

# **SZAKDOLGOZAT**

**Újházi Donát**

**Gödöllő**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Mezőgazdasági Mérnök Szak**

**Kukorica termesztése öntés talajon**

<b>Belső konzulens:</b>	Tarnawa Ákos egyetemi docens
<b>Külső konzulens:</b>	Ujházi Bálint mezőgazdasági mérnök
<b>Készítette:</b>	<b>Újházi Donát</b> OXF74W Nappali tagozat
<b>Intézet/Tanszék:</b>	Agronómiai tanszék

**Gödöllő  
2023**

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1. Általánosan a kukoricáról .....	6
2.1.1. A kukorica származása .....	6
2.1.2. A kukorica jelentősége és felhasználásnak lehetőségei.....	6
2.2. A kukorica rendszertana, morfológiája és ökológiai igénye.....	7
2.2.1. Rendszertan .....	7
2.2.2. Fajták csoportosítása .....	7
2.2.3. Kukorica morfológiája .....	8
2.2.4. A kukorica ökológiai igénye .....	11
2.3. Környezetvédelmi problémák a kukorica esetében .....	12
2.3.1. Öntözés .....	12
2.3.2. Trágyázás .....	12
2.3.3. Klímaváltozás .....	13
2.4. A kukorica és az etanol kapcsolata.....	13
2.4.1. Energiamérleg problémák.....	13
2.4.2. A bioetanol jelentősége világszerte és Magyarországon .....	14
2.4.3. A bioetanol előállításának technológiái .....	14
3. Anyag és módszertan.....	16
3.1. Vizsgálatom célja .....	16
3.2. A vizsgálat körülményei.....	16
3.2.1. A vizsgálat helyszín területi és agrárökológiai adottságai.....	16
3.2.2. A gazdaság jellemzése.....	17
3.2.3. A gazdaságban alkalmazott kukorica termesztéstechnológiája.....	19
A vizsgált területek talajtani paraméterei.....	20
3.3. A terméseredmények és a lineáris regresszió .....	22
4. Eredmények.....	24
4.1. A terméseredmények és a csapadék mennyiségének összefüggései .....	24
4.2. A terméseredmények és a talajtani paraméterek összefüggései .....	26
4.2.1. A kötöttség, kalcium-karbonát, humusz, és makroelemek vizsgálata .....	26
4.2.2. A mikro- és mezoelemek vizsgálata .....	29
4.3. Vetés, és a kezdeti fejlődéskor lehullott csapadék, illetve a virágzáskor lehullott csapadék összefüggései a termés hozamokkal .....	31
5. Következtetések és javaslatok .....	32
6. Összefoglalás.....	34
7. Irodalomjegyzék.....	35
8. Köszönetnyilvánítás.....	36

9. Nyilatkozatok ..... 37

## 1. Bevezetés

A folyamatosan növekvő népesség miatt, amennyi élelmiszert az elmúlt tízezer évben termelünk, azt a mennyiséget a következő 50 évben is meg kell termelnünk. A világon az egyik legváltozatosabban felhasználható és legnagyobb mennyiségben termesztett növény a kukorica, aminek óriási szerepe van az élelmiszeriparban, takarmányozásban, és bioüzemanyag iparban. 2021-ban a kukoricatermelése 1,194 milliárd tonna volt, míg 1990-ben a gazdálkodók világ szerte 484 millió tonnát termeltek meg. Ha a gabonafélék termelésének növekedését nézzük, kijelenthető, hogy a kukorica mutatja a legdinamikusabb növekedést. A termesztett kultúrnövények közül a kukorica a világon a legfontosabb, mert a termelés volumene nagyon gyorsan halad, illetve óriási szerepe van a lakosság élelmezésében. A kukorica esetében a differencia a termésátlagok között sokkal változatosabb, mint bármely más növénynek, 2-11 t/ha között változik az országos átlaghozam, de 30-35 t/ha-t is termeltek már kisparcellás kísérletekben. Az etanol gyártásban és a takarmányozásban a kukorica betakarított területe 30%-kal emelkedett 1995 óta, míg a búzáé nagyon kis százalékban változott. A világon 1411 millió hektár volt 2018-ban az a földterület, amit növénytermesztésre használtak, aminek 13%-a kukorica volt. (Nagy, 2021).

Magyarország mezőgazdasági területe 5,1 millió hektár, ami magába foglalja a szántókat, konyhakerteket, szőlő ültetvényeket, gyümölcsösöket és a gyepeket. Ebből több mint 2,5 millió hektáron termesztenek gabonát, aminek 39%-án búzát, 42%-án kukoricát termesztenek. (http1)

Európában és világszínvonalon is kiemelkedő eredményeket és nemes hagyományokat mutat a magyar kukoricatermesztés. Termőterülete és termésátlaga folyamatosan növekvő tendenciát mutat, ez párhuzamban áll az állattenyésztés intenzivitásával, és a hazai feldolgozókapacitásokkal. 2018-ról 2019-re 92 ezer hektárral növekedett hazánkban a kukorica termőterülete. Jelentős emelkedést mutatott a vetőmag célra szánt, és egyéb felszánálásra termesztett szemes kukorica, előbbi 6,4, utóbbi 9,7 %-kal nőtt. 2019-ben a betakarított termés mennyisége összesen 8,3 millió tonna volt, amit 1,03 millió hektáron termeltek meg. A 2019-es évben az az átlagos termés-mennyiség 8,1 t/ha volt, ami az elmúlt 5 év átlagához viszonyítva 7,8%-os növekedést mutat, viszont, ha a 2018-as adatokat vizsgáljuk, akkor 5,2%-os csökkenés figyelhető meg. A fajtakísérleti állomásokon az átlag mennyiség hektáronként 12,69 tonna volt (Csomor, 2019).

Szakedolgozatom célja, hogy megvizsgáljam a kukorica termesztését bácskai öntés talajon. A meglévő adataim segítségével megállapítást fogok tenni arra, hogy mik azok a talajtani és csapadék eloszlási paraméterek, melyek a kukorica terméseredményeit legjobban befolyásolják. Az eredményekből pedig következtetést fogok tenni, hogy ezeken a területeken, hogy lehet a

legnagyobb volumenben, illetve gazdaságos módon termesztani a kukoricát, ugyanis véleményem szerint Magyarország mezőgazdaságának legnagyobb stratégiai eleme a kukorica termesztése. Az orosz-ukrán háború kitörése óta a műtrágya piaca kiszámíthatatlanná vált, mind ökonómiai, mind logisztikai szempontból, ami akarva, akaratlanul is rákényszeríti a gazdákat arra, hogy a műtrágya használatát észszerűen, átgondoltan megfelelő adatokra alapozva juttassák ki. Mivel a kukorica nagy vegetatív és generatív tömeget állít elő sok műtrágyára van szüksége, vagyis termesztése során elhanyagolhatatlan a talajtani paraméterek figyelembevétele. (Nagy, 2021) szerint: „A kukorica termesztésnek is egyszerű és világos a fő célja: egy hektár kukorica a lehető legészszerűbb gazdálkodással, a lehető legkisebb környezeti terheléssel a legnagyobb termést adja.”

## **2. Irodalmi áttekintés**

### **2.1. Általánosan a kukoricáról**

#### **2.1.1. A kukorica származása**

Az előző évszázadban a Mexikóban lévő felfedezések mutattak kiváló eredményeket a kukorica eredetével kapcsolatban. A vad Tb-I és Tga-I vonal, kitűnő alkalmazkodóképességükkel és a kukorica számos jellegzetességével egy botanikai csodának számított mindaddig, amíg nem bizonyították, hogy nem egy vad vonalat képvisel, hanem a kukorica x teoszinte hibridből származik. A teoszinte kromoszómakutatásait később nem vették figyelembe, mivel azt feltételezték, hogy természetes populációjának nézetei kitalációk. A kukorica eredetének kutatásánál átörös volt Anderson és Cutler munkája, akik felderítették a kukorica primitív változatait, és kutatásokat végeztek a teoszinte, Tripsacum, és vad vonalak taxonómiai tulajdonságaival kapcsolatban. 1969-ben és 1972-ben sor került a Kukorica Eredete Csúcstalálkozóra, ahol megtörtént a teoszinte őselődként való megjelölése. A kukorica elődjének a balsasi teoszintét találták a legközelebbi változatnak, amit izoenzimes tanulmányokkal mutattak ki (Doebly, 1990).

A kukorica származási helyének pontos lokációját teljes bizonyossággal nem tudják megállapítani, a kutatók viszont közös álláspontra jutottak abban, hogy a növény Amerikából származik, viszont a kontinensen belül további kérdések merültek fel, hogy pontosan a déli vagy középső része tekinthető-e eredeti hazájának.

Geisler (1980) azt állította, hogy Mexikó és Közép-Amerika a kukoricának csak másodlagos hazája, ugyanis őshazájának Paraguay, Dél-Brazília, és Északkelet-Brazília tekinthető. Ezt az állítást viszont sokan cáfolják, hogy Brazíliába már Mexikóból, illetve Közép Amerikából került a növény.

Európában a kukorica szántóföldi termesztését a XVII. században kezdték meg, előtte csak kerti dísznövényként termesztették. A kis-ázsiai hajókereskedők a spanyoloktól már szállíthattak kukoricát, ugyanis több feljegyzés is azt írja, hogy a Közel-Keleten, már az 1500-as években láthatóak voltak kukoricaföldek. A „törökbúza” kifejezés is arra utalhat, hogy a Közép-Európai régióba már dél-kelet felől kezdett el áramlani a növény. Magyarországra a balkáni szláv népek által jutott el, hazánkban a XVIII. században kezdték el termesztetni a kukoricát (Nagy, 2021).

#### **2.1.2. A kukorica jelentősége és felhasználásnak lehetőségei**

A kukorica a legmagasabb termésátlaggal rendelkezik a gabonafélék közül. A tavalyi évtől 2015-ig visszamenőleg 7,025 t/ha volt Magyarországon az éves termésátlag ([http2](#)). Nagyon fontos ipari alapanyag, gazdaságosan előállítható energiaforrás és kiváló takarmány is. 50-60 ember évi oxigénszükségletét képes előállítani egy mindössze egy hektáron termesztett

kukorica mennyisége. 20kg nitrogén hatóanyag kell ahhoz, hogy előállítson 10 000 MJ nettó energiát, ami viszonyítva a hasonló kultúrnövények igényéhez képest, 20-30%-kal kevesebb (Nagy, 2021).

A 2018-as évek adatai alapján a kukorica globális felhasználásnak arányai a következők:

- élelmiszer 13 %
- bioüzemanyag 15 %
- takarmány 58 %

Hazánkban közvetlen emberi táplálékként kevés ember fogyasztja a kukoricát, a szemes kukoricát legnagyobb %-ban abraktakarmányként használják fel, viszont a sörgyártás, és a kenyérsütés területén is egyre nagyobb körben elterjedt a kukorica igénybevétele. Egy versenyképes piac a jövőben úgy alakulhat ki, ha kukoricát jó minőségben, egészséges állapotban, fertőzéstől mentesen állítják elő, ugyanis erre lehet építeni egy magas minőségű állattenyésztést, és húsfeldolgozást. A termelésnél rendkívül figyelembe kell venni, hogy a megfelelő hibridet és technológiát válasszuk, ehhez figyelembe kell vennünk, hogy adott termőhelyünknek, illetve üzemünknek milyen adottságai vannak, a termékünket mire fogjuk hasznosítani, és ki kell tűzni egy termelési célt (Nagy, 2021).

## **2.2. A kukorica rendszertana, morfológiája és ökológiai igénye**

### **2.2.1. Rendszertan**

A kukorica (*Zea mays L.*) a pázsitfűfélék (*Graminaceae*) családjába tartozik, ezen belül a kukoricafélék (*Maydeae*) rajába tartozik. A *Maydeae* rajnak - a *Tripsacum dactyloides L.* és az *Euchlaena mexicana Schard.* – két fontos nemzetsége Amerikában található meg. A kukorica nemzetségén (*Zea*) belül viszont egy faj (*Zea mays*) ismert, viszont nagy változatosság figyelhető meg a fajon belül. Radikális megfigyelések észlelhetőek a kukoricafajon belül, például a növények magassága 50 cm-től akár 700 cm-ig terjedhet, 8-44 db levél jelenhet meg a növényen, a csövek lehetnek egyedülállóak is egy tövön, de akár 12 cső is megtalálható egy darab növényen, aminek hosszúsága 2,5-50 cm között terjedhet. A kukorica tenyésztődje is igen szélsőséges eredményeket mutat, ugyanis van, hogy 50 napot tartózkodik a növény az élőhelyén, de más esetben akár 180 nap is lehet a kukorica élettartama (Nagy, 2021).

### **2.2.2. Fajták csoportosítása**

Hazánkban sok fontos alfaj ismert.

**Lófogú kukorica** (*Zea mays L. convar. dentiformis*). A legnagyobb jelentőséggel rendelkező kukorica alfaj mind hazánkban, mind az egész Földön. Ide sorolhatjuk a legtermőképesebb fajtákat. Nevét a ló fogának kupájához hasonló bemélyedéséről kapta. Ebbe az alfajba tartoznak



régebbi Magyarországon nemesített fajták közül a Mindszentpusztai sárga, Aranyözön, Szegedi sárga, Magyar fehér lófogú, Bánkúti korai (Nagy, 2021).

**Simaszemű kukorica** (*Zea mays L. convar. vulgaris*). Nagy szerepük volt Magyarországon a múltban, ugyanis emberi étkezésre alkalmasabb a lisztjük. Jellemzőjük a simább, fényesebb, szélesebb szem. A lófogú kukoricánál rövidebb a tenyészidőjük, illetve felépítésük is kisebb. Botanikusok azt állították, hogy a simaszemű alfajon belül két alcsoportot lehet megkülönböztetni, mégpedig a sima, keményszemű, illetve a sima, puhaszemű kukoricát. A sima, keményszeműre jellemző, hogy magas a fehérjetartalmuk, és üvegszerűen acélos szeműek. Ezzel ellentétben a sima, puhaszeműeknek alacsony a fehérjetartalmuk, és nagyobbak a szemeik (Nagy, 2021).

**Csemegekukorica** (*Zea mays L. convar. saccharata*). Az igényeik fokozódásával nő a gazdasági jelentőségük. Közvetlen fogyasztásra lehet felhasználni, mikor viaszérett állapotban van, illetve a konzerviparban, és fagyasztás céljára lehet felhasználni, a tejesérés végén betakarított kukoricákat. Jellemző a hibrideke, hogy érett állapotban a koronarészen ráncos a szemük érett állapotukban, rövidebb a tenyészidőjük, kisebb a testük, és a többi alfajjal szemben sokkal több cukrot tartalmaznak, illetve ízletesebbek (Nagy, 2021).

**Pattogatni való kukorica** (*Zea mays L. convar. microsperma*). Az USA-ban termesztik nagyobb mennyiségben, magyar viszonylatban jelentősége nem túl nagy. Cukrárszipari célokra, illetve mivel melegítés hatására felpattog, közvetlen fogyasztásra használják. Apró szemei mellett jellemző még, hogy üveges szemeiben a lágy, lisztes keményítőt, egyfajta kemény, szaruszerű réteg veszi körül. A keményítő e fajta elhelyezkedésének köszönhető, hogy a szem a melegítés hatására felpattog. A legelterjedtebb pattogatni való kukoricafajták hazánkban az egérfogú és a rizsszemű fajták voltak (Nagy, 2021).

A felsorolt és jellemzett alfajokon kívül, még más számos alfaj is létezik, mint például a dísz kukorica (*Zea mays L. convar. japonica*), pelyvás kukorica (*Zea mays L. convar. tunicata*), vagy a viaszos kukorica (*Zea mays L. convar. ceratina*). Magyarországon a lófogú, simaszemű, csemege, vagy pattogatni kukoricán kívüli alfajoknak nagy mértékben alárendelt a gazdasági szerepük, vagy teljesen elhanyagolható (Nagy, 2021).

### **2.2.3. Kukorica morfológiája**

A kukorica egylaki, egyéves, kórós növények kategóriájába tartozik. Két fő része a gyökérzet és a hajtásrendszer.

**Gyökérzete** bojtos, mint általában a legtöbb fűfélének (1. ábra: A kukorica gyökérzete (forrás: saját). A kukorica gyökérzetét két gyökérrendszer alkotja, az elsődleges gyökerek, és a járulékos gyökerek. Előbbi a csíra gyököcskéből fejlődik ki. A fejlődés során a kezdetekben a kukorica

fiatal főgyökere gyorsan átszakítja a gyökérhüvelyt, és erőteljesen a talaj mély rétegei felé hatol. A hajtással szemben elmondható, hogy a gyökérzet sokkal erőteljesebben képes növekedni. Amikor a csíranövény eléri az egy-két cm-es magasságot, akkor a hozzá tartozó gyökérzet már 15-20 cm mélyen helyezkedhet el. Menyhért (1985) szerint a kukorica gyökerei vízszintesen akár 100, és függőlegesen pedig 200 cm távolságra hatolhat. A járulékos gyökereket keletkezésük szerint háromféle csoportba sorolják: mellégyökerek, koronagyökerek, és harmatgyökerek. A mellégyökerek fejlődése gyors ütemben indul meg vagy a hipokotilból (szik alatti szár), vagy a mesokotilból (szikközépi szár). A mellégyökereknek nagy szerepe a növény vízfelvételeiben, és a főgyökérrel párhuzamosan szintén a talaj mély rétegei felé hatol. A koronagyökék képződése több szintben történik. A szik feletti vagy epikotil gyökerek alkotják a legalsó szintet, amik a rüghüvely csomójából erednek. Az első szik feletti gyökér a szárnak azon az oldalán szokott eredni, amelyen az első levél. Ezt követően alakulnak ki a kukorica táplálásában legnagyobb jelentőséggel bíró koronagyökerek. A kukorica talajszinti csomóiból erednek a harmatgyökerek. A legtöbb esetben a talajfelszín feletti 2-3. csomóból fejlődik a harmatgyökér, de késői fajtákon sok esetben a 6-7. szárcsomón is képződhetnek. Azok a harmatgyökerek, amik a föld feletti szár magasabb csomóiból erednek, rendszerint csökevényesek maradnak. Ha a körülmények megfelelően alakulnak, akkor azok a harmatgyökerek, amik az alsó csomókból erednek elvékonyodnak, és elágazódva vesznek részt a növény megerősítésben, és táplálásában (Nagy, 2021).



1. ábra: A kukorica gyökérzete (forrás: saját)

Hajtásrendszere a föld feletti rész, ami tartalmazza a szárat az esetleges oldalhajtásokkal, a **nő- és hímvirágzatot**, és a levélzetet. A kukorica egylaki, váltivarú növény, ami azt jelenti, hogy a nő- és hímvirágok is ugyanazon a növényen találhatóak meg, viszont a hajtásrendszernek nem ugyanazon helyén helyezkednek el. A főhajtáson - ami a kukorica hajtásrendszerének tengelye – helyezkednek el a levelek, termővirágzatok, és a csúcsán a címer (hímvirágzat) (2. ábra A kukorica címer virágzata (forrás: saját)).

A **kukoricaszár** egy olyan képlet, ami belül tömött, náduszokkal tagolt, mereven felálló, hengeres, erőteljes, kórószerű. A fajtától és a körülményektől függ a szárak magassága, illetve vastagsága. A kifejtett növény magassága minimum félméter, de akár a 7 métert is elérheti,

hazánkban az átlagos kukoricánövények 1,2-3 méter magasra nőnek meg. A szárra jellemző, hogy felül vékonyabb (1-2cm), mint az alul (3-6cm). A szarát a nóduszok internódiumokra tagolják, melyek a száron felfelé haladva fokozatosan hosszabbá válnak. A nóduszok száma fajtánként eltérő, általában 8-40 között mozog a számuk. A Magyarországon termesztett kukoricafajták nóduszának száma a földalatti rész esetében 6-7, a fölfelszín feletti pedig 9-12 (Nagy, 2021).



2. ábra A kukorica címer virágzata (forrás: saját)

A **kukoricalevelek** a kukorica szárán helyezkednek el, méghozzá váltakozva két szemköztes sorban. A levelek egy-egy növényen eltérő számúak, ezt a számot a kukoricán található nóduszok száma határozza meg. Hazánkban olyan fajtákat termesztenek, melyeken 9-12 levél látható. A kukoricán általában több nódusz van, és ebből kifolyólag levél is, ha az adott fajtának minél hosszabb a tenyészideje. A kukorica levelét két fő rész alkotja: a levélhüvely, illetve a levéllemez. A nyelvcske, más néven ligula e két résznek az érintkezésénél található meg. A levélhüvely selymesen érdes felületű, ritkán túl szőrös. A kukorica levélhüvelye rendkívül hasznos eleme a növénynek, ugyanis hozzájárul a termővirágzat, és a szár védelméhez, illetve utóbbinak erősítéséhez is. A levéllemez lándzsa alakú, hosszúkás része a növénynek, ami fajtától függően 4-15 cm széles lehet. A levéllemezen látható a középer, mely fonákján erősen kidomborodik, ezek mellett párhuzamosan futnak a mellékerek (9-17 db) (Nagy, 2021).

A kukorica **virágzata**. Mivel a kukorica egylaki növény, így a termős, és porzós virágzat külön helyen, de ugyanazon a növényen található meg. A termős virágzat a törpehajtás csúcsán helyezkedik el, alaktanilag torzsavirágzat. A Magyarországon termesztett lófogú kukoricákon a legtöbb esetben 1-2, ritkábban 3 nőivirágzat fejlődik ki egy darab csőhajtáson. A törpehajtáson, amit a termős virágzat hordoz ezeket a részeket különíthetjük el: rövid szártagú tengely, burok vagy csuhélevelek, a kalászkok, amik a torzsavirágzaton fejlődnek. A nőivirágzat termős virággal rendelkezik, amikből egy növényen 2-2 szokott elhelyezkedni. A porzós virágzat a hajtás csúcsán található meg, mint a legfelső szártag folytatása. A porzós virágzat egy erősen ágas bugavirágzat, ami mereven felálló, és elvékonyodik a csúcsa felé. A két hímvirágot, amik a címer kalászkáiban figyelhetők meg, zöld, piros, ibolyás színű pelyva borítja kívülről (Nagy, 2021).

A kukorica **termése és a csőve** (3. ábra: A kukorica termése és csőve (forrás: saját)) a megtermékenyült torzsvirágzatból képződik. A cső a kukoricacsuhéból, a csutkából, a csutaknyélból, a bajuszmaradványból, és a szemekből áll. A cső tömege 25-700 gramm, vastagsága 2-10 cm, hossza 3-50 cm, ezen tulajdonságok paraméterei függenek a fajtától, az adott körülményektől (tenyésztési terület, tápanyagellátottság, csapadék mennyisége). A megtermékenyülés után a termős virág magházából fejlődik ki a kukoricaszem, ami alakitanilag zárt, száraz, egymagvú termés. Hosszuk 2,8-23 mm, szélességük 2,7-18 mm, amik szintén a fajtától és körülményektől függenek (Nagy, 2021).



3. ábra: A kukorica termése és csőve (forrás: saját)

#### **2.2.4. A kukorica ökológiai igénye**

**Talajigény.** A kukoricának a legkedvezőbb talajok nemcsak magas termőképességűek, hanem hasznos élőlényekkel is él. A legideálisabb, ha mély (több, mint 180 cm), közepes szerkezetű és laza, jó vízellátottságú, magas vízmegtartó képességű, és magas szervesanyag-tartalommal rendelkezik, ezen kívül képes ellátni a növényeket a megfelelő tápanyagokkal. Természetesen nem mindenki rendelkezhet a tökéletes paraméterekkel, viszont a kukorica a viszonylag jó stressztűréséből kifolyólag a gyengébb talajokon is képes a megfelelő eredményeket produkálni.

**Éghajlatigény.** A kukorica trópusi eredetű növény, ezért a legkedvezőbb a meleg, napsütéses idő, egy jól eloszló, időszakos csapadékkal, vagy öntözéssel. Az Egyesült Államokban a legtöbb kukoricaövezetben a legtöbb évben ez a klíma jellemző (http3). Magyarország időjárási viszonyait tekintve a déli rész kedvező a hosszabb tenyészidejű kukoricáknak, de a korai és középérésű fajták is megállják helyüket. Utóbbiakat hazánk nyugati és északi részein lehet nagyobb sikerekkel termesztetni (Antal, 2000).

**Humusz-, és tápanyagszükséglet.** Még ha az időjárás nem is megfelelő számunkra, a magas humusztartalmú talajunk jelentheti azt a különbséget, ami a megfelelő mennyiségű és minőségű termést eredményezheti a kukorica esetében. A humusz lehetővé teszi, a talaj számára, hogy jelentős nedvességet szívjon fel, és megtartsa azokat a szárazabb időszakokra. Ami a műtrágyákra illeti, a foszfor, és káliumtartalmúak lehetőség szerint, ha sor kerül őszi szántásra, akkor azzal egy menetben kerüljenek a talajba. A teljes adag Nitrogénműtrágya mindenképp tavasszal legyen kijuttatva, a magágyba. Növelhetjük a termésbiztonságot, ha istállótrágyával

helyettesítjük a műtrágya adagokat. A lakhelyem mellett a legnagyobb %-ban öntés talajok találhatóak, amik a kötött réti talajok szántóföldi termőhelyi csoportjába tartoznak. Ha feltételezzük, hogy az adott terület ezen kategóriában, egy jó talaj tápanyag-ellátottsággal rendelkezik, akkor az egy tonna várható terméshez hektáronként szüksége van 25 kg nitrogén, 14 kg foszfor és 18 kg kálium hatóanyagra. (Antal, 2000).

### **2.3. Környezetvédelmi problémák a kukorica esetében**

A kukoricaipar óriási hatással van klímaváltozásra, az USA-ban a rengeteg kukoricát természetnek, amik öntözése kimeríti a meglévő vízkészleteket, illetve a sok műtrágyázás felesleges anyagai jelentősen szennyezhetik környezetünket (Pelleschi, 2016).

#### **2.3.1. Öntözés**

Az öntözésből származó víz sok gazdálkodó számára környezetvédelmi probléma. Problémát jelenthet a felszíni párolgás és az öntözéshez használt víztartó rétegek kimerülése. A legtöbb kukoricatermesztő a csapadékból nyeri a vizet, de azok, akik öntözésre támaszkodnak, általában több hasznuk van. Az elmúlt 20 évben a kukorica termesztésének szerepe folyamatosan növekedett, az Egyesült Államokban a legöntözöttebb kultúrák közé tartozik, az összes mezőgazdasági vízkészlet körülbelül 17 %-át használja fel. A kukorica öntözése akkor fejleszthető, ha a forgó öntözőberendezésekhez fordulunk, így a vizet közvetlenül a növényekre juttatjuk ki. A csepegtető öntözési módszerek is megfelelőek lehetnek a kukorica számára, ilyenkor a vizet kis mértékben csepegtetik a talajba közel a növényhez, viszont ez nagyobb állományokban nem igen kivitelezhető. Már léteznek új technológiák, ahol különböző rendszerek applikáción keresztül megmutatja a gazdáknak, hogy mennyit kell öntözni az adott kultúrát az igényeinek megfelelően, úgy, hogy a rendszer az időjárási körülményeket is figyelembe veszi. Ezzel a rendszerrel a megfelelő vízmennyiség juttatható ki, bár ez a technológia még igen drága, így a legtöbb gazdálkodó nem tud hozzáférni. Egy jól megtervezett vetésforgó is csökkentheti a vízhasználatot, ugyanis a talaj egészsége javul, ez által kevesebb több vizet és szerves anyagot képes megtartani. A takarónövények használata is tökéletes megoldás lehet, egyrészt megvédi növényünket a talajeróziótól, másrészt képes megtartani a vizet, és kiszűri a környezetszennyezést (Pelleschi, 2016).

#### **2.3.2. Trágyázás**

A kukorica hektáronként általában több műtrágyát igényel, mint bármely más termesztett kultúrnövény. Nitrogén igénye kétszer akkora, mint a búzának, és négyszer akkora, mint a szójáé. A takarónövények megfelelő harmóniát képesek felállítani a műtrágyák használatában, ami kedvez a környezetvédelem szempontjából, viszont sok gazda azért nem használ

takarónövényt, mert a műtrágya egy részét felveszi a kukorica elől, és így kevesebb terméssel számolhatnak. A kukorica legnagyobb részét takarmányként termesztik, ennek betakarításakor majdnem a teljes kukoricánövényt eltávolítjuk és felaprítjuk, ennek következménye, hogy a talajra kevés növény kerül, ami talajerózióhoz vezethet, illetve kevesebb szerves anyag marad fenn, ezért a gazdák kénytelenek annyival több műtrágyát felhasználni a következő évben. Ha a gazdálkodók túl sok műtrágyát használnak fel, további környezeti problémák adódhatnak, ha túl sok nitrogén, vagy foszfor jut a vízrendszerekbe, akkor túl sok alga nőhet, aminek következménye, hogy a vízben lévő oxigén kimerül, és ez a vízi élővilágban komolyabb problémákat okozhat. A műtrágyaszennyezés viszont az emberre is káros hatással lehet, a talajvízben lévő extra nitrogén mennyiség az ivóvízbe kerülhet, a túl sok nitrogén pedig igen veszélyes a csecsemőkre, pajzsmirigyproblémákat eredményezhet, és nagy mennyiségben rákkeltő hatása van. Ezen probléma legnagyobb kockázatú területei pedig a kukorica övezetek. Így a gazdálkodóknak érdekük megbizonyosodni arról, hogy a megfelelő időben a megfelelő mennyiséget juttassák ki (Pelleschi, 2016).

### **2.3.3. Klímaváltozás**

Az éghajlatváltozás is okozhat nagy problémákat a gazdák számára. Nemcsak a hőmérséklet emelkedik, de sokkal több a szélsőséges időjárás, beleértve a hőhullámokat, aszályokat, árvizeket. Amerikában 2012-es és 2013-as évben akkora szárazság volt, hogy a takarmányozás és etanol üzemek leállása is szóban forgott. A kukorica növekedése egyre kiszámíthatatlanabb lesz a radikális időjárás miatt, ami az árára is hatással van. A változékony időjárás árvizeket és belvizeket is okozhat, amik a talaj oxigénszintjét csökkentik, ami igen károsíthatja a kukorica termelését. Ráadásul a felesleges víz tömöríti a talajt, illetve utat nyit a gyomok, betegségek elszaporodására, ami megnehezítheti a termelést, és arra kényszeríti a gazdálkodókat, hogy még több peszticidet és kémiai szereket juttassanak ki területükre (Pelleschi, 2016).

## **2.4. A kukorica és az etanol kapcsolata**

Az 1970-es évek óta végeznek kutatásokat, ahol a kukorica etanol nettó energia értékét (NEV) tanulmányozzák. A kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a kukorica etanol NEV értéke az idők során egy óriási technológiai előrelépés az etanol feldolgozásában, illetve nagy mennyiségben növeli a gazdálkodók termelésének hatékonyságát. (Shapouri, Duffield, & Wang, 2002)

### **2.4.1. Energiamérleg problémák**

Míg a kormányok teljesen elkötelezettek az etanol iránt, és előtérbe helyezik a mezőgazdasági érdekeket az etanoliparban, addig vannak kritikusok, akik ennek a politikarendszernek még

mindig megkérdőjelezzük a mögöttes indoklásokat, és azt állítják, hogy a kukorica-etanol egy negatív energiájú érték. A kritikusok szerint az üzemanyagban lévő etanol nem mutat akkora értékeket, amilyen ütemben az etanolt nyerik ki a kukoricából. Szerintük az etanol nem fosszilis energiahelyettesítő, és termelésének növekedése nem lesz képes kiszorítani az olajat. Az energiaegyensúly először az 1970-es évek közepén merült fel, amikor felfigyeltek az etanolra, mint benzint kiegészítő anyag. Ekkor a tanulmányok igen negatív adatokat mutattak a kukorica-etanol nettó energiaértékével kapcsolatban. Az Egyesült-Államokban az 1980-as évek végén került újra reflektorfénybe az energiamérleg tanulmányozása. A mezőgazdaság és az etanol kapcsolata folyamatosan szorosabb kötődést kezdett mutatni, és egyre hatékonyabbá vált (Shapouri, Duffield, & Wang, 2002).

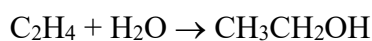
#### **2.4.2. A bioetanol jelentősége világszerte és Magyarországon**

2007 és 2011 között 56 %-kal emelkedett az etanol termelése üzemanyagcélú felhasználásra a világon. Térfogat-egyenértékben a benzinfelhasználásnak körülbelül 3%-át teszi ki. Jelenleg az Egyesült Államokban állítják elő legnagyobb mennyiségben a bioetanol, őket követi Brazília. Ez a két ország együtt a világ bioetanol gyártásának 87%-át adja, harmadik helyen az EU-27 áll 5,6%-os világtermeléssel (Bai, 2013).

Magyarországon 2007 óta állítanak elő jelentős mennyiségben bioüzemanyagot, a következő helyeken: Szabadegyháza, Győr, Dunaföldvár (legnagyobb Magyarországon). Ezen helyszínek kapacitása 6%-át adja az EU-hoz viszonyítva. 2010-ben a bioetanol gyártás hazánkban óriási emelkedést mutatott, viszont a 2011-ben bevezetett, majd megemelt jövedéki adó hatására, 2012-re rendkívüli csökkenés volt megfigyelhető. Magyarországon körülbelül 475 ezer tonna/év bioetanol állítanak elő évente, amihez 1,5 millió tonna kukorica mennyisége szükséges. Ezt a mennyiséget körülbelül 240 ezer hektáron lehet megtermelni, és az előző évekből kifolyólag hazai alapanyag-bázisunk ezt bőven fedezi (Bai, 2013).

#### **2.4.3. A bioetanol előállításának technológiai**

A bioetanol etilén és víz savkatalizált reakciójával tudják előállítani ipari úton, amihez a szükséges etilént a földgázból nyerik.



Másképpen cukortartalmú oldatok, élesztőkkel való erjesztés (üzemanyag- és italgyártási célra):



Az etanol forráspontja alacsonyabb, mint a vízé, így ezt kihasználva tömény alkoholt lehet előállítani desztillálással, különben az utóbbi módszerrel 18-20 V/V%-os etanoltartalmú oldatot készíthetünk, de desztillálásnak köszönhetően a legtöményebb etil-alkoholos oldat 96 V/V%-

os lehet. A bioetanol előállítása növényi alapon viszont nagyon költséges, mind a beruházása, mind a fenntartása és működtetése. A működtetésnél az alapanyag-költség a legmagasabb (70-75%), ezt követi az energiaköltség, ami melléktermék-szárításnál, és lepárlásnál játszik nagyobb szerepet. Előbbi csökkentésével lehetőség nyílik a versenyképesség fokozására. A kukorica esetében a növényből kinyert keményítőt első lépésben cukorrá, utána cukrot erjesztik, ami nyersszeszé alakul át, és ezt párolják le. A bioetanol gyártásában két különböző technológiát szoktak alkalmazni: a nedves és száraz őrlésű technológiát. Előbbiben kedvező, hogy sokkal értékesebb melléktermékek képződnek a kukoricaszem előzetes szétválasztásával, amik takarmányként és élelmiszerként is hasznosíthatóak. A száraz őrlési rendszernek kisebb a beruházási igénye, és körülbelül 15%-kal alacsonyabb a hőigénye is, sokan ezért választják ezt a módszert (Nagy, 2021).



### **3. Anyag és módszertan**

#### **3.1. Vizsgálatom célja**

Vizsgálatom célja, hogy a Magyarországon egyik legnagyobb területen termesztett növény, milyen potenciálokat rejt a természeti erőforrások függvényében. Nem azt kívánom vizsgálni, hogy antropogén beavatkozások milyen mértékben tudják maximalizálni a kukorica terméseredményét, hanem hogy az emberi hatások ellenére a természetesség milyen összefüggésben van a természet adta lehetőségekkel. Vizsgálatom célja az lenne, hogy rámutassak arra, hogy a kukoricát, azokon a területeken érdemes termesztetni, ahol a talaj paraméterei legjobban emelni tudják a termést, és nem emberi beavatkozással tornáztatni fel a lehordott mag mennyiségét. Ugyanis a talaj fizikai paraméterei különböző mechanikai beavatkozásokat igényelnek, míg a talaj tápanyagtartalma műtrágyázási beavatkozást. Ha ezeket kellőképpen a helyén kezeljük és olyan integrált növénytermesztést folytatunk, ahol azt is vizsgáljuk, hogy milyen fizikai állapotú és tápanyag ellátottságú talajokon próbálunk rentábilisan kukoricát termesztetni, akkor fajlagos költséget tudunk csökkenteni, amivel jövedelmezőbbé válik a kukorica termesztése, valamint nem utolsó sorban az ökológiai lábnyomunkat is csökkenteni tudjuk.

#### **3.2. A vizsgálat körülményei**

##### **3.2.1. A vizsgálat helyszín területi és agrárökológiai adottságai**

A kísérletet Szeremle és Bátmonostor határában lévő szántókon állítottuk be. E két község Bács-Kiskun Vármegyében található, és a hozzájuk legközelebb eső város Baja. Ezek a szántókon az előző évszázadokban javarészt zabot, búzát, kukoricát termeltek vetésforgóban. A falu határában voltak kisebb kaszálók, melyen a gazda fűvet kaszált, és volt a legelő, vagy marhajárás, ahol a falu marhaállománya tanyázott, és legelészett a melegebb hónapok nappali időszakában, a gulyások őrizete mellett. A telek elnevezés általában házhelyeket jelölt, de Szeremle dél-keleti oldalán van egy nádas, vizenyős szakasz, ami a Telekalja nevet viseli. A szeremlei termőföld többnyire jó minőségűnek mondható el. Minőségének fenntartására szolgálnak a megfelelő vetésváltók használata. Perera (2014) szerint számos talaj alkalmas a monokultúrás termesztéshez, de ez ezeken a területeken nem igen jellemző. A talaj gondozásának egyik eszköze az ugar volt, amiben a gazda a területének egy bizonyos részét nem művelte, pihenni hagyta. Létezett fekete ugar, amit a gazda sekélyen, de rendszeresen felszántott, és zöld ugar, amit az őszi és tavaszi szántásig nem érintett ekevas (dr. Tóth, Tóth, & Vietorisz, 1995).

Földrajzi elhelyezkedés: Szeremle és Bátmonostor a Mohácsi sziget területén található. A Mohácsi sziget tengerszint feletti magassága 84 és 142 méter között van. A terület minden részén 2m/km<sup>2</sup> a felszín relatív reliefe, ami nagyon alacsonynak számít. A terület legnagyobb része

ártéri szintű síkság, árvíz- és belvívveszélyes alacsony ártér. A felszíni formák a Duna eróziójának emlékét őrizik (Dövényi, 2010).

Talajok: A táj területének több mint 90 %-át öntés talajok alkotják, ezen belül 78 % a réti öntés talaj, ami a legjellemzőbb az általam vizsgált területekre is. Ezekre a talajokra jellemző a jó tápanyagkészlet, viszont a tápanyagfeltáró képességük gyenge, ahogy a vízvezetésük is, viszont nagy a víztarató képességük. Tavasszal sokszor jellemző a magas talajvízállás vagy belvív, nagyobb esőzések esetén gyakori a gyors túltelítődés, és ezek a tényezők befolyásolják a növénytermesztést, illetve a tápanyagok érvényesülését (Hidvégi, 2007).

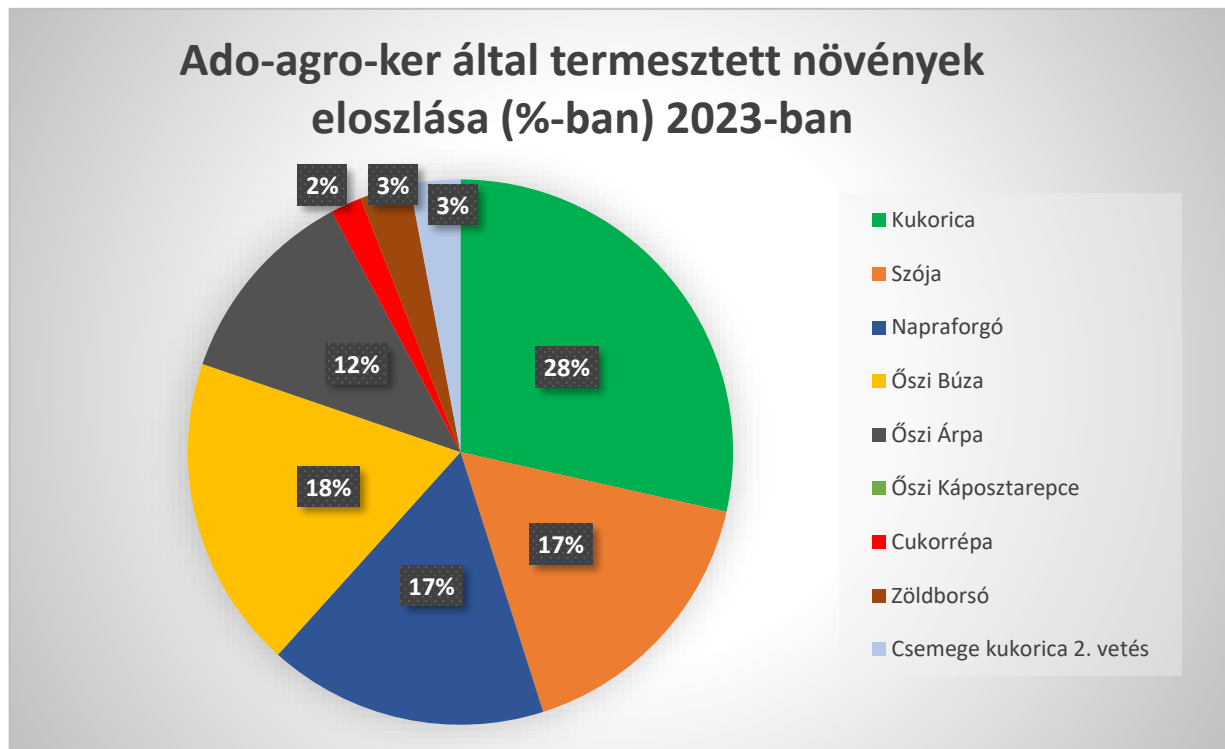
Éghajlat: A kistájra a meleg, mérsékelt száraz éghajlat jellemző. 2070 óra napsütés éri a tájat, ahol az évi középhőmérséklet 10,5-10,8 °C, a tenyészidőszak alatt pedig 17,4-17,5 °C. Körülbelül 200 nap az egy évben lévő fagymentes napok száma, ami április elejétől október végéig szokott tartani. A nyári legmelegebb napok átlagai sok évre visszamenőleg 34 °C, télen pedig a leghidegebb napok minimum hőmérsékletei -17 °C körül alakulnak. 590 és 610 mm között szokott alakulni az éves csapadékösszeg, bár ez mostanában egyre szélsőségesebb. A téli időszakban 30 napos átlaggal számolhatunk, ami a hótakarót illeti, és 20 cm a legnagyobb átlagos hóvastagság. A szélirány a legtöbb esetben ÉNy-i, aminek sebessége átlagosan 2,5-3 m/s (Dövényi, 2010). Összességében elmondható, hogy a magas hőmérséklet, ami a tenyészidőszak alatt fennáll, a jellemzően hosszú fagymentes időszak, és a megfelelő csapadékelátottság nagyon kedvező ahhoz, hogy a kukorica termesztése sikeres legyen ezen területeken.

Vizek: A területek, ahol kísérletemet végzem közvetlen a Duna mellett találhatóak, a legtávolabbi területek is maximum 2-3 km-re találhatóak a Dunától légvonalban. Emellett még a közelben található a Duna egyik holtág a Sugovica. A kistájon 26 állóvíz található, ezek közül legnagyobb a Szeremlei-Holt-Duna 70 hektárral. A talajvíz a Baracsikai-Duna mellett a legsebélyebb, de a 2-4 méter közötti talajvíz mindenhol előfordul, és ha a Duna vízállása magas számos fakadó víz fordul elő, ami kémiai jellegét tekintve kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos (Dövényi, 2010).

### **3.2.2. A gazdaság jellemzése**

Vizsgálatomat az Adó-Agro-Ker Kft. segítségével tudtam elvégezni, amely Szeremlén alakult 1991. május 1.-jén, mint Adótanácsadó, Agrártermelő, és Kereskedő Kft. Legfőbb tevékenység a szántóföldi növénytermesztés, ahol a következő növényeket termesztik: őszi búza, őszi árpa, kukorica, szója, napraforgó, cukorrépa, zöldborsó, illetve másodvetésben csemegekukorica. A felsorolt növények területi százalékos arányát a 4. ábra szemlélteti.

Jelenleg a gazdaság 1500 hektár nagyságon folytatja tevékenységeit, amihez még 150 hektár szolgáltatás tartozik. Az itt található dunai meszes öntéstalajok, és a jellemző klimatikus viszonyok a kukorica termesztésére kiváló lehetőséget adnak, így ahogy az ábrán is látható a gazdaság legnagyobb részben (28%) kukoricát termelnek, ezen belül a középérésű DEKALB hibrideket termesztik, főleg takarmány céljára.



4. ábra Az Adó-Agro-Ker termesztett növényeinek eloszlás (forrás: saját)

### 3.2.3. A gazdaságban alkalmazott kukorica termesztéstechnológiája

A gazdaságban a kukoricaterületek őszi talajmunkája mélylazítással történik, 30-40 cm mélységben, a tavaszi elmunkálások elsősorban vetés irányhoz képest srégen kombinátorral történik, amit műtrágyaszórás követ (Karbamid), ennek a bedolgozása pedig a magágykészítés, ami kombinátorral, vagy kompaktossal valósul meg. A következő táblázatban láthatóak, hogy időnként milyen típusú, és mekkora mennyiségű műtrágyák lettek kijuttatva azokra a területekre, ahol a kukoricák termesztése folyt. 2018-ban alaptrágyaként kálisót, és MAP-ot (momoammónium-foszfát) használtak, ami 12% nitrogén, illetve 52 % foszfor hatóanyagot tartalmaz, így az egyik legegyszerűbb foszforforrás. Vetés előtt az összes évben ugyanakkora mennyiségű karbamidot biztosítottak. 2019-ben, ami az alaptrágyát illeti megfigyelhető, hogy a MAP-ról, és kálisóról átállás történt 10:20:30, majd 2022-ben 8:20:28 arányú NPK műtrágyákra. Észrevehető még, hogy a vetéssel egy menetben, illetve a távkultivátorozással kijuttatott műtrágyákat gazdasági okokból 2022-től már nem alkalmazták, illetve 2023-ban rendkívül magas műtrágya árak miatt alaptrágyaként is már csak 180 kg/hektár Kálisót szolgáltattak az adott területekre (1. táblázat).

1. táblázat Az Adó-Agro-Ker trágázási naplója 2018-tól 2023-ig (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Alaptrágya	120 kg/ha MAP 150 kg/ha Kálisó	250 kg/ha 10:20:30 (NPK)	300 kg/ha 10:20:30 (NPK)	300 kg/ha 10:20:30 (NPK)	300 kg/ha 8:20:28 (NPK)	180 kg/ha Kálisó
Vetés előtti Nitrogén (Karbamid) (ai kg/ha)	138	138	138	138	138	138
Vetéssel egy menetben (ai kg/ha)	18	18	18	18	0	0
Távkultivátorozással	26	26	26	26	0	0

A kukorica növényvédelméhez egy gyomirtás tartozik, amit poszt gyomirtással 2-5 leveles korában végeznek, mely az elmúlt öt évben ugyanazzal a herbiciddel történt, melynek hatóanyagai a következők: 150 g/l ciproszulfamid, 225 g/l izoxaflutol, 90 g/l tienkarbazon-metil. 2022-ben és 2023-ban rovarölőszerezést is alkalmaztak, az elszaporodó kukoricamolylepke, és gyapottok bagolylepke, védekezése miatt, hogy csökkenteni tudják a kukorica toxin tartalmát, amit 200 g/l klorantraniliprol hatóanyagú szerrel kiviteleztek.

### **A vizsgált területek talajtani paramétereit**

Az általam megfigyelt területeken, az előző évek során végeztek talajtani vizsgálatokat, amik eredményeit laborban mutatták ki. Ezek az adatok a következő táblázatokban találhatóak meg, ahol fel van tüntetve az aranyféle kötöttség ( $K_A$ ), ami alatt művelő eszközzel szembeni kifejtett talajjellenállást értjük. A kötöttség függvénye a szerkezetnek, a kolloidok mennyiségének, és talajban jelen lévő nedvességtartalomnak. A táblázatokban a művelt földeket a táblázatokban a kitalált fantázia neveik alapján csoportosítottam. A 2. táblázat-ban észre vehető a kalcium-karbonát, ami azért fontos, mert nagyon sok növény kedveli a meszet, és a mész különböző talajjavító vegyületek hatóanyag. Nagy jelentőséggel bír még a talajban lévő szerves vegyületek jelenléte, amit összefoglaló néven humusznak nevezünk. A humuszból a mikroorganizmusok energianyerő bontási folyamataik révén a növények számára felvehető tápanyagokat teremt (Kocsis, 2012). A felsorolt három elem mellett az első táblázatban fel vannak tüntetve a makroelemek, a 3. táblázat-ban pedig leolvashatóak a mezo-, illetve mikroelemek, amiknek fontosságára a későbbiekben fogok kitérni.

2. táblázat A vizsgált területek talajtani paramétereit (kötöttség, kalcium-karbonát, humusz, makroelemek) (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)

	K <sub>A</sub>	CaCO <sub>3</sub> (m/m%)	humusz (m/m%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> (mg/kg)
Szeméttelleppel szemben 25	57	21,55	1,88	172,00	156,00	15,50
Gyékényes	59	22,05	1,81	154,00	167,00	10,50
Szeméttelleppel szemben 10	57	21,55	1,88	172,00	156,00	15,50
Szeméttelep	57	21,55	1,88	172,00	156,00	15,50
Tóth Jani	57	22,15	1,46	158,00	136,00	15,00
Téglás	51	23,08	2,09	134,10	164,30	43,00
Döggút	45	18,12	2,28	189,00	211,00	14,20
Malomrája sugó	48	23,45	1,48	49,00	185,00	13
Tomcsányi 1	49	19,75	2,25	104,00	172,00	11,00
Kancsártanya egész	53	20,80	2,06	110,00	210,00	11,93
Kancsár szeméttelep után	63	15,85	2,41	156,20	203,00	13
Wilhelm töltés	49	20,30	1,74	82,00	154,00	16,45
Nagynyolcad répa föld	53	10,54	2,03	238,00	165,00	12,66
Szeméttelleppel szemben 30	57	21,55	1,88	172,00	156,00	15,50
Kéleshús förtő 15	65	20,47	3,77	125,90	184,70	31,09
Temető	43	19,13	2,08	1007,00	179,00	6,50
Punczmann	39	21,47	1,81	240,00	208,00	12,57
Főső féle	38	20,90	0,95	129,00	166,00	5,50
Legelő 1	60	19,67	2,1	109	135	9
Kutas L	43	23,35	1,27	124	122	5,16
18-as	53	26,78	1,68	169	130	17
László belső	47	25,4	2,07	152	209	6,5
Vártava	53	19,75	2,3	96	201	22
Orrvér Angyal egész	40	23,53	1,27	149	200	14

3. táblázat A vizsgált területek talajtani paramétere (mikro-, és mezoelemek)

	Zn (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)
Szeméttelleppel szemben 25	1,54	302,00	33,00	5,52	72,00	3,22
Gyékényes	1,41	291,00	35,40	6,09	64,00	4,85
Szeméttelleppel szemben 10	1,54	302,00	33,00	5,52	72,00	3,22
Szeméttelep	1,54	302,00	33,00	5,52	72,00	3,22
Tóth Jani	1,39	238,00	30,20	5,64	72,00	2,67
Téglás	0,50	186,00	41,50	1,66	28,40	5,12
Döggút	0,99	353,00	52,40	4,55	24,00	15,98
Malomrája sugó	1,70	215,00	38,50	5,76	25,00	14,30
Tomcsányi 1	1,01	288,00	47,10	5,39	29,00	16,60
Kancsártanya egész	1,07	355,00	58,60	6,60	29,00	15,00
Kancsár szeméttelep után	0,30	256,00	35,50	2,50	30,00	3,33
Wilhelm töltés	1,10	249,00	44,60	5,41	28,00	19,25
Nagynyolcad répa föld	0,44	361,00	39,60	4,51	55,00	5,14
Szeméttelleppel szemben 30	1,54	302,00	33,00	5,52	72,00	3,22
Kéleshús fórtó 15	0,42	313,00	80,90	2,55	20,30	25,60
Temető	1,78	223,00	15,40	3,64	44,00	1,64
Punczmann	0,63	181,00	27,30	2,25	21,00	1,55
Fősó féle	0,70	87,00	29,00	1,85	32,50	2,05
Legelő 1	0,69	236	24,9	4,3	31	1,28
Kutas L	0,63	95	17,3	2,64	29	1,79
18-as	0,35	200	43,6	2,18	36	6,73
László belső	0,76	209	24,8	2,38	45	5,34
Vártava	0,99	339	48	5,78	27	26,62
Orrvér Angyal egész	0,84	125	30,2	2,19	29	6,85

### 3.3. A terméseredmények és a lineáris regresszió

Vizsgálatom célja az volt, hogy rámutassak arra, mik azok a tényezők, amik lejobban hatással vannak a kukorica termesztésére. Az eredményeket a lineáris regresszió segítségével tudtam mérlegelni. Az eredményeket felvettem egy Excel táblába, ahol az adott termésátlagokat, amiket a lenti táblázatban tüntettem fel (4. táblázat), a talajtani paraméterekkel tettem pontdiagrammba, majd ezeken feltüntettem a korrelációs együtthatókat ( $R^2$ ). A korrelációs együttható a két változó közti lineáris kapcsolat szorosságát fejezi ki, ennek értéke +1 és 0 közé eshet négyzetes forma esetén. Ha értékünk pozitív, és minél magasabb, akkor az azt jelenti, hogy a két változó között minél egyértelműbb a kapcsolat. Ha az értékünk zérus, azaz 0, vagy ahhoz

nagyon közeli érték, akkor az arra utal, hogy a két változó között nincs összefüggés (Molnár, 2015).

4. táblázat Az általam vizsgált területek termés eredményei 2018-tól 2023-ig (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)

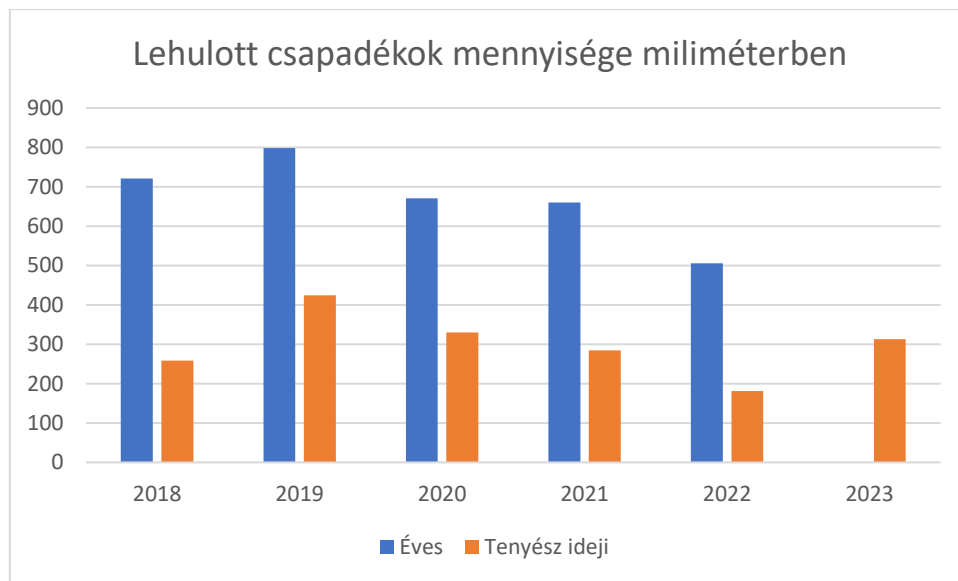
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Szemétteleppel szemben 25	13,36	-	14	-	8	-
Szemétteleppel szemben 30	12,9	-	13,15	-	7,98	-
Szemétteleppel szemben 10	13,65	-	14	-	9,43	-
Szeméttelep	15,05	-	13,91	-	5,77	-
Tóth Jani	15,5	-	14,05	-	5,59	-
Téglás	-	-	13,66	-	5,8	-
Döggút	-	12,8	-	8,94	-	11,79
Malomrája sugó	-	-	11,58	-	9,86	-
Tomcsányi 1	-	12,2	-	7,1	-	12,12
Kancsártanya egész	-	12,28	-	11,63	-	12,06
Kancsár szeméttelép után	14,8	-	-	-	6,74	-
Wilhelm töltés	13,48	-	11,99	-	7,05	-
Nagynyolcad répa föld	-	11,54	-	-	12,53	-
Gyékényes	13,1	-	12,1	-	11,54	-
Kéleshús főrtő 15	-	-	-	-	14,15	-
Temető	-	-	10,8	-	3,38	-
Punczmann	-	-	12,33	-	8,42	-
Főső féle	-	14,7	-	-	8,62	-
Legelő 1	9,8	-	-	13,25	-	-
Kutas L	14	-	-	14	-	9,77
18-as	-	13,15	-	11,38	-	-
László belső	11,02	-	-	11,84	-	-
Vártava	-	12,2	-	13,33	-	-
Orrvér Angyal egész	12,3	-	-	11,48	-	13,3



## 4. Eredmények

### 4.1. A terméseredmények és a csapadék mennyiségének összefüggései

Mint a szakirodalmi áttekintésemnél is észleltem, ahogy minden növénynek a kukoricának is szüksége van a megfelelő mennyiségű vízre. Mivel a legtöbb helyen, így itt is a csapadékra vagyunk utalva. Az időjárás nagyon szélsőséges, amivel sajnos a gazdáknak számolniuk kell. Az Ado-Agro-Ker-nél álló meteorológiai állomásoknál a következő értékeket mérték, ami a csapadékot illeti, éves és tenyész idő szinten (5. ábra A lehullott csapadékok mennyisége milliméterben 2018-tól 2023-ig (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)).

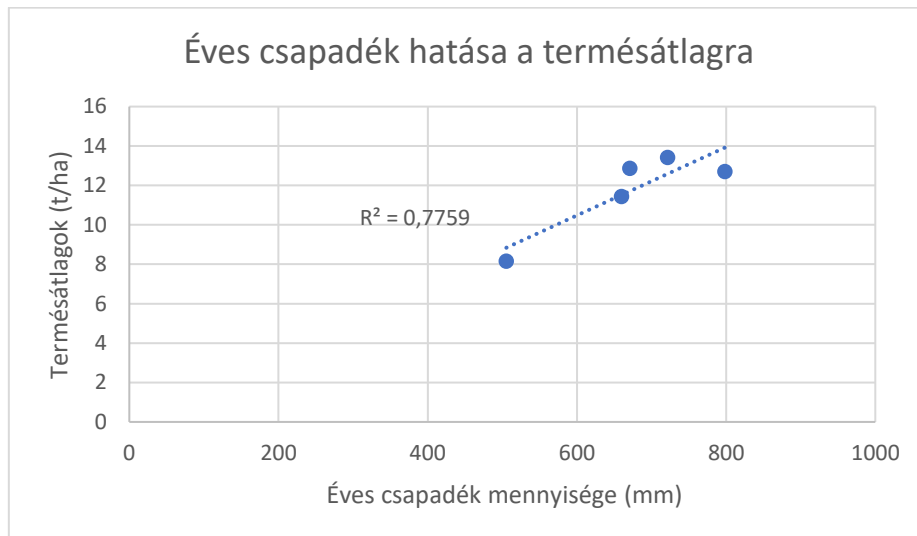


5. ábra A lehullott csapadékok mennyisége milliméterben 2018-tól 2023-ig (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)

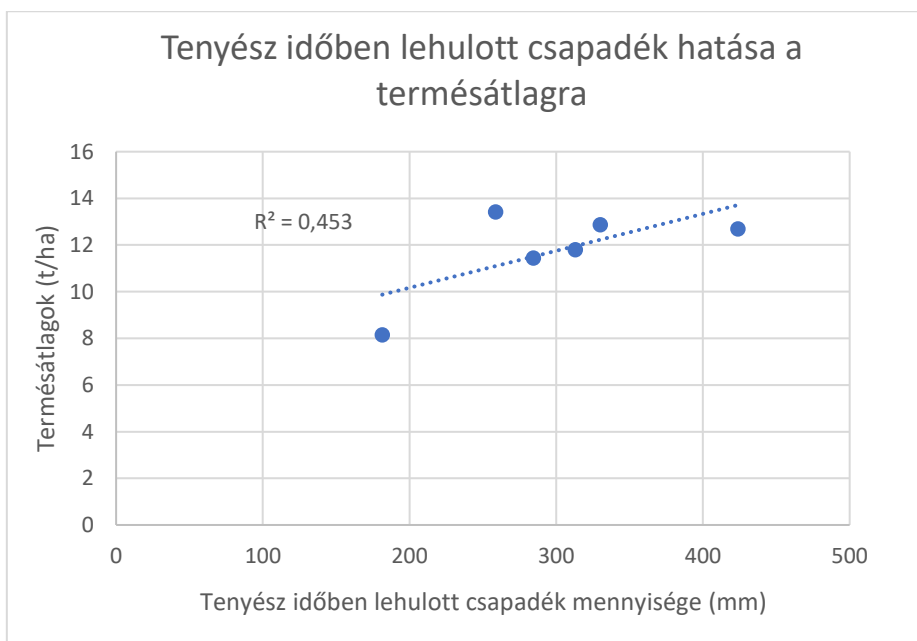
A diagrammról leolvasható, hogy a csapadék eloszlása igen szélsőséges. Az éves csapadék terjedelme 216, mediánja 671, átlaga 671,28 milliméter. A tenyészidőben lehullott csapadék terjedelme 242,6, mediánja 298,75, átlaga 298,6.

Az OMSZ szerint az elmúlt években a legtöbb csapadék május és július között hullott le, ami a kukorica szempontjából igen fontos, mivel ebben az időszakban elengedhetetlen a megfelelő vízellátás, a virágzás, és a termés érése miatt. A legkevesebb csapadék a legtöbb évben január és március között hullik le, ami viszont kedvezőtlen, mivel a talajban nem lesz megfelelő mennyiségű víz a vetés előtt, ami a kezdeti fejlődési szakaszban okozhat problémákat. Térségünkben a csapadék igen változékony elem, mennyisége minden évben kiszámíthatatlan. A legszárazabb években akár harmad annyi csapadék hullhat le, mint a legcsapadékosabb években, és észlelhetünk akár teljes hónapokat csapadék nélkül (<http4>).

A következő diagrammon szemléltem, a korrelációs együtthatóval feltüntetve, hogy az Adó-Agro-Ker-nél termesztett kukoricák termés átlagára, 2018 és 2023 között milyen hatással van az éves (6. ábra), illetve tenyészidőben lehullott csapadék (7. ábra).



6. ábra Éves csapadék hatása a termésátlagra (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)



7. ábra A tenyész időben lehullott csapadék hatása a termésátlagra (forrás: Adó-Agro-Ker Kft.)

Leolvasható, hogy mindkét esetben szorosabb összefüggés észlelhető, ami teljesen logikus ugyanis, ha veszünk két szélsőséges példát, vizsgálom itt a 2019-es évet, ami tenyészidőben, és éves szinten is megfelelően csapadékos volt, szemlélhető, hogy volt olyan terület is, amin 14,7 tonna/hektár kukorica termett, ami még országos szinten is bőven átlag felett teljesített. 2022 rendkívül aszályos év volt, viszont itt is kiemelhetőek területek, amiken a kukorica a megfelelő termést eredményezte, viszont ebben az évben 8,15 tonna/hektár volt az általam vizsgált területek átlagos terméshozama. Viszonyítás képen, ha 2022-öt nem vesszük figyelembe, nem volt

olyan vizsgált év, ahol a kukorica termésének átlaga 11 tonna/hektár alatti értéket mutatott volna.

## 4.2. A terméseredmények és a talajtani paraméterek összefüggései

### 4.2.1. A kötöttség, kalcium-karbonát, humusz, és makroelemek vizsgálata

Minden adott területet, ahol 2018 és 2023 között termeltek kukoricát, az excel segítségével pontdiagrammon ábrázoltam az ahhoz tartozó talajtani paraméterekkel, és ezeken a diagramokon feltüntettem a korrelációs indexeket ( $R^2$ ). Ezen adatokból összefüggéseket kerestem, hogy a kukorica a terméseredményének, milyen mértékű befolyásoltsága van a talaj mikro-, makro-, és mezoelemek, illetve a talaj fizikai félesége között. Az adott év értékeit korrelációs mátrixokban helyeztem el (5. táblázat), ahol kiemeltem azokat az értékeket, ahol komolyabb összefüggéseket leltem fel. Az első ilyen mátrixban azt vizsgálom, hogy a makroelemek, az aranyféle kötöttség, a kalcium-karbonát, és a humusz, milyen szoros kapcsolatban vannak az adott években termesztett különböző kukoricák termésének mennyiségével.

5. táblázat Korrelációs táblázat: Összefüggések a terméseredmények és a kötöttség, kalcium-karbonát, humusz, makroelemek között (forrás: saját)

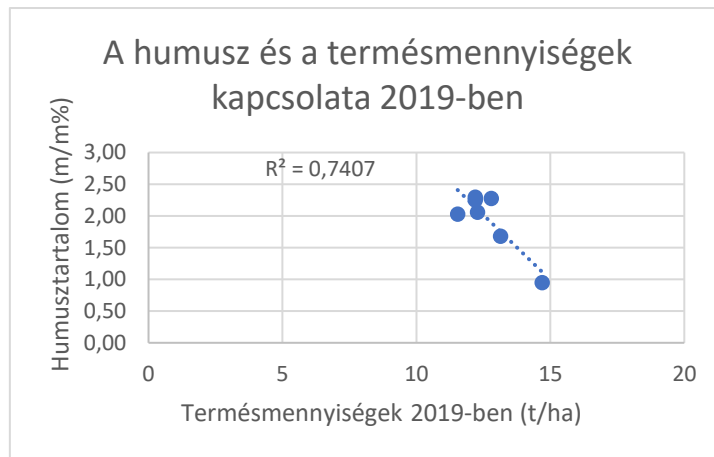
	K <sub>A</sub>	CaCO <sub>3</sub> (m/m%)	humusz (m/m%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> (mg/kg)
2018	0,0357	0,0620	0,0400	0,1131	0,0301	0,0153
2019	0,6677	0,2786	0,7407	0,0405	0,0733	0,2503
2020	0,4349	0,2205	0,0000	0,2636	0,3759	0,2796
2021	0,0390	0,0864	0,1573	0,0678	0,1019	0,0068
2022	0,0942	0,0760	0,1529	0,2052	0,0326	0,0065
2023	2,00E-05	0,0138	0,0342	0,0220	0,6304	0,7777

Mint korábban említettem, az aranyféle kötöttség alatt a művelő eszközzel szembeni kifejtett talajellenállást értjük. Meg tudjuk állapítani belőle a talaj fizikai féleségét, tehát, hogy milyen elemi részecskék építik fel a talajt, és ezek milyen arányban vannak egymással. (agroinform.hu). Azt, hogy a talaj mennyi vizet tud megkötni, és ebből mekkora rész az, amit a növény is képes felvenni, a pórusok összterfogata, és mérete határozza meg. A különböző fizikai féleségű talajokra minden esetben megállapítható, hogy mekkora aza mennyiségű víz, ami olyan erővel kötött, hogy azt a növény a megfelelő módon tudja felvenni. Például, ha egy agyagos talajt vizsgálunk, amelyet kisméretű pórusok alkotnak, megfigyelhetővé válhat, hogy erősen kötik meg a vizet, aminek következménye az lesz, hogy a növény nem lesz képes hasznosítani

a vizet, mert a gyökere nem lesz képes a megfelelő szívóerőt kifejteni. A homoktalajoknál pont az ellentétes eset válik megfigyelhetővé, ugyanis a túl nagy méretű pórusok aránya miatt, a víz folyamatosan a mélyebb rétegekbe hatol, így felvehetetlen lesz a növény számára. Vizsgálatom során megfigyeltem, hogy 2019-ben, és 2020-ban vélhető szorosabb összefüggés a kötöttség és a betakarított kukorica terméseinek mennyisége között. Az öntés talajokra jellemző, hogy a kedvezőtlen vízvezetőképességük mellett, magas a víztartó képességük. Szemléletem alapján az összefüggés azzal magyarázható, hogy abban a két évben főleg a tenyészidőben lehullott csapadék magasabb értékeket mutatott, illetve a csapadék eloszlása is kedvezőbb volt, ebből pedig az következett, hogy a talajok sokkal jobban tudták értékesíteni a csapadékból származó vízmennyiségét, amit a növény könnyebben fel tudott venni. Így ezekben az években a lehulló csapadék úgy hatott a talajok kötöttségére, hogy ez eredményezhetett magasabb termés hozamokat (Corax-Bioner , 2023)

A kalcium-karbonát ugyanebben a két évben mutatott összefüggést, ami viszont nem volt annyira szoros, mint a kötöttségénél. Az öntés talajokban jellemzően az alacsonyabb rétegekben található magasabb  $\text{CaCO}_3$ . Az általam megfigyelt legtöbb területen a kalcium-karbonát mennyisége magasabb, mint 20 m/m%. A szakirodalom szerint, ha ez az érték 15 % felett van, jelentősebb foszfor lekötődésre lehet számítani, amit muszáj figyelembe venni a foszfor adagok megfigyelésénél. A kukorica esetében a foszforra főleg a növény kezdeti fejlődésénél van szükség, a 6-8, illetve 10-12 leveles állapotban, elősegíti a regenerálódást, egy esetleges elfagyás után. Ha a kukorica nem kap elég foszfort észlelhető a kukoricacső méretének nem megfelelő növekedése, és a levelek lilás-vöröses elszíneződése. Ezek a hiánytünetek a megfigyelt területeken nem igazán voltak láthatóak, a korrelációs mátrixból viszont kiolvasható, hogy a 2020-as, és 2022-es éven kívül nem lehet szorosabb összefüggést találni a foszfor, és a kukorica termésmennyisége között (Corax-Bioner , 2023).

Ami a humuszt illeti, szintén kiemelhetővé válik a 2019-es év, ahol egy kiugróan magas érték figyelhető meg, amiket a következő ábrán is feltüntetek (8. ábra). A humusz a talaj szerves anyaga, sok fizikai tulajdonságú, és kémiai összetételű szerves anyag elegye. Legnagyobb jelentősége a talajok nitrogénállásban van, a humusz egy olyan nitrogén raktár, ami a mikroorganizmusok hatására, amik a talajban élnek, a növények részére felszabadítja a felvehető formában lévő nitrogént.



8. ábra A humusz és a vizsgált területeim termésmennyiségének kapcsolata 2019-ben (forrás: saját)

A nitrogén legnagyobb részét a kukorica szemei veszik fel, a generatív szakasz előtt. Észrevehető, hogy abban az évben, mikor a humusz tartalom kimagasló összefüggést mutatott a terméssel, a nitrogénnel is kapcsolatban volt. Viszont érdekes tény, hogy 2020-ban a humusz és a kukoricatermés mennyiség között egyáltalán nem volt kapcsolat, a nitrogénnel megőrizte azt. 2023 a legérdekesebb tény, ahol teljesen hasonló volt a humusz és a termés közötti kapcsolat, mint 2020-ban, viszont a nitrogénnel óriási összefüggés volt megfigyelhető.

A nitrogén mellett a káliummal is 2023-ban volt a legszorosabb kapcsolata a termésnek. A kukoricának egyenlő arányban van szüksége a nitrogénre és a káliumra. A kálium a kukorica vegetatív növekedésénél játszik nagy szerepet, segíti a megtermékenyülést, illetve a virág szervek kibontását. Aszályosabb években a kálium emeli a kukorica tűrőképességét, viszont, ha kiragadjuk 2022-öt, ami igen aszályos évnek bizonyult, nem állapítható meg, hogy a kálium tartalom jobb terméshez segítette a növényeket.

#### 4.2.2. A mikro- és mezoelemek vizsgálata

Miután vizsgálatot tettem arra, hogy milyen befolyásoltsággal bír a kukorica termésének mennyiségére a humusztartalom, a kötöttség, CaCO<sub>3</sub>, illetve makroelemek, ezután fontosnak tartom a mezo-, és mikroelemek kapcsolatát is vizsgálni a termések értékével. Ezeket a következő ábrán látható korrelációs mátrixban helyeztem el (6. táblázat).

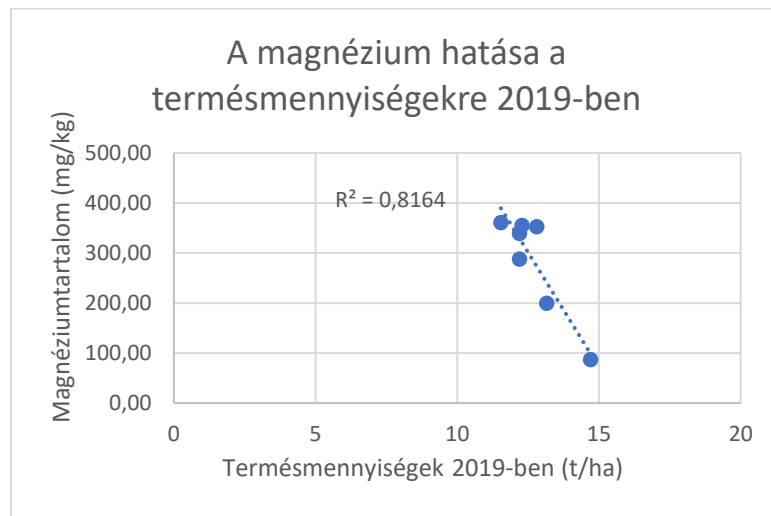
6. táblázat Korrelációs táblázat: Összefüggés a termésmennyiségek és a mezo-, és mikroelemek között (forrás: saját)

	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Na (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mg (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)
2018	0,0827	0,1313	0,0919	0,0762	0,0307	2,00E-06
2019	0,0236	0,0939	0,3417	0,5787	0,8164	0,2282
2020	0,0223	0,3653	0,0715	0,0141	0,1688	0,1395
2021	0,1520	0,0288	0,2819	0,0559	0,1575	0,1141
2022	0,1140	0,0179	0,4468	0,0019	0,1499	0,2478
2023	0,3510	0,0001	0,1943	0,0147	0,0673	0,2043

A mikro, illetve mezo elemek esetében érdekes módon a nátrium mutatta a legerősebb összefüggéseket. A nátrium szerepe a növényekkel kapcsolatban a mai napig vitatott. Minden növény különböző mennyiségű nátriumot képes felvenni, és tárolni. A cukorrépanál különböző kimutatók igazolták, hogy a nátrium ellátás növeli a termés mennyiségét, ez annak köszönhető, hogy a cukorrépa rendkívül magas mennyiségben képes nátriumot felhalmozni. A kukorica nátrium felvevő képessége viszont elég alacsony, és vannak növények, ahol a megfelelő kálium tartalom melletti nátrium adagolás képes erőteljes növekedést eredményezni, viszont a kukorica esetében ez sem igaz (Pethő, 1993). Az, hogy a kukorica termésére többszörös is nagy hatással volt, annak tudható be, hogy a nátrium nagyon fontos szerepet játszik a növények vízháztartásában, illetve annak szabályozásában (http5). Így volt, hogy csapadékosabb, és aszályosabb években is fontos volt a jelenléte.

2019-ben, azaz az általam választott évekből a legcsapadékosabban nagyon szoros kapcsolat állt fent a rézzel, ami az erőteljesebb nőivirágzat kialakulásáért felel a kukorica esetében, de ami a legerősebb összefüggést mutatta az egész vizsgálatomban az az ebben az évben lévő magnéziummal volt (9. ábra). A magnézium, a klorofil szerkezeti eleme, a fotoszintézis esetében van nagy jelentősége. A kukorica a generatív növekedési szakasz előtt igényli a magnézium szükségletének legnagyobb részét, és ezt később, a tenyésztidőszak előrehaladtával kizárólag a

kukorica levelén lehet pótolni. Így elkerülhető a hiányos termékenyülés, és az ebből következő terméskiesés.



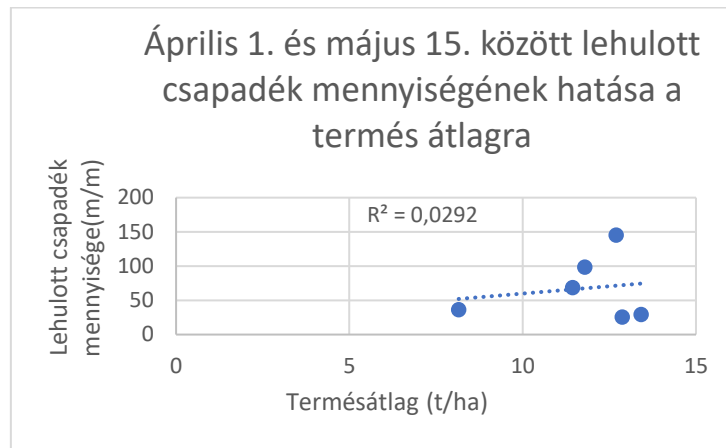
9. ábra A termésmennyiségek és a magnézium kapcsolata 2019-ben (forrás: saját)

Az aszályosabb évben a kukorica terméshozama nem csak a nátriummal, hanem az  $\text{SO}_4$ - el is szorosabb összefüggéseket mutatott, ami arra utal, hogy a stressztűrésben a kénnek is nagyobb szerepe lehet. A kukoricának a kénre a címerhányás idején van a legnagyobb szerepe. A kénre már a csíra kialakulásánál is szüksége van a növénynek, hatással van a szemek megfelelő keményítőtartalmára, és a termés mennyiségének megfelelő növekedésére is.

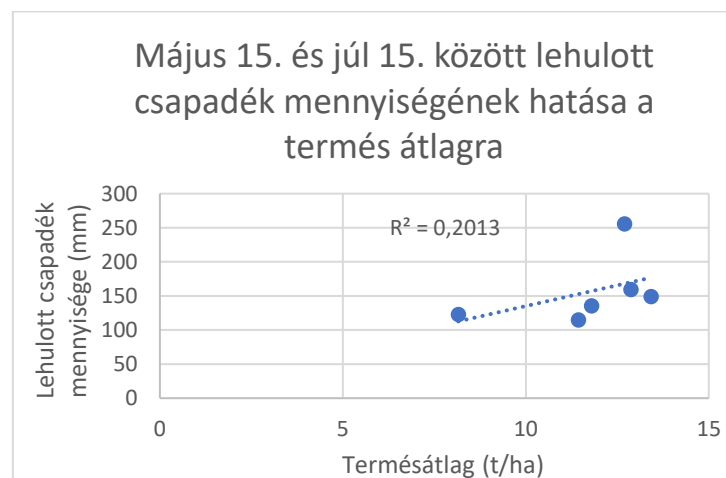
A cinkre nagy szüksége van a csemegekukoricának, de mivel az én vizsgálatomban csak lófogú kukoricák termesztését figyeltem meg, így a 2023-as évet kivéve nem mutatott különösebb összefüggéseket a termésekkel kapcsolatban.

### 4.3. Vetés, és a kezdeti fejlődéskor lehullott csapadék, illetve a virágzáskor lehullott csapadék összefüggései a terméshozamokkal

Vizsgálatomban még megfigyeltem, hogy az általam vizsgált területek különböző években mért termésátlagára, hogyan hatott a vetés előtti és kezdeti fejlődésben lehullott csapadék (10. ábra), illetve az e csapadék mennyisége, ami május 15.-étől július 15.-éig, tehát a virágzás időszakában, és a termésérésnek kezdeténél (11. ábra).



10. ábra A vetés előtti és kezdeti fejlődésben lehullott csapadékok mennyiségének kapcsolata a termésmennyiségek átlagával (forrás: saját)



11. ábra A május 15.-étől július 15.-éig lehullott csapadékok mennyiségének kapcsolata a termésmennyiségek átlagával (forrás: saját)

A kukoricának, már a kezdeti fejlődés során is szüksége van a megfelelő csapadékra, viszont látható, hogy a vizsgálatomban semmi összefüggést nem találtam, ellentétben a májusi és nyár első felében lehullott csapadékkal, ami arra utal, hogy ebben az időszakban tényleg fokozottan sok csapadékra lenne szüksége a növényre. A korrelációs index itt sem volt túl magas érték, ami annak köszönhető, hogy 2019-ben mindkét időszakban rendkívül sok csapadék hullott le ezen időszakokban, viszont a termések átlaga nem ebben az években voltak a legerősebbek, de a legstabilak viszont igen.



## 5. Következtetések és javaslatok

A meglévő eredmények alapján a következő következtetésekre tettem szert.

(Nagy, 2021) szerint a kukorica az egyik legsokoldalúbban felhasználható növény, amit nem csak Magyarországon, de világszerte is a legnagyobb mennyiségben termesztnek. Megfigyeléseim alapján arra következtettem, hogy öntés talajokon, a megfelelő agrotechnikai műveleteket alkalmazva a kukorica termesztése rendkívül rentábilis. A céloom viszont nem csak az volt, hogy ezt igazolni tudjam, hanem az, hogy javaslatot tehessek arra, hogy egy gazdaságos termés mellett, mennyire tudunk környezet tudatosan gazdálkodni, ökológiai lábnyomunkat csökkenteni.

Tény, hogy gazdálkodók ki vannak téve az abiotikus tényezők hatására, viszont véleményem szerint, amennyire lehet ki kell használni. Látható volt, hogy a csapadék mennyire elengedhetetlen ahhoz, hogy a megfelelő termésmennyiséget el tudjuk érni. A korrelációs mátrixból viszont egyértelműen lehet arra következtetni, hogy a talajtani paraméterek legtöbbje akkor mutatott szorosabb összefüggést a kukoricák terméshozamával, amikor megfelelően csapadékos év volt. Így arra tudtam következtetni, hogy a csapadék nem csak a növények vízellátásában, és vízháztartásában játszik nagy szerepet, hanem a makro-, mikro-, és mezo elemek beépülésében is. Így például, ha egy aszályos évben neki állunk szemléletek nélkül műtrágyázni, lehetséges, hogy teljesen felesleges tesszük azt, mert a csapadék hiányában a területünkre kijutatott elemeket a kukorica növényünk nem lesz képes felvenni. Ezzel pedig nem csak a környezetünk védelmére nem vagyunk tekintettel, de a fajlagos költségünket is feleslegesen növeljük. Csapadékos évben akkor tudunk elérni nagy termést, és ez mellett nagyobb profitot, ha növeljük a műtrágya mennyiségét, ugyanis eredményeim azt mutatták, hogy a kukorica akkor tud nagy termést produkálni csapadékos évben, ha megfelelő tápanyagellátottságú talajba vetjük, ami azt jelent, hogy intenzívebb műtrágya használatával növelni tudjuk az eredményességét. Mivel a fentiekben említett száraz és nedves időjárást előre nem tudjuk prognosztizálni, ezért a stabil termeszthetőség érdekében olyan észszerű tápanyag-ellátottságot kell biztosítanunk a kukoricának, amivel száraz évben sem pazarlunk, viszont nedves évben sem a termésmaximumra törekszünk, hanem a hosszútávon fenntartható kukorica termesztést tartjuk szem előtt. Ezek alapján makroműtrágyák esetében, így kálium, foszfor és nitrogén alap-, és fejtrágyázása esetén, azt a javaslatot teszem, hogy kijuttatásuk egyik évben sem elhanyagolható, viszont a mennyiségüket fokozatosan, észszerűen növeljük, hogy hosszútávon eredményesen termeszthessünk. Ezen makroelemek közül kísérleteim során bebizonyította, hogy a talaj nitrogén tartalmának van legnagyobb összefüggése a terméseredményekkel, vagyis ezen hatóanyag kijutatott

mennyiségének a növelését ajánlom elsősorban. Mindemelett legészszerűbben a nitrogén kijuttatását kell elvégezzük, ugyanis a karbamid formátumú nitrogén bomlási vesztesége nagyon gyors, ezért azonnali bedolgozás szükséges, valamint többszöri adagok kijuttatását ajánlom, mivel a nitrogén nem kötődik úgy a talajhoz, így a víz hatására könnyen kimosódhat, és a többszöri kevesebb adaggal folyamatosan biztosítani tudjuk a felvehető nitrogén tartalmát. A talaj kálium ellátottsága és a terméseredmények között is találtam összefüggést, de nem olyan arányban, mint a nitrogén esetében, viszont minden évben ajánlom kijuttatását, hogy a felvehető kálium mindig biztosítva legyen a kukorica számára. Kísérleti területeimen a terméseredmények nem mutattak összefüggést a foszforellátottsággal, pedig köztudott, hogy a kukorica foszfor igényes növény. Szakirodalmi áttekintések, és a szakdolgozatom írása során, azt a következtetést vontam le, hogy a kukoricának a kezdeti fejlődésében van szüksége foszforra, és azt a minimális foszfor mennyiséget, ezekből a talajokból mindig megkapta. Erre a foszfor igényre lombtrágyák kijuttatását ajánlom, korai stádiumban, amik lehetővé teszik, hogy a kukorica ne szenvedjen relatív foszforhiányt, mert a talajok foszforral jól ellátottak, és csak a foszfor tartalom szinten tartására van szükség.

A mikroelemek közül szakdolgozatom írása során a legnagyobb következtetést a nátrium tartalommal kapcsolatban leltem fel, ugyanis extrém száraz időjárási anomáliák mellett a nátrium tartalma pozitív összefüggéssel volt a terméseredményekre. Pethő (1993) szerint a nátrium nagy szerepet játszik a növények vízháztartásában, illetve annak szabályozásában, ami kísérletem során is jól látszik, hogy a 2022-es minden idők legaszályosabb évében azokon a területeken tudott a kukorica nagyobb termést hozni, amelyeken a nátrium tartalma magasabb volt. Mikroelemek közül a legnagyobb összefüggést a 2019-es évben a magnézium tartalom mutatta 0,81 értékkel, és ezen legnagyobb összefüggés következtetése képen elképzelhetőnek tartom, hogy a magnézium lombtrágyával való utánpótlása rentábilis beavatkozás lehet a kukorica szempontjából.

## 6. Összefoglalás

A kukorica kétségkívül az egyik legfontosabb növény a világon. A legtöbb országban foglalkoznak kukorica termesztésével, ami alapvető fontossággal bír mind az élelmezésben, mind az ipari termelésben egyaránt.

A kukorica az egyik legnagyobb forrása a gabona alapú élelmezésnek. Sokféle élelmiszert készítenek kukoricából, mint például liszt, étolaj, vagy kukoricapehely. Emellett fontos kiemelni, hogy a kukorica hatalmas szerepet játszik a takarmányozásban, ami azért nagyon fontos, mert elengedhetetlen azt az egyensúlyt fenntartani, amivel a növények és állatok egymást kiegészítve működnek, és számos előnyt kínálnak a tápláléklánc, és a környezet szempontjából is. Fontos megemlíteni a bioetanol gyártást is, aminek alapanyaga szintén a kukorica, és ezt felhasználva egy olyan üzemanyagot tudunk előállítani, ami igen környezetbarát. A kukorica minden formájában lévő termelése és exportja hatalmas hatással van mind az élelmiszeriparra, mind a globális gazdaságra.

Rövid távon sikerült olyan ismereteket szereznem, amivel akár én is hozzájárulhatok a sikeres kukorica termesztéséhez. Dolgozatomban alátámasztottam azt a tényt, hogy mennyire fontos a kukorica termesztése, és ezt hogyan lehet kivitelezni a legészszerűbb módon, hogy az ökonómiai, és ökológiai igényeinket is ki tudjuk elégíteni. Úgy gondolom Magyarországon megfelelő módon termelik a kukoricát, és ezt a volumenű termelést pedig minimum meg kell őrizni a fenntarthatóságához, ugyanis a kukorica termesztése lehet az egyik legfontosabb eleme az emberiség jövőjének megőrzése szempontjából.

Szakedolgozati témaválasztásom során a prekonceptióm az volt, hogy rámutassak hogyan lehet a kukorica termését a tápanyag és csapadék adottságok ismeretében maximalizálni. Rá is tudtam mutatni egyes tápelemek fontosságára a kukorica szempontjából. Szakedolgozatom írása során arra is rájöttem, hogy a termés maximalizálása nem lehet a fő cél, ugyanis ökológia és ökonómiai vonatkozásokat előtérbe kell helyezni. Szakedolgozatom konklúziója irányt mutat további vizsgálatokra, ahol a talajok tápanyagtartalmának és a terméseredmények korrelációjának ismeretében a műtrágya különböző dózisainak kijuttatása során a terméseredmények milyen változásokat mutatnak.

## 7. Irodalomjegyzék

- Antal, J. (2000). *Növénytermesztők zsebkönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Bai, A. (2013). *A bioetanol és a második generációs biohatjtóanyagok*. Debrecen: Debreceni Egyetem Agrár-, és Gazdálkodás Tudományok Centruma.
- Corax-Bioner, B. (2023). *Környezetbarát és ökológiai növénytaplálás, növényvédelem*.
- Csomor, Z. (2019). *Harminchárom kukoricahibrid vett részt a GOSZ-VSZT-NAK fajtakísérletében. Agrárágazat*.
- Doebly, J. (1990). *Molecular evidence and the evolution of maize*. *PubMed*.
- Dövényi, Z. (Szerk.). (2010). *Magyarország Kistájainak Katasztere*. Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet.
- dr. Tóth, K., Tóth, Z., & Vietorisz, L. (1995). *Szerelmem Szeremle*. Baja: Magánkiadás.
- Geisler, G. (1980). *Planzenbau*. Berlin-Hamburg: Verlag Paul Parey.
- Hidvégi, S. (Szerk.). (2007). *Növénytermesztés*. Debrecen: DE AMTC AVK.
- Kocsis, I. (2012). *Talajtan és Agrokémia*. Eger: A Borkultúra Központ Kiadványai.
- Molnár, T. (2015). *Empirikus Területi Kutatások*. Veszprém: Akadémiai Kiadó Zrt.
- Nagy, J. (2021). *KUKORICA A nemzet aranya Élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Budapest: Szaktudás Kiadó.
- Pelleschi, A. (2016). *Inside the corn industry*. Essential library.
- Perera, G. (2014). *A Study on the Impacts of Corn cultivation on the properties of Soil*. Sri Lanka: International Journal of Scientific and Research Publications.
- Pethő, M. (1993). *Mezőgazdasági növények élettana*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Shapouri, H., Duffield, J. A., & Wang, M. (2002). *The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update*. RePEc.
- Internetes források:
- http1: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0008.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0008.html)
- http2: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0072.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0072.html)
- http3: <https://www.ecofarmingdaily.com/grow-crops/grow-corn/soil-requirements/>
- http4: [https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/csapadek/](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/)
- http5: <https://www.kerteszekaruhaza.com/tapanyagellatas/tapelemek/natrium.html>

## **8. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Tarnawa Ákosnak a segítséget, amit a szakdolgozatom elkészítéséhez nyújtott. Köszönetet mondanék még Ujházi Bálintnak, és az Adó-Agro-Ker Kft.-nek, akik hozzájárultak a vizsgálataim elvégzéséhez, és segítettek munkámat.

## 9. Nyilatkozatok

### MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

#### III. Hallgatói Követelményrendszer

##### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

### NYILATKOZAT

#### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: ÚJHÁZI DONÁT  
A Hallgató Neptun kódja: OX7ZHU  
A dolgozat címe: Kukorica tenyésztés öntés talajon  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: Növénytenyésztési - tudományok Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 10 nap

[Handwritten Signature]  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat  
III. Hallgatói Követelményrendszer  
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat  
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója  
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

### NYILATKOZAT

ÚJHÁZI DONÁT (név) (hallgató Neptun azonosítója: OXF74W)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 10 nap

  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.