

# **SZAKDOLGOZAT**

**MICHELLER BLANKA**  
**mezőgazdasági mérnök**  
**alapképzési szak**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak**

**KÜLÖNBÖZŐ TÁPANYAGDÓZISOK HATÁSA A  
KUKORICA TERMÉSEREDMÉNYEIRE**

**Belső konzulens:** Dr. Mikó Péter Pál  
egyetemi docens

**Készítette:** **Micheller Blanka**  
CIU9GV  
nappali tagozat

**Intézet/Tanszék:** Növénytermesztési tudományok  
Intézet, Agronómia Tanszék

**Gödöllő  
2023**

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés és célkitűzések.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Szakirodalmi áttekintés.....</b>	<b>5</b>
2.1. A kukorica története és jelentősége.....	5
2.2. A műtrágya felhasználás.....	6
2.3. A kukorica tápanyagellátásának lehetőségei és kritikus kérdései.....	7
2.3.1. Tavaszi alaptrágyás tápanyagellátás.....	8
2.3.2. Vetéssel egy menetben történő tápanyagellátás.....	8
2.3.3. Injektálással történő tápanyagellátás.....	9
2.4. Makro- és mikroelemek jelentősége a kukorica tápanyagellátásban.....	10
2.4.1. A nitrogén jelentősége.....	11
2.4.2. A foszfor jelentősége.....	12
2.4.3. A kálium jelentősége.....	13
2.4.4. A kén jelentősége.....	14
2.4.5. A kalcium jelentősége.....	15
2.4.6. A magnézium jelentősége.....	15
2.4.7. A vas jelentősége.....	16
2.4.8. A réz jelentősége.....	16
2.4.9. A mangán jelentősége.....	17
2.4.10. A cink jelentősége.....	17
2.4.11. A molibdén jelentősége.....	17
2.4.12. A bór jelentősége.....	18
<b>3. Anyag és módszer.....</b>	<b>19</b>
3.1. A kísérlet célja.....	19
3.2. A vizsgálat menete.....	19
3.2.1. Tápanyag-ellátási kísérlet.....	20
3.3. A környezeti adottságok részletezése.....	21
3.3.1. A termőhely jellemzése.....	22
3.3.2. A vizsgálati háttér.....	22
3.4. A tápanyag ellátási kísérlet körülményei.....	23
3.5. Értékelési módszerek.....	25
<b>4. Eredmények és értékelésük.....</b>	<b>26</b>

<b>4.1. A kísérlet termésszint eredményei .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. A kísérlet minőségi eredményei.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1. A fehérjetartalom vizsgálata .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.2. A keményítőtartalom vizsgálata .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.3. A nedvességtartalom vizsgálata .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.4. Az olajtartalom vizsgálata .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. Ökonómiai értékelés.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.1. Starter trágyázás ökonómiai értékelése .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2. Alaptrágyázás ökonómiai értékelése .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.3. Injektálással történő tápanyag-utánpótlás ökonómiai értékelése.....</b>	<b>35</b>
<b>5. Következtetések és javaslatok.....</b>	<b>38</b>
<b>6. Összefoglalás.....</b>	<b>40</b>
<b>7. Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>41</b>
<b>8. Irodalomjegyzék.....</b>	<b>42</b>
<b>9. Mellékletek .....</b>	<b>46</b>
<b>10. Nyilatkozat.....</b>	<b>54</b>

## 1. Bevezetés és célkitűzések

A növénytermesztés szerves része a megfelelő tápanyagellátottság biztosítása, ez elengedhetetlen a termelés hatékonyságához. Fontos, hogy ezek pótlása rendszeres és ellenőrzött legyen, figyelembe véve a kultúrnövény igényeit, illetve a talaj adottságait. Ezzel tudunk hozzájárulni az okszerű termeléshez, megfelelő termésminőség illetve mennyiség ingadozásának csökkentéséhez, amely a fogyasztói igények kielégítésének az alapját képezi.

Az előbb említettekre ma már tényként tekintünk és alkalmazásuk egyértelmű a gazdálkodásunk során, de lényeges megemlíteni, hogy a szántóföldi növénytermesztés kezdeti időszakában más szemlélet alapján jártak el a gazdálkodók. Így a talajok tápanyagellátottságában bízva, az eredeti termékenységekre hagyatkoztak, mely egy idő után teljesen kizsákmányolta azt, ellehetetlenítve ezzel a további termelést. Ennek a problémának a megoldásaként alakult ki a vetésforgó, illetve a szerves és természetes ásványi trágyák használata. A XIX. században jelentek meg először a ma is ismert műtrágyák, melyeket a természetben előforduló nyersanyagokból állítottak elő kémiai módszerekkel. Ezek használata jobb termésátlagokat eredményezett, ugyanakkor túlzott használatuk több káros következményt vont maga után, mind gazdaságossági, mind környezetvédelmi szempontból. Ebből adódóan elterjedtek a különböző tápanyag-ellátási modellek, mely nagy fejlődést jelentett a nehézségek orvoslására. Ma már az ismeretében vagyunk annak, hogy a trágyázásra, mint kiegészítő eljárásra tudunk tekinteni, önmagában kevés a teljes probléma kiküszöbölésére, mert a kis hatóanyag-dózisok szintén növelhetik a környezeti terhelést, hiszen a jelenleg is elterjedt kijuttatási metódus homogén, táblaszintű adagolást tesz lehetővé. Ámbár a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően, már elérhető az úgynevezett termőhely-specifikus agrotechnika, mely a táblán belüli eltérésekhez képes igazodni, ezzel megoldást biztosítva az előbb említett problémára. Ennek a módszernek a gyakorlati alkalmazása még csak most kezd elterjedtté válni.

Kísérletem során azt vizsgáltam, hogy a különböző tápanyagszintek milyen mértékben befolyásolják a takarmánykukorica termésmennyiségét, illetve -minőségét. Céloom egy optimális dózis megállapítása, amelyet a betakarításkor vizsgált termés eredményei támasztanak majd alá.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. A kukoricatermesztés története és jelentősége

A kukorica jelentősége hazánkban megkérdőjelezhetetlen. Ez köszönhető a kultúrnövény sokoldalú kihasználhatóságának. A KSH adatai szerint az ország kukorica termőterülete több évtizede meghaladta az 1 millió hektárt (2022-ben még 1 054 566 ha). Ezzel ellentétben, 2023-ban, az aszály által létrejött termés kiesés eredményeként a vetésterület 20 %-kal csökkent a korábbi évekhez képest. Így az 800 ezer ha alatt maradt. Ami még így is az ország összes szántóterületének (4,2 millió ha) nagyjából 19%-át teszi ki (Hoffmann 2017, [http 2](#)).

Magyarországon a 16. század végén kezdődött el a kukorica termesztése és a 17. század elején indult fejlődésnek. 1951-1960 között az évtizedes országos átlag megháromszorozódott, 2,2 t/ha-ról 6 t/ha termésmennyiségre nőtt. Ezzel felzárkózva a kukoricatermesztés legfejlettebb országaihoz (Bocz et al. 1996).

Éghajlatigényét tekintve a melegigényesebb szántóföldi növényeink közé soroljuk. Termeszthetőségének legfontosabb tényezője a hőmérséklet. Legkedvezőbb területek számára, ahol július és augusztus között az átlaghőmérséklet nappal 21-26 C°, emellett éjjel 9 C° fölötti. Ezen kívül fontos, hogy a vegetációs periódusában több, mint 140 fagymentes nap álljon rendelkezésre. A csapadék szintén limitáló tényező lehet a megfelelő fejlődés esetében. 500 mm körüli mennyiség mellett már termesztető, de a legjobb terméseredmény (optimális hőmérséklet mellett) ott figyelhető meg, ahol 650-700 mm-t is eléri, melynek eloszlását tekintve 120-150 mm esik le a címerhányás idején hozzávetőlegesen 50 nap leforgása alatt, hiszen ekkor a legnagyobb a vízigénye. A kezdeti fejlődéshez szükséges hőmérséklet a vetés mélységében 10 C°, emellett kedvezően járul hozzá a csírázáshoz, ha arányos csapadékeloszlás mellett meleg napok állnak rendelkezésre. A hőellátásra érés kor szintén érzékenyé válik, ezért az ország déli részén a hosszabb tenyészidejű fajták terjedtek el, hiszen a meleg, szeles, száraz napok növelik a száradás intenzitását. Ezzel szemben a nyugati és északi régiókban a rövid tenyészidejű kukorica termesztése jelent kevesebb kockázatot (Máté 2010).

A kukoricatermesztésre hazánk jobb termőterületei adnak teret, hiszen mind a talaj minőségére, mind a kultúrállapotára igényes növényről beszélünk. Elsősorban a mélyrétegű, humuszban gazdag, jó vízgazdálkodású, könnyen felmelegedő csernozjom talajokon, valamint barna erdőtalajon és közép-kötött vályogtalajon érhető el kiemelkedő termésbiztonság. Más talajtípusok is nyújthatnak megfelelő termést, mint például a kötött réti talajok, a réti öntés talajok, továbbá a vízrendezett réti és lápos réti talajok. Ellenben egyáltalán nem alkalmasak

kukorica termesztésre a gyenge homoktalajok. A minőségen túl fontos alappillér a termőterület fizikai tulajdonsága, mely közül kiemelkedik a póruster. Kukorica esetében akkor optimális a szilárd, légnemű, és a vizes fázis, ha 50-25-25 %-os arány van jelen a talajban. A megfelelő fejlődéshez 5,5-8,0 pH közötti termőterületek szükségesek, 4,0 pH érték alatt ritkán marad életben (Bocz et al. 1996, Máté 2010).

## **2.2. A műtrágya felhasználás**

A műtrágyázás kérdése nagyban függ a talaj tápanyag-szolgáltató képességétől, mely nem mindig elegendő a növények megfelelő táplálásához. A termesztés során a talajtermékenységet is csökkentjük, ugyanis a kultúrnövény betakarításával a területről felvett makro- és mikroelemek nagy részét is eltávolítjuk, ezáltal kimerítve a termőterület tápanyagkészletét. Ezek utánpótlásával tehát közvetlenül hozzájárulunk a növényeink tápanyagellátásához, valamint közvetve növeljük talajaink termékenységet. A kiegészítés történhet szerves trágyával illetve műtrágyával. Ez utóbbiról abban az esetben beszélhetünk, ha a természetben előforduló nyersanyagokból állítják elő kémiai szintézissel vagy átalakítással (Birkás 2001, Sipos 2021).

A műtrágya felhasználás Magyarországon az utóbbi 20 év adatai alapján növekvő tendenciát mutat. Ennek alátámasztására szolgálnak a KSH statisztikai adatai, (<http> 3) mely alapján 2011-ben az összesen értékesített műtrágya 413 000 tonna volt (hatóanyagban), míg 2021-ben ez az eredmény 685 000 tonnát jelentett. A 10 év alatt 272 000 tonnával növekedett a felhasznált szerves trágya értéke, mely 65,85 %-os emelkedést jelentett. A statisztika alapján is egyértelművé válik, hogy a N hatóanyag alkalmazása messzemenően túlhaladja a P és K makroelemek összegét. 2011-ben az összes felhasznált műtrágya 73,12 %-a N (302 000 t), 12,34 % P (51 000 t), valamint 14,53 % K (60 000 t) arányból tevődött össze. Ezek eloszlása a 2021-es adatokat tekintve a következőképpen alakult: 66,57 % N (456 000 t), 16,93 % P (116 000 t), illetve 16,49 % K (113 000 t). Az így kapott értékekből azt figyelhetjük meg, hogy a három fő makroelem százalékos eloszlása nem mutatott számottevő változást a 10 év leforgása alatt. A folyamatos növekvő tendenciát azonban cáfolhatja, miszerint az Agrárközgazdasági Intézet adatai alapján a 2023-as év első felében természetes súlyban vizsgálva 561 000 tonna műtrágyát értékesítettek a mezőgazdasági termelők részére, mely így 30 %-kal kevesebb nettó árbevételt jelentett a 2022-es év első 6 hónapjához képest, melyhez a 11,4 %-kal alacsonyabb műtrágyaárak is hozzájárultak. A 2023-as év 1. felében a hatóanyagban feljegyzett mennyiség 175 000 t összesen, míg a 2022-es év első 6 hónapjában ez 259 000

tonnát jelentett a N, a P és a K makroelemeket beleértve, a különbség számottevőnek mondható, 84 000 tonnával kevesebb, így 67,56 %-os csökkenés figyelhető meg (Csoltai 2023).

### 2.3. A kukorica tápanyagellátásának lehetőségei és kritikus lépései

A tápanyagellátás fontos tényezője, hogy a talajok termékenységét hosszú távon képesek legyünk megőrizni, ami azon alapszik, hogy évente annyi tápanyagot juttatunk vissza a területre, amennyit onnan kivonunk. A termékenység illetve a szervesanyagtartalom is talajtípustól függően változik, ez utóbbi a homoktalajok esetén 1-2%, egy jó minőségű csernozjom talajé 2-3%, míg a réti talajon a 4-5 %-os értéket is elérheti. Emellett meg kell említenünk a tápanyagszolgáltató képességet, mely a tápanyagtartalomtól függetlenül változhat (Sárvári & Boros 2014).

Különbséget tudunk tenni tápanyagigény és trágyaigény között. A teljes termés kialakulásához szükséges mennyiséget fedezi a kultúrnövény tápanyagigénye. Ha ebből kivonjuk a talajok felvehető tápanyagtartalmát akkor megkapjuk a trágyaigényt. Tápanyag-utánpótlás során a legfontosabb, hogy ismeretében legyünk a talaj felvehető AL oldható NPK tápanyag mennyiségével (mg/kg) és a növény NPK igényével, majd ennek a két komponensnek az összehangolásával szakszerűen alkalmazzuk a különböző szerves- illetve műtrágyákat (Sárvári & Boros 2014).

A kukorica a többi szántóföldi növényhez hasonlóan döntően a gyökérzetén keresztül veszi fel a tápanyagokat, ezért elsősorban talajtrágyázást alkalmazunk, de nem elhanyagolható a lombtrágyázás megemlítése, melyet kiegészítő eljárásként tartunk számon. Jótékony hatását kutatások támasztják alá, miszerint nem csak a tápelemhiányok gyors megszüntetésére jelent megoldást, növeli a hozamot, termésminőséget valamint nagyobb ellenállást biztosít a károsítókkal szemben is (http 4).

Ahhoz, hogy a különböző tápelemek hozzáférhetőek legyenek, szervesen vegyületek formájában kell rendelkezésre állniuk a növény számára. Ennek értelmében az ásványi elemeket, mint például a nitrogént, ammónium, valamint nitrát ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) ion formájában képes felvenni, a foszfor leginkább ortofoszfát ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  és  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), valamint a fémek ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  stb.) ionos formában válnak hasznosíthatóvá a kultúrnövény számára. A kukorica esetében az ásványi anyagok felvételében kulcsfontosságú szerepe van a gyökérrendszernek. A gyökér tulajdonságai hibrid és kortól függően változhatnak, kifejezetten az adszorpciós kapacitását tekintve figyelhetjük meg ezeket az eltéréseket. A fiatal növény képes a legaktívabb



ionfelvételre. Az ásványi ionok felvételére a levelek is képesek, de ennek sikerét több tényező befolyásolja, mint például a levél kora, mérete, valamint állása (Balláné 2019).

A kijuttatás idejét tekintve beszélhetünk őszi alap-, tavaszi alap-, és kiegészítő illetve a korábban említett levéltrágyázásról. Az őszi tápanyagutánpótlás a kukorica mélyre hatoló gyökérzetének köszönhetően bedolgozható az alapműveléssel, amennyiben az nem mélyszántás. A tavaszi alap-, az injektálással történő kiegészítő-, valamint a vetéssel egy menetben való trágyázásnak tulajdonítottunk szerepet a kísérlet során (Hoffmann 2018).

### **2.3.1. Tavaszi alaptrágyás tápanyagellátás**

Alaptrágyázás során a trágya talajba való bedolgozásáról beszélünk a vegetációs időszakon kívül. Így értelem szerűen tavaszi alaptrágyázás kizárólag a tavaszi-vetésű kultúrákban érvényesülhet. Erre azért van szükség, hogy a növény gyökérzónájába nagyobb mennyiségben, hosszabb ideig ható tápanyagok kerüljenek, melyek kijuttatása és beforgatása már vetés előtt megtörténik. Ezzel hozzájárulunk ahhoz, hogy a talajban pótlásra kerüljön a haszonnövényünk eredményes fejlődéséhez szükséges tápanyagtartalom (http 5).

Az őszi alaptrágyázás nem minden esetben valósítható meg, emellett a nitrogéntrágyázás ebben az időszakban nem engedélyezett, és nem is lenne ésszerű gyors és könnyű oldódása miatt (http 6). Tavasszal kiemelten fontos, hogy minél korábban a területre juttassuk a komplex NPK műtrágyát, hiszen a káliumnak és a foszfornak, a nitrogénnel ellentétben, hosszabb időre van szüksége a feltáródáshoz. Ahhoz, hogy mielőbb felvehetővé váljon az imént említett két hatóanyag, kellően vízzoldékony trágyát szükséges kijuttatnunk, mikor még a talaj nedvességtartalma is megfelelő (Gyuris 2017). Nitrogén alaptrágya kijuttatása esetén, még a magágykészítés előtt érdemes a talajba dolgozni (http 6).

### **2.3.2. Vetéssel egy menetben való tápanyagellátás**

A vetéssel egy menetben való tápanyagellátás elsődleges célja, hogy a tápelemek közvetlenül csírázó mag mellé juttatása következtében egyenletes, gyors kelést és erőteljes fejlődést biztosítsunk a növényállomány számára (Tóth 2021). Kiemelendő, hogy a starter műtrágyázást kiegészítő tápanyagutánpótlási formaként tartjuk számon, nem elegendő a növény teljes tápanyagigényének kielégítésére (Térmege 2014).

Elsősorban foszforműtrágya alkalmazását hálálja meg haszonnövényünk, különösen azért, mert az említett hatóanyag felel a megfelelő gyökérnövekedésért. Ennek hiányában az aszálytünetek gyorsabban jelentkeznek (Térmege 2014). A foszfor esetében fontos megjegyezni, hogy minél közelebb kerül a növény gyökérzónájához, annál könnyebben hasznosul. Ennek

oka, hogy alig mozog a talajban, hiszen gyorsan megkötődik a talajkolloidok felületén, illetve oldhatatlan csapadékot képez a különböző kationokkal, melynek során a növény számára felvehetetlen lesz. Ezen megfigyelések vezették rá a gazdákat a starter műtrágyázás alkalmazására (Czinege 2015).

Egyes szakértők szerint az indító műtrágya használatának mellőzése visszafordíthatatlan csökkenést jelent a termésmennyiségben ([http 7](http://7)). Egy amerikai kutató, Larry Murphy szavai is alátámasztják ezt az állítást, valamint külön felhívja a figyelmet arra, hogy a talajhőmérséklet fontos tényező a starter trágyázás során, hiszen alacsonyabb hőmérsékleten a tápelemek felszívódása illetve diffúziója a gyökerekhez lassabban megy végbe (Murphy 1983). Erre különösen szembetűnő példa a foszforhiánynál jelentkező antociános elszíneződés, még abban az esetben is, ha startertrágyaként juttattunk ki az említett hatóanyagból. Ennek oka, hogy a növényi foszforfelvétel alacsony hőmérsékleten nem tud végbemenni (Péntek 2014).

A starter trágyázáshoz szintén fontos a megfelelő vízoldékonyságú, és jó fizikai tulajdonságokkal rendelkező műtrágyák használata. Ez az eljárás magas foszfortartalmú készítménnyel történik, mely mikroelemeket (elsősorban bór, cink) is tartalmaz. Rendelkezésre állnak granulált illetve mikrogranulált formában is. Ez utóbbi oldékonysága kisebb szemcseméretéből adódóan jobb, viszont a gyökéreképződés idejére a hagyományos készítmények is megfelelően oldódhatnak, nem beszélve a sokkal kedvezőbb költségeiről (Térmege 2014).

### **2.3.3. Injektálással történő tápanyagellátás**

Az injektálással történő tápanyagkijuttatás a folyékony műtrágya alkalmazásával történik, mely korábban a rendszerváltás előtt élte fénykorát, azzal a különbséggel, hogy akkor csak felszíni, vagy talajműveléssel egy menetben valósult meg (Farkas 2019). Ezzel szemben, Kováts A. és Antal J. már 1996-ban említést tettek arra, hogy a tápanyagok talajba történő injektálása egy alkalmazott módszer, amennyiben ezt a talaj kötöttsége illetve a talajvíz mélysége megengedi (Kováts et al. 1996). Ennek során hatalmas előnnyel jár, hogy a tápanyag közvetlenül a gyökerekhez kerül. Emellett fontos megjegyezni, hogy a hasznosulása a hagyományos technológiával kijuttatott szilárd műtrágyával (50-60%-os feltáródás) szemben sokkal jobb, így a folyékony trágya mennyisége 30-50%-kal csökkenthető. Ezzel növelve a hatékonyságot, hiszen a feltáródás magasabb arányban megy végbe, még a leredukált adag alkalmazása során is, mint a megszokott módszernél. A kevesebb kemikália használatával

hozzájárulunk a fenntarthatóbb mezőgazdasághoz, valamint a költségek csökkenését sem hagyhatjuk figyelmen kívül (Farkas 2019).

A folyékony műtrágya injektálása több módon is lehetséges. Egyik ilyen módszer ha olyan sorközművelőt alkalmazunk, mely folyékonyműtrágya-adagolóval van felszerelve, a kultivátor szárnyas kapái végzik a lazítást, ezzel egyidőben a gyökerekhez juttatják a trágyát. Ezen kívül ismert módszer a tápkultivátorral felszerelt önjáró permetező. Ebben az esetben a szárnyas kapák a kerethez rugós biztosítású rudazattal kapcsolódnak, ezeket pedig kopírozókerekek vezetik (Farkas 2019).

#### **2.4. Makro- és mikroelemek jelentősége a kukorica tápanyagellátásban**

A mikro- és makroelemek pótlása létfontosságú kérdés a növénytermesztésben. Ennek több oka van, mint például az egyre népszerűbb nagy hozamú hibridek alkalmazása, melyek megnövekedett hozama miatt csökkenhet a termőtömeg tápanyagtartalma; a gabona minőségének növekedése, illetve ide sorolható még a növények fokozott ellenállása a káros tényezőkkel, valamint a betegségekkel szemben (Enakiev et al. 2018).

A makro-, és mikroelemek megállapítása a szárazanyag összetételének függvényében történik. Ezen belül megkülönböztetjük a szervesanyagtartalmat és a szervesetlen, úgynevezett hamualkotórészeket. A szárazanyag 90%-át teszik ki a szerves (C, H, O és egyéb) elemek, míg a maradék 10% a szervesetlen vegyületek. A hamualkotórészekben belül találhatóak a növény számára nélkülözhetetlen tápelemek, nélkülözhető (ballaszt) és toxikus komponensek. A hamuban nagyobb mennyiségben vannak jelen a makroelemek, mint a P, K, Ca, Mg, Na, Si, Cl, S, kisebb mennyiségben pedig a mikroelemek. Utóbbiak közül a legfontosabbak: Fe, Cu, Zn, Mo, B, Fe (Loch & Kiss, 2014).

Az agrokémia tekintetében nem elhanyagolható a Liebig féle minimumtörvény megemlítése. Justus von Liebig német vegyész alkotta meg a törvényt 1840-ben, mely annak okán jöhetett létre, hogy vizsgálataiból rájött, mely elemek vesznek részt a növényi táplálkozásban és, hogy ezen tápelemeknek egymáshoz viszonyított aránya nagy jelentőséggel bír a fejlődés során. Hiszen azt mondja ki: „...minden tápelemnek optimális mértékben kell a növény rendelkezésére állnia ahhoz, hogy a növény szintén optimálisan fejlődjön. Hiába jut hozzá a növény az összes tápelemhez, ha a foszfor nem elegendő a talajban, akkor a növény sárgulni fog, és végül elpusztul.” (Sipos 2021).

Viszonylag kevés vizsgálat szól a makro- és mikroelemek közötti biológiai kölcsönhatás molekuláris alapjáról. A nitrogén, foszfor és kén az egymásra ható utakon kívül befolyásolják a mikrotápanyag útvonalakat is. Az ezekből származó adatok hasznosak bizonyulnának a

nemesítők számára a tápanyagfelhasználás hatékonyságának és a haszonnövények hozamának, illetve minőségének javítása érdekében. Ezek az információk elengedhetetlenek lennének a fenntartható mezőgazdaság szempontjából, szerte a világon, különösképp a változó éghajlati viszonyok között (Kumar et al. 2021). Egy 1971-ben publikált amerikai kísérlet, a következőket bizonyította: amennyiben megnövekedett volt a kukorica palánta P-szintje, a hajtásnövekedést csak a magas Zn növelte, de a többi tápanyag hiánya csökkentette. Ezen kívül azt figyelték meg, hogy a Ca antagonizálta a P, a Zn és a Fe koncentrációját, míg a Mg ezen elemek közül egyedül a vasét nem. A leghatározottabb kölcsönhatás magas foszfor szint esetén a Fe és Zn között volt. A két elem ugyanis kölcsönösen jobban antagonizálták a transzlokációt, mint az abszorpciót (Adriano et al. 1971).

Ásványi elemek közül a nitrogén jelenléte a legfontosabb a kukorica számára. Emellett jelentős a káliumigénye, míg foszforigénye mérsékelt. Ca- és Mg-szükséglete sem elhanyagolható. Mikroelemek közül a Cu és a Zn hiányára különösen érzékeny (Pepó & Sárvári 2011).

#### **2.4.1. A nitrogén jelentősége**

A kukorica termésmennyiségét legnagyobb mértékben növelő tápelem a nitrogén, emellett ha optimális adagban áll rendelkezésre a növény számára, a minőséget is javítja. Ezen tényezők mellett számos veszélyt rejt. Ilyen például a szükségesnél nagyobb mennyiségű N-ellátás miatt bekövetkező termésdepresszió, mely káros nitrátfelhalmozódást okoz, ezáltal rontva a minőséget. Emellett a felhalmozódó NO<sub>3</sub>-N kimosódik a talajból, ami így a talajvizek és felszíni vizek szennyezését okozza (Loch & Kiss 2014). A szükségesnél több nitrogén használata emellett termésnövekedést, a növények megdőlését és betegségekkel szembeni fogékonyságát okozza. Nem beszélve a felesleges költségeiről, mellyel a termelést terheli.

A tenyészidőszak folyamán eltérő dinamikájú nitrogénfelvétel jellemzi a kukoricát. Legkisebb mennyiségben csírázáskor, 6-7 leveles korától intenzívebben, majd a virágzás időszakában a legnagyobb mértékben veszi fel a talajból. Emellett jelentős a nitrogénbeépülés a szentelítődés idején (Kakuszi-Sz. 2023). A kukorica esetében nagy nitrogénigényről beszélhetünk, ami azt jelenti, hogy átlagosan 20-28 kg hatóanyagra van szüksége 1 tonna terméshez. A tápelem-utánpótlását célszerű megosztani, 60-70%-át tavasszal alaptrágyaként, valamint a fennmaradó 30-40%-ot starter és fejtrágyaként a tenyészidőszak folyamán több menetben (http 15). A megosztott kijuttatás a tudatos és gazdaságos nitrogéntrágyázás megvalósulását jelenti. Ebben az esetben a gazda figyelembe veszi a nitrogén-körforgalmat és

a növények fejlődéséhez, illetve a talajok természetes nitrogénszolgáltató képességéhez igazodik (Juhos 2022).

A nitrogén hiányának vizuális tünetei a legmeghatározóbbak a többi tápelemhiány jelei közül. Világoszöldről sárgára haladó klorózis jellemzi (Hauck 1984), először az idősebb leveleken, általában a csúcsoktól kezdődően. A nitrogénhiánnyal csökken a magvak és a vegetatív részek fehérjetartalma, emellett egyes növények korai érését okozza, aminek következménye a termés és a minőség csökkenése (Uchida 2000).

A nitrogén minden élő szervezet számára nélkülözhetetlen tápelem, mindemellett a leginkább korlátozó tényező az ökoszisztémákban és a növénytermesztésben. Az élelmiszertermelés nitrogénszükséglete évről évre növekvő tendenciát mutat, miközben a mezőgazdaság által alkalmazott szintetikus műtrágyák túlzott felhasználása a talajok egészségét és a gazdálkodás fenntarthatóságát is veszélyezteti (Soumare et al. 2020). Többek között talajsavanyító hatása és a nitrát ion kimosódásának esélye miatt (http 15). A probléma megoldásának lehetősége lehet a biológiai nitrogénkötés (BNF). Hiszen a Földön előforduló rögzített N több, mint 60%-a ebből származik, így a mezőgazdaságban való optimalizálása elősegíthetné a szintetikus műtrágyahasználat csökkentését. Ehhez viszont alapos ismeretre lenne szükség a rögzítési mechanizmusok, illetve a nitrogénmegkötő mikroorganizmusok biotrágyaként történő kiválasztása terén. A biológiai nitrogénmegkötés folyamatának kellő ismerete lehetővé tenné a képesség átvitelét nem nitrogénmegkötő mikroorganizmusokra és nem hüvelyes növényekre is egyaránt (Soumare et al. 2020).

#### **2.4.2. A foszfor jelentősége**

A foszfor nélkülözhetetlen tápelem az élő szervezetek anyagcsere-folyamataiban, hiszen fontos építőeleme a nukleinsavaknak, és a sejtmembránokat alkotó foszfolipideknek. Emellett a sejtek energiaraktározó, energiaszállító folyamataiban a legfontosabb elem. Szerepet játszik a növények fotoszintézisében, a termésképzésben és a gyökérképződésben is (http 17).

A kukorica közepes foszforigényű növény, talajtípus és a talaj tápanyagellátottsága függvényében 11-22 kg/t közé tehető a szükséges P mennyisége. Őszi vagy tavaszi alaptrágyaként ki lehet juttatni a területre, akár a teljes adagot. Hiszen csak úgy, mint a kálium, nehezen mozog a talajban és lassan mobilizálódik. Amennyiben startertrágyaként alkalmazzuk, ügyelni kell arra, hogy könnyen felvehető foszfor kerüljön a mag mellé (http 16).

A talaj foszfortartalma gyakran nagyobb, mint ami a növények növekedéséhez szükséges. A probléma az, hogy csak a készlet töredékét képes a kultúrnövény hasznosítani.

Ennek oka, hogy a tápelem nagy része vízoldhatatlan formában fordul elő a talajban (Bindraban et al. 2020, [http 17](#)).

Foszforhiány következtében antociános elszíneződés jelenik meg, elsőként a kukorica alsó levélcsúcsain, majd a levélszélek mentén, míg az egész levél lilává válik. Gyakran a hűvös, nedves időjárás utáni meleg, napos körülmények által lesz szemmel látható, hiszen ekkor a növény gyorsabban fejlődik és a gyökerei nem tudnak lépést tartani vele. Ez a lilás szín eltűnik mikor a növények elérik 60-90 cm magasságot. A foszforhiány a nem megfelelő gyökérfejlődés, az érés késleltetése és az energiaátadás mérséklése következtében csökkentheti a terméshozamot. A talaj 5,5 alatti pH értéke akár 30%-ot meghaladóan ronthatja a foszfor hasznosulását, illetve a savas környezet a gyökérnövekedést is lassítja, azaz a növény képességei is korlátozva vannak a tápelem felvételéhez (Ordódy 2023).

Egy Franciaországban beállított kísérleti munka során a foszfor levélfejlődésre gyakorolt hatását vizsgálták. A vizsgálat 1977-től 1995-ig zajlott, homokos talajon, különböző mértékű P-műtrágyázás alkalmazásával. A kontroll terület levélfelületi-index (LAI) szignifikánsan csökkent, csak úgy, mint a levéltágulás, illetve késett a levelek megjelenése a 4. és 9. hét között. Így a biomassa tömege is jelentősen visszaesett a foszforral kezelt parcellákhoz képest, ami a csökkent levélfelületi index következménye, hiszen az így elnyelt fotoszintetikusan aktív sugárzás mértéke is kevesebb volt, mely fontos szerepet játszik a zöldség növelésében. A végleges levélszámot és azok öregedését nem befolyásolta a P műtrágya hatása (Plénet et al. 2000a, 2000b).

### **2.4.3. A kálium jelentősége**

A kálium növényre gyakorolt hatásai elhanyagolhatatlanok, különösen a nyári aszályt figyelembe véve. A megfelelő K-koncentráció nélkülözhetetlen a növényi sejtek ozmotikus nyomásának fenntartásához, emellett elsődleges szerepet tölt be a sztómák nyitódásának és záródásának szabályozásában. A nem megfelelő kálium ellátottság a légcserenyílások működésében zavart okoz, ezért a párologtatás során fellépő vízveszteség kétségtelenül megnövekedik. Tehát ezen makroelem jelenléte javítja a növények vízfelhasználásának hatékonyságát, azaz egységnyi szárazanyag felépítéséhez kevesebb vízre lesz szüksége, melynek jelentősége a kukorica esetében különösen fontos, hiszen a vegetációs időszakának jelentős része a nyári hónapokra esik ([http 10](#)). Mindezek mellett a kálium jótékony hatású a fotoszintézisre, fokozza a rezisztenciát a kórokozók ellen és növeli a növény hideggel szembeni tűrőképességét. Fontos továbbá, hogy javítja a szárszilárdságot és a kukoricacsövek kialakulását is elősegíti ([http 11](#)). Egyaránt hozzájárul a termés mennyiségi és minőségi

mutatóihoz, hiszen az említett tulajdonságain kívül a fehérje- és szénhidrátszintézis fokozója is (http 12).

A kukorica káliumigénye kimagasló, a nitrogén után a 2. helyen áll. Ez azt jelenti, hogy a növénynek 18-26 kg K-hatóanyagra van szüksége tonnánként, amennyiben közepes szintű talajellátottságot feltételezünk (http 13). A kálium teljes mennyisége kijuttatható alaptrágyázás során, legyen az őszi vagy tavaszi. Ennek oka, hogy a foszforhoz hasonlóan nehezen mozog a talajban és lassan mobilizálódik (http 16). Említésre méltó adat, hogy a kukoricaszár talajba való visszaforgatásával 6-8 kg-mal csökkenthető a káliumtrágya mennyisége tonnánként (http 14).

A kálium hiányának tünetei elsősorban az idősebb leveleken mutatkozik, sárgulás látszódik a levelek szélén. Ezen ismertetőjel láttára elszáradásra is gyanakodhatunk, nem véletlen, az előző bekezdésben ismertetett hatásai alapján (Zsom & Lawson 2020).

Egy Indonéziai kísérlet során kálium és nitrogén műtrágyák hatását vizsgálták. A vizsgálat száraz, gyenge minőségű talajon ment végbe, így kizárólag a trágya hatására tudtak hagyatkozni, bízva abban, hogy megtalálják az ideális tápanyag utánpótlási módszert a kukorica termelékenységének növelése érdekében az adott területen. 6 kísérleti teret alakítottak ki: egy kontrollt, egy 50 kg/ha, egy 100kg/ha, valamint egy 150 kg/ha kálisó műtrágyával kezelt parcellát, ezen kívül egy 150 kg/ha, és egy 200 kg/ha karbamiddal ellátott területen zajlott az elemzés. A kísérlet azt eredményezte, hogy a 100 kg/ha-os KCl-dal ellátott parcella mutatta szignifikánsan a legjobb választ a kukorica nedves és száraz szentömeg, a csutka, illetve a kukoricahéj nélküli szemtömeg átlagos paramétereit alapján (Rochman et al. 2023).

#### **2.4.4. A kén jelentősége**

Egyes szakirodalmi források szerint a kén a nitrogén, a foszfor valamint a kálium után a 4. legfontosabb növényi tápanyag. Jótékony hatással van a klorofill, valamint a fehérjék képződésére, valamint az olajszintézisben és a fehérje-bioszintézisben is. Jelentős szerepet játszik a kukorica növekedési paramétereiben, a termés hozamában és javítja a termés minőségét. Befolyásolja az elsődleges tápanyagok felvételét, azaz a kijuttatott műtrágya hatékonyságát támogatja.

Hiányának vizuális tünetei a fiatal levelek sárgulása révén, úgynevezett interveinális klorózis formájában jelenik meg a növényeken. Kénhiány esetén csökken a fehérjék biológiai értéke, valamint nem érhető el a teljes terméspotenciál (Ariraman et al. 2020). A szóban forgó tápelem hiánytüneteire csak az 1980-as évek végén, az 1990-es évek elején figyeltek fel, először a keresztesvirágú növények esetén. A viszonylag későn mutatkozó jelek több magyarázattal

alátámaszthatóak. Például, hogy a széntüzelés háttérbeszorulása révén visszaesett a levegő kén-dioxid tartalma, így az a kén mennyiség is, mely a csapadék során a talajba került. Emellett nem elhanyagolható az a tény sem, hogy a műtrágyázási szokások kénszegények, illetve kénmentesek voltak, valamint, hogy az utóbbi évtizedekben a nagy kényigénnyel rendelkező keresztesvirágúak termesztése egyre nagyobb jelentőséggel bír (Terbe 2021).

#### **2.4.5. A kalcium jelentősége**

A kalcium nélkülözhetetlen elem a növények számára. Másodlagos hírvivő szerepet tölt be a sejtekben, és befolyással van az akvaporinokra a membránszerkezeteken, amivel segíti a növényeket a környezeti stresszhatásokkal szemben, így az aszály okozta nehézségek ellen is jótékony hatással bír, ami kiemelten fontos napjainkat tekintve (Fan 2019). Ezen kívül részt vesz a gyökérfejlődésben, bizonyos enzimrendszerek szabályozásában és a növényi szövetek tápanyag-egyensúlyának biztosításában.

A kalciumhiány ritkán érinti hazánk kukoricaállományát, ha mégis előfordul, tünetei a fiatal leveleken láthatóak először, melynek levélcsúcsán világosbarna vagy fehér foltok, esetleg csíkos elváltozások jelennek meg és gyakran visszakunorodnak.

A kalcium szerepe a talajban kiemelkedően fontos, hiszen a kémiai egyensúly fenntartásában jelentős szerepet tölt be a szalinitás csökkentése és a vízháztartás javítása révén. A  $\text{Ca}^{2+}$  kation a talajrészecskék negatív töltésű felületeinek nagyjából 70%-át teszi ki, ennek során hét másik tápelem (Mn, K, Fe, P, B, Zn, Mg) felvételét segíti a növény számára, amivel hozzájárul annak növekedéséhez. Mész ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) kijuttatása előtt azonban célszerű talajvizsgálatot végezni, hiszen ha magnézium hiány van jelen a talajban, akkor az még súlyosabbá válhat. A megfelelő talaj pH a kalcium, magnézium, kálium és nátrium egyensúlyának eredménye (Pónya 2018).

#### **2.4.6. A magnézium jelentősége**

A magnézium nélkülözhetetlen tápelem a növények megfelelő fejlődéséhez. Ennek egyik oka, hogy a klorofill elsődleges összetevőjeként tartjuk számon. A foszforilációs folyamatokat aktiváló enzimekben kofaktorként működik, ezért nagy jelentősége van a fotoszintézis, a légzés, a glikolízis, a szénhidrát-, a zsír- és a fehérjeszintézis biokémiai folyamataiban. A növények  $\text{Mg}^{2+}$  formájában veszik fel a talajoldatból. Fokozza a szárazságtűrést, mivel hozzájárul a növények toleranciamechanizmusának javításához. Növelheti a terméshozamot, és a növekedést egyaránt (Kiran 2021).

A magnézium hiánya a talajban gyakran a kalciummal és káliummal való versengésének



köszönhető, mely a talaj tápanyag-egyensúly felborulásának következménye (El-Dissoky et al. 2017). Emellett az intenzív talajhasználat, a talajok savanyodása és a kilúgozódása is fokozza csökkenését. Következésképpen, hogy a növény növekedése késik, a termésmennyiség csökken és romlik a termésminőség (http 12).

#### **2.4.7. A vas jelentősége**

A vas rendkívül fontos mikrotápanyag, minden élő szervezet számára. A növényi vastartalom 90%-a a kloroplasztiszokban található (Solti 2020). Ezen kívül enzimek alkotóeleme, mint például citokrómok, peroxidázok, katalázok. Ezek elengedhetetlenek a növényi légzés, az energia anyagcsere, a fotoszintézis és a fehérjeképzés folyamataihoz. A növények  $Fe^{2+}$  és  $Fe^{3+}$  ionok vagy kelátok formájában képesek felvenni a talajból. A réz és a cink gátolhatják a vasfelvételt, amennyiben kiszorítják a kelátkomplexből (Birkás et al. 2001).

A fotoszintézis folyamatai a kloroplasztiszokban mennek végbe, a rendszer felépítéséhez pedig jelentős vasra van szükség, ezért hiányában a levelek zöldülése elmarad, hiszen nem szintetizálódik elég klorofill-molekula. Ezért vizuális hiánytünetei az úgynevezett klorózis tünet-együttes, melyek először a fiatal leveleken jelentkeznek (Solti 2020).

#### **2.4.8. A réz jelentősége**

A réz olyan esszenciális mikroelem, mely kis mennyiségben nélkülözhetetlen az élőlények számára, nagyobb mennyiségben viszont minden biológiai szerkezetet mérgezik. Az egyik legrégebb óta ismert kontakt gombaölőszer, mely ellen a mai napig nem ismert rezisztencia.

A talajok természetes úton vannak ellátva rézzel, az alapkőzet mállása révén. Hazánk talajainak művelt rétegében minimális, de általában elegendő mennyiségű réz található, mellyel fedezi a növények szükségletét. Jól kötődik szerves anyagokhoz, ezért kontakt gombaölőként való alkalmazása során a talaj felső rétegében felhalmozódik, mozgékonyága csekély (Szabó 2017). A növények a talajból  $Cu^{2+}$ -ion vagy kelát formában képesek felvenni és hasznosítani.

A réznek számos élettani hatása van a növényi szervezetben. Hozzájárul a nitrogénfelvételhez, szerepe van a redoxi folyamatokban, enzimalkotó és enzimek aktivátora, melyek részt vesznek a szénhidrát-, zsír-, fehérjeszintézisben, a fotoszintetikus elektrotranszportban és a transzpirációs anyagcserében.

Hiányában csökken a növény szárazságtűrő képessége, valamint a betegségekkel szembeni ellenálló képessége (http 18). Kukorica esetében ritkán találkozunk rézhiánnyal, elsősorban a kalászos növények az érintettek (Zsom, Lawson, 2020). Vizuális tünetei az egyre erőteljesebb klorotikus elváltozások megjelenése a leveleken, majd azok nekrozisa, végül a hajtácsúcs

elpusztulása (Nelson 1971).

#### **2.4.9. A mangán jelentősége**

A mangán fontos szerepet játszik a kukorica nitrogén anyagcseréjének megfelelő működésében (Gong et al. 2011). Emellett enzimaktivátorként részt vesz az élettani folyamatokban. A növények  $Mn^{2+}$  formában képesek felvenni, melyet semleges körülmények között a mikroorganizmusok  $Mn^{4+}$ -á oxidálhatják, mely így hasznosíthatatlanná válik számukra (Birkás et al. 2001).

A mangánhiány korlátozza a nitrácion felvételét és a nitrogén-anyagcseréhez szükséges enzimek aktivitását. Ezáltal csökkenti a klorofill és a fehérje szintézisét (Gong et al. 2011). Kísérlet során bizonyították, hogy a mangánhiány késleltette a portokfejlődést és rossz címerképződést eredményezett, mely során a pollenszemek mennyisége és minősége is romlott (Sharma et al. 1991).

#### **2.4.10. A cink jelentősége**

A cink a növényekben enzimaktivátor szerepet tölt be, így szerepe a fehérjeszintézisben létfontosságú. Mangánnal való kölcsönhatása révén serkenti az auxintermelést. A talajban a rézhez hasonlóan csekély formában fordul elő és mozgékonyága sem jellemző (Birkás et al. 2001).

A kukorica különösen érzékeny a megfelelő cinkellátásra. Nem megfelelő ellátottság esetén jelentős termés kiesést eredményez. Tünetei közé tartozik a felső levelek klorózisa, majd kifehéredése, az idősebb levelek fehéres klorotikus csíkosodása. Virágképződés késik vagy teljesen elmarad az elégtelen cinkellátás következtében. Emellett a levelek mérete apró marad és az auxinhiány miatt rozettásodás, illetve törpe szártagúság következik be (Forrai 2016).

#### **2.4.11. A molibdén jelentősége**

A molibdén a növények N-anyagcseréjében részt vevő enzimek létfontosságú fémkomponense (Bacsainé 2017), emellett termésmenővelő hatást mutatott számos szántóföldi kultúrnövényenél (Terbe 2022). A többi nehézfémnél (Fe, Mn, Cu, Zn) eltérően elsősorban molibdenát formában található a talajban (Birkás et al. 2001) és a növény molibdenátion formában veszi fel. A foszfátionok támogatják a szulfátionok viszont hátráltatják növénybe jutása során (Terbe 2022).

Hiányában káros mértékű nitrátfelhalmozódás jöhet létre a növényekben (Bacsainé 2017). Ezen kívül általában csökkenti a növény cukortartalmát és gátolja a C-vitamin-szintézist. A

száron és a leveleken is növekedésgátlás figyelhető meg nem megfelelő molibdénellátás során (Terbe 2022).

#### **2.4.12. A bór jelentősége**

A kukorica bórigenyes növénynek számít a maga 150-200 g/ha szükségletével. Segít elszállítani a képződött cukrokat a levelekből, majd a keményítőképzés során is jelentős szerepe van (Zsom 2018), ezen kívül az asszimilációs folyamatok végbemenetelért is felel. A jó B-ellátás elősegíti a szénhidráttranszportot, amelynek köszönhetően biztosítja a fotoszintézis megfelelő lefolyását.

Bórhány következtében bizonyos szövetek képződése illetve fejlődése gátolt, valamint akadályozott a sejtosztódás és a kambiumsejtek xilem és pholem szövetekké való átalakulása. Emellett a virág- és termésképzésre való hatása miatt hiánya következtében csökken a termés mennyisége és romlik annak minősége (Birkás et al. 2001).

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. A kísérlet célja

Céлом a megfelelő tápanyag-ellátási szint kialakítása volt, amely a jövőben elősegíti, hogy a termelés még hatékonyabban működjön. Vizsgálataim érdekében három kísérleti parcellát alakítottunk ki. Egy parcella 2,6 ha-os területet foglalt magába. Mindegyik kísérleti szakasz ugyanakkora, illetve közvetlenül egymás mellett helyezkedtek el. A parcellák ugyanazt az alaptrágya dózist kapták, valamint az injektáció során is ugyanakkora trágyamennyiséget juttattunk ki. Az eltérés a vetéssel egy időben kiszórt starter műtrágyában van, mely során a 3 kísérleti parcella különböző mennyiségben kapott tápanyagot. Ezek alapján vizsgálom a tápanyagmennyiségek hatását a takarmánykukorica termésmennyiségében, illetve minőségében, majd ezt követően az ökonómiai értékelésére kerítettem sort.

#### 3.2. A vizsgálat menete

A kísérletet 2022-ben végeztük el, egy 29,54 ha-os termőterületen belül. A környezeti hatások egyenlően érték az állományt, azaz kizárólag a kijuttatott termésmennyelő anyagok mennyisége tért el a kijelölt részeken.

A kísérlet során 3 különböző módszerrel juttattuk ki a műtrágyákat. Először alaptrágyaként ammóniumnitrátot alkalmaztunk 300 kg/ha mennyiségben, erre 2022. március 21-én került sor. Másodszor a vetéssel egy menetben történt tápanyag utánpótlás, melyre kísérletem egésze épül, ugyanis a dózisokban ekkor történt változtatás. Ebben az esetben ammónium polifoszfát trágyát alkalmaztunk 2022. április 20-án. Az első parcellára egyáltalán nem, a másodikra 30 l/ha (mely 44,4 kg/ha-nak felel meg), míg a harmadikra 60 l/ha (88,8 kg/ha) mennyiséget juttattunk ki. A harmadik eljárás injektálással történt 2022. június 14-én, 30%-os Nitrosol folyékony műtrágya használatával 130 l/ha mennyiségben. Az 1. táblázat szemlélteti a vizsgálat menetét.

1. táblázat A vizsgálat menete

A tápanyagellátási kísérlet menete			
	1. parcella	2. parcella	3. parcella
Ammóniumnitrát	300 kg/ha	300 kg/ha	300 kg/ha
Ammónium polifoszfát	0 l/ha	30 l/ha	60 l/ha
Nitrosol 30	130 l/ha	130 l/ha	130 l/ha

### 3.2.1. Tápanyagellátási kísérlet

A kísérlet során használt különböző tápanyag dózisok kijuttatásának egyszerűsített ábrázolását a 2. táblázat szemlélteti. Összefoglalja a kijuttatott mennyiségeket, az eljárás módját, az alkalmazott készítményt, valamint a percellák számát.

2. táblázat. Kísérlet vázlata

Tápanyag-ellátási kísérlet vázlata			
Parcellák	Kijuttatott mennyiség (l/ha)	Kijuttatás módszere	Alkalmazott készítmény
1.	0	Vetéssel egymenetben	Ammónium polifoszfát
2.	30		
3.	60		

A 3. táblázat a makroelemek mennyiségét összesíti a készítményben, majd ezt parcellákra lebontva, a kijuttatott mennyiség alapján a 30 l/ha és a 60 l/ha-ra vonatkoztatva.

3. táblázat. A tápanyag-ellátási kezelés hatóanyag összetétele

A tápanyag-ellátási kísérlet során kijuttatott hatóanyag összetétel		
	N	P2O5
APP (%)	11	37
30 l/ha (=44,4 kg/ha) dózissal kijuttatott hatóanyag (kg/ha)	4,884	16,428
60 l/ha (=88,8 kg/ha) dózissal kijuttatott hatóanyag (kg/ha)	9,768	32,856

A következő táblázatban az alaptrágyával kijuttatott hatóanyag mennyiséget ábrázolom. Azaz az ammóniumnitrát műtrágya makroelem tartalmát, majd ezt a felhasznált dózis alapján.

4. táblázat Alaptrágyával kijuttatott hatóanyag mennyiségek

Alaptrágya hatóanyag összetétel	
	N
Ammóniumnitrát (%)	33,5
300 kg/ha dózissal kijuttatott hatóanyag (kg/ha)	100,5

A 5. táblázat összefoglalja az injektálás során felhasznált készítmény hatóanyag koncentrációját, majd a felhasznált dózissal kijuttatott nitrogén mennyiséget.

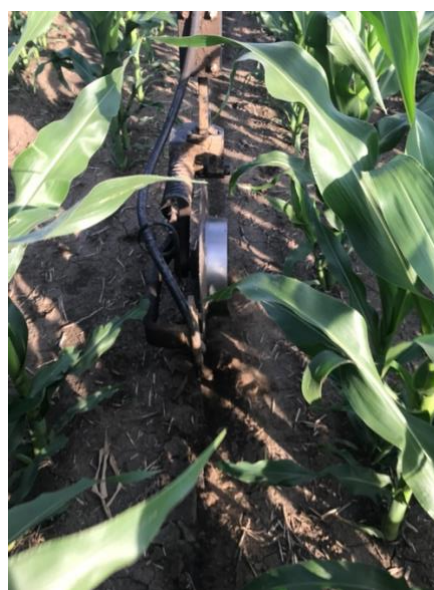
5. táblázat Injektálással kijuttatott hatóanyag mennyiségek

Injektálással történő tápanyagutánpótlás hatóanyag összetétele	
	N
Nitrosol 30 (%)	30
130 l/ha (=169 kg/ha) dózissal kijuttatott hatóanyag (kg/ha)	50,7

A 1. illetve 2. ábra szemlélteti a Nitrosol kijuttatásának módját.



1. ábra Nitrosol kijuttatás  
(2022.06.14. Polgárdi)



2. ábra Injektálás közelről  
(2022.06.14. Polgárdi)

### 3.3. A környezeti adottságok részletezése

A különböző tápanyagmennyiségek hatását vizsgáló kísérlet Fejér vármegyében, Polgárdi külterületén lett beállítva 2022 tavaszán, a 0184/27 helyrajzi számon elhelyezkedő termőterületen. A kukorica tenyészideje alatt 212 mm volt a lehullott csapadék mennyisége, melynek időbeni eloszlása miatt mondható rendkívül kedvezőtlennek. Április végén a vetés után 83 mm esett, majd június 4-én 94 mm. A nyár folyamán legközelebb augusztus 19-én jutott nedvességhez a növény. A több, mint 2 és fél hónapos szárazság légköri aszályal és szélsőségesen magas hőmérséklettel párosult, amely így nagy mértékben befolyásolta a kukorica termésmennyiségének alakulását.

### **3.3.1. A termőhely jellemzése**

Fejér vármegye jellemző talajtípusa az első termőhelyi kategóriába tartozó csernozjom talaj. A 2022. március 16-án elvégzett talajvizsgálat alapján alátámasztható, hogy a kísérleti parcellán is ez a talajtípus fordul elő.

A szántóföldi tábla egészét, azaz mind a 29,54 ha-t semleges (pH=7,19) kémhatás jellemzi. Mész tartalmát tekintve 66%-ban mészhiányos, a fennmaradó részben megfelelő mészellátottságú a terület, kötöttség szempontjából 80%-ban agyagos vályog. Kálium, humusz, illetve nitrát-nitrogén tartalma jó, ez utóbbi kiemelkedően. Foszforban kissé elmarad ezektől, többnyire közepes, illetve néhol gyenge ellátottságú. Sótartalma alacsony, magnézium tartalma közepes, nátrium megfelelő mennyiségben fordul elő. A mikroelemeket tekintve a cink, szulfát és a réz gyenge ellátottsági szinten van, ezzel szemben mangán tartalma jó.

A talajvizsgálatról készült műholdas felvételeket az *1.-14. melléklet* ábrázolja.

### **3.3.2. Vizsgálati háttér**

Családi gazdaságunk több, mint 1700 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést, amelyen belül minden évben rendszerint a kukorica vetésterülete található a legnagyobb arányban. A célunk mindig is a megfelelő tápanyagellátással való, jó minőségű termény előállítás volt, ezt talajvizsgálati eredményeink is alátámasztják.

A megfelelő, precíz munka érdekében gazdaságunkban folyamatos fejlesztések zajlanak. Gépeink és különféle földművelő eszközeink korszerűek, ami a kellően átgondolt beruházások mellett az állandó karbantartásnak, valamint odafigyelésnek is köszönhető. A kísérleti parcellákon a precíziós gazdálkodásnak megfelelő műveléssel történtek a munkálatok. Az erőgépek GPS vezérléssel ellátottak, ami elősegítette a megfelelő pontosságot a különböző műveletekhez, ez mindhárom parcellán ugyanolyan módon valósult meg. Így a kísérletünkben kizárólag a vizsgált tápanyagmennyiségek által okozott különbségekre hagyatkozhattunk. Az *3. ábra* a parcellák elhelyezkedését mutatja meg műholdas felvételen keresztül.



3. ábra. A kísérleti parcellák elhelyezkedése térképen (fotó: MePAR Portál, [http 1](http://1))

### 3.4. Tápanyagellátási kísérlet körülményei

A vizsgálat során ugyanazon műtrágyákat juttattuk ki, ugyanazokban a fenológiai fázisokban, eltérő dózisokban.

A területen a kukorica előveteménye őszi búza volt, aminek a tarlóhántását betakarítás után a lehető leghamarabb tárcsával végeztük el, ezzel egy menetben a tarlóápolás is megtörtént. Így elősegítve a nedvességvesztés csökkentését, a gyomok mechanikai szabályozását, valamint a tarlómaradványok talajba keverését. Ősszel alapművelésként közép-mélylazítóval 45-50 cm mélyen lazítottuk fel a talajt, ezzel biztosítva a megfelelő fizikai állapotának kialakítását. Az elmunkálást szintén ebben a munkamenetben végeztük el. Ezt a munkamenetet az úgynevezett mulcs kultivátorozás követte. Tavasszal, vetés előtt kompaktossal igyekeztünk kialakítani a lehető legmegfelelőbb magágyat 5-6 cm mélységben. A magágykészítéssel egyidőben ammónium-nitrát műtrágya került kijuttatásra, 300 kg/ha mennyiségben. A vetésre 2022. 04. 20-án került sor, amikor a talaj hőmérséklete és a nedvességtartalom is ideális volt a növény számára. Az elvetett mag DKC5182 volt. Amely közép-korai érésű, átlagos virágzási idővel rendelkező hibrid. Agronómiai tulajdonságait tekintve kiváló, ezen belül az aszálytűrő képessége kiemelkedő. Minimalizálja a betakarításkori veszteséget, amely főként kiemelkedő gyökér- és szárerősségének köszönhető ([http 8](http://8)). A vetett tőszám 71 000 csíra/ha volt. Emellett fontos megjegyezni, hogy kísérletem alapja a vetéssel egyidőben kijuttatott folyékony műtrágya mennyiségek közti különbség volt, parcellánként.

A talajmunkák műveleteit az 6. táblázat foglalja össze.



6. táblázat. A kísérlet során elvégzett talajmunkák összefoglaló táblázata

Talajmunkák 2021-2022.		
Művelési eljárás	Munkavégzés ideje	Gépkapcsolat és munkamélység
Elővetemény betakarítása	2021. 07. 19.	Case IH 8250 + Case IH 9,7 m munkaszélességű gabona adapter
Tarlóhántás, tarlóápolás	2021. 07. 20.	John Deere 8R370 + Horsch Joker 8RT könnyűtárcsa + lezáró henger Munkamélység: 10 cm
Alapművelés	2021. 09. 05.	John Deere 8R370 + Bednar terraland TN4000D7R középmedélylazító Munkamélység: 45-50 cm
Felszínalakítás	2021. 10. 07.	John Deere 8R370 + Horsch tiger 4MT kultivátor
Magágykészítés	2022. 04. 13.	John Deere 8R370 + Farmet K 1000 kompaktor + Bogballe műtrágyaszóró Munkamélység: 5 cm
Vetés	2022. 04. 20.	John Deere 8R370 + John Deere 1775NT CS + KITE JET folyékonyműtrágya kijuttató rendszer
Mechanikai gyomirtás	2022. 05. 31.	John Deere 6215 R + Matermacc 12 soros sorközművelő kultivátor
Betakarítás	2022. 09. 17.	Case IH 8250 kombájn + Case IH kukorica vágóasztal

Az állomány gyommentesen tartását többszöri növényvédelmi kezelés során tudtuk megfelelően kivitelezni. Posztemergens módon, 3 leveles állapotában alap kezelésként Adengo, Dezormon növényvédőszer alkalmaztunk, az egyszikű, illetve kétszikű gyomokkal szemben. Mivel ez az eljárás az évelő egyszikű gyomnövényt nem pusztította el teljesen, csak növekedésgátló hatással volt rá, ezért az állomány 5 leveles korában nikoszulfuron hatóanyaggal kezeltük a területet tapadásfokozó segédanyag használata mellett.

A következő eljárás mechanikai módon történt, sorközműveléssel, melynek célja elsősorban a talajszellőztetés, a talaj cserepedésének megakadályozása, ezáltal a csapadék beszivárgásának lehetővé tétele, valamint a gyomok teljes megsemmisítése (Jóri 2014). Ez utóbbit az állomány fenológiai fázisának 6 leveles állapotában végeztük el.

A növényvédelmi munkálatokat, illetve a készítmények dózisát a 7. táblázat összesíti.

7. táblázat. A kísérletnek teret adó szántóföld növényvédelmi eljárások összesítése

Növényvédelmi eljárások 2022.				
Kezelés	Dátum	Gép	Készítmény	Dózis
Posztemergens gyomirtás	05. 12.	Hagie STS 12 önjáró	Adengo + Dezormon	0,44 l/ha 1 l/ha
	05. 21.	permetező	Nicossh 4 SC	1,5 l/ha
Sorközművelés	05. 31.	John Deere 6215 R + Matermacc 12 soros sorközművelő kultivátor	-	-

### 3.5. Érékelési módszerek

A betakarított termés mennyiségi és minőségi mutatóit vizsgáltam meg a kísérletem kiértékelésének eszközeként. A betakarítás parcellánként történt, valamint a learatott terményt hitelesített hídmérlegen mértük meg. Ennek egyszerűbb kivitelezése érdekében a telephelytől pár kilométerre elhelyezkedő szántóföldön állítottuk be a kísérletet.

A minőségi adatokat a Mininfra SmarT infravörös gabonaelemző mérőeszköz segítségével kaptam meg. Minden parcellából 3-3 mintát vettem, majd ezeket átlagoltam. Az elemzés során a fehérje, az olaj % és a keményítő értékét vizsgáltam.

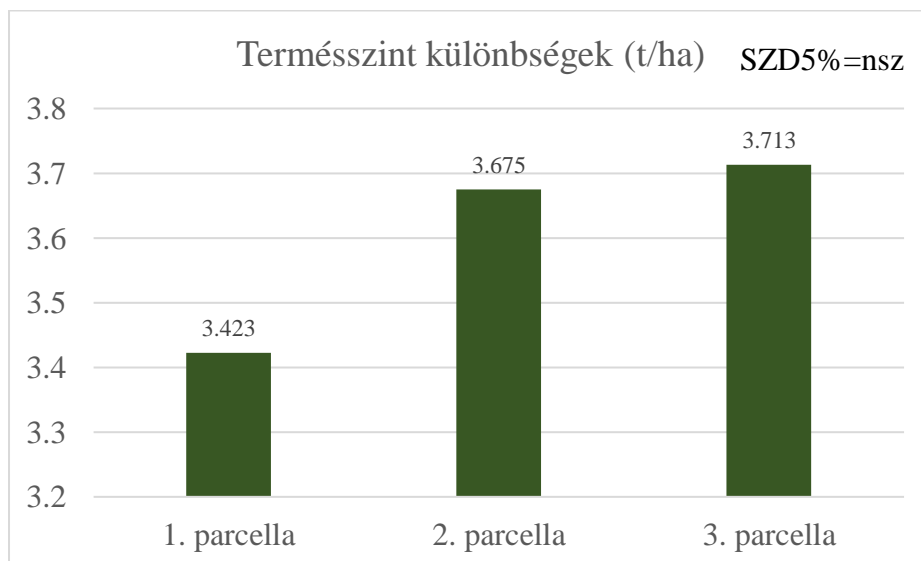
## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. A kísérlet termésszint eredményei

Kísérletem célja elsősorban a starter műtrágya kezelések közötti dóziskülönbségek által a termésszinten kialakult változások feljegyzése és kiértékelése. Ezáltal következtetve a megfelelő hatóanyag mennyiségre, amely a kukorica számára a legjobb termésátlagot tudja biztosítani, gazdasági szempontból pedig a legmagasabb jövedelmet.

A 2022-es év viszontagságai nem kedveztek a kísérletnek, hiszen a nyár folyamán adódó csapadékhiány miatt a termésátlagok messze elmaradtak az előző évekhez képest. Emiatt úgy gondoljuk, hogy elsősorban nem a kísérlet mozgatórugója, azaz a foszfor hatóanyag jelenléte befolyásolta a termésmennyiség alakulását, sokkal inkább a szélsőséges szárazság miatt nem tudott megfelelően fejlődni az állomány.

A következőkben a parcellákban kapott termésszint eredményeket ismertetem, majd ezeket hektárokra lebontva. Az kontroll területről betakarított termés összesen 8,899 tonna volt, mely így 3,423 t/ha-os átlagot jelentett. A 2. parcella, melyen 30 l/ha APP műtrágya ellátottság mellett fejlődött a kultúrnövény, 9,555 tonna tömegű kukoricát termelt. Így a 2,6 ha-ral elosztva 3,675 t/ha-os eredményt értünk el. A 3. kísérleti tér csak minimális terméstöbbletet mutatott az előzőhöz képest, annak ellenére, hogy itt a foszfor hatóanyag kétszeresét juttattuk ki starter műtrágyaként. Az itt betakarított mennyiség 9,654 tonna volt, mely hektáronként 3,715 tonna átlagtermés eredményt hozott. A 4. ábra szemlélteti a termésszint eredmények közötti különbséget a kísérleti parcellákon.



4. ábra. Különbségek a termésszintben

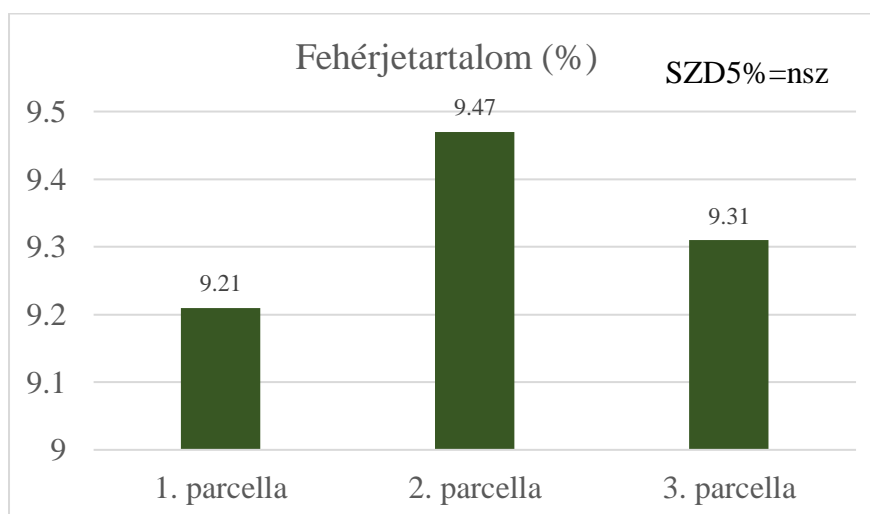
(Polgárdi, 2022.)

## 4.2. A kísérlet minőségi eredményei

A korábban említett módszer alapján összesen 9, azaz parcellánként 3-3 mintavételezést hajtottam végre. A 3 kísérleti tér minőségi eredményeit szeretném ismertetni, majd ezeket összehasonlítani. Sorrendben a fehérjetartalommal kezdve, majd a keményítő és a nedvességtartalommal folytatva, végére hagyva az olajtartalom kiértékelését.

### 4.2.1. A fehérjetartalom vizsgálata

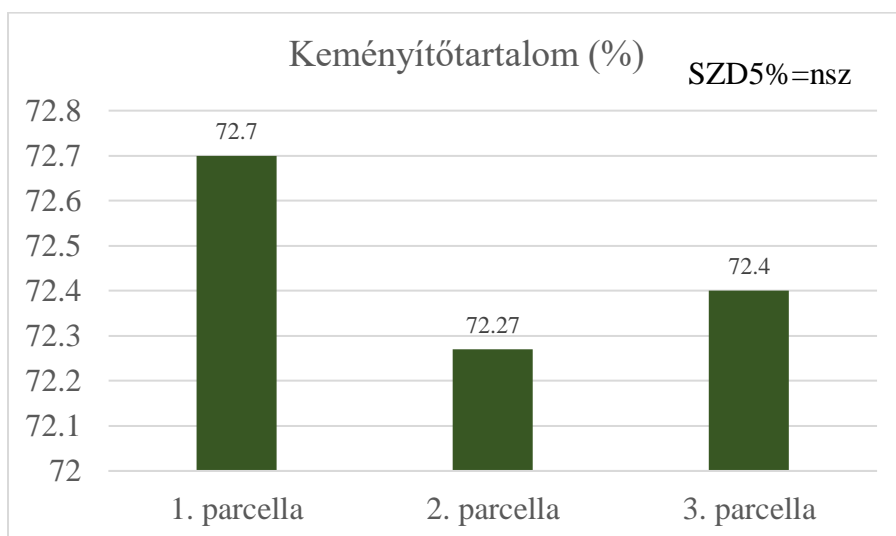
A kontroll területről vett első minta 9,22 %, a második 9,18 %, míg a harmadik 9,23 % fehérjetartalmat mutatott, melynek átlaga 9,21 %. A 2. parcella mintavételei 9,63 %; 9,43 %; valamint 9,37 %, az ezekből átlagolt eredmény 9,47 %-os. A 3. kísérleti tér a mérések alapján 9,27 %; 9,31 %, illetve 9,34 %-os fehérjetartalommal bír, az így számolt átlag 9,31 %-os eredményt mutatott. Az adatok alapján a parcellák között nem beszélhetünk statisztikailag igazolható különbségről a fehérjetartalom alakulását tekintve a tápanyag-ellátási kísérlet kezeléseinek hatására. A legrosszabb eredményt a kontroll területen értük el, a legjobbat a 30 l/ha-os dózis kijuttatásával a 2. parcellán sikerült elérni, melyet az 5. ábra szemléltet.



5. ábra. A fehérjetartalom alakulása a tápanyag-ellátási kísérlet során (Polgárdi, 2022.)

#### 4.2.2. A keményítőtartalom vizsgálata

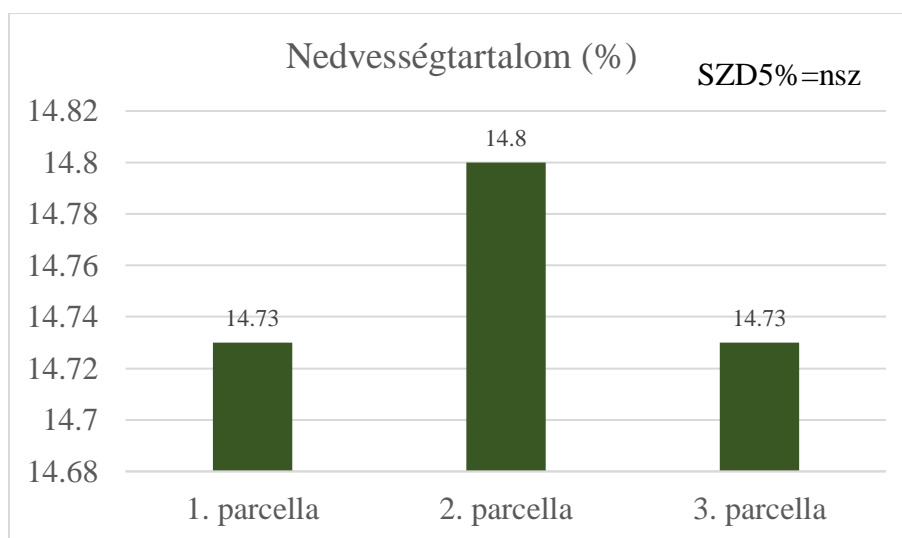
A kontroll területen mért eredmények a keményítőtartalom terén 73,2 %; 72,4 %, illetve 72,5 %, ezek alapján az átlag 72,7 %. A 2. parcella 3 értéke a következő: 72,1 %; 72,2 %; 72,5 %. Az így átlagolt eredmény 72,27 % lett. A 3. terület értékei a mintavételek során 72,7 %; 72 %, valamint 72,5 % keményítőtartalom, ami 72,4 %-os átlagot eredményezett. A kezelések között nem volt kimutatható statisztikailag igazolható különbség. A legmagasabb értéket a kontroll területen jegyezhetjük fel, míg a legalacsonyabb keményítőtartalmat a 2. parcella termésében értük el. A mintavételezés adatait a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra. A keményítőtartalom alakulása a tápanyag-ellátási kísérlet során (Polgárdi, 2022.)

### 4.2.3. A nedvességtartalom vizsgálata

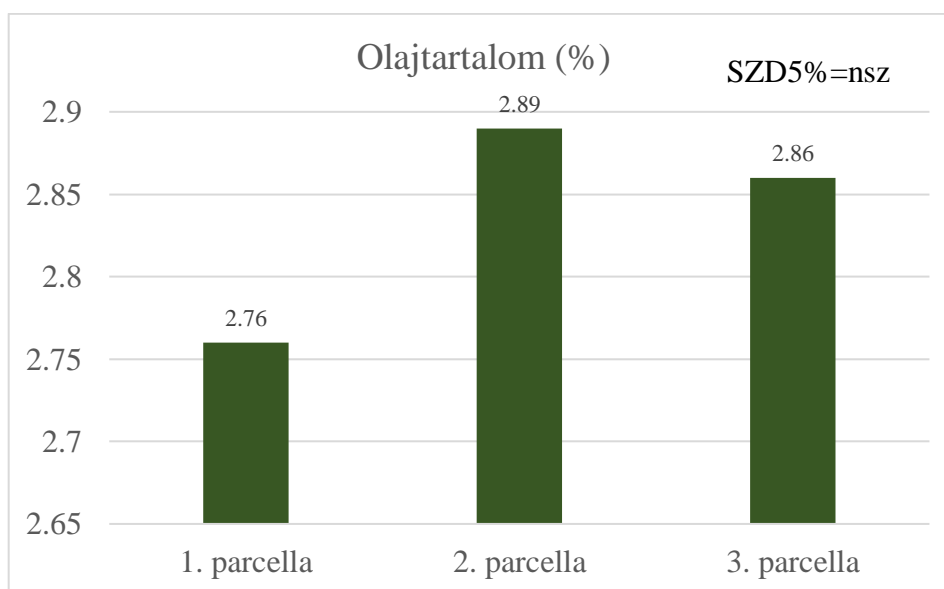
A nedvességtartalom alakulása az kontroll területen az első mintavételezés során 14,7 %, a második mérés szintén 14,7 %, a harmadik alkalommal 14,8 % volt. Ezekből az eredményekből 14,73 %-os átlagot kaptunk. A 2. kísérleti területen 14,7 %; 14,8 %, valamint 14,9 % nedvességtartalmat jegyeztünk fel, amiből az átlagolt eredmény 14,8 % lett. A 3. parcella termésén végzett mérés során 14,6 %; 14,7 %, illetve 14,9 %-os értéket kaptunk, mely 14,73 %-os átlagot jelentett. A területek között nem volt statisztikailag igazolható különbség kimutatható. A nedvességtartalom eltéréseit a 7. ábra mutatja.



7. ábra. A nedvességtartalom alakulása a tápanyag-ellátási kísérlet során (Polgárdi, 2022.)

#### 4.2.4. Az olajtartalom vizsgálata

A kontroll terület eredményei 2,64 %; 2,84 %, illetve 2,79 %, átlaguk 2,76 %-os olajtartalmat mutat. A 2. terület termésének mérései során 2,97 %; 2,89 %, valamint 2,75 %-os értékeket kaptunk, ezekből az adatokból számolt átlag 2,87 %. A 3. parcellán fejlődött kukorica 2,91 %; 2,84 %, illetve 2,85 % olajtartalom eredményeket mutatott, melyeknek átlagolt eredménye 2,86 %. Az utolsó minőségi komponens mérése során statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható. Az olajtartalom alakulását a kezelések során a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra Az olajtartalom alakulása a tápanyag-kijuttatási kísérlet során (Polgárdi, 2022.)

#### 4.3. Ökonómiai értékelés

Kísérletemmel a gazdasági mutatók kielemezésének végbevételét is fontosnak tartom. Így a következőkben a különböző kezelések költségvetését szeretném áttekinteni. Ezen kívül a termelési értékeket jegyzem fel, majd az így kapott adatokból a kijuttatási módszereken létrejövő jövedelem kerül kiszámításra.

##### 4.3.1. Starter trágyázás ökonómiai értékelése

A 9. táblázat a starter – azaz a vetéssel egy menetben történő műtrágya kijuttatás bekerülési költségét foglalja össze a második kísérleti parcellára vonatkoztatva. Kitérve a tápanyagellátáshoz szükséges input anyag egységárára, illetve az egy hektárra kijuttatott mennyiség árára. Ezen kívül a táblázat tartalmazza még a műtrágya kijuttatásához szükséges

munkaművelet költségeit. A módszerből adódóan a vetésen felüli költséget vesszük csak számításba.

Mivel az első parcella volt a kontroll, így annak nem volt bekerülési költsége a tápanyag kijuttatás szempontjából. Termelési értékét a 8. táblázat adatai mutatják, mely a termésátlagot, az értékesítési összeget, illetve az ezek alapján számított befolyt összeget tartalmazzák.

8. táblázat Az 1. parcella termelési értéke

A kontroll terület termelési értéke	
Termésátlag (t/ha)	3,423
Értékesítési összeg (Ft/t)	147 000
Befolyt összeg (Ft/ha)	503 181

Adataim alapján a kontroll parcellán 503 181 Ft jövedelemmel számolhattunk hektáronként.

9. táblázat A 2. parcella költsége

A 2. parcella tápanyag-ellátásának bekerülési költsége	
	APP műtrágya
Input anyag egységára (Ft/kg)	250
Egy hektárra kijuttatott dózis költsége (Ft/ha)	11 000
Kijuttatási munkaművelet költsége (Ft/ha)	2000
Összes költség (Ft/ha)	13 000

A 10. táblázat szemlélteti a 2. kísérleti tér termelési értékét.

10. táblázat A 2. kísérleti parcella termelési értéke

A 2. parcella tápanyag-ellátásának termelési értéke	
Termésátlag (t/ha)	3,675
Értékesítési összeg (Ft/t)	147 000
Befolyt összeg (Ft/ha)	540 225

A 11. táblázat-ban szeretném levezetni, hogy a 2022-es év starter tápanyagutánpótlási eljárás a 2. kísérleti parcellámon mekkora mértékű jövedelmet biztosított. Ehhez felhasználva a 9. táblázat „Összes költség” -hez, illetve a 10. táblázat „Befolyt összeg” -hez tartozó adatokat



11. táblázat A 2. kísérleti parcellához tartozó jövedelem

Befolyt összeg (Ft/ha)	540 225
Összes költség (Ft/ha)	13 000
Jövedelem (Ft/ha)	527 225

A számításon alapján a 30 l/ha-os starter tápanyagutánpótlás 527 225 Ft jövedelmet jelentett hektáronként, ami így az kontroll parcellához képest magasabb összeget jelent.

A 12. táblázat a 3. parcella bekerülési költségeit tartalmazza az előző szempontok alkalmazásával.

12. táblázat Az 3. parcella költsége

A 3. parcella tápanyag-ellátásának bekerülési költsége	
	APP műtrágya
Input anyag egységára (Ft/kg)	250
Egy hektárra kijuttatott dózis költsége (Ft/ha)	22 000
Kijuttatási munkaművelet költsége (Ft/ha)	2000
Összes költség (Ft/ha)	24 000

A 13. táblázat a 3. parcella termelési értékére tér ki, az előbbi területek esetén alkalmazott tényezőket tartalmazva.

13. táblázat A 3. kísérleti parcella termelési értéke

A 3. parcella tápanyag-ellátásának termelési értéke	
Termésátlag (t/ha)	3,713
Értékesítési összeg (Ft/t)	147 000
Befolyt összeg (Ft/ha)	545 811

Ezt követően a 14. táblázatban az előzőleg feltüntetett adataim (12. táblázat – „Összes költség”, 13. táblázat – „Befolyt összeg”) alapján a 60 l/ha-os APP műtrágya alkalmazás jövedelmezőségének kiszámítását hajtottam végre.

14. táblázat A 3. kísérleti parcellához tartozó jövedelem

Befolyt összeg (Ft/ha)	545 811
Összes költség (Ft/ha)	24 000
Jövedelem (Ft/ha)	521 811

Az így kapott összeg alapján, 521 811 Ft-os jövedelem tudható be a 3. parcellán végzett kezelés költségeivel számolva.

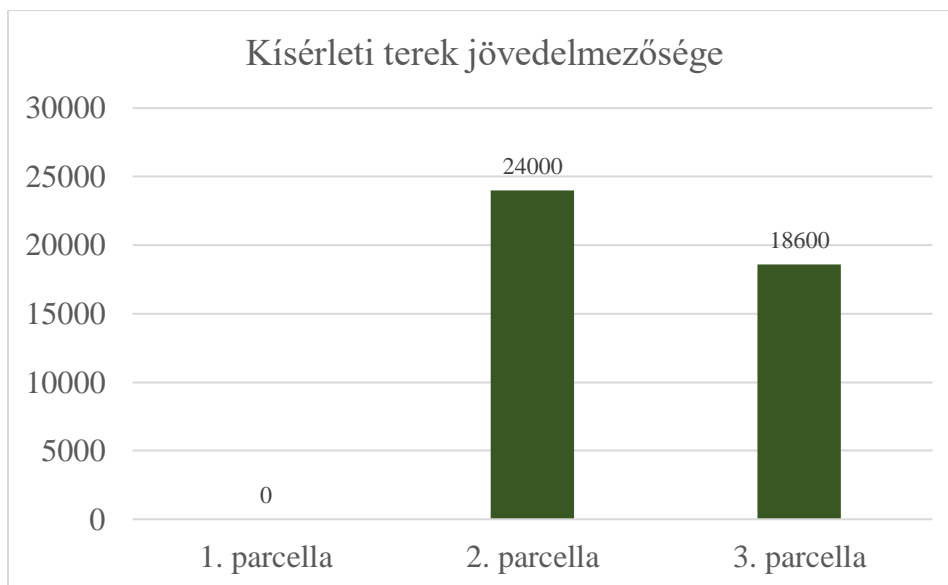
A 15. táblázat a 3 kísérleti parcellát összevetve szemlélteti ökonómiai szempontból.

15. táblázat – Ammónium polifoszfát trágyázás ökonómiai értékelése a 3 kísérleti teret

Starter trágyázás ökonómiai értékelése			
	Kontroll parcella	2. parcella	3. parcella
Többlet árbevétel (Ft)	0	≈ 37 000	≈ 42 600
Többlet tápanyag költsége (Ft)	0	13 000	24 000
Többlet jövedelem (Ft)	0	24 000	18 600

Miután egy kísérleti parcella 2,6 ha nagyságú területet jelent, így az 1 ha-ra vetített jövedelem a 30 l/ha (2. parcella) esetén 9230 Ft/ha, a 3. (60 l/ha) kezelés esetében pedig 7154 Ft/ha.

A három kísérleti tér nyereségeit összehasonlítva a 2. parcellára történő tápanyagkijuttatási módszer tudható be a legjövedelmezőbb eljárásnak. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a 3. területre kijuttatott kétszeres dózissal nem tudtuk elérni a maximális jövedelmet. Természetesen ez több tényezőnek is betudható, mint például a műtrágya megnövekedett ára, vagy a 2022-es évet sújtó rendkívüli aszály. A 6. ábra a parcellák közötti jövedelemkülönbségeket ábrázolja.



6. ábra A három kísérleti tér plusz jövedelmezősége, az elsőhöz, mint kontrollhoz viszonyítva (Polgárdi, 2022.)

#### 4.3.2. Alaptrágyázás ökonómiai értékelése

A következőkben az alaptrágyázással kijuttatott ammóniumnitrát műtrágya bekerülési költségeit vizsgálom. Szintén az input anyag egységára, az alkalmazott dózis, illetve a munkaművelet költségei alapján. A 16. táblázat szolgál ezek szemléltetésére.

16. táblázat Az alaptrágyázás műtrágya kijuttatás költsége

Az alaptrágyázás tápanyag kijuttatás bekerülési költsége	
	Ammóniumnitrát
Input anyag egységára (Ft/kg)	230
Egy hektárra kijuttatott dózis költsége (Ft/ha)	69 000
Kijuttatási munkaművelet költsége (Ft/ha)	6000
Összes költség (Ft/ha)	75 000

A starter eljáráshoz hasonlóan az alaptrágyázás esetében is szeretném feltüntetni a termelési értéket, szintén a termésátlag, az értékesítési összeg, valamint az ezekből számolt befolyt összeg alapján, melyet a 17. táblázattal szeretnék ábrázolni.

17. táblázat Az alaptrágyázás termelési értéke

Az alaptrágyázás tápanyag-ellátási módszer termelési értéke	
Termésátlag (t/ha)	3,69
Értékesítési összeg (Ft/t)	147 000
Befolyt összeg (Ft/ha)	542 430

Ezek alapján az alaptrágyázás tápanyag kijuttatási módszeren befolyó jövedelem a következő (18.) táblázatban látható.

18. táblázat Az alaptrágyázás során létrejövő jövedelem

Befolyt összeg (Ft/ha)	542 430
Összes költség (Ft/ha)	75 000
Jövedelem (Ft/ha)	467 430

Az alaptrágyázás eljárás is jövedelmezőnek tudható be, de a nyereség alacsonyabb összegű, mint a starter műtrágyázás esetében, hiszen az alaptrágyát sokkal magasabb dózisban (300 kg/ha) juttattuk ki, mint bármely másik tápanyag kijuttatási módszer esetében.

#### 4.3.3. Injektálással történő tápanyag-utánpótlás ökonómiai értékelése

Végezetül az injektálással történő tápanyag-utánpótlás bekerülési költségének táblázatát szeretném ábrázolni. Fontos megjegyezni, hogy ezt a műveletet önjáró permetezővel hajtjuk végre, melynek munkaköltségei eltérőek az előző módszerekéhez képest. A költségeket a 19. táblázat összesíti.

19. táblázat Az injektálással történő műtrágya kijuttatás költsége

Az injektálással történő tápanyag kijuttatás bekerülési költsége	
	Nitrosol 30%
Input anyag egységára (Ft/kg)	270
Egy hektárra kijuttatott dózis költsége (Ft/ha)	45 630
Kijuttatási munkaművelet költsége (Ft/ha)	8000
Összes költség (Ft/ha)	53 630

A 20. táblázatban az injektálással történő tápanyag utánpótlás termelési értéke kerül kimutatásra, ezt követően a 21. táblázatban a jövedelmezőség megállapítására kerül sor.

20. táblázat Injektálás termelési értéke

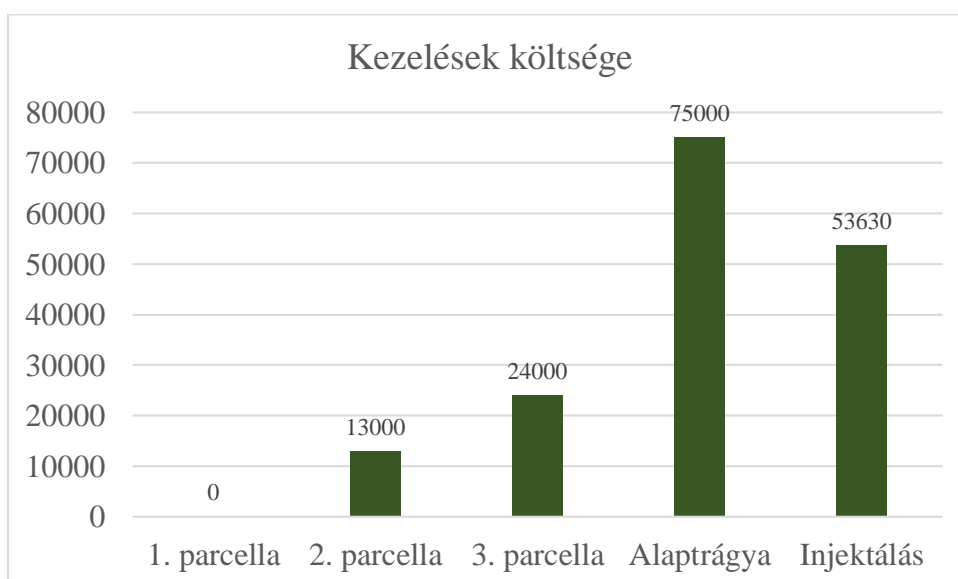
Az injektálással történő tápanyag kijuttatási módszer termelési értéke	
Termésátlag (t/ha)	3,69
Értékesítési összeg (Ft/t)	147 000
Befolyt összeg (Ft/ha)	542 430

21. táblázat Injektálás során létrejövő jövedelem

Befolyt összeg (Ft/ha)	542 430
Összes költség (Ft/ha)	53 360
Jövedelem (Ft/ha)	489 070

Számításaim alapján az injektálás során 489 070 Ft nyereségre alapozhatunk hektáronként.

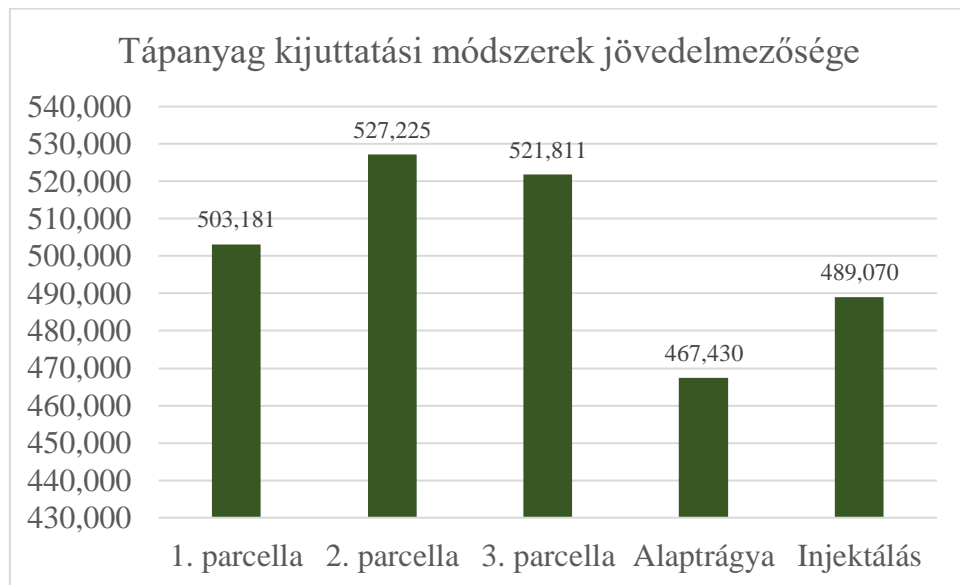
A 7. ábra összeveti a kukorica tápanyag utánpótlás költségeit, melyek alapján az alaptrágyás kezelés költsége volt a legmagasabb, ugyanis az ammóniumnitrát műtrágya ára jelentős mértékben megnövekedett.



7. ábra Tápanyag utánpótlási kezelések költsége

(Polgárdi, 2022.)

A 8. ábra az összes általunk alkalmazott tápanyagutánpótlási módszer egymáshoz viszonyított jövedelmezőségét mutatja meg számunkra.



8. ábra Tápanyag kijuttatási módszerek jövedelmezősége  
(Polgárdi, 2022.)

## 5. Következtetések és javaslatok

Az ammónium polifoszfát különböző mennyiségben való kijuttatásának következtében a termésszint nem mutatott számottevő változást. Természetesen egyértelmű, hogy a kukoricának a megfelelő fejlődéshez és termésképzéshez szüksége van tápelemekre, és kifejezetten fontos számára a foszfor. A szignifikáns változások hiánya több tényezőnek is betudhatóak. Ilyen lehet az a szempont, hogy a kísérletnek teret adó termőhely adottságait figyelembevéve egy jó humusztartalommal és viszonylag jó tápanyag ellátottsággal rendelkező területről beszélhetünk. Amelyből arra is következtethetünk, hogy a kukorica fejlődéséhez szükséges tápelemek már a talajban rendelkezésre álltak a növény számára, így nem mutatkozott meg a tápanyag-ellátási kísérlet jelentősége. Ennek függvényében úgy gondolom, hogy egy rosszabb tápanyag-ellátottságú talajon jobban kiütközne a tápanyag kijuttatási kezelésben való különbség a termésszint eredményében.

Továbbá érdemes figyelembe vennünk az időjárási körülmények okozta nehézségeket. A 2022. évre az Országos Meteorológiai Szolgálat „a történelmi aszály éve” megnevezéssel hivatkozott ([http 9](http://9)). Úgy gondolom, hogy ez a szélsőséges időjárás volt az elsőszámú oka annak, hogy a növény nem tudott megfelelően fejlődni, ezáltal nem volt képes kielégítő termést hozni. Az ebből adódó hőstressz miatt a termésnövelő anyagok hatása szinte egyáltalán nem tudott megmutatkozni, hiszen ez gátolta a kukorica tápanyagfelvételét. Mindezt az a megállapítás támasztja alá, miszerint ilyenkor a növény az energia nagy részét nem a termésképzésre, fejlődésre fordítja, hanem a hiánytünet okozta stressz kivédésére (Kiss 2021). Mivel a megfelelő agrotechnikai módszerek, illetve a tápanyagok jelenléte adott volt a növény számára, az előző évekhez hasonlóan, ezért arra következtetek, hogy a rendkívüli terméscsökkenés kétségtelenül az aszály jelenlétének tudható be.

Kísérletem céljainak egyike a környezeti terhelés csökkentése volt. Ennek értelmében a vizsgálat eredményei alapján gazdasági és ökológiai szempontból is a kontroll parcella bizonyult a legjobb választásnak. Ezzel szemben tudatában vagyunk annak, hogy a tápanyag-ellátás szükséges a talajnak és a növénynek is egyaránt. A modern technológia lehetővé teszi a helyspecifikus tápanyagkijuttatást, ami a jövőre nézve nagy előrelépést jelent a fenntarthatóbb mezőgazdaság érdekében. Ez a precíziós módszer felvételezi a talajban jelenlevő tápanyag mennyiségeket, mely alapján a termőföldet zónákra osztja és ezeken a szakaszokon a tápelemek figyelembevételével történik a műtrágya kijuttatása. Így megakadályozva azok felhalmozódását adott szakaszon belül, valamint megelőzhetjük talajaink kizsárolását az egyes területeken. Ezért

arra a következtetésre jutottam, hogy a céljaimhoz vezető út a helyspecifikus tápanyagutánpótlásban rejlik.



## 6. Összefoglalás

Szakedolgozatomban a takarmánykukorica tápanyag-ellátásában történő különböző hatóanyag mennyiségek kijuttatásának hatásait vizsgáltam. Polgárdi külterületén 2022-ben végeztem el a vizsgálatot, melynek során 3 kísérleti parcellát alakítottam ki. A három műtrágya kijuttatás közül csak a vetéssel egy menetben kiszórt ammónium polifoszfát (APP) mennyiségében történt meg a változtatás. Az eredmények értékelésének érdekében mind a termésszintet, mind a minőségi paramétereket vizsgáltam. Minőségi tényezők közül a fehérje-, a keményítő-, a nedvesség- és az olajtartalom elemzésére kerítettem sort.

A 3 műtrágya kijuttatási módszer a következő volt: tavaszi alaptrágyázás, vetéssel egy menetben történő tápanyag-kijuttatás, valamint hidas önjáró permetező segítségével kijuttatott folyékony szervesetlen trágyázás, úgynevezett injektálás. Az alaptrágyázás során 300 kg/ha ammóniumnitrát került a termőterületre. A vetéssel egy menetben történő tápanyag-ellátás, mely a szakedolgozatom kísérletének mozgatórugója volt, különböző dózisú ammónium polifoszfát műtrágyával történt. Az így kiszórt adag az első parcellán 0 l/ha volt, így az maradt a kontroll terület, a második parcellán 30 l/ha, a harmadik parcellán pedig 60 l/ha mennyiséggel ment végbe. Végül az utolsó tápanyag kijuttatás injektálással történt, melynek során 130 l/ha 30%-os folyékony Nitrosol trágyát fecskendeztünk a talajba, közvetlenül a növény gyökérszónájához.

A megváltoztatott dózisú APP kezelések hatására a termésszintben nem történt szignifikáns növekedés, a 3. parcella csak minimális különbséget mutatott a 2. parcellához képest, annak ellenére, hogy a kijuttatott dózis a duplája volt. A minőségi paraméterek vizsgálata, csak úgy, mint az előbb említett termésszint, szintén nem mutatott statisztikailag igazolható eltéréseket.

Az ökonómiai értékelés során az összes kezelés anyagi vonzatait megvizsgáltam. Az így kijött eredmények alapján a legköltségesebb eljárásnak az alaptrágyázás bizonyult, majd az injektálással történő tápanyag kijuttatás következett a sorban. A 3 parcella között a vetéssel egy menetben kijuttatott mennyiségek függvényében változtak a költségek is, melynek során értelemszerűen a kontrollnak a költsége 0, a 2. parcella 13 000 Ft, míg a 3. kísérleti tér 24 000 Ft-ot jelentett hektáronként. A 3 módszer közül az utóbbi bizonyult a legolcsóbb eljárásnak. A 3 parcella jövedelmezőségét tekintve a 30 l/ha-ral kezelt terület magasabb értéket mutatott, mint a 60 l/ha mennyiséggel ellátott kísérleti tér.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Végül szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Mikó Péter Pálnak a szakdolgozatom kidolgozása során nyújtott segítségét, hasznos ötleteit és jó tanácsait, melyek során sokat tanulhattam Tőle.

Hálásan köszönöm családomnak a tanulmányaim során nyújtott támogatást. Valamint hálával tartozom, amiért a családi gazdaságunk teret adott a kísérletemnek és külön köszönet a munkafolyamatok elvégzése során nyújtott segítségért.

## 8. Irodalomjegyzék

1. Adriano, D. C., Paulsen, G. M., & Murphy, L. S. (1971). Phosphorus-Iron and Phosphorus-Zinc Relationships in Corn (*Zea mays* L.) Seedlings as Affected by Mineral Nutrition 1. *Agronomy Journal*, 63(1), p. 36 -39. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1971.00021962006300010013x> (Megtekintve: 2023.10.03.)
2. Ariraman, R., Kumar, A. P., Selvakumar, S., Sowmya, S., & Mansingh, M. D. I. (2020). Effect of sulphur nutrition on growth parameters, yield parameters, yield, nutrient uptake, quality and economics of maize: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), p. 1632-1636. [https://www.researchgate.net/publication/351256337\\_Effect\\_of\\_sulphur\\_nutrition\\_on\\_growth\\_parameters\\_yield\\_parameters\\_yield\\_nutrient\\_uptake\\_quality\\_and\\_economics\\_of\\_maize\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/351256337_Effect_of_sulphur_nutrition_on_growth_parameters_yield_parameters_yield_nutrient_uptake_quality_and_economics_of_maize_A_review) (Megtekintve: 2023.10.10)
3. Bacskainé B. É. (2017): *Növények molibdén kezelése és hatásvizsgálata a növekedési paraméterekre és a tápelemfelvételre*. [PhD-értekezés] Debrecen: Hankóczy Jenő növénytermesztési és kertészeti tudományok Doktori Iskola <http://hdl.handle.net/2437/240543> (Megtekintve: 2023.10.13.)
4. Balláné Kovács A. (2019): A szántóföldi növények tápanyagellátása. In: Pepó P. (szerk.): Integrált növénytermesztés 1. Általános növénytermesztési ismeretek. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 336 p., 64-83. p.
5. Bindraban, P. S., Dimkpa, C. O., & Pandey, R. (2020). Exploring phosphorus fertilizers and fertilization strategies for improved human and environmental health. *Biology and Fertility of Soils*, 56(3), p. 299-317. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-019-01430-2>
6. Birkás M., Percze A., Gyuricza Cs., Schmidt R., Vincze M. (2001): Földműveléstan jegyzet, Gödöllő, 130 p.
7. Bocz E., Kovács A., Antal J., Ángyán J., Szabó M., Varga J., Ruzsányi L., Kovács G., Ragasits I., Kismányoky T., Nagy J., Késmárki I., Pocsai K., Máthé A. Pepó P., Mészáros F. (1996) Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 887 p.
8. Czinege E. (2015): Miért érdemes starter műtrágyát használni, avagy minden starter egyforma? <https://www.agroinform.hu/szantofold/miert-erdemes-starter-mutragyat-hasznalni-avagy-minden-starter-egyforma-21262> (Megtekintve: 2023.09.18.)
9. Csoltai V. (2023): Műtrágya-értékesítés mezőgazdasági termelőknek, Agrárközgazdasági Intézet, 24(3): p. 4-6.
10. El-Dissoky, R. A., Al-Kamar, F. A., & Derar, R. M. (2017). Impact of magnesium fertilization on yield and nutrients uptake by maize grown on two different soils. *Egyptian Journal of Soil Science*, 57(4), p. 455-466. [https://ejss.journals.ekb.eg/article\\_3822\\_34fc970e9173af6cde10f0822a75b098.pdf](https://ejss.journals.ekb.eg/article_3822_34fc970e9173af6cde10f0822a75b098.pdf) (Megtekintve: 2023.10.11.)
11. Enakiev, Y. I., Bahitova, A. R., & Lapushkin, V. M. (2018). Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(2), p. 285-289. <https://www.agrojournal.org/24/02-15.pdf> (Megtekintve: 2023.10.01.)
12. Fan, D. (2019). The effect of calcium to maize seedlings under drought stress. *American Journal of Plant Sciences*, 10(8), 1391-1396. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=94631> (Megtekintve: 2023.10.10.)
13. Farkas I. (2019): Folyékony tápanyag talajba juttatása a vegetáció időszakában <https://agraragazat.hu/hir/folyekony-tapanyag-talajba-juttatasa-a-vegetacio-idoszakaban/>(Megtekintve: 2023.09.13.)
14. Forrai D. (2016): A cink jelentősége kukoricában *AgrárUnió* <https://www.agrarunio.hu/hirek/1239-a-cink-jelentosege-kukoricaban> (Megtekintve: 2023.10.13.)
15. Gong, X., Qu, C., Liu, C., Hong, M., Wang, L., & Hong, F. (2011). Effects of manganese deficiency and added cerium on nitrogen metabolism of maize. *Biological trace element research*, 144, p. 1240-1250. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12011-011-9105-y> (Megtekintve: 2023.10.13.)

16. Gyuris K. (2017): A hét témája: tápanyag-utánpótlás kukoricavetés előtt <https://agrotrend.hu/gazdalkodas/szantofold/a-het-temaja-tapan-yag-utanpotlas-kukoricavetes-elott/>(Megtekintve: 2023.09.09.)
17. Hauck R. D. (1984): Diagnosis of Nitrogen Deficiency in Plants. *Nitrogen in Crop Production* 16(8) <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/1990.nitrogenincropproduction.c16>
18. Hoffman R. (2018):A kukorica trágyázása <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapan-yag-utanpotlas/a-kukorica-tragyazasa/> (Megtekintve: 2023.09.09.)
19. Hoffmann R. (2017): A folyékony műtrágyázás lehetőségei a szántóföldi növénytermesztésben <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapan-yag-utanpotlas/a-folyekony-mutragyazas-lehetosegei-aszantofoldi-novenytermesztesben/> (Megtekintve: 2023.09.10.)
20. http 1 MePAR Portál. <https://mepar.mvh.allamkinestar.gov.hu/#/viewer> (Megtekintve: 2023.01.21.)
21. http 2 <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/agrarium-2023-elozetes-adatok/index.html> (Megtekintve: 2023.09.25.)
22. http 3 Értékesített műtrágya mennyisége hatóanyagban [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0041.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0041.html) (Megtekintve: 2023.08.28.)
23. http 4 (2017) Lombtrágyázás hatékonyan és eredményesen <https://agraragazat.hu/hir/lombtragyazas-hatekonyan-es-eredmenyesen/> (Megtekintve: 2023. 09. 09.)
24. http 5 Alaptrágyázás <https://www.agroinform.hu/tags/alaptragyazas#:~:text=Az%20alaptragyazas%20fogalma%20alapján%20ez,a%20növények%20számára%20szükséges%20tápanyagtartalom.> (Megtekintve: 2023.09.09.)
25. http 6 (2018) A kukorica tápanyag utánpótlása <https://www.magro.hu/agrarhirek/a-kukorica-tapan-yag-utanpotlasi/> (Megtekintve 2023.08.28.)
26. http 7 (2023) Starter műtrágya nélkül csak a természetesen spórol a termelő! <https://www.agroinform.hu/szantofold/starter-mutragya-nelkul-csak-a-termesen-sporol-a-termelo-63652-002/>(Megtekintve: 2023.09.17.)
27. http 8 <https://www.dekalb.hu/documents/131312/247626/DKC5182-term-lap.pdf> (Megtekintve: 2023. 09. 26.)
28. http 9 [https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=3261](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3261) (Megtekintve: 2023.10.04.)
29. http 10 (2023) Támogassuk a kukoricát megfelelő tápanyag utánpótlással! <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapan-yag-utanpotlas/tamogassuk-a-kukoricat-megfelelo-tapan-yag-utanpotlással-3/> (Megtekintve: 2023.10.05.)
30. http 11 (2013) Makro- és mikroelemek fontossága és optimális kijuttatási ideje a kukoricánál <https://agrotrend.hu/info/makro-es-mikroelemek-fontossaga-es-optimalis-kijuttatasi-ideje-a-kukoricanal/>(Megtekintve: 2023.10.05.)
31. http 12 (2013) A kukorica meghálálja <https://agraragazat.hu/hir/a-kukorica-meghalalja/#:~:text=A%20kukoricának%20sok%20káliumra%20van%20szüksége%20a%20kemény%20C3%ADtőképzéshez&text=háromnegyed%20részét.vehet%20fel%20hektáronként%20és%20naponként.> (Megtekintve: 2023.10.05.)
32. http 13 <https://genezispartner.hu/novenykulturak/szantofoldi-novenyek/kukorica-2/> (Megtekintve: 2023.10.05.)
33. http 14 (2008) A kukorica és tápanyag – visszapótlása. *Agronapló*. 2008/04 p. 36 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2008/04/pr/a-kukorica-es-tapan-yag-visszapotlasi/> (Megtekintve: 2023.10.05.)
34. http 15 (2003) A műtrágyázás környezeti hatásai. *Agronapló*, 2003/4 p. 26 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2003/4/novenytermesztes/a-mutragyazas-kornyezeti-hatasai/>(Megtekintve: 2023.10.06.)
35. http 16 Műtrágya alkalmazási stratégiái kukoricánál <https://hirosagraria.hu/mutragya-alkalmazasi-strategiai-kukoricanal/> (Megtekintve: 2023.10.06.)
36. http 17 (2020) Foszfor a talajban: a mikroorganizmusok szerepe a növények foszforellátásában *Agárágazat* 2020/11 <https://agraragazat.hu/hir/foszfor-a-talajban-a-mikroorganizmusok-szerepe-a-novenyek-foszforellatasaban/#:~:text=A%20két%20frakció%20–>

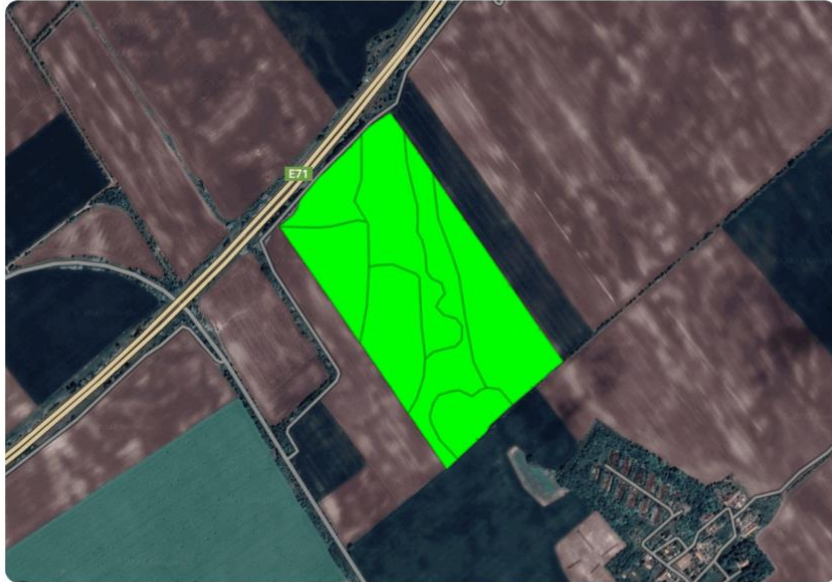
- [%20vagyis%20a.v%C3%ADzoldhatatlan%20vegületeket%20alkotni%20más%20elemekkel](#)  
(Megtekintve: 2023.10.09.)
37. http 18 (2016) A réz, mint esszenciális mikroelem *AgrárUnió* <https://www.agrarunio.hu/hirek/2130-a-rez-mint-esszencialis-mikroelem> (Megtekintve: 2023.10.12.)
  38. Jóri J. I. (2014): A sorközművelés eljárásai és eszközei <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2011/06/gepesites/a-sorkozmuveles-eljarasai-es-eszkozei> (Megtekintve:2023.07.18.)
  39. Juhos K. (2022): A nitrogén-utánpótlás lehetőségei, megvonásának következményei. *Agrárágazat* 2022/4 <https://agrara gazat.hu/hir/agrar-nitrogen-hatoanyag-talaj-novenytoplalal-mezogazdasag/> (Megtekintve: 2023.10.07.)
  40. Kakuszi-Széles A. (2023): Nitrogénkijuttatási módszerek a kukoricatermesztésben. *Agrárágazat* 2023/04 <https://agrara gazat.hu/hir/agrar-kukoricatermesztes-nitrogenmutragya-tenyestidoszak-mezogazdasag/>(Megtekintve: 2023.10.06.)
  41. Kiran, V. U. (2021): Effect of Magnesium applications on growth and yield of Maize (*Zea mays* L.). *Global Approaches in Natural Resource Management for Climate Smart Agriculture* [https://www.researchgate.net/publication/349145074\\_Effect\\_of\\_Magnesium\\_applications\\_on\\_growth\\_and\\_yield\\_of\\_Maize\\_Zea\\_mays\\_L](https://www.researchgate.net/publication/349145074_Effect_of_Magnesium_applications_on_growth_and_yield_of_Maize_Zea_mays_L) (Megtekintve: 2023.10.11.)
  42. Kiss E. (2021): A stressztűrés létkérdés a kukoricában! *Agronapló* 2021/12, p. 39-44 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2021/12/szantofold/a-stressztures-letkerdes-a-kukoricaban> (Megtekintve: 2023.10.04.)
  43. Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction between macro-and micro-nutrients in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.665583/full> (Megtekintve: 2023.10.03.)
  44. Loch J., Kiss Sz. (2014): Agrokémia jegyzet, Debrecen, 2014, 194 p. (12-13)
  45. Máté A. (2010): Szántóföldi növénytermesztés, Gödöllő, 2010, 96 p. <http://nttt.mkk.szie.hu/oktatas/jegyzet.htm> (Megtekintve: 2023.08.27.)
  46. Murphy, L. (1983) – Fertilizer placement: A primer. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3), p. 246-249 <https://www.jswconline.org/content/38/3/246> (Megtekintve: 2023.09.17.)
  47. Nelson, P. V. (1971). Copper Deficiency in Chrysanthemum: Critical Level and Symptoms1. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 96(5), p. 661 -663. <https://journals.ashs.org/jashs/downloadpdf/journals/jashs/96/5/article-p661.xml>
  48. Ordódy E. (2023): A kukoricatermesztés megfelelő tápanyag-utánpótlása. *Agrofórum* <https://agroforum.hu/agrarhitek/novenytermesztes/a-kukorica-megfelelo-tapananyag-utanpotlasa/>
  49. Péntek Cs. (2014): JÓ ÚTON HALADUNK? A startertrágyázás <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2014/11/szantofold/jo-uton-haladunk-startertragyazas>(Megtekintve: 2023.09.16.)
  50. Pepó P., Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. Az agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése 86 p.
  51. Pham, H. D., Pólya S., Müller B., Szenthe K., Sági-Kazár M., Bánkúti B., ... & Solti Á. (2020). The developmental and iron nutritional pattern of PIC1 and NiCo does not support their interdependent and exclusive collaboration in chloroplast iron transport in Brassica napus. *Planta*, 251, 1-16. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-020-03388-0>
  52. Plénet, D., Etchebest, S., Mollier, A., & Pellerin, S. (2000a). Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency. *Plant and Soil*, 223(1-2), 119-132. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004877111238> (Megtekintve: 2023.10.09.)
  53. Plénet, D., Mollier, A., & Pellerin, S. (2000b). Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency. II. Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. *Plant and Soil*, 224(2), 259-272. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004835621371> (Megtekintve: 2023.10.09.)
  54. Pónya Zs. (2018): A sokoldalú kalcium: érdemes-e kukoricának adni? *Agrofórum* <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapananyag-utanpotlas/a-sokoldalukalcium-erdemes-e-kukoricanak-adni/> (Megtekintve: 2023.10.10.)

55. Rochman, F., Priyadi, P., & Rahmadi, R. (2023). Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays ssp. mays*) akibat Aplikasi Dosis Pupuk Kalium dan Nitrogen pada Tanah Kering Masam dengan Pemberian Amelioran. *AGRICOLA*, 13(1), p. 50-58. <https://ejournal.unmus.ac.id/index.php/agricola/article/view/5054>(Megtakintve: 2023. 10. 03.)
56. Sárvári M., Boros B. (2014): A fontosabb szántóföldi növények tápanyagellátásának értékelése, 39 p. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2008/09/szantofold/a-fontosabb-szantofoldi-novenyek-tapananyagellatasanak-ertekelese> (Megtekintve: 2023.08.27.)
57. Sharma, C. P., Sharma, P. N., Chatterjee, C., & Agarwala, S. C. (1991). Manganese deficiency in maize affects pollen viability. *Plant and soil*, 138, p. 139-142. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00011816> (Megtekintve: 2023.10.13.)
58. Sipos N. (2021): A hazai műtrágya-felhasználása története a 20. században 2021/06 <https://mezohir.hu/2021/06/26/mutragyazas-tortenete-mezogazdasag/> (megtekintve: 2023.08.28.)
59. Sipos N. (2021): Az agrokémia kialakulása. *Agrárágazat* 2021/04 <https://agraragazat.hu/hir/az-agrokemia-alapjai-mezogazdasag/> (Megtekintve: 2023.10.03.)
60. Soumare, A., Diedhiou, A. G., Thuita, M., Hafidi, M., Ouhdouch, Y., Gopalakrishnan, S., & Kouisni, L. (2020): Exploiting biological nitrogen fixation: a route towards a sustainable agriculture. *Plants*, 9(8), 1011. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/8/1011>
61. Szabó Á. (2017): A sokarcó réz – nélkülözhetetlen mikroelem, szennyező nehézfém, fontos hatóanyag *Agroinform* <https://www.agroinform.hu/szantofold/a-sokarcu-rez-nelkulozhetetlen-mikroelem-szennyezo-nehezfem-fontos-hatoanyag-32010-001> (Megtekintve: 2023.10.12.)
62. Terbe I. (2021): Honnan tudjam, hogy kénhiánytól szenved-e a növényem? *Agroinform* <https://www.agroinform.hu/kerteszeti-szoleszet/a-kenhiany-is-okozhat-tuneteket-a-novenyeinken-36929-001> (Megtekintve: 2023.10.10.)
63. Terbe I. (2022): Ritkán említett mikroelem, melynek hiánya a zöldségféléknél is előfordul. *MezőHír* 2022/11 <https://mezohir.hu/2022/11/15/agrar-molibden-esszencialis-tapelem-termesfokozo-levelekben-mezogazdasag/> (Megtekintve: 2023.10.13.)
64. Térmeg J. (2014): A starter műtrágyázás szerepe, jelentősége <https://agraragazat.hu/hir/a-starter-mutragyazas-szerepe-jelentosege/> (Megtekintve: 2023.09.18.)
65. Tóth M. (2021): Heti fókusz: A startertrágyázás írott és íratlan szabályai <https://www.agronaplo.hu/hirek/heti-fokusz-a-startertragyazas-irott-es-iratlan-szabalyai> (Megtekintve: 2023.09.16.)
66. Uchida, R. (2000). Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency symptoms. *Plant nutrient management in Hawaii's soils*, 4, p. 31-55. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/pnm3.pdf>
67. Zsom E. (2018): A kukorica margójára *Agrárágazat* <https://agraragazat.hu/hir/a-kukorica-marogajara/>(Megtekintve: 2023.10.13.)
68. Zsom E., P. Lawson (2020): A kukorica hiánytüneteinek kezeléséről nem csak profi termelőknek. *Magro* <https://www.magro.hu/agrarhirek/a-kukorica-hianyutuneteinek-kezeleserol-nem-csak-profi-termeloknek-promo/> (Megtekintve: 2023.10.11.)



## 9. Mellékletek

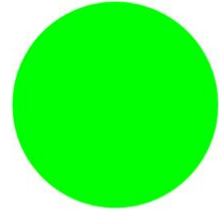
### MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



**Field Expert**  
Precision Farming

#### Kémhatás (pH-KCl)

- **semleges**  
29.54 ha
- **erősen savanyú**  
0.00 ha
- **savanyú**  
0.00 ha
- **gyengén savanyú**  
0.00 ha
- **gyengén lúgos**  
0.00 ha
- **lúgos**  
0.00 ha
- **erősen lúgos**  
0.00 ha



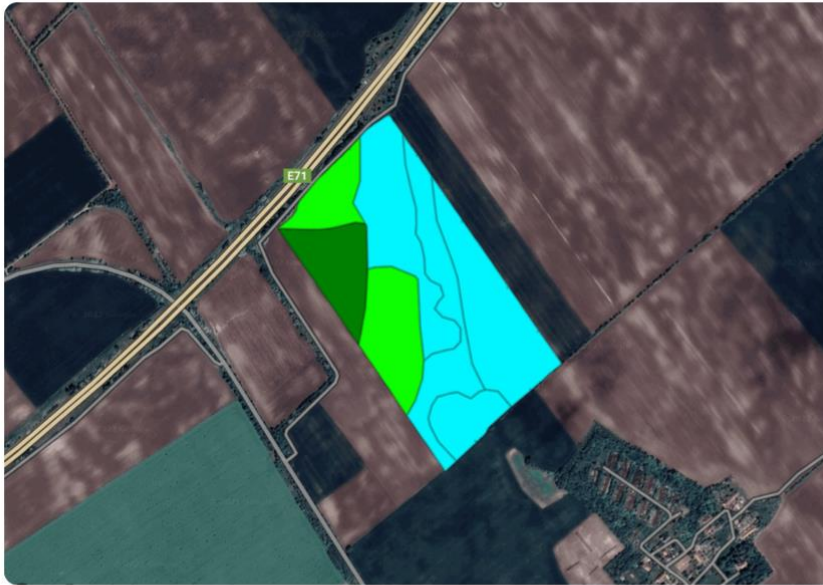
2022 Jun 22.

www.agridron.com

3 / 16 oldal

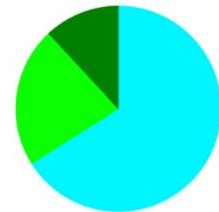
*1. melléklet.* Talaj kémhatásának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Mész tartalom (CaCO<sub>3</sub>)

- mész hiány  
19,51 ha
- megfelelő  
6,50 ha
- meszes  
3,53 ha
- túlzottan meszes  
0,00 ha



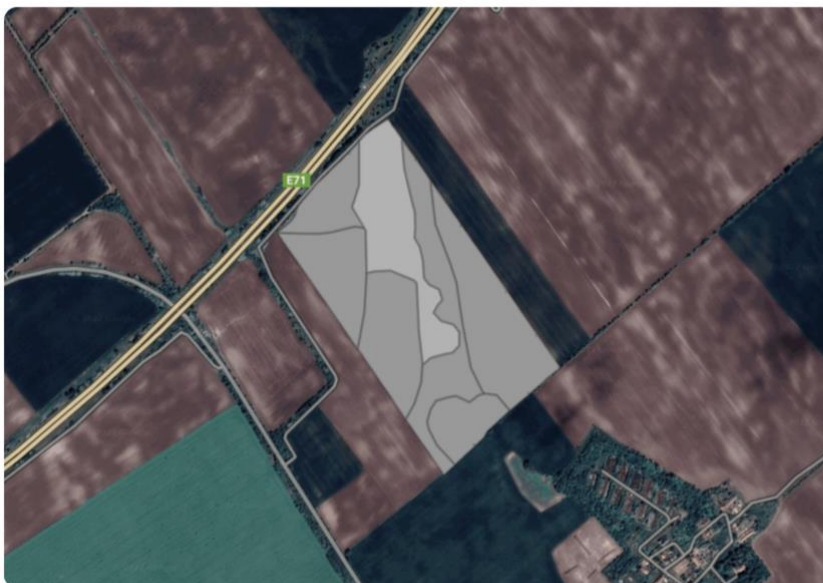
2022 Jun 22.

www.agridron.com

4 / 16 oldal

## 2. melléklet. Talaj mésztartalmának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Kötöttség

- agyagos vályog  
23,54 ha
- vályog  
6,00 ha
- durva homok  
0,00 ha
- homok  
0,00 ha
- homokos vályog  
0,00 ha
- agyag  
0,00 ha
- nehéz agyag  
0,00 ha



2022 Jun 22.

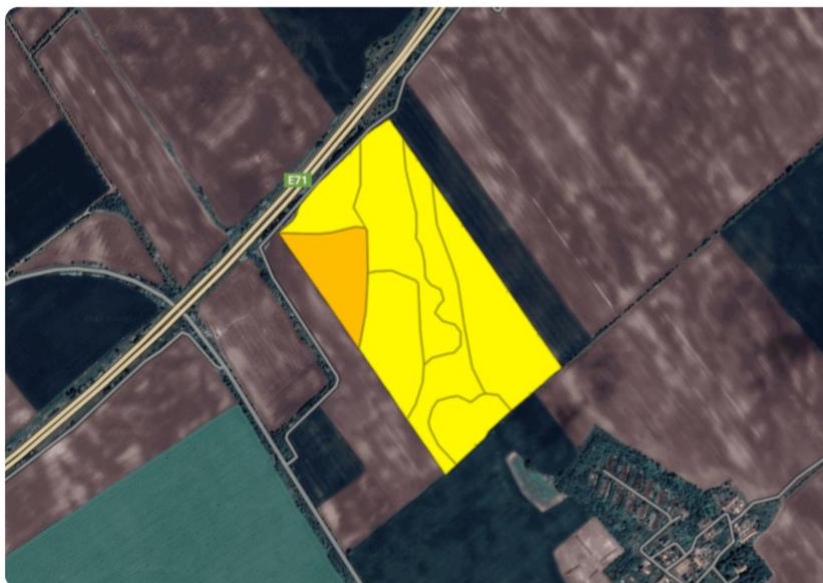
www.agridron.com

5 / 16 oldal

## 3. melléklet. Talaj kötöttségének vizsgálati eredménye



### MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



#### Nitrogén ellátottság (humusz)

- jó 26.01 ha
- közepes 3.53 ha
- igen gyenge 0.00 ha
- gyenge 0.00 ha
- túlzott 0.00 ha
- igen jó 0.00 ha



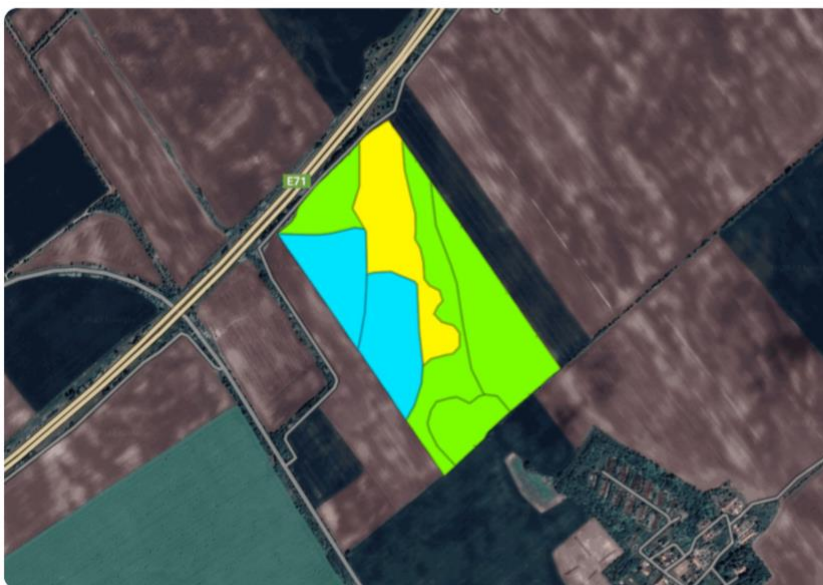
2022 Jun 22.

www.agridron.com

6 / 16 oldal

4. melléklet. Talaj nitrogén ellátottságának vizsgálati eredménye

### MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



#### Nitrát-nitrogén (NO3-N)

- igen jó 15.84 ha
- túlzott 7.70 ha
- jó 6.00 ha
- igen gyenge 0.00 ha
- gyenge 0.00 ha
- közepes 0.00 ha



2022 Jun 22.

www.agridron.com

7 / 16 oldal

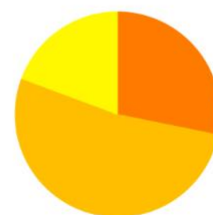
5. melléklet. Talaj nitrát-nitrogén ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Foszfor ellátottság (P2O5)

- **közepes**  
15.50 ha
- **gyenge**  
8.33 ha
- **jó**  
5.71 ha
- **igen gyenge**  
0.00 ha
- **igen jó**  
0.00 ha
- **túlzott**  
0.00 ha



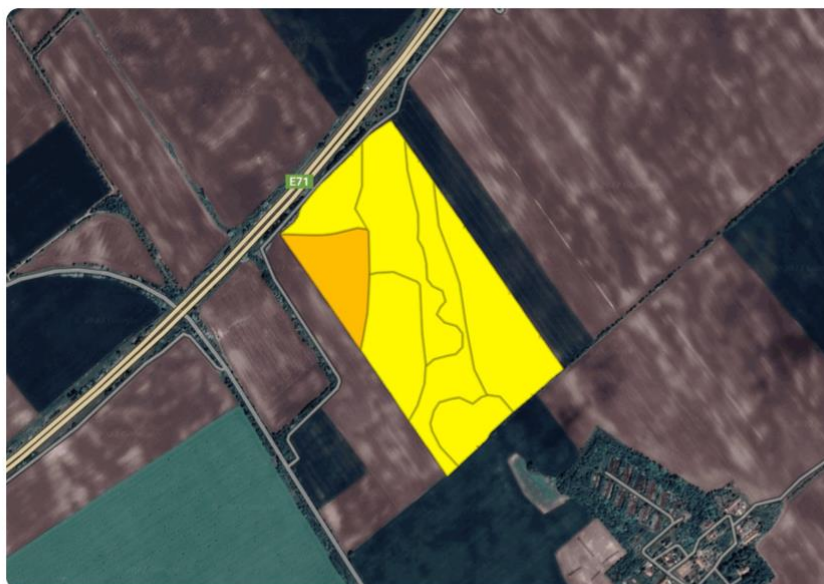
2022 Jun 22.

www.agridron.com

8 / 16 oldal

6. melléklet. Talaj foszfor ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Kálium ellátottság (K2O)

- **jó**  
26.01 ha
- **közepes**  
3.53 ha
- **igen gyenge**  
0.00 ha
- **gyenge**  
0.00 ha
- **igen jó**  
0.00 ha
- **túlzott**  
0.00 ha



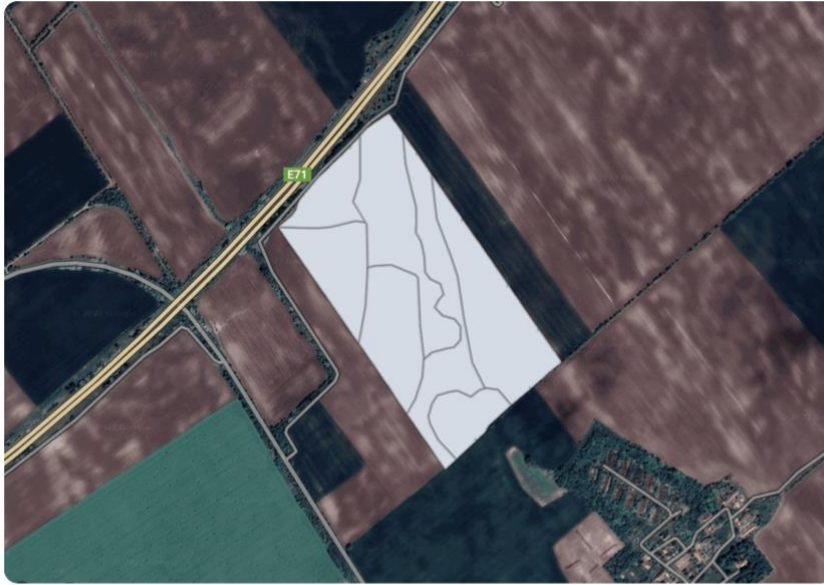
2022 Jun 22.

www.agridron.com

9 / 16 oldal

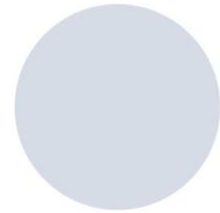
7. melléklet. Talaj kálium ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Sótartalom

- alacsony sótartalmú  
29.54 ha
- gyengén szoloncsákos  
0.00 ha
- szoloncsákos  
0.00 ha
- erősen szoloncsákos  
0.00 ha



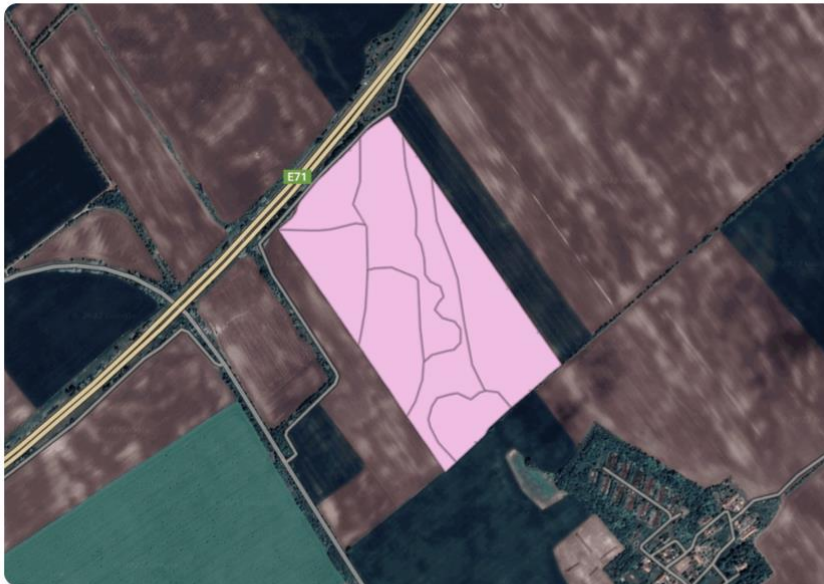
2022 Jun 22.

www.agridron.com

10 / 16 oldal

8. melléklet. Talaj sótartalmának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Nátrium (Na)

- megfelelő  
29.54 ha
- szikességre hajló  
0.00 ha
- enyhén szikes  
0.00 ha
- szikes  
0.00 ha



2022 Jun 22.

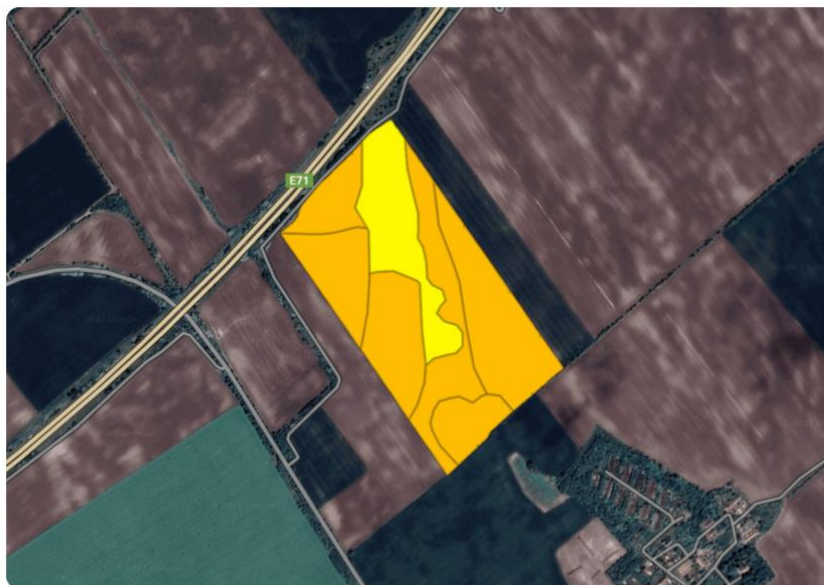
www.agridron.com

11 / 16 oldal

9. melléklet. Talaj nátrium ellátottságának vizsgálati eredménye

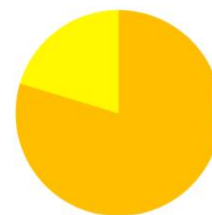


## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Magnézium (Mg)

- közepes  
23.54 ha
- jó  
6.00 ha
- igen gyenge  
0.00 ha
- gyenge  
0.00 ha
- igen jó  
0.00 ha
- túlzott  
0.00 ha



2022 Jun 22.

www.agridron.com

12 / 16 oldal

10. melléklet. Talaj magnézium ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Cink (Zn)

- gyenge  
29.54 ha
- igen gyenge  
0.00 ha
- közepes  
0.00 ha
- jó  
0.00 ha
- igen jó  
0.00 ha
- túlzott  
0.00 ha



2022 Jun 22.

www.agridron.com

13 / 16 oldal

11. melléklet. Talaj cink ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Szulfát-kén (SO4)

- gyenge 29.54 ha
- igen gyenge 0.00 ha
- közepes 0.00 ha
- jó 0.00 ha
- igen jó 0.00 ha
- túlzott 0.00 ha



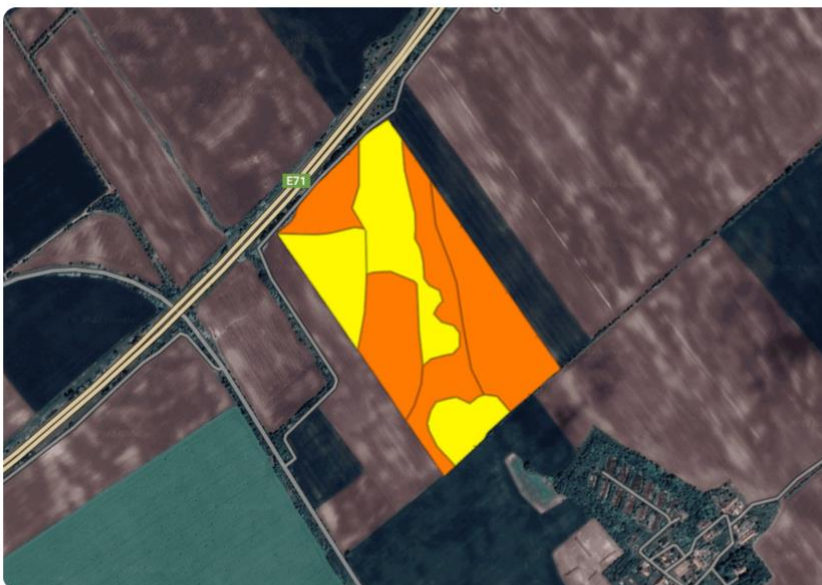
2022 Jun 22.

www.agridron.com

14 / 16 oldal

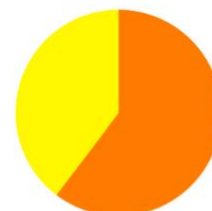
12. melléklet. Talaj szulfát – kén ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Réz (Cu)

- gyenge 17.83 ha
- jó 11.71 ha
- igen gyenge 0.00 ha
- közepes 0.00 ha
- igen jó 0.00 ha
- túlzott 0.00 ha



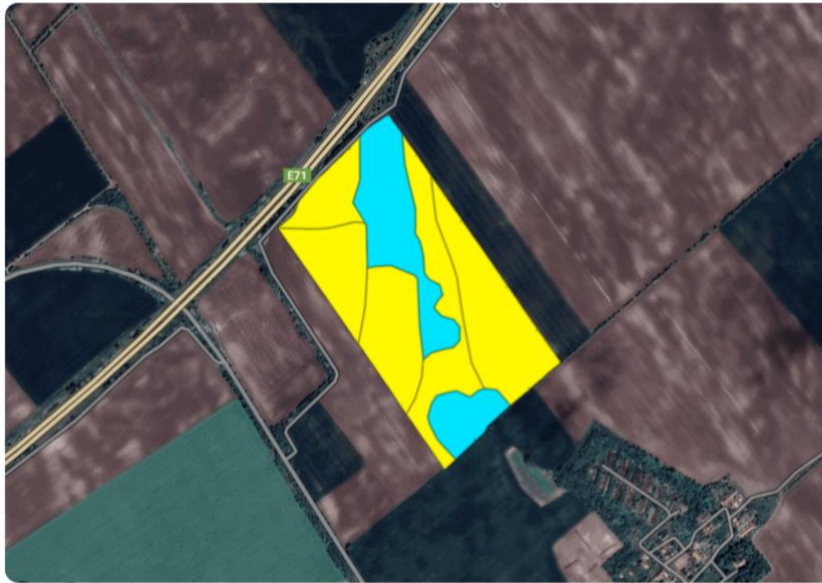
2022 Jun 22.

www.agridron.com

15 / 16 oldal

13. melléklet. Talaj réz ellátottságának vizsgálati eredménye

## MichellerKaroly - 2022 - Talaj mintavétel



### Mangán (Mn)

- jó  
21.36 ha
- túlzott  
8.18 ha
- igen gyenge  
0.00 ha
- gyenge  
0.00 ha
- közepes  
0.00 ha
- igen jó  
0.00 ha



2022 Jun 22.

www.agridron.com

16 / 16 oldal

14. melléklet. Talaj mangán ellátottságának vizsgálati eredménye



## 10. Nyilatkozat

### NYILATKOZAT

#### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: MICHELLER BLANKA  
A Hallgató Neptun kódja: C1U9GV  
A dolgozat címe: KÜLÖNBÖZŐ TÁPANYAGDÖZISOK HATÁSA A KUKORICA TERMÉSEREDMÉYEIRE  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERHESZTÉS TUDOMÁNYOK INTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: AGROJÓMIA TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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 állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-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: 2023 év november hó 1 nap

Micheller Blanka  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

MICHELLER BLANKA (név) (hallgató Neptun azonosítója: CIUGGV)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekinttem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: 2023 év 10 hó 25 nap

Dr. Miklós Péter Péter  
belső konzulens