

**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET**

**A TŐSZÁM ÉS A VETÉSIDŐ VIZSGÁLATA A
KUKORICATERMESZTÉSBEN**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY

2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1. A kukorica ökológiai igénye	6
2.1.1. Hőigény.....	6
2.1.2. Fényigény.....	6
2.1.3. Vízigény.....	7
2.1.4. Talajigény	7
2.2. Egyes agrotechnikai tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben.....	7
2.2.1. Vetés	7
2.2.2. Tőszám.....	8
2.2.3. Sortávolság.....	9
2.3. A kukoricahibridek termésmennyisége és a tőszám közötti összefüggés	9
2.4. A vetésidő hatása a kukorica egyes élettani jellemzőire és produktivitására.....	10
2.5. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változása a vetésidőtől függően	13
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	14
3.1. Terület talajtani adottságai	14
3.2. Kísérleti elrendezés	15
3.3. Időjárás jellemzése a kísérlet során	16
3.4. Eredmények értékelésének módszere.....	18
3.5. Ökonómiai értékelés módszere	18
4. EREDMÉNYEK.....	20
4.1. A vetésidő szerepe a kukorica hibridek fenológiai tulajdonságainak alakulásában....	20
4.1.1. A vetési idő hatása a kelési idő hosszára	21
4.1.2. Vetésidő szerepe a kukorica virágzásának alakulásában	22
4.1.3. A vetésidő és az évjárat hatása a növénymagasságra	22
4.1.4. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben	23
4.1.5. Kukorica beltartalmi értékeinek alakulása különböző vetési időpontok és tőszámok függvényében	26
4.1.6. 2023-as év kísérleti év betakarítási eredményeinek bemutatása.....	29

4.1.7.	2024-es év kísérleti év betakarítási eredmények bemutatása	30
4.1.8.	Ökonómiai értékelés	31
5.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	33
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	35
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	37

1. BEVEZETÉS

A gabonafélék termesztése a mezőgazdaság egyik legfontosabb ágazata, amely nélkülözhetetlen szerepet játszik a világgazdaságban. A kukorica – a búza és a rizs mellett – az emberiség egyik alapvető növénye, amely nélkülözhetetlen az élelmiszer-termelésben. Napjainkban már szinte minden kontinensen termesztik, ahol a megfelelő természeti adottságok jelen vannak. Ebben jelentős szerepet játszik a kukorica kiemelkedő alkalmazkodóképessége, amely lehetővé teszi, hogy a különböző környezeti feltételekhez kiválóan idomuljon. (Nagy és Sárvári, 2005; Pepó és Sárvári, 2011; Nagy és munkatársai, 2021). A világon termesztett növénykultúrák közül a gabonaféléket termesztik a legnagyobb területen. A búzát 223 millió hektáron termesztették 2023-ban, ezután közvetlenül helyezkedik el a rangsorban a kukorica, amit pedig 204 millió hektáron takarítottak be 2023-ban.

A két szám közötti különbség egyre inkább csökken, a kukorica a közeljövőben utol fogja érni, majd túlszárnyalja a búzát. Hazánkban ebből mindössze 1 millió hektár körüli (egyre inkább 1 millió hektár alatti) területen folyik kukoricatermesztés. Az EU átlagos évi kukoricatermése 65-75 millió tonna, amiből 6-10 millió tonna kukoricát Magyarországon termelnek. A megtermelt mennyiség növekedése várható, aminek több oka is van (bioetanol előállítás, a népesség növekedése, a takarmány- és élelmiszerfelhasználás bővülése). A fő kukoricatermelők az USA, Brazília, Kína, ezek az országok a világ összes vetésterületének 50%-át, illetve a termés közel 65%-át teszik ki. Európai viszonylatban Franciaország a vezető nemzet a termesztett mennyiségben. Számunkra a területhiány miatt lehetetlen utolérni akár Franciaországot akár Ukrajnát (USDA, 2023).

Kukorica nélkül napjainkban jóval nehezebb lenne az élet. Számos területen használjuk ezt a növényt, beleértve az állatok takarmányozását, emberi fogyasztását és ipari növényként is hasznosítható. Ipari felhasználása különösen fontos hazánkban, mivel az EU vezető nemzetei között szerepelünk bioetanol gyártásban. 2022-ben Franciaország és Németország után hazánk a harmadik legnagyobb mennyiséget, 722 millió liter bioetanolt termelt (USDA, 2023). Emellett kukoricaolaj, szerves trágya és takarmány is készül melléktermékként egy-egy ilyen gyárban. Az állattartó ágazatnak is kiemelten fontos a takarmánykukorica és a kukoricából készült termékek. Mind a növény zöldtömege, mind a termése hasznos takarmány. Magas szénhidráttartalommal rendelkezik, könnyen emészthető az állatok számára. Végül az emberi fogyasztás szempontjából is fontos és finom táplálék akár főve, akár kukoricalisztként, vagy pátogatott kukorica formájában.

A kukorica (*Zea mays* L.) rendszertanilag a zárvatermők törzsébe tartozik, az egyszikűek osztályába, valamint a pázsitfűfélék családjába sorolható, melyek az Andropogonoideae alcsalád tagjai (Könczöl, 2018). A *Zea* nemzetség monotipikus, mivel csak a kukorica képviseli (Pepó és Sárvári, 2011; Csajbók, 2012). A növény történelmi említése Kolumbusz nevéhez fűződik, aki 1492-ben számolt be egy „mahiz” nevű növényről Kubában. A "kukorica" elnevezés az indián „mahiz” és a görög „Zea” szavak összevonásával keletkezett (Pepó és Sárvári, 2011).

A választásom azért erre a kapásnövényre, és erre a témára esett, mert jómagam is szeretem a kukoricát termeszteni és fogyasztani is, így szeretném alapvető ismertetésén túl megvizsgálni milyen hatással van a növényre, ha különböző időben és különböző sűrűséggel vetem el. A kukorica hibridek megfelelő tőszámának és optimális vetésidejének a meghatározása évek óta a kukoricatermelés egyik kiemelt kérdése. A korszerű kukoricatermesztésben kiemelkedő szerepe van többek közt a megfelelő tőszám alkalmazásának és a helyes vetésidőnek. A tőszám- és a vetésidő kísérletek lehetőséget nyújtanak az állománysűrűség, valamint a vetésidő optimalizálására és részletes következtetések levonására. Ebben segítségemre lesznek a 2023, illetve a 2024 években a saját gazdaságomban beállított tőszámsűrítési és vetésidő kísérletek eredményei. Kísérletem célja, hogy a vizsgálati területre vonatkozóan az ökológiai tényezők figyelembevételével meghatározzam a vizsgált kukorica hibridek tőszámoptimumát, illetve tőszámoptimum-intervallumát, valamint a legoptimálisabb talajba kerülés időpontját.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukorica ökológiai igénye

2.1.1. Hőigény

A kukorica, mint melegkedvelő növény, hosszú ideig főként csak a déli területeken volt jellemző, különösen Magyarországtól északabbra, ahol kezdetben csak silókukoricát termesztettek. Azonban a nemesítés révén a szemes kukorica termesztése is egyre északabbra terjedt. Származásából adódóan rövidnappalos növény, de idővel alkalmazkodott a rövid és hosszúnappalos körülményekhez is. A legjobb terméseredményeket világszerte a mérsékelt égöv 42-45 szélességi fokai között éri el. Magyarországon az éghajlati adottságok legfeljebb 500-600 FAO számú kukorica biztonságos termesztését teszik lehetővé. (Szatmári, 1996).

A kukorica hidegtűrése, melegtűrése a tenyészidőszakban fajtánként, hibridenként változó. A csírázás időszakában $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten már könnyen megfagy, a csírázás minimális hőmérséklete $10\text{-}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (egyes hibridek már $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül is csíráznak), viszont a gyors és erőteljes fejlődéshez legalább $12\text{-}14\text{ }^{\circ}\text{C}$ talajhőmérséklet szükséges. A tenyészidőszakban, a címerhányástól a teljes érésig tartó fázisban $24\text{-}26\text{ }^{\circ}\text{C}$ az ideális átlaghőmérséklet a kukorica számára. Hazánk éghajlata, a hegyvidéki részek kivételével kiválóan alkalmas a kukorica termesztésére, ugyanis a nyári átlaghőmérséklet $21\text{-}26\text{ }^{\circ}\text{C}$ között mozog. Melegkedvelő növény, viszont $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett a nagy párologtatás már nincs jó hatással rá (Nagy és Sárvári, 2005).

2.1.2. Fényigény

A napfényes, meleg ősz kedvezően hat a kukoricaérésére, viszont a korai lehűlések, rosszabb esetben a fagyok gátolják a beérést, a kukorica kényszeréretté válik (Nagy és Sárvári, 2005). Körülbelül 900 órányi napfénytartamot igényel, nagyjából az utolsó 360 óra az, ami a szemfejlődés és az érés időszakára tehető. A nagy fényintenzitást hatékonyan kezeli, a gyenge megvilágítás azonban megnyújtja a tenyészidőt, 5-6 nappal is későbbre tolhatja az érést. Mivel eredendően rövidnappalos növény, a 12 óránál rövidebb megvilágítás és egyéb szükséges feltételek megléte esetén a generatív szervek jobban fejlődnek, a hosszabb megvilágítás következtében megnyúlik a vegetációs idő, nagyobb tömegűvé válnak a vegetatív szervek, a generatív termés aránya viszont csökken (Pepó, 2012).

2.1.3. Vízigény

A kukorica vízigénye 450-550 mm közötti, napi vízfogyasztása pedig 4,5-5,5 mm/ha-ra tehető. Statikai vízigénye magasnak számít a maga 67-79%-ával. Nagyon jó vízfelvevő képességgel rendelkezik, mivel másfél, két méter mélyről is képes felvenni a nedvességet. Különösen veszélyes az aszály a növényre, ha a címerhányás időszakában vízhiányos a terület, akkor megközelítőleg a termés felétől, ha szemtelítődéskor, akkor a termés egyharmadától esünk el. Hazánkban ez az időszak július, augusztus hónapokra esik és mivel hosszú a vízigény csúcsidőszaka így rendszeresen bekövetkezik a vízstressz miatti termés kiesés. Különösen az Alföld területe veszélyeztetett. Ezért a rövidebb tenyészidejű hibridek általában nagyobb termést adnak, mert a kritikus szakasz még az aszályos idő előtt lezajlik, és a szemek érésekor, betakarítás előtt fogja kapni a hőstresszt (Bocz, 1992).

2.1.4. Talajigény

A kukoricát nagy vetésterülete ellenére leginkább csak a jobb talajokon termesztik Magyarországon. A talajjal szemben rendkívül igényes, mondhatni az egyik legigényesebb növény, azonban ma már sok hibridkukorica létezik, mely jól alkalmazkodik a gyengébb minőségű talajokhoz is. Sikeresen, jó eredménnyel csak jó minőségű talajokon termesztendő, a közepkötött, mély termőrétegű, jó víz- és hőgazdálkodású, kedvező tápanyagellátottságú területeket kedveli, ilyenek a csernozjom talajok. A tömődött, rossz szerkezetű, rossz víz- és hőgazdálkodású talajokon is megél, de termése kiszámíthatatlan, mivel nagy tápanyagigénnyel, vízigénnyel és alacsony szárazságtűrő képességgel bír (Györfy és I'só, 1970; Nagy, 2007; Nagy, 2009; Pepó és Sárvári, 2011; Csajbók, 2012).

2.2. Egyes agrotechnikai tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben

2.2.1. Vetés

A kukorica vetésének időzítése jelentős hatással van a növény későbbi fejlődésére és a termés mennyiségére, valamint minőségére, amit számos vizsgálati eredmény is igazol. A 19. század elejétől egészen napjainkig számos kísérletet végeztek, amelyek célja az optimális vetésidő meghatározása volt, figyelembe véve különféle tényezőket, mint például a kukorica fajta vagy hibrid jellemzőit, a hőmérsékletet és a talajnedvességet. Az eredmények azt mutatják, hogy mind a korai, mind a kései vetés mellett vannak érvek és ellenérvek. Azonban ezek az eredmények nem minden esetben alkalmazhatók általánosan a különböző kukoricafajtákra,

mivel az optimális vetésidőt főként az adott fajta vagy hibrid vetőmag hidegtűrése és a hőmérsékleti viszonyok határozzák meg (Molnár, 2009).

A kukorica vetésének optimális időpontját számos tényező befolyásolja, beleértve a tenyészidő hőmérsékleti viszonyait, valamint a késő tavaszi és kora őszi fagyok időpontját és gyakoriságát. Emellett nagyon fontos a talaj típusa és fekvése, valamint gyomossága. A vetőmag minősége, csírázási és fejlődési hőmérsékletének igénye szintén kulcsfontosságú, ahogy az ellenállóképesség és a csávázás lehetősége is. Fontos ismerni a termesztendő fajta vagy hibrid tenyészidejét, figyelembe kell venni a termesztés célját, a bevetendő terület nagyságát, a gépesítés fokát és a vetés módját is (Nagy, 2007; Berzsenyi, 2012).

A kukorica vetése általában pneumatikus szemenkénti vetőgéppel történik, amely 70–76,2 cm sortávolságot és 16–22 cm tötávolságot tart. A vetés mélysége 4–10 cm között változhat, a kötöttebb talajok és a korai vetés esetén 4–6 cm, míg a könnyebb, gyorsabban felmelegedő, lazább talajokon 6–10 cm is lehet (Antal, 2000; Nagy, 2007; Pepó és Sárvári, 2011).

2.2.2. Tőszám

A kukoricatermesztés fejlődése és az újabb hibridek megjelenése jelentős változásokat hozott mind a termesztés intenzitásában, mind a területigények és a tőszám sűrítetőségének szempontjából. Az új hibridek bevezetésével a kukorica termesztési módszerei is átalakultak, amelynek eredményeként a tőszám, vagyis a vetett növények száma egy adott területen, egyre nagyobb jelentőséggel bír. A tőszám az egyik legfontosabb tényező a terméshozam szempontjából. Ugyan a növényszám növelésével az egyes növények egyedi produkciója csökken, a teljes területegységre vetített terméshozam azonban nő. Az egyes hibridek között azonban jelentős különbségek vannak a tőszámsűrítetőség tekintetében; míg néhány hibrid jól tolerálja a sűrítést, más hibridek érzékenyek rá, és kevesebb hozamot produkálnak nagyobb tőszám mellett (Pepó és Sárvári, 2011).

Az élet más területeihez hasonlóan a kukoricatermesztésben is jelentős fejlődés következett be az utóbbi évtizedekben. E fejlődés azonban nem mentes a kihívásoktól, különösen a globális felmelegedés és az ezzel járó szélsőséges időjárási viszonyok miatt. A különböző genetikai háttérrel rendelkező kukorica hibridek többek között éppen ezekre a problémákra nyújthatnak megoldást, mivel jellegükből adódóan eltérően reagálnak az agrotechnikai és ökológiai tényezőkre. Ez a sokféleség lehetővé teszi, hogy a termesztők az adott körülményekhez legjobban illeszkedő hibrideket válasszák, így optimalizálva a

terméshozamot és minimalizálva a kockázatokat, amelyeket a változó környezeti feltételek okoznak (Kovács és Sárvári, 2016).

2.2.3. Sortávolság

Ahmad és munkatársai (2010) a kutatásuk során a kukorica sortávolságát 75 cm-ről 60 cm-re és 45 cm-re csökkentették, hogy megvizsgálják, miként hat ez a termésképző elemekre. Eredményeik azt mutatták, hogy a csőhossz, a csővenkénti szemek száma és az ezerszemtömeg szignifikánsan eltért a különböző hibridek között. Összességében azonban minden vizsgált hibrid esetében csökkenés mutatkozott a termésképző elemek értékeiben, ahogy a sortávolságot csökkentették. Ennek következtében a növényenkénti hozam is csökkent a kisebb sortávolságok mellett.

Stone és munkatársai (2000) tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy a sortávolság hatása a kukorica hozamára és minőségére minimális és következtelen. Ezzel szemben a populáció denzitásának növelése, vagyis a növényszám növelése, jelentősen növelte a hozamot. Vizsgálataik szerint tehát a hozam növelésének egyik hatékony módja a növények sűrűbb ültetése, amely nagyobb terméseredményeket eredményezett.

Murányi (2016) kutatásai szerint szoros kölcsönhatás figyelhető meg az évjárat, a sortávolság és a tőszám komplex rendszerében. Eredményei azt mutatták, hogy a kukorica 76 cm-es sortávolság esetén kiegyensúlyozottabb terméseredményeket produkált különböző években és állománysűrűség mellett, mint a 45 cm-es sortávolságnál. Ez arra utal, hogy a nagyobb sortávolság kedvezőbb lehet a stabil terméshozam szempontjából változatos környezeti feltételek mellett is.

2.3. A kukoricahibridek termésmennyisége és a tőszám közötti összefüggés

A tőszám és a termés közötti összefüggés hibridtől és évjáratától függően jelentősen változik. A tőszám optimum-intervallumának meghatározása ugyanolyan fontos, mint az optimális tőszám meghatározása, mivel az intervallum alsó értékének alkalmazása célszerűbb a termés biztonságának növelése szempontjából. Egy szélesebb intervallum kedvezőbb, mivel ezek a hibridek rugalmasan viselkednek a tőszámsűrítéssel szemben, és általában jobb alkalmazkodóképességgel rendelkeznek.

A megfelelő hibridek kiválasztása mellett a megfelelő tőszám is jelentősen befolyásolhatja a termést, mivel az optimálisnál kisebb és nagyobb állománysűrűség is

határozottan csökkentheti a hozamot (Sárvári, 1995; Tótin és Pepó, 2016). Számos kísérlet született, amelyek a kukorica tőszámának hatását vizsgálták, ugyanis már régóta ismert, hogy a tőszám jelentősen befolyásolja a gazdálkodás eredményességét. A 20. század első felében elterjedt feltételezés volt, hogy a tápanyagban gazdag, jó vízgazdálkodású talajokon kisebb tőszámot kell vetni, mert így nagyobbra nőhetnek a kukoricák (Pálovics és Sárvári, 2006).

Már az első ilyen jellegű kísérletek során, többek között I'só és Györffy vizsgálatainak köszönhetően kiderült, hogy egyes fajták és hibridek jóval kisebb tenyésztésterületen is nagyobb termést eredményeznek, ami jelentősen megnövelte a hektáronkénti tőszámokat (Boros és Sárvári, 2016).

Pálovics és Sárvári (2006) vizsgálataik során megállapították, hogy a tőszámnövelés meghatározó összefüggést mutatott a termésmennyiséggel a legtöbb hibrid esetében. A tőszám növelése 10 000 tő/ha-ral képes növelni a termést akár 0,5-1,5 t/ha-ral, azonban az optimális tőszám feletti növényszám már csökkenti a termést.

A növények felépítése és szerkezete nagyban hozzájárul a termés mennyiségéhez, mivel minél nagyobb a zöld felület, annál nagyobb a fotoszintetikus aktivitás, ami több termést eredményez. Mukhtar és munkatársai (2012) szerint a növények zöld felületének növelése közvetlenül hozzájárul a fotoszintézis fokozásához, ezáltal növelve a terméshozamot.

2.4. A vetésidő hatása a kukorica egyes élettani jellemzőire és produktivitására

A vetésidő a termesztéstechnológia egy olyan eleme, amely külön ráfordítást nem igényel, mégis alapvetően befolyásolja a gazdálkodás eredményességét. Ha a vetés időpontja korai, a kukorica mélyebbre hatoló gyökérzete képessé teszi a növényt a nyári aszály átvészelésére, így a virágzáskor kisebb stressz éri. A korai vetés kedvezően hat a generatív fejlődésre, javítva a Harvest-indexet.

Hosszabb tenyészidő áll rendelkezésre az érésig, ami nagyobb termést és alacsonyabb betakarításkori szemnedvességet eredményez. Emellett a korábban vetett kukorica jobb elővetemény is, mivel korábban betakarítható. Ugyanakkor hátrányként említhető, hogy korai vetés esetén az amerikai kukoricabogár lárvái nagyobb számban lehetnek jelen a területen, növelve a kártétel mértékét (Rácz és munkatársai, 2005; Kiss, 2012).

Nagy (2007) szerint a vetésidő szignifikánsan befolyásolja a kukorica fejlődését a csírázástól a betakarításig, valamint hatással van a vegetációs időszak hosszára. Az eltérő vetésidők jelentős különbségeket okoznak a kukorica vizsgált paramétereiben (pl.: növénymagasság, virágzás ideje, beltartalom, szemtermés). Az optimális vetésidő

meghatározása kihívást jelent, mivel minden év különböző feltételeket hoz. Az optimális időpontot számos tényező befolyásolja, beleértve a lég- és talajhőmérsékletet, a talaj vízellátottságát, fizikai állapotát, szerkezetét, fekvését és tömörödöttségét. A vetőmag minősége és a genotípus szintén jelentős hatással van a kelésre, a korai fejlődésre, a differenciálódásra és a virágzás időpontjára és minőségére. Fontos elemezni a termést különböző vetésidők esetén, mivel a tenyészidőszak végén a termés mennyisége és a szemnedvesség-tartalom döntő jelentőségű (Kiss, 2012).

A megfelelő termés elérése érdekében a vetésidő megválasztásánál figyelembe kell venni a tenyészidőszak hosszát és a fejlődés szempontjából kritikus periódusokat. A késői vetés káros következményei az optimális vetésidőtől eltelt napok számának növekedésével egyre jelentősebbé válnak. A terméscsökkenés és a szemnedvesség növekedése a késői érésű hibrideket súlyosabban érinti, mint a korai érésű kukoricákat (Marton és munkatársai, 2011).

Záborszky (1998) az optimális időszakon belüli korábbi vetést tartja előnyösnek, mivel a vegetatív fejlődési szakasz a hűvösebb, csapadékosabb május-június hónapokra esik. Ez azonban csak adott tenyészidejű hibridek esetében igaz, mivel a tenyészidő megváltoztatja a címer- és nővirágzás időpontját.

Aldrich (1970) szintén a korábbi vetést javasolja, mert ilyenkor a növény legintenzívebb fejlődése rövidebb nappalok idejére esik, ezáltal alacsonyabb lesz a növény és kisebb a megdőlés veszélye. A csírázás és megtermékenyítés idején kedvezőbb a növény nedvességellátása, és a mélyebbre hatoló gyökérzet segíti a növényt az aszályos periódusok átvészelésében.

A jó csírázáskori hidegtűréssel rendelkező hibrideket 10-15 nappal korábban is vethetjük (Sárvári, 2005).

Az optimális vetésidő a tavasz beköszöntétől függően április 5. és május 5. közé esik. Az optimális vetésidő nemcsak a termésbiztonságot javítja, hanem növeli a termesztés hatékonyságát is, mivel csökkenti a szárítási költségeket (Sárvári, 2014). A hibrid kukorica korai és átlagos vetését ajánlják, mivel így hosszabb idő áll rendelkezésre a növekedésre, és a generatív fejlődés kedvezőbb környezeti feltételek között mehet végbe.

Aszályos években a terméscsökkenés a késői vetések esetén akár 30-40%-ot is elérhet (Berzsenyi és Lap, 2001).

Berzsenyi és munkatársai (2012) négy különböző vetésidőben vizsgálták az eltérő tenyészidejű kukorica hibrideket, és száraz években a legnagyobb termést a korai és az optimális vetésidőkben érték el (7,1 és 6,9 t/ha). A későbbi, 10-20 nappal későbbi vetésidők

esetén szignifikánsan csökkent a termésmennyiség (6,3 és 5,9 t/ha). Csapadékos években 2,5 t/ha-ral magasabb volt a termés a száraz évekhez képest.

Isó (1966) Martonvásáron végzett több éves vetésidő kísérletei alapján, az április közepén vetett kukorica átlagosan 7%-kal nagyobb termést hozott, mint a május közepén vetett kukorica. Számos magyar szakirodalom is alátámasztja, hogy a kukorica vetését minél korábban kell elvégezni, mivel egy korai vetés jó minőségű vetőmag mellett biztonságosabb és nagyobb termést, valamint korábbi érést tesz lehetővé (Nagy, 2007).

Berzsenyi és Lap (2001) különböző vizsgálati években is a legmagasabb szemtermést a korai és optimális vetésidőkben érték el. Az évjáratnak jelentős hatása volt mind a terméshozam, mind a szemnedvesség-tartalom alakulására.

Nagy (2009) vizsgálata szerint száraz, aszályos évjáratban a legnagyobb termés az optimális vetésidőben volt (6,1 t/ha), míg kedvező vízellátottságú évjáratban a korai vetés eredményezte a nagyobb termésmennyiséget (8,9 t/ha).

Sárvári (2002) kísérleteiben a május 30-i vetés 7-8%-os szignifikáns terméscsökkenést mutatott, míg a június 10-i vetés lényegesen alacsonyabb terméseredményeket eredményezett. Következtetéseik szerint a különböző genotípusú hibridek eltérően reagálnak a késői vetésre.

El Hallof és Sárvári (2004) kísérletei alapján több hibrid is a megkésett vetésidőben érte el a legnagyobb termést, kihasználva a nyár végi csapadékos időszakot.

Dang és munkatársai (1993) 1991-1993 közötti vetésidő kísérletei szerint a legkisebb terméseredményeket akkor kapták, amikor a virágzás idején hőstressz érte a növényt és tartósan 30 °C feletti volt a léghőmérséklet.

Sárvári (2013) többéves kísérletei alapján a rendkívül aszályos 2007-es évben a vizsgált kukorica hibridek viszonylag alacsony termésszintet értek el, míg 2008-ban a korábbi vetésidővel jelentősen magasabb termésszinteket produkáltak. Az ismételt aszályos 2012-ben az első vetésidő hozott nagyobb termésmennyiséget, kivéve 1-2 hibridet.

Murányi és Pepó (2014) vizsgálataik során az éghajlati anomáliák negatív hatással voltak a kukoricatermesztésre. A korábbi vetésidő 4,0%-os növekedést eredményezett a hozamokban a későbbi vetésidőkhöz képest.

Sárvári (2012) szántóföldi körülmények között 2008-2009 közötti években vizsgálta a kukorica agronómiai tulajdonságainak változását, és jelentős csökkenést tapasztalt a kukorica szemtermésében a különböző vetésidők között, különösen a 15-20 nappal későbbi vetésidő csökkentette jelentősen a termésmennyiséget.

2.5. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változása a vetésidőtől függően

A növekvő energiaárak és az elmúlt évek hőmérsékleti viszonyai miatt a kukorica érésdinamikai vizsgálata továbbra is kulcsfontosságú (Marton és munkatársai, 2004). A kukorica hibridek egyik meghatározó tulajdonsága a vízleadó képesség az érés időszakában, mivel a szemtermés szárítása jelentős költséggel jár. Minél hosszabb a tenyészidő, annál nagyobb a betakarításkor mért szemnedvesség és a termelés kockázata. Különösen közép és késői érésű hibrideknél fordul elő, hogy kedvezőtlen klimatikus feltételek között zajlik a vízleadás, ami jelentős hatással van a nettó jövedelemre: a termésmennyiség árának 20-30%-át is elviheti a szárítási költség (Nagy és Megyes, 2009; Nagy 2007).

Magyarországon a FAO 300-as éréscsoportú hibridek biztosítják a termelők számára a legmagasabb hozamot, stabil jövedelmezőséget, mérsékelt szárítási költségek mellett (Nagy és Megyes 2009, Nagy 2007).

A kukorica tenyészidőtől függően a fiziológiai érettséget általában 55-65 nappal a termékenyülés után éri el, ekkor alakul ki a fekete réteg, és a szem nedvességtartalma általában 30-32% között van. Ezután már csak vízleadás történik, amely rendszerint a fiziológiai érettséget követően a legintenzívebb, majd lelassul (Kiss, 2012).

Dobos (2003) vizsgálatai alapján a vízleadás sebességét elsősorban a hőmérséklet, az érési szakasz hossza, emellett a csapadékeloszlás és a hibrid tulajdonságai határozzák meg. Árendás és munkatársai (2006) megmérték a kukorica nedvességtartalmának változását augusztus végétől szeptember végéig, és szoros pozitív korrelációt találtak a szeptember végi nedvességtartalom és az októberi leszáradás között. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom 15,2-19,0% között változott a vizsgált években. A vetésidő, a termés és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti szoros összefüggést Sárvári (1999) és Sárvári és Futó (2001) vizsgálatai is alátámasztják. A korábbi vetésidő akár 5-8%-kal is csökkentheti a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat. Sárvári és Futó (2001) vizsgálatai szerint a korábbi virágzásnak köszönhetően a korábban vetett állományok hamarabb érik el az érés különböző fázisait és hamarabb kezdődik meg a vízleadásuk, ami alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség-tartalommal jár együtt. Berzsenyi (1992) szerint a hosszabb tenyészidejű hibridek nedvességtartalma jelentősen magasabb a rövidebb tenyészidejű hibridekéhez képest. A korábbi vetésidő 5-8%-kal csökkentheti a hektáronkénti szárítási költséget (Széll és munkatársai, 2005). Mindezek figyelembevételével érdemes a hibridek eltérő vetésidőre adott reakcióját megfontolni (Széll és Makra, 2012).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Terület talajtani adottságainak bemutatása

Békés megyében, Gádoroson állítottam be a kísérletem, ahol a település környékén a legelterjedtebb talajtípusok közé tartoznak a mezőségi talajok, amelyek tápanyagokban gazdag összetételükről ismertek.

A kísérleti helyszínen a talaj pH-értéke általában 7 körüli (1. táblázat), ami ideális környezetet biztosít a legtöbb kultúrnövény számára a tápanyagok felvételéhez. Különösen a mezőségi talajok megfelelő porozitással rendelkeznek, ami elősegíti a víz és levegő cseréjét a talajban, elengedhetetlen a gyökérfejlődéshez és a növények egészséges növekedéséhez. A talajok tápanyagdús jellege és jó vízmegtartó képessége hozzájárul a helyi mezőgazdasági termelés sikeréhez. Összességében a talajok kedvező körülményeket teremtenek a mezőgazdasági tevékenységekhez.

2023-ban a talaj pH-ja semleges körüli volt, 2024-re azonban kissé savasabbá vált, bár ez az érték még mindig a semleges tartomány közelében van. A kalcium-karbonát (CaCO_3) tartalom 2024-re több mint kétszeresére nőtt. A humusztartalom mindkét évben hasonló, kissé növekedett (4,07%-ról 4,15%-ra (jó)), ami stabil szervesanyag-tartalmat jelez. Az elérhető foszfor (P_2O_5) jelentősen nőtt 85 mg/kg-ról (közepes) 160 mg/kg-ra (jó), ami a talaj tápanyagellátottságának javulására utal, akár a műtrágyázás, akár természetes talajállapot-változások következtében. A kálium (K_2O) szintje is emelkedett, 175 mg/kg-ról (jó) 220 mg/kg-ra (jó), ami szintén pozitív hatással lehet a növényi tápanyagellátásra.

1. táblázat: Talajvizsgálatok eredményei

	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ %	Humusz %	P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg
2023	7,1	6.31	1.42	4.07	85	175
2024	6,9	6.21	3.30	4.15	160	220

Forrás: AgroPartner Kft. (2023-2024)

3.2. A kísérlet elrendezése, bemutatása

A kísérlet célja egy adott kukorica hibrid (Pioneer 9957) tőszámsűrűségének és a vetésidő reakciójának vizsgálata volt a terméshozamra. A kísérlet során megvizsgáltam, hogyan befolyásolja a kukoricatermesztés során a növények közötti távolság növelése vagy csökkentése, valamint a vetés időpontjának megváltoztatása a hozamokat. Két éven át ugyanazon a területen vetettem el a kísérletet. Kettő különböző tőszámmal végeztem a kísérletet, amit a hitelesség érdekében kettő ismétlésben végeztem el. Mindezt négy egymást követő héten, hogy a megfelelő tőszám mellett azt is megtudjam, mikor a legalkalmasabb a vetést végezni (2. táblázat).

2. táblázat: A 2023 évi kísérlet elrendezése

Ápr. 8.	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha
Ápr. 15.	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha
Ápr. 22.	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha
Ápr. 29.	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha	65 ezer tő/ha	80 ezer tő/ha

Mivel a kísérlet helyszíne és a célja sem változott, a még relevánsabb eredmények érdekében a 2024-es évben a kisebb (65 ezer tő/ha) és nagyobb (80 ezer tő/ha) tőszámú parcellákat megcserélve végeztem el a kísérletet.

Mindkét évben egy 6 soros (4,2 m) széles vetőgéppel vetettem a parcellákat áprilisban, 4 vetésidőben. A parcellák 10 x 4,2 métereseek voltak (42 m²). A vetőmag mellé került 100 kg/ha MAS műtrágya és a második év során 20 kg/ha FORCE talajfertőtlenítő vegyszer is. A vetőmag LumiGEN csávázószerrel volt kezelve, ami fungicideket és inszekticideket alkalmaz a kártevők és betegségek ellen. Posztemergens gyomirtásához mindkét kísérleti időszakban 440 g/ha Principal Plus gyomirtószer lett kijuttatva.

A 2023. évi kísérlet első parcellájának vetése április 8-án történt. Ezután április 15-én, 22-én, valamint 29-én történtek a vetések. Előveteménye búza volt, aminek lekerülése után

tarlólántás majd szántás következett. Magágykészítéshez kombinátort használtam a megmaradt rögök aprítása érdekében. Ezután következett a vetés, miközben kijuttattam 100 kg/ha nitrogén műtrágyát. A betakarítást 2023. szeptember 28-án végeztem.

A 2024. évi kísérlet előveteménye kukorica volt. Az előző évi kukoricatarló tárcsázva lett, valamint szárbontó mikrobiológiai készítménnyel lett kezelve, majd beszántottam a tarlót. Magágykészítéshez szintén kombinátort használtam, biztosítva a megfelelő talajadottságokat a vetéshez. Április 6-án történt az első parcellák vetése, majd április 13-án, 20-án, és 27-én vetettem el a további parcellákat. A betakarítás 2024. október 1-én történt.

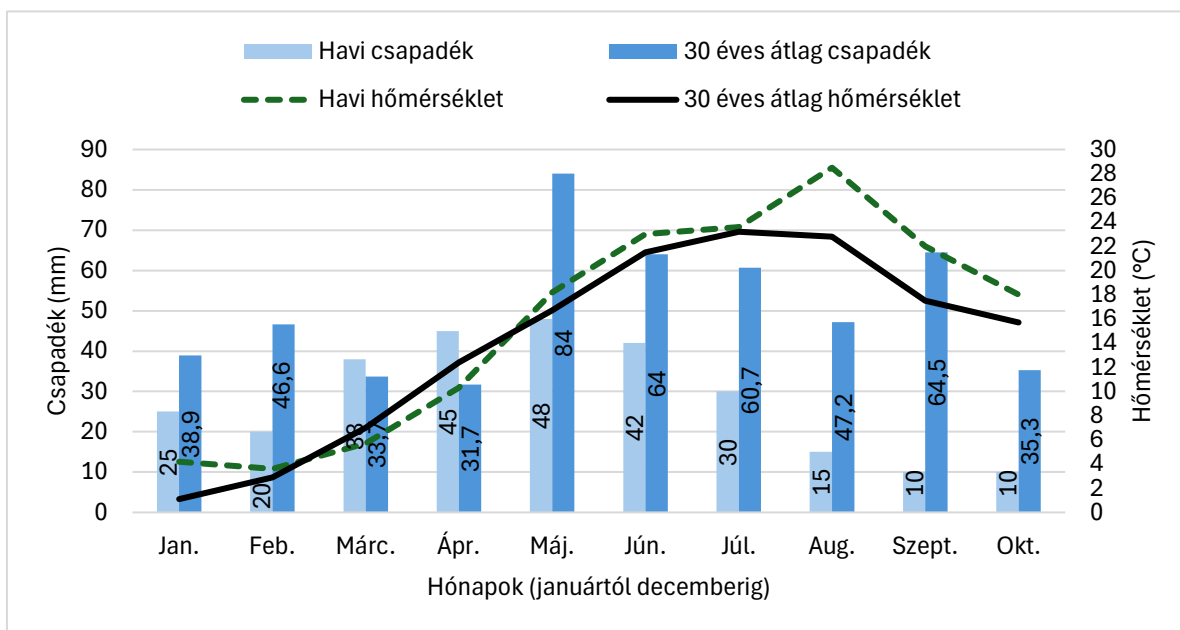
3.3. Időjárás jellemzése a kísérlet során

2023-ban Gádoroson a havi csapadékmennyiségek jelentős ingadozásokat mutattak. Januárban körülbelül 25 mm esett, ami kissé elmaradt a sokéves átlagtól (30-35 mm). Február rendkívül száraz volt, mindössze 20 mm csapadékkal, ami jelentősen alulmúlta a megszokott 35-40 mm-es átlagot. Márciusban 35-40 mm hullott, ami közel állt a 30-40 mm közötti sokéves értékekhez, ezzel visszatérve a tavaszi időszak esősebb tendenciájához.

Áprilisban kevesebb esett, csak 20-25 mm, ami elmaradt az átlagos 35-45 mm-től. Ez nem segítette a vetőmagok csírázását, de be tudtam fejezni a vetést, késés nélkül. Májusban a csapadék mennyisége növekedett, mintegy 45-50 mm hullott, amely jelentősen alámúlta a 70-80 mm-es átlagot. A nyári hónapok közül június hozott 40-45 mm-t, ami átlagosnak mondható, míg júliusban alacsonyabb mennyiség, 25-35 mm esett, megközelítve a sokéves átlagot (40 mm). Augusztus szárazabbnak bizonyult, csupán 15 mm hullott, ami jóval kevesebb az átlagos 35-40 mm-nél.

Szeptember rendkívül száraz volt, mindössze 10 mm csapadékkal, jelentősen elmaradva a megszokott 25-30 mm-es átlagtól. Októberben szintén nagyon kevés csapadék hullott, 10 mm mindössze, ami jelentősen elmarad a 35-40 mm-es sokéves átlaghoz. A téli hónapok a megszokott időjárást hozták a maguk csapadékos, párás, hűvös jellegükkel.

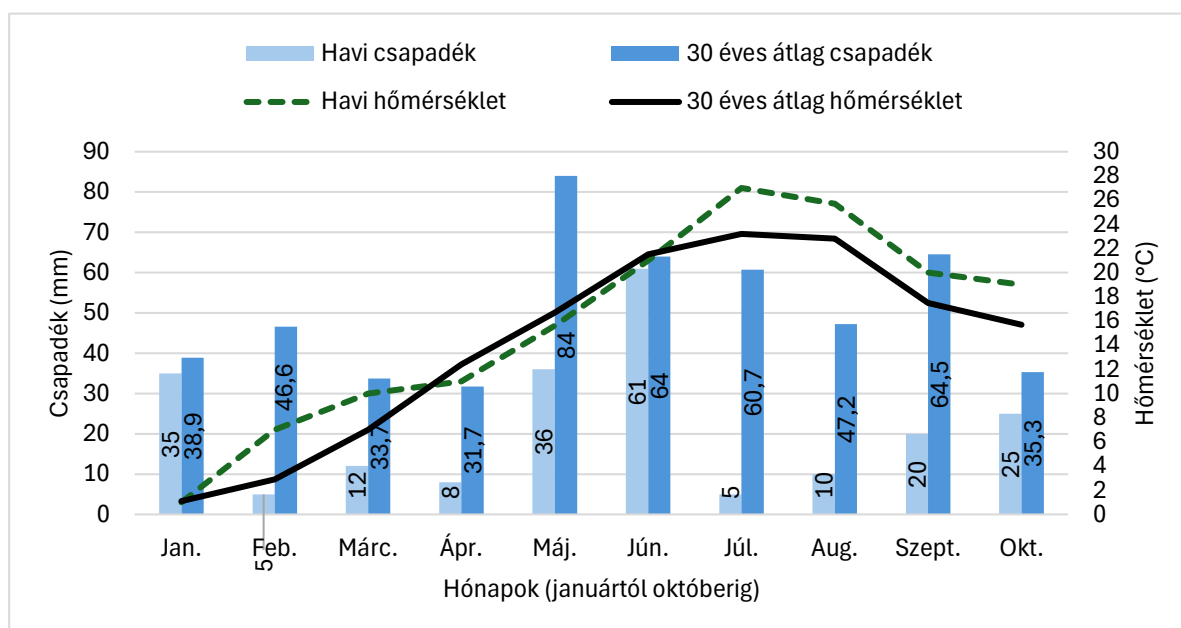
Az év során tapasztalt csapadékingadozások jól mutatják a szélsőséges időjárási viszonyokat, különösen a nyári és őszi hónapokban, amelyek szembetűnően eltértek a sokéves átlagoktól (1. ábra).



**1. ábra: Gádoros 2023. évi csapadék és hőmérséklet diagramja
(Saját adatok, Meteoblue)**

A 2024-es év meteorológiai adatai változatos csapadékeloszlást és hőmérsékleti ingadozásokat mutatnak. Januárban körülbelül 35 mm csapadék hullott, ami a téli átlagoknak megfelelő mennyiség. Február száraz volt, mindössze 5 mm csapadékot mértek, ami alulmúlta a szokásos téli értékeket. Márciusban a csapadék mennyisége 10-15 mm-re nőtt, szintén távol volt a havi átlagtól. Áprilisban a csapadék tovább csökkent, 5-10 mm esett, ami messze elmarad az elvárt és ideális tavaszi mennyiségtől.

Májusban a csapadék jelentős növekedést mutatott, körülbelül 35-40 mm hullott, amely kedvező volt a növényfejlődés szempontjából. Júniusban a csapadék mennyisége elérte a 60 mm-t, ami meghaladta az átlagot. Július kifejezetten száraz volt, körülbelül 5 mm csapadékot mértek, jelentősen alulmúlva a szokásos nyári mennyiségeket. Augusztusban a csapadék kicsit emelkedett, 10 mm esett, ami alacsonyabb az átlagos értékekhez képest. Szeptemberben a csapadék mennyisége 20 mm körüli volt, ami a hónapra jellemző 20-40 mm-es értékek alsó határán van. Októberben a csapadék mennyisége 25 mm körül alakult, ami a megszokott értékeknek felel meg (2. ábra).



2. ábra: Gádoros 2024. évi csapadék és hőmérséklet diagramja (Saját adatok, Meteoblue)

3.4. Eredmények értékelésének módszere

A betakarítást követően a kísérleti sorokat lemorzoltam, lemértem a súlyát parcellákra bontva, ezekből kiszámoltam a terméseredményt, majd megnéztem a beltartalmi értékeket egy MININFRA SmarT beltartalmi mérőeszközzel. Ez meghatározta a fehérje-, keményítő-, olaj-, és nedvességtartalmat. Másik módszer alapján 10 g mintát mindegyik parcelláról ledarálva kemencébe tettem a nedvességtartalom pontosabb meghatározásához.

3.4.1. Ökonómiai értékelés módszere

Mindennek a végén a jövedelmezőség kiszámítása a cél. Az ökonómiai értékelés során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy mikor a legjövedelmezőbb vetni, illetve, hogy milyen tőszámmal érdemes az Alföldön az elmúlt évek aszályos időszakában termesztani a kukoricát.

A vizsgálat keretében a költségek kategorizálása során a talajművelést, a tápanyagellátást, a vetést, a növényvédelmet és a betakarítást állandó költségnek tekintettük. Ezek a költségek nem változnak a tőszám növekedésével vagy csökkenésével, mivel ezek a folyamatok a termesztési év során rendszeresen felmerülnek, és nagymértékben függenek a mezőgazdasági gyakorlatoktól és az alkalmazott technológiától.

Ezzel szemben a változó költség a vetőmag költsége volt, amely a különböző tőszámok esetében eltérő mértékben alakult. Ez a dinamika fontos szerepet játszik a gazdálkodók döntéshozatalában, mivel a tőszám optimalizálása közvetlen hatással van a terméshozamra és a végső költségek összességére.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A vetésidő szerepe a kukorica hibridek fenológiai tulajdonságainak alakulásában

4.1.1. A vetési idő hatása a kelési idő hosszára

A kukorica megfelelő kelését nagymértékben a talaj és az egyéb környezeti tényezők határozzák meg. Különösen fontos a vetés idején a talaj optimális hőmérséklete és nedvességtartalma, valamint a vetőmag minősége és hidegtűrő képessége. Ezen tényezők mellett az egyenletes vetési sűrűség és a növényállomány egyöntetű növekedése és fejlődése alapvető fontosságú a sikeres termeléshez.

2023-ban az első vetésidőben a hibrid csírázása és kelése lassabb volt a vártnál, főként a szokásosnál hűvösebb áprilisi talajhőmérséklet miatt, ami vetéskor mindössze 10,2 °C volt. Az első vetési időszakban a kelés 18 napot vett igénybe. Az első vetési napot követően 15 mm csapadék hullott, ami elősegítette a kukorica csírázását és kelését nemcsak az első, de a többi vetésidőben is (3. táblázat).

2024-ben még sokkal kevésbé volt ideális az időjárás, mint az előző évben igaz, nem a talajhőmérséklet, hanem csapadék terén, ugyanis a februártól április végéig tartó időszakban alig hullott csapadék (22 mm). Emiatt a kelés is elhúzódott, mivel már az utolsó parcellákat vetettem mire először érkezett értékelhető mennyiségű eső. A talajhőmérséklet teljes mértékben kedvező volt a kukorica csírázásához, hiszen az első vetés napján mért 13 °C ideális feltételeket biztosított a magvak számára, hogy megfelelően kikeljenek. Ezután csak emelkedett a talajhőmérséklet (4. táblázat).

3. táblázat: A hibrid vetése és kelése közötti időszak időjárása (Gádos, 2023-2024)

2023. év				
Vetésidő	Ápr. 8.	Ápr. 15.	Ápr. 22.	Ápr. 29.
Kelésidő	Ápr. 26.	Ápr. 30.	Máj. 3.	Máj. 10
Vetéstől kelésig eltelt napok	18	15	11	11
Talajhőmérséklet a vetés napján (°C)	10,2	10,0	12,8	17,1
Csapadék a vetés és kelés között (mm)	19,0	21,0	15,0	45,0

4. táblázat: A hibrid vetése és kelése közötti időszak időjárása
(Gádos, 2023-2024)

2024. év				
Vetésidő	Ápr. 6.	Ápr. 13.	Ápr. 20.	Ápr. 27.
Kelésidő	Ápr. 26.	Ápr. 30.	Máj. 1.	Máj. 5
Vetéstől kelésig eltelt napok	20	17	11	9
Talajhőmérséklet a vetés napján (°C)	13,0	15,6	16,8	18,5
Csapadék a vetés és kelés között (mm)	4,0	8,0	23,0	25,0

4.1.2. Vetésidő szerepe a kukorica virágzásának alakulásában

A fenológiai vizsgálatok során vizsgáltam azt is, hogy a vetés időpontjai hogyan befolyásolták a vizsgált kukoricahibrid hím- és nővirágzásának indulását és időtartamát. Fontos, hogy a virágzás megfelelő időben következzen be, ugyanis közvetlen kapcsolatban van a szemtelítődés kezdetével, így a csövek fejlődésével és az időben történő beéréssel.

A 2023-as évben a megfelelő csapadékeloszlásnak köszönhetően a parcellák egyenletesen tudtak fejlődni és ez látszik a virágzáson is. Június végén következett be az első és második vetésidő hím- és nővirágzása. A maradék kettő parcellacsoport virágzása átcúsúzott július elejére. Vetéstől a hímvirágzásig eltelt napok száma az első vetésnél 78-80, a másodiknál 74-76, a harmadiknál 72-74, a negyediknél pedig 66-68 volt. Látszik, hogy a növény próbálta behozni a későbbi vetéssel keletkezett lemaradását, ebben az idő is segített, mivel az első és az utolsó vetés között 21 nap telt el, a virágzás kezdete között mindössze 10 nap különbség volt (5. táblázat).

2024-ben azonban az egész éves alacsony csapadékmennyiség miatt lassabb volt a fejlődés, így a korábbi vetés ellenére is később történt meg a virágzás, mint az előző évben. Viszont a virágzás kezdetével leesett nagy mennyiségű esőt kihasználva a kukorica 4-6 nappal is tovább virágzott, mint az előző évben. Ebben az évben is látszott, hogy a későbbi vetésidőkben rövidült a vetés és a hímvirágzás között eltelt idő, ami az első vetésidőben 85-87, második vetésidőben 81-83, harmadik vetésidőben már csak 74-76, a negyedik vetésidőben pedig 71-73 nap volt (5. táblázat).

5. táblázat: A vetésidő hatása a kukorica virágzás idejére

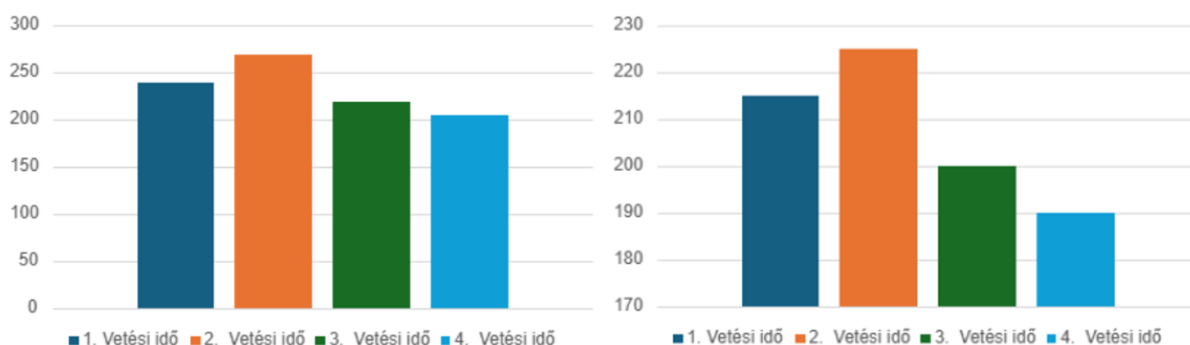
	2023.	2024.
1. Vetésidő	Április 8.	Április 6.
Hímvirágzás ideje	Június 25. - Július 3.	Június 30. - Július 9.
Nővirágzás ideje	Június 28. - Július 7.	Július 1. - Július 11.
2. Vetésidő	Április 15.	Április 13.
Hímvirágzás ideje	Június 28. - Július 5.	Július 3. - Július 13.
Nővirágzás ideje	Június 30. - Július 9.	Július 2. - Július 14.
3. Vetésidő	Április 22.	Április 20.
Hímvirágzás ideje	Július 3. - Július 9.	Július 3. - Július 12.
Nővirágzás ideje	Július 5. - Július 11.	Július 4. - Július 13.
4. Vetésidő	Április 29.	Április 27.
Hímvirágzás ideje	Július 4. - Július 10.	Július 7. - Július 15.
Nővirágzás ideje	Július 7. - Július 11.	Július 7. - ?*

*Időjárási viszonyok miatt nem lehetett ellenőrizni

4.1.3. A vetésidő és az évjárat hatása a növénymagasságra

A növénymagasságot alapvetően a hibrid genetikai adottságai határozzák meg, azonban egyéb tényezők, mint az időjárási körülmények, a vetésidő és a tőszám továbbá a trágyázása szintén jelentős befolyással bírnak a növénymagasságra. A kísérleteim eredményei is alátámasztják ezt a jelenséget. A 2023-as évben a kis tőszámmal (3. ábra, bal oldali része) vetett területeken 205 és 270 cm közötti növénymagasságot mértem, míg a nagy tőszámmal vetett parcellák esetében az állomány alacsonyabb, 190 és 225 cm közötti magasságot ért el (3. ábra, jobb oldali része).

Az eredményekből jól látható, hogy a második vetésidőben fejlődtek ki a legnagyobb növények: kis tőszám esetén 250-270 cm között (3. ábra, bal oldali része), nagy tőszámnál pedig 215 és 225 cm között mozgott a növénymagasság (3. ábra, jobb oldali része). Az első vetésidő a második legnagyobb magasságot eredményezte, míg a harmadik vetésidő a harmadikat, és



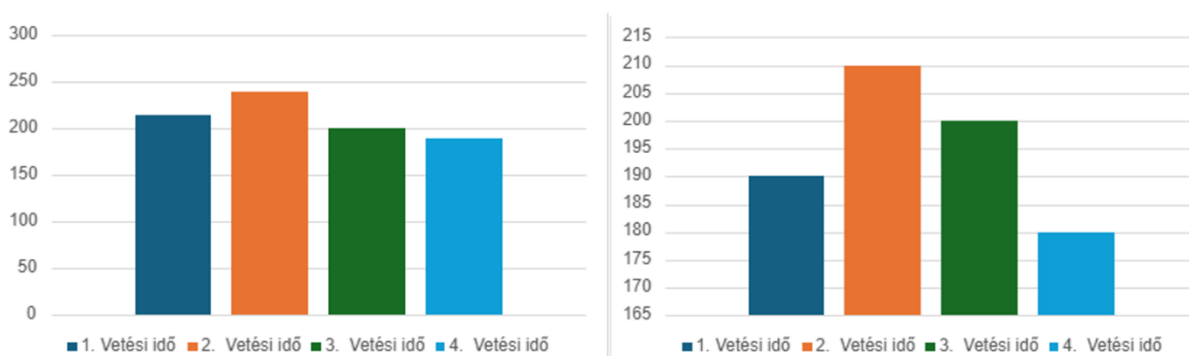
3. ábra: A vetésidő hatása a kukorica magasságára (cm) (Gádos, 2023)

végül a legutolsó vetésidő eredményezte a legalacsonyabb növénymagasságot mindkét tőszám esetén (3. ábra).

A 2024-es év rendkívül aszályos időjárási viszonyai miatt a növények szárai alacsonyabbak lettek, mint a korábbi évben. A kisebb tőszámú parcellákon (4. ábra bal oldal) a kukorica növénymagassága 190 és 240 cm között mozgott, míg a nagyobb tőszám esetén (4. ábra jobb oldal) ez az érték 180 és 210 cm között alakult. Az adatokból kirajzolódott, hogy a második vetésidőben vetett kukorica nőtt a legmagasabbra, ami előző évben is megfigyelhető tendencia volt (4. ábra).

Egy fontos eltérés azonban tapasztalható a 2024 évi eredményekben: a harmadik vetésidő kukoricái a második legmagasabb növénymagasságot érték el, míg az első vetésidő csak a harmadik növénymagasságot produkálta. Mindkét tőszám esetén a legkésőbb vetett parcellák növényei voltak a legalacsonyabbak (4. ábra).

A fenti megfigyelések alapján világosan kiderül, hogy a vetésidő és a tőszám szoros összefüggésben áll a kukorica növénymagasságának alakulásával, és ezek a tényezők jelentősen befolyásolják az adott körülmények között a növények vegetatív fejlődését.



4. ábra: A vetésidő hatása a kukorica magasságára (cm) (Gádos, 2024)

4.1.4. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben

A 2023-as kukorica tenyészidőszak folyamán a viszonylag kedvező csapadékeloszlás a vegetációs időszak nagy részében segítette a növény fejlődését. A tavasz és a nyár eleje kiegyensúlyozottan csapadékos volt, ami elősegítette a kukorica növekedését és virágzását. Július végéig a csapadékelátottság kielégítő maradt, és ez jó alapot biztosított a növényállomány számára. Azonban augusztusban bekövetkezett egy aszályos időszak, ami jelentősen rontotta a szemtelítődést, ezáltal a betakarítási eredményeket is. A kisebb tőszámmal

vetett parcellák esetében az első vetésidőben 12,3%-os szemnedvességet mértem, a második vetésidőben ez az érték 12,8%-ra emelkedett, majd a harmadik vetésidőben 14,0%-ra növekedett. Az utolsó, negyedik vetésidőben pedig 15,2%-ot regisztráltam. Ez a fokozatos növekedés jól mutatja, hogy a későbbi vetésidőkben a magas hőmérséklet és a szárazság ellenére is magasabb szemnedvesség értékek alakultak ki (6. táblázat, 5. ábra).

A nagyobb tőszámmal vetett parcellák esetében hasonló mintázat figyelhető meg, azonban a szemnedvesség alacsonyabb lett. Az első vetésidőben 11,3%-os értéket mértem, majd a másodikban 12,7%-ot, a harmadikban 14,3%-ot, és az utolsó, negyedik vetésidőben a nedvességtartalom itt is elérte a 15,2%-ot. Ezek az alacsonyabb nedvességtartalmak azt mutatják, hogy a nagyobb tőszámú állományok több vizet használnak fel és kevesebb víz áll rendelkezésre növényenként a talajban (6. táblázat, 5. ábra).

A 2024-es év kedvezőtlen csapadékviszonyai megjelennek a kukorica betakarításában is. A gyenge szárnövekedés, alacsony növénymagasság már korán mutatta, hogy nem lesz kifejezetten jó ebben az évben a termés. A csapadék júliusra koncentráldott, ami bizakodást adott, hogy a termékenyülés és a szemtelítődés talán jobb lesz és így a terménagság is. Sajnos azonban augusztusban 2024-ben is aszály sújtotta az Alföldet, így az egyik kritikus időszakban nem kapott elég csapadékot az állomány. Később az aratás kezdeténél pedig érkezett tekintélyes mennyiségű eső, ami már későn hullott a kukorica számára.

A 65000-es tőszámú parcellák első vetésidőjében a szemnedvesség-tartalom 13,7% volt, ami ebben a szakaszban viszonylag alacsony értéknek számított, ám még mindig megfelelt az elvárásoknak. A második vetésidőben ez az érték kissé csökkent, 13,5%-ra, ami minimális változás. A harmadik vetésidőre már észrevehető emelkedés volt tapasztalható, a szemnedvesség-tartalom 14,2%-ra nőtt. Az utolsó vetésidőben pedig a legmagasabb szemnedvesség-tartalmat regisztráltam 14,7%-ot, amely a kései vetés ellenére viszonylag elfogadhatónak mondható (7. táblázat, 5. ábra).

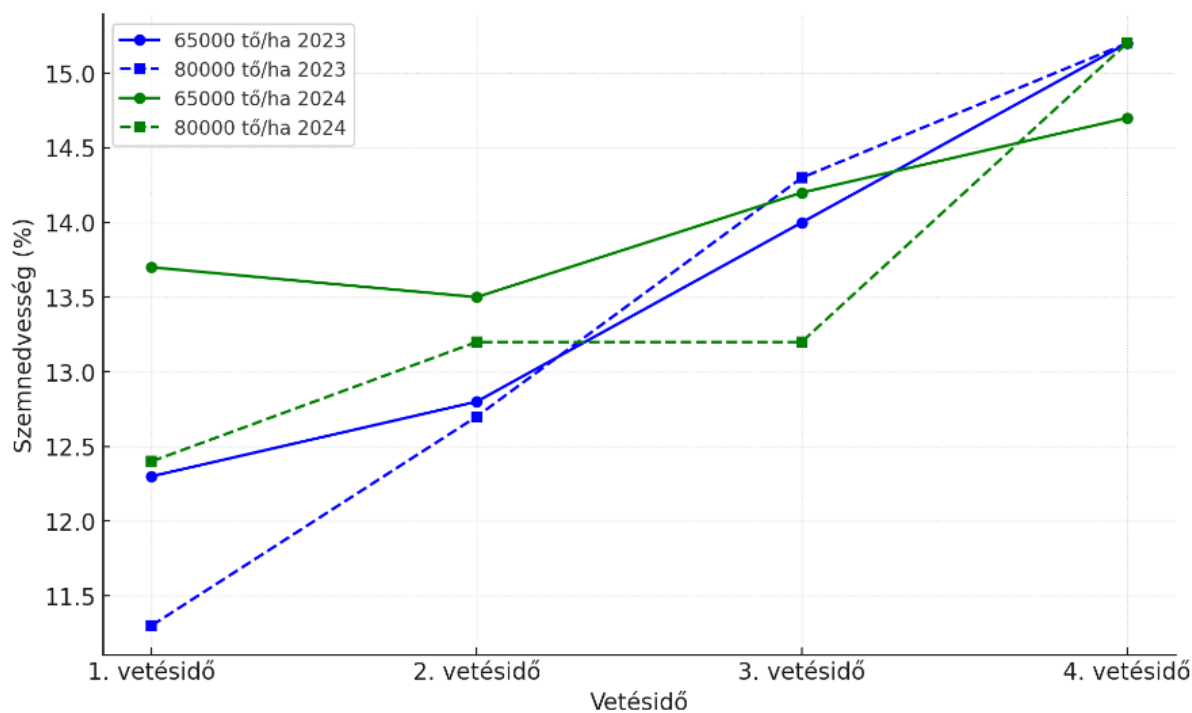
A 80000-es tőszámú parcellák esetében az első vetésidőben 12,4%-os szemnedvesség-tartalmat mértünk, ami jelentősen alacsonyabb volt a kis tőszámú területekhez képest, de a második vetésidőben ez már 13,2%-ra nőtt. A harmadik vetésidőben a szemnedvesség-tartalom szintén 13,2% lett. Az utolsó, késői vetésidőben azonban jelentős változás történt, 15,2%-os szemnedvesség-tartalmat regisztráltunk (7. táblázat), ami a nagy tőszámú parcellák esetében is a legmagasabb értéket jelentette. Kétféleképpen mértem a nedvességtartalmat, ezek az adatok ennek a két módszernek az átlagai (infra és kemence) (5. ábra)

6. táblázat: Betakarításkori szemnedvesség-tartalmak összehasonlítása (2023)

Vetési időpont	65 ezer tő/ha (%)	80 ezer tő/ha (%)
1. vetésidő	12,3	11,3
2. vetésidő	12,8	12,7
3. vetésidő	14,0	14,3
4. vetésidő	15,2	15,2

7. táblázat: Betakarításkori szemnedvesség-tartalmak összehasonlítása (2024)

Vetési időpont	65 ezer tő/ha (%)	80 ezer tő/ha (%)
1. vetésidő	13,7	12,4
2. vetésidő	13,5	13,2
3. vetésidő	14,2	13,2
4. vetésidő	14,7	15,2



5. ábra: Betakarításkori szemnedvesség-tartalmak (2023-2024)

4.1.5. Kukorica beltartalmi értékeinek alakulása különböző vetési időpontok és tőszámok függvényében

A kukoricaszem beltartalma alapvetően három fő komponensből áll: keményítő (70-75%), olaj (3-5%) és fehérje (7-9%). Ezek az értékek azonban számos tényezőtől függenek, mint a hibrid genetikai adottságai, az alkalmazott agrotechnika és a környezeti feltételek. Az eltérő vetési időkkal végzett kísérletek során észrevehető, hogy a kukorica beltartalmi értékei (mint például a keményítő- és fehérjetartalom) kismértékben módosulhatnak a növény fejlődési körülményei alapján. A különböző tőszámok befolyásolják a fotoszintézis hatékonyságát, ami végső soron meghatározza a szemekben felhalmozódó tápanyagok mennyiségét. Az aszály nem segített sem a minőségen, sem a mennyiségen ugyanis ilyen stresszhelyzetekben a kukorica sokkal inkább a túlélésre összpontosít, mint a beltartalmi értékek optimalizálására. Ennek figyelembevételével, a különböző vetési időpontok és tőszámok alkalmazása segíthet optimalizálni a termés beltartalmi értékeit, hiszen a megfelelő időben történő vetés és a megfelelő tőszámú parcellák növelhetik a hozamot és javíthatják a minőséget is.

A 2023-as évben az alacsonyabb tőszámú parcellák termésének beltartalmi eredményei a következők voltak. Az első vetésidőben a szemtermés 10,2% fehérjét, 70,4% keményítőt és 2,6% olajat tartalmazott. A második vetésidőben a fehérjetartalom 9,84%-ra, a keményítőtartalom 73,5%-ra, az olajtartalom pedig 2,48%-ra változott. A harmadik vetésidőben a fehérjetartalom 9,80%, a keményítőtartalom 73,1%, az olajtartalom pedig 2,52% volt. A negyedik vetésidőben a fehérjetartalom 9,4%, a keményítőtartalom 72%, az olajtartalom pedig 2,5% volt (8. táblázat).

8. táblázat: 2023-as év beltartalmi értékei 65 ezer tő/ha tőszámon (saját adatok)

Vetési időpont	Fehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
1. vetésidő	10,2	70,4	2,6
2. vetésidő	9,84	73,5	2,48
3. vetésidő	9,80	73,1	2,52
4. vetésidő	9,40	72,0	2,5

A magasabb tőszámú (80 ezer tő/ha) parcellák esetében az első vetésidőben a fehérjetartalom 9,6%, a keményítőtartalom 71,3%, míg az olajtartalom 2,32% volt. A második vetési időnél a fehérje mennyisége 9,42%, a keményítőé 72,6%, az olajé pedig 2,22% volt. A harmadik vetésidőnél a fehérje mennyisége 9,2%, a keményítőé 71,5%, az olajé pedig 2,30%-

ra módosult. Végül a negyedik vetésidő során mért termés 8,98% fehérjét, 71,2% keményítőt és 2,23% olajat tartalmazott (9. táblázat).

9. táblázat: 2023-as év beltartalmi értékei 80 ezer tő/ha állományban (saját adatok)

Vetési időpont	Fehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
1. vetésidő	9,6	71,3	2,32
2. vetésidő	9,42	72,6	2,22
3. vetésidő	9,2	71,5	2,30
4. vetésidő	8,98	71,2	2,23

A 2024-es év súlyos szárazsága jelentős hatással volt a terméshozamokra, különösen a kis tőszámú (65 ezer tő/ha) parcellák esetében. Az első vetési héten a kukoricaszemek beltartalma 9,71% fehérjét, 72,8% keményítőt és 2,43% olajat tartalmazott. A második vetési időszakban az értékek szinte változatlanok maradtak: a fehérjetartalom 9,71%, a keményítőtartalom 72,5%, az olajtartalom pedig 2,79% volt. A harmadik vetési héten enyhe visszaesés volt tapasztalható, ekkor a fehérjetartalom 9,23%-ra, a keményítőtartalom 71,8%-ra csökkent, míg az olajtartalom 2,52%-ra módosult. A negyedik vetési időszakban azonban kiugróan magas, 9,9%-os fehérjetartalmat mértek, míg a keményítőtartalom 70,7%-ra, az olajtartalom pedig 2,46%-ra változott (10. táblázat).

10. táblázat: 2024-es év beltartalmi értékei 65 ezer tő/ha állományban (saját adatok)

Vetési időpont	Fehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
1. vetésidő	9,71	72,8	2,43
2. vetésidő	9,71	72,5	2,79
3. vetésidő	9,23	71,8	2,52
4. vetésidő	9,9	70,7	2,46

A nagy tőszámú parcellákban (80 ezer tő/ha) az első vetési héten 9,38%-os fehérjetartalmat regisztráltunk, 72,5% keményítővel és 2,37% olajjal. A második vetési héten a fehérjetartalom enyhén csökkent, 9,31%-ra, míg a keményítőtartalom 71,4%-ra, az olajtartalom pedig 2,22%-ra alakult. A harmadik vetési időszakban újra emelkedtek az értékek: a fehérjetartalom 9,37%-ra nőtt, a keményítőtartalom pedig 72,8%-ra, az olajtartalom pedig 2,61%-ra javult. A negyedik vetési héten a fehérje 9,12%-ra, a keményítőtartalom 70,2%-ra, míg az olajtartalom 2,12%-ra csökkent (11. táblázat).

11. táblázat: 2024-as év beltartalmi értékei 80 ezer tő/ha állományban (saját adatok)

Vetési időpont	Fehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
1. vetésidő	9,38	72,5	2,37
2. vetésidő	9,31	71,4	2,22
3. vetésidő	9,37	72,8	2,61
4. vetésidő	9,12	70,2	2,12

Az adatok jól szemléltetik, hogyan befolyásolja a vetési idő és a tőszám a kukorica beltartalmi értékeit, különösen egy aszályos évben, amikor a környezeti hatások még hangsúlyosabban érvényesülnek.

2023-ban, amely viszonylag kedvezőbb időjárást hozott a nyár végéig, az alacsonyabb tőszámú parcellákban magasabb fehérje- és keményítőtartalmat sikerült elérni, különösen az első és második vetési időszakban. Az első vetési időpontban a magasabb tőszámú parcellákban 9,6% fehérjetartalommal és 71,3%-os keményítőtartalommal találkoztunk. A második vetési időszakban a beltartalmi értékek tovább javultak a kis tőszámú parcellákban, ahol 73,5%-os keményítőtartalom mellett 9,84%-os fehérjét mértek. Ezzel szemben a nagy tőszámú parcellák beltartalmi értékei enyhén alacsonyabbak voltak.

2024-ben azonban a súlyos aszály és a csapadék egyenetlen eloszlása miatt mind az alacsonyabb, mind a magasabb tőszámú parcellák beltartalmi értékei visszaestek. A 65000-es tőszámú parcellákban magasabb fehérje- és keményítőtartalmat sikerült elérni, különösen az első és második vetésidőkből. A legjobb eredményeket az első és a negyedik vetésidők mutatták. A kis tőszámú parcellákban az első vetésidőben 9,71%-os fehérjetartalmat és 72,8%-os keményítőtartalmat mértem, míg a negyedik vetésidőben 9,9%-os fehérjetartalmat, ami az év legmagasabb értéke lett. Ezzel szemben a 80000-es tőszámú parcellák legjobb eredményei a harmadik vetésidőben adódtak, 9,37%-os fehérjetartalommal és 72,8%-os keményítőtartalommal.

Összességében tehát a korai vetés és a mérsékelt tőszám hozta a legjobb eredményeket mindkét évben, különösen aszályos körülmények között.

4.1.6. 2023-as év kísérleti év betakarítási eredményeinek bemutatása

A 2023-as adatok elemzése alapján megállapítható, hogy a vetésidő és a tőszám befolyásolja a terméshozamot. Az alacsonyabb tőszámú parcellákban (65 ezer tő/ha) a második vetési időpont mutatta a legmagasabb hozamot (4,81 t/ha), míg a legkisebb hozamot a negyedik vetési idő adta (3,82 t/ha). A magasabb tőszámú parcellák (80 ezer tő/ha) esetén szintén a második vetési időszak bizonyult a legeredményesebbnek, itt 5,31 t/ha hozamot sikerült elérni, míg a negyedik vetési időpontban csupán 3,11 t/ha termett (12. táblázat).

Összességében mindkét tőszámnál a második vetési idő hozta a legjobb eredményt, míg a negyedik vetésidő a legalacsonyabbat. Az alacsonyabb tőszámú parcellák a legtöbb esetben stabilabb hozamot biztosítottak, míg a magasabb tőszámok esetében nagyobb volt a hozamok szórása a különböző vetési időpontok között (12. táblázat).

12. táblázat: 2023-as év termésátlagai (t/ha)

2023	Termésátlag 65 ezer tő/ha (t/ha)	Termésátlag 80 ezer tő/ha (t/ha)
1. vetésidő	4,31	3,21
2. vetésidő	4,81	5,31
3. vetésidő	4,1	3,5
4. vetésidő	3,82	3,11

4.1.7. 2024-es év kísérleti év betakarítási eredmények bemutatása

Az 2024-es év alacsonyabb tőszámú parcelláiban a szemtermés a következőként alakult: Az első vetési időszakban az alacsonyabb tőszámú vetés (3,57 t/ha) jobb eredményt hozott, mint a magasabb tőszám (3,1 t/ha), ami arra utal, hogy az optimális tőszám ennél a vetési időpontnál kisebb lehetett. A második vetési időben az alacsonyabb tőszámnál jelentősen magasabb hozamot mértek (5,33 t/ha), míg a magasabb tőszám kisebb (2,66 t/ha) hozamot eredményezett.

A harmadik vetési időnél a magasabb tőszám (4,96 t/ha) jobb eredményt hozott, mint az alacsonyabb (4,37 t/ha), ami azt sugallja, hogy ebben az időszakban a nagyobb tőszám kedvezett a hozamoknak. Ez az időjárási és talajviszonyokkal is összefüggésben lehet, amelyek a sűrűbb állomány számára kedveztek. A negyedik vetési időszakban szintén a magasabb tőszám bizonyult előnyösebbnek (3,71 t/ha), míg az alacsonyabb tőszámú vetés 3,25 t/ha termést hozott.

Összefoglalva, az optimális hozam elérése érdekében a 2. vetésidő alacsonyabb tőszáma bizonyult a legjobbnak, míg a 3. vetési idő magasabb tőszáma szorosan követte, és szintén kiemelkedő eredményt hozott (13. táblázat).

13. táblázat: 2024-as év termésátlagai

2024	Termésátlag 65 ezer tő/ha (t/ha)	Termésátlag 80 ezer tő/ha (t/ha)
1. vetésidő	3,57	3,1
2. vetésidő	5,33	2,66
3. vetésidő	4,37	4,96
4. vetésidő	3,25	3,71

4.1.8. Ökonómiai értékelés

Mindkét évben ugyanaz a kukorica hibrid (Pioneer 9957, 85 000 Ft/zsák) volt a kísérleti parcellákba vetve. A fenti ár alapján lett kiszámolva a hektárra vetített vetőmag ár. A tőszám emelkedésével a hektáronkénti vetőmagköltség is emelkedik.

14. táblázat: 2023-as év ökonómiai értékelése

Vetési hét	Tőszám (ezer/ha)	Termésátlag (t/ha)	Bevétel	Vetőmag ktg. (Ft/ha)	Vetőmag költségével korrigált bevétel (Ft/ha)
1.	65	4,31	344 800 Ft	69 063 Ft	275 738 Ft
1.	80	3,21	256 800 Ft	85 000 Ft	171 800 Ft
2.	65	4,81	384 800 Ft	69 063 Ft	315 738 Ft
2.	80	5,31	424 800 Ft	85 000 Ft	339 800 Ft
3.	65	4,1	328 000 Ft	69 063 Ft	258 938 Ft
3.	80	3,5	280 000 Ft	85 000 Ft	195 000 Ft
4.	65	3,82	305 600 Ft	69 063 Ft	236 538 Ft
4.	80	3,11	248 800 Ft	85 000 Ft	163 800 Ft

A 2023-as évben a legmagasabb hozamot és bevételt a 2. héten elvetett 80 ezres tőszám biztosította, amely 5,31 t/ha hozamot és 424 800 Ft/ha bevételt eredményezett. Ezt követően a vetőmagköltséggel korrigált bevétel 339 800 Ft lett, ami kiemelkedő érték. Ugyanebben a 2. vetési időpontban az alacsonyabb, 65 ezres tőszám 4,81 t/ha hozamot és 384 800 Ft bevételt adott, a korrigált bevétel pedig 315 738 Ft lett. A többi vetésidő és tőszámok ettől alacsonyabb bevételt eredményeztek (14. táblázat).

15. táblázat: 2024-es év ökonómiai értékelése

Vetési hét	Tőszám (ezer/ha)	Termésátlag (t/ha)	Bevétel	Vetőmag ktg. (Ft/ha)	Vetőmag költségével korrigált bevétel (Ft/ha)
1.	65	3,57	285 600 Ft	69 063 Ft	216 538 Ft
1.	80	3,1	248 000 Ft	85 000 Ft	163 000 Ft
2.	65	5,33	426 400 Ft	69 063 Ft	357 338 Ft
2.	80	2,66	212 800 Ft	85 000 Ft	127 800 Ft
3.	65	4,37	349 600 Ft	69 063 Ft	280 538 Ft
3.	80	4,96	396 800 Ft	85 000 Ft	311 800 Ft
4.	65	3,25	260 000 Ft	69 063 Ft	190 938 Ft
4.	80	3,71	296 800 Ft	85 000 Ft	211 800 Ft

A 2024-es évben részben hasonló tendenciák figyelhetők meg, de elsősorban az időjárási viszonyok miatt a bevételek alacsonyabbak lettek. Az 1. héten a 65 ezres tőszám 3,57 t/ha hozamot produkált, míg az ebből származó bevétel 285 600 Ft/ha lett. A vetőmagköltséggel korrigált bevétel 216 538 Ft/ha, ami szintén alacsonyabb az előző év, hasonló időszakához képest. A 2. héten a 65 ezres tőszám mutatott magasabb terméshozamot (5,33 t/ha), amely 426 400 Ft/ha bevételt eredményezett, a korrigált bevétel pedig elérte a 357 338 Ft/ha-t. Ez volt 2024-ben a legkiemelkedőbb eredmény, amely megerősíti, a második vetésidő kedvező hatását.

2024-ben jól szerepelt még a 3. vetésidő 80 ezer tő/ha parcella is, amely 311 800 Ft/ha bevételt biztosított (15. táblázat).

Összességében mindkét évben a 2. héten elvetett kukoricavetés adta a legjobb hozamot és bevételt. Az eredmények és a nyári csapadék mennyiségének bizonytalansága azt sugallják, hogy a jelenlegi aszályos időszakban nem tudja a talaj eltartani a magas tőszámú vetéseket, ezért nem érdemes a tőszám emelése a magasabb bevételszerzés céljából a Dél-Alföldön öntözés nélkül.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A kísérleti eredmények alapján a kelés idejét erőteljesen befolyásolta az évjáratok eltérő csapadék- és hőmérsékleti viszonya. A 2023-as év tavaszi időszakban alacsonyabb talajhőmérséklet volt mérhető, ami az első vetési időszakban lassabb, 18 napos kelést eredményezett. Ezzel szemben 2024-ben a tavaszi szárazság késleltette a csírázást és a kelést, különösen a későbbi vetésidőknél, mivel a talaj nedvességtartalma ekkor alacsony volt, és csak az első jelentősebb csapadék után javult a kelés üteme.

A virágzás időzítése és időtartama szintén évjáratfüggő volt. A 2023-as csapadékosabb tavasz következtében a virágzás egységes volt és időben lezajlott, míg a 2024-es elhúzódó szárazság miatt a virágzás később kezdődött, de hosszabb ideig tartott a nyár eleji nagyobb csapadékhullás hatására. Mindkét évben megfigyelhető volt, hogy a későbbi vetési időszakokban a virágzás rövidebb ideig tartott.

A növénymagasságot az évjárat időjárási tényezői mellett a tőszám és a vetésidő is jelentősen befolyásolta. 2023-ban a második vetési időszak és az alacsonyabb tőszám kedvezett a növénymagasság növekedésének: az állomány itt 250-270 cm-es magasságot ért el. Az aszályosabb 2024-es évben viszont a növények alacsonyabbak maradtak, különösen a nagyobb tőszámú parcellákban, ahol a növénymagasság 190-240 cm között alakult. A korábbi vetési időpontok általában magasabb növényeket eredményeztek.

A betakarításkori szemnedvesség szoros összefüggést mutatott a vetési időponttal. 2023-ban az első vetési időszak alacsonyabb, 12,3%-os szemnedvességet eredményezett, míg a későbbi vetéseknél ez az érték magasabb volt. 2024-ben az aszályos időjárás miatt az utolsó vetési időszakban a szemnedvesség 15,2%-ra emelkedett, amely érték jelentősen meghaladta az első vetések értékeit, rámutatva a korai vetés előnyeire a szemnedvesség optimalizálása szempontjából.

Az évjáratok beltartalmi értékekre gyakorolt hatása is megfigyelhető volt. A csapadékosabb 2023-as évben magasabb fehérje- és keményítőtartalom volt mérhető, míg a 2024-es aszályos körülmények csökkentették ezeket az értékeket, különösen a későbbi vetési időszakokban. Például 2023-ban a második vetési időszak fehérjetartalma 9,84% volt, míg 2024-ben az első vetési időszakban mért érték 9,71%-ra csökkent.

A hozamokat nagymértékben befolyásolta az évjáráti csapadék és a tőszám. Különösen a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége és annak eloszlása van döntő hatással a termés nagyságára. A nagyobb tőszámú állomány vízigénye nagyobb, amely nem minden esetben áll rendelkezésre, így a nagyobb tőszám alkalmazása növeli az aszályérzékenységet.

Vizsgálataim is igazolják, hogy az optimális vetési idő és megfelelő tőszám kiválasztása döntő fontosságú a terméshozam maximalizálásában.

Az optimális tőszám az utóbbi évek aszályos időjárása miatt az alacsonyabb irányba tolódik el, mivel az alacsonyabb tőszám stabilabb hozamot biztosít és költséghatékonyabb is a vetőmagköltség miatt.

Az optimális vetési idő a második vetésidő volt, amely általában április közepére esik. Ez az időpont mindkét évben a legmagasabb hozamot és gazdasági bevételt eredményezte, így javasolt a vetésidő optimalizálása ennek megfelelően.

Összességében a legjobb kombináció: A 2023-as és 2024-es évek adatai alapján a második heti (április 10-15) vetés. Tőszám tekintetében nem alakult ki egységes kép. 2023-ban a 80 ezer tő/ha, míg az aszályosabb 2024-ben 65 ezer tő/ha állomány bizonyult a legjobbnak mind hozam, mind gazdasági mutatók tekintetében.

Az aszályos évek gyakori előfordulása miatt, javaslom az alacsonyabb tőszámok (65-70 ezer tő/ha) alkalmazását a kukoricatermesztésben a dél-alföldi az öntözetlen területeken.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kukorica melegigényes növény, amelynek optimális csírázási hőmérséklete 10-12 °C, míg a gyors fejlődéshez 12-14 °C-os talajhőmérséklet szükséges. A legkedvezőbb terméshozamok a mérsékelt égöv 42-45. szélességi fokai között érhetők el, és Magyarországon az éghajlat legfeljebb a FAO 500-600-as tenyészidejű hibridek termesztését teszi lehetővé. A kukorica számára a megfelelő fényintenzitás is alapvető jelentőségű. A vízellátottság és a talaj vízmegtartó képessége szintén kulcsfontosságú a hozam szempontjából, mivel ezek biztosítják a növény egészséges növekedését, különösen csapadékhiányos időszakokban.

Az agrotechnikai tényezők közül a vetésidő és a tőszám különösen meghatározó. A megfelelő időben elvégzett vetés a növények számára biztosítja a szükséges növekedési időszakot, ami magasabb hozamot eredményezhet, míg a késői vetés jelentős terméseszkökenesssel járhat. A kísérleti adatok szerint a korábbi vetés akár 5-8%-kal is növelheti a hozamot, továbbá csökkentheti a szárítási költségeket.

A tőszám szintén fontos szerepet játszik a termés nagyságában, mivel az optimális sűrűség növeli a termés mennyiségét, de a túlzott sűrűség versenyt idéz elő a növények között, amely csökkentheti a hozamot. Az optimális tőszám függ a talaj minőségétől, a környezeti feltételektől az alkalmazott agrotechnikától és a termesztett hibrid jellemzőitől.

A kísérlet Békés megyében, Gádoroson zajlott, ahol a talajviszonyok ideális környezetet biztosítanak a kukorica termesztéséhez. Az itt található mezősségi talaj gazdag tápanyagokban, és jó vízelvezető képességgel rendelkezik, ami elősegíti a gyökérfejlődést és a növények optimális tápanyagfelvételét. A talaj pH-értéke megközelíti a semleges értéket, ami kedvező feltételeket teremt a tápanyagok felvételéhez, a kukorica növekedéséhez és a hozam maximalizálásához.

A kísérletben a kukorica tőszámsűrítésének és a vetésidőnek a hatásait vizsgáltam a hozamra, betakarításkori szemnedvesség-tartalomra, a beltartalmi értékekre, és a termesztés gazdaságosságára. Négy különböző vetési időpontban (április 1., 2., 3., 4. hete) és két különböző tőszámmal (65 ezer tő/ha, 80 ezer tő/ha) végeztem el a vetéseket, majd a terméshozam, a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, beltartalmi értékek (fehérje-, keményítő- és olajtartalom) alakulását elemeztem. Vizsgálataimat kiegészítettem

gazdaságossági számítással is. A betakarítás során a kukoricacsövekből vett minták nedvességtartalmát és beltartalmi összetevőit (fehérje-, keményítő-, olajtartalom) megmértem.

A vizsgálatom során a kukorica fenológiai fázisait is feljegyeztem, beleértve a csírázást, a kelést és a virágzást, hogy átfogó képet nyerjek a növény fejlődésének szakaszairól. A kutatás célja annak megállapítása volt, hogy mely vetési időpont és tőszám kombinációja biztosítja a legmagasabb hozamot és a legjobb beltartalmi értékeket, figyelembe véve a kedvezőtlen időjárási tényezők, például az aszály hatásait is.

A hozamokat vizsgálva 2023-ban a kisebb, 65 ezer tő/ha sűrűségű parcellákban a második vetésidő hozta a legjobb eredményt 4,81 t/ha hozammal. Hasonlóan kedvezően alakultak a nagyobb, 80 ezer tő/ha sűrűségű parcellák eredményei is, ahol ugyanez az időszak 5,31 t/ha hozamot adott. Mindkét esetben a negyedik, későbbi vetési időszak eredményezte a legkisebb hozamot (3,82 t/ha a kisebb, 3,11 t/ha a nagyobb tőszámú parcellákban), amely arra utal, hogy a korai vetés előnyösebb a hozam maximalizálásához. 2024-ben, az aszályos körülmények között, szintén a kisebb tőszám mutatta a legjobb eredményeket, különösen a második vetési időszakban, ahol a hozam elérte az 5,33 t/ha-t. Érdekes módon a 80 ezer tő/ha tőszámú parcellák a harmadik vetési időszakában is viszonylag magas, 4,96 t/ha hozamot adtak, amely arra utal, hogy ebben az időszakban a nagyobb sűrűség kedvező lehetett. Összességében mindkét évben a második vetésidő bizonyult a legjobbnak a hozamok tekintetében. A tőszámok esetében már némi eltérés volt. 2023-ban a második vetésidő 80 ezer t/ha állománya, míg 2024-ben a második vetésidő 65 ezer tő/ha állománya adta a legnagyobb termést.

A beltartalmi értékek tekintetében 2023-ban a kisebb tőszámú parcellákban magasabb fehérje- és keményítőtartalmat mértünk, különösen az első és második vetési időszakokban. Az első vetési időpontban a fehérjetartalom 10,2%, a keményítőtartalom 70,4%, míg az olajtartalom 2,6% volt, a második vetési időszakban pedig a keményítőtartalom még tovább emelkedett 73,5%-ra. 2024-ben a szélsőséges időjárás némileg csökkentette a beltartalmi értékeket, bár az első és negyedik vetési időszakokban mért 9,9%-os fehérjetartalom kiemelkedett. A nagyobb tőszámú parcellákban a harmadik vetési időszakban volt a legmagasabb a keményítőtartalom, 72,8%.

Az aszályos évek gyakori előfordulása miatt, javaslom az alacsonyabb tőszámok (65-70 ezer tő/ha) alkalmazását a kukoricatermesztésben a Dél-Alföldön az öntözetlen területeken.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. AHMAD, M. - KHALIQ, A. - AHMAD, R. - RANJHA, A. M. (2010): Allometry and Productivity of Autumn Planted Maize Hybrids under Narrow Row Spacing. *International Journal of Agriculture & Biology*. 12. évf. 5. sz. pp. 661-667.
2. ANTAL J. (2000): Szemes kukorica. In: Antal J. szerk.: *Növénytermesztők zsebkönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 99-106
3. ÁRENDÁS, T. - FODOR, N.- NÉMETH, T. - CSATHÓ, P. (2006): A kukorica költség- és környezetkímélő trágyázásának gyakorlati tapasztalatai. *Gyakorlati Agroforum extra: A gyakorlati agroforum külöнкиadása*. 13.sz. pp. 29-30.
4. BERZSENYI Z. (1992): A N-műtrágyázás és a növényszám hatása a kukorica (*Zea mays* L.) harvest indexének, biomassza produkciójának és szemtermésének változására az 1986-1990 években. *Növénytermelés*. 41. évf. 1. sz. pp. 43-57.
5. BERZSENYI Z. (2012): Kukorica. In.: Radics L. szerk. *Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés*. Agroinform Kiadó, Budapest. pp. 11-101.
6. BERZSENYI, Z. - LAP, D. Q. (2001): A vetésidő és N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására 1991 és 2000 között. *Növénytermelés* 2-3.sz. pp. 309-331.
7. BOCZ E. (1992): Szántóföldi Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 379-384.
8. BOROS B. - SÁRVÁRI M. (2016): Az állománysűrűség hatása a kukorica termésére átlagos és szélsőségesen aszályos évjáratokban. *Agrártudományi Közlemények* 32. pp. 8-17.
9. CSAJBÓK J. szerk. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Debreceni Egyetem. Debrecen. pp. 185.
10. DOBOS, GY. - KOCSONDI. CS. - BIACS, P. (2003): A magyar mező- és erdőgazdaság feladatai a klímaváltozás tükrében. *Gazdálkodás*, 6.sz. pp. 4-18.
11. ERIN, V. (2022): EU ethanol production. <https://ethanolproducer.com/articles/19446/eu-ethanol-production-consumption-expected-in-increase-in-2022> (letöltés: 2023.05.16)
12. GYÖRFFY B. – I'SÓ I. (1970): A kukorica. In.: Láng G. szerk. *A növénytermesztés kézikönyve* 1. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 222-330.

13. HUZSVAI, L. - NAGY, J. (1994): Kukorica tőszám és termés összefüggés elemzése különböző biológiai érvényességgel rendelkező modellekkel. Növénytermelés. 43. évf. 6. sz. pp. 533-544.
14. IVÁNY, K. - KISMÁNOKY, T. - RAGASITS, I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 379-385.
15. JESSICA, A. (2023): Fuel ethanol production in the European Union in 2021, <https://www.statista.com/statistics/1295937/leading-fuel-ethanol-producers-in-the-eu/> (letöltés: 2023.05.16)
16. KISS CS. (2013): A bioetanol gyártás alapanyagául szolgáló kukorica szemtermésére ható legfontosabb termesztési tényezők. Doktori Értekezés. Debrecen. pp. 15-26.
17. KOVÁCS P. - SÁRVÁRI M. (2016): Az NPK műtrágyázás és a tőszám hatása az eltérő genetikai alapú kukorica hibridek. Agrártudományi Közlemények 69. pp. 103-108.
18. KOVÁCS, J. (1987): A nedves kukorica felhasználás nagyüzemi eredményei a Szekszárdi Mezőgazdasági Kombinátban. Energiagazdálkodás. 28. évf. 5. sz. pp.189-190.
19. LESZNYÁK, M-né, - CSAJBÓK, J. - ZSOMBIK, L. (2018): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme 1. pp.171-172.
20. MARTON, L. CS. - BERZSENYI, Z. - ÁRENDÁS, T. - BÓNIS P. (2011): Kukorica genotípusok herbicid toleranciájának változása aszályos és csapadékos évjáratokban, Agrártudományi közlemények. 43. sz. pp. 124-127.
21. MEGYES A. – NAGY J. (1999): A növényszám hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. Növénytermelés. 48. évf. 5. sz. pp. 535-542.
22. MUKHTAR, T. - ARIF, M. - HUSSAIN, S. - ATIF, M. (2012): Yield and yield components of maize hybrids as influenced by plant spacing. Journal of Agricultural Research. 50. évf. 1. sz. pp. 59-69.
23. MURÁNYI E. (2016): A tenyésztőterület hatása az eltérő genotípusú kukorica hibridek (*Zea mays* L.) termésképző elemeinek alakulására Agrártudományi Közlemények 68. pp. 67-78.
24. MURÁNYI E. - PEPÓ P. (2014): Különböző genotípusú kukoricahibridek tőszám sűrítettségének vizsgálata csernozjom talajon. Agrártudományi Közlemények 56. szám. pp. 87-92.
25. NAGY J. (1996): A növényszám és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. Növénytermelés. 45. évf. 5-6. sz. pp. 543-552.
26. NAGY J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 20-214.

27. NAGY, J. - KECSKÉS, I. - SOJNÓCZKI, I. (2021): Impact of tillage systems on maize emergence. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 7-11.
28. NAGY, J. - SÁRVÁRI, M. (2005): Kukorica. In. Antal J. szerk. Növénytermesztés 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 164-185.
29. PÁLOVICS B. - SÁRVÁRI M. (2006): Tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. Agrártudományi Közlemények 23 Különszám. pp. 50–61.
30. PEPÓ P. (2019): Integrált növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó és Kereskedő Kft. pp. 59-92.
31. KARANCSI, L, PEPÓ, P. (2012): Study of the effect of fertilization of maize (*Zea mays* L.) in crop years with different water-supply. Növénytermelés. 61.sz. pp. 89-92
32. PEPÓ, P. SÁRVÁRI, M. (2011): Gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 13-33
33. RÁCZ, F. - HEGYI, Z. - SPITKÓ, T. - SZŐKE, C. - BERZY T. (2005): Studies of the adaptability of maize hybrids under various ecological conditions. Cereal Research Communication. 4. sz. pp. 689-696.
34. SÁRVÁRI M. (1995): A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukorica-termesztési technológiában. Növénytermelés. 44. évf. 3. szám. pp. 261-292.
35. SÁRVÁRI M.- EL HALLOF N. – MOLNÁR ZS. (2005): Összefüggés a tőszám, vetésidő, és a kukorica termésbiztonsága között. Agronapló 4. sz. pp. 30-32.
36. SÁRVÁRI M.- EL HALLOF N. – MOLNÁR ZS. (2005): Összefüggés a tőszám, vetésidő, és a kukorica termésbiztonsága között. Agronapló 4. sz. pp. 30-32.
37. SÁRVÁRI, M. (2020): Az NPK tápanyagellátás, vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére és termésbiztonságára. Értékálló aranykorona: Országos mezőgazdasági szaklap, (20. évf.) 2. sz. pp. 17-19.
38. SÁRVÁRI, M. - FUTÓ, Z. (2001): Összefüggés a kukoricahibridek vetésideje, produkciója és a betakarításkori nedvességtartalma között csernozjom talajon. Agrártudományi közlemények. 1.sz. pp. 32-41.
39. STONE, P. - PEARSON, A. - SORENSEN, I. - ROGERS, B. (2000): Effect of row spacing and plant population on maize yield and quality. Agronomy of New Zealand. 30. pp. 67-75.
40. SZATMÁRI M. (1996): A kukorica (*Zea mays* L.) néhány tulajdonságának összefüggés vizsgálata változó környezetben. Növénytermelés. 2 sz. pp. 155-165.

41. SZÉLL, E. - SZÉL, S. - KÁLMÁN, L. (2005): New maize hybrids from Szeged and their specific production technology. *Acta agronomica Hungarica*. 2.sz. pp. 143-151.
42. SZÉLL, E. - SZÉL, S. - MAKRA, M. (2012): A 2012. évi kukoricatermesztési kísérleteink eredményei a megelőző évek adatainak összehasonlításában. *Agrofórum Extra*. 47.sz. pp. 40-45.
43. SZŰCSNÉ, P. J. - AVASI, Z (2004): Takarmányozástan gyakorlat jegyzet. SZTE MGK Takarmányozástani Tanszék pp. 41- 58, 71-90.
44. TÓTIN Á. - PEPÓ P. (2016): A vetésidő és tőszám hatása három kukorica hibrid kelés- és növekedés-dinamikájára. *Agrártudományi Közlemények*. 68. pp. 95–113.
45. USDA, (2023): World Agricultural Production. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> (letöltés: 2023. 05. 18)
46. ZÁBORSZKY, S. (1998): Néhány gondolat a kukorica vetésidejéről. *Gyakorlati agrofórum*. 5.sz. pp. 28.

PLÁGIUM NYILATKOZAT

Alulírott, SZÜCS GÁBOR ÁKOS kijelentem, hogy a beadott szakdolgozat saját munkám eredménye, és a szakirodalmi forrásokat korrekten kezeltem.

A bírálatra leadott papíralapú szakdolgozat bekötött példánya mindenben megegyezik a Moduloba feltöltött (PDF file) szakdolgozattal.

Dátum: 2024. 11. 04

Szűcs Gábor Ákos
Jelölt aláírása