



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2022. november 23.

**KUKORICA OPTIMÁLIS TÁPANYAGELLÁTÁSÁNAK
VIZSGÁLATA KÖTÖTT RÉTI TALAJON, ÖNTÖZÖTT ÉS
ÖNTÖZETLEN KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT**

**Investigation of the optimal nutrient supply of corn in a bounded meadow
soil, between irrigated and unirrigated conditions**

Készítette:

Király Enikő

HJJQAJ

Mezőgazdasági mérnök, Bsc

nappali tagozat

Környezettudományi Intézet

Öntözésfejlesztési és

Meliorációs Tanszék

Témavezető:

Dr. Futó Zoltán, egyetemi docens,

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

Szent István Campus Szarvasi képzési hely,

Környezettudományi Intézet Öntözésfejlesztési és

Meliorációs Tanszék

**Szarvas
2022**

Tartalomjegyzék

I. BEVEZETÉS.....	4
II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1 A kukorica származási helye	6
2.2 A kukorica rendszertana.....	6
2.3 A kukorica jelentősége	7
2.3.1 Világgazdasági jelentősége	7
2.3.2 A kukorica termesztése hazánkban.....	8
2.4 Kukorica morfológiája	8
2.4.1 Gyökérrendszere	8
2.4.2 A szár és levelek	9
2.4.3 A virágzat.....	9
2.4.4 A termés és cső	9
2.5 A kukorica ökológiai igényei	10
2.5.1 Éghajlatigénye	10
2.5.2 Talajigénye.....	10
2.5.3 Vízigénye	10
2.6 A kukorica agrotechnikai igényei	11
2.6.1 Tápanyagellátottság	11
2.6.2 Nitrogén hatása a kukoricára	12
2.6.3 Foszfor hatása a kukoricára	13
2.6.4 Kálium hatása a kukoricára	14
2.6.6 Az öntözés és tápanyagellátottság összefüggése	18

III. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	20
3.1 Kísérlet bemutatása	20
3.2 Kísérlet öntözése	22
3.3 Mérések és adatfeldolgozás, módszere.....	23
IV. EREDMÉNYEK	24
4.1 A tápanyagellátás hatása a kukorica termésképző tulajdonságaira öntözött és öntözetlen.....	24
4.1.2 Termésátlag vizsgálata öntözött és öntözetlen körülmények között	24
4.1.3 Csutka és szemtömeg arány vizsgálata	26
4.1.5 Ezerszemtömegének vizsgálata	29
4.1.6 Levélterület index vizsgálata.....	30
4.2 Beltartalmi értékek vizsgálata	31
4.2.1 A kukorica szemnedvesség tartalma	32
4.2.3 A kukorica fehérjetartalma.....	32
4.2.4 A kukorica keményítő tartalma.....	33
4.2.5 A kukorica HL súlyának vizsgálata	34
V. KÖVETKEZTETÉSEK	36
VI. ÖSSZEFOGLALÁS.....	38
VII. IRODALOMJEGYZÉK.....	42

I. BEVEZETÉS

A kukorica mára már az egész világon elterjedt, ami nagyrészt a jó alkalmazkodó képességének köszönhető. A gabonafélék közül ez a kultúrnövény rendelkezik a legnagyobb terméspotenciállal. Ahogy növekedett a mezőgazdasági intenzitás, olyan ütemben a (két legfontosabb növényünknek) a kukoricának és a búzának a termése is. A termesztésben forradalmi változások következtek be, ezeknek a változásoknak az összessége segítette elő a termésátlag növekedését (1957-től áttértek a hibridek termesztésére, nagyobb tőszámot alkalmaztak, bevezették a vegyszeres gyomirtást, egyre inkább kezdett elterjedni az öntözés, ami jelentős különbségeket idézett elő). (Györffy et al.1965). A kukorica hazánkban és globális tekintetben is az egyik legfontosabb gabona növényünk. A takarmányozásban és az élelmezésben is nélkülözhetetlen szerepet tölt be, emellett ipari alapanyag és olyan energiaforrást biztosít, aminek az előállítása igencsak gazdaságos. Mindössze egy hektár kukorica képes annyi oxigént előállítani, amely 50-60 ember évi oxigén szükségletét fedezni tudja. Ahogy Nagy (2012) is említette, a kukorica valóban a nemzet aranya. A kukorica jövedelmezősége nem a magas felvásárlási árban nyilvánul meg, sokkal inkább a nagy termésmennyiségben. Hazánkban jelentősen változik az évenkénti termésingadozás nagysága, ezáltal a felvásárlási árak is kiszámíthatatlanná válnak. Éppen ezért a termesztés során az egyik legfontosabb feladatunk a termésingadozás mérséklése.

Az egyik leginkább befolyásoló tényező a globális klímaváltozás, amelynek hatásai már hazánkban is érzékelhetőek. Az éghajlat változások következtében az a gazdaság, amely öntözés nélkül folytat szántóföldi növénytermesztést, egyre nagyobb kockázatnak teszi ki a termesztés eredményességét. Napjainkban 5 évből legalább 4 évben jelentkezik aszályos időszak vagy hőstressz. A lehullott csapadék mennyisége jelentősen csökkent a tenyészidőszakokban, ami a kukorica termesztés szempontjából egyáltalán nem kedvező, hiszen a termesztés alapja az elegendő mennyiségű és felvehető formájú víz. Vízigényét tekintve a legkritikusabb hónapok a nyári hónapok, optimális vízszükséglet 400-450 mm. Abban az esetben, ha a csapadék mennyisége és eloszlása nem elegendő öntözéssel kell kompenzálunk a hiányt, ezáltal elkerülhetjük a jelentős termésvesztést. Úgy gondolom, hogy az évek előrehaladtával a vízhiány egyre nagyobb problémát fog jelenteni, a termesztésben és a mindennapi életben egyaránt, ezért tarom fontosnak a hazai öntözésfejlesztés szükségletét, valamint a tudatos, víztakarékos növénytermesztés elterjedését. Az aszály és a csapadékhiány hatalmas károkat tud okozni a termelésben, ahogyan azt a 2022-es évi óriási termésvesztések is igazolják. Az aszálykárok ellen leginkább öntözéssel tudunk

védekezni. Számos hazai kutató foglalkozott már az öntözés témájával azonban úgy gondolom, hogy kutatásom témája azért is újszerű mert, a folyamatosan fejlődő világunkban mindig új lehetőségekkel találkozunk, amik segíthetnek annak érdekében, hogyan tudjuk még hatékonyabbá tenni az öntözést. Az öntözés mellett az egyik legfontosabb termést befolyásoló tényező a tápanyagellátottság. Ez a két tényező szoros összefüggésben van egymással. A választott témámat többek között ezért is tartom fontosnak. Megfelelő öntözéssel hatékonyabbá tudjuk tenni a műtrágyázás hatásait, a mai exponenciálisan növekvő műtrágyaárak mellett határozottan fontos tényező a termesztésben a műtrágyaadagok használata.

A Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék által beállított kísérletemben a két leginkább termést befolyásoló tényező kapcsolatát, összefüggését szeretném részletesen kivizsgálni az ott mért eredményeimet feldolgozni. A kísérletem eredményeivel és annak későbbi alkalmazásaival elérhetjük, hogy a kukorica egy aszályosabb évben is ellenállóbb legyen az aszály által okozott károknak, nagyobb stabilitást és növekedést eredményezhetünk a termésmennyiségben. Kísérletem továbbá bemutatja, hogy hogyan tudjuk kihasználni az öntözés pozitív hatásait. Fontosnak tartom, hogy a gazdálkodók körében minél inkább elterjedjen a tudatos öntözéses gazdálkodás. Mivel egyre gyorsabban és nagyobb mértékben változik a világ éghajlata elengedhetetlen agrotechnika az öntözés. Véleményem szerint minden öntözéssel kapcsolatos lehetőséget ki kell használnunk amíg lehetőségünk van rá.

II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A kukorica származási helye

Habár a kukorica az egyik leginkább tanulmányozott növényünk, a pontos eredetét még mindig homály fedi, a kutatók között ez mai napig vitatott téma. Abban azonban megegyeztek, hogy Amerika a növény hazája. Az, hogy Amerika déli vagy a középső részén fordult elő először még nem tisztázott. Keletkezésének helyéről nehezen győződtek meg, melynek az oka az, hogy a kukorica nem fordul elő vadon.

A kukorica géncentrumának elhelyezkedésével kapcsolatban több felvetés is született. Geisler (1980) úgy gondolta, hogy a növény őshazája Brazília. Azon belül pedig a déli és északkeleti része, majd Peru környékén megtörtént az elsődleges domesztikáció. Feltehetőleg innen terjedt el Mexikóba és Amerikába. Galinat (1979) azonban azt vallotta, hogy a kukorica valódi származási helye Mexikó, valamint Amerika, és ezekről a területekről terjedt el Brazíliába, Peruba és Argentínába. Európa területére Kolumbusz hozta be 1493-ban.

Termőképessége megelőzte az akkor ismert gabonaféléket, hiszen Európában ekkor még ismeretlenek voltak a növény kártevői és betegségei. Ennek köszönhetően hamar elterjedt az egész világon. Magyarországra feltehetőleg két irányból kerülhetett be, Rodiczky (1809) szerint, 1590-ben Olaszországból, valamint Schwartnet (1809) szerint Erdélyen keresztül a törökök által jelent meg hazánkba. (Menyhért 1985)

2.2 A kukorica rendszertana

A kukorica rendszertani helye az elmúlt évszázadok alatt többször is változott. Jelenleg a növények rendszerében a kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozik azon belül pedig a kukorica (*Zea*) nemzetségbe. Mivel a kukorica vad alakját nem találták meg a kukorica ősi alakja ismeretlen. Valószínű, hogy ettől az ismeretlen őstől származtak a mai kukorica ősének tartott pelyvás kukorica (*Zea mays* var. *tunica*) és a pattogatni való kukorica (*Zea mays* var. *microsperma*). A kukoricatípusok kialakulásában nagy szerepet játszott a fajok és fajták közötti kereszteződés. Az egyik legjelentősebb a teoszinte (*Euchleana mexicana*), ami jól keresztezhető a kukoricákkal. Magyarországon az alábbi alfajok az ismertek: Lófogú kukorica (*Zea mays* L. convar. *dentiformis*), Simaszemű kukorica (*Zea mays* L. convar. *vulgaris*), Csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) Pattogatni való kukorica (*Zea mays* L. convar. *microsperma*) (Nagy 2012)

2.3 A kukorica jelentősége

A kukorica felhasználása rendkívül sokoldalú. Hazánkban főként takarmányként hasznosítjuk. A Magyarországon használt takarmányok közel 70%-a kukorica. Legnagyobb szerepe az energiaforrásban rejlik, fehérje tartalma is jelentős akár 10% is lehet. A takarmányozáson belül többféle módon alkalmazhatjuk. A szemtermés jelentős abraktakarmány, amit darálva, vagy takarmánytápokba keverve hasznosítanak. A teljes növény takarmányként való alkalmazása történhet zölden, silózva, szilázsként és stb. Emberi fogyasztása is jelentős hiszen nagy az energiatartalma és jól emészthető. A kukorica fogyasztási formái is eltérőek, nagy jelentőséggel bír a kukoricadara, kukoricaliszt, csemegekukorica, pattogatott kukorica stb. (Radics 2003) Az ipari felhasználása rengeteg fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedekben. Leginkább keményítő, szesz és etanol előállítására hasznosítják. Az etanol termelés iránt egyre nagyobb a kereslet, ezáltal növekedhet a kukorica felvásárlási ára, valamint ösztönzőleg hathat a vetésterület növelésére. Egyre inkább alkalmazzák bioüzemanyagként, ami különböző társadalmi és környezeti problémákra adhat megoldást. A feldolgozott termékeit gyakran hasznosítják az élelmiszer-, textil-, papír-, valamint a gyógyszeriparban is. (Pena 2014)

2.3.1 Világgazdasági jelentősége

A világ népessége rohanó ütemben növekszik, ennek következtében a világ élelmiszer-ellátása egyre nagyobb gondot tud okozni, ebben a kérdésben a kukorica nagy jelentőséggel bír. A kukorica napjainkban a világ egyik legfontosabb növénye. Mára már az egész világon termesztik, ami többek között nagy terméspotenciáljának köszönhető. A fenntartható kukorica termesztés hatalmas jelentőséggel bír a takarmányozásban, élelmiszeriparban, valamint az ipari alapanyagokban.

A búza után a kukorica a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk. Az USDA közlései szerint 2021-ben a világ kukorica termését 1197 millió tonnára becsülték, ami kimagaslóan nagy szám. Ebből az USA termelt közel 381 milliót. A termesztésben az USA bír a legnagyobb jelentőséggel, mellettük Kína fejlődik a legnagyobb ütemben, így ők állnak jelenleg a második helyen. Jelentősen növelték a termelést Brazíliában és Mexikóban is.

A gabonafélék között a kukoricatermelés növekedése a legdinamikusabb. A termésátlaga és termésmennyisége is jelentősen emelkedésen ment keresztül. Ezzel párhuzamosan kisebb mennyiségben növekedett a termőterülete.

Valószínűleg a későbbiekben is inkább a tudatos gazdálkodás, az intenzív technológiák fejlesztése és elterjedése fog nagyobb szerepet játszani a termésmennyiség növekedésében, nem pedig a termőterületek növelése. (usda.gov)

2.3.2 A kukorica termesztése hazánkban

A kukorica termesztése hazánkban elsősorban takarmányozási szempontból jelentős. Ez többek között a kukorica sokoldalú felhasználásának, valamint a kiváló beltartalmi értékeinek is köszönhető. Nagy energia és szénhidrát tartalma miatt az egyik legjobb hizlaló takarmány, valamint keményítő tartalma is jelentős. A ksh adatai szerint Magyarországon 2021-ben 1043 ezer hektár területen termesztettek kukoricát, a termésátlag pedig 6 t/ha körül alakult. A megtermelt mennyiség körülbelül 33%-a takarmányi, 18%-a ipari, 1%-a pedig vetőmagelőállítási céllal hasznosult. Hazánkban nagy jelentőséggel bír az export értékesítés, a megtermelt mennyiség mintegy 48%-át teszi ki. Főként Románia, Németország, Hollandia és Olaszország a célországaink. (gabonakutato.hu) (Futó 2017)

2.4 Kukorica morfológiája

2.4.1 Gyökérrendszere

Fajtától függően változhat a gyökérzet nagysága, ezen felül befolyásolhatja a talaj állapota. A kukorica bojtos gyökérzettel rendelkezik. Kétféle keletkezésű gyökérrendszer alkotja, ezek az elsődleges gyökerek és a járulékos gyökerek. Az elsődleges gyökerek a talaj mélyebb rétegeiben helyezkednek el, képesek akár 2 m-nél mélyebbre is lehatolni. A járulékos gyökerek elágazó bojtos gyökérzetet alkotnak. A talaj felszínéhez közel elhelyezkedő hajszálgökerek képesek a lecsapódó harmatot is hasznosítani. Ugyanakkor a járulékos gyökerek egy része mélyre hatol és a télen felhalmozódott vízkészlet felvételében játszik fontosabb szerepet. Ezek a gyökereknek a fontosabb szerepük a víz- és tápanyagfelvételben, valamint a megdőlés elleni védekezésben. (Bocz 1992)

2.4.2 A szár és levelek

A kukorica szára nedvdús, erősen húsos, merev, hengeres, nóduszok által szártagokra osztott. A csomókon találhatóak a levelek és a rügyek, innen erednek az oldalhajtások. A szár magassága fajtánkként eltérő lehet, de leggyakrabban 1,5-3 m közé tehetőek, vastagsága átlagosan 3-4 cm közé tehető.

A leveleinek száma a csomók számától függően változhat. Maga a levél 3 fő részre tagolható, ezek a levéllemez, a levélhüvely és a kettő találkozásánál a nyelvecske. Léteznek olyan hibridek is, ahol a nyelvecske hiányzik. A levélhüvely erősen fejlett, felülete selymesen érdes, egyes hibrideknél szőrös. A levéllemez megnyúlt lándzsa alakú, szintén fajta függően 5-15 cm széles lehet. (Menyhért 1979)

2.4.3 A virágzat

A kukorica egylaki, váltivarú növény, hiszen egy növényen megtalálható a porzós, valamint a termősvirágzat is. A porzós virágzat (címer) a hajtás csúcsán helyezkedik el. Ezek a porzós virágok néhány nappal hamarabb nyílnak, mint a termősvirágzat. A termős virágzat lényegében torzsvirágzat, ami a törpehajtás csúcsán helyezkedik el. Először mindig a torzsvirágzat alapi része termékenyül meg. (Pepó és Sárvári 2011)

2.4.4 A termés és cső

A kukorica termése szemtermés, aminek külső burka a mag és a terméshéjból áll. Alaktanilag zárt, egymagvú termés. A termés héja szorosan összenőtt a maghéjjal. A szem mérete, alakja és színe fajtánkként változó. Alakjuk alapján lehetnek gömbölyűek, lapított ék alakúak, tojás alakúak stb. Színük szerint leggyakrabban sárgák, de a fehértől egészen a feketéig sok színárnyalattal találkozhatunk.

A kukoricacső a megtermékenyült torzsvirágzataból fejlődik ki. A cső nagyságát, hosszát és tömegét több tényező is befolyásolja, részben függ magától a fajtától is, de ezen felül hatással vannak rá a termesztés körülményei is. Értékei ezekből kifolyólag igen ingadozóak, hosszuk 3-50 cm, vastagságuk pedig 2-10 cm között változik. (Nagy 2012, Isó 1965)

2.5 A kukorica ökológiai igényei

2.5.1 Éghajlatigénye

A kukorica meleg, napfényes időjárást igényel, csapadékigénye is számottevő. Az éghajlat változások következtében a lehullott csapadék mennyisége erősen csökkent, ezt az eredményes termesztés érdekében öntözéssel kell pótolnunk.

Hőösszeg igénye összesen 1100-1400 °C. A csírázáshoz 10-12 °C hőmérséklet elérése szükséges. A kukorica az egész tenyészidőszak alatt igényli a meleget, hőmérséklet igénye gyakran fajta függő. Magyarország éghajlata alkalmas a kukorica termesztésére. (Radics 2003)

2.5.2 Talajigénye

Mivel a kukorica jól tud alkalmazkodni a különböző talajok tulajdonságaihoz összességében nem szoktuk a talajigényes növények közé sorolni. A talaj jó szellőzésére azonban határozottan érzékeny. (Bocz 1992) A kukorica talajigénye leginkább a mélytermőrétegű, jó víz és tápanyagellátottságú, humuszban gazdag, középkött talajokon elégíthető ki. Termesztésre alkalmas a réti csernozjom, barna erdő talaj. A talaj kémhatására sem különösebben érzékeny. (Pepó és Sárvári 2011) A termés mennyiségét nagyban befolyásolja a talaj szerkezete, víztartó képessége, hő- és vízgazdálkodása. (Menyhért 1985)

2.5.3 Vízigénye

A kukorica vízigénye a tenyészidőszak alatt 450-500 mm közé tehető, ezáltal a közepes vízigényű kategóriába sorolandó. A legtöbb vizet a nyári hónapokban igényli, a címerhányás kezdetétől a szemtelítődésig. Magyarországon ebben az időszakban egyre gyakoribb az aszály fellépése, ilyenkor öntözéssel kell pótolnunk a fellépő vízhiányt. Ebben az időszakban a vízellátottság rendkívül fontos, ugyanis nagyban befolyásolja a kukorica termőképességét, valamint annak minőségét és mennyiségét.

A kukorica jól hasznosítja a vizet, képes akár 150-200 cm mélyről is vízhez jutni. A kukorica a talaj mély rétegét is eléri a gyökereivel, ezáltal képes a talajban tárolt nedvességet is hasznosítani. Éppen ezért fontos az őszi-téli időszak csapadékmennyisége is. (Futó 2017, Antal 2005) Az őszi-téli időszakban lehullott csapadék mennyisége nagyban befolyásolja az elérhető maximális terméshozamot. Fontos arra törekednünk, hogy a talaj és a növény között kialakuljon

egy harmonikus vízforgalom, amit folyamatosan fent kell tartani. Ezt bizonyos mértékig befolyásolhatjuk megfelelő talajművelési eljárásokkal.

A kukorica jelentős vízmennyiséget vesz fel, hasznosít majd később a légkörnek ad át egészen a keléstől a betakarításig. A természetes vízellátást csapadékon keresztül biztosítjuk a növényünk számára. Erre egyre nehezebb a termelőknek alapozni nem csak hazánkban, de globális szinten is. Hazánk egész területére jellemző a csapadék mennyiség rendkívül nagy változékonysága. Ennek következtében a kukorica vízháztartása gyakran nagyon szélsőséges. (Nagy 2012)

Nagy (2007) szerint a kukorica optimális vízigénye 450-550 mm, ennek megfelelően a napi vízfogyasztása pedig 4,5-5,5 mm/ha. Az abszolút vízfogyasztáson kívül statikai vízigényt is meg kell különböztetnünk. A statikai vízigény kifejti, hogy a talaj pórustérfogatának hány %-át töltsse ki levegő és hány %-át víz, a kukorica optimális statikai vízigénye 67-79% közé tehető. Néhány esetben a túl sok csapadék is káros lehet a növényünk számára, hiszen, amennyiben a pórustérfogat vízzel telítődik meg a gyökereknek nem lesz megfelelő az oxigén ellátásuk. (Pepó és Sárvári, 2011)

A kukorica vízfogyasztásának üteme és mértéke változik a növény növekedési stádiumaiban. A fejlődés kezdetén, valamint a szemtelítődés időszakában a növény vízfogyasztása alacsonyabb. A legtöbb vizet a címerhányástól a szemtelítődésig igényli. Ez az időszak általában július-augusztusra tehető, ebben az időszakban viszont az aszály egy igen gyakori nehezítő tényező a termelésben. Ebben a két hónapban elengedhetetlen a megfelelő vízellátottság, hiszen a termőképesség nagysága nagyban függ ezen időszaktól. Ezen időszak alatt megfelelő elosztással havonta 100-100 mm vízhez kell jutnia. Ezt általában a csapadékon túl vízkiegészítéssel tudjuk biztosítani a növény számára. (Futó és Bencze 2017)

2.6 A kukorica agrotechnikai igényei

2.6.1 Tápanyagellátottság

A kukorica fejlődésekor a tápanyagok hiánya vagy éppen a túlzott jelenlétük megzavarhatja a növény fejlődését és növekedését egyaránt, aminek következtében a termés mennyisége és minősége is változhat. A tápanyagfelvétele és azok mozgása a különböző talajtípusok alapján változhat. Éppen ezért a növények tápanyagellátottágának ellenőrzésében elengedhetetlenek a talajvizsgálatok is. (Bergmann és Neubert 1976)

Kádár (1992) szerint a kukorica termésének növekedését leginkább a tápanyagellátottság befolyásolja. Nyíri (1997) azt állítja, hogy a legfontosabb tápanyagok a nitrogén, foszfor és kálium. Ezek mellett érzékeny a magnézium, cink és kén hiányára. A különböző fajták tápanyaghasznosítása eltérő ennek következtében a tápanyagszükségletük sem egyezik.

A műtrágya hatékonyságát különböző tényezők befolyásolhatják, ilyen tényező lehet maga a fajta, a talajtulajdonságok, az időjárás a vízellátás. Dolgozatom témáját már számos hazai kutató vizsgálta. Az öntözés és műtrágyázás kölcsönhatása egyértelmű lett. Hank és Frank (1951), valamint Szlovák (1983, 1986) kísérleti eredményeik alátámasztották, hogy a trágyázás eredményessége növelhető az öntözéssel. Ebből leszűrhető, hogy a műtrágyahasznosulása és a növény vízellátása szorosan összefügg. A kukorica fajlagos tápanyagigénye N 28 kg/t, P 11 kg/t, K 30 kg/t. A foszfort és káliumot ősszel juttatjuk ki, a nitrogént pedig tavasszal, akár több adagban is bedolgozhatjuk. A kukorica számára a nitrogén ellátás kifejezetten fontos. (Nagy 1997, Fülek 1999)

2.6.2 Nitrogén hatása a kukoricára

A nitrogén az egyik legfontosabb tápelem amire általában a gazdák is a legnagyobb figyelmet fordítják. Ez nem véletlen hiszen számos kedvező hatása van a kukoricára nézve. Nagyban befolyásolja a termés növelését is. A termésmenvelő hatása leginkább a megnövekedett magasságban, asszimilációs felületben és a megváltozott transzspirációban nyilvánul meg, ezáltal alakul ki a nagyobb termés. (Anda 1987)

A megfelelő nitrogén ellátás enyhíti az aszály által okozott stresszt, valamint fokozza a fotoszintetikus kapacitást. Abban az esetben, ha mérsékelt nitrogénellátás alkalmaznak a növény aszályos stresszel szembeni ellenállása növekedik. Ezzel szemben a magas vagy alacsony nitrogénkoncentráció növeli a kukorica szárazságstressz iránti érzékenységet. (Liu et al. 2019) A nitrogén ellátás befolyásolja a beltartalmi értékeket is. A fehérje tartalom fokozatosan nő a nitrogén trágyázás hatására.

Berzsenyi és Varga (1986) azt állítja, hogy a nitrogén műtrágyázást a kukorica elsődlegesen a termés növekedésével hálálja meg és csak másodlagosan a fehérjetartalom növekedésével. Bizonyított tény, hogy a nitrogén adagok növekedésével csökkenteni tudjuk a keményítőtartalmát. Az, hogy a keményítőhozamok változnak valószínűleg a termésreakció következménye. (Futó 2006)

A kukorica nitrogén igénye

Fajtánkként eltérő a hibridek nitrogén igénye, ezen felül számos tényező befolyásolja azt. Két fontos agrotechnikai elem határozza meg leginkább, az elővetemény és az öntözés. A kukorica az elővetemények hatásait jól hasznosítja. Jó elővetemény után öntözéses gazdálkodás hiányában a 60 kg/ha N műtrágya elegendő. Közepes előveteménynél növelni kell a nitrogén adagot, 60-80 kg/ha-ra. Rossz elővetemény esettén pedig már drasztikusabban szükséges növelni a mennyiséget, öntözés mellett 120-140 kg/ha-ra, öntözés hiányában pedig 140-180 kg/ha. (Ruzsányi 1992)

A nitrogén ellátásnak lényeges szerepe van a címerhányástól egészen a teljes érés kezdetéig. Ha a nitrogén ellátás és a nedvesség is kedvező a virágzás folyamata hamarabb elkezdődik. A túlzott nitrogén ellátás viszont késlelteti a nőivirágzást. Többek között ezért is fontos a megfelelő mennyiség meghatározása és későbbi alkalmazása hiszen a túladagolás legalább annyi problémát okozhat, mint a nitrogén hiánya. Termésdepresszió léphet fel, valamint káros nitrátfelhalmozódást okozhat. (Bocz 1992)

2.6.3 Foszfor hatása a kukoricára

A foszfor egy nélkülözhetetlen tápanyag a növények számára, szerves és szervetlen formában egyaránt előfordul. A növények kezdeti fejlődésében nagy szerepe van a foszfornak. A termésnövelésben kisebb szerepet játszik a nitrogénénál, mivel a generatív szervekben meghatározóan több foszfor található, mint a vegetatív szervekben. Az anyagcserefolyamatok nagyrészéhez elengedhetetlen a foszforsav. A kukorica egyik legfontosabb tápanyaga a foszfor nagyban befolyásolja a virágzás idejét és a szemtermés nagyságát. (Debreczeniné és Sárdi 1999b)

Foszfor hiány felléptekor a növény egyik reakciója az anyagcserezavar lesz, hiszen majdnem minden anyagcserefolyamatban megtalálható. Ilyenkor a virágzás és az érés is később következik be. A megfelelő foszfor tartalommal rendelkező növény általában jobban tűri a szárazságot, éppen ezért a tápelem hiánya érzékenyebbé teheti az adott növényt az aszályra. Ezekben az aszályos időszakokban ez egy nagyon fontos és meghatározó tényező a termesztésben. (Loch és Nosticzius, 1983)

A kukorica foszfor igénye, foszfor műtrágya optimális mennyisége

A kukorica foszfor igénye nem nagy. Csathó (2004) egy hazai szántóföldi kísérletben megállapította, hogy 22kg/ha foszfor szükséges a kukorica gazdaságos terméséhez. (Nagy J. 2012) A foszfor felhasználásának mértékét a leginkább talaj feltöltöttsége határozza meg, éppen ezért a talajok folyamatos foszforszolgáltató képesség elérésére kell törekedni. A talajban a trágyát egyenletesen elkell dolgozni, leginkább ősszel az alapműveléssel egybekötve ajánlatos. (Kováts és Antal 1996)

A tavaszi foszfor bekeveréstől számottevő hatás nem várható. (Nyíri 1997) A foszfor hiányából adódó anyagcserezavar nem csak a virágzást és érést befolyásolja, hiszen kihat a beltartalmi értékekre is. Lassul a cukor- és fehérjeképzés, valamint a keményítőszintézis is gyengül. A növény vízháztartása romlani kezd, a fejlettebb leveleken elindul az elszíneződés később pedig az elhalás jelentkezik az állományon. (Nagy 2012)

A foszfor túladagolása is káros következményekkel járhat. A túlzott foszfor mennyiség tápelem-aránytalanságokat eredményez. Foszfor többletnél cink hiány jelentkezik, melynek következménye a nagy termésveszteség és a minőségromlás. (Kalocsai et al. 2004)

2.6.4 Kálium hatása a kukoricára

A kálium növeli a termésmennyiséget, a szárszilárdságot, valamint gyorsító hatással van az érési folyamatokra. A káliumnak nagy jelentősége van a növényéletében. Fontos szerepet játszik a fotoszintézis aktivitásában, amivel befolyásolja a termés mennyiségét és minőségét, valamint a fehérjeszintézisben és a légzésben. Leginkább a vegetatív részekben halmozódik fel. Javítja a növények vízfelhasználási tényezőit, növeli a növényi betegségekkel szembeni ellenállóképességet, valamint fokozza a növény fagyűrősségét és védi a szárazságstressztől. (Loch és Nosticzius 1983, Weber 1985, Nagy 2012)

Kukorica kálium igénye

A legtöbb talajtípusban viszonylag nagy mennyiségben fordul elő kálium, viszont ennek csak kis hányada vehető fel a növény által. Hazánk talajainak is a nagyrésze jól ellátott káliummal. (Kádár 1993)

A kálium dózisok mértéke eltérő a talaj tápanyagtartalmának függvényében, azonban egy közepes tápanyagellátottságot és jó tápanyag-gazdálkodást feltételezve 180-200 kg/ha kálium hatóanyag kijuttatása megfelelőnek bizonyul. (Izsáki és Lázár 2004)

A kálium hiányának látható tünetei gyakran nem azonnal jelentkeznek az állományon, azonban jelentős termés csökkenést eredményezhet. Hiányában csökken az ellenálló képességük, megemelkedik a párologtatásuk, aminek következtében a levelek elhervadnak, elhalnak idősebb leveleken égéshez hasonló tünetek jelentkezhetnek. (Kalocsai et al. 2004) Kálium túladagolás esetén átmeneti kalcium hiány léphet fel, valamint fent áll a talajelsavanyodásának veszélye. (Krisztián et al. 1989)

2.6.5 Öntözése

A kukorica annak ellenére, hogy jó alkalmazkodó képességgel rendelkezik meghálálja az öntözést. Viszonylag gazdaságosan használja fel a talajok vízkészletét, habár a vízigényes növények közé tartozik. Az öntözést a talajnedvességtartalmához és az adott fejlődési időszakhoz mérten kell igazítani. (Radics 2003)

Öntözéssel biztosítani tudjuk a növények számára a folyamatos vízellátást, vízhiány felléptekor zavarok keletkeznek az élettani folyamatokban. (Dreco 1979) Hazánkban az aszály egyre nagyobb problémát jelent a termesztésben, amit megfelelő öntözéssel mérsékelni tudunk.

Az aszály egyik legnagyobb veszélyforrása a szárazság-stressz. Szárazság-stresszen belül megkülönböztetünk vegetatív fejlődéskor jelentkező szárazságot, virágzáskori és szemtelítődéskori szárazságot. A vegetatív fejlődéskor jelentkező szárazság a kukorica növekedésekor keletkeznek negatív hatásai. Előfordulásakor kisebb lesz az asszimilációs felület és a növénytömeg is. A virágzáskori szárazság jár a legnagyobb terméscsökkentő hatással. Csökkennek a szemek számai és a szem sorok is. A szárazság szemtelítődéskor a szem mérete és ezer szem tömege változik. (Futó és Sárvári 2015)

A címerhányás alatti aszály akár 40-50%-os terméscsökkenést eredményezhet. (Claassen and Shaw 1970). A szemek száma jelentősen csökkenhet, ha a címerhányás és virágzás időszakok alatt vízhiány keletkezik. A megporzás után keletkezett stressz pedig a szemek tömegét befolyásolja. (Shaw 1977) Amennyiben a címerhányás időszaka alatt a kukorica vízhiánytól szenved több fejlődési szakasza is károsodhat akár visszafordíthatatlanul is. A virágzás vontatottá válik, gyakran késik, csökken a pollen mennyisége, súlyosabb esetekben a címer életképtelen pollent hullajt, lassul a bibe fejlődése, romlik a pollenbefogadó képessége.

Túlöntözés következtében is ugyanúgy előfordulhatnak káros hatások, mint ahogy az öntözés hiányában is jelentkeznek. A túlöntözés káros lehet mert lassítja a növény vízleadását, elősegíti a fuzáriumos fertőzések előfordulását, mivel azoknak kedvező feltételeket teremt. Hosszú tenyészidejű fajtáknál növelheti a fagyveszély érzékenységet. A betakarítást pedig nehezíteni fogja az újragyomosodás.

Szász (1963) bebizonyította, hogy a vízellátás mértéke a termesztésben az egyik legjelentősebb termésszabályozó tényező. Amennyiben a csapadékhiányt kiegészítik öntözéssel terméstöbblet érhető el. Az öntözés terméstöbbletét több tényező is befolyásolja, ilyen az adott évjárat jellege, a talaj vízháztartása vagy akár a vetésváltás.

A kukorica a közepes vízigényű szántóföldi növények csoportjába tartozik. A tenyészidő folyamán 450-550 mm vizet igényel. A tenyészidőszak alatti csapadék mennyisége és annak eloszlása nagyon bizonytalan, ez az öntözés gazdaságossága szempontjából nagy kockázatot jelent.

A kukorica hatásosan tudja felhasználni a talajok vízkészletét. Gyökereivel mélyre tud hatolni, akár 200-250 cm talajréteget is képes átszőni és az ott tárolt nedvességet hasznosítani. Éppen ezért fontos, hogy a talajban felhalmozódott őszi és téli lehullott csapadékot megfelelő talajművelés segítségével megtartsuk. Jelentős összefüggés van az öntözés módja, a talajtömörödés és a kukorica fejlődése között. (Ekwue és Stone 1995)

Kutatások kimutatták, hogy abban az esetben, ha csökkentik az öntözési időszakok hosszát, valamint a kijuttatott vízmennyiséget mérsékelhető lesz a talajtömörödés. (Ruzsányi és Pető 1993)

A kukorica vízigénye a fenológiai szakasza alatt eltérő. A tenyészidőszak kezdetén majd a szemtelítődés utáni időszakban jelentősen kevesebb a vízigénye. A legtöbb vizet címerhányástól a szemtelítődésig igényli. Ilyenkor az összegzett vízigénye 200-250 mm között van, a napi vízigénye ebben az időszakban 4,5-5,5 mm. Ez az időszak július és augusztus hónapra tehető, amikor általában az aszály veszély fenyeget. Az itt lehullott csapadéknak fontos szerepe van a termelésben. Hazánkban általában az ezen hónapokban lehulló csapadék mennyiség nem szokott elgéneki bizonyulni, ezért öntözéssel kell segítenünk a kukorica vízellátásában. (Antal 2005) Abban az esetben, ha ezekben a hónapokban nem kap megfelelő vízmennyiséget jelentős termés kieséssel végződhet a termelésünk.

Az öntözővíz mennyisége a talajok víztartalmától és az öntözési módtól is függ. Fő cél, hogy a talajok termőrétege 35-40 cm-es mélységben legyenek beáztatva. A jó vízháztartású talaj akár 200-250 mm hasznos nedvesség tárolására is képes. (Radics 2003)

Abban az esetben, ha az adott évben elérhető a növény számára az előbb említett 200-250 mm hasznos nedvesség a talaj mértékadó rétegében a kukorica azt jól fogja tudni hasznosítani. Ez is alátámasztja annak okát, hogy hazánk fő kukoricatermő helyein a csapadékos évjárat utáni első évben rekordtermésekre lehet számítani. Ilyen esetekben a víz mellett a hőmérséklet is kedvező hatással van a kukorica számára. Ezekből lekövetkeztethető, hogy a talaj 200 cm-es rétegének hasznos nedvesség készlete és a várható termés hozam között szoros összefüggés van. (Csajbók 2004)

Lelkes (2003) szerint nagyobb hangsúlyt kellene fektetni a precíziós öntözésből származó lehetőségekre. Amennyiben pontos víznormák meghatározására és azok egyenletes kijuttatására törekszünk, az öntözés káros hatásai elkerülhetőek lesznek. Ilyen káros hatások lehetnek a talajok eltömörödései vagy akár a felszíni eróziós eliszapolódás.

A kukoricát normális körülmények között háromszor öntözzük. Ennek első időszaka júniusra tehető a címerezés időszaka előtt. Ilyenkor egy viszonylag nagyobb normát juttatunk ki a növényünknek. Ez a norma 50-60 mm közé tehető. Majd ezt követően 12-14 napos öntözési fordulóval 2-3-szor 30-40 mm-es normákat biztosítunk. Végezetül a szemtelítődés időszakában szintén egy nagyobb mennyiséggel 50-60 mm-es adaggal öntözzük. Magyarországon a FAO 400-500-as tenyészidejű hibrideket öntözték korábban mivel ezeknek nagyobb a termőképessége. Öntözés hatására a várható terméstartomány akár 4-5 t/ha is lehet. Mivel az öntözés nagy anyagi vonzatot von maga után az árukukoricát kevésbé öntözik. Ilyenkor csak is az éghajlati viszonyokra tudnak alapozni, ami évről évre nehezebbnek bizonyul a globális felmelegedés és aszályos időszakok miatt. Vetőmagtermesztésnél azonban az öntözés elengedhetetlen feltétele a termesztésnek. Vetőmagtermesztésnél a termésbiztonság alapja az öntözés. (Antal 2005) A csemege-, vetőmag- és árukukorica öntözési igénye lényegesen eltérő. Éppen ezért hiába egy azon fajról van szó el kell különíteni őket. A csemegekukorica és a vetőmagkukorica öntözésigényes növények. Gyökértömegük viszonylag kicsi és sekélyen elhelyezkedőek ebből adódóan rosszabbul képesek hasznosítani a talaj vízkészletét mint az árukukorica. A tenyészidőszak során egyenletes, jó vízellátást igényelnek, amennyiben vízhiány lép fel a termelés során az jelentős termés kiesést vonhat maga után. Az öntözésük egy magas költségekkel járó agrotechnikai eljárás, azonban mivel a termelési értékük sokkal nagyobb, mint az árukukoricáé, az öntözésük nyereséges és kifizetődő. Az árukukorica gyökerei mélyebben gyökereznek, nagyobb a tömegük és a vízhiányhoz is jobban alkalmazkodnak. Ebből adódóan a szemes kukorica öntözése nem mindig nyereséges. Nagyban függ az adott évi eladási ártól, ami hazánkban évenként erősen ingadozó. Napjainkban az

öntözési módot elsősorban esőszerű öntözés által biztosítjuk. Lineár, Rein Star, Pivot, csévélhető Bauer öntözőberendezésekkel. (Futó és Sárvári 2015)

Hazánkban ez az öntözési mód a legelterjedtebb. Az öntözött szántóföldi területeink mintegy 80%-án alkalmazzák. Általában a csévélődobos vízágú berendezéseket alkalmazzák. Előnyei közé sorolandó, hogy a legváltozékonyabb területeken is alkalmazható, viszonylag olcsó, könnyen áttelepíthető, viszont nagy a kézi- és erőgépigénye. A korszerűbb lineárokkal precízebb, kiváló minőségű öntözés biztosítható, azonban ezek beruházásigényük rendkívül magas.

A berendezések felhasználási lehetőségei az adott típus műszaki jellemzőitől és színvonalától függenek. A berendezések hatékonyságát befolyásolja a napi üzemidő, a vízz szállító kapacitása, az egyszerre kijuttatható víznorma, a vízveszteség mértéke, a megöntözhető terület nagysága, az energiafelhasználás és a dolgozók létszáma. A rendszer működőképességét érdemes évente ellenőrizni. Ezt általában 10-10 mm víznorma kijuttatásával teszik meg, még abban az esetben is, ha egyébként az adott kultúrának erre nem is lenne szüksége. Az öntözés költséges beavatkozás éppen ezért fontos a rendszerek hatékonyságát fenntartani, folyamatos karbantartásokkal, ellenőrzésekkel. (Nagy 2012)

Úgy gondolom a berendezések folyamatos fejlesztése és korszerűsítése lehetőséget ad a gazdálkodók számára a lehető legprecízebb öntözés alkalmazására a természetben. Ezek a berendezések általában nagyon költséges beruházások, ami nem feltétlen elérhető minden gazdálkodó számára. Napjainkban egyre több pályázat és támogatás jelenik meg, hogy ezzel is támogatni tudják a gazdálkodókat egy öntözőberendezés megszerzése felé. Azonban véleményem szerint hazánkban a legkézenfekvőbb megoldás az öntözőközösségek kialakítása és működtetése lenne.

2.6.6 Az öntözés és tápanyagellátottság összefüggése

A tápanyag és vízellátás együttes alkalmazása pozitív hatással növelheti a szemtermést. (Szalókiné és Szalóki 2002) Abban az esetben, ha a növényünk nem jut elegendő tápanyaghoz, a vízfogyasztása jelentősen megnövekedhet. A kukorica termesztés eredményessége nagyban függ a megfelelő vízellátottságtól.

Rác és Nagy (2011) szerint a vízellátás és a trágyázás megfelelő összehangolása pozitív hatásokat von maga után. A trágyázás terménynövelő hatását a vízellátottság mértéke is nagyban befolyásolja. (Pepó 2009) Az öntözés és műtrágyázás kölcsönös hatása nem csak a termés mennyiségét, hanem annak kémiai összetételét is megváltoztatja. (Győri 1997)

Árendás (2008) megállapította, hogy ahhoz, hogy a talajban található tápelemek a növénybe juthassanak elengedhetetlen a víz oldó hatása. (Karancsi 2015, Nagy 2012)

Számos öntözési és műtrágyázási kísérlettel alátámasztották, hogy öntözés hatására megnő a műtrágyázás hatékonysága. Láng (1971) szoros összefüggést állapított meg a növény vízellátottsága és a műtrágya-hasznosulás között. Silegia és Zakhariev (1981) egy bulgáriai kísérletben megfigyelték, hogy öntözés hatására a műtrágyaadagok hatékonysága megnövekedett, valamint, hogy ez a hatékonyság növekedés nagyobb műtrágyaadagokat használva jelentősebb. A növénytermesztési tényezők vizsgálata során a műtrágyázás 48, az öntözés 28, a talajművelés 18, valamint a növényszám 6%-ban befolyásolták a termésnövekedést. (Nagy 1995) Ezek a termesztési tényezők szorosan összefüggésben állnak, egymással, ezért arra kell törekednünk, hogy egyszerre biztosítsuk az adott tényezők legkedvezőbb kölcsönhatását. (Nagy 1997)

Összességében elmondható, hogy a megfelelő vízellátottság nagyban befolyásolja a trágyázás mértékét és hatását. Mivel egyre gyorsabban és nagyobb mértékben változik a világ éghajlata elengedhetetlen agrotechnika az öntözés, ezért tartom szükségesnek az ehhez hasonló kísérletek és esetek vizsgálatát. Hiszen nagyon fontos, hogy megtanuljuk az öntözés tudatos alkalmazását és kitudjuk használni annak pozitív hatásait.

III. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1 Kísérlet bemutatása

Kísérletemben három tápanyagot juttatunk ki kezelésenként, ahol a tápanyagokat folyamatosan növeltük. A három tápanyagunk a nitrogén, foszfor és kálium volt. A tápelemek nem csak magukban, hanem négy kombinációban is vizsgáltak, ezáltal az adott tápelemek egymásra gyakorolt hatásait is tudtam vizsgálni. A különböző tápanyagok kijuttatása mellett a kísérletem egyik fele öntözött állomány volt míg a másik öntözetlen. Minden tápanyag kombinációt megvizsgáltam öntözött és öntözetlen körülmények között is. Ezzel vizsgálva az öntözés hatását és annak összefüggését a tápanyagellátottsággal.

A nitrogén kezelések szintjei:

- N0 0 kg/ha N alaptrágyaként, majd 0 kg/ha N fejtrágyaként
- N1 50 kg/ha N alaptrágyaként, majd 20 kg/ha N fejtrágyaként
- N2 100 kg/ha N alaptrágyaként, majd 40 kg/ha N fejtrágyaként
- N3 150 kg/ha N alaptrágyaként, majd 60 kg/ha N fejtrágyaként

A foszfor kezelések szintjei:

- P0 0 kg/ha P alaptrágyaként
- P1 40 kg/ha P alaptrágyaként
- P2 80 kg/ha P alaptrágyaként
- P3 120 kg/ha P alaptrágyaként

A kálium kezelések szintjei:

- K0 0 kg/ha K alaptrágyaként
- K1 60 kg/ha P alaptrágyaként
- K2 120 kg/ha P alaptrágyaként
- K3 180 kg/ha P alaptrágyaként

Ez alapján a kezeléseim a következő képen alakultak:

- Első kezelés: N0P0K0 (N 0 kg/ha, P 0 kg/ha, K 0 kg/ha)
- Második kezelés: N1P1K1 (N 70 kg/ha, P 40 kg/ha, K 60 kg/ha)
- Harmadik kezelés: N2P2K2 (N 140 kg/ha, P 80 kg/ha, K 120 kg/ha)
- Negyedik kezelés: N3P3K3 (N 210 kg/ha, P 120 kg/ha, K 180 kg/ha)

A kísérleti parcellák mérete 4x5m. A parcella szélessége lehetővé tette, hogy 76 cm-es sortávolsággal vetve 6 sor kapjon helyet. A vetést szántóföldi pneumatikus vetőgéppel végeztük. A parcellákat a kelés után alakítottuk ki, az utak marózásával. 17,8 cm tötávolságot

alakítottunk ki, ami hektáronként nagyjából 75000 csíra/ha-t jelent. A 6 sorból a 2 sort szegélyszornak tartjuk, hogy elkerüljük az esetleges műtrágya keveréseket a parcellák között. Azokat a mintákat, amelyek a vizsgálatokhoz voltak szükségesek és roncsolással járnak a második és ötödik sorból vettük, a két középső sorból pedig a betakarítást és az egyéb méréseket. A betakarítást kézi erővel hajtottuk végre.

A kapott eredmények valós értékeléséhez nélkülözhetetlen az adott kísérleti év évjárata és az adott kísérleti terület talaj bemutatása. A kísérleti terület talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, ezt az előzetes talajvizsgálatok és szelvényfeltárások alapján határoztam meg. A talaj fizikai félesége agyagos vályog, kémhatása savanyú. A művelt réteg nem tartalmaz CaCO_3 -ot, humusztartalom alapján a talaj N-szolgáltatása közepes, a P - ellátottsága túlzott, K - ellátottsága jó, Mg-ból jól, Zn-ből igen jól, míg Cu-ból és Mn-ből kielégítően ellátott. A talaj vízgazdálkodására a rossz vízvezető képesség és a nagy víztartó képesség jellemző. Az alsóbb szintek nagy agyag tartalmúak, és repedezettek ez a magyarázata a nagy vízvezető-képesség értékeinek. Az Asz szint tömődött, összporzítása továbbá ezen belül a gravitációs pórusok aránya kisebb.

Az első táblázatban bemutatom a kísérleti talaj tulajdonságait.

1. táblázat. A kukorica kísérlet talajának jellemzői (Szarvas, 0-30 cm-es talajréteg)

Vizsgált tulajdonság	Vizsgálati érték			Átlag
	1.	2.	3.	
pH (KCl)	4.93	4.92	4.89	4.91
K _A (Aranyféle kötöttségi szám)	42	44	45	43,6
CaCO ₃ [%]	0	0	0	0
Humusz [%]	2.91	3.00	2.91	2.94
AL-P ₂ O ₅ [mgkg ⁻¹]	224	182	227	211
AL-K ₂ O [mgkg ⁻¹]	250	248	267	255
Mg(KCl) [mgkg ⁻¹]	695	729	668	697
EDTA-Zn [mgkg ⁻¹]	3.28	2.86	3.36	3.16
EDTA-Cu [mgkg ⁻¹]	7.42	7.31	7.50	7.41
EDTA-Mn [mgkg ⁻¹]	442	436	435	437

Forrás: A szerző saját szerkesztése

A kukorica vízigényét a kísérleti terület átlaghőmérséklete és az állomány párologtatásának ismeretében határoztuk meg. A nem öntözött állomány nem kapott öntözést, a természetes csapadékmennyiség határozta meg a terület vízkapacitását. A 2021-es év csapadékmennyisége kedvező volt, a parcellák vízkapacitása 40-75% között változott. Az öntözés hatását jelentősen befolyásolta a kísérleti év csapadékmennyisége és vízkészlete. Ez az év Szarvas térségében ebből a szempontból nagyon változatos volt.

Az adott év időjárási adatait a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: Időjárási adatok

Hónap	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Összeg/átlag
Hőmérséklet (°C)	1,8	3,1	5,9	9,2	15,2	23,1	25,2	21,6	17,5	13,62
Csapadék (mm)	33	39	2	46	94	1	94	35	47	391
30 éves csapadék átlag (mm)	30,6	31,4	28,9	41,9	62,9	71,4	74,4	56,4	42,8	440,7
Különbség (mm)	2,4	7,6	-26,9	4,1	31,1	-70,4	19,6	-21,4	4,2	-49,7

Forrás: Saját szerkesztés

A táblázat adataiból jól látható, hogy a vetés előtti és alatti időszakban is relatív vízhiánnyal küzdöttünk a 30 éves adatokhoz képest. Ezért kelesztő öntözést kellett alkalmaznunk. Ez a vízhiány egészen a nyári hónapokig eltartott. A virágzás idején nem volt elegendő csapadékmennyiségünk, éppen abban az időszakban, ami a legfontosabb a kukorica számára. A táblázatból is látható, hogy a 30 éves adatokhoz képest 70,4 mm csapadékhiány alakult ki. Augusztusban ismét csapadékhiánnyal küzdöttünk. Az öntözés ezekben a hónapokban elengedhetetlen volt és annak pozitív hatása jól bizonyított. A kísérlet öntözését és annak normáját a növény fenológiai állapotához és a kísérleti év csapadékmennyiségéhez igazítottuk.

3.2 Kísérlet öntözése

A virágzás idején júliusban 20 mm mennyiséget, ezt követően pedig augusztusban újra 20 mm öntözővizet juttattunk ki az állomány számára. Az öntözést a VKsz 75-80%-áig

hajtottuk végre. Az öntözést mindkét alkalommal csévéldobos rendszerű öntözőkonzolos eszköz segítségével juttattuk ki, esőztető öntözési móddal. Az öntözőkonzol jellemzően az erre a célra kialakított parcellaúton mozgott, annak érdekében, hogy ezúton is elkerüljük a terméseredményeket torzító taposási károkat.

3.3 Mérések és adatfeldolgozás, módszere

A kísérletben a következő paraméterek mérése történt:

- Termésátlag
- Csutka és szemtömeg aránya
- Sor és soronkénti szem aránya
- Ezerszemtömegének vizsgálata
- Beltartalmi értékek (nedvesség, fehérje, keményítő, HL súly
- Levél felület index (m^2/m^2)

A levélterület index mérése (Delta-T SSR1 SunScan eszközzel mértük) a tenyészidőszak alatt több alkalommal zajlott, a betakarítás után pedig megtörténtek az ezerszemtömeg vizsgálata, sor és soronkénti szemek aránya, csutka és szemtömeg aránya.

A beltartalmi méréseket pedig FOSS Infratec mérőeszközzel végeztük, miután PFEUFFER MLN mintatisztítóval megtisztítottuk a mintáinkat.



1. ábra. A kukorica tisztítása



2. ábra. A beltartalmi értékek vizsgálata

IV. EREDMÉNYEK

Rengeteg hazai és külföldi kutató alátámasztotta már a tápanyagellátás és öntözés összefüggését. Kísérletemben ezeket az állításokat szeretném megerősíteni és bemutatni, hogy megfelelő öntözéssel a műtrágyázás hatása nagyban befolyásolható, növelhető, valamint, hogy alapvetően az öntözés elengedhetetlen napjainkban az eredményes gazdálkodáshoz. Megfelelő mennyiségű és időben kijutatott öntözéssel nagyban tudjuk befolyásolni az adott évi termés hozamunkat. A kukorica egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága a nagy termésmennyiségében rejlik. Hazánkban jelentősen változik a termésingadozás nagysága, ezt a termésingadozást megfelelő öntözéssel és jó tápanyagellátással ki tudjuk küszöbölni. A termesztés egyik legfontosabb tényezője a termésképző tulajdonságok összessége, éppen ezért tartom fontosnak ezekkel a tulajdonságokkal kezdeni az eredménykimutatásom.

4.1 A tápanyagellátás hatása a kukorica termésképző tulajdonságaira öntözött és öntözetlen körülmények között

4.1.2 Termésátlag vizsgálata öntözött és öntözetlen körülmények között

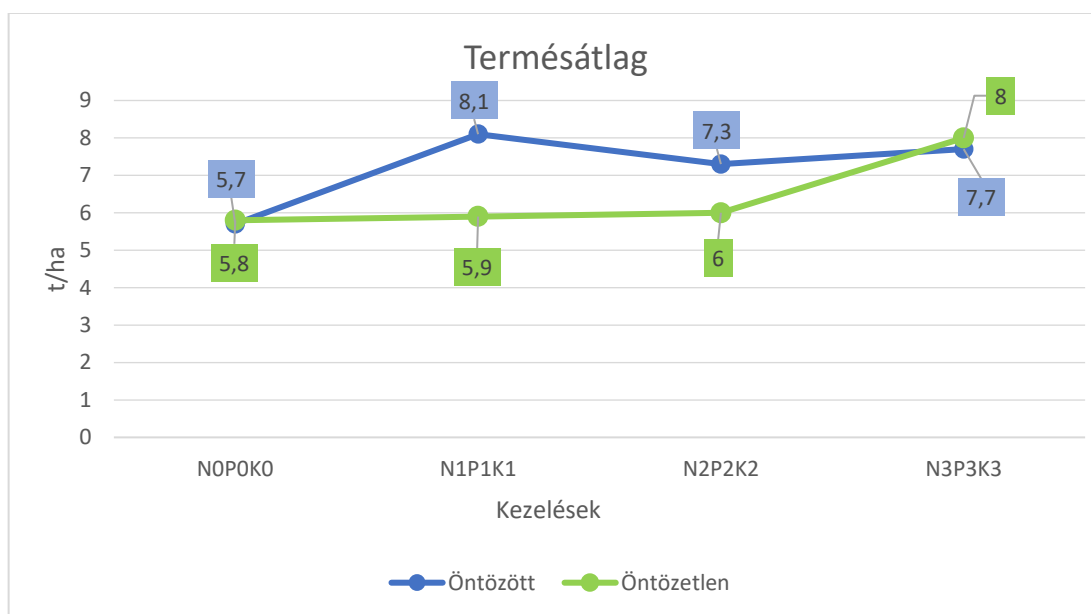
A termésátlag vizsgálata során az öntözés pozitív hatásai relevánssá váltak, ahogy az az ábráimon is jól látható. Ami viszont véleményem szerint említésre méltó, hogy a legmagasabb értékek közötti különbség öntözött és öntözetlen körülmények mellett mindössze 0,1 t/ha volt.

A legmagasabb eredményt öntözött körülmények között a második kezelésnél mértünk 8,1 t/ha-t, öntözetlen körülmények között pedig a negyedik kezelésnél 8 t/ha-t. A legalacsonyabb értéket öntözött körülmények mellett kaptunk az első kezelésnél (5,7 t/ha).

Öntözetlen körülmények között szintén az első kezelésnél alakult ki a legkevesebb termés hozam, ami 5,8 t/ha volt. A különbség öntözetlen és öntözött körülmények között itt is 0,1 t/ha volt, mint ahogyan a legmagasabb értéknél (3. ábra).

Az öntözött állományban a legalacsonyabb és legmagasabb mért értékek között majdnem 2,5 t/ha különbség alakult ki. Az első kezelésnél kapott termés mennyiség jóval alul maradt a többi kezeléshez képest. Ebből is megnyilvánul a megfelelő tápanyagutánpótlás fontossága. Egyértelműen látszik, hogy öntözés mellett a műtrágyaadagok megfelelő kijuttatásának hatása eredményesebb lett, mint az öntözetlen állománynál. A tápanyag kijuttatás nélküli első kezelésnél jóval kevesebb termésmennyiség keletkezett, mint a többi kezelésnél. Ehhez képest a kettes kezelésnél egy nagyobb ugrást figyelhetünk meg, itt értük el a legmagasabb értéket.

Majd ezután a harmadik kezelésnél egy 0,8 t/ha- os csökkenést figyelhetünk meg, amit a negyedik kezelésnél egy 0,4 t/ha növekedés követ így lett 7,7 t/ha, habár itt került kijuttatásra a legnagyobb dózisban a tápanyagutánpótlás a legmagasabb eredményt nem itt értük el. Ezzel is indokolható a megfelelő műtrágya adagok kijuttatásának fontossága, hiszen ahogy az ábrámon is látható a legnagyobb dózisban kijuttatott műtrágya nem feltétlen vonja maga után a legtöbb terméshozamot. Ezért arra kell törekednünk, hogy az adott hibridnek elegendő tápanyagmennyiséget juttassunk ki, hiszen annak tovább növelése lényegi terméshozam növelést nem eredményez, csak felesleges plusz költséget okoz.



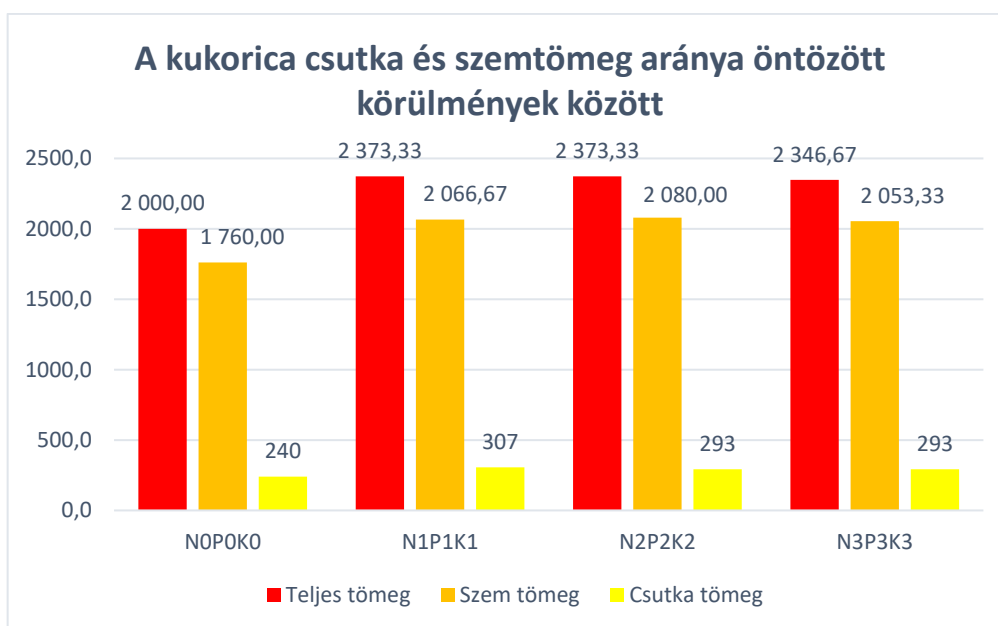
3. ábra. A kukorica termésátlaga különböző tápanyagellátási szinteken, öntözött és öntözetlen körülmények között

Az öntözetlen állományban mért eredményeknél, kezelésenként folyamatosan növekvő tendencia figyelhető meg. Az első (5,8 t/ha), második (5,9 t/ha) és harmadik (6 t/ha) kezelés között kevésbé számottevő a különbség. Azonban a negyedik kezelésnél lényeges növekedés jelentkezett, az első kezeléshez képest 2,2 t/ha-ral növekedett a termésátlagunk. Ahogy az az ábráimon is látható a tápanyag és vízellátás együttes alkalmazása nagyban befolyásolhatja a szemtermésünket. Ez a kezelés kapta a legtöbb mennyiségű műtrágyát a négy kezelés közül, ez indokolja, hogy ilyen szintű különbség keletkezhetett.

Összességében megállapítható, hogy öntözetlen körülményeknél, ha megfelelő mennyiségű tápanyagot juttatunk ki közel azonos termésátlagra számíthatunk, mint egy öntözött állománynál. Az öntözéses gazdálkodásnak több pozitív hatást von maga után, a

műtrágyázás hatékonyságát is növelheti, azonban, ha nem áll módunkban az öntözéses gazdálkodás lehetősége annak hiányát (elegendő csapadéklehullása mellett) kompenzálni tudjuk megnövelt tápanyagutánpótlással is. Hiszen ahogy a kísérletemben is kiderült az öntöztelen állományban lenagyobb dózist kapó kezelés közel azonos termésátlagot produkált, mint öntözött állományban a megfelelő tápanyagellátású kezelés. Az öntözéses gazdálkodás hatására a termőföldbe jutott tápanyagok jobban tudnak oldódni, hasznosulni és könnyebben tudja felvenni a hibridünk, így az ezúton felszabadult energiát a szemtermés képzésébe tudta fordítani. Ez bizonyítja, hogy öntözött körülmények között már az első kezelésnél elérte a termés maximumot, amit öntöztelen körülmények mellett csak egy sokkal nagyobb műtrágya ráfordítás hatására tudott. Mérvadó növekedések ezért nem történtek a további tápanyag növeléseknél, hiszen már kevesebb dózissal is jól tudta hasznosítani a kijutatott tápanyagokat.

4.1.3 Csutka és szemtömeg arány vizsgálata

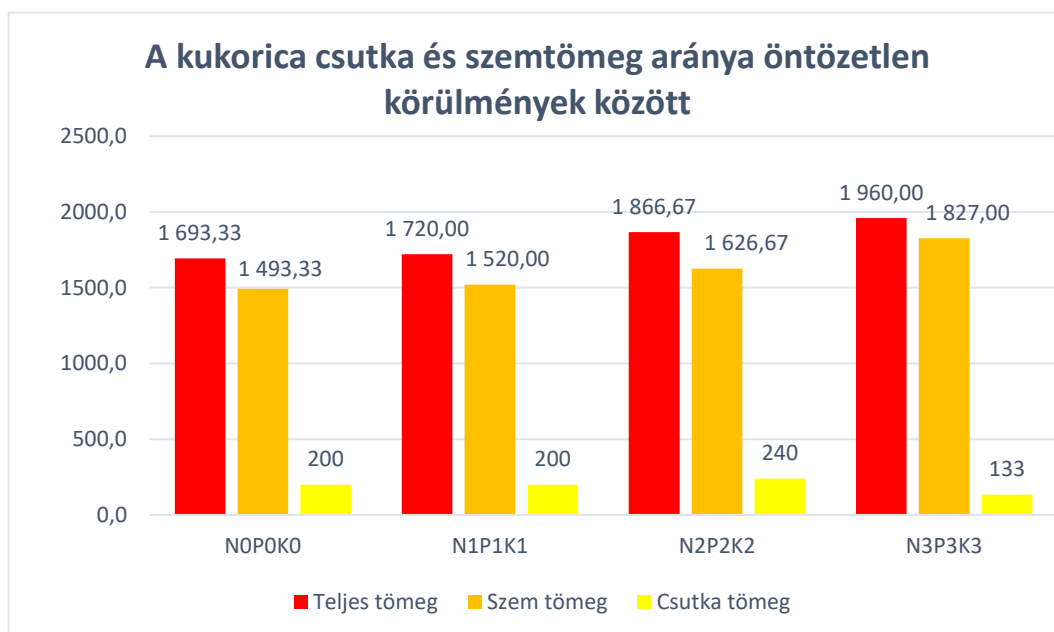


4. ábra. A kukorica csutka és szemtömeg aránya öntözött körülmények között

Az alábbi diagrammon a növény csutka-szem arányának alakulása látható. Jól megfigyelhető, hogy öntözött körülmények között, folyamatosan növelt tápanyagellátás mellett növekedő tendencia látható a teljes tömeg értékében, leszámítva a legtöbb tápanyag dózist kapó mérést, ugyanis abban az esetben minimális csökkenés jelentkezett. A tápanyagellátást nélkülöző kísérleti parcelláról mért cső tömege a legalacsonyabb, azonban az itt mért csutka és szem aránya a legkedvezőbb. A 2000 g-os össztömegből mindössze csak 240

g volt a csutka tömege és 1760 g a szem tömeg (88%). A második kezelésnél már magasabb eltérés látható.

Növelt tápanyagellátás mellett ugyan a csótömeg jelentős növekedésen ment keresztül, azonban a szem és csutka aránya itt már lényegesen kedvezőtlenebb. Az össztömegből 2067 g volt a szem tömeg és 307 g a csutka tömege. A négy minta közül ez a legnagyobb mért csutka tömeg. A harmadik és negyedik kezelésnél arányok között számottevő eltérés nem figyelhető meg. Itt a szem és csutka aránya azonos. A negyedik kezelés össztömege azonban a növelt tápanyagellátás hatására minimálisan csökkent az előző kezelésekhez képest. Ennek ellenére a szem-csutka arányban ahogy azt az előbbiekben említettem lényeges eltérés nem figyelhető meg. A harmadik kezelésnél a mért szem tömege 2080 g volt a csutka tömege pedig 293 g. A negyedik kezelésnél pedig a szem tömeg 2053 g a csutka pedig 293 g között alakult.



5. ábra. A kukorica csutka és szemtömeg aránya öntözetlen körülmények között

Öntözetlen körülmények között a tápanyagnövelésének hatására az alábbiak szerint alakult a szem és csutka aránya. Tápanyagnövelés hatására a csótömegek öntözetlen körülmények között is növekedő tendenciát mutatnak, azonban itt kevésbé voltak olyan hatékonyak a kijuttatott tápanyagok, mint öntözött körülmények között. Az első két kezelés között a csutka és szemtömegek aránya azonos. Az első kezelésnél mért szemtömeg 1493 g a csutka tömege pedig mindössze 200 g. A második kezelésnél a szemtömeg 1520 g volt a csutka tömege pedig itt is 200 g. A harmadik kezelésnél kisebb növekedés figyelhető meg a csutka tömegében. A szemtömeg itt 1626 g volt míg a csutkáé 240 g. A negyedik kezelésnél

kifejezetten pozitív hatással volt a megnövelt tápanyagmennyiség, hiszen a csutka tömege itt jelentősen lecsökkent. A szemtömeg 1827 g (93,2 %) volt a csutka tömege pedig mindösszesen 133 g, ami a mért eredmények közül a legkevesebb.

Összességében elmondható, hogy öntözés hatására nagyobb össztömegek érhetőek el. Öntözött körülmények között a legnagyobb össztömeg 2373 g míg öntöztelen körülmények között a legnagyobb mért eredmény csak 1960 g volt. Azonban a szem és csutka arány öntöztelen körülmények között jobbnak bizonyult. Ez leginkább a negyedik kezelésben bizonyult a leghatékonyabbnak, ahol a legnagyobb dózisban kijuttatott tápanyag mellett az össztömegnek csak 6,8%-a volt a csutka tömege. Míg öntözött körülmények között tápanyag kijuttatása nélküli kezelés bizonyult a legeredményesebbnek, ahol az össztömegnek a 12%-a volt a csutka tömege.

4.1.4 Sor és soronkénti szem aránya

Kezelések	Soronkénti szemek száma/Öntözött						Soronkénti szemek száma/Öntöztelen					
	1. cső	2. cső	3. cső	4. cső	5. cső	Átlag	1.cső	2. cső	3.cső	4.cső	5.cső	Átlag
NOPOK0	34	38	36	28	38	34,8	35	36	33	32	29	33
N1P1K1	41	34	35	37	31	35,6	30	29	36	37	35	33,4
N2P2K2	36	34	40	37	36	36,6	34	36	32	33	38	34,6
N3P3K3	32	40	36	40	36	36,8	40	35	34	30	39	35,6

3. táblázat. Soronkénti szemek száma öntözött és öntöztelen körülmények között

Kezelések	Sorok száma/Öntözött						Sorok száma/Öntöztelen					
	1. cső	2. cső	3. cső	4. cső	5. cső	Átlag	1.cső	2. cső	3.cső	4.cső	5.cső	Átlag
NOPOK0	17	16	19	16	19	17,4	16	19	16	18	14	16,6
N1P1K1	18	18	16	18	16	17,2	18	16	16	16	18	16,8
N2P2K2	14	16	18	17	17	16,4	18	18	16	16	14	16,4
N3P3K3	18	16	17	16	18	17	16	16	18	16	15	16,2

4. táblázat. Sorok száma öntözött és öntöztelen körülmények között

A sorok és a soronkénti szemek öntözött körülmények mellett kezelésenként minimális eltérést mutatnak. A legkevesebb sorokat a harmadik kezelésnél kaptuk (16,4 sor), a többi három kezelésnél a sorok száma nem igazán változott. A soronkénti szemek számában már nagyobb eltérést figyelhetünk meg. A legalacsonyabb soronkénti szem számot (34,8) az első kezelésnél kaptunk, ahol nem kapott a növény semmilyen tápanyagellátást. A legmagasabb pedig a legtöbb dózist kapó negyedik kezelésben fejlődött ki (36,8).

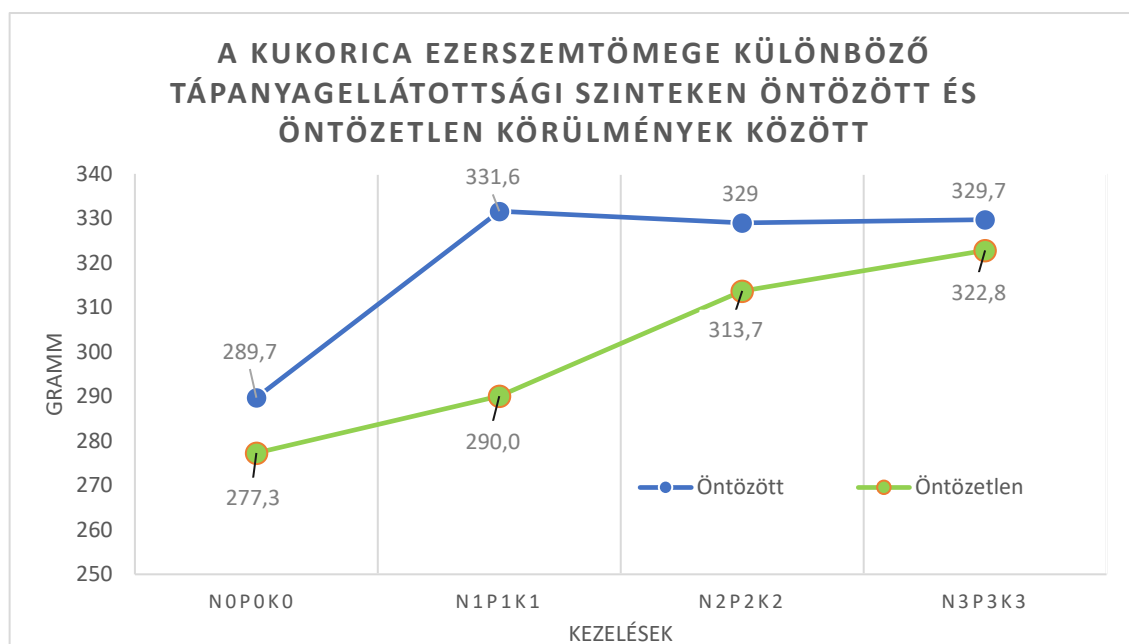
Összességében elmondható, hogy a sorok számát kevésbé befolyásolta a különböző tápanyagellátás mint a soronkénti szemszámot. A szemszámnál már lényegesebb különbség jelentkezhet. Ahogy azt a táblázat is szemlélteti a tápanyagtól megvont első kezelés és a legtöbb tápanyagot kapott negyedik kezelés között a soronkénti szemszámok arányánál a különbség 20%.

Öntöztelen körülmények mellett tápanyagellátás hiányában és annak minimális kijuttatásában lényegesen kevesebb sor és soronkénti szem fejlődött ki, mint ugyanilyen tápanyagellátással öntözött körülmények között. Az első kezelésnél a sorok száma 16,6 sor, a szemeké pedig 33. A második kezeléstől kezdve, (igaz minimális) de növekedő tendencia figyelhető meg. Kivételt képez a negyedik kezelés ez alól. Ugyan a soronkénti szemszám itt a legmagasabb (35,6) a sorok száma itt a legkevesebb (16,2).

Összességében elmondható, hogy az öntözött kezeléseknél egy sokkal magasabb szem és sorszám fejlődött ki. Illetve a tápanyagellátás növelésével mind öntözött és mind öntöztelen körülmények között növekedő tendencia figyelhető meg a szemek számában.

4.1.5 Ezerszemtömegének vizsgálata

Az ezerszemtömegek vizsgálata során megállapítottam, hogy az öntözött állomány második kezelésében a legmagasabb az ezerszemtömeg (331,6 g). Az öntöztelen állományban a negyedik kezelésben a legmagasabb (322,8 g). Az állományok legmagasabb ezerszemtömegei között 8,8 g volt a legnagyobb különbség az öntözött javára. A legalacsonyabb ezerszemtömeget az öntöztelen állomány első kezelésében mértem (277,3 g). Az öntözött állomány legalacsonyabb értékek között 12,4 g különbség volt. Ez azzal magyarázható, hogy az első kezelésbe semmilyen tápanyagot nem juttattunk ki (6. ábra).



6. ábra. A kukorica ezerszemtömegének változása

Az öntözött állományban tehát a legmagasabb ezerszemtömeg 331,6 g volt, a legalacsonyabb pedig 289,7 g. A két érték között 41,9 g volt a különbség. A kettes, hármast és négyes kezelésben mért eredmények között csupán néhány gramm az eltérés.

Az öntözetlen állományban a legmagasabb ezerszemtömeg 322,8 g volt, a legalacsonyabb pedig 277,3 g. A két érték között 45,5 g volt a különbség. Ennél az állománynál az egyes kezelések között magasabbak voltak az eltérések, mint az öntözött állománynál. A legalacsonyabb eltérés az egyes kezelések között 9,1 g volt, ez a harmadik és negyedik kezelésben mért ezerszemtömeg közötti eltérés. Az öntözetlen állományban látszik, hogy minél több tápanyagot juttatunk ki, annál magasabb az ezerszemtömeg. Az öntözött állományban a második kezelésben volt a legmagasabb az ezerszemtömeg. Ahogy a terméshozamnál is indokoltam öntözött körülmények között mivel jobban oldódnak és hasznosulnak a tápanyagok, a felszabadult energiát a szemtermés képzésre tudja fordítani. Így sokkal hamarabb és kevesebb dózis mellett képes elérni azt az ezerszemtömeget, amit öntözetlen körülmények között csak 3x-os tápanyag mennyiség mellett képes.

4.1.6 Levélterület index vizsgálata

A kukorica termésátlaga nagyban függ a fotoszintetikusan aktív levélfelület nagyságától. Minél nagyobb levélfelület vesz részt aktívan a fotoszintézisben, annál nagyobb szerves anyag előállításra lesz képes, ennek következtében a termés igazoltan növekszik. Kísérletemben

megvizsgáltuk különböző tápanyagellátottság mellett a levélfelület nagyságát. A méréseket a Delta-T SSR1 SunScan eszközzel végeztük, melynek segítségével pontos adatokkal dolgozhattam.

A kukorica LAI m²/m² értékei különböző tápanyagszinteken					
N0	2,81	P0	2,99	K0	3,15
N1	3,47	P1	3,05	K1	3,42
N2	3,54	P2	3,83	K2	4,14
N3	4,09	P3	4,41	K3	3,67

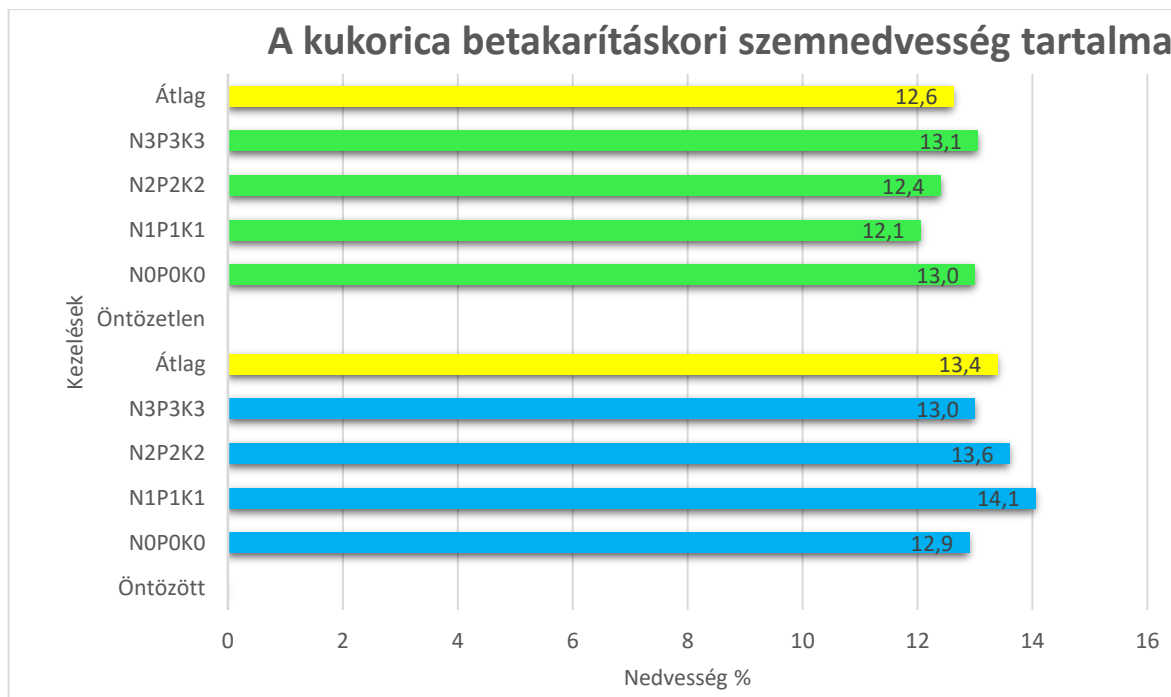
5. táblázat. A kukorica LAI értékeinek alakulása különböző tápanyagszinteken

A táblázatomból jól kivehető, hogy a levélfelület növekedésére leginkább a nitrogén és foszforellátottság volt hatással. A kálium hatása rendkívül változó amiért valószínűleg a kísérleti terület eredetileg is magas kálium tartalma felelős. A táblázatból is jól látható, hogy kiugróan nagy LAI érték növekedést mutatott a kísérlet során a második kezelésben kijuttatott (70 kg/ha) nitrogén dózis, illetve a negyedik kezelésben (210 kg/ha) nitrogén adag. Ezen kívül a foszfor ellátás volt még rá nagy hatással, azon belül a legjelentősebb növekedést a harmadik kezelésben kijuttatott 80 kg/ha foszfor adag biztosította. A kálium kezelés parcellái rendkívül szórt eredményeket adtak, a növekedés nem egységes, a különbségek nem rendelkeznek nagy jelentőséggel.

4.2 Beltartalmi értékek vizsgálata

A kukorica egyik legfontosabb tulajdonsága a jó beltartalmi értékeiben rejlik. Beltartalmi tulajdonságai miatt a takarmányozásban és az élelmezésben is nélkülözhetetlen szerepet tölt be, emellett ipari alapanyag és olyan energiaforrást biztosít, aminek az előállítása igencsak gazdaságos. Szemtermése fontos abraktakarmány, ami elsősorban energiaforrásként van jelen a takarmányozásban. Éppen ezért tartottam fontosnak a beltartalom vizsgálatát is.

4.2.1 A kukorica szemnedvesség tartalma



7. ábra. A kukorica szemnedvesség tartalmának változása

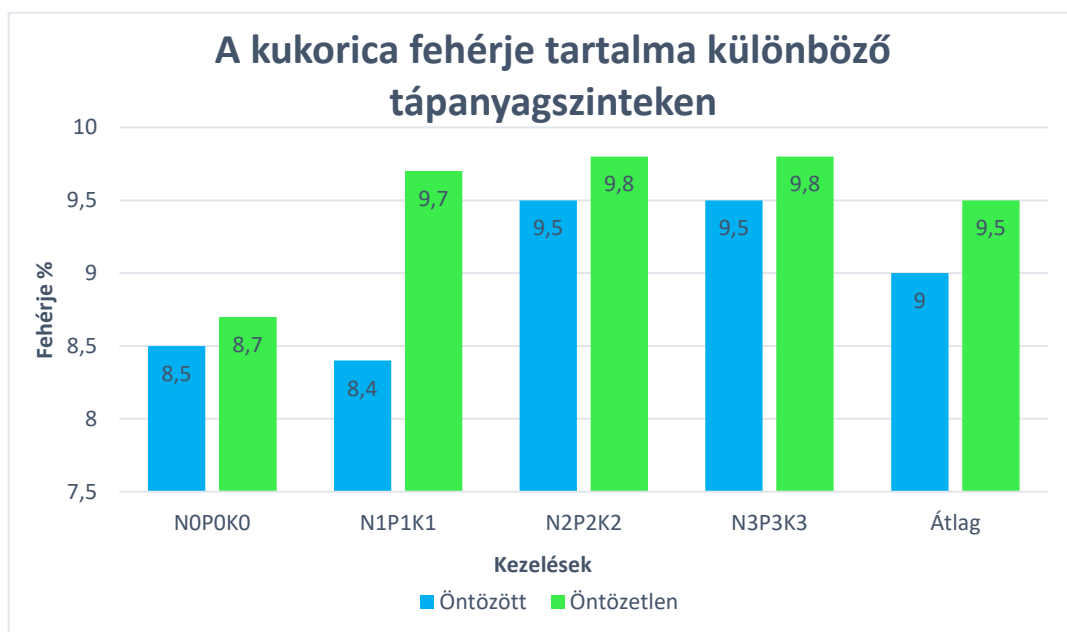
A nedvességnél mért átlagoknál az öntözött és öntözetlen állományok között 0,8% a különbség. Öntözött körülmények között a legkevesebb nedvesség tartalmat az első kezelésnél mértünk (12,9 %). Öntözetlen körülmények között pedig a második kezelésnél (12,1 %). Itt nincs számottevő különbség mindössze 0,8 %. A legmagasabb érték öntözött körülmények között a második kezelésnél alakult ki (14,1 %), az öntözetlen állományban pedig a negyedik kezelésnél (13,1%). Az itt jelentkezett különbség már 1%. Öntözött és öntözetlen körülmények mellett is egyaránt 1,2 % eltérés alakult ki a legmagasabb és a legalacsonyabb mért nedvesség tartalom között.

4.2.3 A kukorica fehérjetartalma

A kukorica egyik legfontosabb beltartalmi értéke a fehérje. A takarmányozásban nélkülözhetetlen szerepet játszik fehérje és olajtartalma miatt. Főként az

abraktakarmányozásban alkalmazzák elsősorban energiaforrásként. Az átlagos fehérje tartalom hibridebként 7-10% között változik.

A táblázatomból jól látható, hogy öntözött és öntöztelen körülmények között az első, harmadik és negyedik mérések között lényeges eltérések nem alakult ki. Azonban a második kezelésben szignifikáns különbséget láthatunk. Míg az öntözött állományban a fehérje szint 8,4%-os, addig az öntöztelen állományban ugyanolyan tápanyagellátottság mellett 9,7% alakult ki. A kettő közti különbség 1,3 %. A többi kezelésben mért eredmények csak minimálisan térnek el egymástól. Mindkét állományra elmondható, hogy az első kezeléstől egészen a harmadik kezelésig növekvő tendencia figyelhető meg a fehérje szintben a tápanyagnövelés hatására. A negyedik kezelésre egy nagyobb csökkenés alakult ki, öntözött körülmények mellett ez 0,5 %-ot, öntöztelen mellett pedig 0,3%-ot jelent.



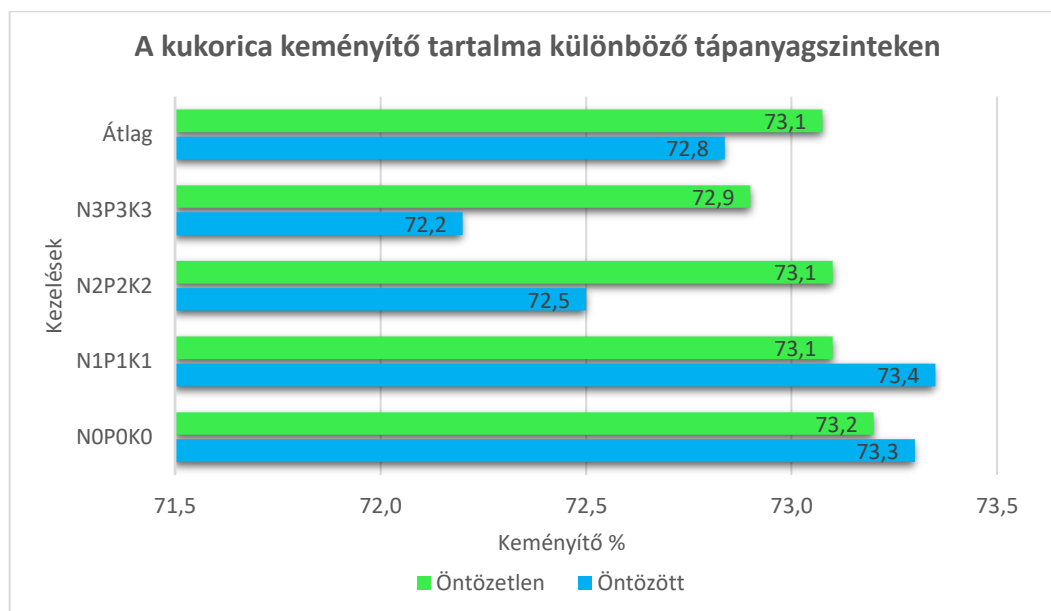
8. ábra. Fehérje tartalom vizsgálata

Összességében az mondható el, hogy az öntöztelen állományban mértünk nagyobb fehérje szintet, az összes eltérő tápanyagdózis kezelésben.

4.2.4 A kukorica keményítő tartalma

A fehérje mellett az egyik legfontosabb beltartalmi értéke a kukoricának a keményítő. A legmagasabb mért keményítő tartalmat öntözött körülmények között a második kezelésben érte el az adott hibridünk (73,4%). Ez az első kezeléshez képest mindössze csak 0,1 %-kal több. A

következő két kezelésben ahogy növeltük a tápanyag mennyiségeket a keményítő tartalomban csökkenő tendencia figyelhető meg. Öntözött állományban a legmagasabb és a legalacsonyabb keményítő tartalom között 1,2% különbség jelentkezett. Az öntöztetlen kezeléseknél a legmagasabb értéket az első kezelésben értük el (73,2 %). A legalacsonyabbat pedig az öntözöthöz hasonlóan a legnagyobb dózist kapó kezelésben kaptuk (72,9 %).



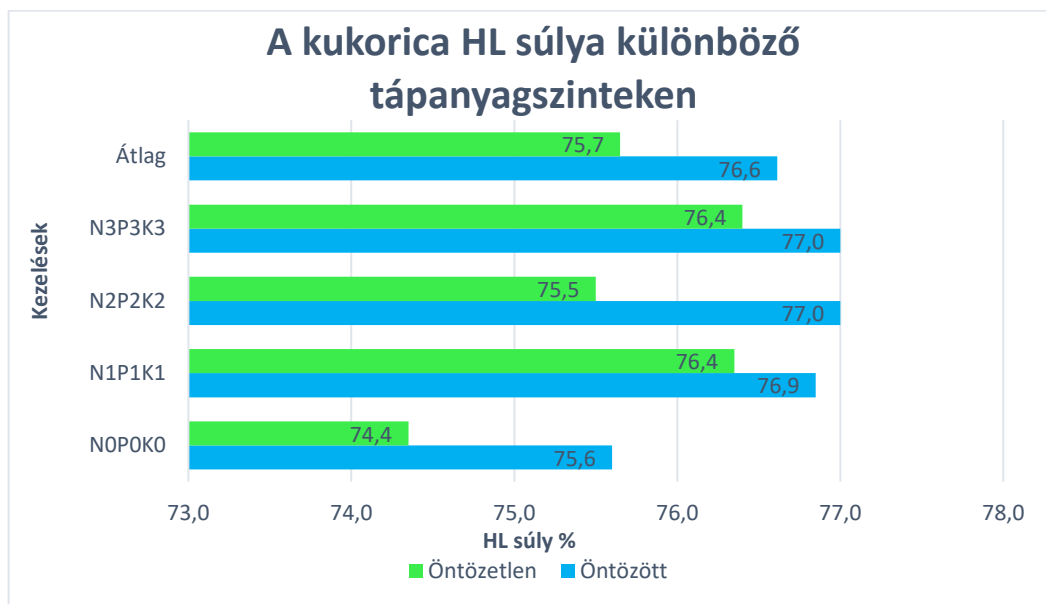
9. ábra. Keményítő tartalom vizsgálata

Átlagosan az öntöztetlen kezeléseknél kaptunk jobb keményítő tartalmat. Az első két kezelés között nagyobb különbségek nem láthatóak, azonban a harmadik kezelésnél 0,6 %-kal jobban teljesített az öntöztetlen körülmények között vizsgált hibridünk. A negyedik kezelésnél pedig 0,9%-kal kaptunk nagyobb értéket, szintén az öntöztetlen állományban.

4.2.5 A kukorica HL súlyának vizsgálata

A táblázatból egyértelműen kivehető, hogy az öntözött kezelések HL súlya jobb, mint az öntöztelené. A legnagyobb különbséget az első tápanyag kijuttatás nélküli kezelésben mértük (1,2 %). Az öntözött állományban a tápanyagkijuttatás hatására növekedést figyelhetünk meg. A második kezelésben 76,9%-ot mértünk, ami 1,3%-kal magasabb, mint az első kezelésben mért. A harmadik és negyedik kezelésben érte el a legnagyobb értéket (77,0 %). Az öntöztetlen kezeléseknél a legalacsonyabb értéket az első kezelésnél kaptuk (74,4 %). Tápanyag kijuttatás

hatására a második kezelésben 2%-ot növekedett a HL súly. A harmadik kezelésben csökkenést figyelhetünk meg (75,5%), majd a negyedik kezelésre ismét 76,4%-os HL súlyt kaptunk.



10. ábra. HL súly vizsgálata

Összességében elmondható, hogy az öntözött állományban jóval nagyobb HL súlyt tudtunk mérni. Az öntözetlen hibridünk még a legmagasabb tápanyagellátottság mellett is 0,6%-kal kevesebb mennyiséget produkált, mint az öntözött.

V. KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérletemben a kukorica megfelelő tápanyagellátását vizsgáltam öntözött és öntözetlen körülmények között. Az eredményeim alátámasztják, hogy a változó, gyakran szélsőséges, aszályos éghajlati viszonyok mellett az öntözés kulcs szerepet játszik a kukorica termesztésében. A gazdaságos termesztésben elengedhetetlen. A mért adatokból jól látható, hogy öntözéssel növelni tudjuk a terméshozamot, a szemek HL súlyát, a beltartalmi értékeket, a levélfelület nagyságát, ami nagy szerepet játszik a terméshozamban.

Az öntözés és műtrágyázás szoros összefüggése is megmutatkozott. Öntözött körülmények között a tápanyagok könnyebben felvehetőek, jobban hasznosulnak, mint öntözetlen körülmények között. Öntözéssel gazdálkodás mellett sokkal hamarabb, kevesebb kijutatott műtrágya mennyiséggel érhető el a megfelelő terméshozam, mint öntözetlen körülmények mellett.

Öntözetlen termesztésben nagyobb műtrágya dózissal tudjuk elérni azt, amit öntözéssel gazdálkodással lehetőségünk lenne. A kísérletemben kijutatott tápanyag kombinációk jelentősebb termésmennyiség változást nem eredményeztek, azonban az öntözéssel és az öntözetlen gazdálkodás között szignifikáns különbség bizonyítható. Az azonban egyértelműen megmutatkozott, hogy tápanyagkijuttatásra szükség van. Azok a kezelések, ahol egyáltalán nem juttattunk ki tápanyagot jóval alul maradtak a többi kezeléshez képest.

A termésátlagra való befolyását is jól szemlélteti, hogy öntözött körülmények között az első kezelés termésátlaga (nitrogén 0 kg, foszfor 0 kg, kálium 0 kg) csak 5,7 t volt, majd növelt tápanyagszintnél (nitrogén 50kg, foszfor 40 kg, kálium 60 kg) már 8,3 t növekedett. Megfelelő tápanyagellátás mellett akár 2,4 tonnával is növelhetjük a termésmennyiségünket.

Kísérlemből tehát megállapítható, hogy az öntözés jelentősen pozitív hatással van a termésmennyiségre. A megfelelő dózissal és időben kijutatott öntözés növekvő hatással van a termésmennyiségre. Továbbá öntözés hatására a tápanyagok közötti terméssingadozás kiegyenlítődött. Ami már önmagában stabilitást és gazdaságosságot jelezhet.

A beltartalmi értékek között releváns különbségek nem jelentkeztek, összességében az mondható el, hogy öntözés hatására, megfelelő tápanyagellátottság mellett növekedő tendenciát figyelhetünk meg a kezelések között.

A kukorica jó tápanyagellátottsága kulcsszerepet játszik az öntözés mellett a gazdaságos termelésben, éppen ezért nagy hangsúlyt kell fordítani a növény számára megfelelő tápanyagellátás beállítására.

A kukorica hazai termesztésének eredményessége az öntözésben rejlik. Ennek alapja a növény számára felvehető és megfelelő mennyiségű víz. A korszerű vízgazdálkodás ugyanakkor nagy mértékben és összetett módon befolyásolhatja a növény hozamát. Megfelelő vízellátottság a tápanyagok oldódását is felgyorsítja ezáltal a növény könnyebben jut hozzá így ez már önmagában növelheti a kukorica hozamát.

VI. ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlat változás hatására egyre nagyobb kockázatot jelent a kukorica öntözés nélküli termesztése. Az éves csapadék mennyiségében csökkenő tendenciát figyelhetünk meg, valamint az eloszlása is egyre inkább egyenletlen. Éppen ezért úgy gondolom, hogy nagyobb figyelmet kell fordítanunk a kukorica öntözésére. Hiszen a kukorica az egyik legfontosabb gabonanövényünk. Felhasználhatósága igen sokoldalú, a takarmányozásban elengedhetetlen, az ipari felhasználása is jelentős.

A dolgozatom célja, hogy a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék által beállított kísérletemben a két leginkább termést befolyásoló tényező kapcsolatát, összefüggését vizsgálva elérhessük, hogy a kukorica egy aszályosabb évben is ellenállóbb legyen az aszály által okozott károknak, nagyobb stabilitást és növekedést várhassunk a termésmennyiségben. Dolgozatommal szeretném kiemelni az öntözés fontosságát, felhívni a figyelmet a tudatos vízhasználatra. Hiszen a globális szinten jelentkező vízhiány és aszályos időszakok eredménye képen az öntözés kulcsszerepet játszik a sikeres termelésben. Továbbá alászeretném támasztani az öntözés és a tápanyagellátottság szoros összefüggését és az egymásra gyakorolt pozitív hatásait, hogy ezzel is elkerüljük a talajokba juttatott feleslegesen nagy műtrágyaadagokat. Hiszen öntözött területeken a tápanyagok jobban és gyorsabban oldódnak, a talaj termőrétegében jobban elraktározódnak ezáltal már kevesebb műtrágyaadag is elegendőnek bizonyulhat a megfelelő mennyiségű és minőségű terméshozam eléréséhez. A kukorica termesztésének alapja a növény számára felvehető és megfelelő mennyiségű víz. A megfelelő vízellátás ahogy azt már említettem nem csak a növény hozamain gyakorol jelentős hatást, hanem a tápanyagok oldódására és azok felvehetőségére is, ami már önmagában növelheti a kukorica hozamát.

Kísérletemben három különböző tápanyagot (nitrogén, foszfor, kálium) juttattunk ki kezelésenként, amit a négy kezelés alatt fokozatosan növeltünk. A kísérletbe a következő tápanyag szinteket állítottuk be.

-A nitrogén kezelések szintjei: az első kezelésben 0 kg/ha, a másodikban 70 kg/ha, a harmadikban 140 kg/ha, a negyedikben pedig 210 kg/ha

-A foszfor kezelések szintjei: az első kezelésben 0 kg/ha, a másodikban 40 kg/ha, a harmadikban 80 kg/ha, a negyedikben 120 kg/ha

-A kálium kezelések szintjei: az első kezelésben 0 kg/ha, a másodikban 60 kg/ha, a harmadikban 120 kg/ha, a negyedikben 180 kg/ha.

Az öntözött állományt kétszer öntöztük. Először virágzás idején júliusban 20 mm mennyiséget, ezt követően pedig augusztusban újra 20 mm öntözővizet juttattunk ki az állomány számára. Az öntözést a VKsz 75-80%-áig hajtottuk végre. A kísérletből kiderült, hogy az öntözés jelentősebben befolyásolta a kukorica termés hozamát, mint a tápanyagellátás, azonban a két tényező hatással volt egymásra.

A kísérletben a következő paraméterek méréseit vizsgáltam: termésátlag, csutka és szemtömeg aránya, sor és soronkénti szem aránya, ezerszemtömegének vizsgálata, beltartalmi értékek (nedvesség, fehérje, keményítő, HL súly), levél felület index

A kísérletben megállapítottuk, hogy az öntözés és a megfelelő tápanyagellátás együttes alkalmazása pozitív hatással van a termésmennyiségre. Öntözött körülmények között az első kezelés termésátlaga 5,7 t volt, majd növelt tápanyagszintnél már 8,3 t növekedett. Megfelelő tápanyagellátás mellett akár 2,4 tonnával is növelhetjük a termésmennyiségünket. Öntözetlen körülmények mellett ezt a termésmennyiséget csak a negyedik kezelésben tudta elérni jóval nagyobb műtrágyaadagok segítségével.

A csutka és szemtömeg arányának vizsgálata során megállapítottam, hogy az öntözött állományban a tápanyagellátást nélkülöző kísérleti parcelláról mért cső tömege volt legalacsonyabb, azonban az itt mért csutka és szem aránya a legkedvezőbb a szemtömeg 88%. Öntözetlen körülmények között negyedik kezelésnél kifejezetten pozitív hatással volt a megnövelt tápanyagmennyiség, hiszen a csutka tömege itt jelentősen lecsökkent. A szemtömeg itt már 93,2 %.

A sor és soronkénti szemek vizsgálata során mérvadókülönbségek nem keletkeztek összességében azonban elmondható, hogy az öntözött kezeléseknél sokkal magasabb szem és sorszám fejlődött ki. Továbbá a tápanyagellátás növelésével mindkét állományban növekedő tendencia figyelhető meg a szemek számában.

Az ezerszemtömeg vizsgálatakor megállapítottam, hogy az állományok legmagasabb ezerszemtömegei között 8,8 g volt a legnagyobb különbség az öntözött javára. Az öntözetlen állományban látszik, hogy minél több tápanyagot juttatunk ki, annál magasabb az ezerszemtömeg. Az öntözött állományban a második kezelésben volt a legmagasabb az ezerszemtömeg, hiszen öntözött körülmények között mivel jobban oldódnak és hasznosulnak a tápanyagok, a felszabadult energiát a szemtermés képzésbe tudja fordítani. Ezáltal sokkal hamarabb és kevesebb dózis mellett képes elérni azt az ezerszemtömeget, amit öntözetlen körülmények között csak 3x-os tápanyag mennyiség hatása mellett képes.

A levél felület index mérése fontos pont volt a kísérletben, mivel a növény fotoszintetikus aktivitása nagyban befolyásolja a termésmennyiséget. Megállapítottam, hogy a

levélfelület növekedésére leginkább a nitrogén és foszforellátottság volt hatással. Kiugróan nagy LAI érték növekedést 70 kg/ha nitrogén dózis, illetve 210 kg/ha nitrogén adag kijuttatása mellett kaptunk. A foszfor ellátás bírt még jelentős hatással, a legnagyobb növekedést a harmadik kezelésben kijutatott 80 kg/ha foszfor adag biztosította.

A beltartalmi értékek vizsgálatát szintén nagyon meghatározó pontnak tartom a dolgozatomban, hiszen a takarmányozásban a kukorica fehérje és olaj tartalma az egyik legfontosabb energiaforrásként szolgál. A fehérje szint vizsgálatakor a legnagyobb mért különbség (1,3%) öntözött és öntözetlen kezelések között a második kezelésben keletkezett. Elmondható, hogy az öntözetlen állományban mértünk nagyobb fehérje szintet, az összes eltérő tápanyagdózis kezelésben, valamint, hogy mindkét állományban növekedett a fehérje szint a növelt tápanyagellátás hatására.

öntözetlené.

A HL súly mérésénél a legnagyobb értéket (77,0%) öntözött körülmények között mértük a harmadik kezelésben. Az állományban a tápanyagnövelés hatására folyamatos növekedést alakult ki. Öntözött állományban jóval nagyobb HL súlyt tudtunk mérni. Az öntözetlen hibridünk még a legmagasabb tápanyagellátottság mellett is 0,6%-kal kevesebb mennyiséget produkált, mint az öntözött.

A kísérlet prezentálja számunkra, hogy a szélsőséges éghajlati viszonyok mellett elengedhetetlen a kukorica termesztésében az öntözés. A méréseimben megnyilvánulnak az öntözés jótékony hatásai. Öntözés hatására egy növelt, biztosabb termésmennyiség érhető el. Csökkenthetjük a termésingadozás mértékét, a kukorica termésképző tulajdonságaira egyaránt pozitív hatásokat gyakorolt, növelt nitrogén dózis mellett a levélfelület nagysága is megnőtt, valamint a beltartalmi értékeken is javított.

A kísérletem számos pontján igazolt a mérések alapján az öntözés és a tápanyagellátottság pozitív és szoros összefüggése. Öntözés hatására már kevesebb mennyiségű műtrágya is elégnek bizonyult a termelés sikerességéhez, hiszen a növény a tápanyagfelvételnél felszabadult energiáját a szemtermés képzésre tudja fordítani. Úgy gondolom, hogy a pontos műtrágyaadagok használata szerves részét kell képezze a termelésünknek. Az eredményeimből láthatóak, hogy a növelt műtrágya adagok nem feltétlen vezettek eredményességhez, a növény számára elegendő dózison felül kijutatott mennyiség csak többletköltséget okoz, valamint a szakszerűtlen műtrágyaadagok akár a talaj savanyodásához is vezethetnek. A kukorica műtrágya reakciójára egyre nagyobb hangsúlyt kell helyezzünk, hiszen a növények különböző tápanyag szinten és kölcsönhatás mellett érik el a maximális termésüket. Kísérletünkben az öntözött állományban második kezelésben beállított műtrágyaadagok (N 70 kg, P 40 kg, K 60

kg) bizonyultak a leghatásosabbnak. Öntözetlen körülmények között pedig a negyedik kezelésben (N 210 kg, P 120 kg, K 180 kg) kijutatott.

VII. IRODALOMJEGYZÉK

1. Anda A (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő- és vízháztartási komponensének alakulása a N-ellátottság függvényében. Növénytermelés
2. Antal J. (2005): Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 302-310 p.
3. Árendás T. – Bónis P. – Marton L. Cs. – Berzsenyi Z. (2008): Aszály után köpönyeg? MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének Közleményei, Martonvásár
4. Bergman W.- Neubert P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
5. Bocz E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
6. Claassen, M. M., Shaw, R. H. (1970): Water deficit effects on corn. II. Grain components. Agronomy Journal. Madison, 62:652-655.
7. Csajbók J. (2004): A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Mezőgazdaságivízgazdálkodási szakirányú továbbképzés jegyzet.
8. Csathó P. (2004): A hazai agrokémiai iskolák kutatói által beállított NPK trágyázási szabadföldi kísérletek adatbázisának értékelése. Kézirat MTA TAKI
9. Debreczeni B.-né – Sárdi K.: 1999b. A foszfor szerepe a növények életében. [In: Fülek Gy. (szerk) Tápanyag-gazdálkodás] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 45–51.
10. Derco M. (1979): A kukorica öntözött körülmények között. Praha, 27. 7: 295-296
11. Ekwue, E. I., Stone, R. J. (1995): Irrigation scheduling for sweet maize relative to soil compaction conditions. Journal of Agricultural Engineering Research. 62. 2:85-94.
12. Futó Z. (2006): A vetésidő és a tápanyagellátás hatása a kukorica termésére
13. Futó Z. (2017): A kukoricatermesztés aktuális kérdései.
14. Futó Z. és Bencze G. (2017): Új lehetőségek a kukorica (*Zea mays* L.) öntözésében. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, (2017) XII. évfolyam, 3. szám, pp. 67-1 ;7
15. Futó Z. és Sárvári M. (2015): A kukorica termesztés technológiájának fejlesztési lehetőségei
16. Fülek Gy. (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317-319. P
17. Galiant w. C. (1979): The origin of corn. In Corn and Corn Improvement. (Sprague, G. F.) New York Akademic. Press, 1-47.p.
18. Geisler G. (1980): Pflanzenbau. Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg

19. Győrffy B.- Isó I.- Bölöni I. (1965): Kukorica termesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
20. Győri Z. (1997): A borsó, lucerna, kukorica nitrogén és ásványi anyag tartalmának változása különböző tápanyagellátottsági szinten öntözetlen és öntözött viszonyok mellett. Egyetemi doktori értekezés, Debrecen.
21. Hank O.- Frank M. (1951): Összefüggés a talaj tápanyagellátás és a vízfogyasztás között egyes gazdasági növényeknél. ÖKI Évkönyv, Szarvas
22. Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest
23. Kádár I.: 1993. Vegyszeres gyomirtás, Mezőgazda Kiadó. Budapest.
24. Kalocsai R., Schmidt R., Szakál P. (2004): Lehetőségek a trágyázás hatékonyságának növelésére környezetbarát módon a főbb szánóföldi kultúráknál. Agronapló, 8:6
25. Karancsi L. (2015): Eltérő genotípusú kukorica hibridek tápanyagreakciójának és minőségének vizsgálata csernozjom talajon
26. Kováts A. – Antal J.: 1996. Tápanyagellátás [In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 100–106.
27. Krisztián J., Kadlicskó B., Holló S. (1989): A kálium trágya hasznosulása észak-magyarországi csernozjom barna és agyagbemosódásos barna erdőtalajon. Agrokémia és Talajtan, 38: 89-91
28. Láng G. (1971): A búza intenzív termesztése. Magyar mezőgazdaság. 26:40
29. Lelkes J. (2003): Öntözni csak precíziós módszerekkel érdemes. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd, Agrofórum. 14. 7: 6-8
30. Loch J. – Nosticzius Á.: 1983. Alkalmazott kémia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
31. Menyhért Z. (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
32. Menyhért Z. (1985): A kukorica termesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
33. Nagy J. (1995): A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. Növénytermelés. 44. 5-6: 493-506.
34. Nagy J. (1997): A műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére öntözés nélkül és öntözéssel termesztésben. Agrokémia és talajtan Tom.46. No. 1-4.
35. Nagy J. (2012): Versenyképes kukoricatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
36. Nagy J.: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 42–276.
37. Nyiri L. (1997): Az aszálykárok mérséklése. Mezőgazda Kiadó, Budapest

38. PenaRosas JP, GarciaCasal MN, Pachon H (2014): Global maize production, utilization, and consumption. Annals of the new york academy of sciences Issue: Technical Considerations for Maize Flour and Corn Meal Fortification in Public Health
39. Pepó P. - Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése
40. Pepó P. (2009): A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. Növénytermelés
41. Rácz Cs. – Nagy J. (2011): A víz és a tápanyegellátottság, illetve – hasznosulás megítélésének kérdései kukorica terméseredményeinek vonatkozásában. Növénytermelés
42. Radics L. (2003): Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
43. Ruzsányi L. (1992): A N-műtrágyázás hatása a termésre és a talajszelvény nitrátosodására. Növénytermelés
44. Ruzsányi L., Pető K. (1993): A vetésváltás és a trágyázás hatása a talajnedvességre. Növénytermelés. 42. 1:85-94.
45. Shaw, R. H. (1977): Climatic requirement. [In: Sprague, G. F. (ed.) Corn and corn improvement]. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher. Madison, Wisc., 774.
46. Silegia, Kh. M., Zakhariev, T. (1981): The water-yield relationship under various water supply condotions of maize for grain. Rasteniev. Nauki. Szófia, 18. 5:103-III.
47. Song YS. - Li JL. – Liu ML. - Meng Z. – Liu KC. - Sui, N. (2019): Nitrogen increases drought tolerance in maize seedlings, Functional plant biology
48. Szalókiné Z. I.- Szalóki S. (2002): A víz és tápanyagellátás hatása a kukorica termésösszetevőinek mennyiségére és NPK tartalmára. Növénytermelés
49. Szász G. (1963): Különböző termesztett növényeink állományainak evapotranszpirációs vízvesztése. Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei. Debrecen, 157-174.
50. Szlovák S. (1983): The effect of increasing nitrogen doses uppon dry matter production, traspiration and water utilization of maize plants. Acta Botnacia Hung. 29, 293-306
51. Szlovák S. (1986): The effect of nitrogen doses and different water supply upon nitrogen utilization of maize. Acta Agron 35, 239-255
52. Weber, E. J. (1985): Role of potassium in oil metabolism. [In: Munson, R. D. (ed.) Potassium in agriculture]. ASA, CSSA, SSA, Madison, Wisc., USA, 425-442.

Internetes források

<https://www.gabonakutato.hu/>

<https://www.ksh.hu/>