

## Egy köles tájfajta műtrágya-reakciójának vizsgálata

<sup>1</sup>ZSEMBELI Zsadány, <sup>2,3</sup>SINKA Lúcia, <sup>3</sup>TÜDŐSNÉ BUDAI Júlia, <sup>3</sup>KOVÁCS Györgyi,  
<sup>3</sup>TUBA Géza, <sup>3\*</sup>ZSEMBELI József

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, <sup>2</sup>Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen,  
<sup>3</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet, Karcag

(Beérkezett: 2022.01.06.; Elfogadva: 2022.03.01.)

(Online megjelent: 2022.04.13.)

### Bevezetés

A tájgazdálkodás a táj eltartóképességét figyelembe vevő mezőgazdasági tevékenység, amely megfelel a környezetkímélő gazdálkodás alapelveinek, ezáltal fenntartható gazdálkodást tesz lehetővé (DURAY, 2015). Az egyik előnye, hogy minden egyes növény és állatfaj/fajta esetében meghatározható egy relatív termőhelyi optimum, illetve egy térség adottságainak megismerése után viszonylag alacsonyabb ráfordításokkal növelhető a termés mennyisége és minősége az átlagos szint fölé.

A növénytermesztés legnagyobb kockázati tényezőjét a szélsőséges, rendkívül változékony időjárás jelenti (POWELL & REINHARD, 2016; WANG et al., 2016). Éppen ezért sokkal nagyobb mértékben kellene számításba venni a termőhelyi specifikumokat, a tájtermesztés sajátosságait. A tájtermesztés meghatározó kérdése a termőhelynek leginkább megfelelő fajtaválaszték kialakítása.

A növénytermesztés ökológiai feltételekhez való illesztésének egyik módszere az adott terület/régió környezeti feltételeinek megfelelő igényű fajták nemesítése. Az Alföld kedvezőtlen adottságú területein, így a Nagykunságban és Karcagon is, korlátozottak a növénytermesztés lehetőségei, a termelés kockázata nagyobb, mint más régiókban, ezért kiemelten fontos a sikeresen és gazdaságosan termeszthető növényfajok és fajták (hibridek) kiválasztása. Éppen ezért célszerű előtérbe helyezni az ún. tájfajtákat, hiszen ezeknél jobban aligha illeszkednek más növénykultúrák az adott táj ökológiai adottságaihoz.

A Karcagi Kutatóintézet táj kutatási feladatai között, a nagy vetésterületű növények termesztése mellett, több évtizedes múltja van a kis területen termesztett, de az adott táj ökológiai adottságaihoz alkalmazkodó fajták nemesítésének, valamint számos kutatás irányul agrotechnikájuk, így a tápanyagigényük meghatározásának a tudományos megalapozására (BLASKÓ, 2010; ZSEMBELI & KOVÁCS, 2014).

Az egyik legégetőbb gazdaságossági probléma napjaink növénytermesztői számára a műtrágyák árának folyamatos emelkedése. Az eredményes és hatékony gazdálkodáshoz ezért elengedhetetlen a tápanyag-visszapótlás alternatív módjainak alkalmazása és meghonosítása, vagy annak az optimalizálása. A tápanyagpótlás gyakorlata üzemenként, sőt táblánként eltérő. A növények trágyaigényét ugyanis számos termőhelyi tényező befolyásolja, mint például a talajok tápelemkészlete,

\*Levelező szerző: ZSEMBELI József, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet, 5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail: zsembeli.jozsef@uni-mate.hu

szerkezete, humusztartalma, vízgazdálkodása. Meghatározó az egyes növények tápanyagfeltáró, illetve tápanyaghasznosító képessége is (KÁDÁR, 1993). Korábbi tartamkísérletekben már vizsgálták pl. a repce és a napraforgó növények termőhelyspecifikus tápanyag-felvételét (KÁDÁR, 2012; 2013).

Jelen kutatás előzménye az 1967 óta működő Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) karcagi parcelláin folyó mérések. Az OMTK egy 1967-ben, 9 eltérő ökológiai adottságú kísérleti talajon 0-N-NP-NK-NPK-műtrágyázási kezelésekkel, négy ismétlésben beállított, egységes szántóföldi tartamkísérlet hálózat. A kísérletek új tudományos eredményeket szolgáltatottak a műtrágyázási kezelések és az évjáratok hatására megváltozott talajtulajdonságokra, a vetésforgók növényeinek termésére, a fő termékek kémiai minőségi paramétereire vonatkozóan, tudományos és gyakorlati tapasztalatokkal gazdagítva az ezen összefüggések iránt érdeklődőket (DEBRECZENINÉ & NÉMETH, 2009; SÁRVÁRI, 1998). A karcagi kísérlet elsősorban a műtrágyázás és a mészállapot összefüggéseinek feltárására irányultak (ZSIGRAI, 1995; BLASKÓ & ZSIGRAI, 1998). Az OMTK-hálózat összeomlása után, 2011-től kezdődően a karcagi parcellákon, az akkor már 44 éves műtrágya adagokat fenntartva, új kísérlet kezdődött. Ennek a célját a környékbeli gazdálkodók által megfogalmazott kérdés határozta meg, miszerint a nagykunsági termőhelyeken népszerű karcagi tájfajták mekkora, a helyi talajviszonyokat figyelembe véve optimalizált műtrágya adagokkal természetközeli eredményesen és gazdaságosan (CZIMBALMOS et al., 2016).

Ezen műtrágya adagok pontos és tudományos alapokon nyugvó, a változó környezeti feltételeket is figyelembe vevő meghatározása érdekében állítottunk be a 20 műtrágya adag kombinációt négy ismétlésben (összesen 160 parcella) magában hordozó kísérletet az eredeti OMTK kísérlet helyén, az eredeti tápanyag dózisos figyelembevételével.

2021-ben a módosított OMTK kezelések tapasztalatai alapján egy új kutatási programba kezdtünk, amelynek keretében beállítottunk egy új műtrágyázási kisparcellás kísérletet a Karcagi Kutatóintézet (KKI) Műtrágyázási Kísérleti Kertjében (MKK). Ebben a kísérletben 8 kezelés 3 ismétlése mellett vizsgáljuk, remélhetőleg hosszú távon, a karcagi tájfajták tápanyagreakcióját.

Jelen tanulmányunkban a Karcagon nemesített és fenntartott egyik köles tájfajta tápanyagreakciójának vizsgálatából származó eredményeinket mutatjuk be. A köles a perjefélék (*Poaceae*) családjába és a kölesformák (*Panicoideae*) alcsaládjába tartozó *Panicum* és *Pennisetum* növénynemzetségek egyes fajainak összefoglaló elnevezése. 2017-ben világszinten több mint 29 millió tonna kölest termeltek, a legnagyobb termeszto India, közel 11 millió tonnával. Oroszországban több mint 800000, Kínában pedig körülbelül egymillió hektáron termesztik (SIDORENKO et al., 2012; CHAI et al., 2012). Magyarországon, kis területen termesztik, (pl. belvíz miatt) kipusztult vetések pótlására, illetve kettős termesztésben (CHRAPPÁN et al., 1997). A világon megtermelt köles 80–85 százaléka emberi fogyasztásra kerül. Nálunk csak a reformkonyha hívei és a hagyományápolók részesítik előnyben, a legtöbben madáreledelnek termelik.

ANTAL (1996) szerint a köles nagy terméshez szükséges tápanyagigényét az elővetemény alá adagolt, illetve a visszamaradt tápanyagokkal elégítjük ki. A köles

fajlagos makrotápanyag-igénye 100 kg fő- és melléktermékhez: 3,0 N, 1,4 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3,5 K<sub>2</sub>O. ÁBRAHÁM (2019) szerint a köles tápanyagigényét másodvetésben az elővetemény alá adott műtrágyával elégítik ki. A fajlagos makroelem-igénye, ilyen esetben, 100 kg fő- és melléktermékhez: 2,0 kg N, 0,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,2 kg K<sub>2</sub>O. A köles tápanyagigényét teljes mértékben műtrágyával fedezzük. A kijuttatandó műtrágya pontos mennyiségét talajvizsgálat alapján célszerű meghatározni, de a hazai talajokon hozzávetőleg a következő műtrágya hatóanyag-mennyiség ajánlható kijuttatásra: 30–80 kg ha<sup>-1</sup> N, 20–35 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40–70 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (SÁRVÁRI, 2011).

Indokoltnak és szükségesnek tartjuk olyan kísérletek végzését, amely során az adott régióban perspektivikusan termesztendő fajták, illetve tájfajták optimális műtrágyázási igényének feltárását tűzik ki célul. A hosszútávon, akár tartamkísérletben lefolytatott vizsgálatok eredményei hozzájárulhatnak a kijuttatott NPK növényi tápanyagok dózisa, a termés mennyiségi és minőségi mutatói, és az évjáráthatás közötti összefüggések feltárásához. Ezen összefüggések alapján pedig olyan technológiai ajánlások fogalmazhatók meg, amelyek az adott térségben gazdálkodók számára értékes információkat nyújtanak a növénytáplálás tervezéséhez, illetve a termés sütőipari vagy takarmányértékének meghatározásához. Kutatómunkánkkal ehhez kívánunk adalékokkal szolgálni a Karcag speciális, sokszor szélsőséges agroökológiai adottságai között nemesített tájfajták vizsgálatával.

### Anyag és módszer

#### *A kísérleti terület éghajlata*

A kísérleti terület a Hortobágy és a Nagykunság tájegységek érintkezési zónájában fekszik. Éghajlatára a kifejezett kontinentalitás jellemző. A lehullott csapadék éves mennyisége az utóbbi 60 évben 340 és 760 mm között ingadozott, átlagosan valamivel több mint 500 mm volt. A talajaszály kialakulása június-augusztus hónapokban gyakori, ami mellé rendszerint légköri aszály is társul, felerősítve annak károsító hatását. Karcag Magyarország egyik legszárazabb, a hőmérsékleti ingadozásokat tekintve legszélsőségesebb, illetve leginkább kontinentális jellegű régiójában található (1. táblázat).

A térség klímájának változását az ötvenéves és a tízéves idősor alapján számított hőmérsékleti és csapadék adatok is jól mutatják. Az éves középhőmérséklet 1,8 °C-kal volt magasabb a 2011 és 2020 közötti időszakban, mint a múlt század második felében, ami erős melegedést jelent. Minden hónapban magasabbak a havi középhőmérsékleti értékek, amelyek a telek enyhülését és a nyarak még melegebbé válását mutatják. Ugyanezen összehasonlításban az éves csapadék mennyisége alig emelkedett (kevesebb, mint 14 mm-rel), és az éves eloszlás sem változott mérvadóan. Tanulmányunkban az általunk feldolgozott termésadatokhoz kapcsolódó évjáratok főbb meteorológiai adatait is közöljük, mivel ezek szorosan kapcsolódnak az adatok értékeléséhez.

1. táblázat  
Néhány meteorológiai jellemző Karcagon

Hónap (1)	Havi középhőmérséklet (2) (°C) 1951–2000	Havi középhőmérséklet (2) (°C) 2011–2020	Havi csapadék (3) (mm) 1951–2000	Havi csapadék (3) (mm) 2011–2020
I.	–2,5	–0,5	28,4	30,3
II.	–0,6	1,9	26,5	32,8
III.	4,9	6,7	24,9	33,9
IV.	10,6	12,6	37,2	27,1
V.	16,3	16,6	54,2	53,2
VI.	19,4	21,0	71,3	65,4
VII.	21,3	22,5	56,2	67,4
VIII.	20,3	22,9	48,7	43,4
IX.	15,9	17,9	40,9	45,2
X.	10,1	11,7	31,8	49,2
XI.	4,5	6,1	43,6	32,8
XII.	0,1	1,7	39,7	36,6
<b>Éves (4)</b>	<b>10,0</b>	<b>11,8</b>	<b>503,4</b>	<b>517,3</b>

#### A karcagi OMTK talaja

A módosított OMTK talaja mély humusrétegű, mélyben szolonyeces réti csernozjom. A talajképző kőzet vályogos agyag fizikai féleségű infúziós lösz. Az Atterberg-féle homok, por és agyag frakció a talaj 130–140 cm-es szelvényében viszonylag állandó, 30–35%-os részarányban található. A feltalaj kémhatása gyengén savanyú, a 0–40 cm-es rétegben azonban jelentős hidrolitos aciditást mutat, amely a szénsavas mész megjelenésével a 40–50 cm-es rétegtől megszűnik. Mérhető mennyiségű szóda az 50 cm alatti rétegekben mutatható ki. A kísérlet talaja vályog, agyagos vályog fizikai féleségbe sorolható. A 3,09% humusztartalom alapján a kísérlet talajának N-ellátottsága közepes. A 30 mg kg<sup>-1</sup> AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- és a 178 mg kg<sup>-1</sup> AL-K<sub>2</sub>O-tartalom alapján a talaj P-ellátottsága gyenge, K-ellátottsága pedig közepes (DEBRECZENI és NÉMETH, 2009). Az összes sótartalom a felső talajszelvényben gyakorlatilag nem változik. Az AL-oldható Ca-tartalom a CaCO<sub>3</sub> megjelenésével ugrásszerűen megnövekszik a 40 cm-es mélységtől kezdődően. A talaj agyagásvány összetételében (STEFANOVITS, 1992) az illitek dominálnak, a klorit mennyisége 17–32%, a szelvényben lefelé haladva fokozatosan nő. A K-kötő szmektitek, illetve ezek illittel alkotott vegyes rácsú ásványai 18–24%-os részarányal szerepelnek. A talaj felszíni rétegében a talajmorzsák poliéderez szerkezetűek. Művelhetőség szempontjából sem a túl nedves, sem a túl száraz állapot nem kedvező, a talaj nedvesen képlékeny, kiszáradva nehezen művelhető. Az optimális megomló állapot viszonylag rövid (3–4 nap). A talaj tömörödéssé hajlamos, kiszáradva hasábosan repedezik. A karcagi OMTK talajának főbb paramétereit a 2. táblázatban közöljük VÁRALLYAY et al. (2009) nyomán.

2. táblázat  
A karcagi OMTK talajának vizsgálati adatai

Szint (1)	Mélység (2) (cm)	K <sub>A</sub> (3)	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Összes só (4) (%)	Humusz (5) (%)
A	0–30	45	6,71	5,16	0	0,02>	3,09
B	30–60	48	7,45	5,92	0,16	0,02>	2,78
BC	60–105	47	8,47	7,32	5,04	0,02>	1,88
C1	105–120	50	8,94	7,58	15,56	0,02>	1,18
C2	120–160	43	9,34	7,63	14,30	0,02>	0,84

Szint (1)	Mélység (2) (cm)	T (CEC) me 100g <sup>-1</sup>	S	T-S	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
S-érték %-ában (6)								
A	0–30	32,5	20,4	12,1	76,1	20,9	0,3	2,7
B	30–60	33,7	24,4	9,3	74,6	24,4	0,4	0,6
BC	60–105	33,3	25,8	7,5	73,0	25,7	0,5	0,8
C1	105–120	30,9	26,2	4,7	72,1	26,2	0,6	1,1
C2	120–160	29,1	27,3	1,8	72,2	26,0	1,1	0,7

VÁRALLYAY et al. (2009) alapján, a szerzők engedélyével.

#### A karcagi MKK talaja

A karcagi MKK az OMTK helyszínétől mintegy 500 m távolságra helyezkedik el, azonos tengerszint feletti magasságon, így a talaj tulajdonságaiban igen nagy a hasonlóság. A területen feltárt 140 cm mély szelvény alapján a talaj mélyben szolonycses réti csernozjom, amely a feltalajban a másodlagos elszikesedés jeleit mutatja. A humuszos A-szint 50 cm mélységig terjed, gyökerekkel gyengén átszőtt, nedvesen fekete színű, erősen tömörödött. Sósav hatására pezsgés nem tapasztalható, tehát Ca-tartalma alacsony. A B-szint 82 cm mélységig terjed, tömör, nedvesen fekete, prizmás szerkezettel rendelkezik, 70 cm mélységben megjelenik a szénsavas mész, sósavval lecséppentve pezsgés tapasztalható. Alatta egy 25–30 cm vastag átmeneti BC-szint található, amely szintén tömörödött, prizmás szerkezetű, de már sárgás színű réteg. A C-szint 110 cm mélység alatt helyezkedik el, tömörödött, sárgás színű, a sósavra intenzív pezsgéssel reagál. A 2021-ben indított kísérlet előtt 2020-ban mintáztuk meg a terület talaját, 20 cm-es bontásban, 60 cm mélységig (3. táblázat). A feltalaj (0–20 cm) kémhatása semleges, gyengén meszes. A mélyebb rétegek kémhatása gyengén savanyú, mészhiányosak. A talaj fizikai félesége agyag. Humusztartalma és N-ellátottsága jó, az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- és K<sub>2</sub>O-tartalom alapján a talaj P- és K-ellátottsága igen jó – túlzott. A talaj az összes oldható sótartalma miatt a gyengén szoloncsákos kategóriába esik és AL-oldható Na-tartalma is kedvezőtlenül magas. Mg-ellátottsága jó, mikroelem (Zn, Cu, Mn) tartalma magas.

#### A vizsgált köles tájfajta

Az 1991-ben minősített 'Maxi', egy magas szárú, fehéres sárgás magvú kölesfajta. Szára 80–110 cm, levele világoszöld, 20–35 cm hosszú. A buga közepesen tömött, 15–25 cm hosszú, színe zöld, betakarításkor sárga. Szemtermése közel gömb alakú. Termőképessége kiváló, 3,0–4,0 t ha<sup>-1</sup>. Szemtermése elsősorban madáreleségként használható. Vetése gabona-, vagy duplagabona-sortávra javasolt,

folyóméterenként 50–60 db csírával, 2–3 cm mélyen. Szempergésre csak kissé hajlamos, de a túlérést a madárkár miatt mindenképp meg kell előzni (MATE KARCAGI KUTATÓINTÉZET, 2022).

3. táblázat  
A karcagi MKK talajának vizsgálati adatai

Mélység (1) (cm)	pH (KCl)	K <sub>A</sub> (2)	Sótartalom (3) (m/m)%	CaCO <sub>3</sub> (m/m) %	Humusz (4) (m/m)%	NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> (KCl) mg kg <sup>-1</sup>	AL- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>
0–20	6,7	52	0,12	0,42	3,9	49,4	629
20–40	6,5	53	0,05	0,25	3,4	12,0	348
40–60	6,4	55	0,05	0,21	2,9	13,9	113

Mélység (1) (cm)	AL-K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	AL-Na mg kg <sup>-1</sup>	Mg (KCl) mg kg <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> -S (KCl) mg kg <sup>-1</sup>	EDTA- Zn mg kg <sup>-1</sup>	EDTA- Cu mg kg <sup>-1</sup>	EDTA- Mn mg kg <sup>-1</sup>
0–20	626	181	416	26,5	8,6	7,8	462
20–40	439	46	436	7,2	4,8	5,4	474
40–60	307	77	434	6,4	1,6	3,9	452

4. táblázat  
A módosított karcagi OMTK-ben 2017-ben alkalmazott műtrágya adagok

Kezelés száma (1)	N P K			Kezelés száma (1)	N P K		
	hatóanyag (2) (kg ha <sup>-1</sup> )				hatóanyag (2) (kg ha <sup>-1</sup> )		
1	0	0	0	11	40	0	60
2	40	0	0	12	40	40	60
3	40	40	0	13	40	80	60
4	40	80	0	14	80	0	60
5	80	0	0	15	80	40	60
6	80	40	0	16	80	80	60
7	80	80	0	17	120	0	60
8	120	0	0	18	120	40	60
9	120	40	0	19	120	80	60
10	120	80	0	20	160	100	90

#### A módosított karcagi OMTK leírása

A módosított OMTK kutatási programban, a köles esetén alkalmazott műtrágya adagokat a 4. táblázatban mutatjuk be. Az abszolút kontroll műtrágyázás nélküli természetést jelent. Az egyes kezelések 4 N, 4 P és 3 K dózis kombinációjából adódnak. Nitrogén tekintetében a 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup> dózisokat kombináltuk a különböző PK-dózisokkal, illetve egy bőséges ellátottságot biztosító 160 kg ha<sup>-1</sup> adag szerepel a kísérletben. Foszforból 40, illetve 80 kg ha<sup>-1</sup> dózisok alkotják a kombinációkat, míg a bőséges ellátottságú variánsban 160 kg P kerül kijuttatásra. A káliumban gazdag talaj miatt ezen makroelem 10 kezelésben nem szerepel, 9 variációban 60 kg ha<sup>-1</sup>-os dózissal, illetve a már előbb említett bőséges ellátottságú

kezelésben pedig  $90 \text{ kg ha}^{-1}$ -os adagban alkalmaztuk. Ezeket a kezeléskombináció variánsokat alkalmasak találtuk annak kimutatására, hogy az adott évben a vizsgált fajta melyikre reagál a legjobban a legnagyobb hozamot eredményezve.

A műtrágyázási tartamkísérletet 4 ismétlésben, teljes véletlen elrendezésben, a KKI G-3 jelű tábláján, egy  $140 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ -es területen állítottuk be. A bruttó parcellaméret:  $8 \text{ m} \times 7,8 \text{ m} = 62,4 \text{ m}^2$ . Az egyméteres utak kialakítása után a nettó parcellaméret:  $7 \text{ m} \times 6,8 \text{ m} = 47,64 \text{ m}^2$ . 2016. október végén, a mohar aratása után, a foszfor és kálium műtrágyák kiszórása kézzel történt, a szántásos alpművelés előtt. A nitrogén műtrágyát 2017 márciusában a boronálás előtt juttattuk ki. A vetés május 23-án történt, amit magtakarás követett. A kölest augusztus 28-án takarítottuk be.

#### *A karcagi MKK leírása*

A módosított OMTK kezelések tapasztalatai alapján egy új kutatási programba kezdtünk, amelynek keretében beállítottunk egy új műtrágyázási kisparcellás kísérletet a KKI Műtrágyázási Kísérleti Kertjében (MKK) 2021-ben. Ebben a kísérletben 8 kezelés 3 ismétlése mellett vizsgáltuk a 'Maxi' köles fajta tápanyagreakcióját. A parcellák mérete  $9 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ , elrendezésük véletlen blokk. A különböző tápanyagutánpótlási szinteket reprezentáló kezeléseket a köles tápanyagigényének és a talaj tápanyagkészletének ismeretében határoztuk meg. A vizsgált régióban jellemző műtrágyázási gyakorlatot és a módosított OMTK eredményeit figyelembe véve egy „gazdag” (NPK), két „közepes” (NPK és NP), valamint egy „szegény” (N) tápanyagutánpótlást biztosító kezelést állítottunk be. A kísérlet talaja aránylag nagy mennyiségben tartalmaz káliumot. A karcagi talaj eredeti K oldható K (és P) tartalmához képest az MKK kísérlet beállításkori K (és P) tartalma több mint háromszorosa, amely a trágyázási múltban jelentős (P)K trágyázást valószínűsít. A talajok természetes K szolgáltató képessége (és a K trágyázási múlt) jelentősen befolyásolja a várható K hatások mértékét (CSATHÓ, 2001). A szabadföldi trágyázási tartamkísérletekben kalibrált AL-módszerrel – bár a növény által felvehetőnél jóval nagyobb mennyiségeket mutatunk ki – mégis jól becsülhető a talajaink K ellátottsága (CSATHÓ, 2005; DEBRECZENI és NÉMETH, 2009). A hazai trágyázási tartamkísérletek adatbázisában kapott összefüggések alapján az agyagos vályog talajok  $<130 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{K}_2\text{O}$  tartalom alatt igen gyenge,  $131\text{--}160 \text{ mg kg}^{-1}$  között gyenge,  $161\text{--}190 \text{ mg kg}^{-1}$  között közepes,  $191\text{--}250 \text{ mg kg}^{-1}$  között jó,  $251\text{--}310 \text{ mg kg}^{-1}$  között igen jó, míg  $>310 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{K}_2\text{O}$  tartalomnál túlzott K ellátottságot mutatnak (CSATHÓ, 2005). Az MKK kísérletben káliumot tartalmazó és nem tartalmazó műtrágya kezelések is találhatóak, így a K-trágyahatások vizsgálatára is lehetőség nyílik. 2020 nyarán középmély lazítást végeztünk a területen, majd október végén kitűztük a parcellákat és kézi szórással juttattuk ki a foszfor és kálium műtrágyákat, amiket tárcsázással dolgoztunk be. 2021 márciusában boronálással kezdtünk, amit április 27-én a tavaszi nitrogén műtrágyaszórás követett, ezt talajmaróval sekélyen dolgoztuk be. A kölest május 27-én vetettük parcellavetőgéppel, majd magtakarás következett gyűrűs hengerrel.

A műtrágyázás mellett talaj- és növénykondicionáló szerek (biostimulátorok) alkalmazása is javasolt lehet (KOVÁČ et al., 2017) kötött talajokon, ez alól a kölestermesztés sem kivétel. Ezért kísérletünkben a parcellák területének felét

növénykondicionáló szerrel (4 l ha<sup>-1</sup> Algomel PUSH) kezeltük július 5-én, így a műtrágyázás és a növénykondicionálás komplex hatását is értékelni tudtuk. A MKK kísérlet kezeléseit az 5. táblázat foglalja össze. A kölest augusztus 11-én takarítottuk be.

5. táblázat  
Az MKK műtrágyázási kísérlet kezelése 2021-ben

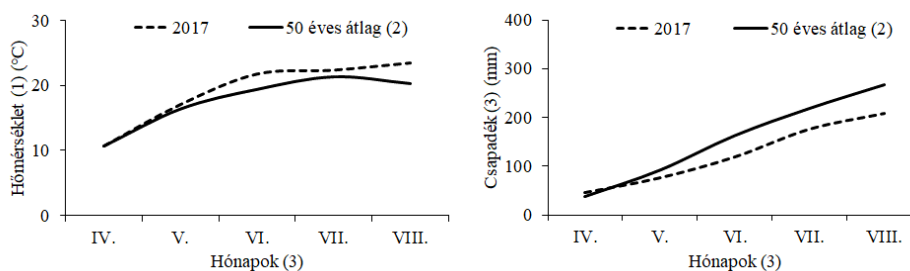
Kezelés (1)	N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O			Növénykondicionáló (3) 4 (l ha <sup>-1</sup> )
	hatóanyag (2) (kg ha <sup>-1</sup> )			
Gazdag (4) NPK-1	120	80	60	igen (7)
Közepes (5) NPK-1	80	40	60	igen (7)
Közepes (5) NP-1	80	40	0	igen (7)
Szegény (6) N-1	40	0	0	igen (7)
Gazdag (4) NPK-2	120	80	60	nem (8)
Közepes (5) NPK-2	80	40	60	nem (8)
Közepes (5) NP-2	80	40	0	nem (8)
Szegény (6) N-2	40	0	0	nem (8)

#### Mérési és adatfeldolgozási módszerek

A termés mennyiségét (t ha<sup>-1</sup>) a nettó parcellákról betakarított össztermés 14% szemnedvesség-tartalomra egalizált értékének az 1 ha területre történő átszámításával határoztuk meg. A mérési eredmények rendezésére, feldolgozására, ábrázolására, statisztikai elemzésére a Microsoft Excel táblázatkezelő programot használtuk. A különböző kezeléscsoportok termésre gyakorolt hatásának statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel (One-way ANOVA) végeztük el, valamint kiszámoltuk a legkisebb szignifikáns differencia értékeket.

#### Eredmények és értékelésük

A köles 2017. évi tenyészidőszakában Karcagon mért havi középhőmérséklet értékeket, illetve a havi csapadékmennyiségeket az 1. ábra mutatja.



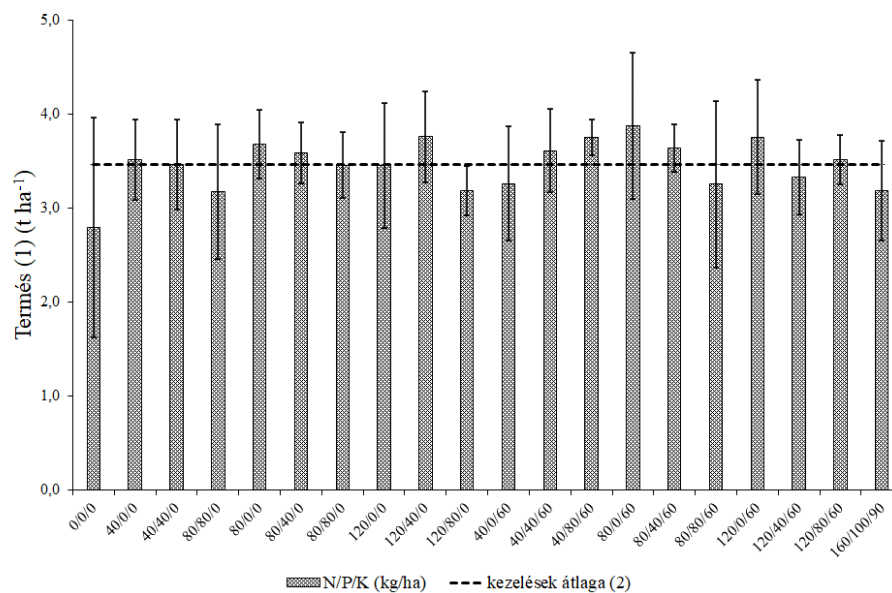
1. ábra

A havi középhőmérséklet és a kumulált havi csapadékmennyiség alakulása a köles tenyészidőszakában (Karcag, 2017)



A tenyészidőszak alatt az átlagosnál jóval magasabb volt a hőmérséklet, a meleg nyári hónapoknak köszönhetően. Mindazonáltal igazán extrém értékek nem fordultak elő. A csapadékmennyiség tekintetében a tenyészidőszak kifejezetten száraznak bizonyult. Az átlaghoz képest jóval kevesebb esett, mindössze a sokéves átlag 78%-a. A köles számára viszont ez nem okozhatott különösebb problémát, hiszen kiváló a szárazságtűrő képessége.

A módosított OMTK kísérletben a különböző műtrágya hatóanyag kombinációknak a 'Maxi' köles tájfajta terméshozamára gyakorolt hatását a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra

A Maxi tájfajta termése különböző műtrágya hatóanyag kombinációk esetén a módosított OMTK kísérletben 2017-ben

A 2017. évi köles tenyészidőszakban termesztett 'Maxi' fajta hozamainak átlaga  $3,46 \text{ t ha}^{-1}$  volt, az egyes kezeléseken belül az ismétlések meglehetősen nagy szórást mutattak. Nitrogén esetében a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  adag már a kezelések átlagánál magasabb terméseket eredményezett. A foszfortrágyázást a 'Maxi' nem hálálta meg, a magas foszfor dózisosok a legtöbb esetben termésdepresszióhoz vezettek, ellenben a  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  dózisos káliumtrágyázásra többé-kevésbé jól reagált. A legmagasabb hozamot ( $3,87 \text{ t ha}^{-1}$ ) a  $80/0/60 \text{ kg ha}^{-1}$  kombináció eredményezte, míg a legalacsonyabbat az abszolút kontroll ( $2,79 \text{ t ha}^{-1}$ ), amelyek mintegy +12 és -20%-kal tértek el a kezelések átlagától.

Egytényezős varianciaanalízist futtatunk le annak megállapítására, hogy a 2. ábrán ábrázolt, különböző műtrágya adag kombinációk hatására generált

terméseredmények statisztikailag különböznek-e egymástól. Külön elemeztük a 10 kálium műtrágyát tartalmazó (NPK) és a 10 anélküli (NP) kezeléskombinációt. A 6. táblázat eredményei alapján megállapítható, hogy az F-érték mindkét kezeléscsoport esetében jóval a kritikus határérték alatt maradt, ezért a nullhipotézisünket elfogadtuk, azaz sem az NPK, sem az NP csoport elemei 95%-os valószínűséggel nem különböznek egymástól.

6. táblázat

*Az egytényezős varianciaanalízis eredményei 2017-ben a különböző műtrágya adagokkal kezelt parcellák termése alapján a módosított OMTK kísérletben*

Tényezők (1)	SS	df	MS	F	p-érték (2)	F krit. (3)
NPK kezeléscsoportok között (4)	2,17	9	0,24	0,70	0,70	2,21
NP kezeléscsoportok között (5)	2,90	9	0,32	0,81	0,61	2,21

Megvizsgáltuk azt is, hogy az NPK, illetve NP kezelések összesége mennyiben tér el egymástól. Ennek az a gyakorlati jelentősége, hogy a karcagi termőtáj magas agyagtartalmú, káliummal jól ellátott talajain elvileg nem feltétlenül szükséges a káliumtrágyázás. A 40-40 műtrágya kombinációt (10 kezelés 4 ismétlésben) magában foglaló NPK, illetve NP kezeléscsoportok varianciaanalízise (7. táblázat) alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy valóban nincs statisztikailag kimutatható különbség a kezeléscsoportok között ( $0,70 < 3,96$ ).

7. táblázat

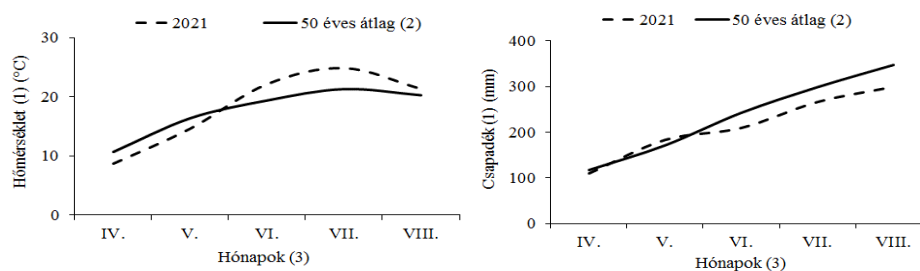
*Az egytényezős varianciaanalízis eredményei a 2017-ben a káliummal műtrágyázott és az anélküli parcellák termése alapján a módosított OMTK kísérletben*

Kezeléscsoport (1)	Esetszám (2)	Összeg (3)	Átlag (4)	Variancia (5)		
NPK	40	140,59	3,51	0,32		
NP	40	136,17	3,40	0,38		
Tényezők (6)	SS	df	MS	F	p-érték (7)	F krit. (8)
Csoportok között (9)	0,24	1	0,24	0,70	0,40	3,96
Csoporton belül (10)	27,19	78	0,35			
Összesen (11)	27,43	79				

2021-ben az MKK kísérletben szintén 'Maxi' köles tájfajtát termesztettünk. A köles 2021. évi tenyészidőszakának Karcagon mért havi középhőmérsékleti értékeit, illetve a havi csapadékmennyiségek dinamikáját a 3. ábra szemlélteti.

A 2021-ben a köles tenyészidőszaka átlagosnál hűvösebb áprilissal és májussal kezdődött, amihez májusban az átlagosnál nagyobb mennyiségű csapadék is társult, ami nagyban elősegítette a köles kelését és szárbaindulását. A tenyészidőszak nyári hónapjaiban viszont az átlagosnál jóval magasabb volt a hőmérséklet, a nyári meleghez pedig szárazság társult. Mindazonáltal a tavaszi csapadéknak

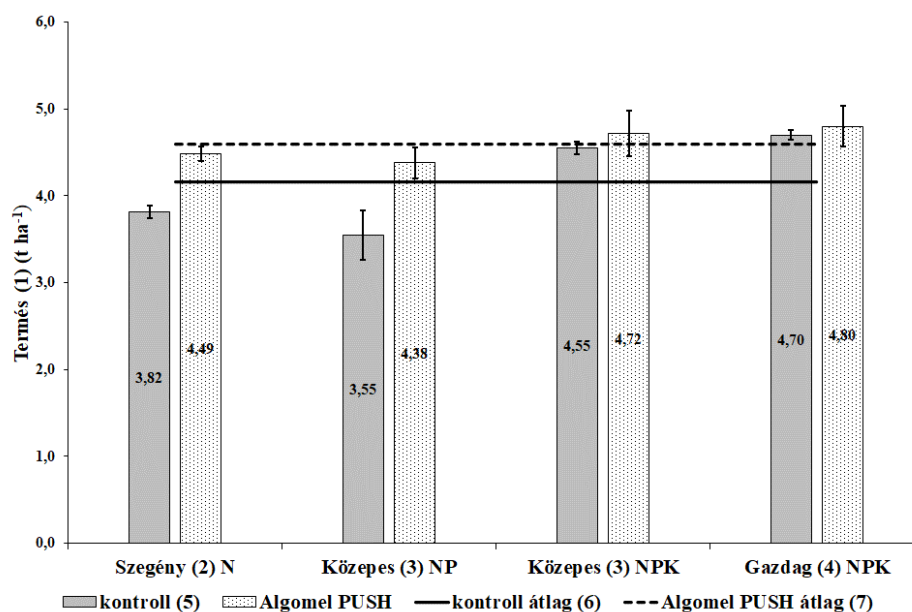
köszönhetően, a tenyészidőszak csapadékmennyisége nem jelentett determináló tényezőt a köles biztonságos termesztésében (CECCARELLI & GRANDO, 1996; JÓVÉR et al., 2015), bár annak időbeli eloszlása kedvezőtlenül alakult.



3. ábra

A havi középhőmérséklet és a kumulált havi csapadékmennyiség alakulása a köles tenyészidőszakában (Karcag, 2021)

A különböző műtrágya hatóanyag kombinációknak a 'Maxi' köles tájfajta terméshozamára gyakorolt hatását a 4. ábrán mutatjuk be a 2021-ben mért adatok alapján.



4. ábra

A Maxi tájfajta termése különböző műtrágya hatóanyag kombinációk esetén az MKK kísérletben 2021-ben

A 2021. évi köles tenyészidőszakban termesztett 'Maxi' fajta hozamainak átlaga növénykondicionálás nélkül  $4,16 \text{ t ha}^{-1}$ , míg növénykondicionálással  $4,59 \text{ t ha}^{-1}$  volt. Az egyes kezeléseken belül az ismétlések kisebb szórást mutattak, mint 2017-ben. A növénykondicionálás nélküli kezelések átlagánál csak a Közepes és Gazdag NPK kombinációk eredményeztek magasabb terméseket. Az Algomel PUSH alkalmazása esetén nagyon kis különbségeket kaptunk, de itt is a Közepes és Gazdag NPK kombinációk emelkedtek az átlag fölé. A növénykondicionált kezelések átlagtermése mintegy 10%-kal haladta meg a növénykondicionálás nélküli kezelések átlagát. Mind a növénykondicionálással, mind az anélküli kezelések esetében a Közepes NPK ( $80/40/60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) műtrágya kombináció javasolható a gyakorlat számára, ami összecseng a 2017. évi eredményekkel, bár a 2021. évi kezelések a foszfor dominancia okozta termésdepresszió kimutatására nem voltak alkalmasak.

A 2021. év termésidejét is elemeztük az egytényezős varianciaanalízis segítségével. Külön vizsgáltuk a 4 növénykondicionált (Algomel PUSH) és a 4 anélküli (kontroll) kezeléskombinációt. A 8. táblázat eredményei alapján megállapítható, hogy az F-érték a kezeletlen kontroll csoport esetében jóval a kritikus határérték felett volt ( $31,56 > 4,07$ ), ezért a nullhipotézisünket elvetettük, azaz a Szegény N, a Közepes NP, a Közepes NPK és a Gazdag NPK csoportok elemei 95%-os valószínűséggel különböznek egymástól,  $SzD_{5\%} = 0,71$ . A növénykondicionálást kapott parcellákról származó termésadatok között viszont nincs statisztikailag kimutatható különbség 95%-os valószínűségi szinten ( $2,13 < 4,07$ ).

8. táblázat

*Az egytényezős varianciaanalízis eredményei 2021-ben a különböző műtrágya adagokkal kezelt parcellák termése alapján az MKK kísérletben*

Tényezők (1)	SS	df	MS	F	p-érték (2)	F krit. (3)
Kontroll kezeléscsoportok között (4)	2,81	3	0,94	31,56	0,00	4,07
Algomel PUSH kezeléscsoportok között (5)	0,33	3	0,11	2,13	0,17	4,07

Megvizsgáltuk azt is, hogy a növénykondicionált és az anélküli kezelések összessége mennyiben tér el egymástól. A négy kezelés (Szegény N, Közepes NP, Közepes NPK és Gazdag NPK) közül a káliumtrágyát kapott kezelések esetében csak kis mértékben emelte a növénykondicionálás a termést, míg a csak N és NP műtrágyát kapott kezelések esetén ez a termésnövekedés, az elvégzett statisztikai vizsgálatok alapján, szignifikánsnak bizonyult. Szegény N kezelésnél a kontroll termésátlaga  $3,8 \text{ t ha}^{-1}$ , a növénykondicionált parcelláké pedig  $4,5 \text{ t ha}^{-1}$  volt ( $SzD_{5\%} = 0,1 \text{ t ha}^{-1}$ ). Közepes NP kezelés esetén a kontroll termésátlaga  $3,6 \text{ t ha}^{-1}$ , a növénykondicionált parcelláké pedig  $4,4 \text{ t ha}^{-1}$  volt ( $SzD_{5\%} = 0,31 \text{ t ha}^{-1}$ ). Az eredményeink azt mutatják, hogy a növénykondicionálás pótolhatja az alaptrágyával nem kiadott káliumot. E hipotézis igazolásához ugyanakkor további kísérleti évek eredményei szükségesek, növényanalízissel kiegészítve.

### Következtetések

Kutatómunkánk célja az egyes tájfajták optimális műtrágyázási igényére vonatkozó technológiai ajánlások tudományos megalapozása oly módon, hogy eredményeink a gazdálkodók számára közvetlenül hasznosíthatók és felhasználhatók legyenek a növénytáplálás tervezéséhez. Jelen tanulmányunk a 'Maxi' karcagi köles tájfajta esetében hivatott feltárni a kijuttatott NPK növényi tápanyagok dózisa és a termés.

Mindkét vizsgálati évben a 80 kg ha<sup>-1</sup> hatóanyag mennyiségben kijuttatott nitrogén műtrágyázás bizonyult a leginkább megfelelőnek. Az optimális foszfor hatóanyag meghatározásához további vizsgálatok szükségesek, mivel a magas foszfor dózisosok a legtöbb esetben termésdepresszióhoz vezettek a 'Maxi' kölesfajta esetében. A 2017. évi kísérletünk eredményei azt mutatják, hogy a közepes – jó kálium ellátottságú karcagi talajokon is hasznos lehet ezen makroelem kijuttatása a sikeres kölestermesztéshez, míg a másik vizsgálati évben a kálium nélküli kezelés jelentősen alul múlta termésmagyságban a káliumos kombinációkat, bár a káliumtrágyázás termésre gyakorolt hatását a varianciaanalízis nem igazolta.

A 2021. évi eredményeink alapján egyértelműen elmondható, hogy a megfelelő szerrel, időben és mennyiségben végzett növénykondicionálás statisztikailag is igazolhatóan növelheti a termés nagyságát, különösen a kálium utánpótlás elmaradása esetén. A terméshozam növekedésének a mértéke pedig függ az eredeti műtrágya adagoktól is, hiszen minél alacsonyabb hozamra predesztinál egy-egy műtrágya kombináció, annál nagyobb mértékű termésmenővelést figyeltünk meg. Másképp fogalmazva, a növénykondicionálás „kisimította” a terméseredményeket, mindinkább az adott agroökológiai feltételek között elérhető maximum felé tolva azokat, amit az egytényezős varianciaanalízis is igazolt, hiszen nem volt bizonyítható különbség a növénykondicionálást kapott csoport kezelése között.

Úgy véljük, hogy a kísérletek hosszabb távon, tartamkísérletként történő fenntartása által pontosabban meghatározható lesz számos tájfajta tápanyagreakciója és fajtaspecifikus, a helyi agroökológiai viszonyokat is figyelembe vevő tápanyag dózisos és kombinációk ajánlhatók ki a gazdálkodóknak, ezzel is népszerűsítve a karcagi nemesítőház biológiai alapjait. Ez a magyar mezőgazdasági értékeink megőrzését is szolgálja.

### Összefoglalás

Kutatómunkák általános célja olyan kísérletek végzése, amelyek feltárják az adott régióban perspektivikusan termesztendő fajták, illetve tájfajták optimális műtrágyázási igényeit. Tanulmányunkban a Karcagon nemesített és fenntartott 'Maxi' köles tájfajta tápanyagreakciójának vizsgálatából származó eredményeinket mutatjuk be a módosított Országos Műtrágyázási Tartamkísérlet (OMTK) 2017. évi és az annak figyelembevételével 2021-ben beállított Műtrágyázási Kísérleti Kert (MKK) adatai alapján. A kísérleteket Karcagon, a MATE Karcagi Kutatóintézetben, egy mélyben szolonycses réti csernozjom talajon állítottuk be. 2017-ben a módosított OMTK kezeléseit 4 nitrogén (40, 80, 120, 160 kg ha<sup>-1</sup>), 4 foszfor (0, 40, 80, 100

kg ha<sup>-1</sup>) és 3 kálium (0, 60, 90 kg ha<sup>-1</sup>) dózis kombinációjából adódtak, illetve volt egy műtrágyázás nélküli abszolút kontroll. 2021-ben az MKK kezelései 3 nitrogén (40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>), 3 foszfor (0, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup>) és 2 kálium (0, 60 kg ha<sup>-1</sup>) dózis kombinációját foglalták magukba, illetve mindegyik parcella felére növénykondicionáló szert juttatunk ki. A termesztett növény mindkét évben a karcagi nemesítésű 'Maxi' kölesfajta volt. A különböző kezeléscsoportok termésre gyakorolt hatásának statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel végeztük el. Mindkét vizsgálati évben a 80 kg ha<sup>-1</sup> hatóanyag mennyiségben kijuttatott nitrogén műtrágyázás bizonyult a leginkább megfelelőnek. A magas foszfor dózisok a legtöbb esetben termésdepresszióhoz vezettek. Eredményeink alapján még a közepes – jó kálium ellátottságú karcagi talajokon is hasznos lehet a kálium kijuttatása, bár a káliumtrágyázás termésre gyakorolt hatását a varianciaanalízis nem igazolta. Az Algomel PUSH szerrel végzett növénykondicionálás statisztikailag is igazolhatóan, mintegy 10%-kal növelte a termés nagyságát. Kutatómunkánk folytatásával pontosabban meghatározható lesz számos tájfajta tápanyagreakciója és fajtaspecifikus, a helyi agroökológiai viszonyokat is figyelembe vevő tápanyag dózisok és kombinációk ajánlhatók a gazdálkodóknak.

**Kulcsszavak:** tájfajták, műtrágyázás, köles, tartamkísérlet, növénykondicionálás

### Köszönetnyilvánítás



A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium által, az Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP-21-1- I-DE-15) támogatásával jött létre.

### Irodalom

- ÁBRAHÁM É., 2019. Köles, Termesztésének agrotechnikai elemei. 64. In: Integrált növénytermesztés: Alternatív növények. (Szerk. PÉPÓ P.) Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 259 p.
- ANTAL J., 1996. Gabonafélék, Búza, Tápanyagellátás. 252–253. In: Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 887 p.
- BLASKÓ L., 2010. Alternatív növények kutatása a DE AGTC kutatóintézetében. In: Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban. 2010. június 22. DE AGTC KIT Nyíregyházi Kutatóintézet. (Szerk. GONDOLA I.) Nyíregyháza. Center-Print Nyomdaipari Szolgáltató Kft. 97–104. p. ISBN 978-963-473-386-7
- BLASKÓ L., ZSIGRAI GY., 1998. A műtrágyázás és a mészállapot összefüggései réti csernozjom talajon (Karcag). In: Műtrágyázás, talajsavanyosodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. (Szerk. BLASKÓ, L.; DEBRECZENI, B-NÉ; HOLLÓ, S.; KADLICSLO, B.; SÁRVÁRI, M.) Kompolt-Karcag, OMTK Hálózati Tanács. 237 p. pp. 107-135. ISBN 963 03 6687 8.
- CECCARELLI S., GRANDO S., 1996. Drought as a challenge for the plant breeder. *Plant Growth Regul.* **20**. 149–155.

- CHAI, Y., GAO, X., LIU, C., 2012. Production of proso millet in China. Proceedings of the 1st international symposium on broomcorn millet. Advances in broomcorn millet research. 25–31.
- CHRAPPÁN Gy., FAZEKAS M., LAZÁNYI J., SIKLÓSNÉ RAJKI E., 1997. Kölestermesztés. In: Amit a cirok- és madáreleség-félékről tudni kell. (Szerk. FAZEKAS M.) Budapest. 70–76. p.
- CSATHÓ, P., 2001. A termőhely és a K-trágyázás hatása a talajok és a kukorica növény kálium-ellátottságára. Agrokémia és Talajtan. **50**. No. 3–4. 267–289.
- CSATHÓ, P., 2005. Kukorica K hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. Szemle. Növénytermelés. **54**. 447–465.
- CZIBALMOS Á., SZÜCS L., ZSEMBELI J., 2016. Karcagi nemesítésű őszi búzafajta (*Triticum aestivum* L.) tápanyag-reakciójának vizsgálata. Acta Agraria Debreceniensis. **69**. 63–67.
- DEBRECZENI B.-né, NÉMETH T., 2009. Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei. Akadémiai Kiadó, ISBN, 9789630586801
- DURAY B., 2015. Várható tájhasználati változások a Dél-Alföldön. In: Környezeti változások és az Alföld. (Szerk. RAKONCZAI J.) Nagyalföld Alapítvány Kötetek 7., Békéscsaba. 181–188.
- JÓVÉR J., KOVÁCS Gy., CZIBALMOS Á., FITOSNÉ HORNOK M., 2015. A kölestermesztés és néhány klimatikus tényező összefüggéseinek vizsgálata a Nagykunságban. Helyi Termék – Hagyomány, Hálózat avagy F fiatal Kutatók Vidéken – Konferencia. Mezőtúr, 2015.04.23. ISBN 978-615-5256-17-2. 35–40.
- KÁDÁR I., 1993. Különböző szemléletek a tápanyag-utánpótlás alapelveiről. Agrokémia és Talajtan. **42**. (3–4.) 408–420.
- KÁDÁR I., 2012. A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedeinek tanulságai. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. 109–124.
- KÁDÁR I., 2013. A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet tanulságai 1984–2000. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. 9–47.
- KOVÁČ, L., KOTOROVÁ, D., JAKUBOVÁ, J., BALLA, P., 2017. The profitability of millet cultivation on heavy soils. Columella. **4**. (2.) 63–68.
- MATE KARCAGI KUTATÓINTÉZET letölthető fajtakatalógusa: <https://karcag.unimate.hu/fajtak%C3%ADn%C3%A1llat> (utolsó letöltés: 2022.01.06.)
- POWELL J. P., REINHARD S., 2016. Measuring the effects of extreme weather events on yields. Weather and Climate Extremes. **12**. 69–79.
- SÁRVÁRI, M., 1998. A műtrágyázás és a mészállapot összefüggései réti csernozjom talajon (Hajdúböszörmény). In: Műtrágyázás, talajsavanyosodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. (Szerk. BLASKÓ, L.; DEBRECZENI, B.-NÉ; HOLLÓ, S.; KADLICSLO, B.; SÁRVÁRI, M.) Kompolt-Karcag, OMTK Hálózati Tanács. 77–95. ISBN 963 03 6687 8.
- SÁRVÁRI, M., 2011. Egyéb, alternatív gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. 52–67.
- SIDORENKO, V. S., ZOTIKOV, V. I., BOBKOV, S. V., KOTLJAR, A. I., GURINOVICH, S. O., 2012. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia. Advances in Broomcorn Millet Research. In: Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25–31 2012. August). Yangling, Shaanxi, People's Republic of China (pp. 3–9).

- STEFANOVITS P., 1992. Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY Gy., MAKÓ A., HERMANN T., 2009. Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) helyeinek talajtani jellemzése. In: Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001). (Szerk.: DEBRECENI B.-né, NÉMETH T.)
- WANG R., BOWLING L. C., CHERKAUER, K. A., 2016. Estimation of the effects of climate variability on crop yield in the Midwest USA, *Agricultural and Forest Meteorology*. **216**. 141–156.,
- ZSEMBELI J., KOVÁCS E., 2014. The Agroecological Aspects of Region-Specific Millet Production. *Hungarian Agricultural Research, Environmental management land use biodiversity*. 29–33.
- ZSIGRAI Gy., 1995. Műtrágyázási tartamkísérletek néhány eredménye kilúgzott csernozjom talajon. *Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok, Hódmezővásárhely*. 137–138.

### **Examination of the reaction to fertilization of regional millet variety**

<sup>1</sup>ZS. ZSEMBELI, <sup>2,3</sup>L. SINKA, <sup>3</sup>J. TÜDÖSNÉ BUDAI, <sup>3</sup>GY. KOVÁCS, <sup>3</sup>G. TUBA, <sup>3\*</sup>J. ZSEMBELI

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, University of Debrecen, Debrecen; <sup>2</sup>Doctoral School of Kálmán Kerpely, University of Debrecen, Debrecen; <sup>3</sup>Research Institute of Karcag, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Karcag

#### **Summary**

The general objective of our research is to carry out experiments that are suitable to reveal the optimal fertilization demand of regionally bred or potentially producible crop varieties for a specific region. In our recent study, the results gained from the examination of the nutrient reaction of the regional millet variety 'Maxi' bred and maintained in Karcag are introduced based on the data originating from the modified Long-term National Fertilization Experiments (OMTK) in 2017 and from the Fertilization Experimental Garden (MKK) established at Karcag in 2021. Both experiments were set up in the MATE Research Institute of Karcag on a meadow chernozem soil salty in the deeper layers. In 2017, there were 4 nitrogen (40, 80, 120, 160 kg ha<sup>-1</sup>), 4 phosphorus (0, 40, 80, 100 kg ha<sup>-1</sup>), and 3 potassium (0, 60, 90 kg ha<sup>-1</sup>) dosage combinations applied and one unfertilized absolute control in the OMTK trial. In 2021, in the MKK experiment, treatments involved 3 nitrogen (40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>), 3 phosphorus (0, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup>), and 2 potassium (0, 60 kg ha<sup>-1</sup>) dosage combinations, furthermore, on half of the plots a plant conditioner was sprayed. Millet variety 'Maxi' bred at Karcag was the indicator crop in both years. For the statistical analysis of the effect of the various treatment groups on yields, One-way ANOVA tests were used. We considered the 80 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen substance dose the most suitable in both years. High dosage of phosphorus application resulted in yield depression in most of the cases. Based on our results, potassium fertilization



can be effective even on the soils of Karcag with medium to good potassium supplies, though the analysis of variance did not justify the effect of K-fertilization on yields. The 10% yields increase due to plant conditioning with Algomel PUSH was statistically proven. By continuing or research, the reaction to fertilization of several regional crop varieties can be determined more precisely, and variety-specific nutrient doses and combinations can be determined and suggested to the local farmers taking the regional agri-ecological conditions into consideration.

**Keywords:** regional varieties, mineral fertilization, millet, long-term experiment, plant conditioning

### Tables and figures

*Table 1.* Some meteorological parameters at Karcag. (1) Month, (2) Monthly mean temperature, (3) Monthly precipitation, (4) Annual

*Table 2.* Some soil parameters of the long-term fertilization experiment at Karcag. (Based on VÁRALLYAY *et al.* 2009). (1) Horizon, (2) Depth, (3) Soil plasticity according to Arany, (4) Total salt content, (5) Humus content, (6) in the percentage of S-value

*Table 3.* Some soil parameters of the new (MKK) fertilization experiment at Karcag. (1) Depth, (2) Soil plasticity according to Arany, (3) Total salt content, (4) Humus content

*Table 4.* Fertilizer doses applied in the modified OMTK long-term fertilization experiment in 2017. (1) No. of the treatment, (2) substance

*Table 5.* Treatments of the new (MKK) fertilization experiment at Karcag in 2021. (1) Treatment, (2) substance, (3) Plant conditioner, (4) Rich, (5) Medium, (6) Poor, (7) Yes, (8) No

*Table 6.* Results of one-way ANOVA for 2017 based on the yields of plots treated with different fertilizer combinations of the modified OMTK trial. (1) Source, (2) p-value, (3) critical F-value, (4) Between NPK treatment groups, (5) Between NP treatment groups

*Table 7.* Results of one-way ANOVA for 2017 based on the yields of plots with and without potassium fertilization obtained in the modified OMTK trial. (1) Treatment groups, (2) Number of cases, (3) Sum, (4) Mean, (5) Variance, (6) Source, (7) p-value, (8) critical F-value, (9) Between groups, (10) Within groups, (11) Total

*Table 8.* Results of one-way ANOVA for 2021 based on the yields of plots treated with different fertilizer combinations of the MKK trial. (1) Source, (2) p-value, (3) critical F-value, (4) Between control treatment groups, (5) Between Algomel PUSH treatment groups

*Figure 1.* Monthly mean temperature and cumulative precipitation in the vegetation period of millet in Karcag in 2017

*Figure 2.* Yields of millet variety Maxi in terms of different fertilizer combinations in 2017 obtained in the modified OMTK trial. (1) Yield, (2) average of the treatments

*Figure 3.* Monthly mean temperature and cumulative precipitation in the vegetation period of millet in Karcag in 2021

*Figure 4.* Yields of millet variety Maxi in terms of different fertilizer combinations of the MKK trial in 2021. (1) Yield, (2) Poor, (3) Medium, (4) Rich, (5) control, (6) control average, (7) Algomel PUSH average

---

**Open Access nyilatkozat:** A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)

---