

## Gyomflóra és biomassza produkció vizsgálatok trágyázási tartamkísérletben a kukorica korai fenológiai stádiumában

<sup>1\*</sup>MAZSU Nikolett, <sup>1</sup>KAMUTI Mariann, <sup>1</sup>SÁNDOR Renáta, <sup>2</sup>SZENTES Dóra és <sup>1</sup>LEHOCZKY Éva

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest  
<sup>2</sup>NÉBIH, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság, Budapest

### Bevezetés

Jelenleg az ország területének mintegy 47%-át művelik szántóterületként (KSH, 2016), mely jelentős komparatív előnyhöz juttatja Magyarországot. Szántóföldi növények közül a kukorica és a búza vetésterülete meghatározó, amelyek a 2011-2015 közötti időszak átlagában 1,2 millió, ill. 1,1 millió ha területet képviseltek. Ezért is jelentős, hogy ismereteinket bővítsük a fenntartható mezőgazdasági termelés és termelékenység fejlesztése céljából, amelyet egyre szélsőségesebb környezeti feltételek mellett kell teljesíteni (SENGAR & SENGAR, 2015; TAMÁS et al., 2015). A várható termés, ill. biomassza produkció szempontjából a klíma faktor (pl.: aszály, szélsőséges csapadékeloszlás) mellett a gyomosodásnak, ill. járulékos hatásainak [víz- és tápanyag felvétel (LEHOCZKY et al., 2016)] jelentős szerepe van a kukorica kultúrában (KANG et al., 2009; OLESEN et al., 2011).

A kukorica - mint a legtöbb tэрállású kultúránövény - rendkívül érzékeny a gyomkompetícióra (BERZSENYI et al. 1993; RAJCAN & SWANTON, 2001), amely jelentős biomassza csökkenést (LEHOCZKY et al., 2005) és termés kiesést (YEGANEHPOOR et al., 2015) eredményezhet, így csökkentve agrárterületeink termelési hatékonyságát és versenyképességét, ezért a megfelelő gyomszabályozás kulcsfontosságú. A kukoricatermesztés másik sarkalatos pontja a szakszerű tápanyagellátás, a makro-, mezo-, és mikroelemek optimális arányú biztosítása (ANTAL, 1987; LÁSZTITY & CSATHÓ, 1994). A kultúránövények igényével kapcsolatban jól körülhatárolt információk állnak rendelkezésre, faj és fajta vonatkozásában is. Azonban, az egyes gyomnövény fajok esetében már jóval kevesebb ismeret áll rendelkezésünkre (NAGY & TAMÁS, 2013). Az azonban bizonyos, hogy a különböző gyomnövény fajok tápanyagigénye, tápanyagokért folytatott versengése, valamint eltérő tápanyag-ellátottsági szintekhez való alkalmazkodó képessége igen változatos (LEHOCZKY, 2004a). Például, az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.), amely az elmúlt 20 évben a szántóföldi gyomnövények fontossági sorrendjében az első volt az országos gyomfelvételezések alapján, nem igényes a talaj tápanyagellátottsági szintjére. Ezzel szemben a fehér libatop (*Chenopodium album* L.; 3. legfontosabb gyomfaj), ill. a csattanó maszlag (*Datura stramonium* L.; 9. legfontosabb gyomfaj) a tápanyagban gazdag talajokban fordulnak elő nagyobb gyakorisággal (NOVÁK et al., 2011).

Az okszerű növénytáplálás segíti a kultúrnövény fejlődését, stressz tűrését és kompetíciós képességét, azonban egyes esetekben a tápanyag utánpótlás a gyomok fejlődését ennél is nagyobb mértékben serkenti (LEHOCZKY et al., 2007). HUNYADI (1988) szerint a nitrogén növeli a kultúrnövények árnyékoló képességét. Ezzel visszaszoríthatjuk a fénykedvelő fajok részarányát, mialatt kedvező körülményeket biztosíthatunk árnyéktűrő gyomnövényeknek (pl. *Chenopodium album* L.).

A gyomok fajgazdagsága és alkalmazkodóképessége a környezeti körülményekhez elősegíti széleskörű elterjedésüket mind tápanyagszegény, mind a jól ellátott területeken (YIN et al., 2006; KAMUTI et al., 2015). A kultúrnövénnyel szemben a szélesebb gyomspektrumból olyan fajok indulnak erőteljesebb fejlődésnek, amelyek leginkább hasznosítani képesek a rendelkezésre álló forrásokat (KADÁR et al., 1999).

A szántóföldi kultúrákban elterjedt gyomfajok erős alkalmazkodó képességgel rendelkeznek, így – különösen a kukorica korai fenológiai fázisaiban – a tápanyagokért és vízért folyó versenyben a kultúrnövény fölé kerekedhetnek (LEHOCZKY et al., 2016). Ezért is kiemelkedően fontos a gyomnövények diverzitásának és biomassza produkciójának a tápanyag-ellátottsággal összefüggésben történő vizsgálata kultúrnövény állományban (RICZU et al., 2015). Így felmerül a kérdés, miként változik a gyomflóra fajösszetétele különböző tápanyag-ellátottság esetén, továbbá milyen hatással van az összes és fajonkénti gyom egyedszám és biomassza produkció alakulására a növényi fejlődés korai fázisában, kukorica kultúrában?

### Vizsgálati anyag és módszer

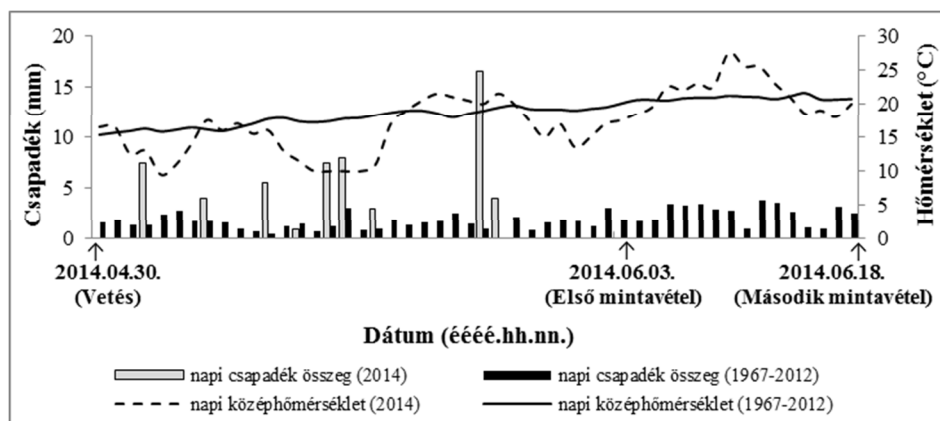
A kutatás az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet nagyhőrcsöki (É46°51'54", K18°36'28,8") kísérleti telepén valósult meg, mészlepedékes csernozjom talajon (FAO Calcaric Phaeosem) 2003-ban beállított trágyázási tartamkísérletben, kukorica állományban (hibrid: Mv 277), amelynek előveteménye kukorica volt. A vetés 2014. április 30-án történt. Öt különböző tápanyagkezelést vizsgáltunk: kontroll (Ø); PK; NK; NP és NPK, három ismétlésben. Az alkalmazott éves műtrágyadózisok az alábbiak voltak: N: 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, P: 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>, K: 100 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. A foszfor és kálium műtrágyák az őszi szántás előtt, a nitrogén pedig tavasszal került kijuttatásra.

A kísérleti terület felső 20 cm-es rétegéből kezelésként átlagmintát vettük 2013 őszén, majd vizsgáltuk a főbb talajkémiai tulajdonságait, amelynek eredményeit később ismertetjük (1. táblázat). A terület talajfizikai és -hidrológiai viszonyait LEHOCZKY és munkatársai (2014, 2016) mutatják be részleteiben.

A random elhelyezkedésű parcellák mérete 73,5 m<sup>2</sup> volt, melyekben 4,9×5 m herbicides kezelésben és mechanikai gyomszabályozásban sem részesülő mintaterületek voltak kijelölve. Jelen tanulmány fókuszában a nem gyomirtott terület egységek állnak, ahol a gyomfelvételezés, ill. a kukorica és gyomnövény mintavételek 2014. június 3-án és június 18-án, a kukorica 2-4 és 6-8 leveles fejlődési stádiumában (BBCH 2-4 és BBCH 16-18) történtek. Műtrágya kezelésként 6 ismétlésben, 1 m<sup>2</sup>-es területeken végeztük a mintavételezést

mindkét időpontban. Meghatároztuk a gyomflóra fajösszetételét, a gyomnövények egyedsűrűségét, amelyek alapján a gyomnövények egymáshoz viszonyított dominanciáját a Berger-Parker indexszel (MAGURRAN, 1988) számítottuk ki. Továbbá mértük a gyomok földfeletti friss-, és száraz biomassza tömegét, kétlépcsős eljárást alkalmazva: először a mintákat jól szellőző fedett térben fonnyasztottuk, majd szárítószekrényben 40 °C-on tömegállandóságig szárítottuk.

A nagyhorcsöki kísérleti terület éghajlati viszonyait tekintve mérsékeltén aszályos, a Pálfaí-aszályindex (PÁLFAI & HERCEG, 2012) értéke 6,1 a 1967-2015-ös időszak vonatkozásában. A 2013/2014-es téli félév csapadékösszege (189,1 mm), amely közel azonos volt a sokéves átlaggal (209,3 mm). A vetés és az első mintavétel között, 34 nap alatt 57,0 mm csapadék volt, mely teljes egészében május hónapban hullott és a két mintavételi időpont között újabb csapadékeseményt nem rögzítettünk (1. ábra). A május-június havi középhőmérséklet átlagosan 1,3 °C-kal volt kevesebb a sokéves átlaghoz képest (1. ábra).



1. ábra

Napi átlag csapadékösszeg (mm) és napi átlag középhőmérséklet (°C) a vizsgált időszakban április 30 és június 18 között 2014-ben és az 1967-2012 közötti időszak átlagában Nagyhorcsökön

A kísérleti adatok statisztikai elemzéséhez egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, melyet MSTAT (1988) szoftver segítségével végeztünk el  $p < 0,05$  valószínűségi szinten. Az eredmények grafikus ábrázolását Microsoft Excel programmal végeztük.

### Vizsgálati eredmények és értékelésük

#### Kezelés-specifikus agrokémiai jellemzők

A nagyhorcsöki kísérleti terület kezelésenkénti fontosabb talajkémiai tulajdonságait az 1. táblázat mutatja be. A talaj AL-oldható foszfortartalma a kontroll és NK kezeléseknél átlagosan 106 mg·kg<sup>-1</sup>-mal volt kevesebb a másik

három kezelés átlagához képest ( $183 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). A foszfortartalomhoz hasonlóan a kálium vonatkozásában is a legkisebb értéket a kontroll kezelésben kaptuk, mely valamennyi kezeléshez viszonyítva szignifikánsan kevesebb volt. A legmagasabb AL-oldható káliumtartalmat a PK kezelésben mértük. Ez igazolhatóan több volt a másik két olyan kezeléshez képest, melyek szintén részesültek kálium műtrágyázásban (NK, NPK), lásd. 1. táblázat.

1. táblázat

A nagyhorcsöki mintaterület jellemző talajkémiai tulajdonságai kezelésként (Ø, PK, NK, NP és NPK) 2013-ban

(1) Kezelés	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O	(2) Humusz	(3) Só	CaCO <sub>3</sub>
	-	mg·kg <sup>-1</sup>		%		
Ø	7,25	76	126	3,05	0,03	4,8
PK	7,28	187	256	3,21	0,04	4,2
NK	7,28	79	215	3,20	0,04	4,7
NP	7,22	169	154	3,23	0,05	3,2
NPK	7,22	193	209	3,16	0,05	3,1
(4) SzD <sub>5%</sub>	n.s.	20	19	0,15	n.s.	n.s.

Megjegyzés: n.s. = nem szignifikáns

Megállapítható, hogy a kontroll terület foszforral és káliummal gyengén ellátott, míg az NPK kezelésben részesülő parcellák talaja foszforban jól, káliumban közepesen-jól ellátott volt (BUZÁS, 1979). A talaj humusztartalma a kontroll kezelésben volt a legkisebb, szignifikánsan kevesebb, mint a PK, NK és NP kezeléseknél. (1. táblázat).

Ezen agrokémiai tulajdonságok hatással vannak a gyomdiverzitásra, a gyomok egyedszámára és a biomassza produkciójuk alakulására is, melyet a következő alfejezetekben részletezünk.

Gyomflóra diverzitás jellemzése

A kukorica 2-4 és 6-8 leveles fejlettségénél végzett mintavételek időpontjában összesen 22 gyomfaj fordult elő a kísérletben 2014-ben (2. táblázat). Az első mintavételi időpontban összesen 18, a másodikban 19 fajt írtunk le, amelyek közül hét gyomnövényfaj előfordulása szórványos volt. A felvételezett gyomnövény fajok 14 növény családba tartoznak, amelyek közül a *Poaceae* család volt a legnépesebb négy fajjal.

Életformájukat tekintve a fajok döntő többsége, 82%-a a T<sub>4</sub>-es típusba tartozó melegigényes egyéves gyomnövény volt. Ezen kívül évelő fajok is előfordultak: egy rizómás (G<sub>1</sub>), két szaporítógyökeres (G<sub>3</sub>) valamint egy szaporodásra nem képes karógyökerű (H<sub>4</sub>) faj.

2. táblázat

A gyomnövény fajok előfordulási gyakoriság szerinti listája Nagyhörcsökön a kukorica korai fenológiai fázisában (BBCH12-14 és BBCH16-18) 2014. június 3 és 18-án.

(1) Gyomnövény faj	(2) EPPO kód	(3) Élet- forma	(4) Gyakoriság		
			06.03.	06.18.	(5) Átlag
1. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	AMBEL	T <sub>4</sub>	30	30	30,0
2. <i>Datura stramonium</i> L.	DATST	T <sub>4</sub>	29	27	28,0
3. <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	SORHA	G <sub>1</sub>	19	27	23,0
4. <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	POLCO	T <sub>4</sub>	22	22	22,0
5. <i>Solanum nigrum</i> L.	SOLNI	T <sub>4</sub>	14	29	21,5
6. <i>Chenopodium album</i> L.	CHEAL	T <sub>4</sub>	21	17	19,0
7. <i>Chenopodium hybridum</i> L.	CHEHY	T <sub>4</sub>	19	18	18,5
8. <i>Helianthus annuus</i> L.	HELAN	T <sub>4</sub>	14	11	12,5
9. <i>Heliotropium europaeum</i> L.	HEOEU	T <sub>4</sub>	13	9	11,0
10. <i>Hibiscus trionum</i> L.	HIBTR	T <sub>4</sub>	4	14	9,0
12. <i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	AMABL	T <sub>4</sub>	7	9	8,0
11. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	CONAR	G <sub>3</sub>	10	6	8,0
13. <i>Stachys annua</i> L.	STAAN	T <sub>4</sub>	6	9	7,5
14. <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	SETPU	T <sub>4</sub>	7	6	6,5
15. <i>Amaranthus hybridus</i> L.	AMACH	T <sub>4</sub>	7	1	4,0
16. <i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	AIUCH	T <sub>4</sub>	1	0	0,5
19. <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	CADDR	G <sub>3</sub>	0	1	0,5
20. <i>Chaenorrhinum minus</i> (L.) Lange	CHNMI	T <sub>4</sub>	0	1	0,5
17. <i>Panicum miliaceum</i> L.	PANMI	T <sub>4</sub>	1	0	0,5
21. <i>Portulaca oleracea</i> L.	POROL	T <sub>4</sub>	0	1	0,5
18. <i>Reseda lutea</i> L.	RESLU	H <sub>4</sub>	1	0	0,5
22. <i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.	SETVI	T <sub>4</sub>	0	1	0,5

Megjegyzés: A fajok életformáját UJVÁROSI (1973) nyomán adtuk meg.

Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) minden kezelés minden parcellájában megjelent, ugyanakkor a csattanó maszlag (*Datura stramonium* L.), a fenyércirok (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), a szulák keserűfű (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve.), a fekete csucsor (*Solanum nigrum* L.), a fehér libatop (*Chenopodium album* L.) és pokolvar libatop (*Chenopodium hybridum* L.) előfordulási gyakorisága is magas volt. Az *A. artemisiifolia* nagymértékű elterjedéséhez hozzájárul, hogy magas az abiotikus stressz iránti tűrőképessége, ezért mind alacsony, mind pedig magas tápanyagellátottságú talajokon megjelenik (LEHOCZKY, 2004b). Vízigénye is széles skálán változik, aszályra érzékenyebb területeken is előfordul, de az 592 mm-t meghaladó éves csapadékmennyiség nagyobb egyedszám kialakulását eredményezheti (PINKE et al., 2011).

A *S. nigrum* és a varjúmák (*Hibiscus trionum* L.) előfordulása jelentősen nagyobb volt a második mintavételi időpontban, mivel mindkét faj T<sub>4</sub>-es életformájú, azon belül is kifejezetten melegigényes, így tömeges kelésük 20°C fölött következett be.

### Gyom egyedszám és dominanciaviszonyok

A gyomflóra diverzitás, ill. dominancia viszonyok részletes vizsgálatát is elvégeztük. A 2. ábra szemlélteti a  $0,1 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ -t meghaladó egyedsűrűségű gyomnövényfajok számát a kezelések és mintavételi időpontok átlagában ( $n=12$ ).

A kontroll, PK és NK kezelésekben az *A. artemisiifolia* átlagosan az összes gyomegyedszám 70,7%-át ( $76,5 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) alkotta (2. ábra), míg az NP és NPK kezelésekben az egyedsűrűsége szignifikánsan kevesebb volt ( $25,4$  és  $7,0 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}=20,0 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A kontrollban fő vetélytársa a *S. halepense* ( $26,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) volt, amely ebben a kezelésben igazolhatóan ( $\text{SzD}_{5\%}=8,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) nagyobb egyedszámmal volt jelen a többi kezeléshez képest. A PK és NK kezelésekben a *D. stramonium* ( $6,9 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  és  $6,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és a *S. halepense* ( $5,6 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  és  $6,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) voltak jelen jelentősebb egyedszámmal (2. ábra).

A NPK kezelésben az *A. artemisiifolia* visszaszorult ( $7,0 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és a két libatop faj (*C. album* és *C. hybridum*) vált dominánssá, egyedszámuk együttesen  $85,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  volt ( $\text{SzD}_{5\%}\text{CHEAL}=22,9 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{CHEHY}=3,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Fő vetélytársuk 20,6%-os aránnyal a *D. stramonium* volt ( $\text{SzD}_{5\%}=5,5 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (2. ábra). Ezek a fajok nitrogénkedvelők és a jó foszforellátottság is kedvező számukra (LEHOCZKY, 2003).

A fajösszetételt és dominancia viszonyokat tekintve az NP kezelés volt a legkiegyenlítettebb, az előforduló 14 faj közül egyik sem tudott 50%-ot meghaladó részarány fölé emelkedni. A meghatározó fajok az alábbiak voltak: *A. artemisiifolia* ( $25,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ), *C. album* ( $19,0 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ), *C. hybridum* ( $13,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és *D. stramonium* ( $9,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (2. ábra).

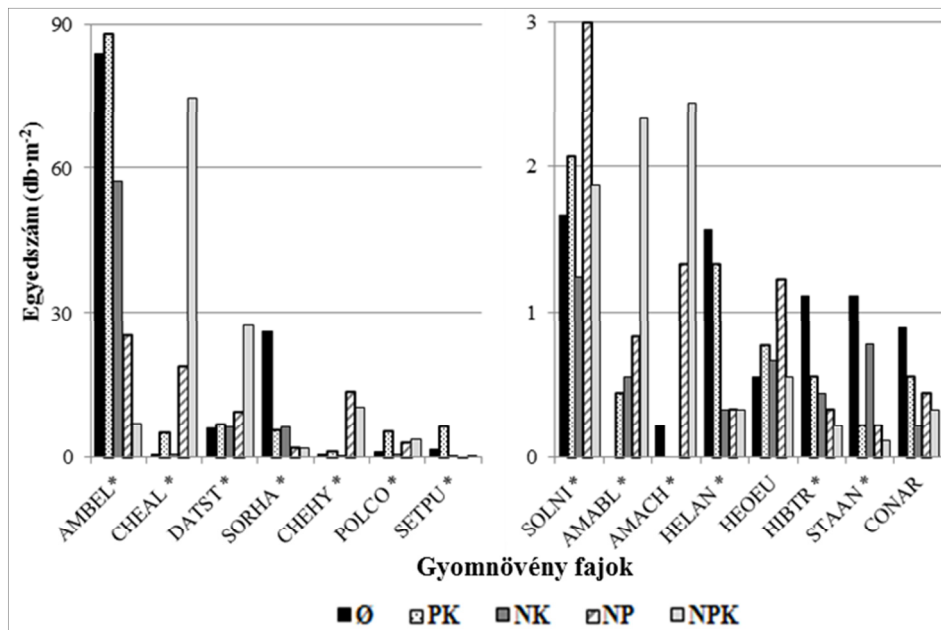
A kisebb egyedszámmal jelen lévő fajok közül az árvakelésű napraforgónak (*Helianthus annuus* L.) a kontroll és PK, a *S. nigrum* számára az NP, a fakó muhar [*Setaria pumila* (Poir.) Schult.] számára a PK kezelés biztosította az optimálisabb feltételeket, így ezekben a kezelésekben egyedszámuk igazolhatóan nagyobb volt a többihez képest ( $\text{SzD}_{5\%}\text{HELAN}=0,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{SOLNI}=1,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{SETPU}=3,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; ). A *F. convolvulus* a foszforral ellátott PK, NP és NPK, a henyé disznóparéj (*Amaranthus blitoides* S. Watson) és karcsú disznóparéj (*Amaranthus hybridus* L.) az NPK kezelésben volt szignifikánsan nagyobb egyedszámmal jelen ( $\text{SzD}_{5\%}\text{POLCO}=1,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{AMABL}=1,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{AMACH}=2,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A *H. trionum* és a tarlóvirág (*Stachys annua* L.) a kontroll kezelést részesítették előnyben ( $\text{SzD}_{5\%}\text{HIBTR}=0,8 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $\text{SzD}_{5\%}\text{STAAN}=0,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (2. ábra).

Mindkét mintavételi időpontban hasonló egyedszámokat tapasztaltunk az egyes fajok esetében, azonban négy növényfaj egyedszáma szignifikáns eltérést mutatott a két időpont között. A *C. hybridum* esetében közel 80%-os növekedést tapasztaltunk, mely az NP kezelés esetében (2014.06.03.:  $10,1 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 2014.06.18.:  $17,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) statisztikailag is igazolható volt ( $\text{SzD}_{5\%}=5,5 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A tápanyagban gazdag talajokat előnyben részesítő (WEAVER & WARWICK, 1984) *D. stramonium* egyedszáma a PK (2014.06.03.:  $11,1 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 2014.06.18.:  $2,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és NK (2014.06.03.:  $9,1 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 2014.06.18.:  $3,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) kezelésekben szignifikáns

csökkenést mutatott ( $SzD_{5\%}PK= 7,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $SzD_{5\%}NK= 3,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) az első mintavételi időponthoz képest.

A *S. halepense* egyedszáma a kezelések átlagában több mint 140%-kal volt magasabb a 2. mintavételi időpontban. A növekedés a kontroll (2014.06.03.:  $14,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 2014.06.18.:  $38,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és NK (2014.06.03.:  $3,6 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 2014.06.18.:  $8,9 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) kezelésekben szignifikáns volt ( $SzD_{5\%}\emptyset= 22,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $SzD_{5\%}NK= 3,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A *S. halepense* egyedszámában bekövetkező nagyarányú változás feltehetően a kétféle szaporodási stratégiájának köszönhető, mind vegetatív (rizóma) mind generatív (mag) úton képes szaporodni. Szántóföldi körülmények között általában a rizómáról történő kihajtás megelőzi a magvak csírázását (DOBSZAI-TÓTH ÉS LEHOCZKY, 2010; NOVÁK el al., 2011).

A *S. nigrum* egyedszáma az NK kezelésben a két mintavételi időpont között szintén szignifikánsan növekedett  $0,2 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ -ről  $2,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ -re ( $SzD_{5\%}= 1,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A *C. album* egyedszáma két hét alatt átlagosan 27%-kal nőtt, azonban heterogén előfordulása miatt ez a növekedés nem volt szignifikáns.



2. ábra

A gyomnövény fajok egyedsűrűsége ( $\text{db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a vizsgált tápanyagkezelésekben ( $\emptyset$ , PK, NK, NP és NPK) a két mintavétel (2014. 06. 03. és 2014. 06.18.) átlagában Nagyhorcskón ( $n=12$ ). Gyomnövény fajok listája: 2. táblázat.

Megjegyzés: \* a szignifikáns különbségeket jelöli ( $p<0,05$ )

A 3. táblázatban a két mintavételi időpont átlagában szerepeltettük annak a kilenc gyomnövény fajnak a dominancia sorrendjét, amelyek az összes egyedszám több mint 95%-át alkották. Az értékek változásai jól mutatják az eltérő tápanyag-

ellátottság következtében kialakuló interspecifikus kompetíció hatását. A kísérletben az *A. artemisiifolia* volt a domináns faj, a kezelések átlagában az összes gyomnövény csaknem felét alkotta. Legjelentősebb két versenytársa a *C. album* és a *D. stramonium* volt, amelyek a kiegyensúlyozott ellátottságot biztosító NPK kezelésben voltak képesek visszaszorítani a parlagfüvet (3. táblázat). LESKOVŠEK és munkatársai (2012) kutatásuk során megállapították, hogy az *A. artemisiifolia* kiváló alkalmazkodóképességgel rendelkezik, azonban gazdag tápanyag- és vízellátottságú környezetben kompetíciós képessége gyengébb, melyet eredményeink is igazoltak (lásd 2. ábra és 3. táblázat).

A *S. halepense* a kontroll kezelésben a második volt a dominancia sorrendben, míg az összesített sorrendben a negyedik. A *C. hybridum* a nitrogénnel és foszforral egyaránt ellátott kezeléseket részesítette előnyben, mind az NP, mind az NPK kezeléseknél harmadik volt a dominancia sorrendben. A *F. convolvulus* a foszforral ellátott kezeléseket preferálta, de ezekben sem ért el jelentős részesedést. Ez nem meglepő, mivel a versenyképességét alapvetően meghatározza a kultúrnövény faja, elsődlegesen gabonagyomként tartják számon (NOVÁK et al., 2011) (3. táblázat).

### 3. táblázat

Gyomnövény fajok dominancia sorrendje a vizsgált tápanyagkezelésekben (Ø, PK, NK, NP és NPK) Nagyhorcskón a két mintavételi időpont (2014. 06. 03. és 2014. 06. 18.) dominancia indexei alapján

(1) Gyomnövény faj	Ø	PK	NK	NP	NPK	(2) Átlag
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,666	0,689	0,740	0,338	0,060	0,495
<i>Chenopodium album</i> L.	0,005	0,043	0,009	0,199	0,505	0,160
<i>Datura stramonium</i> L.	0,048	0,064	0,088	0,123	0,234	0,114
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	0,192	0,047	0,083	0,026	0,013	0,068
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	0,005	0,010	0,006	0,172	0,085	0,055
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	0,011	0,047	0,008	0,038	0,028	0,027
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,013	0,020	0,018	0,038	0,015	0,022
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	0,011	0,047	0,005	0,001	0,005	0,012
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	0,003	0,000	0,000	0,017	0,023	0,008
Egyéb fajok (3)	0,046	0,034	0,044	0,047	0,034	0,039
(4) Összesen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

### Gyom biomassza produkció változások

A gyomdominancia elemzése mellett elvégeztük a gyom biomassza produkció részletes vizsgálatát minden előforduló növényfajra.

Az első mintavételi időpontban (2016.06.03.) a kontroll, PK és NK kezeléseknél a száraz tömegek alapján az *A. artemisiifolia* volt az uralkodó faj, az összes gyomtömegben belüli aránya 73,2% (Ø); 60,4% (PK) ill. 86,4% (NK) volt (4. táblázat). A PK kezelés kedvezett a *F. convolvulus* és a *H. annuus* biomassza produkciójának, az összes száraz gyomtömeg 13-13%-át alkották.



Az NPK kezelésben a *Chenopodium spp.* és a *D. stramonium* alkották az összes száraz gyomtömeg több mint 70%-át. Az NP kezelés nem csak az egyedszám tekintetében volt kiegyenlített. A száraz tömeg vonatkozásában a korábban említett négy fajon kívül meg kell említenünk az árvakelésű napraforgót, mely az össztömeg több mint negyedét ( $1,56 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) tette ki.

A kísérletben előforduló fűfélék közül a *S. halepense* a kontroll, a *S. pumila* a PK kezelésben képeztek szignifikánsan több biomasszát a többi kezeléshez viszonyítva (4. táblázat).

4. táblázat

A gyomfajok száraz biomassza tömege ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a különböző tápanyagkezelésekben (Ø, PK, NK, NP és NPK) és azok átlagában Nagyhörcsökön 2014.06.03-án.

(1) Gyomnövény faj	(2) Száraz biomassza tömeg ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )						(3) SzD <sub>5%</sub>
	Ø	PK	NK	NP	NPK	Átlag	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	4,91	12,55	4,24	1,62	0,49	4,76	4,46
<i>Chenopodium album</i> L.	0,02	0,62	0,02	0,60	7,41	1,73	3,43
<i>Helianthus annuus</i> L.	0,76	2,72	0,18	1,56	0,84	1,21	2,25
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	0,02	2,76	0,004	0,52	1,80	1,02	1,71
<i>Datura stramonium</i> L.	0,14	1,36	0,27	0,61	2,34	0,94	0,88
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	0,01	0,10	0,01	0,63	0,26	0,20	0,48
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	0,50	0,19	0,09	0,02	0,02	0,16	0,34
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,26	0,04	0,03	0,03	0,03	0,08	n.s.
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	0,01	-	-	0,09	0,17	0,06	0,16
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	0,02	0,18	0,01	-	0,03	0,05	0,15
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	-	0,09	0,02	0,03	0,10	0,05	n.s.
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,01	0,09	0,00	0,06	0,02	0,04	n.s.
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0,03	0,04	-	0,05	-	0,02	n.s.
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	n.s.
<i>Stachys annua</i> L.	0,01	0,00	0,01	-	0,01	0,01	n.s.
<i>Reseda lutea</i> L.	-	-	0,02	-	-	0,00	n.s.
<i>Panicum miliaceum</i> L.	-	-	0,00	-	-	0,00	n.s.
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	0,00	-	-	-	-	0,00	n.s.

Megjegyzés: n.s. = nem szignifikáns

A második mintavétel idején, 15 nappal később a kontroll, PK és NK kezeléseknél továbbra is az *A. artemisiifolia* volt az uralkodó faj, az összes gyomtömegben belüli aránya 60,3% (Ø), 60,4% (PK) ill. 78,3% (NK) volt (5. táblázat). A *S. halepense* aránya a kontroll (24,6%) és NK (10,7%) kezeléseknél volt jelentős.

A *F. convolvulus* a PK kezelésben az összes száraz gyomtömeg közel ötödét tette ki (5. táblázat). A nitrogént és foszfort kedvelő *Chenopodium spp.* és a *D. stramonium* alkották az összes száraz gyomtömeg 70,7% és 88,6%-át az NP és NPK kezeléseknél.

Egyes fajoknak az egyedszámnál kapott arányoktól eltérő volt a gyomflórán belüli száraz tömeg szerinti aránya. A különbözőségeket a fajok eltérő morfológiai

tulajdonságai és növekedési jellemzői eredményezték, így pl. a *H. annuus* részesedése az összes egyedszámból átlagosan 0,5%, míg az összes száraz tömeg esetében egy nagyságrenddel nagyobb (5,5%) volt. A *F. convolvulus* száraz tömeg szerinti (18,2%) aránya négyszer nagyobb volt a PK kezelésben, mint az egyedszám szerint (4,9%).

5. táblázat

A gyomfajok száraz biomassza tömege ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a különböző tápanyagkezelésekben (Ø, PK, NK, NP és NPK) és azok átlagában Nagyhorcskón 2014.06.18-án.

(1) Gyomnövény faj	(2) Száraz biomassza tömeg ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )						(3) SzD <sub>5%</sub>
	Ø	PK	NK	NP	NPK	Átlag	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	29,98	75,47	31,58	18,23	6,00	32,25	15,36
<i>Chenopodium album</i> L.	0,04	3,50	-	33,66	72,81	22,00	32,89
<i>Datura stramonium</i> L.	1,72	1,94	1,29	17,34	15,21	7,50	6,63
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	0,10	0,99	0,02	10,18	18,09	5,88	5,94
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	0,13	22,80	0,02	2,85	2,89	5,74	12,99
<i>Helianthus annuus</i> L.	4,06	15,64	1,87	-	2,80	4,87	9,21
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	12,20	1,22	4,32	1,01	0,50	3,85	4,41
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,13	1,03	0,16	1,14	0,33	0,56	0,70
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	-	0,15	-	0,81	1,05	0,40	0,94
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,11	1,02	0,40	0,04	-	0,32	n.s.
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	0,35	0,99	0,15	0,03	0,04	0,31	0,77
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0,75	0,08	0,20	0,09	0,07	0,24	0,63
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	-	0,02	0,18	0,63	0,03	0,17	0,54
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	-	-	-	0,40	-	0,08	n.s.
<i>Stachys annua</i> L.	0,11	0,05	0,04	0,02	-	0,05	0,10
<i>Chaenorrhinum minus</i> (L.) Lange	-	0,13	-	-	-	0,03	n.s.
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.	-	-	0,10	-	-	0,02	n.s.
<i>Portulaca oleracea</i> L.	-	-	-	0,09	-	0,02	n.s.
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	-	-	-	-	0,01	0,00	n.s.

Megjegyzés: n.s. = nem szignifikáns

A kezelések átlagát tekintve a kiemelt fajok tömegének részaránya két hét alatt az alábbiak szerint változott: az *A. artemisiifolia* és a *D. stramonium* aránya nem változott jelentősen, a *H. annuus* aránya 50%-kal csökkent, míg a *Chenopodium* fajoké átlagosan közel 60%-kal nőtt. A *S. halepense* az egyedszámhoz hasonlóan a száraz tömeg esetében is jelentős növekedést produkált a kontroll és NK kezelésekből, melynek oka szaporodásbiológiai tulajdonságaiból adódhat. TÓTH & LEHOCZKY (2006) kutatásuk során azt tapasztalták, hogy a magról kelő egyedek kezdeti fejlődése lassú, a biomassza produkció üteme június második felétől növekszik jelentősen. Ezen felül közrejátszhatott még az a tényező is, hogy a két mintavétel között nem hullott csapadék, amely kedvezhetett a C<sub>4</sub>-es fotoszintézisű *S. halepense* szárazanyag képzésének (LEHOCZKY & TÓTH, 2005).

*A kezelések hatásának értékelése az összes gyom egyedsűrűség és száraz biomassza tömegek vonatkozásában*

A gyomok összes egyedszámát és együttes föld feletti száraz biomassza tömegét a két mintavételi időpontban, tápanyag-kezelésenként a 6. táblázat mutatja be. Az egytényezős varianciaanalízis ( $p < 0,05$ ) szignifikáns különbségeket mutatott a különböző tápanyagkezelések hatására mind az egyedsűrűség, mind a száraz biomasszatömegek esetében.

A kukorica 2-4 leveles fejlettségi állapotának időpontjában az NK és NP kezelésben volt a legkisebb a gyomnövények egyedsűrűsége ( $71,6$  és  $74,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ), míg a másik három kezelésben (kontroll, PK, NPK), ennek több mint másfélszeresét mértük ( $117,3$ - $126,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A következő 15 nap alatt az összes gyomegyedsűrűség 14%-kal emelkedett, amely alapvetően a *C. album*, *C. hybridum* és *S. halepense* egyedszám-növekedésének eredménye. A legkisebb egyedsűrűség továbbra is az NK kezelésben ( $80,4 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ), a legnagyobb pedig az NPK-ban ( $141,6 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) volt, így a kezelések sorrendje a gyomegyedszám vonatkozásában mindkét vizsgálati időpontban a következőképpen alakult:  $\text{NK} < \text{NP} < \text{PK} < \emptyset < \text{NPK}$ . Ezen eredményünket a mintaterületen folytatott korábbi kutatás (LEHOCZKY et al., 2014) is alátámasztja. YIN és munkatársai (2006) szintén kukorica kultúrában, trágyázási tartamkísérletben vizsgálták a gyomflóra összetételét, ahol a gyom egyedsűrűség  $35,2$ - $163,3 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  között változott és az alábbiak szerint alakult:  $\text{NP} < \text{NPK} < \text{NK} < \text{PK} < \emptyset$ . Ezzel szemben KHAN és munkatársai (2013) kísérletében a kezelések sorrendje -  $111,0$ - $145,7 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  közötti gyom egyedsűrűség mellett - a következő volt:  $\text{PK} < \text{NK} < \text{NP} < \emptyset < \text{NPK}$ .

6. táblázat

Összesített gyom egyedsűrűség ( $\text{db}\cdot\text{m}^{-2}$ ) és száraz biomassza tömeg ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) kezelésenként ( $\emptyset$ , PK, NK, NP és NPK) a két mintavételi időpontban (2014.06.03 és 2014.06.18)

Nagyhörcsökön

(1) Kezelés	(2) Összes gyom egyedsűrűség ( $\text{db}\cdot\text{m}^{-2}$ )		(3) Összes gyom száraz biomassza tömeg ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	
	2014.06.03	2014.06.18	2014.06.03	2014.06.18
$\emptyset$	117,6	137,1	6,7	49,7
PK	117,3	132,1	20,8	125,0
NK	71,6	80,4	4,9	40,3
NP	74,3	86,7	5,9	86,5
NPK	126,7	141,6	13,6	119,8
(4) SzD <sub>5%</sub>	44,7	50,3	6,0	37,7

A kukorica 2-4 leveles fenológiai stádiumában a gyomok összes száraz biomassza tömege a kontroll, NK és NP kezeléseknél átlagosan  $5,8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  volt, az NPK kezelésben ennek kétszeresét ( $13,6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) mértük, míg a PK kezelésben mutatkozott a legmagasabb gyom biomasszaprodukció ( $20,8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (6. táblázat). A PK kezelés gyomflórájának kezdeti gyors növekedési üteme mérséklődött a kukorica 6-8 leveles fenológiai stádiumára. Az öt kezelés átlagában közel

kilencszeres a gyom száraztömeg növekedési ráta a két időpont között, ezek közül a PK kezelésben csupán hatszoros volt (6. táblázat). A legnagyobb ütemű biomasszanövekedést az NP kezelésben mértünk, ahol ez a két vizsgálati időpont között tizenötszörös volt.

Mivel a két vizsgálati időpont között nem hullott csapadék, ezért a gyomok tápanyagfelvétele szempontjából az elérhető vízkészlet limitáló tényezővé válhatott. LEHOCZKY és munkatársai (2016) ezen időszak vízkészlet változását értékelő vizsgálatai nem mutattak ki szignifikáns eltérést a 0-80 cm mélységű talajszelvényben a kezelések között az első mintavételi időpontban. A második mintavételezés időpontjában is csupán a 20-30 cm-es talajmélységben volt szignifikáns a különbség a kontroll és az NPK között (LEHOCZKY et al., 2016). A második legkevesebb gyom biomasszatömeg növekedést (7,4-szeres változást, 6. táblázat) a kontroll kezelés mutatta a két mintavételi időpont között, de itt a N mellett a P és K hatás is közrejátszhatott. Ezt magyarázhatja, hogy a növények csírázásához, megfelelő ütemű kezdeti fejlődéséhez elengedhetetlen a foszfor jelenléte (DEBRECZENI, 1979). BISCHOFF és MAHN (2000) szerint, a növények csírázást követő növekedése, fejlődése során a nitrogén jelentkezhethet limitáló tényezőként, hiszen a biomassza képzéshez szükséges tápelemlről van szó. A gyomnövények biomassza tömeg hányadosából (a két időpont közötti növekedési rátákból) valószínűsíthető, hogy kezdetben a foszfor, majd a második időpont idején a nitrogén hatása lehetett meghatározóbb. A száraz biomassza tömegek esetében a következő sorrendiséget állapítottuk meg a két vizsgálati időpont átlagát tekintve: NK<Ø<NP<NPK<PK.

### Következtetések

A kukorica vetését követő ötödik és hetedik héten a vizsgált mintaterületeken jelentős gyomborítottságot tapasztaltunk, amely a kezelések átlagában 102 db m<sup>-2</sup>, majd 116 db m<sup>-2</sup> volt. A mintavételek között eltelt két hét alatt az összes gyom egyedsűrűség 14%-kal nőtt, amely alapvetően három gyomfaj, a *C. album*, *C. hybridum* és *S. halepense* egyedszám-növekedésének következménye, tehát a kezelések sorrendje az egyedsűrűség szerint mindkét időpontban a következőképpen alakult: NK<NP<PK<Ø<NPK.

Az első mintavétel alkalmával a gyomok összes földfeletti száraz biomasszatömege átlagosan 10,4 g·m<sup>-2</sup> volt, két héttel később ennek nyolcszorosa, 84,3 g·m<sup>-2</sup>. A legkisebb arányú biomassza növekedés a kontroll és PK kezelésekben volt megfigyelhető, amely a nitrogén-utánpótlás hiányából adódó limitációnak tulajdonítható. A száraz biomassza tömeg esetében a két időpont átlagát tekintve a kezelések sorrendje a következő volt: NK<Ø<NP<NPK<PK.

Az egyes tápanyag kezelések hatását a gyomflóra összetételében, egyedsűrűségében és biomassza tömegében is kimutattuk mindkét vizsgálati időpontban. A gyom egyedsűrűség a kontroll és NPK, a biomassza tömeg pedig a PK és NPK kezelésekben statisztikailag is igazolhatóan nagyobb volt, a többi kezeléshez viszonyítva.

A tápanyagok közül a foszfor jelenléte meghatározóbb lehetett a gyomflóra korai fenológiai stádiumában (2014.06.03.), majd a később (2014.06.18.) a nitrogén hatása válhatott egyre hangsúlyosabbá a gyomok növekedése, biomassza képzése szempontjából. Mindemellett a gyom száraz biomassza tömege, ill. annak a két vizsgált időpont közötti változása az eltérő tápanyagellátás, a műtrágyázás hatására kialakuló eltérő fajösszetételű gyomnövényzet (gyom-gyom kompetíció, ill. eltérő növekedési erélyű gyomfajok aránya), és a különböző összetételű gyomflóra kukoricával való kompetíciójának együttes hatására alakulhatott ki.

Továbbá a tápanyag kezeléseket hatása kifejeződött a gyomflóra dominancia viszonyaiban is. A kontroll, PK és NK kezeléseknél az *A. artemisiifolia* és a *S. halepense*, az NPK kezelésben pedig a nitrofil *C. album*, *C. hybridum* és *D. stramonium* voltak a meghatározóak.

A fajösszetételt, a dominancia viszonyokat és a száraz biomassza tömeget tekintve az NP kezelés volt a legkiegyenlítettebb, az előforduló fajok közül egyik sem tudott 50%-ot meghaladó részarányal jelen lenni.

### Összefoglalás

A nagy területeken elterjedt gyomfajok erős alkalmazkodó képességgel rendelkeznek, így - különösen a kukorica korai fejlődési időszakában - a tápanyagokért és vízért folyó versenyben intenzív növekedésükkel a kultúrnövény fölé kerekedhetnek. A gyomflóra diverzitásának és gyomnövény-gyomnövény kapcsolatrendszernek a tápanyag-ellátottsággal összefüggésben történő vizsgálata kukorica állományban segítséget nyújthat a gyombiomassza produkció, a gyomflóra dominancia viszonyainak és a versengés várható hatásainak meghatározásában.

Kutatómunkánkat az MTA ATK TAKI nagyhőrcsöki kísérleti telepén, mészlepedékes csernozjom talajon 2003-ban beállított trágyázási tartamkísérletben végeztük 2014-ben, öt kezelésben (kontroll, PK, NK, NP, NPK), hat ismétlésben a kukorica korai fejlődési szakaszaiban (BBCH 12-14 és BBCH 16-18). Öt és hét héttel a vetést követően vizsgáltuk a gyomflóra faji összetételét, a gyomnövények egyedsűrűségét, dominancia viszonyait, továbbá mértük a gyomok földfeletti biomassza tömegét.

A mintaterületeken összesen 22 gyomfaj fordult elő. A gyomflóra diverzitásában a tápanyagkezelések szerint szignifikáns eltérések mutatkoztak. A kontroll ( $\emptyset$ ), PK és NK kezeléseknél az *Ambrosia artemisiifolia* L. és a *Sorghum halepense* (L.) Pers., az NP és NPK kezeléseknél a *Chenopodium album* L., *Chenopodium hybridum* L. és *Datura stramonium* L. voltak a domináns fajok.

Az egyes gyomfajok egyedszáma és száraz biomassza tömege szignifikánsan változott a kezeléseket hatására. Az összes gyom egyedsűrűség az első mintavételkor  $71 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  (NK) és  $126 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  (NPK) között volt. Két hét alatt átlagosan 14%-kal nőtt meg:  $80 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  (NK) és  $142 \text{ db}\cdot\text{m}^{-2}$  (NPK) között volt az egy négyzetméterre eső egyedek száma. A kezeléseket egyedsűrűség szerinti sorrendje nem módosult, mindkét vizsgálati időpontban a következőképpen alakult:  $\text{NK} < \text{NP} < \text{PK} < \emptyset < \text{NPK}$ .

A gyomok összes száraz biomassza tömege mindkét vizsgált időpontban az NK kezelésben volt a legkisebb ( $5 \text{ és } 40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), a PK kezelésben pedig a legnagyobb

(21 és 125 g·m<sup>-2</sup>). A száraz biomasszatömeg szerint az NK, NP és kontroll kezelések között nem volt szignifikáns különbség, valamint a PK és NPK kezelés között sem. A két időpont átlaga alapján a kezelések sorrendje a következő volt: NK<Ø<NP<NPK<PK. Az egyes tápanyag kezelések hatását a gyomflóra egyedsűrűségében és biomassza tömegében is kimutattuk.

Korai fenológiai fázisban a gyomok növekedését, ill. biomassza képzését az eltérő tápanyagellátás, a műtrágyázás hatására kialakuló eltérő fajösszetételű gyomnövényzet és a különböző összetételű gyomflóra kukoricával való kompetíciójának együttes hatása befolyásolta a legnagyobb mértékben.

**Kulcsszavak:** *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium album* L., gyomflóra diverzitás, biomassza produkció, tápanyagellátottság

A kutatás az OTKA (K 105789 sz. pályázat) támogatásával valósult meg, amelyért a szerzők köszönetüket fejezik ki, valamint Dr. Csathó Péter tudományos tanácsadónak a trágyázási tartamkísérlethez való kapcsolódás lehetőségéért.

### Irodalom

- ANTAL J., 1987. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BERZSENYI, Z., BERÉNYI, GY., ÁRENDÁS, T. & BÓNIS, P., 1993. Growth analysis of maize (*Zea mays* L.) in competition for different periods with barnyard grass [*Echinochloa crus-galli* (L.) BEAUV.] and redrot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Braunschweig. 8th EWRS Symposium. 107-115.
- BISCHOFF, A. & MAHN, E. G., 2000. The effects of nitrogen and diaspore availability on the regeneration of weed communities following extensification. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **77**. 237-246.
- BUZÁS I. (szerk.), 1979. A műtrágyázás irányelvei és üzemi számítási módszer. MÉM NAK, Budapest.
- DEBRECZENI B., 1979. Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- DOBSZAI-TÓTH V. & LEHOCZKY É., 2010. A fenyércirok (*Sorghum halepense* /L./ Pers.) jelentősége, biológiája, kártétele és a védekezés lehetőségei. *Gyomnövények, gyomirtás: A Gyommentes Környezetért Alapítvány Kiadványa*. **11**. (1) 1-26.
- HUNYADI K. (szerk.), 1988. Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- KÁDÁR I., KISMÁNYOKY T., NÉMETH T., PÁLMAI O. & SARKADI J., 1999. Tápanyag-gazdálkodásunk az ezredfordulón. *Agrokémia és Talajtan*. **48**. (1-2) 193-202.
- KAMUTI, M., MAZSU, N., CSATHÓ, P. & LEHOCZKY, É., 2015. Effects of nutrient supply on the weed flora composition in early growth stage of maize. *Növénytermelés*. **64**. (Suppl.) 75-78.
- KANG, Y., KHAN, S. & MA, X., 2009. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Progress in Natural Science*. **19**. 1665-1674.

- KHAN, M. A., KAKAR, S., MARWAT, K. B. & KHAN, I. A., 2013. Differential response of *Zea mays* L. in relation to weed control and different macronutrient combinations. *Sains Malaysiana*. **42**. (10) 1395-1401.
- KSH, 2016. Statisztikai tükör – A fontosabb növények vetésterülete, 2016. június 1. 2016. szeptember 27.
- LÁSZTITY B. & CSATHÓ P, 1994. A tartós NPK műtrágyázás hatások vizsgálata búza - kukorica dikultúrában. *Növénytermelés* **43**. 157-167
- LEHOCZKY, É., 2003. Effect of nitrogen fertilization on the biomass production and nutrient uptake of weeds in wheat. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Alps-Adria Scientific Workshop*. 209-213.
- LEHOCZKY É., 2004a. A gyomnövények szerepe a talaj-növény rendszer tápanyagforgalmában. DSc Disszertáció. Keszthely.
- LEHOCZKY É., 2004b. A növekvő adagú nitrogén ellátás hatása a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) növekedésére. *Magyar Gyomkutató és technológia*. **5**. (1) 32-41.
- LEHOCZKY, É., REISINGER, P. & KÖMÍVES, T., 2005. Loss of nutrients caused by excessive weediness at the early stage of maize vegetation period. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **36**. (4–6) 415–422.
- LEHOCZKY, É. & TÓTH, V., 2005. Study on the biomass production of the C<sub>4</sub> weed, Johnson grass (*Sorghum halepense* /L./ Pers.). *Cereal Research Communications*. **33**. (1) 255-258.
- LEHOCZKY, É., KISMÁNYOKY, A. & NÉMETH, T., 2007. Effect of the soil tillage and N-fertilization on the weediness of maize. *Cereal Research Communications*. **35**. (2) 725-728.
- LEHOCZKY, É., KAMUTI, M., MAZSU, N., TAMÁS, J., SÁRINGER-KENYERES, D. & GÓLYA, G., 2014. Influence of NPK fertilization on weed flora in maize field. *Agrokémia és Talajtan*. **63**. (1) 139-148.
- LEHOCZKY, É., KAMUTI, M., MAZSU, N. & SÁNDOR, R., 2016. Changes to soil water content and biomass yield under combined maize and maize-weed vegetation with different fertilization treatments in loam soil. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. **64**. (2) 150-159.
- LESKOVŠEK, R., ELER, K., BATIČ, F. & SIMONČIČ, A., 2012. The influence of nitrogen, water and competition on the vegetative and reproductive growth of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Plant Ecology*. **213**. (5) 769-781.
- MAGURRAN, A. E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MSTAT, 1988. *User's Guide to MSTAT-C: A Software Program for the Design, Management and Analysis of Agronomic Research Experiments*. Michigan State University, East Lansing
- NAGY, A. & TAMÁS, J., 2013. Non-invasive water stress assessment methods in orchards. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **44**. 366–376.
- NOVÁK R., DANCZA I., SZENTÉY L. & KARAMÁN J. (szerk.), 2011. *Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarországon szántóföldjein*. Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest.

- OLESEN, J. E., TRNKA, M., KERSEBAUM, K. C., SKJELVÅG, A. O., SEGUIN, B., PELTONEN-SAINIO, P., ROSSI, F., KOZYRA, J. & MICALLE, F., 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*. **34**. 96–112.
- PÁLFAI, I. & HERCEG, Á., 2012. Palfai Drought Index (PaDI) – Expansion of applicability of Hungarian PAI for Southeast Europe (SEE) region. Lower-Tisza District Water Directorate, Szeged.
- PINKE, GY., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B. & BOTTA-DUKÁT, Z., 2011. Environmental and land-use variables determining the abundance of *Ambrosia artemisiifolia* in arable fields in Hungary. *Preslia*. **83**. 219-235.
- RAJCAN, I. & SWANTON, C. J., 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*. **71**. 139-150.
- RICZU, P., NAGY, A., LEHOCZKY, É. & TAMÁS J., 2015. Precision weed detection using terrestrial laser scanning techniques. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **46**. (S1) 309–316.
- SENGAR, S. R. & SENGAR, K., 2015. *Climate Change Effect on Crop Productivity*. CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA
- TAMÁS, J., NAGY, A. & FEHÉR, J., 2015. Agricultural biomass monitoring on watersheds based on remotely sensed data. *Water Science & Technology*. **72**. (12) 2212-20.
- TÓTH, V. & LEHOCZKY, É., 2006. Characteristics of development and nutrient uptake of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers) growing from seed during the first year. *Journal of Plant Diseases and Protection*. **20**. 363-368.
- UJVÁROSI M., 1973. *Gyomnövények*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- WEAVER, S. E. & WARWICK, S. I., 1984. The biology of Canadian weeds. 64. *Datura stramonium* L. *Canadian Journal of Plant Science*. **64**. 979-991.
- YEGANEHPoor, F., SALMASI, S. Z., ABEDI, G., SAMADIYAN, F. & BEYGINIYA, V., 2015. Effects of cover crops and weed management on crop yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. **14**. 178-181.
- YIN, L., CAI, Z. & ZHONG, W., 2006. Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization. *Crop Protection*. **25**. 910–914.



## Examinations of weed flora and biomass production in a long-term fertilization experiment during the early phenological stages of maize

<sup>1</sup>N. MAZSU, <sup>1</sup>M. KAMUTI, <sup>1</sup>R. SÁNDOR, <sup>2</sup>D. SZENTES and <sup>1</sup>É. LEHOCZKY

<sup>1</sup>Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Budapest

<sup>2</sup>Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment, National Food Chain Safety Office, Budapest

### Summary

The weed species that are currently widespread have great adaptability, and are thus able to compete strongly for nutrients and water, exhibiting intensive growth and suppressing the cultivated plants, especially during the early phenological stages of maize. Investigations on the weed diversity and weed-weed relationships in maize fields in terms of nutrient supplies could help to determine the weed biomass production, the dominance of various weed species and the expected effects of competition.

The effect of different nutrient supplies on the weed infestation of maize was studied in 2014 in a long-term fertilization experiment set up in 2003 on a FAO Calcaric Phaeosem soil at the Experimental Station of the Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry (MTA ATK) in Nagyhöröcsök, Hungary. The species composition of the weed flora, the weed plant density, the dominance of the weed species and the aboveground weed biomass were studied in six replications in five treatments (control, PK, NK, NP, NPK) five (BBCH 12-14) and seven (BBCH 16-18) weeks after sowing.

A total of 22 weed species occurred in the different treatments. The diversity of the weed species differed significantly in the individual treatments. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Sorghum halepense* (L.) Pers were the dominant species in the control, PK and NK treatments, and *Chenopodium album* L., *Chenopodium hybridum* L. and *Datura stramonium* L. on the NP and NPK plots. The weed diversity and the aboveground biomass of each weed species changed significantly in response to the treatments. At the first sampling date, the total weed density ranged from 71 plant·m<sup>-2</sup> (NK) to 126 plant·m<sup>-2</sup> (NPK). Two weeks later, the total weed density increased by 14 % on average, ranging from 80 plant·m<sup>-2</sup> (NK) to 142 plant·m<sup>-2</sup> (NPK). The order of the treatments in terms of weed density was NK<NP<PK<Ø<NPK in both the phenophases.

The total dry aboveground weed biomass was lowest in the NK treatment (5 and 40 g·m<sup>-2</sup>) and highest in the PK treatment (21 and 125 g·m<sup>-2</sup>) at both sampling dates. There was no significant difference in weed biomass production between the NK, NP and control treatments or between the PK and NPK treatments. Averaged over the two sampling dates the order of the treatments was the following: NK<Ø<NP<NPK<PK. The effect of the nutrient treatments was also detected in the total weed density and biomass.

In the early phenological stages, weed growth and biomass production were influenced to the greatest extent by the simultaneous effect of different macronutrient supplies, the diverse species composition of the weed population in response to mineral fertilisation, and to the competition of the weed flora with maize.

**Key words:** *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium album* L., weed flora diversity, biomass production, nutrient supplies

*Table 1.* Chemical soil properties on the experimental area in each treatment (Ø, PK, NK, NP and NPK), Nagyhorcsök, 2013. (1) Treatment. (2) Organic matter. (3) Salinity. (4) LSD<sub>5%</sub>. *Note:* n.s. = non-significant ( $p < 0.05$ )

*Table 2.* List of weed species in order of frequency, averaged over the treatments (Ø, PK, NK, NP and NPK) during the early phenological stages of maize (BBCH12-14 and BBCH16-18), Nagyhorcsök, 3<sup>rd</sup> and 18<sup>th</sup> June 2014. (1) Weed species. (2) Plant family code (EPPO). (3) Life form. (4) Frequency of weed species (on 3<sup>rd</sup> and 18<sup>th</sup> June). (5) Mean. *Note:* Life forms of the weed species as classified by Ujvárosi (1973)

*Table 3.* Order of dominance of the weed species in the different treatments (Ø, PK, NK, NP and NPK) based on the average dominance index of the two sampling dates, Nagyhorcsök, 3<sup>rd</sup> and 18<sup>th</sup> June 2014. (1) Weed species. (2) Mean. (3) Other weed species. (4) Total.

*Table 4.* Dry aboveground weed biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) in the different treatments (Ø, PK, NK, NP and NPK) and averaged over the treatments, Nagyhorcsök, 3<sup>rd</sup> June 2014. (1) Weed species. (2) Dry biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ). (3) LSD<sub>5%</sub>. *Note:* n.s. = non-significant ( $p < 0.05$ )

*Table 5.* Dry weed biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) in the different treatments (Ø, PK, NK, NP and NPK) and averaged over the treatments, Nagyhorcsök, 18<sup>th</sup> June 2014. (1) Weed species. (2) Dry biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ). (3) LSD<sub>5%</sub>. *Note:* n.s. = non-significant ( $p < 0.05$ )

*Table 6.* Cumulated weed density ( $\text{plant}\cdot\text{m}^{-2}$ ) and dry biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) in each treatment (Ø, PK, NK, NP and NPK), Nagyhorcsök, 3<sup>rd</sup> and 18<sup>th</sup> June 2014. (1) Treatment. (2) Weed density ( $\text{plant}\cdot\text{m}^{-2}$ ). (3) Dry weed biomass ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ). (4) LSD<sub>5%</sub>.

*Figure 1.* Daily mean precipitation sum (mm) and daily mean temperature (°C) from 30<sup>th</sup> April to 18<sup>th</sup> June 2014 and average values for the same period between 1967 and 2012, Nagyhorcsök. *Note:* Black bar: daily mean precipitation, 1967–2012, shaded bar: daily precipitation, 2014. Solid line: daily mean temperature, 1967–2012, dashed line: daily mean temperature, 2014.

*Figure 2.* Density of weed species ( $\text{plant}\cdot\text{m}^{-2}$ ) in different treatments (Ø, PK, NK, NP and NPK), averaged over the sampling dates (3<sup>rd</sup> June and 18<sup>th</sup> June 2014), Nagyhorcsök ( $n=12$ ). For weed species, see Table 2. *Note:* \* significant differences ( $p < 0.05$ ) between treatments.