

**VÉDETT HOMOKPUSZTAGYEPI LÁGYSZÁRÚAK FELVÉTELEZÉSE EGY
SOLTVADKERTI HOMOKI BORÓKÁS-NYÁRASBAN**SCHELLENBERGER Judit^{1,2}, LACZÓ Márton¹, BARCZI Attila¹, SKUTAI Julianna¹,
SZIRMAI Orsolya³, CZÓBEL Szilárd¹¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Természetvédelmi és Tájökológiai
Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.²Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet, 1022
Budapest, Herman Ottó u. 15.³Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Botanikus Kert, 2100 Gödöllő, Páter
Károly u. 1., e-mail: szirmai.orsolya@mkk.szie.hu**Kulcsszavak:** *Alkanna tinctoria*, *Dianthus serotinus*, *Gypsophila arenaria*, *Onosma arenaria*, *Stipa borysthena*, *Tragopogon floccosus*, homokbucka

Összefoglalás: Egy soltvadkerti (Dél-Alföld) homoki borókás-nyáras (M5, 91N0*, *Junipero-Populetum albae*) nyílt gyeptársulásainak a természetvédelmi célú botanikai vizsgálatát mutatjuk be. Elvégeztük hat védett homokpusztagyepi lágyszárú, az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, a *Gypsophila arenaria*, az *Onosma arenaria*, a *Stipa borysthena* és a *Tragopogon floccosus* állománybecslését és lokális termőhelyi jellemzőinek felmérését 2014 júniusában és júliusában. Az állománybecslések során a random módon kijelölt 10 db 20×20 m-es mintavételi négyzetben feljegyeztük a célfajok tőszámait. A célfajok termőhelyi jellemzőinek feltáráshoz cönológiai felvételezéseket is végeztünk fajonként 5-5 db, célzottan kiválasztott 2×2 m-es mintanégyzetben. A kvadrátok a célfajok kiterjedtebb foltjaira voltak reprezentatívak. A hat védett növényfaj összesen 18929 egyede él a homoki borókás-nyáras nyílt gyepfoltjaiban, amely négyzetméterenként 0,32 védett növényt jelent. A vizsgált fajok közül legnagyobb és legstabilabb állománnyal a *Stipa borysthena* rendelkezett. Stabil állomány jellemezte ugyanakkor az *Alkanna tinctoria*-t, a *Dianthus serotinus*-t, a *Gypsophila arenaria*-t és a *Tragopogon floccosus*-t is, míg az *Onosma arenaria* csekélyebb állománnyal rendelkezett. A Borhidi-féle relatív ökológiai indikátorértékek teljesen nyitott, napfényes, szubmediterrán jellegű, vízhiányos és szélsőségesen tápanyagszegény termőhelyet jeleztek a célfajok kvadrátjaiban. Ettől csak a *Gypsophila arenaria* kvadrátjai tértek el számottevően, amelyet a többváltozós statisztikai elemzések (PCA) is kimutattak. A határozott elkülönülést magyarázza, hogy a *Gypsophila arenaria* lokálisan a buckaközi mélyedések viszonylag jobb víz- és tápanyag-ellátottságú termőhelyeit preferálta. Az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus* és a *Tragopogon floccosus* termőhelyi jellemzői hasonlóak voltak, nagyobb foltjaik elsősorban buckatetői és buckaoldali pozícióban fordultak elő. Az *Onosma arenaria* termőhelyi preferenciája széles skálán mozgott.

Bevezetés

A Pannon homoki borókás-nyáras élőhelyek (Á-NÉR: M5, Natura 2000: 91N0*, Cönotaxon: *Junipero-Populetum albae* (Zólyomi ex Soó 1950) Szodfridt 1969) hazánkban elsősorban az Alföldön, a Duna-Tisza köze meszes homokterületein fordulnak elő a homokbuckák gerincein, oldalain vagy teknőiben. Alapvetően ligetes megjelenésű, homoki gyepekkel mozaikos, cserjés vagy erdőformájú, boróka (*Juniperus communis* L.) és nyárfajok (*Populus alba* L., *P. × canescens* Sm.) dominálta állományok. A mozaik részét képező gyeptársulás számos védett vagy fokozottan védett, illetve endemikus nyílt homokpusztagyepi (Á-NÉR: G1, Natura 2000: 6260*, Cönotaxon: *Festucetum vaginatae* Rapaics ex Soó 1929 em. Borhidi 1996) fajnak ad otthont, mint például a báránypirosító (*Alkanna tinctoria* (L.) Tausch), a homoki imola (*Centaurea arenaria* M. Bieb. ex Willd.), a homoki kikerics (*Colchicum arenarium* Waldst. et Kit.), a fényes poloskamag (*Corispermum nitidum* Kit.), a kései szegfű (*Dianthus serotinus* Waldst. et Kit.), a közönséges csikófark (*Ephedra distachya* L.), a homoki fátyolvirág (*Gypsophila arenaria* Waldst. et Kit.), a borzas len (*Linum hirsutum* L.), a homoki vértő (*Onosma arenaria* Waldst. et Kit.), a kisvirágú habszegfű (*Silene borysthena*

(Gruner) Walters), a homoki árvalányhaj (*Stipa borysthenica* Klokov ex Prokudin) és a homoki bakszakáll (*Tragopogon floccosus* Waldst. et Kit.) (Bölöni et al. 2011).

Napjainkban, mint számos más értékes élőhelytípust a Duna-Tisza közén, úgy a homoki borókás-nyárasokat is fenyegeti az élőhelypusztulás és fragmentáció. A 20. század elején a Duna-Tisza közének nagy részét még nyílt homoki gyepek, borókásfoltok, cserjések és ligetes erdők foglalták el (Rakonczay et al. 2001, Bíró 2008). A rendszerváltás utáni időszakban azonban a természetközeli élőhelyek pusztulási tendenciája jelentős mértékben megnövekedett a régióban (Bíró 2011). Az élőhelyek csökkenését Bíró (2011) szerint legnagyobb mértékben, közel 60%-ban a beszántások okozták. További jelentős élőhelycsökkentő tényező volt a legeltetés visszaszorulása nyomán fellépő spontán beerdősülés, illetve a faültetvények létesítése (Bíró 2011). A futóhomok megkötését szolgáló intenzív fásítások következtében a 20. század végére becslések szerint több mint 1000 km² száraz homoki gyeppel, természetközeli erdővel és cserjésekkel alakult át nemesnyárasokká, erdei és fekete fenyőültetvényké vagy akácossá a kiskunsági homokvidék területén (Rakonczay et al. 2001, Bíró 2008). Mindezek nyomán a homoki borókás-nyárasok is egykori területük töredékére zsugorodtak, jelenlegi hazai kiterjedésük 30 km² körüli (Bölöni et al. 2011). A megmaradt természetes állományaik megóvása és rendszeres monitorozása ezért természetvédelmi és konzervációbiológiai szempontból különösen fontos.

A közösségi jelentőségű természetes élőhelytípusok – köztük a homoki borókás-nyárasok – védelme és rendszeres monitorozása az Élőhelyvédelmi Irányelv (92/43/EEC) (European Commission 1992) értelmében kötelező az EU tagállamokban. Ehhez igazodva Magyarország is kidolgozta élőhely monitorozási protokollját és tevékenyen munkálkodik a területén előforduló közösségi jelentőségű élőhely típusok elterjedésének, kiterjedésének, funkciójának és struktúrájának megismerésén (Ellwanger et al. 2018).

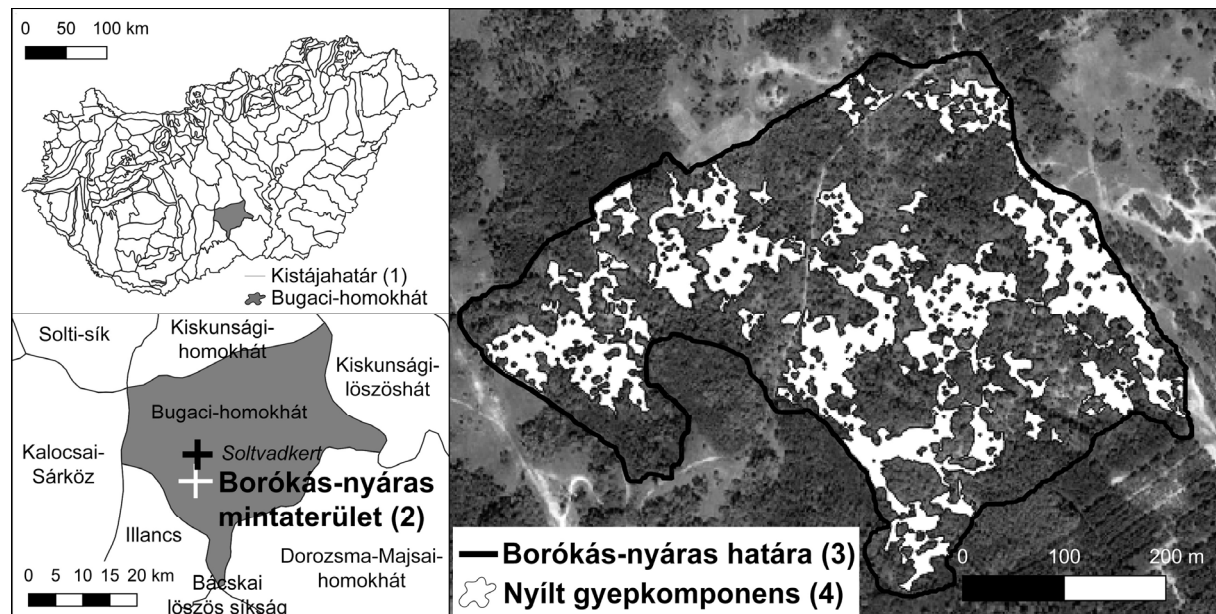
Jelen tanulmányban egy soltvadkert homoki borókás-nyáras nyílt foltjait alkotó gyeppel komponens természetvédelmi célú botanikai vizsgálatát tűztük ki célul. Ennek keretében elvégeztük hat, itt előforduló védett lágyszárú növényfaj, az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, a *Gypsophila arenaria*, az *Onosma arenaria*, a *Stipa borysthenica* és a *Tragopogon floccosus* állománybecslését, valamint lokális termőhelyi jellemzőinek feltárását.

Anyag és módszer

A terület jellemzői

A vizsgálatok egy a Soltvadkert település (Dél-Alföld) határában található homoki borókás-nyáras élőhelyen történtek (WGS84: N 46.537156°, E 19.385386°; tszf. 121 m). A terület középtáji szinten a Duna-Tisza közti síkvidékhez tartozik, kistáj szinten pedig a Bugaci-homokháztól. A kistáj szélhordta homokkal fedett hordalékkúp-síkság (Dövényi 2010). A legnagyobb részét beborító futóhomok Treitz (1903) leírása szerint a szél által többszörösen áthalmazott és osztályozott dunahordalék, amely pleisztocén kori eolikus löszös üledékekkel változatosan rétegződött és keveredett (idézi Bíró és Molnár 1998). Leggyakoribb talajtípusa a futóhomok. Az éves napfénytartam 2030–2050 óra. Az éves csapadékösszeg 520–570 mm, amelyből körülbelül 320 mm a vegetációs időszakban hull. Vizeit tekintve a Bugaci-homokhat vízhiányos terület. A talajvíz 2–4 m mélységben mozgott, de az utóbbi évtizedekben süllyedés tapasztalható. Éghajlata szárazságtűrő növényzetnek megfelelő (Dövényi 2010).

A felvételezések alapjául szolgáló borókás-nyáras összterülete 247 700 m², amelyből a nyílt homoki gyeppel komponens 59 714,3 m² (1. ábra). A borókás-nyáras két oldalról szinte homogén feketefenyves ültetvényekkel, két oldalról akácokkal és legelők veszik körbe. A területet extenzív juhlegelőként hasznosítják.



1. ábra A borókás-nyáras mintaterület elhelyezkedése és műholdképe

A földrajzi kistájak nevei Dövényi (2010) munkáját követik

Figure 1. Location and satellite image of the poplar-juniper sand dune study site

Hungarian geographical microregion names follow the nomenclature of Dövényi (2010);

(1) Borders of Hungarian geographical microregions; (2) Examined poplar-juniper sand dune; (3) Border of poplar-juniper sand dune; (4) Open patches (white polygons).

A mintavételezés

A botanikai felvételezésekre 2014 júniusában és júliusában került sor. Elvégeztük az előzetes terepbejárások alapján kiválasztott hat védett növényfaj, az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, a *Gypsophila arenaria*, az *Onosma arenaria*, a *Stipa borysthena* és a *Tragopogon floccosus* állománybecslését. A becsléseket a borókás-nyáras nyílt gyeppozaikjaiban random módon kijelölt 10 db 20×20 m-es mintavételi négyzetekben végeztük (2014. június). A kvadrátokban feljegyeztük a célfajok egyedszámait (/tőszámait; gyepes növekedésű fajoknál egy csomót tekintettünk egy egyednek), illetve becsültük a kvadrátok százalékos összborításait. Az állománybecsléshez összesen 4 000 m²-nyi (a borókás-nyáras nyílt foltjainak egytizenötöd része) területet felvételeztünk.

A védett fajok lokális termőhelyi jellemzőinek tanulmányozása érdekében a vizsgálatokat fajonként 5-5 db, célzottan kiválasztott 2×2 m-es mintanegyzet cönológiai felvételezésével egészítettük ki (2014. július). Az irányított mintavételezés biztosította, hogy a célfajok kiterjedtebb foltjai beleessenek a felvételezésekbe. A hat faj közül a *Stipa borysthena* vizsgálatára külön kvadrátokat nem vettünk fel, mivel domináns faj a vizsgált területen. Az így kijelölt 25 db 2×2 m-es kvadrátban összeírtuk a megjelenő növényfajokat (hajtásos növények, mohák és zuzmók), majd Braun-Blanquet (1964) módszerén alapuló százalékos borításbecslést végeztünk. Ilyen módon 100 m²-nyi terület cönológiai felvételezését végeztük el.

Az adatfeldolgozás

Az állománybecslés adatainak kiértékeléshez a 20×20 m-es kvadrátok eredményeit használtuk fel. A mintavételezések számának elégségességét kumulatív átlagos egyedszám (/tőszám) görbe segítségével ellenőriztük. A kapott eredményekből kiszámítottuk a vizsgált fajok denzitását (1 m²-re eső átlagos tőszámát), majd a borókás-nyáras nyílt foltjainak összterületére vonatkoztatva becsültük az állomány egyedszámát.

A 2×2 m-es mintanegyzetek felvételezései alkalmasak voltak a nyílt foltok vegetációjának jellemzésére. A diverzitás számszerűsítésére Shannon diverzitást (Hs) számoltunk. A

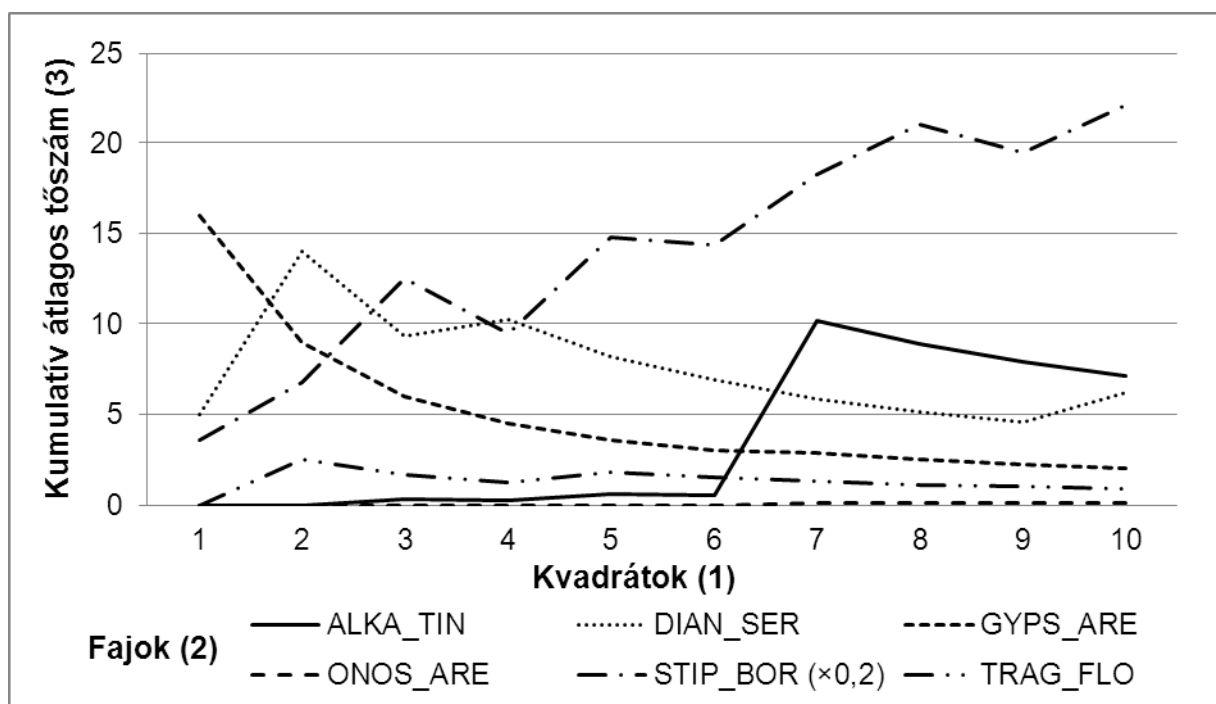
számításokhoz a fajok kvadrátonkénti relatív gyakoriságát vettük alapul. A célfajok lokális környezeti jellemzőinek megítélése érdekében a kvadrátok fajösszetételét a Borhidi-féle relatív ökológiai indikátor értékek (Borhidi 1995, Horváth et al. 1995) közül a fényigény (LB-érték), a hőigény (TB-érték), a vízigény (WB-érték) és a nitrogénigény (NB-érték) relatív értékszámainak megoszlása alapján elemeztük. A célfajok prezenciáját/abszenciáját leginkább meghatározó tényezőket többváltozós elemzéssel, PCA (Principal Component Analysis) ordinációval vizsgáltuk (Podani 1997). A minták az egyes kvadrátok (n=25), a változók a relatív ökológiai mutatók (LB, TB, WB, NB) fajokhoz rendelhető értékszámainak csoporttömege (%) volt a fajok százalékos borításértékei alapján számítva.

A statisztikai elemzéseket Past 3.01. program segítségével végeztük el. A területszámításokhoz és a térképi megjelenítéshez QGIS 2.4.0. térinformatikai szoftvert használtunk. A tudományos fajnevek és az auktornevek az Új magyar fűvészkönyv (Király 2009) nomenklaturáját követik. A társulások Borhidi (2003) nevezékatanát követik.

Eredmények

Az állománybecslés

Első lépésben a mintavételezések számának elégségességét ellenőriztük kumulatív átlagos egyedszám (/tőszám) görbe segítségével. A grafikus ábrázolás mind a hat célfaj esetén reprezentatív mintaszámot mutatott, mivel a görbék kezdeti kilengése a mintaszám növekedésével párhuzamosan jelentősen mérséklődött (2. ábra).



2. ábra A célfajok kumulatív átlagos tőszámának görbéje a 20×20 m-es kvadrátok eredményei alapján
Jelmagyarázat: ALKA_TIN = *Alkanna tinctoria*; DIAN_SER = *Dianthus serotinus*; GYPS_ARE = *Gypsophila arenaria*; ONOS_ARE = *Onosma arenaria*; STIP_BOR = *Stipa borysthena*; TRAG_FLO = *Tragopogon floccosus*

Figure 2. Curve of the cumulative average count of target species' stems based on the results of the 20 x 20 m quadrates

Abbreviations: ALKA_TIN = *Alkanna tinctoria*; DIAN_SER = *Dianthus serotinus*; GYPS_ARE = *Gypsophila arenaria*; ONOS_ARE = *Onosma arenaria*; STIP_BOR = *Stipa borysthena*; TRAG_FLO = *Tragopogon floccosus*

(1) Quadrates; (2) Species; (3) Cumulative average stem number

A célfajok tőszámait a 20×20 m-es mintanégyzetekben, továbbá 1 m²-re és a nyílt homoki gyepfoltok összterületére (59 714,3 m²) vonatkoztatva az 1. táblázat mutatja be. A vizsgált fajok közül legnagyobb denzitással a fűneműeket képviselő *Stipa borysthenica* rendelkezett (0,28 tő/m²), valamennyi kvadrátban megjelent (átlagosan 111 tővel), habár eloszlása nem volt egyenletes. Viszonylag nagy denzitás jellemezte az *Alkanna tinctoria* (0,02 tő/m²) és a *Dianthus serotinus* (0,02 tő/m²) fajokat, amely utóbbi a vizsgált kvadrátok közel felében jelen volt. Jóval kisebb denzitásértékek jellemezték a *Gypsophila arenaria* (0,005 tő/m²), a *Tragopogon floccosus* (0,002 tő/m²) és az *Onosma arenaria* (0,0003 tő/m²). A borókásnyáras nyílt foltjainak összterületére vonatkoztatva ez 16496 *Stipa borysthenica*, 1060 *Alkanna tinctoria*, 926 *Dianthus serotinus*, 299 *Gypsophila arenaria*, 134 *Tragopogon floccosus* és 15 *Onosma arenaria* tövet jelentett.

Becsléseink alapján a hat védett növényfaj összesen 18 929 egyede él a vizsgált borókásnyáras nyílt foltjaiban, amely m²-enként 0,32 védett növényt jelent.

1. táblázat A célfajok tőszámai (db) – jelmagyarázat: lásd a 2. ábrán

Table 1. Stem count of target species (pcs) – abbreviations: see in Figure 2.

(1) Quadrates (20×20 m)/Stem count (pcs); (2) Mean±SD; (3) Species; (4) Total area

Fajok (3)	Kvadrátok (20×20 m)/Tőszám (db) (1)											1 m ²	59714,3 m ² teljes terület (4)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ			Átlag±SD (2)
ALKA_TIN	-	-	1	-	2	-	68	-	-	-	71	7,1±21,4	0,0178	1059,9
DIAN_SER	5	23	-	13	-	-	-	-	-	21	62	6,2±9,3	0,0155	925,6
GYPS_ARE	16	2	-	-	-	-	2	-	-	-	20	2,0±5,0	0,0050	298,6
ONOS_ARE	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,1±0,3	0,0003	14,9
STIP_BOR	18	50	120	2	180	60	210	200	35	230	1105	110,5±87,8	0,2763	16496,1
TRAG_FLO	-	5	-	-	4	-	-	-	-	-	9	0,9±1,9	0,0023	134,4
Σ	39	80	121	15	186	60	281	200	35	251	1268	126,8±96,3	0,3172	18929,5

A nyílt gyepmozaikok vegetációjának jellemzése

A célfajok vizsgálatára kijelölt 2×2 m-es kvadrátok cönológiai felvételezései alkalmasak voltak a nyílt gyepmozaikok vegetációjának jellemzésére. A 25 felvételezett kvadrátban összesen 43 hajtásos növényfajt jegyeztünk fel. A domináns hajtásos növényfajok a magyar csenkesz (*Festuca vaginata* Waldst. et Kit. ex Willd.) (27%), a cinegefűz (*Salix rosmarinifolia* L.) (6%) és a *Stipa borysthenica* (4%) voltak. Közülük a *Festuca vaginata* valamennyi kvadrátban a borítási rangsor első faja volt – kivéve a *Gypsophila arenaria* kvadrátjait, ahol a *Salix rosmarinifolia* után a második helyre szorult. A 25 kvadrát eredményeiből számítva a hajtásos növényfajok átlagos összborítása 55% volt. A mohák és zuzmók átlagosan 19%-ot borítottak, az avar 11%-ot, míg a csupasz felszínnek 16%-ot. Ugyanakkor az egyes kvadrátok borítás vonatkozásában nagy különbséget mutattak. Legnagyobb átlagos hajtásos borítással az *Onosma arenaria* (75%) és az *Alkanna tinctoria* (58%) kvadrátjai rendelkeztek, legkisebbel pedig a *Dianthus serotinus* kvadrátjai (36%).

A 2. táblázat a cönológiai felvételek fajszaimeit és Shannon diverzitasát mutatja be kvadrátok szerinti bontásban. A kvadrátonkénti átlagos fajszám az élőhelyen 11,9 volt. Összevetve az egyes célfajokra reprezentatív kvadrátok eredményeit, megállapítható, hogy legnagyobb átlagos fajszámmal a *Gypsophila arenaria* kvadrátjai rendelkeztek (13,4 db). Átlagos fajszám tekintetében tőle csak kevésbé maradt el a borításra is kiemelkedő *Onosma arenaria* (12,8 db) és a *Tragopogon floccosus* (12,4 db) kvadrátjai. Az élőhely Shannon diverzitas átlagértéke kicsi volt (Hs átlag±SD=1,25±0,31). Ha az egyes célfajok kvadrátjait külön vizsgáljuk, botanikai szempontból legdiverzebbnek az *Alkanna tinctoria* (Hs átlag±SD=1,51±0,07) és a *Gypsophila arenaria* (Hs átlag±SD=1,45±0,15) kvadrátjai

bizonyultak. Legkisebb diverzitás a *Tragopogon floccosus* kvadrátjait jellemezte (Hs átlag±SD=1,08±0,34).

2. táblázat A cönológiai felvételek fajszámai és Shannon diverzitásuk (Hs) – jelmagyarázat: lásd a 2. ábrán
Table 2. Species number of coenological monitoring and their Shannon diversity index (Hs) – abbreviations: see
Table 2. Species number of coenological monitoring and the Shannon diversity index (Hs) – abbreviations: see
Figure 2.

(1) Quadrates (2×2 m); (2) Mean; (3) Σ Average species number (pcs); (4) Σ Hs mean±SD; (5) Species number (pcs); (6) Hs value±SD

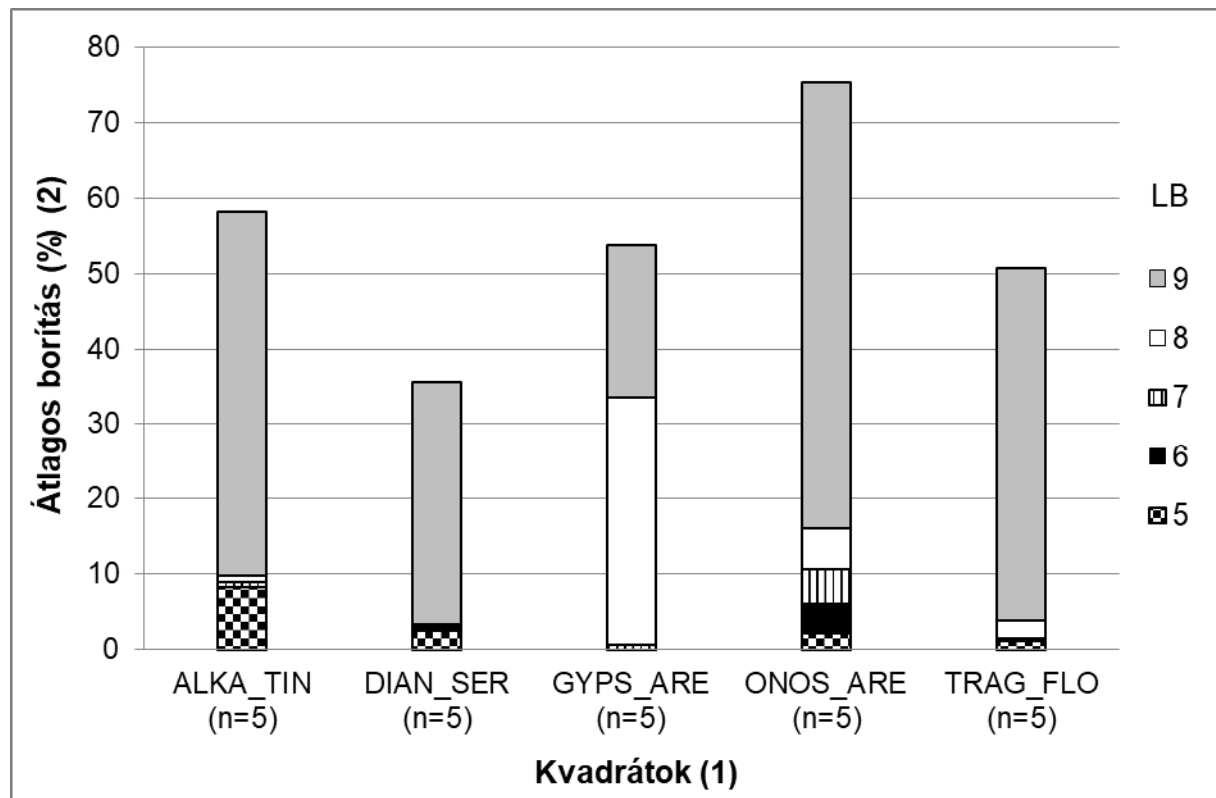
Kvadrátok (2×2 m) (1)							Σ Átlag fajszám (db) (3)	Σ Hs átlag±SD (4)
1	2	3	4	5	Átlag (2)			
ALKA_TIN								
Fajszám (db) (5)	12	12	9	12	12	11,4		
Hs érték±SD (6)	1,46±0,13	1,47±0,13	1,54±0,08	1,47±0,13	1,63±0,15	1,51±0,07		
DIAN_SER								
Fajszám (db) (5)	9	8	11	11	8	9,4		
Hs érték±SD (6)	0,74±0,09	0,94±0,12	1,45±0,16	0,93±0,09	1,47±0,14	1,11±0,33		
GYPS_ARE							11,9	1,25±0,31
Fajszám (db) (5)	16	14	12	12	13	13,4		
Hs érték±SD (6)	1,70±0,14	1,46±0,14	1,44±0,11	1,31±0,11	1,36±0,12	1,45±0,15		
ONOS_ARE								
Fajszám (db) (5)	13	10	13	14	14	12,8		
Hs érték±SD (6)	1,45±0,13	0,69±0,08	1,19±0,12	0,99±0,06	1,19±0,10	1,10±0,28		
TRAG_FLO								
Fajszám (db) (5)	12	14	10	12	14	12,4		
Hs érték±SD (6)	1,38±0,09	1,28±0,11	0,76±0,08	0,66±0,06	1,32±0,11	1,08±0,34		

A célfajok lokális környezeti (termőhelyi) jellemzőinek megítélése relatív ökológiai indikátor értékek csoporttömege alapján

A fajok relatív ökológiai indikátor értékeire alapozott elemzések hozzásegítenek a termőhelyi adottságok megítéléséhez. A célfajokra reprezentatív kvadrátok teljes fajkészletének figyelembe vételével pontosabb képet kaphatunk a célfajok lokális környezeti preferenciájáról.

A 3–6. ábra a vegetáció százalékos borításának megoszlását mutatja be a relatív fényigény (LB), a relatív hőigény (TB), a relatív vízigény (WB), továbbá a relatív nitrogénigény (NB) kategóriák között a célfajokat reprezentáló 5-5 kvadrát átlagos borításértékei alapján számítva.

Fényigényük tekintetében az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, az *Onosma arenaria* és a *Tragopogon floccosus* kvadrátjai nagy hasonlóságot mutattak (3. ábra). Kvadrátjaikban a csak teljesen nyitott helyeken élő, >50% fotoszintetikus minimumú teljes napfénynövények csoporttömege volt a legnagyobb. A *Gypsophila arenaria* kvadrátjai lényegesen eltértek ettől. Esetükben a legnagyobb tömegességgel a >40% fotoszintetikus minimumú napfénynövények rendelkeztek.



3. ábra A vegetáció borításának (%) megoszlása a relatív fényigény (LB) kategóriák között a célfajok kvadrátjaiban átlagosan

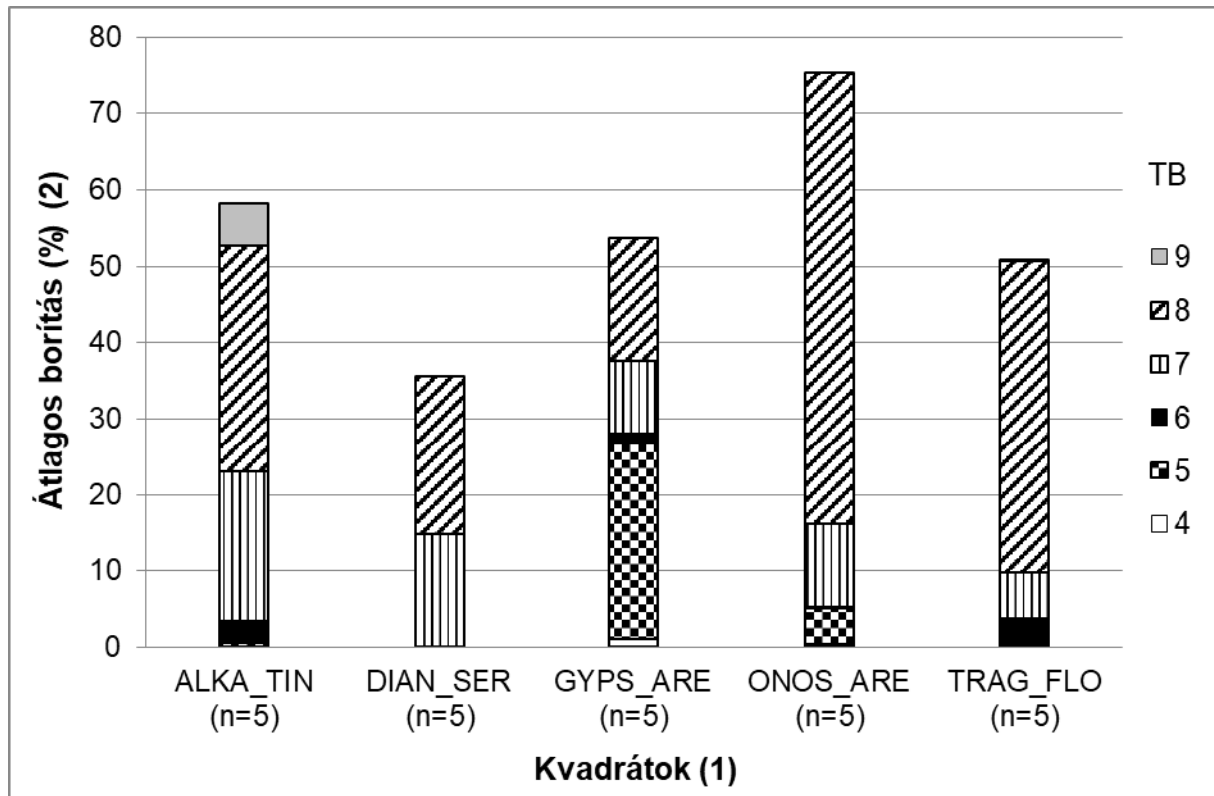
Jelmagyarázat: 9 = teljes napfénynövények, csak teljesen nyitott helyeken; 8 = napfénynövények; 7 = félnapfénynövények, többnyire teljes fényben élnek, de árnyéktűrők is; 6 = félárnyék-félnapfénynövények; 5 = félárnyéknövények; az x-tengely jelmagyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 3. Average vegetation cover (%) among the relative light categories (LB) in the quadrates of target species

Abbreviations: 9 = full light plants in open habitats; 8 = light plants; 7 = half-light plants mostly living in full light, but shadow tolerant; 6 = half-shadow and -light plants; 5 = half-shadow plants; abbreviations of x-axis: see Figure 2.

(1) Quadrates; (2) Average cover (%)

Hőigényük vonatkozásában az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, az *Onosma arenaria* és a *Tragopogon floccosus* kvadrátjaiban a szubmediterrán, sztyepp övnek megfelelő növények csoporttömege volt a legszámottevőbb (4. ábra). Csoporttömegek alapján a *Gypsophila arenaria* kvadrátjai – a fényigény-megoszlásban tapasztaltakhoz hasonlóan – lényegesen eltértek a többi fajétól. Esetükben a montán lomblevelű mezofil erdők övének megfelelő növények voltak túlsúlyban.



4. ábra A vegetáció borításának (%) megoszlása a relatív hőigény (TB) kategóriák között a célfajok kvadrátjaiban átlagosan

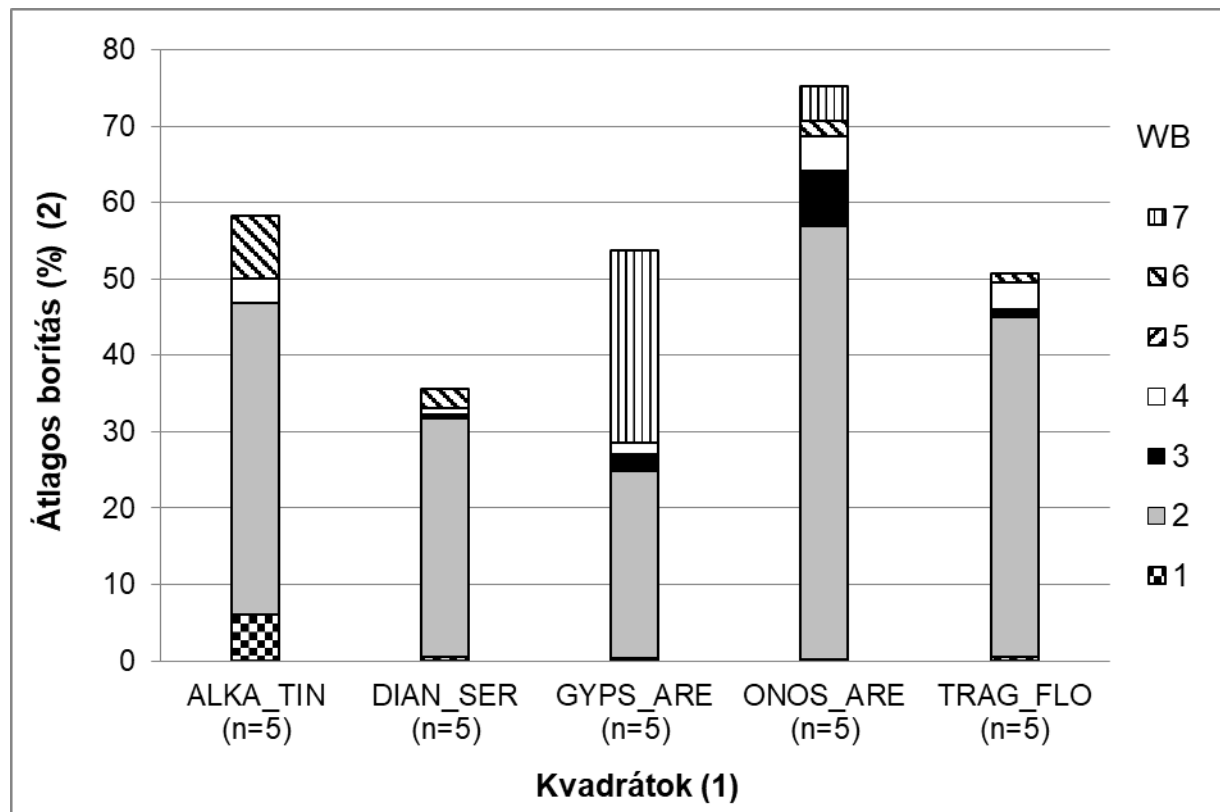
Jelmagyarázat: 9 = eumediterrán örökzöld övezet növényei; 8 = szubmediterrán sibljak és sztyepp övének megfelelően; 7 = termofil erdők és erdős-sztyeppök övének megfelelően; 6 = szubmontán lomblevelű erdők övének megfelelően; 5 = montán lomblevelű mezofil erdők övének megfelelően; 4 = montán tűlevelű erdők, ill. a tajga övének megfelelően; az x-tengely jelmagyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 4. Average vegetation cover (%) among the relative temperature categories (TB) in the quadrates of target species

Abbreviations: 9 = plants of EU-Mediterranean evergreen belt; 8 = sub-Mediterranean woodland and grassland belt; 7 = in acc. with thermophilous forest or woodland belt; 6 = in acc. with submontane broad-leaved forest belt; 5 = in acc. with mesophilous broad-leaved forest belt; 4 = in acc. with montane needle-leaved forest or taiga belt; abbreviations of x-axis: see Figure 2.

(1) Quadrates; (2) Average cover (%)

Az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, az *Onosma arenaria* és a *Tragopogon floccosus* kvadrátjai vízigényük tekintetében is nagyon hasonlítottak egymáshoz (5. ábra). Legtömegesebbek a hosszú száraz periódusú termőhelyek szárazságjelző növényei voltak. A *Gypsophila arenaria* kvadrátjaiban ugyanakkor a jól átszellőzött, nem vizenyős talajok nedvességjelző növényei tették ki az összborítás legnagyobb hányadát.



5. ábra A vegetáció borításának (%) megoszlása a relatív vízigény (WB) kategóriák között a célfajok kvadrátjaiban átlagosan

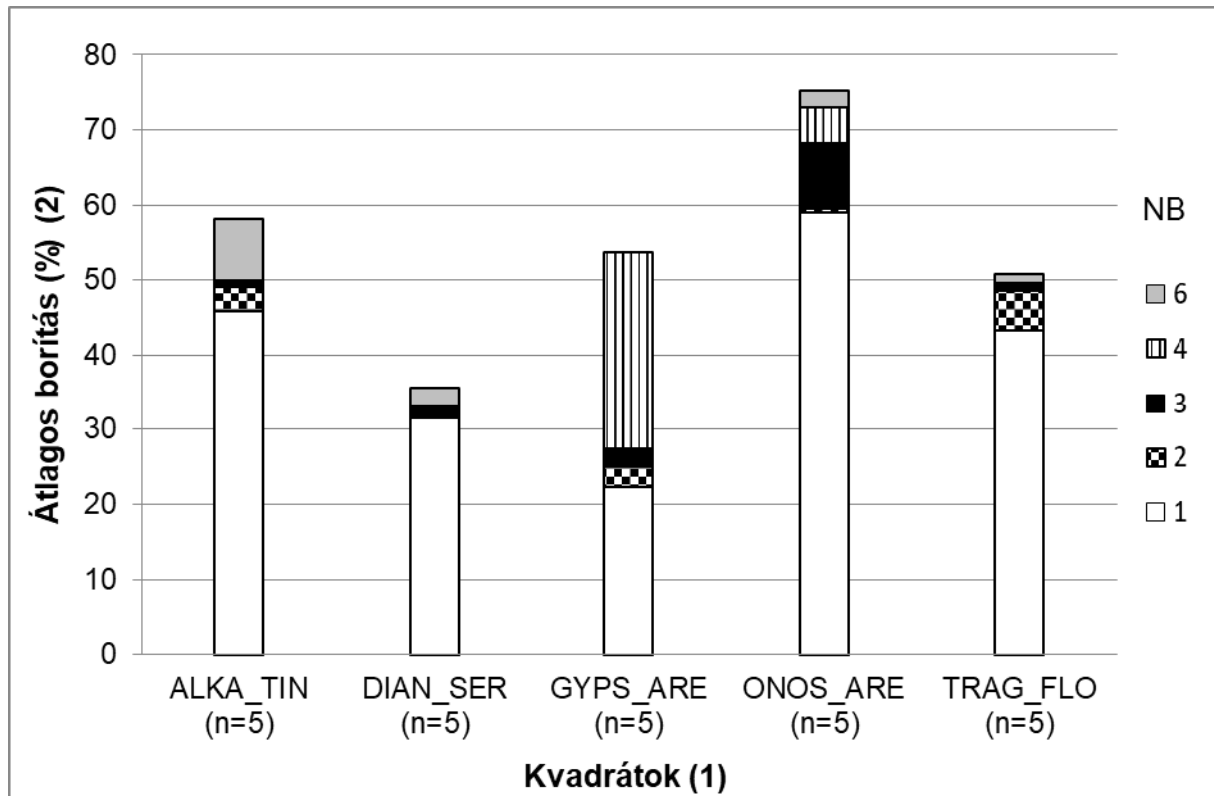
Jelmagyarázat: 7 = nedvességjelző növények, jól átszellőzött, nem vizenyős talajok növényei; 6 = üde termőhelyek növényei; 5 = félüde termőhelyek növényei; 4 = félszáraz termőhelyek növényei; 3 = szárazságtűrő növények, alkalmilag üde termőhelyeken is előfordulnak; 2 = szárazságjelző növények hosszú száraz periódusú termőhelyeken; 1 = erősen szárazságtűrő növények gyakorta teljesen kiszáradó, vagy huzamosan szélsőségesen száraz termőhelyeken; az x-tengely jelmagyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 5. Average vegetation cover (%) among the relative moisture categories (WB) in the quadrates of target species

Abbreviations: 7 = plants of moist soils not drying out and well aerated; 6 = plants of fresh soils; 5 = plants of semi-humid habitats, under intermediate conditions; 4 = plants of semi-dry habitats; 3 = xero-tolerants, but eventually occurring on fresh soils; 2 = xero-indicators on habitats with long dry period; 1 = plants of extremely dry habitats or bare rocks; abbreviations of x-axis: see Figure 2.

(1) Quadrates; (2) Average cover (%)

Nitrogénigényüket tekintve hasonló megoszlást ismét az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, az *Onosma arenaria* és a *Tragopogon floccosus* kvadrátjai mutattak (6. ábra). Legtömegesebbek a steril, szélsőségesen tápanyagszegény termőhelyek növényei voltak. A *Gypsophila arenaria* esetében a steril termőhelyek növényeinek csoportjától tömegesebbek voltak a relatíve jobb tápanyag-ellátottságú, szubmezotróf termőhelyek növényei.



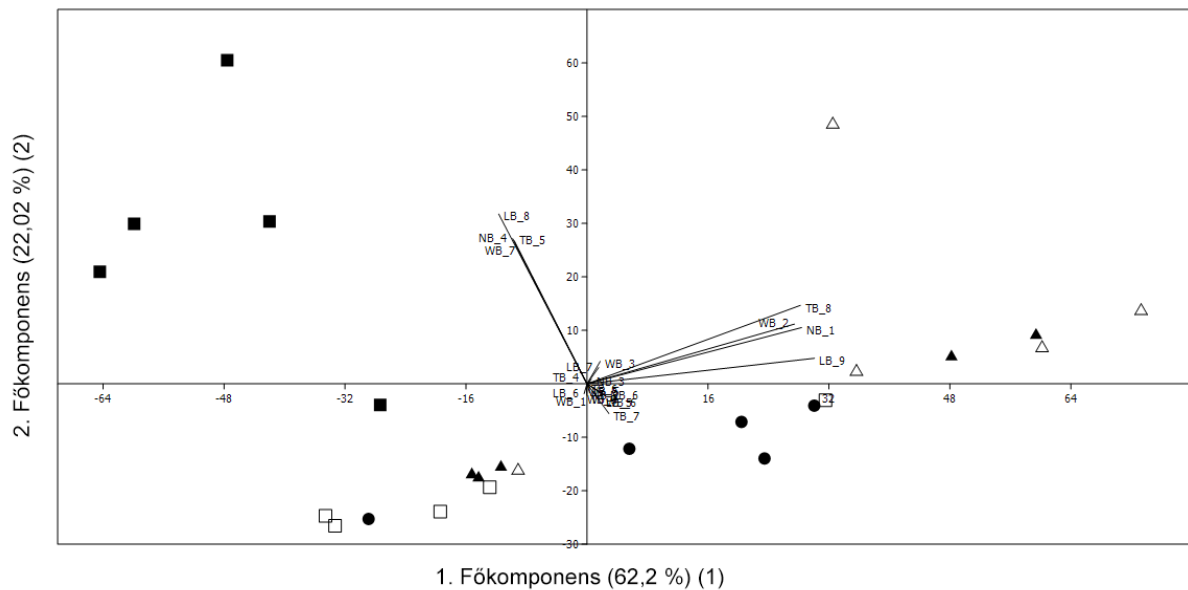
6. ábra A vegetáció borításának (%) megoszlása a relatív nitrogénigény (NB) kategóriák között a célfajok kvadrátjaiban átlagosan

Jelmagyarázat: 6 = mérsékelt tápanyagban gazdag termőhelyek növényei; 4 = szubmezotróf termőhelyek növényei; 3 = mérsékelt oligotróf termőhelyek növényei; 2 = erősen tápanyagszegény termőhelyek növényei; 1 = steril, szélsőségesen tápanyagszegény termőhelyek növényei; az x-tengely jelmagyarázatát lásd a 2. ábrán
 Figure 6. Average vegetation cover (%) among the relative nitrogen categories (NB) in the quadrates of target species

Abbreviations: 6 = plants of moderately nutrient rich habitats; 4 = plants of submesotrophic habitats; 3 = plants of moderately oligotrophic habitats; 2 = plants of habitats very poor in nitrogen; 1 = only in soils extremely poor in mineral nitrogen; abbreviations of x-axis: see Figure 2.

(1) Quadrates; (2) Average cover (%)

A fenti megállapításokat a többváltozós PCA ordinációs elemzés is alátámasztotta. Az elemzés eredményét a 7. ábra mutatja be. Az első főkomponens 62,2%-át, míg a második főkomponens 22,02%-át magyarázza a teljes varianciának, így e két tengelyt ábrázolva az adatokban rejlő változékonyság 84,22%-áról kapunk képet. Az ábrán látható, hogy a *Gypsophila arenaria* kvadrátjai a többi faj kvadrátjaitól határozottan elkülönültek, azoktól távol kerülve többé-kevésbé egységes pontfelhőt alkottak. Elkülönülésüket az LB 8-as, a TB 5-ös, a WB 7-es és az NB 4-es kategóriájú növények nagy csoporttömege okozta. A többi célfajhoz tartozó kvadrát pontfelhőinek adat-térbeli eloszlását az LB 9, TB 8, WB 2 és NB 1 változók határozzák meg. Egységes pontfelhőt alkottak az *Alkanna tinctoria* kvadrátjai. A *Dianthus serotinus* és a *Tragopogon floccosus* pontfelhői fedésben voltak egymással. Fajainak ökológiai viselkedése alapján legkisebb hasonlóságot az *Onosma arenaria* kvadrátjai mutattak egymással.



7. ábra A relatív ökológiai mutatók (LB, TB, WB, NB) fajokhoz rendelhető értékszámainak csoporttömegén (%) alapuló PCA ordináció eredménye a nyílt homoki gyepek kvadrátjaiban (n=25)

Jelmagyarázat: ● *Alkanna tinctoria* kvadrátjai; □ *Dianthus serotinus* kvadrátjai; ■ *Gypsophila arenaria* kvadrátjai; △ *Onosma arenaria* kvadrátjai; ▲ *Tragopogon floccosus* kvadrátjai

Figure 7. Result of the PCA ordination based on the group mass of relative ecological categories (LB, TB, WB and NB) values assigned to species in the quadrates of open sand steppe (n=25)

Abbreviations: ● Quadrates of *Alkanna tinctoria*; □ Quadrates of *Dianthus serotinus*; ■ Quadrates of *Gypsophila arenaria*; △ Quadrates of *Onosma arenaria*; ▲ Quadrates of *Tragopogon floccosus*
(1) Principal Component 1 (62.2 %); (2) Principal Component 2 (22.02 %)

Megvitatás

Az állománybecslés

A *Stipa borysthenea* nagy és stabil állománnyal rendelkezett az élőhelyen (16496 tő/élőhely, 0,28 tő/m²), a társulás domináns fűfaja volt a *Festuca vaginata* mellett. A felvételezések tapasztalatai szerint különösen a nagyobb, egybefüggő nyílt foltokon buckatetői pozícióban, valamint a buckák déli lejtőin jelent meg nagy egyedsűrűséggel és alkotott nagyméretű (idősebb) zombékokat. A faj homokbuckán belüli orientáltságára vonatkozóan Czóbel et al. (2012) is hasonló trendről számol be.

Az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, a *Gypsophila arenaria*, a *Tragopogon floccosus* és az *Onosma arenaria* fajok állománya a *Stipa borysthenea*éhoz képest lényegesen kevesebb egyedet számlált, és eloszlásuk is sokkal mozaikosabb képet mutatott. Mindazonáltal állományméretük színzölemként stabilnak minősíthető, amely alól csak az *Onosma arenaria* képez kivételt.

A nyílt gyeptömbök vegetációjának jellemzése

A borókás-nyáras nyílt gyeptömbjeit a hajtásos növényfajok csekély borítása jellemezte (átlagosan 55%). A gyepek kismértékű záródása a nyílt homokpusztagyepi élőhelytípusra jellemző állománykép (Bölöni et al. 2011). A rossz termőképességű és vízgazdálkodású homok vázlatájon ugyanis a gyepek nem képesek záródni, pionír jellegű marad. Ezen túlmenően a mechanikai zavarásokra (szél, erózió, taposás) érzékeny laza homokfelszínen az élő füvek mátrixa könnyen felnyílhat (Bölöni et al. 2011). A magasabbrendű hajtásos növények hiányában, a sivatagi homokfelszínen is könnyen megtelepedő zuzmók és mohák jelentős borítást értek el (átlagosan 19%).

A számolt diverzitás csekélynek mondható (Hs átlag \pm SD=1,25 \pm 0,31), értéke megfelelt a nyílt homokpusztagyepi élőhelytípusnak. Ugyanakkor nem elhanyagolható, hogy ez a viszonylagos fajszegénység a mintavételi metodikából is következett, mivel a mintavételezésnél a hat célfaj közvetlen környezetének felmérésére koncentráltunk és ebből adódóan a célfajok nagy borítással szerepeltek a kvadrátokban a többi faj borításának rovására.

A célfajok lokális környezeti (termőhelyi) jellemzőinek megítélése relatív ökológiai indikátor értékek csoporttömege alapján

A 3–6. ábrákon bemutattuk, hogy lokális viszonylatban a teljesen nyitott, napfényes, szubmediterrán övnek megfelelő hőmérsékletű, vízhiányos és szélsőségesen tápanyagszegény környezeti adottságok jellemezték mind az *Alkanna tinctoria*, a *Dianthus serotinus*, az *Onosma arenaria* és a *Tragopogon floccosus* termőhelyét. Ezt a megállapítást a PCA ordináció eredménye is alátámasztotta. A valóságban ezekre a fajokra reprezentatív kvadrátok a borókás-nyáras központibb helyzetű, nyíltabb foltjain helyezkedtek el buckatetői vagy buckaoldali pozícióban. A fajok terepen tapasztalt térbeli orientációja összhangban van az erre vonatkozó tudományos ismeretekkel (Czóbel et al. 2012). Az, hogy a PCA ordináció eredménye szerint a *Dianthus serotinus* és a *Tragopogon floccosus* pontfelhői fedésben voltak, igazolja, hogy nagyobb mozaikjaikat igen hasonló termőhelyi adottságok között jelentek meg, habár kvadrátjaik a valóságban egymástól térben távol helyezkedtek el. Az *Alkanna tinctoria* pontjai egymáshoz voltak legközelebb a PCA adat-térben, vagyis kvadrátjaik nagyon hasonlóak voltak egymáshoz. Az, hogy az *Onosma arenaria* kvadrátjai nem képeztek egységes pontfelhőt, azt feltételezi, hogy a faj termőhelyi preferenciája széles spektrumot lefed. Ez egybecseng azzal a terepi tapasztalattal, miszerint nagyobb állományfoltjaikat egymáshoz viszonyítva meglehetősen eltérő környezeti adottságokkal rendelkező termőhelyeken találtuk meg a borókás nyílt foltjaiban: a fajra reprezentatív kvadrátok erősen árnyékos erdőszéleket és nyílt homoki gyepfoltokat egyaránt magukba foglaltak.

A *Gypsophila arenaria* kvadrátjai a PCA elemzések alapján egységes pontfelhőt alkotva határozottan távol kerültek a fenti négy faj pontfelhőitől. A valóságban a faj kvadrátjai egymástól térben távol, buckaalji, illetve buckaközi mélyedésekben kerültek felvételre. Itt az ökológiai mutatók is árnyékosabb, hűvösebb, jobb vízellátottságú és tápanyagban gazdagabb termőhelyet jelöltek. Ezeknek a környezeti adottságoknak az indikátora a *Salix rosmarinifolia* volt, amely jelentős borítást érhetett el a *Gypsophila arenaria* kvadrátjaiban.

Természetvédelmi vonatkozások

A nyílt homokpusztagyepék fajkészletének kimagasló természetvédelmi értékét jelzi a védelmükre, restaurációjukra irányuló számos törekvés (Czóbel et al. 2012, Halassy et al. 2016), valamint felújulási képességüket tanulmányozó kutatás (pl. Halassy 2001; Matus et al. 2003, 2005; Török et al. 2009a, b). A nyílt homokpusztagyepéken belül is a Duna-Tisza köze meszes homokjához kötődő típusokban a legnagyobb a pannóniai bennszülött taxonok száma (Fekete et al. 2017). A nyílt homokpusztagyepékkel mozaikoló homoki borókás-nyáras ligetek nyílt gyepkomponensei számos védett homokpusztagyepi elemet őrizhetnek. Az általunk felvételezett soltvadkerti homoki nyáras-borókás élőhely egy botanikai szempontból kivételesen értékes, fajösszetétele alapján jó természetességet mutató, védett homokpusztagyepi fajokban gazdag élőhely, ahol a tájidegen fajok aránya sem számottevő. A fentiek értelmében indokoltnak tartjuk a soltvadkerti állomány további természetvédelmi célú monitorozását és javasoljuk természetvédelmi oltalom alá vonását a jelenlegi művelési ág (extenzív juhlegeltetés) fenntartása mellett.

Irodalom

- European Commission, 1992: Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Union L 206, 22/07/1992: 7–50.
- Biró M. 2008: A Duna-Tisza köze fűszárú vegetációjának átalakulása a 18. század óta, különös tekintettel a száraz homokterületekre. In: Kröel-Dulay Gy., Kalapos T., Mojzes A. (szerk.) Talaj-vegetáció-klíma kölcsönhatások. Köszöntjük a 70 éves Láng Editet. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 23–38.
- Biró M. 2011: Változástérképek használata tíz év alatt bekövetkezett élőhelypusztulási tendenciák kimutatására a Kiskunsági-homokhátság területén. Tájékológiai Lapok 9(2): 357–375.
- Biró M., Molnár Zs. 1998: A Duna-Tisza köze homokbuckásainak tájtípusai, azok kiterjedése, növényzete és tájtörténete a 18. századtól. Történeti Földrajzi Füzetek 5: 1–34.
- Borhidi, A. 1995: Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. Acta Botanica Hungarica 39(1–2): 97–181.
- Borhidi A. 2003: Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 610 p.
- Böloni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) 2011: Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNER 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 441 pp.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. Springer Verlag, Wien, 865 pp.
- Czóbel Sz., Pap K., Huszti E., Szirmai O., Pándi I., Németh Z., Vikár D., Penksza K. 2012: Nyílt homokpusztagyep társulás magvetéses technikával történt kialakításának előzetes eredményei *ex situ* körülmények között. Természetvédelmi Közlemények 18: 127–138.
- Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- Ellwanger, G., Runge, S., Wagner, M., Ackermann, W., Neukirchen, M., Frederking, W., Müller, C., Ssymank, A., Sukopp, U. 2018: Current status of habitat monitoring in the European Union according to Article 17 of the Habitats Directive, with an emphasis on habitat structure and functions and on Germany. Nature Conservation 29: 57–78.
- Fekete G., Király G., Molnár Zs. 2017: A Pannon vegetációrégió lehatárolása. Botanikai Közlemények 104(1): 85–108.
- Halassy, M. 2001: Possible role of the seed bank in the restoration of open sand grassland in old fields. Community Ecology 2(1): 101–108.
- Halassy, M., Singh, A. N., Szabó, R., Szili-Kovács, T., Szitár, K., Török, K. 2016: The application of a filter-based assembly model to develop best practices for Pannonian sand grassland restoration. Journal of Applied Ecology 53: 765–773.
- Horváth F., Dobolyi Z. K., Morschhauser T., Lőkös L., Karas L., Szerdahelyi T. (szerk.) 1995: Flóra Adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 267 p.
- Király G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcs. Ábrák. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 675 p.
- Podani J. 1997: Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. Scientia Kiadó, Budapest, 412 pp.
- Matus, G., Tóthmérész, B., Papp, M. 2003: Restoration prospects of abandoned species-rich sandy grassland in Hungary. Applied Vegetation Science 6(2): 169–178.
- Matus, G., Tóthmérész, B., Papp, M. 2005: Impact of management on vegetation dynamics and seed bank formation of inland dune grassland in Hungary. Flora 200: 296–306.
- Rakonczay Z., Tölgyesi I., Vajda Z. 2001: Bugacpuszta. Bócsa-Bugac buckavilága és a homokpuszta. In: Rakonczay Z. (szerk.) A Kiskunságtól Bácsalmásig. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 161–169.
- Török, P., Matus, G., Papp, M., Tóthmérész, B. 2009a: Seed bank and vegetation development of sandy grasslands after goose breeding. Folia Geobotanica 44: 31–46.
- Török P., Papp M., Tóthmérész B., Matus G. 2009b: Lúdlegelést követően regenerálódó nyírségi homoki gyepek magkészlete. Természetvédelmi Közlemények 15: 134–146.
- Treitz P. 1903: A Duna-Tisza közének agrogeológiai leírása. Földtani Közöny 33: 298–314.

BOTANICAL EXAMINATIONS ON PROTECTED OPEN SAND STEPPE HERBS IN A POPLAR-JUNIPER SAND DUNE HABITAT (SOLTVADKERT, SOUTHERN GREAT PLAIN, HUNGARY)

J. SCHELLENBERGER^{1,2}, M. LACZÓ¹, A. BARCZI¹, J. SKUTAI¹, O. SZIRMAI³, Sz. CZÓBEL¹

¹ Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Nature Conservation and Landscape Ecology
2100–Gödöllő, Páter Károly u. 1.

² Hungarian Academy of Sciences, Centre for Agricultural Research, Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry
1022–Budapest, Herman Ottó u. 15.

³Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental, Sciences Botanical Garden
2100–Gödöllő, Páter Károly u. 1., e-mail: szirmai.orsolya@mkk.szie.hu

Keywords: *Alkanna tinctoria*, *Dianthus serotinus*, *Gypsophila arenaria*, *Onosma arenaria*, *Stipa borysthena*, *Tragopogon floccosus*, sand dune

A botanical nature conservation study was done on open patches of poplar-juniper sand dune habitat (M5, 91N0*, *Juinpero-Populetum albae*) near the settlement of Soltvadkert (Southern Great Plain, Hungary). During June and July 2014, surveys of local habitat characteristics and population estimation of six nature protected herbaceous plants were done, namely *Alkanna tinctoria*, *Dianthus serotinus*, *Gypsophila arenaria*, *Onosma arenaria*, *Stipa borysthena*, and *Tragopogon floccosus*. In order to estimate population sizes, target species stems were counted within ten 20×20 metre quadrates delineated randomly. Phytosociological monitoring was completed in five 2×2 metre quadrates per species in order to examine the habitat characteristics of each plant. These quadrates were representative of more expanded patches of target species. Results show that approximately 18,929 specimens of the six protected species live in open patches, meaning that 0.32 protected plants is found per square metre. *Stipa borysthena* represented the largest and most stable population among the six species. *Alkanna tinctoria*, *Dianthus serotinus*, *Gypsophila arenaria*, and *Tragopogon floccosus* also had stable populations, while *Onosma arenaria* had a smaller population. Analysis based on the Ellenberg Relative Ecological Indicator values (developed by Borhidi) showed that entirely open, sunny, sub-Mediterranean conditions characterise quadrates with water scarcity and extreme lack of nutrients. Only the quadrates of *Gypsophila arenaria* differ significantly from this general description and it has been justified by the multivariate statistical analyses (PCA) as well. This notable distinction can be explained by *Gypsophila arenaria* locally preferring lower areas between the dunes that provide relatively more water and nutrient resources. Habitat characteristics of *Alkanna tinctoria* are similar to those of *Dianthus serotinus* and *Tragopogon floccosus* as their larger patches are located primarily at the top and side of dunes. The habitat preferences of *Onosma arenaria* extend over a wide range.