



**DEBRECENI EGYETEM**  
**KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA**

*Doktori Iskola vezető:*

**Prof. Dr. Holb Imre**

MTA doktora

*Témavezető:*

**Dr. Sárvári Mihály**

professor emeritus

*A köles termesztés technológiájának fejlesztése,  
adaptálása eltérő ökológiai viszonyokra*

Készítette:

**Seres Emese**

doktorjelölt

Debrecen

**2024**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	5
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	10
2.1. A köles származása, fajai .....	10
2.2. A köles hazai természetstörténete .....	12
2.3. A genotípus hatása a köles ( <i>Panicum miliaceum</i> ) agronómiai paramétereire .....	13
2.4. Az ökológia tényezők hatása a köles agronómiai tulajdonságaira .....	16
2.4.1. A köles éghajlatigénye .....	16
2.4.2. A köles elővetemény- és talajigénye.....	22
2.5. A termesztéstechnológiai elemek hatása a köles agronómiai paramétereire .....	26
2.5.1. A tápanyagellátás hatása a köles agronómiai paramétereire .....	26
2.5.2. A vetéstechnológia hatása a köles agronómiai paramétereire.....	31
2.6. Az NDVI (Normal Difference Vegetative Index) értékek alakulása a kölesben .....	35
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....	38
3.1. A kísérleti területek agroökológiai adottságai .....	38
3.1.1. A kísérleti területek talajának jellemzői .....	38
3.1.2. A kísérleti évek időjárása a kísérleti helyeken .....	40
3.2. A kísérletben szereplő köles ( <i>Panicum miliaceum</i> ) gentípusok jellemzése .....	44
3.3. A polifaktoriális szántóföldi köles kísérletekben alkalmazott agrotechnika .....	46
3.3.1. A 2013. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői .....	47
3.3.2. A 2014. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői .....	48
3.3.2.1. A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében beállított polifaktoriális köles kísérlet agrotechnikai jellemzői .....	48
3.3.2.2. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított köles kísérlet agrotechnikai jellemzői.....	50
3.3.3. A 2015. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői .....	51
3.3.3.2. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított köles kísérlet agrotechnikai jellemzői.....	52
3.3.4. A 2016. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői .....	53
3.4. A Normalized Difference Vegetative Index (NDVI) érték meghatározása.....	54
3.5. A kísérleti eredmények statisztikai értékelése .....	54
<b>4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE</b> .....	55
4.1. NDVI értékek alakulása a köles polifaktoriális kísérletben.....	55
4.2. 2013. év kísérleti év terméseredményei és azok értékelése.....	62
4.3. 2014-es kísérleti év eredményei és azok értékelése.....	65

4.3.1. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében réti talajon beállított kísérlet eredményei ..65	
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....</b>	<b>100</b>
<b>6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....</b>	<b>107</b>
<b>7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK .....</b>	<b>109</b>
<b>8. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>110</b>
<b>9. ÖSSZEFOGLALÁS (ANGOL) .....</b>	<b>114</b>
<b>10. IRODALOMJEGYZÉK.....</b>	<b>118</b>
<b>MELLÉKLETEK.....</b>	<b>135</b>
ÁBRÁK JEGYZÉKE .....	152
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	157
KÉPEK JEGYZÉKE .....	158
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE .....	159

## 1. BEVEZETÉS

A 21. században a globális éghajlatváltozás, a vízhiány, a világ népességének növekedése, az élelmiszerárak emelkedése, a társadalmi-gazdasági hatások várhatóan nagy veszélyt jelentenek a mezőgazdaság és az élelmezésbiztonság számára világszerte, különös tekintettel azokra a legszegényebb rétegekre, akik szárazabb éghajlati viszonyokkal rendelkező régiókban élnek. E hatások kihívást jelentenek a kutatók és a táplálkozástudományi szakemberek számára egyaránt. A gabonafélék a világ élelmiszereinek legfontosabb forrása, és jelentős szerepet töltenek be az emberi táplálkozásban szerte a világon.

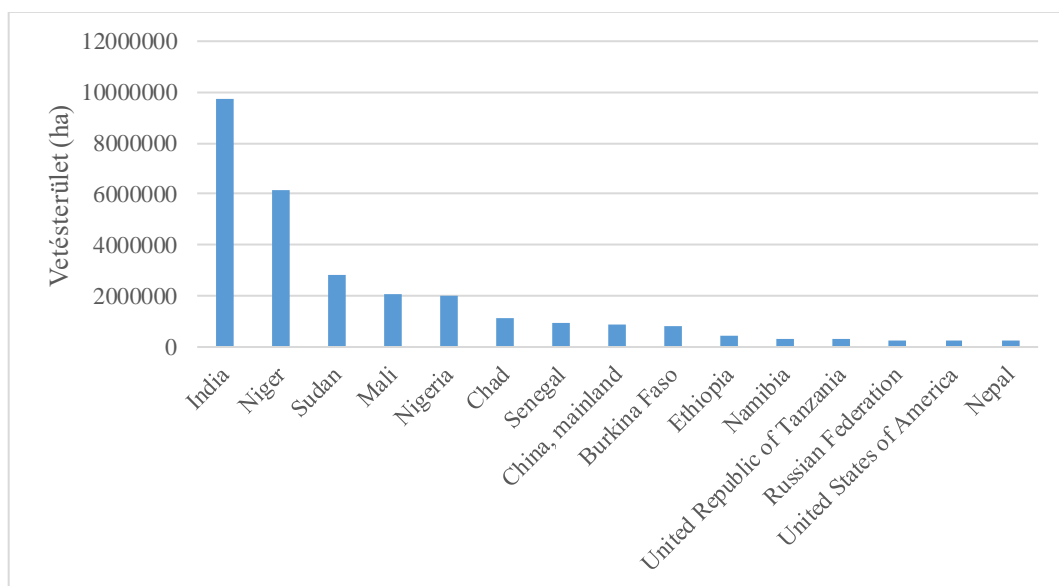
Földünk átlaghőmérséklete folyamatosan emelkedik, illetve elmondható, hogy az időjárási szélsőségek, valamint annak intenzitása is növekszik. A hosszú távú előrejelzések szerint a Kárpát-medence átlaghőmérséklete tovább növekszik a jövőt illetően, amelyhez a nyáron lehullott csapadék mennyiségének csökkenése, valamint a télen lehullott csapadék növekedése is hozzájárul. Folyamatosan nő az átlaghőmérséklet és a hőségnapok száma, ezáltal éghajlatunk egyre szárazabbá válik. A növénytermesztés kapcsán minél inkább figyelmet kell fordítani a csapadékmegőrzésre, a szárazságtűrő fajták választására. A legtöbb időjárási scenárió azt jósolja, hogy a különböző gabonanövények (kukorica, búza) termelési aránya csökkenni fog. A főbb gabonanövények nagyobb mértékben járulnak hozzá a globális felmelegedéshez, mint az alternatív növények, közöttük a köles, amit figyelembe kell venni a globális élelmezésbizonytalanság enyhítésében (SAXENA et al., 2018).

A kölest a rövid tenésziideje, igénytelensége, megfelelő szaporítási hányadosa miatt nagyobb mennyiségben termesztették a középkorban. Kitűnő beltartalmi paramétereinek köszönhetően a „szegény emberek” nagyon fontos tápláléka volt, ugyanakkor a termesztése háttérbe szorult. A hobbi, illetve díszmadártartás, a reformtáplálkozásban betöltött szerepe miatt újra népszerűvé vált a termesztése, ezáltal a köles, mint sokoldalú gabonaféle ismét éltrendünk gyakori résztvevőjévé válhatott. Magyarországon leginkább madáreleségként, kásanövényként ismert, emellett lisztként, szeszipari alapanyagként is felhasználjuk. Az elmúlt évtizedekben a köles termesztése nagyon minimális területen folyik, főleg kipusztult vetések pótlására, másodvetésként használják a kései vethetőségének köszönhetően. Ugyanakkor elmondható, hogy napjainkra kezd egyre inkább népszerűbbé válni, nagyobb hangsúlyt próbálnak fordítani a termesztésére, illetve a népszerűsítésére. Ezt jól jelzi, hogy a köles nemzetközi éve 2014 után 2023 lett.

A kölest elsősorban kásanövényként és abraktakarmányként termesztik. Terméséből liszt és szeszipari alapanyag készül. Szemterménye kiváló baromfitáplálék. Nem éri meg szalastakarmányként termesztetni, mivel lassú a száradása, valamint nem ad nagy tömeget. Szalmája értékesebb a többi szemesterményhez képest, hiszen korán be kell takarítani a gyors érése miatt, amikor a szára és levelei még zöldek (LÁNG, 1970).

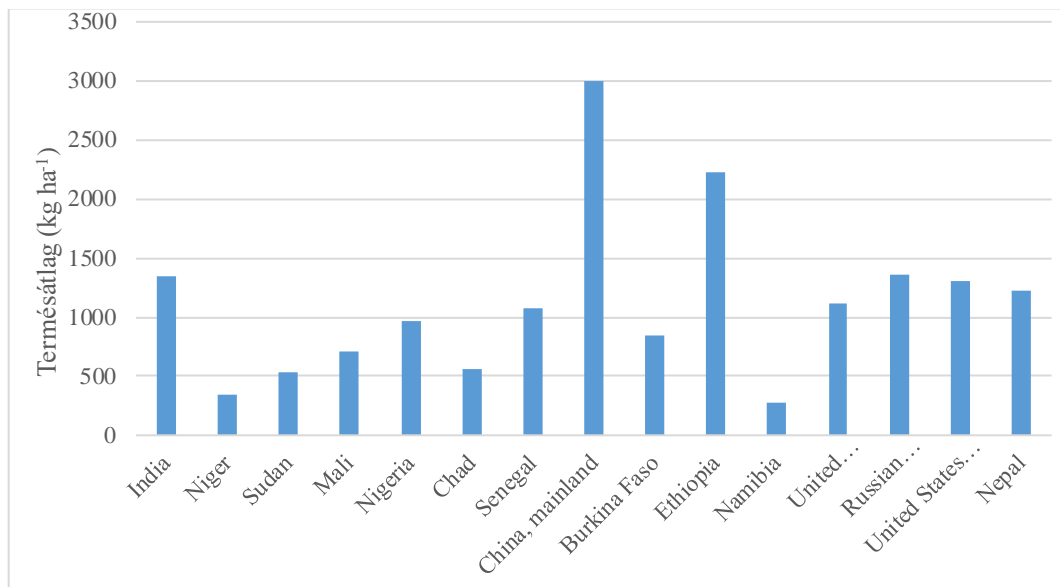
A köles szalmája nagyon értékes takarmány, mivel közepes széna minőséget ér el. A búza és a rozs lisztjéhez hozzákeverve kenyérkiegészítőként használható, ezáltal alternatív növényként ismét felkarolható. A kenyérbe dagasztás során megfőzött pépként kerül, ezáltal sokáig frissen eltartható, jóízű kenyeret lehet készíteni belőle (LÁNG, 1976, RADICS, 2002, 2003).

A Középkorban a köleskása a legfontosabb táplálék volt nagyon gyakran. Jelenleg termesztése főként az afrikai kontinensen történik, ahol alapvető élelmiszer, az egy főre jutó fogyasztás meghaladja a 100 kg/fő/év mennyiséget. A fontosabb köles termesztő országok vetésterületeit az 1. ábra mutatja be. A növény termesztése – elsősorban aszálytűrő képessége miatt – az afrikai kontinensen történik, a nem afrikai országok közül csak az Orosz Föderáció, illetve az USA esetében találunk számottevő területet. A vetésterület nem csak az Európában ismert „proso millet” vetésterületét, hanem az összes ismert és termesztett kölesfaj (a nemzetközi csoportosításban proso millet, pearl millet, foxtail millet, illetve finger millet) együttes vetésterülete.



**1. ábra** A világ fontosabb köles termesztő országainak vetésterülete (FAO adatok, 2021)

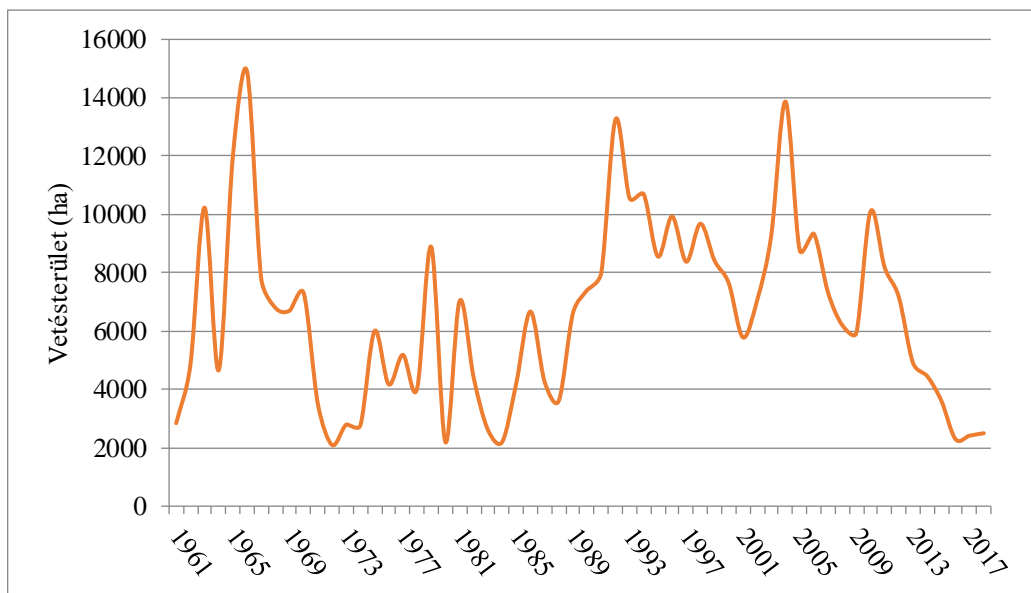
A köles termésátlaga a világon  $900 \text{ kg ha}^{-1}$ , ami elsősorban a gyenge termőhelyi adottságú afrikai országok termésátlagából adódik. A fontosabb köles termeszto országok termésátlagait a 2. ábra szemlélteti. A legnagyobb vetésterülettel rendelkező országok közül Kína termésátlaga kiemelkedik, ami eléri a  $3 \text{ t ha}^{-1}$  értéket. A fontosabb köles termeszto országok közül kiemelkedik még Etiópia, illetve India, ahol a termésátlagok jelentősebb mértékben meghaladják a világátlagot.



**2. ábra** A köles termésátlagának alakulása a fontosabb köles termeszto országokban (FAO adatok, 2021)

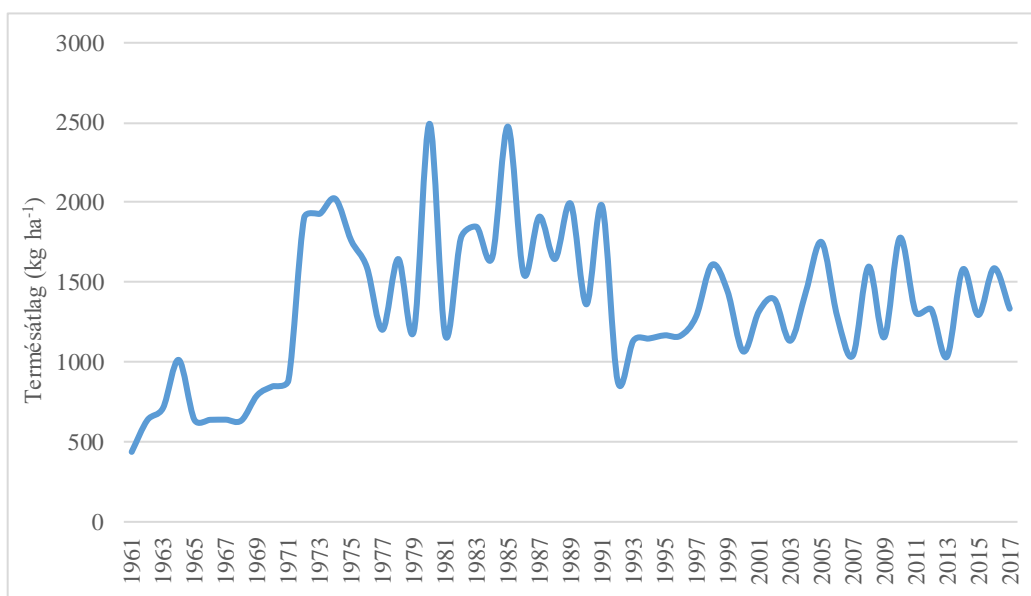
A köles fehérjetartalma hasonlít az egyéb gabonákhoz, valamint a megfelelő biológiai értékkel rendelkező fehérjékhez sorolható az aminosav-összetétele alapján. Linolsav tartalma jelentős, kiemelendő még a vas-, fluor-, foszfor-, kén-, cink-, magnézium-, kalcium-, szilícium-és az E, B<sub>1</sub>-, B<sub>2</sub>-, B<sub>6</sub>-vitamin-, illetve a niacintartalma. Humán táplálkozásban a hántolt kölesnek van jelentősége, viszont a hántolás a köles vitamintartalmának bizonyos részét csökkenti, ugyanakkor a niacintartalmából így is jelentős mennyiség marad meg.

A köles hazai termesztése hektikus képet mutat. A vetésterület a '60-as évektől napjainkig 2000-14000 hektár között mozgott. A vetésterület csúcsai a '60-as évek közepén, az 1990-es évek elején, illetve a 2000-es évek elején mutatkoztak. Az elmúlt években vetésterülete csökkenő tendenciát mutat, jelenleg 2500 ha körüli területen történik a termesztése (3. ábra).



**3. ábra** A vetésterület alakulása Magyarországon 1961-2018 között (FAO adatok)

A köles termésátlaga is hasonlóan hektikus képet mutat, ami elsősorban az extenzív termesztéstechnológia eredménye, amely nyomán az évjáráthatás dominánsan megmutatkozik. Az elmúlt 50 év termésátlagai  $500\text{-}2500\text{ kg ha}^{-1}$  között változtak, a termésátlagban dinamikus növekedés csak az 1970-80-as éveket jellemezte (4. ábra).



**4. ábra** A köles termésátlagának alakulása hazánkban 1961-2017 között (FAO adatok)

Napjainkban a köles termesztésének jelentősége hazánkban nem igazán jelentős, az utóbbi években és évtizedekben jelentős mértékben csökkent a köles termőterülete. A termesztéstechnológia sok esetben sematikusá vált, illetve a növény adaptív képessége sok esetben elsődleges volt a technológiai hatékonysággal szemben. A köles e

tulajdonsága lehetővé tette a késői vetést, a kedvezőtlen talaj-, illetve ökológiai adottságok közötti természetét, így a növényt gyakran az „igénytelen” kategóriába soroltuk. Ez azonban téves megközelítés, a köles természetstechnológiai reakciói ugyan moderáltak, de a hatékony természet érdekében szükséges ezen reakciók ismerete. Hazánk Észak-Alföld-i kedvezőtlen adottságú területein, mint a szabolcsi, illetve nagykunsági régiókban is korlátozottak a szántóföldi növénytermesztési lehetőségek, ugyanakkor nagyobb a termelés kockázata is az ország más régióihoz képest, amelynek alapján nagyon fontos a sikeresen termesztendő növényfajok optimális megválasztása. E korlátozó tényező elsősorban a szélsőséges talajadottság (szabolcsi homoktalajok, illetve nagykunsági szikes talajok), valamint a regionális viszonylatban szélsőségebb csapadékeloszlás és mennyiség. A két vizsgált régió sajátossága a talajok későbbi művelésbe vonása is, melynek oka a Nagykunságban a gyakori belvíz és azt követő későbbi talajmunkák, illetve vethetőség, míg Szabolcsban az alacsony szervesanyag és tápanyag tartalmú talajok nyári fedettség indokolt a deflációs károk, illetve a fedetlen talajok szervesanyag tartalmának csökkenésének elkerülése miatt.

A vizsgálatokban célunk volt hazai köles (*Panicum miliaceum*) genotípusok agrotechnikai reakcióinak összehasonlítása eltérő agroökológiai körülmények között. A vizsgált változók közül nagy hatást gyakorol a köles termésére és agronómiai paramétereire a vetésidő, a tápanyagellátás, illetve az alkalmazott vetéstechnológia. A disszertáció elkészítéséhez a kutatómunkámat Prof. Dr. Sárvári Mihály professor emeritus szakmai irányításával, támogatásával, valamint a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutatóintézet, illetve a Karcagi Kutatóintézet kísérleti területein végeztük, 2013-2016 közötti időszakban.

Kutatásaink során az alábbi célkitűzések voltak:

- környezet x genotípus interakciók (G x E) számszerűsítése eltérő ökológiai körülmények között köles esetében
- Eltérő NPK műtrágyázás hatása a köles genotípusok termésre, a tápanyagellátás optimalizálása
- A vetéstechnológiai paraméterek közül a sortávolság hatásának vizsgálata eltérő köles genotípusok esetén
- Normál, megkésített, illetve kései vetésidők és a termés, valamint az agronómiai paraméterek közötti összefüggés számszerűsítése a köles esetén
- A köles termését befolyásoló természetstechnológiai elemek hatásának számszerűsítése

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A köles származása, fajai

A köles finnugor eredetű szó, minden bizonnyal keletről hoztuk, valószínű, hogy még nem is magát a *Panicum miliaceum*-ot, hanem valamilyen gyűjtögetésből származó, lisztes magvú növényt hívtak kölesnek.

A köles őshazáját Mongólia, Kína határvidéke, ami az emberek egyik legrégebben termesztett kultúrnövénye (RAPAICS, 1934). A növény ősiségének további bizonyítéka a belőle készített ételek és italok egyes népek szokásaiban betöltött szerepe, kultikus jelentősége.

Az archeológusok eltérő véleményen vannak a köles domesztikációjának pontos idejével kapcsolatban. Egyetértenek abban, hogy feltehetően 3 különböző területen mehetett végbe: Északnyugat-Kínában (BETTINGER et al., 2007, 2010a,b), Közép-Kínában (LU et al., 2009), és belső Mongóliában (ZHAO, 2005b). Ezekből a térségekből terjedt el egész Kelet-Ázsiában, olyan magaslati területeken is, mint a Tibeti-fennsík. A köles elődjét teljes biztonsággal nem írták le. Lehetséges, hogy Mongólia, Kazahsztán, Észak-Kína területén élő *Panicum miliaceum subsp. rudérale* (Kitag.) Tzvelev (syn. *P. spontaneum* Lyssov ex Zhuk.) fajból ered (ZOHARY et al., 2012).

Friss kísérleti eredmények alapján, a közép-ázsiai Cishan lelőhelyen igen korai *Panicum miliaceum* jellegű darabokat találtak (HUNT et al., 2008). A köles termesztése i.e. 8. évezred elején már elkezdődhetett Észak-Kelet Kína alföldjén, valamint a lősz fennsík között (CRAWFORD, 2009, LU et al., 2009). I.e. 6000 idején tovább terjedt a termesztése a Sárga folyó völgyében (ZHAO, 2005a, CRAWFORD et al., 2006, LIU et al., 2009). A Közel-Kelethez képest mintegy háromezer évet késett a mezőgazdaság kialakulásának kezdete Kínában, bár az első – kölesre vonatkozó – termesztési adat i. e. 7000-5000 közötti időszakra tehető. Közel-Keleten sok fűfaj volt található, Kínában pedig „csak” a kölesek jelentek meg (SURÁNYI, 1985).

Mintegy 5000 évvel ezelőtt kezdődött a köles termesztése Kazahsztánban (FRACHETTI et al., 2010) és Pakisztánban (WEBER, 1991) is elterjedt, de még máig tisztázatlan, hogy ezekben az országokban korábban termesztették-e ezt a növényt. Az ezeken a területeken talált és a köles jelenlétét bizonyító leletek 7000-8000 évvel ezelőtti időszakból valók (HUNT et al., 2008). Afrika fő élelmiszer alapanyaga jelenleg a köles, valamint a cirok számos különböző faja. Bizonyítékunk van rá, hogy már az i. e. 3. évezredben volt ujjköles (*Eleusine coracana*), s így ez a legkorábban házasított afrikai

gabonaféle. A sötét, sűrű bugájú sás- vagy gyöngykölest (*Pennisetum glaucum*) már az i. e. 2. évezred végén termesztették, és i. e. 1000 táján került át Indiába (PETER, 1988). A világon termesztett fontosabb kölesfajokat az 1. táblázat ismerteti KULP és PONTE (2000) alapján.

**1. táblázat** A világ fontosabb köles fajai és termesztési területük (KULP és PONTE, 2000)

<i>Köles faj latin neve</i>	<i>Közismert név</i>	<i>Elterjedési terület</i>
<i>Pennisetum glaucum</i>	Gyöngyköles, bajra, fekete köles	Nyugat-Afrika
<i>Eleusine coracana</i>	Ujkköles, afrikai köles, ragi, wimbi, bulo, telebun	Közép-Afrika
<i>Setaria italica</i>	Mohar, magyar köles, szerb köles	Eurázsia
<i>Panicum miliaceum</i>	Közönséges köles, seprűköles, orosz köles	Eurázsia
<i>Panicum sumatrense</i>	Szumátrai köles, apró köles	Északkelet-Ázsia
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Kakaslábfű, sawa köles	Japan
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Kodo	India

A köles-fajokat magméret szerint két nagy kategóriába lehet osztani, a nagyobb szemméretű gyöngykölesre, illetve a kisebb szemméretű köles-fajokra. A világon legnagyobb mennyiségben a gyöngykölest termesztik, melyek a *Pennisetum* nemzetséghez tartoznak (*Pennisetum glaucum*, *P. typhoides*, *P. tyhpideum*, *P. americanum*). A fajok közös jellemzője a nagyobb szemméret. Európa és az USA kivételével mindenhol gyakori, az utóbbi években azonban az USA-ban is nagyobb területen termesztik. Azokon a területeken is eredményesen termesztethető, ahol a terület vízellátottsága már nem megfelelő a kukorica vagy a cirok számára, így jó lehetőséget ad a gyenge adottságú területek hasznosítására is. Az ujkköles (*Eleusine coracana*) fontos élelmiszer alapanyag Kelet-Afrikában és Ázsiában. Elsősorban a magasabb hegyvidékeken terem, vízigénye nagyobb a gyöngykölesénél. A közönséges kölest (*Panicum miliaceum*) mérsékelt éghajlaton termesztik, elsősorban az Orosz Föderációban, Ukrajnában, Kazahsztánban, az Egyesült Államokban, Argentínában és

Ausztráliában. Európában – így hazánkban is – jelenleg a legnagyobb jelentőségű köles-faj. A mohar (*Setaria italica*) a mérsékelt éghajlati viszonyokhoz is alkalmazkodik. Legnagyobb termesztője Kína, jelentős területen termesztik Indiában, Indonéziában, a Koreai-félszigeten és Dél-Európa egyes részein is. A teff (*Eragrostis tef*) kis magméretű faj, amelyet elsősorban az etiópiai felvidéken termesztnek. A rossz vízgazdálkodású talajokat és a száraz körülményeket jól tolerálja. A fehér fonio (*Digitaria exilis*), a fekete fonio (*Digitaria iburua*) és a Guinea-köles (*Brachiaria deflexa*) Nyugat-Afrika szárazföldi területeinek kisebb gabonaféléi. A fekete fonio kisebb területeken található Nigériában, valamint Togo és Benin északi részén. A Guinea-köles termesztése Guinea és Sierra Leone térségében jellemző. PADULOSI et al. (2015) szerint fontos az indiai háztartások kölestermesztésének javítása, a jövedelmezőségének, a táplálkozási státuszának növelése, valamint a nők szerepvállalásának fokozása a köles termesztésében. A szerzők szerint a különböző elhanyagolt és alig hasznosított köles-fajok stratégiai szerepet játszhatnak a megélhetés javításában.

A köles (*Panicum*) nemzetséget három csoportra osztjuk MANSFELD (1986) nyomán:

1. terpedt bugájú köles (*Panicum miliaceum* L. convar. *effusum* (Alef.) Mansfeld),
2. oldalra hajló, zászlós bugájú köles (*Panicum miliaceum* L. convar. *contractum* (Alef.) Mansfeld),
3. tömött bugájú köles (*Panicum miliaceum* L. convar. *compactum* (Alef.) Mansfeld).

A szemtermést borító toklász színe alapján megkülönböztetünk (BÁNYAI, 1971; NAGY, 2005):

- fehér kölest (*Panicum miliaceum album*)
- sárga kölest (*Panicum miliaceum luteum*)
- piros kölest (*Panicum miliaceum rubrum*) és
- szürke kölest (*Panicum miliaceum griseum*)

## 2.2. A köles hazai termesztéstörténete

A világon többféle kölest, különböző fajokat termesztnek, de a legnagyobb hányadát három kölesfaj adja. Rövid tenyészideje és kedvező szaporítási hányada miatt emberemlékezet óta termesztik Japánban, Kínában, illetve Kelet-Indiában. Az Európai

Unió tagországainak összes termelése sem éri el a 0,3%-ot, és a nagymértékű visszaesést követően az utóbbi évtizedekben némi növekedés figyelhető meg (LAZÁNYI, 2010).

A kölest a Kárpát-medencében az ősidőktől kezdve termesztették. A köles a Kárpát-medencébe keletről érkezett. GAÁL (1978) szerint a X-XII. században az egyetlen, a legfontosabb hazai gabonaféle volt a köles. Az ó- és középkorban Magyarország területén rendkívül nagy szerepet játszott a köles, fontos kásanövény volt.

A köles szó valószínűleg ugor eredetű (BELLON, 1981). A XIII. században a kunok a köles kapcsán több eljárást hoztak be, vagyis inkább újítottak (GAÁL, 1978). Békés megyében 1600 táján „termesztették a búzát, árpat, zabot és kivált a kölest, melyre a török seregnek oly nagy szüksége volt” (KARÁCSONYI, 1896). Debrecen környékén a török uralom végén búzát, rozst, árpat és kölest termeltek (GAÁL, 1978). A XVIII. század közepén hazánkban egyre inkább termesztették a kölest (WELLMANN et al., 1963). TSÖTÖNYI (1831) fehér, sárga, fekete változatokról ír. PALUGYAY (1855) gyeptörésbe, a földek végéiben levő lapos, vízmosott területet bevetésére ajánlja a kölest. A frissen feltört földek gabonája a róka farkú köles vagy mohar (*Setaria italica*) volt. A Duna és Tisza árterületén folyamatosan termesztették a kölest. Sárközben az 1850-es években a rét kiszáradása után repcét, majd kölest termesztettek (ANDRÁSFALVY, 1975).

A köles a 19. században kezdett visszaszorulni. Felváltotta a kukorica, burgonya, illetve a rizs, azonban a hagyományos ételek elkészítésénél még sokáig felhasználták, viszont már takarmányoztak is vele (BELLON, 1981). Annak ellenére, hogy kikerült a köztermesztésből, mégis számos tájfajtája fennmaradt. A tápiószelei Agrobotanikai Intézet gyűjteményében található mintegy 150 kölesfajtából száz fajta összehasonlító alakotani és fenológiai vizsgálatát végezték el 1968-69-ben (BÁNYAI, 1971).

A köles nagy szélsőségekkel bíró növény, mivel termése: „Némely esztendőben oly nagy, hogy a' maga szemének is alig hihet az ember, csak a' kár benne, hogy némely mostoha esztendőben még annál kevesebbet szokott adni, és így a' bizonytalan vetések közé tartozik” (ANGYALFFY, 1824). NAGYVÁTHY (1821) pedig háromféle kölest említ: 1. „Alföldi öreg szemű Czitzfark Köles”, 2. „Borzas Köles”, 3. „Furkós Köles”.

### **2.3. A genotípus hatása a köles (*Panicum miliaceum*) agronómiai paramétereire**

A köles (*Panicum miliaceum* L.) 60–100 napos tenyészidővel rendelkező, meleg évszakos növény. Ez egy rendkívül tápláló gabona, amelyet emberi fogyasztásra,

madáreleség vagy etanol előállítására használnak. Egyedülálló jellemzői, mint például a szárazság- és hőségtűrés, a közönséges kölest ígéretes alternatív növénynek teszik a világ számos részén, többek között az Egyesült Államok csendes-óceáni északnyugati (Pacific North West) régiójában (HABIYEREMYE et al., 2017.).

A köles esetében is a genetikai variabilitás nagyságának és természetének megértése létfontosságú a termés növelésére irányuló nemesítésben (ANURADHA et al., 2020). Tizenhét köles fajta, illetve nemesítési vonalat értékelték a genetikai variabilitás, az öröklődés és a genetikai előrehaladás tekintetében hét, terméshozamhoz hozzájáruló tulajdonság tekintetében Indiában. Az értékelés szignifikáns különbségeket tárt fel tizenhét genotípus között az összes vizsgált karakter esetében. A biomassza hozam és a szemtermés nagy ingadozást mutatott, jelezve, hogy ezek a tulajdonságok egyszerű közvetlen szelekcióval javíthatók. A tenyésztés vonatkozásában kisebb ingadozást tapasztaltak, így a tulajdonság összetettebb nemesítési munkát igényel a terméshozam függvényében. A szemtermés, a biomassza hozam és a növénymagasság magas örökölhetőségét az additív génhatás túlsúlyára utalták.

A mai napig a köles termésnövelésének és más agronómiai fontos tulajdonságok javításának egyik legfontosabb stratégiája a hatékony nemesítési program. CALAMAI et al. (2020) egy 80 *P. miliaceum* törzsből álló világgyűjtemény agronómiai jellemzőit értékelték. A teljes gyűjteményt 2 éves szántóföldi kísérletben értékelték mediterrán talaj és klimatikus körülmények között. Az eredmények a növénymagasság (25-111 cm), a szemtermés (842-3125 kg ha<sup>-1</sup>), a teljes száraz biomassza (10 627 kg ha<sup>-1</sup>), Harvest-index (0,25-0,35), tenyésztési időszak hőösszeg igénye (GDD's 581-899) és az érésig eltelt napok (80-111 nap) tekintetében nagy változatosságot mutattak. Mindkét évben magas genetikai determináltságot (>0,60 feletti korrelációs érték) figyeltek meg a növénymagasság, a levélszám, a produktív bokrosodás, a növényenkénti maghozam, az ezermagtömeg, a virágzásig tartó hőösszeg és az érésig eltelt napok tekintetében. A szemtermés, a teljes száraz biomassza és a Harvest-index mérsékelt genetikai hatást mutatott (0,30-0,60), nagyobb környezeti hatás figyelhető meg.

LI et al. (2012) a genotípus, a környezet és a *Panicum miliaceum* fő agronómiai jellemzőire kifejtett kölcsönhatási hatásának vizsgálatához a tenyésztési időszak hosszát, a növénymagasságot, a nóduszok számát, a buga hosszát, a bugánkénti magtömeget, az ezerszem tömeget és a termést elemezték. A *P. miliaceum* fő agronómiai jellemzői tekintetében a különböző genotípusok rendkívül figyelemreméltó különbséget mutattak eltérő környezeti körülmények között. A genotípus hatása a bugahossz esetén, a

környezet a növény magassában, a genotípus és a környezet kölcsönhatása a szem tömegében eredményezett statisztikailag igazolt hatást. Az összes vizsgált fajta tekintetében a legnagyobb variációs koefficiens (42,72%) a termés vonatkozásában volt, ezt követi a bugánkénti szemtömeg és a növénymagasság (37,90% és 26,74%). A legkisebb szórás a tenyészidőben volt megfigyelhető (14,89%).

A vizsgált köles (*Panicum miliaceum*), mohar (*Setaria italica*) és gyöngyköles (*Pennisetum glaucum*) genotípusok eltérően reagáltak a szárazságstresszre SEGHATOLESHAMI et al. (2008) vizsgálataiban. Az indukált vízstressz a területegységenkénti bugaszámot nem befolyásolta, ugyanakkor jelentős hatást gyakorolt a bugánkénti magszámra, a bugánkénti magsúlyra és a Harvest-indexre, de a hatás mértéke jelentősen függött a genotípustól. ZHANG et al. (2016) köles termésstabilitásának és alkalmazkodóképességének vizsgálatát végezte el varianciaanalízissel, valamint a genotípus és genotípus környezeti interakciós hatást (GGE) elemezte biplot módszerével. A köles genotípusok szemtermését szignifikánsan befolyásolta a környezet (E), a genotípus (G) és ezek kölcsönhatása (G×E). A G×E interakciós hatás hatszor nagyobb volt, mint a környezeti hatás.

SALAMATI et al. (2010) a genetikai változatosság, az öröklődés és több agronómiai tulajdonság közötti kapcsolat tanulmányozása érdekében 11 *Panicum miliaceum* L. genotípussal végzett kísérletet. A varianciaanalízis eredményei szignifikáns különbségeket mutattak az összes vizsgált tulajdonság esetében ( $p < 0,01$ ), de az érésidő alacsonyabb szinten volt szignifikáns ( $p < 0,05$ ). A legerősebb genotípusos variációs koefficiens a növényenkénti maghozam esetében volt. Az öröklődési értékek a legtöbb esetben 73-92% között változtak. A biomassza tömeg szignifikáns erős és pozitív korrelációt mutatott az növényegyedenkénti szemszámmal és a levélfelülettel.

A köles termését különböző genotípusok esetén 2007-2009 között vizsgálta ZIEMIŃSKA et al. (2015) Kelet-Közép-Lengyelországban. Két lengyel kölesfajta, a *Jagna* és *Gierczyckie*, valamint egy cseh (*Hanacka Mana*) fajta teljesítményét értékelték. A vizsgált fajták nem tértek el szignifikánsan a hozam és az egységnyi területre jutó bugaszám tekintetében. A *Jagna* és *Hanacka Mana* fajtákat szignifikánsan nagyobb ezermagtömeg (TSW) jellemezte, mint a *Gierczyckie* fajtát, míg a TSW nagymértékben változott a vizsgált évek között a vegetációs időszak időjárás viszonyaitól függően. Megállapítható, hogy Kelet-Közép-Lengyelországban a jó mezőgazdasági gyakorlat és a megfelelő termesztéstechnológia mellett még magasabb kölestermés is elérhető, mint a fejlett mezőgazdasági ágazattal rendelkező EU-tagállamokban.

A genotípusok köles szemtermésre gyakorolt hatása szignifikáns volt RAIHAN et al. (2023) vizsgálataiban, ami azt mutatta, hogy a genetikai variabilitás jelenléte erőteljes volt a vizsgált genotípusokban. A genotípus főhatás mellett a környezet (E) és a G x E interakció is szignifikáns volt.

A nagy terméshozam- és stabilitási potenciállal rendelkező köles genotípusok azonosítása alapvető feladat a növénynemesítésben. Három egymást követő évben, két eltérő ökológiai adottságú területen, 13 *Panicum miliaceum* genotípussal végzett kísérletben szignifikáns genotípushatást figyeltek meg a tenyészidő, a növénymagasság és a termés mennyisége tekintetében. A vizsgálatokban az érésig eltelt napok átlagos értéke 118 nap, növénymagasság 112 cm, az átlagos szemtermés 0,429 t ha<sup>-1</sup> volt (KANDEL et al., 2020).

## **2.4. Az ökológia tényezők hatása a köles agronómiai tulajdonságaira**

### **2.4.1. A köles éghajlatigénye**

A Föld átlaghőmérséklete növekszik folyamatosan, a szélsőségesnek tekinthető időjárási események gyakorisága és intenzitása növekszik, így a mezőgazdaságban okozott károk mértéke is növekedni fog. A különböző előrejelzések szerint a Kárpát-medence átlaghőmérséklete növekedni fog, ezzel együtt a nyári csapadék mennyisége csökken. Emelkedik a hőségnapok és a forrónapok (25 °C feletti napi átlaghőmérséklet) száma, nő az aszályhajlam (PÁLFAI, 2007). GAÁL (2007) szerint 2011-2020 közötti időszakban a nyári periódus a lehullott csapadék mennyisége 10-30 mm-rel, ugyanakkor 2031-2040 között 40-50 mm-rel kevesebb csapadék prognosztizálható. Ezért a növénytermesztésben fontos figyelmet kell fordítani a csapadékmegőrzésre, a hatékony vízhasznosításra szárazságtűrő fajok, fajták választásával (CSETE, 2005). PEPÓ (2022) megállapította, hogy a vetés, valamint a betakarítás optimális ideje lerövidül, ami a szélsőségek gyakoriságának fokozódásával magyarázható.

Az aszálykár csökkentésének egyik feltétele, hogy növényfaj-specifikusan, termőhelyenkénti leírt legyen a gyakoriság és súlyosság, illetve ismernünk kell a más-más fajok, fajták és az agrotechnikai beavatkozások kockázatokat befolyásoló hatásait. Fontos a biológiai alapok, illetve termesztéstechnológiai fejlesztések növelése, a megváltozott időjárási körülményekhez jobban alkalmazkodó stressztűrő növényfajok és fajták termesztésével, víztakarékos módszerek, illetve talajvédő művelési rendszerek alkalmazásával (JOLÁNKAI és BIRKÁS, 2010).

Az éghajlatváltozás káros hatásainak jelenlegi következményeiben a köles is felkeltette a termelők és a döntéshozók figyelmét, mivel kevésbé igényes a külső inputokkal szemben, szárazságtűrő és viszonylag alacsonyabb karbon lábnyomot regisztrál, mint más gabonafélék (MAITRA et al., 2022).

A köles (*Panicum miliaceum* L.) melegigényes, termesztésének északi határa nagyjából a kukoricával egyező. A köles nagy előnye, hogy kontinentális klímán későn, májusban és júniusban is vethető, így az esetlegesen kipusztult vetések helyébe is kerülhet. Tenyészideje mindössze 3-4 hónap, másodnövényként is termesztendő déli területeinken. Kezdeti fejlődése lassú, így a gyomosodás kockázata nagyobb. Maximális víz- és tápelemfelvétele bugahányás-virágzás idejére tehető. Közismerten szárazságtűrő, de aszályos években alacsony marad és keveset terem (BALÁS, 1889; CSERHÁTI, 1901; GRÁBNER, 1948; RADICS, 1994). A köles hőigénye lényegesen nagyobb, mint a többi gabonaféléé. Csírázáshoz 10°C-nál magasabb hőmérsékletet igényel. A köztermesztésben levő fajták effektív hőösszeg igénye 1400°C, amely hazánkban bőven rendelkezésre áll a tenyészidőszakban. A köles kritikus fenológiai szakaszai a csírázás, virágzás és az érés. A köles a csírázáshoz minimum 12-14°C-ot, a bokrosodáshoz 16-18°C-ot, míg a virágzás időszakában 20-22°C-os napi átlaghőmérséklet szükséges. A kölest május előtt nem célszerű elvetni, mivel a fagyokra érzékeny (CHRAPPÁN et al., 1997).

Mivel C<sub>4</sub>-es növényről van szó, hatékonyan hasznosítja a vizet és rövid tenyészideje miatt gyakran elkerüli a száraz időszakokat. A növekedési hőküszöb érték 10°C (TONAPI et al., 2015).

TRIVEDI (2010) kísérleteket végzett üvegházban és laboratóriumban, hogy megfigyelje a hőmérséklet hatását a köles csírázására és korai növekedésére. A cserépben végzett üvegházi kísérletben a csírázást és a növekedést hasonlították össze szabályozott szubsztrátum és hőmérséklet tartományok között. 10°C-on a magok később csíráztak és kisebb arányban, mint 15°C, 20°C és 25°C-on. A növekedés és a föld feletti száraz biomassa felhalmozódása is nőtt a hőmérséklet emelkedésével, a legtöbb száraz biomassa 25°C-on halmozódott fel, melynek oka elsősorban a csírázási sebesség növekedése volt. Az 5°C és 34°C közötti hőmérsékleten végzett laboratóriumi kísérletben a 20°C-ot meghaladó hőmérséklet kedvezőbb volt a köles magok csírázásához. Az optimális csírázási hőmérséklet 27°C és 34°C között volt vizsgálataiban. A mag csírázási küszöbhőmérséklete 7,4°C volt.

A köles az egyik olyan haszonnövény, amely a legnagyobb hatékonysággal alakítja át a talaj felső rétegéből felvett vízmennyiséget szárazanyaggá, mivel gyökérzete a talaj felső 90 cm-es rétegében helyezkedik el. A kiegészítésként jelentkező nyári csapadék azért hasznos, mert feltölti az altalaj vízkészletét, amelyet a köles fel tud használni (BALTENSBERGER et al., 1995).

A köles tenyészideje általában nagyon rövid, 60-90 nap. A szélsőséges körülményeket (mint pl. a nagyon száraz meleg, sovány talaj) viszonylag jól tűri (SCHERMANN, 1966). LÁNG et al. (1958) úgy fogalmaztak, hogy „a köles korántsem olyan szárazságtűrő, mint gondolják”. A köles nem vízigényes növény, de a megfelelő termések érdekében a csapadékviszonyok, főleg a vegetációs időszakban lehulló csapadék időbeli eloszlása fontos tényező. A csírázásához kelési periódusban kb. fele annyi vizet igényel, mint a kukorica, a búza, az árpa, vagy a zab. A transzspirációs együtthatója is hasonlóan jobb a szárbaszökkenésig, mint a szárbaszökkenés időszakától az érésig. Ezért a talaj víztartalmának csökkenése csak a szárbaszökés utáni időszakban okoz termés-csökkenést. Kritikus időszak a bugahányástól érés kezdetéig tartó időszak nedvesséigény szempontjából (ANTAL, 1996). A köles szárazságtűrő növény (BITTERA, 1930, VARGA, 1966), a megfelelő mennyiségű terméshez a növény bizonyos fenológiai stádiumaiban sok vizet igényel (LAZÁNYI és GOCS, 1999). A kölest azokon a területeken érdemes termesztetni, ahol a tavaszi vetésű növények biztonsággal termesztethetők. A kukoricához és a cirokhoz hasonlóan a hatékony C<sub>4</sub> fotoszintetikus formát képviseli azzal a különbséggel, hogy a CO<sub>2</sub> kibocsátás éjjel (sötétben) történik (SÁRVÁRI, 2011).

A köles egy rövid tenyészidejű, szárazságtűrő C<sub>4</sub>-es faj, amely hatékonyan képes kihasználni a korlátozottan rendelkezésre álló vízkészletet, és alkalmas a száraz területeken alkalmazott vetésforgókban történő termesztésre. A köles vízfelhasználási mutatói kedvezőbbek a többi C<sub>4</sub>-es növényfajhoz képest. A vízhasználatra és a terméshozamra vonatkozó adatokat hosszú távú vetésforgó kísérletből értékelte NIELSEN és VIGIL (2017), amelyet Colorado állam északkeleti részén, öntözetlen körülmények között végeztek 1995 és 2016 között. A vízfelhasználási mutató 32,57 kg ha<sup>-1</sup> volt csapadék mm-enként. A tenyészidőszak csapadékelátottsága, a vetéskor rendelkezésre álló felvehető víz mennyisége, az augusztus 12-18. közötti időszakban hullott csapadék mennyisége, illetve a júliusi és augusztusi hőségnapok (36°C feletti napi maximum hőmérséklet) száma a hozamingadozás 88%-át magyarázta.

Az éghajlatváltozás szélsőséges aszályokhoz vezethet, ami jelentősen befolyásolja a növénytermesztést. A C<sub>4</sub>-es köles rendelkezik a legalacsonyabb vízfogyasztással a gabonanövények közül. A túlélési mechanizmusok megértése ezért döntő fontosságú a mezőgazdaság számára. A termésnövekedés nem csak közvetlenül a vízhiány miatt következik be, hanem az aszály idején károsodott elemfelvétel következménye is. A mért paraméterek többsége kismértékű változást mutatott a kontrollhoz képest a közepes és súlyos vízhiányos kezelésekre, annak ellenére, hogy a talajnedvesség szintjei jelentősen eltértek. A legerőteljesebb csökkenés a kontrollhoz képest a levél biomassza tömegében, a levél sztóma vezetőképességében, valamint a levél szilícium-, foszfor-, kalcium- és kén tartalmában volt. Ezzel szemben a levelek kálium- és klórtartalma emelkedett. A buga biomassza tömege minden kezeléscsoportban azonos volt. A hatékony fény- és vízgazdálkodás, a levél biomassza csökkenése és az azonos méretű gyökérrendszer lehet az a mechanizmus, amely mérsékelheti a vízhiány negatív hatásait a közönséges kölesben (GRASIC et al., 2019).

A köles (*Panicum miliaceum* L.) jól ismert arról, hogy sikeresen termesztető szárazságban és nagy hőségben egyaránt, így hozzájárul az élelmezésbiztonsághoz a száraz területeken. Tekintettel arra, hogy Dél-Európában a jövőben növekvő aszályos tendencia várható, megoldásokat kell találni az agroökoszisztémák éghajlatváltozás hatásaival szembeni ellenálló képességének fokozására. Ebből a szempontból a köles újbóli bevezetése érdekes eszköz lehet a gabonatermesztéshez szükséges vízfogyasztás csökkentésében, és új erőforrást biztosít a gazdálkodók számára. A tanulmány célja az volt, hogy jellemezze a köles alkalmazkodóképességét vízhiányos körülmények között és az alacsony inputfelhasználási körülményekhez a mediterrán környezetben, különös tekintettel a vízzel kapcsolatos jellemzőkre, mint például a vízhasználat hatékonyságára. A korlátozott vízigényű növények és a termésstabilitás hozzájárulhatnak az agroökoszisztémák ellenálló képességéhez és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásukhoz. Három éves szántóföldi kísérletet végeztek Észak-Olaszországban, hogy felmérjék a köles fajta teljesítményét a termés és vízfelhasználás tekintetében szabályozott vízellátású körülmények között. A kölest a hagyományos öntözött kukoricához hasonlították, amely a térség tipikus nyári gabonaféléje. A kísérlet minden évét kedvezőtlen meteorológiai trendek jellemezték, a klímaváltozás bizonytalanságának teljes megnyilvánulásában. Az agrometeorológiai szempontból eltérő körülmények ellenére a köles öntözés nélküli körülmények között is stabil termést és vízfelhasználási hatékonyságot mutatott (átlagosan 0,30 kg m<sup>2-1</sup> és 1,83 kg m<sup>3-1</sup>), valamint jó agronómiai

teljesítményt. A köles tehát érdekes alternatívát kínál a Földközi-tenger medencéjének európai oldalán való termesztéshez, amely új erőforrást jelent a gazdálkodók számára. Ezen túlmenően, a köles élelciklusának rövidege (átlagosan 108 nap) lehetővé teszi, hogy köztes növényként használják fel jelentősebb termés kiesés esetén, ami az éghajlatváltozási forgatókönyvekben egyre valószínűbb. Továbbá a víz (és egyéb termelési ráfordítások) megtakarítása melletti köles termesztés lehetősége meleg és száraz években is növeli a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságát és az agroökoszisztémák ellenálló képességét (VENTURA et al., 2022).

Differenciált vízellátási kísérletben a redukált öntözés csökkentette a termést a növényenkénti bugaszám, illetve a bugánkénti magszám csökkenése által. A vizsgált fajok (közönséges köles (*Panicum miliaceum*), mohar (*Setaria italica*), illetve gyöngyköles (*Pennisetum glaucum*) közül csökkenés legnagyobb mértékű volt a közönséges kölesben a másik két fajhoz képest. Ezen túlmenően a vízhiány csökkentette a köles vízhasznosítási együtthatóját (Water Use Efficiency). A Harvest-index mindhárom vizsgált faj esetén csökkent a vízhiány hatására (SEGHATOLESLAMI et al., 2008). ESMAEILZADE-MORIDANI et al. (2015) szerint a talajvíz növényi folyamatokra gyakorolt hatásának számszerűsítése, különös tekintettel a levelek morfológiai változására és a növény transzspirációjára, hasznos lehet a termésmodellezéshez. A talajvízhiány transzspirációra gyakorolt hatását három kölesfajban, a közönséges (*Panicum miliaceum* L.), a gyöngykölesben (*Pennisetum glaucum* L.) és a mohar (*Setaria italica* L.) tenyészedényes kísérletében vizsgálták. Bár a kölest aszálytűrő növényként termesztik száraz, félszáraz és marginális területeken, már korai stádiumban reagált a talaj vízhiányára. A tanulmány eredményei azt mutatják, hogy a köles erős morfológiai rugalmassági reakcióval rendelkezik a talaj vízhiányával szemben. EMENDACK et al. (2011) szerint vízhiányos környezetben a növények termőképességét a rendelkezésre álló víz mennyisége és a vízfelhasználás vagy az evapotranszpiráció hatékonysága (Water Use Efficiency vagy Evapotranspiration Efficiency) együttesen határozza meg. A vegetációs idő közepén fellépő vízhiány hatására a hozam 50%-kal csökkenhet. A köles (*Panicum miliaceum*) és cirok 3 genotípusát homok tápközegben, üvegházban termesztették, szabályozott vízellátás mellett. A vízstressz hatására bekövetkező termés csökkenés kölesben átlagosan 77% volt. Ez a köles nagyobb stresszérzékenységére utal, különösen a közép és késői érési idejű genotípusokban, mindemellett genotípusos eltéréseket mutatott a párologtatási hatékonyság is. Öntözött körülmények között a vízfelhasználás korrelációt mutatott az

evapotranszpirációval és a Harvest-index komponenseivel, ugyanakkor kedvezőtlen feltételek között mindössze az utóbbi mutatóval.

A *Panicum miliaceum*, a *P. sumatrense*, a *Setaria glauca* és a *S. italica* magjait homokos talajjal töltött polivinil-klorid (PVC) csövekben nevelték MATSUURA et al. (2012) üvegházban a vízhiány növekedésre és szemtermésre gyakorolt hatását meghatározandó. A vízstressz kezelést a vetés után 25 nappal kezdték meg. A *S. italica* és a *S. glauca* szemtermése 80, illetve 70%-kal csökkent vízstressz hatására, a *P. miliaceum* és a *P. sumatrense* pedig 36, illetve 20%-kal. Az enyhe vízstressz csökkentette az összes kölesféle levelének vízpotenciálját. A vízstressz növelte a *S. italica*, *S. glauca* és *P. sumatrense* gyökérnövekedését a mélyebb talajrétegekben. A *S. italica* kivételével a kölesnél szignifikáns összefüggés volt a szemtermés és a gyökér száraz tömege között. A köles nemcsak a vegetatív, hanem a generatív szakaszokban is nagyobb szárazságtűrést mutatott, mint a két vízstresszre érzékeny mohar faj.

A vízhiány a legfontosabb korlátozó abiotikus tényező a köles esetében is. A szilícium kijuttatásának a köles termés hozamára gyakorolt hatásának értékelésére szántóföldi vízstressz kísérleteket végeztek KHODABANDEHLOO et al. (2014). A kezelések három vízellátásból, valamint 3 szilícium kijuttatási formából álltak. Az eredmények azt mutatták, hogy a szárazságstressz és a szilícium hatása minden tulajdonságra szignifikáns volt, kivéve a vízfelhasználás hatékonyságát (WUE) vízhiányos körülmények között, illetve a bugánkenti szemszámot. A hozam mérsékelt vízstresszben 15, illetve 22 százalékkal, súlyos vízstresszben 33, illetve 42 százalékkal csökkent. Szignifikáns volt a kölcsönhatás a vízstressz és a szilícium együttes alkalmazása esetén az ezermagtömeg, a termés és a vízfelhasználás hatékonysága között. Az integrált szilícium permetezés és öntözővízként való felhasználásának volt a legnagyobb pozitív hatása a szem tömegére, a vízfelhasználás hatékonyságára, a Harvest-indexre és a haszon-költség arányra. A különböző kezelések közgazdasági elemzése az összes szilícium alkalmazásnál magasabb haszon-költség arányt mutatott. A maximális haszon-költség arányt a permetezésből és öntözővízzel való kijuttatásból kapták, ezért a szilícium alkalmazásában mindkét módszer kombinációja javasolt.

FENG és ZHANG (2012) a fő növekedési jellemzők és fotoszintetikus paraméterek alakulását vizsgálta egy szárazságtűrő, egy aszályérzékeny, és egy közepesen szárazságtűrő kölesfajta esetén, három különböző szárazságstressz és normál öntözéses kísérletben. Az eredmények azt mutatták, hogy az aszálystressz csökkentette a növény magasságát, levélterületét, gyökértömegét, klorofilltartalmát és gyökéraktivitását. A

vízstressz csökkentette a fotoszintetikus sebességet, a párologtatási sebességet, a sztóma vezetőképességét és az intercelluláris CO<sub>2</sub>-koncentrációt, amelyek alacsonyabbak voltak a szárazságtűrő fajtákban, mint az arra érzékenyebb genotípusokban. Ez azt jelzi, hogy az aszálytűrő genotípus esetében magasabb a fotoszintetikus hatékonyság, erősebb fényenergia-átadó képesség és nagyobb relatív növekedési sebesség. A köles leveleinek fényérzékenysége megnőtt vízstressz hatására, ami a szárazság és a fotogátlás kettős sérülését okozza a II. fotorendszerben.

JAKUSKIN (1950) megállapítása, hogy aszályos időszakban a termesztett növény nyugvó állapotba kerül (anabiozis), majd a későn lehulló csapadékot jól hasznosítja, illetve a magas hőmérséklet sem akadályozza meg az asszimilációját.

A köles, mint rövid tenyészidejű növény nyári termesztésben használható, a vetéskor a talajban lévő felvehető víz mennyisége jelentős mértékben befolyásolja a termést. Ez a kapcsolat azonban változhat, a tenyészidőszak csapadékának mennyiségétől és eloszlásától, valamint a vetést követő egyéb időjárási változóktól függően. A CSM–CERES–Sorghum modellt köles fajok szimulációjára adaptálták, a CSM-modulokban található növények faj- és ökotípus-paramétereit adaptálták a növények szimulációjához. A köleshez kifejlesztett növényi modul jól szimulálta a termés növekedését és fejlődését, és megfelelően reagált a talajban lévő hozzáférhető víztartalom különböző szintjére vetéskor a vizsgált években (2004 - 2005) és helyszíneken (SASEENDRAN et al., 2009).

A köles szemtermésének mennyisége következetesen jobban reagál a talaj vetéskori vízellátottságára, mint más hosszú tenyészidejű haszonnövény, mint a kukorica, a szemescirok, vagy a napraforgó (BALTENSBERGER et al., 1995; LYON et al., 2008).

#### 2.4.2. A köles elővetemény- és talajigénye

NIELSEN et al. (1999) vizsgálták az őszi búza és a köles termésének alakulását nyolc vetésforgóban, ahol napraforgó szerepelt. A vetésforgókban alkalmazott növények az őszi búza (W), a köles (M), a kukorica (C), a napraforgó (Sun), illetve az ugar (F) és ezek kombinációi voltak. A búza és köles vetésidejében a rendelkezésre álló talajvíz alacsonyabb volt ott, ahol a napraforgó volt az elővetemény, mint ahol nem a napraforgó volt az előző növény. Száraz években a napraforgót tartalmazó vetésforgóban alacsonyabb volt a búza és köles vízfelhasználása, mint más vetésforgókban, de három év átlagában a napraforgó előveteménynek nem volt hatása a búza vagy a köles vízfelhasználási mutatóira. A köles termése a köles-napraforgó vetésváltásban 43%-kal

volt alacsonyabb, mint a köles-búza-kukorica vetésforgóban. A Pacific Northwest régióban a kölestermesztésre potenciálisan a fűjellegű gyomnövények, a nyáron növő, egynyári széles levelű gyomok és az évelő gyomnövények jelentenek veszélyt (HERDRICH, 2001). BALTENSBERGER et al. (1995) megállapították, hogyha a kölest napraforgó után vetik, több lehetőség nyílik a széles levelű gyomok visszaszorítására.

Sokszor a termesztők, ha őszi búzára akarnak visszatérni egy teljes nyári évszakban termő növényről, és el akarják kerülni a zöldugart, átmeneti növényként kölest vetnek (BALTENSBERGER et al., 1995). Ugyanakkor meg kell említeni, hogy JAMES et al. (2011) szerint a közönséges köles (*Panicum miliaceum* L.) egy egyre jelentősebbé váló gyomnövény, amely az új-zélandi csemegekukorica kultúrákban terjedt el. Magja csaknem kétszer akkora súlyú, mint más közönséges fűféle gyomnövénynek. Csírázásának üteme hőmérsékletfüggő. A magok akár 170 mm-es mélységből is kikelnek, és a szántóföldön akár 2 évnél tovább is megmaradnak a talajban, ugyanakkor a szilázsban és bálákban elvesztik csírázókéességüket.

A köles kedveli a jó minőségű barna erdei talajt, de szépen díszlik a rosszabb minőségű földekben, sőt még az enyhén szikes talajokban is. Az irtásgazdálkodás jellemző növénye, a kivágott erdők első kultúrája, pl. a Nyugat-Dunántúlon (TORMAY, 1902). A köles a karbonátos, középkötött és laza talajokat kedveli. Az apró magvak keléséhez nedves feltalaj szükséges, ezért a vetést követően ajánlott a talajtömörítés, hengerezés.

Vetőmagtermesztés céljából a jobb termőhelyi adottságú területeket vonjuk be, ahol előző években kölestermesztés nem volt. Az elpergett kölesszemek csírázókéességüket 8–10 évig is megőrzik a talajban és fajta-, valamint típuskeveredést okozhatnak. A terület megválasztásra vonatkozó előírásokat az MSZ 6353:1998 szabvány tartalmazza, amely szerint csak olyan táblán folytatható vetőmagtermesztés, ahol a megelőző 2 évben nem termesztettek azonos vagy rokon fajú növényt (IZSÁKI és KRUPPA, 2023).

A köles termesztésének a könnyen felmelegedő, nem túl nedves, inkább a szárazabb fekvésű talajok alkalmasak. Középkötött, jó táperőben lévő mezőségi és erdőtalajokon díszlik a legjobban. Szikes talajokon is sikeresen termesztethető, ha aprómorzás magágyat tudunk készíteni, valamint humuszos homokon is vethető, ha az tápanyaggal jól ellátott. A vizenyős és hideg talaj termesztésére nem alkalmas (NAGY, 2005). Ugyanakkor CHRAPPÁN et al. (1997) szerint a kölest gyakran termesztik sekély termőrétgű, sülevényes, vagy későn felmelegedő víznyomásos területeken. Sokan úgy gondolják, hogy a köles igénytelen a talajra, azonban ezeken a területeken ökológiai igényei csak

részben elégíthetők ki. A köles nem vethető szélsőségesen rossz hő-, víz-, levegő- és tápanyaggazdálkodású talajokon. JAKUSKIN (1950) szerint nagy terméseket feltört szűzföldön, gyeptörésben várhatunk. A Szovjetunió déli részén jól teremhet a lucerna után is, amely a talajt kiszáritja. Jó előveteményei a trágyázott kapások, illetve a lóhere. Hasonlóan vélekedik CSERHÁTI (1901) és BALÁS (1889) is.

A köles gyökérrendszerének jelentős része a felső talajrétegben található, ezért lazított, jó kultúrállapotú talajt igényel. Apró magmérete miatt a magágyat tömöríteni kell. Fővetésű köles talaj előkészítésénél – az őszi szántás tavaszi elmunkálását követően – a talajt gyommentesen kell tartani. Hazai viszonyok között a talajművelés alapvető célkitűzése a téli csapadék megőrzése, tárolása. Az őszi szántott talaj felszíne tavasszal kevesebb vizet tartalmaz, hamarabb felmelegszik. A rögzösen maradt talajt felszáradás után lezárni ajánlatos, amely megakadályozza a további kiszáradást. Késő tavaszi vetése miatt talajművelésének idejét úgy kell megválasztani, hogy a magágykészítésre közvetlenül vetés előtt kerüljön sor. Ezért a talaj kultúrállapotától függően az első művelést április közepén, végén célszerű elvégezni. Másodvetés esetén a talaj előkészítés módját, eszközét az elővetemény és a talajnedvességi viszonyok határozzák meg. Őszi árpa és takarmánykeverékek után a talajt célszerű sekélyen szántani, hogy a gyökér- és szármaradványokat bedolgozzuk. A talajelőkészítés alapvetően befolyásolja a kölestermesztés sikerét, hiszen rossz minőségű magágy esetén a növény kezdeti fejlődése lassú, a vetés könnyen elgyomosodik (CHRAPPÁN et al., 1997).

BOBKOVA et al. (2013) a köles esetében tanulmányozták földművelés intenzitásának (a direktvetéstől a szántásig) hatását a termésképző elemekre. Megállapították, hogy a talajművelési intenzitás növekedésével a köles termőképessége nő. A talajművelési intenzitás csökkenése, amely az állománysűrűséggel és a csírázóképeség csökkenésével függ össze, a köles termésének csökkenéséhez vezet.

LI et al. (2012) a köles sótoleranciáját és a sós közeggel szembeni fiziológiai válaszait vizsgálták  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  használatával a magas sótoleranciával rendelkező genotípusok meghatározására, valamint a palánták sótoleranciájának fiziológiai indikátorainak meghatározására. Ehhez a sóstressznek kitett genotípusok csírázási és növekedési paramétereit, illetve fiziológiai jellemzőit vizsgálták. Megállapították, hogy a relatív csírázási érték, a túlélési ráta, a hajtáshossz, a gyökérhossz és a talaj feletti és földalatti biomassa a sókoncentráció növekedésével csökken, bár a genotípusok között a reakció mértékében különbségek adódtak. A *P. miliaceum* genotípusok között jelentős eltéréseket mutattak ki a sóterésben.

ISLAM et al. (2011) szerint a talaj szikesedése és lúgosodása széles körben elterjedt környezeti probléma. A sóstressz (SS) és lúgos stressz (AS) alatti növekedési és fiziológiai reakciók összehasonlítására a mohart (*Setaria italica* L.) és a közönséges kölest (*Panicum miliaceum* L.) vizsgálták sós és lúgos körülmények között a két semleges só, NaCl és Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> és a két lúgos só (NaHCO<sub>3</sub> és Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) összekeverésével. A sóstresszhez képest a lúgos stressz nagyobb mértékben csökkentette a növény száraz tömegét, a relatív növekedési rátát (RGR), a nettó asszimilációs rátát (NAR), a levélterület arányt (LAR) és a relatív víztartalmat (RWC). E csökkenés mértéke a mohar esetén volt jelentősebb, azaz a lúgos stresszel szembeni tolerancia magasabb volt a közönséges kölesben, mint a mohar esetében. A levelek nátrium koncentrációja kétszeresére nőtt a lúgstressz hatására, mint a sóstressznek kitett növényekben. A mohar több Na-t halmozott fel a levelekben és a szárban, de a közönséges köles gyökerei magasabb Na koncentrációt mutattak, ami azt jelzi, hogy a közönséges köles gátolta a Na szállítását a gyökerekből a hajtásokba, ami kevésbé csökkentette a növény növekedését. A nitrogén tartalom a lúgstressz hatására jelentősen csökkent mindkét faj levelében, szárában és gyökerében, ugyanakkor a levelek prolintartalma mindkét kezelés hatására nőtt, bár nagyobb volt a sónak kitett növények esetén.

A magasabb sótartalomra a vizsgált köles fajták eltérően reagáltak, amely elsősorban a csírázási százalékban, illetve a csíratömegben mutatkoztak meg SABIR és ASHRAF (2008) vizsgálataiban.

CHUN et al. (2016) a túlzott talajvíz (10 napig 10 cm vízborítás) hatását vizsgálta több köles faj esetén több fenofázisban. Az eredmények azt mutatták, hogy a terméshozamok leginkább akkor csökkentek, amikor a növényeket a korai fejlődési szakaszban érte a vízborítás. A szántóföldi kísérletben a legnagyobb talajvíztartalmú talajból származó növények adták a legkisebb termést, míg a legkisebb talajvíztartalmú talajból származók a legnagyobb termést. A köles érzékenyebb volt a talajvízre, mint más vizsgált növények, ugyanakkor a cirok és a szezámag alkalmasabb volt a rizsföldeken történő termesztésre.

Késő tavaszi vetése miatt a köles elővetemény iránt kevésbé igényes. Hazai viszonyok között főnövényként ritkábban, elsősorban talajhibás területeken vagy kipusztult vetések pótlására vetik. Másodvetésben gyep- és lucernatörésben korán lekerülő takarmánykeverékek, zöldborsó, zöldbab után természetű sikerrel, de vethető őszi árpa után is. Önmaga után különösen az eltérő típusok keveredésének megakadályozása érdekében ne termesszük (CHRAPPÁN et al. 1997).

## 2.5. A termesztéstechnológiai elemek hatása a köles agronómiai paramétereire

### 2.5.1. A tápanyagellátás hatása a köles agronómiai paramétereire

GRÁBNER (1948) ugyan konstatálja, hogy a „tápdús talajokon nagy terméseket ad”, de hozzáfűzi: „Műtrágyákat nem adunk alája, mert azokat rövid tenyészideje alatt, mely a száraz nyári időszakra esik, nem képes megfelelően hasznosítani.” ANTAL et al. (1966) csak nitrogént ajánlanak maximum 35-50 kg ha<sup>-1</sup> mennyiségbe, mivel ettől nagyobb mennyiségnél már megdőlhet. Később ANTAL (1987) közepkötött talajon 50-70 kg N, 20-30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40-50 kg K<sub>2</sub>O hatóanyag felhasználását ajánlja hektáronként.

LÁNG (1976) szerint hazai műtrágyázási ismeretekkel csak kis mértékben rendelkezünk, ami jelenleg sem igazán változott. Termésátlagok tekintetében, BALÁS (1889) és CSERHÁTI (1901) 1-2 t ha<sup>-1</sup> mag, valamint 1,2-2,4 t ha<sup>-1</sup> szalma átlagos hozamaival kalkulál. ANTAL et al. (1966) megállapították, hogy 0,7-1,4 t ha<sup>-1</sup> magtermés lehetséges, „ennél kiemelkedőbb termés csak elvétve fordul elő homokon”.

JAKUSKIN (1950) állítása, hogy csapadékos helyeken, erős trágyázás mellett, nagyon nagy termés várható. Megállapította, hogy 40 t ha<sup>-1</sup> istállótrágya kijuttatása mellett, műtrágyákkal kiegészítve 6,7 t ha<sup>-1</sup> termést értek el Rjazany körzetében, Lizenko 1938-ban kísérletei során 6,0 t ha<sup>-1</sup> kölest termelt átlagosan. Abban az esetben, ha valaki nem megfelelő agrotechnikát alkalmaz, eléggé gyakoriak voltak a 0,5 t ha<sup>-1</sup> átlagtermések is. LÁSZTITY (1997, 1998) szabadföldi tartamkísérleteiben vizsgálta Duna–Tisza közti meszes homoktalajon a köles műtrágya-reakcióját. A *Lovászpatonai* fajtánál kezeléstől függően 2,0-4,0 t ha<sup>-1</sup> magtermést, valamint 3,0-6,0 t ha<sup>-1</sup> szalmatermést eredményezett. CSATHÓ és KÁDÁR (1986, 1987) meszes vályog csernozjom talajon végzett kísérleteik során P-utóhatást vizsgálva, megállapították, hogy a köles fajlagos elemtartalma N 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8 kg K<sub>2</sub>O 34 kg volt a Lovászpatonainál 1,5 t ha<sup>-1</sup> szemtermés, illetve 2,1 t ha<sup>-1</sup> melléktermés mellett, amihez még erős megdőlés is társult. A *Maxi* fajtánál 1996-ban trágyázás nélkül, mezőföldi NPK műtrágyázási tartamkísérletben kedvezőnek bizonyult a 3,8 t ha<sup>-1</sup> szemtermés + 3,3 t ha<sup>-1</sup> szalmatermés. A N trágyázás mellett megnövekedett a N, P és a fém kationok beépülése a szalmában. P- trágyázás mellett a P koncentrációja emelkedett meg, és ezzel egyidejűleg csökkent a Zn-tartalom. K-trágyázás alkalmazásával növekedett a K-felvétele, viszont megakadályozta a Ca, Mg, Sr, Na, Ni akkumulációját. Ugyanakkor a P-Zn antagonizmus jelentős maradt a szemtermésekben. A szaktanácsadás részére a tervezett termésátlagok eléréséhez az alábbi értékek

ajánlottak: N 30 kg t<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12 kg t<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O 30 kg t<sup>-1</sup> CaO 8 kg t<sup>-1</sup> és MgO 10 kg t<sup>-1</sup>, megakadályozva a „luxusfelvétel” megtevését tapasztalatait (KÁDÁR, 2005).

XIANGWEI et al. (2019) 2015-16 között végzett négy nitrogén szint hatását (N<sub>0</sub>, N<sub>60</sub>, N<sub>105</sub> és N<sub>150</sub>) vizsgálták Kínban, mérsékelt égövi kísérleti területen szántóföldi kísérletekben. A kísérletekben a nitrogénellátás fotoszintetikus aktivitásra, C-N egyensúlyra és N-felhasználás hatékonyságára gyakorolt hatását értékelték. Az eredmények azt mutatták, hogy a nitrogénhiány csökkentette a nettó fotoszintézis sebességét, a sztóma vezetőképességét, a párologtatási sebességet és a klorofill-tartalmat, valamint növelte a köles zászlós leveleinek sejtközi CO<sub>2</sub> koncentrációját a virágzástól az érésig tartó időszakban. A nitrogénhiány negatívan befolyásolta a C-N egyensúlyt, és növelte a C/N arányt azáltal, hogy csökkentette az összes nitrogén-, az oldható fehérje- és az oldható cukortartalmat, ami magas keményítőtartalmat eredményezett. A nitrogén felvétele és felhasználása szignifikánsan csökkent a kevesebb rendelkezésre álló N miatt. A szemtermés és a fotoszintetikus jellemzők, illetve a N-felhasználás hatékonysága között szignifikánsan pozitív korrelációt, míg a szemtermés és a C/N arány között negatív korrelációt tapasztaltak. Az N<sub>0</sub>, N<sub>60</sub> és N<sub>105</sub> kezelések hozama mindkét évben alacsonyabb volt az N<sub>150</sub> kezelésnél.

A köles esetében kevés információ áll rendelkezésre a nitrogén kezelések szemtermésre, termésre és a szárazanyag minőségére gyakorolt hatása tekintetében. A vizsgálat célja volt a nitrogén dózisok hatásának és a nitrogén kijuttatási idejének értékelése a szemtermés, valamint a szárazanyag tartalom növelése szempontjából. A kísérletben négy különböző nitrogén dózist (0, 30, 60 és 90 kg ha<sup>-1</sup>) és négy kezelési időpontot alkalmaztak (100% vetés időpontjában (T<sub>1</sub>); 30% vetés időpontjában + 70% 15 nappal a kelés után (T<sub>2</sub>), 30% vetés időpontjában + 70% 30 nappal a kelés után (T<sub>3</sub>); 30% vetés időpontjában + 70% 45 nappal a kelés után (T<sub>4</sub>). Az eredmények alapján a termés és a szárazanyag együttes értékelése tekintetében az T<sub>1</sub> és T<sub>2</sub> kezelések voltak a legkedvezőbbek. A szemtermés tekintetében legnagyobb hatékonyságú a T<sub>4</sub> alkalmazási időpont volt. A vizsgált dózisok esetében a legjobb eredményeket a maximális nitrogén dózissal figyelték meg a vizsgált paraméterekben. A kijuttatás módjától függetlenül a kijuttatott N dózisok növekedése növelte a szárazanyag mennyiségét, a fehérje tartalmat, a foszfor-tartalmat és a szemtermést. A szárazanyag mennyiség, a fehérje-, illetve foszfor- és káliumtartalom tekintetében a T<sub>1</sub>, illetve T<sub>2</sub> időpontban történő nitrogén alkalmazása eredményezte a legnagyobb növekedést 60-90 kg-os nitrogén adagok esetén. A kijuttatás

megosztásától függetlenül legnagyobb szemtermést  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  N dózis alkalmazásánál tapasztalták (MURARO et al., 2016).

Lengyelországban 2016-ban és 2017-ben végeztek köles tápanyagutánpótlási kísérletet növénynevelő kamrában szervestrágya, ammónium-nitrát, illetve mikrobiológiai készítmény alkalmazásával (JAROSZEWSKA et al., 2019). A kutatás célja az volt, hogy számszerűsítse a trágyaféleségek, illetve a mikrobiológiai készítmények köles termésére, mikroelemtartalmára, illetve SPAD-index értékére gyakorolt hatását. A köles mindegyik vizsgált módszer esetén magasabb terméssel reagált. A mikrobiológiai készítmény alkalmazásakor a talajban a vizsgált makroelemek koncentrációja emelkedő tendenciát mutatott. Az elvégzett kísérlet eredményei azt mutatják, hogy a mikrobiológiai készítmények alkalmazása javíthatja a talaj kémiai tulajdonságait, így közvetve termésnövekedést eredményezhetnek a köles esetében is.

Törökországban a különböző nitrogéndózisok hozamra és a köles egyes jellemzőire gyakorolt hatásának meghatározására végeztek el kísérletet Kelet-Anatólia térségében (TAN et al., 2016). A kísérletet randomizált blokkelrendezéssel, négy ismétlésben állították be 2013-14 között. A vizsgálatban öt nitrogéndózist ( $0, 30, 60, 90$  és  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) alkalmaztak. Meghatározták a növény magasságát, szárazanyag-hozamát, nyersfehérje-tartalmát és termését, ADF- és NDF-tartalmát, biomassza, vetőmag- és szalmahozamát, Harvest-indexét és az ezermagtömeget. A kutatási eredmények alapján, hogy a nitrogén dózisok szignifikánsan befolyásolták a hozamot, és növelték a növény magasságát, szárazanyag-hozamát, nyersfehérje-tartalmát és terméshozamát, biomassza tömegét, magtermését és szalmahozamát. A legnagyobb szárazanyag-hozamot ( $4640 \text{ kg ha}^{-1}$ ) és maghozamot ( $2699 \text{ kg ha}^{-1}$ )  $90 \text{ kg N ha}^{-1}$  kezelés esetén állapították meg.

BASSO et al. (2015) a nitrogén kijuttatási idejének (vetéskor, 30% vetéskor és a fennmaradó 15. nap a kelés után (DAE), 30% vetéskor és a fennmaradó 30. nap DAE, 30% vetéskor és a fennmaradó 45. nap DAE) és mennyiségének ( $0, 30, 60$  és  $90 \text{ kg ha}^{-1}$ ) hatását vizsgálta a köles egyes növényi paramétereire és a szemtermésre. A közönséges köles termését a nitrogén kijuttatási ideje lényegesen nem befolyásolta, ugyanakkor szignifikáns és lineáris kapcsolat volt a kijuttatott nitrogén mennyisége és a növény magassága, a szárazanyag-tömege, a szár átmérője, a szár hossza, valamint a szemtermés mennyisége között.

A relatív klorofilltartalom a II. tápanyagszintig ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$  N+PK) emelkedett, míg a legtöbb tápanyagot kapó csoportban néhány százalékkal csökkent CZINEGE és FUTÓ (2019) *GK Alba* köles fajtával végzett vizsgálataiban. A SPAD mérések adnak

információt a klorofilltartalomról, amely korrelál a N-ellátással a vizsgált növények esetében. A tápanyagellátás növekvő szintjein az ezerszemtömeg nőtt. A kontroll kezelésben, illetve az 1. tápanyagszinten az ezermagtömeg közel azonos volt, míg a II. és III. tápanyagszint (60 és 90 kg ha<sup>-1</sup> N+PK) az ezermagtömeg növekedést mutatott. A bugánkénti szemszám a legmagasabb értéket a 60 kg ha<sup>-1</sup> kezelésben érték el, értéke átlagosan 572 mag buga<sup>-1</sup>. Ebben az esetben a kontrollcsoport bugánkénti szemszáma volt a legkisebb, ami arra utal, hogy a tápanyagellátás jelentős hatást gyakorol a tulajdonságra. A kedvezőbb időjárási viszonyok miatt 2019-ben magasabb volt a termés. 2018-ban a kontroll termésátlaga 1,66 t ha<sup>-1</sup> volt, ami tápanyagszint emelkedésével 2,85 t ha<sup>-1</sup>-ra emelkedett. 2019-ben a kontroll kezelés termésátlaga 3,33 t ha<sup>-1</sup>, míg a III. tápanyagszint esetén 4,05 t ha<sup>-1</sup> volt. A vizsgált évek termése közötti jelentős különbség oka elsősorban a csapadékellátottsági viszonyoknak köszönhető. A két évig tartó kísérlet eredményei alapján optimális tápanyag-utánpótlási szint a köles esetén 30 kg ha<sup>-1</sup> N, 18 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O vagy a 60 kg ha<sup>-1</sup> N, 36 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O bizonyult a leggazdaságosabbnak. Ezen szintek használatával a köles termesztése hatékony lehet akár főnövényként, akár másodnövényként.

ZSEMBELI et al. (2022) tanulmányukban ismertetik a *Maxi* köles (Karcagon nemesített és fenntartott tájfajta) tápanyagreakciójának eredményeit a módosított OMTK (Országos Műtrágyázási Tartamkísérlet) 2017. évi, illetve annak figyelembevételével 2021-ben beállított Műtrágyázási Kísérleti Kert (MKK) eredményei szerint. A vizsgálatokat Karcagon, a MATE Karcagi Kutatóintézetben, mélyben szolonyeces réti csernozjom talajtípuson állították be. Az MKK-ban a 2021-es tenyészévben három nitrogén (N<sub>40</sub>, N<sub>80</sub>, N<sub>120</sub> kg ha<sup>-1</sup>), három foszfor (P<sub>0</sub>, P<sub>40</sub>, P<sub>80</sub> kg ha<sup>-1</sup>) és két kálium (K<sub>0</sub>, K<sub>60</sub> kg ha<sup>-1</sup>) dózisú kombinációban végezték a kezeléseket és minden parcella felére növénykondicionáló készítményt is juttattak ki. Vizsgálataik alapján megállapítható volt, hogy a 80 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén műtrágyázás volt a legjobb a termés tekintetében mindkét vizsgálati évben. A P<sub>80</sub> dózis alkalmazása termésdepresszióhoz vezetett. Eredményeik alapján a jó kálium ellátottságú réti talajokon is eredményes a kálium kijuttatása, ugyanakkor a káliumtrágyázás termésre gyakorolt hatása statisztikailag nem volt igazolható. Az Algomel Push növénykondicionáló alkalmazása 10%-kal növelte a termés nagyságát, ami statisztikailag is igazolható volt.

A köles tápanyagreakciója kevésbé intenzív, ugyanakkor fontos tényező a hatékony kölestermesztésben. GOVINAKOPPA et al. (2021) a *DHPM-2769*, *GPUP-8* és *DHPM-2164* köles genotípusok esetén 60:30:30 kg ha<sup>-1</sup> NPK-arány esetén mérte a legnagyobb

szemtermést (5940 kg ha<sup>-1</sup>). SARUHAN et al. (2011) szerint a szerves anyag alapvető fontosságú a talajban, a talaj dinamikus összetevője, amely befolyásolja a talaj termőképességét szabályozó számos kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságokat. Különböző huminsavas kezelések (kontroll, talajkezelés 100%, csávázás 100%, lombtrágya 100%, talajkezelés 50% + csávázás 50%, talajkezelés 50% + lombtrágyázás 50%, csávázás 50% + lombtrágyázás 50% és csávázás 33% + talajkezelés 33% + lombtrágyázás 33%) hatását vizsgálták a közönséges köles hozamára és termésképző elemeire vonatkozóan. A vizsgálat eredményei szerint a huminsavas kezelések növelték a hozamot és a terméskomponenseket, és ez a növekedés statisztikailag szignifikánsnak bizonyult. A növénymagasság, bugahossz, szemtermés, ezerszemtömeg, nyersfehérje-tartalom és bugánkénti szemszám tekintetében a legmagasabb értéket levéltrágyázás esetén (100%), a legnagyobb hektolitertömeget pedig csávázás esetén (100%) tapasztalták.

Korábban általános volt itthon az a vélemény, hogy a kölest trágyázni csak a kimondottan szegény homoktalajon indokolt, itt a közvetlenül alája adott istállótrágya is megengedett (JAKUSKIN, 1950).

Törökországi kísérletek célja az volt, hogy a nitrogén műtrágyázás, illetve a tőszám hatását számszerűsítse a köles szemtermése, nyersfehérje tartalma, valamint biomassza hozama tekintetében (TURGUT et al., 2006). Az eredmények azt mutatták, hogy az állománysűrűség nem befolyásolta szignifikánsan a maghozamot. A mag- és fehérjehozam a N dózisok (N<sub>0</sub>, N<sub>75</sub>, N<sub>150</sub>, N<sub>225</sub>) növekedésével nőtt, bár a biomassza mennyisége szignifikánsan nem nőtt.

A köles nagy termés eléréséhez szükséges tápanyagigényét elsőként az elővetemény alá kijuttatott, valamint a visszamaradt tápanyagokkal elégítjük ki. Figyelembe véve a talajok tápanyag-ellátottságát, a köles 1 t terméssel, illetve a hozzá tartozó szalmával a következő mennyiségű tápanyagokat veszi fel a talajból: N 20 kg t ha<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 9 kg t ha<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O 22 kg t ha<sup>-1</sup>; CaO 7 kg t ha<sup>-1</sup>; MgO 2 kg t ha<sup>-1</sup>. A foszfort és a káliumot az alapműveléskor (őszi szántással) a nitrogént pedig magágykészítéskor juttatjuk ki, ugyanakkor homokos talajoknál a nitrogént, a foszfort és a káliumot is tavasszal (NAGY, 2005).

A köles fajlagos tápanyagigénye *Ragasits* (1994) szerint:

N 30 kg t<sup>-1</sup>

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 14 kg t<sup>-1</sup>

K<sub>2</sub>O 35 kg t<sup>-1</sup> szemtermés.

A köles tápanyagigénye termőhelyenként eltérő (2. táblázat).

**2. táblázat** A köles tápanyagigénye Antal (2005) szerint 1 t termésre vonatkozóan

Szántóföldi termőhely	Hatóanyag	A talaj tápanyag-ellátottsága				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
mezőségi talajok	N	25	22	20	19	18
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12	10	9	9	9
	K <sub>2</sub> O	30	27	24	22	20
erdőtälajok	N	28	25	23	21	19
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	12	10	9	9
	K <sub>2</sub> O	31	28	25	23	20
laza és homok talajok	N	30	28	26	25	24
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	13	12	11	10
	K <sub>2</sub> O	34	30	28	26	25

### 2.5.2. A vetéstechnológia hatása a köles agronómiai paramétereire

ANDERSON (1994) a *Cope* köles fajtát egy hetes időközönként vetette hat alkalommal, a kezdő vetési időpont május 18. volt. A köles a június 8-i vetésidőben érte el a legmagasabb termést, június 2. és június 12. közötti vetés esetén a termés potenciál több, mint 95%-át adta. A vízfelhasználás hatékonysága (WUE) a szemtermés trendjét tükrözte, a WUE a legmagasabb volt a köles június eleji vetésekor. A növény teljes vízfelhasználása (talajvíz + tenyészidőszaki csapadék) 325-350 mm között mozgott minden vetésidő esetén. A köles szárbaindulása 600, a bugahányás 1100 °C hőösszeg esetén kezdődött, függetlenül a vetés időpontjától. Az eredmények alapján június elején kell a szerző szerint a kölest vetni a termés potenciál maximalizálása érdekében a no-till rendszerekben.

Különböző vetésidők (05.25., 06.10., 06.25., 07.10., 07.25.) hatását vizsgálta CHOI et al. (2016) négy köles fajta növekedésére és termésre gyakorolt hatás esetében. A bugahányás és az érés későbbre tolódott a vetésidő kitolódásával minden fajta esetén, ugyanakkor az említett fenofázisok időtartama lerövidült. A május 25-től július 25-ig tartó vetésnél a vegetációs periódus 30-40 nappal rövidült, fajtától függően. A növény magasság, bugahossz, bugaszélesség és szárátmérő szignifikánsan különbözött a fajták és a vetésidők között egyaránt. Különösen a szár és a buga hossza csökkent jelentős mértékben a vetésidő későbbre tolódásával. A június 10-i vetésidő esetén a köles genotípusok termése 772,2–888,6 kg ha<sup>-1</sup> között változott, míg a június 25-i vetésidő esetén ezek az értékek 707,9-1000,0 kg ha<sup>-1</sup> között alakultak.

A köles kiváló vízfelhasználási hatékonysággal jól alkalmazkodik a félszáraz környezetben lévő növénytermesztési rendszerekhez. A sortávolság jelentős mértékben befolyásolhatja a köles termését ilyen körülmények között. Hat sortávolság hatását (15, 19, 23, 30, 38 és 46 cm), három eltérő agroökológiai környezetben (hagyományos művelés öntözéssel, illetve öntözés nélkül, valamint direktvetés öntözetlenül) hasonlították össze (AGDAG et al., 2001) Törökországban. A parcellákat két különböző gyomossági szinten értékelték, gyomirtás nélkül és vegyszeresen gyomirtva. A köles egyértelműen reagált a sortávolság változásaira. A szemtermés, a területegységenkénti bugaszám és a szalmatömeg a sortávolság növekedésével csökkent, míg a magtömeg és a növénymagasság a sortávolság növekedésével együtt nőtt. A bugánkénti magtömeg az öntözéses kezelésben minden sortávolságnál nőtt, míg az öntözetlen kezelésekben csak a szűkebb sortávolságnál volt növekedés tapasztalható. A sortávolság még a direktvetés alkalmazása során sem befolyásolta a gyomok mennyiségét. Az öntözetlen kezelésekben a 15 cm sortávolság nem bizonyult kedvezőnek, a 19 cm-es sortávolság eredményesebbnek bizonyult az öntözetlen kezelések esetén. AČKO et al. (2012) a közönséges köles (*Panicum miliaceum* L.) szlovéniai termesztésének mezőgazdasági és táplálkozási jelentőségéről, a vetésidő és az állománysűrűség termésmennyiségre gyakorolt hatásáról, valamint az őshonos szlovén *Sonček* fajta gazdaságilag fontos jellemzőiről számolt be. Szabadföldi kísérletben három különböző állománysűrűség (250.000, 370.000 és 500.000 csíra ha<sup>-1</sup>) és három vetésidő (június eleje, július eleje, illetve július közepe) hatását vizsgálták. 2009-ben a legkésőbbi vetésidőben érték el a szignifikánsan legnagyobb termésmennyiséget (2.855,3 kg ha<sup>-1</sup>), illetve a legnagyobb állománysűrűség mellett regisztrálták a legnagyobb termésmennyiséget (2608,9 kg ha<sup>-1</sup>). 2010-ben a rendkívül kedvezőtlen időjárási viszonyok miatt mindhárom vetésidőben jóval kevesebb termésmennyiséget értek el. A szerzők szerint ezek az eredmények, illetve a köles egyes agrotechnikai jellemzőire vonatkozó információk hozzájárulhatnak a kölestermesztés újbóli bevezetéséhez Szlovéniában és más, hasonló termesztési feltételekkel rendelkező közép-európai országban. POLTORECKIJ (2013) ukrainai eredményei azt mutatják, hogy instabil vízellátási körülmények között a hagyományos (12 cm) sortávolságon nagyobb termésmennyiséget értek el, mint szélessoros vetést alkalmazva. Optimális hidrotermális viszonyok között a köles maximális termőképessége 4,24-4,79 t ha<sup>-1</sup> (*Slobozhanske* fajta) és 4,53-5,28 t ha<sup>-1</sup> (*Lana* fajta) volt a május harmadik dekádjában végzett vetés esetén. Ha a köles vegetációs időszakában a térségre atipikus hidrotermális viszonyok (szárazság vagy túlzott nedvesség) jellemzőek, a legnagyobb

termőképességet a május második dekádjában történő vetés biztosítja. A korai, május első dekádjában végzett vetés hektáronként a két vizsgált fajta esetén 0,14-0,48 t ha<sup>-1</sup> termésnövekedést okoz; ugyanakkor, ha a vetést június első dekádjára tolják, akkor hektáronként 0,31-0,77, illetve 0,39-0,84 tonnával nő a termés a korai vetéshez képest. A vetés időpontja befolyásolja a termés mennyiségét AISHWARYA et al. (2022) vizsgálataiban is. A terméshozam nemcsak a vetés időpontjától, hanem a fajtától is függ. Kutatási eredményeik szerint az optimális vetésidő június második fele volt, ami magasabb száraanyag-tartalmat és szemtermést eredményezett.

A köles több fajtáját öt termőhelyen, 18, 36, 53 és 71 cm-es sortávolságban vizsgálta NELSON (1977). A tesztek célja az volt, hogy meghatározzák a sortávolság hatását a köles agronómiai tulajdonságaira. A hozamok 18 cm-es sortávolság esetén voltak a legnagyobbak, a legalacsonyabbak 71 cm sortávolság alkalmazása esetén voltak. A növények a szélesebb sortávolságra úgy reagáltak, hogy nőtt a növénymagasság.

JUNG et al. (2015) a tenyésztési terület (60×10 cm, 60×15 cm, 60×20 cm) hatását vizsgálták a közönséges köles növekedésére és hozamára. Az állománysűrűség növelésével a növénymagasság növekedett. A vizsgált fajta a legnagyobb maghozamot (2650 kg ha<sup>-1</sup>) a 60×15 cm-es tenyésztési területen vetett állomány adta.

Másodvetésben termesztett köles különböző állománysűrűség terméshozamra és termésképző elemekre gyakorolt hatását értékelték FARAMARZI et al. (2011). A vizsgálatokban három állománysűrűséget alkalmaztak (60, 75 és 90 csíra m<sup>2-1</sup>), három fajtával (*Nodi*, *KM.C.2* és *KM.C.4*). A legnagyobb állománysűrűségen a *KM.C.4* fajta esetén volt a legnagyobb termés, a legkisebb állománysűrűség esetén a *Nodi* fajta termése volt a legkisebb. Szignifikáns pozitív korrelációt találtak a maghozam és a bugahossz, a bugánkénti magszám és a területegységkénti bugaszám között.

A vetés időpontja alapvetően befolyásolja a termés minőségét és mennyiségét egyaránt a köles esetében is. NEMATPOUR et al. (2019) kutatási eredményei szerint megfelelő vízellátás mellett korai vetésidőben (május középső dekádjában) nagyobb szemtermés érhető el, mint késői vetésidőben. Kutatásukban két hét telt el a korai és későbbi időben történt vetés között.

A szemtermést nemcsak a tőszám, az alkalmazott genotípus is befolyásolja. HESARI et al. (2022) eredményei azt mutatják, hogy a *Mehran* fajta érte el a legnagyobb szemtermést (4444,1 kg ha<sup>-1</sup>), hektáronkénti 400 000 növény számmal. A legkisebb termésátlagot (2321,5 kg ha<sup>-1</sup>) a *Pishahang* fajta produkálta 400 000 növény ha<sup>-1</sup> állománysűrűséggel. A legmagasabb Harvest-index értéket (0,29) a *Mehran* fajta

produkálta 400 000 tő ha<sup>-1</sup> állománysűrűségénél. Az állománysűrűség növelésével a hozam nőtt, a Harvest-index csökkent. A legnagyobb biomassza hozamot (7629,6 kg ha<sup>-1</sup>) a *Pishahang* fajta esetében figyelték meg, 400.000 növény ha<sup>-1</sup> állománysűrűségénél.

JUNG et al. (2019) célja annak vizsgálata volt, hogy a két kölesfajta (*Hwanggeum* és *Leebackchal*) növekedési és hozam-jellemzőit hogyan befolyásolják a különböző állománysűrűségek eltérő sortávolságok mellett. A változó tenyészterület (sortávolság 20, 30 és 50 cm, a tőtávolság 3, 5, 10 és 15 cm) esetén a legnagyobb növénymagasság 50×3 cm-es és 50×5 cm-es tenyészterületnél volt a *Hwanggeum* fajta esetében, és 20×3 cm volt a *Leebackchal* fajta esetében. Az állománysűrűség növekedésével a szár átmérője kisebb lett. Az állománysűrűség csökkenésével a bokrosodás mértéke és a bugahossz változása azonos növekedési tendenciát mutatott, és 50×15 cm-nél volt a legmagasabb, a legkisebb állománysűrűség mellett. Az ezerszemtömeg vizsgálatánál nem volt szignifikáns különbség a kezelések között. A legnagyobb termést a *Hwanggeum* fajta 50×3 cm-es (777,8 kg·ha<sup>-1</sup>), a *Leebackchal* 50×3 cm-es és 50×5 cm-es (884,3-879,32 kg ha<sup>-1</sup>) állománysűrűségénél érte el.

WIMALASIRI et al. (2023a) Agricultural Production Systems Simulator (APSIM) modellt alkalmaztak a közönséges kölesnél öt gazdálkodó által kiválasztott fajtára kalibrálva két térségből gyűjtött adatok alapján. 35 gazdálkodó táblájáról gyűjtötték be a terméshozamadatokat különböző gazdálkodási gyakorlatok alapján. A termést leginkább befolyásolta a vetésidő, a talaj-előkészítési módszer és az állománysűrűség.

A köles vetésideje jól beleillik az olyan őszi vetésű növénykultúrák vetésforgójába, mint az őszi búza vagy a meleg évszakban termő széles levelű növények, például a napraforgó (HERDRICH, 2001). Nebraska állam sikeres kölestermesztése az öko-ugar módszer használatának tulajdonítható, tavasszal a kölest a búzatarlóba vetik a gyomok visszaszorítása és a talajnedvesség megtartása érdekében (ANDERSON, 1990).

A fővetésű kölesnek szinte bármely növény lehet az előveteménye, amennyiben a vetés május elején megtörténik. A kukorica- és ciroktarlóval fedett földek tavasz végi magasabb talajhőmérséklete a nagyobb növényi biomassza tartalomnak köszönhetően lehetővé teszi, hogy a kölest hamarabb vessék el (LYON et al., 2008). Ha a kölest két őszi vetésű növény követi, vagy egy őszi vetésű növény, majd ugarolás, a talaj gyomnövénymag tartalma közel 90%-kal lecsökkenhet (ANDERSON et al., 1999).

A köles megfelelően tömörödött magágyat igényel. Vetésének ideje függ attól, hogy főnövényként, vagy másodvetésben termesztjük. Május második dekádja előtt nem ajánlott vetni, mivel sok hőt igényel a csírázáshoz. Június elejéig a másodvetésben

termesztett kölest is el kell vetni, mivel a megfelelő hősszeget biztosítani kell a beéréshez. A vetés megkezdése akkor ajánlott, amikor a talaj hőmérséklete a vetés mélységében tartósan elérte a 12°C-ot, illetve a május végén előforduló fagyok a kelő növényeket nem károsítják. Gabonavetőgéppel, 10-12 cm-es sortávolságra, 2-3 cm mélyre, 80-100 db/fm csíraszámmal vetjük. Vetőmagnormája 30-50 kg ha<sup>-1</sup>, ezermagtömeg függvényében. Bokrosodó képessége ritkább állományokban jobb, valamint a virágzás és az érés is jobban elhúzódik (CHRAPPÁN et al., 1997).

## **2.6. Az NDVI (Normal Difference Vegetative Index) értékek alakulása a kölesben**

A köles NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) és NDWI (Normalized Difference Water Index) értékei közel álltak az öntözött kukorica értékéhez azonos fenológiai stádiumban, különösen a BBCH 6. fő szakaszának (virágzás) értékei tökéletesen átfedték egymást (0,35 az NDWI és 0,8 az NDVI esetében), de a különbségek minimálisak maradtak a BBCH 7. fő szakaszában (tejesérés). A köles index értékei az előrejelzéseknek megfelelően az érettség elérésekor, amikor a levelek fiziológiailag kiszáradtak, elkezdtek csökkenni. 2020-ban a kölesnél alacsonyabb NDVI és NDWI értékeket regisztráltak a tavasz végén az előző évhez képest. Az indexek ezt követően nyáron magas értékeket mutattak (ismét magasabbak voltak, mint a kukoricánál ugyanabban az időpontban és ugyanabban a BBCH-stádiumban), majd a ciklus végén ismét csökkentek, az előző évnek megfelelően. 2021-ben a köles index értékei meglehetősen alacsonyak voltak júniusban, majd nyáron jelentősen javultak, meghaladva az öntözött kukoricánál mért értékeket. A kukorica indexek júniusi különösen alacsony értékei annak tudhatók be, hogy a növény még nem zárta le teljesen a sort, és a csupasz talaj jelenléte jelentősen csökkentette az NDVI és NDWI értékeket (VENTURA et al., 2022).

A föld feletti biomassa (Above Ground Biomass) a termésvnövekedést tükröző kulcsfontosságú paraméter, amely létfontosságú szerepet játszik a gazdálkodásban és az ökoszisztéma értékelésében. A valós idejű és roncsolásmentes biomassa monitorozás elengedhetetlen a pontos szántóföldi terméshozam előrejelzéséhez. A tanulmány egy több érzékelővel felszerelt pilóta nélküli légitjárművet (UAV) használ a távérzékelési adatok gyűjtésére a köles kritikus növekedési szakaszaiban. Többszörös lineáris regressziós (MLR), támogatási vektorgép (SVM) és véletlen erdő (RF) modellek készültek, hogy értékeljék a különböző jellemzők és az integrált többforrású jellemzők képességét az

AGB becslésében. A spektrális paraméterek, a lombozat hőmérséklete és a növény magassága magas korrelációt mutatott az AGB-vel (YANG et al., 2024).

A műtrágya kezeléseknél a N dózisének lineáris hatása volt az NDVI érték alakulására. Az eredmények alátámasztják a N-kezelés fontosságát a növekedési periódus kezdeti szakaszában. A különböző szintű nitrogén adagolások az NDVI értékeket 5,50 és 3,58%-al növelte. A szárazanyag tömeg és az NDVI értékek közötti korreláció 0,62 volt, ami azt mutatja, hogy szignifikáns korreláció az NDVI és a szárazanyag-termelés között. Az eredmények azt mutatták, hogy az NDVI tápanyag hasznosítási mutatóként használható a kölesben (MURARO et al., 2016).

A gabonanövények akklimatizálódhatnak a jobb nitrogén hasznosítás érdekében, amely gyakran a leginkább korlátozó talajtápanyag. A köles jól alkalmazkodott az alacsony nitrogénbeviteli feltételekhez. Az N-korlátozás több gyökérjellemben, köztük a koronagyökér számában csökkent, ami a csökkent termőképességgel pozitív korrelációt mutatott. A kísérletekben a GlnLux módszer hozam-előrejelzési képessége egyenértékű volt a SPAD-klorofillal, és felülmúlta a GreenSeeker<sup>TM</sup> NDVI értékeire alapozott előrejelzési módszer hatékonyságát.

Hektáronként 6000 mintával végeztek GÉRARD és BUERKERT (2001) NDVI méréseket köles kultúrában, egyszerű kalibrációs eljárást alkalmaztak a talaj háttérreflexiójának és a beeső fény változásának korrigálására. Az eredmények alapján a növény összes szárazanyag tartalma (TDM), levéltömege, levélterülete és az NDVI között magas volt a korreláció ( $r^2 = 0,89-0,91$ ), a regressziós paraméterek pedig genotípus-specifikusak voltak. Az összesített georeferált NDVI mérések a parcella szintjén korreláltak a szemterméssel és a betakarításkori TDM-mel ( $r^2 = 0,40-0,87$ ). Egyéb módszerek közül az infravörös felvételek voltak a leghatékonyabbak a növényzet detektálásában. Bár a klorofilltartalom mérések a növények nitrogénállapotában a kezelések közötti relatív különbségeket tükrözték, alkalmazásuk destruktív mintavételt igényelt, és alkalmatlannak bizonyult a köles termésének előrejelzésére.

Köles hozam-előrejelzést Szenegálban végzett el RASMUSSEN (1997), lineáris kapcsolatot állított fel a termés és a köles tenyészidőszakában mért NDVI értékek között. A szerző által közölt termés-regressziós modell  $r^2=0,72$  korrelációs együtthatóval és  $190 \text{ kg ha}^{-1}$  becslési standard hibával dolgozik. A hozam adatok a modell alkalmazásával egy hónappal a betakarítás előtt állhatnak rendelkezésre. Két éves vizsgálati adatok azt mutatták, hogy statisztikailag igazolható egy lineáris regressziós egyenes a szemtermés és az NDVI értékek között. A környezeti információk hozzáadása és a többszörös

regressziós technikák alkalmazása tovább javította a hozammodell hatékonyságát. A fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) adatainak az NDVI-al együtt történő felhasználása a köles termés vagy a teljes biomassza értékelésére korlátozottan használható, mivel nem lehetett egyetlen, mindkét évre érvényes regressziós egyenest megállapítani, és csökkent a megmagyarázott variancia szintje összehasonlítva az NDVI értékek egyedüli használatával (RASMUSSEN, 1998).

Az 1985-ös esős évszakban 45 köles- és cirokparcellából álló kísérletet állított be BARTHOLOME (1988). A kísérlet öt fajtából állt, a radiometriai méréseket fenológiai megfigyelésekkel és levélmérésekkel együtt 7-10 naponta végezte. Az adatok elemzése azt mutatja, hogy a szem-szalma kapcsolat széles határok között változhat, és kevésbé függ a fajtától, mint a környezeti feltételektől. A halmozott normalizált differenciális vegetációs index (NDVI) és a pillanatnyi NDVI összehasonlítása azt mutatta, hogy a halmozott NDVI alkalmazása jobb, a teljes biomassza lineárisan korrelál a felhalmozódott NDVI értékkel, míg a szemtermés jobban korrelál a korai időszakban mért összesített NDVI értékkel.

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. A kísérleti területek agroökológiai adottságai

##### 3.1.1. A kísérleti területek talajának jellemzői

A kísérletek beállítására 2013-ban a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében, 2014-ben a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében, illetve 2014-2016 között a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében került sor (1. kép).



**1. kép** A homoktalajon beállított polifaktoriális köles kísérlet állománya (Nyíregyháza, 2015)

A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet területének talaja humuszos homoktalaj, a WRB osztályozás szerint *Arenosols* csoportba sorolható. A terület talajára jellemző az alacsony kötöttség ( $K_A=28$ ), savanyú kémhatás és a gyenge víztartó-képesség. A kedvezőtlen mechanikai összetétel miatt a kilúgzás erőteljes, a talajok makro-, és mikro tápanyagtartalma kicsi. A talaj kémhatása savanyú, fizikai félesége homok. Víztartó- és tápanyaggazdálkodása a futóhomoknál kedvezőbb, agyagtartalma nagyobb. A felvehető nitrogén tartalom alacsony. A talaj humusztartalma 1% körüli (3. táblázat). A foszfor ellátottság a minta eredményei alapján kiváló, míg a kálium ellátottság közepes. Fizikai jellemzői és agyagtartalma alapján a talaj könnyen művelhető, a területen a kísérletet befolyásoló negatív körülmény nem merült fel.

**3. táblázat** A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében beállított kísérlet területének talajvizsgálati eredményei (Nyíregyháza, 2013)

Tulajdonság	Mértékegység	Érték
pH <sub>(KCl)</sub>		5,86
CaCO <sub>3</sub>	(m/m%)	nyomokban
K <sub>A</sub>		26
Sótartalom	(m/m%)	<0,02
Humusz	(m/m%)	0,912
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(mg kg <sup>-1</sup> )	296
K <sub>2</sub> O	mg/kg	122
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/kg)	3,09
Na	(mg kg <sup>-1</sup> )	5,9
Mg	(mg kg <sup>-1</sup> )	62,7
SO <sub>4</sub>	(mg kg <sup>-1</sup> )	5,1
Mn	(mg kg <sup>-1</sup> )	130
Cu	(mg kg <sup>-1</sup> )	7,32
Zn	(mg kg <sup>-1</sup> )	14,18

A réti talajon, a DE AKIT Karcagi Kutatóintézet területén beállított kísérlet talaja a szántóföldi termőhely csoportosítása alapján a kötött réti talaj kategóriába tartozik, a klasszikus talajosztályozás szerint réti csernozjom típusba sorolható. A WRB talajosztályozás szerint a talaj a *Vertisol* kategóriába sorolható. A talajra jellemző fizikai féleség agyagos vályog, kötöttségi kategóriája kötött ( $K_A=51$ ), kémhatás szempontjából gyengén savanyúnak értékelhető (pH<sub>KCl</sub>: 6,59). Humusztartalma magas, 3% körüli (4. táblázat). Ez alapján a talaj humusztartalma jó a K-ellátottsághoz hasonlóan, a P-ellátottság közepes, míg a felvehető N-ellátottság gyenge-közepes. A talaj Zn-hiányos, míg a többi vizsgált tápelem esetén az ellátottság megfelelőnek ítéltető. Fizikai jellemzői alapján a talaj megfelelően művelhető, a területen a kísérletet befolyásoló negatív körülmény nem merült fel.

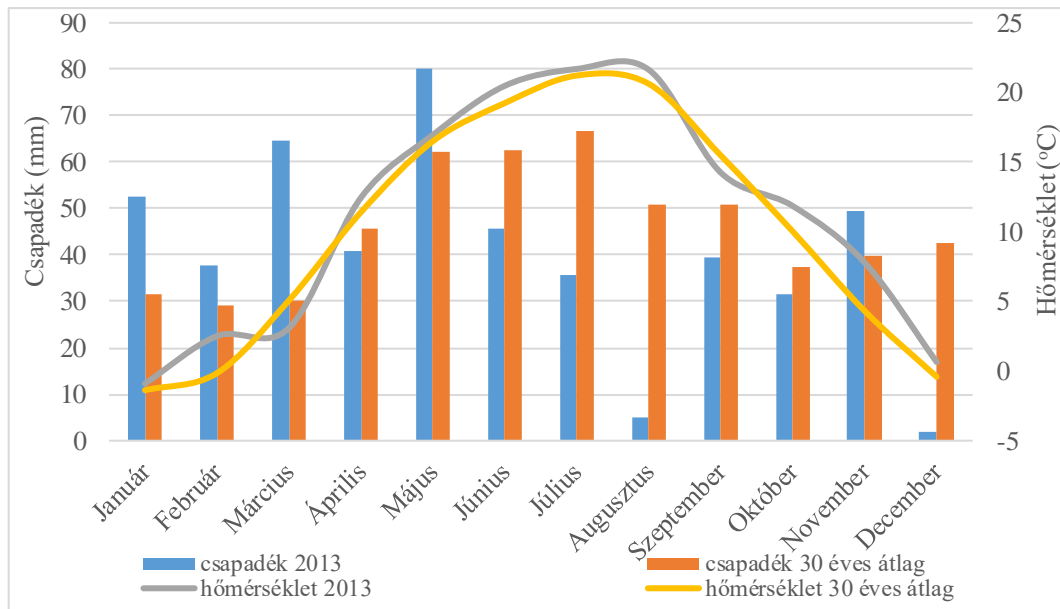
**4. táblázat** A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított kísérlet területének talajvizsgálati eredményei (Karcag, 2013)

Tulajdonság	Mértékegység	Érték
pH (KCl)		6,59
CaCO <sub>3</sub>	(m/m%)	0,40
K <sub>A</sub>		51
Sótartalom	(m/m%)	>0,02
Humusz	(m/m%)	2,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(mg kg <sup>-1</sup> )	93
K <sub>2</sub> O	(mg kg <sup>-1</sup> )	317
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	7,5
Na	(mg kg <sup>-1</sup> )	21
Mg	(mg kg <sup>-1</sup> )	428
SO <sub>4</sub>	(mg kg <sup>-1</sup> )	7,0
Mn	(mg kg <sup>-1</sup> )	461
Cu	(mg kg <sup>-1</sup> )	6,00
Zn	(mg kg <sup>-1</sup> )	1,5

### 3.1.2. A kísérleti évek időjárása a kísérleti helyeken

A kísérleti évek időjárásának elemzése során a sokéves átlag az első kísérleti évet (2013) megelőző 30 év átlagát fejezi ki a Nyíregyházán történő vizsgálatoknál, a karcagi vizsgálatok esetén ugyanezen időszak 10 év (2004-2013). Az elemzés során felhasznált adatok forrása a Nyíregyházi, illetve Karcagi Kutatóintézet esetén egyaránt µMetos by Pessl® típusú meteorológia állomás volt.

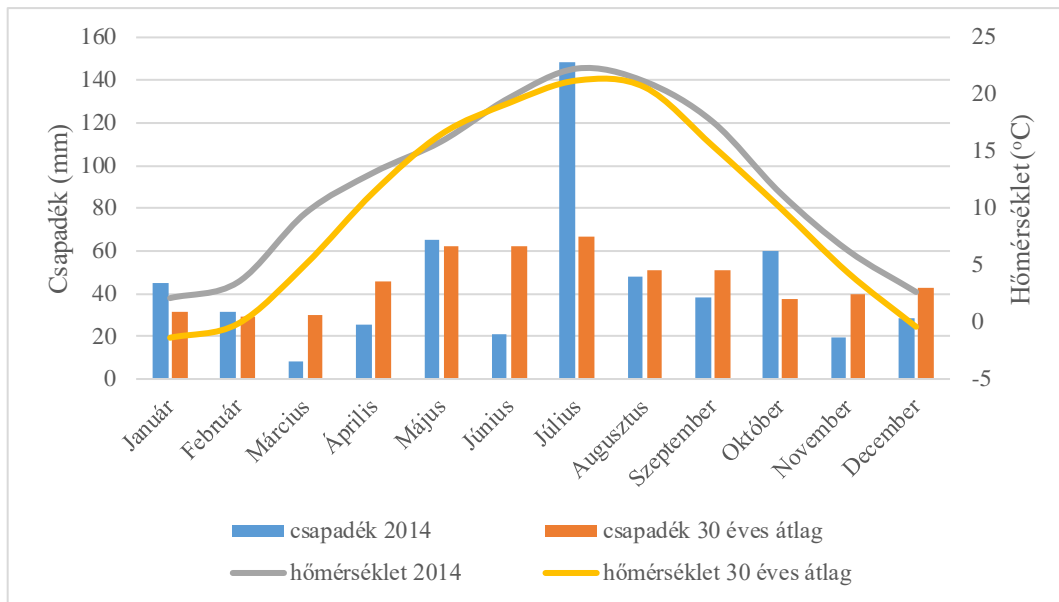
A 2013. év csapadékviszonyai kedvezőek voltak az év első felében, azonban a július, illetve augusztus hónapok csapadéka jelentősen elmaradt a 30 éves átlaghoz képest, ugyanakkor a szeptember átlagos csapadékossága volt. Ez a csapadékellátottság erőteljes korai fejlődést eredményezett a vizsgált köles genotípusnál, a szárazabb nyári periódus a termést csak kismértékben befolyásolta. A hőmérséklet alakulása extrém módon nem tért el a sokévi átlagtól, ugyanakkor a nyári időszak hőmérséklete melegebb volt az átlagnál (5. ábra).



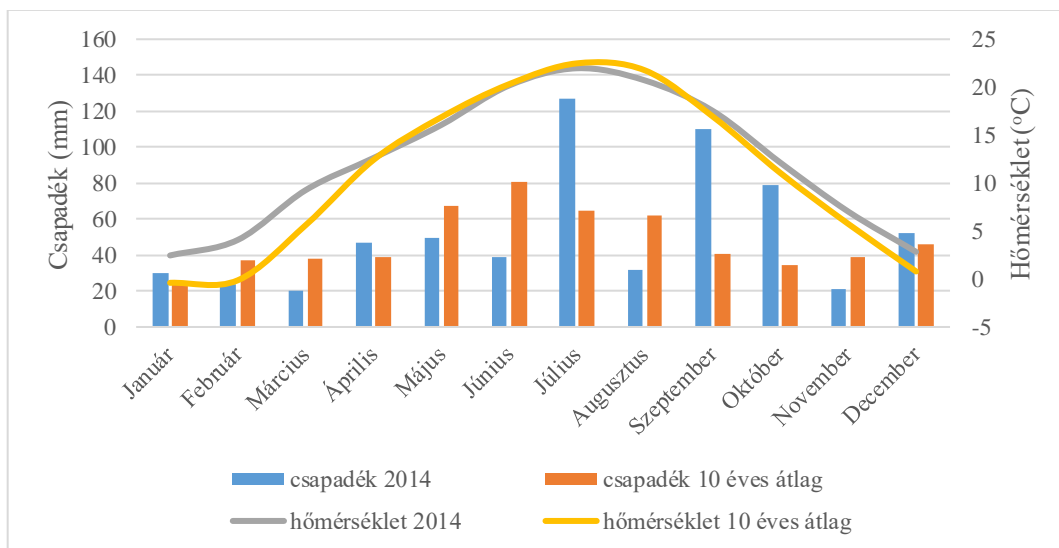
**5. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2013. évben (Nyíregyháza, 2013)

A 2014. év időjárására extrém meleg volt jellemző, az éves átlaghőmérséklet  $12,1\text{ °C}$  volt, ami az 1931 óta rendelkezésre álló mérési adatok alapján az addigi legmelegebb évnek mondható. Ez elsősorban az extrém magas téli félévi hőmérsékletnek köszönhető. Az 1883-2013 évek átlaga  $10,2\text{ °C}$  volt, ezzel ellentétben a 2014. év átlaghőmérséklete  $12,1\text{ °C}$  volt, ami jelentős,  $1,9\text{ °C}$ -os emelkedés. A csapadék eloszlása is hektikus képet mutatott, bár az évi csapadékmennyiség ( $539\text{ mm}$ ) jelentősen nem tért el a 30 éves átlagtól ( $549\text{ mm}$ ), ugyanakkor a tenyészidőszakon belüli eloszlása rendkívül egyenlőtlen volt. Legnagyobb extremitás a március hónapot jellemezte, amikor a rendkívüli meleggel nagymértékű csapadékhiány párosult. A csapadék tekintetében a július bizonyult a leginkább szélsőségesnek, a lehullott csapadék mennyisége mintegy háromszorosa volt a sokévi havi átlagnak. Összességében a köles jó adaptív képességének köszönhetően a termések tekintetében kedvezőnek minősíthető ez az évjárat (6. ábra).

A DE AKIT Karcagi Kutatóintézet területén a hőmérsékleti görbe lefutása hasonló képet mutatott, mint a Nyíregyházán mért értékek esetén (7. ábra). A csapadék alakulása – hasonlóan a nyíregyházi eredményekhez – hektikus volt, de az átlagtól nagymértékben elmaradó ( $20\text{ mm}$  alatti) mennyiséget ezen a helyszínen nem tapasztaltunk. Ezzel ellentétben a nyári-kora őszi időszak csapadékviszonyai az átlagtól nagymértékben eltértek, júliusban, szeptemberben, illetve októberben a sokévi havi átlag kétszeresét meghaladó mennyiség hullott. Összességében elmondható, hogy a kísérlet helyszínén a hőmérsékleti, illetve vízellátottsági viszonyok kedvezőek voltak a köles szempontjából.



**6. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2014. évben (Nyíregyháza, 2014)

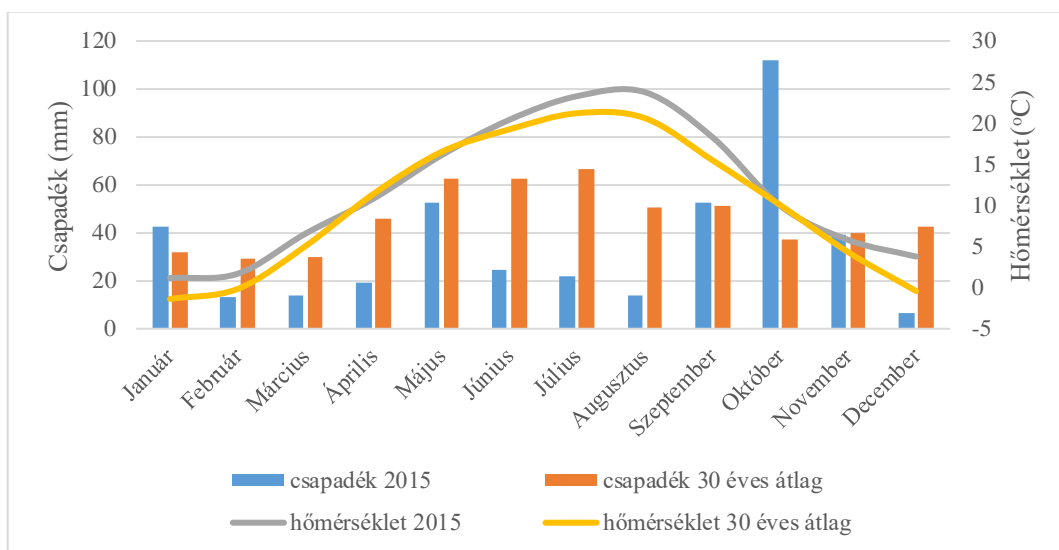


**7. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2014. évben (Karcag, 2014)

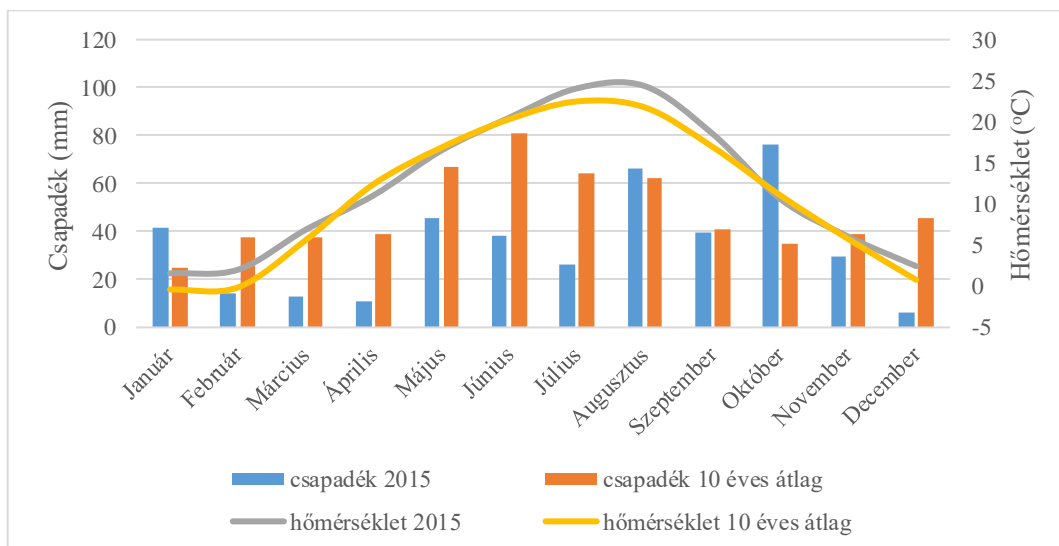
A 2015. év vízellátottsága már kevésbé volt kedvező a nyíregyházi kísérleti területen (8. ábra). A februártól szeptemberig tartó időszak havi csapadékátlagai nem érték el a sokévi átlag mennyiségét, ez a csökkenés elsősorban a nyári hónapokra volt jellemző. A köles szempontjából kedvező volt az átlagos csapadékos május, amely elősegítette az állományok egyöntetű kezdeti fejlődését. A nyári időszak csapadékhiányához jelentős meleg is párosult, aszályhelyzetet kialakítva. A tenyészidőszak átlagos csapadékmennyisége 293,2 mm, ugyanakkor ebben a tenyészidőszakban az átlagos mennyiség mintegy fele, 165,3 mm hullott. Az októberi csapadékos időjárás

megnehezítette a köles betakarítását, ugyanakkor a köles jó adaptív képessége ellenére az évjárat kedvezőtlennek tekinthető.

Karcagon a tenyészidőszaki csapadék alakulása hasonló volt, mint a nyíregyházi kísérleti területen (9. ábra). A február-július időszak csapadékmennyisége messze alulmaradt a 10 éves átlaghoz képest, aszályhelyzetet teremtve. Az augusztus hónap csapadéka ugyan átlagos volt, de ennek a mennyiségnek a termés mennyiségére jelentős módosító hatása nem volt. A hőmérséklet lefutása hasonló volt a nyíregyházi helyszínen tapasztaltakkal, a július-augusztusi időszak átlaghőmérséklete volt magasabb a sokévi átlagnál.

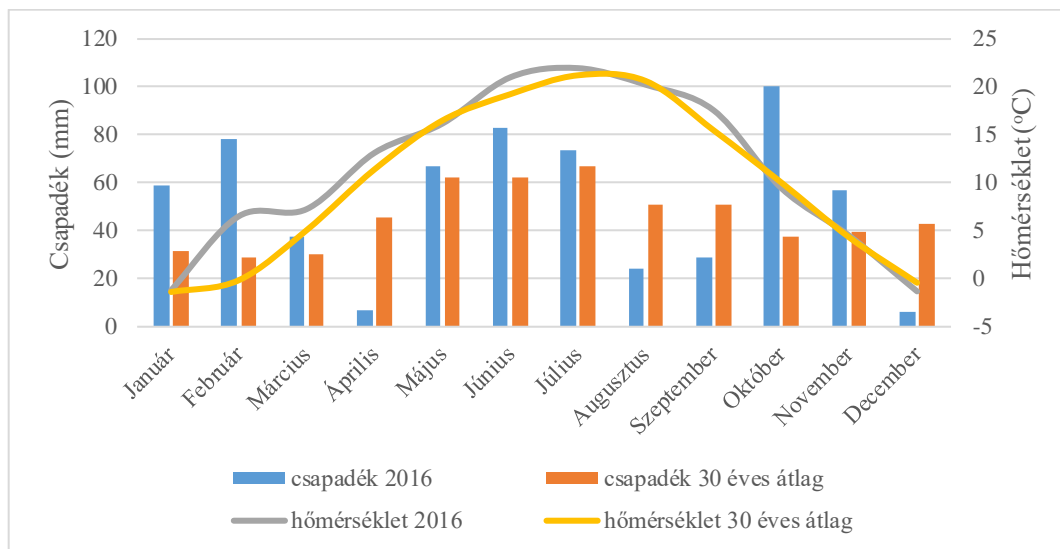


**8. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2015. évben (Nyíregyháza, 2015)



**9. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2015. évben (Nyíregyháza, 2015)

A 2016. év vízellátottsága a nyíregyházi területen kifejezetten kedvezően alakult a köles tenyészidejében (10. ábra). Bár az április kifejezetten száraz volt, a tenyészidőszak további részében a növény fejlődését negatívan befolyásoló csapadékhiány nem alakult ki. A hőmérséklet alakulása sem mutatott különösebb extremitást a tenyészidőszakban, ugyanakkor az időszak átlaghőmérséklete magasabb volt, de nem kiemelkedő mértékben. Összességében a köles számára kedvező meteorológiai viszonyokat regisztráltunk ebben a tenyészévben.



**10. ábra** A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2016. évben (Nyíregyháza, 2016)

### 3.2. A kísérletben szereplő köles (*Panicum miliaceum*) gentípusok jellemzése

A kísérletben 2013-ban a *Biserka*, 2014-2016 között a *Biserka*, *Rumenka*, *Maxi*, illetve *Lovászpatonai* államilag elismert köles fajták szerepeltek.

A *Biserka* köles fajta 1998-ban kapott állami elismerést, fajtatulajdonosa a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet. 90-120 cm magas fajta, szára vastag. Bugája laza, zászlós, közepesen meghajló (2. kép). Szemtermése sárgásfehér színű (az egyik legvilágosabb magszínű fajta), apró magvú, jó állóképességű, kiváló termőképességű fajta (3,0-4,5 t ha<sup>-1</sup>). Ezermagtömege 5,0-5,5 g körül változik. Növényvédelmi szempontból fontos, hogy a *Biserka* köles a rozsdá és üszögbetegségekre kissé fogékony, összességében viszont a betegségellenálló képessége jó. Könnyen csépelhető, túlérésre, pergésre kissé hajlamos fajta, szárazságtűrése jó. Étkezési értéke kiváló, könnyen hántolható. Beltartalmi tulajdonságai megegyezik a többi sárga magvú köles fajtaival.



**2. kép** *Biserka* köles fajta bugája (fotó: Seres, 2013)

A *Rumenka* köles fajta szintén 1998-ban kapott állami elismerést, fajtatulajdonosa a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet. Szára 90-110 cm magas. Bugája hosszúkas, hengeres alakú, közepesen meghajló. A fajtára jellemző, hogy levele és virága gyengén antociános. Magja vöröses okkersárga színű, könnyen csépelhető és hántolható fajta. Ezermagtömege 6,0-7,0 g. A rozsda és üszögbetegségekkel szemben teljesen ellenálló, szárazságtűrése kiváló. Termőképessége kiváló, 3,2-3,8 t ha<sup>-1</sup> (3. kép).



**3. kép** *Rumenka* köles fajta bugája (fotó: Seres, 2012)

A *Lovászpatonai* pirosmagvú köles fajta 1942-ben kapott állami elismerést, legrégebbi kölesfajtánk. Jelenlegi fajtatulajdonosa a MATE Karcagi Kutatóintézet. Szára 90-120 cm, világos színű, könnyen megdől. Levele sötétzöld, magja fénylő piros színű. Bugája laza, zászlós jellegű. Kiváló szárazságtűrő képességgel

rendelkezik, betegségekkel szemben ellenálló. Ezermagtömege 4,5-5,0 g. Termésátlaga 3,0 t ha<sup>-1</sup> körül alakul kedvező évjáratban (4. kép).



**4. kép** Lovászpatonai köles fajta állománya (fotó: Seres, 2012)

A *Maxi* köles fajta 1991-ben kapott állami elismerést, jelenlegi fajtatulajdonosa a MATE Karcagi Kutatóintézete. Szára 80-110 cm között változik. Magszíne fehér, világossárga. Szempergésre kissé hajlamos fajta. Tenyészideje általában 118-123 nap. Szárazságtűrése jó. Ezerszemtömege 7,0-7,5 g, potenciális termésátlaga 3,0-5,0 t ha<sup>-1</sup> (5. kép).



**5. kép** *Maxi* köles fajta bugája (fotó: Seres, 2012)

### **3.3. A polifaktoriális szántóföldi köles kísérletekben alkalmazott agrotechnika**

A kísérletsorozatban 2013-2016 között vizsgáltunk különböző köles genotípusok agronómiai reakcióit eltérő agroökológiai, illetve termesztéstechnológiai feltételek között. A kísérletek egységes metodika szerint, kezelésként 4 ismétlésben, vetésidő

alapján blokkelrendezésben lettek elhelyezve. A parcella mérete egységesen 1,7 x 9,2 m volt. A kísérletek vetése során egységesen 8 millió csíra ha<sup>-1</sup> vetőmagnormát alkalmaztunk, sortávolságtól függetlenül. A műtrágya hatóanyagok kijuttatása Genezis NPK 8-24-24, illetve Genezis Pétisó (27 % nitrogén tartalom) alkalmazásával történt. A műtrágya adagok kijuttatása kézzel történt. A betakarítás időpontját a legkésőbbi vetésidő termésének szemnedvesség-tartalma határozta meg (14±1 %), az eredményeket 14 % nedvességtartalomra standardizálva közöljük.

### 3.3.1. A 2013. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői

A 2013. évi polifaktoriális kísérletben a *Biserka* köles fajta reakcióját vizsgáltuk változó sortávolság, illetve tápanyagellátottsági szintek mellett humuszos homoktalajon. A kísérlet előveteménye rozs volt. A kísérlet során az 5. táblázatban szereplő műveletek történtek.

**5. táblázat** Agrotechnikai műveletek a 2013. évi polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2013)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2012. 07. 23.	tarlóhántás		
2012. 09. 11.	tarlóápolás		
2012. 10. 28.	szántás 27 cm mélyen		
2013. 03. 12.	szántáselmunkálás		
2013. 04. 11.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2013. 04. 11.	műtrágya bedolgozása		
2013. 06. 11.	magágykészítés		
2013. 06. 12.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2013. 06. 24.	magágykészítés		
2013. 06. 25.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2013. 07. 03.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2013. 07. 10.	gyomirtás (I-II. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2013. 07. 10.	gyomirtás (III. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2013. 10. 14.	betakarítás		

A kísérletben az alábbi agrotechnikai elemek hatását vizsgáltuk:

- vetésidő
  - 2013. június. 12.
  - 2013. június. 25.
  - 2013. július. 03.
- sortávolság
  - 12 cm
  - 24 cm
  - 36 cm
- tápanyagellátás
  - műtrágyázás nélküli kontroll
  - NPK 40-48-48
  - NPK 80-72-72
  - NPK 120-96-96

A betakarítást Zürn 130 SE típusú parcellakombájnnal végeztük. A parcellatömegek bemérése Ohaus típusú stabil mérlegen történt.

### 3.3.2. A 2014. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői

2014-ben a kísérletben 4 köles genotípust (*Biserka, Rumenka, Maxi, Lovászpatonai*) vizsgáltunk két eltérő agroökológiai körzetben (Nyíregyháza, valamint Karcag). Az agrotechnikai változók közül Nyíregyházán a sortávolság, vetésidő és tápanyagellátás, a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében a tápanyagellátás hatását vizsgáltuk a négy köles fajta esetén.

#### 3.3.2.1. A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében beállított polifaktoriális köles kísérlet agrotechnikai jellemzői

A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében az előző évben megkezdett tápanyagellátási, illetve alkalmazott sortávolsági metodika szerint végeztük a kísérletet 4 köles fajtával. A kísérlet előveteménye triticales volt. A kísérlet során a *6. táblázatban* szereplő műveletek történtek.

**6. táblázat** Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2014)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2013. 07. 22.	tarlólántás		
2013. 09. 11.	tarlóápolás		
2013. 11. 08.	szántás 30 cm mélyen		
2014. 03. 07.	szántáselmunkálás		
2014. 04. 02.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2014. 04. 02.	műtrágya bedolgozása		
2014. 05. 15.	magágykészítés		
2014. 05. 17.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2014. 06. 05.	magágykészítés		
2014. 06. 06.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2014. 06. 17.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2014. 06. 21.	gyomirtás (I-II. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2014. 07. 12.	gyomirtás (III. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2014. 10. 22.	betakarítás		

A kísérletben a változatlan sortávolságok, illetve tápanyagellátási szintek mellett az alábbi vetésidőket alkalmaztuk:

- 2014. május 17.
- 2014. június 06.
- 2014. június 17.

A betakarítás Zürn 130 SE típusú parcellakombájnnal történt. A parcellatömegek bemérése Ohaus típusú stabil mérlegen történt.

### 3.3.2.2. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított köles kísérlet agrotechnikai jellemzői

A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében az előző évben megkezdett tápanyagellátási metodika szerint végeztük a kísérletet a fent említett négy köles fajtaival. A kísérlet előveteménye őszi búza volt. A kísérlet során a 7. táblázatban szereplő műveletek történtek.

A kísérletben 12 cm sortávolságra, 3 cm mélyen történt a vetés Wintersteiger Plotspider vetőgéppel. A kísérletben alkalmazott tápanyagellátási szintek – hasonlóan a Nyíregyházi Kutatóintézetben alkalmazottakhoz – az alábbiak voltak:

- műtrágyázás nélküli kontroll
- NPK 40-48-48
- NPK 80-72-72
- NPK 120-96-96

A betakarítás Wintersteiger Nurserymaster típusú parcellakombájnnal történt.

**7. táblázat** Agrotechnikai műveletek a DE AKIT KKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Karcag, 2014)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2013. 08. 04.	tarlóhántás		
2013. 10. 13.	szántás 25 cm mélyen		
2014. 03. 19.	szántáselmunkálás		
2014. 04. 13.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2014. 04. 15.	műtrágya bedolgozása		
2014. 05. 09.	magágykészítés		
2014. 05. 12.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2014. 06. 13.	gyomirtás	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2014. 09. 27.	betakarítás		

### 3.3.3. A 2015. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői

2015-ben azonos metodika szerint folytattuk a kísérletet a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében a 8. táblázatban szereplő agrotechnikai beavatkozások alkalmazásával. A kísérlet előveteménye rozs volt.

#### 3.3.3.1. A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében beállított polifaktoriális köles kísérlet agrotechnikai jellemzői

**8. táblázat** Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2015)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2014. 07. 30.	tarlóhántás		
2014. 11. 02.	szántás 25 cm mélyen		
2015. 03. 18.	szántáselmunkálás		
2015. 04. 19.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2015. 04. 19.	műtrágya bedolgozása		
2015. 05. 10.	magágykészítés		
2015. 05. 11.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2015. 05. 27.	magágykészítés		
2015. 05. 29.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2015. 06. 10.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2015. 06. 23.	gyomirtás (I-II. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2015. 07. 04.	gyomirtás (III. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2015. 10. 18.	betakarítás		

A kísérletben a változatlan sortávolságok, illetve tápanyagellátási szintek mellett az alábbi vetésidőket alkalmaztuk:

- 2015. május 11.
- 2015. május 29.
- 2015. június 10.

A betakarítás Zürn 130 SE típusú parcellakombájnnal történt. A parcellatömegek bemérése Ohaus típusú stabil mérlegen történt.

3.3.3.2. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított köles kísérlet agrotechnikai jellemzői

A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében az előző évben megkezdett tápanyagellátási metodika szerint végeztük a kísérletet az előbbieken említett négy köles fajtaival. A kísérlet előveteménye őszi triticales volt. A kísérlet során a 9. táblázatban szereplő műveletek történtek.

**9. táblázat** Agrotechnikai műveletek a DE AKIT KKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Karcag, 2015)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2014. 08. 14.	tarlóhántás		
2014. 10. 18.	szántás 25 cm mélyen		
2015. 03. 21.	szántáselmunkálás		
2015. 04. 28.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2015. 04. 28.	műtrágya bedolgozása		
2015. 04. 29.	magágykészítés		
2015. 05. 02.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2015. 06. 10.	gyomirtás	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2015. 09. 07.	betakarítás		

A kísérletben 12 cm sortávolságra, 4 cm mélyen, egy vetésidőben, tápanyagellátás nélkül (kontroll) történt a vetés Wintersteiger Plotspider vetőgéppel. A betakarítás Wintersteiger Nurserymaster típusú parcellakombájnnal történt.

### 3.3.4. A 2016. évi polifaktoriális kísérlet agrotechnikai jellemzői

2016-ban is azonos metodika szerint folytattuk a köles kísérletet a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében a 10. táblázatban szereplő agrotechnikai beavatkozások alkalmazásával. A kísérlet előveteménye zab volt.

**10. táblázat** Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2016)

<b>Időpont</b>	<b>Művelet</b>	<b>Felhasznált anyag</b>	<b>Dózis</b>
2015. 08. 08.	tarlóhántás		
2015. 10. 15.	szántás 25 cm mélyen		
2016. 03. 10.	szántáselmunkálás		
2016. 04. 23.	műtrágyaszórás	NPK 8-24-24 Pétisó 27-0-0	kísérleti metodika szerint
2016. 04. 23.	műtrágya bedolgozása		
2016. 05. 18.	magágykészítés		
2016. 05. 20.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2016. 05. 27.	magágykészítés		
2016. 05. 29.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2016. 06. 10.	vetés	vetőmag	8 millió csíra ha <sup>-1</sup>
2016. 06. 17.	gyomirtás (I-II. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2016. 07. 02.	gyomirtás (III. vetésidő)	Mecomorn 750 SL	1,0 l ha <sup>-1</sup>
2016. 10. 27.	betakarítás		

A kísérletben a változatlan sortávolságok, illetve tápanyagellátási szintek mellett az alábbi vetésidőket alkalmaztuk:

- 2016. május 20.
- 2016. május 29.
- 2016. június 10.

A betakarítás Zürn 130 SE típusú parcellakombájnnal történt. A parcellatömegek bemérése Ohaus típusú stabil mérlegen történt.

### **3.4. A Normalized Difference Vegetative Index (NDVI) érték meghatározása**

Az NDVI értékek felvételezése Trimble GreenSeeker™ kézi műszerrel történt. A készülék két hullámhossz-tartományban (vörös és infravörös) bocsát ki fényt és a visszaverődött fényt detektálja. Az NDVI érték meghatározása az alábbi képlet alapján történik:

NDVI érték =  $(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{RED} + \text{NIR})$ , ahol

NIR: 774 nm hullámhosszú infravörös fény

RED: 656 nm hullámhosszú vörös fény

A mérések időpontja napszakon belül azonos volt. A készüléket a lombfelület felett 50 cm magasságban használtuk, folyamatos méréssel.

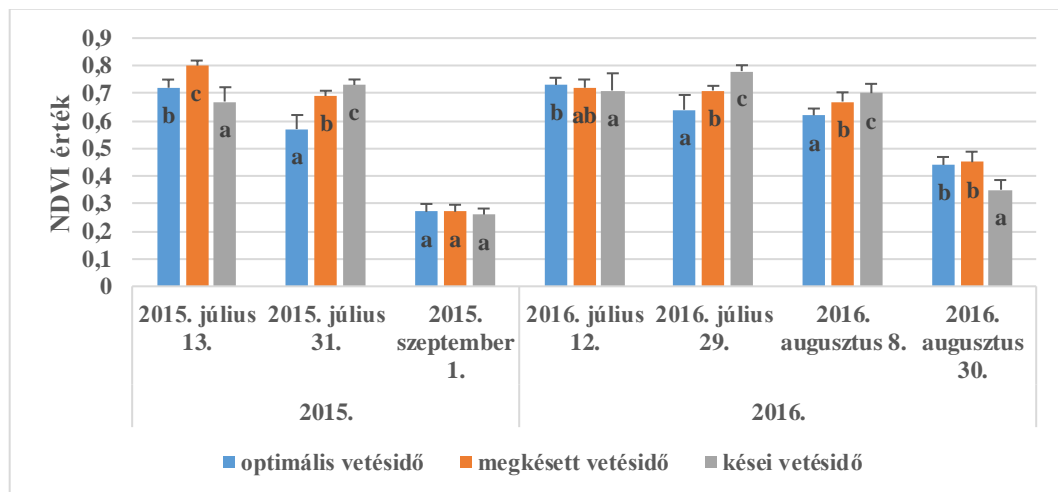
### **3.5. A kísérleti eredmények statisztikai értékelése**

Az eredmények feldolgozása Microsoft Excel® program alkalmazásával történt. A statisztikai értékeléshez IBM SPSS Statistics 22. programcsomagot használtunk. A statisztikai értékelés során a nagyszámú változó miatt a tényezők közül a fajtát alkalmaztuk főváltozóként. Az adatok normál eloszlás vizsgálatát Kolmogorov-Smirnov teszttel végeztük. A csoportok közötti különbségek szignifikanciáját Tukey-teszt segítségével állapítottuk meg. Az eredmények közötti összefüggés vizsgálatokat Pearson-féle korrelációanalízissel értékeltük. A ható tényezők súlyozása varianciakomponensek felosztásával történt. Az ábrák Microsoft Excel® program használatával készültek.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

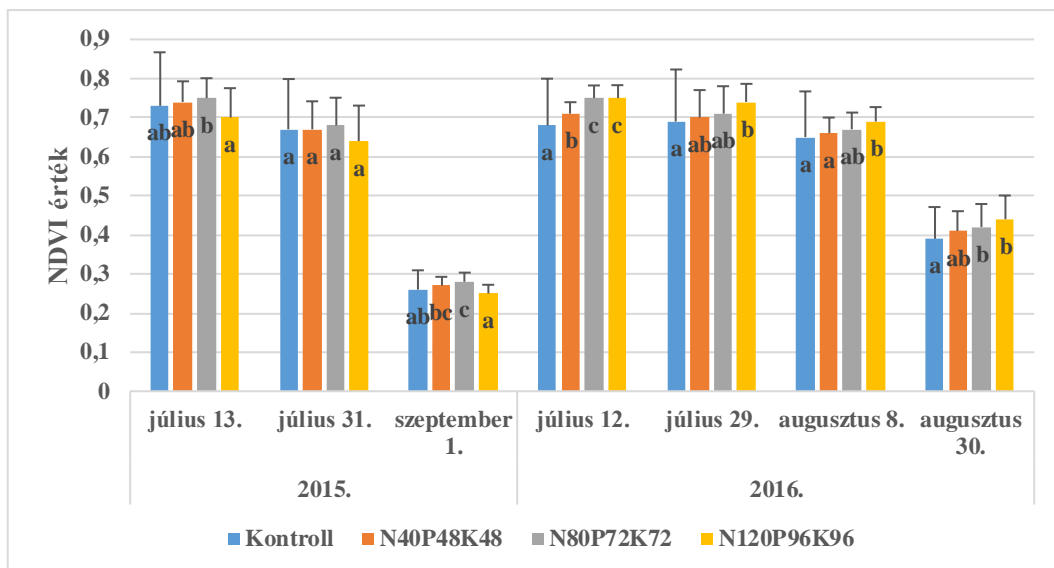
### 4.1. NDVI értékek alakulása a köles polifaktoriális kísérletben

A kísérletben két év (2015, 2016) vegetációs periódusában 3, illetve 4 alkalommal végeztük el a méréseket. A két évjárat közötti egyik meghatározó különbség az volt, hogy az aszályos 2015. évben alacsonyabb értékeket mértünk a növényzet korábbi leszáradása miatt. A *Rumenka* fajta esetén ez az utolsó, szeptember eleji mérés alkalmával volt igazolt, amikor nem találtunk szignifikáns különbséget a vetésidőkben mért NDVI értékek között. Az NDVI értékek alakulása nem volt konzekvens a vetésidők hatására 2015-ben annak ellenére, hogy szignifikáns különbséget tapasztaltunk a vetésidők hatása között. 2016-ban a virágzás időszakában történő mérések (07.29., 08.08.) igazolták a későbbi vetésidők kedvezőbb értékeit, ami elsősorban a fenológiai stádiumok eltéréseiből adódik. A késői vetésidőben azonban az utolsó mérési időpontban szignifikánsan alacsonyabb NDVI értéket tapasztaltunk, ami a kései vetés kedvezőtlen hatását jelzi (11. ábra).



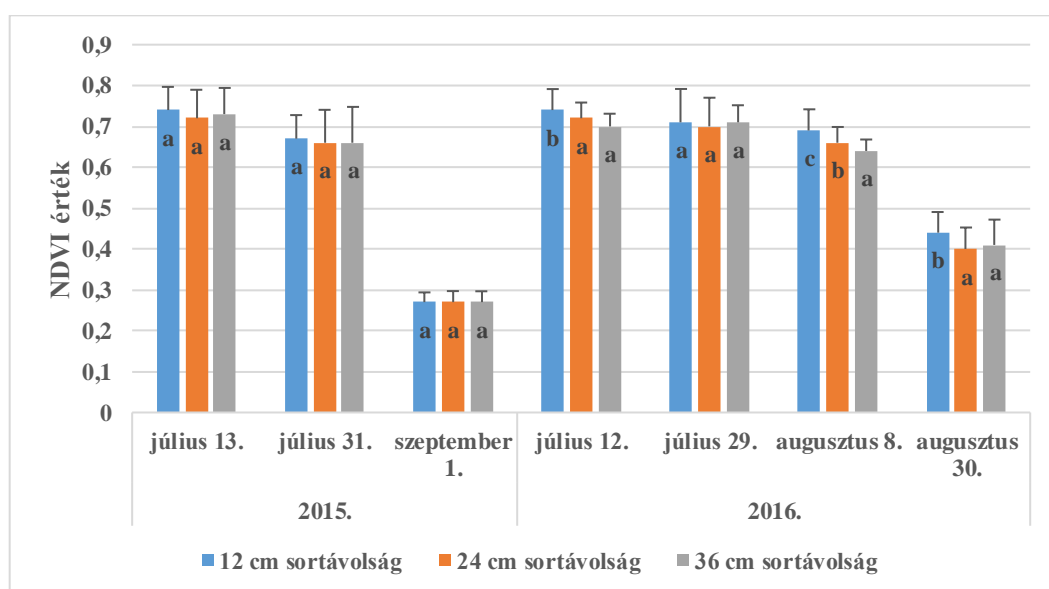
**11. ábra** A *Rumenka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

Az aszályos 2015. évben a növekvő trágyaadagok hatása nem volt konzekvens (12. ábra), ugyanakkor minden mérési időpontban a legnagyobb trágyaszint esetén mértük a legkisebb NDVI értéket, amely a trágyázás depresszív hatására enged következtetni. Ezzel ellentétben a kedvezőbb csapadékellátottságú 2016. évben a növekvő trágyaadagokra adott reakció konzekvens volt a *Rumenka* fajta esetében, minden mérési időpontban a legnagyobb trágyaszinten mértük a legnagyobb NDVI értékeket, valamint a növekvő trágyaadagok hatására az NDVI értékek is növekedtek.



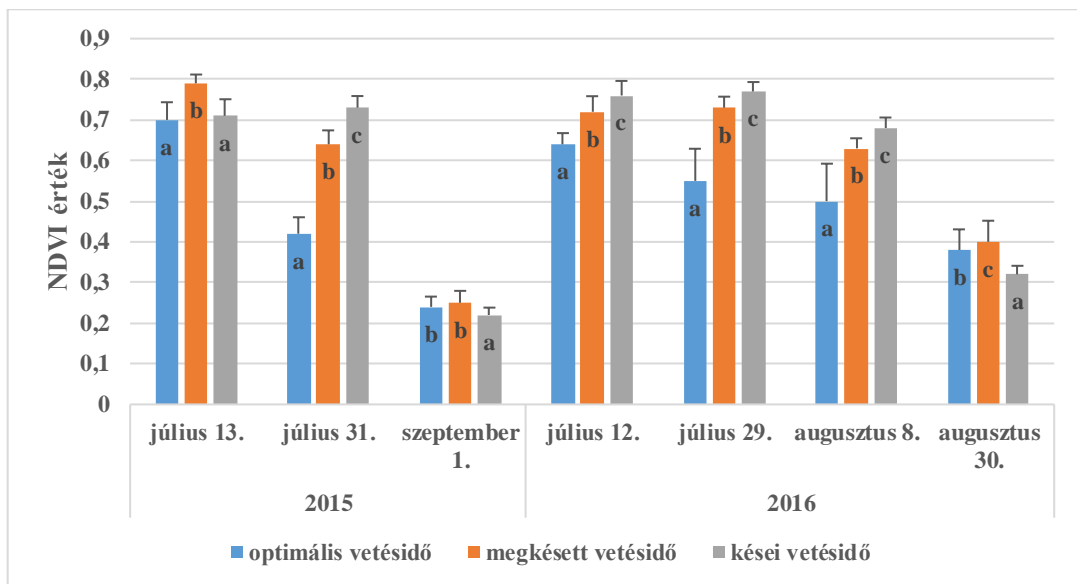
**12. ábra** A *Rumenka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

A sortávolság hatása volt a legkevésbé konzekvens a *Rumenka* fajtánál, az aszályos 2015. évben nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a különböző sortávolságok hatása között, míg 2016-ban némiképp következetesebben alakult a mutató. Az első és harmadik mérési időpontban (az első vetésidőben virágzás kori, illetve tejesérés kori) a sortáv növekedése az NDVI érték szignifikáns csökkenését eredményezte a 12 cm-es sortávolság alkalmazásánál mért értékekhez képest, ez igaz volt az utolsó mérési időpontban is. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a szélesebb sortávolság alkalmazásánál a lombfelülettel kevésbé fedett részek aránya növekszik (13. ábra).



**13. ábra** A *Rumenka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza)

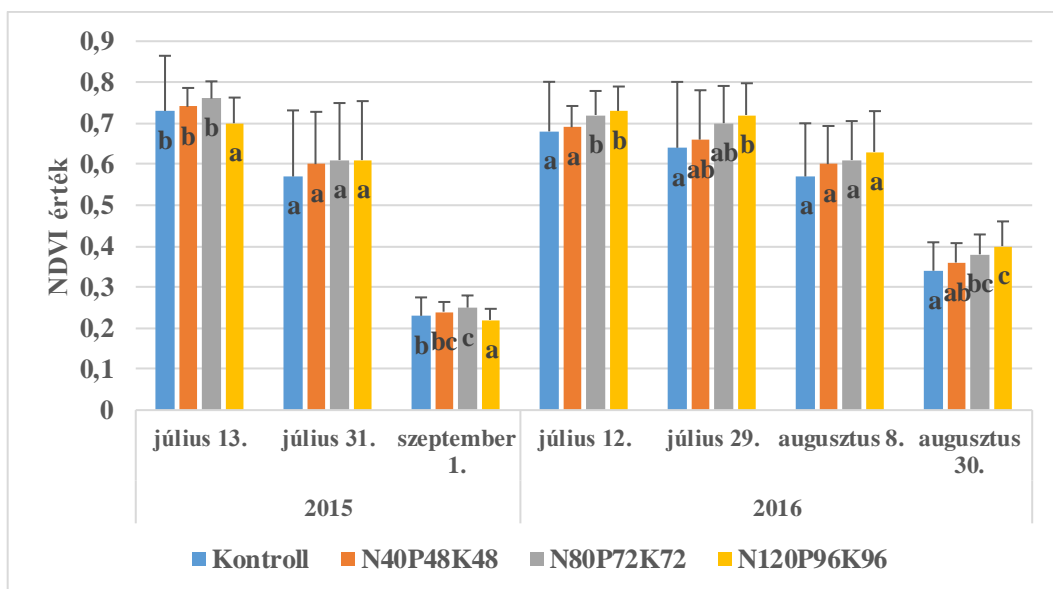
A *Biserka* köles fajtánál hasonlóan kevésbé következetes volt a vetésidő hatása a kedvezőtlen évjáratban (14. ábra). A két évjárat között ebben az esetben is nagy különbség adódott az utolsó mintavételi időpontban mért értékek között. A kedvezőbb, 2016. évben az első három mérési időpontban teljesen konzekvens és szignifikáns hatást tapasztaltunk a vetésidő tekintetében. Az utolsó mérési időpontban a megkésett vetés pozitív hatása e fajtánál is megfordult, a legalacsonyabb NDVI értéket ebben a vetésidőben mértük.



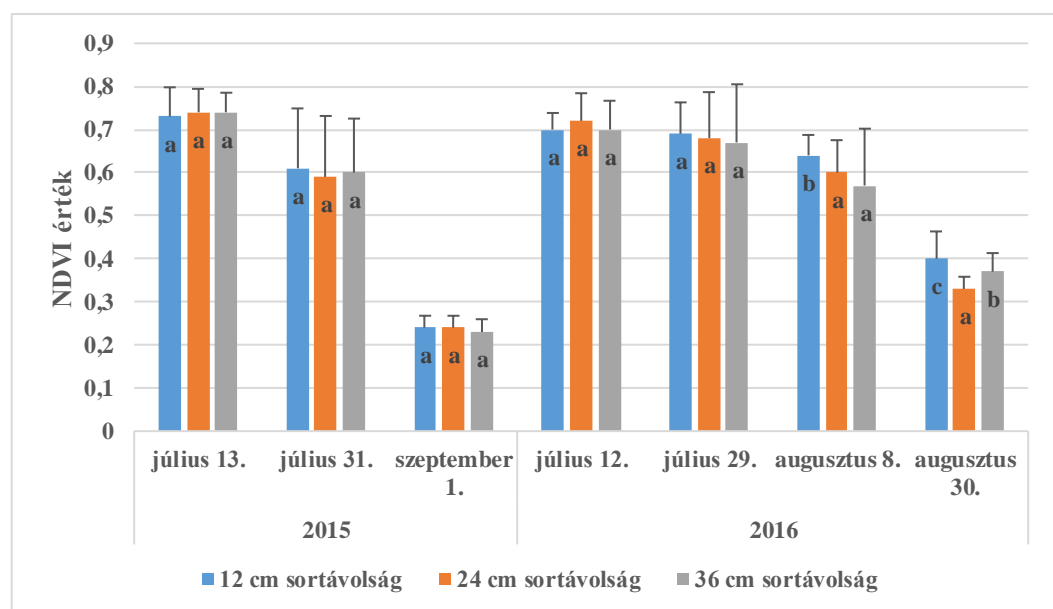
14. ábra A *Biserka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

A trágyakezelések hatása hasonlóan alakult, mint a *Rumenka* fajta esetében (15. ábra). A kedvezőtlen, 2015-ös évjáratban a trágyakezelések hatása nem volt egyértelmű, vagy nem volt szignifikáns, vagy a legnagyobb trágyaszinten tapasztaltuk a legkisebb NDVI értéket. 2016-ban ezzel ellentétben teljesen egyértelmű hatást fejtett ki a tápanyagellátás a mutatóra, minden mérési időpontban a legnagyobb trágyaszinten tapasztaltuk a legmagasabb NDVI értéket, ugyanakkor a különbség nem minden esetben volt szignifikáns.

A különböző sortávolságoknál a szárazabb, 2015-ös évben nem találtunk szignifikáns hatást a *Biserka* fajtánál mért NDVI értékek tekintetében (16. ábra). A kedvezőbb, 2016. évjáratban az első két mérési időpontban nem találtunk szignifikáns eltérést a mutatóban a különböző sortávolságok alkalmazása esetén, azonban a későbbi mérések alkalmával a sortávolság növekedésével az NDVI érték csökkent, nagy valószínűséggel a *Rumenka* fajtánál ismerttetett okoknak köszönhetően.



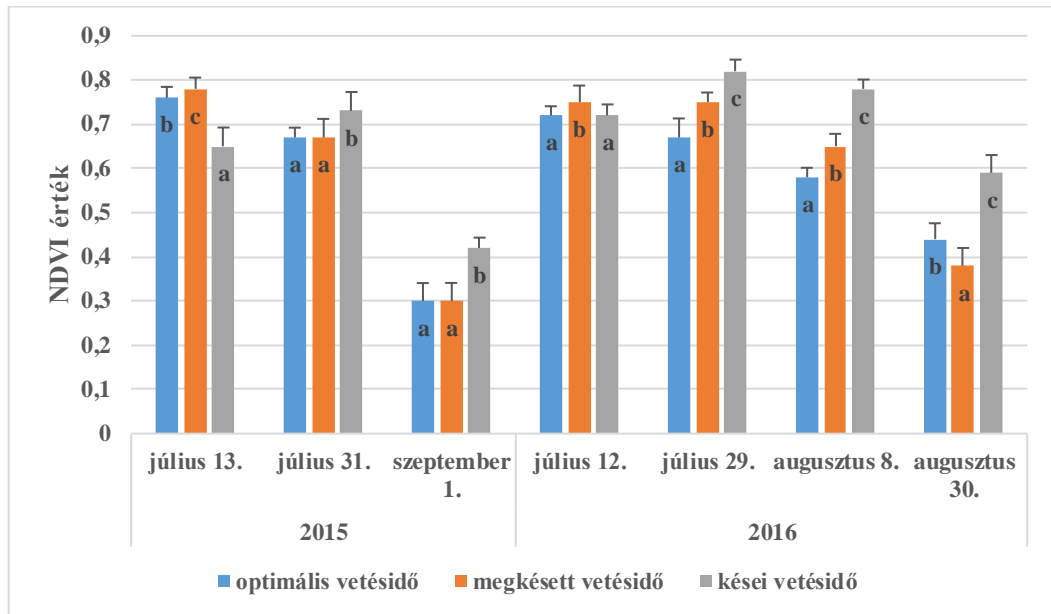
**15. ábra** A *Biserka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)



**16. ábra** A *Biserka* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza)

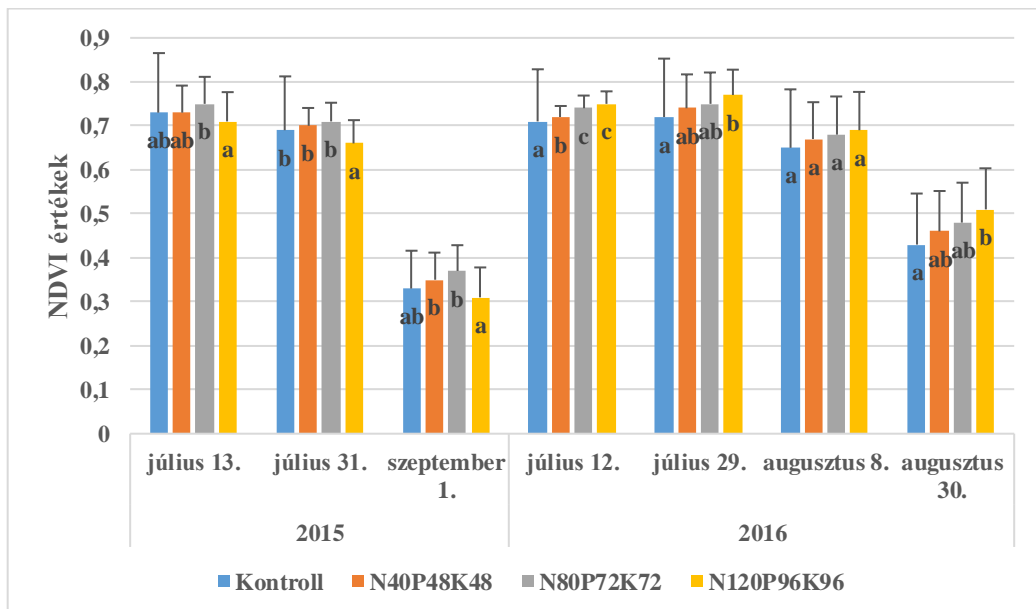
A *Lovászpatonai* köles fajtánál az előző két fajtához képest magasabb NDVI értékeket kaptunk, ami a növény eltérő habitusából, levélszámából, valamint magasságából adódik. A vetésidő hatása 2015-ben kissé következetesebb volt az előző fajtákhoz képest, a két későbbi mérési időpontban szignifikánsan magasabb NDVI értékeket regisztráltunk. Ez a tendencia a 2016. évben is megfigyelhető, a három utolsó

mérésnél szignifikánsan magasabb NDVI értéket tapasztaltunk a késői vetés esetén, amely a fajta erősebb vegetatív jellegére enged következtetni (17. ábra).



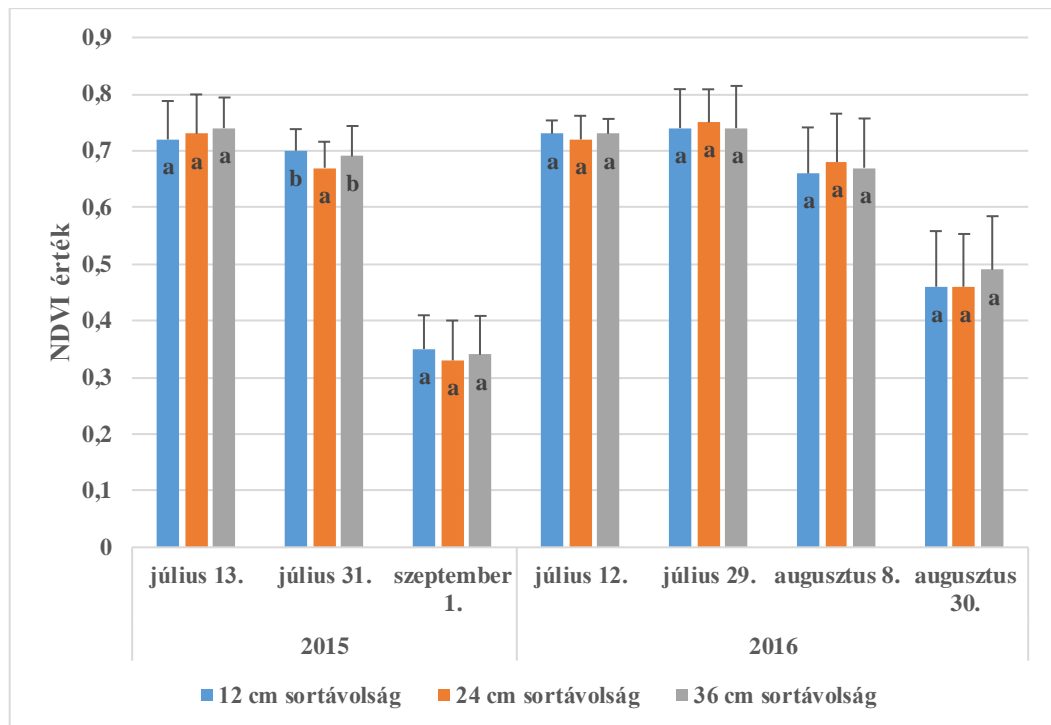
**17. ábra** A Lovászpatonai köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

A trágyakezelések hatása a száraz évjáratban konzekvensen alakult a legnagyobb trágyaszinten, minden mérési időpontban a legnagyobb trágyaszinten mértük a statisztikailag igazoltan legkisebb NDVI értékeket. Ezzel ellentétben a kedvezőbb, 2016. évjáratban minden mérési időpontban a legnagyobb trágyaszinten mértük a legkedvezőbb NDVI értékeket. A trágyaszintek emelkedésével együtt az NDVI értékek is emelkedtek minden mérési időpontban, a kontroll kezelés és a N<sub>120</sub>P<sub>96</sub>K<sub>96</sub> trágyaszint között minden mérési időpontban szignifikáns különbség volt (18. ábra).



**18. ábra** A *Lovászpatonai* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

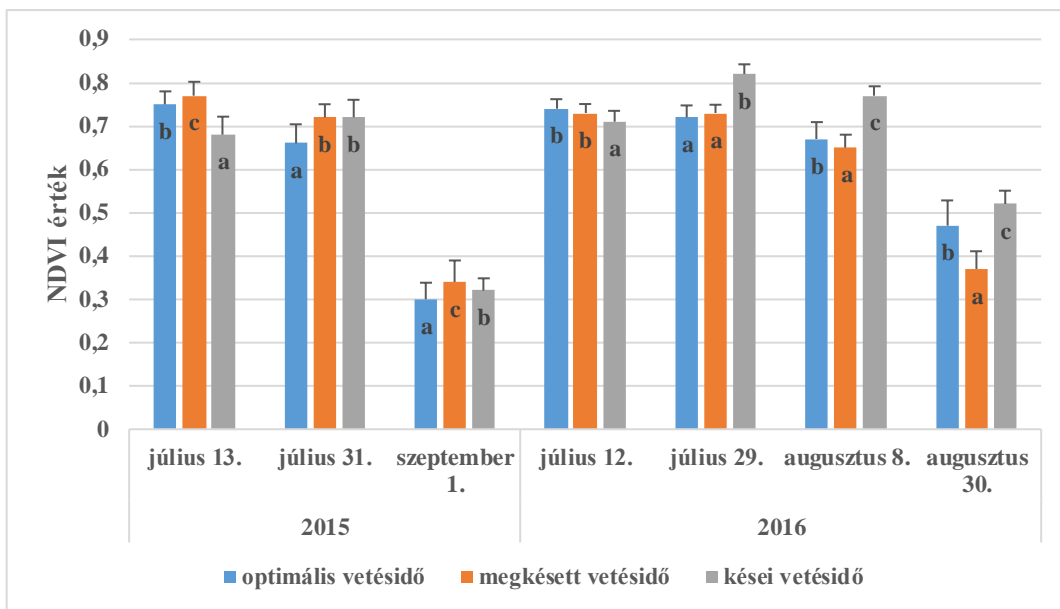
A vizsgált tényezők közül a *Lovászpatonai* fajtánál is a sortávolság hatása bizonyult a leggyengébbnek az NDVI értékek tekintetében. 2015-ben nem eredményezett konzekvens változást a sortávolság változtatása, míg 2016-ban statisztikailag igazolható hatást nem tudtunk kimutatni a változó tekintetében (19. ábra).



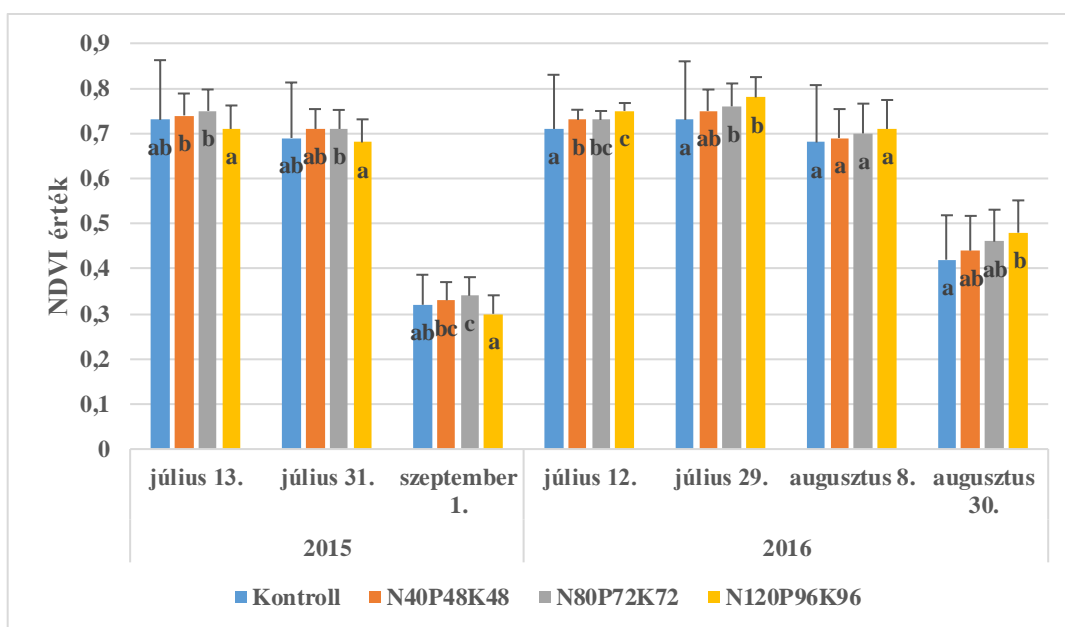
**19. ábra** A *Lovászpatonai* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza)

A *Maxi* köles fajtánál a vetésidő hatása 2015-ben nem volt egyértelmű annak ellenére, hogy az NDVI értékek között szignifikáns különbségeket találtunk a különböző vetésidőknél (20. ábra). Ugyanakkor – hasonlóan a *Lovászpatonai* fajtánál tapasztaltakhoz – a kedvezőbb, 2016. évben a három későbbi mérési időpontban egyértelműen és statisztikailag igazoltan a megkésett vetésidőben mértük a kedvezőbb értékeket. Az első időpontban szignifikánsan kisebb érték a vetésidő különbség eredője.

A trágyareakció hasonlóan alakult az eddig értékelt fajtáknál tapasztaltakhoz (21. ábra). A kedvezőtlenebb 2015. évben a legkisebb NDVI értékeket a legnagyobb, N<sub>120</sub>P<sub>96</sub>K<sub>96</sub> tápanyag szinten tapasztaltuk, legkedvezőbb értékeket az N<sub>80</sub>P<sub>72</sub>K<sub>72</sub> szinten mértük. A kedvezőbb vízellátottságú 2016. évben az NDVI értékek a trágyaszintek növekedésével együtt növekedtek, de kevésbé szignifikáns módon. A legkisebb értékeket a kontroll kezelésben mértük.

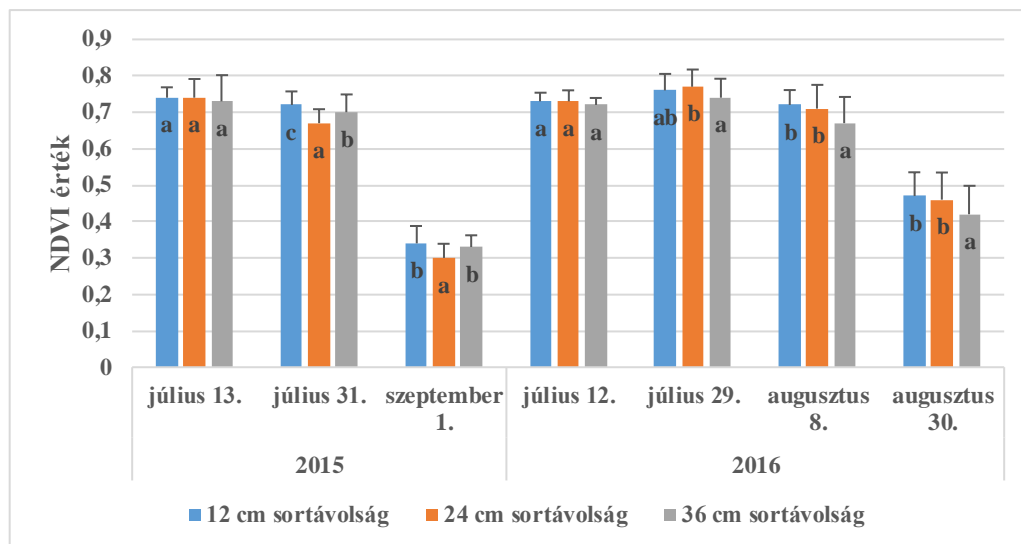


**20. ábra** A *Maxi* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)



**21. ábra** A *Maxi* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza)

A sortávolságok hatása legnagyobb mértékű a *Maxi* köles fajta esetén volt, az eddig értékelt fajták közül ebben az esetben tapasztaltuk a legtöbb szignifikáns különbséget. Ennek ellentmond, hogy a kedvezőtlenebb 2015. évben egyértelmű hatást nem tudtunk kimutatni. 2016-ban azonban sortávolság növekedése az NDVI érték csökkenését eredményezte, legkisebb értéket minden mérési időpontban a 36 cm sortávolság alkalmazásakor mértünk a Maxinál (22. ábra).



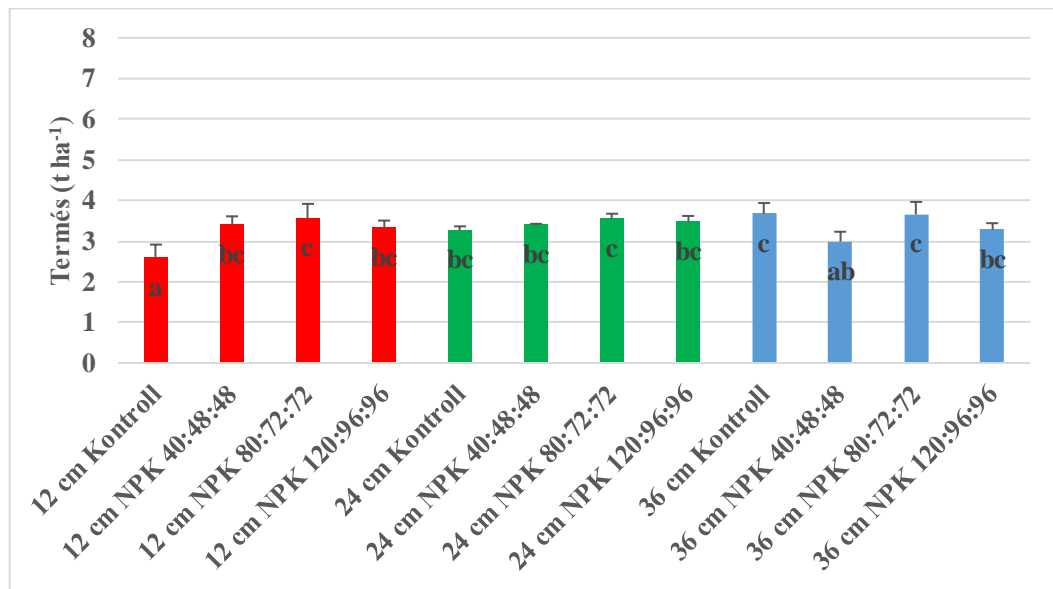
**22. ábra** A *Maxi* köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza)

#### 4.2. 2013. év kísérleti év terméseredményei és azok értékelése

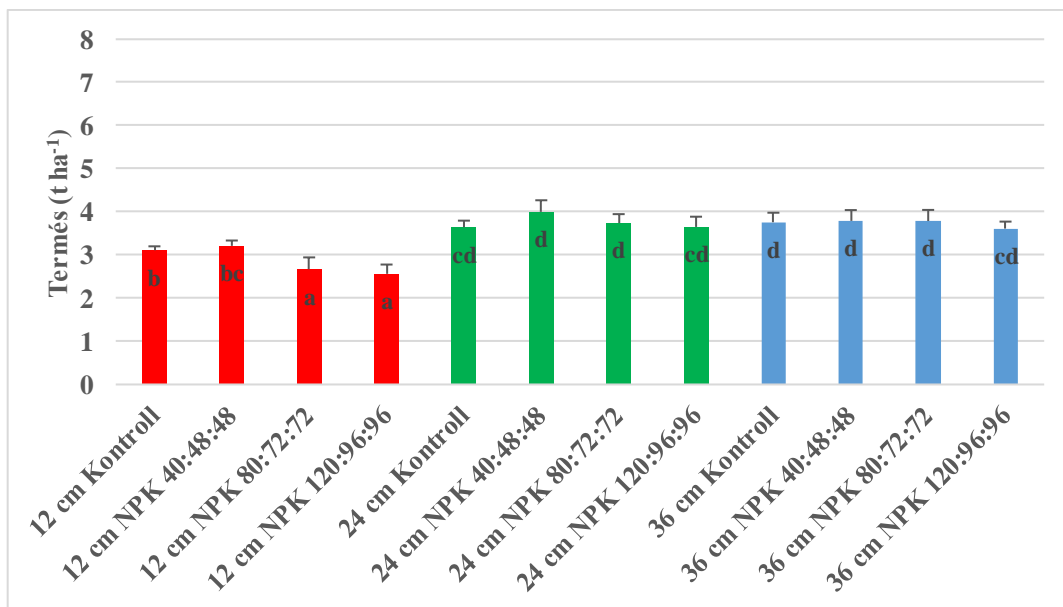
A homoktalajon végzett kísérletek eredményei alapján legalacsonyabb termést a műtrágyázatlan, 12 cm-es sortávolságra vetett állományok esetén tapasztaltunk ( $2,59 \text{ t ha}^{-1}$ ) a legkorábbi vetésidő (2013.06.12.) alkalmazásánál. Minden műtrágyázott kezelés termése meghaladta ezen kezelés eredményét. A 12 cm-es sortávnál a műtrágyázás minden esetben szignifikánsan növelte a köles temését, amíg a többi vizsgált sortávolságnál a terméscsökkentő hatás szintén megjelent, de mértéke nem bizonyult szignifikánsnak (23. ábra). Legnagyobb termést ( $3,67 \text{ t ha}^{-1}$ ) a 36 cm sortávolságra vetett, műtrágyázatlan kezelésben mértünk, ugyanakkor szignifikáns pozitív különbséget csak két kezeléskombinációban (12 cm sortávolság műtrágyázatlan kezelés, illetve 36 cm sortávolság NPK 40-48-48  $\text{kg ha}^{-1}$  műtrágya kezelés) tudtunk kimutatni.

A műtrágyázás hatása kevésbé markánsan jelent meg a 2013.06.25-i vetésidő alkalmazása esetén (24. ábra). A legkisebb sortávolságnál a műtrágyázás alkalmazása szignifikáns terméscsökkentő hatást gyakorolt a magasabb műtrágyaszinteken, legkisebb termést ( $2,56 \text{ t ha}^{-1}$ ) a legnagyobb műtrágyaszint alkalmazásakor értünk el. A nagyobb sortávolságok esetén a termések szignifikánsan meghaladták a legkisebb, 12 cm-es sortávolság terméseredményeit, ugyanakkor azonos sortávolságokon belül a műtrágyahatás nem bizonyult szignifikánsnak, valamint a 24, illetve 36 cm sortávolságok alkalmazása esetén, illetve e két utóbbi sortávolság alkalmazásánál egyik kezeléskombináció sem eredményezett szignifikáns eltérést a termés tekintetében.

Legnagyobb termést a 24 cm-es sortávolság alkalmazásánál, NPK 40-48-48 hatóanyagkombinációban értünk el (3,99 t ha<sup>-1</sup>).

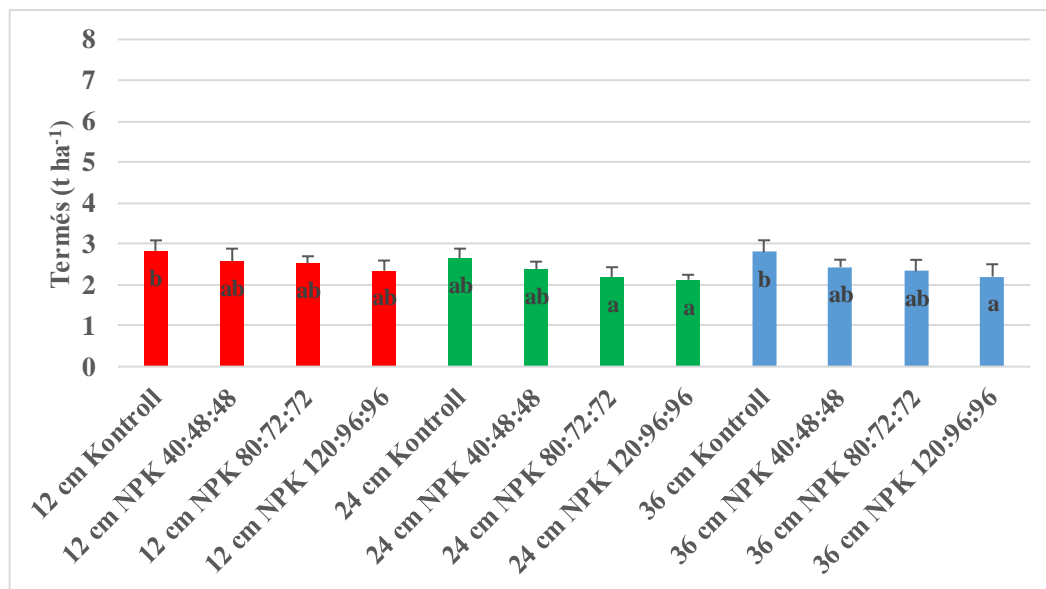


**23. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 06.12.-ei vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013)



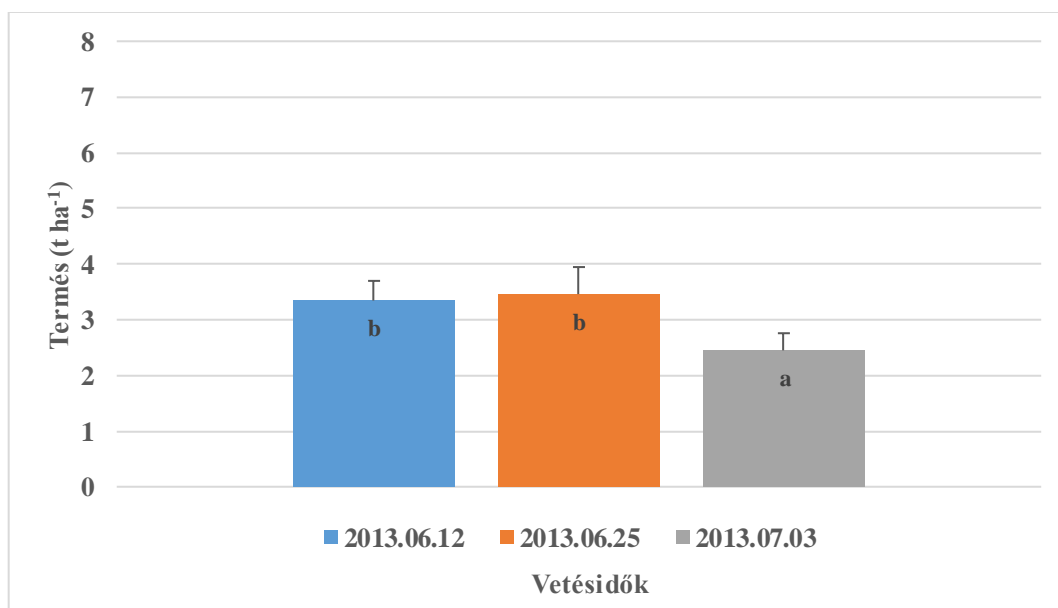
**24. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 06.25.-ei vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013)

A megkésett vetésidő alkalmazása egyértelmű tendenciát mutatott vizsgálatunkban (25. ábra). Az alkalmazott sortávolságtól függetlenül a műtrágya alkalmazása minden esetben csökkentette a köles termését, azonban a csökkenés szignifikánsnak csak a 36 cm sortáv alkalmazásánál bizonyult. A legnagyobb termést 36 cm sortávolság alkalmazásakor, műtrágyázás nélkül értük el (2,79 t ha<sup>-1</sup>).



**25. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 07.03.-ai vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013)

A kezeléskombinációk átlagában a megkésett (2013.07.03.) vetésidő esetén statisztikailag igazolt terméscsökkenést tapasztaltunk, melynek mértéke az 1. vetésidőhöz képest 1,01, a második vetésidőhöz képest 0,90 t ha<sup>-1</sup> volt. Az első, illetve második vetésidők között nem volt szignifikáns különbség a köles termésére gyakorolt hatás tekintetében (26. ábra).

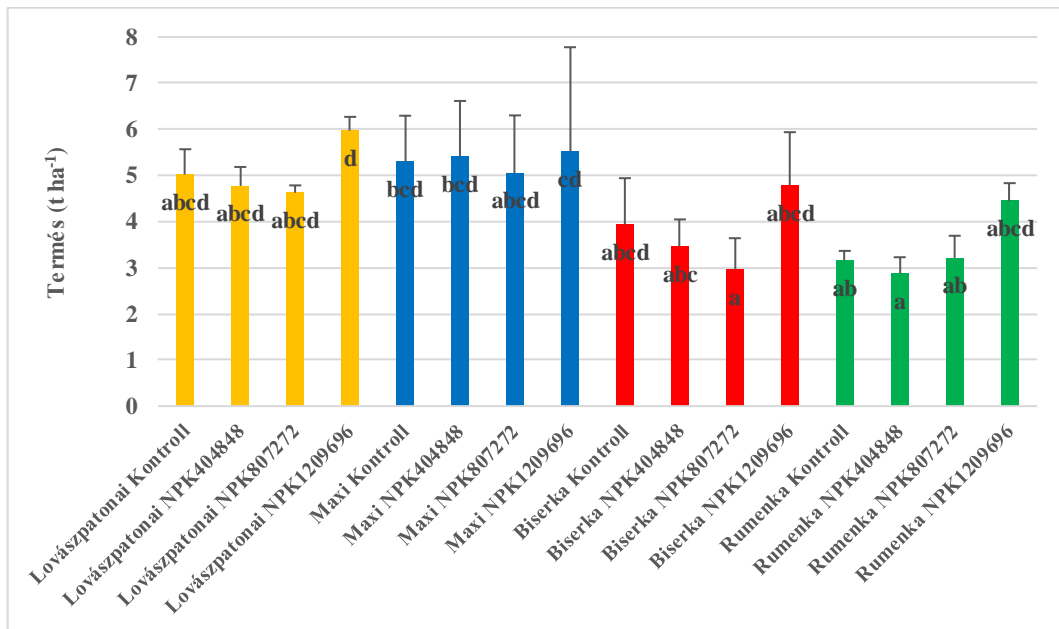


**26. ábra** A *Biserka* köles termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2013)

### 4.3. 2014-es kísérleti év eredményei és azok értékelése

#### 4.3.1. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében réti talajon beállított kísérlet eredményei

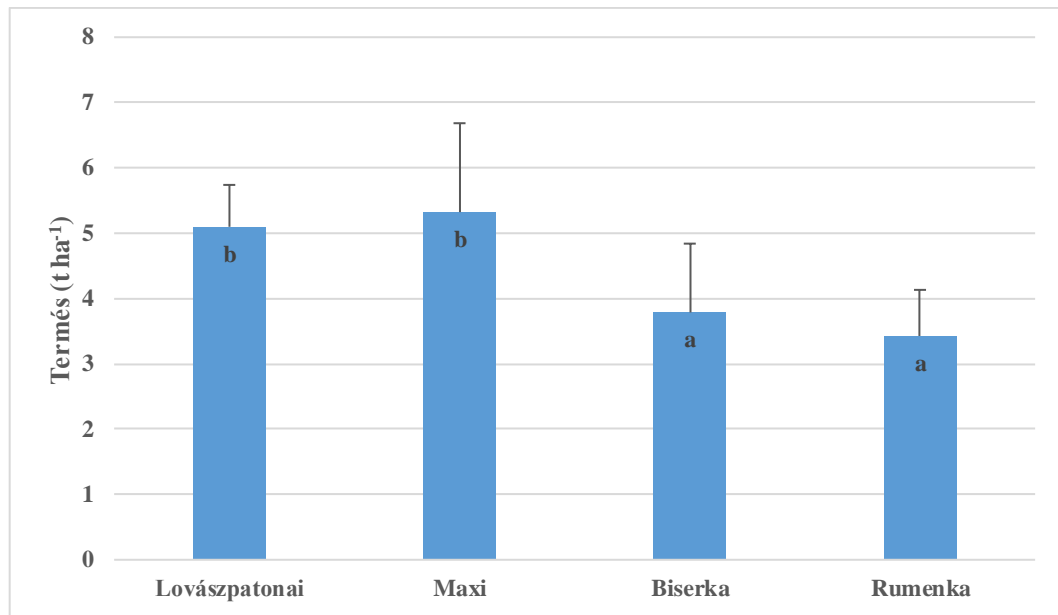
A réti talajon, a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított kísérletben 2014-ben 4 köles genotípust vizsgáltunk a kísérlet metodikában leírt tápanyagellátási szintek alkalmazásával, 12 cm-es sortávolságot alkalmazva, egy vetésidőben. A trágyareakciók sajátos képet mutattak, fajtánként egységes képet mutattak (27. ábra). A kontrollhoz képest az NPK 40-48-48, illetve NPK 80-72-72 kg ha<sup>-1</sup> szinteken nem szignifikáns, de döntően csökkenő jellegű tendenciát mutatott a termés alakulása, és minden vizsgált fajtánál a legnagyobb, NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> kezelésnél tapasztaltunk egyértelmű terméshozadékot, ugyanakkor a terméshozadék mértéke a magas szórás miatt nem volt szignifikáns. Statisztikailag igazolt módon a legkisebb terméseket a *Biserka*, illetve *Rumenka* köles fajták NPK 80-72-72, valamint NPK 40-48-48 kg ha<sup>-1</sup> kezeléseiben mértük (2,96 t ha<sup>-1</sup>; 2,87 t ha<sup>-1</sup>), míg a *Lovászpatonai* fajtánál a legmagasabb tápanyagellátási szinten regisztráltuk a statisztikailag igazoltan legnagyobb termést (5,97 t ha<sup>-1</sup>).



27. ábra Különböző köles fajták trágyareakciója réti talajon (Karcag, 2014)

A vizsgált genotípusok között jelentős, szignifikáns különbséget tapasztaltunk a réti talajon végzett vizsgálatokban. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében fenntartott *Lovászpatonai*, valamint *Maxi* köles fajtáknál nagyobb termést regisztráltunk, mint a másik két vizsgált fajta esetén. A *Lovászpatonai* köles fajta termése 4,62-5,97 t ha<sup>-1</sup> értékek között változott, a *Maxi* köles kiegyenlítettebb terméshozadékot mutatott a

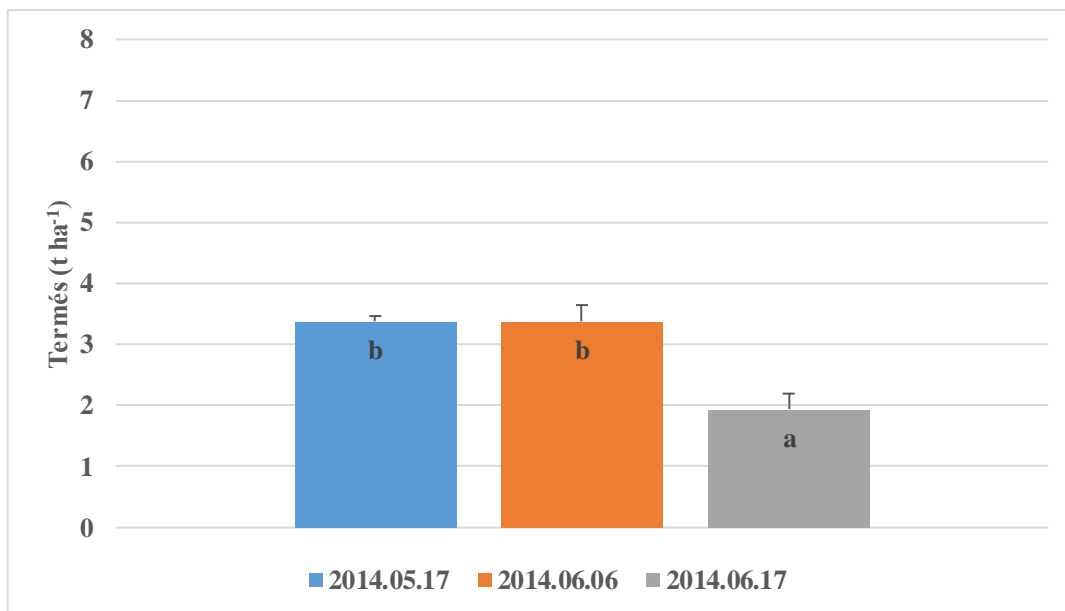
műtrágyakezelésekben, a termés 5,05-5,52 t ha<sup>-1</sup> intervallumban mozgott a különböző kezelésekben. A két előbbi fajta termése között nem volt szignifikáns különbség. A *Biserka* fajta termése 2,96-4,78 t ha<sup>-1</sup>, a *Rumenka* fajta termése 2,87-4,45 t ha<sup>-1</sup> intervallumban változott (28. ábra).



**28. ábra** Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezeléseik átlagában réti talajon (Karcag, 2014)

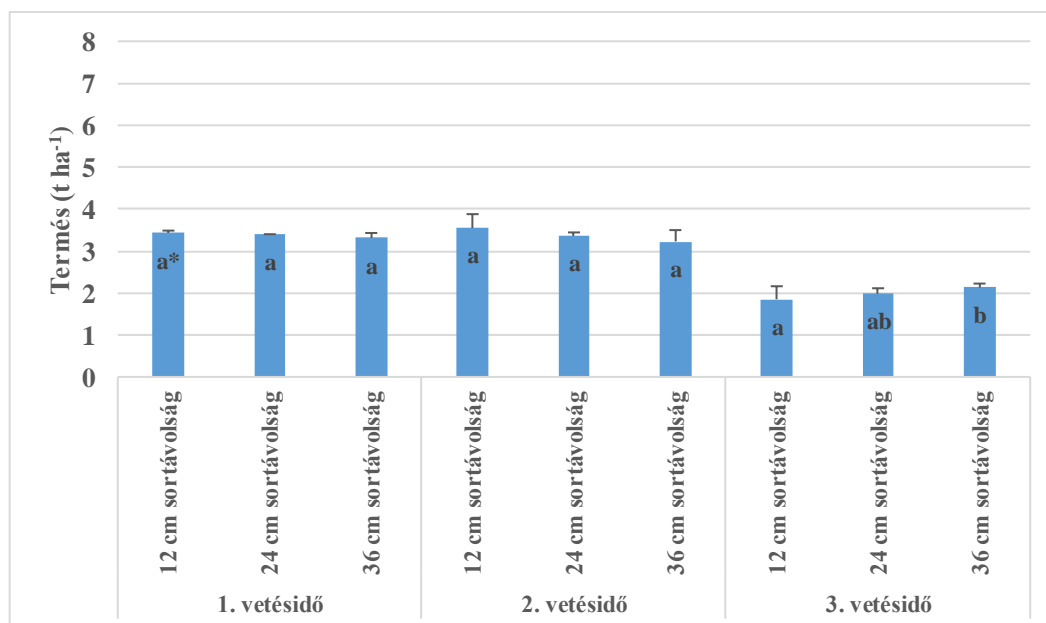
4.3.2. A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében homoktalajon beállított kísérlet eredményei

A 2014. évben a homoktalajon beállított kísérletben a vizsgált tényezők hatása kevésbé volt egyértelmű. A kísérletben mért terméseredmények 1,30-4,01 t ha<sup>-1</sup> között változtak. A kezelések átlagában csak a vetésidő hatása bizonyult szignifikánsnak a *Rumenka* fajta esetén (29. ábra), a megkésett vetésidőben az első két vetésidőhöz (3,38 t ha<sup>-1</sup> az első, 3,38 t ha<sup>-1</sup> a második vetésidő esetén is) képest a termés csökkenés mértéke jelentős volt, a vetésidő termése a kezelések átlagában 1,94 t ha<sup>-1</sup> volt.



**29. ábra** A *Rumenka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelése átlagában (Nyíregyháza, 2014)

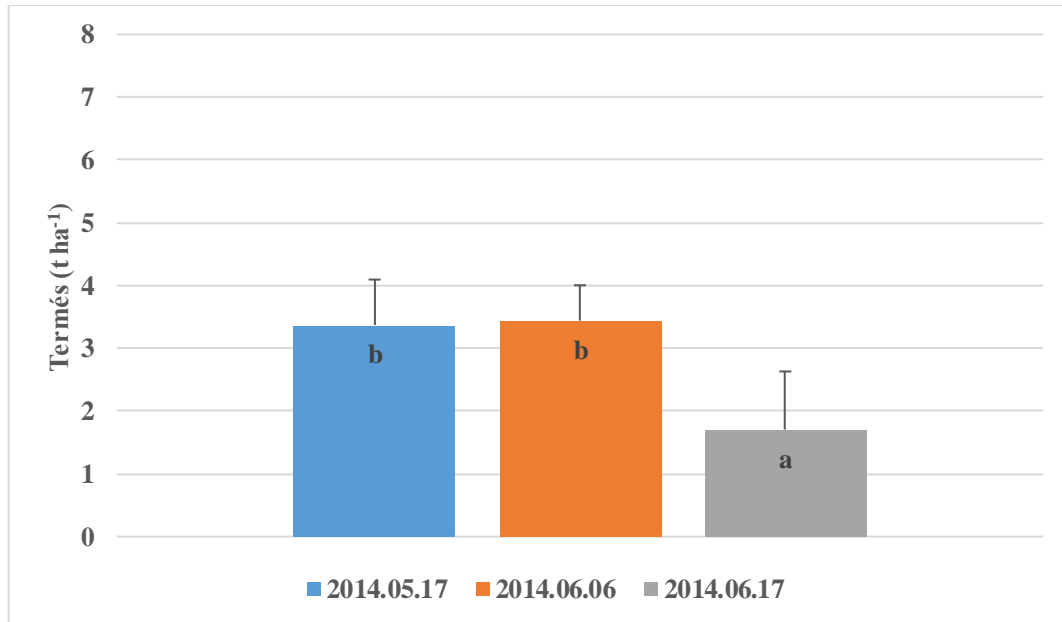
A műtrágyakezelések, valamint a sortávolságok hatása nem volt szignifikáns, ugyanakkor a különböző vetésidőkben a megkésett vetésidőben a legnagyobb, 36 cm-es sortáv alkalmazása szignifikánsnak bizonyult (30. ábra). A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyokat, illetve a kezelések átlagait a *Rumenka* köles fajtánál az 1. melléklet tartalmazza.



**30. ábra** A sortávolság hatása a *Rumenka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

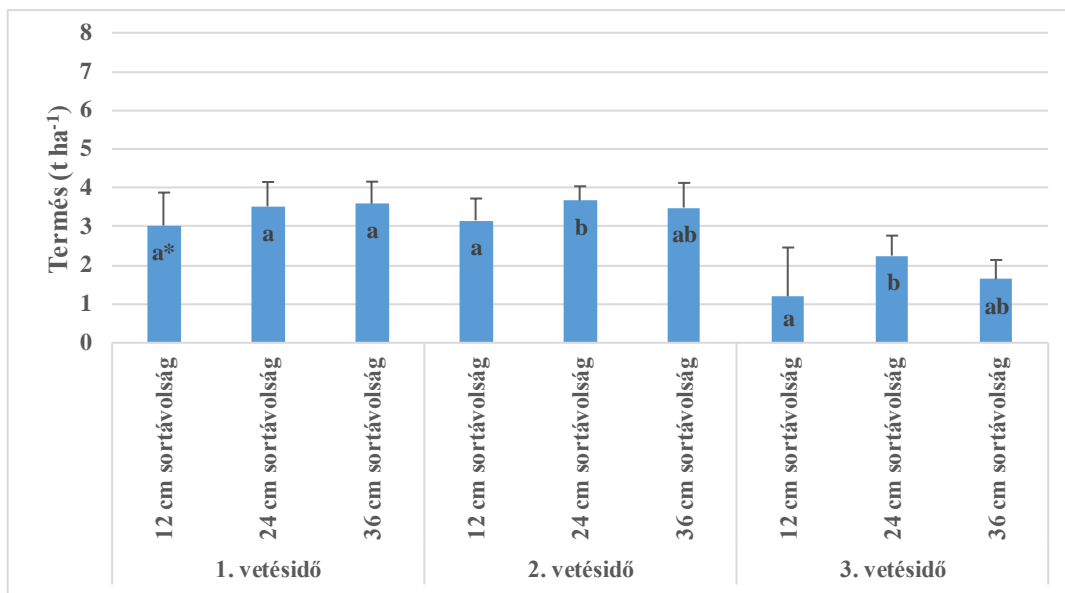
A *Biserka* fajta esetén is hasonló tendenciákat figyelhettünk meg az agrotechnikai változókra adott reakciók alapján. A kísérletben a terméseredmények 1,05-4,17 t ha<sup>-1</sup> között változtak. A vizsgált változók közül csak a vetésidő változtatása eredményezett statisztikailag igazolt hatást a termés tekintetében (31 ábra).



**31. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezeléseken átlagában (Nyíregyháza, 2014)

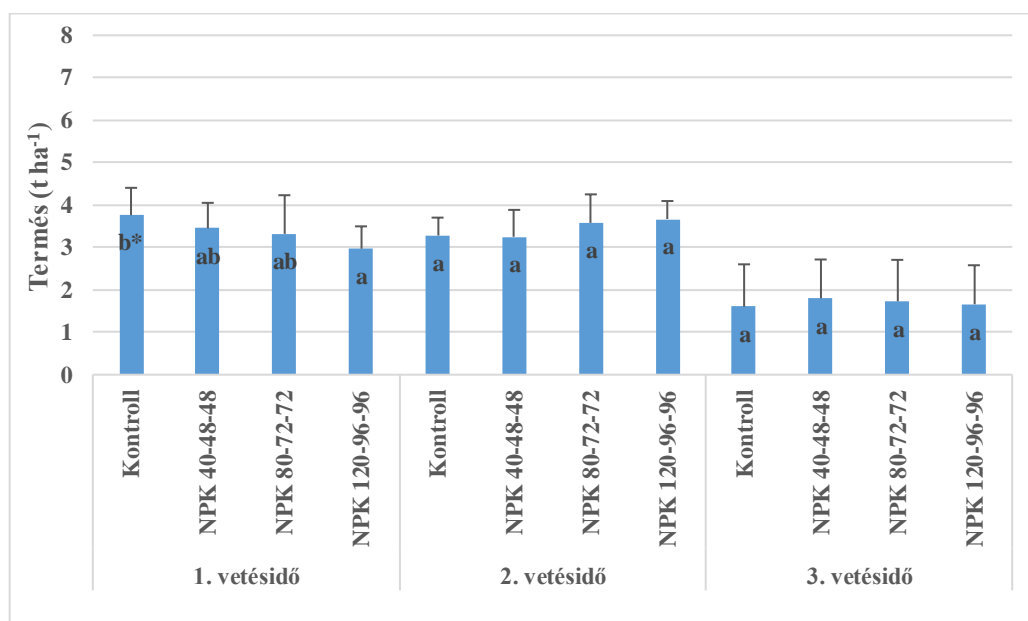
Az alkalmazott sortávolságok hatása a különböző vetésidőkben eltérően alakult. A legkorábbi vetésidő alkalmazásánál a sortávolság változtatása nem eredményezett szignifikáns változást, azonban a vetésidő későbbre tolódásával a 24 cm sortávolság alkalmazása statisztikailag igazoltan nagyobb termést eredményezett a hagyományos gabona sortávolsághoz képest, ugyanakkor a szélesebb (36 cm) sortávolsághoz képest nem eredményezett szignifikáns változást (32. ábra).

A különböző tápanyagszintek alkalmazása csak a legkorábbi vetésidőben eredményezett szignifikáns termésváltozást, a tápanyagszint növekedése a termés csökkenését eredményezte, a kontroll kezelése termése szignifikánsan magasabb volt a legnagyobb tápanyagszint esetén mért terméshez képest (33. ábra). A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyokat, valamint a kezeléseken átlagait a *Biserka* köles fajtánál a 2. melléklet tartalmazza.



**32. ábra** A sortávolság hatása a *Biserka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014)

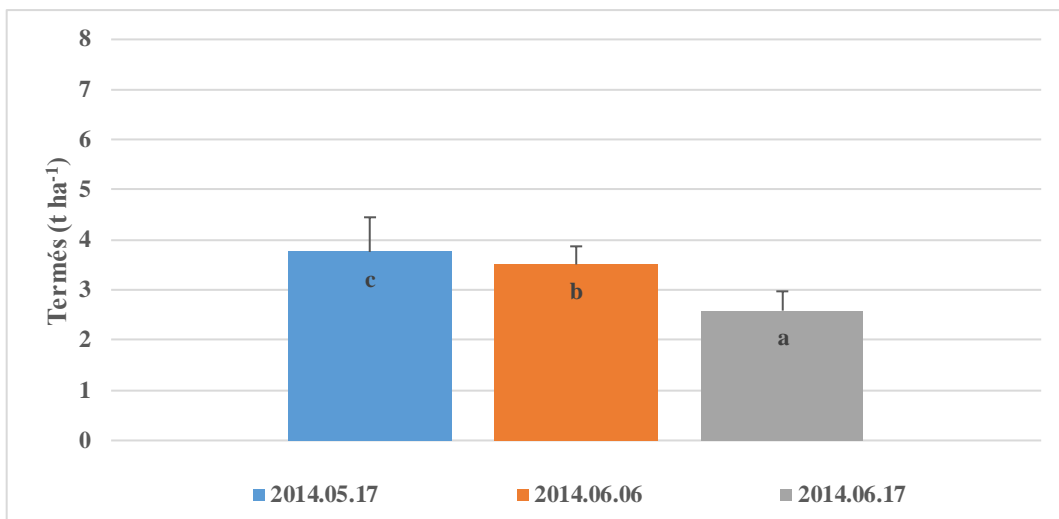
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek



**33. ábra** A műtrágyázás hatása a *Biserka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014)

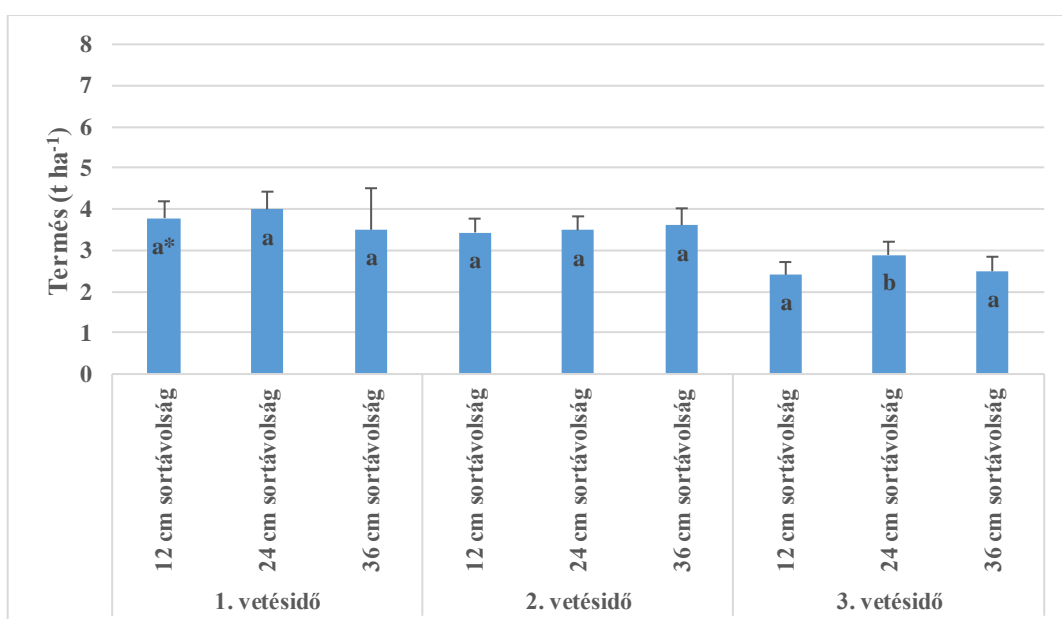
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Lovászpatonai* köles fajta esetén sem a sortáv, sem a műtrágya nem mutatott szignifikáns kezeléshatást a kezelések átlagában, a terméseredmények 2,25-4,15 t ha<sup>-1</sup> között változtak. Ugyanakkor a vetésidő szignifikáns hatást gyakorolt a fajta termésére (34. ábra). A legkorábbi vetésidőben mértük a legnagyobb terméseredményt (3,76 t ha<sup>-1</sup>), ennél alacsonyabb volt a 2. vetésidő termése a kezelések átlagában (3,51 t ha<sup>-1</sup>), míg a legkisebb termést a legkésőbbi vetésidőben tapasztaltunk (2,59 t ha<sup>-1</sup>).



**34. ábra** A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezeléseket átlagában (Nyíregyháza, 2014)

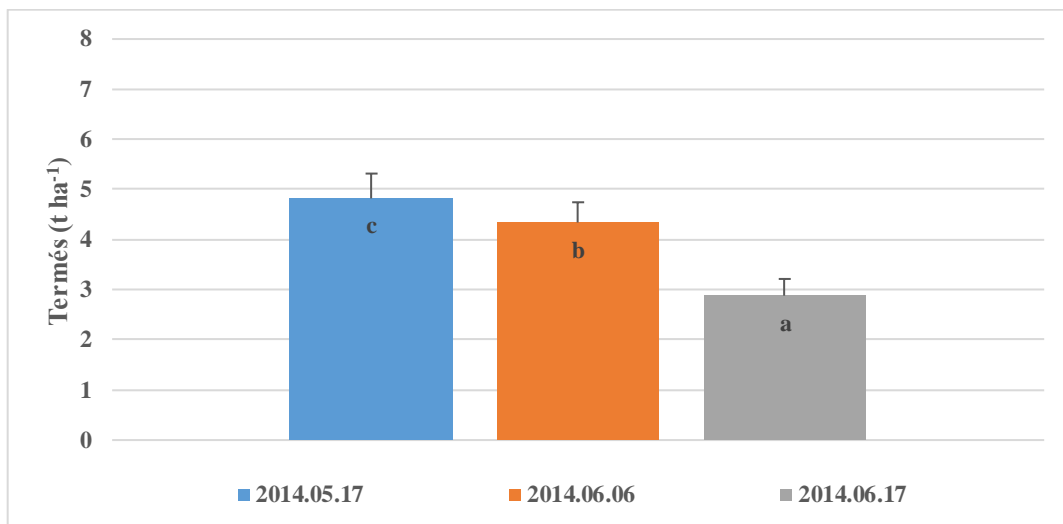
A különböző sortávolságok hatása csak a legkésőbbi vetésidőben mutatkozott meg, ahol a 24 cm-es sortávolságnál mértük a nagyobb termést (2,89 t ha<sup>-1</sup>) a 12 cm (2,40 t ha<sup>-1</sup>), illetve 36 cm sortávolságok esetén mért (2,49 t ha<sup>-1</sup>) terméshez képest. A tápanyagellátás esetén egyik vetésidőben sem tapasztaltunk szignifikáns hatást. A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyokat, valamint a kezeléseket átlagait a Lovászpatonai köles fajta esetén a 3. melléklet tartalmazza (35. ábra).



**35. ábra** A sortávolság hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014)

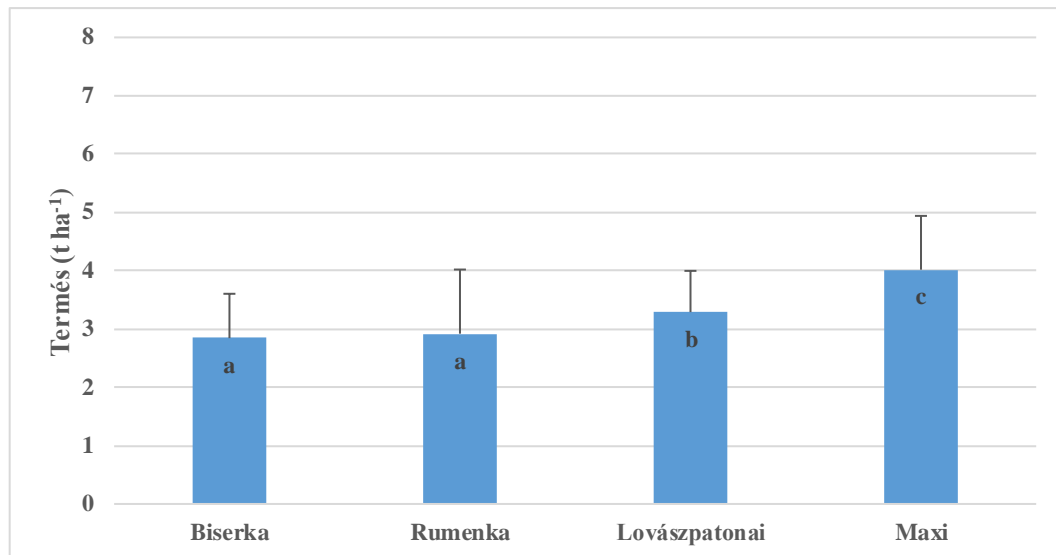
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Maxi* köles fajta termése a különböző kezelésekben 2,64-5,21 t ha<sup>-1</sup> között alakult, a vizsgált tényezők közül csak a vetésidő eredményezett szignifikáns változást a termés tekintetében (36. ábra). A vetésidő későbbre tolódásával a termés csökkent, az 1. vetésidőben 4,82 t ha<sup>-1</sup> termést regisztráltunk a kezelések átlagában. Ez az érték 4,34 t ha<sup>-1</sup> volt a 2. vetésidőben, a megkésett, 3. vetésidőben jelentős csökkenés látható (2,88 t ha<sup>-1</sup>). A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyokat, valamint a kezelések átlagait a *Maxi* köles fajta esetén a 4. melléklet tartalmazza.



**36. ábra** A *Maxi* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2014)

A vizsgált genotípusok közötti különbségek hasonló módon jelentkeztek, mint a réti talajon végzett kísérletekben. A *Biserka*, illetve *Rumenka* fajták termése között nem volt szignifikáns különbség, ugyanakkor a *Lovászpatonai*, valamint *Maxi* fajtákhoz képest egyaránt statisztikailag igazoltan kevesebb termést mértünk, a *Biserka* fajtánál 2,84 t ha<sup>-1</sup>, míg a *Rumenka* fajtánál 2,91 t ha<sup>-1</sup> volt a termés. A *Lovászpatonai*, illetve *Maxi* fajták között is szignifikáns különbséget tapasztaltunk, a *Lovászpatonai* fajta esetén a termés 3,28 t ha<sup>-1</sup>, a kezelések átlagában legnagyobb termést a *Maxi* fajtánál mértünk a kezelések átlagában (37. ábra).



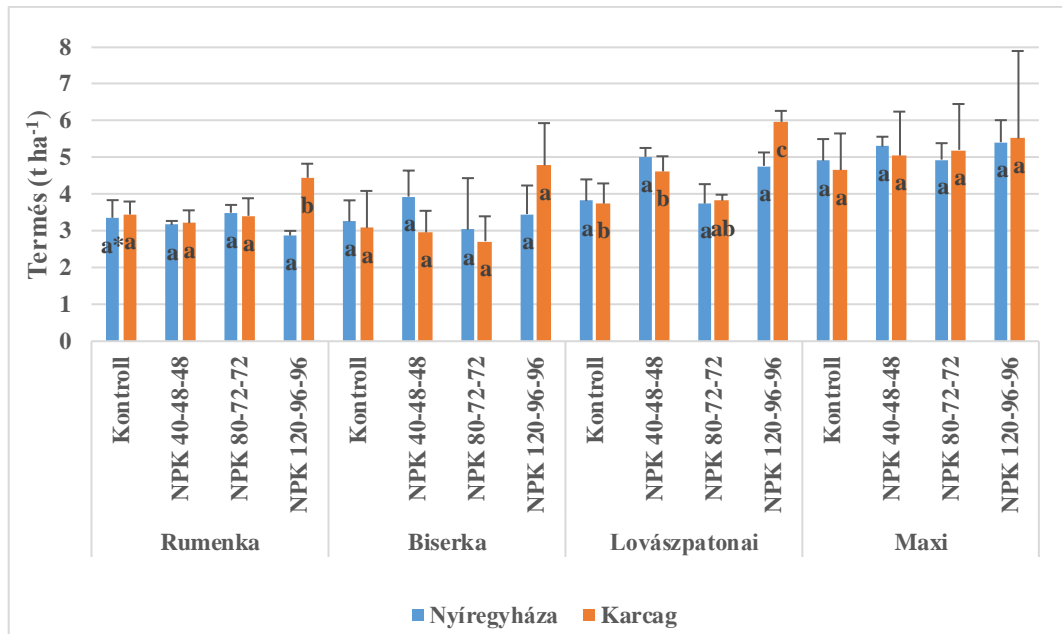
**37. ábra** Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezelések átlagában réti talajon (Nyíregyháza, 2014)

#### 4.3.3. A köles termésének alakulása eltérő agroökológiai körülmények között

A köles termése a két termőhelyen a vizsgált változók (tápanyagellátás, fajta) átlagában 2,87-5,97 t ha<sup>-1</sup> között változott, ami kifejezetten nagy termés. A *Biserka*, illetve *Maxi* köles esetében a műtrágya kezelések nem eredményeztek szignifikáns hatást. A *Rumenka* köles fajtánál csak a legnagyobb műtrágyázási szinten, réti talajon tapasztaltunk szignifikáns termésnövekedést. A termőhely x műtrágya interakció legnagyobbnak a *Lovászpatonai* köles fajtánál volt, a legnagyobb műtrágyaszint terméseredménye és homoktalajon egyaránt szignifikáns mértékben meghaladta a többi műtrágyakezelésben mért termést (38. ábra), így a legmarkánsabb termőhely x tápanyagellátás interakciót ennél a fajtánál tapasztaltunk.

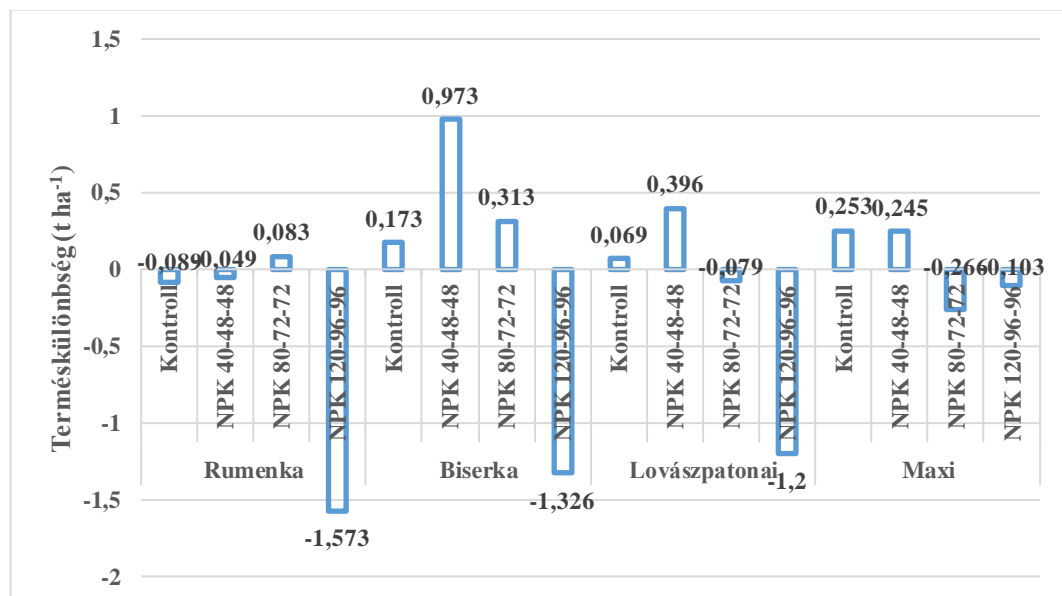
A termőhelyenkénti terméskülönbségeket a vizsgált fajták és tápanyagszintek esetén a 39. ábra mutatja, alapul véve a nyíregyházi terméseredményeket. A kontroll kezelések terméskülönbsége -0,08-0,25 t ha<sup>-1</sup> között változtak, amely nagy stabilitást mutat a fajták műtrágyázás nélküli termését tekintve. Az NPK 40-48-48 kg ha<sup>-1</sup> kezelésben csak a *Biserka* fajta termése változott nagymértékben (0,97 t ha<sup>-1</sup> a két termőhelyen mért terméseredmény különbsége), a többi fajta esetén a különbség kismértékű volt (-0,04-0,39 t ha<sup>-1</sup>). Az NPK 80-72-72 kg ha<sup>-1</sup> kezelés eredményei szintén kismértékű szórást mutattak (-0,07-0,31 t ha<sup>-1</sup>), ugyanakkor a legnagyobb trágyaszinten az értékek szórása jelentős volt. A terméseredmények szélső értékei -0,10-1,57 t ha<sup>-1</sup> voltak, a nagymértékű pozitív eltérések a réti talajon jelentkeztek. A vizsgált fajták közül a legnagyobb szórás a *Biserka* fajtát jellemezte (2,29 t ha<sup>-1</sup>), míg legnagyobb termőhely stabilitást a legnagyobb

termésszint mellett a *Maxi* köles mutatott (0,51 t ha<sup>-1</sup>). A vizsgált genotípusok között a termőhelyek, illetve a műtrágyakezelések átlagában csak a *Rumenka* fajta esetén tudunk szignifikáns termőhelyhatást kimutatni a műtrágyakezelések átlagában (5. melléklet).



38. ábra A tápanyagellátás hatása a köles termésének alakulására eltérő termőhelyeken 2014-ben

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek



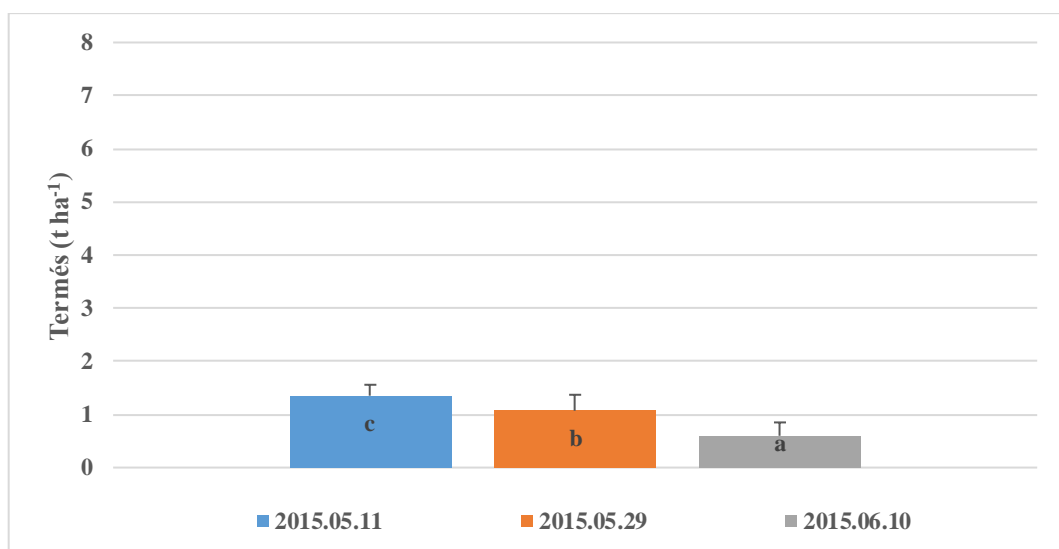
39. ábra A termőhelyek között terméskülönbség különböző tápanyagellátási szinteken a vizsgált köles genotípusok esetén

(Nyíregyháza, Karcag, 2014)

#### 4.4. 2015-ös kísérleti év eredményei és azok értékelése

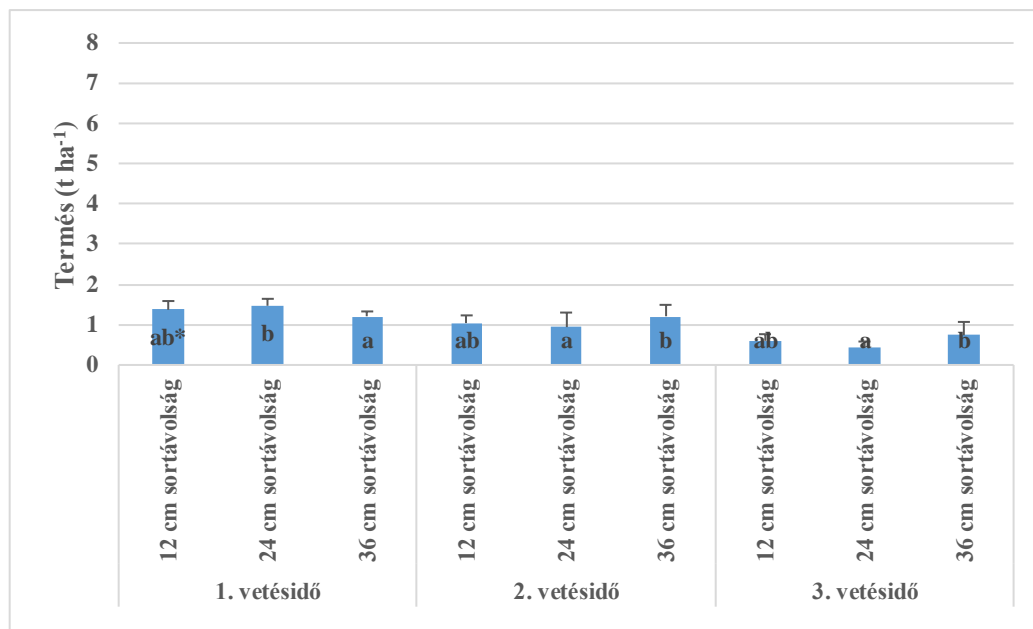
##### 4.4.1. A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetben végzett kísérletek eredményei

A kedvezőtlen, csapadékszegény 2015. évben a köles termése alacsony volt homoktalajon, emellett a vetésidő hatása is markánsnak bizonyult, ugyanakkor a kezelések átlagában a tápanyagellátás és a sortávolság hatása nem bizonyult szignifikánsnak. A *Rumenka* fajta termése a legkorábbi vetésidőben  $1,35 \text{ t ha}^{-1}$  volt, ami a második vetésidőben  $1,06 \text{ t ha}^{-1}$  értékre csökkent. A legkésőbbi vetésidőben a termés rendkívül alacsony,  $0,59 \text{ t ha}^{-1}$  volt (40. ábra).



**40. ábra** A *Rumenka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015)

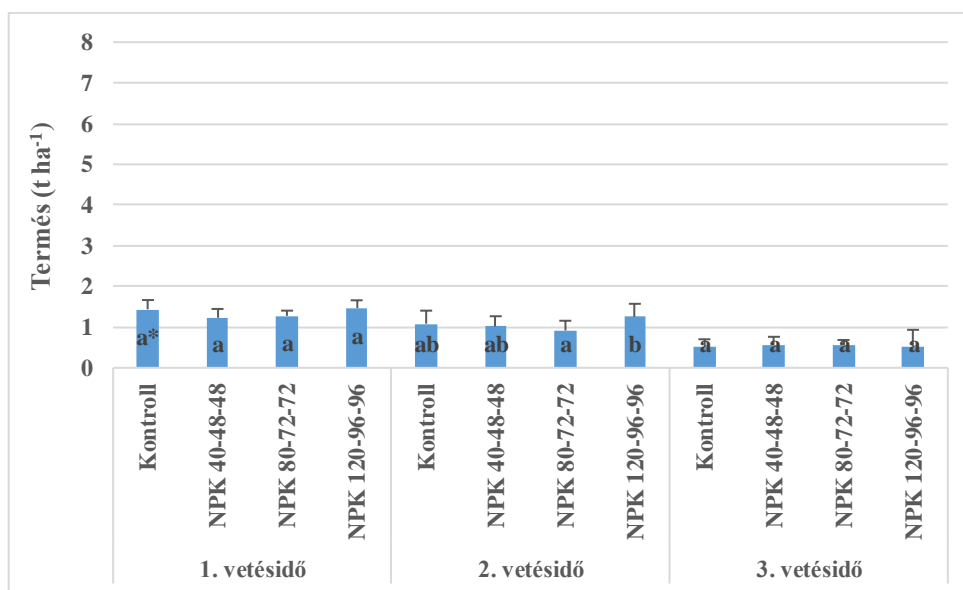
Az eltérő sortávolságok termésre gyakorolt hatása a kezelések átlagában ugyan nem volt szignifikáns, de a különböző vetésidőket külön értékelve már kaptunk szignifikáns eltéréseket (41. ábra). Minden vetésidőben a szélesebb sortávolság (24 cm, 36 cm) kedvezőbbnek bizonyult a 12 cm-es sortávolsághoz képest. A legkorábbi vetésidőben a 24 cm, míg a két későbbi vetésidő esetén a 36 cm sortávolság alkalmazása bizonyult legkedvezőbbnek a köles termésére gyakorolt hatás tekintetében.



**41. ábra** A sortávolság hatása a *Rumenka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

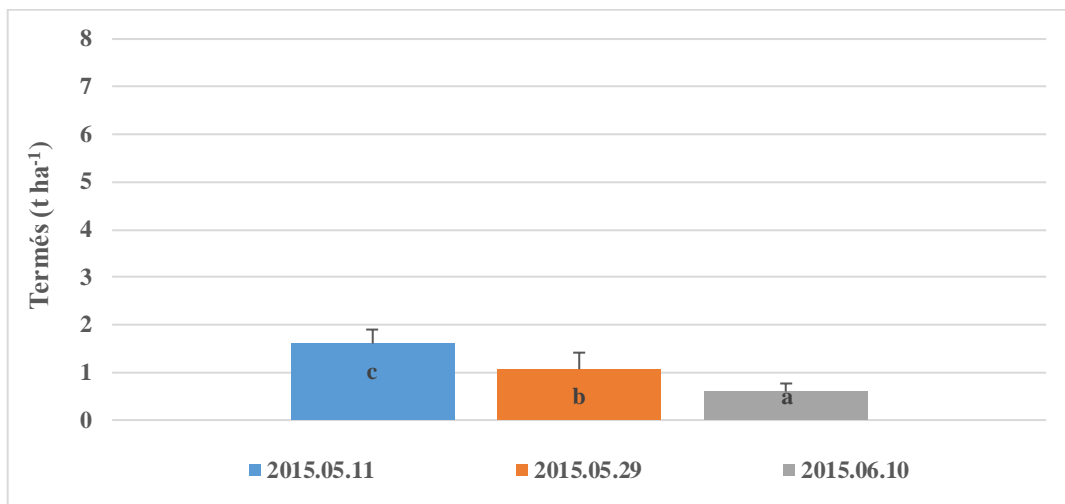
Az eltérő tápanyagellátási szintek hatása csak a második, 05.29-i vetésidőben jelentkezett, ahol a legnagyobb NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> szinten kaptunk szignifikánsan nagyobb termést (1,25 t ha<sup>-1</sup>) az NPK 80-72-72 kg ha<sup>-1</sup> tápanyagellátási szinten mért terméshez (0,91 kg ha<sup>-1</sup>) képest (42. ábra). A Tukey-teszt eredményei a 6. mellékletben láthatóak a *Rumenka* fajta összes kezelését figyelembe véve.



**42. ábra** A tápanyagellátás hatása a *Rumenka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015)

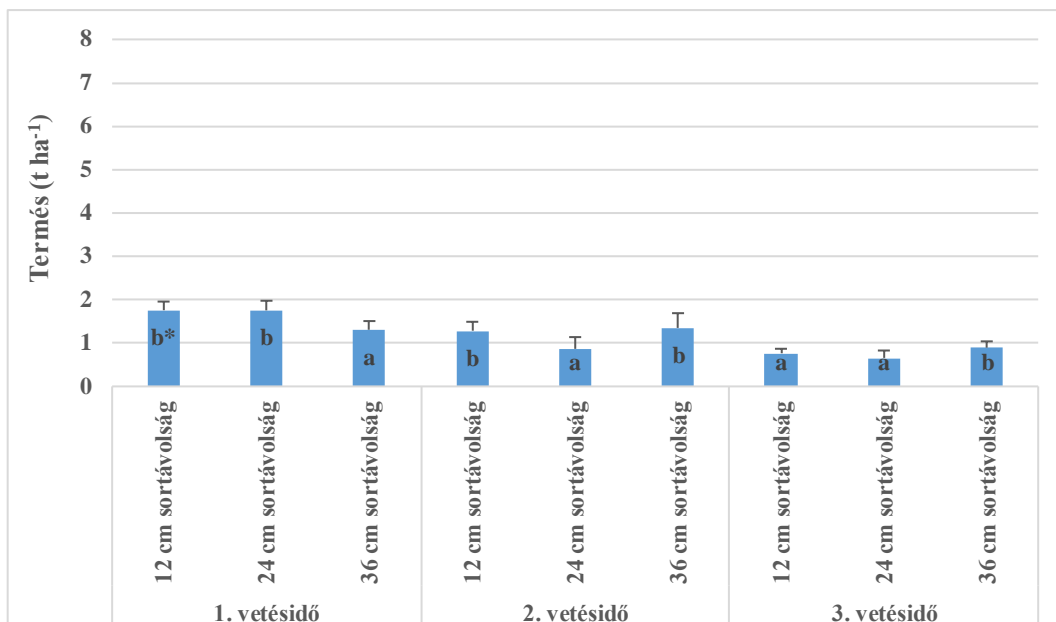
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Biserka* köles fajta esetén is markáns volt a vetésidő hatása (43. ábra), a legnagyobb termést a legkorábbi vetésidő alkalmazásával érték el ( $1,35 \text{ t ha}^{-1}$ ), a vetésidő későbbre tolódásával a termés jelentős mértékben csökkent. A második vetésidőben  $1,06 \text{ t ha}^{-1}$ , míg a legkésőbbi vetésidőben  $0,59 \text{ t ha}^{-1}$  volt a *Biserka* köles fajta termése a kezelések átlagában. A vetésidők közötti különbség szignifikáns volt. A tápanyagellátás, valamint a sortávolság nem gyakorolt szignifikáns hatást a termésre a kezelések átlagában.



**43. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015)

A sortávolság hatásának vetésidőnkénti értékelése alapján megállapítható, hogy a sortáv változtatása hektikus eredményt hozott a fajta esetében. A legkorábbi vetésidőben a kisebb sortávolságok szignifikánsan nagyobb termést eredményeztek ( $1,75$ , illetve  $1,75 \text{ t ha}^{-1}$  a 12, valamint 24 cm-es sortávolságok alkalmazása esetén) a 36 cm-es sortávolsághoz képest. Ugyanakkor a második, illetve harmadik vetésidőben egyaránt a legnagyobb sortávolság hatása volt szignifikánsan jobb a termés tekintetében. A második vetésidőben a 24 cm-es sortávolsághoz képest, míg a 3. vetésidőben mindkét kisebb sortávolsághoz képest szignifikánsan nagyobb termést eredményezett a 36 cm-es sortávolság alkalmazása (44. ábra). Az eredmények Tukey-teszttel történő értékelésének eredményei a 7. mellékletben találhatók.

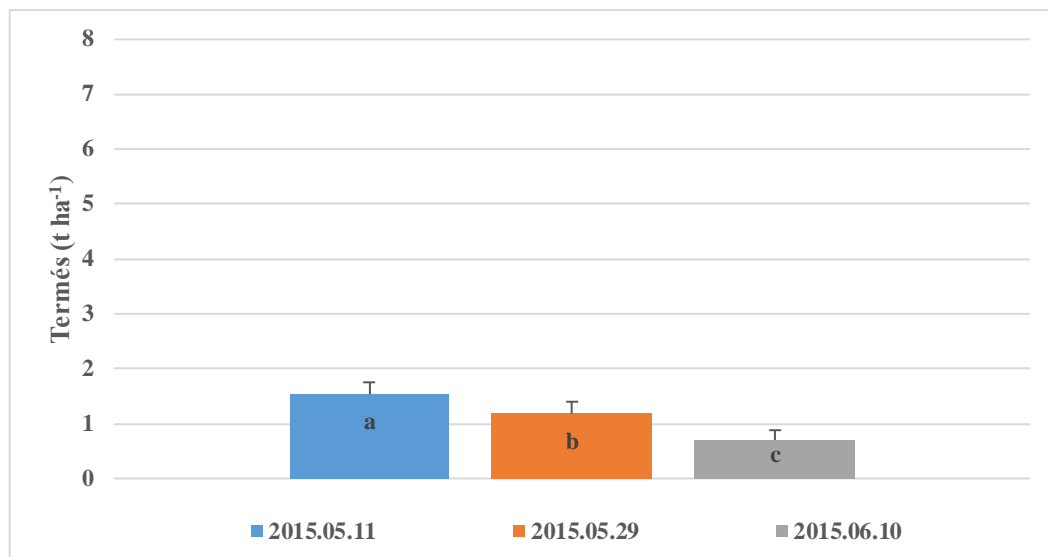


**44. ábra** A sortávolság hatása a *Biserka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015)

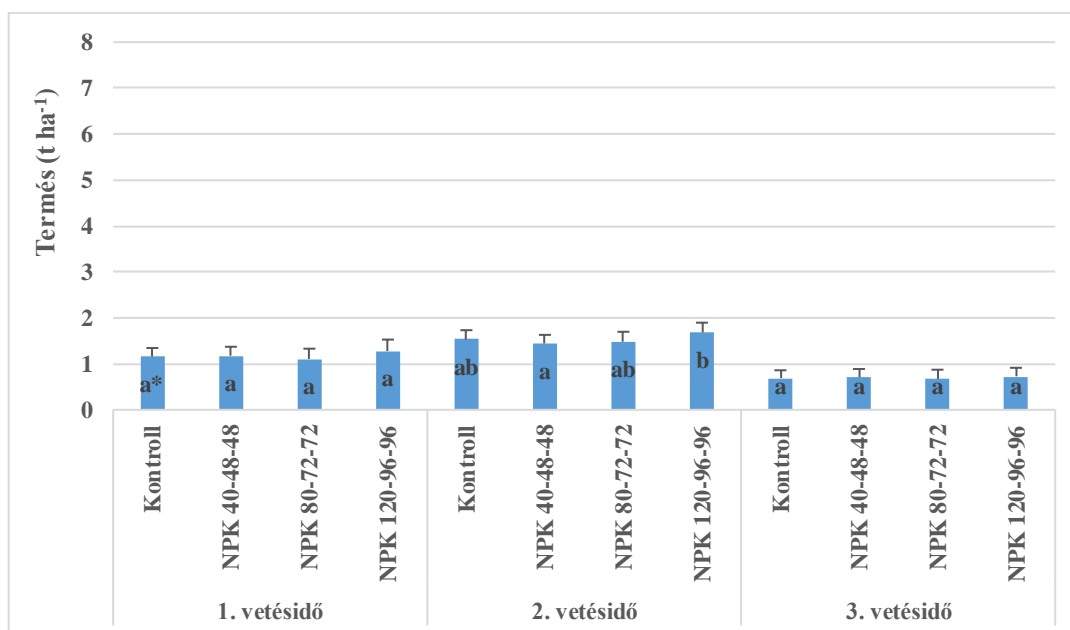
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Lovászpatonai* fajta esetén is egyértelmű volt a vetésidő hatása, a vetésidő későbbre tolódásával a termés jelentős mértékben csökkent. A legkorábbi vetésidőben a fajta termése 1,53 t ha<sup>-1</sup> volt, ez a második vetésidőben 1,18 t ha<sup>-1</sup>, míg a megkésített, 3. vetésidőben ez az érték 0,699 t ha<sup>-1</sup> volt. A vetésidők között szignifikáns különbség volt a kezelések átlagában (45. ábra). Az előzőekben értékelt fajtához hasonlóan a *Lovászpatonai* köles fajta esetén sem tapasztaltunk szignifikáns sortávolság, illetve tápanyag hatást a kezelések átlagában.

Az eredmények vetésidőnkénti értékelésénél a sortávolság hatása egyik vetésidőben sem volt szignifikáns, ugyanakkor a tápanyagellátás hatása szignifikánsnak bizonyult a 2. vetésidőben, a legnagyobb tápanyagszint (NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup>) termése (1,68 t ha<sup>-1</sup>) szignifikánsan nagyobb volt az NPK 40-48-48 kg ha<sup>-1</sup> tápanyagszint terméséhez (1,44 t ha<sup>-1</sup>) képest (46. ábra). A Tukey-teszt eredményei a 8. mellékletben láthatóak a *Lovászpatonai* fajta összes kezelését figyelembe véve.



**45. ábra** A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezeléseinek átlagában (Nyíregyháza, 2015)

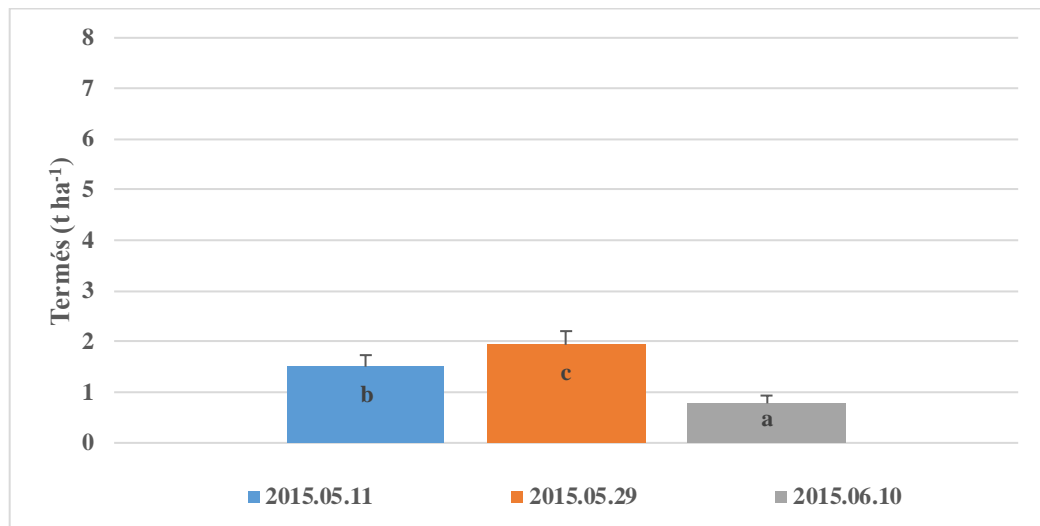


**46. ábra** A tápanyagellátás hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelne

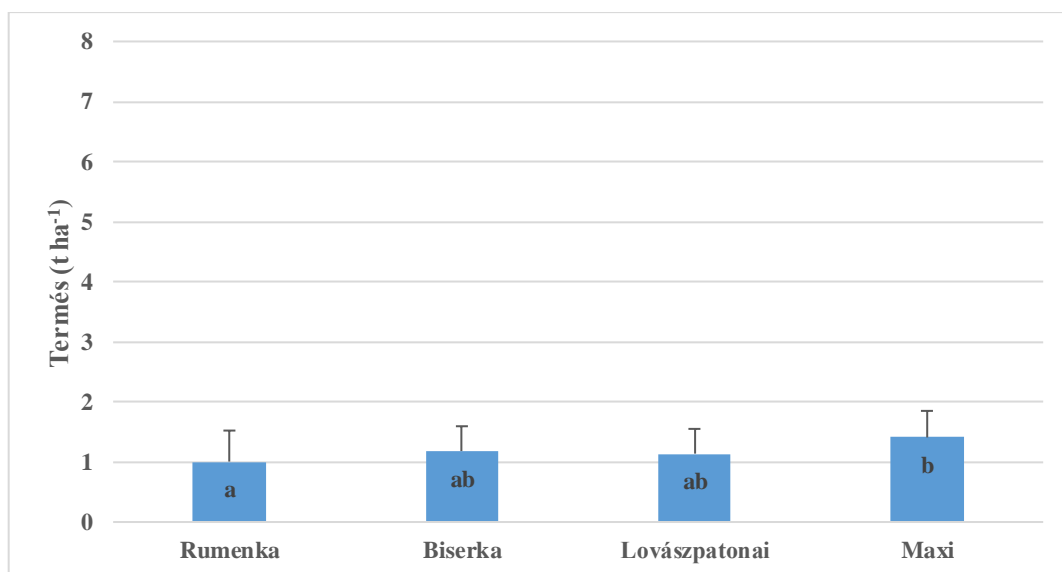
A vetésidő hatása konzervens volt a *Maxi* köles fajta esetében is, ugyanakkor a vetésidő későbbre tolódásával a termés nőtt, ellentétben az eddig vizsgált fajtáknál tapasztaltakkal. A legkorábbi vetésidő termése 1,50 t ha<sup>-1</sup> volt, a második vetésidőben ez az érték 1,93 t ha<sup>-1</sup> volt, ami 0,78 t ha<sup>-1</sup>-ra csökkent a megkésett, harmadik vetésidőben (47. ábra). A másik két faktor – sortávolság, illetve tápanyagellátás – hatása a kezeléseik átlagában – hasonlóan az előző három értékelt fajtához – nem bizonyult szignifikánsnak

ebben az évjáratban. A Tukey-teszt eredményei a 9. mellékletben láthatóak a *Maxi* fajta kezeléseit figyelembe véve.



**47. ábra** A *Maxi* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezeléseinek átlagában (Nyíregyháza, 2015)

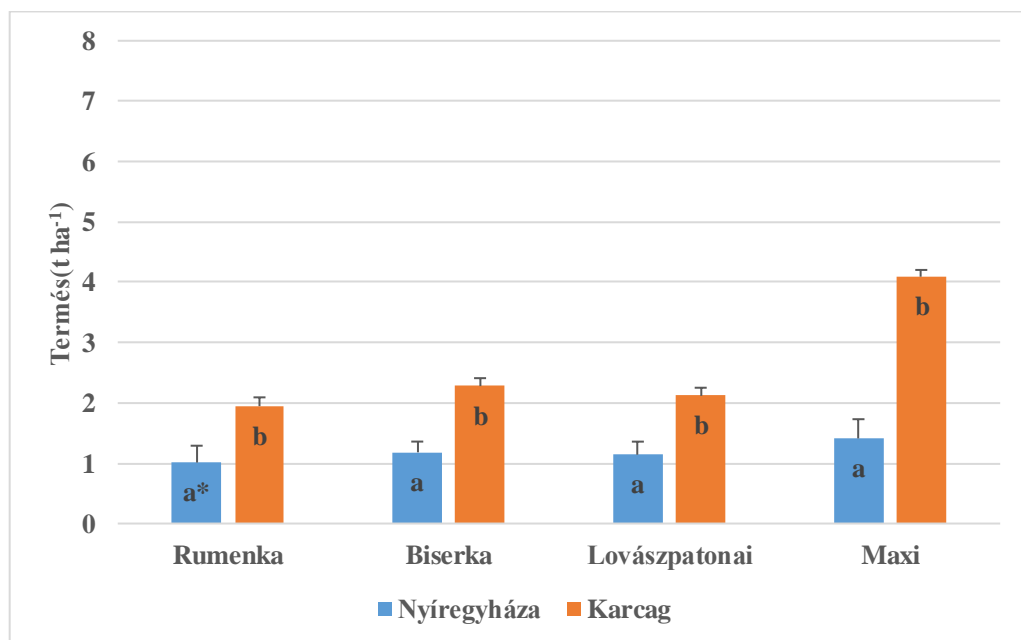
A kezeléseik átlagában homoktalajon a vizsgált fajták közül a *Maxi* fajta termése volt a legnagyobb, szignifikáns különbség azonban csak a *Rumenka* fajta terméséhez viszonyítva volt. A vizsgált fajták közül ebben az évben a *Rumenka* fajtánál mértük a legkisebb termést a kezeléseik átlagában (1,00 t ha<sup>-1</sup>). A *Biserka* (1,18 t ha<sup>-1</sup>), valamint a *Lovászpatonai* (1,13 t ha<sup>-1</sup>) fajták termése között szignifikáns eltérést nem tudtunk kimutatni (48. ábra).



**48. ábra** Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezeléseinek átlagában réti talajon (Nyíregyháza, 2014)

#### 4.4.2. A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetben végzett kísérletek eredményei

A vizsgálati helyszínek között szignifikáns különbség volt az összes fajta tekintetében, a réti talajon végzett kísérletek terméseredményei nagyobbak voltak minden fajtánál (49. ábra). A fajták közötti különbségek hasonlóan alakultak, mint a homoktalajon kapott eredmények esetén. A legkisebb termés a *Rumenka* fajtát jellemezte ( $1,94 \text{ t ha}^{-1}$ ), ezt követte a *Biserka* fajta ( $2,27 \text{ t ha}^{-1}$ ). A *Lovászpatonai* fajta esetén a termés  $2,11 \text{ t ha}^{-1}$  volt, a legnagyobb a *Maxi* köles fajta termése volt ( $4,09 \text{ t ha}^{-1}$ ). A fajták eltérő termőhelyen lévő termésének variancia analízise a 10. mellékletben látható.

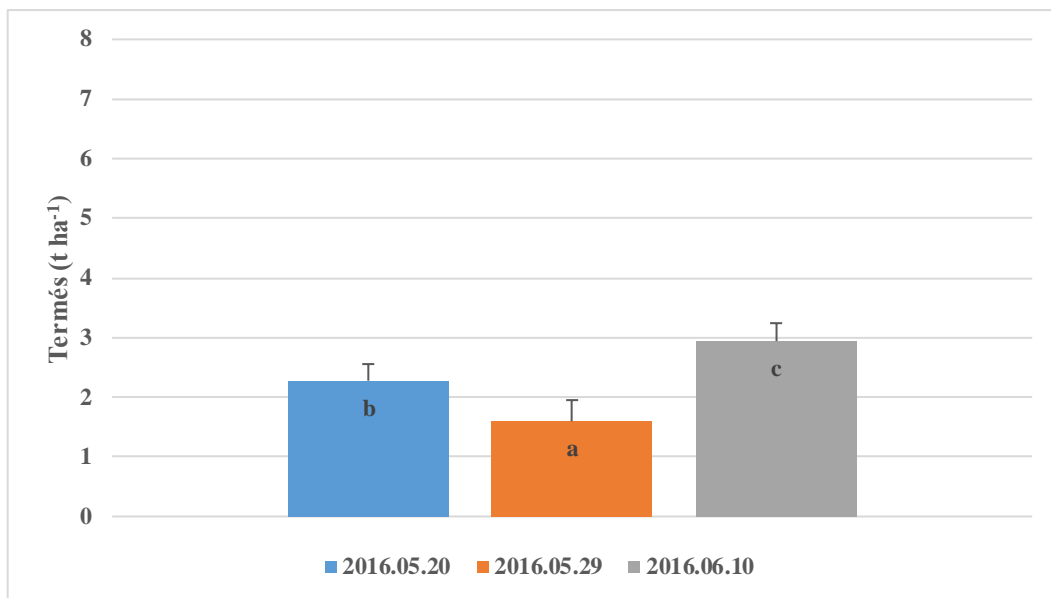


49. ábra A köles fajták termésének alakulása a kezelések átlagában eltérő termőhelyeken 2015-ben

\*a Tukey-teszt eredményei fajtánként külön értelmezendők

#### 4.5. 2016-os kísérleti év eredményei és azok értékelése

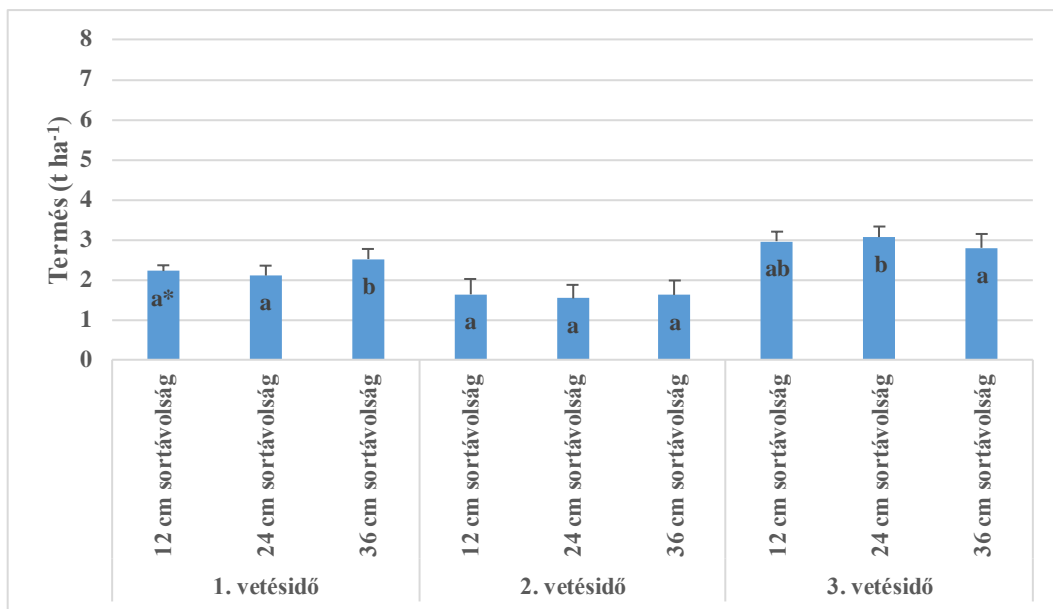
Ebben az évjáratban a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében állítottuk be a kísérletet az eddigiekben alkalmazott tápanyagellátási, vetésidő és sortávolság változók alkalmazásával. A kezelések, valamint a fajták átlagában a vetésidő szignifikáns hatást gyakorolt a köles termésére. A 2016. évben a vetésidő hatása szintén szignifikáns volt a *Rumenka* köles fajta esetén, ugyanakkor az eddigi tendenciáktól eltérően nem a legkorábbi, hanem a harmadik, 2016. 06.10-i vetésidőben vetett állományok termése volt a legnagyobb (a kezelések átlagában  $2,93 \text{ t ha}^{-1}$ ). A legkisebb termést a második, 2016.05.29-i vetésidőben vetett állományok esetén mértünk ( $1,59 \text{ t ha}^{-1}$ ), a legkorábbi vetésidőben  $2,22 \text{ t ha}^{-1}$  volt a termés a kezelések átlagában (50. ábra).



**50. ábra** A *Rumenka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016)

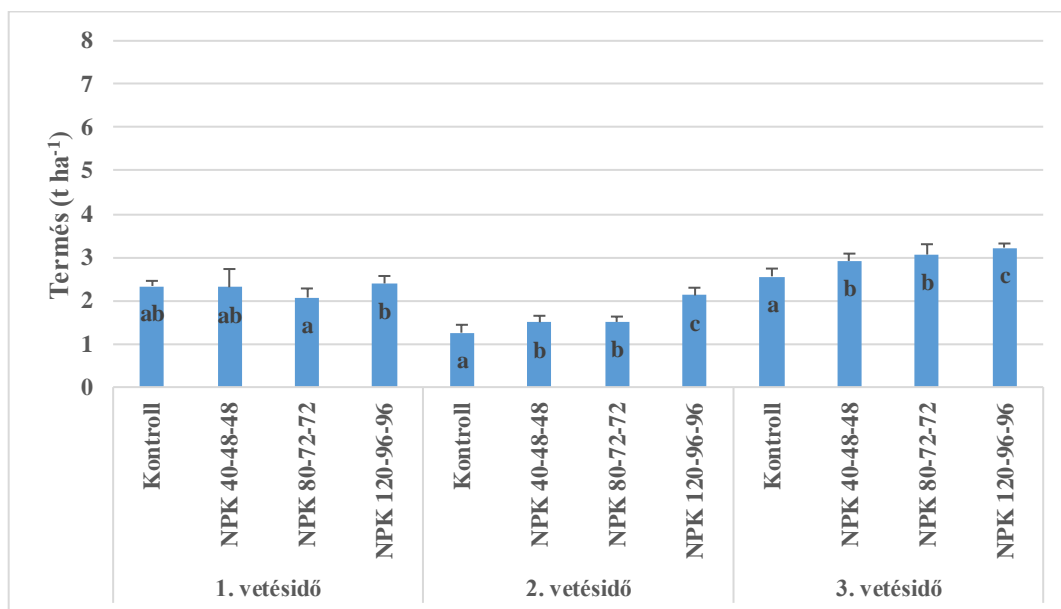
A vetésidőnkénti elemzés alapján a sortáv hatása szignifikánsnak bizonyult a legkorábbi, illetve legkésőbbi vetésidőben egyaránt (51. ábra), ugyanakkor a kezelések, valamint fajták esetében a sortáv hatása nem volt szignifikáns. A legkorábbi vetésidőben a legnagyobb sortávolság (36 cm) alkalmazása bizonyult a legeredményesebbnek (2,51 t ha<sup>-1</sup>), míg a legkésőbbi vetésidőben a 24 cm-es sortávolság termése (3,06 t ha<sup>-1</sup>) volt szignifikánsan magasabb a 36 cm-es alkalmazása esetén elért terméseredményhez képest (2,79 t ha<sup>-1</sup>).

A tápanyagellátási szintek közül a legnagyobb, NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> esetén szignifikánsan nagyobb termést (2,57 t ha<sup>-1</sup>) regisztráltunk a többi tápanyagszinthez képest. A vetésidőnkénti elemzés során mindhárom vetésidőben tudtunk szignifikáns eltérést kimutatni a Tukey-teszt segítségével. Minden vetésidőben a legnagyobb tápanyagszint termése statisztikailag igazoltan a legnagyobb volt (52. ábra). Az első vetésidőben az NPK 80-72-72 kg ha<sup>-1</sup> szinthez képest, a második, illetve a legkésőbbi vetésidőben minden tápanyagszinthez képest statisztikailag igazoltan nagyobb termést értünk el a legnagyobb (NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup>) tápanyagszint alkalmazásával, mindkét esetben a kontroll kezelés termése volt a legalacsonyabb. A kezelések szignifikancia viszonyait a *Rumenka* fajta esetén a 11. melléklet tartalmazza.



**51. ábra** A sortávolság hatása a *Rumenka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

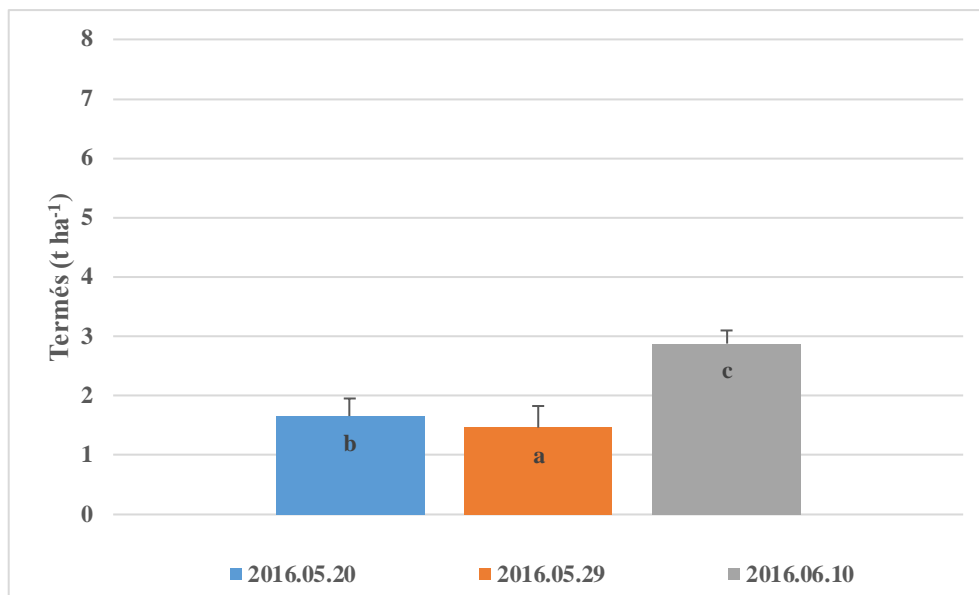
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek



**52. ábra** A tápanyagellátás hatása a *Rumenka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

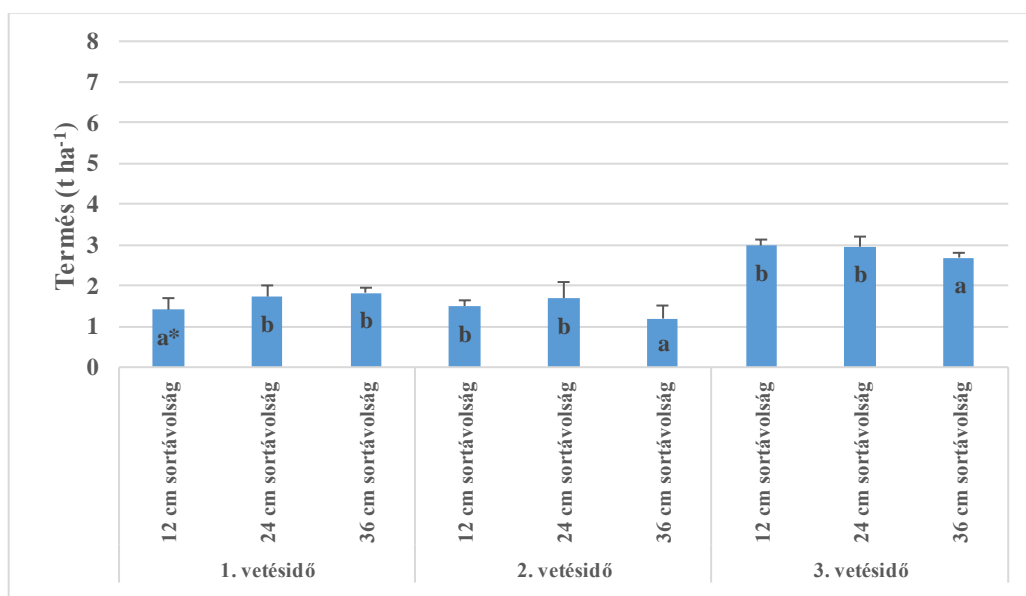
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Biserka* fajtánál is a vetésidő hatása bizonyult szignifikánsnak, a tápanyagellátás és a sortávolság hatása nem volt szignifikáns a kezelések átlagában. A vetésidő hatása hasonló volt, mint a *Rumenka* köles fajta esetén, legnagyobb termést (2,87 t ha<sup>-1</sup>) a harmadik vetésidőben mértünk. A legkisebb termés a 2. vetésidőben volt (1,46 t ha<sup>-1</sup>), a különbség szignifikáns, de kisebb mértékű volt a legkorábbi vetésidő terméséhez képest (1,65 t ha<sup>-1</sup>), mint a *Rumenka* fajtánál (53. ábra).



**53. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelése átlagában (Nyíregyháza, 2016)

A legkorábbi vetésidőben a nagyobb sortávolságok alkalmazása szignifikánsan nagyobb termést eredményezett a 12 cm-es sortávolsághoz képest. Ezzel ellentétben a második és harmadik vetésidőben a legkisebb termés (1,19 t ha<sup>-1</sup>) egyaránt a legnagyobb sortávolságnál volt, míg a 12, illetve 24 cm-es sortávolságok alkalmazása nem eredményezett statisztikailag igazolt változást a termés tekintetében (54. ábra).

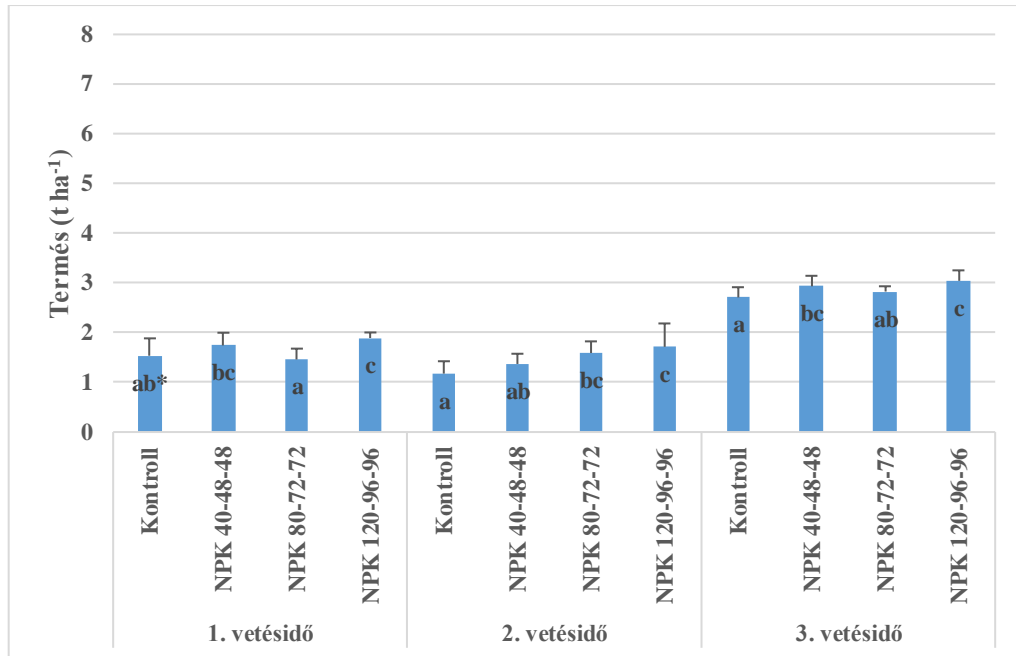


**54. ábra** A sortávolság hatása a *Biserka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A tápanyagellátás konzekvens hatást mutatott a termés tekintetében minden vetésidőben (55. ábra). A legnagyobb tápanyagszint alkalmazásakor (NPK 120-96-96 kg

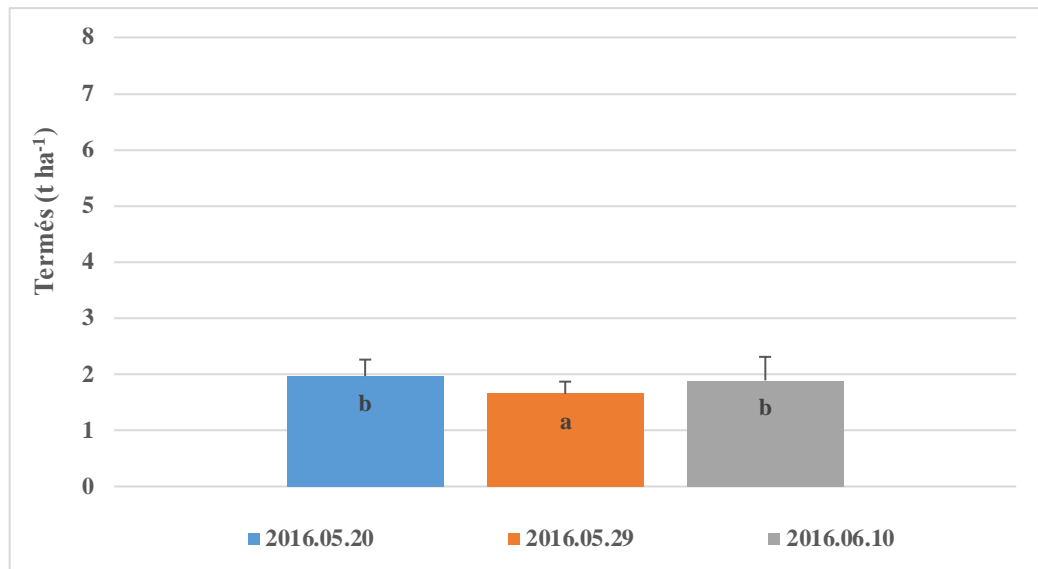
ha<sup>-1</sup>) szignifikánsan nagyobb termést tapasztaltunk az összes többi tápanyagszinten mért terméshez képest (1. vetésidőben 1,89 t ha<sup>-1</sup>, a második vetésidőben 1,71 t ha<sup>-1</sup>, a legkésőbbi vetésidőben 3,04 t ha<sup>-1</sup>). A kezelések szignifikancia viszonyait a 12. melléklet tartalmazza.



**55. ábra** A tápanyagellátás hatása a *Biserka* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

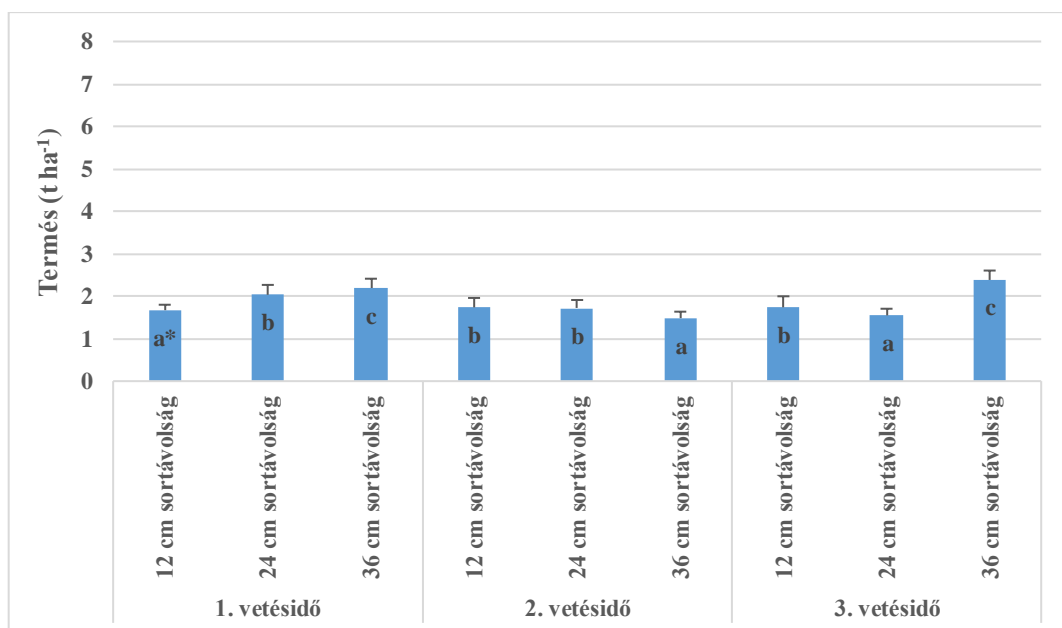
\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

A *Lovászpatonai* köles fajta termése az eddig vizsgált fajtákhoz képest eltérően alakult a különböző vetésidőkben (56. ábra). Legnagyobb termést a legkorábbi vetésidőben kaptunk a kezelések átlagában (1,96 t ha<sup>-1</sup>), de ez nem különbözött szignifikánsan a legkésőbbi vetésidőben kapott terméshez képest (1,88 t ha<sup>-1</sup>). Legalacsonyabb termést a 2. vetésidőben regisztráltunk (1,64 t ha<sup>-1</sup>), ami szignifikánsan kevesebb volt mindkét másik vetésidőben elért terméshez képest. A sortávolság, valamint tápanyagellátás hatása a kezelések átlagában nem bizonyult szignifikánsnak.



**56. ábra** A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016)

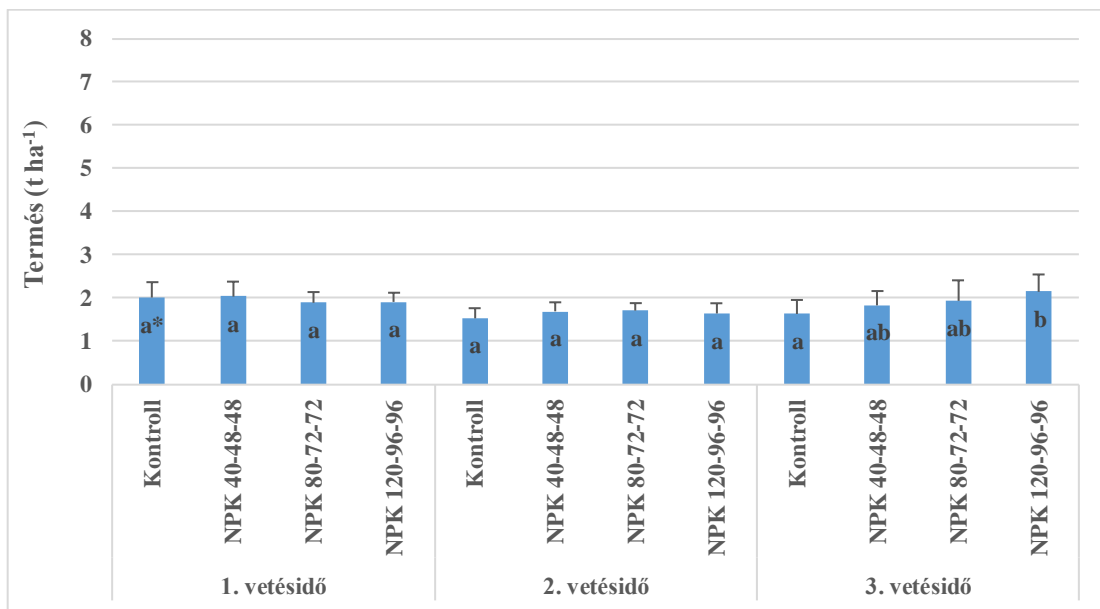
A sortávolság termésre gyakorolt hatása eltérő volt a különböző vetésidőkben (57. ábra). A legkorábbi, valamint legkésőbbi vetésidőben a legnagyobb termést a 36 cm-es sortávolság alkalmazása eredményezte (a legkorábbi vetésidőben 2,19 t ha<sup>-1</sup>, míg a legkésőbbi vetésidőben 2,38 t ha<sup>-1</sup>), ami szignifikánsan különbözött a kisebb sortávolságok termésre gyakorolt hatásától. Ugyanakkor a második vetésidőben a legnagyobb sortávolság alkalmazásakor mért termés volt a legkisebb (1,48 t ha<sup>-1</sup>) statisztikailag igazoltan a tápanyagellátási szintek átlagában.



**57. ábra** A sortávolság hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

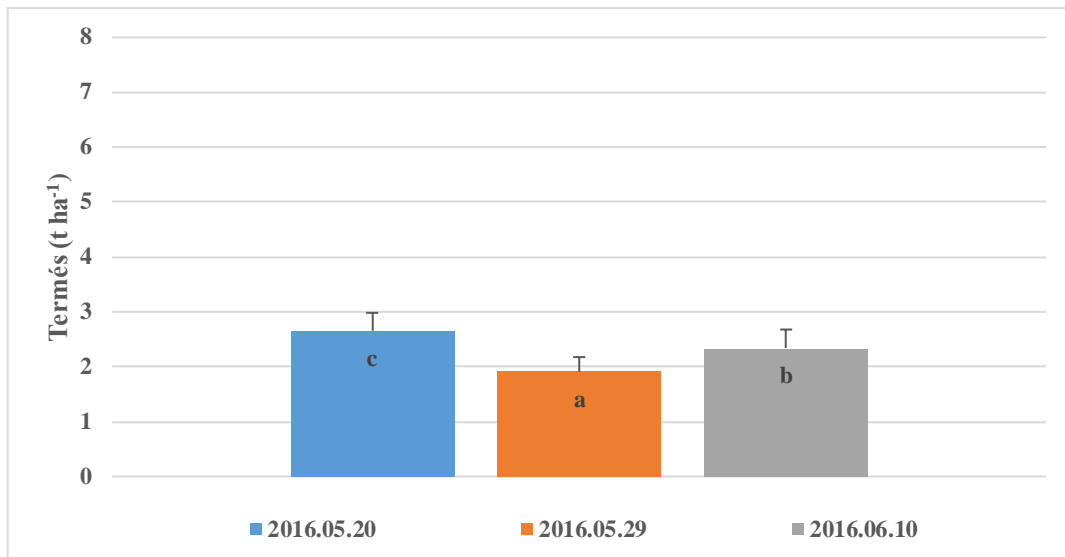
A tápanyagellátás hatása csak a legkésőbbi vetésidőben volt statisztikailag igazolt a sortávolságok átlagában (58. ábra). Az alkalmazott tápanyagellátási szintek közül a legnagyobb, NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> szinten mért termés volt a legnagyobb (2,14 t ha<sup>-1</sup>), ez azonban csak a kontroll terméshez képest volt szignifikáns, így a fajta esetében a tápanyagellátás hatása moderált volt ebben az évjáratban a sortávolságok átlagában. A kezelések szignifikanciaviszonyait a *Lovászpatonai* fajta esetén a 13. melléklet tartalmazza.



**58. ábra** A tápanyagellátás hatása a *Lovászpatonai* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

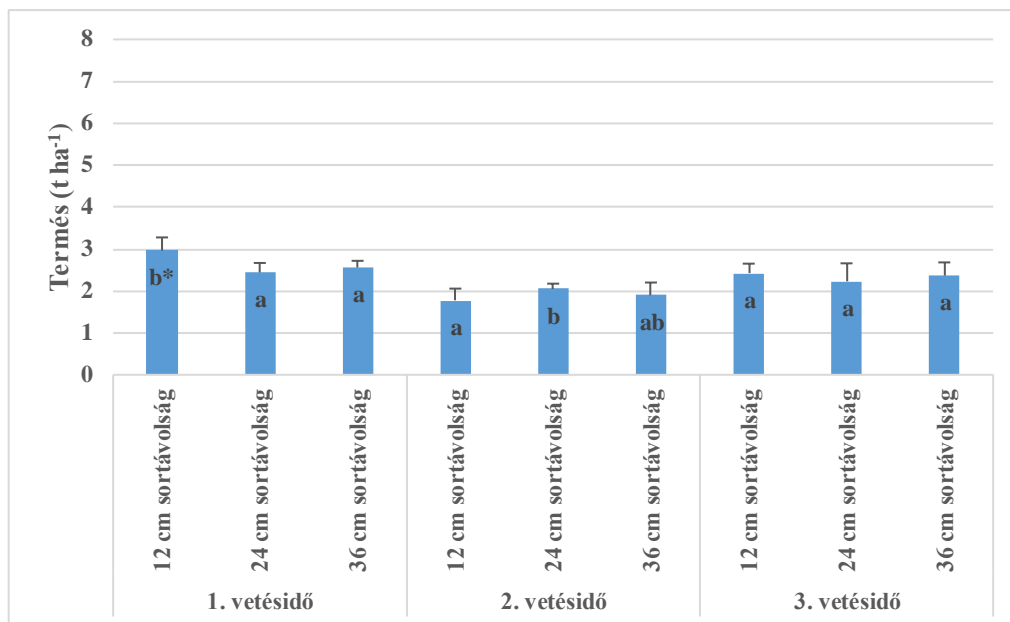
A *Maxi* köles fajtánál a *Lovászpatonai* fajtánál tapasztalt trendet figyelhetjük meg azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben minden vetésidő szignifikánsan elkülönülő csoportot képzett a kezelések átlagában (59. ábra). Legnagyobb termés a legkorábbi vetésidő alkalmazásakor volt (2,65 t ha<sup>-1</sup>), a második vetésidőben volt a legkisebb termés (1,90 t ha<sup>-1</sup>), míg a harmadik vetésidőben a fajta termése 2,39 t ha<sup>-1</sup> volt.



**59. ábra** A *Maxi* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezeléseik átlagában (Nyíregyháza, 2016)

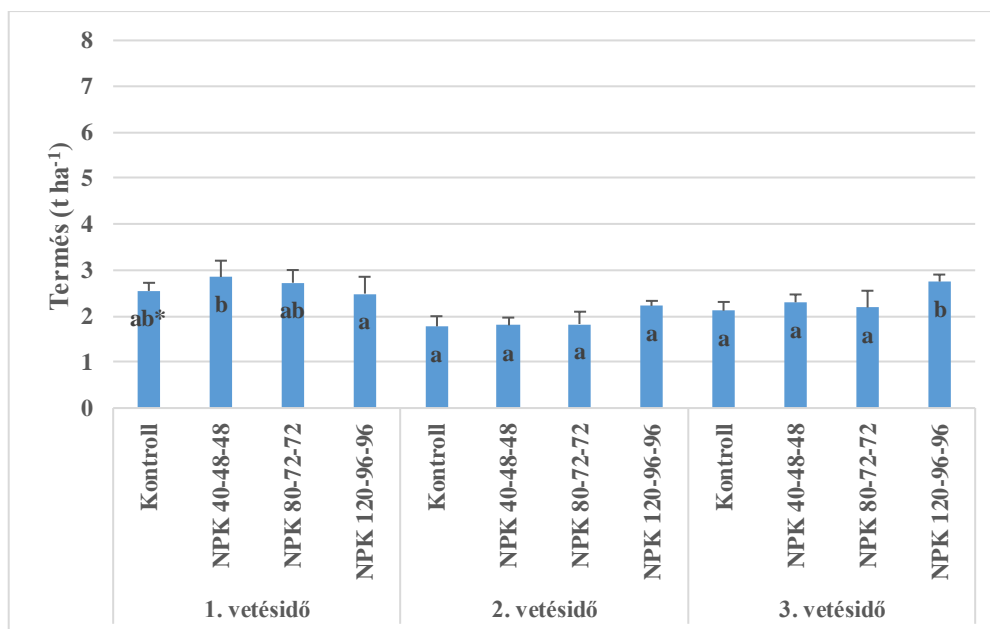
A sortávolság hatása a különböző vetésidőkben kevésbé volt konzekvens a *Maxi* fajta esetén, mivel egyértelmű, igazolt hatást csak az első két vetésidőben tapasztaltunk (60. ábra). A legkorábbi vetésidőben a 12 cm-es sortávolság alkalmazása eredményezte a statisztikailag igazolt legnagyobb termést (2,96 t ha<sup>-1</sup>) a másik két sortávolsághoz képest. A 2. vetésidőben a 24 cm-es sortávolság alkalmazása eredményezte a legnagyobb termést (2,04 t ha<sup>-1</sup>), ami csak a legkisebb, 12 cm-es sortávolság alkalmazása során elért terméshez képest volt szignifikáns.

A tápanyagellátás – hasonlóan a sortávolsághoz – kevésbé markáns hatást gyakorolt a *Maxi* köles fajta termésére homoktalajon ebben az évjáratban (61. ábra). Az 1. vetésidőben az NPK 40-48-48 kg ha<sup>-1</sup> tápanyagszinten volt a legnagyobb a köles termése (2,85 t ha<sup>-1</sup>), amely szignifikánsan különbözött a legnagyobb, NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> tápanyagszint termésétől. A 2. vetésidőben szignifikáns kezeléshatást nem tudtunk kimutatni, míg a megkésett vetésidőben a legnagyobb, NPK 120-96-96 kg ha<sup>-1</sup> tápanyagszinten mértük a legmagasabb termést (2,75 t ha<sup>-1</sup>), amely szignifikánsan különbözött a többi tápanyagszinten elért terméshez képest a sortávolságok átlagában. A kezelések szignifikanciaviszonyait a 14. melléklet tartalmazza.



**60. ábra** A sortávolság hatása a *Maxi* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

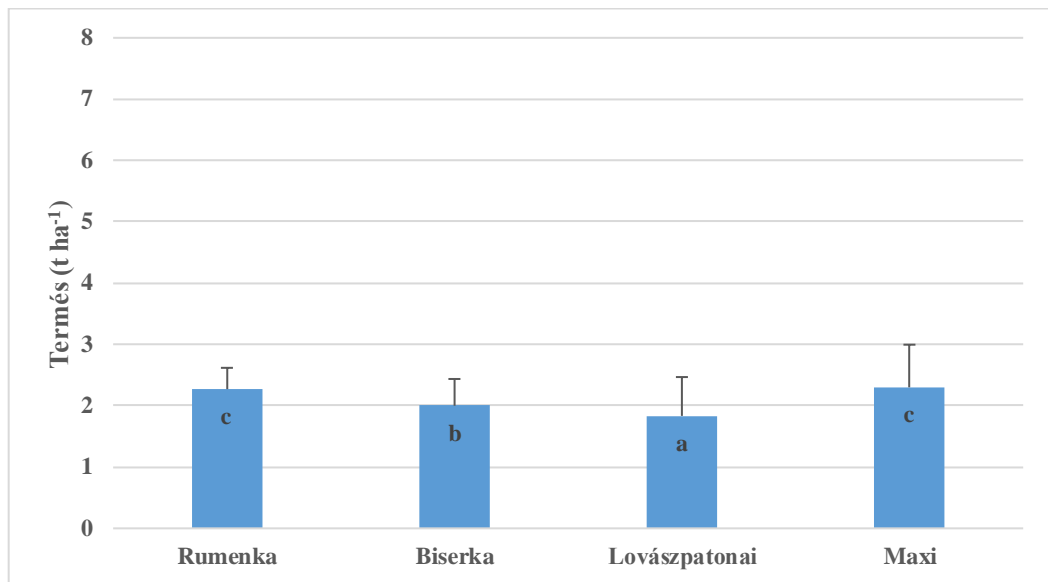


**61. ábra** A tápanyagellátás hatása a *Maxi* köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016)

\*a Tukey-teszt alapján képzett szignifikancia csoportok vetésidőnként külön szerepelnek

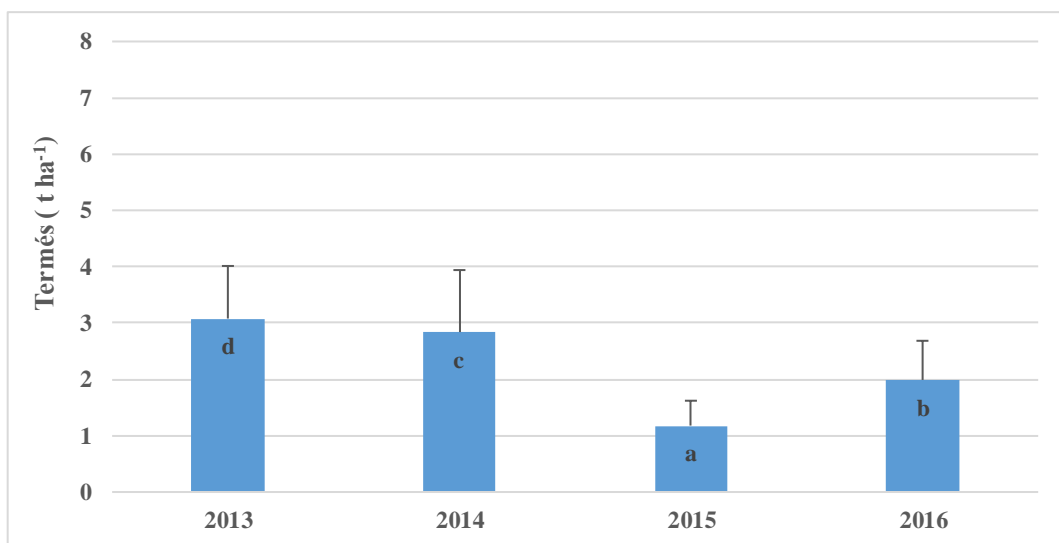
A 2016. évben a fajták között szignifikáns különbségeket tudtunk kimutatni a kezelések átlagában homoktalajon. Ebben az évben is – mint az előző két vizsgálati évben – a *Maxi* köles fajta termése volt a legnagyobb (2,30 t ha<sup>-1</sup>), ugyanakkor nem különbözött szignifikánsan a *Rumenka* köles fajta termésétől (2,27 t ha<sup>-1</sup>). Legkisebb

termést a *Lovászpatonai* fajtánál mértünk (1,83 t ha<sup>-1</sup>), a *Biserka* köles termése 1,99 t ha<sup>-1</sup> volt (62. ábra).



**62. ábra** A köles fajták termésének alakulása a vetésidő, műtrágya, illetve sortávolság kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016)

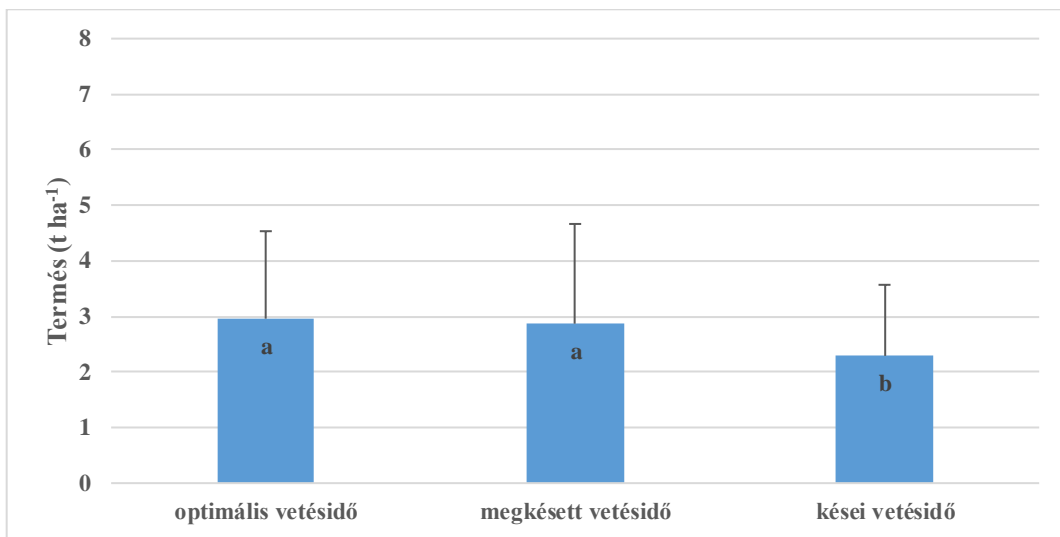
A vizsgált évjáratok között markáns, szignifikáns különbséget tapasztaltunk a *Biserka* köles fajtánál. Legkedvezőbb volt a 2013. év, ahol a kezelések átlagában 4,82 t ha<sup>-1</sup> termés volt. Legkedvezőtlenebbnek a 2015. év bizonyult, ahol a kezelések átlagában 1,18 t ha<sup>-1</sup> termést takarítottunk be. 2016-ban a termés 1,99 t ha<sup>-1</sup> volt, míg 2014-ben ez az érték 2,84 t ha<sup>-1</sup> volt (63. ábra).



**63. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása a kezelések (sortávolság, műtrágya, vetésidő) átlagában különböző évjáratokban (Nyíregyháza)

#### 4.6. A többéves vizsglatok eredményeinek összesített értékelése

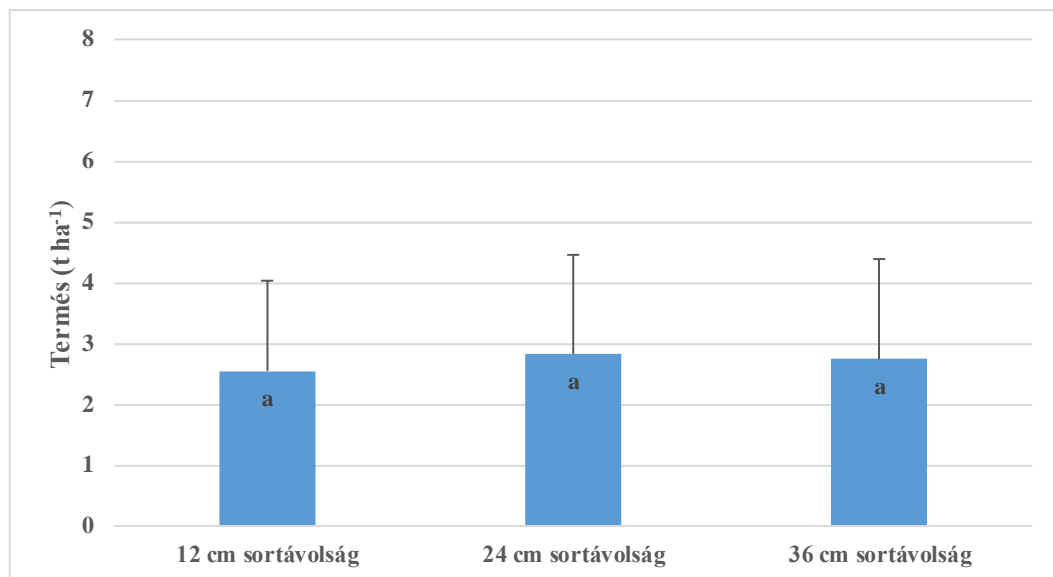
A négy év vizsgálati eredményei alapján statisztikailag igazoltan megállítottuk a kései vetésidő termés csökkentő hatását, ugyanakkor a két korábbi vetésidő termésre gyakorolt hatása nem volt szignifikáns (64. ábra). A kezelések átlagában a 4 év átlagában a legkorábbi vetésidő termése  $2,96 \text{ t ha}^{-1}$  volt, ez az érték a második vetésidőben  $2,87 \text{ t ha}^{-1}$  volt. A harmadik, megkésett vetésidőben a termés szignifikánsan kisebbnek bizonyult ( $2,29 \text{ t ha}^{-1}$ ).



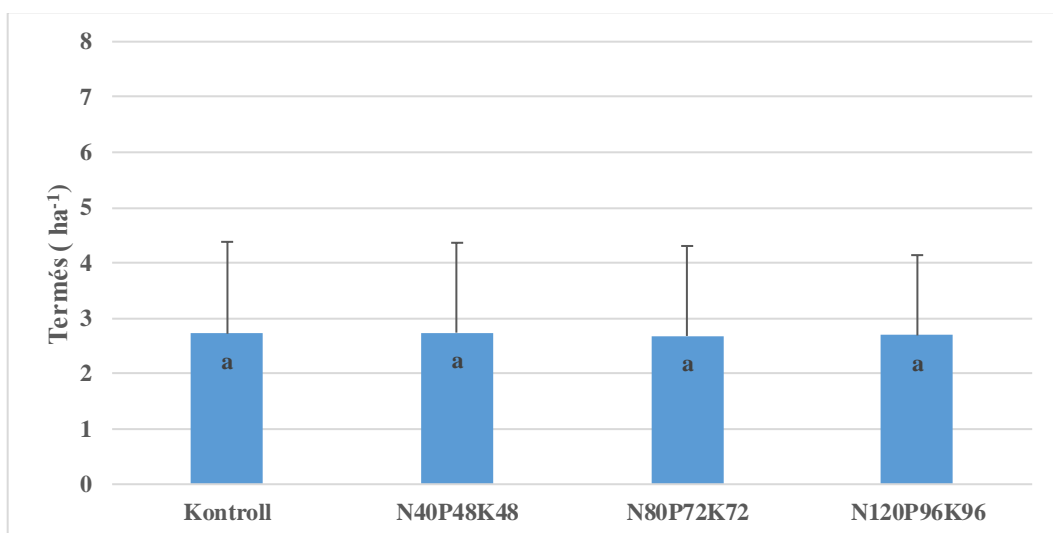
64. ábra A *Biserka* köles fajta termésének alakulása különböző vetésidők alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (sортávolság, műtrágya) átlagában (Nyíregyháza, 2013-2016)

A сортávolság változtatása nem eredményezett szignifikáns eltérést a *Biserka* fajta esetében (65. ábra). Legnagyobb termést a 24 cm-es сортávolság alkalmazásával érték el a kezelések átlagában ( $2,83 \text{ t ha}^{-1}$ ), a legkisebb termést a 12 cm-es сортávolság alkalmazása eredményezte ( $2,55 \text{ t ha}^{-1}$ ). A legnagyobb, 36 cm-es сортávolság alkalmazásával a termés  $2,74 \text{ t ha}^{-1}$  volt a kezelések, illetve az évek átlagában.

A tápanyagellátás változtatása hasonlóan a сортávolság változtatása esetén sem eredményezett szignifikáns eltérést a *Biserka* fajtánál (66. ábra). Legnagyobb termést az NPK 40-48-48 tápanyagellátás alkalmazásával érték el a kezelések átlagában ( $2,74 \text{ t ha}^{-1}$ ), a legkisebb termést az NPK 80-72-72 tápanyagellátás alkalmazása eredményezte ( $2,68 \text{ t ha}^{-1}$ ). A legnagyobb, NPK 120-96-96 alkalmazása esetén a termés  $2,69 \text{ t ha}^{-1}$  volt a kezelések, valamint az évek átlagában.

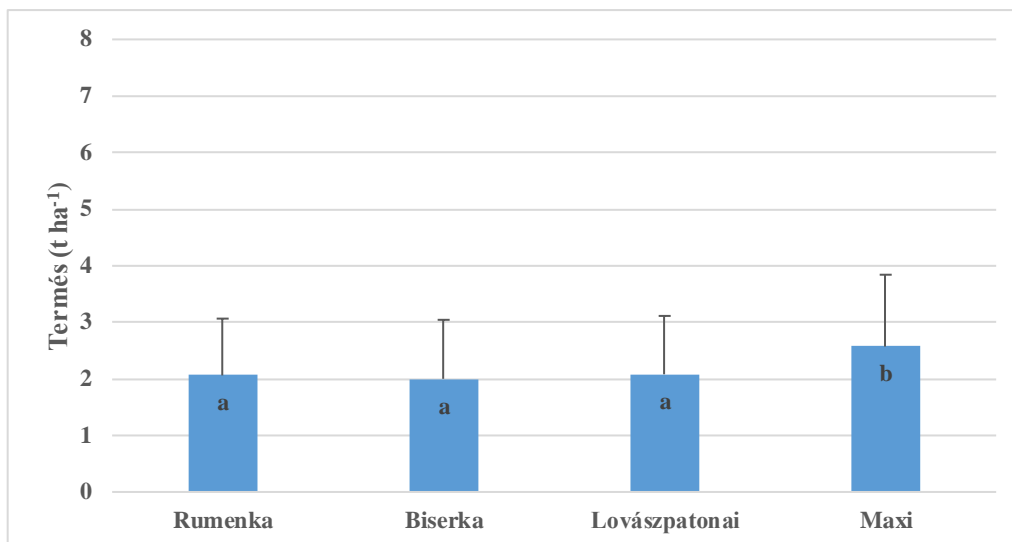


**65. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (vetésidő, műtrágya) átlagában (Nyíregyháza, 2013-2016)



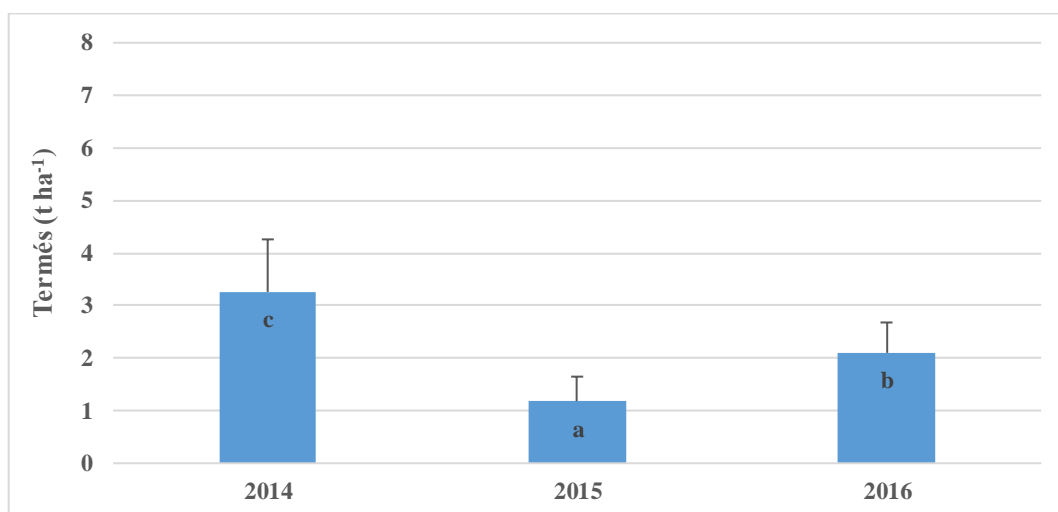
**66. ábra** A *Biserka* köles fajta termésének alakulása eltérő tápanyagellátási szinteken a vizsgált évek illetve a kezelések (vetésidő, sortávolság) átlagában (Nyíregyháza, 2013-2016)

A 2014-2016 között végzett vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált köles genotípusok közül a *Maxi* fajta termése volt szignifikánsan nagyobb ( $2,57 \text{ t ha}^{-1}$ ) a többi vizsgált fajtához viszonyítva (70. ábra) a kezelések és az évek átlagában. A *Rumenka* ( $2,06 \text{ t ha}^{-1}$ ), *Biserka* ( $2,00 \text{ t ha}^{-1}$ ), valamint a *Lovászpatonai* ( $2,08 \text{ t ha}^{-1}$ ) fajták termése hasonló volt, a közöttük lévő különbség nem volt szignifikáns a kezelések, illetve az évek átlagában.



**67. ábra** Köles genotípusok termésének alakulása a vizsgált évek, illetve a kezelések (vetésidő, műtrágya, sortávolság) átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016)

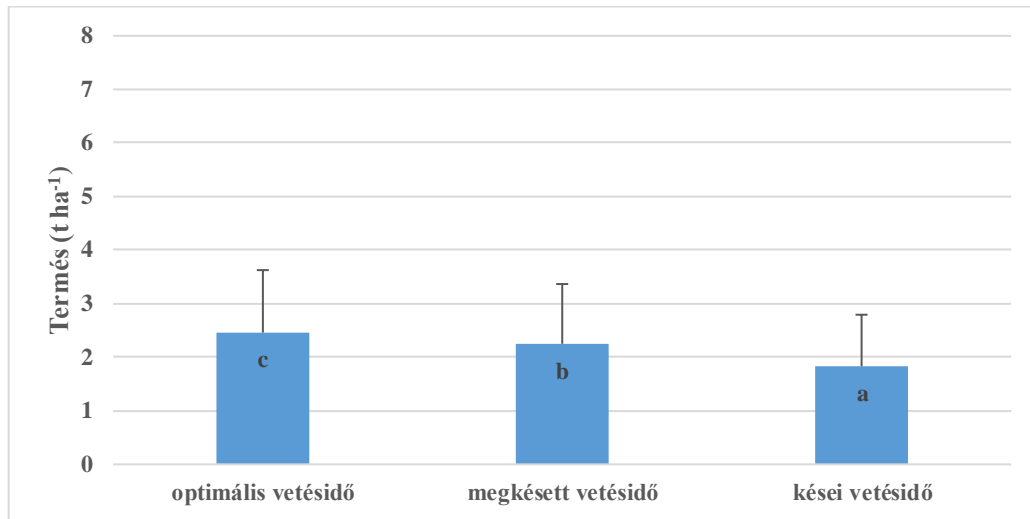
A vizsgált évjáratok hatása erőteljes volt a köles termése szempontjából (68. ábra). Legkedvezőbb évjárat a 2014. volt, ebben az évben a kezelések, valamint a fajták átlagában a köles termése 3,26 t ha<sup>-1</sup> volt. Legkisebb termést a 2015. évben mértünk (1,18 t ha<sup>-1</sup>), a 2016. év termése 2,10 t ha<sup>-1</sup> volt a kezelések, illetve fajták átlagában. Az évjáratok közötti különbség szignifikáns volt.



**68. ábra** A köles termésének alakulása eltérő évjáratokban a kezelések (vetésidő, műtrágya, sortávolság) és a fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016)

Hasonlóan a *Biserka* köles fajtavál végzett kísérletek eredményeihez, az évjárat mellett a vetésidő is egyértelmű, statisztikailag igazolt hatást gyakorolt a köles termésére a vizsgált fajták és évjáratok átlagában (69. ábra). Legnagyobb termést az első, optimálisnak tekintett vetésidő alkalmazásával kaptuk (2,46 t ha<sup>-1</sup>), ez szignifikánsan

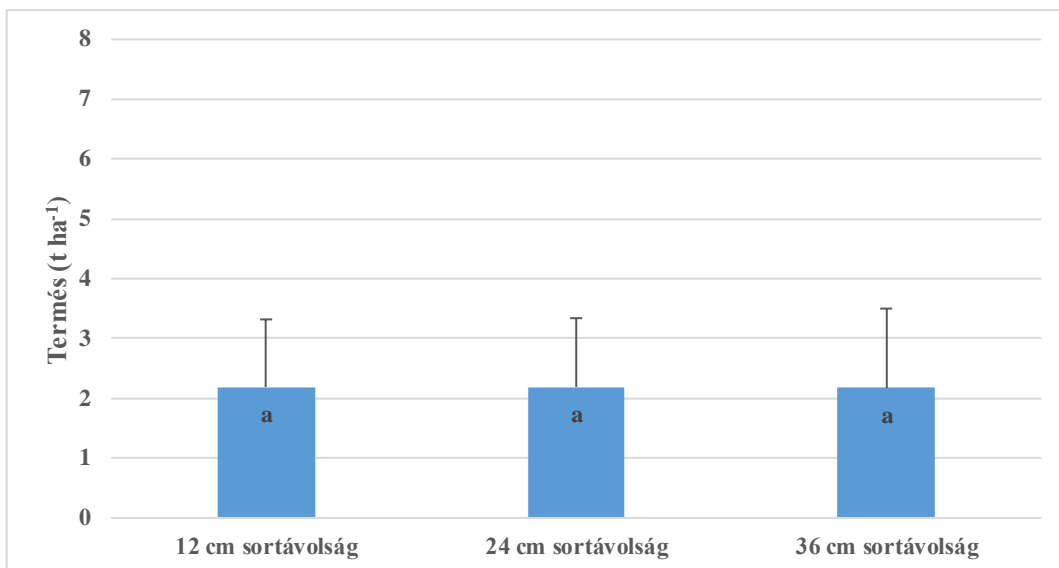
alacsonyabb volt a megkésett vetésidő alkalmazása esetén ( $2,25 \text{ t ha}^{-1}$ ), legkisebb termést a késői vetésidőben kaptuk ( $1,83 \text{ t ha}^{-1}$ ).



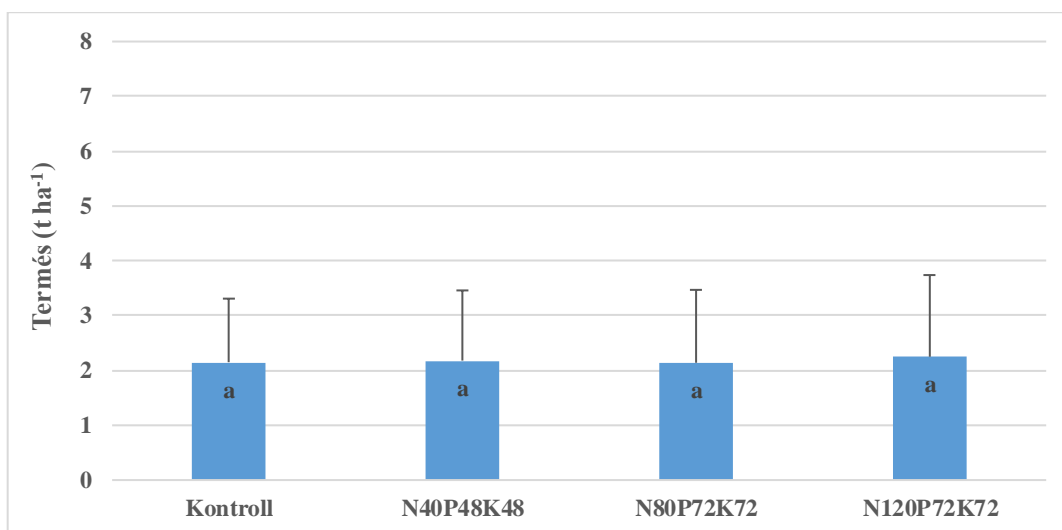
**69. ábra** A köles termésének alakulása eltérő vetésidők alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (műtrágya, sortávolság) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016)

A *Biserka* fajtával végzett 4 éves kísérlet eredményeihez hasonlóan a 3 éves, négy fajtával végzett kísérletsorozatban sem az eltérő sortávolság, sem az eltérő tápanyagellátás nem eredményezett statisztikailag igazolt eltéréseket a köles termésére. A sortávolság esetén (70. ábra) a termések nagyon szűk intervallumban mozogtak ( $2,17$ - $2,19 \text{ t ha}^{-1}$ ).

A tápanyagellátás hatása a hároméves, négy fajtával végzett vizsgálatokban sem bizonyult szignifikánsnak (71. ábra). A sortávolság hatásához hasonlóan az értékek ebben az esetben is szűk intervallumban mozogtak ( $2,14$ - $2,25 \text{ t ha}^{-1}$ ).



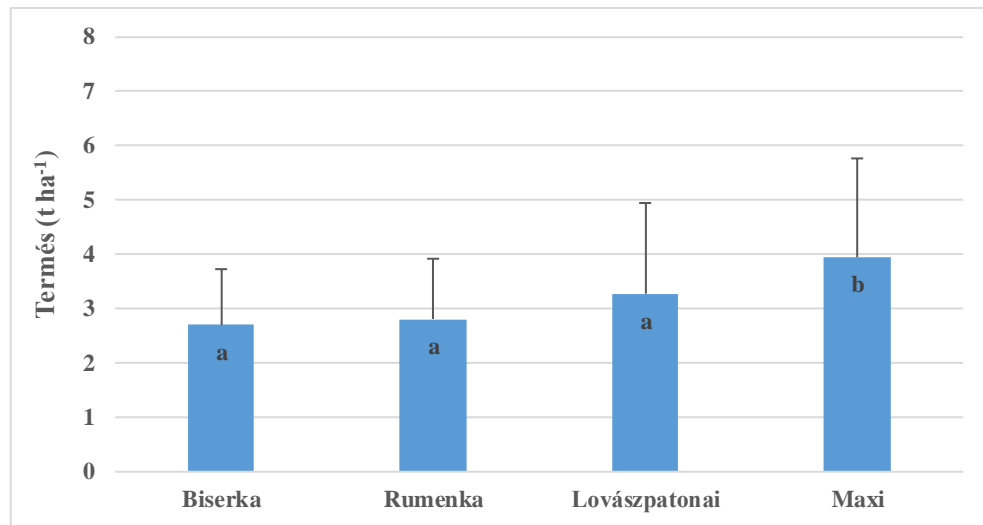
**70. ábra** A köles termésének alakulása eltérő sortávolságok alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (műtrágya, vetésidő) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016)



**71. ábra** A köles termésének alakulása eltérő tápanyagellátási szintek alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (sortávolság, vetésidő) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016)

A két eltérő ökológiai körzetben beállított kísérletben a termőhely, valamint az évjárat hatása szignifikánsnak bizonyult (15-16. mellékletek). A vizsgált termőhelyek közül a Nagykunságban beállított kísérlet főatlaga jelentős mértékben, szignifikánsan nagyobb volt (4,05 t ha<sup>-1</sup>) a nyírségi homoktalajon kapott terméshez képest (2,64 t ha<sup>-1</sup>). A vizsgált évjáratok közül (2014-2015) a termőhelyek átlagában a 2014. év nagyságrendekkel nagyobb terméssel jellemezhető (4,11 t ha<sup>-1</sup>) a 2015. évhez képest (1,71 t ha<sup>-1</sup>).

A *Maxi* köles fajta szignifikáns terméstöbblete (72. ábra) a két évben, két eltérő termőhelyen történő vizsgálatok átlagában is érvényre jutott ( $3,94 \text{ t ha}^{-1}$ ), a *Biserka*, *Rumenka*, illetve *Lovászpatonai* fajták esetén a terméskülönbség nem volt szignifikáns ( $2,70$ ,  $2,81$  illetve  $3,27 \text{ t ha}^{-1}$ ).



**72. ábra** Köles genotípusok termésének alakulása két évjárat termésének átlagában eltérő termőhelyeken

#### 4.7. Termést befolyásoló környezeti elemek hatásvizsgálata Pearson-féle korrelációvizsgálat alkalmazásával

Az időjárási tényezők hatásvizsgálatánál az előző, három év eredményei alapján végzett vizsgálatok – amely szerint sem a műtrágyázás, sem a változó sortávolság nem gyakorolt szignifikáns hatást a termés mennyiségének alakulására – a fajta, illetve vetésidő csoportokat vizsgáltuk a korrelációanalízis során. A termés mennyiségével korreláltattuk az időjárási paramétereket fajtánként, valamint vetésidőnként értékeltük. Az analízis során meghatároztuk a vetéstől eltelt időszak hőösszegét az alábbi képlet alapján:

Napi effektív hőösszeg ( $^{\circ}\text{C}$ ) =  $[(T_{\min} + T_{\max})/2] - T_{\text{hőküszöb}}$ , ahol

$T_{\min}$ : napi minimumhőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\max}$ : napi maximumhőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\text{hőküszöb}}$ : növekedési hőküszöbérték, ami a köles esetén  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (NARCICIO et al., 1992).

Az értékelés során a vetéstől számított 30 (HUDAS<sub>30</sub>), 30-60. nap (HUDAS<sub>60</sub>), 60-90. nap (HUDAS<sub>90</sub>), 90-120. nap (HUDAS<sub>120</sub>), illetve a teljes tenyészidőszak (HU<sub>total</sub>) effektív hőösszeg értékét határoztuk meg. A fejlődési szakasz első 30 napos periódusában

csak a *Rumenka* és *Maxi* köles fajtáknál tapasztaltunk erős, pozitív korrelációt a hőösszeggel, mindkét fajta esetén a legkorábbi vetésidő alkalmazásánál. A vetést követő 30-60. napos időszak hőösszege szoros korrelációt nem mutatott egyik fajta, illetve vetésidő termékével sem, ugyanakkor a vetést követő 61-90. napok hőösszege a *Rumenka*, *Lovászpatonai* és *Maxi* köles fajták esetén egyaránt a megkésett vetésidőben szoros, negatív korrelációt mutattak. A tenyészidőszak utolsó negyedének hőösszege (91-120. nap) minden esetben negatív korrelációt mutatott, a *Lovászpatonai* és a *Maxi* köles fajtáknál mindhárom vetésidőben, a *Rumenka* esetén az első két vetésidőben, míg a *Biserkánál* csak a 2. vetésidőben. A tenyészidőszak hőösszege kivétel nélkül negatív korrelációt mutatott a terméssel minden vizsgált fajta, illetve vetésidő esetén (11. táblázat). A táblázatban a továbbiakban is a 0,6-0,8 közötti korrelációs értékeket sárga színnel, a 0,8 feletti korrelációs értéket piros színnel jeleztem.

**11. táblázat:** A hőösszeg termésre gyakorolt hatásának vizsgálata Pearson-féle korreláció analízis alkalmazásával (Nyíregyháza, 2014-2016)

fajta	vetésidő	HUDAS <sub>30</sub>	HUDAS <sub>60</sub>	HUDAS <sub>90</sub>	HUDAS <sub>120</sub>	HU <sub>total</sub>
<i>Biserka</i>	1. vetésidő	,527**	-,686**	,545**	-,620**	-,571**
	2. vetésidő	-,301**	,167*	-,519**	-,842**	-,663**
	3. vetésidő	,535**	-,676**	-,665**	-,365**	-,588**
<i>Rumenka</i>	1. vetésidő	,844**	-,434**	,227**	-,898**	-,871**
	2. vetésidő	-,217**	,078	-,600**	-,886**	-,732**
	3. vetésidő	,471**	-,658**	-,847**	-,558**	-,778**
<i>Lovászpatonai</i>	1. vetésidő	,741**	-,551**	,364**	-,812**	-,776**
	2. vetésidő	-,375**	,238**	-,485**	-,848**	-,643**
	3. vetésidő	-,252**	,032	-,874**	-,905**	-,903**
<i>Maxi</i>	1. vetésidő	,801**	-,540**	,340**	-,870**	-,835**
	2. vetésidő	-,431**	,297**	-,436**	-,823**	-,602**
	3. vetésidő	-,146	-,085	-,937**	-,915**	-,951**

\*a korreláció 5 %-on szignifikáns

\*\*korreláció 1 %-on szignifikáns

A csapadék tekintetében hasonló metodika alapján határoztuk meg a vizsgált időszakokat, 30 napos intervallumok (PDAS) csapadékösszegeit korreláltattuk a terméseredményekkel vetésidőnként, valamint fajtánként a sortávolság, illetve műtrágya kezelések átlagában (12. táblázat). Az első 30 napos intervallum csapadékmennyisége gyenge, negatív irányú korrelációt mutat az első két vetésidőben, míg a harmadik,

legkésőbbi vetésidőben a korreláció iránya pozitív, a *Lovászpatonai* és a *Maxi* fajták esetén kifejezetten magas korrelációs értéket tapasztaltunk (0,839, illetve 0,817). A csapadék mennyisége elsősorban a tenyészidő 31-90. napjai között volt domináns, kivétel nélkül pozitív korrelációt tapasztaltunk a *Biserka* és a *Rumenka* fajták legkésőbbi vetésidőjétől eltekintve. A 91-120. nap csapadékösszege is konzekvens hatást gyakorolt. Minden fajta esetén a legkorábbi vetésidőben tapasztaltunk kifejezetten erős, pozitív korrelációt (0,863-0,936). A tenyészidőszakban hullott teljes csapadék mennyiségénél is hasonló tendencia volt megfigyelhető, a *Biserka* fajta kivételével a legkorábbi vetésidőben tapasztaltunk erős pozitív korrelációt a terméssel, míg a *Lovászpatonai*, illetve *Maxi* köles fajták esetén a legkésőbbi vetésidőben is erős pozitív korrelációt tapasztaltunk (0,914-0,934).

**12. táblázat:** A tenyészidőszak csapadékmennyiségének termésre gyakorolt hatásának vizsgálata Pearson-féle korreláció analízis alkalmazásával (Nyíregyháza, 2014-2016)

fajta	vetésidő	PDAS <sub>30</sub>	PDAS <sub>60</sub>	PDAS <sub>90</sub>	PDAS <sub>120</sub>	PDAS <sub>total</sub>
<i>Biserka</i>	1. vetésidő	-,529**	,722**	,854**	,863**	,620**
	2. vetésidő	-,230**	,883**	,848**	,552**	,706**
	3. vetésidő	,158	,432**	,385**	-,068	,425**
<i>Rumenka</i>	1. vetésidő	-,206*	,940**	,913**	,886**	,898**
	2. vetésidő	-,143	,917**	,891**	,484**	,771**
	3. vetésidő	,340**	,627**	,579**	-,242**	,620**
<i>Lovászpatonai</i>	1. vetésidő	-,345**	,880**	,918**	,905**	,812**
	2. vetésidő	-,303**	,899**	,855**	,627**	,691**
	3. vetésidő	,839**	,915**	,909**	-,794**	,914**
<i>Maxi</i>	1. vetésidő	-,319**	,934**	,954**	,936**	,870**
	2. vetésidő	-,360**	,882**	,831**	,674**	,653**
	3. vetésidő	,817**	,936**	,922**	-,760**	,934**

\*a korreláció 5 %-on szignifikáns

\*\*korreláció 1 %-on szignifikáns

A csapadékhatékonyság mutatója az 1 mm csapadékra jutó termés mennyisége, melynek alakulását vetésidőnként a 13. táblázat mutatja a vizsgált években vetésidőnként. A számítás során a tenyészidőszak első 120 napján hullott csapadék mennyiségét vettük alapul. A csapadékhatékonyság értéke legkisebb a legkésőbbi vetésidőben volt a 2016. év kivételével. A vizsgált évjáratok közül legszűkebb intervallumot 2016. évben kaptuk (6,62-14,31 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), legnagyobb szórást a legszárazabb, 2015. évben kaptuk (4,40-18,52 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). A vizsgált fajták közül a a

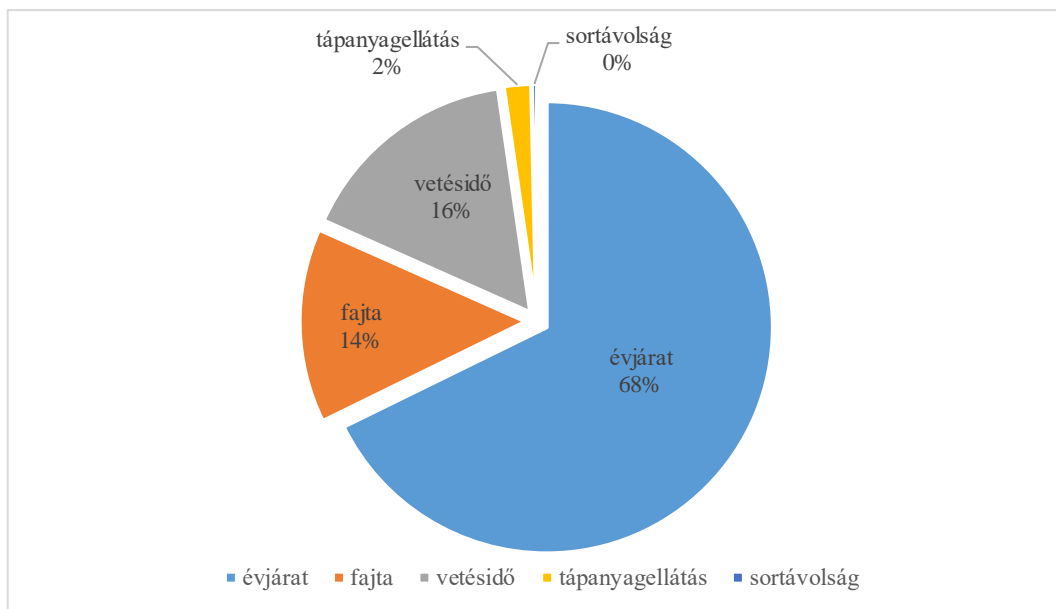
*Rumenka* köles esetén 4,40-14,31 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> szélső értékeket tapasztaltunk, a *Biserka* és *Lovászpatonai* fajták esetén is hasonló értékeket kaptunk (5,67-17,11, illetve 5,14-15,45 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), a *Maxi* köles esetén tapasztaltuk a legkedvezőbb értékeket (5,74-19,51 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). Ez a tendencia az évek és a vetésidők átlagában is érvényesült. A táblázatban zölddel megjelölt értékek az adott vetésidőben a legmagasabb értékeket jelöli.

**13. táblázat:** A csapadék hatékonyságának (kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>) alakulása különböző genotípusok esetén eltérő évjáratokban és eltérő vetésidőkben (Nyíregyháza, 2014-2016)

		<i>Rumenka</i>	<i>Biserka</i>	<i>Lovászpatonai</i>	<i>Maxi</i>	Átlag
2014	1. vetésidő	12,98 <sup>b</sup>	12,97 <sup>b</sup>	14,43 <sup>c</sup>	16,04 <sup>c</sup>	14,11
	2. vetésidő	13,05 <sup>b</sup>	13,28 <sup>b</sup>	13,54 <sup>b</sup>	19,51 <sup>b</sup>	14,85
	3. vetésidő	7,67 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>	10,01 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>	7,50
2015	1. vetésidő	14,63 <sup>c</sup>	17,11 <sup>c</sup>	12,58 <sup>b</sup>	16,74 <sup>b</sup>	15,27
	2. vetésidő	10,75 <sup>b</sup>	11,74 <sup>b</sup>	15,45 <sup>c</sup>	18,52 <sup>c</sup>	14,12
	3. vetésidő	4,40 <sup>a</sup>	5,67 <sup>a</sup>	5,14 <sup>a</sup>	11,13 <sup>a</sup>	6,59
2016	1. vetésidő	10,45 <sup>b</sup>	7,60 <sup>b</sup>	9,02 <sup>b</sup>	12,18 <sup>b</sup>	9,81
	2. vetésidő	7,21 <sup>a</sup>	6,62 <sup>a</sup>	7,45 <sup>a</sup>	8,63 <sup>a</sup>	7,48
	3. vetésidő	14,31 <sup>c</sup>	14,01 <sup>c</sup>	9,20 <sup>b</sup>	11,39 <sup>b</sup>	12,23
Átlag		10,61	10,62	10,76	13,32	11,33

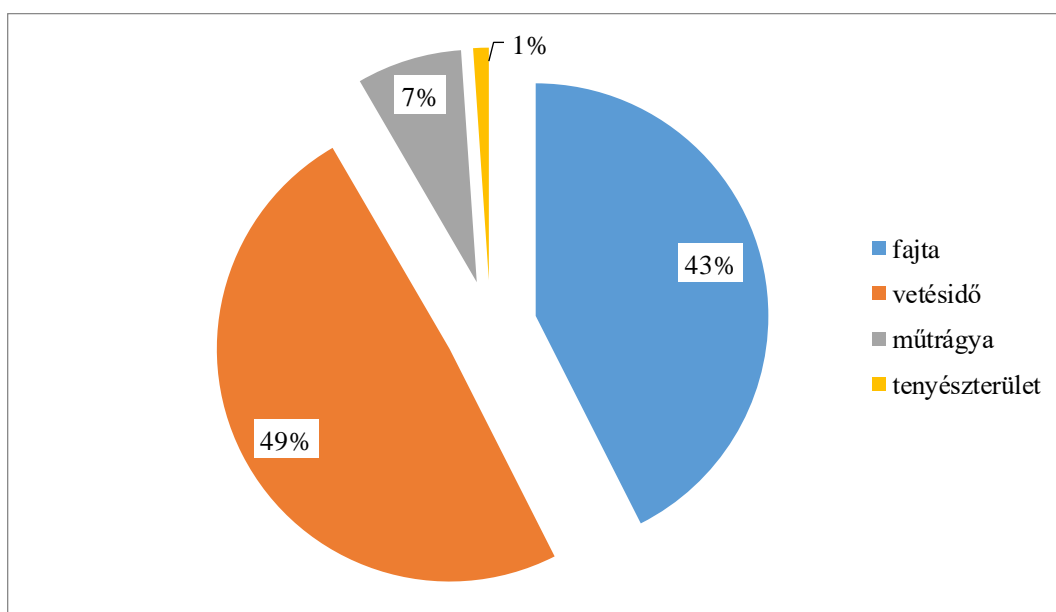
#### 4.8. A köles termését befolyásoló tényezők hatásának számszerűsítése a variancia komponensek felosztásával

A variancia komponensek felosztását a Nyíregyházán végzett kísérletek eredményei alapján végeztük el. Az analízisbe a 2014-2016 között vizsgált 4 fajta eredményeit vontuk be. A legnagyobb hatást az évjárat gyakorolta a köles termésére, ez a klímaváltozás kedvezőtlen hatását is jelzi, a vizsgált időszak időjárási körülményei dominánsak voltak. A vizsgált technológiai tényezők közül a vetésidő hatása bizonyult a legnagyobbknak (16 %), míg a fajta hatása 14 % volt. A tápanyaegellátás hatása 2 % volt, míg az alkalmazott sortávolság hatása elenyészőnek bizonyult (73. ábra).



**73. ábra** Az évjárat és a vizsgált termesztéstechnológiai elemek szerepe a köles termésének alakulásában (Nyíregyháza, 2014-2016)

Amennyiben csak a technológiai elemek hatását vizsgáljuk, a vetésidő és a fajtaválasztás szerepe volt domináns (74. ábra). A vetésidő 49 %-ban határozta meg a termés alakulását, ami némileg ellentmond a köles termesztési gyakorlatában kialakított képpel, miszerint plasztikus vetésidejű növény. A tápanyagellátás szerepe kismértékű volt (7 %), míg az alkalmazott sortávolság hatása ebben az esetben sem volt számottevő.



**74. ábra** Az évjárat és a vizsgált termesztéstechnológiai elemek szerepe a köles termésének alakulásában

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az éghajlatváltozás jelei az elmúlt évek meteorológiai mérési eredményeiben is visszatükröződnek. A hazai szántóföldi növénytermesztésben a növények számára rendelkezésre álló víz mennyisége a limitáló tényező, ami nem elsősorban a csapadék mennyiségének radikális változásának, hanem a levegő hőmérsékletének, illetve az evapotranszpiráció mértékének növekedésének köszönhető. Az elmúlt évtizedekben a téli és nyári félévek átlaghőmérséklete jelentős mértékben nőtt, a vizsgált években az éves átlag 1,24-2,33 °C-al volt magasabb az 1931-1990 évek átlagához képest, a nyári félév esetében a szélső értékek 0,81-1,68 °C között változtak, amely jelentős mértékű emelkedés (14. táblázat). Az emelkedés drasztikus volt a téli félévben, a növekedés mértéke 1,74-3,48 °C volt. Ennek következtében a melegigényes, C<sub>4</sub>-es növények – mint a köles – terméshozásának jelentősége növekedni fog. Ez a megállapítás azonos PEPÓ (2022), JOLÁNKAI és BIRKÁS (2010) és MAITRA et al. (2022) által közölt publikációkban szereplő megállapításokkal.

**14. táblázat:** Különböző időszakok átlaghőmérsékleteinek alakulása (Nyíregyháza)

Időszak	Éves átlag (°C)	Eltérés 1931-1990 átlagtól (°C)	Téli félév átlaghőmérséklete (°C)	Eltérés az 1931-1990 átlagtól (°C)	Nyári félév átlaghőmérséklete (°C)	Eltérés az 1931-1990 átlagtól (°C)
1931-1950	10,00	0,23	2,42	0,00	17,67	0,57
1951-1970	9,80	0,03	2,34	-0,08	17,19	0,09
1971-1990	9,50	-0,13	2,60	0,18	16,46	-0,64
1991-2010	10,30	0,53	3,10	0,68	17,56	0,46
2011-2023	11,50	1,73	4,48	2,06	18,44	1,34
2013	11,00	1,24	4,16	1,74	17,91	0,81
2014	12,09	2,33	5,90	3,48	18,28	1,18
2015	11,80	2,03	4,83	2,41	18,78	1,68
2016	11,27	1,53	4,20	1,78	18,34	1,24

A csapadék mennyiségének változása is hasonló tendenciát mutat, ugyanakkor a változás féléves vagy éves alakulása kisebb mértékben változik (15. táblázat),

ugyanakkor a tenyészidőszakon belüli eloszlás hektikus képet mutat. Hasonló megállapítást tett PEPÓ (2022), JOLÁNKAI és BIRKÁS (2010) az általuk elemzett időszakok adatai alapján. A vizsgált évjáratok közül három évjáratban is az átlagtól jelentősen kevesebb csapadék hullott a nyári félévben, a csökkenés mértéke 2013-ban 92,93 mm, 2015-ben 155,73 mm, míg 2016-ban 56,43 mm volt.

**15. táblázat:** Különböző időszakok csapadékmennyiségeinek alakulása (Nyíregyháza)

Időszak	Éves átlag (mm)	Eltérés 1931-1990 átlagtól (mm)	Téli félév csapadéka (mm)	Eltérés 1931-1990 átlagtól (mm)	Nyári félév csapadéka (mm)	Eltérés 1931-1990 átlagtól (mm)
1931-1950	586	30,89	236,4	21,37	349,6	9,47
1951-1970	577,1	21,99	230,1	15,07	347,0	6,87
1971-1990	502,3	-52,81	178,5	-36,44	323,8	-16,3288
1991-2010	594,7	39,59	231,4	16,42	363,3	23,18452
2011-2023	543,5	-11,61	239,8	24,79	303,8	-36,36
2013	486	-69,11	238,4	19,82	247,2	-92,93
2014	539,4	-15,71	192,2	-22,78	347,2	7,07
2015	410,8	-144,31	226,4	11,42	184,4	-155,73
2016	622,6	67,49	338,9	123,92	283,7	-56,43

A klímaváltozás hatása, valamint mértéke azonban már jelentős hatást gyakorol a korábban szárazságtűrő fajok termesztésére is. A köles a hagyományos termesztési kultúrában hazánkban a másodvetésben eredményesen termesztendő kultúrák közé tartozott. Ez a jelenlegi körülmények között sem változott, ugyanakkor a termésbiztonság negatív irányú változása e növényfaj esetén is egyre nagyobb mértékű, a biztonságos termesztés egyre inkább a fővetésű stratégia felé tereli a növény termesztését. Ugyanakkor másod- vagy késői vetésű alternatívaként – figyelembe véve a klímaváltozási tendenciákat – csak a köles, cirok, illetve pohánka lehet meghatározó hazánkban.

A köles termesztéstechnológiája viszonylag egyszerű, azonban a növény szerepe hazánkban nem indokolta jelentősebb számú termesztéstechnológiai kutatás indítását. A termesztéstechnológiai kutatások során meghatározó a fajta, termőhely és a

tápanyagellátás, valamint a vetésidő szerepének meghatározása, ez hasonló más növényfajok esetén is, csakúgy, mint SÁRVÁRI (2011) véleménye szerint. A kísérletben szereplő fajták megválasztása során limitáló tényező volt a hazánkban rendelkezésre álló fajták száma, illetve fontos szempont volt a hazai agroökológiai viszonyok között nemesített fajták vizsgálata. Ezzel némileg ellentmondanak UDDIN et al. (2021) vizsgálatainak alapján levont következtetések, miszerint a földrajzi eredet és az örökletes tulajdonságok között nincs összefüggés, ezért a növénynemesítőknek fel kell mérnie a nemesítési alapanyag genetikai sokféleségét, és nem szabad pusztán földrajzi származásuktól függenie.

Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mérés egyszerű, non-destruktív módszer, amellyel a növény állapota egyszerűen felmérhető. Vizsgálatainkban két évjáratban, minden parcellán 3, illetve 4 alkalommal végeztük el a méréseket. A fajták között kismértékű különbséget találtunk, legkedvezőbb értékeket a *Lovászpatonai* fajta esetén mértünk, amelynek oka elsősorban a fajta habitusából adódik (nagyobb növénymagasság, nagyobb levélszám, megdőlésre való hajlam). A vizsgált termesztéstechnológiai elemek közül a vetésidő hatása fajtaspecifikusságot mutatott, amely elsősorban az eltérő érésidők következménye. A *Rumenka* és a *Biserka* fajták esetén a virágzást követő időszakban volt a késői vetésidőben kedvezőbb az NDVI érték, míg a *Lovászpatonai* és a *Maxi* fajták esetén a kedvező évjáratban a későbbi mérések mindegyikében kedvezőnek bizonyult a késői vetésidő hatása, amely a levélszáradás ütemével hozható összefüggésbe. Ez a megállapítás megegyezik VENTURA et al. (2022) által közöltekkel.

A tápanyagellátás NDVI értékre gyakorolt hatása nagymértékű évjárathatást mutatott, a genotípus hatást nem tapasztaltunk, minden vizsgált fajta hasonlóan reagált. A szárazabb évjáratban a reakció kevésbé volt szignifikáns, de a legalacsonyabb értéket a legnagyobb tápanyagszinten tapasztaltuk, a kedvezőbb évjáratban a tápanyagszint növelésével az NDVI értékek nőttek. A sortávolság hatása nem bizonyult egyértelműnek a mutató tekintetében.

Az NDVI értéket gyakran használják a termés előrejelzésére alkalmas eszközként. Az NDVI értékek, illetve a termés között végzett korrelációs vizsgálatok a köles esetében némileg ellentmondásosnak bizonyultak eredményeink alapján. A száraz, 2015. évben az NDVI értékek, valamint a termés között egyetlen vetésidőben, illetve fajta esetén sem találtunk konzekvens összefüggést sem az összefüggés iránya, sem annak erőssége tekintetében (17-18. melléklet). A kedvezőnek minősíthető 2016. évben az 1. vetésidőben

is hasonló megállapítást tehetünk mind a korreláció erőssége, mind iránya tekintetében. Ugyanakkor a későbbi vetésidőkben a korreláció iránya kizárólag pozitív volt, a második vetésidőben az augusztusi mérések eredményei közepes pozitív korrelációt mutattak a szemterméssel ( $r = 0,630 - 0,657$ ) a *Lovászpatonai* fajta esetében. A késői, harmadik vetésidőben a *Rumenka*, *Biserka*, illetve *Lovászpatonai* fajták esetén is tapasztaltunk pozitív korrelációt. A *Rumenkánál* mind a négy mérési időpontban pozitív közepes vagy erős korrelációt tapasztaltunk, a *Biserka* fajtánál csak az augusztus eleji mérés esetén volt közepes pozitív korreláció ( $r = 0,631$ ), míg a *Lovászpatonai* fajta esetén a július végi, illetve augusztus eleji mérések eredményei mutattak közepes pozitív korrelációt ( $r = 0,621$ , illetve  $0,703$ ). Ezek az eredmények csak részben támasztják alá GÉRARD és BUERKERT (2001) eredményeit, akik  $0,40-0,87$  közötti pozitív korrelációt találtak az NDVI érték, valamint a köles termése között. A RASMUSSEN (1997) által közölt  $0,72$  korrelációs együttható is magasabb volt a vizsgálatunkban tapasztalt értékekhez képest. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált évjáratok eredményei alapján az NDVI értékek csak nagyon korlátozottan használhatók a termés előrejelzésére a köles esetén.

Vizsgálatainkban az évjárat markáns hatást gyakorolt a köles termésére, minden vizsgált év hatása szignifikánsnak bizonyult. Ez az évjáratfüggés némileg ellentmond a köles rendkívül jó alkalmazkodó-képességének. Ezt támasztja alá WIMALASIRI et al. (2023b) eredményei, aki szerint a 1980-2009 bázisidőszakhoz viszonyított  $2\text{ °C}$  hőmérséklet emelkedés azonos vízellátottsági körülmények között a köles termésének növekedését fogja eredményezni, e fölött termésesökkenés várható.  $1\text{ °C}$  hőmérséklet emelkedés a csapadék mennyiségének csökkenésével a termést  $5-10\%$ -al csökkentheti. Ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy a vizsgált időszakban három évjáratban a nyári félév csapadéka jelentős mértékben csökkent, miközben a hőmérséklet emelkedése is nagymértékű volt. E két tényező kombinációja a köles számára is kedvezőtlen körülményeket eredményezett, amely jelentős évjárat hatásban manifesztálódott. A négy fajttal három éven át végzett kísérletek eredménye alapján legkedvezőbbnek bizonyult a 2014. év, ami a legmelegebb volt a vizsgált évek közül, a téli félév hőmérséklete a legnagyobb volt, ugyanakkor a nyári félév csapadéka csak ebben az évben volt átlag közeli, ami a klimatikus tényezők rendelkezésre álló víz mennyiségének domináns hatását jelzi. Ez a megállapítás hasonló NIELSEN és VIGIL (2017) által 1995-2016 közötti adatok értékelése alapján közölt eredményekkel, ami a köles esetén a rendelkezésre álló víz mennyiségét nevezi meg limitáló faktorként a termés mennyisége

szempontjából. Ezt a megállapítást alátámasztják a Pearson-féle korreláció vizsgálatok eredményei is vizsgálatainkban. A tenyészidőszak 30-60., illetve 60-90. napja között hullott csapadék mennyisége döntően erős, de kizárólag pozitív korrelációt mutat a köles termésével fajtától és vetésidőtől függetlenül. Ugyanakkor az is figyelemre méltó, hogy a hőmérséklet, elsősorban a tenyészidőszak 90-120. napos periódusában erős, negatív korrelációt mutat a terméssel. Ezek az összefüggések arra engednek következtetni, hogy hazai körülményeink között a jó szárazságtűrő köles esetén is ki tudtuk mutatni a csapadékhiány, illetve magas hőmérséklet terméscsökkentő hatását a vizsgált időszak eredményei alapján. Ezt alátámasztja, hogy a négy évben, négy fajtaival, két helyen, 4 tápanyagellátási szinten, 3 vetésidőben, 3 sortávolság alkalmazásakor kapott eredmények teljes korrelációjában legnagyobb hatással bíró faktor a tenyészidőszak 30-60. nap időszakában (+0,799), 60-90. napos időszakában (+0,760) hullott csapadék, valamint a tenyészidőszak csapadékmennyisége (+0,681) mutatott erős pozitív korrelációt. A tenyészidőszak csapadékának mennyiségét, a vetéskor rendelkezésre álló talajnedvességet, az augusztus 12-től 18-ig érkezett csapadékot, a júliusi és augusztusi hőségnapok számát (36 °C feletti maximum hőmérséklet), a napi átlagos szélsőértéket nevezte meg a hozamingadozás 88%-ában magyarázatként NIELSEN és VIGIL (2017), ami több paraméter tekintetében is hasonló az általunk kapott eredményekhez. Ugyanezen szerzőpáros határozott meg 32,57 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> vízhasznosítási értéket tenyésztedényben, ezzel ellentétben homoktalajon általunk meghatározott értékek csak 4,40-19,51 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> között változnak a vizsgált három évben. Ezek az értékek hasonlóak az ANDERSON (1994) által publikált adatokhoz, aki 9,2-11,4 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> WUE (Water Use Efficiency) határozott meg vetésidő kísérletében. Legkedvezőbb vízhasznosítási értékeket a június első hetében vetett köles állományok esetén mérte Colorado államban.

SHEGHATOLESLAMI et al. (2008) szintén nagymértékű aszályhatást regisztrált, az indukált szárazságstressz következtében a *Sarbiseh* fajta esetén a termés 1,97 t ha<sup>-1</sup>-ről 1,12 t ha<sup>-1</sup>-ra csökkent, ugyanez a *Birjand* fajta esetén 1,55 t ha<sup>-1</sup>-ről 0,92 t ha<sup>-1</sup>-ra csökkent.

A vizsgált fajták között a kezelések átlagában is szignifikáns különbséget találtunk a szemtermés vonatkozásában. A kísérletben a szélső értékek 0,21 – 5,95 t ha<sup>-1</sup> között alakultak, mely nagyfokú szórást jelent. A fajták esetében a termésmaximumok 4,43-5,97 t ha<sup>-1</sup> között változtak. Ez az érték a *Rumenka* esetén 4,43 t ha<sup>-1</sup>, a *Biserka* fajta esetén 4,85 t ha<sup>-1</sup>, a *Lovászpatonai* fajta esetén 5,97 t ha<sup>-1</sup>, míg a *Maxi* köles fajta esetén 5,95 t

ha<sup>-1</sup> volt, tehát a fajták között a termésmaximum tekintetében tapasztaltunk nagy különbséget. A kezelések átlagában a *Maxi* köles fajta termése szignifikánsan nagyobb termést mutatott a többi vizsgált fajtához képest. A fajta termésstabilitását jól jelzi, hogy a két termőhelyen történő tesztelés eredménye is egyértelmű volt mindkét termőhelyen, a többi vizsgált fajtához képest a terméstöbblet termőhelytől függetlenül manifesztálódott.

A termőhely hatása a vizsgált két évben erőteljes volt, a termőhelyek termésre gyakorolt hatása szignifikáns volt. A termőhelyek közötti különbség nagyságrendjét jól jelzi, hogy a réti talajon a fajták átlagában 4,05 t ha<sup>-1</sup> termést mértünk, ugyanezen fajták termése a homoktalajon 2,64 t ha<sup>-1</sup> volt. Ez a különbség – amit a korrelációanalízis is alátámasztott – elsősorban a talaj vízháztartási különbségeiből adódik a jobb vízkapacitású, illetve víztartó képességű réti talaj javára.

A vizsgált termesztéstechnológiai elemek közül a tápanyagellátás nem gyakorolt szignifikáns hatást egyik termőhelyen, valamint évjáratban sem. Ez az eredmény alátámasztja a köles alacsony inputszintjét. Ezzel ellentétben TURGUT et al. (2006) a nitrogén növekvő alkalmazása esetén növekvő szemtermést tapasztaltak, a legnagyobb termést a 150, illetve 225 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén műtrágya alkalmazása esetén mérték. Hazai körülmények között ugyanakkor CZINEGE és FUTÓ (2019) N 30, illetve 60 kg ha<sup>-1</sup> alkalmazása esetén tapasztaltak termésmaximumot. ZSEMBELI et al. (2022) 80 kg ha<sup>-1</sup>, TAN et al. (2016) és MURARO et al. (2016) egyaránt 90 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén műtrágya alkalmazását tartja indokoltnak a termés maximalizálása érdekében. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a vizsgált három év vízellátottsági viszonyai nem voltak optimálisak a köles szempontjából, így a műtrágya hasznosulás mértéke is korlátozott volt. A sortávolság változása sem befolyásolta érdemben a köles fajták termését is. A vizsgálat során célszerűnek láttuk a nagyobb sortáv tesztelését, amely a térállás módosításával kedvezőbb egyedi tenyészterületet biztosíthat. Figyelembe vettük JUNG et al. (2015, 2019) vizsgálati eredményeit, akik 60 és 50 cm-es sortávolság esetén tapasztaltak termésmaximumot. Vizsgálatainkban a sortáv növelése nem okozott szignifikáns termésváltozást, hasonlóan AGDAG et al. (2001) és POLTORECKIJ (2013) is a legkisebb, gabonasortávolságon tapasztalta a legnagyobb termést.

A vetésidő markáns hatást gyakorolt a termés alakulására a vizsgált évjáratokban, a vetésidő későbbre tolódása a termés csökkenését eredményezte. A vizsgált időszak a május második fele-június közepi időszakot foglalta magába, ami a késői, de nem másodvetésként történő termesztést jelentette. Ez a hatás elsősorban annak köszönhető,

hogy a köles vízérzékeny fenofázisai (szárbaindulás, bugahányás, szemtelítődés) a szárazabb periódusokra esnek, ezért következik be a jelentősebb mértékű termésnövekedés hazai termesztési körülményeink között. A termésnövekedés mértéke jelentős volt az évek átlagában, a fajták reakciója is egyöntetű volt a vetésidő későbbre tolódására. A termésnövekedés mértéke 26 % volt a legkorábbi vetésidőhöz képest, a kezelések, fajták, illetve évek átlagában. GAVIT et al. (2017) eredményei alapján hasonló szélességi körön a legkedvezőbb termést a 25. meteorológiai héten vetett állományok esetén kapta (június utolsó harmada) a szignifikánsan magasabb termést, ami a vetésidő későbbre tolódásával szignifikánsan csökkent. A vizsgálatainkhoz hasonló időszakban ANDERSON (1994) a vizsgált hat különböző vetésidő közül (május 18. – június 22.) a termés szempontjából legjobbnak június 8-i vetésidőt talált. Hazai viszonyaink között azonban a május végi vetésidő bizonyult legkedvezőbbnek a három – a *Biserka* fajta esetén négy – év vizsgálati eredményei alapján.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A klímaváltozás hatásaként fellépő felmelegedés, illetve csapadékhiány a köles termesztésének klasszikus értelmezését (késői vetés, belvizes területek vetése, másodvetés) módosítja, vizsgálataink alapján a vetésidő későbbre tolódása a köles fajták termését jelentős mértékben csökkentette a vizsgált években (május második dekádjában vetett állományok esetén  $2,46 \text{ t ha}^{-1}$ , május végi vetésidő esetén  $2,25 \text{ t ha}^{-1}$ , míg a július közepén történő vetés esetén  $1,83 \text{ t ha}^{-1}$ ).

2. Az NDVI értékek és a termés közötti pozitív összefüggést csak a kedvezőbb évjáratban és a későbbi vetésidőkben tudtuk igazolni a *Rumneka*, *Biserka*, valamint *Lovászpatonai* köles fajták esetén. Ezek alapján a termés NDVI értékekre alapozott előrejelzése a köles esetében nem javasolt.

3. Az évjárat által okozott termés változás mértéke a kölesnél a klímaváltozás következtében jelentős szélső értékeket eredményezett ( $0,11$ - $5,97 \text{ t ha}^{-1}$ ), így a kölesnél is újra kell értékelni az adaptív képességet a korábbiakban közölt hazai vizsgálati eredmények alapján.

4. A vizsgált fajták közül kiemelkedett a *Maxi* fajta, amelynek termése minden évjáratban, illetve a kezelések átlagában szignifikánsan meghaladta a másik három vizsgált fajta (*Rumenka*, *Biserka*, *Lovászpatonai*) termését mindkét vizsgált termőhelyen, így a fajta ökológiai plaszticitása a legnagyobb volt a vizsgált fajták közül.

5. Sem a tápanyagkezelések, sem a sortávolságok hatása a termésre nem bizonyult szignifikánsnak a köles esetén, így a technológiai inputokra adott reakciók mérsékeltek a faj esetén.

6. A Pearson-féle korrelációs vizsgálatok a tenyészidőszak hőmérséklete és a termés között negatív korrelációt mutatott minden vetésidő esetén ( $-0,365$  -  $-0,915$  r értékek). A legnagyobb termőképességű *Maxi* kölesnél a megkésített vetésidőben ezek az értékek jelentős negatív korrelációt mutattak ( $r = -0,915$  -  $-0,951$ ), amely a fajta magas terméspotenciálja mellett a késői vetés kockázatára hívja fel a figyelmet annak termesztése esetén.

7. A csapadékmennyiség termésre gyakorolt hatása egyértelmű volt minden fajta esetén. A tenyészidőszak 30-60. napos időszakának csapadékmennyisége ( $r = 0,432$  -  $0,940$ ), valamint a 60-90. napos időszak csapadékmennyisége ( $r = 0,385$  -  $0,954$ ) szoros

pozitív korrelációt mutatott a terméssel, a *Lovászpatonai* illetve *Maxi* köles fajtáknál mindhárom vetésidőben szoros pozitív korrelációt mutatott ( $r = 0,880 - 0,954$ ).

8. A vízfelhasználási hatékonyság jelentős genotípus függést mutatott, legnagyobb értékeket a *Maxi* köles esetén tapasztaltunk ( $5,74 - 19,51 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ , az évek és a kezelések átlagában  $13,32 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), a további három vizsgált fajta esetén hasonló értékeket tapasztaltunk (a kezelések átlagában  $10,61 - 10,76 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ).

## 7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az utóbbi évtizedekben, de főként az utóbbi években bekövetkező klímaváltozás hatása az eddig igénytelennek, aszálytűrőnek tartott kölesnél is jelentős mértékű szórást eredményezett a termés tekintetében vizsgálatainkban, amely **a növény megváltozott környezeti feltételekkel szembeni nagyobb érzékenységet jelzi.**

2. Az **NDVI értékek** terméssel végzett korrelációs vizsgálatainak eredményei nem mutattak egyértelmű összefüggést, így a **termés előrejelzésben való alkalmazása a köles esetében kevésbé megbízható** a vizsgált évjáratok eredményei alapján.

3. Az eddigi gyakorlatban a kölest késői vetésre alkalmas, szárazságtűrő növényként tartottuk számon, azonban a hőmérséklet változásával megfontolandó a korábbi (április végi-májusi) vetésidő alkalmazása. **Kísérleteinkben a vetésidő későbbre tolódása jelentős mértékű, szignifikáns terméscsökkenést eredményezett minden fajta esetén.**

4. **A különböző tápanyagellátási szintek** (kontroll, N<sub>40</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>72</sub>K<sub>72</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>96</sub>K<sub>96</sub> kg ha<sup>-1</sup>) **egyik termőhelyen sem** (homoktalaj illetve réti talaj) **eredményeztek szignifikáns hatást a termés tekintetében**, így a köles alkalmas lehet alacsony tápanyagellátási intenzitású technológiákban történő termesztésre.

5. **A sortávolság változása nem eredményezett statisztikailag igazolt hatást a köles termésében**, így a hagyományosnak tekintett gabonasortávolságra történő vetés alkalmazása eredményes, tekintettel a köles jó gyomelnyomó hatására, vegyszeres gyomirthatóságára.

6. A köles genotípusok között statisztikailag igazolt különbségek voltak. **A vizsgált fajták közül a Maxi fajta termőképessége szignifikánsan meghaladta a többi három fajta (Rumenka, Biserka, Lovászpatonai) termését** az évek és a kezelések átlagában. Ugyanakkor az utóbbi fajtáknál a speciális felhasználási lehetőségek (eltérő beltartalmi paraméterek, eltérő szemszín) is indokolják termesztésüket.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A köles termesztéstechnológiája sok esetben sematikusá vált, illetve a növény adaptív képessége sok esetben elsődleges volt a technológiai hatékonysággal szemben. A köles e tulajdonsága lehetővé tette a késői vetést, a kedvezőtlen talaj-, valamint ökológiai adottságok közötti termesztést, így a növényt gyakran az „igénytelen” kategóriába soroltuk. Ez azonban téves megközelítés, a köles termesztéstechnológiai reakciói ugyan moderáltak, de a hatékony termesztés érdekében szükséges ezen reakciók ismerete.

A vizsgálatokban célunk volt hazai köles (*Panicum miliaceum*) genotípusok agrotechnikai reakcióinak összehasonlítása eltérő agroökológiai körülmények között. A vizsgált változók közül nagy hatást gyakorol a köles termésére és agronómiai paramétereire a vetésidő, a tápanyagellátás és az alkalmazott vetéstechnológia.

A kísérletek beállítására 2013-ban a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében, 2014-ben a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében, 2013-2016 között a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében került sor. A két terület eltérő ökológiai tulajdonsággal jellemezhető, az eltérő éghajlati adottságok mellett két eltérő talajtípuson (homok és réti talaj) teszteltük a köles fajtákat, amelyből két fajta (*Rumenka*, *Biserka*) a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, két fajta (*Lovászpatonai*, *Maxi*) a MATE Karcagi Kutatóintézet fenntartásában van jelenleg is. A Biserka fajta technológiai adaptációs vizsgálatát 2013-2016 között Nyíregyházán, a négy fajta technológiai adaptációs vizsgálatát 2014-2016 között Nyíregyházán, míg a négy fajta összehasonlító vizsgálatát két termőhelyen (Nyíregyháza, Karcag) vizsgáltuk 2014-2015. években.

A vizsgálatok során a négy köles fajtát négy eltérő tápanyagellátási szinten (műtrágyázás nélküli kontroll,  $N_{40}P_{48}K_{48}$ ,  $N_{80}P_{72}K_{72}$ , illetve  $N_{120}P_{96}K_{96}$  kg ha<sup>-1</sup>), három vetésidőben (május vége, június eleje, június közepe), valamint három eltérő sortávolság (12, 24, illetve 36 cm) alkalmazásával teszteltünk. A kísérleteket blokkelrendezésben randomizálva, 4 ismétlésben állítottuk be. A terméseredmények statisztikai értékelését IBM SPSS Statistics 22.0 programcsomag segítségével értékeltük Tukey-teszt, egy- és többtényezős varianciaanalízis, illetve Pearson-féle korreláció alkalmazásával.

A vizsgált évjáratok nagy eltéréseket mutattak az időjárási paraméterek tekintetében. A hazai szántóföldi növénytermesztésben a növények számára rendelkezésre álló víz mennyisége a limitáló tényező, ami nem elsősorban a csapadék mennyiségének radikális változásának, hanem a levegő hőmérsékletének, illetve az evapotranszpiráció mértékének növekedésének köszönhető. Az elmúlt évtizedekben a téli és nyári félévek

átlaghőmérséklete jelentős mértékben nőtt, a vizsgált években az éves átlag 1,24-2,33 °C-al volt magasabb az 1931-1990 évek átlagához képest, a nyári félév esetében a szélső értékek 0,81-1,68 °C között változtak, amely jelentős mértékű emelkedés. Az emelkedés drasztikus volt a téli félévben, a növekedés mértéke 1,74-3,48 °C volt.

A csapadék mennyiségének változása is hasonló tendenciát mutat, ugyanakkor a változás féléves vagy éves alakulása kisebb mértékben változik, viszont a tenyészidőszakon belüli eloszlás hektikus képet szemléltet. A vizsgált évjáratok közül három évjáratban is az átlagtól jelentősen kevesebb csapadék hullott a nyári félévben, a csökkenés mértéke 2013-ban 92,93 mm, 2015-ben 155,73 mm, míg 2016-ban 56,43 mm volt, így döntően csapadékhiányos körülmények között folyt a kísérlet.

A tápanyagellátás NDVI értékre gyakorolt hatása nagymértékű évjárathatást mutatott, a genotípus módosító hatását nem tapasztaltuk, minden vizsgált fajta hasonlóan reagált. A szárazabb évjáratban a reakció kevésbé volt szignifikáns, de a legalacsonyabb értéket a legnagyobb tápanyagszinten tapasztaltuk, a kedvezőbb évjáratban a tápanyagszint növelésével az NDVI értékek nőttek. A sortávolság hatása nem bizonyult egyértelműnek a mutatóra gyakorolt hatás tekintetében.

A négy éves vizsgálat sorozatban a vizsgált évjáratok között markáns, szignifikáns különbséget tapasztaltunk a *Biserka* köles fajta termése esetén. Legkedvezőbb volt a 2013. év, ahol a kezelések átlagában 4,82 t ha<sup>-1</sup> termés volt. Legkedvezőtlenebbnek a 2015. év bizonyult, ahol a kezelések átlagában 1,18 t ha<sup>-1</sup> termést takarítottunk be. 2016-ban a termés 1,99 t ha<sup>-1</sup> volt, míg 2014-ben ez az érték 2,84 t ha<sup>-1</sup> volt, így az évjárathatás jelentősnek bizonyult. A négy év vizsgálati eredményei alapján statisztikailag igazoltan megállapítható a kései vetésidő terméscsökkentő hatása, ugyanakkor a két korábbi vetésidő termésre gyakorolt hatása nem volt szignifikáns. A kezelések átlagában a 4 év átlagában a legkorábbi vetésidő termése 2,96 t ha<sup>-1</sup> volt, ez az érték a második vetésidőben 2,87 t ha<sup>-1</sup> volt. A harmadik, megkésett vetésidőben a termés szignifikánsan kisebbnek bizonyult (2,29 t ha<sup>-1</sup>).

A 2014-2016 között végzett vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált köles genotípusok közül a *Maxi* fajta termése volt szignifikánsan nagyobb (2,57 t ha<sup>-1</sup>) a többi vizsgált fajtához viszonyítva a kezelések és az évek átlagában. A *Rumenka* (2,06 t ha<sup>-1</sup>), *Biserka* (2,00 t ha<sup>-1</sup>), illetve *Lovászpatonai* (2,08 t ha<sup>-1</sup>) fajtáknál a termés hasonló volt, a közöttük lévő különbség nem volt szignifikáns a kezelések és az évek átlagában.

Az évjárat mellett a vetésidő is egyértelmű, statisztikailag igazolt hatást gyakorolt a köles fajták termésére. Legnagyobb termést az első, optimálisnak tekintett vetésidő

alkalmazása esetén kaptuk (2,46 t ha<sup>-1</sup>), ez szignifikánsan alacsonyabb volt a megkéselt vetésidő alkalmazása esetén (2,25 t ha<sup>-1</sup>), legkisebb termést a késői vetésidő alkalmazásánál kaptuk (1,83 t ha<sup>-1</sup>).

Sem az eltérő sortávolság, sem az eltérő tápanyagellátás nem eredményezett statisztikailag igazolt eltéréseket a köles termésében. A változó sortávolságok alkalmazásával a termések nagyon szűk intervallumban mozogtak (2,17-2,19 t ha<sup>-1</sup>) csakúgy, mint a tápanyagellátás esetén (2,14-2,25 t ha<sup>-1</sup>).

A két eltérő ökológiai körzetben (homok, illetve réti talaj) beállított kísérletben a termőhely és az évjárat hatása szignifikánsnak bizonyult. A vizsgált termőhelyek közül a Nagykunságban beállított kísérlet főátlagja jelentős mértékben, szignifikánsan nagyobb volt (4,05 t ha<sup>-1</sup>) a nyírségi homoktalajon kapott terméshez (2,64 t ha<sup>-1</sup>) képest. A vizsgált évjáratok közül (2014-2015) a termőhelyek átlagában a 2014. év nagyságrendekkel nagyobb terméssel jellemezhető (4,11 t ha<sup>-1</sup>) a 2015. évhez képest (1,71 t ha<sup>-1</sup>).

A meteorológiai paraméterek közül a vetést követő 30-60. napos időszak hőösszege szoros korrelációt nem mutatott egyik fajta, valamint vetésidő termésével sem, ugyanakkor a vetést követő 61-90. napok hőösszege a *Rumenka*, *Lovászpatonai*, illetve *Maxi* köles fajtáknál egyaránt a megkéselt vetésidőben szoros, negatív korrelációt mutatott. A tenyészidőszak utolsó negyedének hőösszege (91-120. nap) minden esetben negatív korrelációt mutatott. A tenyészidőszak hőösszege kivétel nélkül negatív korrelációt mutatott a terméssel minden vizsgált fajta, valamint vetésidő esetén.

A tenyészidőszak első 30 napos intervallumának csapadékmennyisége gyenge, negatív irányú korrelációt mutat az első két vetésidőben, míg a harmadik, legkésőbbi vetésidőben a korreláció iránya pozitív, a *Lovászpatonai* és a *Maxi* fajtáknál kifejezetten magas korrelációs értéket tapasztaltunk. A csapadék mennyiségének hatása elsősorban a tenyészidő 31-90. napjai között volt domináns, kivétel nélkül pozitív korrelációt tapasztaltunk. A vetést követő 91-120. nap csapadékösszege is konzekvens hatást gyakorolt, minden fajta esetén a legkorábbi vetésidőben tapasztaltunk kifejezetten erős, pozitív korrelációt. A tenyészidőszakban hullott teljes csapadék mennyisége is hasonló tendenciát mutatott, a *Biserka* fajta kivételével a legkorábbi vetésidőben tapasztaltunk erős pozitív korrelációt a terméssel, míg a *Lovászpatonai* és a *Maxi* köles fajták esetén a legkésőbbi vetésidőben is erős pozitív korrelációt tapasztaltunk.

A vizsgált évjáratok közül legszűkebb intervallumot az 1 mm csapadékra jutó termés tekintetében a 2016. évben kaptuk (6,62-14,31 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), legnagyobb szórást a legszárazabb, 2015. évben kaptuk (4,40-18,52 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). A vizsgált fajták közül a

*Rumenka, Biserka és Lovászpatonai* fajták esetén is hasonló értékeket tapasztaltunk, a *Maxi* köles fajtánál a legkedvezőbb értékeket (5,74-19,51 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>) kaptuk. Ez a tendencia az évek és a vetésidők átlagában is érvényesült.

## 9. ÖSSZEFOGLALÁS (ANGOL)

In many cases, the cultivation technology of millet became uniform, and the adaptability of the plant was primary over plant production technological efficiency. This property of millet made it possible for late sowing, to grow in unfavorable soil and ecological conditions, so the plant was often classified as a plant that can be grown on a low-input level. However, this is a wrong direction, although millet's technological reactions are moderate, knowledge of these reactions is necessary for effective production of the plant.

Our aim was in the tests to compare the agrotechnical reactions of proso millet (*Panicum miliaceum*) genotypes under different agroecological conditions. Among the investigated variables, the sowing time, nutrient supply, and the applied sowing technology have a great effect on the yield and other agronomic parameters of millet.

The experiments were set up in 2013 at the University of Debrecen Institutes for Agricultural Research and Educational Farm Nyíregyháza Research Institute, in 2014 at the University of Debrecen Institutes for Agricultural Research and Educational Farm Karcag Research Institute, and between 2013 and 2016 at the UD IAREF Nyíregyháza Research Institute. The two areas are characterized by different ecological circumstances, in addition to the different climatic conditions. We tested the millet varieties on two different soil types (sandy and meadow soil), of which two proso millet varieties (*Rumenka*, and *Biserka*) are from the UD IAREF Nyíregyháza Research Institute, two varieties (*Lovászpatonai*, *Maxi*) from the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, which varieties are currently maintained by the Karcag Research Institute. The technological adaptation studies of the *Biserka* variety were conducted in Nyíregyháza between 2013-2016, the technological adaptation studies of the four proso millet varieties were conducted in Nyíregyháza between 2014-2016, while the comparative studies of the four millet varieties were conducted in two production sites (Nyíregyháza and Karcag) in 2014-2015 years.

During the tests, the four millet varieties were grown at four different nutrient supply levels (control without fertilization,  $N_{40}P_{48}K_{48}$ ,  $N_{80}P_{72}K_{72}$  and  $N_{120}P_{96}K_{96}$  kg ha<sup>-1</sup>), in three sowing times (end of May, beginning of June, mid-June) and three different row spacings (12, 24 and 36 cm) were tested. The experiments were set up in 4 repetitions in a randomized block system. The statistical analyses were carried out using SPSS for

Windows ver. 23. We evaluated it with the help of statistical programs using Tukey's test, one - and multiple-factor analysis of variance, Pearson's correlation, and analysis of distribution of variance components.

The studied cropyears showed great differences in terms of weather parameters. The amount of available water to the plants is the limiting factor in Hungarian crop production, which is not primarily due to a radical decrease in the amount of precipitation, but to an increase of air temperature and the rate of evapotranspiration. In recent decades, the average temperature of the winter and summer periods has increased significantly, in the examined years the annual average was 1.24-2.33 °C higher compared to the average of the years 1931-1990, in the case of the summer period the extreme values varied between 0.81- 1.68 °C, which is a large scale increasing. The augmentation was drastic in the winter semester, the rate of increase was 1.74-3.48 °C.

The change in the amount of precipitation also shows a similar trend, but at the same time, the periodic (winter and summer period) or annual change is to a lesser extent, while the distribution within the growing season shows a hectic change. In three of the investigated years was large-scale less precipitation than average precipitation quantity in the summer period, The amount of the decrease was 92.93 mm in 2013, 155.73 mm in 2015, and 56.43 mm in 2016, so the experiments took place mostly between rainfall-deficient conditions.

The effect of the nutrient supply on the NDVI value showed a large cropyear effect, we did not notice a modifying effect of the genotype, and all tested varieties responded similarly. In the drier cropyear, the reaction was less, but the lowest value was observed at the highest nutrient level, in the more favorable cropyear, the NDVI values increased with the increasing of nutrient levels. The effect of row spacing was not clear in terms of this parameter.

In our four-year test series, we observed a marked, significant difference between the examined cropyears in the case of the yield of the *Biserka* proso millet variety. The most favorable year was 2013 when the average yield of all treatments was 4.82 t ha<sup>-1</sup>. 2015 turned out to be the most unfavorable year, where we harvested 1.18 t ha<sup>-1</sup> average yield of all treatments. In 2016, the yield was 1.99 t ha<sup>-1</sup>, while in 2014 this value was 2.84 t ha<sup>-1</sup>, so the cropyear effect proved to be large scale. Based on the results of the four examined years, the yield-reducing effect of the late sowing time can be confirmed statistically, but the difference between the two earlier sowing times on the millet yield was not significant. In the 4-year average of the treatments, the yield of the earliest sowing

time was 2.96 t ha<sup>-1</sup>, this value was 2.87 t ha<sup>-1</sup> in the second sowing time. In the third, delayed sowing time, the yield turned out to be significantly lower (2.29 t ha<sup>-1</sup>) on sandy soil.

Based on the results of the examinations between 2014-2016, among all the four tested millet genotypes, the yield of the *Maxi* variety was significantly higher (2.57 t ha<sup>-1</sup>) compared to the other tested varieties in the average of all treatments and years. In the case of the *Rumenka* (2.06 t ha<sup>-1</sup>), *Biserka* (2.00 t ha<sup>-1</sup>), and *Lovászpatonai* (2.08 t ha<sup>-1</sup>) varieties, the yield was similar, the difference between them was not significant for the treatments and years on average.

In addition to the cropyear, the sowing time also had a clear, statistically proven effect on the yield of the four proso millet varieties. The highest yield was obtained when the first, considered optimal sowing time was used (2.46 t ha<sup>-1</sup>), which was significantly higher than the delayed sowing time (2.25 t ha<sup>-1</sup>), and the lowest yields were obtained when the late sowing time was applied (1.83 t ha<sup>-1</sup>).

Neither the different row spacing nor the different nutrient supply resulted in statistically proven differences in millet yield. In the case of variable row spacings, the yields moved in a very narrow interval (2.17-2.19 t ha<sup>-1</sup>), just as in the case of the different nutrient supply levels (2.14-2.25 t ha<sup>-1</sup>).

In the experiment set up in two different ecological regions (sandy and meadow soil), the effect of the different ecological circumstances and the cropyear proved to be significant. Among the studied ecological regions, the main average of the experiment set up in the Nagykunság region was significantly higher (4.05 t ha<sup>-1</sup>) than the yield obtained on the sandy soil of Nyírség (2.64 t ha<sup>-1</sup>). Among the examined cropyears (2014-2015), in the average of the location, the year 2014 can be characterized by higher yield (4.11 t ha<sup>-1</sup>) compared to the year 2015 (1.71 t ha<sup>-1</sup>).

Among the meteorological parameters, the sum of the daily heat unit of the period 30-60 days after sowing did not show a close correlation with the yield of any variety or sowing time, while the sum of the daily heat unit of the period 61-90 days after sowing showed no close correlation. The sum of the daily heat unit showed a close, negative correlation in the case of the *Rumenka*, *Lovászpatonai*, and *Maxi* proso millet varieties in the delayed sowing time. The sum of the heat units of the last quarter of the growing season (days 91-120 after sowing) showed a negative correlation in all cases. Without exception, the amount of heat units during the growing season showed a negative correlation with the yield for all tested varieties and sowing times.

The amount of precipitation in the first 30-day interval of the growing season shows a weak, negative correlation in the first two sowing times, while in the third, latest sowing season, the correlation is positive, in the case of the *Lovászpatonai* and *Maxi* varieties, we experienced a particularly high correlation value. The effect of the amount of precipitation was mainly dominant between 31-90 days after sowing of the growing season, without exception a positive correlation was observed. 91-120 days after sowing, the amount of precipitation also had a consistent effect, in the case of all varieties we experienced a particularly strong, positive correlation at the earliest sowing time. The amount of total precipitation during the growing season also showed a similar trend, except for the *Biserka* variety, we experienced a strong positive correlation with the yield in the earliest sowing time, while in the case of the *Lovászpatonai* and *Maxi* proso millet varieties, we also experienced a strong positive correlation in the latest sowing time.

Among the examined years, the narrowest interval in terms of yield per 1 mm of precipitation was obtained in 2016 (6.62-14.31 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), the largest standard deviation was obtained in the driest year, 2015 (4.40-18.52 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). Among the tested varieties, similar values were obtained for the *Rumenka*, *Biserka*, and *Lovászpatonai* varieties, while the most favorable values were observed for the *Maxi* millet (5.74-19.51 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). This trend also prevailed in the average of years and sowing times.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ačko, D. K., Šantavec, I., Cvetkov, M. (2012): Production of common millet (*Panicum miliaceum* L.) in Slovenia and effect of sowing time and sowing density on grain yield of the 'Sonček' cultivar. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10. 1. 417-422.
2. Agdag, M., Nelson, L., Baltensperger, D., Lyon, D., Kachman, S. (2001): Row spacing affects grain yield and other agronomic characters of proso millet. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, . 32. 13-14. 2021-2032. DOI: 10.1081/CSS-120000266
3. Aishwarya G., Sandhya Rani P., Umamahesh V., Sarala N. V.:(2022): Effect of water parameters on proso millet (*Panicum miliaceum* L.) cultivars under different sowing windows. *Andhra Pradesh Journal of Agricultural Sciences*, 8. 2. 94-99.
4. Anderson, R. L. (1990) No-till proso millet production. *Agronomy Journal*, 82, 577–580. doi: 10.2134/agronj1990.00021962008200030028x
5. Anderson, R. L. (1994): Planting Date Effect on No-till Proso Millet. *Journal of Production Agriculture*, 7. 454-458. <https://doi.org/10.2134/jpa1994.0454>
6. Anderson, R. L., Bowman, R. A., Nielsen, D. C., Vigil, M. F., Aiken, R. M., Benjamin, J. G. (1999). Alternative crop rotations for the Central Great Plains. *Journal of Production Agricultural*, 12. 95-99. doi: 10.2134/jpa1999.0095
7. Andrásfalvy (1975): Duna mente ártéri gazdálkodása Tolna és Baranya megyében az ármentesítés befejezéséig. Szekszárd.
8. Angyalffy M. (1824): Mezei gazdák' barátja, I-II. Trattner, Pesth.
9. Antal, J. (1987): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
10. Antal J. (1996): Köles. In Bocz E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Budapest.
11. Antal J. (2005): Növénytermesztéstan I. A növénytermesztés alapjai. Jolánkai M. (szerk.) Mezőgazda Kiadó. Budapest.
12. Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. (1966): Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
13. Anuradha, N., Patro, T. S. S. K., Triveni, U., Joga Rao, P., Rajkumar, S. (2020): Trait association and genetic variability in browntop millet. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9. 1. 1950-1953.

14. Balás Á. (1889): Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés. II. kiadás. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyaróvár.
15. Baltensperger, D. D., Lyon, D. J., Anderson, R., Holman, T., Stymieste, C., Shanahan, J. (1995). Producing and Marketing Proso Millet in the High Plains. Lincoln, University of Nebraska-Lincoln Extension, 709.
16. Bányai L. (1971): Kölesfajták agrobotanikai vizsgálata. *Agrobotanikai Közlemények*, 11. 39-60.
17. Bartholome, E. (1988): Radiometric measurements and crop yield forecasting Some observations over millet and sorghum experimental plots in Mali. *International Journal of Remote Sensing*, 9. 10-11. 1539-1552. <https://doi.org/10.1080/01431168808954959>
18. Basso, C. J., Somavilla, L., Santi, A. L., Lamego, F. B., Caron, B. O., Muraro, D. S., Pansera, E., da Silva, R. F. (2015): Rates and application times of nitrogen in proso millet crop. *Bioscience Journal*, 31. 4. 1030-1036.
19. Bellon T. (1981): A köles termesztése és keleti párhuzamai. *Ethnographia*, 92. 233-258.
20. Bettinger, R. L., Barton, L., Morgan, C. (2010a). The origins of food production in north China: a different kind of agricultural revolution. *Evolution and Anthropology*, 19. 9-21. doi: 10.1002/evan.20236
21. Bettinger, R. L., Barton, L., Morgan, C., Chen, F., Wang, H., Guilderson, T. P. (2010b). The transition to agriculture at Dadiwan, People's Republic of China. *Current Anthropology*, 51. 703-714.
22. Bettinger, R. L., Barton, L., Richerson, P. J., Boyd, R., Wang, H., Choi, W. (2007). The transition to agriculture in northwestern China. *Developments in Quaternary Sciences*, 9. 83-101.
23. Bittera M. (1930): Növénytermesztés II. Pátria Kiadó. Budapest.
24. Bobkova, Y. A., Abakumov, N. I., Mikhaylov, M. R. (2013): The change of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) productivity structure under the conditions of different tillage intensity. *Вестник аграрной науки*, 43. 4. 20-25.
25. Calamai, A., Masoni, A., Marini, L., Dell'acqua, M., Ganugi, P., Boukail, S., Benedettelli, S., Palchetti, E. (2020): Evaluation of the Agronomic Traits of 80 Accessions of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) under Mediterranean Pedoclimatic Conditions. *Agriculture*, 10. 578. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120578>

26. Choi, K. H., Yu, Y. J., Seo, S. Y., Kang, C. H., Lee, K. K., Song, Y. J., Kim, C. K., Lee, S. Y., Jung, K. Y. (2016): Effects of Sowing Time on the Growth and Yield of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Jeonbuk Area. *Korean Journal of Crop Science*, 61. 3. 208–214. doi:10.7740/KJCS.2016.61.3.208.
27. Chrappán, Gy., Fazekas, M., Lazányi, J., Siklósiné, Rajki E. (1997): Kölestermesztés. In: Fazekas, M.: Amit a cirok- és madáreleség-félékről tudni kell. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 70-76.
28. Chun, H. C., Jung, K. Y., Choi, Y. D., Lee, S. H., Kang, H. W. (2016): The growth and yield changes of foxtail millet (*Setaria italica* L.), proso millet (*Panicum miliaceum* L.), sorghum (*Sorghum bicolor* L.), adzuki bean (*Vigna angularis* L.), and sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by excessive soil-water. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43. 4. 547-559.
29. Crawford, G. W. (2009): Agricultural origins in North China pushed back to the Pleistocene-Holocene boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106. 7271-7272.
30. Crawford, G. W., Chen, X., Wang, J. (2006): Houliculture rice from the Yuezhuang site, Jinan. Dongfang Kapgu. *East Asia Archaeology*, 3. 247-251.
31. Czinege, B., Futó, Z. (2019): Effects of nutrient supply on the yields of millet. *Research Journal of Agricultural Science*, 51. 3. 86-92.
32. Csathó, P., Kádár, I. (1986): A szuperfoszfát műtrágyázás hatása és utóhatása a köles és a lucerna termésére. *Növénytermelés*, 35. 2. 237-247.
33. Csathó P., Kádár, I. (1987): A köles és a lucerna tápelemfelvételének vizsgálata tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 36. 3. 443-453.
34. Cserhádi S. (1901): Általános és különleges növénytermelés. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
35. Csete L. (2005): Az éghajlatváltozás és a magyar mezőgazdaság. In: Zakács-Sánta A. (szerk): Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon. Aline Kiadó-Védegylet, Budapest. 141-157.
36. Emendack, Y., Herzog, H., Gotz, K. P., Malinowski, D. P. (2011): Mid-season water stress on yield and water use of millet (*Panicum miliaceum*) and sorghum (*Sorghum bicolor* Moench). *Australian Journal of Crop Science*, 5. 11. 1486-1492.
37. Esmailzade-Moridani, M., Kamkar, B., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., Da Silva, J. A. T. (2015): Leaf expansion and transpiration responses of millet species to soil water deficit. *Pedosphere*, 25. 6. 834-843.

38. Faramarzi, A., Jamshidi, S., Siami, K. (2011). Plant Density Effect on Yield and Yield Components of Common Millet Cultivars as Second Crop in Miyaneh Region. In International Conference on Biology, Environment and Chemistry United Arab Emirates, Dubai. 277-279.
39. Feng X. M., Zhang Y. Q. (2012): Effect of water stress on seedling growth and photosynthetic characteristics in broomcorn millet. *Acta Agronomica Sinica*, 38. 8. 1513-1521.
40. Frachetti, M. D., Spengler, R. N., Fritz, G. J., Maryashev, A. N. (2010): Earliest direct evidence for broomcorn millet and wheat in the central Eurasian steppe region. *Antiquity*, 84. 326. 993-1010. doi:10.1017/S0003598X0006703X
41. Gaál L. (1978): A magyar növénytermesztés múltja. Akadémia Kiadó. Budapest
42. Gaál M. (2007): A kukoricatermelés klimatikus feltételeinek várható változása a B2 szcenárió alapján. *Klíma-21 füzetek*, 51. 48-56-
43. Gavit, H. D., Rajemahadik, V. A., Bahure G. K., Jadhav, M.S., Thorat, T. N., Kasture, M. C. (2017): Effect of Establishment Techniques and Sowing Time on Yield and Yield Attributes of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6. 5. 1523-1528. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.166>
44. Gérard, B., Buerkert, A. (2001): Estimation of spatial variability in pearl millet growth with non-destructive methods. *Experimental Agriculture*, 37. 3. 373-389. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479701003088>
45. Govinakoppa, N., Kamatar, D., Kumar, A. H., Sudha, T. (2021): Impact of fertilizer, spacing and genotypes on yield, income and related traits in proso millet. *The Pharma Innovation Journal*, 10. 11. 2277-2283.
46. Grábner E. (1948): Szántóföldi növénytermesztés. III. Átdolgozott és bővített kiadás. „Pátia” Vállalat és Nyomdai Rt. Budapest.
47. Grašič, M.; Golob, A.; Vogel-Mikuš, K.; Gaberščik, A. (2019): Severe Water Deficiency during the Mid-Vegetative and Reproductive Phase has Little Effect on Proso Millet Performance. *Water*, 11. 10. 2155. <https://doi.org/10.3390/w11102155>
48. Habiyaremye, C., Matanguihan, J. B., D'Alpoim G., J. Ganjyal, G. M., Whiteman, M. R., Kidwell, K. K., Murphy, K. M. (2017): Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Its Potential for Cultivation in the Pacific Northwest, U.S.: A Review. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2016.01961

49. Herdrich, N. (2001). *Grower Experiences with Millet in Eastern Washington, 1997-1999*. Washington State University.
50. Hesari V. H., Haghghi R. S., Charjoie A. B., Ghasemi M. (2022): Investigation of Plant Density and Biological Fertilizer Effects on Agronomy Characteristics, Yield Seed and Yield Components of Commercial Cultivars of three Millet Species. *Applied Field Crop Research*, 35. 1. 72-87. doi: 10.22092/AJ.2022.355568.1559.
51. Hunt, V. H., Linden, V. M., Liu, X., Motuzaitė-Matuzevičiūtė, G., Colledge, S., Jones, K. M. (2008): Millets across Eurasia: chronology and context of early records of the genera *Panicum* and *Setaria* from an archaeological site in the Old World. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17. (Suppl 1.) 5-18.
52. Islam, M. S., Akhter, M. M., El Sabagh, A., Liu, L. Y., Nguyen, N. T., Ueda, A., Saneoka, H. (2011): Comparative studies on growth and physiological responses to saline and alkaline stresses of Foxtail millet (*Setaria italica* L.) and Proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 5. 10. 1269-1277.
53. Izsáki Z., Kruppa, J. (2023): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő.
54. Jakuskin I. V. (1950): Növénytermelés. I. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. In: Kádár I.: A növény táplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest. 356.
55. James, T. K., Rahman, A., McGill, C. R., Trivedi, P. D. (2011): Biology and survival of broom corn millet (*Panicum miliaceum*) seed. *New Zealand Plant Protection*, 64, 142-148.
56. Jaroszewska, A., Sobolewska, M., Podsiadło, C., Stankowski, S. (2019): The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agrophysiology*, 26. 3. 15-28.
57. Jolánkai, M., Birkás, M. (2010): Szárazodás, aszály és növénytermelés. *Klíma-21 füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok*. 59. 26-31.
58. Jung K. Y., Choi Y. D., Chun H. C., Lee S. H., Jeon S. H. (2019): Effects of planting density on growth and yield in wide-row drill seeding of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *The Korean Journal of Crop Science*, 33-39. <https://doi.org/10.7740/kjcs.2019.64.1.033>
59. Jung, K. Y., Jo, S. M., Kang, H. W., Cho, Y. S., Yoon, D. K., Jeon, S. H. (2015): Effects of polyethylene film mulching and planting densities on growth and yield

- of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Korean Journal of Crop Science*, 60. 2. 212-216.
60. Kádár, I. (2005): A műtrágyázás hatása a kölesre (*Panicum miliaceum* L.) csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*, 54. 77-92.
  61. Kandel, M., Dhama I, N. B., Rijal, T. R., Shrestha, J. (2020): Grain yield stability of promising proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes for hilly region of Nepal. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 2. 1. 5-11.
  62. Karácsonyi J. (1896): Békésvármegye története. I. kötet.
  63. Khodabandehloo, S., Sepehri, A., Ahmadvand, G., Keshtkar, A. H. (2014): The effect of silicon application on grain yield of millet (*Panicum miliaceum* L.) and water use efficiency under drought stress. *Journal of Crops Improvement*, 16. 2. 399-416.
  64. Kulp, K., Ponte J. G. (2000): Handbook of Cereal Science and Technology, Revised and Expanded. CRC Press, Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420027228>
  65. Láng G. (1970): A növénytermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
  66. Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
  67. Láng G., Kellermann M., Bessenyei Z., Bosznai L., Balaton Gy. (1958): Mezőgazdasági Alapismeretek. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó, 147.
  68. Lásztity, B. (1997): A köles (*Panicum miliaceum* L.) szárazanyag- és makro-tápelemtartalmának változása a tenyésztési folyamán. *Növénytermelés*, 46. 2: 203–208.
  69. Lásztity, B. (1998): A köles (*Panicum miliaceum* L.) tápelemtartalmának változása a tenyésztési folyamán. *Növénytermelés*, 47. 1: 133–138.
  70. Lazányi, J., Gocs L. (1999): A köles termesztése. *Agrofórum*, 10. 1. 48-51.
  71. Lazányi J. (2010): Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében nemesített alternatív növények helyzete és jelentősége. In: Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban. DE AGTC KIT Nyíregyházi Kutatóintézet. Szerk.: Gondola I. Nyíregyháza. Center-Print Nyomdaipari Szolgáltató Kft. 27-71.
  72. Li, X. C., Yang, T. Y., Zhang, E. H. (2012): Effects of genotype, environment and their interaction on the main agronomic traits of *Panicum miliaceum*. *Acta Prataculturae Sinica*, 21. 4. 16-24.
  73. Liu, X., Hunt, H. V., Jones, M. K. (2009): River valleys and foothills: changing archaeological perceptions of North China's earliest farms. *Antiquity*, 83. 82-95.

74. Lu, H., Zhang, J., Liu, K., Wu, N., Li, Y. (2009): Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10000 years ago. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 106. 7367-7372.
75. Lyon, D. J., Burgener, P. A., DeBoer, K. (2008): Producing and Marketing Proso Millet in the Great Plains. Lincoln, University of Nebraska-Lincoln.
76. Maitra, S., Praharaaj, S., Hossain, A., Patro, T. S. S. K., Pramanick, B., Shankar, T., Pudake, R. N., Gitari, H. I., Palai, J. B., Sairam, M., Sagar, L., Sahoo, U. (2022): Small Millets: The Next-Generation Smart Crops in the Modern Era of Climate Change. *Omics of Climate Resilient Small Millets*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3907-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3907-5_1)
77. Mansfeld R. (1986): Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen) I-IV. (ed.: Schultze-Motel, J.), Berlin
78. Matsuura, A., Tsuji, W., An, P., Inanaga, S., Murata, K. (2012). Effect of pre-and post-heading water deficit on growth and grain yield of four millets. *Plant Production Science*, 15. 4. 323-331.
79. Muraro, D. S., Basso, C. J., Damian, J. M., Santi, A. L. (2016): Management of nitrogen fertilization for the millet culture (*Panicum miliaceum* L.) *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 10. 14. 20-26.
80. Nagy, L. (2005): Köles. In: Jolánkai M (szerk.): Növénytermesztés I. 343-348. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
81. Nagyváthy J. (1821): Magyar gazdatiszt. Pest.
82. Nelson, L. A. (1977): Influence of Various Row Widths on Yields and Agronomic Characteristics of Proso Millet. *Agronomy Journal*, 69. 3. 351-353.
83. Nematpour A., Eshghizadeh H. R., Zahedi M. (2019): Drought-tolerance mechanisms in foxtail millet (*Setaria italica*) and proso millet (*Panicum miliaceum*) under different nitrogen supply and sowing dates. *Crop & Pasture Science*, 70. 442-452. <https://doi.org/10.1071/CP18501>.
84. Narcico, G., Ragni, P., Venturi, A. (1992): Agrometeorological aspects of crops in Italy, Spain and Greece: A summary of durum wheat, barley, maize, rice, sugarbeet, sunflower, soybean, rapeseed, potato, tobacco, cotton, olive and grape. Publication of the office publications of the European Communities. Series of Agriculture, Luxemburg

85. Nielsen, D. C., Vigil, M. F. (2017): Water use and environmental parameters influence proso millet yield. *Field Crops Research*, 212. 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.025>
86. Nielsen, D. C., Anderson, R. L., Bowman, R. A., Aiken, R. M., Vigil, M. F., Benjamin, J. G. (1999): Winter Wheat and Proso Millet Yield Reduction Due to Sunflower in Rotation. *Journal of Production Agriculture*, 12. 193-197. <https://doi.org/10.2134/jpa1999.0193>
87. Padulosi, S, Mal, B., King, O. I., Gotor, E. (2015): Minor Millets as a Central Element for Sustainably Enhanced Incomes, Empowerment, and Nutrition in Rural India. *Sustainability*, 7. 7. 8904-8933. <https://doi.org/10.3390/su7078904>
88. Pálfi I. (2007): Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21” Füzetek, 49. 59–65
89. Palugyay, I. (1855): Magyarország történeti földirati s állami legújabb leírása I–IV. kötet. Heckenast, Pest.
90. Pepó P. (2022): Általános növénytermesztési ismeretek. Debreceni Egyetemi Kiadó.
91. Peter G. (1988): Afrikai királyságok. A múlt születése. Helikon Kiadó
92. Poltoreckij, S. P. (2013): Productivity of seed agrocenosis of common millet (*Panicum miliaceum* L.) at varying sowing terms and techniques under the conditions of Right-Bank Forest-Steppe. *Plant Varieties Studying and Protection*, 3. 20. 30-36.
93. Radics L. (1994): Gyomirtás a kiskertekben. Magyar Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
94. Radics L. (2002): Alternatív növények termesztése. II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
95. Radics L. (2003): Növénytermesztés határok nélkül. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
96. Raihan, H. U. Z, Billah, M. M., .Riad, M. I., Sarker, M. B., Rohman, M. M. (2023): GGE biplot and Ammi analysis of yield of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 46. 2. 133–142.
97. Ragasits I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 149-151.
98. Rapaics R. (1934): A kenyér és táplálékot szolgáltató növényeink története. Budapest

99. Rasmussen, M. S. (1997): Operational yield forecast using AVHRR NDVI data: Reduction of environmental and inter-annual variability. *International Journal of Remote Sensing*, 18. 5. 1059–1077. <https://doi.org/10.1080/014311697218575>
100. Rasmussen, M.S. (1998). Developing simple, operational, consistent NDVI-vegetation models by applying environmental and climatic information. Part II: Crop yield assessment. *International Journal of Remote Sensing*, 19. 119–139.
101. Sabir, P., Ashraf, M. (2008): Inter-cultivar variation for salt tolerance in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) at the germination stage. *Pakistan Journal of Botany*, 40. 2. 677–682.
102. Salamati, M. A., Zeinaly, H., Yousefi, M. (2010): Genetic variation for yield and morphological traits in *Panicum miliaceum* L. genotypes. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 17. 2. 270–283.
103. Saruhan, V., Kusvuran, A., Babat, S. (2011): The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Scientific Research and Essays*, 6. 3. 663–669.
104. Sárvári M. (2011): Egyéb gabonanövények termesztése. Tankönyv. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. 84.
105. Saseendran, S. A., Nielsen, D. C., Lyon, D. J., Ma, L., Felter, D. G., Baltensperger, D. D., Hoogenboom, G., Ahuja, L. R. (2009): Modeling responses of dryland spring triticale, proso millet and foxtail millet to initial soil water in the High Plains. *Field Crops Research*, 113. 1. 48-63. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.04.008>.
106. Saxena, R.; Vanga, S.K.; Wang, J.; Orsat, V.; Raghavan, V. (2018): Millets for Food Security in the Context of Climate Change: A Review. *Sustainability*, 10. 22-28. <https://doi.org/10.3390/su10072228>
107. Schermann Sz. (1966): Magismeret I-II. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1070.
108. Seghatoleslami, M. J., Kafi, M., Majidi, E. (2008): Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 40. 4. 1427–1432.
109. Surányi, D. (1985): Kerti növények regénye. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
110. Tan, M., Olak, H., Öztaş, T. (2016): Effects of Nitrogen Doses on Yield and Some Traits of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Highlands. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 3. 4. 301–304.
111. Tormay Béla (1902): Mezőgazdasági vezérfonál néptanítók számára. Budapest.

112. Trivedi, P. D. (2010): Aspects of Biology of the Weed of Arable Crops broom corn millet (*Panicum miliaceum* L.) (Thesis, Master of Science (MSc)). University of Waikato, Hamilton, New Zealand. <https://hdl.handle.net/10289/5005>
113. Tonapi, V. A., Bhat, B. V., Kannababu, N., Elangovan, M., Umakanth, A. V. (2015): Millet seed technology: Seed production, quality control and legal compliance. Hyderabad: Indian Institute of Millets Research.
114. Tsötönyi M. (1831): Leghasznosabb és új felfedezésekkel írott rövid gazdasági munka, mindenféle tapasztalásai által. Wigand Kiadó, Pest.
115. Turgut, I., Duman, A., Wietgreffe, G. W., Acikgoz, E. (2006): Effect of Seeding Rate and Nitrogen Fertilization on Proso Millet Under Dryland and Irrigated Conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 29. 2119-2129.
116. Uddin, S., Azam, M., Shamim, B., Hakim, M. (2021). Genetic diversity analysis of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in relation to phenotypic characters. *Journal of Agricultural Science & Engineering Innovation*, 1. 2. 18–22. [10.5281/zenodo.4421795](https://doi.org/10.5281/zenodo.4421795)
117. Varga J. (1966): A köles. In Láng G. (szerk.): A növénytermesztés kézikönyve 1. Mezőgazdasági Kiadó. 181–187.
118. Ventura, F., Poggi, G.M., Vignudelli, M., Bosi, S., Negri, L., Fakaros, A., Dinelli, G. (2022): An Assessment of Proso Millet as an Alternative Summer Cereal Crop in the Mediterranean Basin. *Agronomy*, 12. 3. 609. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030609>
119. Weber, S. A. (1991). Plants and Harappan Subsistence: An Example of Stability and Change from Rojdi. Boulder, Co. Westview Press.
120. Wellmann I., Mándy Gy., Mesch J. (1963): Száznegyven esztendősz búzakaralás-lelet. *Agrártörténeti Szemle*, 4. 1-43.
121. Wimalasiri, E. M., Ashfold, M. J., Jahanshiri, E., Walker, S., Azam-Ali S. N., Karunaratne, A. S. (2023a) Agro-climatic sensitivity analysis for sustainable crop diversification; the case of Proso millet (*Panicum miliaceum* L.). PLoS ONE 18. 3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244444>
122. Wimalasiri E. M., Ashfold M. J., Walker S., Nissanka S. P., Karunaratne A. S. (2023b): Calibration and Validation of APSIM Millet Model for Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) Accessions as a Basis for Crop Diversification. *The Journal of Agricultural Science, Sri Lanka* 18. 1. 55–75. <http://doi.org/10.4038/jas.v18i1.10098>.

123. Xiangwei, G., Jing L., Hongchi M., Guanghua C. , Ke D. , Pu Y., Meng W., Baili F. (2019): Nitrogen deficiency induced a decrease in grain yield related to photosynthetic characteristics, carbon–nitrogen balance and nitrogen use efficiency in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) *Archives of Agronomy and Soil Science*, <https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1619077> Taylor and Francis. 1-16.
124. Yang, Z., Yu, Z., Wang, X., Yan, W., Sun, S., Feng, M., Sun, J., Su, P., Sun, X., Wang, Z. (2024): Estimation of Millet Aboveground Biomass Utilizing Multi-Source UAV Image Feature Fusion. *Agronomy*, 14. 701. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040701>
125. Zhang, P. P., Song, H., Ke, X. W., Jin, X. J., Yin, L. H., Liu, Y., Qu, Y., Su, W., Feng, N. J., Zheng, D. F., Feng, B. L. (2016): GGE biplot analysis of yield stability and test location representativeness in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes. *Journal of Integrative Agriculture*, 15. 6. 1218-1227. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61157-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61157-1).
126. Zhao, Z. (2005a): Archaeobotany and its recent progress, in Chinese. *Archaeology*, 454. 522-529.
127. Zhao, Z. (2005b). Palaeoethnobotany and its new achievements in China. *Archeology*, 454. 42-49.
128. Ziemińska, J., Wyrzykowska, M., Lisowska, M., Wolińska, J. (2015): Yields of millet cultivars (*Panicum miliaceum* L.) in east-central Poland. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Agricultura*, 70. 1. 119-127.
129. Zohary, D., Hopf., M., Weiss, E. (2012): Domestication of Plants in the Old World. University Press, Oxford. 243.
130. Zsembeli Zs., Sinka, L., Tüdösné Budai, J., Kovács, Gy., Tuba, G., Zsembeli, J. (2022): Egy köles tájfajta műtrágya-reakciójának vizsgálata. *Agrokémiai és Talajtan*, 71. 2. 255–272.

# 11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



UNIVERSITY of  
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY  
UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

Registry number: DEENK/242/2024.PL  
Subject: PhD Publication List

Candidate: Emese Seres  
Doctoral School: Kálmán Kerpely Doctoral School  
MTMT ID: 10055318

## List of publications related to the dissertation

### Hungarian book chapters (1)

1. Jóvér, J., **Seres, E.**, Budai, J., Czibalmos, Á.: Különböző kölesfajták keményítőtartalmának értékelése.  
In: Helyi termék-hagyomány, hálózat avagy fiatal kutatók vidéken. Szerk.: Kozma Gábor, Seregi János, Dávidházy Gábor, Paszternák Ferenc, Barancsi Ágnes, Gazsó Tibor, Gál Ferenc Főiskola, Mezőtúr, 30-34, 2015. ISBN: 9786155256172

### Hungarian scientific articles in Hungarian journals (3)

2. **Seres, E.**, Sárvári, M.: A köles termesztéstechnológiájának fejlesztése eltérő ökológiai feltételek között.  
*Agrártud. közl.* 64, 63-67, 2015. ISSN: 1587-1282.
3. **Seres, E.**: A vetésidő, a tenyészterület és a tápanyagellátás hatása a köles termésére és minőségére.  
*Agrártud. közl.* 56, 105-109, 2014. ISSN: 1587-1282.
4. **Seres, E.**, Sárvári, M.: Termesztési tényezők hatása a köles (*Panicum miliaceum* L.) termésére és minőségére.  
*Növénytermelés.* 63 (2), 69-81, 2014. ISSN: 0546-8191.

### Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

5. **Seres, E.**, Sárvári, M.: The importance of millet production in regional production, with special emphasis on climate change.  
*Agrártud. Közl.* 74, 141-146, 2018. ISSN: 1587-1282.
6. **Seres, E.**, Sárvári, M.: Some agrotechnical factors of millet (*Panicum Milliaceum* L.) on yield, quality and quality.  
*Növénytermelés.* 63 (Supplement), 127-130, 2014. ISSN: 0546-8191.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novterm.63.2014.Suppl>





Foreign language scientific articles in international journals (2)

7. **Seres, E.:** Effect of Agrotechnical Factors on the Yield and Quality of Millet.  
*Anal. Univ. Oradea Fac. Prelect. Med.* 22 (19), 41-46, 2014. ISSN: 1224-6255.
8. **Seres, E., Sárvári, M.:** The importance of millet in alternative crop production.  
*Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med.* 21 (18), 183-190, 2013. ISSN: 1224-6255.

Foreign language abstracts (1)

9. **Seres, E.:** Relationship between the agrotechnical factors and the yield production of millet (*Panicum Miliaceum* L.).  
In: 13th ESA Congress Proceedings. Szerk.: Pepó Péter, European Society for Agronomy, Debrecen, 117-118, 2014. ISBN: 9789634737230

### List of other publications

Hungarian book chapters (2)

10. Erdős, Z., **Seres, E., Zsombik, L.:** Fuzárium fertőzés hatása különböző őszi búza (*triticum aestivum*) genotípusok magparamétereire.  
In: 15 éves tehetséggondozás az agráriumban: A Tormay Béla Szakkollégium hallgatóinak tudományos eredményei. Szerk.: Bodnár K. B., Debreceni Egyetem Tormay Béla Szakkollégium, Debrecen, 39-46, 2017. ISBN: 9789634739579
11. **Seres, E., Erdős, Z.:** Őszi búza genotípusok és tájfajták sütőipari paramétereinek alakulása normál vízellátás és indukált vízhiányos körülmények között.  
In: Kutatás : Fejlesztés : Innováció az agrárium szolgálatában. Szerk.: Szabó Péter, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 283-287, 2017. ISBN: 9789632867267

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

12. Zsombik, L., **Seres, E.:** Nitrogénkezelések őszi búza (*Triticum aestivum* L.) agronómiai paramétereire gyakorolt hatása savanyú homoktalajon.  
*Növénytermelés.* 67 (2), 1-21, 2018. ISSN: 0546-8191.
13. Sárvári, M., Egriné Becze, Z. J., **Seres, E.:** Szántóföldön itthon: A növénytermesztés eredményeiről és tapasztalatairól.  
*Agrárunió.* 16 (1), 10-12, 2015. ISSN: 1589-6846.





Hungarian conference proceedings (1)

14. Veres, S., **Seres, E.**, Kiss, L., Zsombik, L.: Eltérő idejű és mennyiségű nitrogén trágyázás hatása búza fiziológiai paramétereire.  
In: Felmelegedés Ökolábnymó Élelmiszerbiztonság : LVIII. Georgikon Napok. 2016. szeptember 29-30, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 449-453, 2016. ISBN: 9789639639850

Foreign language conference proceedings (1)

15. Sárvári, M., **Seres, E.**: Role of key agrotechnical elements in maize production in long-term experiments.  
*Növénytermelés*. 63 (Suppl.), 131-134, 2014. ISSN: 0546-8191.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.63.2014.Suppl>

Hungarian abstracts (2)

16. Csüllög, K., **Seres, E.**, Tarcali, G., Tóth, G., Csótó, A.: A prokloráz hatóanyag hatékonysága in vivo körülmények között a *Macrophomina phaseolina* növénykórokozó gombára napraforgó állományban.  
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 45-46, 2022.
17. Erdős, Z., Zsombik, L., **Seres, E.**: A vetésidő, az állománysűrűség, és a műtrágyázás hatásának vizsgálata a vetésfehérítő (*Oulema melanopus*) kártételének mértékére őszi búza polifaktoriális kísérletben.  
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 60-61, 2022.

Foreign language abstracts (3)

18. Neji, C., Ungai, D., **Seres, E.**, Sipos, P.: Effect of nitrogen fertilization on the quality of soybean flour and protein isolate.  
In: Book of abstracts : VIII International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies - Inoptep 2023 and XXXV. Scientific-Professional Conference Processing and Energy in Agriculture - PTEP 2023. Eds.: Filip Kulić; Ivan Pavkov, National Society of Processing and Energy in Agriculture, Novi Sad, 88, 2023. ISBN: 9788675205814
19. Zsombik, L., Erdős, Z., **Seres, E.**: Analysis of the factors determining the yield composing elements of winter wheat in a polyfactorial technological trial set up on chernozem soil.  
In: 18th Alps-Adria Scientific Workshop : Alimentation and Agri-environment : Abstract book (ed.) Kende Zoltán, Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 76-78, 2019. ISBN: 9789632698182



20. **Seres, E.**, Erdős, Z., Hanász, A., Magyarné Tábori, K., Zsombik, L.: Evaluation of osmotic stress tolerance of winter wheat landraces.  
In: International Conference "Climatic changes, a permanent challenge for agricultural research on potato, sugar beet, cereals and medicinal plants" Abstract of Papers and Posters. Ed.: S. C. Chiru, Minister of National Education and Scientific Research, Brasov, Románia, 30, 2016.

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

13 May, 2024



## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani a doktori disszertációmhoz nyújtott munkában közreműködő és segítséget nyújtó személyeknek. Köszönet témavezetőmnek, Dr. Sárvári Mihály professor emeritusnak, hogy folyamatos támogatásával, építő javaslataival nagymértékben hozzájárult PhD dolgozatom, valamint tudományos közleményeim elkészítéséhez.

Köszönet Dr. Pepó Péter egyetemi tanárnak, aki szintén folyamatosan támogatta a disszertációm elkészítését.

Hálás köszönet opponenseimnek Dr. Csajbók József egyetemi tanárnak és Dr. Jakab Péter egyetemi docesnek, hogy építő tanácsaikkal és kritikáikkal emelték doktori értekezésem színvonalát.

Köszönöm a segítséget Dr. Zsembeli József, illetve Dr. Zsombik László igazgatóknak, valamint a Nyíregyházi Kutatóintézet és a Karcagi Kutatóintézet valamennyi munkatársának a kísérlet folyamán nyújtott segítségükért.

Köszönet Kovács Gyöngyinek, valamint a tanszék többi kollégájának.

## NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2024. május 3.

.....

a jelölt aláírása

## NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Seres Emese doktorjelölt 2013-2017 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom/javasoljuk.

Debrecen, 2024. május. 3.

.....

a témavezető aláírása

## MELLÉKLETEK

### 1. melléklet A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Rumenka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.17.	Kontroll	12	3.36 <sup>cd</sup>
		24	3.49 <sup>cd</sup>
		36	3.45 <sup>cd</sup>
	NPK 40-48-48	12	3.41 <sup>cd</sup>
		24	3.40 <sup>cd</sup>
		36	3.38 <sup>cd</sup>
	NPK 80-72-72	12	3.41 <sup>cd</sup>
		24	3.39 <sup>cd</sup>
		36	3.45 <sup>cd</sup>
	NPK 120-96-96	12	3.34 <sup>cd</sup>
		24	3.16 <sup>cd</sup>
		36	3.31 <sup>cd</sup>
2014.06.06.	Kontroll	12	3.58 <sup>cd</sup>
		24	4.01 <sup>d</sup>
		36	3.28 <sup>cd</sup>
	NPK 40-48-48	12	3.35 <sup>cd</sup>
		24	3.45 <sup>cd</sup>
		36	3.31 <sup>cd</sup>
	NPK 80-72-72	12	3.42 <sup>cd</sup>
		24	3.27 <sup>cd</sup>
		36	3.43 <sup>cd</sup>
	NPK 120-96-96	12	3.20 <sup>cd</sup>
		24	3.43 <sup>cd</sup>
		36	2.86 <sup>bc</sup>
2014.06.17.	Kontroll	12	1.30 <sup>a</sup>
		24	1.99 <sup>ab</sup>
		36	1.69 <sup>a</sup>
	NPK 40-48-48	12	1.91 <sup>ab</sup>
		24	1.92 <sup>ab</sup>
		36	1.83 <sup>ab</sup>
	NPK 80-72-72	12	2.11 <sup>ab</sup>
		24	2.07 <sup>ab</sup>
		36	2.17 <sup>ab</sup>
	NPK 120-96-96	12	2.00 <sup>ab</sup>
		24	2.13 <sup>ab</sup>
		36	2.22 <sup>ab</sup>

**2. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Biserka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.17.	Kontroll	12	3,26 <sup>cdefg</sup>
		24	3,03 <sup>bcdefg</sup>
		36	3,08 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,72 <sup>abcdefg</sup>
		24	3,87 <sup>fg</sup>
		36	3,67 <sup>efg</sup>
	NPK 80-72-72	12	3,57 <sup>defg</sup>
		24	2,96 <sup>abcdefg</sup>
		36	4,17 <sup>g</sup>
	NPK 120-96-96	12	3,64 <sup>efg</sup>
		24	3,32 <sup>d<sup>efg</sup></sup>
		36	3,22 <sup>cdefg</sup>
2014.06.06.	Kontroll	12	3,35 <sup>defg</sup>
		24	3,23 <sup>cdefg</sup>
		36	3,02 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,06 <sup>bcdefg</sup>
		24	3,79 <sup>efg</sup>
		36	3,89 <sup>fg</sup>
	NPK 80-72-72	12	3,43 <sup>defg</sup>
		24	3,56 <sup>defg</sup>
		36	3,86 <sup>fg</sup>
	NPK 120-96-96	12	3,60 <sup>efg</sup>
		24	3,30 <sup>defg</sup>
		36	3,21 <sup>cdefg</sup>
2014.06.17.	Kontroll	12	1,30 <sup>abc</sup>
		24	1,23 <sup>ab</sup>
		36	1,24 <sup>ab</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,05 <sup>a</sup>
		24	2,38 <sup>abcdefg</sup>
		36	2,18 <sup>abcdefg</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,29 <sup>abcdefg</sup>
		24	2,17 <sup>abcdefg</sup>
		36	1,31 <sup>abc</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,79 <sup>abcde</sup>
		24	1,89 <sup>abcde</sup>
		36	1,59 <sup>abcde</sup>

**3. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Lovászpatonai* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.17.	Kontroll	12	3,81 <sup>def</sup>
		24	3,74 <sup>cdef</sup>
		36	3,74 <sup>cdef</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,82 <sup>def</sup>
		24	4,15 <sup>f</sup>
		36	3,92 <sup>ef</sup>
	NPK 80-72-72	12	4,07 <sup>f</sup>
		24	3,83 <sup>def</sup>
		36	3,82 <sup>def</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,87 <sup>abcdef</sup>
		24	3,62 <sup>abcdef</sup>
		36	3,68 <sup>abcdef</sup>
2014.06.06.	Kontroll	12	3,37 <sup>abcdef</sup>
		24	3,53 <sup>abcdef</sup>
		36	3,34 <sup>abcdef</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,49 <sup>abcdef</sup>
		24	3,54 <sup>abcdef</sup>
		36	3,49 <sup>abcdef</sup>
	NPK 80-72-72	12	3,51 <sup>abcdef</sup>
		24	3,39 <sup>abcdef</sup>
		36	3,52 <sup>abcdef</sup>
	NPK 120-96-96	12	3,55 <sup>abcdef</sup>
		24	3,71 <sup>bcdef</sup>
		36	3,65 <sup>abcdef</sup>
2014.06.17.	Kontroll	12	2,54 <sup>abcde</sup>
		24	2,27 <sup>a</sup>
		36	2,42 <sup>abc</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,39 <sup>abc</sup>
		24	2,92 <sup>abcdef</sup>
		36	3,13 <sup>abcdef</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,65 <sup>abcde</sup>
		24	2,84 <sup>abcdef</sup>
		36	2,57 <sup>abcde</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,49 <sup>abcd</sup>
		24	2,57 <sup>abcde</sup>
		36	2,34 <sup>ab</sup>

**4. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Maxi* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.17.	Kontroll	12	4,91 <sup>ef</sup>
		24	4,94 <sup>ef</sup>
		36	4,66 <sup>ef</sup>
	NPK 40-48-48	12	5,21 <sup>f</sup>
		24	4,88 <sup>ef</sup>
		36	4,64 <sup>ef</sup>
	NPK 80-72-72	12	4,98 <sup>ef</sup>
		24	4,93 <sup>ef</sup>
		36	4,89 <sup>ef</sup>
	NPK 120-96-96	12	4,67 <sup>ef</sup>
		24	4,65 <sup>ef</sup>
		36	4,49 <sup>ef</sup>
2014.06.06.	Kontroll	12	4,21 <sup>def</sup>
		24	4,46 <sup>ef</sup>
		36	4,39 <sup>ef</sup>
	NPK 40-48-48	12	4,52 <sup>ef</sup>
		24	4,20 <sup>def</sup>
		36	4,38 <sup>ef</sup>
	NPK 80-72-72	12	4,09 <sup>cdef</sup>
		24	3,92 <sup>bcde</sup>
		36	4,63 <sup>ef</sup>
	NPK 120-96-96	12	4,63 <sup>ef</sup>
		24	4,35 <sup>ef</sup>
		36	4,28 <sup>ef</sup>
2014.06.17.	Kontroll	12	2,75 <sup>a</sup>
		24	3,24 <sup>abcd</sup>
		36	3,12 <sup>abc</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,01 <sup>ab</sup>
		24	3,11 <sup>abc</sup>
		36	2,64 <sup>a</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,81 <sup>a</sup>
		24	2,88 <sup>a</sup>
		36	2,90 <sup>a</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,81 <sup>a</sup>
		24	2,68 <sup>a</sup>
		36	2,65 <sup>a</sup>

**5. melléklet** Köles fajták ANOVA analízis eredménye a két termőhely hatását tekintve a műtrágyakezelések átlagában (Nyíregyháza, 2014)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rumenka	Between Groups	1,328	1	1,328	5,629	,024
	Within Groups	7,080	30	,236		
	Total	8,409	31			
Biserka	Between Groups	,009	1	,009	,008	,928
	Within Groups	32,086	30	1,070		
	Total	32,095	31			
Lovaszpatonai	Between Groups	,331	1	,331	,448	,508
	Within Groups	22,128	30	,738		
	Total	22,459	31			
Maxi	Between Groups	,008	1	,008	,008	,931
	Within Groups	32,579	30	1,086		
	Total	32,587	31			

**6. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Rumenka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2015.05.11.	Kontroll	12	1,48 <sup>g</sup>
		24	1,03 <sup>abcdefg</sup>
		36	1,37 <sup>fg</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,58 <sup>g</sup>
		24	1,58 <sup>g</sup>
		36	1,46 <sup>g</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,29 <sup>efg</sup>
		24	1,55 <sup>g</sup>
		36	1,25 <sup>cdefg</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,18 <sup>bcdefg</sup>
		24	1,16 <sup>bcdefg</sup>
		36	1,26 <sup>defg</sup>
2015.05.29.	Kontroll	12	1,06 <sup>abcdefg</sup>
		24	1,01 <sup>abcdefg</sup>
		36	0,9 <sup>abcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,19 <sup>bcdefg</sup>
		24	0,99 <sup>abcdefg</sup>
		36	0,95 <sup>abcdefg</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,75 <sup>abcdef</sup>
		24	1,09 <sup>abcdefg</sup>
		36	1,19 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,08 <sup>abcdefg</sup>
		24	1,1 <sup>abcdefg</sup>
		36	1,47 <sup>g</sup>
2015.06.10.	Kontroll	12	0,58 <sup>abcd</sup>
		24	0,56 <sup>abc</sup>
		36	0,59 <sup>abcd</sup>
	NPK 40-48-48	12	0,66 <sup>abcde</sup>
		24	0,44 <sup>a</sup>
		36	0,43 <sup>a</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,43 <sup>a</sup>
		24	0,51 <sup>ab</sup>
		36	0,58 <sup>abcd</sup>
	NPK 120-96-96	12	0,68 <sup>abcde</sup>
		24	0,65 <sup>abcde</sup>
		36	1,02 <sup>abcdefg</sup>

**7. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Biserka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015)

Vetésidő	Mútrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2015.05.11.	Kontroll	12	1,79 <sup>ijkl</sup>
		24	1,66 <sup>hijkl</sup>
		36	1,61 <sup>ghijkl</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,95 <sup>l</sup>
		24	1,76 <sup>ijkl</sup>
		36	1,7 <sup>hijkl</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,66 <sup>hijkl</sup>
		24	1,88 <sup>kl</sup>
		36	1,31 <sup>defghij</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,27 <sup>cdefghij</sup>
		24	1,29 <sup>cdefghij</sup>
		36	1,34 <sup>efghijk</sup>
2015.05.29.	Kontroll	12	1,29 <sup>cdefhij</sup>
		24	1,21 <sup>cdefghi</sup>
		36	1,18 <sup>bcdefgh</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,44 <sup>fghijkl</sup>
		24	0,79 <sup>abcde</sup>
		36	0,80 <sup>abcde</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,78 <sup>abcde</sup>
		24	1,08 <sup>bcdefg</sup>
		36	1,26 <sup>cdefghij</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,27 <sup>cdefghij</sup>
		24	1,23 <sup>cdefghij</sup>
		36	1,62 <sup>ghijkl</sup>
2015.06.10.	Kontroll	12	0,74 <sup>abcd</sup>
		24	0,73 <sup>abc</sup>
		36	0,78 <sup>abcde</sup>
	NPK 40-48-48	12	0,79 <sup>abcde</sup>
		24	0,51 <sup>a</sup>
		36	0,63 <sup>ab</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,74 <sup>abcd</sup>
		24	0,73 <sup>abcd</sup>
		36	0,83 <sup>acde</sup>
	NPK 120-96-96	12	0,89 <sup>abcdef</sup>
		24	0,92 <sup>abcdef</sup>
		36	0,92 <sup>abcdef</sup>

**8. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Lovászpatonai* köles fajta esetén(Nyíregyháza, 2015)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.11	Kontroll	12	1,18 <sup>bcdefg</sup>
		24	1,25 <sup>cdefgh</sup>
		36	1,16 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,28 <sup>defgh</sup>
		24	1,14 <sup>bcdefg</sup>
		36	1,14 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,01 <sup>abcdef</sup>
		24	1,26 <sup>cdefgh</sup>
		36	1,15 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,13 <sup>bcdefg</sup>
		24	1,13 <sup>bcdefg</sup>
		36	1,28 <sup>defgh</sup>
2014.05.29	Kontroll	12	1,57 <sup>fgh</sup>
		24	1,54 <sup>fgh</sup>
		36	1,51 <sup>fgh</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,805 <sup>h</sup>
		24	1,42 <sup>fgh</sup>
		36	1,35 <sup>efgh</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,38 <sup>fgh</sup>
		24	1,61 <sup>gh</sup>
		36	1,59 <sup>gh</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,44 <sup>fgh</sup>
		24	1,54 <sup>fgh</sup>
		36	1,63 <sup>gh</sup>
2014.06.10	Kontroll	12	0,81 <sup>abcde</sup>
		24	0,81 <sup>abcde</sup>
		36	0,63 <sup>ab</sup>
	NPK 40-48-48	12	0,77 <sup>abcd</sup>
		24	0,68 <sup>ab</sup>
		36	0,68 <sup>ab</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,72 <sup>abc</sup>
		24	0,73 <sup>abcd</sup>
		36	0,565 <sup>a</sup>
	NPK 120-96-96	12	0,62 <sup>ab</sup>
		24	0,65 <sup>ab</sup>
		36	0,67 <sup>ab</sup>

**9. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Maxi* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2014.05.11	Kontroll	12	1,66 <sup>defgh</sup>
		24	1,5 <sup>defg</sup>
		36	1,43 <sup>cde</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,63 <sup>defgh</sup>
		24	1,42 <sup>cde</sup>
		36	1,57 <sup>defgh</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,49 <sup>defg</sup>
		24	1,36 <sup>bcd</sup>
		36	1,47 <sup>def</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,50 <sup>defg</sup>
		24	1,46 <sup>def</sup>
		36	1,53 <sup>defgh</sup>
2014.05.29	Kontroll	12	2,1 <sup>h</sup>
		24	2,095 <sup>h</sup>
		36	2,0675 <sup>gh</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,0925 <sup>h</sup>
		24	1,78 <sup>defgh</sup>
		36	1,675 <sup>defgh</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,68 <sup>defgh</sup>
		24	1,87 <sup>defgh</sup>
		36	2,02 <sup>fgh</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,97 <sup>efgh</sup>
		24	1,96 <sup>efgh</sup>
		36	1,91 <sup>defgh</sup>
2014.06.10	Kontroll	12	0,90 <sup>abc</sup>
		24	0,8 <sup>6ab</sup>
		36	0,90 <sup>abc</sup>
	NPK 40-48-48	12	0,88 <sup>ab</sup>
		24	0,64 <sup>a</sup>
		36	0,67 <sup>a</sup>
	NPK 80-72-72	12	0,66 <sup>a</sup>
		24	0,76 <sup>a</sup>
		36	0,74 <sup>a</sup>
	NPK 120-96-96	12	0,75 <sup>a</sup>
		24	0,77 <sup>a</sup>
		36	0,79 <sup>a</sup>

**10. melléklet** A fajták közötti szignifikancia viszonyok a termőhelyek átlagaiban  
(Nyíregyháza, 2015)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Lovászipatonai	Between Groups	1,739	1	1,739	53,136	,000
	Within Groups	,196	6	,033		
	Total	1,935	7			
Maxi	Between Groups	11,810	1	11,810	206,706	,000
	Within Groups	,343	6	,057		
	Total	12,153	7			
Rumenka	Between Groups	,426	1	,426	8,579	,026
	Within Groups	,298	6	,050		
	Total	,724	7			
Biserka	Between Groups	,462	1	,462	18,830	,005
	Within Groups	,147	6	,025		
	Total	,610	7			

**11. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Rumenka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2016.05.20.	Kontroll	12	2,44 <sup>lmn</sup>
		24	2,10 <sup>fgh</sup>
		36	2,12 <sup>ghi</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,19 <sup>hijk</sup>
		24	2,20 <sup>hijk</sup>
		36	1,95 <sup>efg</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,83 <sup>e</sup>
		24	2,41 <sup>klm</sup>
		36	2,36 <sup>ijkl</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,86 <sup>q</sup>
		24	2,25 <sup>hijkl</sup>
		36	2,58 <sup>mno</sup>
2016.05.29.	Kontroll	12	1,41 <sup>bcd</sup>
		24	1,47 <sup>bcd</sup>
		36	1,39 <sup>bc</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,26 <sup>hijkl</sup>
		24	1,07 <sup>a</sup>
		36	1,62 <sup>d</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,52 <sup>cd</sup>
		24	1,91 <sup>ef</sup>
		36	1,29 <sup>b</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,42 <sup>bcd</sup>
		24	1,57 <sup>cd</sup>
		36	2,18 <sup>hij</sup>
2016.06.10.	Kontroll	12	2,70 <sup>opq</sup>
		24	2,78 <sup>opq</sup>
		36	3,22 <sup>r</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,13 <sup>r</sup>
		24	2,64 <sup>nop</sup>
		36	3,13 <sup>r</sup>
	NPK 80-72-72	12	3,20 <sup>r</sup>
		24	3,27 <sup>r</sup>
		36	2,33 <sup>ijkl</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,83 <sup>pq</sup>
		24	2,75 <sup>opq</sup>
		36	3,26 <sup>r</sup>

**12. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Biserka* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (t ha <sup>-1</sup> )
2016.05.20.	Kontroll	12	1,12 <sup>ab</sup>
		24	1,42 <sup>bcdef</sup>
		36	1,32 <sup>bcd</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,76 <sup>ghij</sup>
		24	1,67 <sup>efghij</sup>
		36	1,96 <sup>jk</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,35 <sup>bcde</sup>
		24	1,93 <sup>jk</sup>
		36	1,80 <sup>hij</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,83 <sup>ij</sup>
		24	1,7 <sup>fghij</sup>
		36	1,97 <sup>jk</sup>
2016.05.29.	Kontroll	12	1,35 <sup>bcde</sup>
		24	1,48 <sup>cdefgh</sup>
		36	1,45 <sup>bcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,70 <sup>fghij</sup>
		24	1,32 <sup>bcd</sup>
		36	1,5 <sup>cdefgh</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,72 <sup>fghij</sup>
		24	2,22 <sup>k</sup>
		36	0,84 <sup>a</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,13 <sup>ab</sup>
		24	1,59 <sup>defghi</sup>
		36	1,21 <sup>bc</sup>
2016.06.10.	Kontroll	12	2,93 <sup>mn</sup>
		24	2,92 <sup>mn</sup>
		36	2,92 <sup>mn</sup>
	NPK 40-48-48	12	3,15 <sup>n</sup>
		24	2,671 <sup>m</sup>
		36	3,16 <sup>n</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,78 <sup>lm</sup>
		24	3,20 <sup>n</sup>
		36	2,52 <sup>l</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,70 <sup>lm</sup>
		24	2,76 <sup>lm</sup>
		36	2,77 <sup>lm</sup>

**13. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Lovászpatonai* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (kg ha <sup>-1</sup> )
2016.05.20.	Kontroll	12	1,64 <sup>abcdefg</sup>
		24	1,65 <sup>abcdefg</sup>
		36	1,63 <sup>abcdefg</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,76 <sup>bcdefgh</sup>
		24	2,02 <sup>hij</sup>
		36	2,25 <sup>jk</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,96 <sup>ghij</sup>
		24	1,89 <sup>fghi</sup>
		36	2,38 <sup>kl</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,20 <sup>ijk</sup>
		24	2,08 <sup>hijk</sup>
		36	2,09 <sup>hijk</sup>
2016.05.29.	Kontroll	12	1,81 <sup>defgh</sup>
		24	1,82 <sup>efgh</sup>
		36	1,87 <sup>fghi</sup>
	NPK 40-48-48	12	1,43 <sup>ab</sup>
		24	1,45 <sup>abc</sup>
		36	1,80 <sup>cdefgh</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,76 <sup>bcdefgh</sup>
		24	1,87 <sup>fghi</sup>
		36	1,32 <sup>a</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,46 <sup>abc</sup>
		24	1,50 <sup>abcde</sup>
		36	1,63 <sup>abcdefg</sup>
2016.06.10.	Kontroll	12	2,05 <sup>hij</sup>
		24	2,23 <sup>jk</sup>
		36	2,58 <sup>l</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,6625 <sup>l</sup>
		24	1,35 <sup>a</sup>
		36	1,47 <sup>abcd</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,60 <sup>abcdef</sup>
		24	1,75 <sup>bcdefgh</sup>
		36	1,49 <sup>abcde</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,8 <sup>cdefgh</sup>
		24	1,63 <sup>abcdefg</sup>
		36	2,03 <sup>hij</sup>

**14. melléklet** A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a *Maxi* köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016)

Vetésidő	Műtrágya kezelés (kg ha <sup>-1</sup> )	Sortávolság (cm)	Termés (kg ha <sup>-1</sup> )
2016.05.20.	Kontroll	12	2,5 <sup>klmn</sup>
		24	3,32 <sup>s</sup>
		36	3,06 <sup>r</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,96 <sup>qr</sup>
		24	2,39 <sup>ijklm</sup>
		36	2,59 <sup>lmno</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,64 <sup>mnop</sup>
		24	2,13 <sup>efghi</sup>
		36	2,75 <sup>nopq</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,63 <sup>mnop</sup>
		24	2,47 <sup>klm</sup>
		36	2,37 <sup>ijklm</sup>
2016.05.29.	Kontroll	12	1,49 <sup>a</sup>
		24	1,81 <sup>bcd</sup>
		36	1,65 <sup>ab</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,15 <sup>efghi</sup>
		24	1,94 <sup>cdef</sup>
		36	1,94 <sup>cdef</sup>
	NPK 80-72-72	12	2,13 <sup>efghi</sup>
		24	2,16 <sup>efghi</sup>
		36	1,89 <sup>bcede</sup>
	NPK 120-96-96	12	1,64 <sup>ab</sup>
		24	1,69 <sup>abc</sup>
		36	2,35 <sup>hijkl</sup>
2016.06.10.	Kontroll	12	2,06 <sup>defg</sup>
		24	2,52 <sup>klmn</sup>
		36	2,54 <sup>klmn</sup>
	NPK 40-48-48	12	2,57 <sup>lmno</sup>
		24	2,08 <sup>efgh</sup>
		36	2,21 <sup>fghij</sup>
	NPK 80-72-72	12	1,75 <sup>abc</sup>
		24	2,85 <sup>pqr</sup>
		36	2,20 <sup>fghij</sup>
	NPK 120-96-96	12	2,16 <sup>efghi</sup>
		24	2,27 <sup>ghijk</sup>
		36	2,82 <sup>opqr</sup>

**15. melléklet** A termőhely (homok illetve réti talaj) köles termésére gyakorolt hatásának variancia-analízise

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	97,265	1	97,265	52,513	,000
Within Groups	379,702	205	1,852		
Total	476,966	206			

**16. melléklet** Az évjárat (2014-2015) köles termésére gyakorolt hatásának variancia-analízise

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	281,510	1	281,510	295,256	,000
Within Groups	195,456	205	,953		
Total	476,966	206			

**17. melléklet** Az NDVI értékek és a termés közötti Pearson-féle korrelációs vizsgálatok eredményei különböző genotípusok esetén eltérő vetésidőkben (Nyíregyháza, 2015)

Correlations Fajta1 vi1					Correlations Fajta1 vi2					Correlations Fajta1 vi3				
	Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés
Spad1	1	,670*	,438**	-,017	Spad1	1	,340*	,354*	-,101	Spad1	1	,370*	,566**	,102
Spad2	,670*	1	,344*	-,137	Spad2	,340*	1	,544**	-,034	Spad2	,370**	1	,379**	-,201
Spad3	,438*	,344*	1	-,110	Spad3	,354*	,544*	1	-,370**	Spad3	,566**	,379*	1	-,055
Termés	-,017	-,137	-,110	1	Termés	-,101	-,034	-,370**	1	Termés	,102	-,201	-,055	1
Correlations Fajta2 vi1					Correlations Fajta2 vi2					Correlations Fajta2 vi3				
	Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés
Spad1	1	,409*	,531**	-,184	Spad1	1	,378*	,299*	,080	Spad1	1	,373*	,492**	-,154
Spad2	,409*	1	-,072	-,069	Spad2	,378**	1	,519**	,226	Spad2	,373**	1	,345*	-,186
Spad3	,531*	-,072	1	,247	Spad3	,299*	,519*	1	,371**	Spad3	,492**	,345*	1	-,002
Termés	-,184	-,069	,247	1	Termés	,080	,226	,371**	1	Termés	-,154	-,186	-,002	1
Correlations Fajta3 vi1					Correlations Fajta3 vi2					Correlations Fajta3 vi3				
	Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés
Spad1	1	,391*	,480**	-,044	Spad1	1	,017	,124	-,191	Spad1	1	,477*	,057	,251
Spad2	,391*	1	,379**	,048	Spad2	,017	1	,481**	-,215	Spad2	,477**	1	,357*	-,038
Spad3	,480*	,379*	1	-,352*	Spad3	,124	,481*	1	-,067	Spad3	,057	,357*	1	-,545**
Termés	-,044	,048	-,352*	1	Termés	-,191	-,215	-,067	1	Termés	,251	-,038	-,545**	1
Correlations Fajta4 vi1					Correlations Fajta4 vi2					Correlations Fajta4 vi3				
	Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Termés
Spad1	1	,209	-,145	-,206	Spad1	1	-,111	-,108	-,397**	Spad1	1	-,044	,034	-,453**
Spad2	,209	1	,300*	,138	Spad2	-,111	1	,744**	,107	Spad2	-,044	1	,335*	,339*
Spad3	-,145	,300*	1	-,456**	Spad3	-,108	,744*	1	,101	Spad3	,034	,335*	1	,304*
Termés	-,206	,138	-,456**	1	Termés	-,397**	,107	,101	1	Termés	-,453**	,339*	,304*	1

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**18. melléklet** Az NDVI értékek és a termés közötti Pearson-féle korrelációs vizsgálatok eredményei különböző genotípusok esetén eltérő vetésidőkben

(Nyíregyháza, 2016)

Correlations Fajta1 vi1						Correlations Fajta1 vi2						Correlations Fajta1 vi3					
	Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés
Spad1	1	,418**	,541**	,556**	-,223	Spad1	1	,587**	,786**	,584**	,592**	Spad1	1	,603**	,605**	,630**	,616**
Spad2	,418**	1	,648**	,727**	,223	Spad2	,587**	1	,575**	,458**	,285*	Spad2	,603**	1	,723**	,772**	,741**
Spad3	,541**	,648**	1	,687**	,027	Spad3	,786**	,575**	1	,511**	,511**	Spad3	,605**	,723**	1	,827**	,812**
Spad4	,556**	,727**	,687**	1	,132	Spad4	,584**	,458**	,511**	1	,147	Spad4	,630**	,772**	,827**	1	,891**
Termés	-,223	,223	,027	,132	1	Termés	,592**	,285*	,511**	,147	1	Termés	,616**	,741**	,812**	,891**	1
Correlations Fajta2 vi1						Correlations Fajta2 vi2						Correlations Fajta2 vi3					
	Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés
Spad1	1	,658**	,721**	,193	,096	Spad1	1	,763**	,737**	,427**	,404**	Spad1	1	,733**	,416**	,444**	,205
Spad2	,658**	1	,697**	,435**	,105	Spad2	,763**	1	,763**	,468**	,362*	Spad2	,733**	1	,307*	,454**	,177
Spad3	,721**	,697**	1	,432**	,542**	Spad3	,737**	,763**	1	,541**	,378**	Spad3	,416**	,307*	1	,656**	,631**
Spad4	,193	,435**	,432**	1	,577**	Spad4	,427**	,468**	,541**	1	,204	Spad4	,444**	,454**	,656**	1	,561**
Termés	,096	,105	,542**	,577**	1	Termés	,404**	,362*	,378**	,204	1	Termés	,205	,177	,631**	,561**	1
Correlations Fajta3 vi1						Correlations Fajta3 vi2						Correlations Fajta3 vi3					
	Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés
Spad1	1	,124	-,210	,125	,223	Spad1	1	,640**	,702**	,602**	,531**	Spad1	1	,311*	,224	,412**	,453**
Spad2	,124	1	,402**	,397**	-,261	Spad2	,640**	1	,548**	,464**	,435**	Spad2	,311*	1	,764**	,609**	,621**
Spad3	-,210	,402**	1	,481**	-,427**	Spad3	,702**	,548**	1	,841**	,630**	Spad3	,224	,764**	1	,443**	,703**
Spad4	,125	,397**	,481**	1	,193	Spad4	,602**	,464**	,841**	1	,657**	Spad4	,412**	,609**	,443**	1	,478**
Termés	,223	-,261	-,427**	,193	1	Termés	,531**	,435**	,630**	,657**	1	Termés	,453**	,621**	,703**	,478**	1
Correlations Fajta4 vi1						Correlations Fajta4 vi2						Correlations Fajta4 vi3					
	Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés		Spad1	Spad2	Spad3	Spad4	Termés
Spad1	1	,681**	,415**	,549**	,352*	Spad1	1	,768**	,511**	,704**	,379**	Spad1	1	,523**	,074	,624**	,237
Spad2	,681**	1	,665**	,756**	,176	Spad2	,768**	1	,582**	,748**	,441**	Spad2	,523**	1	,637**	,340*	,559**
Spad3	,415**	,665**	1	,878**	-,228	Spad3	,511**	,582**	1	,704**	,364*	Spad3	,074	,637**	1	,252	,473**
Spad4	,549**	,756**	,878**	1	-,147	Spad4	,704**	,748**	,704**	1	,373**	Spad4	,624**	,340*	,252	1	,298*
Termés	,352*	,176	-,228	-,147	1	Termés	,379**	,441**	,364*	,373**	1	Termés	,237	,559**	,473**	,298*	1

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

<b>1. ábra</b> A világ fontosabb köles termesztő országainak vetésterülete (FAO adatok, 2021) .....	6
<b>2. ábra</b> A köles termésátlagának alakulása a fontosabb köles termesztő országokban (FAO adatok, 2021) .....	7
<b>3. ábra</b> A vetésterület alakulása Magyarországon 1961-2018 között (FAO adatok).....	8
<b>4. ábra</b> A köles termésátlagának alakulása hazánkban 1961-2017 között (FAO adatok) .....	8
<b>5. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2013. évben (Nyíregyháza, 2013).....	41
<b>6. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2014. évben (Nyíregyháza, 2014).....	42
<b>7. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2014. évben (Karcag, 2014) .....	42
<b>8. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2015. évben (Nyíregyháza, 2015).....	43
<b>9. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2015. évben (Nyíregyháza, 2015).....	43
<b>10. ábra</b> A csapadék és a hőmérséklet havi átlagainak alakulása a 2016. évben (Nyíregyháza, 2016).....	44
<b>11. ábra</b> A Rumenka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	55
<b>12. ábra</b> A Rumenka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	56
<b>13. ábra</b> A Rumenka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza) .....	56
<b>14. ábra</b> A Biserka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	57
<b>15. ábra</b> A Biserka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	58
<b>16. ábra</b> A Biserka köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza) .....	58

<b>17. ábra</b> A Lovászpatonai köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	59
<b>18. ábra</b> A Lovászpatonai köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	60
<b>19. ábra</b> A Lovászpatonai köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza) .....	60
<b>20. ábra</b> A Maxi köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő vetésidők esetén a trágyakezelések, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	61
<b>21. ábra</b> A <i>Maxi</i> köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő trágyakezelések esetén a vetésidők, illetve sortávolságok átlagában (Nyíregyháza) .....	61
<b>22. ábra</b> A <i>Maxi</i> köles fajta NDVI értékeinek alakulása eltérő évjáratokban eltérő sortávolságok esetén a vetésidők, illetve trágyakezelések átlagában (Nyíregyháza) .....	62
<b>23. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 06. 12-i vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013).....	63
<b>24. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 06. 25-i vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013).....	63
<b>25. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok, illetve tápanyagaellátási szintek esetén 07. 03-i vetésidő esetén (Nyíregyháza, 2013).....	64
<b>26. ábra</b> A Biserka köles termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelése átlagában (Nyíregyháza, 2013).....	64
<b>27. ábra</b> Különböző köles fajták trágyareakciója réti talajon (Karcag, 2014) .....	65
<b>28. ábra</b> Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezelése átlagában réti talajon (Karcag, 2014).....	66
<b>29. ábra</b> A Rumenka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelése átlagában (Nyíregyháza, 2014).....	67
<b>30. ábra</b> A sortávolság hatása a Rumenka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014).....	67
<b>31. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelése átlagában (Nyíregyháza, 2014).....	68
<b>32. ábra</b> A sortávolság hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014).....	69

<b>33. ábra</b> A műtrágyázás hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014).....	69
<b>34. ábra</b> A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2014).....	70
<b>35. ábra</b> A sortávolság hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2014).....	70
<b>36. ábra</b> A Maxi köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2014).....	71
<b>37. ábra</b> Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezelések átlagában réti talajon (Nyíregyháza, 2014) .....	72
<b>38. ábra</b> A tápanyagellátás hatása a köles termésének alakulására eltérő termőhelyeken 2014-ben .....	73
<b>39. ábra</b> A termőhelyek között terméskülönbség különböző tápanyagellátási szinteken a vizsgált köles genotípusok esetén .....	73
<b>40. ábra</b> A Rumenka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015).....	74
<b>41. ábra</b> A sortávolság hatása a Rumenka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015).....	75
<b>42. ábra</b> A tápanyagellátás hatása a Rumenka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015).....	75
<b>43. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015).....	76
<b>44. ábra</b> A sortávolság hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015).....	77
<b>45. ábra</b> A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015).....	78
<b>46. ábra</b> A tápanyagellátás hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2015).....	78
<b>47. ábra</b> A Maxi köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2015).....	79
<b>48. ábra</b> Köles genotípusok termésének alakulása a műtrágya, sortávolság, illetve vetésidő kezelések átlagában réti talajon (Nyíregyháza, 2014) .....	79
<b>49. ábra</b> A köles fajták termésének alakulása a kezelések átlagában eltérő termőhelyeken 2015-ben .....	80

<b>50. ábra</b>	A Rumenka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016).....	81
<b>51. ábra</b>	A sortávolság hatása a Rumenka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	82
<b>52. ábra</b>	A tápanyagellátás hatása a Rumenka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	82
<b>53. ábra</b>	A Biserka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016).....	83
<b>54. ábra</b>	A sortávolság hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	83
<b>55. ábra</b>	A tápanyagellátás hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	84
<b>56. ábra</b>	A Lovászpatonai köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016).....	85
<b>57. ábra</b>	A sortávolság hatása a Biserka köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	85
<b>58. ábra</b>	A tápanyagellátás hatása a Lovászpatonai köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	86
<b>59. ábra</b>	A Maxi köles fajta termésének alakulása különböző vetésidőkben a sortávolság, illetve tápanyagellátás kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016).....	87
<b>60. ábra</b>	A sortávolság hatása a Maxi köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	88
<b>61. ábra</b>	A tápanyagellátás hatása a Maxi köles fajta termésének alakulására különböző vetésidők alkalmazása esetén (Nyíregyháza, 2016).....	88
<b>62. ábra</b>	A köles fajták termésének alakulása a vetésidő, műtrágya, illetve sortávolság kezelések átlagában (Nyíregyháza, 2016).....	89
<b>63. ábra</b>	A Biserka köles fajta termésének alakulása a kezelések (sortávolság, műtrágya, vetésidő) átlagában különböző évjáratokban (Nyíregyháza).....	89
<b>64. ábra</b>	A Biserka köles fajta termésének alakulása különböző vetésidők alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (sortávolság, műtrágya) átlagában (Nyíregyháza).....	90
<b>65. ábra</b>	A Biserka köles fajta termésének alakulása eltérő sortávolságok alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (vetésidő, műtrágya) átlagában (Nyíregyháza).....	91

<b>66. ábra</b> A Biserka köles fajta termésének alakulása eltérő tápanyagellátási szinteken a vizsgált évek illetve a kezelések (vetésidő, sortávolság) átlagában (Nyíregyháza, 2013-2016) .....	91
<b>67. ábra</b> Köles genotípusok termésének alakulása a vizsgált évek, illetve a kezelések (vetésidő, műtrágya, sortávolság) átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016).....	92
<b>68. ábra</b> A köles termésének alakulása eltérő évjáratokban a kezelések (vetésidő, műtrágya, sortávolság) és a fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016).....	92
<b>69. ábra</b> A köles termésének alakulása eltérő vetésidők alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (műtrágya, sortávolság) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016) .....	93
<b>70. ábra</b> A köles termésének alakulása eltérő sortávolságok alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (műtrágya, vetésidő) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016) .....	94
<b>71. ábra</b> A köles termésének alakulása eltérő tápanyagellátási szintek alkalmazása esetén a vizsgált évek, illetve a kezelések (sortávolság, vetésidő) és fajták átlagában (Nyíregyháza, 2014-2016) .....	94
<b>72. ábra</b> Köles genotípusok termésének alakulása két évjárat termésének átlagában ...	95
<b>73. ábra</b> Az évjárat és a vizsgált termesztéstechnológiai elemek szerepe a köles termésének alakulásában (Nyíregyháza, 2014-2016) .....	99
<b>74. ábra</b> Az évjárat és a vizsgált termesztéstechnológiai elemek szerepe a köles termésének alakulásában.....	99

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

<b>1. táblázat:</b> A világ fontosabb köles fajai és termesztési területük (KULP és PONTE, 2000) .....	11
<b>2. táblázat:</b> A köles tápanyagigénye Antal (2005) szerint 1 t termésre vonatkozóan....	31
<b>3. táblázat:</b> A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében beállított kísérlet területének talajvizsgálati eredményei (Nyíregyháza, 2013) .....	39
<b>4. táblázat:</b> A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében beállított kísérlet területének talajvizsgálati eredményei (Karcag, 2013) .....	40
<b>5. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a 2013. évi polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2013).....	47
<b>6. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2014) .....	49
<b>7. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a DE AKIT KKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Karcag, 2014) .....	50
<b>8. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2015) .....	51
<b>9. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a DE AKIT KKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Karcag, 2014) .....	52
<b>10. táblázat:</b> Agrotechnikai műveletek a DE AKIT NYKI területén beállított polifaktoriális köles kísérletben (Nyíregyháza, 2015) .....	53
<b>11. táblázat:</b> A hőösszeg termésre gyakorolt hatásának vizsgálata Pearson-féle korreláció analízis alkalmazásával .....	96
<b>12. táblázat:</b> A tenyészidőszak csapadékmennyiségének termésre gyakorolt hatásának vizsgálata Pearson-féle korreláció analízis alkalmazásával (Nyíregyháza, 2014-2016)	97
<b>13. táblázat:</b> A csapadék hatékonyságának alakulása különböző genotípusok esetén eltérő évjáratokban és eltérő vetésidőkben (Nyíregyháza, 2014-2016).....	98
<b>14. táblázat:</b> Különböző időszakok átlaghőmérsékleteinek alakulása (Nyíregyháza)	100
<b>15. táblázat:</b> Különböző időszakok csapadékmennyiségeinek alakulása (Nyíregyháza) .....	101

## KÉPEK JEGYZÉKE

<b>1. kép</b> A homoktalajon beállított polifaktoriális köles kísérlet állománya (Nyíregyháza, 2015) .....	38
<b>2. kép</b> Biserka köles fajta bugája (fotó: Seres, 2013).....	45
<b>3. kép</b> Rumenka köles fajta bugája (fotó: Seres, 2012).....	45
<b>4. kép</b> Lovászpatonai köles fajta állománya (fotó: Seres, 2012).....	46
<b>5. kép</b> Maxi köles fajta bugája (fotó: Seres, 2012).....	46

## MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

<b>1. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Rumenka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014) .....	135
<b>2. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Biserka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014) .....	136
<b>3. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Lovászpatonai köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014).....	137
<b>4. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Maxi köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2014) .....	138
<b>5. melléklet</b> Köles fajták ANOVA analízis eredménye a két termőhely hatását tekintve a műtrágyakezelések átlagában (Nyíregyháza, 2014) .....	139
<b>6. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Rumenka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015) .....	140
<b>7. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Biserka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015) .....	141
<b>8. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a <i>Lovászpatonai</i> köles fajta esetén(Nyíregyháza, 2015).....	142
<b>9. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Maxi köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2015) .....	143
<b>10. melléklet</b> A fajták közötti szignifikancia viszonyok a termőhelyek átlagaiban (Nyíregyháza, 2015) .....	144
<b>11. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Rumenka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016) .....	145
<b>12. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Biserka köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016) .....	146
<b>13. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Lovászpatonai köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016).....	147
<b>14. melléklet</b> A kezeléskombinációk közötti szignifikancia viszonyok a kezelések átlagaiban a Maxi köles fajta esetén (Nyíregyháza, 2016) .....	148
<b>15. melléklet</b> A termőhely (homok illetve réti talaj) köles termésére gyakorolt hatásának variancia-analízise .....	149
<b>16. melléklet</b> Az évjárat (2014-2015) köles termésére gyakorolt hatásának variancia-analízise .....	149
<b>17. melléklet</b> Az NDVI értékek és a termés közötti Pearson-féle korrelációs vizsgálatok eredményei különböző genotípusok esetén eltérő vetésidőkben (Nyíregyháza, 2015) .....	150
<b>18. melléklet</b> Az NDVI értékek és a termés közötti Pearson-féle korrelációs vizsgálatok eredményei különböző genotípusok esetén eltérő vetésidőkben.....	151