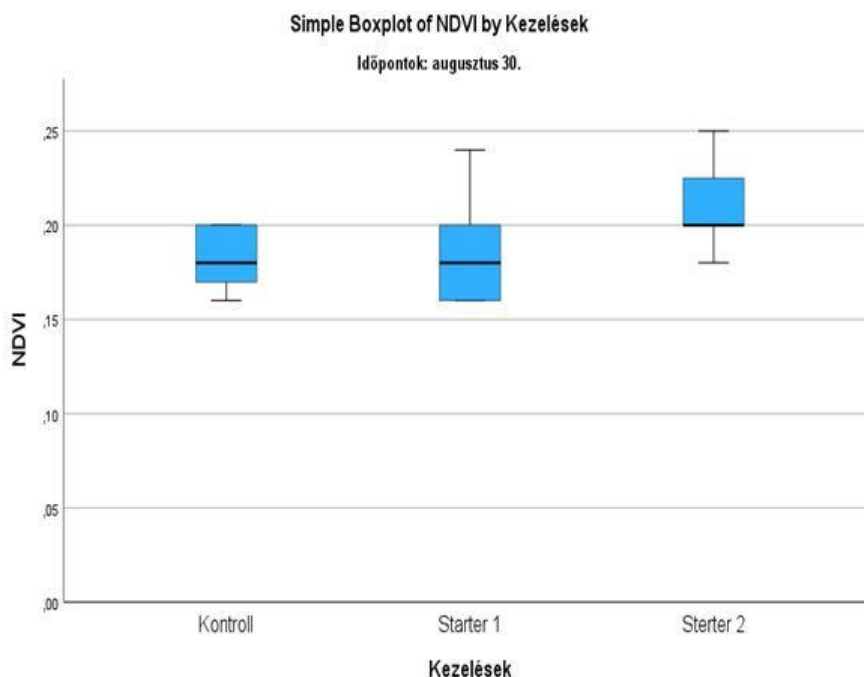
22. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Július 4.)

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F (2,42) = 6.05, $p = 0.005$]. Az átlagos NDVI érték és szórása $0,764 \pm 0,023$ volt. A Starter2 esetén mértem a legnagyobb NDVI értéket $0,779 \pm 0,018$. A Kontroll $0,757 \pm 0,027$ és a Starter1 $0,757 \pm 0,012$ kezeléseknél csaknem azonos értékeket kaptam.



23. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Július 27.)

A statisztikai elemzés alapján megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (2,42) = 0.47, $p = 0.630$]. A legnagyobb normalizált vegetációs index értéket a Starter2-nél $0,709 \pm 0,041$ kaptam, ez után a Starter1 $0,704 \pm 0,036$, majd Kontroll $0,696 \pm 0,036$ értékei érvényesültek. S1 műtrágyával kezelt területen nem realizálódott eltérés a kontrollhoz képest, míg az S2 starter műtrágya alkalmazásával vegetációs aktivitás-növekedés mutatható ki.



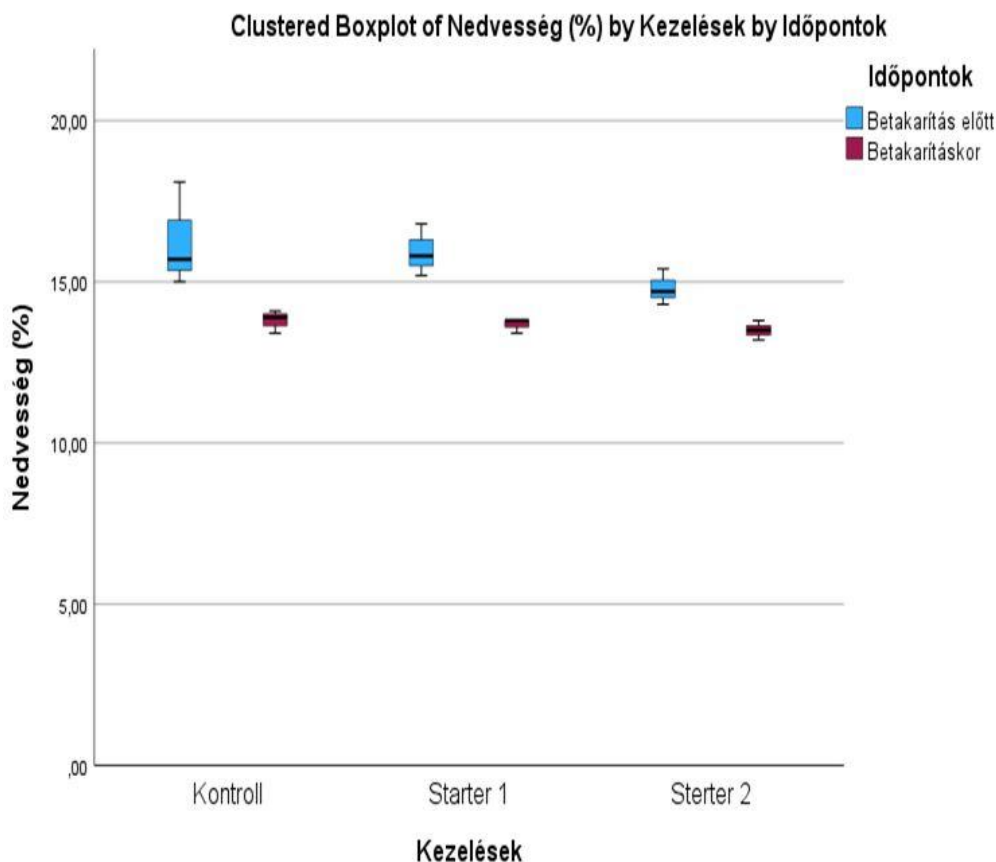
24. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Augusztus 30.)

A statisztikai elemzés során egyértelműen megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(2,42) = 6.96$, $p = 0.002$]. Az átlagos NDVI és szórás $0,193 \pm 0,024$ volt. A legkisebb szórást a Kontroll $0,183 \pm 0,016$ esetén fordult elő, ezt követte a Starter2 $0,201 \pm 0,022$, majd a Starter1 $0,187 \pm 0,025$ értékei. Az adatok alapján a normalizált vegetációs index ennél a nyár végi időpontnál mutatta a legalacsonyabb értéket, feltételezhetően a levelek sárgulása miatt. A vegetációs aktivitási index jelentős mértékű visszaesése tapasztalható, amelyben a visszaesés ellenére ugyancsak láthatóvá vált a starter műtrágyák hatása, vagyis az S1 műtrágya használata

A normalizált vegetációs index (NDVI) a kukorica vegetációs aktivitását a májusi mérési időpontban nem releváns, ezért nem is mértem az NDVI-t az első mérési időpontban.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a normalizált vegetációs index természetes módon a hónapok múlásával egyre magasabb értéket vesz fel, amely alapvetően a kukoricanövény vegetációs fejlődésének előrehaladásának köszönhető. Viszont az is tisztán láthatóvá vált, hogy ahogy melegszik az idő, a normalizált vegetációs index értéke is egyre nagyobb intervallumban szóródik, vagyis az egyes kukorica egyedek különböző mértékben reagálnak a hőségre.

4.6 A starter műtrágyák hatása a növény beltartalmi értékeinek alakulására



25. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása nedvességtartalom (%) alakulására

A kukorica beltartalmi értékeinek mérése során elsőként a nedvességtartalmat elemeztem.

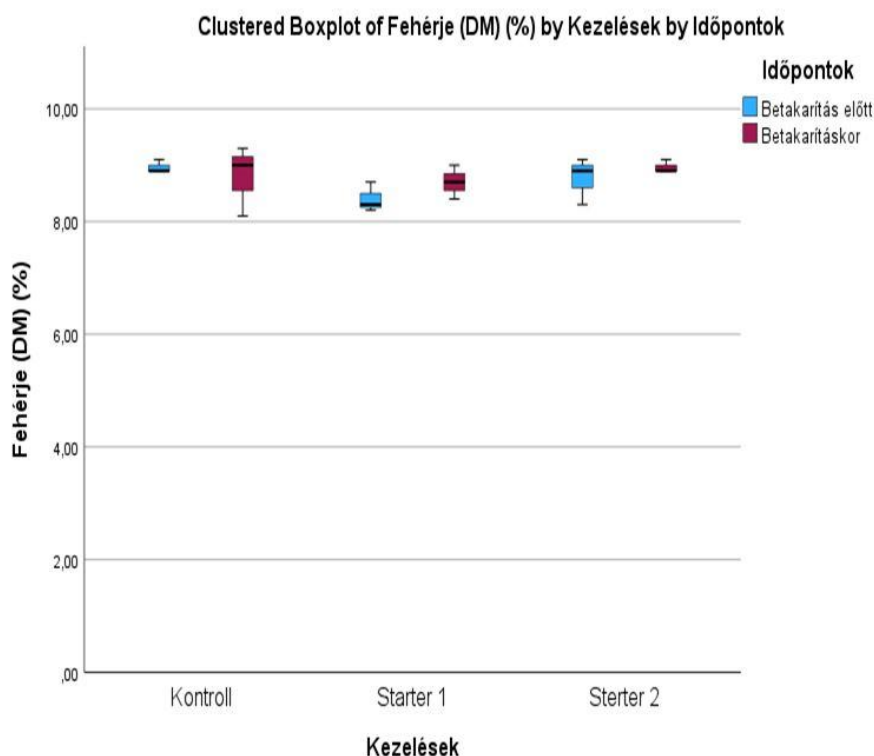
A statisztikai elemzés kimutatta, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [$F(2,6) = 1.47$, $p = 0.301$]. Az átlagos nedvességtartalom és szórása $15,667 \pm 1,159$ volt. A legnagyobb nedvességtartalma a Kontroll parcellákról vett mintának $16,267 \pm 1,626$ volt, valamivel alacsonyabb a Starter1 $15,933 \pm 0,808$ értéke, a Starter2 kezelésnél $14,8 \pm 0,557$ mértem.

A statisztikai elemzés alapján megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [$F(2,6) = 0.74$, $p = 0.515$]. Az átlagos nedvességtartalom és szórása $13,656 \pm 0,292$ volt. A betakarításkor mért nedvességtartalomban is tisztán kirajzolódik, hogy a Kontroll parcellákon $13,8 \pm 0,361$ mért nedvességtartalom magasabb értéket képvisel, mint a Starter1 $13,667 \pm 0,231$, és a Starter 2 $13,5 \pm 0,3$ műtrágyával kezelt parcellákon.

A kukoricát akkor takarítjuk be, amikor elérte a számunkra optimális nedvességtartalmat, esetünkben a 14% körüli értéket. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a starter műtrágyák hatásmechanizmusa révén alapvetően csökken a kukorica nedvességtartalma a betakarítást megelőzően.

A 25. ábrán jól kirajzolódik, hogy a starter műtrágyák csökkentik a kukorica nedvességtartalmát, valamint az is, hogy az Starter2 starter műtrágya nagyobb hatást gyakorol a kukorica nedvességtartalmára.

A statisztikai analízis eredményei is azt bizonyítják, hogy a starter műtrágyákkal kezelt parcellákon a nedvességtartalom alacsonyabb, mint a kontroll parcellákon, tehát bizonyított a starter műtrágyák nedvességtartalomra gyakorolt hatása.



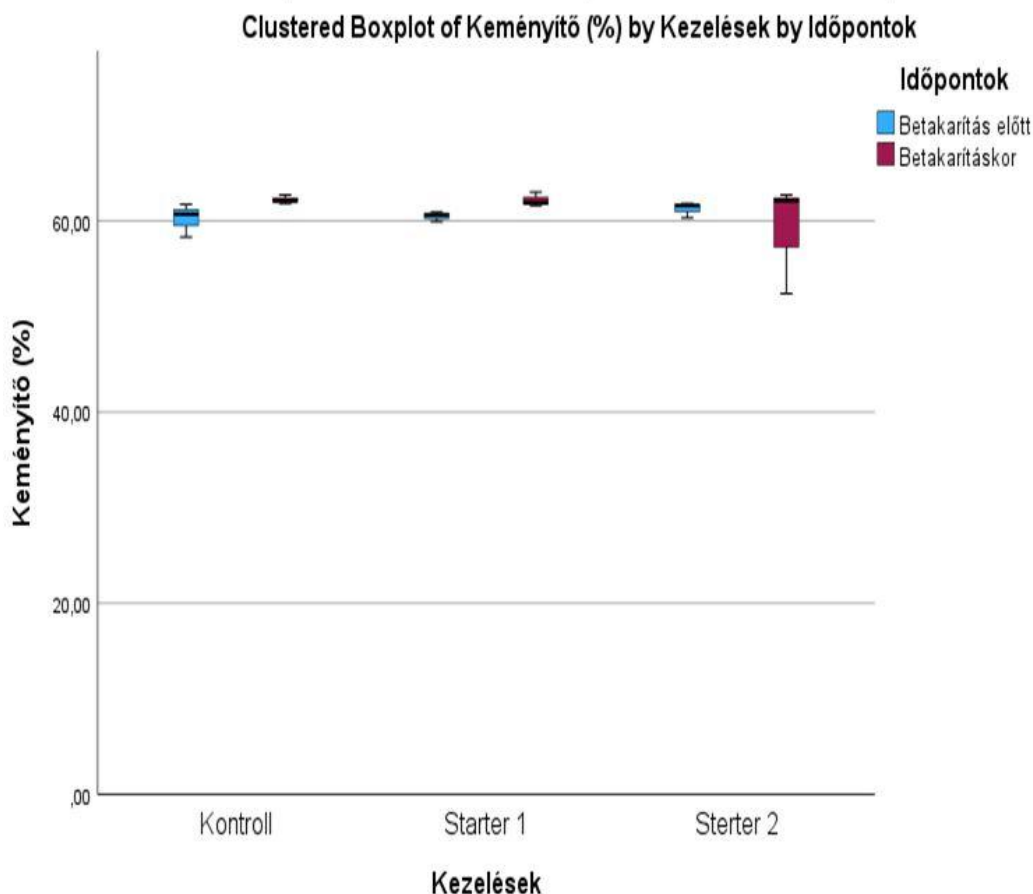
26. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása fehérje-tartalom (%) alakulására
A következő beltartalmi paraméter a kukorica fehérje-tartalma volt.

A statisztikai elemzés során kiderült, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [F (2,6) = 2.89, p = 0.132]. Az átlagos fehérjetartalom és szórása $8,711 \pm 0,355$ volt. A fehérjetartalmi vizsgálat alapján kijelenthető, hogy a legmagasabb értéket Kontroll $8,967 \pm 0,116$ parcella hozta, a második legmagasabb érték a Starter2 $8,767 \pm 0,417$ és a legalacsonyabb érték a Starter1-nél $8,4 \pm 0,265$ állapítható meg. Az ábra kitűnően szemlélteti, hogy Kontroll kezelés esetén igen csekély mértékű a szóródás, a Starter2 műtrágyával kezelt parcellákon a szóródási intervallum szélesebb.

A statisztikai elemzést követően arra jutottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [F (2,6) = 0.33, p = 0.730]. Az átlagos fehérjetartalom és szórása $8,822 \pm 0,370$ volt. Jól látható, hogy betakarításkor a Starter2 $8,967 \pm 0,116$ esetén elhanyagolható a szórás értéke, míg az a Kontrollnál $8,8 \pm 0,625$ nagymértékű. A Starter1 kezelésnél $8,7 \pm 0,3$ fehérjetartalmat mértem.

Jól kirajzolódik, hogy a különböző műtrágya eltérő mértékű változást eredményez a kukorica fehérje-tartalmában.

A statisztikai elemzés során kapott eredmények is bizonyítják, hogy a starter műtrágyák csökkentik a kukorica fehérje-tartalmát, tehát a mérések során mért értékek nem a véletlennek tudhatók be. Valamint azt is, hogy a Yara Mila NP Starter műtrágya intenzívebb hatást gyakorol a fehérje-tartalomra, mint a Super Start NP 10:35.

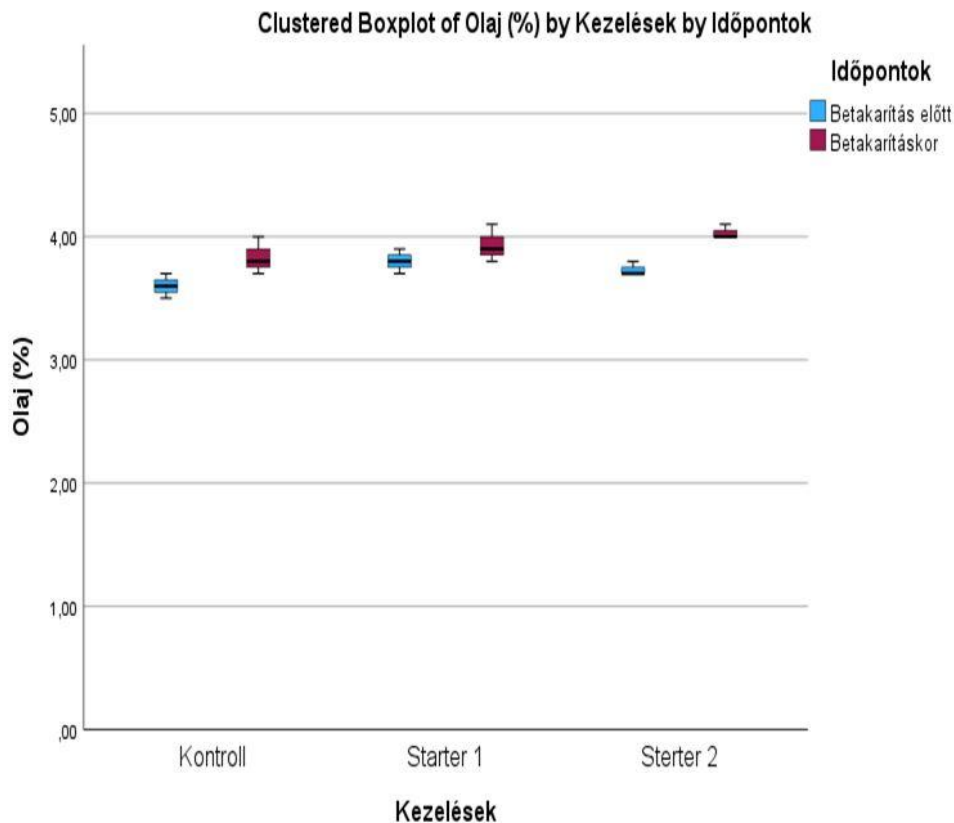


27. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása keményítő (%) alakulására

A soron következő beltartalmi paraméter a keményítő-tartalom volt.

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [$F(2,6) = 0.62$, $p = 0.570$]. Az átlagos keményítőtartalom és szórása $60,644 \pm 1,096$ volt. A betakarítást megelőzően a Kontroll parcellákon $60,233 \pm 1,747$ mért értékek szóródási intervalluma szélesebb, mint a műtrágyával kezelt parcellákon (Starter1 $60,467 \pm 0,513$ és Starter2 $61,233 \pm 0,815$) mért értékek. Tisztán kirajzolódik az eredmények alapján, hogy a kukorica keményítő-tartalma Starter1 starter műtrágya hatására kisebb, míg a Starter2 starter műtrágya hatására nagyobb mértékben emelkedett.

A statisztikai elemzést követően arra a következtetésre jutottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [$F(2,6) = 0.85$, $p = 0.472$]. A betakarításkor mért keményítőtartalom megközelítőleg azonos értéket mutatnak a Kontroll parcellákon $62,2 \pm 0,458$ mért adatokhoz képest a Starter1 $62,167 \pm 0,737$ starter műtrágyával kezelt területek esetén, viszont a Starter2 $59,067 \pm 5,781$ műtrágyával kezelt parcellákon jelentős mértékű visszaesés volt mérhető a keményítő-tartalom tekintetében betakarításkor. A variancia-analízis eredménye bizonyította, hogy a starter műtrágyák kis mértékben, de befolyásolja a kukorica keményítő-tartalmát.



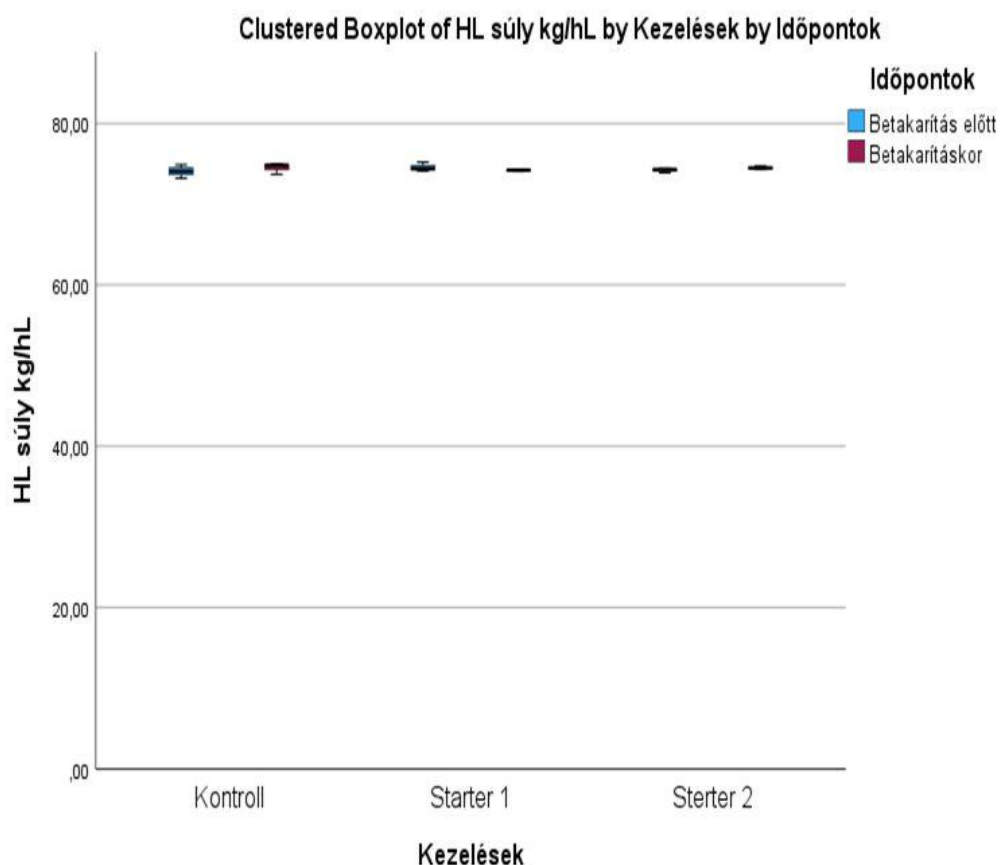
28. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása olaj-tartalom (%) alakulására

A keményítő-tartalom elemzését követően a kukorica olaj-tartalmát vizsgáltam.

A statisztikai elemzés során arra jutottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [F (2,6) = 4, p = 0.079]. Az átlagos olaj-tartalom és szórása $3,711 \pm 0,117$ volt. Az olaj-tartalom alakulását illetően megállapítható, hogy a starter műtrágyák hatása alapvetően az olaj-tartalom emelkedésében érhető tetten a Kontroll kezeléshez $3,6 \pm 0,1$ képest. A betakarítást megelőző eredmények alapján a Starter1 $3,8 \pm 0,1$ starter műtrágya intenzívebb hatást gyakorol a kukorica olaj-tartalmára, mint a Starter2 $3,733 \pm 0,057$ starter műtrágya.

A statisztikai elemzést követően megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [F (2,6) = 1.8, p = 0.244]. Az átlagos olajtartalom és szórása $3,933 \pm 0,141$ volt. A betakarításkor realizálódott eredmények során a kukorica olaj-tartalma növekedést mutatott a betakarítást megelőző értékekhez viszonyítva, viszont közel azonos eredményeket kaptam a betakarításkor mind a Kontroll $3,833 \pm 0,153$, mind a Starter1 $3,933 \pm 0,153$, mind a Starter2 $4,033 \pm 0,057$ parcellák esetében.

A variancia-analízis is alátámasztotta, hogy a Yara Mila NP Starter műtrágya nagyobb mértékű pozitív irányú befolyással van a kukorica olaj-tartalmára, mint a Super Start NP 10:35 műtrágya.



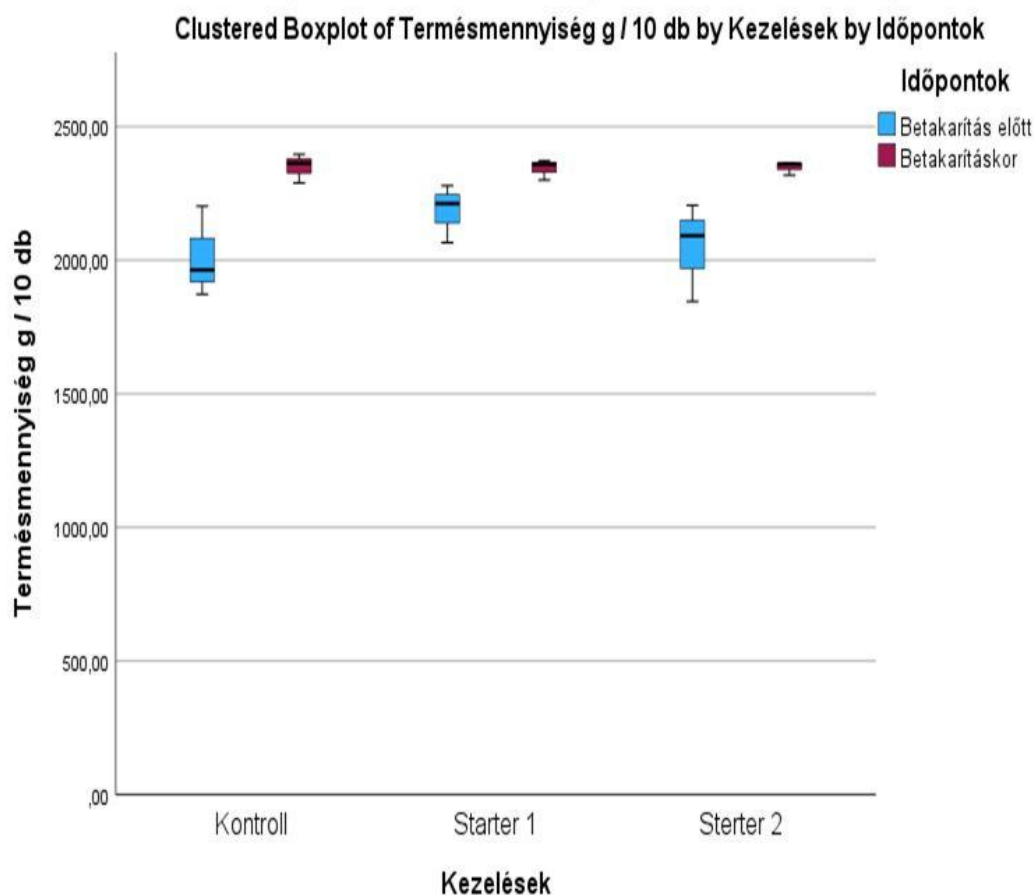
29. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a hektoliter tömeg (kg/hL) alakulására

A kutatásom során vizsgált következő beltartalmi paraméter a hektoliter tömege volt.

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [$F(2,6) = 0.54$, $p = 0.61$]. Az átlagos hektoliter tömeg és szórása $74,277 \pm 0,574$ volt. A kukorica hektoliter tömegének mérési eredményeiből megállapítható, hogy a legmagasabb értéket a Starter1 $74,567 \pm 0,569$ képviseli, ezt követi a Starter2 $74,2 \pm 0,265$, és végül a Kontroll $74,067 \pm 0,85$ parcella.

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [$F(2,6) = 0.5$, $p = 0.63$]. Az átlagos hektoliter tömeg és szórása $74,4 \pm 0,397$ volt. Betakarításkor a legnagyobb szóródási intervallum a hektoliter tömegének vizsgálatára vonatkozóan a Kontroll parcellákon $74,5 \pm 0,7$ tapasztalható, míg a műtrágyával kezelt parcellákon (Starter1 $74,2 \pm 0,1$ és Starter2 $74,5 \pm 0,2$) ez az érték elhanyagolható mértékű.

A variancia-analízis eredmény szerint a starter műtrágyák hatása kis mértékben, de bizonyítottan befolyásolja a kukorica hektoliter tömegének alakulását.



30. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a termésmennyiség (g/10db) alakulására

Az utolsó beltartalmi paraméter, amelyet vizsgáltam a kutatásom során, a kukorica termésmennyisége volt, amelyet g/10 db mértékegységben adtam meg.

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy szignifikáns különbség van a betakarítás előtti kezelések között [$F(2,6) = 1.01$, $p = 0.419$]. Az átlagos termésmennyiség és szórása $2082,111 \pm 157,868$ volt. A legnagyobb termésmennyiség és egyben a legkisebb szóródás a Starter1 kezelésnél $2185,667 \pm 108,914$ mértem, a termésmennyiség nagyságában ezt követte a másik starter műtrágya a Starter2 $2048 \pm 183,989$, a Kontroll kezelés $2012,667 \pm 170,030$ pedig a legalacsonyabb súlyú termésmennyiséget produkálta a vizsgált területen. Az eredmények alapján jól kirajzolódik, hogy a Yara Mila NP Starter (S1) műtrágya jelentősebb hatást gyakorol a kukorica termésmennyiségére, mint a Super Start NP 10:35 (S2) műtrágya.

A statisztikai elemzés igazolja, hogy szignifikáns különbség van a betakarításkori kezelések között [$F(2,6) = 0.01$, $p = 0.987$]. Az átlagos termésmennyiség és szórása $2347,111 \pm 35,929$ volt. A betakarítás során mért termésmennyiség tekintetében megállapítható, hogy nem alakult ki jelentős különbség a Kontroll $2349,333 \pm 54,794$, a Starter1 $2344 \pm 38,743$, és a Starter2 $2348 \pm 25,239$ esetén.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásom során az eltérő starter műtrágyák hatását vizsgáltam kukorica starter műtrágyázási tartamkísérletek keretében mészlepedékes csernozjom talajon.

Diplomadolgozatom fő célkitűzéseként azt tanulmányoztam, hogy milyen hatást gyakorolnak a különböző starter műtrágyák a kukorica fenológiájára, valamint termés-paramétereire. Mindemellett célkitűzésként fogalmaztam meg a különböző starter műtrágyával kezelt kísérleti parcellák kialakítását három ismételtsben megvalósuló, a parcellákon azonos (kukorica) számú növény vizsgálatát (10 db/ ismételts), valamint a kukorica tenyészidőszakában a növényparaméterek mérését, illetve a kísérlet végén termésbecslés és beltartalmi vizsgálatokat végeztem.

A fenológiai vizsgálatom során az eredmények alapján levont következtetéseimet a következőképpen fogalmaztam meg:

- a zöld levelek számának vizsgálata során a starter műtrágyával kezelt parcellák esetében nem mutatkozott számottevő eltérés. A nyári időszak végéhez közeledve a starter műtrágyák 1db levéllel növelték a zöld levélszámot. Tehát megállapítható, hogy a zöld levélszám alakulására elenyésző hatással bírnak a kísérlet során alkalmazott starter műtrágyák.
- a kukorica szárátmérőjére gyakorolt hatás elemzése tekintetében megállapítottam, hogy a tenyészidőszak kezdetén nem volt kimutatható eltérés a kontroll és a műtrágyával kezelt parcellák tekintetében, míg a későbbi három mérési időpontban különböző mértékű és irányú változásokat eredményezett a starter műtrágyák használata. Minden mérési időpontban az S2 műtrágya hatására nagyobb mértékű szárátmérő növekedés realizálódott az S1 parcellákon mért eredményekhez képest.
- a kukorica növénymagasságát vizsgálva mindkét starter műtrágya használata révén növekedett a növények magassága, viszont ez a növekedés a különböző starter műtrágya használata eltérő mértékű változást eredményezett. Az S1 műtrágya révén tapasztalt eltérés minden mérési időpontban kisebb értéket képviselt, mint az S2 műtrágya révén.
- a növények klorofill-tartalmának vizsgálati eredményei alapján azt a következtetést vontam le, hogy a mérési időpontok mindegyikében az S2 starter műtrágya használatával jelentősen magasabb esősorban pozitív eredményt, azaz klorofilltartalom-növekedést értem el, mint az S1 műtrágyával való kezelés esetén.

- a kukorica normalizált vegetációs indexének alakulása drónfelvételek alapján történő megfigyelési eredményei alapján arra következtettem, hogy a starter műtrágyák hatása egyaránt függ a kukorica fenológiai fázisától, a starter műtrágya típusától, valamint az időjárási viszonyoktól.

A kukorica beltartalmi vizsgálata során az eredmények alapján levont következtetésem a következők:

- a kukorica nedvességtartalma S1 starter műtrágya kezelés hatására a nedvességtartalom kevésbé csökkent, mint az S2 starter műtrágya kezelés hatására a betakarítást megelőzően, viszont a betakarításkor már nem volt számottevően kimutatható eltérés a kontroll és a műtrágyával kezelt parcellák nedvességtartalma között.
- a kísérleti eredmények alapján arra következtettem, hogy a kukorica fehérje-tartalmát alapvetően befolyásolja a starter műtrágyák használata, viszont ez a hatás az S1 műtrágya esetében rajzolódik ki intenzívebben.
- szinte hasonló hatást mértem a kukorica keményítő-tartalmának vizsgálata során is, viszont a keményítő-tartalomra az S1 műtrágya helyett az S2 műtrágyával kezelt parcellák esetében mutatható ki jelentősebb hatásmechanizmus. A starter műtrágyák a vegetációs időszak kezdetén pozitív irányú, míg a betakarításkor negatív irányú hatást fejtett ki.
- a kukorica olaj-tartalmának alakulását illetően megállapítható, hogy a starter műtrágyák hatása alapvetően az olaj-tartalom emelkedésében mutatkozott meg a betakarítást megelőzően, viszont betakarításkor nem mutatkozott jelentős eltérés.
- a kukorica hektoliter tömegének elemzéséből arra a következtetésre jutottam, hogy a betakarítás előtti időszakban míg az S1 starter műtrágya hatására hektoliter tömeg-növekedést, míg az S2 műtrágya használata hektoliter tömeg-csökkenés realizálódott. A betakarításkor viszont a starter műtrágyák hatása már nem érhető tetten.
- a starter műtrágyák használata révén a betakarítást megelőzően az S1 műtrágya pozitív hatást gyakorolt a termésmennyiség alakulására, míg a betakarításkor egyértelműen jelentős termésnövekedés nem mutatható ki a starter műtrágya hatására.

A kísérleti eredmények áttekintését, valamint a következtetéseim megfogalmazását követően az alábbi javaslatokat tudom tenni:

- a kukoricatermesztés során különös figyelmet kell fordítani a tápanyag-utánpótlásra, azon belül is a starter trágyázás használatára.
- a starter műtrágyák használatával a jelentős mértékben befolyásolható a kukorica fenológiai fejlődése, valamint a beltartalmi paraméterei egyaránt.
- érdemes lenne nem csak a starter műtrágyák használatának befolyásoló hatásvizsgálatát elkészíteni, hanem más típusú műtrágyák, vagy akár a szerves trágyázás hatásvizsgálatát is elkészíteni azonos állomány, azonos körülmények esetén.
- a kukorica fenológiai fejlődésének elemzése hozzájárul a trágyázási technológiai reakciók részletes és precíz jellemzését, a kukorica trágyázási reakciónak megismerését. Olyan összefüggéseket is feltárhatunk az elemzés során, amelyek adatokat biztosít a precíziós, környezetkímélő, hatékony és jövedelmező kukorica termesztéséhez.
- a kukorica műtrágyával történő kezelése során tapasztalt reakcióinak megismerése lehetőséget biztosít a mészlepedékes csernozjom talajon az ökológiai és agrotechnikai feltételek betartása révén optimálisan idomuló trágyázási módszer, trágyázási dózisok, és trágyaösszetétel kialakításához.
- a kísérleti eredményeim révén arra következtetek, hogy a kukorica műtrágyázási technológiáját olyan formában szükséges kialakítani, hogy a leghatékonyabb hasznosulás mellett a környezetvédelmi előírásokat is figyelembe véve, a termesztés célja, azaz az elvárt minőség és terméshozam, valamint a talaj termékenységének hosszú távon való fenntartása is biztosítottá váljon.
- a kísérleti eredmények lehetőséget biztosítanak arra, hogy a kukorica ökológiai, biológiai, és agrotechnikai tényezőkkel szemben támasztott igényeihez optimális mértékben adaptálódó trágyázási technológia használatával a kukorica termésbiztonsága javítható.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom témaválasztása alapvetően azon a törekvésen alapult, hogy a kukoricatáblán elvégzett kísérletek eredményeinek kiértékelésével a kukoricatermesztés gyakorlati oldalát elsődleges fontossággal bír számomra, ahol a minél jobb minőség és az elérhető legnagyobb termésátlagok elérése az elsődleges cél. Mindez oly módon valósuljon meg, hogy megőrizzük a talajok termékenységét és tápanyag szolgáltató képességét.

Fő célként fogalmaztam meg a különböző starter műtrágyák a kukorica fenológiájára és termésparamétereire gyakorolt hatásának vizsgálatát, amely mellett különböző starter műtrágyával kezelt kísérleti parcellákat alakítottam ki, amelyen a tartamkísérleteket három ismétlésben végeztem el, a parcellákon azonos számú kukoricanövény vizsgálatát és a kukorica tenyészidőszakában elvégeztem a növényparaméterek, a termésbecslés és beltartalmi vizsgálatokat is elvégeztem.

A dolgozatom felépítését tekintve elmondható, hogy fontos szempontként kezeltem a téma felvezetése érdekében a csernozjom talajok, azon belül is a mészlepedékes csernozjom talajok általános jellemzőinek ismertetését, hiszen a kísérlet elvégzésének helyet biztosító területen is a mészlepedékes csernozjom talaj a jellemző. Ezt követően áttekintettem a kukorica tápanyag- és talajigényét, amely alapot szolgáltat a kísérlet lebonyolításához.

A kutatásom elvégzése során egyaránt alkalmaztam a megfigyelés és a tartamkísérlet módszerét. A tartamkísérlet során 9 db parcellát alakítottam ki, amelyből azonos számban, azaz 3-3-3 db parcella szolgált kontroll, S1 műtrágyával kezelt, valamint S2 műtrágyával kezelt területként.

A tartamkísérletek alatt egyaránt kitértem a starter műtrágyák kukorica fenológiai paramétereire (zöld levelek száma, szárátmérő, hektoliter tömeg, növénymagasság, klorofill-tartalom, normalizált vegetációs index), valamint beltartalmi paraméterekre (nedvességtartalom, fehérje-tartalom, olaj-tartalom, hektoliter tömeg, termésmennyiség) gyakorolt hatásának vizsgálatára.

Összességében megállapítható, hogy a starter műtrágyák bizonyítottan hatással vannak (eltérő mértékben) a kukorica fenológiai és beltartalmi paraméterire egyaránt. Az eredmények zömében az S2, azaz a Super Start NP 10:35 műtrágya intenzívebben befolyásolta a kukorica mért paraméterit, mint az S1, azaz Yara Mila NP Starter műtrágya.

A tartamkísérletem eredményei révén a kukorica fenológiai fejlődésének elemzése hozzájárul elősegíti a tárgyázási technológiai reakciók részletes és precíz leírását, a kukorica tárgyázási reakciónak megismerését. Olyan összefüggésekre juthatunk az elemzés során,

amelyek adatokat biztosítanak a precíziós, környezetkímélő, hatékony és jövedelmező kukoricatermesztéséhez, valamint az eredmények lehetőséget biztosítanak arra, hogy a kukorica ökológiai, biológiai, és agrotechnikai tényezőkkel szemben támasztott igényeihez optimális mértékben adaptálódó trágyázási technológia használatával a kukorica termésbiztonsága javítható.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítettek a diplomadolgozatom létrejöttében.

Köszönettel tartozom elsősorban a témavezetőimnek:

Dr. Kende Zoltánnak, aki segítőkészségével, szakmai tanácsaival és a statisztikai adatok elemzésében a végsőkéig segített a diplomadolgozatom elkészítésében.

Tamási Balázsnak, aki a terepi mintavételezések szakszerű elméleti és gyakorlati tanácsaival hozzásegített az adatok felméréséhez, illetve aki bármikor készséggel állt a rendelkezésemre a szakmai útmutatásával akár a felvételezések, akár a dolgozatom írása közben.

Köszönettel tartozom Schultz Péter gazdálkodónak, aki feláldozta saját tulajdonában lévő földterületét a kísérletem elkészítésére, gondoskodott a vetéshez szükséges elemekről, nélküle ez az egész nem valósulhatott volna meg.

Köszönettel tartozom Hauszknecht Ferenc Rolfnak, aki a vizsgálataimhoz szükséges SPAD és NDVI műszereket önzetlenül bármikor a rendelkezésemre bocsájtotta.

Családomnak, és barátaimnak hálával tartozom, akik hittek bennem, és hatalmas erőt adtak a munkám folyamán.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AGROLIQUID (2024): Does Fertile Soil always Mean a Higher Yield? Letöltve: <https://www.agroliquid.com/resources/blog/the-natural-chemistry-lab/>
2. AHMADI M., WIEBOLD W. J., BEUERLEIN J. E. (1993): Grain yield and mineral composition of corn as influenced by endosperm type and nitrogen. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24: 2409–2426.
3. AKCA, H., TASKIN, B., GUNES, A., INAL, A. (2023): The effect of phosphorus fertilizer under the influence of iron and zinc treatments on nutrient content and lettuce yield. November 2023. *Journal of Plant Nutrition*. DOI:10.1080/01904167.2023.2280130
4. ANDA A. (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő- és vízháztartási komponenseinek
5. alakulása N-ellátottság függvényében. *Növénytermelés*. 36. 3: 161–170.
6. ANDERSON F. L., KAMPRATH F.J., MOLL R. H. (1985): Prolificacy and N-fertilizer effects on yield and Nutilization in maize. *Crop Sci.* 25: 598–602.
7. ANTAL J. (1999): A szántóföldi növények tápanyag-ellátásának kiszámítása. Szemes
8. kukorica. [In: Fülek Gy. (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás]. Mezőgazda Kiadó Budapest. 317–319.
9. ARNON, I. (1975): The Planning and Programming of Agricultural Research. Michigani Egyetem
10. ASIBI, A. E., CHAI, Q., COULTER, J. A. (2019): Mechanisms of Nitrogen Use in Maize. *Agronomy* 2019, 9(12), 775; <https://doi.org/10.3390/agronomy9120775>
11. ASLAM, M., ZAMIR, M. S. I., AFZAL, I., YASEEN, M. MUBEEN, M. SHOAIB, A. (2012): Drought Stress, its Effect on Maize Production and Development of drought Tolerance throught Potassium Application. *Cercetări Agronomice în Moldova* Vol. XLVI, No. 2 (154) / 2013
12. BALÁZS P. (2016): Bátaszék örökségvédelmi hatástanulmánya. Bátaszék Város Önkormányzata
13. BENNETT W. F. –STANFORD G. – DUMENIL L. (1953): Nitrogen, phosphorus and potassum content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil*
14. *Sci. Soc. Am. Proc.* 17: 252–258.
15. BERNER et al. (2016): The Basic of Soil Fertility. Shaping our relationship to the soil. Research Institute of Organic Agriculture FiBL.

16. BERZSENYI-JANOSITS L. (1993): A N-trágyázás és az évjárat hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szemtermésére és N-műtrágya reakciójára tartamkísérletekben az 1970–1991. években. *Növénytermelés*. 42. 1: 49–63.
17. BIRKÁS M. (2017): Földművelés és Földhasználat. Mezőgazda Kiadó. pp. 150-154
18. BLACKMER T. M. – SCHEPERS J. S. (1996): Aerial Photography to Detect Nitrogen Stress in Corn. *J. Plant Physiol.* 148: 440-444.
19. BRIAN, J. (2017): Review of arinite and calcite crystal morphogenesis in thermal spring systems. *Sedimentary Geology*, Volume 354, p. 9-23.
20. BUSCOT, F. (2023): Soil formation and Pedogenesis. *Encyclopedia of Soils in the Environment* (Second Edition)
21. CATT, J. (2001): The agricultural importance of loess. *Earth-Science Reviews* 54(1):213-229. DOI:[10.1016/S0012-8252\(01\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00049-6)
22. CORTEVA AGRISCIENCE (2022): A kukorica fejlődési fázisainak meghatározása. Letöltve: <https://www.corteva.hu/agronomiai-kozpont/A-kukorica-fejlodesi-fazisainak-meghatarozasa.html>
23. CTCN (2024): Soil moisture conservation techniques. Letöltve: <https://www.ctcn.org/technologies/soil-moisture-conservation-techniques>
24. DEON, F., VAN RUITENBEEK, F., VAN DER WERFF, H., VAN DER MEIJDE, M., MARCATELLI, C. (2022): Detection of Interlayered Illite/Smectite Clay Minerals with XRD, SEM Analyses and Reflectance Spectroscopy. *Sensors* 2022, 22(9), 3602; <https://doi.org/10.3390/s22093602>
25. EARLE, S. (2019). Fizikai geológia – 2. kiadás. Victoria, BC: BCcampus. Letöltve: <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/>.
26. ERSEK, K. (2023): Humus: Why Is Humus Important? How Do You Increase Soil Humus Content? Letöltve: <https://www.holganix.com/blog/humus-why-is-humus-important-how-do-you-increase-soil-humus-content>
27. FAO (2022): Soils for nutrition: state of the art. Rome. Letöltve: <https://doi.org/10.4060/cc0900en>
28. FOX, P. (2007): Management of Aquifer Recharge for Sustainability. Acacia Publishing, Inc.
29. GAINEY, S. R., HAUSRATH, E. M., ADCOCK, C. T., TSCHAUNER, O., HUROWITZ, J. A., EHLMANN, B. L., XIAO, Y., BERTLETT, C. L. (2017): [Clay mineral formation](#) under oxidized conditions and implications for paleoenvironments

- and organic preservation on Mars. *Nat Commun* 2017 Nov 1;8(1):1230. doi: 10.1038/s41467-017-01235-7
31. GUPTA, R. K. & ABDOL, I. P. (2016): Salt Leaching. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. pp 611–613.
 32. GYÖRFFY B. (1988): A kukorica jelentősége. In: I'só, i.: Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, pp. 9-25.
 33. HASANUZZAMAN, M., BHUYAN, M. H. M. B., NAHAR, K., HOSSAIN, MD. S., MAHMUD, J. A., HOSSEN, MD. S., MASUD, A. A. C., FUJITA, M., FUJITA, M. (2018): Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. *Agronomy* 2018, 8(3), 31; <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
 34. HOCHMUTH, G. J. & HANLON, E. (2022): Plant tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florid. Letöltve: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/EP081>
 35. HOU, T., YUAN, X., ZENG, X., WANG, X. et al. (2021): Water Resistance Properties of Lime Soil Ground under Long-Term Soaking Environment. *Indian Geotechnical Journal* 51(6):1-11. DOI:10.1007/s40098-021-00519-6
 36. JIAYING, M. TINGTING, C., JIE, L., WEIMENG, F., BAOHUA, F., GUANGYAN, L., HUBO, L., JUNCAI, L., ZHIHAI, W., LONGXING, T., GUANFU, F. (2022): Functions of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Energy Status and Their Influences on Rice Growth and Development. *Rice Science* Volume 29, Issue 2, March 2022, pp. 166-178
 37. KABALA, C., CHARZYNSKI, P., CZIGÁNY SZ., NOVÁK T. (2019): Suitability of World Reference Base for Soil Resources (WRB) to describe and classify chernozemic soils in Central Europe. *Soil Science Annual* 70(3): 244-257 DOI:10.2478/ssa-2019-0022
 38. KÁDÁR I. (2016): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia
 39. Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
 40. KHAN, F., SIDDIQUE, A. B., SHABALA, S., ZHOU, M., ZHAO, C. (2023): Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants* (Basel). 2023 Aug; 12(15): 2861. doi: [10.3390/plants12152861](https://doi.org/10.3390/plants12152861)
 41. KISS E. (2012): A kukorica fejlődési fázisai – környezeti, agrotechnikai igények, és a beavatkozások lehetőségei. Szántóföld 2012. évf. 02. sz. p. 29-32.

42. KUMARI, V. V., BANERJEE, P., VERMA, V. C., SUKUMARAN, S., CHANDRAN, M. A. S., GOPINATH, K. A., VENKATESH, G., YADAN, S. K., SINGHT, V. K., AWASTHI, N. K. (2022): Plant Nutrition: An Effective Way to Alleviate Abiotic Stress in Agricultural Crops. *Int J Mol Sci.* 2022 Aug; 23(15): 8519. doi: [10.3390/ijms23158519](https://doi.org/10.3390/ijms23158519)
43. LANDOLT, D. (2007): Corrosion and Surface Chemistry of Metal. Engineering Sciences, (First Edition) EPFI Press
44. LATKOVICS GY.-NÉ.(1979): A különböző N-műtrágyák hatása a kukorica szemtermésére.
45. [In: Bajai J. (szerk.) Kukoricatermesztési Kísérletek 1968–1974.] Akadémiai Kiadó. 271–277.
46. LOCH J.- NOSTICZIUS Á. (1983): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, pp. 75-80.
47. MENYHÉRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, pp. 8-35.
48. MICHÉLI E. (2016): A talajok képződése és sokszínűsége. Magyar Tudomány. 2016/10
49. MUNROE, J. (2018): Soil Fertility Handbook. Publication 611. 3rd Edition. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs,
50. MUTAMBU, D., KIHARA, J., MUCHERU-MUNA, M., BOLO, P., KINYUA, M. (2023): Maize grain yield and grain zinc concentration response to zinc fertilization: A meta-analysis. *Heliyon*. 2023 May; 9(5): e16040
51. MU, X. & CHEN, Y. (2021): The physiological response of photosynthesis to nitrogen deficiency. *Plant Physiol Biochem.* 2021 Jan;158:76-82. doi: [10.1016/j.plaphy.2020.11.019](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.019).
52. NAGY J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó, pp. 21-22.
53. NOVÁK T. (2013): Talajtani praktikum. Meridián Alapítvány.
54. ORLOVA, N., ORLOVA, E., ABAKUMOV, E., SMIRNOVA, K., CHUKOV, S. (2022): Humic Acids Formation during Compositing of Plant Remnants in Presence of Calcium Carbonate and Biochar. *Agronomy* 2022, 12(10), P.2275; Letöltve: <https://doi.org/10.3390/agronomy12102275>
55. PEPÓ P. – NAGY J. (1997): Plant nutrition system of cereals in their sustainable crop production. British–Hungarian Seminar on Long-Term Trials for Sustainable Land

- Use, Crop Management and Plant Nutrition. Debrecen. *Agrokémia és Talajtan* 46:113–126.
56. PRIORI, S., PELLEGRINI, S., VIGNOZZI, N., COSTANTINI, E. A. C. (2021): Soil Physical-Hydrological Degradation in the Root-Zone of Tree Crops: Problems and Solutions. *Agronomy* 2021, 11(1), 68; <https://doi.org/10.3390/agronomy11010068>
 57. RAAB, T., HIRSCH, f., VASSERMAN, O., RAAB, A., NAETH, A. (2017): Influence of relief and vegetation on soil properties in a disturbed chernozem soil landscape. 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p.2332
 58. SARDANS, J. & PEÑUELAS, J. (2021): Potassium Control of Plant Functions: Ecological and Agricultural Implications. *Plants (Basel)*. 2021 Feb; 10(2): 419. doi: [10.3390/plants10020419](https://doi.org/10.3390/plants10020419)
 59. SÁRDI K. (1999): A tápelemhiány és –felesleg tipikus tünetei [In: Fülek Gy. (szerk) Tápanyag–gazdálkodás] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 80–83.
 60. SÁRDI K. (2003): Agrokémia- a növénytaéplálás alapjai. VE-GMK kari jegyzet, Keszthely, pp. 5-9.
 61. SCHOWALTER, T. D. (2006): Decomposition and Pedogenesis. *Insec Ecology* (Second Edition)
 62. SINGER, M. J. (2015): Basic Principles of Pedology. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences
 63. SINGH, R., SAWATZKY, S. K., THOMAS, M., AKIN, S., ZHANG, H., RAUN, W., ARNALL, D.B. ():Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Uptake in Rain-Fed Corn as Affected by NPK Fertilization. *Agronomy* **2023**, 13(7), 1913; <https://doi.org/10.3390/agronomy13071913>
 64. STEFANOVITS P. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, pp.227-234
 65. SZABÓ I. (2020): Növényélettán: a kukorica növekedési és fejlődési stádiumai. Letöltve: <https://magyarovenyorvos.hu/upload/images/elettan.pdf>
 66. SZIEBERTH D. (2019): Kukorica Barométer – Mikor és hogyan érik a kukorica?
 67. Letöltve: <https://www.agroinform.hu/szantofold/kukorica-barometer-mikor-es-hogyan-erik-a-kukorica-40933-001>
 68. UNIVERSITY OF MINNESOTA EXTENSION (2018): Five factors of soil formation. Letöltve: <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/five-factors-soil-formation>

69. VAN DIJK W. – BROUWER G. (1998): Nitrogen recovery and dry matter production of silage maize as affected by subsurface application of mineral fertilizer. *Neth. J. Agric. Sci.* 46: 139–155
70. VÁRI T. ZS., GULYÁS S., SÜMEGI P. (2023): Reconstructing the Paleoenvironmental Evolution of Lake Kolon (Hungary) through Integrated Geochemical and Sedimentological Analyses of Quaternary Sediments. *Quaternary* 6(3):39 July 2023 DOI:10.3390/quat6030039
71. VÍG R., DOBOS A., PONGRÁCZ, Z. (2008): Csernozjom talajok talajvizsgálati eredményeinek összehasonlító statisztikai értékelése. *Agrártudományi Közlemények* 2008/30 pp. 93-99.
72. VIKRAM N., SAGAR, A., GANGWAR, C., HUSAIN, R., KEWAT R. N. (2022): Properties of Humic Acid Substances and Their Effect in Soil Quality and Plant Health. Letöltve: <https://www.intechopen.com/chapters/82621>
73. VILJAMSZ, V. R. (1950): Talajtan. A földművelés alapjai. Akadémiai Kiadó.
74. WAFULA, V. (2021): Growing Maize in an Acidic Soil Environment. Letöltve: <https://www.yara.co.ke/crop-nutrition/agronomy-advice/growing-maize-in-an-acidic-soil-environment/>
75. WAKWOYA, M. B., WOLDEYOHANNIS, W. H., YIMAMU, F. K. (2022): Effects of minimum tillage and liming on maize (*Zea mays L.*) yield components and selected properties of acid soils in Assosa Zone, West Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research* Volume 8, June 2022, 100301
76. YAZDANPANA, N. (2010): Study on nitrification process in two calcareous and non-calcareous contaminated soils. EGU General Assembly 2010, held 2-7 May, 2010 in Vienna, Austria, p.13928
77. ZSOM, E. & LAWSON, P. (2020): A kukorica hiánytüneteinek kezeléséről nem csak profi termelőknek. Letöltve: <https://www.magro.hu/agrarhirek/a-kukorica-hianyuteteinek-kezeleserol-nem-csak-profi-termeloknek-promo/>
78. 27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről. Letöltve: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600027.kor>

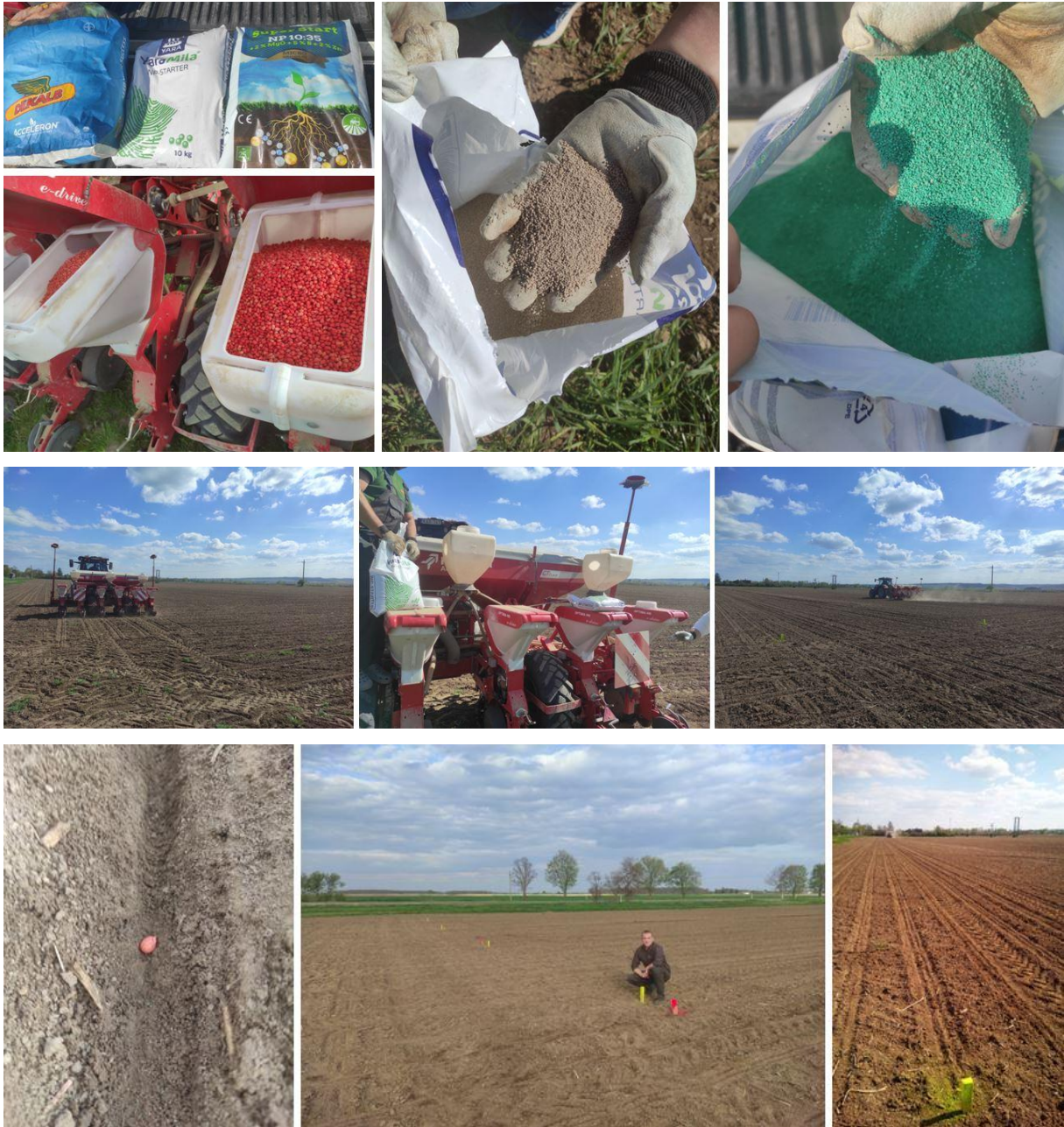
ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra A kukorica fenológiai fázisai és kritikus szakaszai	15
2. ábra A kukorica tápanyag- felvétel dinamikája a vegetációs időben	18
3. ábra A terület	23
4. ábra A parcella.....	23
5. ábra Kísérleti elrendezés	23
6. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (május 25.).....	28
7. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Július 4.).....	29
8. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Július 27.).....	29
9. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a zöld levélszám alakulására (Augusztus 30.)	30
10. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Május 25.).....	31
11. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Július 4.).....	31
12. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Július 27.).....	32
13. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a szárátmérő (cm) alakulására (Augusztus 30.)	32
14. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Május 25.)	33
15. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Július 4.)	33
16. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Július 27.).....	34
17. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a növénymagasság (cm) alakulására (Augusztus 30.)	34
18. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Május 25.).....	35
19. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Július 4.).....	35
20. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Július 27.).....	36
21. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a SPAD alakulására (Augusztus 30.)	36
22. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Július 4.).....	37
23. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Július 27.).....	37
24. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a NDVI alakulására (Augusztus 30.)	38
25. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása nedvességtartalom (%) alakulására.....	39
26. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása fehérje-tartalom (%) alakulására.....	41
27. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása keményítő (%) alakulására.....	42
28. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása olaj-tartalom (%) alakulására	43
29. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a hektoliter tömeg (kg/hL) alakulására	44
30. ábra Az eltérő starter műtrágya hatása a termés mennyiség (g/10db) alakulására	45

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Felhasznált képek

Vetés (2023. április 21.) alatt készült fotók:



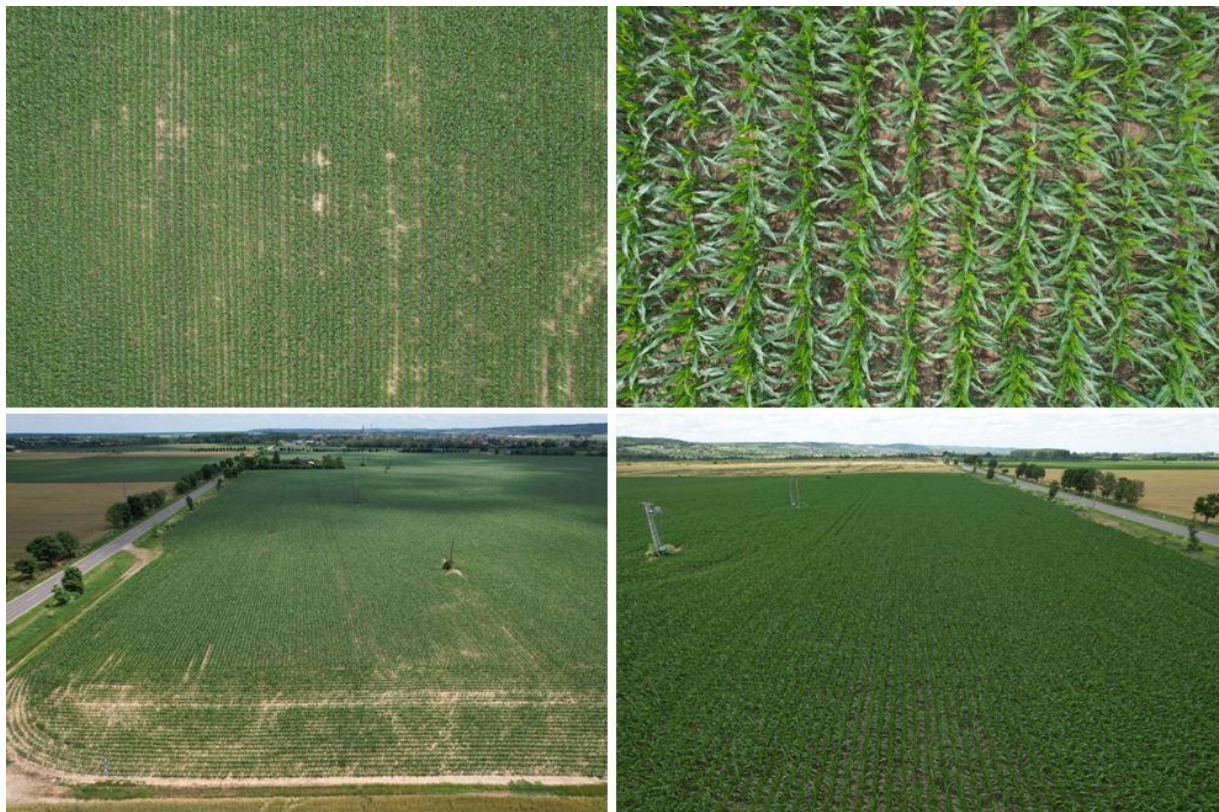
A kukorica kétleveles állapotáról (2023. május 6.) készített fotók



1. mérés (2023. május 25.) során készített fotók:



Drónfelvételek (2023, június 13.)



2. mérés (2023. július 4.) során készített fotók



3. mérés (2023. július 27.) során készített fotók



4. mérés (2023. augusztus 30.) során készített fotók



Aratásról készült fotók, drónfelvételek (2023. október 11.)





2. számú melléklet: Mérésenként felvételezett táblázatok

	május 25.	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
1.	Zöld levélszám (db)	9	9	9	10	9	9	9	8	9
2.		6	9	9	10	9	9	9	8	9
3.		8	8	9	10	9	9	9	9	9
4.		8	9	8	9	9	9	9	8	8
5.		7	8	9	9	10	9	9	9	9
1.	Szárátmérő (cm)	1,7	1,9	1,8	1,9	2	1,8	1,8	1,6	2
2.		1,6	1,8	1,7	2,1	1,8	1,7	1,7	1,5	1,8
3.		1,8	1,8	1,7	2	1,9	1,9	1,7	1,4	2
4.		1,6	1,9	1,9	1,7	2,2	1,8	1,9	1,2	1,6
5.		1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,7	1,7
1.	Növénymagasság (cm)	41	38	46	48	44	47	51	40	50
2.		36	45	44	44	38	45	42	43	41
3.		48	44	41	45	44	41	44	34	38
4.		42	41	54	41	48	38	45	32	41
5.		37	42	44	37	53	39	45	41	40
1.	SPAD	38,7	39,2	47	58,2	41,8	40,6	43,4	41	41,6
2.		39	38	41,9	43,9	49,2	45,1	43,2	43,3	40,8
3.		36	43,7	46,4	42,3	39,7	45	41,4	42,4	42,3
4.		37,1	42,1	46,2	40,1	58,1	45,1	41,6	45,2	40,5
5.		38,1	42,3	45,7	54,9	57	44,2	45,1	52	42

	július 4.	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
1.	Zöld levélszám (db)	14	14	14	14	15	14	14	13	12
2.		14	13	15	13	15	12	13	12	12
3.		12	13	16	13	14	14	14	13	15
4.		15	14	15	14	14	15	15	13	15
5.		14	14	15	14	14	15	15	13	14
1.	Szárátmérő (cm)	2,8	2,9	3	2,9	3	3	3,2	3	3,2
2.		2,4	2,8	2,8	3	2,8	2,7	2,7	2,9	3
3.		2,2	3,3	3,5	3	2,9	2,7	2,7	3,3	3
4.		2,6	3	2,9	3,1	3,4	2,9	3,6	3	2,9
5.		3	3	3,2	3	3,2	3,1	3,2	3,5	2,9
1.	Növénymagasság (cm)	250	245	265	262	240	265	265	270	270
2.		253	230	270	240	260	262	245	260	270
3.		248	255	275	260	260	250	240	260	265
4.		248	250	272	263	255	270	240	260	260
5.		242	251	268	250	260	270	255	267	265
1.	SPAD	63	56	58	56	59	63	62	60	60
2.		57	55	65	55	58	61	56	56	62
3.		54	60	62	58	63	58	58	56	56
4.		55	56	62	60	56	61	60	54	50
5.		55	60	64	58	58	57	56	55	52
1.	NDVI	0,72	0,76	0,78	0,75	0,8	0,8	0,8	0,78	0,75
2.		0,7	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,78	0,76	0,76
3.		0,75	0,75	0,79	0,74	0,81	0,75	0,79	0,78	0,78
4.		0,73	0,75	0,75	0,78	0,76	0,77	0,77	0,74	0,76
5.		0,78	0,77	0,76	0,76	0,79	0,75	0,78	0,75	0,75

július 27.	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
Zöld levélszám (db)	11	12	13	11	12	11	11	11	12
	12	12	12	11	11	10	11	10	11
	12	12	12	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	11	12	11	12	11	12
	12	12	12	11	12	11	11	11	11
Szárátmérő (cm)	2,6	2,4	2,9	2,6	2,7	2,9	3,1	2,5	3
	2,9	2,5	2,9	2,9	2,5	2,6	2,6	2,7	2,4
	3,2	3,3	2,8	2,8	3	2,6	2,8	2,7	2,7
	2,7	2,9	2,7	2,7	2,9	2,6	2,9	2,4	3
	2,8	2,6	2,8	2,8	2,5	2,5	2,8	2,6	2,8
Növénymagasság (cm)	275	280	285	275	292	270	285	270	280
	260	285	280	275	285	275	280	275	275
	285	295	280	285	285	270	275	270	270
	280	280	285	270	290	275	280	280	280
	295	285	290	285	285	270	280	280	275
SPAD	51	55	54	48	56	58	58	50	56
	54	54	52	50	53	56	56	54	55
	56	55	55	58	52	60	55	53	54
	53	57	53	55	54	56	53	52	56
	54	59	53	52	50	55	54	52	55
NDVI	0,79	0,65	0,72	0,68	0,72	0,7	0,8	0,72	0,75
	0,66	0,65	0,71	0,7	0,66	0,68	0,72	0,7	0,72
	0,68	0,68	0,65	0,72	0,76	0,68	0,72	0,72	0,68
	0,62	0,71	0,64	0,75	0,74	0,72	0,7	0,7	0,75
	0,68	0,74	0,68	0,66	0,7	0,69	0,72	0,7	0,72

augusztus 30.	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
Zöld levélszám (db)	4	5	4	5	4	3	4	3	4
	4	4	5	4	5	3	5	4	5
	4	4	5	4	4	4	4	3	4
	5	4	5	4	4	4	5	4	4
	4	4	4	4	5	3	5	4	4
Szárátmérő (cm)	2,5	2,8	3	2,8	2,8	2,6	3	2,6	2,7
	2,6	2,6	3,1	2,4	3	2,5	2,9	2,4	2,6
	2,7	2,7	2,8	2,8	3	2,6	2,8	2,5	2,8
	2,6	2,6	3	3	2,9	2,4	3,1	2,7	3
	2,5	2,5	2,7	2,6	2,8	2,4	2,8	2,5	2,7
Növénymagasság (cm)	255	270	280	270	285	265	275	260	270
	260	275	280	280	285	260	280	255	270
	260	270	285	280	280	265	280	260	280
	265	260	275	275	285	260	285	265	280
	255	265	270	270	280	260	280	260	275
SPAD	35	51	43	45	48	42	44	38	42
	42	50	44	52	52	39	42	42	45
	38	38	58	42	44	44	50	40	46
	40	42	52	44	45	39	46	36	48
	36	39	48	36	42	36	48	38	44
NDVI	0,2	0,2	0,18	0,18	0,2	0,18	0,2	0,19	0,16
	0,2	0,24	0,2	0,16	0,22	0,16	0,24	0,2	0,16
	0,2	0,2	0,25	0,16	0,24	0,19	0,2	0,17	0,2
	0,16	0,18	0,23	0,2	0,2	0,17	0,19	0,2	0,22
	0,18	0,18	0,18	0,16	0,2	0,16	0,21	0,18	0,2

	2023.09.14. (Betakarítás előtti mérés)	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
1.	Nedvesség (%)	18,1	16,8	15,4	15,2	14,7	15	14,3	15,7	15,8
2.	Fehérje (DM) (%)	9,1	8,2	8,9	8,7	8,3	8,9	9,1	8,9	8,3
3.	Keményítő (%)	58,3	59,9	60,3	60,6	61,6	61,7	61,8	60,7	60,9
4.	Olaj (%)	3,7	3,8	3,8	3,9	3,7	3,6	3,7	3,5	3,7
5.	HL súly kg/hL	73,2	74,1	74,4	75,2	74,3	74,9	73,9	74,1	74,4
6.	Termésmennyiség g / 10 db	2202	2066	2092	2279	1846	1873	2206	1963	2212

	2023.10.13. (Betakarítás)	Kontroll	Starter 1	Starter 2	Starter 1	Starter 2	Kontroll	Starter 2	Kontroll	Starter 1
1.	Nedvesség (%)	14,1	13,8	13,8	13,4	13,2	13,4	13,5	13,9	13,8
2.	Fehérje (DM) (%)	9,3	8,7	8,9	9	9,1	9	8,9	8,1	8,4
3.	Keményítő (%)	61,8	61,9	52,4	61,6	62,1	62,1	62,7	62,7	63
4.	Olaj (%)	3,7	3,9	4,1	4,1	4	4	4	3,8	3,8
5.	HL súly kg/hL	74,8	74,3	74,5	74,1	74,3	75	74,7	73,7	74,2
6.	Termésmennyiség g / 10 db	2363	2359	2365	2373	2360	2289	2319	2396	2300

3. számú melléklet: **Descriptives**

Időpontok			N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Conf. Interval for Mean		Min.	Max.
							Lower Bound	Upper Bound		
május 25.	Zöld levél-szám (db)	Kontroll	15	8,3333	,89974	,23231	7,8351	8,8316	6,00	9,00
		Starter 1	15	9,0000	,65465	,16903	8,6375	9,3625	8,00	10,00
		Starter 2	15	9,0000	,37796	,09759	8,7907	9,2093	8,00	10,00
		Total	45	8,7778	,73512	,10959	8,5569	8,9986	6,00	10,00
	Szárátmérő (cm)	Kontroll	15	1,6533	,18074	,04667	1,5532	1,7534	1,20	1,90
		Starter 1	15	1,8467	,14075	,03634	1,7687	1,9246	1,60	2,10
		Starter 2	15	1,8467	,13558	,03501	1,7716	1,9217	1,70	2,20
		Total	45	1,7822	,17618	,02626	1,7293	1,8352	1,20	2,20
	Növény magasság (cm)	Kontroll	15	40,2667	4,49550	1,16073	37,7771	42,7562	32,00	48,00
		Starter 1	15	42,3333	3,67747	,94952	40,2968	44,3699	37,00	50,00
		Starter 2	15	45,5333	4,35671	1,12490	43,1207	47,9460	38,00	54,00
		Total	45	42,7111	4,64475	,69240	41,3157	44,1065	32,00	54,00
	SPAD	Kontroll	15	42,1867	4,16360	1,07504	39,8809	44,4924	36,00	52,00
		Starter 1	15	43,4600	5,57389	1,43917	40,3733	46,5467	38,00	58,20
		Starter 2	15	45,8467	5,40276	1,39499	42,8547	48,8386	39,70	58,10
		Total	45	43,8311	5,20025	,77521	42,2688	45,3934	36,00	58,20
	NDVI	Kontroll	15	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
		Starter 1	15	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
		Starter 2	15	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
		Total	45	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
július 4.	Zöld levél-szám (db)	Kontroll	15	13,5333	1,06010	,27372	12,9463	14,1204	12,00	15,00
		Starter 1	15	13,6000	,91026	,23503	13,0959	14,1041	12,00	15,00
		Starter 2	15	14,5333	,74322	,19190	14,1217	14,9449	13,00	16,00
		Total	45	13,8889	1,00504	,14982	13,5869	14,1908	12,00	16,00
	Szárátmérő (cm)	Kontroll	15	2,8733	,32834	,08478	2,6915	3,0552	2,20	3,50
		Starter 1	15	3,0000	,12536	,03237	2,9306	3,0694	2,80	3,30
		Starter 2	15	3,0733	,28402	,07333	2,9160	3,2306	2,70	3,60
		Total	45	2,9822	,26823	,03999	2,9016	3,0628	2,20	3,60
	Növény magasság (cm)	Kontroll	15	258,3333	9,24791	2,38780	253,2120	263,4547	242,00	270,00
		Starter 1	15	255,7333	11,40468	2,94468	249,4176	262,0490	230,00	270,00
		Starter 2	15	258,0000	11,94631	3,08452	251,3844	264,6156	240,00	275,00

július 27	SPAD	Total	45	257,3556	10,74108	1,60119	254,1286	260,5825	230,00	275,00
		Kontroll	15	57,6667	3,15474	,81455	55,9196	59,4137	54,00	63,00
		Starter 1	15	56,9333	3,26161	,84214	55,1271	58,7396	50,00	62,00
		Starter 2	15	59,8000	3,00476	,77583	58,1360	61,4640	56,00	65,00
	NDVI	Total	45	58,1333	3,30702	,49298	57,1398	59,1269	50,00	65,00
		Kontroll	15	,7567	,02743	,00708	,7415	,7719	,70	,80
		Starter 1	15	,7573	,01223	,00316	,7506	,7641	,74	,78
		Starter 2	15	,7793	,01831	,00473	,7692	,7895	,75	,81
	Zöld levél-szám (db)	Total	45	11,1333	,63994	,16523	10,7789	11,4877	10,00	12,00
		Kontroll	15	11,4667	,51640	,13333	11,1807	11,7526	11,00	12,00
		Starter 1	15	11,6667	,61721	,15936	11,3249	12,0085	11,00	13,00
		Starter 2	15	11,4222	,62118	,09260	11,2356	11,6088	10,00	13,00
	Szárátmérő (cm)	Total	45	2,6867	,19952	,05152	2,5762	2,7972	2,40	3,20
		Kontroll	15	2,7600	,24437	,06309	2,6247	2,8953	2,40	3,30
		Starter 1	15	2,7933	,17099	,04415	2,6986	2,8880	2,50	3,10
		Starter 2	15	2,7467	,20736	,03091	2,6844	2,8090	2,40	3,30
	Növény magasság (cm)	Total	45	275,3333	8,12111	2,09686	270,8360	279,8307	260,00	295,00
		Kontroll	15	279,6667	6,67262	1,72286	275,9715	283,3618	270,00	295,00
		Starter 1	15	283,8000	4,64758	1,20000	281,2263	286,3737	275,00	292,00
		Starter 2	15	279,6000	7,36515	1,09793	277,3873	281,8127	260,00	295,00
	SPAD	Total	45	54,2667	2,65832	,68638	52,7945	55,7388	50,00	60,00
		Kontroll	15	54,6000	2,84856	,73549	53,0225	56,1775	48,00	59,00
		Starter 1	15	53,8667	1,95911	,50584	52,7818	54,9516	50,00	58,00
		Starter 2	15	54,2444	2,47860	,36949	53,4998	54,9891	48,00	60,00
	NDVI	Total	45	,6960	,03661	,00945	,6757	,7163	,62	,79
		Kontroll	15	,7040	,03582	,00925	,6842	,7238	,65	,75
		Starter 1	15	,7093	,04148	,01071	,6864	,7323	,64	,80
		Starter 2	15	,7031	,03759	,00560	,6918	,7144	,62	,80
augusztus 30.	Zöld levél-szám (db)	Total	45	3,7333	,59362	,15327	3,4046	4,0621	3,00	5,00
		Kontroll	15	4,2000	,41404	,10690	3,9707	4,4293	4,00	5,00
		Starter 1	15	4,5333	,51640	,13333	4,2474	4,8193	4,00	5,00
		Starter 2	15	4,1556	,60135	,08964	3,9749	4,3362	3,00	5,00
	Szárátmérő (cm)	Total	45	2,5400	,09856	,02545	2,4854	2,5946	2,40	2,70
		Kontroll	15	2,7067	,16676	,04306	2,6143	2,7990	2,40	3,00
		Starter 1	15	2,9133	,12459	,03217	2,8443	2,9823	2,70	3,10

	Növény magasság (cm)	Total	45	2,7200	,20181	,03008	2,6594	2,7806	2,40	3,10
		Kontroll	15	260,333 3	3,51866	,90851	258,3848	262,2819	255,00	265,0 0
		Starter 1	15	272,666 7	5,93617	1,53271	269,3793	275,9540	260,00	280,0 0
		Starter 2	15	280,333 3	4,41858	1,14087	277,8864	282,7803	270,00	285,0 0
		Total	45	271,111 1	9,52800	1,42035	268,2486	273,9736	255,00	285,0 0
	SPAD	Kontroll	15	41,0667	3,91821	1,01168	38,8968	43,2365	35,00	48,00
		Starter 1	15	44,2667	4,68229	1,20896	41,6737	46,8596	36,00	52,00
		Starter 2	15	47,0667	4,47958	1,15662	44,5860	49,5474	42,00	58,00
		Total	45	44,1333	4,93872	,73622	42,6496	45,6171	35,00	58,00
	NDVI	Kontroll	15	,1827	,01580	,00408	,1739	,1914	,16	,20
		Starter 1	15	,1867	,02469	,00637	,1730	,2003	,16	,24
		Starter 2	15	,2093	,02187	,00565	,1972	,2214	,18	,25
		Total	45	,1929	,02380	,00355	,1857	,2000	,16	,25

Descriptives										
Időpontok			N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
							Bound	Bound		
Betakarítás előtt	Nedvesség (%)	Kontroll	3	16,2667	1,62583	0,93868	12,2279	20,3055	15,00	18,10
		Starter 1	3	15,9333	0,80829	0,46667	13,9254	17,9412	15,20	16,80
		Starter 2	3	14,8000	0,55678	0,32146	13,4169	16,1831	14,30	15,40
		Total	9	15,6667	1,15974	0,38658	14,7752	16,5581	14,30	18,10
	Fehérje (DM) (%)	Kontroll	3	8,9667	0,11547	0,06667	8,6798	9,2535	8,90	9,10
		Starter 1	3	8,4000	0,26458	0,15275	7,7428	9,0572	8,20	8,70
		Starter 2	3	8,7667	0,41633	0,24037	7,7324	9,8009	8,30	9,10
		Total	9	8,7111	0,35512	0,11837	8,4381	8,9841	8,20	9,10
	Keményítő (%)	Kontroll	3	60,2333	1,74738	1,00885	55,8926	64,5741	58,30	61,70
		Starter 1	3	60,4667	0,51316	0,29627	59,1919	61,7414	59,90	60,90
		Starter 2	3	61,2333	0,81445	0,47022	59,2101	63,2565	60,30	61,80
		Total	9	60,6444	1,09557	0,36519	59,8023	61,4866	58,30	61,80
	Olaj (%)	Kontroll	3	3,6000	0,10000	0,05774	3,3516	3,8484	3,50	3,70
		Starter 1	3	3,8000	0,10000	0,05774	3,5516	4,0484	3,70	3,90
		Starter 2	3	3,7333	0,05774	0,03333	3,5899	3,8768	3,70	3,80
		Total	9	3,7111	0,11667	0,03889	3,6214	3,8008	3,50	3,90
	HL súly kg/hL	Kontroll	3	74,0667	0,85049	0,49103	71,9539	76,1794	73,20	74,90
		Starter 1	3	74,5667	0,56862	0,32830	73,1541	75,9792	74,10	75,20
		Starter 2	3	74,2000	0,26458	0,15275	73,5428	74,8572	73,90	74,40
		Total	9	74,2778	0,57397	0,19132	73,8366	74,7190	73,20	75,20
	Termésmennyiség g / 10 db	Kontroll	3	2012,6667	170,03039	98,16709	1590,2878	2435,0456	1873,00	2202,00
		Starter 1	3	2185,6667	108,91434	62,88172	1915,1084	2456,2249	2066,00	2279,00
		Starter 2	3	2048,0000	183,98913	106,22617	1590,9457	2505,0543	1846,00	2206,00
		Total	9	2082,1111	157,86818	52,62273	1960,7629	2203,4593	1846,00	2279,00

Betakarítás kor	Nedvesség (%)	Kontroll	3	13,8000	0,36056	0,20817	12,9043	14,6957	13,40	14,10
		Starter 1	3	13,6667	0,23094	0,13333	13,0930	14,2404	13,40	13,80
		Starter 2	3	13,5000	0,30000	0,17321	12,7548	14,2452	13,20	13,80
		Total	9	13,6556	0,29202	0,09734	13,4311	13,8800	13,20	14,10
	Fehérje (DM) (%)	Kontroll	3	8,8000	0,62450	0,36056	7,2487	10,3513	8,10	9,30
		Starter 1	3	8,7000	0,30000	0,17321	7,9548	9,4452	8,40	9,00
		Starter 2	3	8,9667	0,11547	0,06667	8,6798	9,2535	8,90	9,10
		Total	9	8,8222	0,37006	0,12335	8,5378	9,1067	8,10	9,30
	Keményítő (%)	Kontroll	3	62,2000	0,45826	0,26458	61,0616	63,3384	61,80	62,70
		Starter 1	3	62,1667	0,73711	0,42557	60,3356	63,9978	61,60	63,00
		Starter 2	3	59,0667	5,78129	3,33783	44,7051	73,4282	52,40	62,70
		Total	9	61,1444	3,31252	1,10417	58,5982	63,6907	52,40	63,00
	Olaj (%)	Kontroll	3	3,8333	0,15275	0,08819	3,4539	4,2128	3,70	4,00
		Starter 1	3	3,9333	0,15275	0,08819	3,5539	4,3128	3,80	4,10
		Starter 2	3	4,0333	0,05774	0,03333	3,8899	4,1768	4,00	4,10
		Total	9	3,9333	0,14142	0,04714	3,8246	4,0420	3,70	4,10
	HL súly kg/hL	Kontroll	3	74,5000	0,70000	0,40415	72,7611	76,2389	73,70	75,00
		Starter 1	3	74,2000	0,10000	0,05774	73,9516	74,4484	74,10	74,30
		Starter 2	3	74,5000	0,20000	0,11547	74,0032	74,9968	74,30	74,70
		Total	9	74,4000	0,39686	0,13229	74,0949	74,7051	73,70	75,00
	Termésme- nyiség g / 10 db	Kontroll	3	2349,3333	54,79355	31,63507	2213,2186	2485,4481	2289,00	2396,00
		Starter 1	3	2344,0000	38,74274	22,36813	2247,7577	2440,2423	2300,00	2373,00
		Starter 2	3	2348,0000	25,23886	14,57166	2285,3032	2410,6968	2319,00	2365,00
		Total	9	2347,1111	35,92856	11,97619	2319,4940	2374,7282	2289,00	2396,00

4. számú melléklet: ANOVA

ANOVA							
Időpontok			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
május 25.	Zöld levélszám (db)	Between Groups	4,444	2	2,222	4,828	0,013
		Within Groups	19,333	42	0,460		
		Total	23,778	44			
	Szárátmérő (cm)	Between Groups	0,374	2	0,187	7,913	0,001
		Within Groups	0,992	42	0,024		
		Total	1,366	44			
	Növény magasság (cm)	Between Groups	211,244	2	105,622	6,011	0,005
		Within Groups	738,000	42	17,571		
		Total	949,244	44			
	SPAD	Between Groups	103,566	2	51,783	2,002	0,148
		Within Groups	1086,311	42	25,865		
		Total	1189,876	44			
	NDVI	Between Groups	0,000	2	0,000		
		Within Groups	0,000	42	0,000		
		Total	0,000	44			
július 4.	Zöld levélszám (db)	Between Groups	9,378	2	4,689	5,616	0,007
		Within Groups	35,067	42	0,835		
		Total	44,444	44			
	Szárátmérő (cm)	Between Groups	0,307	2	0,154	2,256	0,117
		Within Groups	2,859	42	0,068		
		Total	3,166	44			
	Növény magasság (cm)	Between Groups	60,044	2	30,022	0,251	0,779
		Within Groups	5016,267	42	119,435		
		Total	5076,311	44			
	SPAD	Between Groups	66,533	2	33,267	3,369	0,044
		Within Groups	414,667	42	9,873		
		Total	481,200	44			
	NDVI	Between Groups	0,005	2	0,002	6,052	0,005
		Within Groups	0,017	42	0,000		
		Total	0,022	44			
július 27	Zöld levélszám (db)	Between Groups	2,178	2	1,089	3,090	0,056
		Within Groups	14,800	42	0,352		
		Total	16,978	44			
	Szárátmérő (cm)	Between Groups	0,089	2	0,045	1,041	0,362
		Within Groups	1,803	42	0,043		
		Total	1,892	44			
	Növény magasság (cm)	Between Groups	537,733	2	268,867	6,107	0,005
		Within Groups	1849,067	42	44,025		
		Total	2386,800	44			
	SPAD	Between Groups	4,044	2	2,022	0,319	0,729
		Within Groups	266,267	42	6,340		
		Total	270,311	44			
	NDVI	Between Groups	0,001	2	0,001	0,467	0,630
		Within Groups	0,061	42	0,001		
		Total	0,062	44			
augusztus 30.	Zöld levélszám (db)	Between Groups	4,844	2	2,422	9,193	0,000
		Within Groups	11,067	42	0,263		
		Total	15,911	44			
	Szárátmérő (cm)	Between Groups	1,049	2	0,525	29,671	0,000
		Within Groups	0,743	42	0,018		
		Total	1,792	44			
	Növény magasság (cm)	Between Groups	3054,444	2	1527,222	68,238	0,000
		Within Groups	940,000	42	22,381		
		Total	3994,444	44			
	SPAD	Between Groups	270,400	2	135,200	7,073	0,002
		Within Groups	802,800	42	19,114		
		Total	1073,200	44			
	NDVI	Between Groups	0,006	2	0,003	6,960	0,002
		Within Groups	0,019	42	0,000		
		Total	0,025	44			

ANOVA

Időpontok			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Betakarítás előtt	Nedvesség (%)	Between Groups	3,547	2	1,773	1,475	0,301
		Within Groups	7,213	6	1,202		
		Total	10,760	8			
	Fehérje (DM) (%)	Between Groups	0,496	2	0,248	2,896	0,132
		Within Groups	0,513	6	0,086		
		Total	1,009	8			
	Keményítő (%)	Between Groups	1,642	2	0,821	0,619	0,570
		Within Groups	7,960	6	1,327		
		Total	9,602	8			
	Olaj (%)	Between Groups	0,062	2	0,031	4,000	0,079
		Within Groups	0,047	6	0,008		
		Total	0,109	8			
	HL súly kg/hL	Between Groups	0,402	2	0,201	0,540	0,608
		Within Groups	2,233	6	0,372		
		Total	2,636	8			
	Termésmennyiség g / 10 db	Between Groups	50129,556	2	25064,778	1,008	0,419
		Within Groups	149249,333	6	24874,889		
		Total	199378,889	8			
Betakarításkor	Nedvesség (%)	Between Groups	0,136	2	0,068	0,744	0,515
		Within Groups	0,547	6	0,091		
		Total	0,682	8			
	Fehérje (DM) (%)	Between Groups	0,109	2	0,054	0,331	0,730
		Within Groups	0,987	6	0,164		
		Total	1,096	8			
	Keményítő (%)	Between Groups	19,429	2	9,714	0,853	0,472
		Within Groups	68,353	6	11,392		
		Total	87,782	8			
	Olaj (%)	Between Groups	0,060	2	0,030	1,800	0,244
		Within Groups	0,100	6	0,017		
		Total	0,160	8			
	HL súly kg/hL	Between Groups	0,180	2	0,090	0,500	0,630
		Within Groups	1,080	6	0,180		
		Total	1,260	8			
	Termésmennyiség g / 10 db	Between Groups	46,222	2	23,111	0,013	0,987
		Within Groups	10280,667	6	1713,444		
		Total	10326,889	8			

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: BOZSOLIK DÁNIEL
A Hallgató Neptun kódja: AST107
A dolgozat címe: STARTER MŰTRAGYAK HATÁSA A KUKORICA FEJLŐDÉSÉRE ÉS TERMÉSÉRE
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMEGETÉSI - TUDOMÁNYOK
A konzulens tanszékének a neve: AGRONÓMIA

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2024 év ÁPRILIS hó 19 nap

B. B.

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Bozsolík Dániel (név) (hallgató Neptun azonosítója: ASFIQ7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre **javaslom** / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**

Kelt: Gödöllő, 2024.04.19.



belső konzulens