

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**KÜLÖNBÖZŐ KUKORICA HIBRIDEK EGYES BIOLÓGIAI  
JELLEMZŐINEK, PRODUKTIVITÁSÁNAK ÉS TERMÉS-  
MINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA ELTÉRŐ ÁLLOMÁNYSŰRŰSÉG  
ÉS VÍZELLÁTOTTSÁG MELLETT**

**Virág István Csaba**

*Témavezetők:*

*Dr. Kutasy Erika Tünde PhD*

*egyetemi docens*

*Dr. Vad Attila Miklós PhD*

*tudományos főmunkatárs*



**DEBRECENI EGYETEM**

**Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola**

**Debrecen**

**2024**



## **1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI**

A mezőgazdasági termelés a világ népességének növekedésével egyre nagyobb kihívások elé néz. Az élelmiszer-ellátás biztonságának és a fenntartható mezőgazdasági fejlődésnek az elérése érdekében a termesztés hatékonyságának növelése kulcsfontosságú. A népesség növekedésével együtt a fogyasztás is növekedni fog, és ennek következtében fontos, hogy a termesztett növényeink hozama az igények emelkedésével lépést tartson.

A kukorica az egyik legfontosabb és legerjedtebb kultúrnövény, mely világszerte széles körben termesztett. A kukoricatermesztésnek azonban számos problémával kell szembenéznie, ideértve az éghajlatváltozást, a vízhiányt, a tápanyaghiányt, valamint a kártevőkkel és a betegségekkel szembeni küzdelmet. A fenntartható kukoricatermesztés során kiváló minőségű, az élelmiszer- és takarmánybiztonsági követelményeknek megfelelő termékek előállítására a cél a környezetvédelmi szempontok figyelembevételével. Ennek megvalósításához agronómiailag és ökonómiailag hatékony, hibridspecifikus termesztéstechnológiát kell alkalmaznunk. A gyors genetikai előrehaladás (a hibridek genetikai anyagának gyors fejlődése), az állandóan változó hibridportfólió elengedhetetlenül szükségessé teszi a termesztéstechnológiai vizsgálatokat, valamint az egyes genotípusok közötti különbségek feltárására irányuló kísérleteket, többek között az optimális állománysűrűség meghatározása érdekében.

Az utóbbi években a klimatikus feltételek is egyre kedvezőtlenebb irányba fordultak: az átlagos csapadékelátottságú évek száma csökkent, míg az aszályos évek száma egyre növekszik, ráadásul a csapadékeloszlás is egyre hektikusabb képet mutat. Az aszályos évek gyakoriságának növekedése miatt egyre nagyobb hangsúlyt kap az öntözés. Az egyik legfontosabb tényező, ami hatással van a kukorica fotoszintézisére, az a vízellátottság. Az öntözött területeken jellemzően magasabb terméshozam érhető el, mint az öntözés nélküli területeken. Ennek oka, hogy az öntözés javítja a növény vízellátását, ami lehetővé teszi a fotoszintetikus folyamatok hatékonyabb működését, továbbá az öntözés segíti a növény szerves anyagcseréjét, ami javítja a kukorica hektáronkénti keményítő és fehérje hozamát. Az öntözés lehetővé teszi a növények számára, hogy az adott fenofázisnak megfelelő mennyiségű vizet kapjanak, ami javítja a termés minőségét és mennyiségét. Ez indokolja a hibridek öntözési reakciójának vizsgálatát. Az öntözés azonban nem csak pozitív hatásokkal jár, hanem számos olyan

kihívással is szembe kell néznünk, mint például a vízforrások korlátozott rendelkezésre állása, a magas költségek és a környezeti hatások.

A kutatási eredmények azt mutatják, hogy a levélterület nagysága is szorosan összefügg a kukorica növekedésével és a termés mennyiségével. Emellett a levélterület mértékének alapján becsülhető a növény fotoszintetikus kapacitása és a vízhasználat hatékonysága is. Ezért a levélterület mérése fontos tényező a kukoricatermelés hatékonyságának javításában.

Ez a dolgozat olyan vizsgálatokat mutat be, amelyek célja a vízellátottság, a talaj vízgazdálkodása, valamint a kukorica fejlődése, termésképző elemei, produktivitása és minőségi paramétereinek közötti kapcsolatrendszer feltárása. Kutatásaim során 3 éven keresztül (2019-2020-2021) vizsgáltam a termesztés hatékonyságát kukorica kultúrában öntözött és öntözetlen körülmények között, négy különböző hibrid és tőszám esetében. A vizsgálatok a kukorica növények relatív klorofilltartalmára, levélterületére, vegetációs indexére, termés mennyiségére és minőségére összpontosítanak. A kísérletben eltérő genetikai háttérű, de azonos éréscsoportba tartozó hibrideket teszteltünk. Vizsgáljuk a különböző hibridek agronómiai tulajdonságait, stressz érzékenységüket, öntözési reakcióját, továbbá a termésképző elemek változását.

Célkitűzéseim:

- A vizsgált évjáratok termésmennyiségre és minőségre gyakorolt hatásainak elemzése.
- A vízellátottság termésmennyiségre és -minőségre gyakorolt hatásainak értékelése.
- Az állománysűrűség termésmennyiségre gyakorolt hatásainak vizsgálata
- A tényezők közötti kölcsönhatások feltárása, számszerűsítése.
- Az eredményeink termelésbe történő integrálásával a mezőgazdasági gazdálkodók minőségi és mennyiségi javulást érhetnek el a kukorica terméshozamában és termésbiztonságában

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. *A kísérleti terület talajadottságai*

**A kísérlet helye:** DE AKIT DTTI Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep

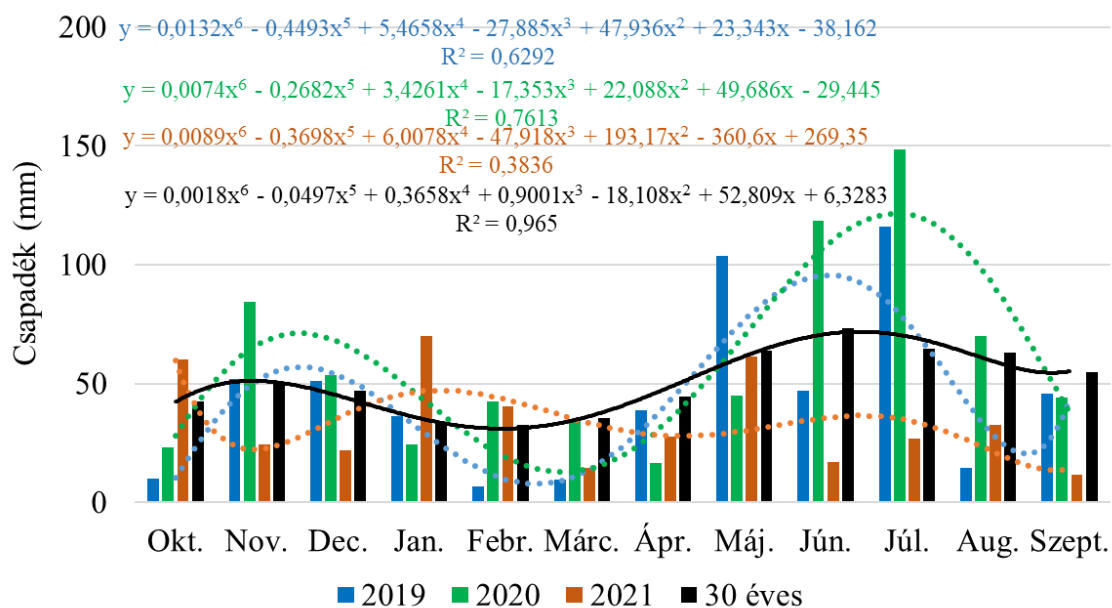
Az 1983-ban kialakított kísérleti telep a Hajdúsági löszháton, Debrecentől 11 km távolságra, a 33-as főút 95-ös km szelvényénél található (É: 47°33'42"; K: 21° 27'02").

A kísérleti terület talaja kiváló minőségű, jó kultúrállapotú, löszön képződött alföldi mészlepedékes csernozjom. A talaj fizikailag a középötött vályog kategóriába sorolható (Arany-féle kötöttség 43,0-47,6). A humuszos réteg vastagsága 80-90 cm, 40-50 cm egyenletesen humuszosodott réteggel (humusztartalom 2,16-2,76%). 75 cm mélységig a talaj pH-ja (KCl) 6,36-6,58 között változik, míg a mélyebb rétegekben 7,27-7,36 közötti értékeket mérhetünk. A terület N-ellátottsága közepes, az össznitrogén tartalom 50 cm mélységig 0,12-0,15% közötti. A talaj kálium-szolgáltató képessége közepes és jó között változik (50 cm mélységig 173,6-239,8 mg kg<sup>-1</sup>). A foszforellátottság a felső 25 cm-es rétegben jó (133,4 mg kg<sup>-1</sup>), a mélyebb rétegekben kedvezőtlenebb (31,6-48 mg kg<sup>-1</sup>).

A talaj a csernozjom talajokra jellemző, kedvező vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik. A minimális vízkapacitás 33,3-46 %, a holtvíztartalom 8,5-15,55 % a 0-200 cm-es rétegben. A talaj nagy mennyiségű víz raktározására képes, a talajvíz 3-5 m mélyen található.

### 2.2. *A vizsgálati évek időjárásának értékelése*

A kukorica fejlődése szempontjából nem csupán a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége meghatározó jelentőségű, hanem figyelembe kell vennünk az adott évet megelőző őszi-téli időszak hőmérsékleti és csapadékviszonyait is. A kísérleti terület természetes vízellátottsága a vizsgálati években jelentősen eltérően alakult, ami a kukoricaállományok fejlődését erőteljesen befolyásolta (1. ábra). 2021-ben a június-augusztus hónapok kedvező vízellátottsága miatt öntözésre nem volt szükség, ezért ebben az évjáratban az öntözés hatásának értékelésére nem volt lehetőségünk.



1. ábra A kísérleti évek csapadékelátottsága a 30 éves átlaghoz (1981-2010) viszonyítva (Debrecen, 2018. október-2021. szeptember)

### 2.3. A szántóföldi kísérlet körülményei

A látóképi kísérleti telepen 2019 és 2022 között állítottuk be a kisparcellás kukorica kísérletünket. A kísérletben négy ismétlésben, négy eltérő tőszámot beállítva vizsgáltuk száraz és öntözött viszonyok mellett négy kukorica hibrid fejlődését, levélterületének (LAI), klorofilltartalmának (SPAD), normalizált differenciált vegetációs indexének (NDVI) változását, termőképességét, termésalkotó elemeit és a szemtermés minőségét (fehérje- és olajtartalom). A tenyészidőben több alkalommal, 200 cm mélységből vett talajminták alapján megállapítottuk a talaj nedvességtartalmát.

#### **Az agrotechnikai feltételek:**

Parcellaméret: 1,52 x 10 m

A kísérlet 4 tőszámmal, 4 ismétlésben 3-3 sorban négy ismétléses strip-strip blokk elrendezésben lett elvetve. Minden parcellából két sor került betakarításra, a harmadik sor az évközi mintáknak szolgált alapul.

Az eltérő állománysűrűségtől (65-75-85-95 ezer tő ha<sup>-1</sup>) eltekintve egységes agrotechnikát alkalmaztunk. A parcellák felénél címerhányás körüli időszakban két alkalommal 25-25 mm öntözővizet juttatunk ki.

#### **Elővetemény:**

2019, 2021: kukorica

2020: szója

Tápanyagutánpótlás: ősze 30 kg ha<sup>-1</sup> N, 72 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, és tavasszal 135 kg ha<sup>-1</sup> N hatóanyagot juttatunk ki a kísérleti területre.

A vetés pneumatikus szemenkénti vetőgéppel történt a vetési időpontok: 2019.04.18; 2020.04.16; 2021.04.08.

A betakarítást SAMPO Rosenlew SR 2010 parcellakombájnnal végeztem 2019.10.17; 2020.10.08.; 2021.09.30-án.

#### 2.4. *A kísérletben vizsgált kukorica hibridek jellemzői*

A kísérletben hasonló tenyészidejű kukorica hibrideket használtam: Kamária, KWS Kamparis, P9903, DKC4351.

##### **A vizsgált hibridek rövid leírása:**

Kamária: Zöldszáron érő, nagy stressztűrő képességű hibrid, melyre jellemző az erektív levélzet kezdeti fejlődési erélye kiváló, bár a fiatal állomány színe jellegzetesen világoszöld, FAO 370.

Kamparis: Zöldszáron érő, szinkronizált nő és hímivarú virágzás, FAO 350-400.

P9903: Magyarországi termesztési körülményekre nemesített, virágzás és szemtelítődés idején jól tolerálja a magas hőmérsékletet, FAO 390.

DKC4351: Jól tűri a tőszámsűrítést, gyors vízleadású, jól adaptálódó hibrid, ezért kedvezőtlenebb feltételek mellett is sikeresen termesztethető, FAO 350.

#### 2.5. *A mintavétel és a számítások módszere*

##### **In situ növényfiziológiai, fejlődésdinamikai vizsgálatok:**

A relatív klorofill tartalmat a Minolta SPAD 502 Plus, a Normalizált Vegetációs Indexet (NDVI) a Trimble Greenseeker kézi eszközzel, a levélterület indexet (LAI) pedig a LICOR LI-2000 Plant Canopy Analyzer nevű műszerrel mértem.

##### **Talajnedvesség vizsgálatok:**

A kísérleti években évente több alkalommal a P9903 és a DKC4351 hibrid 65000 és 95000 tőszámú öntözött és öntözetlen parcelláiból talajmintát vettem.

A mintavétel 2 m mélységig történt Kobra talajmintavevő készülékkel, 20 cm-es szelvényenként. A talajnedvességet termogravimetriás módszerrel határoztam meg. 100 g nedves talajt helyeztem el szárítószekrényben, majd 105 °C-on szárítottam. 3 nap szárítást követően a talajokat 20 °C-ra visszahűlve lemértem, majd ezekből az adatokból határoztam meg a talaj nedvességtartalmát.

### **Termés minőség vizsgálata:**

A betakarítással egy menetben 3 kg-os mintákat vettem, amiből a nedvesség- és beltartalmi paramétereket Pfeuffer Granolyser NIR gabona gyorsselemzővel mértem meg. Az ezerszemtömeget Pfeuffer Contador2 magszámlálóval és mérleg segítségével határoztam meg, a tömegét pedig a betakarításkori szemnedvességgel korrigáltam.

### **A potenciális evapotranszpiráció (PET) meghatározása**

A klimatikus vízmérleg meghatározásához, az évjáratok hatásának értékelése érdekében kiszámoltuk a potenciális evapotranszpiráció értékét. A potenciális evapotranszpirációt naponkénti számítással határoztam meg Szász Gábor módszerével, mely a víz párolgását döntő módon befolyásoló légköri elemeket és folyamatokat veszi figyelembe. (SZÁSZ, 1997):

$$PET = \beta \left[ 0,0054 (T + 21)^2 (1 - R)^{\frac{2}{3}} f(v) \right], \quad (\text{mm nap}^{-1})$$

A szükséges adatok:

T: napi középhőmérséklet (°C)

R: relatív páratartalom vagy a telítési hányad (e/E)

$\beta$ : oázishatás tényezője

$f(v)$ : a szélesebbég hatásfüggvénye

Hazánk területére e formula alkalmazása javasolható, mivel a kidolgozása és validálása, hitelesítése hazai adatokra alapozott.

### **A tényleges evapotranszpiráció (TET) meghatározása**

A számítási módszer figyelembe veszi a légkör vízfelvevő képességét, a talaj nedvességekészletét és a növényzet hatását (ANTAL, 1969).

$$TET = \frac{w + b}{1 + b} \cdot w \cdot PET \quad [\text{mm nap}^{-1}],$$

ahol  $w$  = a relatív talajnedvesség tartalom a gyökérszónában (mm)

$b$  = a növényzet hatását figyelembe vevő faktor, a fontosabb szántóföldi növények esetében meghatározásra került

PET = a potenciális evapotranszpiráció napi értéke (mm nap<sup>-1</sup>)

A  $w$  értékének kiszámítása:

$$w = \frac{NT - HV}{VK \text{ min} - HV}$$

ahol NT = a talaj aktuális nedvességtartalma az adott rétegben (mm)

HV = a talaj holtvíztartalma az adott rétegben (mm)

VKmin = a talaj minimális vízkapacitása az adott rétegben (mm)

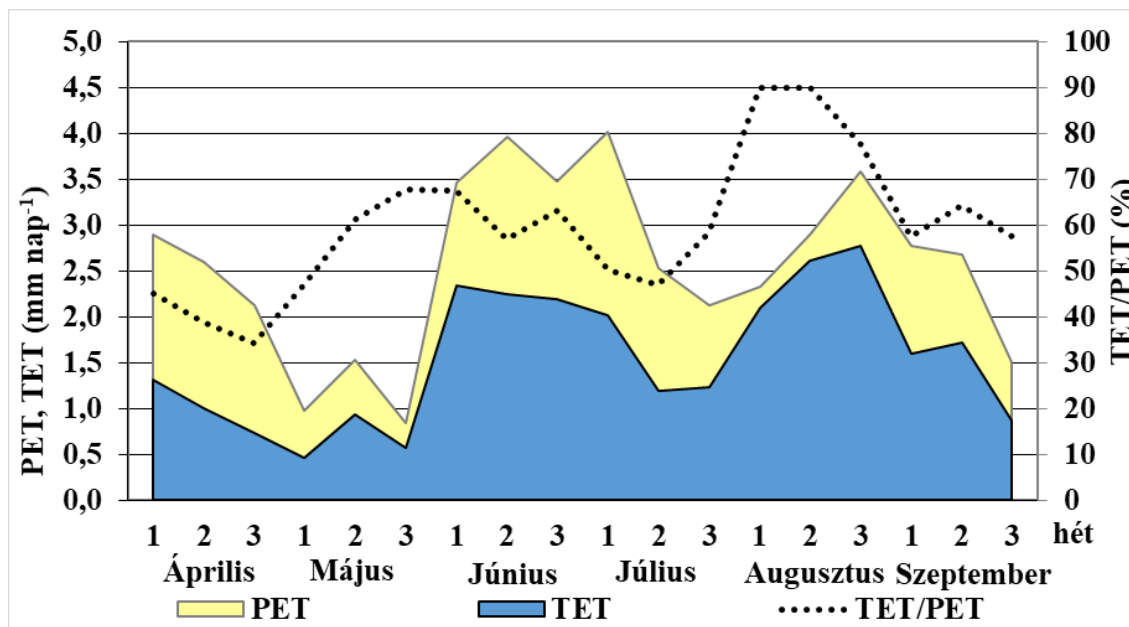
A számítás kezdetekor 20 cm-es réteggel számoltam, és 14 naponként növeltem 20 cm-rel a gyökérzóna mélységét, egészen 1 méterig.

## 2.6. Az eredmények értékelésének módszertana

Az adatok feldolgozásához az IBM-SPSS 26.0 statisztikai programcsomagban található varianciánalízist (General Linear Model, GLM), lineáris és másodfokú regresszióanalízist, és Pearson-féle korrelációs számítást alkalmaztam. Az Szd 5% értékek kiszámítása SVÁB (1981) módszerével történt.

### 3. EREDMÉNYEK

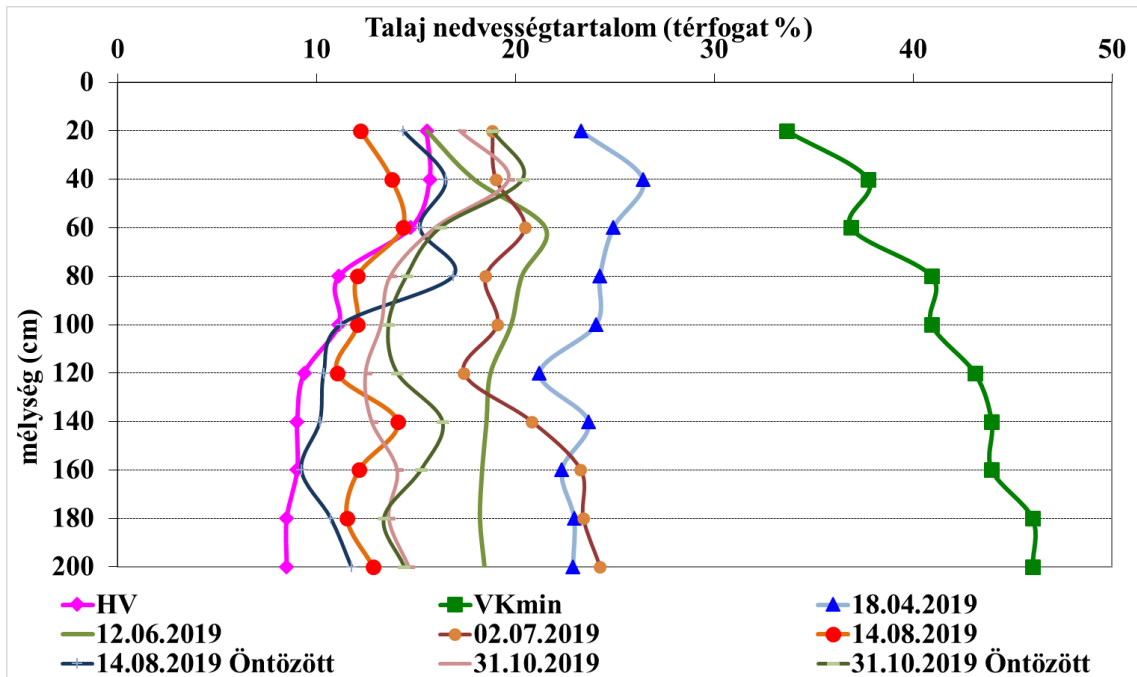
#### 3.1 A kukoricaállományok vízellátottságának változása



2. ábra A PET és TET becsült értékei, illetve a TET és PET aránya kukoricában (Debrecen, 2019)

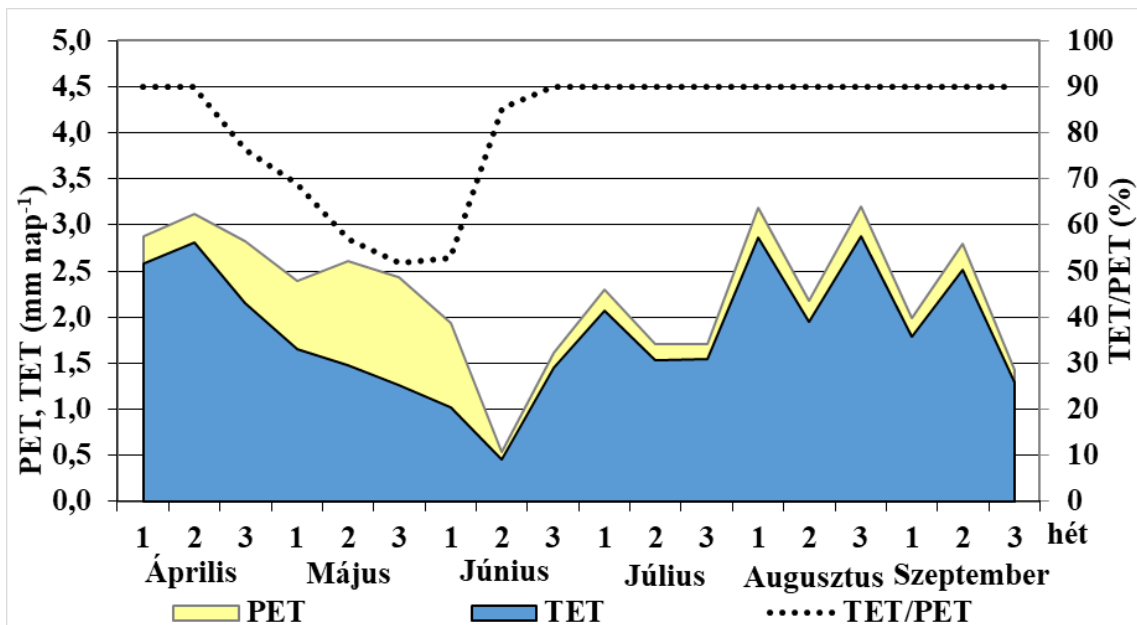
Április második-harmadik dekádjában (2. ábra) a tényleges evapotranszpiráció értéke a potenciális párolgás 38,8-34,4%-át érte el. A májusban lehullott nagy mennyiségű csapadék hatására a TET/PET aránya 67,4-67,8%-ra javult, míg ez az arány ismét 47%-ra csökkent június végén és július elején. A mérési időpontok egy részében a növények láthatóan vízstressz állapotban voltak, melyet a mérések is igazoltak. A július második felében javuló vízellátás augusztus elején 90,0%-os TET/PET arányt eredményezett.

2019-ben az induló tavaszi nedvességekészlet a száraz február és március miatt kedvezőtlenül alakult, a vetés idején az talajnedvesség nem érte el a minimális vízkapacitás szintjét. Június elejére (3. ábra) 20 cm-es mélységben a holtvíz tartalom szintjéig kiszáradt a talaj, de a mélyebb rétegekben még találhattak nedvességet a kukorica növények. A júniusi csapadéknak köszönhetően július elejére a 0-60 cm-es mélységben nőtt a növények számára elérhető víz mennyisége. 160 cm mélyen a talajnedvesség elérte a tavaszi induló nedvességszintet. Augusztus közepére az öntözetlen parcellákon a holtvíztartalom alá csökkent a talajban található vízmennyiség.



3. ábra A talaj nedvességtartalmának változása a kukoricaállományokban (Debrecen 2019)

Az öntözés pozitív hatása 80 cm-es mélységig volt kimutatható, a mélyebb rétegekben a nedvességszint az öntözetlen területekhez hasonló szinten volt. Április második-harmadik dekádjában a tényleges evapotranszpiráció értéke a potenciális párolgás 76,3%-át érte el (4. ábra).

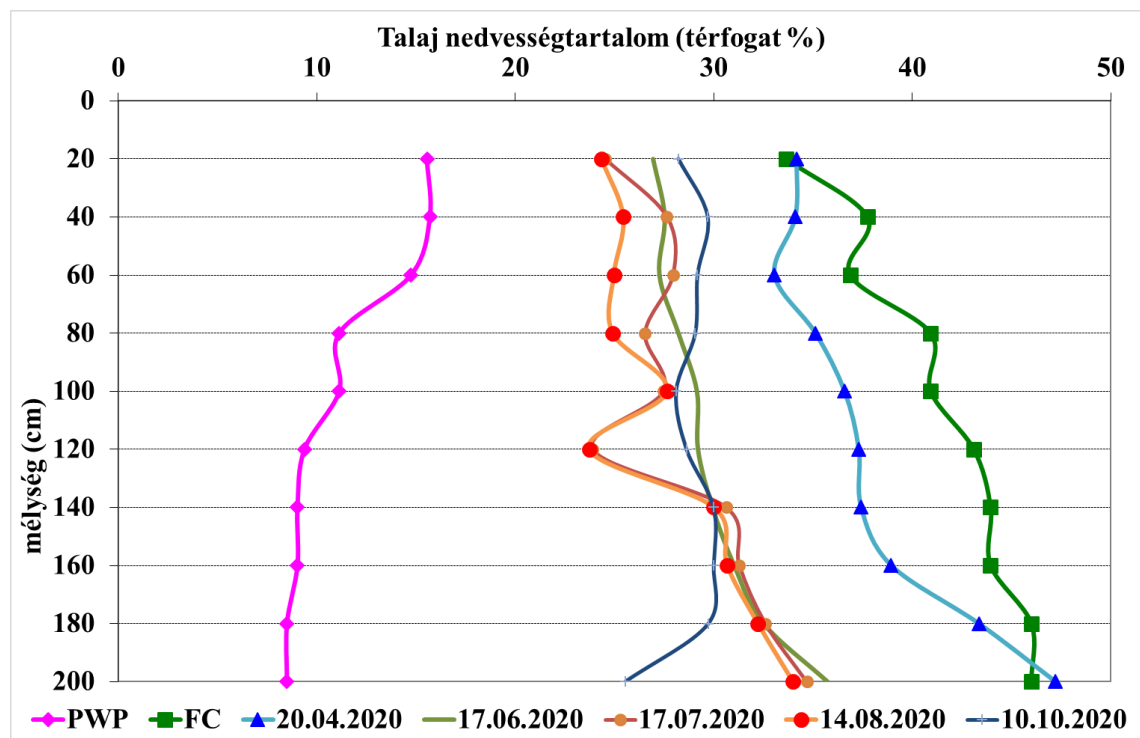


4. ábra A PET és TET becsült értékei, illetve a TET és PET aránya kukoricában (Debrecen 2020)

A májusban a kevés csapadék hatására a TET/PET aránya 51,9-52,7%-ra romlott. A június második felében javuló vízellátás június végén 90,0%-os TET/PET arányt eredményezett.

A szokatlanul kedvező vízellátás hatására ez az arány teljesen szeptember végéig megmaradt. A mérési időpontok jelentős részében a növények láthatóan nem szenvedtek vízhiánytól, melyet a mérések is igazoltak.

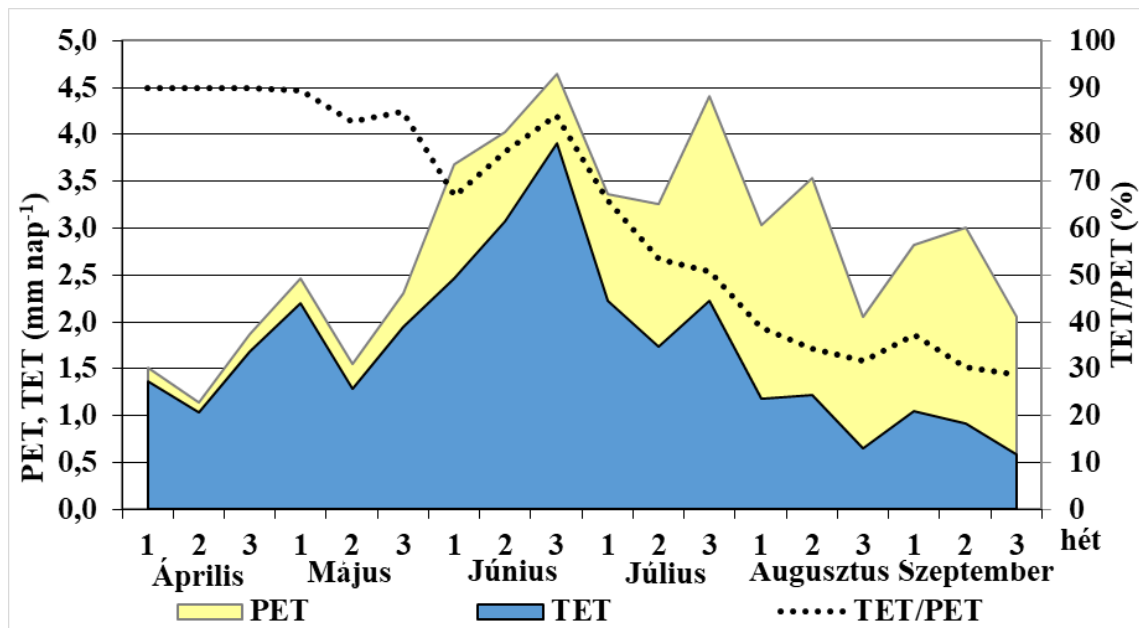
2020-ban az induló tavaszi nedvességtartalom a csapadékos tél után egy viszonylag csapadékos február és március miatt kedvezően alakult, a vetés idején a talajnedvesség elérte a minimális vízkapacitás szintjét. Június elejére 20 cm-es mélységben a víztartalom csökkent, de a talaj ideális állapotban volt a kukorica növényeknek. A júniusi csapadéknak köszönhetően július elejére a 0-60 cm-es mélységben a növények számára elérhető víz mennyisége továbbra is nagyon kedvező volt. Augusztus közepére a parcellákon a 40-80 cm-es mélységben növekedett a talaj nedvessége. A mélyebb rétegekben a nedvességszint csupán az első és az utolsó mérés alkalmával tértek el egymástól markánsabban (5. ábra).



5. ábra A kukoricaállományok vízellátottságának változása (Debrecen 2020)

Április második harmadik dekádjában (6. ábra) a tényleges evapotranszpiráció értéke a potenciális párolgás 90%-át érte el. A májusban lehullott csapadék hatására a TET/PET

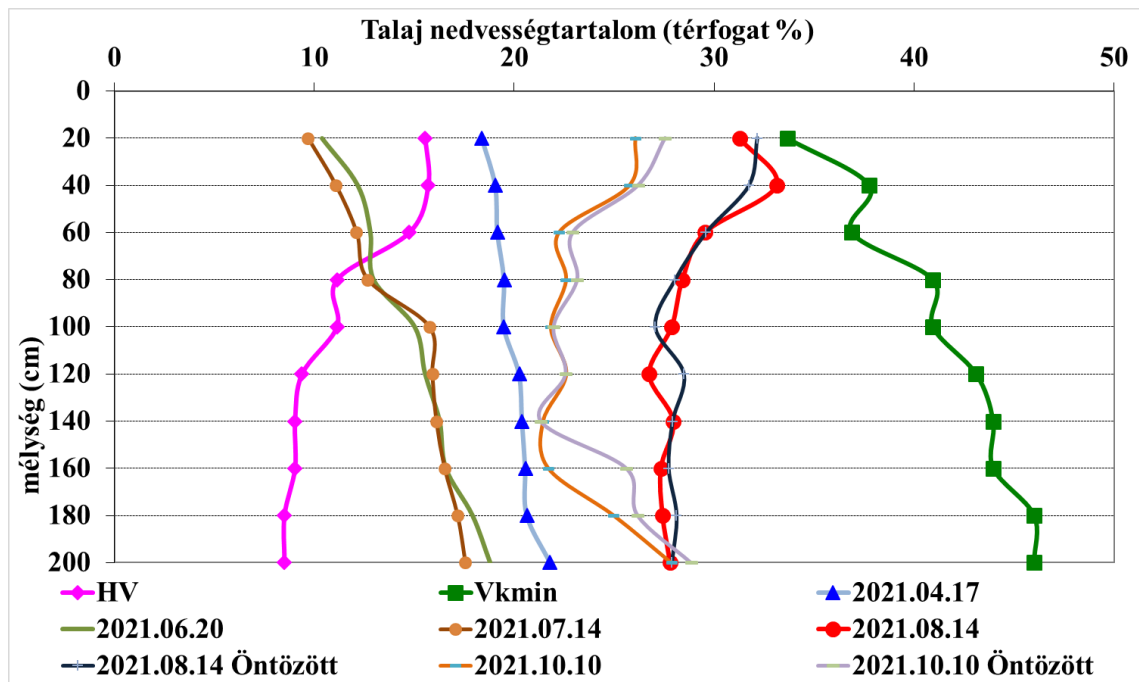
aránya 89,3-84,8%-ra csökkent, míg ez az arány ismét 84-66,1%-ra csökkent június végén és július elején.



6. ábra A PET és TET becsült értékei, illetve a TET és PET aránya kukoricában (Debrecen 2021)

A mérési időpontok egy részében a növények láthatóan vízstressz állapotban voltak, melyet a mérések is igazoltak. A július második felében romló vízellátás augusztus elejére 53,4-50,7%-os TET/PET arányt eredményezett. Az augusztusban és szeptemberben folytatódó szárazság hatására a TET/PET arány tovább romlott, szeptember végére 28,8%-ra csökkent.

2021-ben az induló tavaszi nedvességekészlet a száraz február, március és április miatt kedvezőtlenül alakult, a vetés idején az talajnedvesség nem érte el a minimális vízkapacitás szintjét. Június elejére 60 cm-es mélységig a holtvíz tartalom szintjéig kiszáradt a talaj, de a mélyebb rétegekben még találhattak nedvességet a kukorica növények. A júniusi csapadékhiánynak köszönhetően (7. ábra) július elejére a 0-60 cm-es mélységben továbbra is holtvíztartalom alatt maradt a nedvességtartalom. Augusztus közepére az öntözetlen parcellákon a vízellátottság kedvezőbben alakult az előző két hónapban mért adatokhoz képest. Az öntözés pozitív hatása a legtöbbrétegben a nedvességszint az öntözetlen területekhez hasonló szinten voltak.



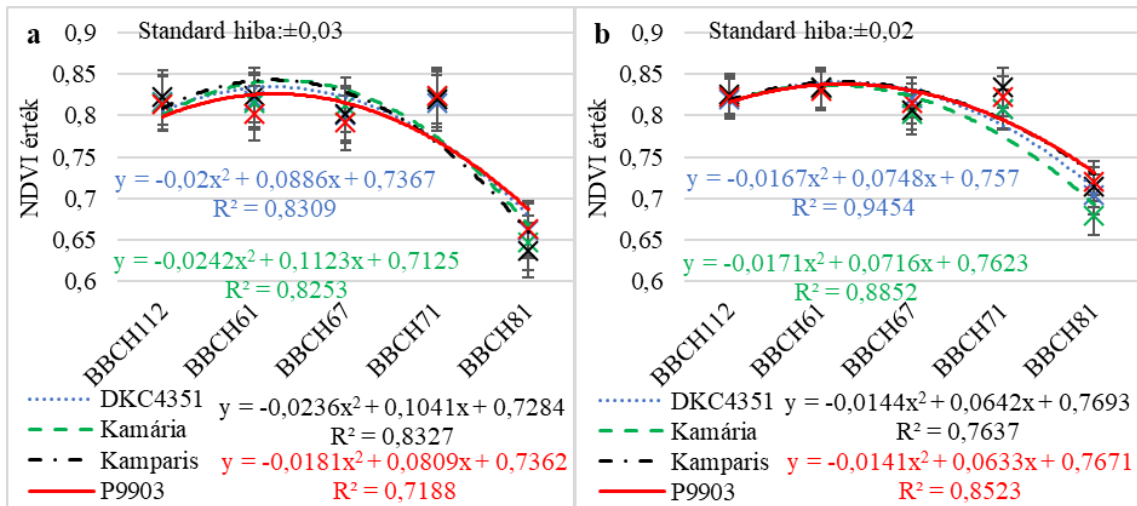
7. ábra A kukoricaállományok vízellátottságának változása a 2021-ben (Debrecen 2021)

A vizsgált három évjáratból öntözés csak 2019-ben és 2021-ben volt a kísérletben, ezért az öntözés hatásának elemzését csak ezen két évjárat bevonásával végeztük.

### 3.2 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukorica hibridek Normalizált Differenciált Vegetatív Indexének változására 2019 és 2021-ben

Az eltérő állománysűrűségnél a vegetációs indexben szignifikáns eltérést nem találtunk egyik vízellátási változatban sem, de öntözés nélkül a 95 ezres állománysűrűségnél nagyobb mértékben csökkent a vegetációs index augusztus végére, míg az öntözött állományokban a 65 ezres tőszám bizonyult kedvezőtlenebbnek.

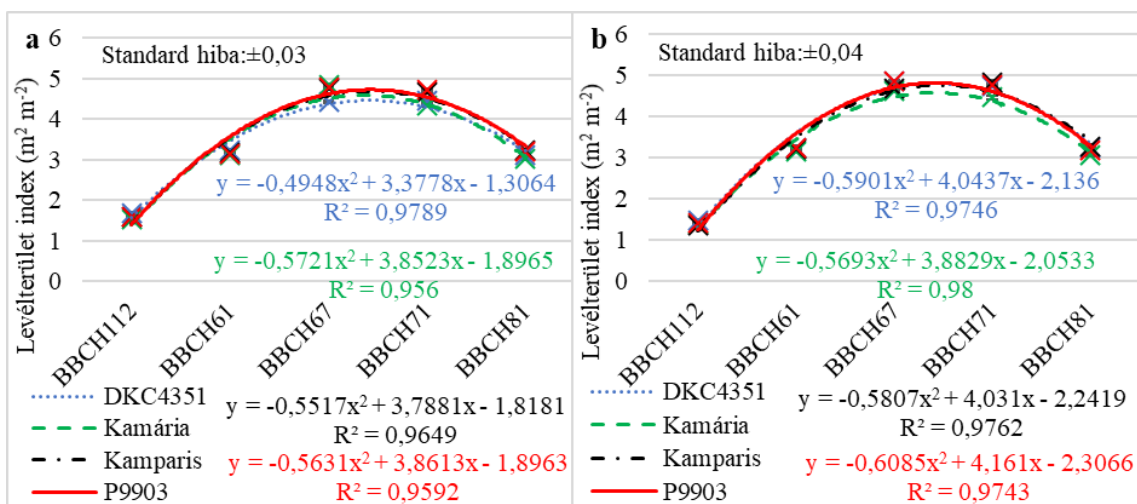
A hibridek öntözési reakcióját vizsgálva az NDVI értékek szempontjából, két év átlagában sem találtunk szignifikáns eltérést a vizsgált genotípusok között (8. ábra). 2021-hez hasonlóan, két év átlagában is öntözés nélkül a vegetáció csúcsidejében elért maximális NDVI értékek között mutatkozott meg a genotípusok közötti különbség, míg öntözve a szemtelítődés-viaszérés idején tapasztalhattunk kicsit nagyobb eltérést. A P9903 öntözve és öntözés nélkül is kicsit tovább megőrizte a vegetációs felületét.



8. ábra Genotípus hatása a Normalizált Vegetációs Index változására eltérő vízellátás mellett (Debrecen, 2019 és 2021 átlaga) (a: öntözetlen, b: öntözött)

### 3.3 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukorica hibridek levélterületének változására 2019-ben és 2021-ben

A genotípus levélterületre gyakorolt hatását két év átlagában vizsgálva (9. ábra) megállapítottuk, hogy az öntözés hatására a BBCH67 fejlettségtől már a hibridek szignifikánsan nagyobb levélterületet értek el az öntözetlenhez képest. A genotípusok között egyik vízellátási változatban sem találtunk eltérést.

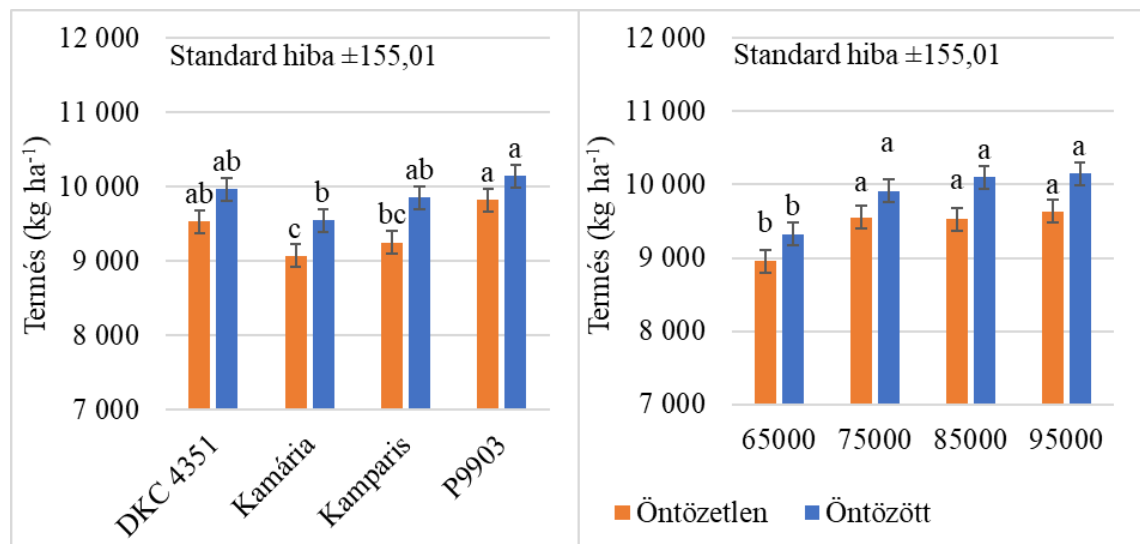


9. ábra Genotípus hatása a levélterület változására eltérő vízellátás mellett (Debrecen, 2019 és 2021 átlaga) (a: öntözetlen, b: öntözött)

### 3.4 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukoricahibridek termésére 2019 és 2021-ben

Két év átlagában a P9903 érte el a legmagasabb termést (9946,88 kg ha<sup>-1</sup>), azonban ez szignifikánsan nem tért el a DKC4351 (9702,63 kg ha<sup>-1</sup>) termésétől. A DKC4351 és a Kamparis (9489,75 kg ha<sup>-1</sup>) termése közti eltérés sem szignifikáns, valamint a Kamparis és Kamária (9261,13 kg ha<sup>-1</sup>) termése között sincs szignifikáns differencia.

A 65 ezres tőszámnál mértük a szignifikánsan legkisebb termést. A 65 ezres (9104 kg ha<sup>-1</sup>) tőszámhoz képest igazolhatóan nagyobb termést hozott a 75 ezres (9697,13 kg ha<sup>-1</sup>) állománysűrűség, azonban az állomány további sűrítése a termést nem befolyásolta pozitívan. Az öntözés pozitív hatása a termésre valamennyi hibridnél igazolható volt (10. ábra).



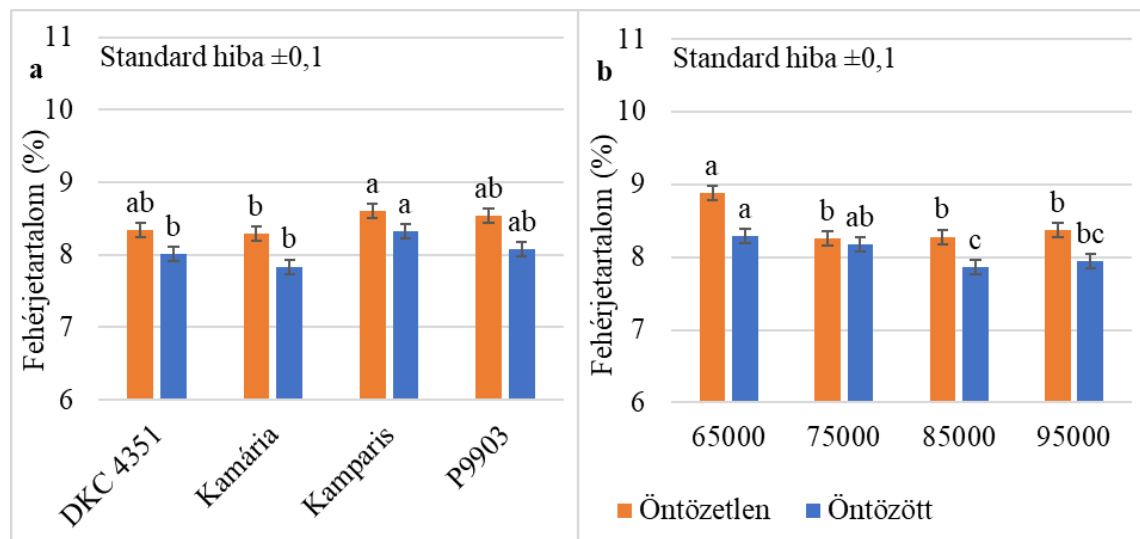
10. ábra Vízellátás hatása a kukoricahibridek termésére 2019 és 2021-ben (Kezelésenként az eltérő betűk a hibridek (10.a) vagy a tőszámok (10.b) közötti szignifikáns differenciát jelzik  $p=5\%$  szinten.) (A hibásávok a standard hibát jelölik.) (Debrecen 2019 és 2021)

Az öntözés tőszámokra gyakorolt hatásának a vizsgálata során megállapíthattuk, hogy mindkét vízellátási változatban a 65 ezres állománynál szignifikánsan kisebb termést (8954,38 kg ha<sup>-1</sup> és 9328,44 kg ha<sup>-1</sup>) mértünk. A 75-85-95 ezres tőszám között jelentős eltérés a termés szempontjából nem volt. azt figyeltem meg, Az öntözés hatására minden esetben nőtt a termés mennyisége.

### 3.5 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukoricahibridek minőségére 2019 és 2021-ben

#### 3.5.1 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukoricahibridek fehérjetartalmára 2019 és 2021-ben

A legkisebb állománysűrűségnél szignifikánsan magasabb fehérjetartalmat (8,64%) mértünk. A tőszám növelésével a fehérjetartalom jelentősen csökkent (8,22%). Az állomány további sűrítése nem befolyásolta jelentősen a fehérjetartalmat. Az öntözés mindegyik genotípus esetében kedvezőtlenül befolyásolta a fehérjetartalmat (11. ábra). Öntözés nélkül (8,6%) és öntözve (8,33%) is a Kamparis érte el a legmagasabb fehérjetartalmat, azonban szignifikánsan csupán a Kamária (8,30% és 7,84%) fehérjetartalmától tért el.



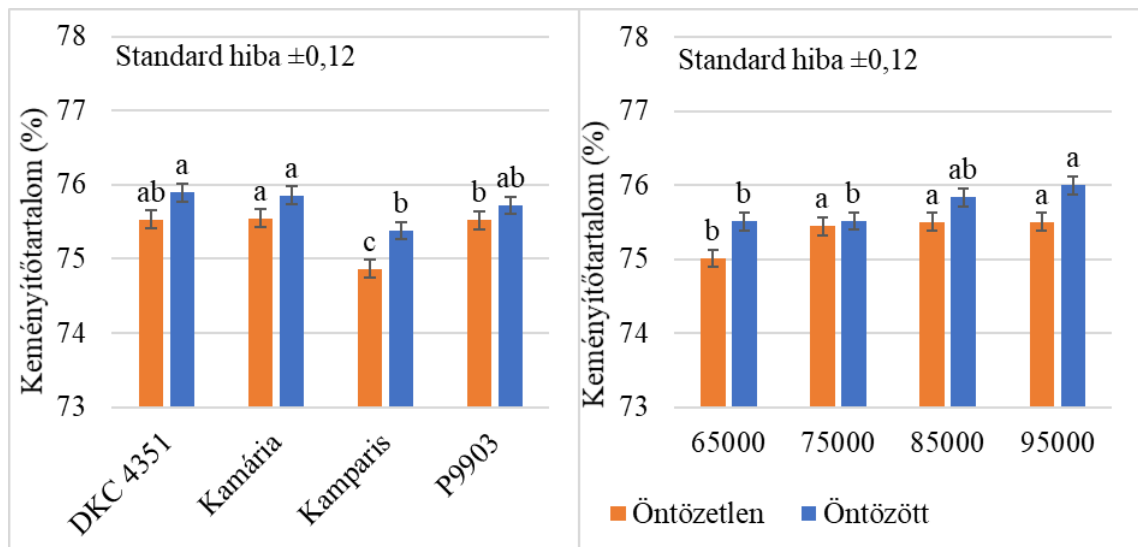
11. ábra Genotípus (a) és állománysűrűség (b) hatása a kukoricahibridek termésére eltérő vízellátás mellett (Kezelésként az eltérő betűk a hibridek (11.a) vagy a tőszámok (11.b) közötti szignifikáns differenciát jelzik  $p=5\%$  szinten.) (A hibásávok a standard hibát jelölik.) (Debrecen 2019 és 2021 átaga)

A fehérjetartalom minden hibrid és minden tőszám esetében csökkent az öntözés hatására. Legmagasabb fehérjetartalom egyértelműen a 65 ezres tőszám esetében volt tapasztalható öntözetlen körülmények között minden hibrid esetében, de öntözve a Kamária és a Kamparis hibridek esetében a 75 ezres állománysűrűség is kedvezőnek bizonyult.

### 3.5.2 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukorica hibridek keményítőtartalmára 2019 és 2021-ben

A hibridek keményítőtartalmát összehasonlítva megállapítottuk, hogy a kiemelkedően jó fehérjetartalommal rendelkező Kamparis érte el a szignifikánsan legalacsonyabb értéket (75,07%%). Ez az eredmény nem meglepő, hiszen számos korábbi kutatás és a saját kísérleti eredményeink is igazolták, hogy a fehérje és a keményítőtartalom között szoros negatív korreláció van.

Az állománysűrűség esetében szintén pontosan ellentétes összefüggést állapíthattunk meg, mint a fehérjetartalomnál. A keményítőtartalom szempontjából kedvezőbb hatású a tenyészterület csökkentése. Az öntözés hibridekre gyakorolt hatását (12. ábra) vizsgálva egyértelműen megállapítható, hogy mindegyik genotípus esetében nőtt a keményítőtartalom az öntözés hatására, bár a növekedés mértéke a P9903 hibridnél kisebb volt.



12. ábra Vízellátás hatása a kukorica hibridek keményítőtartalmára 2019 és 2021-ben (Kezelésenként az eltérő betűk a hibridek (12.a) vagy a tőszámok (12.b) közötti szignifikáns differenciát jelzik  $p=5\%$  szinten.) (A hibásávok a standard hibát jelölik.) (Debrecen 2019 és 2021)

Öntözés nélkül a legalacsonyabb tőszám eredményezte a legkisebb keményítőtartalmat 75,01%-al, ami szignifikánsan kevesebb volt, mint a 75 ezres tőszámnál mért 75,52% keményítőtartalom. Az állománysűrűség további növelése nem befolyásolta a keményítőtartalmat.

A keményítőtartalom a legtöbb hibrid és a legtöbb tőszám esetében nőtt az öntözés hatására, csupán a P9903 hibrid 75 ezres állománysűrűségénél (öntözetlen:75,5%; öntözött: 75,25%) tapasztaltuk a keményítőtartalom csökkenését az öntözött parcellákban.

### *3.6 Vízellátás és állománysűrűség hatása a kukoricahibridek egységnyi termésének eléréséhez felhasznált vízmennyiségre*

A növénytermesztésben egyre erősödő problémát jelent a vízhiány, ezért alapvető fontosságú a növény számára rendelkezésre álló vízmennyiség minél hatékonyabb felhasználása. Az öntözés nélküli parcellák esetében a tenyészidőszakban (vetéstől betakarításig) hullott csapadék mennyiségét elosztottuk a termés mennyiségével és meghatároztuk az 1 kg szemterméshez felhasznált víz mennyiségét. Az öntözött parcellák esetében a tenyészidőszakban hullott csapadék mennyiségéhez hozzáadtuk a kijuttatott öntözővíz mennyiségét és ezek együttes mennyiségével osztottuk el a termést. A kapott eredmények alapján értékelhettük, hogy milyen állománysűrűségeknél és mely hibridek gazdálkodtak legkedvezőbben és használtak fel egységnyi termés előállításához a legkevesebb vizet.

Valamennyi kísérleti évben, öntözött és öntözés nélküli kezelésekben egyaránt a hibridek átlagában a 65 ezres tőszámnál használta fel legpazarlóbban (206,2-682,7 l kg<sup>-1</sup>). a vizet a kukorica egységnyi termés előállításához (1. táblázat). Legjobban 2020-ban és 2021-ben is a legnagyobb állománysűrűségeknél takarékoskodtak a növények (197,0-510,4 l kg<sup>-1</sup>) a rendelkezésre álló vízmennyiséggel. 2019-ben viszont öntözés nélkül a 75 ezres, míg öntözve a 85 ezres tőszám bizonyult legkedvezőbbnek.

A tőszámok átlagában értékelve a vizsgált genotípusok vízfelhasználását megállapíthattuk, hogy a P9903 hibrid a kedvező vízellátottságú 2020-as és az aszályos 2021-es években, öntözött és öntözetlen körülmények között egyaránt, a legkevesebb vizet használta fel 1 kg szemtermés előállításához (184,6-476,1 l kg<sup>-1</sup>). Ezekben az években valamennyi vizsgált állománysűrűségeknél ennek a hibridnek a vízfelhasználása volt a legkedvezőbb. Kevésbé kedvezően gazdálkodott a rendelkezésre álló vízmennyiséggel a Kamparis hibrid, amely 2020-ban, valamint 2021-ben az öntözött parcellákban is a legtöbb víz felhasználásával (468,5-587,7 l kg<sup>-1</sup>) állított elő egységnyi mennyiségű termést.

1. táblázat A kukorica vízfelhasználása 1 kg szemtermés előállításához (liter kg<sup>-1</sup>) a vetéstől betakarításig hullott csapadék és öntözővíz figyelembevételével (Debrecen 2019-2021)

Tőszám (tő ha <sup>-1</sup> )	Hibrid	Öntözetlen			Öntözött	
		2019	2020	2021	2019	2021
65000	DKC 4351	<b>417,8</b>	462,8	204,9	678,5	537,9
	Kamária	418,0	472,9	214,3	689,7	<b>626,5</b>
	Kamparis	<b>428,9</b>	<b>498,2</b>	<b>224,5</b>	<b>643,3</b>	605,5
	P 9903	427,3	<b>426,6</b>	<b>181,1</b>	<b>719,4</b>	<b>507,8</b>
	Hibridek átlaga	<b>423,0</b>	<b>465,1</b>	<b>206,2</b>	<b>682,7</b>	<b>569,4</b>
75000	DKC 4351	<b>403,6</b>	449,7	189,8	688,4	528,2
	Kamária	348,0	442,5	<b>223,4</b>	613,9	565,2
	Kamparis	<b>343,9</b>	<b>456,0</b>	206,8	<b>574,8</b>	<b>583,6</b>
	P 9903	402,5	<b>407,6</b>	<b>184,7</b>	<b>690,2</b>	<b>475,3</b>
	Hibridek átlaga	<b>374,5</b>	<b>438,9</b>	<b>201,2</b>	<b>641,8</b>	<b>538,1</b>
85000	DKC 4351	383,8	435,7	<b>182,8</b>	635,5	494,7
	Kamária	383,8	438,2	<b>234,0</b>	<b>649,2</b>	553,0
	Kamparis	<b>397,4</b>	<b>463,0</b>	205,0	<b>622,1</b>	<b>568,5</b>
	P 9903	<b>353,7</b>	<b>410,8</b>	196,2	629,9	<b>467,2</b>
	Hibridek átlaga	<b>379,7</b>	<b>436,9</b>	<b>204,5</b>	<b>634,2</b>	<b>520,8</b>
95000	DKC 4351	364,3	431,1	186,7	610,8	510,2
	Kamária	<b>424,1</b>	441,0	<b>225,1</b>	669,7	520,4
	Kamparis	<b>349,4</b>	<b>457,0</b>	199,6	<b>587,6</b>	<b>557,2</b>
	P 9903	418,7	<b>399,1</b>	<b>176,7</b>	<b>705,6</b>	<b>453,9</b>
	Hibridek átlaga	<b>389,1</b>	<b>432,0</b>	<b>197,0</b>	<b>643,4</b>	<b>510,4</b>
Tőszámok átlaga	DKC 4351	392,4	444,8	191,0	653,3	517,7
	Kamária	393,4	448,7	<b>224,2</b>	655,6	566,3
	Kamparis	379,9	468,5	208,9	606,9	<b>578,7</b>
	P 9903	<b>400,5</b>	411,0	184,6	<b>686,3</b>	476,1

Piros betűvel: az oszlopon belül adott tőszámnál legnagyobb vízfogyasztású hibrid, rózsaszín háttérrel az ezek közül legnagyobb érték. Kék betűvel az oszlopon belül adott tőszámon legkisebb vízfogyasztású hibrid, világoskék háttérrel az ezek közül legnagyobb érték. Középkék háttérrel az adott évben és kezelésnél az a tőszám, ahol a hibridek átlagában legkisebb volt a vízfogyasztás, míg piros háttérrel az a tőszám, ahol a legnagyobb volt a vízfogyasztás.. Világossárga háttérrel az adott évben és kezelésnél tőszámok átlagában legkisebb vízfogyasztású hibrid, sötétsárga háttérrel a legnagyobb vízfogyasztású hibrid.

Az állományok rendelkezésére álló vízmennyiséget nem csupán a tenyészidőben hullott csapadék jelenti, hanem meghatározó jelentőségű lehet a téli félév csapadéka, különösen egy kiváló vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező csernozjom talaj esetében, ezért kiszámoltuk az 1 kg szemtermés előállításához felhasznált vízmennyiséget a vetést

megelőző év augusztus elsejétől a betakarításig hullott csapadékmennyiséget és a kijuttatott öntözővizet együttesen figyelembe véve (2. táblázat).

Az augusztustól mért értékek esetében is azt tapasztaltam, mint amikor csak a tenyészidőben hullott csapadékot vettük figyelembe, azonban az egyes évjáratok közötti eltérés a felhasznált víz mennyiségében jelentős. A 2019-es és a 2020-as évjárat közötti eltérést a vízellátottság szempontjából fokozza, hogy a 2020-as évben a téli félév csapadéka is igen jelentős volt. A 65 ezres állománysűrűségnél a tenyészidőben hullott csapadékot figyelembe véve 2020-ban 42,1 literrel jutott több víz 1 kg szemtermés előállítására, azonban a téli félév csapadékát is figyelembe véve ez az eltérés 352,4 literre nőtt.

2. táblázat A kukorica vízfelhasználása 1 kg szemtermés előállításához (liter kg<sup>-1</sup>) a vetést megelőző év augusztus elsejétől a betakarításig hullott csapadék és öntözővíz figyelembevételével (Debrecen 2019-2021)

Tőszám (tő ha <sup>-1</sup> )	Hibrid	Öntözetlen			Öntözött	
		2019	2020	2021	2019	2021
65000	DKC 4351	473,3	827,4	264,6	729,0	591,9
	Kamária	473,4	845,4	276,7	741,0	689,4
	Kamparis	485,8	890,6	289,9	691,1	666,3
	P 9903	484,0	762,6	233,8	772,9	558,9
	Hibridek átlaga	479,1	831,5	266,3	733,5	626,6
75000	DKC 4351	457,2	803,9	245,1	739,7	581,3
	Kamária	394,1	791,1	288,5	659,6	622,1
	Kamparis	389,5	815,2	267,0	617,5	642,3
	P 9903	455,8	728,6	238,5	741,6	523,1
	Hibridek átlaga	424,2	784,7	259,8	689,6	592,2
85000	DKC 4351	434,7	778,9	236,1	682,8	544,4
	Kamária	434,7	783,5	302,2	697,5	608,6
	Kamparis	450,1	827,6	264,7	668,4	625,6
	P 9903	400,6	734,4	253,3	676,7	514,1
	Hibridek átlaga	430,0	781,1	264,1	681,4	573,2
95000	DKC 4351	412,7	770,6	241,1	656,3	561,4
	Kamária	480,3	788,4	290,6	719,6	572,7
	Kamparis	395,7	817,1	257,8	631,3	613,2
	P 9903	474,2	713,4	228,2	758,1	499,6
	Hibridek átlaga	440,7	772,4	254,4	691,3	561,7
Tőszámok átlaga	DKC 4351	444,5	795,2	246,7	701,9	569,8
	Kamária	445,6	802,1	289,5	704,4	623,2
	Kamparis	430,3	837,6	269,8	652,1	636,9
	P 9903	453,6	734,8	238,4	737,3	523,9

Piros betűvel: az oszlopon belül adott tőszámnál legnagyobb vízfogyasztású hibrid, rózsaszín háttérrel az ezek közül legnagyobb érték. Kék betűvel az oszlopon belül adott tőszámon legkisebb vízfogyasztású hibrid, világoskék háttérrel az ezek közül legnagyobb érték. Középkék háttérrel az adott évben és kezeléskor az a tőszám, ahol a hibridek átlagában legkisebb volt a vízfogyasztás, míg piros háttérrel az a tőszám, ahol a legnagyobb volt a vízfogyasztás.. Világossárga háttérrel az adott évben és kezeléskor a tőszámok átlagában legkisebb vízfogyasztású hibrid, sötétsárga háttérrel a legnagyobb vízfogyasztású hibrid.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A vizsgált kukorica hibridek esetében a relatív klorofilltartalom (SPAD) valamint a normalizált differenciált vegetációs index (NDVI) értékek sem az állománysűrűséggel sem a genotípusokkal nem voltak statisztikailag igazolható összefüggésben egyik vízellátási változatban sem. Az öntözetlen állományokban az állománysűrűségtől függetlenül a maximális NDVI értékeket (0,82-0,85) minden esetben a virágzás kezdetén (BBCH61) mértük. A tenyészidő további szakaszában az öntözött állományok tovább megtartották a nagyobb NDVI értékeket.
2. A vizsgált években a fejlődés különböző fázisaiban mért NDVI értékek és a termés között nem volt egyértelműen kimutatható összefüggés, azonban az öntözés nélküli állományokban 2019-ben és 2020-ban a BBCH112-BBCH61 (2 leveles állapot-virágzás kezdete) fenofázisokban mért NDVI értékek és a termés között közepes erősségű, szignifikáns pozitív korrelációt találtunk ( $r = 0,588-0,632$ ).
3. Az öntözés hatására a termés szignifikánsan ( $p=1\%$ ) növekedett ( $353 \text{ kg ha}^{-1}$  -  $1161 \text{ kg ha}^{-1}$  terméstöbblet). A legjobb öntözési reakciója az évek átlagában a Kamparis hibridnek ( $597,29 \text{ kg ha}^{-1}$ ), míg legkisebb terméstöbblete a P9903 hibridnek ( $323,96 \text{ kg ha}^{-1}$ ) volt. A genotípus és az öntözés közötti kölcsönhatás nem volt szignifikáns egyik kísérleti évben sem.
4. A szemtermés fehérje tartalmában a hibridek között szignifikáns eltérést igazoltunk a három év átlagában ( $p=0,02$ ). Legnagyobb fehérjetartalmat a Kamparis hibridnél (8,47%), míg legkisebb fehérjetartalmat a Kamária hibridnél (8,07%) mértünk. Az öntözés hatása a fehérjetartalomra  $p=1\%$ -os szinten szignifikáns volt. Magasabb fehérjetartalmat az öntözetlen kezelésben mértünk (átlagosan 8,45%). Az öntözés hatására a fehérjetartalom átlagosan 8,06%-ra csökkent.
5. Az öntözés hatására a keményítőtartalom  $p=1\%$ -os szinten szignifikánsan növekedett, azonban három év átlagában az eltérés nem volt jelentős (öntözött: 75,72% és öntözetlen: 75,37%). A legnagyobb keményítőtartalma a DKC 4351 hibridnek volt (75,72%).

6. A tőszámok átlagában értékelve a vizsgált genotípusok vízfelhasználását megállapíthattuk, hogy a P9903 hibrid a kedvező vízellátottságú 2020-as és az aszályos 2021-es években, öntözött és öntözetlen körülmények között egyaránt, a legkevesebb ( $184,6-476,1 \text{ l kg}^{-1}$ ), míg a Kamparis hibrid a legtöbb víz felhasználásával ( $468,5-587,7 \text{ l kg}^{-1}$ ) állított elő egységnyi mennyiségű termést.

## 5. A GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A vizsgált három év alapján a FAO 350-400 érésidejű hibridek számára csernozjom talajon a 75 ezres állománysűrűség ajánlott, mivel mindkét vízellátási változatban szignifikánsan nagyobb (65 ezres tőszám: Öntözetlen 8,95 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 9,33 t ha<sup>-1</sup>; 75 ezres tőszám: Öntözetlen 9,55 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 9,92 t ha<sup>-1</sup>) termést értünk el ennél a tőszámnál, mint a legkisebb, 65 ezres állománysűrűségénél. Az állománysűrűség további növelése egyetlen esetben sem jelentett szignifikáns termésnövekedést még öntözött állományban sem, viszont a szárazabb évjáratban termésdepressziót is okozott.
2. Kamária és a Kamparis hibrid számára a 75 ezres tőszám feletti állománysűrűség még öntözött állományban sem javasolt, mivel nem jelent termésnövekedést (Kamária 75000: Öntözetlen 9,44 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 9,87 t ha<sup>-1</sup>; Kamária 85000: Öntözetlen 9,1 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 9,67 t ha<sup>-1</sup>; Kamparis 75000: Öntözetlen 9,6 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 10,11 t ha<sup>-1</sup>; Kamparis 85000: Öntözetlen 9,19 t ha<sup>-1</sup>; Öntözve 9,78 t ha<sup>-1</sup>), sőt az esetek többségében – különösen öntözés nélküli állományokban – termésdepressziót okozott.
3. A P9903 (10,27 t ha<sup>-1</sup>) és a DKC 4351 (10 t ha<sup>-1</sup>) hibrid több évjáratban a 85 ezres állományban hozta a legnagyobb termést, azonban ez a termésnövekedés általában nem volt statisztikailag igazolható, ezért öntözés nélküli termesztésnél nem javasoljuk a 75 ezresnél nagyobb állománysűrűséget. Öntözéssel termesztésnél a tőszám 85 ezer tő ha<sup>-1</sup>-ig növelhető.
4. A vizsgált évek többségében a P9903 hibrid szignifikánsan nagyobb termést (9,95 t ha<sup>-1</sup>) hozott, mint a többi hibrid, bár a három év átlagában a termése a DKC 4351 (9,7 t ha<sup>-1</sup>) hibridét statisztikailag igazolhatóan nem haladta meg.
5. A P9903 hibrid jó termőképessége több év átlagában a szemtermés kedvező fehérjetartalmával (8,36%) párosul, így hektáronként nagyobb fehérjehozam elérésére van lehetőség.
6. A kísérleti évek átlagában a Kamparis hibrid szemtermésének keményítőtartalma (75,07%) szignifikánsan alacsonyabb volt a többi hibridnél, ezért bioetanol előállításra kevésbé javasoljuk.

## 6. IRODALOMJEGYZÉK

ANTAL E. (1969): Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. Kandidátusi értekezés, Budapest 165 p.

O'SULLIVAN, J. N. (2023): "Demographic Delusions: World Population Growth Is Exceeding Most Projections and Jeopardising Scenarios for Sustainable Futures" *World* 4, no. 3: 545-568. <https://doi.org/10.3390/world4030034>

SVÁB J. (1981) *Biometriai módszerek a kutatásban*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 557 p. (ISBN: 963-231-013-6)

SZÁSZ, G. (1997): *A víz a légkörben, a talajban és a növényben. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek.* szerk. Szász G.-Tókei L. Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 111-172. (ISBN: 9639239232)

U.S. Census Bureau. *International Database: World Population: 1950-2050*

<https://www.census.gov/library/visualizations/2011/demo/world-population--1950-2050.html>

## 7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**  
H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/105/2024.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Virág István Csaba  
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10067243

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Virág, I. C.**, Vad, A., Kutasy, E.: The effect of irrigation on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.) hybrids.  
*Agrártud. Közl.* 1, 143-147, 2020. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/3778>

#### Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

2. **Virág, I. C.**, Vad, A., Kutasy, E.: Évjárat hatása a kukorica hibridek alkalmazkodóképességére.  
In: XI. Jubileumi interdiszciplináris doktorandusz konferencia 2022 tanulmánykötet = 11th jubilee interdisciplinary doctoral conference 2022 conference book. Szerk.: Kajos Luca Fanni, Bali Cintia, Preisz Zsolt, Szabó Rebeka, Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, Pécs, 644-652, 2023. ISBN: 9789636260705

#### Idegen nyelvű konferencia közlemények (2)

3. **Virág, I. C.**, Kutasy, E., Lelesz, J. É., Biró, G., Tarcali, G., Csüllög, K.: Appearance of aspergillus flavus and aspergillus niger toxin producing fungi on maize around debrecen in 2019 and 2020.  
In: 44th Conference For Students Of Agriculture And Veterinary Medicine With International Participation : Proceedings book, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 95-101, 2020.
4. **Virág, I. C.**, Vad, A., Kutasy, E.: The yield of maize hybrids in different crop years.  
In: Proceedings of the 44th conference for students of agriculture and veterinary medicine with international participation. Ed.: Branko Cupina, Dragana Budakov, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Szerbia, 145-150, 2020.





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

5. Kutasy, E., Csajbók, J., Pepó, P., **Virág, I. C.**: Termesztéstechnológiai tényezők kukorica produktivására gyakorolt hatásának értékelése tartamkísérletben.  
In: Növény és környezet: a debreceni tartamkísérletek 40 éve. Szerk.: Kakuszi-Széles Adrienn, Debreceni Egyetem MÉK Fölhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen, 36, 2023. ISBN: 9789634905400
6. **Virág, I. C.**, Vad, A., Kutasy, E.: Évjárat hatása a kukorica hibridek alkalmazkodóképességére.  
In: XI. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia 2022. november 25-26. Absztraktkötet /ed. Kajos Luca Fanni, Bali Cintia, Puskás Tamás, Horváth-Polgár Petra Ibolya, Glázer-Kniesz Adrienn, Tislér Ádám, Kovács Eszter, Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, Pécs, 20, 2022. ISBN: 9789636260699
7. **Virág, I. C.**, Kutasy, E.: Állományszerűség és vízellátottság hatása a kukorica genotípusok termésképző elemeire és produktivására.  
In: Tavaszi Szél Konferenciakötet 2020. Szerk.: Barna Boglárka Johanna; Kovács Petra; Molnár Dóra; Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 63, 2020. ISBN: 9786155586705

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

8. **Virág, I. C.**, Vad, A., Kutasy, E.: Effect of irrigation on the development and yield of maize hybrids.  
In: 19th Alps-Adria Scientific Workshop : Abstract book. Ed.: Zoltán Kende, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 19, 2020. ISBN: 9789632698960

**További közlemények**

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

9. Csüllög, K., Tarcali, G., Ragó, A., Lelesz, J. É., Fehér, M., **Virág, I. C.**, Kutasy, E., Biró, G.:  
Védekezés a fehérpenészes rothadást okozó Sclerotinia sclerotiorum növénykórokozó gomba ellen cickafark olajjal és nátrium- kloriddal in vitro környezetben.  
*Georgicon Agric.* 26 (1), 115-125, 2022. ISSN: 0239-1260.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

10. Ayew Appiah, E., **Virág, I. C.**, Kutasy, E.: Biostimulant induce growth, chlorophyll content and fresh herbage yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and variegated alfalfa (*Medicago x-varia* Martyn) plant.  
*Agrártud. Közl. "Accepted by Publisher" (-)*, 1-14, 2024. ISSN: 1587-1282.





11. Lelesz, J. É., **Virág, I. C.**: Basil (*Ocimum basilicum* L.) harvest and plant replacement methods in aquaponia.  
*Agrártud. Közl.* 2023 (2), 91-98, 2023. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/2/13243>

12. Biró, G., Csüllög, K., Tarcali, G., Fehér, M., **Virág, I. C.**, Kutasy, E., Csajbók, J., Lelesz, J. É.:  
Inhibition of the spread of *Sclerotinia sclerotiorum* in aquaponics.  
*Agrártud. Közl.* 1, 5-8, 2022. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/10736>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (6)

13. Kutasy, E., Diósi, G., Bódi, E., Nagy, P. T., Melash, A. A., Forgács, F., **Virág, I. C.**, Vad, A.,  
Bytyqi, B., Buday, T., Csajbók, J.: Changes in plant and grain quality of winter oat (*Avena  
sativa* L.) varieties in response to silicon and sulphur foliar fertilisation under abiotic stress  
conditions.  
*Plants-Basel.* 12 (4), 1-18, 2023. EISSN: 2223-7747.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12040969>  
IF: 4.5 (2022)

14. Csajbók, J., Kutasy, E., Melash, A. A., **Virág, I. C.**, Ábrahám, É. B.: Agro-biological traits, yield  
quantity and quality of soybean cultivars under Central European conditions.  
*Zemdirbyste.* 109 (2), 107-114, 2022. ISSN: 1392-3196.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.13080/z-a.2022.109.014>  
IF: 0.9

15. Csüllög, K., Tóth, B., Lelesz, J. É., Fehér, M., **Virág, I. C.**, Kutasy, E., Jász, B., Tarcali, G., Biró,  
G.: First report of *Sclerotinia sclerotiorum* on watercress (*Nasturtium officinale*) in aquaponic  
system in Hungary.  
*Plant Dis.* 106 (2), 767, 2022. ISSN: 0191-2917.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1472-PDN>  
IF: 4.5

16. Kutasy, E., Bódi, E., **Virág, I. C.**, Forgács, F., Melash, A. A., Zsombik, L., Nagy, A., Csajbók, J.:  
Mitigating the Negative Effect of Drought Stress in Oat (*Avena sativa* L.) with Silicon and  
Sulphur Foliar Fertilization.  
*Plants-Basel.* 11 (1), 1-19, 2022. ISSN: 2223-7747.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants11010030>  
IF: 4.5

17. Csajbók, J., Bódi, E., Nagy, A., Fehér, Z. Z., Tamás, A., **Virág, I. C.**, Bojtó, C., Forgács, F., Vad,  
A., Kutasy, E.: Multispectral Analysis of Small Plots Based on Field and Remote Sensing  
Surveys-A Comparative Evaluation.  
*Sustainability.* 14 (6), 1-22, 2022. ISSN: 2071-1050.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/su14063339>  
IF: 3.9





18. Csajbók, J., Kutasy, E., Melash, A. A., **Virág, I. C.**, Ábrahám, É. B.: Performance of Soybean (Glycine max L. Merrill) Cultivars Under Irrigated and 3 Rainfed Conditions. *Legume Res.* 45 (5), 594-600, 2022. ISSN: 0250-5371.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18805/LRF-666>  
IF: 0.8

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

19. Csüllög, K., Ragó, A., Tóth, B., Lelesz, J. É., Fehér, M., **Virág, I. C.**, Kutasy, E., Biró, G., Tarcali, G.: A vízitorma (Nasturtium officinale), a fehérpenészes rothadást okozó Sclerotinia sclerotiorum gomba új gazdanövénye akvapóniás rendszerben Magyarországon. In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 61-62, 2021.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

20. **Virág, I. C.**, Sárvári, M.: A kukorica hibridek NPK műtrágya reakciója és töszám sűrítetősége mézlepedékes csernozjom talajon. *Értékálló aranykorona.* 19 (2), 17-19, 2019. ISSN: 1586-9652.

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 19,1**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2024.03.21.

