



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

AZ ÉVJÁRAT ÉS AZ ÖNTÖZÉS HATÁSA A KUKORICA TERMÉSHOZAMÁRA DÉL-BÁCSKÁBAN

Belső konzulens: Dr. Kovács Gergő Péter

Külső konzulens: Németh Alfréd

Készítette: Koroknai Ágnes

CMUHHL

BSc, Levelező

Mezőgazdasági Mérnöki (Zenta)

Zenta

2023

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETÉS	3
1.1	Célkitűzések.....	4
2	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1	A kukorica származása, felhasználása és jelentősége.....	5
2.2	A kukorica rendszertana és morfológiája	7
2.2.1	Gyökérzet.....	8
2.2.2	Szár és levél	9
2.2.3	Virágzat és a termés.....	9
2.3	A kukorica ökológiai igényei.....	10
2.3.1	Hőmérséklet.....	10
2.3.2	Fény	10
2.3.3	Vízigény	11
2.3.4	Talaj.....	11
2.4	A vetőmagtól a betakarításig	12
2.4.1	Elővetemények és a talajelőkészítés.....	12
2.4.2	A kukorica tápanyagellátása.....	13
2.4.3	Betakarítás és tárolás	14
2.5	A kukorica öntözése.....	15
3	VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	17
3.1	A helyszín és a tápanyagutánpótlás	18
3.2	2021-es és a 2022-es év időjárása.....	19
3.3	Alkalmazott statisztikai és matematikai módszerek	24
4	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	25
4.1	RAGT és Syngenta hibridek összehasonlítása.....	27
4.2	Öntözés hatása a termésmennyiségre és a fehérjetartalomra.....	28
4.3	2021 és 2022 klimatikus tényezőinek hatása a termésmennyiségekre	30
5	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	32
6	ÖSSZEFOGLALÁS	34
7	IRODALOMJEGYZÉK	36
8	NYILATKOZAT	38

1 BEVEZETÉS

Valószínűleg már mindannyian találkoztak ilyen kifejezésekkel: „A Föld komoly problémával néz szembe” vagy „A bolygónkat komoly veszély fenyegeti”, ezek nem pusztán egyszerű szalagcímek, ez a jelenünk. Bolygónk lakossága már elérte a 8 milliárd főt, a jelenlegi éhezési és alultápláltsági válság mértéke óriási, a Világélelmelési Program előrejelzései szerint 2023-ra 345,2 millió ember szenved majd élelmiszerhiányban. Földünk átlaghőmérséklete 1,15 °C-kal magasabb az iparosodás előtti (1150-1900) átlagtól (Meteorológiai Világszervezet, 2022). A magas hőmérsékletek, a csapadék hiánya és szélsőséges eloszlása, évről-évre megnehezíti az élelemtermelést. A kukorica csak egy a sok növény közül, amely nagy veszélynek van kitéve. A kukorica (*Zea mays L.*) országunk és Földünk egyik legjelentősebb kultúrnövénye, mind élelmiszer és gazdaság tekintetében is. A kukorica minden része hasznosítható. A gyökér, igaz a talajban marad, de szerves anyagokkal gazdagítja azt, a szár és a levél, szárazon vagy silózva takarmányként hasznosítható, a kukoricaszem pedig tökéletes, mint abraktakarmány és fontos energiaforrás az állatok étrendjében. A kukorica vetésterülete a Földön 2020-ban 193.7 millió hektár volt és 5.75 t/ha az átlagtermés (FAOSTAT 2020). Szerbia a 2020-as évben a 20. helyen volt a világ kukoricatermesztésében. Szerbiában 2020-ban 996 527 hektár területen termesztettek kukoricát, az átlagtermés pedig 8,7 t/ha volt (FAOSTAT 2020). 2020-hoz képest, 2021-ben a kukorica terméshozama 23,4%-kal csökkent. Vajdaságban, 2019-ben a kukorica átlagtermése 8,8 t/ha, 2020-ban 8,4 t/ha, 2021-ben 6,4 t/ha. 2022-ben pedig Szerbia egész területén az átlaghozam 4,8 t/ha volt (Köztársasági Statisztikai Hivatal 2022). Az érzékenyebb növények közé tartozik. A termés mennyiségére és minőségére nagy hatással van a hőmérséklet és a csapadék. Bármilyen hőmérsékletváltozás képes befolyásolni a tenyészidőszak menetét. A Nature Food című folyóiratban, 2021-ben publikált, NASA egyik tanulmány szerint, 2030-ra a kukorica termésmennyisége 24%-kal fog csökkenni, a klímaváltozás miatt. A világ élelem iránti keresletének kielégítéséhez, amellet, hogy több termőföldre, több öntözéses termesztésre is szükség lesz. A 20. században megkétszereződött az öntözött területek száma a Földön, becslések szerint a világ termőterületeinek 18%-a öntözött (National Geographic Society, 2022). Szerbiában, a kukorica öntözése még nincs kimondottan elterjedve, bár több hazai kutatás is bizonyítja, hogy mostanra alapfeltételé vált és elengedhetetlen, ha magas termésmennyiségeket szeretnénk elérni.

1.1 Célkitűzések

Szaktervezésben, Dél-bácskában vetett, FAO 500-as és FAO 400-as éréscsoportba tartozó kukorica hibridek terméseredményeit vizsgáltam. A vizsgálat évei: 2021 és 2022.

Célkitűzéseim:

- A szakirodalom feldolgozásával, célom volt megismerni és bemutatni a kukorica származását, jelentőségét, termesztéstechnológiájának alapelemeit és ökológiai igényeit, belföldi és külföldi kutatások alapján
- Összehasonlítani, egy adott évben, két nemesítőház hibridjeinek (RAGT és Syngenta) termésmennyiségének alakulását
- Bemutatni az öntözés általi terméstöbbletet és a fehérjetartalom alakulását egy adott nemesítőház esetében (RAGT)
- Meghatározni, hogy két különböző év klimatikus tényezőinek hatása mekkora számbeli eltérést mutat egy magház (RAGT) termésmennyiségében
- Összehasonlítani, hogy vajon az öntözés vagy az éghajlat van-e nagyobb hatással a hozam mennyiségére

2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A kukorica származása, felhasználása és jelentősége

A kukorica domesztikációja nagyjából, 10 000 évvel ezelőtt történt. A kukorica vad és ősi formáját nem találták meg, bár egyes vélemények szerint létezett és kipusztult, de még nem sikerült felfedezni a maradványait. Bár több kutatás is bizonyítja, hogy a délnyugat-Mexikóból származó Teosinte (*Zea mays spp. Parviglumis*), tekinthető a ma termesztett kukoricák őseinek (Wang et al. 1999). Mexikói Balsa folyó völgyéből honosodott Teosinte csak kis mértékben hasonlít a mai kukoricánövényre, ami az 1. ábrán jól látható. A kalász körülbelül 5 cm hosszú és rajta mindössze 5-12 mag található, amiket kemény héj borít, míg a modern kukorica csöve 25 cm körül van és tartalmazhat 500 szemet is. Bár kromoszómáik igen hasonlóak és minkét növénynek lehetnek termékeny hibrid utódai.



1. ábra:

A Teosinte és a modern kukorica

Forrás: (http1)

A Teosinte szemek nem voltak fogyasztásra alkalmasak és tápértékük sem volt jelentős az ember számára (Kempton 1937). De George Beadle, genetikus szerint valószínűleg felmelegítették a szemeket, ami aztán olyan volt, mint a pattogatott kukorica. Az olasz tengerész, Kolumbusz Kristóf által került a kukorica Európába, az amerikai kontinens felfedezésekor 1493-ban. Ekkor már körülbelül 300 kukoricafajta létezett Amerikában (Hallauer 2008). Az első két kukoricafajta, amit behoztak Európába valószínűleg a *Coastal Tropical Flint* és az *Early Caribbean* volt. A 16. század elején kezdték termesztetni gazdag családok botanikus kertjeiben, először Spanyolországban, Olaszországban majd később, Németországban és Franciaországban. Ez után már rohamosan elterjedt a világ többi részén is. Kevésbé ismert, hogy hogyan is jutott környékünkre a kukorica, az első feljegyzések szerint Törökországon és Görögországon keresztül, vagy Velencéből az Adriai-tenger mentén (Pavličić és Trifunović 1966). Szerbiában állítólag már 1579-ben termesztették a kukoricát, eleinte csak emberi fogyasztásra. Az első kukoricahibridek Jugoszláviában 1953 körül jelentek meg. A 19. század végén és a 20. század elején a kukorica lett a legjelentősebb gabona a régi Jugoszlávia területén (Babić et al. 2012). Napjainkban is az egyik leginkább kutatott növényfaj, ugyanis sokoldalúak a felhasználási lehetőségei. A kukorica emberi fogyasztásra való felhasználása az országban az utóbbi években vált népszerűvé például kukorica őrleményből kukoricapehely vagy a kukoricaliszt fogyasztása. Eközben Brazíliában, Portugáliában és Mexikóban már régebb óta és nagyobb arányban fogyasztják. Ami az ipari felhasználást illeti a legjelentősebb az alkohol, a keményítő és az invertcukor előállítás. Jelenleg, egy nagyobb szupermarketben 10 000 termékből 2 500 termék kukoricát tartalmaz. Az üdítőitalok, jégkrémek és ízesített joghurtok édesítésére használt cukorszirupot is kukoricából készítik. Először megőrlik a kukoricát és enzimek hozzáadásával lebontják a keményítőt, így folyékony szirup jön létre, ami gyümölcs cukrot és szőlőcukrot tartalmaz. A leggyakrabban használt ízfokozó, nátrium-glutamát is tartalmaz fermentált kukoricaszirupot. Fontos a kukorica keményítőtartalma, az élelmiszeriparban ételek sűrítésére és tészták készítéséhez használják, illetve a keményítő használatos a gyógyszeriparban és a papíriparban is. Finomszesz készítéséhez is alkalmazzák. Az etanolt a kukoricából kétféleképpen nyerhetik ki. Az első módszer a kukorica nedves őrlésének folyamata, a folyamat alatt a szemből keményítőt, glutént és korpát nyernek. Majd a keményítőt cukorra hidrolizálják és az élesztő hozzáadásával a cukrot alkohollá erjesztik. A másik eljárás a kukorica száraz őrlése, az őrölt kukoricát összekeverik vízzel, egy bizonyos hőmérsékletre felmelegítik, majd hozzáadnak olyan enzimeket, amelyek a keményítőt cukorra alakítják és így erjesztik

etanollá. Ezzel a módszerrel egy tonna kukoricából 360 liter etanolt nyerhetünk, mind a kettő eljárásnál a kapott etanolt a végén desztillálják. A kukorica alkalmas a mezőgazdasági biomassza alapú üzemanyag, vagyis a bioetanol előállítására is (Bekrić és Radosavljević 2008). Mindezek mellett a kukoricát legnagyobb arányban az állatok takarmányozására használják fel. A gabonamagvak körében a kukorica energiaforrása a legértékesebb, viszont a fehérjekoncentrációja a legalacsonyabb. A kukoricaszem emészthető energiataralma 3,75 -4,17 kcal/g, metabolizálható energiaértéke 3,6, illetve 3,8 kcal/g. A szarvasmarháknak tömegtakarmányként használható, míg a sertéseknek abraktakarmányként, például: szem-csutka keverék (CCM, Corn-Cob-Mix).

2.2 A kukorica rendszertana és morfológiája

A kukorica (*Zea mays*) a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó egyszikű növény. Gazdasági szempontból a pázsitfűvek, mondhatni a legfontosabb növénycsalád. A kukorica mellett, ide tartozik még a búza, rozs, zab, cirokfélék, cukornád és még a gyepet alkotó fűvek is. A nemzetsége a *Zea*, ami monotipikus, szóval csakis a kukorica tartozik ide. A rendszertani besorolását bővebben az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: Kukorica rendszertani besorolása (Forrás: [http 2](#))

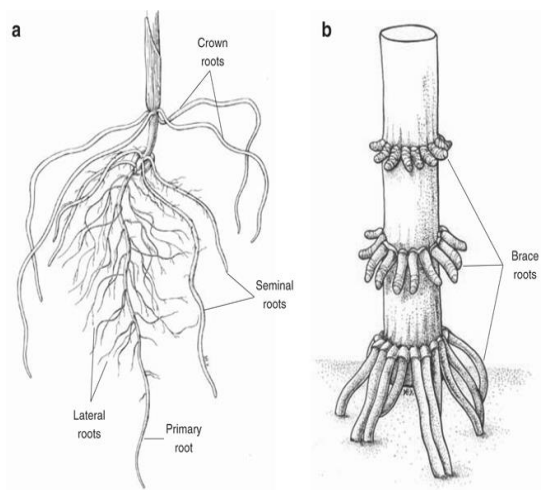
Ország:	Növények (<i>Plantae</i>)
Törzs:	Zárvatermők (<i>Magnoliophyta</i>)
Osztály:	Egyszikűek (<i>Liliopsida</i>)
Csoport:	Commelinidae
Rend:	Perjevirágúak (<i>Poales</i>)
Család:	Pázsitfűfélék (<i>Poaceae</i>)
Alcsalád:	Kölesformák (<i>Panicoideae</i>)
Nemzetség- csoport:	Andropogoneae
Nemzetség:	Kukorica (<i>Zea</i>)
Faj:	<i>Z. mays</i>

A kukoricát több változatára oszthatjuk fel, a szem jellegzetessége alapján, a legjelentősebbek (Csajbók 2012):

1. Simaszemű kukorica (flint típusú) (*Zea mays conv. vulgaris*)
2. Lófogú (dent típusú) kukorica (*Zea mays convar. dentiformis*)
3. Csemegekukorica (*Zea mays convar. saccharata*)
4. Pattogatni való kukorica (*Zea mays convar. microsperma*)
5. Viaszkukorica (Waxy típusú) (*Zea mays convar. ceratina*)
6. Díszkukorica (*Zea mays convar. japonica*)
7. Pelyvás kukorica (*Zea mays convar. tunicata*)

2.2.1 Gyökérszet

A pázsitfűfélékhez (Poaceae) hasonlóan a kukoricának is bojtos gyökérszete van, akár 2 méter mélyre is hatolhat, oldalirányba pedig, körülbelül 1,5 méter hosszú is lehet. A kukorica gyökérrendszere elsődleges és másodlagos gyökérből áll (2. ábra). Az elsődleges gyökér: csíranövény gyököcskéjéből kifejlődő főgyökér és a hypocotyl-ból fejlődő mellékgyökerek. Az elsődleges gyökér akár két méter mélyre is lehatolhat. A csíra gyökerek növekedése hamar befejeződik, ezután a szikközépből kiindulva megjelennek a másodlagos gyökerek. A másodlagos gyökerek, a koronagyökerek, ezek a 2-3 leveles korban lévő növény földalatti nódusaiból fejlődnek ki. A föld feletti nóduszokból pedig a harmatgyökerek fejlődnek, amelyek segítenek a növény megtámasztásában (Csajbók 2012)



2. ábra:
Kukorica gyökérszete (Forrás: Hochholdinger 2009)

2.2.2 Szár és levél

A kukorica szára erős, belül bélszövettel van kitöltve. A magassága 60-350 cm is lehet. A szár felső része körülbelül 2-3 cm vastag, az alaprész pedig 6-7 cm. A szárat nóduszok és internódiumok tagolják, számuk függ a vegetáció hosszától, például korai hibridek 8-10 internódiumot-, a kései hibridek pedig 18-22 tartalmazhatnak. Az internódiumok egy része a föld alatt található, csomói másodlagos gyökereket növesztenek. A kukorica levélhüvelye alatt oldalrügyek helyezkednek el, amelyekből képződnek az oldalhajtások és fejlődik a nővirágzat. Ezeket az oldalhajtásokat más néven fattyúhajtásoknak is nevezzük. A fattyasodási hajlam fajtatulajdonság, de függhet az agrotechnikától és a környezeti tényezőktől is. A kukoricalevelek a föld feletti, száron lévő nóduszokból indulnak ki, így számuk is megegyezik. A kukorica levelét három részre lehet osztani, van a levélhüvely, a levéllemez és a nyelvecske. A levélhüvely szorosan a szár körül helyezkedik el, segít a szár szilárdításában, védelmében. A levéllemez akár 30-100 cm hosszú is lehet, párhuzamosan erezett, közepén világos színű, kidomborodó ér található. A nyelvecske a levéllemez és a levélhüvely között található, segít megakadályozni, hogy a csapadék, a szár és a levélhüvely közé folyjon. A levelek legtöbbszörre átellenesen helyezkednek el a száron (Csajbók 2012).

2.2.3 Virágzat és a termés

A kukorica egylaki, váltivarú növény, a hímvirágok és a nővirágok külön virágzatban vannak. A hímvirágzat a növény csúcsán helyezkedik el, címernek nevezzük. A hímvirágzat kalászkáiban 2 virág található, 3-3 porzóval, ezt pelyva borítja, ami zöld vagy ibolyás színű lehet. A nővirágzat vagyis a torzsavirágzat, a levél hónaljában az oldalhajtásokon alakul ki. A virágzati tengely, a csutka, rajta szabályos, páros sorokban helyezkednek el a kalászkák, körülbelül 8-24 sor található rajta. A bibeszálak a cső alján hosszabbak, 75 centimétert is elérhetik, a virág megtermékenyülése után bibeszálak elszáradnak és barnás színűek lesznek, ezt nevezzük népiesen, bajusznak. A kukoricának szemtermése van, amely a megtermékenyítés után kezd kialakulni. Színét, a terméshéj pigmentet tartalmazó sejtjei határozzák meg (piros, narancs és fehér). Alakja lehet gömbölyű hosszúka esetleg lapított, az ezermagtömeg 35-1000 gramm között változhat. A szemtermés 76%-a endospermium (Borsos et al. 1994).

2.3 A kukorica ökológiai igényei

A termesztés színvonalát, emellett kiemelkedő termésmennyiséget, az ökológiai feltételek, alkalmazott agrotechnika, megfelelő hibridek, kapcsolatrendszere határozza meg. A kukoricahibridek termésmennyisége nagyban függ az időjárási viszonyoktól a vegetációs időszak során (Starčević és Latković 2006). Az időjárási viszonyok, különösen a csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a levegő átlaghőmérséklete nagyon fontos a szántóföldi növények terméshozamának kialakításában. A termésmennyiség változása az évek során az időjárási viszonyoktól, főleg a csapadéktól és a hőmérséklettől függ (Kovačević et al. 2010).

2.3.1 Hőmérséklet

A kukorica a termofil növények közé tartozik, azaz melegigényes növény. A kukorica fagyérzékeny, a talaj és a levegő hőmérséklete is egyaránt fontos számára. A magok csírázáshoz a minimális hőmérséklet 8 °C, bár ebben az esetben a csírázás nagyon lassú, ezért a vetést 10 °C feletti talajhőmérsékleten ajánlott elkezdeni. A kukorica akkor kezd fejlődni, ha a talaj hőmérséklete 10 °C feletti és közben a levegő hőmérséklete több mint 13 °C. A májusi enyhébb fagyok (max. -2 °C), nem veszélyesek az 5-6 leveles korban lévő növény számára, igaz, levelei sárgásak lesznek. Később, erősebb fagyoknál már sérülhet a tenyészőcsúcs és elpusztul a növény. A gyökérrendszer legintenzívebben 23-25 °C-os hőmérsékleten fejlődik, a föld feletti részek pedig 20-28 °C körül. A 48 °C-nál magasabb hőmérsékleteknél a kukorica fejlődése leáll (Pucarić et al. 1997). A címerhányástól, a teljes érésig a megfelelő átlag hőmérséklet 24-26 °C. A megtermékenyítés szakaszában és a hólyag állapotban (Blister), nagyon káros a 30-35 °C, az ilyen hőmérséklet kárt tesz a pollenszemekben és komoly termésnövekedéshez vezethet. Az érés fázisában a kukorica már nem annyira érzékeny a hőmérsékletre, lényeg, hogy nagyobb legyen 15 °C-nál. Ősszel az első fagyok (-0,5, -1 °C), kényszerérést idéznek elő, ami jelentős termésnövekedést okoz.

2.3.2 Fény

A kukorica rövidnappalos növény, 12 óránál rövidebb megvilágítást igényel. A nap hosszára való érzékenység hibridtől és termőterülettől is függhet. Mondjuk egy rövid tenyészidejű és kiváló alkalmazkodóképességű kukorica, hosszú megvilágításkor is boldogulhat. Azonban hosszabb megvilágítás esetén hosszabb lesz a vegetációs időszak, ami miatt nagyobb tömegű lesz a szár és

a levél, ennek okán romlik a vegetatív és a generatív termésarany. Ami a kukorica fényigényét illeti, körülbelül 900 óra napfénytartamra van szüksége (Kovačević és Rastija 2009)

2.3.3 Vízigény

A kukoricának magas vízigénye van. Ahhoz, hogy magas terméshozamot érjünk el, a tenyészidő alatt 550-700 mm vízre van szüksége a kukoricának (Filipović et al. 2015). A kukorica transpirációs koefficiense 250-270 l/szárazanyag kg. A jól fejlett, mélyreható gyökérrendszerének köszönhetően a talaj mélyebb rétegeiből is felszívja a vizet. A kukorica levelei a legkisebb mennyiségű vizet is összegyűjtik és szárazság esetén a levelek felkunkorodnak, így csökkenti a vízvesztésget. A legérzékenyebb időszak a vízigény szempontjából július-augusztus körül van (két héttel címerhányás előtti időszaktól a szemtelítődésig). A címerhányás időszaka alatt bekövetkezett aszály akár 53%-kal csökkentheti a hozam mennyiségét. Ha ebben az időszakban vészesen csökken a talajnedvesség, akkor a növény hervadásnak indul és jelentősen csökken a terméshozam is (Robins és Domingo 1953). A kukorica napi vízigénye ilyenkor 4,5-5,5 mm. Mivel a kukoricának a legvízigényesebb időszaka hosszú, ezért hazánkban nagy valószínűséggel egybeesik az év legaszályosabb időszakával. Marković és Jovanović (2011) vizsgálták a csapadék mennyiségét és annak hatását a búza és a kukorica termésmennyiségére (1975-től 2005-ig), amiből rájöttek, hogy az áprilistól augusztusig lehullott csapadék mennyisége nagy hatással van a kukorica terméshozamára. A maximális vízigényes periódus után a vízfogyasztása folyamatosan csökken, szeptemberben már a napi vízigénye 2 mm. Wallace és Bressman (1925) szerint az optimális vízmennyiség havonta: április-68 mm, május-100 mm, június-127 mm, július-90 mm, augusztus-90 mm, szeptember-95 mm, szóval, 580 mm csapadék kell, hogy legyen a vegetációs periódusban. Prokszáné Paplogó és társai (1995), kutatása alapján kiderült, hogy a kukorica fehérjetartalma, csapadékosabb években alacsonyabb, mint aszályos években.

2.3.4 Talaj

A gabonafélék közül a kukorica a legigényesebb, ami a talaj minőséget illeti. Igaz többféle talajtípuson is termeszthető, de ha jó terméseredményt szeretnénk elérni akkor a csernozjom, réti csernozjom és a barna erdőtalajok a legmegfelelőbbek. Ezek a talajok mély termőrétegűek, humuszban gazdagok és megfelelő vízkapacitásúak. A semleges kémhatású talajok a legmegfelelőbbek a kukoricának (6,5-7,5 pH). Vajdaságban körülbelül 1 000 000 hektár

csernozjom termőföld található (Pavlović et al., 2017). Balás (1876) szerint „minden termőképés talaj, ha nem vizenyős vagy túlszáraz alkalmas a tengeri alá, mégis legjobban szereti a közép kötöttségű, televénydús, kiszáradt iszapos helyet. Ha a talaj köves is, az nem baj, csak nedves ne legyen. Sovány talajon is megterem még valahogyan a tengeri, de nagy termést ily helyről ne várjunk”.

2.4 A vetőmagtól a betakarításig

A kukorica hibrideket éréscsoportokba soroljuk. Minden hibridnek van egy nemzetközileg elismert jelölése, FAO-száma, ami a tenyészidőszak hosszától függ. A legkorábbi, azaz a szuperkorai hibridek a FAO 100-199-es éréscsoportba tartoznak, 95-105 napos a tenyészidejük, érési időpontja augusztus közepe, majd jön a FAO 200-299-es éréscsoport, 130-140 napos tenyészidőszakkal, ezután a FAO számok, a tenyészidőszak hosszával folyamatosan növekednek. A FAO 600-as csoportnak a várható érési időpontja október vége körül van, tenyészideje 170-180 napos. (Borsos et al. 1994). Szerbiában legtöbbször a középérésű és a kései fajtákat alkalmazzák, vagyis a FAO 400-as és 500-as hibrideket. Tenyészidejük 150-170 nap

2.4.1 Elővetemények és a talajelőkészítés

A talajelőkészítés és a vetés előtt fontos tudnunk milyen növény volt előtte a területen, ezt nevezzük előveteménynek. A kukoricát lehet monokultúrában termesztetni, de vetésforgóban termékenyebb (Peterson és Varvel 1989). Jó előveteményei: az őszi búza, repce, len, mák, kender, őszi árpa, tavaszi árpa, vöröshere. Közepes előveteményei, például, a napraforgó. Rossz elővetemények pedig a lucerna és a cukorrépa, főleg aszályos években, ugyanis sok vizet használnak fel a talajból. Az elővetemények, ne hagyjanak sok szármagot, ne szárítsák ki a talajt és korán lekerüljenek a területről. A talajművelés célja, hogy létrehozzunk egy olyan talajállapotot, amely a legmegfelelőbb a kukorica számára. Fontos, hogy a művelés segítségével megőrizzük a talajban a nedvességet. A kukorica talajművelése négy szakaszra osztható. Az első a tarlóművelés, ide tartozik a tarlóművelés és a tarlóápolás. A tarlóművelést az elővetemény lekerülése után mihamarabb el kell végeznünk. Segít a talajban lévő nedvesség megőrzésében, ezt a műveletet körülbelül 10 cm mélyen végezzük. A tarlóápolás pedig kiváló a gyomok ellen, ajánlatos többször elvégezni és fokozatosan mélyíteni (kb. 18-20 cm). Mindkettő művelet elvégzéséhez használható pl. tárcsás borona. A következő szakasz az alpművelés, majd annak elmunkálása. Az alpművelésnek a

mélysége függ a talajtípustól, minél lazább a talaj, annál sekélyebb a művelés. Hazánkban 28-32 cm mélységig művelünk, bár ajánlatos 3-4 évente, 40-50 cm mély művelést végezni. Az alpművelés lehet forgatással vagy forgatás nélkül (Csajbók 2012). Eszközei: eke, nehéz kultivátor. Az alpművelés elmunkálását egyidőben az alpműveléssel végezzük, vagy nem sokkal utána. Alkalmazható eszközök, például a simítók, boronák és a hengerek. Majd a soron következő művelés a magágykészítés. A magágy egyenletes mélységű és morzsás kell, hogy legyen, mélysége 1-2 cm-rel több mint a vetés mélysége. A magágy nyitáshoz használandó eszközök az ásóboronák és a kombinátorok. A gyakorlatban fontos, hogy évenként meghatározzuk a pontos vetésidőt és a hibrideket. A vetőmag kiválasztásnál elsősorban ajánlott egy kiváló minőségű és termőképességű hibridet választani. Emellett fontos, hogy a vetőmag rezisztens legyen és megfeleljen a helyi éghajlati viszonyoknak. Mint tudjuk, a hibridek tenyészideje és termőképessége pozitív korrelációban vannak, ez azért van mert a hosszabb tenyészidejű kukorica termésmennyisége magasabb, mint a rövidebb tenyészidővel rendelkezőké. Nálunk az optimális vetésidő április 10. és április 20. körül van, emellett figyelembe kell venni azt, hogy a talajhőmérséklet elérje a 10°C-t. A túl korai vetés kockázatos, ilyenkor a hideg és nedves talajban álló vetőmagok kórokozó támadásoknak vannak kitéve. A vetési sortávolság a kukoricánál 70 cm, a tőtávolság pedig függ az éréscsoporttól, talajtípustól és évjárattól. Ami az éréscsoportot illeti, azt jelenti, hogy egy rövidebb tenyészidejű hibridet (pl. FAO 200) sűrűbben lehet vetni, mint egy hosszabb tenyészidejűt (pl. FAO 500), ez azért van így mert a rövidebb vegetációs időszakkal rendelkező hibridek kisebb méretűek. A megfelelő és egyenletes állománysűrűség kialakítása a kukorica hozamnövelésének egyik fontos tartalékát jelentheti (Pepó 2012). Túl sűrű állomány esetén a kukorica fejlődése lelassul, emellett a víz- és tápanyag felvétel nehézkes lesz a növény számára. Ajánlott tőszám körülbelül 55-75 ezer/ha. A kukorica vetésmélysége általában 5-7 cm. A vetés pneumatikus szemenkénti vetőgépekkel történik.

2.4.2 A kukorica tápanyagellátása

Tápanyagigényesebb növények közé tartozik (Csajbók 2012). Legtöbbet nitrogénből igényel, káliumból, foszforból viszont kevesebbet. Egy tonna kukoricaterméshez és a hozzá tartozó melléktermékekhez a következő tápanyagokat veszi fel a talajból (Antal 2000): Nitrogén (N) 28 kg/t, Foszfor (P₂O₅) 11 kg/t, Kálium (K₂O) 30 kg/t, Kalcium (CaO) 8 kg/t, Magnézium (MgO) 3 kg/t. A nitrogén műtrágyát legjobb megosztva kijuttatni. A nitrogén műtrágya 20-30%-át összel

juttatjuk ki, 50-70% tavasszal, a megmaradt adagot pedig szárbainduláskor. A kukorica a fiziológiai érésig folyamatosan veszi fel a nitrogént. Nitrogénhiány bekövetkezésekor csökken a klorofiltartalom, a levelek fakók, sárgás színűek lesznek, valamint a szár elvékonyodik és a növekedés lelassul (Bergmann 1979, Jolánkai 2010). A foszfort és a káliumot az alapművelés előtt ősszel (amikor az első adag nitrogént) juttatjuk ki. A foszfor felvétele 3-6 leveles korban a legintenzívebb. A foszforhiány negatívan hat a termésképződésre, virágzásra és annak idejére is hatással van (Debreczeniné 1999). Hiánya felismerhető az antociános levélről és szárról. A kálium felvétele címerhányáskor a legintenzívebb. Rossz kálium ellátás esetén a növény alacsonyabb lesz, szára vékony és elmarad a fejlődésben. Hiánytünete, hogy a levelek elernyednek és sárga foltok keletkeznek rajtuk. A kukoricatermesztésben szerves trágyázás is alkalmazható a műtrágyák használata mellett. Bár a gyomosodás intenzívebb lesz, de megfelelő gyomirtással magas termésmennyiséget érhetünk el. Körülbelül 3-4 évente, 700-1000 kg/ha istállótrágyát ajánlott kijuttatni, az őszi mélyszántás előtt. Mint tudjuk a szerves trágya kedvezően hat a talaj szerkezetére, víz- és tápanyaggazdálkodására.

2.4.3 Betakarítás és tárolás

A kukoricát fiziológiai érettségben takarítják be. Ez az érettségi fázis felismerhető a fekete rétegről. Ez azt jelenti, hogy amikor a szem-csutka közti kapcsolat megszakad, azaz a tápanyagok beáramlása a magba véget ér, megjelenik a szem köldökénél a fekete réteg. Ekkor a szem nedvességtartalma 35% körül van. Ha a szemes betakarítás túl korán vagy túl későn történik, akkor igen nagy termésveszteségek alakulhatnak ki. Emellett, a betakarítás időpontja nagyban függ az éréscsoporttól, hibridtől. A fekete réteg megjelenése után következik a szem vízleadásának folyamata. Először a korai és igen korai fajtákat takarítjuk be, 16-18%-os nedvességtartalom mellett, majd a középérésű hibrideket. A kései fajtáknál ajánlatos állományszárítást (deszikkálást) végezni, a szárítási költségek csökkentése érdekében. A szemes betakarításhoz gabonakombájt használunk kukorica adapterrel ellátva. Ami a kukorica tárolását illeti, a szemek 14-15% nedvességtartalomnál lehet tárolni gabonasilókban. Sok esetben a kukoricát mesterségesen kell szárítani, 90-120°C-on (Csajbók 2012).

2.5 A kukorica öntözése

A világ minden táján jelentős terméstöbbletet érnek el öntözéssel, több kutatás és szakirodalom is bizonyítja az öntözés fontosságát. Szerbiában azonban, továbbra is viták folynak a szántóföldi termesztésben történő alkalmazásának indokoltságáról, különösen a kukorica termesztésénél. Vajdaságban öntözés nélkül termesztik a kukoricát, a termesztés kockázatosnak lett minősítve (Maksimović et al. 2008). Magas és stabil hozam, hazánk éghajlati körülményei mellett csak öntözéssel lehetséges (Filipović 2012). Bošnjak és társai (2005), kutatása szerint, öntözési körülmények mellett a kukorica termésmennyisége 28,7%-kal nagyobb lehet, rendkívül száraz években, pedig az öntözés hatása 150%-os termésnövekedést okozhat. Vajdaságban a legnagyobb aszály júliusban és augusztusban van. Ekkor a kukorica, a virágzás, a megtermékenyülés és a szemtelítődés fázisában van (Jovanović és Stikić 2012). Címerhányáskor a nagy szárazság akár 40-50%-os terméseszkökenést okozhat (Classen és Shaw 1970). Általában háromszor öntözzük a kukoricát: címerhányás előtt (június vége-július eleje), nőivirágzat megjelenésekor (július közepe és második fele), szemképződés kezdetén (augusztus eleje) (Borsos et al. 1994). Az öntözést nem szabad túl korán megkezdeni, ugyanis az akadályozza a gyökér mélyrehatolását és fejlődését. Josipović és társai (2007), megállapították, hogy az öntözés jelentős hatással volt a kukorica fehérje- és olajkoncentrációjára. A vízhiány okozta stressz hatással van a virágzásra, termésmennyiségre és annak minőségére (Quaranta et al. 2001). A vízhiány és a vízstressz lassítja a tápanyagok talajból történő felszívódásának folyamatát, ami közvetlenül befolyásolja a növény növekedését és fejlődését. Szoros az összefüggés a növény vízellátottsága és a műtrágya hasznosulása között (Láng 1971). Az öntözés növeli a műtrágyák hatékonyságát. A növény, megfelelő vízellátottsága nagy szerepet játszik a nitrogén hasznosulásában. A műtrágyák hatása növekszik az optimális vízellátottság mellett, de hatásuk csökken, ha nagy a vízfelesleg (Nagy 1994). Szerbiában 2021-ben 52 236 hektár mezőgazdasági terület lett öntözve, ami 0,4%-kal kevesebb mint 2020-ban, viszont 33,9%-kal több vizet használtak fel. 2022-ben pedig 54 639 hektár földterületet öntöztek, 7,3%-kal több vizet használva mint 2021-ben. 2021-ben összesen 92 574 m³ vizet használtak öntözés céljából, 2022-ben pedig 99 355 m³. Legnagyobb arányban szántóföldek és kertek lettek öntözve (94%), majd a gyümölcsösök (5%) és az egyéb területek (1%). A területek 91,8%-a esőszerű öntözéssel lett öntözve, 0,8% pedig csepegtető berendezéssel (Köztársasági Statisztikai Hivatal, 2022). Az esőszerű öntözésnél leginkább a csévélődös és a lineár berendezéseket alkalmazzák (3. és 4. ábra).



3. ábra:
Csévéldobos öntözőberendezés
(Forrás: http3)



4. ábra:
Lineár öntözőberendezés
(Forrás: http4)

3 VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

A kísérletet két egymást követő évben végeztem el, a 2021-es évben egy parcella lett bevetve 6 különböző kukorica hibriddel, két eltérő magház (RAGT és Syngenta) 3-3 hibridje lett kiválasztva, egyes hibrid párok ugyanazon FAO csoportba tartoztak (2. táblázat). Hazánkban a legelterjedtebb FAO csoportok a 400-500 érésű fajták. Ebben az évben a kísérlet célja a hibridek közötti terméshozam alakulása volt.

2. táblázat: A 2021-es kísérletben szereplő hibridek, alkalmazott tőszám és tőtávolság

Hibrid neve	FAO csoport	Tenyészdő	Tőtávolság	Tőszám / ha
RGT Futurixx	400	130-140	18.6	75,200
RGT Noemixx	450	140-150	19.6	71,400
RGT Distinxxion	550	150-160	20.6	68,000
SY Infinite	410	130-140	18.6	75,200
SY Minerva	430	140-150	19.6	71,400
SY Carioca	520	150-160	20.6	68,000

A 2022-es évben két egymáshoz közeli parcella lett bevetve, amelyek közül az egyik lehetőséggel volt öntözésre. Így az egyik parcella a vegetáció alatt 4 alkalommal lett öntözve és alkalomként 20-25 mm vízmennyiség lett kijuttatva. Ebben az évben azok a hibridek lettek elvetve, amelyek az előző évi kísérletben is szerepeltek, de mivel most a kísérlet hangsúlya az öntözésen volt, csak az RAGT nemesítőház hibridjeit alkalmaztam. Az alkalmazott tőszám és tőtávolság azonos, az öntözött és a nem öntözött parcellán (3. táblázat.)

3. táblázat: A 2022-es kísérletben szereplő hibridek, alkalmazott tőszám és tőtávolság

Hibrid neve	FAO csoport	Tenyészdő	Tőtávolság	Tőszám / ha
RGT Futurixx	400	130-140	18.6	75,200
RGT Noemixx	450	140-150	19.6	71,400
RGT Distinxxion	550	150-160	20.6	68,000

3.1 A helyszín és a tápanyagutánpótlás

A kísérletben szereplő parcellák, Szerbiában azon belül Vajdaságban, dél-Bácska területén találhatóak. A mintaparcellák a vetésforgó tiszteletben tartása miatt az egymást követő években nem tudtak ugyanarra a helyre kerülni, de az említett területek fizikailag nagyon közel fekszenek egymáshoz, így is szűkítve a külső behatásokat. Az összes parcella fekete csernozjom talaj. Törekedtem arra, hogy az alkalmazott tápanyagutánpótlás is megegyezzen mind a két évben. 2021-ben a parcellára, ősze 300 kg/ha NPK 16:16:16-os kevert műtrágya lett kijuttatva, fejtrágyaként pedig 200 kg/ha karbamid (46% N tartalom), emellett, a talajanalízis eredményei (4. táblázat) alapján, a felmerülő cinkhiány miatt, ki lett juttatva 0,5 l/ha YaraVita Zintrac 700, foliárisan. Az elővetemény őszi búza volt. A 2022-es kísérletben mind a két parcella előveteménye, szintén őszi búza volt és mind a két parcella 300 kg/ha NPK 16:16:16-os kevert műtrágyát kapott az őszi szántás előtt, valamint a vetés előtt 200 kg/ha karbamid (46% N tartalom) lett kijuttatva.

4. táblázat: Talajanalízis eredményei

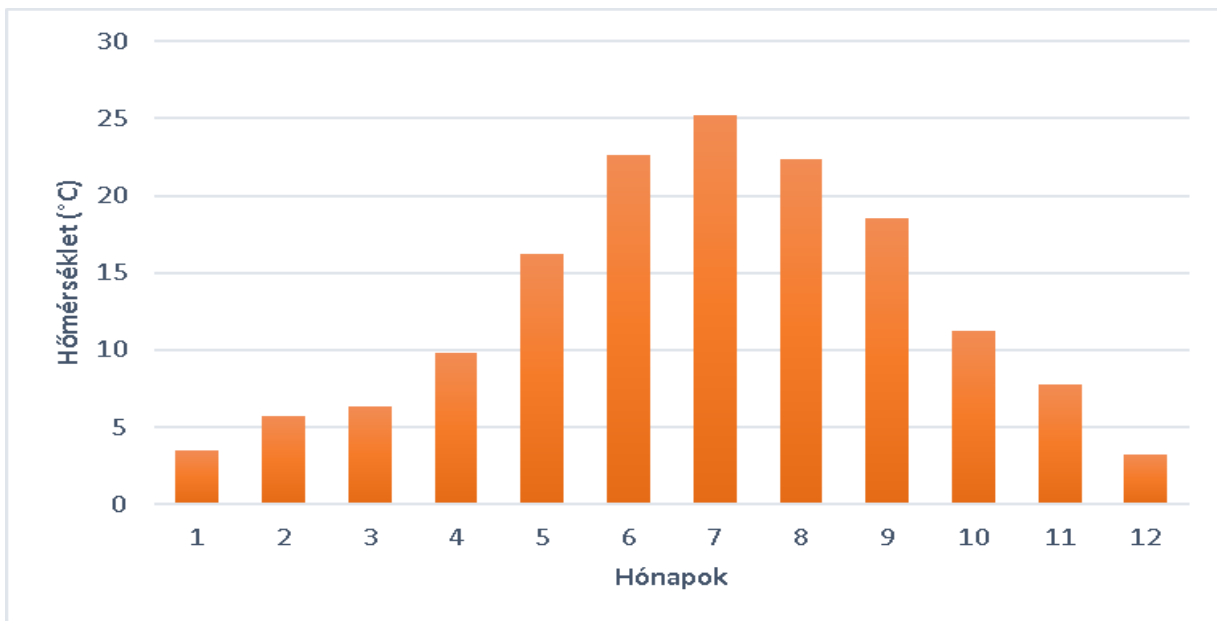
Elem	Eredmény (ppm)	Határérték (ppm)	Értékelés
Ca	3,993.0	1,600.0	optimális
Mg*	294.0	50.0	magas
Mn	163.0	110.0	optimális
B	6.4	1.6	magas
Cu	4.3	4.1	optimális
Mo	0.2	0.2	kissé alacsony
Fe	33.0	50.0	alacsony
Zn*	2.8	4.1	alacsony
S	10.0	10.0	optimális
P	10.0	16.0	alacsony
K	175.0	121.0	optimális
pH	8.3	6.5	magas
Na	34.0	90.0	nagyon alacsony

3.2 2021-es és a 2022-es év időjárása

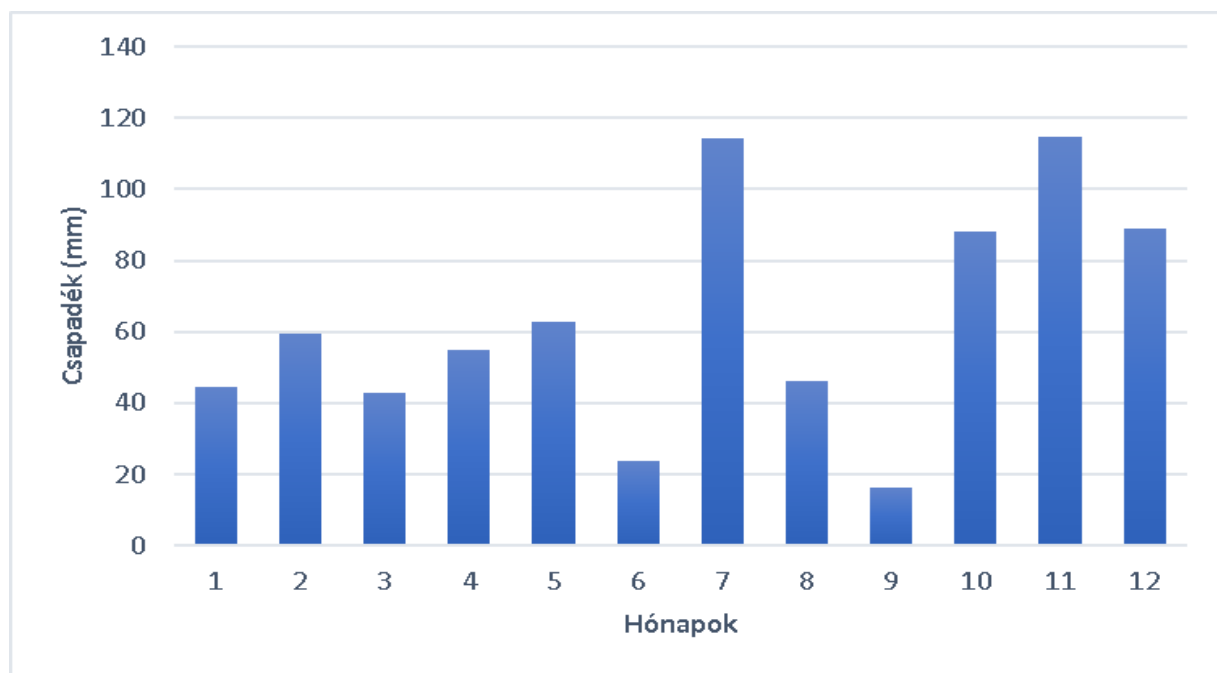
A fejezetben felhasznált, csapadék és hőmérsékleti adatok a Szerbiai Országos Hidrometeorológiai Szolgálatától származnak (RHMZ). Vajdaság éghajlata mérsékelt kontinentális. Szerbiában január a leghidegebb hónap, havi átlaghőmérséklete az évek során 0,0 °C volt, július pedig a legmelegebb, a havi átlaga 20-22 °C, a tavasz hidegebb, mint az ősz. A kései fagyokra április 15.-ig számíthatunk. A 2021-es év meleg és száraz volt. 1950 óta ez volt a 16. legmelegebb év, az 5. legmelegebb nyár és a 15. legesősebb év. Májustól-októberig az effektív hőösszeg 1725 °C volt. Mint láthatjuk az 5. ábrán, májusban kicsivel több mint 15 °C volt az átlaghőmérséklet, a hibridek vetésekor a minimum hőmérséklet 9,6 °C, a maximum 16,3 °C. Júniusban, az átlaghőmérséklet 22,6 °C volt, a hónap második felében 37-39 °C is voltak. A címerhányás, nőivirágzás és a tejesérés ideje alatti hőmérsékletek a 5. táblázatban láthatók. Októberben, a betakarítás hónapjában pedig 11,2 °C volt az átlaghőmérséklet. Mint már említettem, 2021 volt a 15. legesősebb nyár 1951 óta, az év elején, átlagos mennyiségű és eloszlású csapadék volt, januárban és februárban összesen 104,2 mm csapadék hullott. A tavasz eleinte száraznak indult, de májusban a vetés időszakában, a lehullott csapadékmennyisége 62,9 mm volt. 2021 júniusa igen száraznak minősült, csak 23,9 mm csapadék hullott. De azért júliusban, az előző évek átlagához képest lényegesen nagyobb mennyiségű csapadék volt, azaz 114,4 mm. A két hónap közti mennyiségbéli különbség, igen szembetűnő a 6. ábrán. Július első tíz napján 2,6 mm esett, majd a hónap közepén 111,7 mm, végül az utolsó dekádban csak 0,1 mm. Augusztus meglehetősen száraz volt, a hónap nagyrésztében csak 5,8 mm esett, majd az utolsó héten 40,6 mm. Szeptemberben 16,4 mm esett, októberben 88,0 mm. 2021-ben, májustól-októberig összesen 352,2 mm csapadék esett.

5. táblázat: 2021 július, augusztus, szeptember átlaghőmérsékletei

	Július	Augusztus	Szeptember
T max. átlag	32,0 °C	28,9 °C	25,4 °C
T min. átlag	19,1 °C	15,9 °C	11,7 °C
T átlag	25,2 °C	22,4 °C	18,5 °C



5. ábra:
 2021 átlaghőmérsékletei havonta
 (Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)

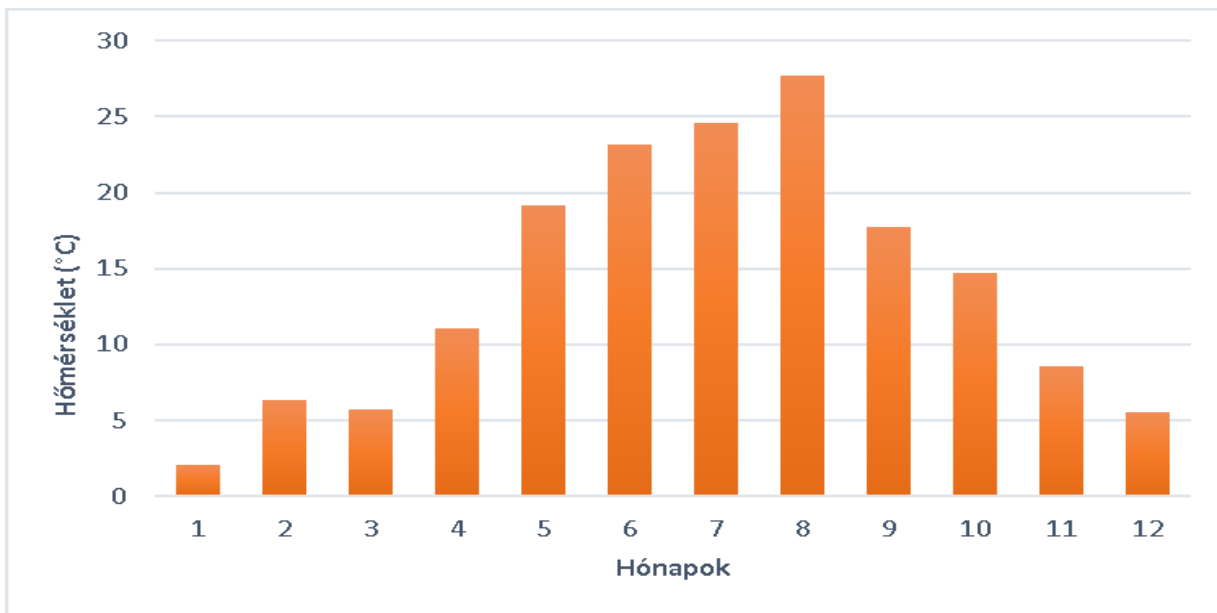


6. ábra:
 2021-es év havi csapadék mennyisége (mm)
 (Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)

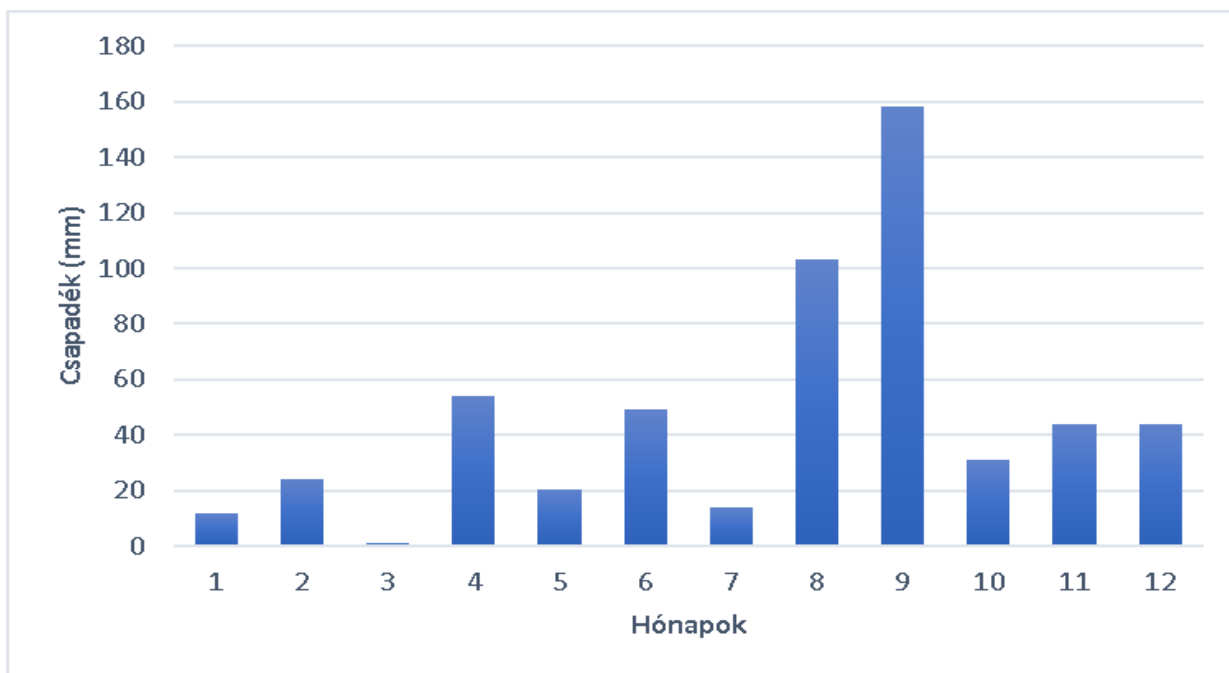
A 2022-es év a 2. legmelegebb év volt 1951 óta, az évi középhőmérséklet 12,1 °C. Májustól-októberig az effektív hőösszeg 2056 °C volt. Májusban, a megszokotthoz képest igen meleg volt, a havi átlaghőmérséklet 19 °C. 2022 nyara a 3. legmelegebb nyár 1951 óta (az első helyen 2012 áll). Júniusban az átlaghőmérséklet 23,2 °C, a minimum átlag 12,4 °C, a maximum pedig 36,2 °C. A címerhányás, nőivirágzás és a tejesérés (azaz július, augusztus, szeptember) ideje alatti hőmérsékletek a 6. táblázatban láthatók. Október havi átlag hőmérséklete 14,7 °C volt. A hőmérsékleteket összegezve a 7. ábra szemlélteti. A magas hőmérsékletek mellett, az extrém szárazság is jellemző volt a 2022-es évre. A tél a 20. legmelegebb és a 17. legesősebb tél volt 1951-óta. Májusban kevés csapadék volt, az előző évek átlagához képest, 7 esős nap volt és csak 20,2 mm mennyiségű csapadék esett. Júniusban 49 mm csapadék volt. Júliusban Vajdaság szerte aszály volt, egész hónapban csak 14 mm esett és 3 esős nap volt. Augusztus elején szintén szárazság volt, de az utolsó dekádban 103 mm eső esett. A szeptember a megszokottnál is esősebb volt, 158 mm mennyiség hullott, októberben pedig a szokásosnál sokkal kevesebb esett, 31 mm. Májustól-októberig összesen 369,2 mm csapadék volt. A havi csapadék mennyiség a 8. ábrán látható.

6. táblázat: 2022 július, augusztus, szeptember átlaghőmérsékletei

	Július	Augusztus	Szeptember
T max. átlag	39,7 °C	39,2 °C	30,5 °C
T min. átlag	10,6 °C	13,5 °C	4,4 °C
T átlag	24,6 °C	24,7 °C	17,7 °C

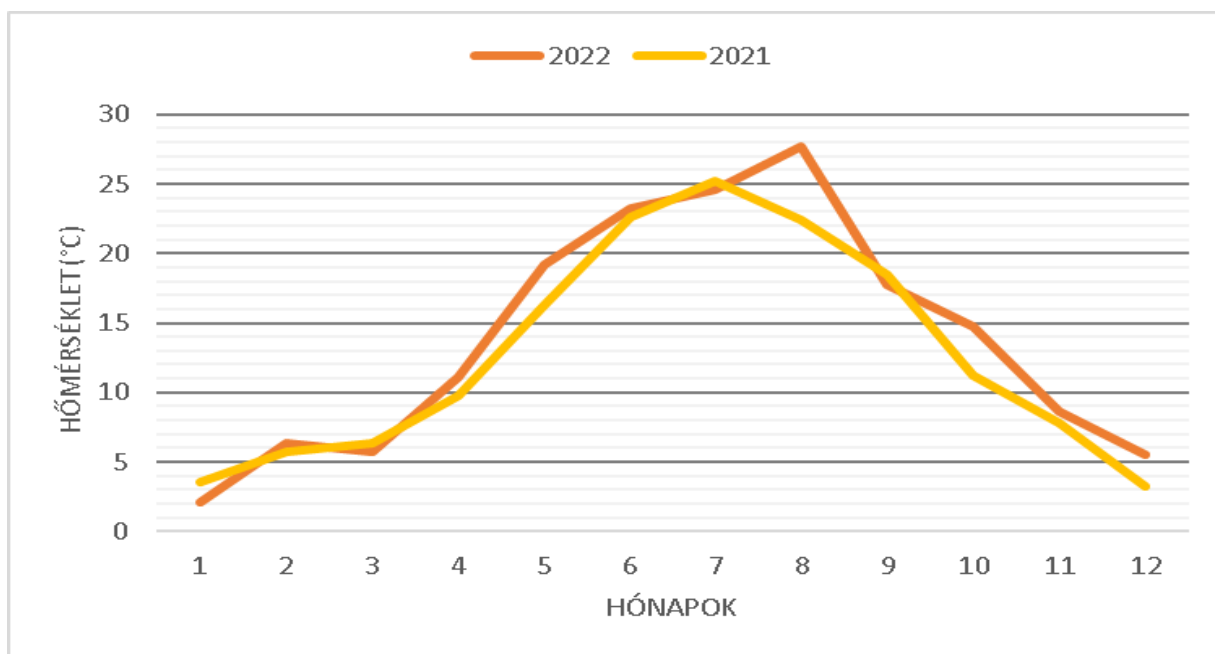


7. ábra:
2022 átlaghőmérsékletei havonta
(Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)



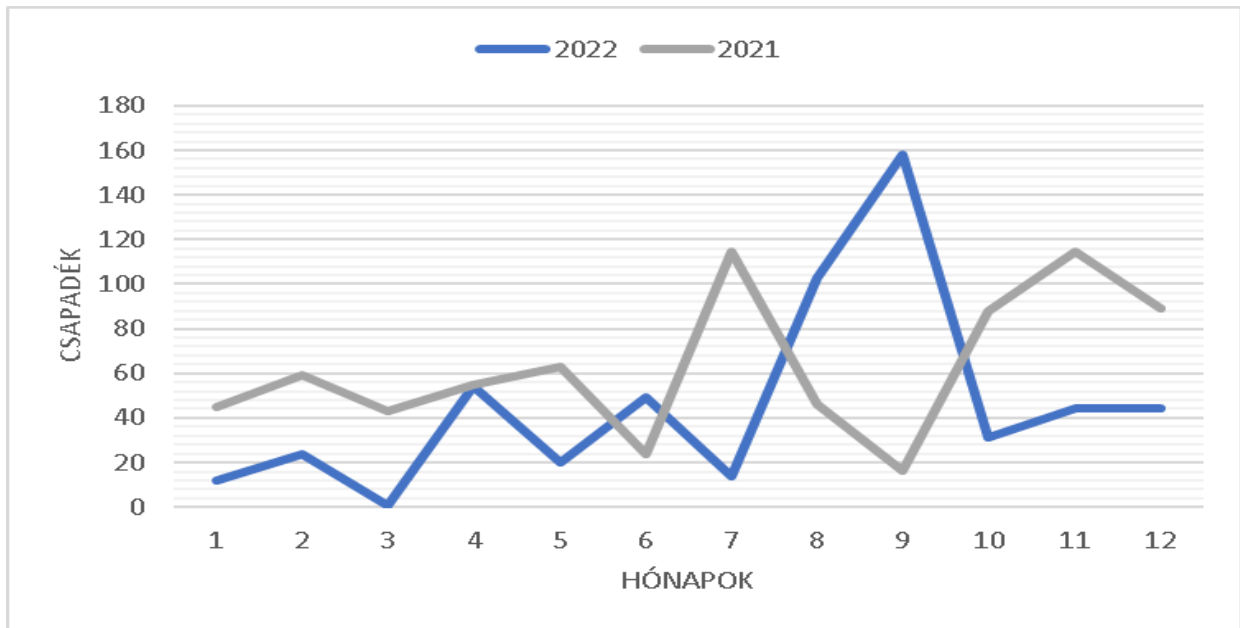
8. ábra:
2022-es év havi csapadékmennyisége (mm)
(Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)

2021 és 2022 hőmérsékleti szempontból elég hasonlóknak mutatkozik. A 9. ábrán láthatjuk, hogy több pontban is érintkeznek a hőmérsékleti adatokat követő vonalak. Mint tudjuk, a kukorica számára a legérzékenyebb időszakok júliustól szeptemberig terjednek, ebből a szempontból 2022 melegebb volt. Ami a csapadékot illeti, ha a teljes évet vizsgáljuk akkor 2022-ben több csapadék volt, de az eloszlása nem megfelelő a kukorica számára, mivel a legtöbb csapadék szeptemberben esett, ami már a növény számára aligha volt hasznosítható, emellett júliusban igen komoly aszály volt. A két év csapadékmennyiségének összehasonlítását a 10. ábra mutatja. Összevetve, a kukorica számára a 2021-es év valamennyivel jobbnak bizonyult, mint a 2022-es, csapadék és hőmérséklet szempontjából is.



9. ábra

2022 és 2021 havi átlaghőmérsékletei összehasonlítva
(Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)



10. ábra:
 2022 és 2021 havi csapadékmennyiségei összehasonlítva
 (Forrás: saját szerkesztés RHMZ alapján)

3.3 Alkalmazott statisztikai és matematikai módszerek

A Microsoft Excel táblázat kezelő program segítségével készítettem grafikonokat, ábrákat és számításokat végeztem. A szignifikancia alapú hipotézis vizsgálatokhoz a PAST szoftvert használtam, 5%-os szignifikanciaszintet alkalmaztam.

4 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kutatás első évében, 2021-ben vetett három Syngenta és három RAGT hibrid termésmennyiségei és annak nedvességtartalma a 7. táblázatban található. A kutatás második évében, 2022-ben, öntözött körülmények közt termesztett RAGT hibridek elért termésmennyisége, nedvességtartalma és fehérjetartalma a 8. táblázatban található, valamint a nem öntözött termesztésű RAGT hibridek terméseredményeit a 9. táblázat tartalmazza. 2021-ben a betakarított kukorica nedvességtartalma, az RAGT hibridek esetében átlagosan 18,9% volt. A Syngenta hibrideknél, pedig az átlag 18,5% volt. Magházanként nincs különbség a nedvességtartalom szempontjából, $p=0,471$. Az öntözött parcelláról betakarított RAGT kukorica nedvességtartalmának átlaga 17,7% volt, a nem öntözött parcelláról lekerülő kukoricáé pedig 16,2%. A termés nedvességtartalmai közel azonosak, $p=0,457$. Az RAGT hibridek esetében, az évjáráthatás sem mutat jelentős eltérést a nedvességtartalom szempontjából, $p=0,103$. Összegezve, a termés nedvességtartalma a 11. ábrán látható.

7. táblázat: A 2021-es évi kísérletben kapott eredmények

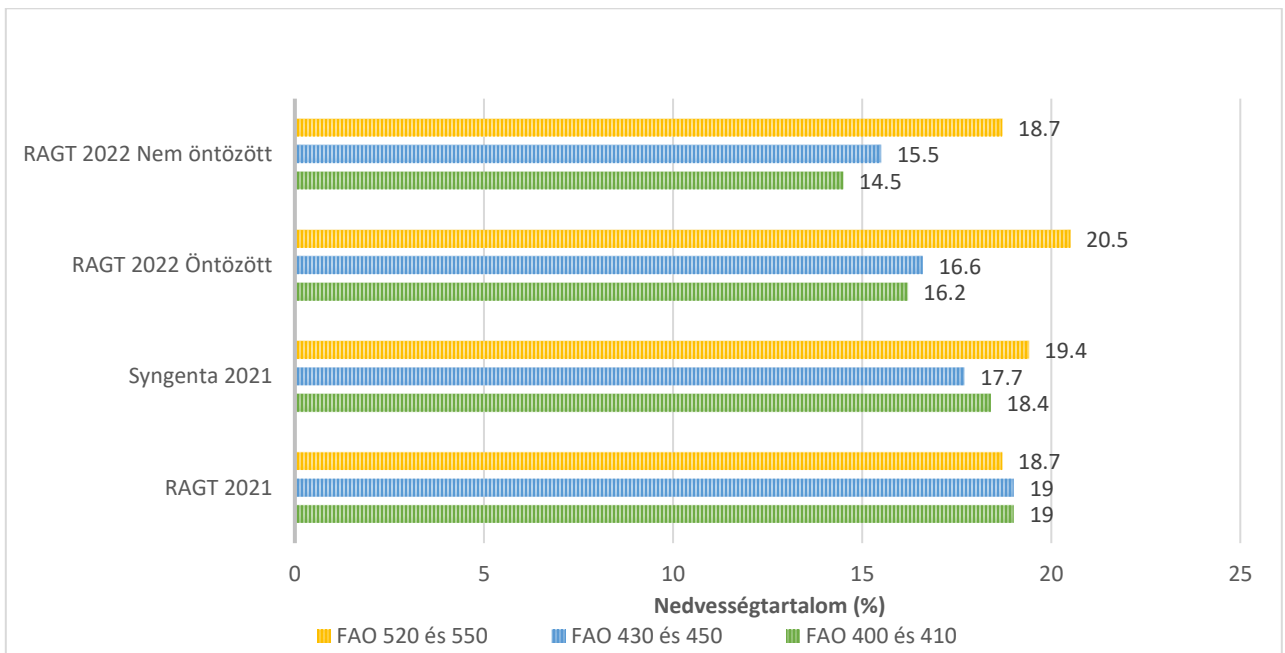
Hibrid neve	FAO csoport	Nedvesség tartalom (%)	Terméshozam (kg/ha)
RGT Futurixx	400	19.0	8,332
RGT Noemixx	450	19.0	9,347
RGT Distinxxion	550	18.7	9,998
SY Infinite	410	18.4	9,345
SY Minerva	430	17.7	8,584
SY Carioca	520	19.4	10,096

8. táblázat: A 2022-es évben öntözött termesztéssel elért eredmények

Hibrid neve	FAO csoport	Nedvesség tartalom (%)	Fehérjetartalom (%)	Terméshozam (kg/ha)
RGT Futurixx	400	16.2	9.4	9,964
RGT Noemixx	450	16.6	9.8	10,183
RGT Distinxxion	550	20.5	10.1	11,525

9. táblázat: A 2022-es évben nem öntözött termesztéssel elért eredmények

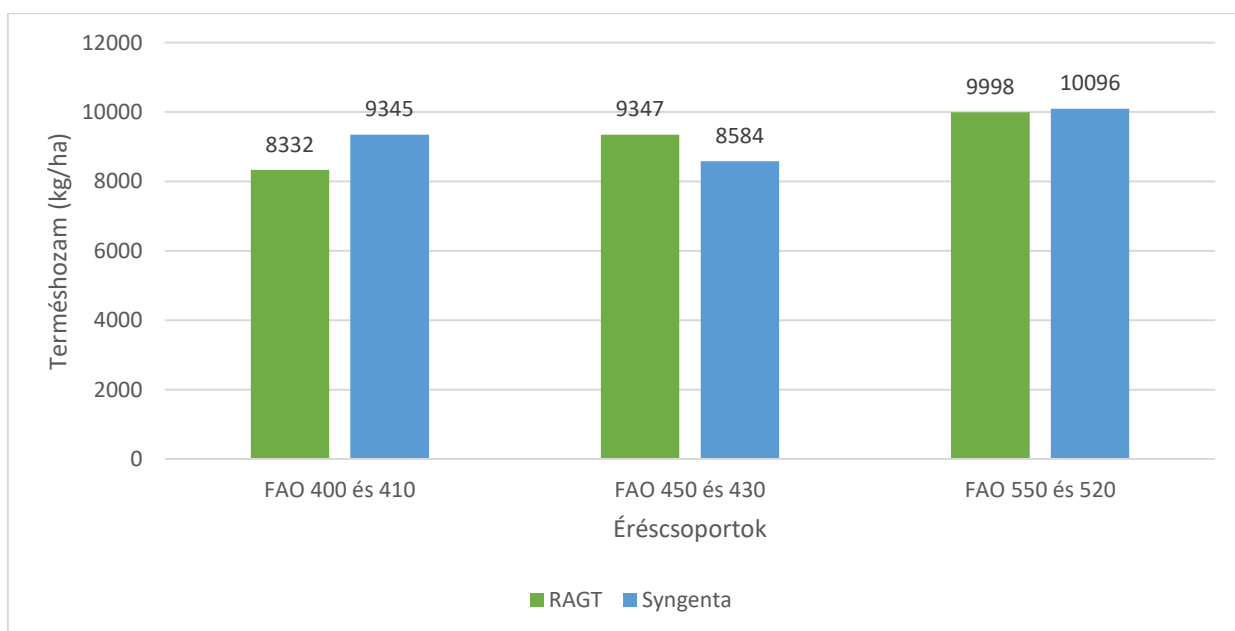
Hibrid neve	FAO csoport	Nedvesség tartalom (%)	Fehérjetartalom (%)	Terméshozam (kg/ha)
RGT Futurixx	400	14.5	8.5	5,699
RGT Noemixx	450	15.5	8.9	6,173
RGT Distinxxion	550	18.7	9.5	6,098



11. ábra:
A termés nedvességtartalmának összehasonlítása

4.1 RAGT és Syngenta hibridek összehasonlítása

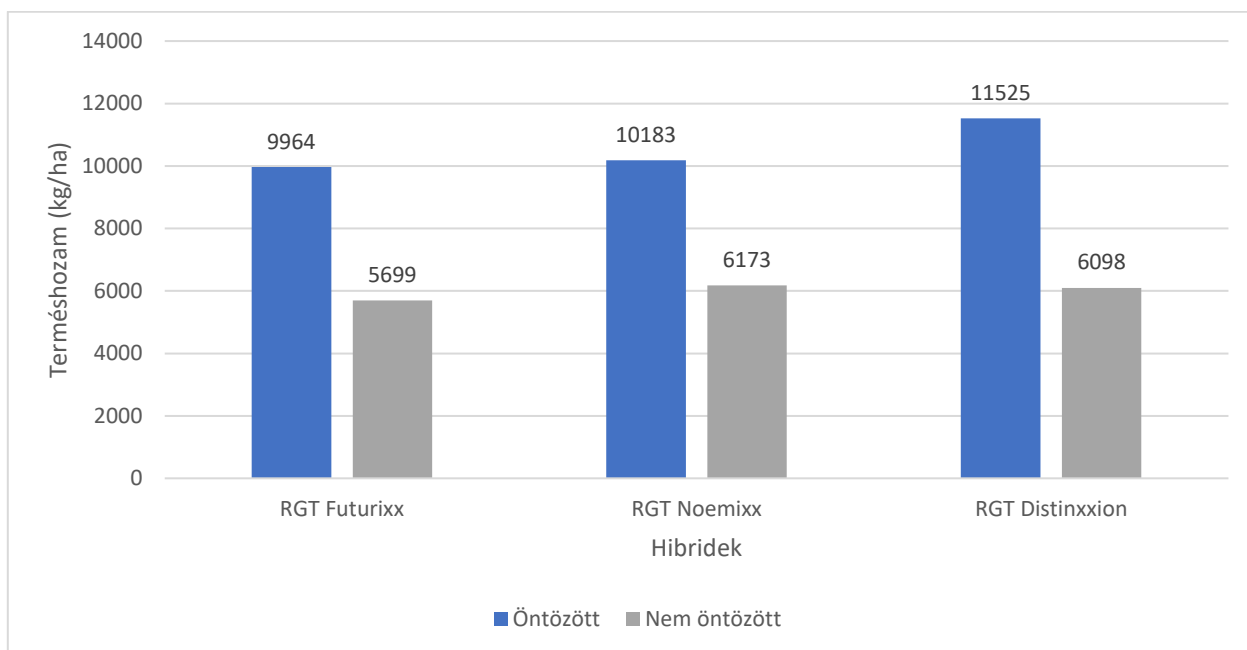
A 12. ábrán látni lehet, hogy az egyes hibridek között, FAO csoporton belül, a hozamok közti legnagyobb terméskülönbség a korai 400-as csoportban volt, 1013 kilogramm, vagyis 12,16%, a legkisebb különbség pedig az 500-as csoportban, 98 kg, 0,98%, mindkét csoportnál a Syngenta mutatkozott jobbnak, igaz a FAO 450 és 430 közül az RAGT 763 kilogrammal (8,16%-kal) több termést hozott. RAGT átlaghozama 9225,6 kg/ha, a Syngenta esetében pedig, 9341,6 kg/ha. Összegezve, a két nemesítőház közül, a Syngenta hibrideinek termésmennyisége 1,26%-kal nagyobb, a termésmennyiségek közel azonosak minősíthetők, $p=0,867$.



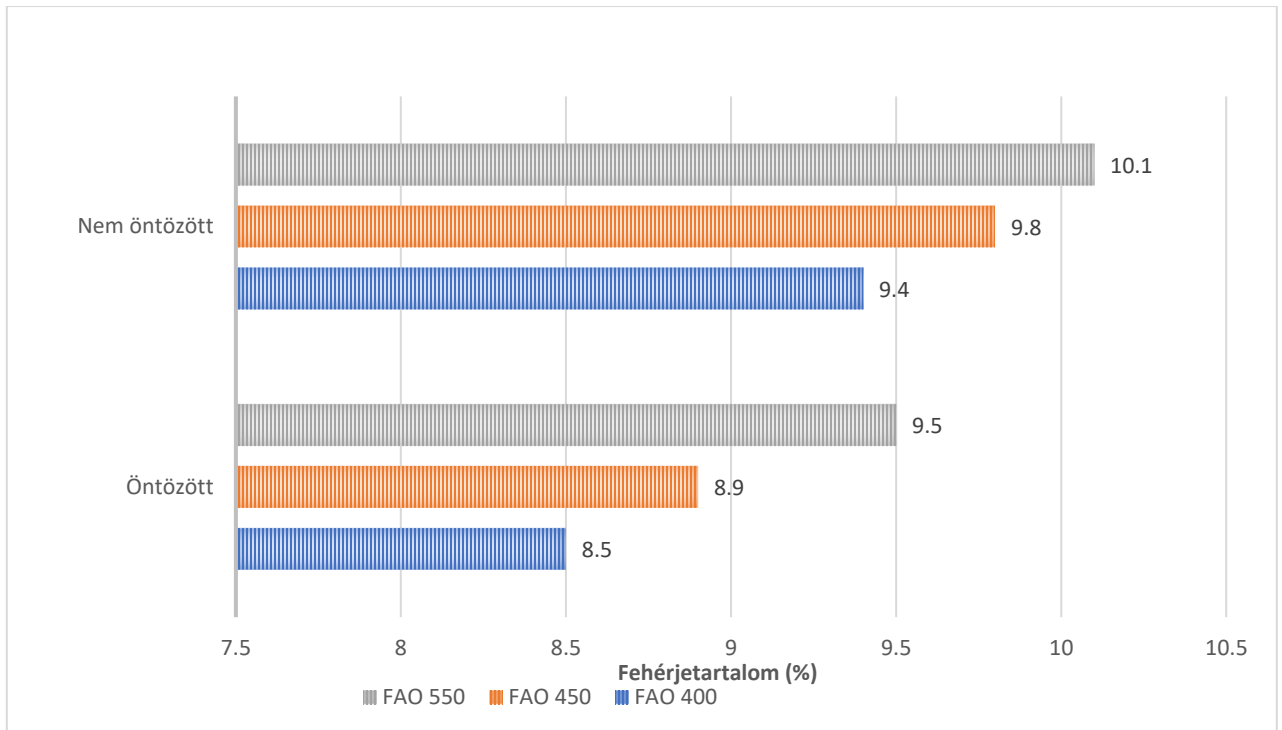
12. ábra:
RAGT és Syngenta FAO csoportok összehasonlítása

4.2 Öntözés hatása a termésmennyiségre és a fehérjetartalomra

A 2022-es évben végzett kísérlet során, az öntözött körülmények közt termesztett RAGT hibridek átlagos terméshozama 10 557,3 kg/ha volt, míg a nem öntözötteké 5 990 kg/ha, azaz 43,26%-os terméstöbblet lett az öntözött hibridek esetében, szignifikánsan különböznek $p=0,00085$. A 13. ábrán láthatjuk, hogy az RGT Distinxxion (FAO 550) hibridre volt a legnagyobb hatással az öntözés, ugyanis 47,09%-kal nagyobb hozamot eredményezett. Az RGT Futurixx (FAO 400) esetében 42,8% volt a különbség, RGT Noemixx-nél (FAO 450) pedig 39,38% volt. Az öntözött körülmények közt termesztett kukorica hibridek átlagos fehérjetartalma 9,7% lett, a nem öntözött hibrideké pedig 8,9%. Összeségében, a hibridek fehérjetartalmai közt nincs jelentős különbség, $p=0,086$. Viszont, a 14. ábrán látni lehet, hogy az öntözött és a nem öntözött termesztésnél is a FAO 550-es (RGT Distinxxion) éréscsoportú hibrid fehérjetartalma pár százalékkal nagyobb mint, a FAO 450 (RGT Noemixx) és a FAO 400 (RGT Futurixx) hibridé.



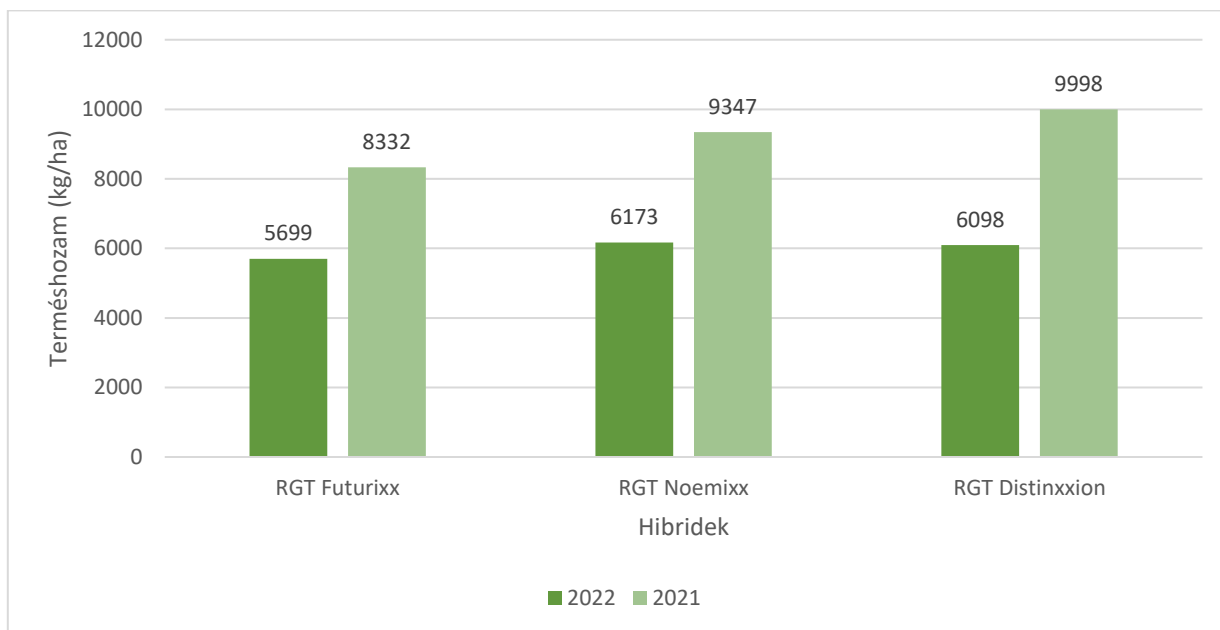
13. ábra:
Öntözött és öntözetlen hibridek terméshozamának összehasonlítása



14. ábra:
A termés fehérjetartalmának összehasonlítása

4.3 2021 és 2022 klimatikus tényezőinek hatása a termésmennyiségekre

Az anyag és módszer fejezetből már kiderült, hogy csapadék és hőmérséklet szempontjából, a 2021-es év jobbnak minősíthető, mint a 2022-es. Mint láthatjuk a 15. ábrán, mindhárom hibrid esetében a 2021-es évben hozott termés nagyobb. A 2022-es évben az átlag termésmennyiség 5 990 kg/ha (nem öntözött), 2021-ben pedig 9 225,6 kg/ha, 54,02% különbség van köztük, a mennyiségek lényegesen különböznek, $p=0,003$. A legjelentősebb különbséget RGT Futurixx (FAO 400) hibridnél tapasztaltam, 46,2%-kal több termés lett a 2021-es évben. Az RGT Distinxxion (FAO 550) esetében 39,01% különbség, emellett a legnagyobb terméshozama volt (9 998 kg/ha). A legkisebb különbség az RGT Noemixx (FAO 450) hibridnél volt, 33,96%.

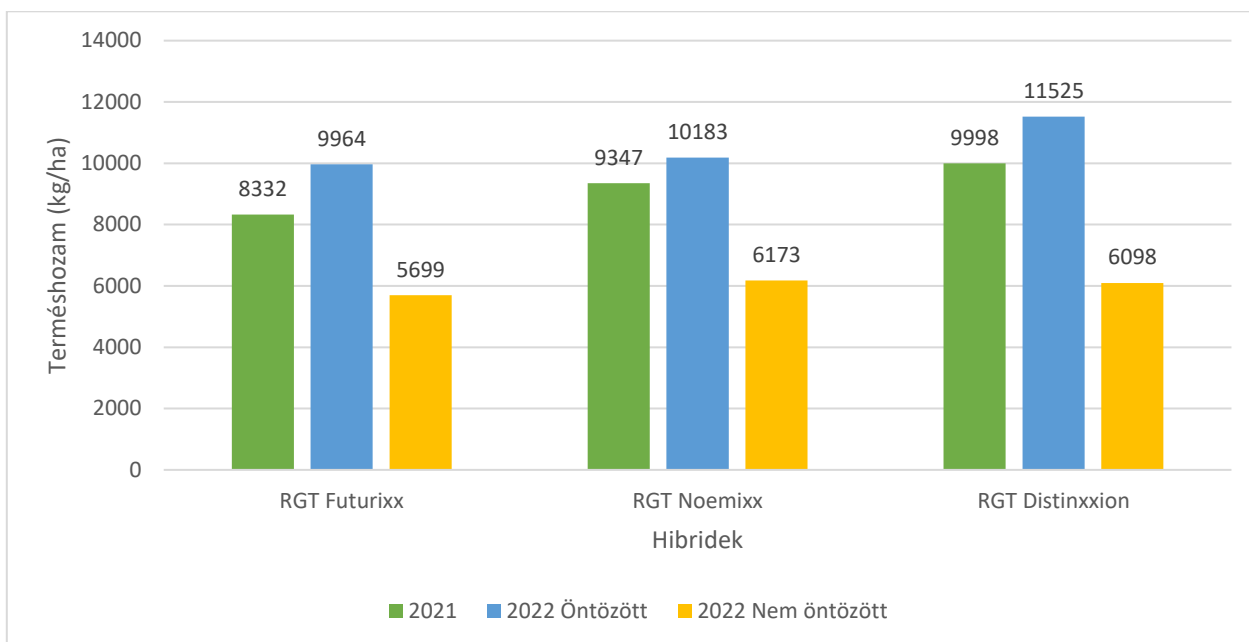


15. ábra:

A hibridek 2021-es és 2022-es terméseredményeinek összehasonlítása

Összegezve, a korábbi adatokból látható, hogy mind a három változatban (2021, 2022 öntözött, 2022 nem öntözött), igen jelentős eltérések vannak a terméseredményekben, $p=0,0005$. A 2021-es évi termésmennyiségek csak 13,48%-kal kevesebbek, mint a 2022-es öntözött hibrideké, az eredmények közel azonosnak tekinthetők, $p=0,124$. Ez alapján láthatjuk, hogy az évjárathatás és

az öntözés általi terméstöbblet azonos. Viszont, a 2022-es nem öntözött parcellán, 54,02%-kal kevesebb termés volt mint 2021-ben. Ha a hibrideket vizsgáljuk külön-külön, láthatjuk a 16. ábrán is, hogy a 2021-es és a 2022-es öntözött hibridek közt nincsenek nagy eltérések a termésmennyiségekben. A legkisebb különbség az RGT Noemixx-nál (FAO 450) van, 8,94%, majd utána RGT Distinxxion (FAO 550), 13,25%, RGT Futurixx (FAO 400) esetében pedig 19,59% különbség van.



16. ábra:
2021, 2022 öntözött és nem öntözött termésmennyiségek összehasonlítása

5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kísérlet első része két nemesítőház hibridjeinek összehasonlítása volt 2021-ben. Az Eredmények és értékelésük fejezetből, láthatjuk, hogy az RAGT és a Syngenta terméseredményei közel azonosak. Összeségében elmondható, hogy nem olyan nagyok a különbségek, hogy ez a kísérlet alapján válasszuk ki melyik nemesítőház hibridjeit szeretnénk a következő évben vetni. Viszont, ha csak az éréscsoportokat vesszük figyelembe, akkor mindkét nemesítőháznál a kései fajták, azaz a FAO 520 és a FAO 550-es termésmennyiségei magasabbak voltak, mint a középérésű fajtáké. A kísérlet következő részében az öntözés hatását vizsgáltam, az RAGT hibridjein, 2022-ben. Az eredményekből kitűnik, hogy az alkalmazott öntözés meghozta a befektetett időt és pénzt. Majdnem 50%-os terméstöbblet van az öntözött hibrideknél, ha van rá lehetőség, akkor megéri öntözni. A szakirodalmak alapján, a kukoricának 550-700 mm vízre van szüksége a magas hozam eléréséhez, viszont ez öntözés nélkül lehetetlen. A vizsgálat során kiderült, hogy a kései éréscsoportú hibrid (FAO 550) hálálta meg legjobban az öntözést és fehérjetartalom szempontjából is jobb, mint a középérésű FAO 450-es és a FAO 400-as éréscsoportú hibrid. A kísérlet harmadik részében, pedig az évjárat hatásról volt szó, azaz a 2021-es és 2022-es év csapadékmennyiségei és hőmérséklete hogyan is hatott a termésmennyiségek alakulására. Ahogy már említettem az Eredmények és értékelésük fejezetben, 2021-ben nagyobb lett a hozam mint 2022-ben. Igaz, 2022-ben több csapadék hullott (369,2 mm) mint 2021-ben (252,2 mm), a vegetációs időszakban, viszont az eloszlása nem volt kedvező a kukorica számára. Szeptemberben volt a legtöbb csapadék, de ilyenkor már a kukorica vízigénye alacsony (2 mm/nap). Júliusban és augusztusban van a kukoricának a legnagyobb szüksége a vízre, pontosabban a címerhányás és a szemtelítődés időszaka körül, ilyenkor ajánlott öntözni. Ami a hőmérsékletet illeti, 2022-ben, a megtermékenyítés időszakában bekövetkezett magas hőmérsékletek terméscsökkenést idéztek elő. A kísérlet utolsó részében az évjárat és az öntözés közötti hatás különbséget vizsgáltam. 2022-ben az öntözött hibridek és 2021-ben a nem öntözött hibridek terméseredményei között nincs jelentős különbség, viszont a 2022-es nem öntözött és 2021-es öntözött közt körülbelül 50%-os terméskülönbség van, a 2021-es év javára. Innen is láthatjuk, hogy csak két évben mekkora különbségek lehetnek a csapadék mennyisége és eloszlása tekintetében, valamint, hogy ez mekkora hatással bír a hozammennyiségére. Az időjárásról nem tudunk változtatni, több kutatás is azt mutatja, hogy a helyzet csak rosszabb lesz. Az öntözés napjainkban elengedhetetlen, ha nagy hozamot szeretnénk elérni. Emellett, fontos megemlíteni, hogy a műtrágya hasznosulására is

hatással van a vízmennyiség. Igaz, a termésmennyiség alakulására és minőségére más tényezők is nagy hatással vannak (például: kórokozók, gyomok), viszont preventív védekezéssel ezeket a problémákat megelőzhetjük. A szárazság általi termés csökkenést pedig öntözéssel tudjuk megelőzni.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás, egyúttal a csapadékhiány évről-évre megnehezíti az élelemtermelés. A kukorica (*Zea mays L.*) csak egy a sok növény közül, amely nagy veszélynek van kitéve. A kukoricának nagy a vízigénye és érzékeny annak hiányára. A legkritikusabb időszak – két héttel címerhányás előtt-től a szemtelítődésig tart –, ami hazánkban egybeesik a legaszályosabb hetekkel. Az ekkor bekövetkezett aszály akár 50%-kal is csökkentheti a termés mennyiségét. Szerbiában még nincs kimondottan elterjedve a kukorica öntözése, bár több kutatás és kísérlet bizonyítja, hogy megéri, sőt kimagasló terméseredményeket lehet vele elérni. Kísérletem során két nemesítőház (RAGT és Syngenta) hidridjeit vettem fekete csernozjom talajra, dél-Bácskában. A kísérletem első része 2021-ben zajlott, amikor is az RAGT és a Syngenta 3-3 hidridjét (RGT Futurixx (FAO 400), RGT Noemixx (FAO 450), RGT Distinxxion (FAO 550), SY Infinite (FAO 410), SY Minerva (FAO 430), SY Carioca (FAO 520)) alkalmaztam. Ekkor a cél a két nemesítőház hibridjeinek termésmennyiségeinek összehasonlítása volt. A következő évben, azaz 2022-ben, csak az RAGT fajtáit (RGT Futurixx (FAO 400), RGT Noemixx (FAO 450), RGT Distinxxion (FAO 550)) termesztettem, öntözött és öntözetlen körülmények között, azzal a céllal, hogy megvizsgáljam az öntözés általi terméskülönbségeket és a termés fehérjetartalmát. A vegetációs periódusban négy alkalommal lett öntözve, alkalmanként 20-25 mm vízmennyiséggel. Ez után elemeztem a két kísérleti év (2021, 2022) hőmérsékletét és csapadékmennyiségének alakulását. A 2021-es év meleg és száraz volt. 1950 óta ez volt a 16. legmelegebb év, az 5. legmelegebb nyár és a 15. legesősebb év. A vegetációs periódusban lehullott csapadék mennyisége: 352,2 mm. A 2022-es év a 2. legmelegebb év volt 1951 óta, az évi középhőmérséklet 12,1 °C. A vegetációs periódusban lehullott csapadék mennyisége: 369,2 mm. A kísérlet eredményeiből kiderült, hogy a két nemesítőház hibridjeinek termésmennyiségei közel azonosak lettek, az RAGT átlaghozama 9225,6 kg/ha, a Syngenta esetében pedig, 9341,6 kg/ha. Legnagyobb különbség a korai 400-as csoportban volt, a legmagasabb terméseredményeket viszont a kései csoportnál (FAO 520 és FAO 550) tapasztaltam, mindkét magház esetében. Az öntözött hibridek átlagos termés hozama 10 557,3 kg/ha volt, míg a nem öntözötteké 5 990 kg/ha. Az öntözéshatás vizsgálatok kiderült, hogy az öntözött RAGT hibridek átlagos termés hozama 43,26%-kal magasabb, mint a nem öntözött hibrideké. Ez alapján kijelenthetjük, hogy az öntözés meghozta a befektetett időt és pénzt. Fehérjetartalom szempontjából, az eredmények közel azonosak, $p=0,086$. Az évjárat hatásvizsgálata során megállapítottam, hogy a 2021-es évben vetett hibridek termésátlaga 54,02%-kal nagyobb, mint a

2022-es évben vetett hibrideké. Kiderült tehát, hogy a 2021-ben vetett hibridek termésmennyiségek csak 13,48%-kal kevesebbek, mint a 2022-es öntözött hibrideké. Ez alapján láthatjuk, hogy az évjáráthatás és az öntözés általi terméstöbblet azonos, $p=0,124$.

7 IRODALOMJEGYZÉK

1. Antal J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
2. Babić, V., Ivanović, M., & Babić, M. (2012): Nastanak i evolucija kukuruza i putevi uvođenja u naše krajeve. *Field & Vegetable Crops Research/Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(1):92-104
3. Balás Á. (1876): Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés alapvonalai. Tettey Sándor és társa bizománya, Budapest, pp. 242-256., 424-432
4. Bekrić, V., & Radosavljević, M. (2008): Savremeni pristupi upotrebe kukuruza. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi/PTEP*, 12(3), 93-96.
5. Bergmann, W. (1979): Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 55-58
6. Borsos J., Pusztai, P., Radics, L., Szemán, L., & Tomposné, L. V. (1994): Szántóföldi növénytermesztés. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kertészeti Kar, Budapest*. pp. 95-97.
7. Bosnjak, D., Pejic, B., & Maksimovic, L. (2005): Irrigation-a condition for high and stable corn production in the Vojvodina Province [Serbia and Montenegro]. *Savremena poljoprivreda (Serbia and Montenegro)*.
8. Classen, M. M., & Shaw, R. H. (1970): Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. *Agronomy journal*.
9. Csajbók J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. *Jegyzet. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi És Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet. Debrecen.*
10. Debreczeni B-né (1999): Tápanyag-gazdalkodás szerk. Füleky György Mezőgazda Kiadó
11. FAOSTAT 2020: Food and Agriculture Organization of United Nations. *Kukorica termesztésének vetésterülete a földön és Szerbiában.*
12. Filipović, M., Jovanović, Ž., Tolimir, M. (2015). *Pravci selekcije novih ZP hibrida. XX*
13. Filipović, V. (2012): Voda za navodnjavanje u službi održivog razvoja. *Aktuelni savetnik, PDS Institut "Tamiš" Pančevo, broj 1, pp. 4-7, Pančevo.*
14. Hallauer, A. R. (2008): Corn breeding. *Iowa State Research Farm Progress Reports. Paper 549.*
15. Hochholderinger, F. (2009): The Maize Root System: Morphology, Anatomy, and Genetics. In: Bennetzen J.L., Hake S.C. (eds) *Handbook of Maize: Its Biology*. Springer, New York, NY.
16. Jolánkai P. (2010): A búza és kukorica váltás nélküli termesztésének agronómiai és agroökológiai vonatkozásai. *Doktori (PhD) értekezés. Pannon Egyetem georgikon Kar. Keszthely, 93.*
17. Josipovic, M., Jambrovic, A., Plavsic, H., Liovic, I., Sostaric, J. (2007): Responses of grain composition traits to high plant density in irrigated maize hybrids. *Cereal research communications*, 35, 549–552.
18. Jovanovic, Z., Stikic, R. (2012): Strategies for Improving Water Productivity and Quality of Agricultural Crops in an Era of Climate Change. In book: *Irrigation Systems and Practices in Challenging Environments*, Teang Shui Lee (Eds.), ISBN 978-953-51-0420-9, InTech, pp. 77-102
19. Jägermeyr, J., Müller, C., Ruane, A.C. et al. (2021): Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. *Nat Food* 2, 873–885
20. Kempton, J. H. (1937): *Maize: Our Heritage from the Indians*. Washington.
21. Kovačević, V., Rastija, M. (2009): *Osnove proizvodnje žitarica – interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku*
22. Kovačević, V., Šoštarić, J., Rastija, M., Iljkić, D., Marković, M. (2010.): Weather characteristics of 2009. with aspect of spring field crops growing in Pannonian region of Croatia. *Agrar-es Vidékfejlesztési Szemle 2010, vol. 5.(1) supplement (CD issue), Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Editor Horvath J.), pp. 350-356*
23. *Köztársasági Statisztikai Hivatal: Öntözés 2022-ben. Növénytermesztés 2019- 2022.*
24. Láng, G. (1971): Az intenzív műtrágyázás néhány növénytermesztési problémája. *Agrártudományi Közlemények*, 30, 1-16.
25. Lucić, P. (2011): Utjecaj ozimih postrnih usjeva na urod kukuruza kokičara u ekološkom ratarenju u 2009. godini. *Diplomski rad, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture*
26. Maksimović, L., Radojević, V., Pejić, B., Cicmil, M., Dragović, S. (2008): Effect of irrigation on yield performance of corn hybrids of various maturities grown under varying climatic conditions. *BALWOIS*, pp. 1-6.

27. Marković, T., & Jovanović, M. (2011): Uticaj količine padavina na prinos pšenice i kukuruza kao proizvodni bazni rizik. Ratarstvo i povrtarstvo, 48(1), pp. 207-212.
28. Meteorológiai Világszervezet (2022): A globális átlaghőmérséklet 2022-ben
29. Nagy J. (1994): The effect of fertilization and irrigation on the yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids with various genotypes. Unipress, Padova, pp. 421-440.
30. National Geographic Society (2022): Irrigation
31. Pavličić, J., Trifunović, V. (1966): Prilog poznavanju nekih značajnijih ekotipova kukuruza gajenih u Jugoslaviji i njihova klasifikacija. Arhiv za poljoprivredne nauke 19: 44-62
32. Pavlović, P., Kostić, N., Karadžić, B., & Mitrović, M. (2017): The soils of Serbia. Springer Netherlands.
33. Pepó P. (2012): Tartalékok a kukorica agrotechnikájában. Agroforum Extra. 47: 5–11
34. Peterson, T.A., G.E. Varvel (1989): Crop yield as affected by rotation and nitrogen rate. II Grain sorghum. Agronomy Journal 81: 731-734.
35. Prokszáné Paplogó Z., Széll E., Kovácsné Komlós M. (1995): The effect of N-fertilisation on the yield and on several traits of maize under different seasonal effects on meadow silty soil. Növénytermelés.
36. Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997.): Proizvodnja kukuruza, Poljoprivredni savjetnik Zagreb
37. RHMZ: Köztársasági Hidrometeorológiai Hivatal: Meteorološki godišnjak za 2021 i 2022.
38. Robins, J.S. & Domingo, C.E. (1953): Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. Agronomy Journal 45: 618-625.
39. Starčević, L.Đ., Latković, D. (2006). Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42 (2), 299-310.
40. Quaranta, F., Fornara, M., Mazzon, V. (2001): Maize with limited water supply: comparative tests between 68 hybrids of class 400 and 500. Informatore-Agrario, 57, 55–58
41. Világélelmzési program (2022): Globális élelmiszerválság 2023-ban
42. Wallace, H. A., & Bressman, E. N. (1925): Corn and corn-growing. Wallace Publishing Company.
43. Wang, RL., Stec, A., Hey, J., Lukens, L., Doebley, J. (1999): The limits of selection during maize domestication (abstract no. 6724) Nature 398:236-239.

Internetes forrás nem nevesített szerző esetén:


1. http 1 A Brief Corn History (A Teosinte és a modern kukorica) https://www.gurneys.com/story_of_corn
2. http 2 Kukorica (Rendszertani besorolása) [https://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=Kukorica_\(n%C3%B6v%C3%A9nyfaj\)&oldid=24317277](https://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=Kukorica_(n%C3%B6v%C3%A9nyfaj)&oldid=24317277)
3. http 3 Csévéldobos öntözőberendezés <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/nincs-mas-kiut-csak-az-ontozes/>
4. http 4 Lineár öntözőberendezés <https://www.magro.hu/agrarhirek/cimke/linear-ontozo/>

8 NYILATKOZAT

Alulírott, Koroknai Ágnes a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Mezőgazdasági mérnöki szak (Zenta) levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023. május 02.



Koroknai Ágnes

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A KOROKNAI ÁGNES (név) (hallgató Neptun azonosítója: CTVHHLC)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre
javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő 2023 év 05 hó 02 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
² A megfelelő aláhúzendő.
³ A megfelelő aláhúzendő.