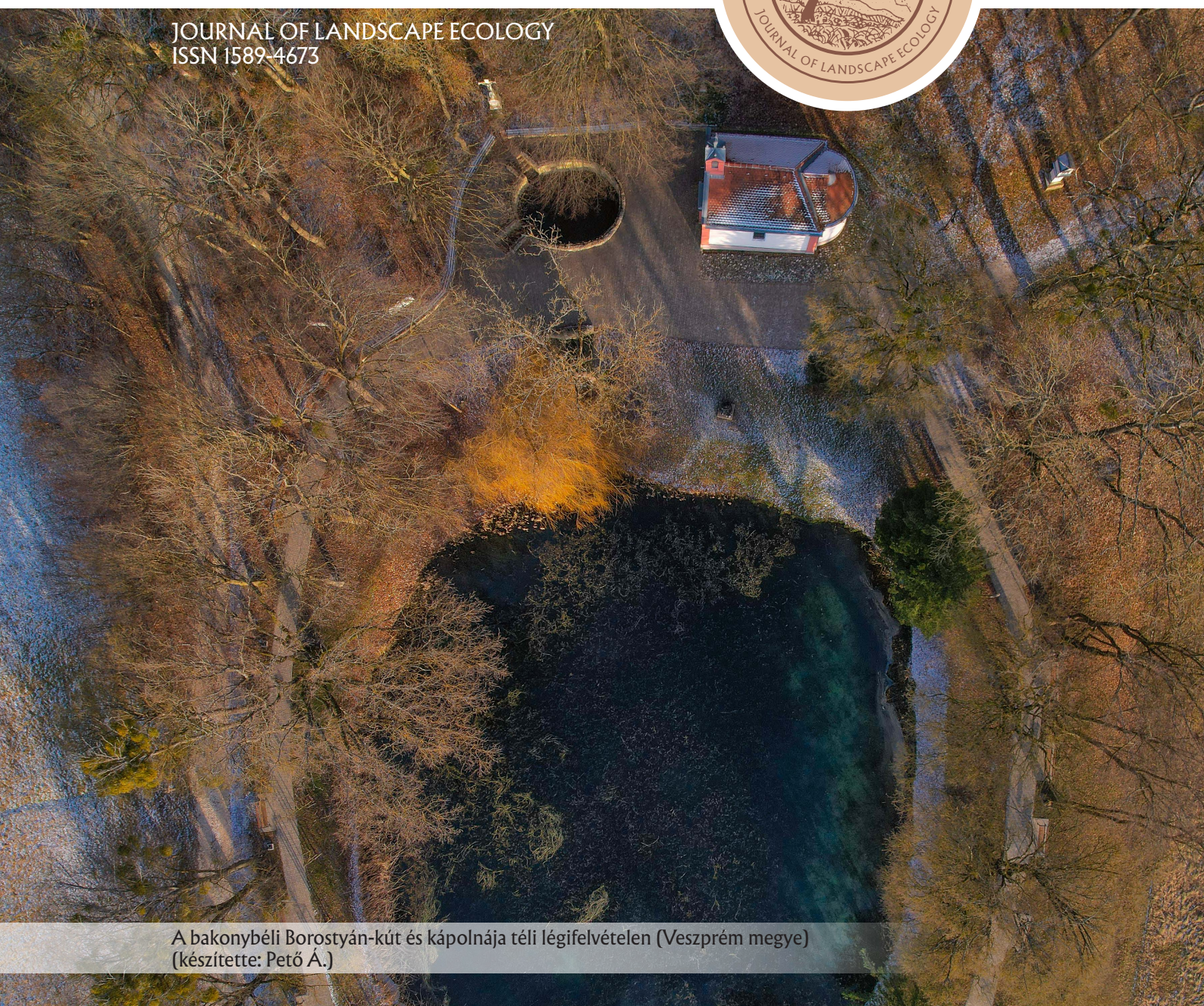


XXIV. évfolyam 1. szám • 2026

TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK

JOURNAL OF LANDSCAPE ECOLOGY
ISSN 1589-4673



A bakonybéli Borostyán-kút és kápolnája téli légifelvételen (Veszprém megye)
(készítette: Pető Á.)

Alapítva: 2003-ban

Alapítók: A Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézete
és Tájökológiai Tanszéke

TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK

JOURNAL OF LANDSCAPE ECOLOGY

24. ÉVFOLYAM I. SZÁM



VOL. 24, No. 1.

Alapító és örökös tiszteletbeli főszerkesztő

BARCZI ATTILA†

Főszerkesztők – Chief editors

CENTERI CSABA, PETŐ ÁKOS

Szerkesztők – Editors

MOLNÁR ÁBEL, ERDÉLYI ARNOLD

Szerkesztőbizottság – Editorial Board

ÁNGYÁN J. (GÖDÖLLŐ)

BÁLDI A. (VÁCRÁTÓT)

CSONTOS P. (BUDAPEST)

CSORBA P. (DEBRECEN)

CZÓBEL SZ. (SZEGED)

DÁVID L. D. (GÖDÖLLŐ)

FEKETE G. (VÁCRÁTÓT) †

GRÓNÁS V. (GÖDÖLLŐ)

GYULAI F. (GÖDÖLLŐ)

LISZTES-SZABÓ ZSUZSA (DEBRECEN)

KERÉNYI A. (DEBRECEN) †

KERTÉSZ Á. (BUDAPEST)

LÓCZY D. (PÉCS)

MALATINSZKY Á. (GÖDÖLLŐ)

MENYHÉRT Z. (GÖDÖLLŐ) †

MEZŐSI G. (SZEGED)

STEFANOVITS P. (GÖDÖLLŐ) †

SZILASSI P. (SZEGED)

TÓTH A. (SZOLNOK)

DOSTAL, T. (PRAGUE, CZECH REP.)

EVELPIDOU, N. (GREECE)

FAYVUSH, G. (YEREVAN, ARMENIA)

KISS, I. (HUNEDOARA, ROMANIA)

MIKLÓS, L. (ZVOLEN, SLOVAKIA)

OSZLÁNYI, J. (BRATISLAVA, SLOVAKIA)

ALAPÍTVÁ 2003-BAN – FOUNDED IN 2003

Alapítók – Founded by

A SZENT ISTVÁN EGYETEM
KÖRNYEZET- ÉS TÁJGAZDÁLKODÁSI INTÉZETE

ÉS TÁJÖKOLÓGIAI TANSZÉKE

SZENT ISTVÁN UNIVERSITY
INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL

AND LANDSCAPE MANAGEMENT
AND DEPT. OF LANDSCAPE ECOLOGY

A TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK CIKKEIT REFERÁLJA
A CABI, A SCOPUS, A MATARKA
ÉS AZ AGRÁROLDAL.

JOURNAL OF LANDSCAPE ECOLOGY
IS COVERED IN THE CABI, SCOPUS,
MATARKA AND AGRÁROLDAL DATABASES.

Kiadja:

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
2100, Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Felelős kiadó: Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor

A szerkesztőség címe – Editorial office

MATE, VTI, Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1., tel.: +36 28 522-000/1833,
e-mail: Centeri.Csaba@uni-mate.hu; Peto.Akos@uni-mate.hu

Nyelvi lektorok – Language editing

MALATINSZKY ÁKOS; CENTERI CSABA; PETŐ ÁKOS

ISSN: 1589-4673

DOI: 10.56617/tl.

<https://journal.uni-mate.hu/index.php/tl/issue/view/308>



E lapszám megjelenését
a MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA támogatta.

Tartalomjegyzék

BEDE Á., VALKÓ O., DEÁK B.: A tiszainokai Fekete-halom tájtörténete és aktuális növényzete	3–16
RÁKÓCZI A.: Az „ökológiai-típusú” gazdálkodási formák jellemzői Békés vármegyében: Az agrár-ökológiai program, az agrár-környezetgazdálkodás és az ökológiai gazdálkodás adatai az EU Biodiverzitási Stratégiájának tükrében	17–32
ASBOLT G., SEDDIK L., ZEDAN S., VARGA K., CSÍZI I., ZSIGRAI GY., TUBA G., ZSEMBELI J.: Őszibúza-fajták termőképességének összehasonlító vizsgálata ökológiai és konvencionális termesztési rendszerekben, karcagi agroökológiai feltételek mellett	33–53
HADI A. A., PRATIWI P. I., BUDIARTI T., ARIFIN H. S., PRATIWI N. K., ALHAKIM M. A.: Vertikális ültetőtoronyok mint függőleges tájelemek a közösségi alapú városi élelmiszer-termelésben Indonéziában	55–71
NAGY L., HALUPKA G. E., VIOLA B., GRÓSZ J.: A Duna hullámtéri vízpótló rendszerén elhelyezkedő Ásványi torkolati műtárgy hatásai a vízpótló rendszerre műholdas távérzékelés alapján	73–85
BIRÓ Z., SCHALLY G., ANTAL A., SÁRMAYNÉ LÁNG K., LÓRÁNT M.: A ragadozógazdálkodás mezei nyúl populációra gyakorolt hatásának vizsgálata tűzokvédelmi területeken	87–98
LOUHI HAOU S., SAKHRAOUI N., ZAOUÏ S., BOUSSOUAK R., SIOUD I.: A Mzirâa paratölgyerdő florisztikai és ökológiai értékelése (El Kala, Északkelet-Algéria)	99–120
CENTERI CS., KRUSE A.: Beszámoló a 15. EUCALAND találkozóról: Halastavi tájak (Magyarország, Gödöllő, 2025. április 28–30.)	121–124
ATHANASIADOU E., CENTERI CS., KRUSE A.: Összefoglaló a 16. EUCALAND szakmai napról és taggyűlésről (Franciaország, Cornillac, 2026. március 28. – április 4.)	125–133

Contents

BEDE, Á., VALKÓ, O., DEÁK, B.: Landscape historical and actual botanical researches on the Fekete-halom kurgan in Tiszainoka	3–16
RÁKÓCZI, A.: The relationship between changes in the agricultural landscape and direct support between 2009 and 2023 in Békés County	17–32
ASBOLT, G., SEDDIK, L., ZEDAN, S., VARGA, K., CSÍZI, I., ZSIGRAI, GY., TUBA, G., ZSEMBELI, J.: Comparative study of the yield potential of winter wheat varieties in organic and conventional cropping systems under the agro-ecological conditions of Karcag	33–53
HADI, A. A., PRATIWI, P. I., BUDIARTI, T., ARIFIN, H. S., PRATIWI, N. K., ALHAKIM, M. A.: Garden towers as vertical landscape elements for community-based urban food production in Indonesia	55–71
NAGY, L., HALUPKA, G. E., VIOLA, B., GRÓSZ, J.: Remote sensing-based analysis of the impact of the Ásványi confluence structure on the Danube floodplain water supply system	73–85
BIRÓ, Zs., SCHALLY, G., ANTAL A., SÁRMAYNÉ LÁNG, K., LÓRÁNT, M.: Study of the impact of the predator management on the european hare population in great bustard conservation areas	87–98
LOUHI HAOU, S., SAKHRAOUI, N., ZAOUÏ, S., BOUSSOUAK, R., SIOUD, I.: Floristic and ecological value of the cork oak forest of Mzirâa (El Kala, North-East of Algeria)	99–120
CENTERI, CS., KRUSE, A.: 15 th EUCALAND Meeting on fishpond landscapes, Gödöllő, Hungary, 28 th – 30 th , April, 2025	121–124
ATHANASIADOU, E., CENTERI, CS., KRUSE, A.: 16 th EUCALAND Workshop & Member’s Assembly, Cornillac, France, 28 th March – 4 th April, 2026 : Summary report	125–133

A tiszainokai Fekete-halom tájtörténete és aktuális növényzete

BEDE ÁDÁM*, VALKÓ ORSOLYA, DEÁK BALÁZS

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet,
Lendület Vegetáció és Magbank Dinamikai Kutatócsoport, 2163 Vácrátót, Alkotmány út 2–4.
email: bedeadam@gmail.com

Kulcsszavak: halom (kurgán, kunhalom), sztyeppcserjés, gyomvegetáció, spontán regeneráció, törpe mandula (*Prunus tenella* syn. *Amygdalus nana*)

Összefoglalás: A Tiszainoka külterületén található Fekete-halom egy őskori kurgán, valószínűleg a Jamnaja-kultúra építhette a késő rézkorban. A halom felszínét a 18. században már művelték. Az 1960-as években a tetején földmérési pontot állandósítottak. A halom északi oldala erősen erodált, a roncsolás a korábban rajta áthaladó földút használata miatt alakult ki. Az európai uniós agrár-környezetvédelmi támogatásoknak köszönhetően a halom területén 2014-re felhagyták a szántóföldi művelést. A felszínt spontán jól regenerálódó parlag borítja, többek között a déli és nyugati oldalon megjelent a védett törpe mandula (*Prunus tenella*) is. Természetvédelmi kezelésként a kímélő kaszálás indokolt, továbbá érdemes lenne a halom körül széles gyepi pufferzónát kialakítani.

Bevezetés

A kurgánok (halomsírok, kunhalmok) az eurázsiai sztyepp és erdősztyepp zóna meghatározó tájrégészeti elemei. Egyfajta időkapcsolaként is felfoghatók, részletes vizsgálatuk betekintést nyújthat az elmúlt ötezer év környezettörténeti és történeti ökológiai változásaiba, tájhasználatába és tájtörténetébe (Sümegei et al. 2015, Deák 2020).

Az első halmokat a kelet-európai eredetű Jamnaja-kultúra építette a késő rézkor-kora bronzkor folyamán (Kr. e. 3600–2700). Ez a népesség több hullámban, folyamatos beáramlással (infiltrációval) érte el a Kárpát-medence síksági, hegylábi és folyóvölgyi területeit (Dani és Horváth 2012). Később, a római korban a szarmaták is emeltek kurgánokat, továbbá nagy sírszámú apróhalmos és kerítőárkos temetőket is létesítettek (Párducz 1950, Kulcsár 1998).

A halmok megjelenésükkel, a tájat uraló szerepükkel nagy hatást gyakoroltak a következő kultúrák térszemléletére, sok esetben utakat, településeket, határvonalakat igazítottak hozzájuk, oldalaikon temetőt, tetejükön templomot emeltek; másodlagos funkcióik tárháza szinte kimeríthetetlen (Bede 2019). Ezer szállal köthetők nem csak az egyes kultúrák és közösségek mindennapjaihoz, de a történeti legendák és folklórhagyományok világához is (Bede 2014).

Mindezek ellenére – elsősorban az utóbbi másfél évszázadban – a halmok jelentős részét elpusztították az infrastrukturális beruházások és az intenzív mezőgazdasági tevékenységek. A fennálló kurgánok megmentése a hazai örökségvédelem és

természetvédelem kiemelt feladata, de egyben a helyi közösségek kötelessége is (Tóth et al. 2018).

A kurgánok egyben a tájtörténeti és az ezzel együtt járó növényzeti változások indikátorai is, hiszen a természetes vagy természetközeli gyepek meglétéből és állapotából következtetni lehet egy-egy halom bolygatottságának mértékére és jellegére (Bede és Szarka 2003, Deák 2018). Bár a magyarországi halmok jelentős része a mezőgazdaság és a városiasodás által átformált tájakban fordul elő, mégis kiemelt természetvédelmi potenciállal bírnak ezek a különleges tájlemek. Ezekben az átalakított tájakban sok esetben csak az utak mezsgyéi mellett vagy a halmokon tudtak fennmaradni a természetes gyepi élőhelyek és a hozzájuk kötődő növény- és állatfajok (Deák et al. 2020, Molnár 2025). Az ősi bolygatatlan gyepekkel és óparlagokkal borított halmok élőhelyszigetekként ma is őrzik az egykorvult tájakra jellemző faji sokféleséget. Ugyanakkor a fiatal, pár éves parlagokon is számos esetben telepedhetnek meg olyan bolygatástűrő vagy ritka gyomfajok, amelyek az intenzíven használt tájakban megritkultak az utóbbi időben (Deák 2018).

Anyag és módszer

A kutatás során a Tiszainokához tartozó Fekete-halmot vizsgáltuk, mely morfológiai jellemzőiből, topográfiai helyzetéből és a régészetileg feltárt párhuzamokból ítélve valószínűleg egy több felhordási rétegből felépített késő rézkori kurgán (Dani és Horváth 2012).

A halom tájtörténeti leírása és állapot-összehasonlítása során elsősorban a kéziratos (T.1–7) és a későbbi nyomtatott (T.8–18) térképeket használtuk fel a teljesség igényével, levéltári és internetes forrásokra támaszkodva (Mapire.hu, Hungaricana.hu). Továbbá a helytörténeti szakirodalmat, a kéziratos dokumentumokat, valamint az internetes bázisokban fellelhető légifelvételeket (Fentről.hu) és műholdfotókat (Google Earth) is bevontunk a vizsgálatba. Az egyes évtizedekben rögzített felvételek ugyanis jól mutatják a halom alakjában és növényzetében bekövetkezett változásokat.

A halom állapotfelmérését, morfológiai és morfometriai adatainak rögzítését Bede Ádám végezte el 2018. október 28-án, 2022. május 17-én és 2024. március 31-én. A felmérés során kézi GPS-készülékkel feljegyeztük a kurgán központi koordinátáját, felvettük körvonalát, lemértük átmérőit és területét is. Az állapotleíráshoz a helyszínen részletes feljegyzés és fényképes dokumentáció készült.

A halom botanikai felmérését 2022. május 17-én Deák Balázs és Valkó Orsolya végezte. A felmérés során a halom teljes területén (3 170 m² kiterjedésben) feljegyeztük az ott előforduló edényes növényfajokat, valamint azok százalékos borítását. A fajok nevezéktana Király (2009) munkáját követi.

Eredmények

A halom tájtörténete és mai állapota

A Fekete-halom a Tiszazugban, Jász-Nagykun-Szolnok megyében, Tiszainoka külterületén, a községtől 4 km-re keletre, szántóföldi környezetben található (Bede 2019). A halom az északkelet felől beékelődő nagykunsági síkság felső pleisztocén kori lösztabláján (A. Nagy 1954, Bagdi 1970, Dövényi 2010), annak egy észak–déli irányú, keskeny hátvonulatán áll, melyet nyugat, észak és kelet felől is régi érmedrek határolnak. A területre a réti csernozjom talaj a jellemző (Pásztor et al. 2018).



1. ábra. Tiszainoka (A) és a Fekete-halom (B) elhelyezkedése (alaptérkép: Google Earth)

Figure 1. Location of Tiszainoka (A) and the Fekete-halom kurgan (B) (base map: Google Earth)

A halomtól 170 m-re északkeletre áll kisebb (0,5 m magasságú) névtelen párja, amely ma is Tiszainoka és Nagyrév határpontját képezi. A rajta áthaladó, késő középkori eredetű határmezsgye 1977-ben még megvolt, 1980-ra teljesen beszántották a területet (Fentről.hu).

A Fekete-halom térképi és irodalmi névírásai: Jnokai halom (T.5 – 1861; 2/A. ábra), Fekete halom. (T.6 – 1864), Fekete halom (T.7 – 1881, T.8 – 1883; 2/B–C. ábra), Fekete-halom (Kovách 1893, Tóth 1988, Farkas 1994, Tóth 2008), Fekete hal. (T.9 – 1943), Fekete hlm. (T.10 – 1951, T. 11 – 1955), Fekete-hlm. (T.12 – 1959, T.13 – 1966, T.16 – 1978, T.17 – 1991), Feketehalom (T.14 – 1976, T. 15 – 1978, T.18 –2000). A halom megnevezése Inokai-halom volt (a név Tiszainokára utal), később már csak Fekete-halomként említik (ez az elnevezés személynévi eredetű lehet, esetleg a halom tulajdonságát,

színét fejezi ki). A fentiekén kívül név nélkül jelölik még egyéb térképek is (T.1 – 1744, T.3 – 1784, T.4 – 18. század vége). Az első katonai felmérés (T.2 – 1783) pedig tévesen a Zsidó-halom (Zsidó Hal:) nevet írja mellé, azonban ez a név egy másik, északnyugatabbra, már Nagyrév határában állt halomra vonatkozik.



2. ábra. A Fekete-halom 19. századi térképeken. A: Második katonai felmérés (T.5 – 1861); B: Kataszteri felmérés (T.7 – 1881); C: Harmadik katonai felmérés (T.8 – 1883)

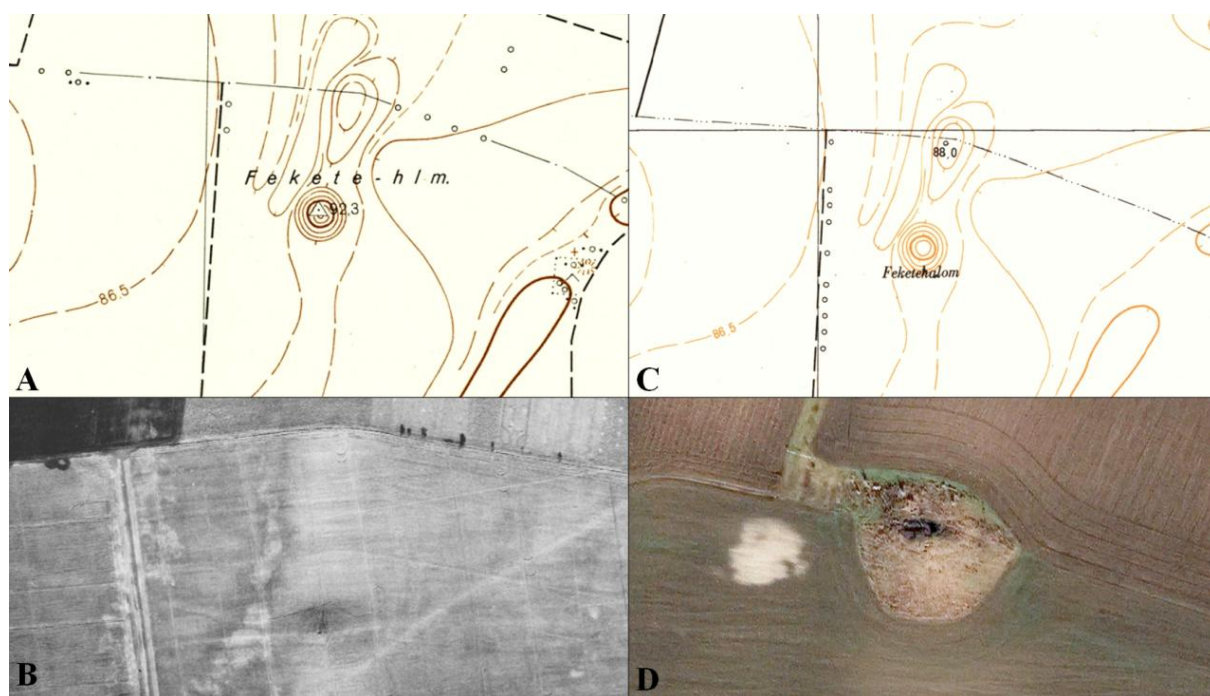
Figure 2. The Fekete-halom kurgan on maps from the 19th century. A: Second military survey (T.5 – 1861); B: Cadastral survey (T.7 – 1881); C: Third military survey (T.8 – 1883)

A 18. század végén már szántóként használják a halom területét, közvetlenül délre régi országút haladt (Túri út) (T.2, T.6). Ezt az utat a 20. század közepén már nem jelzik (T.10; 3/A–B. ábra). 1962-ben még teljes felszínén szántottnak mutatja a halmot a légifotó, 1963-ban már egy földmérési pont is látható a tetején, ekörül pedig egy észak–déli irányban körbeszántott, gyepes területű, orsó alapterületű szántássziget található (Fentről.hu; 3/C. ábra). 1965-ben már nyugat–keleti irányú a szántás, és sokkal kisebb a művelésből kihagyott rész területe (Fentről.hu). A későbbi légifelvételek is így mutatják (Fentről.hu, 1977, 1980). 1979-ben a halmon harmadrendű vízszintes alappontot állandósítottak, illetve megújíthatták a korábbi (Geoshop.hu). Az 1980-as években átalakítják az itt fekvő mezőgazdasági táblák szerkezetét, a halmon keresztül pedig egy nyugat–északnyugat felől kelet–délkeleti irányba tartó földutat vezetnek át (T.17–18). Az évtizedes úthasználat okozhatta az északi oldalon a csúcs alatti meredek

eróziót (4/A. ábra). Később az utat megszüntették, azonban a kurgán közepén a parcellahatár és a szántássziget megmaradt (Fentről.hu, 1999, Google Earth, 2007, 2011; 4/B. ábra).

A kurgán állapotát első ízben Tóth Albert mérte fel 1986-ban, ekkor rajta csak szántót említett (Tóth 1988). Ezt követően Tóth Csaba Albert is felmérte a halmot 2007 augusztusában, rajta szántóföldi művelést, a központi részen pedig gyomos parlagnövényzetet dokumentált (Tóth 2008).

Az európai uniós szabályozásnak köszönhetően (Tóth et al. 2018) a halom területén 2014-re szabályos kör alakban felhagyták a mezőgazdasági művelést (Google Earth; 2D., 4/C–D. ábra).



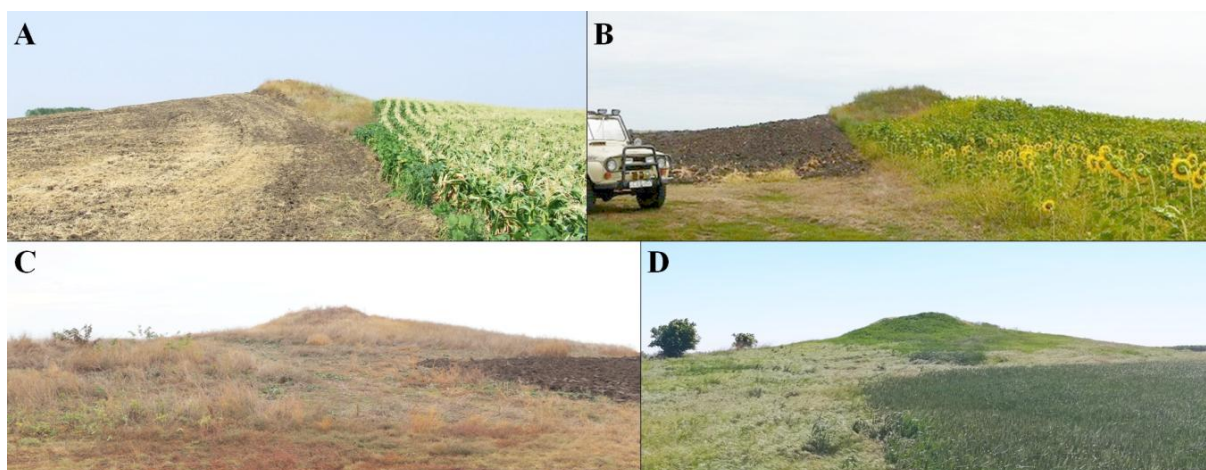
3. ábra. A Fekete-halom 20–21. századi térképeken, légi- és műholdfelvételeken. A: 1959-ben (T.12); B: 1963-ban (Fentről.hu); C: 1976-ban (T.14); D: 2022-ben (Google Earth)

Figure 3. The Fekete-halom kurgán on maps, aerial and satellite photos from the 20–21th century. A: In 1959 (T.12); B: In 1963 (Fentről.hu); C: In 1976 (T.14); D: In 2022 (Google Earth)

A Fekete-halom ma is szép megjelenésű, kúp alakú kurgán, még enyhén roncsolt állapotában is meghatározó tájképi értéket képvisel; karakteres megjelenésével uralja környezetét (4/D. ábra). Szinte teljes felszínén felhagyták a művelést, csupán délnyugati szélét szántják; jelenleg gyomos, kaszált parlag fedi, északi szélén elszórtan néhány bodzabokorral. Csúcsán háromszögelési betonpont áll, melynek táblái már széthullottak (a felszínen tégl- és betondarabok hevernek), központi oszlopa téglába ágyazva azonban még ép. A mérőpont körül mély és meredek részsűjű eróziós szántásnyomok láthatók, az északi oldal az egykor itt áthaladó földút lemetszése miatt még meredekebb (a részsű északi és keleti oldalán valamivel jobb állapotú parlagnövényzet található). A csúcs közvetlen környékét eltorzították, talaját teljesen átmozgatták a rókák, hatalmas kotorek található itt, több kijáráttal és nagy mennyiségű

kiásott földdel. A halomtól nyugatra füves sávon földút halad, körben szántóföldek terülnek el.

Főbb morfológiai adatai a következők. Központi koordinátái: EOV 739166, 173818 (EOTR 47-322), WGS 46.902619, 20.217764 (Google Earth). Relatív magassága: 4,9 m. Hosszabb (nyugat–keleti) átmérője: 70 m; rövidebb (észak–déli) átmérője: 60 m. Kerülete: 200 m. Területe: 3.170 m². Abszolút tengerszint feletti magassága az egyes térképeken (időben visszafelé): 92,32 m (Geoshop.hu), 93,0 m (T.17 – 1991, T.18 – 2000), 93,1 m (T.13 – 1966, T.15–16 – 1978), 92,3 m (T.12 – 1959), 92,4 m (T.11 – 1955), 95 m (T.8 – 1883, T.9 – 1943, T.10 – 1951), 95,2 m (50,2 öl) (T.7 – 1881).



4. ábra. A Fekete-halom. A: 2007-ben (Tóth Cs. A. felvétele); B: 2009-ben (Varró Cs. felvétele; tiszazugi-kunhalom.hu); C: 2018-ban (Bede Á. felvétele); D: 2022-ben (Bede Á. felvétele)

Figure 4. The Fekete-halom. A: In 2007 (photo by Cs. A. Tóth); B: In 2009 (photo by Cs. Varró; tiszazugi-kunhalom.hu); C: In 2018 (photo by Á. Bede); D: In 2022 (photo by Á. Bede)

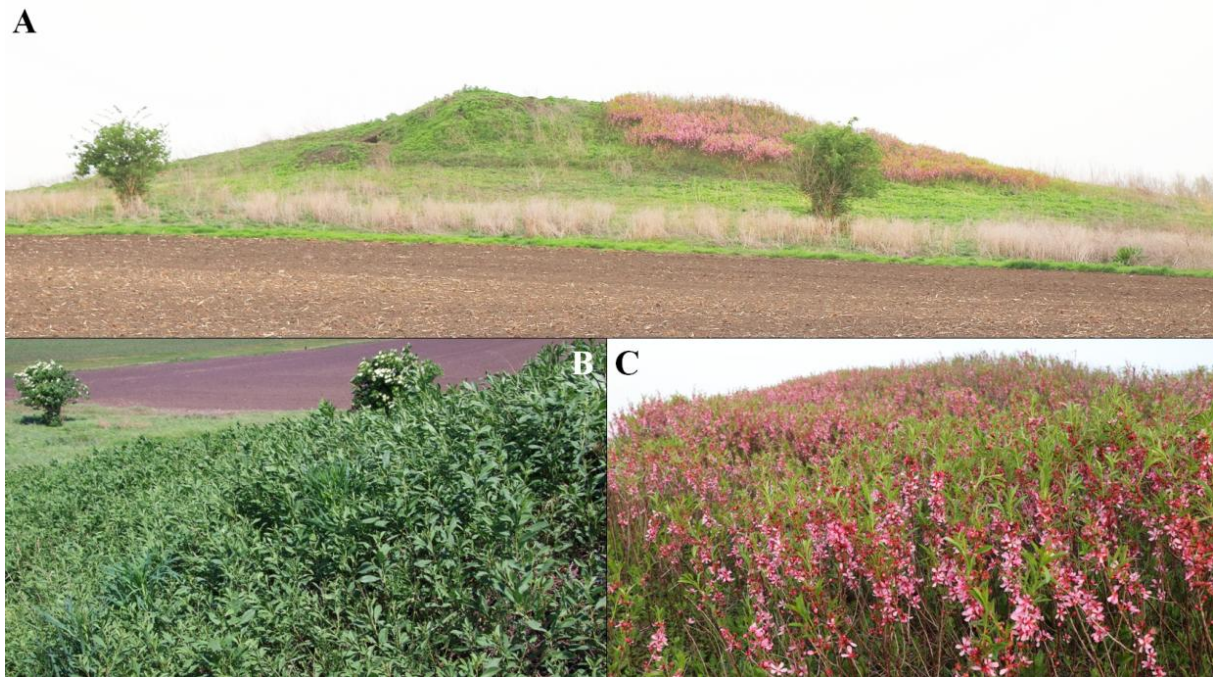
A halom aktuális növényzete

Tekintettel arra, hogy a Fekete-halom környezetében nincsenek jelen nagyterjedésű, jó természeti állapotú gyepek, ahonnan a gyepi fajok be tudtak volna telepedni, a halom növényzetében csak kevés gyepi lágyszárú fajt találtunk, és ezek is elsősorban bolygatást jelző növények (1. melléklet). Fűfajok közül a deres tarackbúza (*Elymus hispidus*) és a keskenylevelű rétipérje (*Poa angustifolia*) voltak jelen nagyobb tömegességgel, kétszikűek közül ilyen fajok voltak a vesszős kutyatej (*Euphorbia virgata*), közönséges szikipozdor (*Podospermum canum*) és a vajsínű ördög szem (*Scabiosa ochroleuca*). A halmon két olyan faj is előfordult, amelyek kifejezetten bolygatásjelzők, de természetvédelmi szempontból érdekesek lehetnek. Az egyik ilyen faj a közönséges sarlófű (*Falcaria vulgaris*), amely a térségben elsősorban mezsgyéekben és gyeperedő parlagokon fordul elő, a másik faj pedig egy az intenzív mezőgazdaság térhódításával párhuzamosan csökkenő tendenciát mutató gyomfajunk, a vetési gomborka (*Camelina microcarpa*). A halom jelentős részén szántóföldekre, fiatal

parlagokra jellemző gyomfajok voltak jelen (*Bromus tectorum*, *B. arvensis*, *Cardaria draba*, *Lamium amplexicaule*, *Capsella bursa-pastoris*, *Carduus acanthoides*).

A Fekete-halom növényzete jól tükrözi azt az országosan megfigyelhető kedvező jelenséget, ami a területalapú támogatások bevezetésével indult el Magyarországon (Rákóczi és Barczy 2017). A támogatással érintett halmokon a mezőgazdasági művelés megszűnését követően biztosítottá vált a még megmaradt gyepi fajok populációinak megmaradása. Ezzel egyidőben a halmon fennmaradt populációk át tudtak terjedni, illetve a környező gyepekből, mezsgyékből spontán módon be tudtak telepedni természetvédelmi szempontból értékes fajok a korábban szántott felszínre (Árgay és Deák 2024). Bár a spontán gyepesedési folyamat lassú, de kedvező táji környezetben, ahol a célfajok propagulumai jelen vannak a tájban, végül egy jó természetességű vegetáció kialakulását eredményezheti (Deák et al. 2025, Tóth et al. 2018). Erre jó példával szolgálnak a tágabb térség óparlagokkal borított halmai (ilyen például a szelevényi Kis-halom vagy az öcsödi Mogyorós-halom; Bede et al. 2022). Mivel a megtelepedés folyamata lassú, akár évtizedekig is eltarthat, így a vegetációfejlődés első szakaszában a halmokon sok esetben a gyepekre jellemző, de bolygatást jól tűrő fajok telepednek meg, mint ahogy az történt az általunk vizsgált halmon is. Mellettük egyes esetekben a térségre jellemző ritka gyomfajok is hosszú ideig fenn tudnak maradni (Deák et al. 2025). Bár magyarországi szinten és így a régióban is (például a cibakházi Kettős-halom esetében; Olasz et al. 2019) jelentős természetvédelmi problémát okozhat az inváziós fafajok megjelenése – elsősorban a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) jelent problémát (Árgay és Deák 2024, Molnár 2025) –, a Fekete-halomnál ezt a jelenséget nem tapasztaltuk, a szukcessziós folyamat részeként a fásszárúak megjelenése azonban itt is tetten érhető (*Prunus cerasifera*, *Sambucus nigra*).

A törpe mandula (*Prunus tenella*) a vizsgált tájban előforduló védett növényfaj. Eredeti élőhelyeik (sztyeppcserjések) megsemmisülését követően állományai a térségben elsősorban mezsgyébe szorultak vissza. A halmon található törpemandula-állomány (5. ábra) kiterjedése a 2022-es terepi felmérés alapján 165 m² volt, becsléseink szerint hozzávetőleg 15.000 tövet számlált (90 tő/m²). Azt, hogy a faj a déli és nyugati lejtőkön tudott elterjedni, valószínűleg e két mikroélőhely – a többi lejtőhöz képest – viszonylagos hűvös és nedves mikroklímája indokolhatja (Deák et al. 2021). Az állomány eredetére több lehetséges magyarázat létezik: legvalószínűbb a spontán, magkészlétből való megjelenés, azonban a tudatos betelepítés sem zárható ki teljes mértékben. A törpe mandulának a Fekete-halomhoz legközelebb a Tiszainoka és Cserkeszölő határmezsgyéjén, akácfasorban, a Mezei-földek területén található két egymáshoz közeli, de jól elkülönülő állománya (Deák et al. 2023a).



5. ábra. A törpe mandula (*Prunus tenella*) a tiszainokai Fekete-halmon. A, C: 2024-ben (Bede Á. felvételei); B: 2022-ben (Deák B. felvétele)

Figure 5. Russian almond (*Prunus tenella*) on surface of the Fekete-halom mound in Tiszainoka. A, C: In 2024 (photos by Á Bede); B: In 2022 (photo by B. Deák)

Természetvédelmi javaslatok

A Fekete-halom délnyugati peremét sajnos még mindig szántják, ezért célszerű lenne ennek a résznek a művelését is felhagyni, valamint az egész kurgán területét körben széles, kaszált gyeppufferzónával védeni. A növényzet kímélése mellett érdemes lenne a korábbi szántás eróziós nyomait helyreállítani (a rézsű leszántott anyagát visszatölteni), a rossz állapotú háromszögelési pontot pedig renoválni. Az itt található rókakotorék megszüntetése is szükséges lenne, mert az állatok okozta bolygatás – a járatok kiásása és a föld mozgatása – nagymértékben roncsolja a halomtetet (elsősorban a halomtetőt).

Tekintettel arra, hogy a védett törpemandula mind regionális, mind országos szinten ritka faj, így a Fekete-halom kiemelkedő természetvédelmi jelentőséggel bír, mivel a térség legnagyobb ismert állományát őrzi (a tájban a faj ezen kívül csak mezsgyén maradt fenn két, egymástól elkülönülő populációban; lásd Deák et al. 2023a). A faj fennmaradását elősegítendő, érdemes lenne a halom degradált vegetációval borított területén a gyomokat visszaszorítani, és elősegíteni a természetes gyepi növényfajok és a törpe mandula megtelepedését. Ezt a gyomos területek rendszeres kaszálásával lehetne elősegíteni, amit hasznos lenne még a gyomok termésérése előtti időszakban elvégezni (Deák et al. 2023b). A törpemandula-állomány külön kezelést nem igényel, azonban kerülni kell minden olyan tevékenységet, ami az egyedek sérülésével járhat (ilyenek például a taposás, kaszálás és legeltetés).

Indokolt lenne továbbá a halomfelszínről az egyéb fásszárúakat (cseresznyeszilva, fekete bodza) eltávolítani, mert ezek terjedése hosszú távon negatívan hat a regenerálódó gyepi közösségekre. A megfelelő természetvédelmi kezelés mellett további gyepi célfajok spontán megjelenésére lehet számítani, akár a szűkebb környezetből megtelepedve, akár a halom talajának magbankforrásából.

Köszönetnyilvánítás

A szerzőket a Nemzeti, Kutatási és Innovációs Hivatal projektjei támogatták (NKFIH FK 146506 – BÁ, DB; NKFIH Advanced 152232 – DB, VO; NKFIH KKP 144096 – VO, DB). Köszönetet mondunk Pető Ákosnak és Tóth Csaba Albertnek a bírálatokban megfogalmazott segítő megjegyzésekért, továbbá Orcsik Tibornak, Varró Csabának és Szarka Józsefnek a hasznos információkért.

Felhasznált térképek

- T.1: „Mappa Iudiciaria” (Nagyrev határtérképe). 1744. Másolat (HML Térképtár T. 160; Hungaricana.hu).
- T.2: Első katonai felmérés. 1783. 1:28.800. XIX.24 (Hadtörténeti Térképtár; Mapire.hu; kiadva: Első katonai felmérés 2004).
- T.3: „Mappa exhibens periferiam cumaniae majoris”. 1784. Bedekovich Lőrinc (JNSZML T. 94/1; kiadva: Cseh 2011).
- T.4: „MAPPA SPECIALIS / ex / Generali et authentica ad Scalam, qua= / ter sumptam transumpta: / tam / Locorum designatorum Nexum, / quam Tibisci solitas exundationes atque arundineta, / ita et / Crÿsiani et Tibiscani Naulorum Localitatem; / representans.”. 18. század vége (PML XV. 6. 84; Hungaricana.hu).
- T.5: Második katonai felmérés. 1861. 1:28.800. XXXVII.56 (Hadtörténeti Térképtár; Mapire.hu; kiadva: Második katonai felmérés 2005).
- T.6: „TEKINTETES / Heves-Szolnok-megyében / KEBELEZETT / TISZA INOKA / HATÁRÁNAK / TÉRKÉPE.”. 1869. Bohus Pál (JNSZML T.140; kiadva: Cseh 2011).
- T.7: Jász-Nagykun-Szolnok megyei települések kataszteri felmérései. 1:2.880. 1881 (JNSZML K.; Mapire.hu).
- T.8: Harmadik katonai felmérés. 1883. 1:25.000. 5264/2 (Hadtörténeti Térképtár; Mapire.hu; kiadva: Harmadik katonai felmérés 2007).
- T.9: Katonai felmérés. 1943. 1:50 000. 5264 K. (Hadtörténeti Térképtár; Mapire.hu; kiadva: Magyarország topográfiai 2008).
- T.10: Katonai felmérés. 1951. 1:25 000. L-34-41-A-d (Hadtörténeti Térképtár B XV a 40).
- T.11: Katonai felmérés. 1955. 1:25 000. L-34-41-A-d (Hadtörténeti Térképtár B XV a 49/A).
- T.12: Katonai felmérés (polgári sorozat). 1959. 1:10 000. L-34-41-A-d-2 (Hadtörténeti Térképtár B XV a 44).
- T.13: Katonai felmérés. 1966. 1:50 000. L-34-41-A (Hadtörténeti Térképtár B XV a 50/A).
- T.14: Egységes országos térképrendszer (EOTR). 1976. 1:10.000. 47-322.
- T.15: Katonai felmérés. 1978. 1:25 000. L-34-41-A-d (Hadtörténeti Térképtár B XV a 49).
- T.16: Katonai felmérés. 1978. 1:50 000. L-34-41-A (Hadtörténeti Térképtár B XV a 50/B).
- T.17: Katonai felmérés. 1991. 1:25.000. L-34-41-A-d (Hadtörténeti Térképtár B XV a 49/B).
- T.18: Egységes Országos Térképrendszer (EOTR), 2000-ben felújított. 1:10 000. 47-322.

Egyéb források, rövidítések

- Fentről.hu: A Budapest Főváros Kormányhivatal Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztályának archív légifotó-oldala, Budapest. – Internetes elérése: <https://www.fentrol.hu> (2025. április 30.).
- Geoshop.hu: A Budapest Főváros Kormányhivatal Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztályának adatszolgáltató oldala, Budapest. – Internetes elérése: <http://www.geoshop.hu> (2025. április 30.).
- Google Earth: Google Earth Pro online térinformatikai program, Mountain View, Kalifornia, Amerikai Egyesült Államok. – Internetes elérése: <https://www.google.hu/intl/hu/earth> (2025. április 30.).
- Hadtörténeti Térképtár: Hadtörténeti Intézet és Múzeum Hadtörténeti Térképtára, Budapest.
- HML: Magyar Nemzeti Levéltár Heves Megyei Levéltára, Eger.
- Hungaricana.hu: Hungaricana. A budapesti Petőfi Irodalmi Múzeum közgyűjteményi portálja. – Internetes elérése: <https://hungaricana.hu/hu/> (2025. április 30.).
- JNSZML: Magyar Nemzeti Levéltár Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltára, Szolnok.
- Mapire.hu: Arcanum-térképek. – Internetes elérése: <https://maps.arcanum.com/hu/> (2025. április 30.).
- PML: Magyar Nemzeti Levéltár Pest Megyei Levéltára, Budapest.

Irodalom

- A. Nagy M. 1954: Talajföldrajzi megfigyelések a Tiszazugban. Földrajzi Értesítő 3: 507–543.
- Árgay Z., Deák B. (szerk.) 2023: Kunhalmok megőrzése mezőgazdasági területeken. Gyepek fenntartása és helyreállítása kurgánokon. Kiskunsági Nemzeti Park Alapítvány, Kecskemét. p. 163.
- Bagdi S. 1970: Adatok Tiszazug hidrogeográfiai sajátosságaihoz (Beiträge zu den hydrogeographischen Verhältnissen von Tiszazug). Acta Academiae Paedagogicae Szegediensis (A Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei), 1970(2): 139–149.
- Bede Á. 2014: Halmokhoz fűződő történeti és hiedelemmondák a Közép-Tiszántúlon (Historical legends and superstitions about the mounds of the Middle-Transztisza Region). Belvedere Meridionale, 26(3): 104–116. <https://doi.org/10.14232/belv.2014.3.7>
- Bede Á. 2019: A Tiszazug és a Körösszög halmainak kataszterezése és állapotfelmérése (Cadastral field works and condition survey on kurgans in the Tiszazug and Körösszög regions, Hungary). Archaeologiai Értesítő, 144: 199–217. <https://doi.org/10.1556/0208.2019.144.9>
- Bede Á., Szarka J. 2003: Egy középkori határjárás nyomában. A Fábiánsebestyénhez tartozó Rekettyés rét 1523-as határjárása. Múzeumi Kutatások Csongrád megyében 2002: 51–72.
- Bede Á., Valkó O., Deák B. 2022: Az öcsödi Mogyorós-halom tájökológiai jellemzése (Landscape ecological characterization of the Mogyorós-halom kurgan near Öcsöd, Hungary). Tájökológiai Lapok, 20(Suppl. 1): 43–61. <https://doi.org/10.56617/tl.3148>
- Cseh G. (összeállította) 2011: Chartae Antiquae. A Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltár kéziratos térképei (Chartae Antiquae. The handwritten maps of the Jász-Nagykun-Szolnok County Archive). Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltár, Szolnok. DVD-ROM.
- Dani J., Horváth T. 2012: Óskori kurgánok a magyar Alföldön. A Gödörsíros (Jamnaja) entitás magyarországi kutatása az elmúlt 30 év során. Áttekintés és revízió. Archaeolingua Alapítvány, Budapest. p. 215.
- Deák B. 2018: Természet és történelem. A kurgánok szerepe a sztyeppi vegetáció megőrzésében. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest. p. 150.
- Deák B. 2020: Környezettörténeti vizsgálatok jelentősége a kurgánok kutatásában. In: Törőcsik T., Gulyás S., Molnár D., Náfrádi K. (szerk.): Környezettörténet. Tanulmányok Sümegi Pál professzor 60 éves születésnapjára. GeoLitera. SZTE TTIK Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged. pp. 179–186.
- Deák, B., Rádai, Z., Lukács, K., Kelemen, A., Kiss, R., Báthori, Z., Kiss, P.J., Valkó, O. 2020: Fragmented dry grasslands preserve unique components of species and phylogenetic diversity in agricultural

- landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 29: 4091–4110. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02066-7>
- Deák, B., Kovács, B., Rádai, Z., Apostolova, I., Kelemen, A., Kiss, R., Lukács, K., Palpurina, S., Sopotlieva, D., Báthori, F., Valkó, O. 2021: Linking environmental heterogeneity and plant diversity: The ecological role of small natural features in homogeneous landscapes. *Science of the Total Environment*, 763: 144199. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144199>
- Deák B., Orcsik T., Bede Á., Valkó, O. 2023a: A törpe mandula (*Prunus tenella*) tömeges előfordulása szántásból felhagyott kunhalmon (Discovery of a new large population of *Prunus tenella* on a young old-field suggests remarkable regeneration ability of the species). *Kitaibelia*, 28: 32–38. <https://doi.org/10.17542/kit.28.024>
- Deák B., Kelemen A., Valkó O. 2023b: Szempontok, ajánlások kunhalmok növényzetét fenntartó és helyreállító kezelésekhez, In: Árgay Z., Deák B. (szerk.): Kunhalmok megőrzése mezőgazdasági területeken. Gyepek fenntartása és helyreállítása kurgánokon. Kiskunsági Nemzeti Park Alapítvány, Kecskemét. pp. 56–87.
- Deák, B., Bede-Fazekas, Á., Süveges, K., Tölgyesi, C., Kelemen, A., Bede, Á., Borza, S., Godó, L., Valkó, O. 2025: Ancient mounds, modern refuges: out-of-production sites on kurgans support rare weeds in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 394: 109902. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109902>
- Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. Második, átdolgozott és bővített kiadás. p. 876.
- Első katonai felmérés 2004: Az első katonai felmérés. A Magyar Királyság teljes területe 965 nagyfelbontású színes térképszelvényen. 1782–1785. DVD-ROM. Arcanum Kiadó, Budapest.
- Farkas F. (közzétette) 1994: Jász-Nagykun-Szolnok megye földrajzi nevei V. Tiszazug. Jászberényi Tanítóképző Főiskola, Tiszazug önkormányzatai, Jászberény–Kunszentmárton. p. 178.
- Harmadik katonai felmérés 2007: A Harmadik Katonai Felmérés. 1869–1887 (The Third Military Survey. 1869–1887). DVD-ROM. Arcanum Kiadó, Budapest.
- Király G. (szerk.) 2009: Új magyar füvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő. p. 616.
- Kovács A. 1893: Tiszazughi régiségekről. *Archaeologiai Értesítő*, 13: 165.
- Kulcsár V. 1998: A Kárpát-medencei szarmaták temetkezési szokásai (The burial rite of the Sarmatians of the Carpathian Basin). *Múzeumi Füzetek* 49. Aszód, Osváth Gedeon Múzeumi Alapítvány. p. 153.
- Magyarország topográfiai 2008: Magyarország topográfiai térképe a második világháború időszakából (Topographic maps of Hungary in the period of the WWII). DVD-ROM. Arcanum, Budapest.
- Második katonai felmérés 2005: A második katonai felmérés. 1819–1869. A Magyar Királyság és a Temesi Bánság nagyfelbontású, színes térképei (The second military surveying. Colour map sections of Kingdom of Hungary and Temes. 1819–1869). DVD-ROM. Arcanum Kiadó, Budapest.
- Molnár Cs. 2025: Halmok a Harangodban és a Hegyalján I. – Flóra (Mounds in Harangod and Tokaj-Hegyalja [NE Hungary] I. – Flora). *Tájökológiai Lapok*, 23(2): 54–86. <https://doi.org/10.56617/tl.6733>
- Olasz Á., Tóth T., Deák B., Bede Á. 2019: A cibakházi Kettős-halom tájtörténete és florisztikai vizsgálata (Landscape historical and floristical research on the Kettős-halom kurgan in Cibakháza, Hungary). *Tájökológiai Lapok*, 17(2): 233–253. <https://doi.org/10.56617/tl.3520>
- Párducz M. 1950: A szarmatakor emlékei Magyarországon III. (Denkmäler der Sarmatenzeit Ungarns III.). *Archaeologia Hungarica* 30. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 402.
- Pásztor L., Dobos E., Michéli E., Várallyay Gy. 2018: Talajok. In: Kocsis K. (főszerk.): Magyarország nemzeti atlasza 2. Természeti környezet. Magyar Tudományos Akadémia, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet, Budapest. pp. 82–93.
- Rákóczi A., Barcsi A. 2017: A kunhalmok védelmét szolgáló intézkedések gazdálkodói megítélésének vizsgálata (The protection of cumanian mounds examination of the smallholder judgement of measure). *Tájökológiai Lapok*, 15(1): 1–7. <https://doi.org/10.56617/tl.3609>
- Sümei P., Bede Á., Szilágyi G. 2015: Régészeti geológiai, geoarcheológiai és környezettörténeti elemzések régészeti lelőhelyeken – a földtudományok és a régészet kapcsolata (Analyses of

- archeological geology, geoarcheology and environmental history on the archeological sites. Contact between earth sciences and archeology). *Archeometriai Műhely*, 12: 135–149.
- Tóth A. 1988: Szolnok megye tiszántúli területének kunhalmai (Die Kurgane des Komitats Szolnok im Gebiet Links der Theiss). *Zsoltok* 3: 349–410.
- Tóth Cs. 2008: A Tiszazug kunhalmainak állapotfelmérése (The condition surveying of kurgans in Tiszazug). *Tiszavilág*, 3: 9–20.
- Tóth, Cs. A., Rákóczi, A., Tóth, S. 2018: Protection of the state of prehistoric mounds in Hungary: law as a conservation measure. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 20: 113–142. <https://doi.org/10.1080/13505033.2018.1486125>

Landscape historical and actual botanical researches on the Fekete-halom kurgan in Tiszainoka

ÁDÁM BEDE*, ORSOLYA VALKÓ, BALÁZS DEÁK

HUN-REN Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany,
Lendület Seed Ecology Research Group,
2163–Vácrátót, Alkotmány út 2–4, Hungary
e-mail: bedeadam@gmail.com

Keywords: mound (burial mound, kurgan), Yamnaya Culture, landscape changing, loess grassland, *Prunus tenella* (syn. *Amygdalus nana*), spontaneous regeneration

The Fekete-halom mound, located within the administrative territory of Tiszainoka (Jász-Nagykun-Szolnok County, Hungary), is a prehistoric kurgan, most likely built by the Yamnaya Culture in the Late Copper Age. The surface of the mound had already been cultivated in the 18th century. In the 1960s, a geodetic point was established on its top. The northern slope of the mound is heavily eroded by a dirt road that previously passed through the kurgan. Due to the agri-environmental schemes provided by the European Union, arable farming was abandoned on the mound in 2014. Today, the surface of the mound is covered with spontaneously regenerating old-field vegetation, including the population of the protected dwarf species, the Russian almond (*Prunus tenella*) on the southern and western slope. In order to support grassland regeneration, gentle mowing (in areas without Russian almond) is recommended as a conservation management measure. Establishment of a non-tilled buffer zone around the kurgan that suppresses the anthropogenic effects arriving from the adjacent areas, and at the same time allows spontaneous grassland regeneration around the mound, could also considerably contribute to the protection of the kurgan.

A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
[CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



1. melléklet. A tiszainokai Fekete-halmon előforduló növényfajok listája és százalékos borításértékeik

Appendix 1. List and percent cover values of vascular plant species on the Fekete-halom mound, Tiszainoka

Fajnév	Borítás (%)
<i>Alopecurus pratensis</i>	1
<i>Anthemis arvensis</i>	0,1
<i>Atriplex oblongifolia</i>	0,2
<i>Ballota nigra</i>	0,1
<i>Bromus arvensis</i>	2
<i>Bromus mollis</i>	0,1
<i>Bromus tectorum</i>	20
<i>Calamagrostis epigeios</i>	1
<i>Camelina microcarpa</i>	0,3
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2
<i>Cardaria draba</i>	8
<i>Carduus acanthoides</i>	1
<i>Chenopodium album</i>	0,1
<i>Cirsium vulgare</i>	1
<i>Consolida orientalis</i>	0,2
<i>Consolida regalis</i>	0,2
<i>Convolvulus arvensis</i>	4
<i>Crepis biennis</i>	0,1
<i>Cynoglossum officinalis</i>	0,5
<i>Descurainia sophia</i>	0,5
<i>Elymus hispidus</i>	23
<i>Euphorbia virgata</i>	0,5
<i>Falcaria vulgaris</i>	0,4
<i>Fumaria officinalis</i>	0,1

Fajnév	Borítás (%)
<i>Galium spurium</i>	1
<i>Geranium molle</i>	0,5
<i>Hyoscyamus niger</i>	0,5
<i>Lactuca serriola</i>	0,5
<i>Lamium amplexicaule</i>	4
<i>Lamium purpureum</i>	0,1
<i>Lathyrus tuberosus</i>	0,5
<i>Matricaria inodora</i>	0,1
<i>Myosotis ramossissima</i>	0,1
<i>Myosotis stricta</i>	0,1
<i>Papaver rhoeas</i>	0,1
<i>Picris hieracioides</i>	1
<i>Poa angustifolia</i>	10
<i>Podospermum canum</i>	0,5
<i>Prunus cerasifera</i>	2
<i>Prunus tenella</i>	28
<i>Rubus caesius</i>	1
<i>Rumex patientia</i>	3
<i>Sambucus nigra</i>	2
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,2
<i>Stellaria media</i>	0,1
<i>Torilis arvensis</i>	0,1
<i>Veronica arvensis</i>	0,5
<i>Veronica persica</i>	0,1

Az „ökológiai-típusú” gazdálkodási formák jellemzői Békés vármegyében Az agrár-ökológiai program, az agrár-környezetgazdálkodás és az ökológiai gazdálkodás adatai az EU Biodiverzitási Stratégiájának tükrében

RÁKÓCZI ATTILA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet,
Vidék- és Területfejlesztési Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.
e-mail: rakoczi.attila@uni-mate.hu

Kulcsszavak: közös agrárpolitika, normatív támogatás, diverzifikáció, ökológiai gazdálkodás, tájvédelem

Összefoglalás: A közösségi és nemzeti agrártámogatási rendszerek kulcsfontosságúak az agrárium számára. A 2023-tól induló támogatási időszak jelentős változásokat hozott a közvetlen támogatásokban is. Több jogcímen – különféle előírások betartása mellett – jogosultak a gazdák a támogatásra, amelyeknek egy része kötelező elem, más részük választható támogatási forma. Utóbbiba tartozik az ún. agrár-ökológiai program is, mely a magasabb támogatásért cserébe, több ökológiai előírást is tartalmaz a termelők számára (környezetvédelmi, természetvédelmi, tájvédelmi előírásokat). Vizsgálatomat Békés vármegyére vonatkozóan végeztem, amely során a Békés Vármegyei Kormányhivataltól, valamint a Magyar Államkincstártól igényelt adatokat elemezve mutatom be a magasabb szintű öko-előírások jellemző adatait a támogatási időszak kezdeti éveire vonatkozóan. Megállapítottam, hogy az elmúlt időszakban nőtt az agrár-környezetgazdálkodási és ökológiai-gazdálkodási támogatásban részt vevő gazdák aránya, és a bevitt területeik nagysága. Emellett széles körben igénylik a vármegyében az Agrár-ökológiai Program támogatásait is. Utóbbiak mind hozzájárulnak a fenntarthatóbb, környezet-, és természetbarátabb agrártermelés kialakításához.

Bevezetés

Hazánk adottságait figyelembe véve, agrár-berendezkedésű ország, területének jelentős része mezőgazdasági művelés alatt áll. Nemzeti szintű agrárpolitikánk középpontjában a kisebb, de annál nagyobb jelentőségű, speciális ágazatok támogatása (méhészet, gyógy- és fűszernövény-termesztés, virágtermesztés, szőlészet-borászat, lótenyésztés, agro- és gasztroturizmus stb.), az ágazati fejlesztések szélesítése, a feldolgozás fokának növelése, a jövedelmezőség fokozása, a hazai szükségletek minél szélesebb körű kielégítése, az agrár-exportunk szélesítése állnak. A felsorolt ágazatoknak még inkább jelentőségük van ökológiai termesztés/termékek esetében. Ezen kisebb speciális ágazatok támogatására is van hazai forrásból lehetőség; erre mutat rá Kránitz et al. (2014) tanulmánya. Ugyanakkor a térségek fejlesztése, a területi különbségek leküzdése is kiemelt cél. Utóbbi indokoltságát támasztják alá Egri (2023), Komarek (2019) és Horvát és Komarek (2016) kutatásai is.

Mindezek mellett folyamatosan igazodunk a közösségi szintű agrárpolitikai előírásokhoz, azaz a Közös Agrárpolitikához (a továbbiakban: KAP) (Farkas 2000). A KAP előírás- és támogatáspolitikájának középpontjában a működésének kezdetétől a 2000-es évekig főként a mennyiségi szabályozási kérdések, azaz a piacpolitika, a közvetlen támogatások álltak. Jelentős változás állt be az ún. Agenda2000 nevű agrárpolitikai reform által, hiszen ettől kezdődően a hétéves költségvetési ciklusok során egyre inkább erősödtek a környezetvédelmi, természetvédelmi, tájvédelmi, fenntarthatósági feltételek betartásának követelményei a támogatásokért cserébe (Rákóczi 2024). Szélesedtek a vidékfejlesztési intézkedések is (Rákóczi 2022), ebben a helyi vidékfejlesztési stratégiák is (Ritter et al. 2011).

A mezőgazdasági művelés helyes gyakorlata számos környezeti elemre lehet jótékony hatású. Utóbbiakat támasztják alá a következő kutatások. Gyuricza és szerzőtársai (2005) a talajok szervesanyag-tartalmát vizsgálták; Centeri et al. (2015) a mezőgazdasági talajok erózióját kutatta; Deák et al. (2024), Bede és Csathó (2019), valamint Tölgyesi et al. (2022) természetvédelmi vizsgálatokat folytattak. Az agrár-környezetgazdálkodási támogatás egyes vonatkozásait Tirják (2016) vizsgálta. Ezen tényezők miatt a támogatási rendszeren keresztül tudjuk a gazdálkodókat motiválni a fenntartható termelés irányába, így a környezet- és klímavédelemre.

Mindezek mellett a jövő mezőgazdaságának diverzifikálnia szükséges a tevékenységét, így jelentős lesz a különféle gasztro- és agroturizmus. Ezt támasztják alá Bujdosó et al. (2024), Zhoya et al. (2024), Árpási (2018), valamint Árpási et al. (2021) kutatásai is. A turisztikai ágazat gazdaságfejlesztési lehetőségeire mutat rá továbbá Kabil et al. (2023). Emellett egyre inkább előkerülnek vállalkozásfinanszírozási kérdések is (Lentner 2017). Ugyanakkor új kihívásokat jelentenek a klímaváltozás okozta hatások, amelyek a termelés eddigi gyakorlatára is kihatnak, erre mutatnak rá Malatinszky et al. (2013) kutatásai is.

Az ezredfordulótól napjainkig általánosságban elmondható, hogy az agrártámogatásokért cserébe egyre fokozódó előírásokat kell betartaniuk a gazdálkodóknak. Több esetben egy korábbi választható, többeltámogatásért járó előírás a következő ciklusban az alapkövetelmények közé épül be (azaz a támogatás kifizetésének feltételévé válik). Utóbbira példa a 2015–2022 közötti ún. zöldítési előírások egyes feltételeinek választási lehetőségei, melyek a 2023-tól 2027-ig tartó ciklusban a feltételeesség részévé váltak, és támogathatósági feltételek lettek. A zöldítés bevezetésének elsőéves tapasztalataival kapcsolatban korábban vizsgáldott már Rákóczi (2017a, 2017b) is.

Az Európai Unió „Zöld Megállapodása”, Biodiverzitási Stratégiája

Az Európai Közösség COM(2020) 380 final döntésével – igazodva az UNIÓ a Körforgásos Gazdaság célkitűzéséhez, valamint az ún. Zöld Megállapodáshoz – meghozta a 2030-ig szóló Biodiverzitási Stratégiáját.

A Bizottság 2020 márciusában nyújtotta be a javaslatát az Európai Parlamenthez, amelyben rögzítette, hogy a Biodiverzitási Stratégia végrehajtásához 2021-től intézke-

déseket vezet be a biológiai sokféleség megőrzése és a fenntartható gazdálkodás elérése érdekében. Ennek fényében a cél, hogy az EU szárazföldi területének, valamint tengereinek 30%-át fokozottabb természetközeli, ökológiai gazdálkodás (ellenőrzés) alá kell vonni (EP, 2026).

A fenti célkitűzések elérése érdekében hazánk is bevezette az ökológiai szempontból magasabb hozzáadott értékű gazdálkodási formákat, amelyek adatait vizsgálja jelen kutatás.

A 2023–2027-es agrártámogatási ciklus közvetlen támogatásainak jellemzői

A 2023-tól induló támogatási rendszer közvetlen kifizetései több elemből állnak. Ebben vannak kötelező elemek (amelyeket minden gazdálkodónak vállalnia kell), és vannak választható elemek. A kötelező támogatási típus az alapvető KAP irányzatainak a végrehajtásáról szól, ilyen az alapjövedelem-támogatás, amelyhez számos követelmény betartása tartozik, így az ún. feltételeességi előírások köre. Utóbbi a kölcsönös megfeleltetés, a helyes mezőgazdasági és környezeti állapot, valamint a zöldítési előírások egy-egy elemét tartalmazza új megközelítésű „csomagban”.

A választható támogatási típusok egy-egy gazda sajátosságaira (növénytermesztés, zöldségtermesztés, állattartás stb.), illetve adottságaira (Natura2000-es terület, természetvédelmi, tájvédelmi értékek a területén) adnak lehetőséget további többletvállalások után többlettámogatásokra.

Ilyen választható támogatási forma az ún. „kis” agrárkörnyezet-gazdálkodási támogatásként (a továbbiakban: AKG, angol fordításban: AES) említett agrár-ökológiai program támogatás (a továbbiakban: AÖP), amely a támogatási rendszerben nem kötelező elem, a gazdálkodók választhatják. Ebben a különböző művelési ágak vonatkozásában speciális, az alaptámogatási előírásokon felül vállalt többletvállalásokért (főként klímavédelem, tájvédelem, természetvédelem, biodiverzitás-védelem) különböző mértékű többlettámogatást kaphatnak az érintett gazdák.

Az agrár-ökológiai program jellemzői

Az AÖP követelményeit a 17/2024. (IV. 9.) AM rendelet szabályozza (a továbbiakban: AÖP rendelet, angol fordításban: AEP).

A NAK (2025:10) alapján „az AÖP-ben olyan gyakorlatok kerültek meghatározásra, amelyek jelentős része a gazdálkodók számára a korábbi támogatási jogcímekből (többek között zöldítés, AKG, ÖKO) már ismertek, érthetőek, ugyanakkor környezeti szempontból is hasznosak. Továbbá lényeges, hogy az AÖP évente választható, önkéntes és területi alapon a teljes üzemterületre, vagy bizonyos gyakorlatok választása esetén a mezőgazdasági üzem szántóterületének legalább 50%-án való teljesítés esetén igényelhető támogatás. Az AÖP választása esetén viszont az összes földhasználati kategóriára (szántó, egyéb gyepek, egyéb állandó kultúra) kötelező gyakorlatot választani kategóriánként legalább 2 pont értékben.”

A többlettámogatásért cserébe a gazdák az AÖP keretein belül a talaj- és vízvédrelemre, a tájvédelemre, a természetvédelemre, a biológiai sokféleségre gyakorolnak pozitív hatást a termelésük során. E tevékenységüket külön vállalják szántó, gyeper és ültetvény hasznosítások esetében. Olyan többletvállalásokra kell gondolnunk, mint:

- szántóföldi földhasználati kategória: talajtakarás, növénydiverzifikáció növelése, tájképi elemek megőrzése, táblaméret korlátozása, méhek védelme (növényvédelmi szerek), karbamid műtrágya használata, forgatás nélküli talajművelés;

- gyepterföldhasználati kategória: gyepek megőrzése, pásztoroló legeltetés, extenzív gyepek évi egyszeri kaszálása, őshonos állatokkal történő legeltetés, kaszálás során kizárólag alternáló kasza, vagy szárazúzó nélküli kasza használata, legalább 10 cm-es kaszált „tarló” használata;

- ültetvény földhasználati kategória: biológiai ágens, vagy feromon használata, mikroöntözés alkalmazása, mikrobiológiai készítmények, valamint talaj- és növénykondicionáló szerek alkalmazása stb.

Ezen előírások esetében sajátos pontozási rendszer került bevezetésre, és a támogatási feltétel a földhasználati kategóriánként a fent említett minimum 2 pont elérése.

Az AÖP előírásai úgy lettek meghatározva, hogy igazodjanak az AKG és az Ökológiai-gazdálkodási (a továbbiakban: ÖKO, angol fordításban: OES) támogatási előírásaihoz, azért, hogy egy-egy gazda párhuzamosan is igényelni tudja ezeket.

Az AKG és az ÖKO támogatások jellemzői

Az AKG előírásait az 54/2023. (IX. 13.) AM rendelet szabályozza. A NAK (2024a:7) alapján „az Agrár-környezetgazdálkodási támogatás összefoglalóan egy olyan önkéntesen vállalható kifizetési- és követelményrendszer, amellyel a gazdálkodók hozzájárulhatnak egy hosszútávon fenntartható agrárkörnyezet megteremtéséhez, mely segít a környezeti kihívásokhoz történő alkalmazkodásban”.

Az előírások során a gazdák szántó, gyeper és ültetvény kategóriákban választhatnak ún. horizontális, vagy MTÉT (magas természeti értékű terület), és/vagy Natura2000 területen történő gazdálkodás esetén többletvállalásokat. Ezen többletvállalások főként kiemelt talajvédelemről, termőhely-védelemről, élőhely-védelemről, természetvédelemről szólnak.

Az ÖKO támogatások 2014-től elváltak az AKG támogatásoktól (1. táblázat), és inentől kezdve önálló támogatási jogcímként igényelhetők. Az ÖKO támogatás előírásait az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/848 (V. 14.) rendelete szabályozza. A NAK (2024b:7) alapján „az ökológiai gazdálkodás olyan gazdálkodási és élelmiszerelőállító rendszer, amely tiltja, illetve korlátozza a szintetikus növényvédő szerek, műtrágyák, valamint a mesterséges hozamfokozók használatát. Kiemelten kezeli a korszerű állatjóléti elvárásokat, a természeti környezet megóvását és a fenntarthatóságot. Ezeket az elveket, szabályokat fokozott ellenőrzés mellett alkalmazza a termeléstől a feldolgozáson keresztül a kereskedelemig.”

AKG és ÖKO támogatások országos igénylési adatait 2002 és 2024 között az 1. táblázat mutatja be. Látható, hogy az idő előrehaladtával mindkét kiemelt támogatási programban folyamatosan nőtt a belépő gazdaságok száma, és a bevitt terület nagysága. Napjainkra meghaladja az 1,2 millió ha-t, amely a mezőgazdaság által művelt országos területnagyság közel negyede.

1. táblázat. AKG és ÖKO támogatások országos igénylési adatai (2002-2024) [Forrás: Nemzeti Agrár-gazdasági Kamara (2024) alapján saját szerkesztés]

Table 1. County's data of AES and EFS supports between 2002 and 2024 [Source: edited by the authors based of Hungarian Chamber of Agricultural (2024)]

db/ha	2002	2003	2004–2009	2009–2014	2015–2021 (AKG15 és AKG16)	2022–2024
igénylők száma	5 321	7 503	35 855	24 973	23 374	22 027
igényelt terület	271 751	301 383	1 833 705	2 259 984	1 466 376	1 281 773
támogatottak száma	2 493	5 056	23 840	14 688	13 261	16 991
támogatott terület	148 627*	234 631*	1 481 000*	1 163 663*	661 376	1 215 981

* A VP keretén belül az ökológiai gazdálkodás támogatása – az ÚMVP rendszerétől eltérően – már nem része az AKG-nak, az ÖKO támogatás a VP-ben külön intézkedésként jelent meg.

Anyag és módszer

Kutatásomat Békés vármegyében végeztem, a 2023–2027-es agrártámogatási időszak kezdeti éveit vizsgálva. A szükséges adatokat (az ún. egységes kérelmek adatait) a nemzeti kifizető ügynökség (Magyar Államkincstár) adatbázisából, a Békés Vármegyei Kormányhivatalon (a továbbiakban: BÉVKH) keresztül igényeltem. A BÉVKH az agrártámogatások kezelésében a KAP közvetlen kifizetési, és vidékfejlesztési forrásai tekintetében látja el az ún. delegált-, és az ún. közbenső szervei feladatokat.

A vizsgálat során a kérelemadatokra vonatkozóan idősoros elemzést és egyszerű adatelemzést végeztem. Az egységes kérelem 2025. évi országos igénylésadatait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. 2025. évi egységes kérelmek országos adatai (BÉVKH 2025)

Table 2. The national data of area support applications in 2025 (BÉVKH 2025)

vármegye	igénylők száma (db)	igényelt terület (ha)	átlag (ha)
Bács-Kiskun	18 843	471 871,62	25,04
Szabolcs-Szatmár-Bereg	18 832	314 340,86	16,69
Hajdú-Bihar	15 659	434 438,23	27,74
Békés	11 840	432 563,32	36,53
Pest	12 552	382 554,90	30,48
Csongrád-Csanád	11 866	274 920,38	23,17
Jász-Nagykun-Szolnok	8 348	387 920,31	46,47
Borsod-Abaúj-Zemplén	7 862	287 976,89	36,63
Győr-Moson-Sopron	5 972	239 945,02	40,18
Somogy	5 613	246 699,89	43,95
Fejér	5 486	272 982,23	49,76
Heves	4 981	163 527,89	32,83
Tolna	4 546	217 715,71	47,89
Baranya	4 484	220 290,61	49,13
Veszprém	4 401	160 076,77	36,37
Zala	4 252	138 436,81	32,56
Vas	3 979	153 702,53	38,63
Komárom-Esztergom	2 521	104 657,28	41,51
Nógrád	2 504	74 574,55	29,78
Összesen	154 541	4 979 195,80	32,22

A 2. táblázat adataiból látható, hogy 2025-ben országos szinten 154 541 gazdálkodó igényelt támogatást közel 5 millió ha mezőgazdasági területre. Békés vármegyében 11 840 gazda igényelt több mint 432 ezer ha területre támogatást. Ez a termelők számát tekintve országosan a hatodik helyen áll, míg a művelt terület esetében a harmadik.

A vármegyei átlagos birtokméretek szórását mutatnak. A legnagyobb Fejér vármegyében közel 50 ha-ral, míg a legkisebb átlagbirtoktestek Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében találhatóak kevesebb mint 16 ha-ral.

Eredmények és megvitatásuk

Békés vármegyei területadatok

Békés vármegye az országos igénylések sorában a harmadik legtöbb igénylést mutatja a több mint 432 ezer ha területtel. A támogatást igénylő gazdák esetében a hatodik a 11 840 kérelemmel (2. táblázat).

A vármegyében az elmúlt 12 évben folyamatosan csökkent a gazdaságok száma. Míg 2014-ben közel 16 ezer termelő igényelt támogatást, addig 2025-ben kevesebb, mint 12 ezer. Az igényelt területek nagysága állandónak tekinthető, így – az előzőek okán – az átlagos birtokméret folyamatosan nőtt, 2025-ben már meghaladja a 36 ha-t (3. táblázat).

3. táblázat. Békés vármegyei egységes kérelem adatok (2014–2025) (BÉVKH 2025)

Table 3. Data of Békés county's area support applications (2014–2025) (BÉVKH 2025)

év	igények száma (db)	igényelt terület (ha)	átlag (ha)
2014	15 780	432 873	27,43
2015	15 397	432 449	28,08
2016	15 132	436 928	28,87
2017	14 971	438 775	29,30
2018	14 564	438 651	30,11
2019	14 053	439 796	31,29
2020	13 814	440 016	31,85
2021	13 408	438 590	32,71
2022	13 118	437 167	33,32
2023	13 042	437 712	33,33
2024	12 389	432 763	34,93
2025	11 840	432 563	36,53

AKG és ÖKO vármegyei adatok eredményei

A 4. táblázat adatai a Békés vármegyei AKG igényléseket mutatják 2023 és 2025 között. 2025-től egy új támogatási időszak kezdődött, a gazdák a „KAP-RD19a-1-24 – Agrár környezetgazdálkodási kifizetések” pályázati felhívásban foglaltak szerint adhattak be támogatási kérelmet. Az 1. táblázat adatai már szemléltették, hogy folyamatosan nő az AKG-ba bevont területek nagysága országos szinten, ez a Viharsarokra is jellemző. Látható, hogy a kiemelt támogatásba bevont terület 2023-ban és 2024-ben 60 ezer ha körül volt, és ezen belül főként a szántó művelési ág a túlnyomó többségű, nagyjából 45 ezer ha-ral.

A 2025-től induló időszakban már 88 ezer ha fölé nőtt a támogatott területek nagysága, és ezen belül jelentősen nőtt a szántóterületek aránya, amely meghaladja a vármegyében a 73 ezer ha-t. A kifizető ügynökség tapasztalatai azt mutatják, hogy a megnövekedett értékek oka a gazdák részéről a minél nagyobb források elérése.

4. táblázat. Békés vármegyei AKG kérelem adatok (2023–2025) (BÉVKH 2025)

Table 4. Data of Békés county's AES applications (2023–2025) (BÉVKH 2025)

év	művelési ág	művelési ág teljes területe (ha)	támogatott terület (ha)	AKG kérelmek száma (db)
2023	összesen:		60 052,59	582*
	egyéb	8 779,75	436,84	37
	gyep	40 042,16	13 711,86	206
	szántó	386 562,42	45 491,80	464
	ültetvény	864,07	412,08	29
2024	összesen:		58 519,51	575*
	egyéb	14 727,24	1 028,97	66
	gyep	40 183,37	13 690,41	206
	szántó	379 865,79	43 411,01	457
	ültetvény	855,62	389,10	28
2025	összesen:		88 102,53	768*
	egyéb	6 904,37	22,11	1
	gyep	40 669,12	14 365,58	217
	szántó	386 155,40	73 368,80	658
	ültetvény	1 222,51	346,03	21

* A táblázat év-soraiban az összesen kérelem érték és az alábontott művelési ágak értékeinek összegei azért nem egyeznek, mert vannak átfedések a gazdaságokban a művelési ágak között, tehát egy kérelem van ugyan, de több művelési ágra vonatkozóan is vannak AKG-ba bevitt területeik.

Az 5. táblázat adatai is hasonló növekvő tendenciát mutatnak az ÖKO kérelmek vonatkozásaiban, mint a 4. táblázat. E támogatásba belépő gazdálkodók száma is jelentősen nőtt a Viharsarokban. Míg 2023-ban 249 fő volt, a 2025-ös „KAP-RD20a-1-24 - Ökológiai gazdálkodási kifizetések” felhívás alapján már 314 gazdaság folytathat ökológiai gazdálkodást közösségi és hazai támogatással, összesen több mint 23 ezer ha-területen. Az ÖKO támogatások esetében is a szántóterületek a jellemző művelési ágak, melyek mára megközelítik a 16 és fél ezer ha-t.

5. táblázat. Békés vármegyei ÖKO kérelem adatok (2023–2025) (BÉVKH 2025)

Table 5 Data of Békés county's OES applications (2023–2025) (BÉVKH 2025)

év	művelési ág	művelési ág teljes területe (ha)	támogatott terület (ha)	ÖKO kérelmek száma (db)
2023	összesen:		18 430,95	249*
	egyéb	8 779,75	877,76	40
	gyep	40 042,16	5 049,55	99
	szántó	386 562,42	12 386,65	171
	ültetvény	864,07	116,97	19
2024	összesen:		17 675,46	236*
	egyéb	14 727,24	799,11	33
	gyep	40 183,37	4 787,00	92
	szántó	379 865,79	11 972,60	167
	ültetvény	855,62	116,74	19
2025	összesen:		23 097,19	314*
	egyéb	6 904,37	405,78	9
	gyep	40 669,12	5 579,14	112
	szántó	386 155,40	16 453,48	234
	ültetvény	1 222,51	658,78	29

* A táblázat év-soraiban az összesen kérelem érték és az alábontott művelési ágak értékeinek összegei azért nem egyeznek, mert vannak átfedések a gazdaságokban a művelési ágak között, tehát egy kérelem van ugyan, de több művelési ágra vonatkozóan is vannak ÖKO-ba bevitt területeik.

A 4. és 5. táblázat adatait összevetve a 3. táblázat soraival megállapíthatjuk, hogy az egységes kérelmekbe bevitt 432 563 ha összes vármegyei területen 111 199,72 ha-on folytatnak a gazdák AKG és ÖKO gazdálkodást. Ez több mint 25%-os arányt jelent, tehát a vármegyénk területének a negyedén „emelt szintű” természet-, és környezetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő termelés folyik. Utóbbi trend országos szinten is jellemző.

Az Agrár-ökológiai Program vármegyei adatainak eredményei

Az AÖP számadatainak (6. táblázat) elemzésekor, értelmezésekor az AÖP rendelet előírásait is figyelembe kell vennünk. A már fentebb leírtakon túl szükséges kiemelni e támogatás igénylésének alapfeltételeit. E támogatásban négy művelési ág típus (ún. földhasználati kategória) van megjelölve, úgy, mint: szántó, gyep, Natura 2000 gyep, valamint ültetvény.

6. táblázat. Békés vármegyei AÖP kérelem adatok (2023–2025) (BÉVKH 2025)

Table 6. Data of Békés county's AEP applications (2023–2025) (BÉVKH 2025)

Gyakorlat megnevezése	2023		2024		2025	
	támoga- tott terü- let (ha)	kérelem (db)	támoga- tott terü- let (ha)	kérelem (db)	támoga- tott terü- let (ha)	kérelem (db)
Szántó hasznosítási mód esetén választható gyakorlatok						
Talajtakarás	2646,41	123	2294,83	111	1008,58	144
Növénytermesztés diverzifikációja	207712,65	2289	210149,74	2514	101100,31	2675
Tájképi elemek és területek kijelölése	1263,01	14	10318,24	76	618,64	15
Tájképi elemek és területek emelt szintű ki- jelölése	–	–	–	–	3752,51	49
Táblaméret korlátozás	8159,31	78	5939,18	58	1574,06	36
Méhekre veszélyes szerek használati ti- lalma	48241,62	1389	45351,86	1592	21334,11	1657
Karbamid műtrágya környezetbarát hasz- nálata	30974,39	1742	33696,07	1925	39173,43	2014
Mikrobiológiai készítmények alkalmazása szántóterületen	85628,47	3146	71326,01	2695	72253,25	2816
Biológiai készítmények alkalmazása	62443,71	1446	45097,97	994	55974,61	1209
Forgatás nélküli talajművelés	19113,95	526	16755,19	592	12686,89	566
összesen:	466183,51	10753	440929,11	10557	309476,41	11181
Gyep hasznosítási mód esetén választható gyakorlatok nem Natura 2000 gyepek esetén						
Gyepek megőrzése	4542,44	363	4157,55	388	1749,56	360
Pásztoroló, illetve szakaszos legeltetés	1411,51	71	1264,26	56	1497,41	60
Az extenzív gyepek legalább évi egyszeri kaszálása	4614,14	359	4114,72	380	1705,54	347
Kizárólag alternáló kasza használata	1711,35	81	2346,27	135	3292,38	201
Őshonos haszonállatokkal történő legelte- tés	–	–	11,19	2	8,49	1
10 cm-es tarlómagasság meghagyása	–	–	66,74	8	139,73	13
összesen:	12279,44	874	11960,73	969	8393,11	982
Gyep hasznosítási mód esetén választható gyakorlatok Natura 2000 gyepek esetén						
Pásztoroló, illetve szakaszos legeltetés	10503,61	92	9974,64	87	11048,88	85
Kizárólag alternáló kasza használata	6474,51	166	10782,48	306	12180,61	374
Őshonos haszonállatokkal történő legelte- tés	–	–	83,34	2	57,09	1
Őshonos haszonállatokkal emelt szintű le- geltetés	–	–	–	–	6670,45	1
10 cm-es tarlómagasság meghagyása	–	–	–	–	57,67	2
összesen:	16978,12	258	20840,46	395	30014,7	463
Ültetvény hasznosítási mód esetén választható gyakorlatok						
Mikroöntözési technológiák alkalmazása	151,56	14	170,61	14	141,41	17
Méhekre veszélyes szerek használati ti- lalma	208,71	34	114,08	30	190,86	33
Biológiai ágensek alkalmazása	91,59	2	88,68	1	88,33	1
Mikrobiológiai készítmények alkalmazása	39,51	12	40,95	9	21,86	8
Biológiai készítmények alkalmazása	147,68	20	57,87	16	209,34	21
12% alatti lejtésű területeken gazdálkodás	1,41	1	3,23	2	1,97	2
Talajtakarás	273,25	50	341,31	61	433,95	53
Karbamid műtrágya környezetbarát hasz- nálata	13,16	8	10,31	8	9,97	9
összesen:	913,71	133	816,73	133	1087,72	135

Amennyiben egy gazda úgy dönt, hogy AÖP-t igényelne, abban az esetben meg kell jelölnie a földhasználati kategóriát, és abban az összes területét be kell vinnie a támogatásba. Természetesen lehet egyszerre több földhasználati kategóriában is indulni, akár mind a négyben (ha van mindegyikben földterülete), de amennyiben valamely kategóriában indul, – a korábban leírtak szerint – abban valamennyi, abba a művelési ágba tartozó területét be kell vinnie.

Ezen túlmenően további szabály, hogy 2 pontot (vállalás) kell földhasználati kategóriánként összegyűjteni ahhoz, hogy támogathatóvá váljon a kérelem. Az AÖP rendelet melléklete részletesen tartalmazza a vállalások után járó pontok mértékét. A 6. táblázatban a négy földhasználati kategória vállalásainak a felsorolásai láthatóak. A vállalások – ökológiai hatásukat tekintve – eltérő pontot érnek, 1 és 2 pontot érhetnek. Az 1 pontos vállalásokból kettőt kell választani, illetve betartani a gazdálkodás során. De van olyan vállalás, amely választásával már önmagában egy vállalással támogathatóvá válhat az ügyfél.

Utóbbira példák a következők:

1. szántó esetében: nem termelő tájképi elemek és területek emelt szintű kijelölése szántóterületeken, vagy a biológiai ágens, vagy feromon légtértelítési eszköz alkalmazása egyéb állandó kultúrában stb.
- 2–3. gyepek és Natura 2000 gyepek esetében: őshonos haszonállatokkal történő emelt szintű legeltetés, vagy a kizárólag alternáló kasza vagy hátsó felfüggesztésű, illetve vontatott, szársértő nélküli kasza használata stb.
4. ültetvény esetében: biológiai ágens vagy feromon légtértelítési eszköz alkalmazása ültetvényeken.

A fent leírtak szerint, mivel a legtöbb gazdálkodó különféle módon tud belépni az AÖP rendszerébe, és különféle vállalásokat tehet, így adódhat az, hogy ha évenként összeadjuk földhasználati kategóriánként a vármegyei bevitt területeket, akkor magasabb területméretet ad ki a táblázat, mint a vármegye területe. Mindemellett az is előfordulhat – ahogy az már a korábbiakból kiderült –, hogy e területek AKG-ban, vagy ÖKO-ban is átfedésben vannak.

A táblázat elemzése során látható, hogy a négy földhasználati kategória közül mindhárom vizsgált évben a szántóba bevitt AÖP területek a legnagyobbak a vármegyében (2023-ban: ~460 ezer ha). Ezt követi a Natura 2000 gyepek, majd a gyepek területek mértékei, és a legkisebb a bevitt ültetvények területe.

Azt is láthatjuk, hogy alapvetően csökkentek az AÖP-be bevitt területek (szántó esetében: 2024-ben: ~440 ezer, 2025-ben: ~310 ezer ha, gyepek esetében: ~17 ezer ha-ról csökkent ~8 ezer ha-ra). Utóbbiak oka, tapasztalataink alapján az összetett előírások miatt következtek be. Kivételt képeznek a Natura2000 gyepek és az ültetvény kategóriák. Előző esetében míg 2023-ban ~17 ezer ha volt, addig manapság a ~30 ezer ha-t is meghaladja a támogatott terület. Ültetvény esetében is látható némi emelkedés, ám ez nem nagyságrendi, nagyjából ezer ha a bevitt terület Békésben.

Amennyiben földhasználati kategóriánként elemezzük a vállalatok fajtáit a várme-gyében, akkor az alábbiakat állapíthatjuk meg:

1. Szántó művelési ág: a „legnépszerűbb” vállalat a növénydiverzifikáció foko-zása. Ez azt jelenti, hogy a feltételeesség (korábbi zöldítési) előírásokon túl to-vábbi diverzifikációs vállalatokat tűztek ki célul a gazdák, tehát többféle nö-vény egyidejű termesztését vállalták. Ezt több, mint 200 ezer ha-on vállalták a termelők. Ezt követi a mikrobiológiai készítmények használata ~85 ezer ha-on, majd ~62 ezer ha-on a biológiai készítmények használatának vállalása. Ezen arányok mind a három vizsgált évben megfigyelhetők. A növénydiverzifikáció esetében minden esetben 2 ezer fölötti kérelmeket láthatunk, mikrobiológiai ké-szítmények esetében 3 ezer körüli kérelemszám olvasható ki, és a biológiai sze-rek esetében ~900 és ~1 400 körüli e szám. Ebből azt állapíthatjuk meg, hogy a diverzifikációt inkább a nagyobb területű gazdaságok választják, a mikrobioló-giai és kémiai szereket inkább a kisebb farmok alkalmazzák.
2. Gyep művelési ág: az extenzív gyepek legalább évi egyszeri kaszálása a legna-gyobb területű vállalat 2023-ban és 2024-ben 4 000 ha fölötti területtel, 2025-ben ~1 700 ha-on. A második „legnépszerűbb” vállalat a gyepek megőrzése, szinte ugyanazzal az aránnyal, mint az előző esetben. A harmadik az alternáló, vagy függesztett kasza használata, melyet az első évben ~1 700 ha-on, 2024-ben ~2 300, 2025-ben 3 000 ha fölött jelöltek meg a kérelmekben. Az egyszeri kaszá-lásra vonatkozó vállalat a három évben ~350 és 400 kérelemszám között jelöl-ték, a gyepek megőrzését ~360 és 400 közötti, míg a kaszálási eszközre vonat-kozó kérelmet ~80 és 200 közötti kérelemben látható a három vizsgált évben.
3. Natura 2000 gyp művelési ág: az első évben a pásztoroló legeltetést vállalták (92 db kérelemben) a legnagyobb területtel, ~10 ezer ha-on, ám ez valamelyest csökkent a következő évben, és ~10 ezer alá került (87 kérelemben), majd 2025-ben ~11 ezer fölé emelkedett 85 kérelemmel. Ezt követi az alternáló, vagy füg-gesztett kasza használatának a vállalása, mely a kezdeti ~6 000 ha-ról a duplá-jára emelkedett napjainkra, és ezt a kérelmek száma is követte 166 db-ról 374 db-ra.
4. Ültetvény művelési ág: minden vizsgált évben a talajtakarást választották a leg-többben 273 és 433 ha között, 50–60 kérelemben. Ezt követi a méhekre veszélyes szerek alkalmazásának kerülése 200 ha körüli területekkel, ~30 körüli kérelem-ben. Ezeket követi a mikroöntözés alkalmazása évenként 150 és 170 ha-on, 14 és 17 kérelem tekintetében.

A 6. táblázat adatait végigtekintve összességében megállapíthatjuk, hogy Békés vármegyében a gazdák nagy számban, nagyarányú területet bevonva, széles körben folytatnak AÖP tevékenységeket, ezzel is támogatva a fenntartható agrárgazdálkodás célkitűzéseit. E trendek a kifizető ügynökség adatai alapján országos szinten is láthatóak.

Következtetések

Az adatok alapján megállapítható, hogy a gazdálkodók egyre szélesebb körben folytatnak agrár-környezetgazdálkodási, ökológiai-gazdálkodási támogatásokat Békés vármegyében, illetve egyre nagyobb arányban vállalják a magasabb közvetlen támogatásokért cserébe a környezet- és természetbarátabb, fenntarthatóbb gazdálkodási formákat, úgy, mint az agro-ökológiai programot.

A közösség célkitűzése, hogy a jövőben induló KAP ciklusok támogatásai esetében minél szélesebb körben lépjenek be a gazdálkodók az ökológiai típusú gazdálkodási formákra. A vizsgálatom rámutatott, hogy e területek aránya országunkban folyamatosan nőtt az utóbbi években, így jó esélye van hazánkban és a magyar gazdálkodóknak, hogy felkészüljenek a jövőbeni nagyobb arányú területi teljesítésekre az EU 2030-ig szóló Biodiverzitási Stratégiájához.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet a Magyar Államkincstárnak, mint a nemzeti agrár- és vidékfejlesztési kifizető ügynökségnek a támogatási kérelem adatok rendelkezésemre bocsátásáért.

Irodalom

- Árpási Z., Gödör Z., Nyári C. 2021: Vírusos gazdaság. *Deliberationes* 14(1): 59–59. <https://doi.org/10.54230/Delib.2021.1.59>
- Árpási, Z. 2018: Wellness tourism: What motivates the consumer. *Valahian Journal of Economic Studies* 9 (1): 87–92. <https://doi.org/10.2478/vjes-2018-0009>
- Bede, Á., Csathó, A. I. 2019: Complex characterization of kurgans in the Csanádi-hát region, Hungary. *Tájökológiai Lapok* 17 (2): 131–145. <https://doi.org/10.56617/tl.3514>
- Bujdosó, Z., Zhu, K., Kapil, H., Kaliyeva, A., Beisakhmet, A., Iskakova, K., Zhakupova, A., Abisheva, Z., Sultangaliyev, A., Plokhikh, R., Dávid, L.D. 2024: Wider landscapes become tourism landscapes: bibliometric analysis and identification of key issues in the literature. *Journal of Sustainability Research* 6(2): e240021. <https://doi.org/10.20900/jsr20240021>
- Centeri, C., Szalai, Z., Jakab, G., Barta, K., Farsang, A., Szabó, S., Bíró, Zs. 2015: Soil erodibility calculations based on different particle size distribution measurements. *Hungarian Geographical Bulletin* 64(1): 17–23. DOI: <https://doi.org/10.15201/hungeobull.64.1.2>
- Deák, B., Botta-Dukát, Z., Rádai, Z., Kovács, B., Apostolova, I., Bátor, Z., Kelemen, A., Lukács, K., Kiss, R., Palpurina, S., Sopotlieva, D., Valkó, O. 2024: Meso-scale environmental heterogeneity drives plant trait distributions in fragmented dry grasslands. *Science of the Total Environment* 947: e174355. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174355>
- Egri Z. 2023: Mobilitás és perzisztencia a hazai települési szintű jövedelemegyenlőtlenségi folyamatokban, 2012–2019. *Területi Statisztika* 63(1): 3–37. <https://doi.org/10.15196/TS630101>

- European Parliament (EP) 2026: Legislative Train Schedule. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-new-eu-biodiversity-strategy> Letöltés ideje: 2026.03.13.
- Farkas T. 2000: SAPARD kistérségek. *Tér és Társadalom* 14(2-3): 209–217. <https://doi.org/10.17649/TET.14.2-3.588>
- Gyuricza, Cs., Földesi, P., Mikó, P., Ujj, A. 2005: Carbon dioxide emission from arable lands. *Cereal Research Communications* 33(1): 89–92. <https://doi.org/10.1556/CRC.33.2005.1.21>
- Horváth, J.; Komarek, L. 2016: A világ mezőgazdaságának fejlődési tendenciái. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely. p. 269.
- Kabil, M., Priatmoko, S., Farkas, T., Karpati, J., Dávid, L. D. 2023: The underdog effect: Towards a conceptual framework for enhancing voluntourism. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 42: 100609. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100609>
- Komarek L. 2019: Hasonlóságok és különbségek Magyarország területi fejlettségében. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok* 14(3): 29–43. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2019.3.29-43>
- Kránitz, L., Tóth, R., Vásáry, M. 2014: Egyes érzékeny ágazatok jövedelmezőségi helyzete–Vizsgálatok a 2015 utáni agrárpolitika sajátosságaira tekintettel. *Acta Carolus Robertus* 4(2): 47–56. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.206843>
- Lentner, Cs. (2017): Scientific taxonomy of Hungarian public finances after 2010. *Civic Review* (13):21–38. <https://doi.org/10.24307/psz.2017.0303>
- Malatinszky, Á., Ádám, S., Falusi, E., Saláta, D., Penksza, K. 2013: Climate change related land use problems in protected wetlands: a study in a seriously affected Hungarian area. *Climatic Change* 118 (3): 671–682. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0689-9>
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) 2025: Az Agro-ökológiai Program a 2023–2027-es támogatási időszakban. Agrárminisztérium és a Magyar Államkincstár, Budapest, 2025. 31. p.
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) 2024a: Agrár-környezetgazdálkodás kézikönyv a támogatási kérelem benyújtásához. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 2024. 129.p.
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) 2024b: Ökológiai gazdálkodás kézikönyv a támogatási kérelem benyújtásához. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 2024. 79.p.
- Rákóczi A. 2024: Az agrártáj változásai és a közvetlen támogatások összefüggései 2009 és 2023 között Békésben. *Tájökológiai Lapok* 22(1): 85–100. DOI: <https://doi.org/10.56617/tl.4934>
- Rákóczi A. 2022: A vidékfejlesztést szolgáló kormányzati intézkedések komplex végrehajtása a területi közigazgatásban. *Polgári Szemle* 18(1-3): 66–79. <https://doi.org/10.24307/psz.2022.1106>
- Rákóczi A. 2017a: A zöldítési előírások bevezetésének első éves tapasztalatai Békés megyében. *Tájökológiai Lapok* 15(1): 59–66. <https://doi.org/10.56617/tl.3616>
- Rákóczi A. 2017b: A „zöldkomponens” első éve számokban, Békés megyében. *Gazdálkodás* 61 (3): 235–246. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.265268>
- Ritter, K., Kassai, Z., Farkas, T. 2011: Importance of the LEADER programme in Hungarian rural areas facing globalization and agricultural decline. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 13(6): 205–210.
- Tirják L. 2016: A Déványai tűzokvédelmi mintaterület működtetésének ökológiai alapvetése. PhD-értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron. p. 169.
- Tölgyesi, C., Vadász, C., Kun, R., Csathó, A. I., Batori, Z., Hábczyus, A., Erdős, L., Török, P. 2022: Post-restoration grassland management overrides the effects of restoration methods in propagule-rich landscapes. *Ecological Applications* 32(1): 02463. <https://doi.org/10.1002/eap.2463>
- Zhoya, K., Issakov, Y., Kaimuldinova, K., Sarkytan, K., Ussenov, N., Muzdybayeva, K., Polischchuk, E., Dávid, L. D. 2024: Structural model of formation of geoeological competence of tourism students. *Journal of Geography in Higher Education*, 48 (4), 679–703. <https://doi.org/10.1080/03098265.2023.2298321>

Hivatkozott jogszabályok és rendeletek

17/2024. (IV. 9.) AM rendelet a Közös Agrárpolitika Stratégiai Tervből megvalósuló Agro-ökológiai Programhoz kapcsolódó támogatás igénybevételének részletes szabályairól

54/2023. (IX. 13.) AM rendelet a Közös Agrárpolitikából és a nemzeti költségvetésből biztosított agrár-támogatások felhasználásának rendjéről

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) **2018/848 (V. 14.) rendelete** az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek jelöléséről, valamint a 834/2007/EK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről

European Commission COM(2020) 380 final: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - EU Biodiversity Strategy for 2030

The relationship between changes in the agricultural landscape and direct support between 2009 and 2023 in Békés County

ATTILA RÁKÓCZI

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
Institute of Rural Development and Sustainable Economy,
Department of Rural and Regional Development,
2100-Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary
e-mail: rakoczi.attila@uni-mate.hu

Keywords: common agricultural policy, direct supports, diversification, eco-farming, nature conservation

The Community and the national agricultural support system are crucial for agriculture. The support period starting in 2009 has also brought significant changes in direct support. Farmers are entitled to support under several legal titles - in addition to complying with various regulations - some of which are mandatory elements, others are optional forms of support. The latter includes the so-called Agro-ecological Program, which, in exchange for higher support, also includes several ecological requirements for producers (environmental, nature conservation, landscape protection regulations). I conducted my examination in Békés County, during which I analyzed the data requested from the Békés County Government Office and the Hungarian State Treasury and presented the characteristic data of the higher-level eco-regulations for the initial years of the support period. I found that the proportion of farmers participating in agri-environmental and ecological management support, as well as the size of their areas, has increased in the recent period. In addition, the support of the Agro-ecological Program is also widely requested in the county. The latter all contribute to the development of more sustainable, environmentally and nature-friendly agricultural production.

*A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Őszibúza-fajták termőképességének összehasonlító vizsgálata ökológiai és konvencionális termesztési rendszerekben, karcagi agroökológiai feltételek mellett

ASBOLT GERGŐ^{1,2,*}, LOUJAINÉ SEDDIK², SEREN ZEDAN², VARGA KRISZTINA¹, CSÍZI ISTVÁN¹, ZSIGRAI GYÖRGY¹, TUBA GÉZA¹, ZSEMBELI JÓZSEF¹

^{1*} Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Nemzeti Éghajlat- és Tájkutató Központ,
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.;
e-mail: asbolt.gergo@uni-mate.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Agrár- és Élelmiszertudományok Doktori Iskola,
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Kulcsszavak: ökológiai gazdálkodás, őszi búza, fajtakísérlet, terméshozam, agronómiai paraméterek

Összefoglalás: 2022 és 2025 között hároméves kisparcellás őszi búza fajta-összehasonlító kísérletet folytattunk le Karcagon kötött, mélyben sós réti csernozjom talajon ökológiai és konvencionális termesztési feltételek között, tíz karcagi nemesítésű őszibúza-fajtával, a 'KG Kunhalom' fajtát használva standardként. A terméshozamokat és agronómiai paramétereket összevetettük egymással, a helyi meteorológiai adatokkal, valamint az azok alapján számított klimatikus vízmérleggel. Az eredmények kiértékelése leíró statisztika, egy- és többváltozós varianciaanalízis, valamint korrelációanalízis segítségével történt. Vizsgálataink során nem tapasztaltunk fagykárt; a talajfelszínen mért hőmérséklet egyetlen esetben sem hűlt -10 °C alá. A 2023-as év csapadékosabb és hűvösebb tavaszi-nyári időjárása az enyhébb téllal párosulva kedvezett a sárgarozsda-járványnak, amely jelentős fertőzést okozott. Bár csekélyebb mértékben, de szintén megjelentek ekkor a gabona-lisztharmat, a szárrozsdá és a vöröszosda is. A fajták között szignifikáns különbségek mutatkoztak betegség-ellenállóságban és a főbb agronómiai jellemzők tekintetében. Ökológiai termesztésben a terméshozam pozitívan korrelált a fenofázisok hosszával, a növény-magassággal és az állóképességgel; a gyomosság és a terméshozam között negatív kapcsolatot igazoltunk. A terméshozamot minden tenyészidőszakban statisztikailag igazolhatóan befolyásolta a fajtaválasztás, és a termesztési rendszer; ezen felül szignifikáns évjáráthatást, valamint kölcsönhatást mutatunk ki a genotípus és az agroökológiai tényezők között is. A csapadékösszeg és a klimatikus vízmérleg (kiemeltképp szárbainduláskor) szorosan, pozitívan korreláltak a kevésbé fertőzött fajták esetében, a konvencionális kezeléshez hasonló tendenciát követve. Ugyanezen fajtáknál az ökológiai termesztési rendszerben az őszi vegetációs időszakban pozitív-, míg a szárbaindulástól a reprodukív szakasz végéig negatív igazolható összefüggést találtunk a terméshozam és az átlaghőmérséklet között; konvencionális termesztési feltételek között hasonlóképp viselkedett mindegyik vizsgált búzafajta.

Bevezetés

A szintetikus és egyéb „természetidegen” anyagok használatát mellőző mezőgazdasági gyakorlatot organikus-, bio- vagy ökológiai gazdálkodásnak nevezzük (Berényi 2012). Ez ökológiai növénytermesztés esetében magába foglalja a kíméletes talajművelést (Radics 2001, Balog et al. 2024); szerves trágya, komposzt, illetve nitrogénmegkötő

növények használatát tápanyagutánpótlás céljából (Nielsen 2019); az ökológiai növényvédelmet (Radics 2001), és az adott agroökológiai feltételek- és az ökológiai termesztés feltételei közé jól illeszkedő fajta választását (Fehér 2021). Ökológiai gazdálkodásban kiemelt hangsúlyt kapnak a tájfajták, illetve az azokból kinemesített helyi-, úgynevezett „modern tájfajták” (Ángyán és Menyhért 1997, Megyeri et al. 2021).

A közönséges búza (*Triticum aestivum* L.) az emberiség egyik legjelentősebb és legnagyobb területen termesztett növénye (Radics 1994), vetésterülete a legfrissebb adatok szerint világszinten 220 millió hektár körül van (http1), hazánkban pedig megközelítőleg 1 millió hektáron folyik őszi búza termesztése (KSH 2025). A globális mezőgazdasági-élelmiszeripari rendszerekben és az ételmezésben betöltött szerepe miatt az ökológiai növénytermesztésben is az egyik legjelentősebb növényfaj (Dunăreanu et al. 2023).

A búzatermés mennyisége az adott fajta genetikai sajátosságai mellett főképp a talaj tápanyag- és vízellátottságának függvényében változik (Ágoston és Pepó 2006). A termés- és a tavaszi csapadék mennyisége között több szerző (Jolánkai et al. 2004, Ágoston és Pepó 2005, Li et al. 2018) is szignifikáns pozitív korrelációt igazolt. A tápanyagok hasznosulásának mértékét az agroökológiai feltételek (Blaskó és Zsigrai 2003), az alkalmazott fajta (Pepó 2007) és az agrotechnika is befolyásolják (Pepó 2022). A búzatermesztés legnagyobb kockázati tényezőjeként Pepó (2002) a változékony, gyakran szélsőséges időjárást nevezi meg. A klímaváltozás káros hatásai közül Gyuricza et al. (2025) az aszályt emelik ki a növénytermesztés legnagyobb kihívásaként, egyúttal az ellene való védekezés elemei közt említik a helyi klimatikus viszonyokhoz alkalmazkodott helyi-, illetve tájfajták használatát. Az előforduló hőmérsékleti szélsőségek közül a búzatermés mennyiségét a téli, bokrosodási csomó mélységében tartósan $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérséklet (Varga-Haszonits 1977), a tavaszi, szárbaindulást követő fagyok (Klein és Lyon 2006) és a reprodukív szakaszban $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti léghőmérséklet befolyásolják negatívan (Ullah et al. 2022).

Amint az általánosan elmondható (De La Cruz et al. 2023) a búza is kevesebbet terem ökológiai termesztési körülmények között, átlagosan a konvencionális termés hozamok 65–80%-át. Az ökológiai rendszerekre jellemző a nitrogénhiány, mely abból ered, hogy a szerves tápanyag-forrásokból a tápelemek feltáródása a növények számára felvehető formába lassabban megy végbe, így később tudják hasznosítani azokat, mint a műtrágyákat (Wilkinson et al. 2023), ami a kritikus fenofázisokban jelentősen befolyásolhatja a növény fejlődését (Grausgruber et al. 2024). A gyomok szintén jelentős kihívást jelentenek az ökológiai gazdálkodásban (Costanzo et al. 2021). Habár a mechanikai gyomirtás jelentős hatással bír az ökológiai termesztés eredményességére, gyakran kevésbé hatékony, mint a konvencionális gazdálkodásban alkalmazható kémiai védekezés (Marino 2023). Az ökológiai módon termesztett búza kitettebb a betegségeknek és kártevőknek, így kiemeltképp a rozsdabetegségek jelentős termés kiesést okozhatnak (Kaur és Mukherjee 2020). Mindemellett az ökológiai termesztési rendszer Campiglia et al. (2015) többéves durumbúzával folytatott vizsgálatai során érzékenyebbnek mutatkozott egyes ökológiai tényezőkre, mint a konvencionális. A léghőmérséklet az ökológiai termesztési feltételek között erősebb összefüggést mutatott a

terméshozammal. Elsősorban a kelleténél hűvösebb tavasz esetén mutatkozott nagyobb termés csökkenés az ökológiai termesztésben. Másrészt azt is kimutatták, hogy csapadékosabb évjáratban a konvencionális termesztés irányába mozdul el a két termesztési rendszer közötti termés hozam-arány, mely egyrészt a nitrogén műtrágyák használatából eredő jobb vízhasznosulásnak, másrészt a nagyobb mértékű gyomosodásnak tudható be.

Az egyes búzafajták teljesítménye is jelentősen eltérhet ökológiai és konvencionális termesztési feltételek között, ami indokoltá teszi azok tesztelését mindkét termesztési rendszer keretein belül (Kamran et al. 2014, Mesterházy et al. 2024). Ökológiai termesztésben kulcsfontosságú szerepet kap az alacsony tápanyagszükséglet és a jó tápanyag-hasznosító képesség (Yadav et al. 2020), az adott növényfajt érintő betegségekkel szembeni ellenállóképesség (Urbanavičiūtė et al. 2024) és a gyomokkal szembeni versenyképesség (Lyon et al. 2020). A fuzárium elleni megelőző védekezés részeként előnyösebbek a magasabb és egyben erősebb szárú, megdőlésre minél kevésbé hajlamos búzafajták (Mesterházy 2021), továbbá előnyben részesítendőek azok, amelyek minél következetesebben teljesítenek eltérő agroökológiai feltételek között (Fehér 2021).

Magyarországon, illetve hazai kísérleti helyszínt is magába foglaló ökológiai búza (*Triticum aestivum* L.) fajtakísérletekről eddig néhány tudományos tanulmány (Csősz L-né et al. 2014, Földi et al. 2014, Mikó et al. 2014, Földi és Drexler 2015, Rakszegi et al. 2016a, b, Földi et al. 2022) jelent meg a martonvásári (jelenleg HUN-REN) Agrártudományi Kutatóközpont, a szegedi Gabonakutató és az ÖMKi (Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet) kutatóinak részéről. Utóbbi intézet 2012 óta üzemi (on-farm) fajtakísérletek, valamint 2020 óta zajló kisparcellás ökológiai őszi búza fajtateszthálózat (Fehér et al. 2020) fajtakísérleteinek eredményeit minden évben közzéteszi online (<http2>, <http3>). A fajtateszt-hálózat hiánypótló jellege mellett fontos kiemelni, hogy az így vizsgálható fajták száma korlátozott.

Jelen tanulmány célja (1) karcagi nemesítésű őszibúza-fajták termőképességének összehasonlítása ökológiai körülmények között, három év eredményei alapján, standard fajta alkalmazásával; (2) az eredmények értékelése a legfontosabb agronómiai tulajdonságok és a biotikus kártételek (vadkár, rovarkár, betegségek, gyomosság) tükrében; (3) az ökológiai és konvencionális termesztési módok terméseredményeinek összehasonlítása; (4) a hozamok és a meteorológiai mutatók (csapadékösszeg, átlaghőmérséklet, klimatikus vízmérleg) közötti összefüggések elemzése.

Anyag és módszer

Kísérletünket Karcag nyugati külterületén, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) egy ökológiai tanúsítással rendelkező (GPS koordináták: 47.2861, 20.9021) és egy, az azzal szomszédos konvencionálisan kezelt tábláján (GPS koordináták: 47.2864, 20.8910) állítottuk be 2022 és 2025 között, kisparcellás (10 m²), 4 ismétléses véletlen blokk elrendezésben, 550 csíra m⁻² csíraszámmal, gabonasortávra (12,5 cm)

vetve, 10 karcagi őszibúza-fajtával, a KG Kunhalom fajtát kijelölve azok közül standardként annak addigi ökológiai fajtakísérletekben elért eredményei alapján (Földi et al. 2022, [http2](#), [http3](#)). A kísérleti helyszín tengerszint feletti magassága 86 m, talaja agyagos vályog fizikai féleségű, mélyben sós réti csernozjom. Az egyes részkísérletek talajvizsgálati adatait és előveteményeit az 1. táblázat tartalmazza. A minták elemzését a MATE Laborközpont akkreditált Környezetanalitikai Laboratóriuma (ÖVKI) végezte el.

1. táblázat. A kísérleti helyszín legfontosabb talajvizsgálati (0–30 cm réteg) adatai (Karcag, 2022–2025)

Table 1. The most important soil (0–30 cm layer) test data of the experimental site (Karcag, 2022–2025)

Termesztési mód	Ökológiai	Konvencionális		
Tenyészedőidőszak	2022–2025	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Elővetemény	fekete ugar	takarmány-borsó	szegletes lednek	pannonbüköny
Vizsgált paraméter				
pH (KCl)	5,49	5,17	5,37	5,19
K _A	48	49	46	47
Sótartalom (m/m%)	0,07	0,08	0,08	0,08
CaCO ₃ (m/m%)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Humusztartalom (m/m%)	3,80	3,76	3,36	3,67
NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ (KCl) (mg kg ⁻¹)	34,0	48,0	29,2	42,9
P ₂ O ₅ (AL) (mg kg ⁻¹)	389	108	135	89
K ₂ O (AL) (mg kg ⁻¹)	600	540	402	491

A kísérleti időszak meteorológiai adatai a MATE Nemzeti Éghajlat- és Tájkutatói Központ (NÉTK) területén kihelyezett HungaroMet mérőállomás (állomásszám: 55405) által rögzített adatbázisból származnak. A meteorológiai paraméterekkel végzett vizsgálatainkhoz a tenyészedőidőszakot Erdei és Szániel (1975) tagolása alapján, Zádoks (1974) skála szerint a következőképp osztottuk fel: Őszi vegetatív periódus (Z00–Z19); Vernalizáció, bokrosodás (Z20–Z29); Szárbaindulás – kalászolás (Z30–Z59); Virágzás – teljes érés (Z60–Z99). Az egyes részedőidőszakok intervallumait a különböző fenofázisok kezdetének megfigyelése alapján határoztuk meg tenyészedőidőszakonként. Az így kapott periódusok és a teljes tenyészedőidőszakok csapadékösszege, valamint a csapadék és a potenciális evapotranszspiráció különbözeteként számított klimatikus vízmérlege (Thornthwaite és Mather 1955) a 2. táblázatban; a lég- és talajhőmérsékleti adatok pedig a 3. táblázatban tekinthetők meg.

2. táblázat. A kísérleti tenyészidőszakok és azok periódusainak csapadékösszege és klimatikus vízmérlege (Karcag, HungaroMet – MATE NÉTK, 2022-2025)

Table 2. Precipitation and climatic water balance of the experimental growing seasons and their periods (Karcag, HungaroMet – MATE NÉTK, 2022-2025)

Periódus	Csapadékösszeg (mm)			Klimatikus vízmérleg (mm)		
	Tenyészidőszak					
	2022/2023	2023/2024	2024/2025	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Őszi vegetatív	38,6	144,1	34,2	-3,6	93,9	4,6
Vernalizáció, bokrosodás	196,7	97,1	107,1	45,0	-96,8	-56,9
Szárbaindulás - kalászoslás	55,8	29,2	28,1	-46,9	-100,5	-113,7
Virágzás - teljes érés	71,9	80,3	40,7	-160,6	-156,2	-266,9
Összesen	363,0	350,7	210,1	-166,1	-259,6	-432,9

3. táblázat. A kísérleti tenyészidőszakok lég- és talajhőmérsékleti adatai (Karcag, HungaroMet – MATE NÉTK, 2022-2025)

Table 3. Air and surface temperature data of the experimental Growing seasons (Karcag, HungaroMet – MATE NÉTK, 2022-2025)

Periódus	Tenyészidőszaka								
	2022/2023			2023/2024			2024/2025		
	Lég hőmérséklet(°C)								
	Min.	Átlag	Max.	Min.	Átlag	Max.	Min.	Átlag	Max.
Őszi vegetatív	-1,2	8,8	21,9	-4,6	8,0	23,6	-4,4	3,7	18,3
Vernalizáció, bokrosodás	-8,8	4,3	23,2	-9,5	6,1	28,2	-10,2	4,0	22,4
Szárbaindulás – kalászosítás	0,4	12,7	25,2	0,5	14,9	29,8	1,5	15,3	29,9
Virágzás - teljes érés	7,1	20,1	33,7	7,1	20,5	35,2	5,9	22,0	38,1
Átla	-	11,5	-	-	12,3	-	-	11,2	-
	Felszínhőmérséklet (°C)								
Őszi vegetatív	-0,5	8,7	-	-2,9	7,3	-	-4,2	2,9	-
Vernalizáció, bokrosodás	-8,9	3,8	-	-7,6	5,1	-	-9,9	3,3	-
Szárbaindulás – kalászosítás	0,1	14,0	-	0,9	15,1	-	0,0	14,7	-
Virágzás - teljes érés	7,2	22,0	-	6,1	21,7	-	5,3	22,9	-
Átlag	-	12,1	-	-	12,3	-	-	10,9	-

A talajművelés a MATE NÉTK helyi viszonyokra adaptált redukált, forgatás nélküli rendszere szerint történt (Zsembeli et al. 2015, Tuba et al. 2022). Az ökológiai terület a kísérletet megelőzően ugaroltatva volt (1. táblázat), ahol a gyomok felszaporodásának megakadályozására azok megjelenésének mértékétől függően több menetben szárazútót és talajmarót alkalmaztunk (a terület kis méreteiből kifolyólag). A területre tápanyagutánpótlásként az első évben, 2022 augusztusában érett juhtrágyát juttattunk ki, 15 t ha⁻¹ dózisban [N: 151,5 kg ha⁻¹, P: 186 kg ha⁻¹, K: 447 kg ha⁻¹ Csízi és Monori (2009) alapján], melyet még aznap a nehéztárcsás (IH 6,2) tarlóhántással egy menetben bedolgoztunk a talajba. A juhtrágya kijuttatott dózisának ily mértékű maximalizálását – 10%-os hibahatárral számolva N hatóanyagra – az ökológiai termelésre vonatkozó 2018/848 EU rendeletbe és a 59/2008. (IV. 29.) FVM rendeletbe (nitrátrendelet) foglalt 170 kg N ha⁻¹ év⁻¹ határérték indokolta, amely az egyszerre kijuttatható teljes nitrogén-

tartalomra vonatkozik, nem pedig az évente feltáródó, növények által felvehető (mineralizálódott) nitrogén mennyiségére. Az alapművelést követően a kísérleti területet Väderstad TopDown 300 kultivátorral műveltük meg, majd annak elmunkálására gyűrűshengert használtunk. A magágykészítés kombinátorral történt, a vetés Hege 80 sűrűsoros vetőgéppel, a vetés lezárása pedig gyűrűshengerrel, minden évben október második felében, az időjárási körülményekhez igazodva. A következő évi kísérletek helyét az oda történő vetésig továbbra is ugaron hagytuk. Szárbaindulásig a gyomosodás mértékétől függően a kísérleti parcellákon több menetben alkalmaztunk gyomfűt minden évben. Az utak tisztántartását szintén mechanikai úton, talajmaróval végeztük. A konvencionális területen minden évben egyéves, őszi hüvelyes elővetemény (1. táblázat) után vetettük el a kísérletet, vetésforgót követve. A talajművelés mindkét művelési mód esetén minden évben azonos módon történt, egymáshoz közeli dátumokon. A konvencionális területeken minden tenyészidőszakban NP 15:25 műtrágyát juttattunk ki őszi alaprágázásként, 200 kg ha^{-1} (N: 30 kg ha^{-1} , P: 50 kg ha^{-1}) dózisban. Tavasszal szárbainduláskor pétisót juttattunk ki, az első és a harmadik tenyészidőszakban 200 kg ha^{-1} (N: 54 kg ha^{-1}), a második tenyészidőszakban pedig 300 kg ha^{-1} (N: 81 kg ha^{-1}) dózisban, a talajvizsgálati eredmények alapján. A kísérlet konvencionális területen elvetett része minden évben megkapta a szükséges növényvédőszeres kezelést. Gombák elleni védekezéshez Vibrance Duo csávázószert (hatóanyag/dózis: fludioxonil: $0,05 \text{ g kg}^{-1}$, szedaxán: $0,05 \text{ g kg}^{-1}$), illetve tavasszal három szárcsomós állapotban és a virágzás kezdetén történő állománykezelésképp Teson gombaölőszert (hatóanyag/dózis: tebukonazol: 250 g ha^{-1}) alkalmaztunk. Rovarok ellen fertőzöttségtől, illetve kártétel megjelenésétől függően áprilisban és májusban Judo rovarölőszert juttattunk ki (hatóanyag/dózis: lambda-cihalotrin: $7,5 \text{ g ha}^{-1}$, pirimikarb: 150 g ha^{-1}). A gyomosodás mértékétől függően tavasszal több menetben Xanadu WG gyomirtószert használtunk (hatóanyag/dózis: benszulfuron-metil: 500 g ha^{-1} , metszulfuron-metil: 40 g ha^{-1}). A betakarítás mindegyik évben és területről Wintersteiger Classic parcellakombájnnal történt júliusban.

A vizsgált agronómiai tulajdonságok közül a télállóságot, növénymagasságot, állóképességet, valamint a kalászoslásig- és érésig eltelt napok számát a NÉBIH fajtakísérleti metodikája (Poós és Kőrösi 2025) szerint határoztuk meg. A növénykórtani elemzések során a fertőzött célfelület arányát levélbetegségek esetén a fertőzött levélfelület %-os mértéke, kalászbetegségek esetén pedig a McMullen et al. (1997) által leírt FHB-index jelentette. Utóbbi meghatározása az incidencia (fertőzött kalászkák %-a) és a súlyosság (fertőzött kalászkák %-a) szorzataként adódik (osztva 100-zal). A vizuális becslés pontosságát James (1971) standard skáláinak használata mellett a Canopeo alkalmazással (v. 1.1.7.) határoztuk meg a nagyobb pontosság érdekében. A bokrosodás mértékét, mely alatt a parcellákon a talajfelszín kultúrnövény által borított %-os aránya értendő, szintén az említett alkalmazás használatával meghatározott teljes zöldfelület és a szemrevételezéssel becsült gyomarány különbségeként számítottuk ki. A gyomosodás mértékét tavaszi és júniusi felvételezéssel rögzítettük; az elemzésekhez a maximumot mutató júniusi értékeket vettük alapul, ahol a domináns faj a kaporlevelű ebszékfű (*Tripleurospermum inodorum* L.) volt. A termés hozamot légáramos tisztítás

után, FOSS Infratec 1241 analízátorral mért szemnedvesség alapján, 14%-os víztartalomra korrigálva számítottuk ki.

Az adatok feldolgozása és kiértékelése Microsoft Windows 11 operációs rendszeren futó Microsoft Excel 16 táblázatkezelő program használatával történt, a legfontosabb leíró statisztikai mutatók meghatározásával, korrelációanalízissel, valamint Sváb (1973) módszere alapján elvégzett egytényezős varianciaanalízissel, illetve a terméshozamok esetén egy- és kéttényezős varianciaanalízissel, valamint az azokra épülő 'Kísérletsorozatok összevonása, a kísérletek kétirányú csoportosításával' címen ismertett többtényezős, több helyszínen és évben megismételt kísérletsorozatok kiértékelésére alkalmazható módszerével. A varianciaanalízisekre épülő post-hoc tesztként minden esetben meghatároztuk a $p=0,05$ szignifikanciaszinten jelentkező legkisebb szignifikáns különbséget ($SzD_{5\%}$), majd az alapján szignifikanciacsoportokba soroltuk az átlageredményeket. Ahol azt indokoltnak láttuk – terméshozam-eredmények elemzése, korrelációvizsgálatok a meteorológiai paraméterekkel – a fajták eredményeit külön (betegségekre való fogékonyság mértéke alapján) csoportosítva is vizsgáltuk. A szántóföldön vizsgált agronómiai paraméterek eredményeinek szöveges értékelésére a terjedelemre való tekintettel csak azokban az esetekben térünk ki, ahol az adott tulajdonság szignifikáns mértékben befolyásolta a terméshozamot. Az eredmények konvencionális kezelésen belüli egymással való összevetésére (szintén a terjedelemre való tekintettel) nem térünk ki, jelen tanulmányban azokat csupán az ökológiai kezelés kontrolljaként vesszük alapul.

Eredmények

A vizsgálati időszakban kifagyást nem tapasztaltunk; a bokrosodási csomó mélységéhez (1–3 cm) közeli, talajfelszínen mért hőmérsékleti minimum egyetlen esetben sem süllyedt -10 °C alá, így a télállóság nem képezte további elemzés tárgyát. A 2023-as tenyészidőszak csapadékos és hűvös időjárása kedvezett egyes gombás fertőzések kialakulásának (gabonalisztharmat, szárrozsa, sárgarozsa, levélrozsa). A 2023-as évben országos szinten jelentkező sárgarozsa-járvány (Füzi 2024, [http4](http://4)) ökológiai termesztési feltételek között összességében jelentős fertőzést okozott. A többi említett betegség kisebb mértékben volt tapasztalható, ám a legfogékonyabbnak mutakozó fajta esetén szintén minden esetben elérte, vagy meghaladta az 5%-os fertőzöttségi szintet (4. táblázat). A kísérlet többi évében az ökológiai körülmények között sem jelentkezett semmilyen fertőzés 5%-ot meghaladó mértékben.

Bár a második vizsgált tenyészidőszakban az összesen lehullott csapadék mennyisége megközelítette az első tenyészidőszak értékeit, annak jelentősebb része az őszi időszakra koncentrált, a téli és a tavaszi vegetatív fejlődési periódus jóval szárazabbnak bizonyult az előző évhez képest. A tavaszi vegetatív fejlődési fázisban az átlaghőmérséklet is magasabb volt az előző évhez képest, így a potenciális evapotranspiráció (PET) mértéke és a vízhiány is nagyobb volt, a téli – bokrosodási időszakban

ekkor mutatta a legalacsonyabb, negatív értéket. A harmadik tenyészidőszak bizonyult a legszárazabbnak az őszi és a téli bokrosodási periódust együttvéve, valamint a többi időszakban. Az őszi és téli időszak ebben az évben volt a leghűvösebb, ugyanakkor a szárbainduláskor és a generatív fejlődési szakaszban a legmelegebb (3. táblázat). A vízhiány a klimatikus vízmérleg alapján ebben a tenyészidőszakban volt a legkritikusabb (-432,9 mm), melynek jelentős része (-266,9 mm) a reprodukív szakaszban jelentkezett (2. táblázat).

A rovarkártétel egyik évben sem érte el az 5%-ot. Ennek kapcsán fontos megjegyeznünk, hogy a veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L.) kártétele a szomszédos őszi árpa ökológiai fajtakísérletben 2024 tavaszán helyenként elérte az 50%-ot is, mely Galun et al. (1966) azon megállapítását látszik igazolni, miszerint a kártevő az árpát (*Hordeum vulgare* L.) preferálja a búzával szemben, így ezt véltük az alacsony rovarkártétel fő okának a jelen tanulmány tárgyát képező búza kísérletben. A vadkár mértéke szintén elhanyagolható (5% alatti) volt.

4. táblázat. A vizsgált őszi búza-fajtákon ökológiai termesztési körülmények között megjelent különböző fertőzések mértéke (levélfelület %) a 2022/2023-as tenyészidőszakban (Karcag)

Table 4. The extent of various infections (% of leaf area) on the tested winter wheat varieties under organic crop production conditions in the growing season 2022/2023 (Karcag)

Fajta	Lisztharmat		Szárrozsda		Sárgarozsda		Vöröszrozsda	
Kondor	12,50	g	4,25	c	35,00	f	2,00	b
Hunor	7,50	ab	0,00	a	10,00	b	1,00	a
Róna	11,88	fg	5,00	c	40,00	g	1,00	a
Alex	9,38	c	4,25	c	15,00	c	1,00	a
KG Magor	10,63	de	1,00	ab	25,00	e	2,00	b
KG Kunhalom (st.)	10,00	cd	0,00	a	20,00	d	1,00	a
KG Széphalom	11,25	ef	7,50	d	50,00	h	1,00	a
KG Kunglória	11,88	fg	1,00	ab	35,00	f	1,00	a
KG Bendegúz	6,88	a	2,00	b	15,00	c	5,00	c
KG Vitéz	8,13	b	0,00	a	5,00	a	1,00	a
Átlag (6)	10,00		2,50		25,00		1,60	
SzD ^{5%} (7)	1,02		1,28		4,05		0,75	

Megjegyzés: az azonos betűjelöléssel nem rendelkező értékek között adott oszlopon belül $p=0,05$ szinten szignifikáns a különbség

A szántóföldön vizsgált agronómiai paramétereknél (5. táblázat) a gyomosság kivételével minden esetben mutatkoztak szignifikáns különbségek $p=0,05$ szignifikanciaszinten a kísérletben szereplő búzafajták között. Gyomosodást illetően a 2023/2024-es tenyészidőszakban jelentkezett egyedül statisztikailag igazolható különbség, amikor a legnagyobb mértékű gyomfertőzöttséget tapasztaltuk.

5. táblázat. A kísérletbe vont őszibúza-fajták ökológiai termesztési körülmények közötti szántóföldön vizsgált agronómiai eredményei (Karcag, 2022–2025)

Table 5. Agronomic results of the winter wheat varieties included in the experiment, tested in the field under organic production conditions (Karcag, 2022–2025)

Fajta	Kalászoslásig eltelt napok száma		Érésig eltelt napok száma		Bokrosodás (%)		Gyomosság (%)		Növényma- gasság (cm)		Állóképesség (skálaérték 1–9)	
Tenyészedőszak (8): 2022/2023												
Kondor	212	b	256	c	76,00	b	11,25		82,50	d	8,50	a
Hunor	213	c	256	c	63,50	cd	11,25		78,75	de	8,50	a
Róna	212	b	256	c	61,50	d	15,00		82,50	d	6,00	bc
Alex	212	b	256	c	80,00	ab	8,75		77,50	e	6,00	bc
KG Magor	212	b	256	c	76,50	b	5,25		82,50	d	8,50	a
KG Kunhalom (st.)	217	e	260	e	83,50	a	5,25		101,25	a	7,00	ab
KG Széphalom	210	a	254	b	84,25	a	10,50		87,50	c	4,50	c
KG Kunglória	210	a	252	a	67,00	c	11,25		78,75	de	7,50	ab
KG Bendegúz	214	d	259	d	67,50	c	7,75		87,50	c	8,50	a
KG Vitéz	218	f	261	f	66,75	c	5,25		93,75	b	6,50	abc
Átlag	213		257		72,65		9,15		85,25		7,15	
SzD _{5%}	1		1		3,76		-		3,22		1,71	
Tenyészedőszak: 2023/2024												
Kondor	193	c	240	c	73,00	ab	27,50	b	82,50	e	9,00	a
Hunor	194	d	241	d	62,50	c	18,75	ab	77,50	f	9,00	a
Róna	194	d	241	d	60,25	c	17,50	ab	88,75	d	8,00	ab
Alex	194	d	241	d	69,75	b	27,50	b	82,50	e	8,00	ab
KG Magor	193	c	240	c	74,00	ab	27,50	b	82,50	e	9,00	a
KG Kunhalom (st.)	197	f	244	e	75,00	ab	6,25	a	102,5 0	a	7,50	b
KG Széphalom	192	b	239	b	75,25	ab	11,25	a	92,50	cd	7,50	b
KG Kunglória	191	a	237	a	74,75	ab	32,50	b	82,50	e	8,00	ab
KG Bendegúz	195	e	241	d	76,25	a	17,50	ab	87,50	d	9,00	a
KG Vitéz	199	g	245	f	74,00	ab	8,75	a	97,50	b	7,50	b
Átlag (9)	194		241		71,48		19,50		87,63		8,25	
SzD _{5%} (10)	1		1		5,11		14,31		3,49		0,92	
Tenyészedőszak: 2024/2025												
Kondor	196	b	243	b	71,25	bc	7,75		81,25	c	7,50	ab
Hunor	198	c	244	c	59,50	e	5,25		78,75	c	8,00	a
Róna	198	c	244	c	59,25	e	6,25		85,00	b	7,00	bc
Alex	198	c	244	c	69,00	cd	5,00		81,25	c	6,00	cd
KG Magor	196	b	243	b	70,50	bc	5,25		80,00	c	6,50	bc
KG Kunhalom (st.)	202	e	246	e	74,00	ab	4,00		95,00	a	6,50	bc
KG Széphalom	194	a	239	a	76,75	a	5,25		87,50	b	5,50	d
KG Kunglória	194	a	239	a	68,75	cd	8,75		80,00	c	7,50	ab
KG Bendegúz	200	d	245	d	69,75	bcd	5,25		87,50	b	8,50	a
KG Vitéz	203	f	247	f	65,50	d	4,00		92,50	a	6,00	cd
Átlag (9)	198		243		68,43		5,68		84,88		6,90	
SzD _{5%} (10)	1		1		4,14		-		2,37		1,17	

Megjegyzés: az azonos betűjelöléssel nem rendelkező értékek között adott oszlopon belül $p=0,05$ szinten szignifikáns a különbség.

Az 6. táblázat a kísérletsorozat terméshozam adatai alapján elvégzett összesítő varianciaanalízis eredményeit mutatja be, mely szerint minden vizsgált tényezőn belül különböző mértékű (de mindegyik esetben $<0,05$ p-értékű) szignifikáns különbség, illetve -kölsönhatás mutatkozott azok között a Fajta x Termesztési mód x Év kölcsönhatás kivételével.

6. táblázat. A kísérletsorozat összesítő varianciaanalízise, a kísérletek kétirányú csoportosításával (Karcag, 2022–2025)

Table 6. Summary analysis of variance of the experimental series, with two-way grouping of the experiments (Karcag, 2022–2025)

Tényező	Négyzetösszeg	Szabadságfok	Négyzetátlag	F-érték	p-érték
Összes	247,43	256			
Fajta	12,75	9	1,42	2,97	7,31E-03
Környezet	213,25	5	42,65	89,54	3,12E-22
Termesztési mód	204,99	1	204,99	153,90	5,80E-07
Év	2,63	2	1,31	8,11	4,42E-04
Termesztési mód x Év	5,63	2	2,81	17,36	1,48E-07
Fajta x Környezet	21,44	45	0,48	2,94	3,58E-07
Fajta x Termesztési mód	11,99	9	1,33	8,21	5,11E-10
Fajta x Év	6,29	18	0,35	2,16	3,04E-02
Fajta x Termesztési mód x Év	3,15	18	0,18	1,08	3,76E-01
Összevont Hiba	-	162	0,16		

A 7. táblázat a három tenyészidőszak ökológiai és konvencionális termésátlagait, valamint a vizsgált tényezők átlagai közti $p=0,05$ szinten kapott legkisebb szignifikáns különbségeket szemlélteti. Az első tenyészidőszakban a Hunor a KG Bendegúz és a KG Vitéz terméshozama szignifikáns mértékben meghaladta a standardként kijelölt KG Kunhalom fajtaét. A szóban forgó tenyészidőszakban jelentősebb fertőzést okozó betegségek (lisztharmat, szárrozsda, sárgarozsda) az átlagosnál kevésbé fogékonyak mutatózó (Hunor, Alex, KG Bendegúz, KG Vitéz) fajták ekkor adták a legtöbb termést. A leginkább fertőzött fajták (Róna, KG Széphalom, KG Kunglória) elsőéves terméseredményei azonban nemcsak a második, hanem még a harmadik, legszárazabb tenyészidőszakban mértékhez képest is szignifikáns mértékben elmaradtak. Ezek alapján a továbbiakban indokoltnak láttuk a módszertani korrekció alkalmazását a négy legkevésbé fertőzött fajta eredményei alapján. Az így kapott „korrigált öko” termésátlagok a második és harmadik évben nem tértek el szignifikánsan az összes fajta ökológiai termesztésbeli átlagától. Az első évben azonban a korrigált átlag szignifikánsan magasabb volt az összes vizsgált fajta ökoátlagánál és a második, illetve harmadik tenyészidőszak ökológiai átlagainál.

7. táblázat. Az ökológiai és konvencionális őszi búza fajta-összehasonlító kísérlet három évének terméshozam ($t\ ha^{-1}$) eredményei (Karcag, 2022–2025)

Table 7. Yield ($t\ ha^{-1}$) results of the three growing seasons of the organic and conventional winter wheat variety tests (Karcag, 2022–2025)

Fajta	Tenyészedőidőszak											
	2022/2023				2023/2024				2024/2025			
	Termesztési mód											
	öko		konvencionális		öko		konvencionális		öko		konvencionális	
Kondor	3,98	c	9,80	a	5,02	cd	9,06	a	4,75	cd	8,51	bc
Hunor	6,47	a	9,96	a	5,26	cd	8,89	a	4,90	bc	8,21	bc
Róna	2,71	d	8,42	b	4,99	cd	8,04	b	4,55	cde	7,41	d
Alex	5,04	b	8,76	b	4,64	d	8,13	b	4,28	e	7,39	d
KG Magor	4,67	b	9,90	a	5,03	cd	9,09	a	4,76	cd	8,48	bc
KG Kunhalom (st.)	5,04	b	8,39	b	5,87	a	7,93	b	5,21	ab	7,31	de
KG Széphalom	2,61	d	8,50	b	4,94	cd	8,21	b	4,51	de	8,02	c
KG Kunglória	3,29	cd	9,78	a	4,87	cd	9,23	a	4,58	cde	9,04	a
KG Bendegúz	5,99	a	9,97	a	5,77	ab	9,11	a	5,49	a	8,68	ab
KG Vitéz	5,82	a	7,75	c	5,34	bc	7,33	c	4,92	bc	6,89	e
Átlag (6)	4,56	F	9,12	A	5,17	E	8,50	B	4,80	EF	8,00	BC
Korrigált átlag	5,83	D	9,11	A	5,25	E	8,36	B	4,90	EF	7,79	C
SzD _{5%} Fajta	0,69		0,39		0,51		0,37		0,39		0,50	
SzD _{5%} Környezet	0,52											
SzD _{5%} Bármely két tényező között	0,95											

Megjegyzés: az azonos betűjelöléssel nem rendelkező értékek szignifikánsan különböznek $p=0,05$ szignifikanciaszinten; a kisbetűk az egyes kísérleteken (környezeten) belül a fajták közötti-, a nagybetűk pedig a kísérleti (környezeti) átlagok közötti szignifikanciát jelzik.

A korrigált termésátlagok alakulása a két termesztési rendszeren belül hasonló tendenciát követett. Az ökológiai terméshozamok minden esetben szignifikáns mértékben elmaradtak a konvencionális kontroll eredményeitől. A Hunor mindkét termesztési mód esetén szignifikánsan több termést hozott az első, csapadékosabb tenyészedőidőszakban, mint a következő két évben.

A terméshozamok alakulását részben a 8. táblázatban bemutatott összefüggések magyarázzák. A kalászoság, illetve érésig eltelt napok száma minden esetben közepes, pozitív korrelációt mutatott a terméshozammal (mely egy esetben nem bizonyult szignifikánsnak). A gyomosság mértéke negatív irányú korrelációt mutatott a termés mennyiségével minden esetben, melyek közül az első két-, gyomosabb tenyészedőidőszakban azok szignifikánsak voltak. A növénymagasság mindegyik vizsgált tenyészedőidőszakban pozitív irányú összefüggést mutatott a terméshozammal, ám az szignifikáns egyedül a leginkább gyomos 2023/2024-es tenyészedőidőszakban volt. Az első, illetve harmadik tenyészedőidőszakban, amikor a megdőlés mértéke jelentősebb volt, az állóképesség is közepes, pozitív irányú korrelációt mutatott. A lisztharmat-, szározda- és sárgarozda-fertőzöttség mértéke erős, negatív irányú, szignifikáns összefüggést mutatott a terméshozamokkal.

8. táblázat. A kísérletbe vont őszi búza-fajták ökológiai termesztési körülmények között vizsgált agronómiai paramétereinek a terméshozamra gyakorolt hatására irányuló korrelációvizsgálatok tenyészidőszakonkénti eredményei (Karcag, 2022–2025)

Table 8 Results of correlation analysis on the effect of agronomic parameters on the yield of the examined winter wheat varieties under organic crop production conditions, by growing season (Karcag, 2022–2025)

Agronómiai paraméter	Tenyészidőszaka		
	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Kalászolásig eltelt napok száma	0,642*	0,624*	0,631*
Érésig eltelt napok száma	0,640*	0,585*	0,528
Bokrosodás (%)	-0,191	0,278	0,072
Gyomosság (%)	-0,561*	-0,646*	-0,338
Növénymagasság (cm)	0,170	0,562*	0,489
Állóképesség (1-9 skálaérték)	0,539	0,029	0,531
Lisztharmat fertőzöttség (%)	-0,884***	-	-
Szárrozsdá fertőzöttség (%)	-0,706**	-	-
Sárgarozsdá fertőzöttség (%)	-0,950***	-	-
Vöröszarospada fertőzöttség (%)	0,334	-	-

Megjegyzés: * - az eredmény $p=0,05$ szinten szignifikáns, ** - az eredmény $p=0,01$ szinten szignifikáns, *** - az eredmény $p=0,001$ szinten szignifikáns

A kórtani (4. táblázat) és a terméshozam-adatokkal (7. táblázat) összevetve látható, hogy ökológiai termesztési körülmények között az első vizsgált tenyészidőszakban elsősorban a sárgarozsdára, de a szárrozsdára, illetve a lisztharmatra is fogékonyabbnak mutatózó fajták esetében a terméshozamok szignifikánsan alacsonyabbak voltak ökológiai termesztési körülmények között, mint az azt követő tenyészidőszakban. A terjedelemeire való tekintettel a szántóföldön vizsgált agronómiai paraméterek egymással kapott korrelációit is tartalmazó táblázatot a tanulmány végén az 1. mellékletben ismertetjük.

A terméshozamok, valamint az időjárási paraméterek közötti mélyebb összefüggéseket a 9. táblázat eredményei mutatják. Bár informatív jellege és a teljesség igénye miatt az összes vizsgált fajta termésátlagai alapján kapott korrelációs eredményeinket is közöljük, a továbbiakban a korrigált termésátlagok (7. táblázat) felhasználásával kapott eredményeinkre fókuszálunk. Ily módon vizsgálva, a terméshozam az őszi vegetatív periódus kivételével minden esetben erős pozitív korrelációt mutatott a csapadékkal és a klimatikus vízmérleggel, mely a szárbaindulás és a kalászolás közötti időszakban volt a legszorosabb. A klimatikus vízmérleg minden esetben erősebb összefüggést mutatott a termésátlagokkal, mint a csapadékösszegek.

A hőmérséklet hatása összetettebb képet mutatott. Az őszi fejlődési szakaszban szignifikáns és erős pozitív, míg a szárbainduláskor és a generatív fejlődési periódusban erős negatív összefüggést mutatott. A vernalizációs és bokrosodási időszak, illetve a teljes tenyészidőszak átlaghőmérséklete és a terméshozam között nem találtunk érdemi összefüggést.

9. táblázat. A vizsgált meteorológiai paramétereknek az ősibúza-fajták termés hozamaira gyakorolt hatására irányuló korrelációvizsgálatok eredményei (Karcag, 2022–2025)

Table 9 Results of correlation analysis on the effect of meteorological parameters on the yield of the least susceptible winter wheat varieties (Karcag, 2022–2025)

Periódus	Termesztési mód	Összes vizsgált fajta			Legkevésbé fertőzött fajták		
		Csapadék (mm)	CWB (mm)	T átlag (°C)	Csapadék (mm)	CWB (mm)	T átlag (°C)
Őszi vegetatív	öko (13)	0,911***	0,951***	-0,016	-0,104	-0,214	0,871***
	konv. (14)	-0,022	-0,928***	0,909***	-0,040	-0,151	0,901***
Vernalizáció, bokrosodás	öko (13)	-0,844***	-0,664**	0,876***	0,889***	0,790***	-0,027
	konv. (14)	0,848***	0,168	0,055	0,858***	0,749**	0,037
Szárba indulás – kalászosítás	öko (13)	-0,770***	-0,217	0,705**	0,940***	0,981***	-0,968***
	konv. (14)	0,908***	-0,016	-0,944***	0,916***	0,966***	-0,950***
Virágzás – teljesérés	öko (13)	0,330	0,876***	0,038	0,648**	0,766**	-0,882***
	konv. (14)	0,708**	0,705**	-0,918***	0,695**	0,806***	-0,910***
Tenyészedőszak	öko (13)	0,061	0,038	0,840***	0,831***	0,952***	0,043
	konv. (14)	0,874***	0,840***	0,125	0,864***	0,970***	0,107

Megjegyzés: * - az eredmény $p=0,05$ szinten szignifikáns, ** - az eredmény $p=0,01$ szinten szignifikáns, *** - az eredmény $p=0,001$ szinten szignifikáns. Rövidítések jelentése: konv. – konvencionális, CWB – klimatikus vízmérleg, T – hőmérséklet

A korrelációs értékek alakulása mindegyik vizsgált meteorológiai paraméter tekintetében hasonló tendenciát mutatott ökológiai és konvencionális termesztési feltételek között a növénybetegségek által nem (illetve legfeljebb csak elhanyagolható mértékben) torzított eredmények között.

Következtetések

A növénybetegségek és a termés hozamok közötti statisztikailag is igazolható erős negatív korrelációk alapján Kaur és Mukherjee (2020) megállapításait tudjuk megerősíteni lisztharmat, szározsa és sárgarozsa tekintetében, miszerint az ökológiai termesztésben az egyes kórokozók, kiváltképp a rozsdabetegségekért felelős gombafajok jelentős terméskiesést képesek okozni. Ezen eredményeink és a többtenyezős statisztikai vizsgálataink során a fajta $\times$ termesztési mód kölcsönhatása szignifikánsnak bizonyult. Kamran et al. (2014) valamint Mesterházy et al. (2024) azon megállapításait támasztjuk alá, hogy az egyes búzafajták teljesítménye ökológiai és konvencionális termesztési körülmények között jelentősen eltérhet, ezért fontos azokat mindkét termesztési rendszer keretei között tesztelni.

Az agronómiai paraméterek vizsgálatából származó eredményeink alapján Mesterházy (2021) azon megállapítását, miszerint ökológiai gazdálkodásban a magasabb (és egyben minél jobb megdőlés-ellenállósággal rendelkező) fajták előnyösebbek a fuzáriummal szembeni megelőző védekezés szempontjából, azzal egészítjük ki, hogy a magasabb fajták gyomosabb területen és a búza gyomnövényeinek kedvező évjáratban meghatározó előnnyel rendelkeznek. Ennek kapcsán hasonlóképp, mint Lyon et al.

(2020) kihangsúlyozzuk a kompetitív képesség kulcsfontosságát az ökológiai gazdálkodásban. Bár az állóképesség és a terméshozamok közötti korreláció nem mutatkozott egyik esetben sem szignifikánsnak, a nagyobb mértékű megdőléssel kísért tenyészidőszakokban a korreláció mértéke közel állt a $p=0,05$ szinten szignifikánshoz, ami alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy az állóképesség Mesterházy (2021) erre vonatkozó, fentebb ismertetett megállapításán felül a pusztán megdőlésből való termésveszteség elkerülése/csökkentése érdekében is előnyösebb a stabilabb szárú búzafajták használata ökológiai gazdálkodásban (is).

A fenológiai adatok megerősítik a szakirodalomban (Koltay és Balla 1982, Skowera et al. 2024) leírtakat, miszerint a szárazabb és melegebb időjárási periódusokban a búza tenyészideje lerövidül. Az említett paraméterek és a terméshozamok közötti minden évben pozitív és többnyire szignifikáns összefüggés alapján nem vontunk le következtetéseket, tekintettel arra, hogy ahhoz magasabb mintaelemszámú sokaságra lenne szükség. Annak eldöntésére, hogy a vizsgált (különösen az ökotermesztésre alkalmasabb) fajták alacsonyabb fertőzöttsége rezisztenciagéneknek, vagy a későbbi érésidőből fakadó „elkerülő mechanizmusnak” köszönhető-e.

Korrelációvizsgálataink alapján megállapítható, hogy amennyiben a biotikus stresszfaktorok (kórokozók, gyomok, kártevők) nem okoznak számottevő termés kiesést, az ökológiai termesztés terméshozamai a konvencionálishoz hasonló meteorológiai összefüggéseket mutatnak. Az őszi vegetatív fejlődési periódusra kapott igen gyenge (nem szignifikáns) negatív korrelációkra abból kiindulva, hogy a számottevően csapadékosabb őszi (144,1 mm) második tenyészidőszakban a korrigált terméshozamok jelentős mértékben alacsonyabbak voltak, mint a kevésbé csapadékos őszi első (38,6 mm) tenyészidőszakban, egyrészt azt a magyarázatot találtuk, hogy a második tenyészidőszakban lehullott őszi csapadék túlzott mértékű volt a búzafajták számára a kísérleti helyszín kötött, rossz vízgazdálkodású talaján, másrészt, hogy pontosabb meteorológiai összefüggések vizsgálatához több, mint három év adataira lenne szükség. Habár a csapadékösszegek is szoros pozitív korrelációt jeleztek a vizsgált időszakokban, a klimatikus vízmérleg (CWB) minden esetben magasabb együtthatókat és pontosabb magyarázó erőt mutatott. Ez választ ad arra a látszólagos ellentmondásra is, hogy a terméshozamok miért a második és a harmadik évben voltak hasonlóak (amikor a vízhiány mértéke volt azonos), ahelyett, hogy az első és második évhez (a hasonló csapadékösszegekhez) igazodtak volna. Következtetésünk szerint a potenciális párolgással (PET) is kalkuláló klimatikus vízmérleg alkalmasabb mutató az agrometeorológiai kutatásokhoz, mint a tisztán csapadékalapú elemzések, ezért használatát javasoljuk. Kutatásunk lehetséges folytatásaként jelöljük meg további, a csapadék eloszlását is figyelembe vevő komplex agrometeorológiai indexek bevonását a vizsgálatokba.

Wilkinson et al. (2023) azon megállapítását, miszerint az ökológiai/konvencionális terméshozam-arány búzánál átlagosan 65–80% közé esik, azzal a következtetésünkkel egészítjük ki, hogy fertőzésnek kedvező évjáratokban ez az arány kizárólag rezisztens (vagy toleráns) fajták használatával tartható fenn. Emellett megállapítható, hogy a ma-

gas tápanyagdózisokhoz adaptálódott fajták még járványmentes időszakban sem feltétlenül érik el ezt az arányt. Az évenként tapasztalt eltérő terméshozam-arányok alapján Campiglia et al. (2015) azon megállapítását is meg tudjuk erősíteni, miszerint csapadékos évjáratokban ez az arány a konvencionális termesztési rendszer irányába mozdul el. Végezetül ennek kapcsán kiemeljük, hogy az alkalmazott ökológiai agrotechnika hatékonysága tovább javítható lenne olyan kiegészítő elemekkel, mint a baktériumtrágyák, valamint a különböző növény- és talajkondicionáló készítmények használata, amelyek valószínűsíthetően kedvezően befolyásolnák a két termesztési mód közötti hozamarányt.

Eredményeink alapján ökológiai termesztésre a Hunor, az Alex, a KG Bendegúz, a KG Vitéz és a KG Kunhalom bizonyultak alkalmasnak. A standard KG Kunhalom esetében azonban számolni kell azzal, hogy gabona-lisztharmat és sárgarozsda érzékenysége miatt járványos években jelentős (akár több mázsás) termés kiesést produkálhat. A Hunor fajtát illetően eredményeink megerősítik Bélteki (2013) azon megfigyeléseit, miszerint csapadékos évjáratban ugyan bőtermő, de kedvezőtlen körülmények között jelentősen visszaesik a hozama, így a Nagykunsághoz hasonló, aszályra hajlamos területeken termesztését terméshozam szempontjából kockázatosnak ítéltük meg. Az Alex-fajta bár kiváló ellenállóképességet mutatott a fellépett betegségekkel szemben, járványmentes években tapasztalt alacsonyabb terméshozamai miatt ezt a fajtát is kevésbé ajánljuk.

Összegzésként a legmagasabb ökológiai terméshozam elérésére törekvő gazdálkodóknak a KG Bendegúz fajtát javasoljuk. A párhuzamos (konvencionális és ökológiai) gazdálkodást folytatók számára – a 2018/848 EU rendeletnek megfelelően – a könnyű fenotípusos megkülönböztethetőség és a kiemelkedő terméshozamok miatt a konvencionális parcellákra a mindkét termesztési rendszerben kiemelkedő hozamú KG Bendegúz (tar kalászu), az ökológiai területekre pedig a KG Vitéz (szálkás kalászu) fajta termesztését ajánljuk.

Irodalom

- Ágoston, T., Pepó, P. 2005: Examination of the Effect of Cropyear on the Yield Potential and Yield Stability of Winter Wheat Varieties. *Acta Agraria Debreceniensis*, 16: 62–67. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/16/3290>
- Ágoston T., Pepó P. 2006: Az őszi búza-fajták termőképességének és minőségi paramétereinek vizsgálata a Hajdúságban. *Növénytermelés*, 55(5–6): 371–382.
- Ángyán J., Menyhért Z. (szerk.) 1997: Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, p. 414.
- Balog E., Berényi Ü. J., Makádi M., Orosz V., Szigeti N. 2024: Talajkímélő művelési technológiák hatása a talaj biológiai aktivitására. *Agrofórum*, 35(1): 122–125.
- Bélteki I. 2013: Őszi búza fajták (*Triticum aestivum* L.) adaptálhatósága a Mátraalja ökológiai viszonyaihoz. *Tájökológiai Lapok*, 11(1): 147–153. <https://doi.org/10.56617/tl.3740>
- Berényi J. 2012: Organikus növénytermesztés és organikus vetőmagtermesztés. In: Szalma J. (szerk.): A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2011: A délvidéki magyarság múltja, jelene és jövője. Vajdasági Magyar Tudományos Társaság, Szerbia, Újvidék. pp. 543–554.

- Blaskó L., Zsigrai G. 2003: A műtrágyázás és mészállapot összefüggései réti csernozjom talajon (Karcag). In: Blaskó L., Zsigrai G. (szerk.): Műtrágyázás, talajsavanyodás és a meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. 2. kiadás. Karcag–Keszthely. pp. 107–136.
- Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., Radicetti, E. 2015: The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. *Field Crops Research*, 176: 34–44. <https://www.doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.021>
- Costanzo, A., Amos, D., Bickler, C., Trump, A. 2021: Agronomic and genetic assessment of organic wheat performance in England: a field-scale cultivar evaluation with a network of farms. *Agroonomy for Sustainable Development*, 41(4): 54. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00706-y>
- Csizi I., Monori I. 2009: Juhtrágya hatása extenzív gyep első növedékének hozamára. *Gyepgazdálkodási közlemények*, 7(1–2): 27–30.
- Csősz L-né, Fónad P., Óvári J., Falusi J., Petróczi I. M., Bóna L., Matuz J., Purnhauser L., Pauk J., Cseuz L. 2014: Őszi vetésű gabonafélék sárgarozsda fertőzöttsége és termés reakciója konvencionális és bio körülmények között. *Acta Agraria Debreceniensis*, 62 (különszám): 47–50. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/62/2162>
- De La Cruz, V. Y. V., Cheng, W., Tawaraya, K. 2023: Yield gap between organic and conventional farming systems across climate types and sub-types: A meta-analysis. *Agricultural Systems*, 211: 103732. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103732>
- Dunăreanu, I. C., Piskanu, G. L., Bonea, D., Botu, M. 2023: Assessment of common wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and quality under organic farming in the southwest of Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(4): 13113. <http://doi.org/10.15835/nbha51413113>
- Erdei P., Szániel I. 1975: A minőségi búza termesztése. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, p. 130.
- Fehér J., Mikó P., Drexler D. 2020: Elindult az országos öko gabona fajtateszt-hálózat. *Biokultúra*, 31(6): 16–17.
- Fehér J. 2021: Az ökológiai gazdálkodásban termesztethető új fajtatípusok és az ökológiai nemesítés előnyei. *Agrofórum*, 32(6): 76–79.
- Földi, M., Drexler, D. 2015: Organic field trials to promote Hungarian organic cereal production—Testing wheat varieties. *Acta Fytotech. et Zootech*, 18: 94–97. <http://dx.doi.org/10.15414/afz.2015.18.si.94-97>
- Földi M., Csősz L-né, Hertelendy P., Kametler L., Drexler D. 2014: Étkezési búza fajtatesztek az ökológiai gazdálkodásban. In: Drexler D. (szerk.): On-farm kutatás 2013: A második év eredményei. *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet*. pp. 5–12.
- Földi, M., Bencze, S., Hertelendy, P., Veszter, S., Kovács, T., Drexler, D. 2022. Farmer involvement in agro-ecological research: organic on-farm wheat variety trials in Hungary and the Slovakian upland. *Organic Agriculture* 12(3): 293–305. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00335-x>
- Füzi I. 2024: Mit értek a gombaölő szerek a rozsdák évében? https://www.agro.basf.hu/hu/Hirek-es-Aktualitasok/Cikkek/mit_ertek_a_gombaolo_szerek_a_rozsdak_eveben.html (utolsó elérés: 2026. IV. 09.)
- Gallun, R. L., Ruppel, R., Everson, E.H. 1966: Resistance of small grains to the cereal leaf beetle. *Journal of Economic Entomology* 59(4): 827–829. <https://doi.org/10.1093/jee/59.4.827>
- Grausgruber, H., Pancholi, H. N., Ciucă, M., Cristina, D., Mayer, M., Bender, D. 2024: Breeding wheat for organic farming: Can the high grain protein gene Gpc-B1 help to tackle challenges in view of end-use quality? *Journal of Cereal Science*, 120: 104011. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.104011>
- Gyuricza Cs., Tóth Z., Keszthelyi S., Tarnawa Á., Kende Z., Balla I., Kovács G. P., Percze A. 2025: Szántóföldi növénytermesztés. In: Gyuricza Cs., Zsembeli J. (szerk.): *Aszálykezelési stratégiák a mezőgazdaságban*. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. pp. 139–166.
- James, W.C. 1971: An Illustrated Series of Assessment Keys for Plant Diseases, their Preparation and Usage. *Canadian Plant Disease Survey*, 51: 39–65.

- Jolánkai M., Szöllősi G., Szentpétery Z. 2004: Az őszi búza termésének és minőségének változása a különböző évjáratokban. Gyakorlati Agrofórum Extra, 6: 6–9.
- Kamran, A., Kubota, H., Yang, R. C., Randhawa, H. S., Spaner, D. 2014: Relative performance of Canadian spring wheat cultivars under organic and conventional field conditions. *Euphytica*, 196: 13–24. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1010-3>
- Kaur, J., Mukherjee, G. 2020: Effect of rust disease on wheat. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21(17–18): 237–240.
- Klein, R. N., Lyon, D. J. 2006: EC06-132 Freeze Injury to Nebraska Wheat. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5794&context=extensionhist> (utolsó elérés: 2026. II. 28.)
- Koltay Á., Balla L. 1982: Búzatermesztés és nemesítés, II. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 390.
- KSH: 2025: A fontosabb növények vetésterülete, 2025 június 1. <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/a-fontosabb-novenyek-vetesterulete-2025-junius-1/index.html> (utolsó elérés: 2025.12.01.)
- Li, C., Wang, R., Xu, J., Luo, Y., Tan, M. L., Jiang, Y. 2018: Analysis of meteorological dryness/wetness features for spring wheat production in the Ili River basin, China. *International Journal of Biometeorology* 62(12): 2197–2204. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1623-2>
- Lyon, A., Tracy, W., Colley, M., Culbert, P., Mazourek, M., Myers, J., Zystro, J., Silva, E. M. 2020: Adaptability analysis in a participatory variety trial of organic vegetable crops. *Renewable Agriculture and Food Systems* 35(3): 296–312. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000583>
- Marino, S. 2023: Understanding the spatio-temporal behavior of crop yield, yield components and weed pressure using time series Sentinel-2-data in an organic farming system. *European Journal of Agronomy* 145: 126785. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126785>
- McMullen, M., Jones, R., Gallenberg, D. 1997: Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. *Plant Disease*, 81(12): 1340–1348. <https://doi.org/10.1094/pdis.1997.81.12.1340>
- Megyeri M., Vida G., Mikó P. 2021: Az ökológiai kalászos gabona nemesítés elmélete és gyakorlata Martonvásáron. *Biokultúra*, 32(2–3): 41–43.
- Mesterházy Á. 2021: Agrotechnikával a fuzárium megelőzésére. *Biokultúra*, 32(1): 26–28.
- Mesterházy Á., Meszlényi T., Berényi A. 2024: Védekezés nemesítéssel, agrotechnikával és bio szerekkel a búza kalászfuzáriózissal és egyéb betegségekkel szemben. *Biokultúra*, 35(3–4): 37–40.
- Mikó, P., Löschenberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Megyeri, M., Kovács, G., Molnár-Láng, M., Vida, G., Rakszegi, M. 2014: Comparison of bread wheat varieties with different breeding origin under organic and low input management. *Euphytica*, 199: 69–80. <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1171-8>
- Nielsen, K. M. 2019: Organic farming. In: Fath, B. (ed.): *Encyclopedia of Ecology* (Second Edition). Elsevier. pp. 550–558. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10603-7>
- Pepó P. 2002: A hazai őszi búza termesztés helyzete és fejlesztési lehetőségei. *Gyakorlati Agrofórum*, 13(9): 2–5.
- Pepó, P. 2007: Role of fertilization and variety in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35(2): 917–920. <https://doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.188>
- Pepó, P. 2022: A 40 éves debreceni tartamkísérletek néhány fontosabb eredménye. *Növénytermelés*, 71(3–4): 159–182.
- Poós B., Kőrösi S. 2025: Búza. NEBIH/3/3 verzió. <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/725643/b%C3%BAza+2025.pdf/fb60536c-fd5f-6b96-515e-5d9d899c7716?t=1761815845366> (utolsó elérés: 2026. IV. 10.)
- Radics L. 1994: Búza. In: Radics L. (szerk.): *Szántóföldi növénytermesztés tan. Kertészeti és Élelmi-szeripari Egyetem*, Budapest. pp. 40–55.
- Radics L. 2001. *Ökológiai gazdálkodás. Dinasztia Kiadó, Budapest*, p. 316.

- Rakszegi, M., Löschemberger, F., Hiltbrunner, J., Vida G., Mikó P. 2016a: Dataset on the mean, standard deviation, broad-sense heritability and stability of wheat quality bred in three different ways and grown under organic and low-input conventional systems. *Data in brief*, 7: 1617–1632. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2016.04.065>
- Rakszegi, M., Mikó, P., Löschemberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Knapp, S., Tremmel-Bede K., Megyeri, M., Kovács G., Molnár-Láng M., Vida G., Láng L., Bedő Z. 2016b: Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*, 69: 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.04.006>
- Skowera, B., Kulig, B., Ziernicka-Wojtaszek, A., Grygierzec, W., Ziółkowska, E., Lepiarczyk, A. 2024: The effect of meteorological conditions on the course of development stages and yield of winter wheat in southern Poland. *Journal of Water and Land Development*, 60: 157–166. <https://www.doi.org/10.24425/jwld.2024.149117>
- Sváb J. 1973: *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 517.
- Thorntwaite, C. W., Mather, J. R. 1955: *The Water Balance*. Laboratory of Climatology, Centerton, NJ, USA, p. 104.
- Tuba G., Nagy P., Kovács G., Sinka, L., Arzu, R. G., Zsembeli, J. 2022: A redukált talajművelési rendszer alkalmazása a Nagykovácsy kötélt talajain. In: Zsembeli J. (szerk.): 75 Éves a Karcagi Kutatóintézet 1947–2022: Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet Kutató-Fejlesztő Munkájának Eredményeiből. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. pp. 17–25.
- Ullah, A., Nadeem, F., Nawaz, A., Siddique, K. H., Farooq, M. 2022: Heat stress effects on the reproductive physiology and yield of wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* 208(1): 1–17. <https://doi.org/10.1111/jac.12572>
- Urbanavičiūtė, I., Bonfiglioli, L., Pagnotta, M. A. 2024: Selection of Durum Wheat and SSR Markers for Organic Farming in Central Italy Using AMMI Analysis. *Agronomy* 14(3): 458. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030458>
- Varga-Haszonits Z. 1977: *Agrometeorológia*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 224.
- Wilkinson, A., Wilkinson, J. N., Shotton, P., Sufar, E. K., Hasanaliyeva, G., Volakakis, N., Cakmak, I., Ozturk, L., Bilsborrow, P., Iversen, P. O., Wilcockson, S., Rempelos, L., Leifert, C. 2023: Improving Crop Health, Performance, and Quality in Organic Spring Wheat Production: The Need to Understand Interactions between Pedoclimatic Conditions, Variety, and Fertilization. *Agronomy*, 13(9): 2349. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092349>
- Yadav, S. K., Sharma, S. K., Choudhary, R., Jain, R. K., Jat, G. 2020: Yield performance and economics of wheat varieties under organic farming. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90(11): 2225–2232. <https://doi.org/10.56093/ijas.v90i11.108600>
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. 1974: A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6): 415–421. <http://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>
- Zsembeli J., Szűcs L., Tuba G., Czimbalmos, R. 2015: Nedvességtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. In: Madarász B. (szerk.): *Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon*. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest. pp. 122–33.

Hivatkozott jogszabályok és rendeletek

- 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint a vizek állapotának vizsgálatáról és értékeléséről.
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/848 rendelete (2018. május 30.) az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek jelöléséről, valamint a 834/2007/EK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről.

Internetes források

- http1: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Szűrési feltételek: Regions: World + (Total), Elements: Area harvested, Items: Wheat, Years: 2024. (utolsó elérés: 2026. I. 08.)
- http2: <https://biokutatas.hu/tudastar/omki-vszt-nebih-okosztregisztracios-kisparcellas-fajtatesztek-eredmenyei/> (utolsó elérés: 2026. I. 16.)
- http3: <https://biokutatas.hu/kiadvanyok/#kutatasi-osszefoglalok> (utolsó elérés: 2026. I. 16.)
- http4: https://biokutatas.hu/wp-content/uploads/2024/07/Oko-kisparcellas-gabona-fajtatesztek_osszefoglalo_2023.pdf (utolsó elérés: 2026. IV. 09.)

Comparative study of the yield potential of winter wheat varieties in organic and conventional cropping systems under the agro-ecological conditions of Karcag

GERGŐ ASBOLT^{1,2,*}, LOUJAINÉ SEDDIK², SEREN ZEDAN², KRISZTINA VARGA¹, ISTVÁN CSÍZI¹,
GYÖRGY ZSIGRAI¹, GÉZA TUBA¹, JÓZSEF ZSEMBELI¹

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, National Research Centre for Climate and
Regional Land Management
5300-Karcag, Kisújszállási út 166., Hungary;
e-mail: asbolt.gergo@uni-mate.hu

² Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Doctoral School of Agricultural and Food Sciences, 2100-Gödöllő, Páter Károly Street 1., Hungary

Keywords: organic farming, winter wheat, variety test, yield, agronomic parameters

Abstract: Between 2022 and 2025, a three-year small-plot winter wheat variety comparison experiment was conducted in Karcag (Hungary) on a heavy-textured meadow chernozem soil saline in the deeper layers under organic and conventional cultivation conditions, with ten winter wheat varieties bred in Karcag, using the variety 'KG Kunhalom' as a standard. Yields and agronomic parameters were compared with each other, with local meteorological data, and with the climatic water balance calculated based on them. The evaluation of the results was performed using descriptive statistics, univariate and multivariate analysis of variance, and correlation analysis. During our examinations, no frost damage was observed; the temperature measured at the soil surface was never below -10 °C. The wetter and cooler spring-summer weather of 2023, combined with the milder winter, favoured the yellow rust epidemic, which caused significant infection. Although to a lesser extent, powdery mildew, stem rust, and leaf rust also appeared at that time. Significant differences were observed among the varieties in terms of disease resistance and key agronomic characteristics. In organic cultivation, yield correlated positively with the length of phenophases, plant height, and lodging resistance, while a negative relationship was confirmed between weediness and yield. Yield was significantly influenced in every growing season by variety selection and the cultivation system; furthermore, a significant year effect and genotype × (agro-ecological) environment interaction were also demonstrated. Precipitation and climatic water balance (especially at jointing) correlated closely and positively in the case of less infected varieties, following a trend similar to the conventional treatment. For the same varieties under an organic cropping system, a significant positive correlation was found between yield and average temperature during the autumn of the vegetation period, while a negative one was found from jointing until the end of the reproductive phase; all examined wheat varieties behaved similarly under conventional cultivation conditions.

*A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



1. melléklet. A kísérletbe vont őszi búza-fajták ökológiai termesztési körülmények között vizsgált agronómiai eredményei közötti korrelációk (Karcag, 2022–2025)

Annex 1. Correlations between the agronomic results of the winter wheat varieties included in the experiment, examined under organic production conditions (Karcag, 2022–2025)

Tenyész-időszak (1)	Vizsgált paraméter (2)	Terméshozam (3) (t ha ⁻¹)	Kalászásig eltelt napok száma (4)	Érésig eltelt napok száma (5)	Bokrosodás (6) (%)	Gyomosság (7) (%)	Növény-magasság (8) (cm)	Állóképesség (1-9) (9)	Liszthar-mat (10) (%)	Szár-rozsda (%) (11)	Sárga-rozsda (%) (12)	Vörös-rozsda (%) (13)
2022/ 2023	Terméshozam (3) (t ha ⁻¹)	1										
	Kalászásig eltelt napok száma (4)	0,642*	1									
	Érésig eltelt napok száma (5)	0,640*	0,951*	1								
	Bokrosodás (6) (%)	-0,191	-0,062	-0,010	1							
	Gyomosság (7) (%)	-0,561*	-0,641*	-0,628*	-0,418	1						
	Növénymagasság (8) (cm)	0,170	0,764**	0,735**	0,332	-0,591*	1					
	Állóképesség (9) (1-9)	0,539	0,119	0,120	-0,339	-0,181	-0,183	1				
	Liszthar-mat (10) (%)	-0,884***	-0,553*	-0,595*	0,263	0,447	-0,188	-0,252	1			
	Szárrozsda (11) (%)	-0,706**	-0,609*	-0,440	0,329	0,546*	-0,264	-0,624*	0,496	1		
2023/ 2024	Sárgarozsda (12) (%)	-0,950***	-0,717**	-0,676*	0,254	0,576*	-0,179	-0,411	0,834*	0,742*	1	
	Vöröszsda (13) (%)	0,334	0,066	0,272	-0,140	-0,198	0,041	0,510	-0,417	-0,059	-0,181	1
	Terméshozam (3) (t ha ⁻¹)	1							-	-	-	-
	Kalászásig eltelt napok száma (4)	0,624*	1						-	-	-	-
	Érésig eltelt napok száma (5)	0,585*	0,979***	1					-	-	-	-
	Bokrosodás (6) (%)	0,278	0,055	-0,035	1				-	-	-	-
	Gyomosság (7) (%)	-0,646*	-0,705**	-0,726**	-0,053	1			-	-	-	-
	Növénymagasság (8) (cm)	0,562*	0,664*	0,654*	0,365	-0,832***	1		-	-	-	-
	Állóképesség (9) (1-9)	0,029	-0,315	-0,306	-0,148	0,536	-0,740**	1	-	-	-	-
2024/ 2025	Terméshozam (3) (t ha ⁻¹)	1							-	-	-	-
	Kalászásig eltelt napok száma (4)	0,631*	1						-	-	-	-
	Érésig eltelt napok száma (5)	0,528	0,921***	1					-	-	-	-
	Bokrosodás (6) (%)	0,072	-0,170	-0,332	1				-	-	-	-
	Gyomosság (7) (%)	-0,338	-0,702	-0,657*	-0,057	1			-	-	-	-
	Növénymagasság (8) (cm)	0,489	0,736	0,490	0,311	-0,612*	1		-	-	-	-
2025	Állóképesség (9) (1-9)	0,531	0,007	0,083	-0,393	0,419	-0,347	1	-	-	-	-

Megjegyzés: * - az eredmény p=0,05 szinten szignifikáns, ** - az eredmény p=0,01 szinten szignifikáns, *** - az eredmény p=0,001 szinten szignifikáns.

growing season (1), examined parameter (2), yield (3), days to heading (4), days to maturity (5), tillering (6), weediness (7), plant height (8), lodging resistance (scale value from 1 to 9) (9), powdery mildew (10), stem rust (11), stripe rust (12), leaf rust (13); note: * - the result is significant at p=0,05 level, ** - the result is significant at p=0,01 level, *** - the result is significant at p=0,001 level

Garden towers as vertical landscape elements for community-based urban food production in Indonesia

AKHMAD ARIFIN HADI*, PRITA INDAH PRATIWI, TATI BUDIARTI, HADI SUSILO ARIFIN,
NEVIERA KHAIRUNNISA PRATIWI, MUHAMMAD ANBIYA ALHAKIM

Department of Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, IPB University. Jl. Raya Dramaga,
Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia 16680.;
e-mail: arifin_hadi@apps.ipb.ac.id

Keywords: garden tower, urban agriculture, vertical farming, community-based landscape management, food and nutrition security

Abstract: Rapid urbanization has reduced the availability of agricultural land and limited access to fresh vegetables in many urban areas, particularly in developing countries. Urban agriculture, including vertical farming systems, has emerged as an adaptive strategy to enhance food availability and strengthen social–ecological resilience in densely populated environments. This study evaluates the performance of a garden tower (GT) system as a vertical landscape element for community-based vegetable production in urban and peri-urban areas of Bogor, Indonesia. The research employed a descriptive–evaluative approach involving 105 GT units distributed to 21 women farmers groups (WFG). The GT system utilized tarpaulin-based cylindrical containers filled with a soil-based growing medium composed of soil, rice husk charcoal, and organic manure. Data were collected through field observations, photographic documentation, online questionnaires, and WhatsApp group communication, focusing on plant growth performance, pest and disease occurrence, container effectiveness, and community participation. The results showed that all GT units were successfully established and produced harvestable vegetables. Tomato (*Solanum lycopersicum*) exhibited the highest growth success rate (92.59%), while leafy vegetables such as water spinach (*Ipomoea aquatica*) and bok choy (*Brassica rapa*) demonstrated rapid growth and frequent harvests. In contrast, red lettuce (*Lactuca sativa*) and celery (*Apium graveolens*) showed lower survival rates. Pest and disease incidence in the GT system was comparable to that in conventional vegetable gardens, indicating good integration with local agroecological conditions. Social factors, particularly active participation and collective management by WFG members, were identified as key determinants of system performance and sustainability. The study concludes that the GT system represents a practical and adaptable form of vertical green infrastructure that supports community-based urban food production. By integrating locally available materials, efficient spatial use, and strong social organization, the GT contributes to urban food and nutrition security and offers potential for wider application in rapidly urbanizing landscapes.

Introduction

Rapid urbanization has become a major driver of global urban landscape change, with significant implications for spatial structure, ecological function, and community lifestyles. The expansion of built-up areas often occurs at the expense of urban green spaces, reducing public access to green spaces and weakening the connection between urban residents and local food production systems (Mcdonald et al. 2020; Seto et al.

2012). This landscape transformation has a direct impact on urban food systems, particularly in the declining availability and consumption of fresh vegetables, which play an important role in maintaining human health and nutritional balance (Springmann et al. 2020). Several studies have shown that low vegetable intake is strongly correlated with an increased risk of non-communicable diseases, such as cardiovascular disease, type 2 diabetes, and several types of cancer, the prevalence of which is relatively higher in urban areas (Aune et al. 2017).

In many developing countries, including Indonesia, the challenges of urban food systems are becoming increasingly complex due to the ongoing conversion of agricultural land to residential areas and urban infrastructure. This land-use change limits local food production capacity and increases cities' dependence on external food supplies, thus increasing the vulnerability of food systems to social, economic, and environmental disruptions (d'Amour et al. 2017; van Vliet et al. 2017). In this context, urban agriculture is increasingly seen as an adaptive strategy that has the potential to increase local food availability, strengthen household food security, and support socio-ecological resilience in urban environments (Artmann and Sartison 2018; Evans et al. 2022). Various forms of urban agriculture, such as yard gardening, vertical farming, and container-based cultivation, are widely used to produce food in limited spaces, especially in areas with high population density.

Among these approaches, vertical farming systems are an innovation gaining increasing attention for their ability to use vertical space for crop production in urban environments where horizontal land is scarce. This system allows for efficient use of space while maintaining crop productivity, thereby reducing pressure on open land conversion in cities (Al-kodmany 2018; Kalantari et al. 2017). From a landscape ecology perspective, vertical farming structures can be understood as small-scale green infrastructure elements that contribute to various urban ecosystem functions, including microclimate regulation, increasing connectivity of green elements, and strengthening social interactions and environmental awareness of the community (Haase et al. 2014; Russo et al. 2017). However, the success and sustainability of vertical farming systems are not only determined by technical aspects, but also depend greatly on their suitability to local environmental conditions, the availability of materials, and the social and institutional capacity of the community in managing the system sustainably (Camps-Calvet et al. 2016; Tornaghi and Dehaene 2020).

The garden tower (GT) is a vertical farming system developed using simple technology and local materials to support vegetable cultivation in limited urban spaces. Unlike commercial vertical farming systems, which generally rely on high technology and large capital investments, GT uses tarpaulin planting containers and conventional soil-based growing media, making it more accessible, affordable, and replicable by the community (Goldstein et al. 2016; Weidner et al. 2019). This approach is in line with the principles of community-based landscape management, which emphasizes the role of local knowledge, social organization, and collective participation in shaping and maintaining productive landscapes that are adaptive to local conditions (Camps-Calvet et al. 2016; Cohen and Reynolds 2014).

In a social context, Women Farmers Groups (WFG) play a strategic role in the development of community-based agriculture in Indonesia, particularly at the household and neighborhood levels. Various studies have shown that the involvement of women's groups in local food systems not only contributes to food production but also strengthens knowledge exchange, capacity building, and social empowerment at the community level (Doss et al. 2018). Women's participation in agricultural systems is closely linked to improved household food security and community-level development outcomes. In implementing the GT system, WFG could serve as early adopters and primary managers, thereby playing an important role in diffusing vertical farming innovations to the wider community.

Although numerous studies have addressed vertical farming and urban agriculture from both technical and ecological perspectives, studies specifically evaluating the performance of community-based vertical farming systems using simple technologies and integrating ecological and social aspects within the context of urban landscapes in developing countries remain relatively limited. Therefore, this study aims to evaluate the performance of the GT system as a vertical landscape element in a community garden managed by a WFG. Specifically, this study examines plant growth and productivity, the occurrence of pests and diseases, the effectiveness of tarpaulin-based planting containers, and the willingness of the women farmers' groups to continue and expand the GT program. By filling this knowledge gap, this research is expected to contribute to the development of community-based vertical farming as an important component of sustainable urban landscapes in areas experiencing rapid urbanization.

Materials and Methods

Study Design

This study employed a descriptive-evaluative research design to assess the implementation and performance of a community-based GT system as a vertical landscape element for urban food production. The research focused on evaluating plant growth performance, pest and disease occurrence, container effectiveness, and community participation in managing the GT system. Data were collected through field observations, documentation, and an online questionnaire survey.

Study Area

The study was conducted in Bogor City and Bogor Regency, West Java, Indonesia. GTs were installed in gardens managed by 21 WFGs, located both within and outside the IPB University campus (Figure 1). On-campus locations included gardens associated with several faculties at IPB University. Meanwhile, off-campus sites were situated in urban and peri-urban villages surrounding Bogor. These areas are characterized by relatively higher population density compared to rural settings and, in many cases,

have limited space available for conventional agriculture due to ongoing urban development.

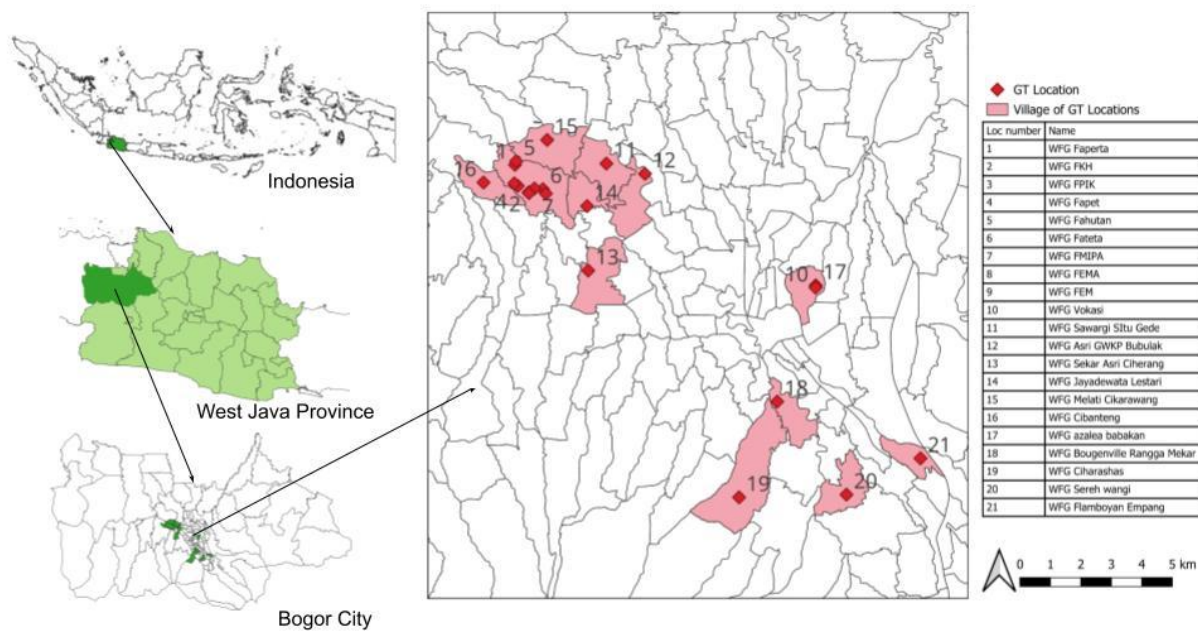


Figure 1. Location of garden tower (GT) sites

1. ábra. A vertikális ültetőtoronyok (garden tower – GT) lokációja

GT System Description

The GT system used in this study consisted of a cylindrical tarpaulin container measuring approximately 1.0 m in height and 0.5 m in diameter (Figure 2). Planting holes were evenly distributed across the tarpaulin container. The GT system demonstrates a distinct spatial configuration compared to conventional horizontal planting systems. The physical footprint of a single GT unit is approximately 0.2 m², while the effective growing area may expand to 0.6–0.9 m² due to canopy development. In conventional planting systems, vegetable cultivation generally requires approximately 0.04–0.09 m² per plant, depending on crop type and management practices. Vertical farming systems, including GT configurations, are widely recognized for their potential to optimize space use in land-constrained environments (Beacham et al. 2019). Within an equivalent area, this corresponds to approximately 7–22 plants. In contrast, the vertical configuration of the GT allows a greater number of planting points within a relatively small ground footprint, suggesting its potential to increase planting density per unit area. However, as no direct experimental comparison was conducted, this advantage should be interpreted as a structural characteristic rather than a quantified measure of productivity.

A perforated PVC pipe (approximately 7.6 cm in diameter) was installed vertically at the center of each tower to facilitate water distribution throughout the growing medium (Figure 1). The planting medium was composed of a mixture of local soil, rice

husk charcoal, and organic manure derived from commonly available livestock sources (e.g. poultry manure) in a 1:3:3 ratio. This composition was selected based on material availability and suitability for vegetable cultivation under local conditions. The tarpaulin-based design was chosen to ensure portability, ease of assembly, and cost efficiency, allowing the system to be easily replicated in community settings.



Figure 2. The model of garden towers (GT)

2. ábra. Példa a vertikális ültetőtorony alkalmazására

Plant Materials

Vegetable species cultivated in the GT system included green spinach (*Amaranthus* sp.), water spinach (*Ipomoea aquatica*), celery (*Apium graveolens*), green lettuce (*Lactuca sativa*), red lettuce (*Lactuca sativa*), bok choy (*Brassica rapa*), choy sum (*Brassica rapa* var. *parachinensis*), tomato (*Solanum lycopersicum*), and chili (*Capsicum frutescens*). Seedlings were typically raised in trays before transplanting into the GT system. However, selected leafy vegetables, such as green spinach (*Amaranthus* sp.) and water spinach (*Ipomoea aquatica*), were directly sown into the GT.

Implementation Procedure

A total of 105 GT units were distributed to the 21 WFGs, with each group receiving five units. The GT units were assembled at each WFG site with technical guidance from the research team. After assembly, seedlings were transplanted into the planting holes,

while regular maintenance activities included watering through the central PVC pipe and surface irrigation as needed.

Harvesting was conducted based on the growth characteristics of each vegetable species. Leafy vegetables were harvested approximately four to five weeks after planting, whereas fruiting vegetables such as tomato and chili were harvested repeatedly over a longer period.

Data Collection

Data collection was carried out using multiple approaches. Field observations and photographic documentation were conducted to record plant growth conditions, pest and disease incidence, and structural performance of the GTs. In addition, an online questionnaire distributed via Google Forms was used to gather information from WFG representatives. The questionnaire covered respondents' identities, the condition of each GT, the occurrence of pests and diseases, the effectiveness of tarpaulins as planting containers, their willingness to participate in the second phase of the GT program, and their expectations regarding program development.

WFG representatives served as key informants because they were directly responsible for the daily maintenance and monitoring of the GTs. Supplementary data on harvesting activities were also collected through regular communication via WhatsApp groups.

The questionnaire respondents included at least one representative from each WFG participating in the program. In total, 23 respondents were included in this study, representing all active groups involved in implementing the GT systems. Selecting group representatives as respondents was appropriate because they had direct operational knowledge of the establishment, maintenance, and performance of the GT units within their respective groups. In community-based agricultural research, key informant responses from responsible group representatives are commonly used to capture collective experiences and management practices, thereby providing reliable insights into group-level implementation and outcomes.

Data Analysis

The collected data were analyzed using both qualitative and quantitative approaches. Descriptive statistics were applied to summarize plant growth success rates, pest and disease occurrence, and levels of community participation. Qualitative data obtained from observations and open-ended questionnaire responses were analyzed thematically to identify key patterns related to system performance, management challenges, and community perceptions. The combined analysis provided an integrated evaluation of the GT system as a component of community-based urban landscapes.

Results and Discussion

All GT units installed across the 21 WFG sites were successfully established and used for vegetable cultivation. Vegetables grown in the GT system were harvested and utilized by WFG members and, in several cases, shared with surrounding households. Field observations indicated that the overall performance of the GT system was strongly influenced by active community involvement in assembly, maintenance, and harvesting. Sites with higher levels of collective participation generally exhibited better plant growth and system maintenance.

Effectiveness of Tarpaulin Containers and Irrigation System

This study was conducted as part of an initial project implementation; therefore, WhatsApp groups were established and managed by the research team to facilitate coordination and data collection. Each Women Farmers Group (WFG) was represented by one designated member responsible for monitoring the GT units and completing the questionnaire, indicating that responses were collected at the WFG level rather than from individual members. The total number of respondents corresponded to the number of participating WFG representatives ($n = 23$), which is specified in the revised manuscript.

Of the 23 respondents, 13 (56.52%) reported that the tarpaulin-based Garden Tower (GT) structure functioned effectively as a planting container, maintaining its form and adequately supporting plant growth. Although several Women Farmers Groups (WFGs) observed that some GT units tended to lean due to the weight of the planting medium, this condition did not lead to structural damage and was generally resolved through reassembly after harvesting. The overall structural performance indicates that the tarpaulin material provided sufficient mechanical stability to support the GT system under field conditions.

Regarding irrigation performance, 55.56% of respondents considered the central PVC pipe effective in distributing water throughout the growing medium. However, 33.33% reported uneven water distribution, with some planting areas receiving insufficient moisture. These findings suggest that while the irrigation system was generally functional, design refinement – particularly in pipe diameter and perforation configuration – could improve water uniformity. Overall, the results highlight common trade-offs in low-technology urban agriculture systems, where simplicity and affordability are balanced against technical performance and maintenance requirements (Specht et al. 2014). Incremental design improvements could therefore enhance system stability and irrigation efficiency while maintaining the low-cost and easily replicable nature of the GT system.

Vegetable Growth and Survival Rates

Based on questionnaire responses and field observations, most vegetable species cultivated in the GT system showed satisfactory growth. Leafy vegetables such as water spinach (*Ipomoea aquatica*), bok choy (*Brassica rapa*), and green spinach (*Amaranthus* sp.) showed high survival rates and rapid growth. Among all crops, tomato (*Solanum lycopersicum*) exhibited the highest success rate, with 92.59% of planted seedlings growing and producing fruit (Table 1).

Table 1. Percentage of Vegetable Growth in GTs at Each WFG

1. táblázat. Az egyes termesztett növényfajok növekménye

Vegetable commodities		Growing Well (%)	Grow But Dwarf (%)	Growing but affected by pests (%)	Not growing/failed in the nursery (%)
1.	Green Lettuce	62.96	14.81	11.11	7.41
2.	Red lettuce	44.44	11.11	3.7	37.04
3.	Spinach	62.96	18.52	7.41	3.70
4.	Water spinach	66.67	18.52	7.41	3.70
5.	Celery	55.56	14.81	3.70	18.52
6.	Bok choy	77.78	3.70	11.11	3.70
7.	Chilli	74.07	11.11	3.70	3.70
8.	Tomato	92.59	3.70	0.00	0.00

In contrast, red lettuce (*Lactuca sativa*) showed the lowest growth performance, with only 44.44% of seedlings growing successfully, while 37.04% failed to establish. Celery (*Apium graveolens*) also displayed relatively low survival rates, with a notable proportion of seedlings failing to grow. These variations indicate species-specific responses to the vertical planting environment and the soil-based growing medium used in the GT system.

The results showed variation in growth and survival rates among vegetable species cultivated in the GT system. Leafy vegetables such as water spinach, bok choy, and green spinach generally showed high survival rates and rapid growth, indicating their compatibility with short-cycle cultivation in vertical systems. Tomato exhibited the highest overall success rate, which may reflect its relatively robust growth characteristics. However, these differences may also be influenced by management factors, particularly irrigation practices and planting methods. Leafy vegetables are typically more sensitive to water availability, and variations in watering consistency, as well as the use of direct sowing for some species, may have affected their performance. Therefore, the observed differences should be interpreted with consideration of both plant characteristics and system management conditions.

In contrast, red lettuce and celery showed lower establishment success and higher failure rates. These differences reflect species-specific sensitivities to root-zone volume, water availability, and microclimatic conditions, which are often amplified in

container-based and vertical systems. Similar patterns have been observed in urban horticulture studies, where physiological traits and adaptability to constrained growing environments strongly influence crop performance (Orsini et al. 2013). The Results, therefore, indicate that careful crop selection is essential to optimize productivity and reduce failure rates in the GT systems.

Harvesting Patterns and Household Food Contribution

Harvesting of leafy vegetables generally began four to five weeks after planting, depending on the species. Water spinach and bok choy were the fastest-growing crops and could be harvested repeatedly within a short period. Fruiting vegetables, particularly tomato and chili, required longer cultivation periods but allowed multiple harvests over time (Figure 3).



Figure 3. Bok choy vegetables were harvested from the GT system

3. ábra. Bordáskel termesztése vertikális ültetőtornyos rendszerben

In this study, the success of the GT system is primarily defined in terms of system establishment, functionality, and the ability to produce edible crops, rather than quantitative yield performance. Although systematic quantitative measurements of total yield were not conducted in this phase, reported harvests from WFG representatives indicated that all groups were able to obtain edible produce from the GT units. The harvested vegetables were primarily consumed by WFG members, suggesting a potential contribution to household food availability. However, in the absence of quantitative yield data, these findings should be interpreted as indicative rather than conclusive.

Harvesting patterns reported in the Results indicate that leafy vegetables can be harvested within four to five weeks, whereas fruiting vegetables such as tomato and chili require longer cultivation periods but allow repeated harvesting over time. These observations suggest differing production cycles between crop types within the GT system.

Taken together, these findings suggest that the GT system has the potential to support both short-term and sustained household food provisioning. Rapid harvest cycles

may contribute to immediate food availability, while repeated harvests from fruiting crops may help sustain household consumption over time. Such multifunctional production patterns are commonly associated with small-scale urban agriculture systems that prioritize household use over commercial output (Poulsen 2017).

Pest and Disease Occurrence within the Local Agroecological Context

Pests and diseases were reported based on field observations conducted by WFG members and documented through questionnaires and WhatsApp group discussions. Identification of pests and plant health issues was based on farmers' local knowledge and visual assessment, rather than laboratory or expert-based diagnostic procedures. Insect pests were the most frequently mentioned, including grasshoppers, caterpillars, aphids, mites, beetles, and thrips, which commonly attack vegetable crops in small-scale cultivation systems. In addition to insect pests, disturbances were also caused by wild animals such as rats, birds, and snails that feed on or damage plant tissues. Livestock, particularly chickens, goats, and cattle, were also reported to occasionally interfere with the planting structures, especially in areas located near household yards or semi-rural environments. Furthermore, domestic pets such as cats and dogs were mentioned as minor sources of disturbance around the GT units.

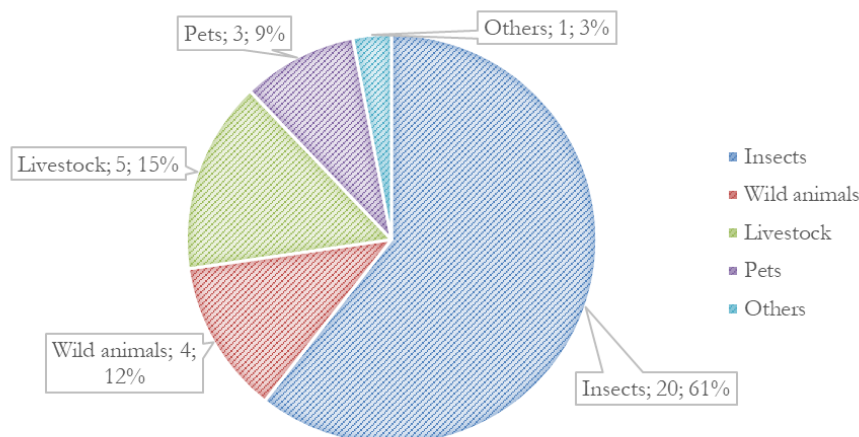


Figure 4. Percentage of pest categories

4. ábra. A megfigyelt károsítók aránya

Fungal infections were commonly observed, including general mold or fungal growth on plant tissues. Leaf-related diseases were also frequently mentioned, particularly symptoms such as leaf spots and rust that appear as discoloration or lesions on the leaf surface. In the early growth stage, some respondents reported the occurrence of damping-off disease in seedlings, which typically causes young plants to collapse during the nursery phase. Powdery mildew was also identified as a disease affecting plant leaves, characterized by the appearance of a white powder-like layer on the leaf surface. In addition, some respondents reported symptoms such as leaf scorching and

plant wilting, which may be associated with physiological stress or pathogen infection. These observations indicate that both fungal diseases and stress-related symptoms were present in the GT cultivation systems and may influence plant health during the production cycle.

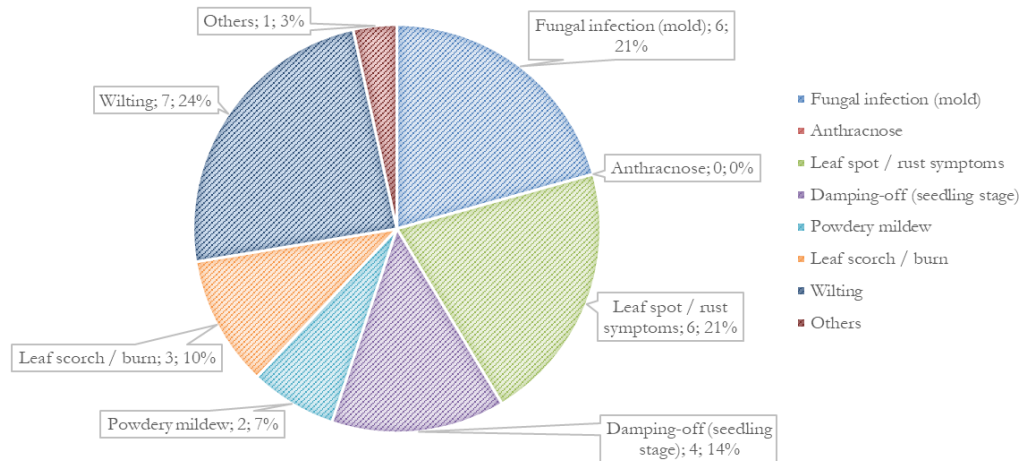


Figure 5. Disease and symptom types

5. ábra. A megfigyelt növényi betegségek és tünetek

Pests and diseases reported across the GT sites were generally consistent with those commonly encountered in surrounding home gardens and conventional vegetable cultivation systems. Insect pests represented the most frequently mentioned disturbances, while plant health issues such as wilting, fungal growth, and leaf spot symptoms were also observed. These conditions are widely recognized as common challenges in small-scale vegetable production, particularly under tropical growing conditions. It should be noted that the identification of pests and diseases in this study was based on field observations and participants' reports of visible symptoms rather than detailed pathological diagnosis. Therefore, the observations primarily reflect commonly recognized cultivation problems experienced by growers. Overall, the types of disturbances reported in the GT units followed patterns similar to those typically observed in conventional ground-based planting systems. This indicates that the use of the GT structure did not introduce new pest or disease pressures, but instead operated within the same ecological and agronomic context that characterizes traditional vegetable gardening practices.

This finding is consistent with studies showing that pest and disease dynamics in urban agriculture are largely shaped by local landscape context rather than by cultivation structure alone (Philpott et al. 2014). From an ecological perspective, the GT system functions as an integrated component of the urban agroecosystem, sharing biotic interactions with nearby gardens and green spaces.



Figure 6. Vegetables in GT are affected by pests and diseases

6. ábra. Példák a vertikális ültetőtornyokban megfigyelt növénykárosításra

Community Participation and Willingness to Continue the Program

The successful establishment and utilization of the Garden Tower (GT) units demonstrate the technical feasibility of the system for vegetable cultivation in land-limited urban and peri-urban environments. Harvested produce was primarily consumed by WFG members and in several cases shared within surrounding households, indicating that the GT system contributes to household-level food availability through small-scale routine production, a common feature of urban agriculture initiatives (Guitart et al. 2012; Okvat and Zautra 2011).

The frequency distribution of participant keywords further supports these findings (Figure 7). Dominant terms such as “good,” “grow,” “fertile,” and “plant” suggest generally positive perceptions of plant growth performance and cultivation outcomes within the GT system, while the occurrence of “harvest” reflects its functional role in food production. These findings indicate that participants primarily perceived the GT as supporting productive household cultivation.

Several responses also reveal practical challenges during implementation, including pest disturbance, uneven structure, and planting media issues. These constraints suggest that GT performance remains influenced by operational and maintenance-related factors. Overall, the benefits identified in this study appear concentrated on support-

ing plant growth and household consumption, with limited evidence of broader economic impacts, a pattern commonly observed in early-stage community-based urban agriculture initiatives (Okvat and Zautra 2011).

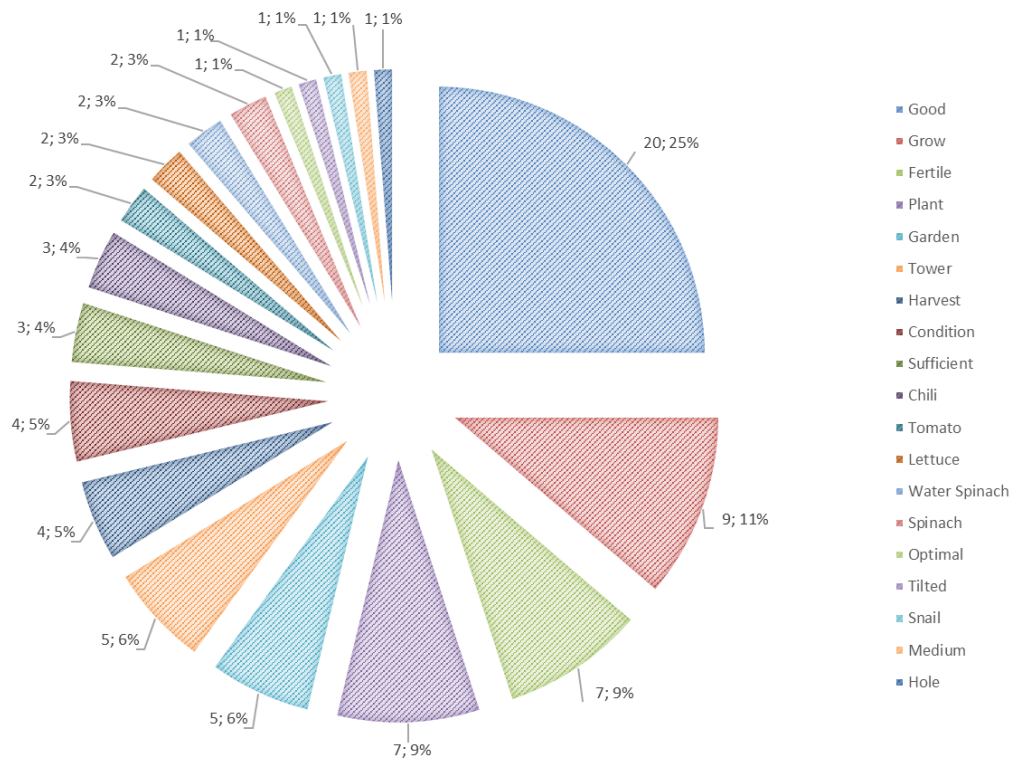


Figure 7. Frequency distribution of keywords in participants' responses on the Garden Tower (GT) system

7. ábra. A kulcsszavak gyakorisági eloszlása a résztvevők válaszaiban a vertikális ültetőtorony-rendszerek kapcsán végzett felmérésben

Implications for Landscape Ecology

From a landscape ecology perspective, the Garden Tower system represents a fine-grained, multifunctional green element embedded within the urban residential matrix. The Results and Discussion together demonstrate that the GT integrates food production, social interaction, and ecological processes at the household and neighborhood scales. Rather than functioning as an isolated production unit, the GT interacts with surrounding gardens and green spaces, sharing pest dynamics and management practices.

By utilizing vertical space, the GT enhances spatial efficiency and adds provisioning functions to existing residential landscapes without requiring a change in land use. This aligns with landscape ecology perspectives that emphasize multifunctionality, spatial configuration, and human management as key drivers of ecosystem functions in urban environments (Colding and Barthel 2013; Wu 2014). As urban areas continue to densify, vertically oriented, community-managed food production systems such as

the GT may play an increasingly important role in maintaining resilient and multi-functional urban landscapes.

Conclusion

This study demonstrates that the Garden Tower (GT) system is a viable and practical approach to community-based vegetable cultivation in densely populated urban environments with limited land. Using tarpaulin-based vertical containers and a soil-based growing medium composed of locally available materials, the GT system supported satisfactory plant growth. It enabled regular harvesting across all participating Women Farmers Groups (WFGs). These findings confirm that the GT system can function effectively as a small-scale vertical landscape element contributing to household-level food availability.

Variation in crop performance highlights the importance of species selection in vertical planting systems. Leafy vegetables such as water spinach, bok choy, and green spinach, along with fruiting crops such as tomato and chili, showed high adaptability to the GT environment. In contrast, celery and red lettuce exhibited lower survival and productivity. Pest and disease occurrence within the GT system was comparable to that in conventional urban vegetable gardens, indicating that the system integrates well into existing urban agroecological conditions without introducing additional ecological pressures.

Beyond technical performance, the success of the GT system was strongly shaped by social factors. Active participation, collective management, and effective communication within WFGs were central to maintaining system performance and ensuring regular harvesting. While all WFGs expressed willingness to continue participating in the program, differences in time availability and human resources limited their capacity to serve as facilitators for future program expansion. This finding underscores that social capacity is a key determinant of scalability in community-based urban agriculture initiatives.

From a landscape ecology perspective, the GT system represents a multifunctional vertical green infrastructure embedded within residential urban landscapes. By combining spatial efficiency, local material use, and community-based management, the GT system contributes to the multifunctionality of urban landscapes through food provisioning and social engagement at the neighborhood scale. Future research should focus on quantifying crop yields and economic benefits, refining irrigation design, and assessing the long-term ecological and social impacts of GT systems at broader urban scales. Such efforts will strengthen the role of community-based vertical agriculture as a sustainable component of urban landscapes in rapidly urbanizing regions.

References

- Al-kodmany, K. 2018: The Vertical Farm: A Review of Developments and. *Buildings*, 8(2): 1–36. <https://doi.org/10.3390/buildings8020024>
- Artmann, M., Sartison, K. 2018: The Role of Urban Agriculture as a Nature-Based Solution: A Review for Developing a Systemic Assessment Framework. *Sustainability*, 10(6): 1–32. <https://doi.org/10.3390/su10061937>
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Riboli, E., Vatten, L. J., Tonstad, S. 2017: Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all- cause mortality — a systematic review and dose- response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3): 1029–1056. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
- Beacham, A. M., Vickers, L. H., Monaghan, J. M. 2019: Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(3): 277–283. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1574214>
- Camps-Calvet, M., Langemeyer, J., Calvet-Mir, L., Gómez-Baggethun, E. 2016: Environmental Science & Policy Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: Insights for policy and planning. *Environmental Science & Policy Journal*, 62: 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.007>
- Cohen, N., Reynolds, K. 2014: Urban agriculture policy making in New York’s “New Political Spaces” strategizing for a participatory and representative system. *Journal of Planning Education and Research*, 34(2): 221–234. <https://doi.org/10.1177/0739456X14526453>
- Colding, J., Barthel, S. 2013: The potential of ‘Urban Green Commons’ in the resilience building of cities. *Ecological Economics*, 86: 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.10.016>
- d’Amour, C. B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K.-H., Haberl, H., Creutzig, F., Seto, K. C. 2017: Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(34): 8939–8944. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606036114>
- Doss, C., Meinzen-Dick, R., Quisumbing, A., Theis, S. 2018: Women in agriculture: Four myths, 69–74. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.10.001>
- Evans, D. L., Falagán, N., Hardman, C. A., Kourmpetli, S., Liu, L., Mead, B. R., Davies, J. A. C. 2022: Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure – a systematic review. *Ecosystem Services*, 54: 101405. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101405>
- Goldstein, B. P., Hauschild, M. Z., Fernandez, J. 2016: Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(9). <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0348-4>
- Guitart, D., Pickering, C., Byrne, J. 2012: Past results and future directions in urban community gardens research. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4): 364–373. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.00>
- Haase, D., Frantzeskaki, N., Elmqvist, T. 2014: Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications. *Ambio*, 43(4): 407–412. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0503-1>
- Kalantari, F., Mohd Tahir, O., Mahmoudi Lahijani, A., Kalantari, S. 2017: A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities. *Advanced Engineering Forum*, 24: 76–91. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.24.76>
- Mcdonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M., Crossman, K., Elmqvist, T., Gonzalez, A., Güneralp, B., Haase, D., Hamann, M., Hillel, O., Huang, K., Kahnt, B., Maddox, D., Pacheco, A., Pereira, H. M., Seto, K. C., Simkin, R., Walsh, B., Ziter, C. 2020: Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(1): 16–24. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0436-6>
- Okvat, H. A., Zautra, A. J. 2011: Community gardening: A parsimonious path to individual, community, and environmental resilience. *American Journal of Community Psychology*, 47(3): 374–387. <https://doi.org/10.1007/s10464-010-9404-z>

- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R., Gianquinto, G. 2013: Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4): 695–720. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>
- Philpott, S. M., Cotton, J., Bichier, P., Friedrich, R. L., Moorhead, L. C., Uno, S., Valdez, M. 2014: Local and landscape drivers of arthropod abundance, richness, and trophic composition in urban habitats. *Urban Ecosystems*, 17(2): 513–532. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0333-0>
- Poulsen, M. N. 2017: The multifunctionality of urban farming: perceived benefits for neighbourhood improvement. *Agriculture and Human Values*, 22(11): 1411–1427. <https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1357686>
- Russo, A., Escobedo, F. J., Cirella, G. T., Zerbe, S. 2017: Edible green infrastructure: An approach and review of provisioning ecosystem services and disservices in urban environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 242: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.026>
- Seto, K. C., Güneralp, B., Hutyra, L. R. 2012: Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- Specht, K., Siebert, R., Hartmann, I., Freisinger, U. B., Sawicka, M., Werner, A., Thomaier, S., Henckel, D., Walk, H., Dierich, A. 2014: Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*, 31(1): 33–51. <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9448-4>
- Springmann, M., Spajic, L., Clark, M. A., Poore, J., Herforth, A., Webb, P., Rayner, M., Scarborough, P. 2020: The healthiness and sustainability of national and global food based dietary guidelines: modelling study. *Bmj*, 370. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2322>
- Tornaghi, C., Dehaene, M. 2020: Agroecology and Sustainable Food Systems The prefigurative power of urban political agroecology: rethinking the urbanisms of agroecological transitions for food system transformation. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(5): 594–610. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1680593>
- van Vliet, J., Eitelberg, D. A., Verburg, P. H. 2017: A global analysis of land take in cropland areas and production displacement from urbanization. *Global Environmental Change*, 43: 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.02.001>
- Weidner, T., Yang, A., Hamm, M. W. 2019: Consolidating the current knowledge on urban agriculture in productive urban food systems: learnings, gaps and outlook. *Journal of Cleaner Production*, 209: 1637–1655. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.004>
- Wu, J. 2014: Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125: 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>

Vertikális ültetőtornyok mint függőleges tájelemek a közösségi alapú városi élelmiszer-termelésben Indonéziában

AKHMAD ARIFIN HADI*, PRITA INDAH PRATIWI, TATI BUDIARTI, HADI SUSILO ARIFIN,
NEVIERA KHAIRUNNISA PRATIWI, MUHAMMAD ANBIYA ALHAKIM

Department of Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, IPB University. Jl. Raya Dramaga,
Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia 16680.;

e-mail: arifin_hadi@apps.ipb.ac.id

Kulcsszavak: vertikális ültetőtorony, városi növénytermesztés, függőleges gazdálkodás, közösségi alapú tájgazdálkodás, élelmiszer- és táplálkozásbiztonság

A gyors ütemű urbanizáció számos városi térségben – különösen a fejlődő országokban – csökkentette a mezőgazdasági művelésre alkalmas területek nagyságát, valamint korlátozta a friss zöldségekhez való hozzáférést. A városi mezőgazdaság, beleértve a vertikális termesztőrendszereket is, olyan alkalmazkodási stratégiaként jelent meg, amely hozzájárul az élelmiszer-ellátás javításához, valamint a sűrűn lakott területek társadalmi-ökológiai rezilienciájának erősítéséhez. Jelen tanulmány a Garden Tower (GT) rendszer teljesítményét értékeli mint a közösségi alapú zöldségtermesztést támogató vertikális tájépítészeti elemet az indonéziai Bogor városi és városkörnyéki térségeiben. A kutatás leíró-értékelő megközelítést alkalmazott, amelynek keretében 105 darab GT-egységet osztottak ki 21 Női Gazdálkodói Csoport (Women Farmers Groups, WFG) számára. A GT-rendszer ponyvaalapú, hengeres termesztőedényekből állt, amelyeket talajalapú termesztőközeggel töltöttek fel. A termesztőközeg talaj, rizshéj és szerves trágya keverékéből állt. Az adatgyűjtés terepi megfigyelések, fényképes dokumentáció, online kérdőívek és WhatsApp-csoportokon keresztüli kommunikáció révén történt. Az értékelés a növények növekedési teljesítményére, a kártevők és betegségek előfordulására, a termesztőedények hatékonyságára, valamint a közösségi részvétel mértékére terjedt ki. Az eredmények alapján valamennyi GT-egységet sikeresen telepítették, és mindegyik alkalmas volt betakarítható zöldségek előállítására. A paradicsom (*Solanum lycopersicum*) mutatta a legmagasabb növekedési sikerességi arányt (92,59%), míg a levélzöldségek – például a vízispenót (*Ipomoea aquatica*) és a bordás kel (*Brassica rapa*) – gyors növekedést és gyakori betakarítást tettek lehetővé. Ezzel szemben a vörös saláta (*Lactuca sativa*) és a zeller (*Apium graveolens*) alacsonyabb túlélési arányt mutatott. A GT-rendszerben megfigyelt kártevő- és betegség-előfordulás hasonló volt a hagyományos zöldségkertekben tapasztaltakhoz, ami arra utal, hogy a rendszer jól illeszkedik a helyi agroökológiai adottságokhoz. A társadalmi tényezők – különösen a WFG-tagok aktív részvétele és a közösségi alapú szervezés – a rendszer működésének és hosszú távú fenntarthatóságának meghatározó elemeinek bizonyultak. A vizsgálat megállapította, hogy a GT-rendszer a vertikális zöld infrastruktúra olyan gyakorlati és rugalmasan alkalmazható formáját képviseli, amely hatékonyan támogatja a közösségi alapú városi élelmiszer-termelést. A helyben rendelkezésre álló anyagok felhasználásának, a térhatékony kialakításnak és az erős közösségi szervezethez való közönhetőségnek a GT-rendszer hozzájárul a városi élelmiszer- és táplálkozásbiztonság erősítéséhez, valamint jelentős alkalmazási potenciállal rendelkezik a gyorsan urbanizálódó térségekben.

A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:

CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Remote sensing-based analysis of the impact of the Ásványi confluence structure on the Danube floodplain water supply system

LUCA NAGY, GÁBOR ERNŐ HALUPKA, BARBARA VIOLA, JÁNOS GRÓSZ*

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences,
2100-Gödöllő, Páter Károly Street 1., Hungary;
e-mail: grosz.janos@uni-mate.hu

Keywords: water management, water supply, QGIS, NDWI index

Summary: The objective of the research was to examine the effects of the Ásványi estuary sill located in the lower inter-island area of the inter-island wave field water replenishment system on water surface coverage using remote sensing data and the Normalized Difference Water Index (NDWI). The analysis covered the period from 2013 to 2023 and was based on Landsat 8 OLI satellite imagery, processed in QGIS. The research focused on monitoring temporal and spatial changes in water surface area and on comparing conditions before and after the construction of water-level control structures. Based on the results obtained, it can be concluded that the operation of the Ásványi estuary bottom sill and the lower-island water replenishment system had a positive effect on water surface coverage. The NDWI maps clearly show that the change was most noticeable in the tributaries close to the structures, where the riverbed widened. The spatial variations in water surface area observed during the study period indicated that many factors, including climatic, hydrological, riverbed morphological, and hydro-meteorological parameters, can influence changes in water surface area.

Introduction

The discipline of water management is among the most prominent areas of hydrology. Moving further, the accessibility of available water resources and analyses of the natural water supply system are very recent topics, in the shadow of the increasing number of extreme drought phenomena. Increasingly widely available remote sensing techniques -satellites, UAVs – provide a good opportunity for analyzing and measuring water-related issues (Döbrentey et al. 2024). Parallel to the development of different remote sensing techniques, a new scientific discipline emerged: geoinformatics. GIS (Geographical Information System) is a geoinformatics tool that enables the efficient processing and storage of large datasets linked to geographical locations (Deli and Mészáros, 2010). One of the most important points in water management is protecting and managing our existing water resources wisely. To do this, it is essential to map water resources and examine their temporal and spatial distribution, which can be achieved through remote sensing and geoinformatics (Nagy 2010).

Remote sensing provides basic data on water resources, hydrological processes, and the impacts of droughts and floods, while geographic information systems offer the most effective tools for managing water resources and drought and flood risks (Wang and Xie 2018). Remote sensing indices are often used to measure the extent of surface

water. During water and moisture content monitoring, indices such as NDWI (Normalized Difference Water Index) and MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) are often used, which provide information on surface water coverage and, indirectly, on soil moisture conditions (Mustafa et al. 2017).

In the recent study, the NDWI index was used to distinguish water-related surfaces from other land cover types. The water index is based on a mathematical model that uses predetermined bands for calculation, making it easy to distinguish between water and non-water surfaces. Stuart McFeeters developed the NDWI index in 1996, which is still a widely used satellite remote sensing method (Özelkan 2020). The method uses the near-infrared (NIR) band and the green wavelengths of visible light (VIS) to determine surface water. The basis for distinguishing between water and other surfaces is determined by the ratio of reflectance values in the green and near-infrared bands. Water surfaces show higher reflectance in the green band and lower reflectance in the near-infrared band. In contrast, soil and vegetation show the opposite values.

The study area of the research is connected to the Danube River watershed. Szigetköz is one of Hungary's most unique landscapes, characterized by its hydrography, located at the first section of the Danube as it enters the country at Rajka. Its territory is bordered by the main branch of the Danube and the Mosoni-Duna, which are connected by a diverse system of tributaries, backwaters, and floodplains (Kun 2016). Szigetköz is an extremely important region from a hydrological and ecological perspective, as the tributary systems here support a rich wildlife and provide high-quality groundwater resources of outstanding importance (Chappon et al. 2024).

The area's water system underwent major changes due to the Bős (Gabčíkovo) hydropower plant, which began operating in the early 1990s. The construction of the artificial headrace canal and the diversion of the Danube resulted in a huge water shortage and the drying up of the tributary systems, leading to an ecological disaster (Trásy et al. 2024). To mitigate the adverse effects, rehabilitation measures were implemented, and bottom sills were installed to restore water flow and maintain a relatively constant water level in the branch systems.

The confluence structure of the Ásványi branch, one of the most important water replenishment elements in Alsó-Szigetköz, was also built as part of the rehabilitation action (Jakus et al. 2024). The project was completed, and the newly created artifacts were handed over in 2015. Its operation directly affects the water-surface coverage of tributary systems.

In the hydrological state of surface waters, not only is water volume the determining parameter, but many other hydrological parameters must also be considered, such as flow systems, bed characteristics, and hydrometeorological parameters. The region is referred to as the "land of a thousand islands," as its ramified branch system divides the landscape, which is essentially 52 km long, 6-8 km wide on average, and covers 375 km², into small islands (Göcsei 1979). Its altitude ranges from 110 to 125 m above sea level.

Due to Szigetköz's geographic location, numerous factors influence its climate. As with the entire Kisalföld region, Szigetköz also has a moderately warm, moderately

dry continental climate with mild winters (Szabó 2005). Its proximity to the Atlantic Ocean exerts an oceanic influence, reflected in cloud cover, balanced temperatures, and precipitation distribution (Bozsó 2025). In addition, due to the basin-like nature of the region, air currents from the surrounding mountains have a strong climate-modifying effect. This can result in extreme precipitation distribution and unpredictable rainfall (Szabó 2005).

From a water management perspective, the evaporation rate is of great importance. In Szigetköz, evaporation from open water surfaces is around 600 mm (ÉDUKÖVIZIG, 2010). Looking at the annual water balance, lower precipitation, hot summers, and predominantly windy weather result in a negative water deficit of 50–75 mm per year (Szabó 2005).

The primary objective of the research is to demonstrate, using remote sensing, that rehabilitation measures in Alsó-Szigetköz, particularly the construction of the confluence structure on the Ásványi branch, have affected the water-surface coverage of the active floodplain water replenishment system.

The following sub-objectives support the research:

- to create a satellite database covering a period of several years
- using the NDWI index in the analyses of water surface changes
- to describe the use of Landsat 8 and QGIS in remote sensing-based hydrological studies

Materials and methods

Szigetköz is located in the northwestern region of Hungary, in the northern part of the Kisalföld landscape. It is bordered by the Mosoni-Duna and Öreg-Duna. As previously mentioned, the area is approximately 375 km², stretching 52.5 km in length and averaging 6–8 km in width. Based on its slope, it can be divided into two parts: Upper and Lower Szigetköz. The Szigetköz branch system can be further divided into sub-branch systems. The study area comprises two sub-branch systems, the Ásványrárói and Bagaméri sub-branch systems, which were significantly affected by the 1992 Danube diversion and subsequent rehabilitation works (Figure 1). The study area was 25 km² (2500 ha) during the satellite-based analyses. These human interventions have significantly altered the former appearance of the naturally formed alluvial fan (Jakus et al. 2024).

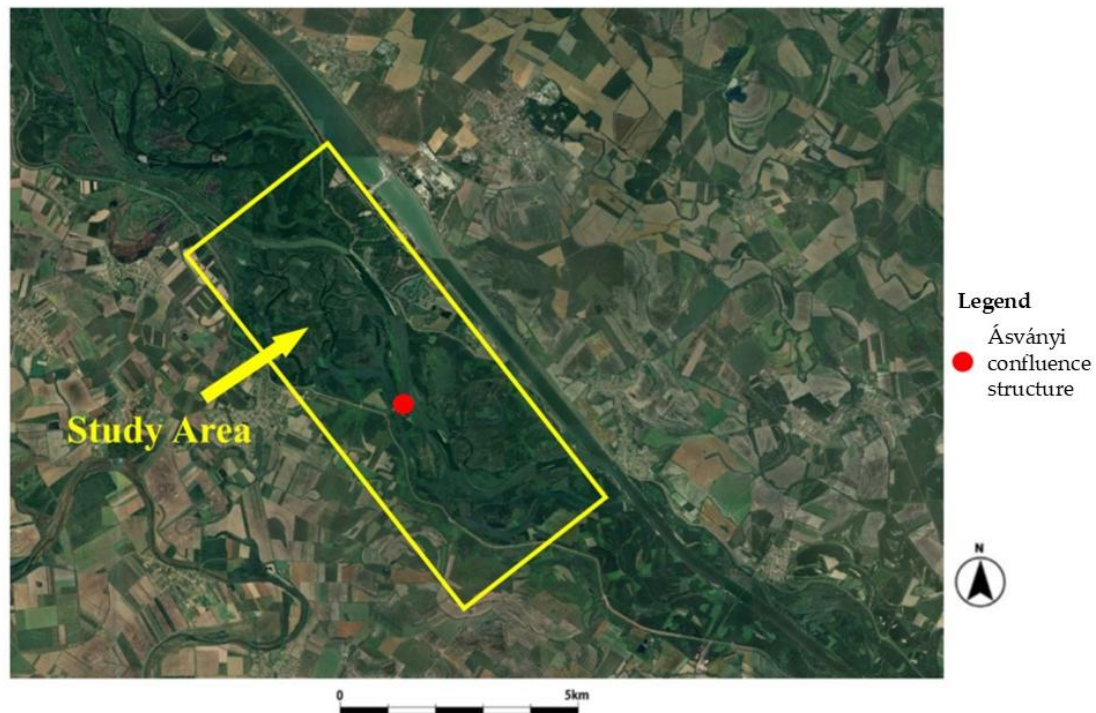


Figure 1. Location of study area (Source: Google Earth)

1. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedése (Forrás: Google Earth)

Landsat 8 satellite imagery was used in the study. Since the Landsat 8 satellite was launched in February 2013, it was appropriate for the research to examine the 10-year period between 2013 and 2023. It operates with two instruments, the OLI (Operational Land Imager) and the TIRS (Thermal Infrared Sensor). It has 11 bands that could provide data for the different analyses. The resolution of most bands is 30 m, and the panchromatic band has a resolution of 15 m, and the thermal bands have a resolution of 100 m (Duan et al. 2021).

The Landsat 8 satellite provides two data quality levels (Level 1 and Level 2), which differ in processing level. Level 1 data provide radiometric and geometric corrections but lack atmospheric corrections and show the reflection from the upper atmosphere and the radiation measured by the sensor. Level 2 data includes all Level 1 corrections and also includes atmospheric correction using the LaSRC algorithm, thereby measuring surface reflectance and surface temperature.

At the beginning, the data collection focused on the summer period, but this was not possible due to many images being cloud-covered. Therefore, the targeted period will be the spring season to obtain a uniform sample series. In the data-preprocessing phase, Level-2 images were used in the analyses.

The satellite-based analysis focused on the two previously mentioned sub-branch systems (Ásványráró and Bagaméri). To separate the land and water-covered areas, the Normalized Difference Water Index (NDWI) was used during the study. As a re-

sult, water shows positive NDWI values, while vegetation and soil show negative values. The index values theoretically range from -1 to +1, with values between +0.1 and +1.0 typically indicating water cover, while values below 0 indicate a dry surface or vegetation (Acharya et al. 2018).

For the NDWI calculation, two satellite bands were required: the Green (visible light, Band 3) and NIR (Near-infrared, Band 5) bands. To conserve computer resources, a mask layer was used during the calculation, focusing on the previously introduced study area. In the separation process, the applied threshold value was 0,1 during the NDWI calculation.

One limiting factor in water surface analysis based on satellite remote sensing is shading, which can cause errors in NDWI values (Acharya et al. 2018). The index result can be greatly distorted by the increase in areas covered by forest and vegetation, as these easily shade the water surface, resulting in a smaller water surface area than in reality. As a result, narrow tributaries, reeds, and swampy areas, which are relatively common in the research area, may show uncertain index values.

Results and Discussion

The reason for choosing the period between 2013 and 2023 is to enable comparison of the condition before the construction of the confluence structure of the Ásványrárói branch with the water coverage during the works, as well as with the period following the completion of the project and the current conditions.

Table 1. Changes in water surface

1. táblázat. A Vízborítás változása

Year	Water coverage (m ²)	Water coverage (ha)	Water-cover changes (%)
2013	3 557 374	355,74	Basic year
2014	2 028 426	202,84	-43
2015	1 799 837	179,98	-49
2016	3 279 298	327,93	-8
2017	3 590 671	359,07	1
2018	3 377 388	337,74	-5
2019	3 555 572	355,56	0
2020	4 020 828	402,08	13
2021	3 601 466	360,15	1
2022	3 274 796	327,48	-8
2023	3 578 068	357,81	1

NDWI index maps created over a ten-year period clearly illustrate both the temporal and spatial changes in the floodplain water system of Szigetköz. After calculating the NDWI index, it became apparent that water coverage was greatest in the main branch of the Danube and in the wider tributaries directly connected to it. In the inner

areas of the tributary system, along the narrower, shallower channels, the water surfaces varied greatly. This less stable condition may depend on the functioning of the water replenishment system, the Danube's water flow, and the extent of vegetation. Based on NDWI index values, Table 1 shows the water surface area by year and describes the change in water coverage as a percentage relative to the base year of 2013.

Based on NDWI values, the water surface area of the Ásványrárói tributary system showed significant annual fluctuations during the study period. The area's climate, the increasingly severe climate change of recent years, additional water management interventions, and the Danube's water flow may all be contributing factors.

To validate our satellite-based data, we compared the remotely sensed data with the water-level datasets available on the websites of the General Directorate of Water Management and the National Hydrological Forecasting Service ([http1](#), [http2](#)). The dataset connected to the General Directorate of Water Management is a daily dataset, and the measuring point is located at the Ásványi confluence structure. Another dataset that is related to the National Hydrological Forecasting Service is a monthly dataset, and the measuring point is located in Medve. The monthly water-level dataset showed the trend for the period we examined (2013–2023). Based on basic statistical analyses, an 83% correlation was observed between the satellite-based data and the water-level dataset. During the examined period, the main trends matched between the two datasets.

The NDWI maps created from satellite images are shown in Figure 2. Thus, Figure 2 shows the situation before the intervention in 2013; 2014 shows the depleted water supply during the works; 2017 shows the start of water retention after construction was completed; and 2019 shows the growing and widening water surface.

To illustrate the changes in water cover over the analyzed period at a finer scale, Figure 3 shows the differences in a specific area near the water discharge structure.

The starting point is 2013, so this is the basic year for the comparison. This shows the status of the branch system before the intervention. In the analysis of water surface coverage, this is the starting year. The created satellite images show jagged riverbeds and small patches in the middle of the riverbeds, which may represent groups of islands formed by the drop in water level caused by the diversion, with vegetation growing on them.

The work was mainly carried out in 2014, with further interventions in 2015 in the tributary systems below the study area. As a result, the water flow into the Szigetköz during construction was lower than usual. This is also shown by the significantly reduced water surface area, which fell by almost half compared to 2013. In numerical terms, this represented a 43% reduction in water surface area in 2014, and in 2015 it continued to decline by 49%.

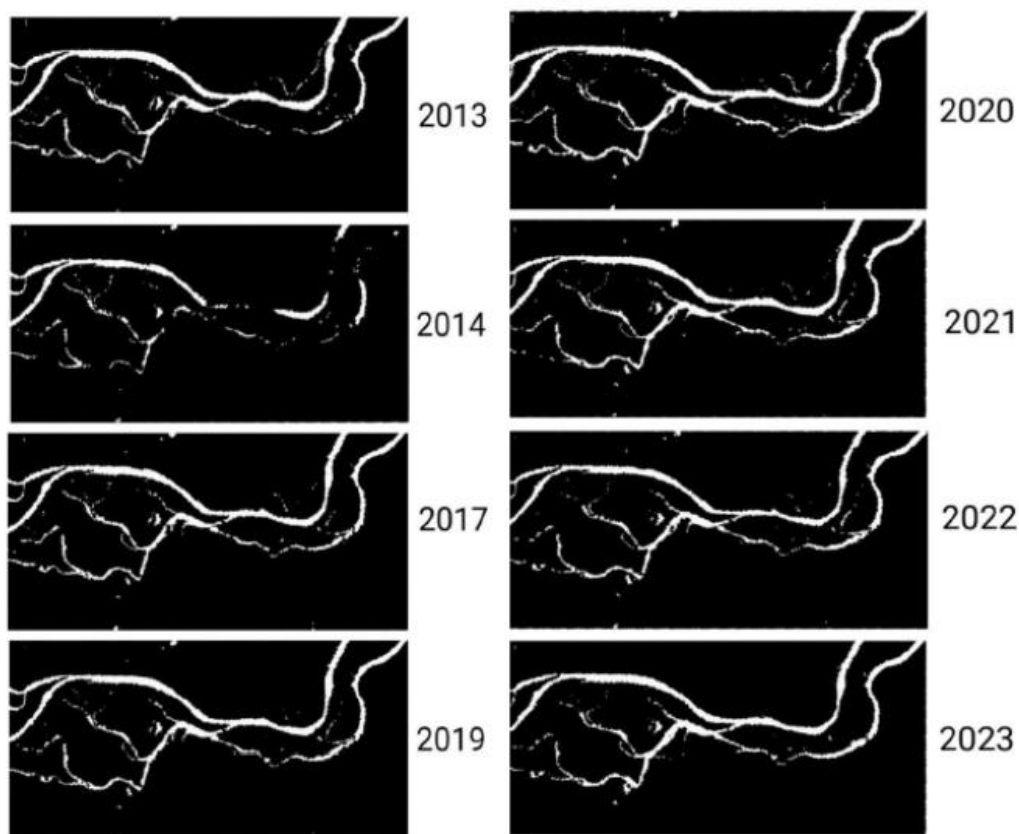


Figure 2. NDWI maps show the water cover changes for the whole study area (2013–2023)

2. ábra. NDWI térképek a kutatási terület vízborításának változására (2013–2023)

Following completion of the works, the water surface area increased again between 2016 and 2018 with the start of operation of the Ásványi estuary structure. The water surface area, which had halved in previous years, showed a change of only -8% in 2016. As shown in Table 1, the first positive year after the intervention, i.e., the year with an increase in water surface area, was 2017, with a 1% increase. In the following year, 2018, the area covered by water decreased again, albeit minimally, by 5%. In terms of data per square meter, there is no significant change compared to the starting year of 2013, but satellite images show that the widening of channels and larger branches within the tributary system has begun, and previously fragmented sections of the branch system have become connected.

The most spectacular increase in water surface area occurred between 2019 and 2020. The structure successfully contributed to increased water retention and improved water movement in several sections of the floodplain. This resulted in a +13% change in water surface area by 2020 compared to 2013 conditions. Smaller channels that were not visible on satellite images began to fill with water, and the riverbeds continued to widen. The size of the islands that had formed in the middle of the riverbed has also begun to decrease as water levels rise, and at the same time, the shallow banks covered with vegetation have been submerged, causing the terrestrial vegetation there to recede due to the excessive water cover.

In 2021–2022 (compared to 2020, which was almost the same as the base year), the water surface area decreased again, attributed to drought conditions and low Danube water flow. Based on the images, the retreat of water was particularly noticeable in the narrower tributaries during this period. However, the data also show that even during periods of water shortage, the area maintained a water volume close to that before the intervention. In 2021, thanks to water retention, this resulted in a +1% increase in water surface area, while in 2022, the water supply to the tributaries decreased by 8%.

In 2023, the water surface area increased again. The tributaries within the branch system visibly widened, and the smaller islands mentioned earlier almost completely disappeared. This year's images show an increasingly coherent picture of the area's water coverage, yet based on the data obtained during the calculations, we can conclude that the increasing temperature caused by climate change and the parallel increase in evaporation have a negative effect on the water body, as we observed only a 1% increase compared to the data from 10 years ago.

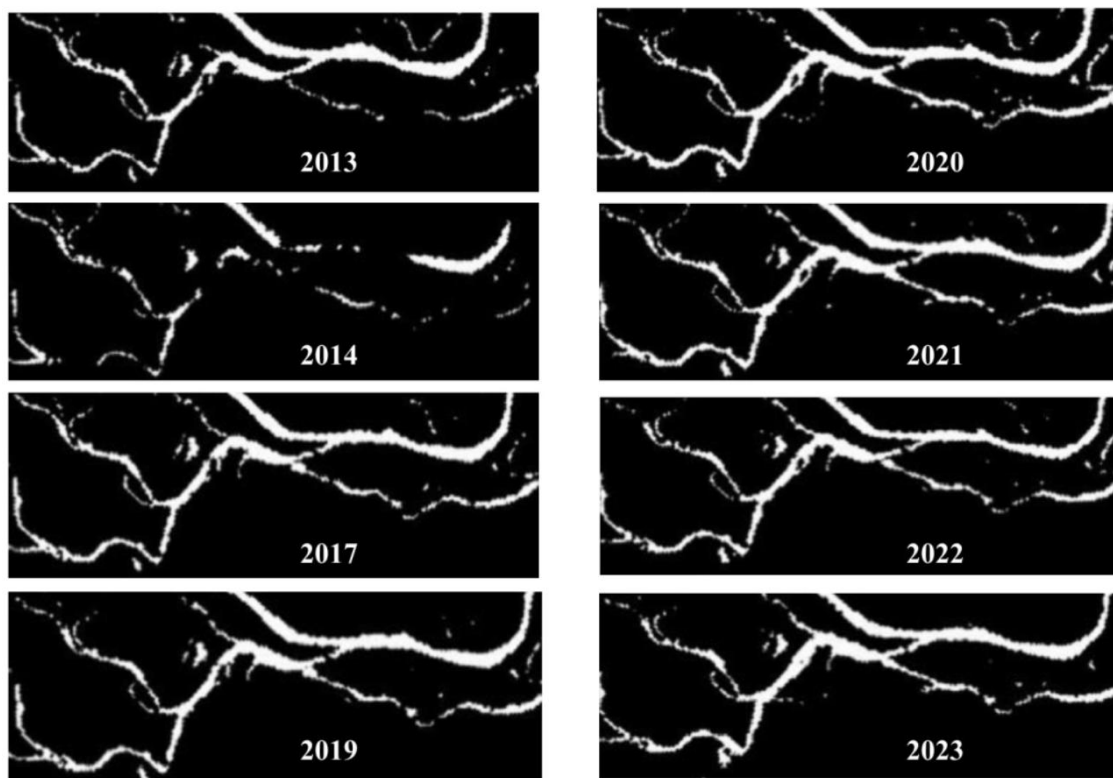


Figure 3. Water-covered area changes between 2013 and 2023 at a specific location near the confluence structure

3. ábra. A vízzel borított terület változása 2013 és 2023 között egy adott helyen a műtárgy közelében

Possible reasons for annual changes

Several factors can influence annual and spatial changes in water coverage. Some of these have had a significant impact on the study area:

- Climate

- The impact of climate change
- The water yields and flow of the Danube
- Water regulation measures
 - Operating procedures of water replenishment systems
 - Other applied water management aspects
- Land-use and changes in land use and land-cover

It is important to emphasize that these factors, on their own, do not result in the current state; rather, they have a combined effect on the area.

Climate conditions mainly affect the hydrometeorological parameters (precipitation amount, temporal and spatial distribution of precipitation, water flow, etc.). Climatic conditions are clearly reflected in the NDWI time series. The increase in average temperature in recent years and the annual fluctuations in precipitation can be compared to the expansion of water surfaces. According to HungaroMet data, temperatures have risen significantly since the turn of the millennium, while precipitation has fluctuated considerably ([http3](#)).

As shown in Table 1, the water surface area of the study area increased in 2020, then decreased again in 2021 and 2022. This can be explained by the fact that while 2020 was exceptionally rainy, the years 2021–2022 were characterized by drought. Before 2020, the size of the water surface was quite variable, as were the annual precipitation totals.

The rise in temperature and the spatial and temporal unevenness of precipitation distribution lead to increased evaporation and a decrease in surface water resources. Increasingly dry summers place a heavy burden not only on groundwater resources, but also on the condition of our lakes and rivers. According to HungaroMet's national data series ([http3](#)), the average summer temperature has increased by more than 1 °C over the past decade compared to the summers of 1981–2010. This trend is particularly pronounced in shallow tributaries, where water depths are low, and evaporation is relatively greater. This is exacerbated by the lack of precipitation over the past few years.

The annual and seasonal fluctuations in the Danube's water flow are closely related to the extent of water coverage. During periods of low water, the water supply to the floodplain branch system weakens, while in years of high water, the proportion of flooded areas increases. It is important to note that the water supply of the Szigetköz catchment area is regulated, so that major flood waves on the Danube do not necessarily affect the water supply of the tributary systems, or only to a minor extent. Furthermore, according to the agreements following the diversion of the Danube, artificial flooding is carried out in the area between April 15 and May 31 each year (Jakus et al. 2024). The aim is to simulate the larger flood waves that occurred before regulation, thereby helping maintain biodiversity in the area.

Changes in water coverage are determined not only by natural factors, but also by human intervention. During the period under review, the most significant impact was exerted by the operation of the Ásványi estuary structure and the bottom sills and closures built in parallel with it. Their purpose was to stabilize the tributary system and

water levels. Based on the NDWI maps, after the structure was put into operation, the water surface area increased in the nearby areas, especially in the Ásványrárói tributary system and in the area between the estuary structure and the bottom sill built in the Bagaméri tributary system. In other areas, the change was less noticeable.

Changes in land use also contribute significantly to the extent of water coverage. Before the Danube was regulated, there was significant agricultural activity in the Szigetköz region, but this became difficult due to water shortages caused by diversions. Subsequently, the proportion of agricultural land decreased, and plant communities began to develop in an unregulated manner in many places (Szabó, 2006).

As shown on the map prepared by the Water Authority, Szigetköz features an extremely diverse water system. From the wider tributaries connecting to the main branch, narrower channels branch off in all directions, forming smaller internal lake systems. In contrast, the NDWI map does not show most of these channels, and even larger contiguous water areas are marked only as individual points, so there is a possibility of shadowing errors during the investigation.

Conclusions

The climatic, hydrological, and anthropogenic factors presented jointly explain the annual and spatial changes in water coverage. The database confirms that the decrease in water surface area during drought years is not solely due to engineering structures, but rather a complex process that may be partly driven by climate change.

Before the construction of the Ásványi estuary sill, water shortage was the main problem in the branch systems of the Lower Szigetköz. After the diversion of the Danube, water supply to tributaries decreased significantly, leading to the gradual drying up of backwaters, the disappearance of aquatic and marsh habitats, and a drop in groundwater levels (ÉDUVIZIG, 2020). In the period before the intervention, the amount of water flowing into the tributaries decreased significantly, especially in the Ásványrárói tributary, where low water yields often caused the shallow channels to dry up completely in the summer. This water shortage led to the destruction of aquatic vegetation, a decline in species richness, and a decline in water-related fauna (Jakus et al., 2024).

Based on remote sensing analysis, the intervention increased the extent of water surfaces, especially near the structure. NDWI-based analyses also showed that in several years, the area covered by water surfaces was larger than before the structure was built. This change brought about a revival of aquatic habitats. Plants that prefer shallow water areas reappeared in the backwaters.

However, the intervention also has a negative side. Rapid water-level fluctuations can cause local soil erosion and siltation in some areas, altering the morphology of riverbed and floodplain habitats in the long term. Nevertheless, the construction of the structure is overall positive, as it has altered the natural functioning of the floodplain

water system, created a different habitat, improved hydrological and ecological conditions, and provided resources for maintaining biodiversity.

In summary, the research yielded several findings. Based on recent research, it can be concluded that the construction of the Ásványi estuary bottom sill and the associated water replenishment system have played a significant role in increasing water surface coverage in the Lower Szigetköz over the past few years. Based on satellite image analysis processed using the NDWI index for the period 2013–2023, the water surface area in the study area increased in certain periods after the intervention, especially in the wider side branches and near channels close to the structure. This suggests that the structure's water-retention effect improved water supply in the floodplain, stabilized the groundwater level, and supplied water to dried-up areas.

However, the extent of the water surface did not show consistent increases year after year. For example, the drought period between 2021 and 2022 and the simultaneous rise in temperature are clearly evident in the analyses, confirming that the extent of water coverage is greatly influenced not only by the hydrological impacts of human intervention but also by climatic and hydrological conditions. On the other hand, without the constructed structures, the 2021–22 drought would have been even more severe.

From an economic and social perspective, the construction of the water replenishment system had a positive impact on local recreational and tourism opportunities. The damming resulted in a nearly constant water level in the tributary systems, boosting water tourism, rowing, and fishing. Thanks to the stabilized water surface, campsites were established, boat marinas were built, and accommodation and other services became available, boosting the local economy.

References

- Acharya, T.D., Subedi, A., Lee, D.H. 2018: Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors*, 18: 2580. <https://doi.org/10.3390/s18082580>
- Bozsó I. 2025: A műholdas földmegfigyelés fajtái és platformjai; aktív mikrohullámú megfigyelés. *Hadtéchnika*, 58(6): 35–39. <https://doi.org/10.23713/HT.58.6.07>
- Chappon, M., Madarász, K., Bene, K. 2024: Assessing the Long-Term Groundwater Level Dynamics in the Szigetköz, Hungary. *Chemical Eng. Tran.*, 114: 859–864. <https://doi.org/10.3303/CET24114144>
- Deli Zs., Mészáros Cs. 2010: A légi hiperspektrális távérzékelés. Szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajz- és Földtudományi Intézet, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest.
- Döbröntey R., Grósz J., Keleti J. R., Szegi T., Fuchs M., Michéli E., Csorba Á. 2024: Pilóta nélküli légi járművek alkalmazása a vizes élőhelyek modern felmérésében. *Agrokémia és Talajtan*, 73(1): 101–112. <https://doi.org/10.1556/0088.2024.00155>
- Duan, W., Maskey, S., Chaffe, P. L. B., Luo, P., He, B., Wu, Y., Hou, J. 2021: Recent Advancement in Remote Sensing Technology for Hydrology Analysis and Water Resources Management. *Remote Sens.*, 13(6): 1097. <https://doi.org/10.3390/rs13061097>
- Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság 2010: A Víz Keretirány-elv hazai megvalósítása VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV, 1-1 Szigetköz vízgyűjtő, Győr. http://www2.vizeink.hu/files/1-1_Szigetkoz.pdf_100422.pdf
- Göcsei I. 1979: A Szigetköz természetföldrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest, 9.

- Jakus G., Kertész J., Simon G.M., Pannonhalmi M., 2024: Az újjászülető Szigetköz. Hidrol. Közlöny, 104: 17–39. <https://doi.org/10.59258/hk.14994>
- Kun, Z. :2016: Ecological restoration and water system development in the protected site and floodplain areas of Szigetköz in Hungary. Győr: Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (ÉDUVIZIG).
- McFeeters, S. K. 1996: The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. Intern. J. of Remote Sens., 17(7): 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mustafa, M.T., Hassoon, K.I., Hussain, H.M., Abd, M.H., 2017: Using water indices (NDWI, MNDWI, NDMI, WRI and AWEI) to detect physical and chemical parameters by apply remote sensing and GIS techniques. Int. J. Res. Granthaalayah, 5: 117–128. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v5.i10.2017.2289>
- Nagy P. Z. 2010: Webes Térinformatikai Technológiák [szakdolgozat], Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen.
- Özelkan, E. 2020: Water Body Detection Analysis Using NDWI Indices Derived from Landsat-8 OLI. Polish J. of Envir. Stud., 29: 1759–1769. <https://doi.org/10.15244/pjoes/110447>
- Szabó M. 2005: Vizes élőhelyek tájökológiai jellemvonásai a Szigetköz példáján [akadémiai doktori értekezés], Budapest.
- Szabó M. 2006: Tájszerkezeti változások a Szigetközben a mező- és erdőgazdálkodás, és a Duna elterelésének hatására. In: Táj, környezet és társadalom. <https://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlat-tan/baba/Szabo.pdf>.
- Trásy, B., Magyar, N., Hatvani, I.G., Garamhegyi, T., Kovács-Székely, I., Kovács, J., Trásy-Havril, T. 2024: Drivers of Daily Water Level Fluctuation of Shallow Groundwater in the Inner Delta of the River Danube. Water, 16(14): 2011. <https://doi.org/10.3390/w16142011>
- Wang, X., Xie, H. 2018: A Review on Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) in Water Resources and Flood Risk Management. Water, 10: 608. <https://doi.org/10.3390/w10050608>

Internet links

- http1: <https://www.vizugy.hu/?mapModule=OpGrafikon&AllomasVOA=8A143555-8F1A-44B2-964B-476B5F1EE7ED&mapData=Idosor#mapModul> (Elérés: 2026. április 27.)
- http2: https://www.hydroinfo.hu/Html/archivum/archiv_tabla.html (Elérés: 2026. április 27.)
- http3: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_ev-tized_idojarasa/ (Elérés: 2025. november 3.)

A Duna hullámtéri vízpótló rendszerén elhelyezkedő Ásványi torkolati műtárgy hatásai a vízpótló rendszerre műholdas távérzékelés alapján

NAGY LUCA, HALUPKA GÁBOR ERNŐ, VIOLA BARBARA, GRÓSZ JÁNOS*

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1; e-mail: grosz.janos@uni-mate.hu

Kulcsszavak: vízgazdálkodás, távérzékelés, árterület, NDWI-index

Összefoglaló: A kutatás fő célkitűzése az volt, hogy távérzékelési adatok segítségével (NDWI-index) megvizsgáljuk az Ásványi torkolati műtárgy hatását a vízfelület-borítottság változására vonatkozóan. Az elemzés a 2013 és 2023 közötti időszakra készített Landsat 8 OLI műholdfelvételeken alapult, amelyeket QGIS szoftver segítségével dolgoztunk fel. A kutatás a vízfelület időbeli és térbeli változásainak nyomon követésére, valamint a vízszint-szabályozó műtárgyak megépítése előtti és utáni állapotok összehasonlítására összpontosított. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az Ásványi torkolati műtárgy és az alsó-szigeti vízpótló rendszer működése pozitív hatással volt a vízfelületi kiterjedésére. Az NDWI-térképek egyértelműen mutatják, hogy a változás leginkább a műtárgyak közelében lévő mellékfolyókban volt észlelhető, ahol a folyómeder kiszélesedett. A vizsgálati periódusban tapasztalt vízfelület területi változásai rámutattak arra, hogy sok tényező, köztük éghajlati, hidrológiai, medermorfológiai és hidrometeorológiai paraméterek befolyásolhatják a vízfelszín felületi kiterjedésének változását.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:

CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Study of the impact of the predator management on the european hare population in great bustard conservation areas

ZSOLT BIRÓ^{1,*}, GERGELY SCHALLY¹, ANDRÁS ANTAL²,
KATALIN SÁRMAYNÉ LÁNG³, MIKLÓS LÓRÁNT⁴

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Wildlife Management and Nature Conservation,

2100-Gödöllő, Páter Károly Street 1., Hungary; e-mail: biro.zsolt@uni-mate.hu

² Bükk National Park Directorate, 3304–Eger, Sánc Street 6., Hungary

³ Körös-Maros National Park Directorate, 5540–Szarvas, Anna-liget 1., Hungary

⁴ Kiskunság National Park Directorate, 6000–Kecskemét, Liszt Ferenc street 19., Hungary

Keywords: culling rate, trapping, spotlight count, mapping of dens, habitat management

Abstract: The brown hare is an important component of agro-ecosystems and is also considered a good indicator species for habitat changes or predator-control interventions. Predator management to protect Great bustards can therefore affect this small game species. Our study aimed to assess this impact in an experiment, where we estimated the abundance of the brown hare using spotlight count in three National Park study sites and an independent but similar control habitat and we surveyed the populations of red fox, Eurasian badger and hooded crow between 2021 and 2023. The effectiveness of predator management was characterised by the culling rate. The population size of the brown hare did not change over the years. No correlation was found between predator culling rate and hare population size. The population size of predators also did not vary with changes in the intensity of the culling rate, except for the red fox in the control area. Here, the population size of foxes decreased as a result of more intense predator removal. Overall, the experiment did not provide clear evidence of a positive effect of predator management, as in many other studies, but this may have been due to the small sample size (short period). It is also possible that the habitats are currently able to support this amount of hare and that further habitat development and predator management would be necessary to significantly increase the population size.

Introduction

The hare (*Lepus europaeus*) is a species of special importance from several points of view. It has an important role in the food web, it serves as prey for several predatory species (Goszczyński and Wasilewski 1992, Panek 2013, Reynolds et al. 2010, Kovács et al. 2005), it can also participate in regulating the pattern of vegetation (Katona et al. 2003, Kertész et al. 1993, Mátrai et al. 1998), but it is also an important species as an indicator of the habitat quality.

The predator-prey relationship is two-way, the accessibility of the prey population can regulate the population of predators, but predators can also reduce the populations of their prey. In his study, White (2013) showed that in a natural environment, predators do not control the population of their prey, but the prey animal as a food source, controls the

predator population. The herds of herbivorous animals are regulated by the amount of available food sources, which in nature is most strongly influenced by the weather.

At the same time, Jedrzejewska and Jedrzejewski (1998) confirmed with their research that predators are able to exert a more significant effect on prey species when the population density of the prey species is low, so that it is not able to grow quickly despite the improvement of the habitat. Lindström et al. (1994) showed in Sweden between the 1970s and 1980s that when the number of red foxes (*Vulpes vulpes*) fell by 70% due to mange spread throughout the country, the volatility of the vole population was not affected by the decline in the fox population, but the population density of grouse and hares increased by 40–100%. After fox populations recovered by the late 1980s, hare population densities fell back to pre-mange levels or even lower. A similar phenomenon was described by Jensen (2009) in his doctoral thesis. In Denmark, in areas where the population density of foxes decreased due to mange, only the density of hares increased. However, the research also found that predators alone cannot cause the decline of the hare population, since the linear regression set up between the change in the fox harvest and the change in the hare harvest showed only a 14% determination between the two variables.

However, according to Norrdahl and Korpimäki (1995) in Finland, there was no significant correlation between the size of the fox population and the size of the hare population, other factors may also influence the size of the hare population. In his study in Poland, Panek (2013) concluded that predator control and habitat improvement can be used to help preserve the hare population. Based on the comparative study of Biró and Sebők (2024), it appeared that the food diversity of the habitat is an important factor for the behavior of hares, which can increase the time spent feeding and thereby contribute to population growth.

Reynolds et al. (2010), on the other hand, emphasized the importance of predator management based on their experiments in England. As a result of the removal of predators, the population density of hares in the treated area without habitat development increased from 15 individuals/km² to 28.5 individuals/km² within 3 years. In contrast, Estrada et al. (2015) showed in Spain that, among wildlife management interventions, habitat development and feeding and watering places have a greater impact on the occurrence of birds than fox control.

However, Banks et al. (1998) had a predator removal experiment in Australia, where they examined the effect of a fox population on a population of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), showed results similar to those of Reynolds et al. (2010) later found in England. In two sample areas, the number of foxes was strongly reduced, after 18 months the rabbit population increased by 6.5 times in one place and 12 times in the other, while in the control areas, where culling was not carried out, the population of rabbits barely increased or even decreased.

Based on all of this, it is still questionable how much impact intensive predator reduction can have on the hare population in the agricultural landscape. Therefore, the aim of our research was to examine whether the intensive predator management in the protection sample areas of the great bustard (*Otis tarda*) had a positive effect on the hare population compared to a control area, where the removal of predators was less intense.

Materials and methods

In the cross-border protection of great bustard in Central Europe (LIFE15 NAT/AT/000834) program, the goal is to protect the great bustard population with intensive predator control. A possible indicator of the favorable effect of this intervention is the change in the hare population (Faragó and Náhlik 1997; Panek et al. 2006; Reynolds et al. 2010; Szemethy et al. 2015).

To assess the effectiveness of the treatment, we therefore selected three Natura 2000 areas in the territories of three National Park Administrations (Kiskunsági National Park, Körös-Maros National Park, Bükk National Park) (Upper Kiskunsági salt marshes and Turjánvidék (HUKN10001); Dévaványai plain (HUKM10003); Borsodi plain (HUBN10002)) and Hevesi plain (HUBN10004), within which we have designated 3 treated test areas, as well as a control area far from them (Ladányi Földtulajdonosok Vadásztársaság Egyesület, Püspökladány), which have similar habitat features (Figure 1).

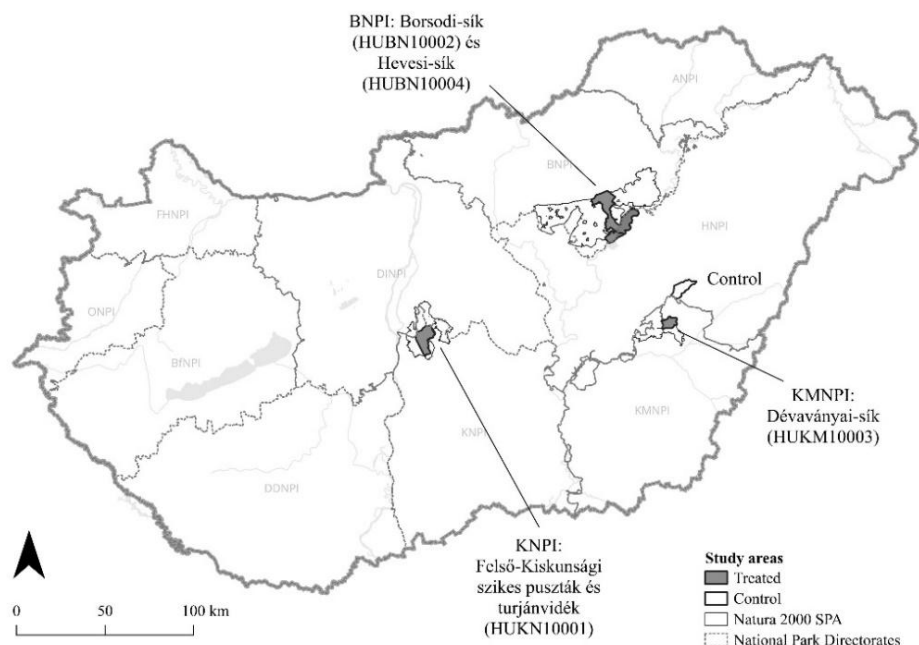


Figure 1. Location of the selected study areas. The mesocarnivore-control sites indicated in dark gray, and the control sites with white and black outline

1. ábra. A kijelölt vizsgálati területek elhelyezkedése. A sötétszürke területek a kezelt részek, míg a fehér terület a kontroll vizsgálatok helyszíne

The test areas are typically covered by large-scale agricultural fields and grasslands. The main cultivated crops are rapeseed, alfalfa, winter wheat, winter barley, spring barley, triticale, corn and sunflower. It is dotted with farms and farmsteads. The roads are bordered by rows of trees and strips of bushes in an irregular distribution. In its overall picture, a landscape typical of the large-scale agricultural areas of the Great Plain can be found everywhere.

The population density of hares was estimated in all study areas using spotlight counts between 2021 and 2023 based on the methodology of Kovács and Heltay (1985), Biró and Szemethy (2010), Majzinger (2017) and Pavliska et al. (2018). Every year in early spring, depending on the weather, we travelled along the predetermined routes (KMNP: 8, KNP: 13, BNP: 9, control: 8 transects). The tests were carried out with 3 overnight repetitions and strip transect estimation was used in the calculations.

To do this, the observers measured the visible distance along the transects each time. The length of each route segment was then multiplied by the distance covered and thus the area actually covered for the given route was obtained. Then we calculated the hare population density (D) separately for the right and left sides for each line using the following formula:

$$D = \frac{\text{number of observed hares along the line (individuals)}}{\text{the size of the area observed along the line (ha)}}$$

For the left and right sides, we calculated the average population density for each day from the values obtained based on the formula above for all transects. We calculated a total of 6 mean values from the data of the three-night repetitions and the two sides. We calculated the average population density and the error of the estimate (standard error) for the entire area using these values.

Predator hunting was carried out by professional hunters in all areas using firearms and trapping. The effectiveness of this was characterized by the culling rate (the species' annual harvest/estimated population size in a given year) (Heltai et al. 2010), which was examined in the case of three species (fox, badger (*Meles meles*), hooded crow (*Corvus cornix*)). According to Heltai and Szabó (2008), the culling rate of the fox must reach a value of 2 in order to decrease its population. In the case of the badger, this level is 0.7 (Nagy and Heltai 2014).

In the case of the hooded crow, if we count 2.8 reared and fledged chicks per nest (Farágó 2002), then a culling rate of 1.4 is required. Hooded crows usually cause little damage to the hare population, but can have a negative impact on small game, especially in the case of pheasant populations by robbing nests (egg-stealing is a typical behavior of crows: Draycott et al. 2008, Göransson and Loman 1986, Krüger et al. 2018).

As a result of habitat development and predator management, the growing small game population (Reynolds et al. 2010) also has an attractive effect on the hooded crow population (Pringle et al. 2019), which can lead to greater predation pressure, thus their reduction can be beneficial for the small game population of the entire area. In

the case of all three species, the estimated population size was determined based on den and nest mapping and this value was used to calculate the culling rate.

Within the study areas, the change in the estimated population size of the hare was checked with a one-way ANOVA after the Shapiro-Wilk test confirmed the normality of the data. The relationship between the culling rate of the predator species and the estimated population density of the hare, as well as between the culling rate and the estimated population of the given predator, was analyzed using linear regression. Each time, the culling rate was compared with the estimated population sizes of the following year, because a stronger effect of the harvest in a given year can be expected on the size of the surviving population in the following year (Heltai et al. 2016). Statistical analyzes were performed using SPSS v20 (IBM Corp.) and Instat v3.05 (GraphPad Software).

Results

The results of the population density estimates of the three years were compared in Figure 2 in our different areas.

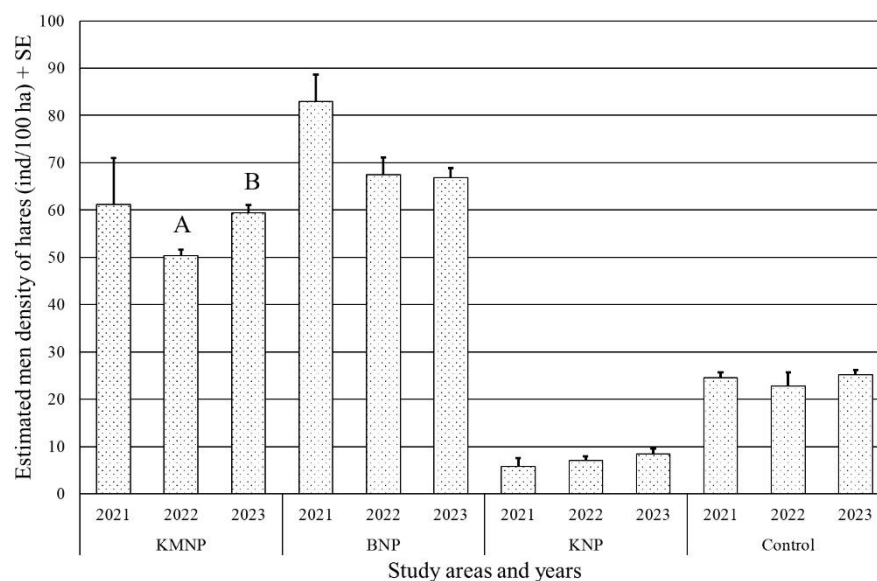


Figure 2. The spring population densities of the European hare in the study areas and in the control site between 2021 and 2023 (mean+SE). The different capital letters show a significant difference between the years inside a study area.

2. ábra. A mintaterületek és a kontroll terület mezei nyúl populációsűrűsége 2021–2023. tavasz (átlag+SE). Az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jeleznek az évek között egy területen belül.

In the area of KMNP, the hare density estimated for the year 2023 showed a significantly higher value than for the year 2022 (one-way ANOVA with Welch correction: $F_{2,6.145} = 9.41$; $p = 0.013$; Tamhane post-hoc test, $p = 0.004$), however, there was no difference compared to 2021.

Based on the combined examination of the three years, no significant difference could be detected between the BNP estimation results. The result of the analysis of variance ($F_{2,8.488} = 3.45$; $p = 0.08$) did not support the fact that there was a change in the density of the hare population over the years.

According to the results of the one-way ANOVA ($F_{2,15} = 1.057$; $p = 0.372$) in the area of the KNP, there were no significant changes over the years.

Welch's correction of the one-way ANOVA was used in the control area. There was no significant change in the hare population density in this area either ($F_{2,9.204} = 0.312$; $p = 0.739$).

Among the treated areas, in the case of the KMNP, it can be seen that the fox culling rate exceeded the recommended value of 2 every year, and from 2021 it was also higher than this level in the BNP area (Figure 3).

In the case of the badger, the recommended level of 0.7 was also exceeded in these two national park areas, except in 2019 and in 2023 in the case of KMNP (Figure 4). The reduction of the hooded crow was also effective in these two treated areas, although in the case of KMNP the rate remained below the desired level of 1.4 in 2021 (Figure 5).

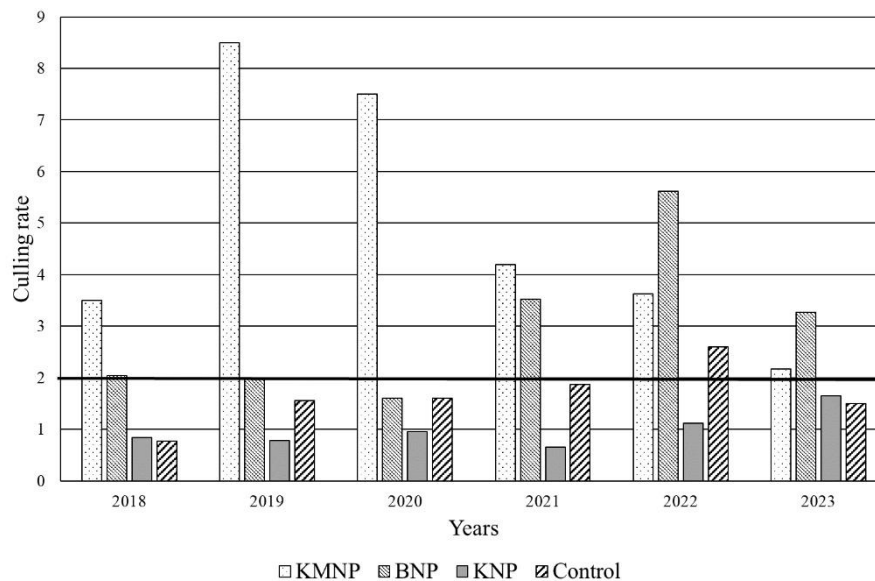


Figure 3. The culling rate of the red fox in the study areas between 2018 and 2023. The thick black line shows the threshold value that is necessary for the effective decreasing of the population.

3. ábra. A róka gyérítési rátája a vizsgálati területeken 2018-2023. között. A vastag fekete vonal a populáció csökkentéséhez szükséges határértéket jelöli.

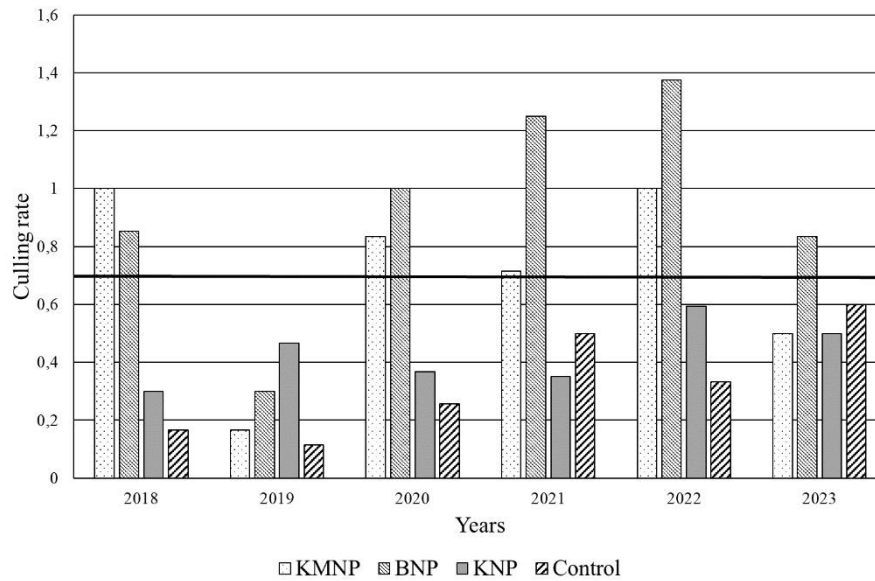


Figure 4. The culling rate of the European badger in the study areas between 2018 and 2023. The thick black line shows the threshold value necessary for the effective reduction of the population.

4. ábra. A borz gyérítési rátája a vizsgálati területeken 2018-2023. között. A vastag fekete vonal a populáció csökkentéséhez szükséges határértéket jelöli.

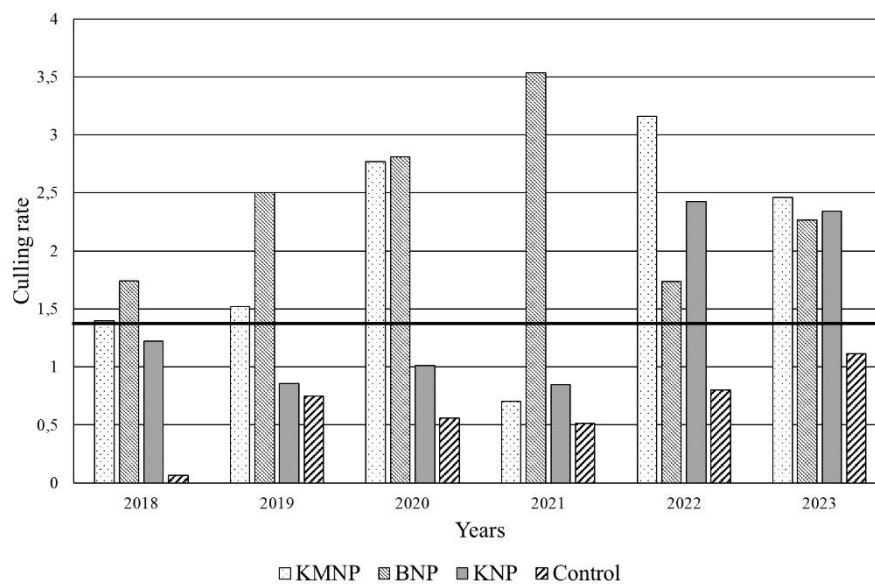


Figure 5. The culling rate of the hooded crow in the study areas between 2018 and 2023. The thick black line shows the threshold value which is necessary for the effective decreasing of the population.

5. ábra. A dolmányos varjú gyérítési rátája a vizsgálati területeken 2018–2023. között. A vastag fekete vonal a populáció csökkentéséhez szükséges határértéket jelöli.

Although the levels necessary to reduce populations were not reached in almost any year in the KNP area, it should be mentioned that in the case of the hooded crow, this was already achieved in 2022 and 2023.

In the control area, only in 2022 did the predator culling rate, which was considered adequate, reach the target level in the case of the fox, but the populations of the badger and the hooded crow continued to be reduced at a low level.

Based on the linear regression, it was not possible to show a clear positive effect between the 2018-2022 values of the culling rates in our study areas and the values of the estimated populations of hares, foxes, badgers and hooded crows in the following years (2019-2023).

Among the correlation studies, only in the KNP area was there a significantly negative relationship between the culling rate and population size of the hooded crow (ANOVA: $F_{1,3} = 31.399$; $p = 0.011$); and between the culling rate and population size of the fox in the control area (Figure 6; ANOVA: $F_{1,3} = 11.365$; $p = 0.043$).

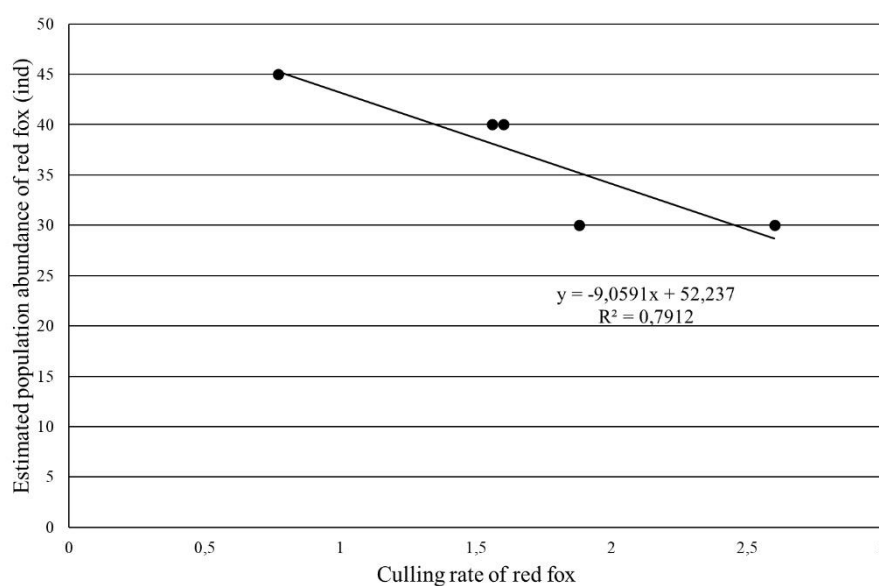


Figure 6. The relationship between the culling rate and the population abundance of red fox in the control site between 2018 and 2023.

6. ábra. A róka gyérítési rátája és populációnagysága közötti összefüggés a kontroll területen 2018–2023 között.

In this case, the decrease in the fox population could have been caused by increasing culling, since the variability of the decrease is explained by $R^2 = 79\%$ of the increase in the culling rate. At the same time, this relationship was even stronger in the case of the hooded crow in the area of the KNP, since there the variability was explained in $R^2=91\%$ by the increase in the culling rate.

Discussion

With an appropriate culling rate of predators, the size of predator populations can be reduced (Heltai 2016) and, in parallel, the growth of small game populations can be promoted (Lindström et al. 1994, Reynolds et al. 2010). However, this cannot be demonstrated in all cases (Jensen 2009, Norrdahl and Korpimäki 1995, Panek 2013).

Although the culling rate recommended by the literature was achieved in several sample areas over the years, the comparison of hare population sizes between years did not show a significant change anywhere. Only in the area of KMNP was there a significant increase from 2022 to 2023, but this was followed by a decrease from 2021 to 2022, and thereafter the hare population rose back to its previous value. It is also possible that under the current habitat conditions, these population sizes are the sustainable quantities under intensive predation control.

It may also be important that until June 30, the desired reduction rate was not reached in the case of the most effective predator species, the fox (not even in the case of the badger and the hooded crow, except for BNP), which may be a problem because the hares were already past their most important pup-rearing period by this time, so the desired reduction did not take place in the period of greatest risk. The larger part of the year-round predator harvest should be reached during the spring, because this is the time when the small game is rearing its offspring, when the predators are able to cause the greatest losses (Heltai et al. 2010).

At the same time, it should be noted that in all cases the number of samples for the analysis is small, so the aggregated analysis of the data of additional years can support demonstrable changes. However, the growth of hare populations does not necessarily depend solely on predator reduction, as explained by Jensen (2009), who found only a weak relationship between the two variables. So, in addition to the uncertainty caused by the low number of samples, it is also conceivable that the effect of predator management cannot be detected in these areas, because the quality of the habitat is limited. Possibly, the hare population could be increased more significantly with further habitat improvements (Marada et al. 2023, Schai-Braun et al. 2020, Weber et al. 2019), but intensive predator management must also be maintained, as habitat improvement alone is not always sufficient (Bro et al. 2004, Reynolds et al. 2010). Together, these interventions can be beneficial for other small game species and the great bustard (Kuijper et al. 2009, Martín et al. 2012, Nelli et al. 2012).

Acknowledgement

The research was supported by the LIFE15 NAT/AT/000834 program. We would like to express our gratitude to all field staff who helped us with predator management and population estimates.

References

- Banks, P. B., Dickman, C. R., Newsome, A. E. 1998: Ecological Costs of Feral Predator Control: Foxes and Rabbits. *Journal of Wildlife Management*, 62(2): 766–772. <https://doi.org/10.2307/3802353>
- Biró Zs., Szemethy L. 2010: A nyúlbecslés gyakorlata. *Nimród*, 98(2): 14–17.
- Biró Zs., Sebők R. 2024: Tenyésztett és vad mezei nyulak viselkedésének elemzése. *Tájökológia Lapok (Journal of Landscape Ecology)*, 22(1): 25–35. <https://doi.org/10.56617/tl.5897>
- Bro, E., Mayot, P., Corda, E., Reitz, F. 2004: Impact of habitat management on grey partridge populations: assessing wildlife cover using a multisite BACI experiment. *Journal of Applied Ecology*, 41: 846–857. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00939.x>
- Draycott, R. A. H., Hoodless, A., Woodburn, M. I. A., Sage, R. B. 2008: Nest predation of European Common Pheasants *Phasianus colchicus*. *Ibis*, 150(s1): 37–44. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00851.x>
- Estrada, A., Delibes-Mateos, M., Caro, J., Viñuela, J., Díaz-Fernández, S., Casas, F., Arroyo, B. 2015: Does small-game management benefit steppe birds of conservation concern? A field study in central Spain. *Animal Conservation*, 18(6): 567–575. <https://doi.org/10.1111/acv.12211>
- Faragó S., Náhlik A. 1997: A vadállomány szabályozása. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*. p. 316.
- Faragó S. 2002: Vadászati állattan. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*. p. 496.
- Goszczyński, J., Wasilewski, M. 1992: Predation of foxes on a hare population in central Poland. *Acta Theriologica*, 37(4): 329–38. <https://doi.org/10.4098/at.arch.92-33>
- Göransson, G., Loman, J. 1986: Predation and habitat distribution of pheasant nests: a case of ideal free distribution. *Ardea*, 74: 105–109.
- Heltai M. 2016: Ragadozóemlős-fajok monitorozási módszereinek fejlesztése, és a tudatos ragadozó-gazdálkodás megalapozása az aranysakál, az eurázsiai borz és a vörös róka esetében. *Akadémiai doktori értekezés. Magyar Tudományos Akadémia, Gödöllő*. p. 144.
- Heltai M., Márton M., Szemethy L., Csányi S. 2016: A ragadozó-gazdálkodás értékelése az elmúlt évtized adatai alapján. *Vadbiológia*, 18: 51–62.
- Heltai M., Szabó M. 2008: Ragadozó-gazdálkodás a gyakorlatban. *Nimród*, 96(8): 4–6.
- Heltai M., Szemethy B., Biró Zs. 2010: Gazdálkodás, megőrzés és védelem. In: Heltai M. (szerk.): *Emlős ragadozók Magyarországon*. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*. pp. 98–113.
- Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W. 1998: Predation in Vertebrate Communities. The Bialowieza Primeval Forest as a Case Study. In: *Ecological Studies*, vol. 135. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. p. 452.
- Jensen, T-L. W. 2009: Identifying causes for population decline of the brown hare (*Lepus europaeus*) in agricultural landscapes in Denmark. PhD thesis, National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. p. 197. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10017.56169>
- Katona K., Biró Zs., Hahn I., Kertész M., Altbäcker V. 2003: A mezei nyúl tér-időbeli előfordulása Bugacon: egy hosszútávú ökológiai vizsgálat az üregi nyúl kipusztulásának időszakában. *Vadbiológia*, 10: 74–82.
- Kertész M., Szabó J., Altbäcker V. 1993: The Bugac Rabbit Project. Part I: Description of the study site and vegetation map. *Abstracta Botanica*, 17: 187–196.
- Kovács A., Horváth M., Demeter I., Fülöp Gy., Frank T., Szilvácsku Zs. 2005: Parlagisas-védelmi kezelési javaslatok. MME, Budapest. p. 154.
- Kovács Gy., Heltay I. 1985: Mezei nyúl. *Ökológia, gazdálkodás, vadászat*. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. p. 176.
- Krüger, H., Väänänen, V-M., Holopainen, S., Nummi, P. 2018: The new faces of nest predation in agricultural landscapes—a wildlife camera survey with artificial nests. *European Journal of Wildlife Research*, 64: 76. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1233-7>
- Kuijper, D.P.J., Oosterveld, E., Wymenga, E. 2009: Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population—a review. *European Journal of Wildlife Research*, 55: 455–463. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0311-2>

- Lindström, E. R., Andrén, H., Angelstam, P., Cederlund, G., Hörnfeldt, B., Jäderberg, L., Lemnell, P. A., Martinsson, B., Sköld, K., Swenson, J. E. 1994: Disease reveals the predator: Sarcoptic mange, red fox predation, and prey populations. *Ecology*, 75(4): 1042–1049. <https://doi.org/10.2307/1939428>
- Majzinger I. 2017: Módszertani javaslat a mezei nyúl állományok szabályozásához és a hasznosításának tervezéséhez. *Nimród*, 2: 4–7.
- Marada, P., Cukor, J., Kuběnka, M., Linda, R., Vacek, Z., Vacek, S. 2023: New agri-environmental measures have a direct effect on wildlife and economy on conventional agricultural land. *PeerJ*, 11: e15000. <https://doi.org/10.7717/peerj.15000>
- Martín, C. A., Martínez, C., Bautista, L. M., Martín, B. 2012: Population increase of the Great Bustard *Otis tarda* in its main distribution area in relation to changes in farming practices. *Ardeola*, 59(1): 31–42. <https://doi.org/10.13157/arla.59.1.2012.31>
- Mátrai K., Altbäcker V., Hahn I. 1998: Seasonal diet of rabbits and their browsing effect on juniper in Bugac Juniper Forest (Hungary). *Acta Theriologica*, 43(1): 107–112. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.98-8>
- Nagy A., Heltai M. 2014: Előzetes eredmények az eurázsiai borz hazai szaporodási adatairól. *Vadbiológia*, 16: 133–140.
- Nelli, L., Meriggi, A., Vidus-Rosin, A. 2012: Effects of habitat improvement actions (HIAs) and reforestation on pheasants *Phasianus colchicus* in northern Italy. *Wildlife Biology*, 18(2): 121–130. <https://doi.org/10.2981/11-022>
- Norrdahl, K., Korpimäki, E. 1995: Small carnivores and prey population dynamics in summer. *Annales Zoologici Fennici*, 32: 163–169.
- Panek, M. 2013: Long-term changes in the feeding pattern of red foxes *Vulpes vulpes* and their predation on brown hares *Lepus europaeus* in western Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 59: 581–586. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0709-8>
- Panek, M., Kamieniarz, R., Bresiński, W. 2006: The effect of experimental removal of red foxes *Vulpes vulpes* on spring density of brown hares *Lepus europaeus* in western Poland. *Acta Theriologica*, 51: 187–193. <https://doi.org/10.1007/BF03192670>
- Pavliška, P. L., Riegert, J., Grill, S., Šálek, M. 2018: The effect of landscape heterogeneity on population density and habitat preferences of the European hare (*Lepus europaeus*) in contrasting farmlands. *Mammalian Biology*, 88: 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.11.003>
- Pringle, H., Wilson, M., Calladine, J., Siriwardena, G. 2019: Associations between gamebird releases and generalist predators. *Journal of Applied Ecology*, 56: 2102–2113. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13451>
- Reynolds, J. C., Stoate, C., Brockless, M. H., Aebischer, N. J., Tapper, S. C. 2010: The consequences of predator control for brown hares (*Lepus europaeus*) on UK farmland. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 541–549. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0355-3>
- Schai-Braun, S. C., Ruf, T., Klansek, E., Arnold, W., Hackländer, K. 2020: Positive effects of set-asides on European hare (*Lepus europaeus*) populations: Leverets benefit from an enhanced survival rate. *Biological Conservation*, 244: 108518. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108518>
- Szemethy L., Keller N., Ujhegyi N., Csányi S., Kovács I., Patkó L., Schally G., Tóth B., Biró Zs. 2015: Az apróvad, mint az agrár-környezetgazdálkodási programok hatásindikátora – módszertani áttekintés. *Tájökológiai Lapok*, 13(1): 9–17. <https://doi.org/10.56617/tl.3654>
- Weber, D., Roth, T., Kohli, L. 2019: Increasing brown hare (*Lepus europaeus*) densities in farmland without predator culling: results of a field experiment in Switzerland. *European Journal of Wildlife Research*, 65: 75. <https://doi.org/10.1007/s10344-019-1306-2>
- White, T. C. R. 2013: Experimental and observational evidence reveals that predators in natural environments do not regulate their prey: They are passengers, not drivers. *Acta Oecologica*, 53: 73–87. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.09.007>

A ragadozógazdálkodás mezei nyúl populációra gyakorolt hatásának vizsgálata tűzokvédelmi területeken

BIRÓ ZSOLT^{1,*}, SCHALLY GERGELY¹, ANTAL ANDRÁS²,
SÁRMAYNÉ LÁNG KATALIN³, LÓRÁNT MIKLÓS⁴

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet,
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1; e-mail: biro.zsolt@uni-mate.hu

²Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, 3304 Eger, Sánc u. 6.

³Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, 5540 Szarvas, Anna-liget 1.

⁴Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, 6000 Kecskemét, Liszt Ferenc u. 19.

Kulcsszavak: gyérítési ráta, csapdázás, reflektoros létszámbecslés, kotorekterképezés, élőhelyfejlesztés

A mezei nyúl fontos eleme az agrár ökoszisztémáknak, az élőhelyi változások vagy a ragadozógazdálkodási beavatkozások jó indikátor fájának is tartják. A tűzok védelme érdekében végzett fokozott ragadozógazdálkodásnak feltehetően lehet hatása ezen apróvadfajra is. A vizsgálatunk célja e hatás felmérése volt. A kutatás során három Nemzeti Park mintaterületein és egy azoktól független, de hasonló kontroll élőhelyen becsültük a mezei nyúl állományát reflektoros létszámbecsléssel és csökkentettük a róka, a borz és a dalmányos varjú populációját 2021–2023 között. A ragadozógazdálkodás hatékonyságát gyérítési rátával jellemeztük. A mezei nyúl állomány nagysága nem változott az évek során. A ragadozó fajok gyérítési rátája és a mezei nyúl állomány nagysága között nem találtunk összefüggést. A ragadozók populációnagysága sem változott jelentősen a gyérítési ráta intenzitásának növelésével, kivéve a kontroll területen a róka esetében. Ott a róka populációnagysága csökkent az erőteljesebb ragadozógazdálkodás hatására. Összességében a vizsgálat nem támasztotta alá egyértelműen a ragadozógazdálkodás pozitív hatását, ahogy sok más vizsgálatban sem, de ezt az alacsony mintaszám (rövid időszak) is okozhatta. Valamint az is elképzelhető, hogy az élőhelyek jelenleg ennyi mezei nyulat képesek eltartani és élőhelyfejlesztéssel, valamint a ragadozógazdálkodás további fokozásával lehetne csak növelni az állomány nagyságát.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Floristic and ecological value of the cork oak forest of Mzirâa (El Kala, North-East of Algeria)

SIHEM LOUHI HAOUI^{1,2}, NORA SAKHRAOUTI^{3,*}, SAMAH ZAOUÏ¹,
RATIBA BOUSSOUAK³, IMANE SIOUD⁴

¹ Biodiversity and Ecosystem Pollution Laboratory, Chadli Bendjedid El-Tarf University, Algeria

² Environmental Bio-monitoring Laboratory, Annaba

³ Department of Ecology and Environment, Faculty of Sciences, University 20 August 1955,
BP 26 Road of El Hadaiek, 21000 Skikda, Algeria

e-mail: sakhraouinora05@gmail.com

⁴ Department of Ecological Developmental Adaptability Life Sciences,
Graduate School of Life Sciences, Tohoku University, Miyagi, Japan

Keywords: Cork oak forest, cartography, floristic dynamics, ecological conditions, conservation, sustainable Mediterranean ecosystem, north-eastern Algeria

Abstract: The persistence and variety of anthropogenic factors have only accelerated the degradation process of Mediterranean forests. This study focuses on the cork oak forest of Mzirâa located northwest of El Kala in northeastern Algeria. The objective of this study is to evaluate the ecological status (floristic composition and vegetation structure) of the flora in selected areas of the Mzirâa forest. The study is based on the development of a floristic matrix using a systematic sampling method in each study locality. The findings revealed a regressive spatio-temporal dynamism of the flora and vegetation of the forest. In addition, a floristic dynamics and analysis using NDVI for the study area indicated that there is rapid degradation of the Mzirâa forest. This implies that the forest is under serious ecological threats and needs urgent management strategies to protect the forest from further degradation. This study provides crucial information for researchers, policymakers, and forest protection authorities in Algeria.

Introduction

Since the 1980s, conflicts have arisen between preserving the natural characteristics of forest environments and utilizing wood and cork biomass for economic gain. The science of landscape ecology emphasizes the importance of maintaining a balance between nature and its management practices (FAO 2001).

While the rate of deforestation is slowing down, forests face pressure from climate-related stress factors, and the demand for forest products is on the rise (FAO 2024).

The biodiversity of Mediterranean forests is characterized by genetic, species-level and functional richness that should be upheld and supported through development programs (Quézel and Médail 2003). Despite this ecological value, the structure and composition of Mediterranean forest vegetation present challenges in terms of dynamics and dispersal (Quézel et al. 1980, Lacoste and Salanon 2005). The continued presence of anthropogenic factors has worsened the decline of this type of habitat (Iker-moud 2000, Abdelfettah 2014), making it essential to develop effective conservation

methods. Over the years, conservation methods, and forest research approaches have evolved, due to numerous research works carried out in this field. These include quantitative and qualitative assessments of biodiversity, evaluation of spatio-temporal dynamics (Huston 1994, Jäger 2000, Gibelin and Decque 2003), studies on the diversity of ever-changing forests. The forest is never static; it functions like a living organism in a constant evolution (Véla 1998); thus, the state of habitat stratification has an impact on the taxonomic and functional diversity of the flora and fauna of the undergrowth (Naumburg and De Wald 1999, Van Pelt and Franklin 2000, de Coignac 2001, Vennetier 2002, BNEDER 2009).

The Algerian forests cover approximately 4 million ha, which is less than 2% of the country's surface area. However, due to the degradation of this forest ecosystem by repeated fires, overgrazing and agricultural exploitation; only 1.4 million ha are actual forested land, with the rest mainly being scrubland (DGF 2020). The sites of these forests vary greatly; they are often of irregular characteristics, with trees of varying sizes and ages, dense undergrowth that limits visibility and accessibility, and conditions that favor the spread of fires.

The forest of Mzirâa, a cork forest located in the center of the National Park of El Kala (north-east of Algeria) one of the Mediterranean basin's hotspots (Véla and Benhouhou 2007) with a high level of endemism (Sakhraoui et al. 2020), is considered a typical example of Mediterranean forests that often face a high risk of devastating fires. This risk is largely associated with prolonged dry and hot periods due to climate change as well as increasing anthropogenic pressures, such as: fires; overgrazing; logging and the exploitation of forest clearings for agriculture. In this context, this study was conducted, with the main objective of analyzing the floristic diversity and the structure of vegetation of the Mzirâa cork oak forest and the pressures acting upon it, with a focus on assessing the ecological status of its flora.

Material and Methods

Characterization and geographic location of the study area

The study area (forest of Mzirâa) is located in the El Kala National Park in the district of El Tarf (North-Eastern Algeria) near the border with Tunisia (Figure 1). It belongs to the floristic sub-sector of Numidia (K3) previously identified by Quézel and Santa (1962-1963). According to Emberger's climagram (1955), the El-Kala region is situated within the sub-humid bioclimatic zone with warm winters, on the border with the humid zone. However, the topography largely determines the existence of sub-zones, which in turn influence the physiognomic diversity of the habitats. Thus, from the coast to the Medjerda forest massif, three bioclimatic zones can be distinguished: the sub-humid zone with warm winters; the humid zone with warm to temperate winters; and the humid zone with temperate to cool winters.

The area of Mzirâa embodies a mosaic of vegetation varying from maritime pine (*Pinus pinaster* subsp. *pinaster* Ait.) stands/groves on the coastal dunes to cork oak

(*Quercus suber* L.) groves on the Numidian sandstone, located northwest of the town of El Kala. The forest of Mzirâa stretches over an area of 158.35 ha with a state-owned legal status. It belongs to the Mzirâa region, approximately 5 km away from the new port of El Kala. It extends between 8°23'46.7'' and 8°23'10.1'' East longitude and from 36°54'39.1'' to 36°54'24.5'' North latitude. It is geographically limited to the North by the Mediterranean Sea, to the South-East by Lake Oubéira and to the West by Lake Mellah and Blue Lake. In the study area, eight localities were selected with similar physical characteristics and topography, but with different vegetation structures. These localities are spread out across 4 sites spaced approximately 1 km apart. Each site comprises two localities, one at low altitude and one at high altitude (Table 1).

Table 1. Geographical coordinates of the eight study localities

1. táblázat. A nyolc vizsgálati helyszín földrajzi koordinátái

Study area: Mzirâa cork oak forest				
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Low altitude localities	A1: 70 m 36°54'45.27"N, 8°22'28.63"E	A2: 67 m 36°54'45.78"N, 8°22'26.35"E	A3: 73 m 36°54'44.39"N, 36°54'44.39"E	A4: 78 m 36°54'43.57"N, 8°22'16.49"E
High altitude localities	B1: 93 m 36°54'39.38"N, 8°22'28.83"E	B2: 85 m 36°54'43.39"N, 8°22'26.17"E	B3: 85 m 36°54'42.87"N, 8°22'23.36"E	B4: 86 m 36°54'41.36"N, 8°22'16.74"E

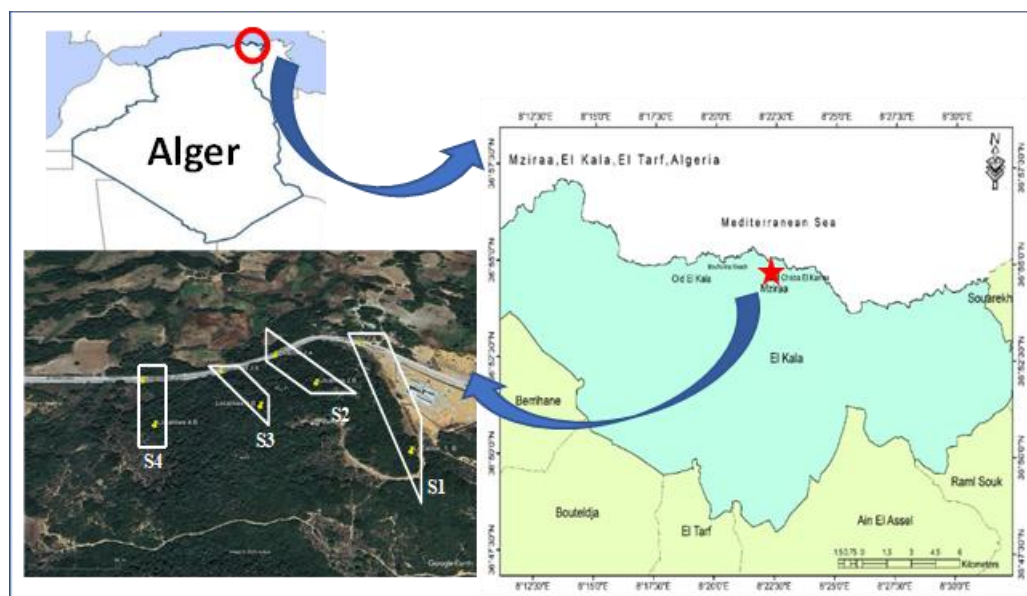


Figure 1. Location map of study area and geographical position of study sites (S1, S2, S3, S4) and localities

1. ábra. A vizsgálati terület térképe és a mintaterületek (S1, S2, S3, S4), valamint a vizsgálati helyszínek földrajzi elhelyezkedése

Study method and sampling

To evaluate the current state of floral diversity in the Mzirâa cork oak forest, a simple random sampling method was used for the initial survey, combined with systematic sampling within each survey. Each transect is represented by a series of surveys, each covering 25 m²; there is a 5 m gap between each survey. This involved a series of transects, with four at low altitude and four parallel transects at high altitude. Each transect required several surveys.

A total of 84 surveys were conducted between 2020 and 2023 at the eight localities. Each site was the subject of a series of studies during which a systematic inventory of the flora was carried out and ecological indicators such as vegetation density, taxonomic diversity and the relative species frequency index, the stratification, the biological type, the biogeographical origin of the inventoried flora and the spatio-temporal dynamics of this flora were assessed. Field data collected during this time period, were used to create a matrix, focusing on parameters like changes in floristic richness, dominance-abundance, frequency of occurrence of the inventoried taxa, taxonomic diversity, uniformity, the vegetation stratification of the habitat, and phytoecological structure (Frontier and Pichod-Viale 1991).

Plant species were identified using Algerian and North African floras (Quézel and Santa 1962–1963, Maire 1952–1987). The nomenclature was updated according to Dobignard and Chatelain (2010–2013) and Euro+Med PlantBase (2024).

The level of endemism was deduced from the geographical distribution of taxa, verified in Euro+Med PlantBase (2024) and POWO (2024).

To assess the ecological state of the forest, alpha diversity was calculated as a parameter of habitat composition and structure using Shannon and Weaver H' index. In addition, we evaluated equitability E to detect changes in the structure and balance of the plant community in our case study (Daget 1989, Frontier and Pichod-Viale 1991).

Normalized difference vegetation index Landsat (NDVI)

Normalized Vegetation Index (NDVI) is used to quantify the greenness of vegetation and is useful for understanding vegetation density and assessing changes in plant health (Kahli et al. 2018, García Cárdenas et al. 2019).

Very low NDVI values (≤ 0.1) correspond to barren rock, sand or snow surfaces. Moderate values (0.2 to 0.3) represent shrubland and grassland, while high values (0.6 to 0.8) indicate forests. To calculate the NDVI, we used the reflectance of the red (R) and near-infrared (NIR) channels measured in the visible band by sensors on board drones or satellites (Abdi 2013, Tagesson et al. 2017), ranging from 0.1 to 0.5 for sparse vegetation and from 0.6 to above for dense green vegetation (Kurnaz et al. 2020).

Correspondence Analysis (CA), also known as Simple Correspondence Analysis, is an exploratory method for analyzing contingency tables (Dagnelie 1975, Godron et al. 1983). During this study, the analysis was based on a matrix of 94 rows and 42 columns

for 2020 and 91 rows and 42 columns for 2023. Table 2 shows the inertia of the multi-year factors that best structure the flora inventoried during the fieldwork.

Table 2. CFA analysis method

2. táblázat. CFA elemzési módszer

DiagoRC: General program for two diagonal inner product analysis.			
Total inertia: 0.428141 (CFA Fig 8. Rows and Fig 10. B Columns)			
Num	Eigenval.	R. Iner.	R. Sum
1	+1.4849E-01	+0.3468	+0.3468
2	+4.6906E-02	+0.1096	+0.4564
3	+3.8943E-02	+0.0910	+0.5473
Total inertia: 1.49948 (CFA Fig 9. Rows and Fig 10.A. Columns)			
1	+3.6309E-01	+0.2421	+0.2421
2	1.4863E-01	+0.0991	+0.3413
3	+1.3597E-01	+0.0907	+0.4319

The structural analysis of the data was carried out using the ADE.4 programme, enabling a comparison of two configurations of Correspondence Analysis (CA). The first configuration exhibits moderate total inertia (0.428), with relatively concentrated information, as the first axis accounts for 34.68% of the variance (totalling 54.73% across three axes). Conversely, the second configuration shows a much more pronounced dispersion with an inertia of 1.499, indicating clearer structural differences between the profiles; however, this complexity makes the information more diffuse, with the first axis explaining only 24.21% of the total inertia. These indicators confirm the relevance of a multidimensional approach to interpreting the significant contrasts observed in Figures 8, 9 and 10.

Results

Phyto-ecological analysis

Specific habitat diversity

The specific diversity and equitability of the study sites indicate that the habitat exhibits a taxonomic diversity associated with a moderate distribution balance (Figure 2). This is evident considering the state of senescence that the study area has experienced since 2010, as reported by the Forest Service of El Kala National Park.

Plant stratification

The eight localities have a relatively stable stratified structure, consisting of three strata (herbaceous, shrubby and tree-lined), each with a significant floristic composition. Figure 3 illustrates the dominance in the number of the herbaceous layer throughout the

entire study site. The specific richness and complexity of the shrub layer indicate the degraded state of this forest.

During the inventory, conducted from 2020 to 2023, a total of 98 taxa, belonging to 39 genera and 41 families, were identified. Each family and genus includes a group of taxa specific to the forest, clearing, or forest edge, in addition to introduced species resulting from sandification caused by forest destruction.

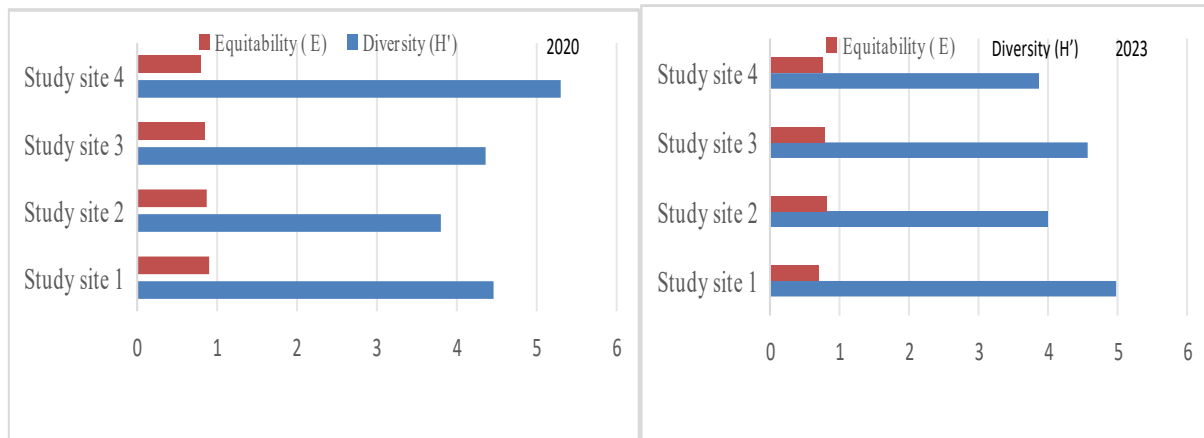


Figure 2. Study sites diversity and Equitability index

2. ábra. A vizsgálati helyszínek sokfélesége és egyenlőségi indexe

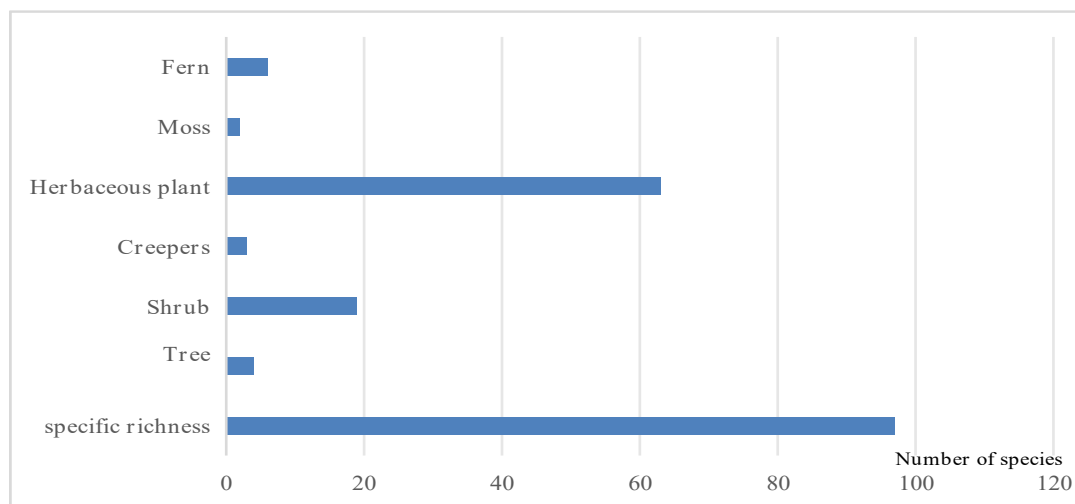


Figure 3. Floristic structure and stratification of the habitat during the sampling

3. ábra. Az élőhely taxonómiai szerkezete és rétegződése a mintavétel során

Floristic structure

Distribution of families

In the study area, the Asteraceae family is dominant with eight species, followed by the Geraniaceae and Poaceae with five species each. The Fabaceae, Asparagaceae, Ranunculaceae and Rubiaceae have the same species richness (4 species each). The other families encountered during the fieldwork are represented by only one to three species (Figure 4).

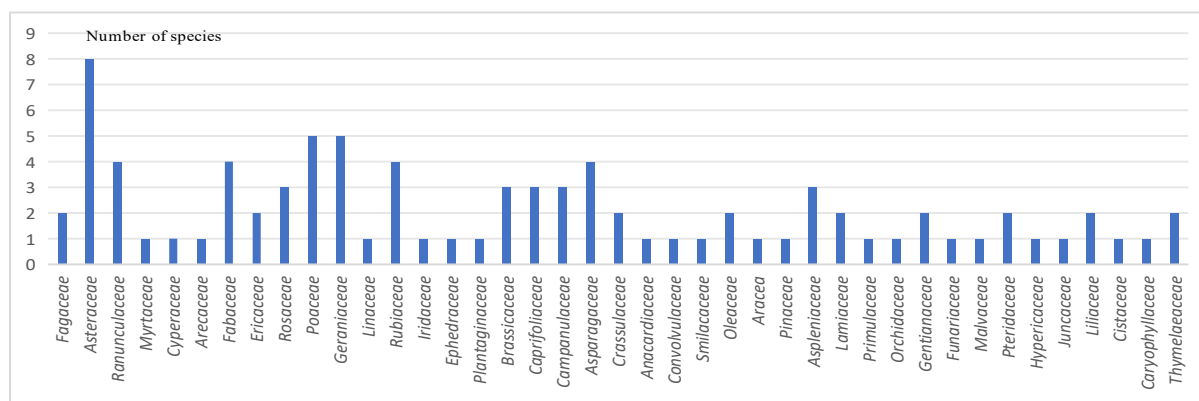


Figure 4. Number of species within the botanical families in the study area

4. ábra. A vizsgálati területen előforduló botanikai családok fajainak száma

Biogeography and endemism

The Mediterranean species predominate (43%) compared to other biogeographical origins (Figure 5). On the other hand, endemic taxa represent 13%, namely *Cyclamen africanum* Boiss. (Mor-Alg-Tun), *Arenaria cerastioides* Poir. subsp. *cerastioides* (Mor-Alg-Tun), *Gagea algeriensis* (Chabert) Batt. (Mor-Alg), *Carduus nutans* subsp. *numidicus* (Coss. & Durieu) Arènes (Alg), *Genista ferox* Poir. (Alg-Tun-Sardinia), *Genista ulicina* Spach (Mor-Alg-Tun), *Hypericum afrum* Lam. (Alg-Tun), *Linaria pinifolia* (Poir.) Thell. (Alg-Tun), *Hyacinthoides aristidis* (Coss.) Rothm. (Alg-Tun), *Solenopsis bicolor* (Batt.) Greuter & Burde (Alg-Tun), *Squilla anthericoides* (Poir.) Jord. & Fourr. (Alg) and *Thymus munbyanus* Boiss. & Reut. (Mor-Alg).

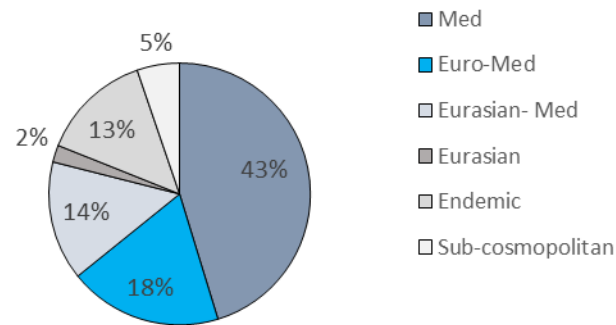


Figure 5. Biogeographical origin of plant species in the study area

5. ábra. A vizsgálati terület növényfajainak biogeográfiai eredete

Biological spectrum of flora

Therophytes have the highest rate (36%) followed by Hemicryptophytes (18,5%). On the other hand, Geophytes, Chamaephytes, Macrophanerophytes, Mesophanerophytes, Microphanerophytes, and Nanophanerophytes have the lowest rates (Figure 6). This distribution is a clear indication of forest and/or pre-forest formation in the study area.

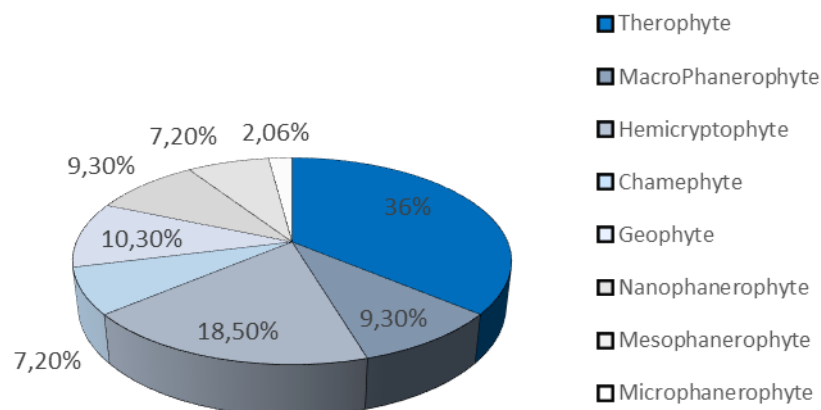


Figure 6. Biological type of plant species in the study area

6. ábra. A vizsgálati területen előforduló növényfajok biológiai típusa

Phyto-ecological analysis (CFA)

Factorial Correspondence Analysis (CFA) highlighted the spatial distribution of the species studied within a habitat, revealing a progressive or regressive evolution depending on the current state of the vegetation. In 2020, the distribution of species follows the plant groupings that make up a cork oak forest: the positive part of axis 2 groups together the edge species that accompany *Pistacia lentiscus* L.; the negative part of axis 1 groups together the co-occurring species of *Olea europaea* L.; the factorial plane groups together all the species characteristic of the undergrowth of *Quercus suber* L.

The negative side of axis 2 contains some co-associated species of *Q. coccifera* L., including the existence of *Solenopsis bicolor* a species that follows the seepage in the forest (Figure 7). The analysis revealed that 37 of the 94 taxa recorded in the field during 2020 are the most characteristic of the cork oak forest.

In 2023, this distribution is present on both sides of the factorial axes according to the rate of their contributions. The CFA separates (Figure 8) the flora of the study site into several groups according to two gradients: A gradient linked to the frequency of each species found throughout the habitat; thus, separating rare species such as *Cytisus triflorus* Lam., *Erodium botrys* (Cav.) Bertol., and *Rubus ulmifolius* Schott. from fairly common species such as *Daphne gnidium* L. and *Cistus halimifolius* L., and very common species (or taxa) from all localities such as *Calicotome villosa* (Poir.), *Crataegus oxyacantha* subsp. *oxyacanthoides* (Thuill.) Arcang., *Pistacia lentiscus* L. and *Smilax aspera* L.

A second gradient, linked to the density of vegetation for each studied locality, thus, dividing the habitat into three groups. The first group, located on the edge of the forest, consisted of a psammophilous species such as *Cistus halimifolius* L., *Linaria pinifolia* (Poir.) Thell., *Lobularia maritima* (L.) Desv., *Malcolmia ramosissima* (Desf.) Thell., and *Poa annua* L. The second group, found in forest clearings, included species like *Airacupaniensis* Guss., *Arenaria cerastioides* Poir., *Campanula dichotoma* L., *Erodium botrys* (Cav.) Bertol., *Hypericum afrum* Lam., and *Tuberaria guttata* (L.) Fourr. The final group, strictly forest-dwelling, comprised species such as *Asperula hirsuta* Desf., *Asplenium onopteris* L., *Bellis sylvestris* Cirillo, *Blackstonia perfoliata* (L.) Huds., *Geranium dissectum* L., *Polypodium cambricum* L., and *Teucrium fruticans* L.

The factorial analysis highlights a specific distribution of the surveys in the eight localities managed by the density gradient of the vegetation (Figure 8). This gradient regressively subdivides the study site into three sub-habitats: forest → clearing → edge or always in gradually three sub-habitats: edge → clearing → forest. According to Figure 9, the edge is represented by surveys n°1–4 characterized by less dense and degraded vegetation. Forest glade is represented by surveys n° 5, 6, 7, 8, 9 and 19, which characterize moderately dense vegetation whereas the forest is represented by the other surveys characterizing fairly dense vegetation (Figure 10).

As shown in Figure 10, the vegetation underwent significant physiognomic changes between 2020 and 2023. These shifts are marked by expanding clearings and the transformation of former scrublands into forest edges, reflecting an overall decline in total forest area.

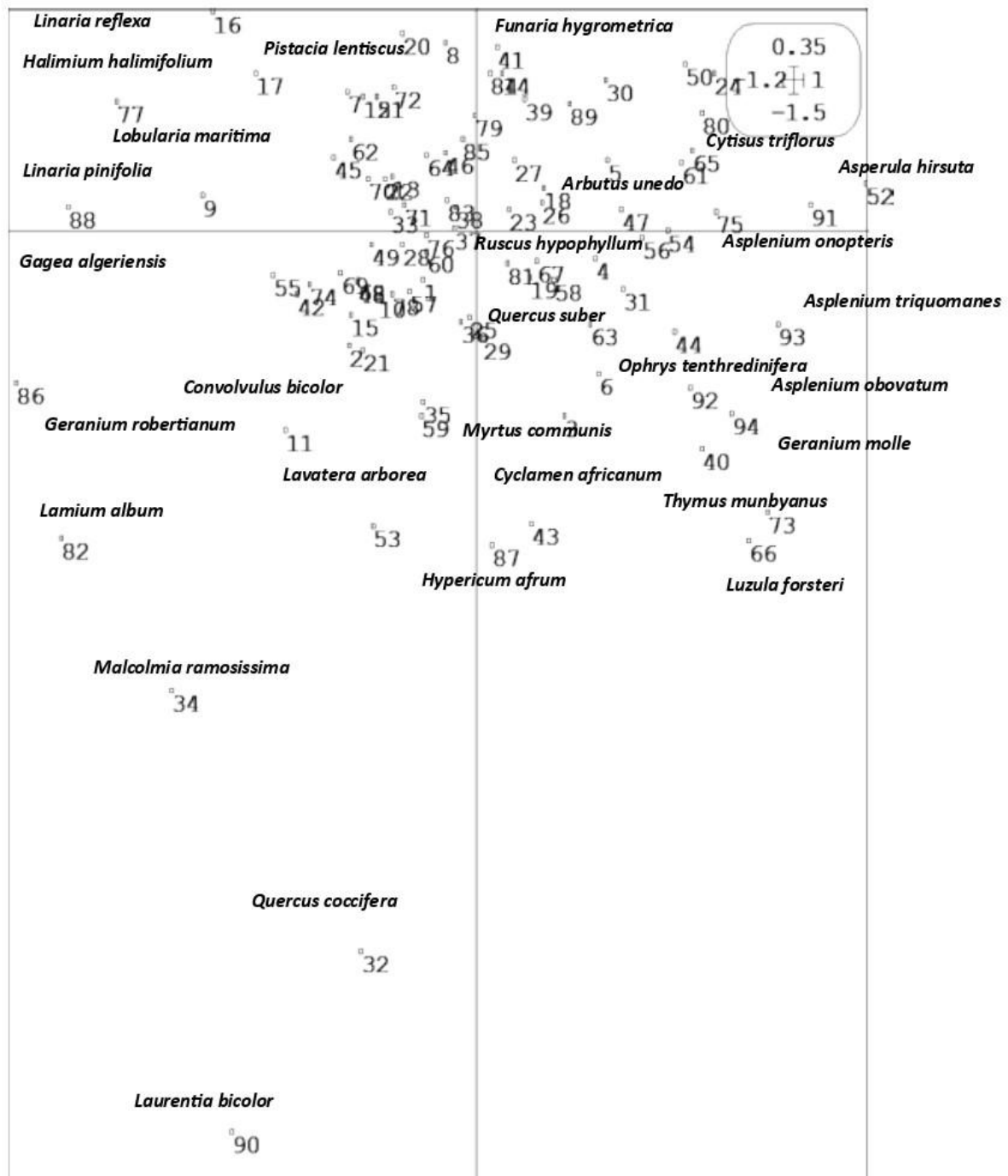


Figure 7. CFA; Axis. 1-2. Distribution of 94 species out of 84 surveys according to following factors: specific frequency and density of vegetation of each studied localities in 2020

7. ábra. CFA; 1-2. tengely: 84 felmérésből származó 94 faj eloszlása a következő tényezők szerint: a vizsgált helyszínek növényzetének fajspecifikus gyakorisága és sűrűsége 2020-ban.

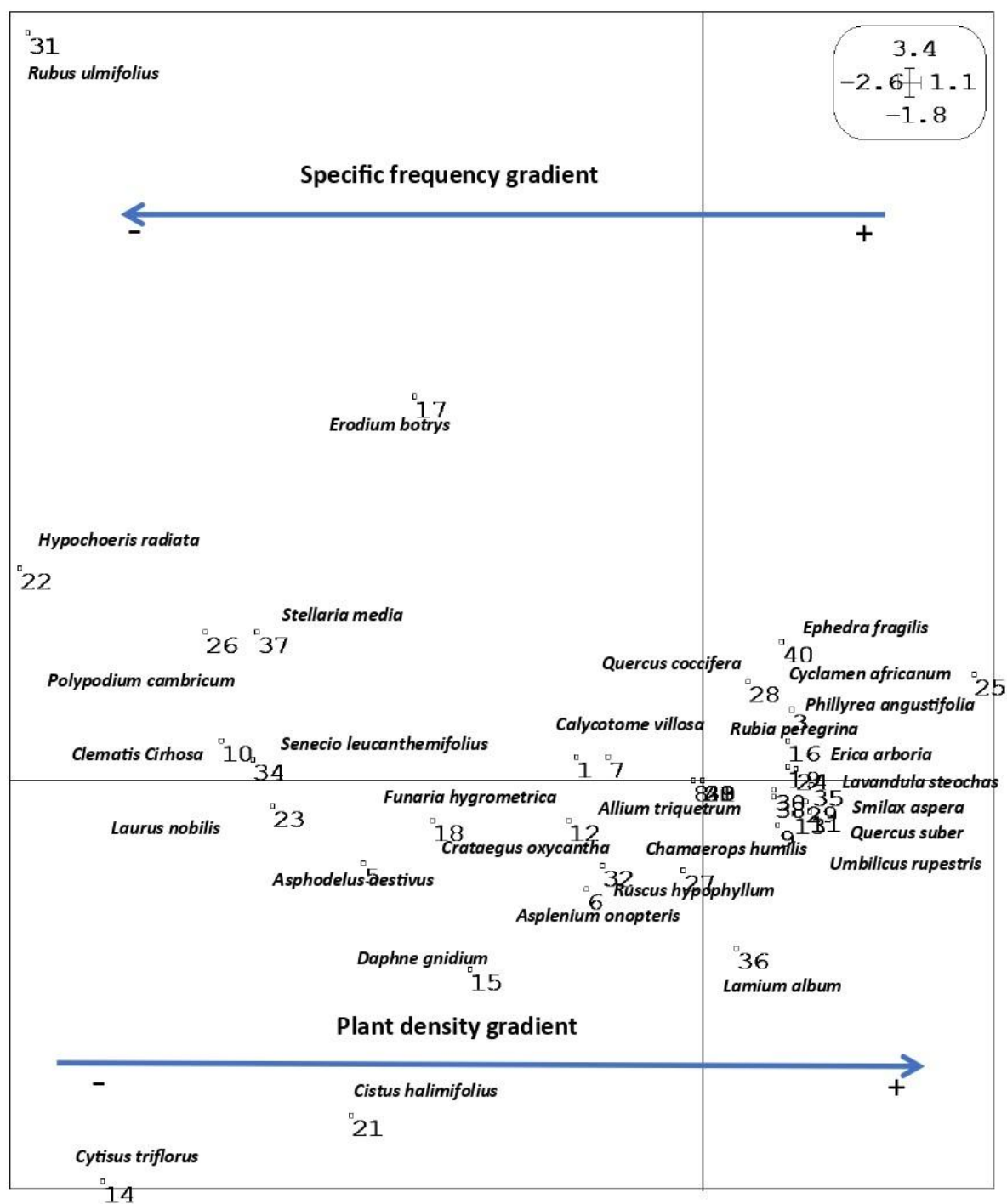


Figure 8. CFA; Axis. 1-2. Distribution of 91 species out of 84 surveys according to following factors: specific frequency and density of vegetation of each studied localities in 2023

8. ábra. CFA; T1-2 tengely: 84 felmérésből 91 faj eloszlása a következő tényezők szerint: a vizsgált helyszínek növényzetének fajspecifikus gyakorisága és sűrűsége 2023-ban

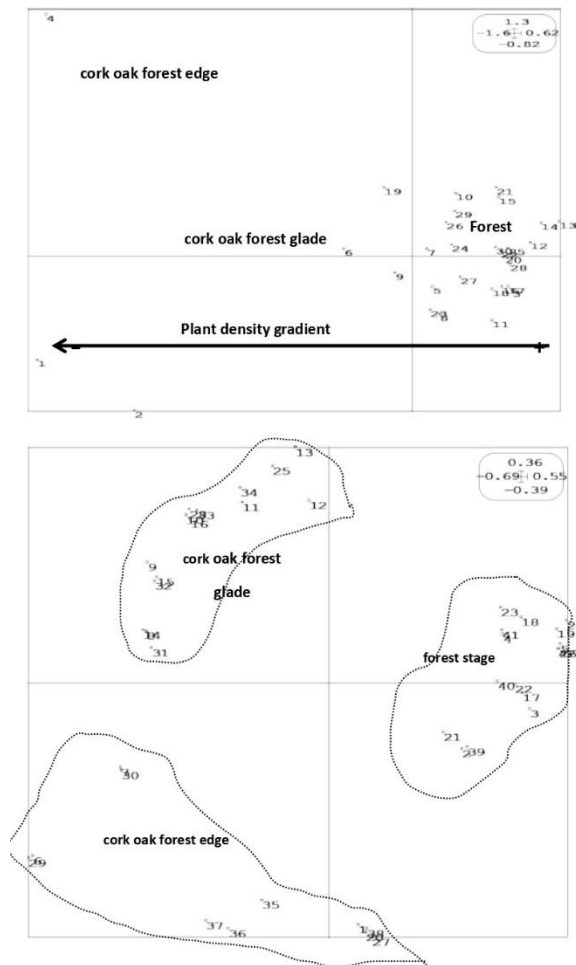


Figure 9. CFA; Vegetation physiognomy across the study area in 2020 (A) and 2023 (B)

9. ábra. CFA; A növényzet fiziognómiája vizsgálati területen 2020-ban (A) és 2023-ban (B).

Spatio-temporal dynamics (2020–2023)

Statistical studies on the evolution of the floristic composition of the study site between 2020 and 2023 show a regressive change in the average abundance-dominance of plant species inventoried in the field. In 2020, there were 94 species compared to 91 species in 2023 with a taxonomic composition that differed by 10% between the two sampling periods (Figure 10). The graph shows a total absence of *Arisarum vulgare* O. Targ. Tozz., *Asplenium obovatum* Viv., *Ephedra fragilis* Desf., *Luzula forsteri* (Sm.) DC., *Thymus ciliatus* L. and *Tulipa sylvestris* L. in 2023. In addition, certain species not characteristic of forest habitats, appeared in 2023, such as *Gagea algeriensis* (an endemic species with a very low presence), *Cistus halimifolius* L., and *Lamium album* L.

The variation in the frequency of occurrence of all species recorded during the field study is illustrated in Figure 10. We observe a regressive change in the frequency of forest and clearing species, while edge species and those bordering the forest on grassland have increased their frequency of occurrence within the forest. It should be noted that, in 2020, these species were rare and/or absent.

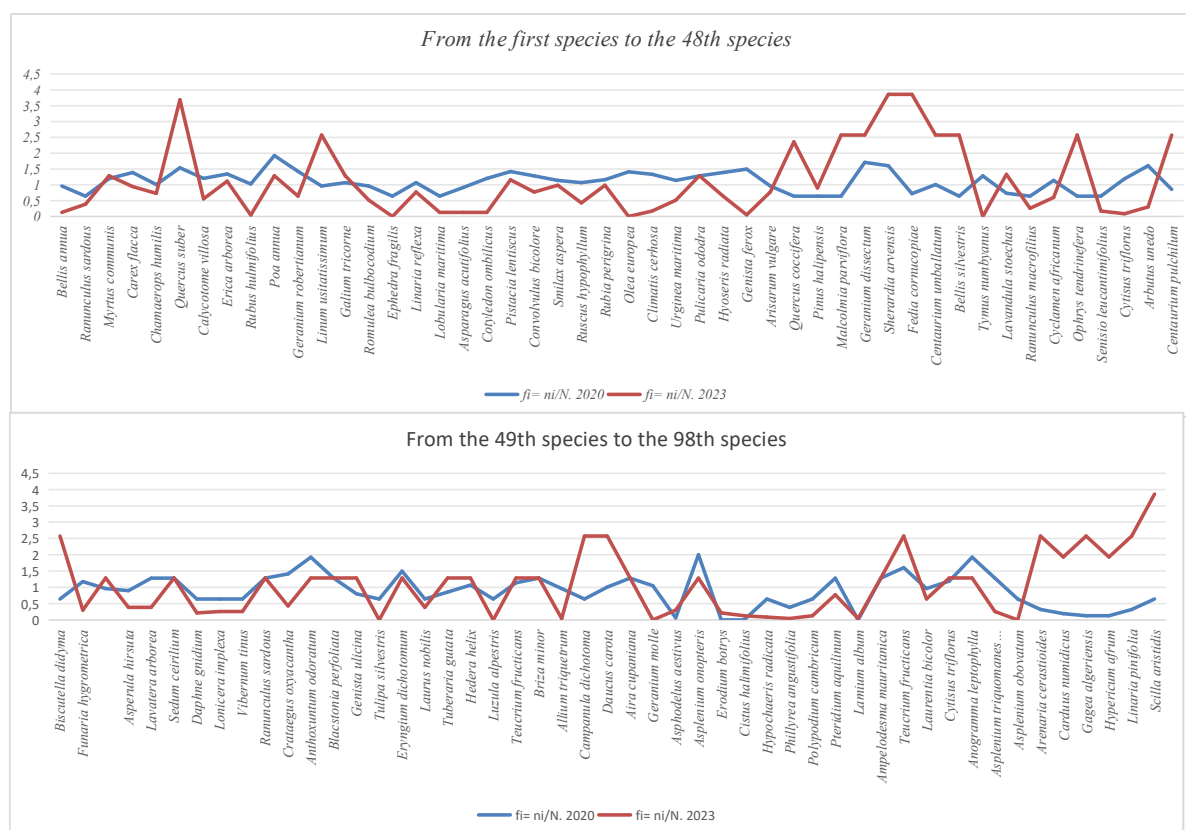


Figure 10. Spatial dynamic of plant species between 2020 and 2023

10. ábra. A növényfajok térbeli dinamikája 2020 és 2023 között

Mapping plant dynamics

The monitoring of vegetation dynamics using cartography, and the assessment of the NDVI index for the El Kala region between 2020 and 2023, clearly show a decline in vegetation density and the appearance of patches dotted with a few populations of herbaceous flora (yellow zones) (Figures 11 and 12), with an index varying between 0.19 and 0.26. Thus, the ecological data mapped for the study area clearly illustrate its degree of degradation.

Spatio-temporal cinetics mapping of the flora of the Mzirâa forest between 2020 and 2023 (Figure 11), highlights not only a decline in the density of certain shrub population characteristic of the forest habitat, such as *Arbutus unedo* L., *Chamaerops humilis* L., *Erica arborea* L., *Genista ferox* Poiret, *Myrtus communis* L. and *Pistacia lentiscus* L., but also a significant decline in the abundance of species indicating forest health, ranging up to the total absence of the population in question, such as *Asperula hirsuta* Desf., *Asplenium triquomanes* subsp. *quadrivalens* D.E.Mey., *Lonicera implexa* Aiton, and *Rubia perigrina* L. The absence of certain species was also noted, such as *Asplenium obovatum* Viv., *Luzula forsteri* (Sm.) DC., *Thymus munbyanus* Boiss, and *Tulipa sylvestris* L.

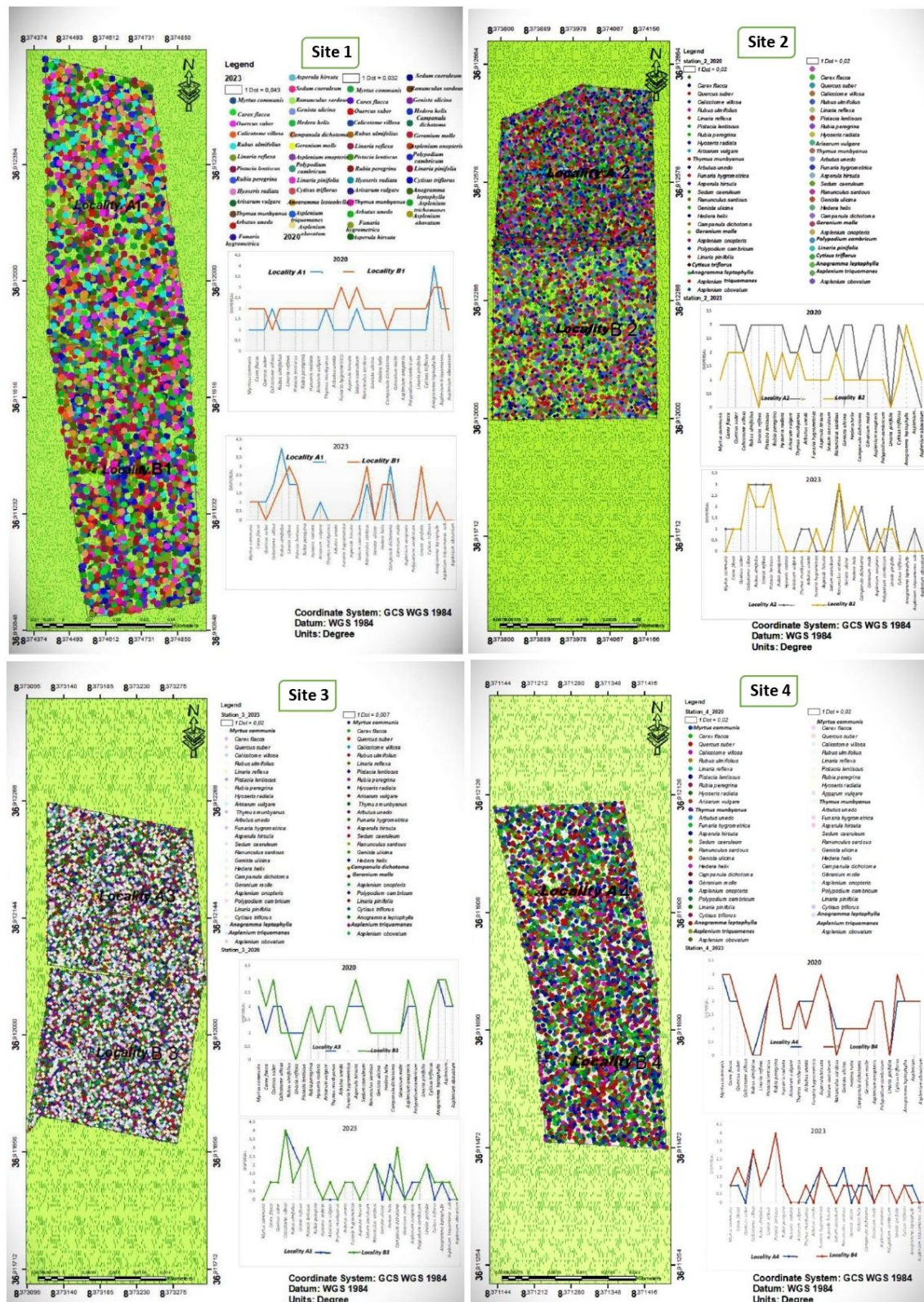
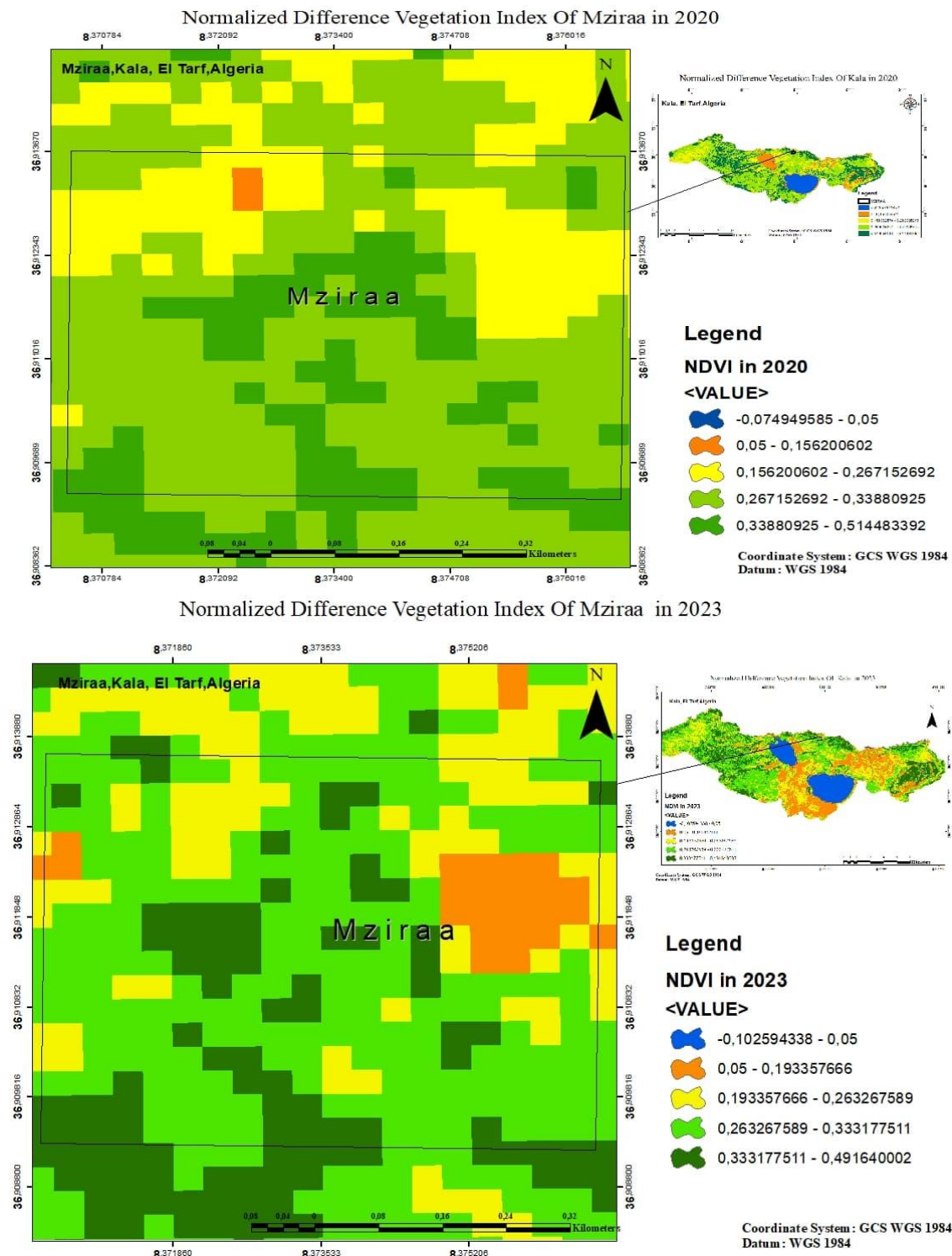


Figure 11. Mapping plant dynamics (The graphs only concern species that show variation in presence and abundance between the two sampling periods)

11. ábra. A növényi dinamika feltérképezése (A grafikonok csak azokat a fajokat érintik, amelyek jelenléte és abundanciája a két mintavételi időszak között eltérést mutat.)



12. ábra. El Kala normalizált növényzetindexe (NDVI) 2020 és 2023 között

Discussion

Estimating diversity is crucial for evaluating the balance of a habitat. A high value of H' indicates a habitats with a rich variety of species whose abundance is evenly distributed. Conversely, a low value suggests a habitat with few species (Frontier and Pichod-Viale 1991, Huston 1994).

The specific diversity (H') in the studied habitat is quite high, indicating a structural complexity nearing climax, as supported by previous research (Barbault 1995, Haou et al. 2011, Haou and de Bélair 2019). Due to the inadequate management and restoration efforts in the study area, the forest is rapidly moving towards ecological imbalance. This is exacerbated by various human activities, such as urban waste in clearings, unsustainable timber harvesting, and unregulated and illegal agriculture at the forest's edge. All of these factors have led to the replacement of the tree and shrub layers in certain parts of the forest with a tangle of lianas. Additionally, the sand encroachment has caused *Cistus halimifolius* L. to invade the forest edge. Field observations, along with statistical analysis, allowed the classification of the site as a cork forest in a regressive evolutionary phase but with a specific distribution balance.

Diversity varies depending on the richness of the community and the distribution of its species. The higher the richness, the more balanced the distribution of abundance, leading to greater diversity (Blondel and Bonin 2018). In all of the study locations, four out of the 98 recorded species are considered to be a highly consistent with stable abundance and dominance, making up 9.75% of the floristic composition. These species include *Erica arborea* L., *Lavandula stoechas* L., *Quercus coccifera* L. and *Q. suber* L. They have a high relative frequency ($80 < F < 100\%$) indicating their dominance and optimal adaptation to the habitat conditions. These species have a broad ecological range within the habitat and play a significant role in the formation of thermo-xerophilic matorrals in the study site. Among these four species, *Q. coccifera* and *Q. suber* show a stable presence compared to *E. arborea* and *L. stoechas*. They are thermo-xerophilic species that thrive on a siliceous soil with a high percentage of stones. These species characterize the floristic procession that accompanies *Lavandula stoechas* in the Mediterranean forest composed of cork oak, holm oak and kermes oak brush (de Coignac 2001, BNEDER 2009, Haou and de Belair 2019, Zennir and Khallef 2023).

To better highlight the balance of species distribution, the equity index (E) is added to H' . This index ranges from 0.8 to 0.9 across the four study sites in 2020 and from 0.7 to 0.81 in 2023. Therefore, we can talk about a decline not only in taxonomic diversity but also in the imbalance of population distribution for each inventoried population.

Analysis of the biological spectrum of flora in the study area revealed a higher composition of Therophytes (38%), comprising a fairly rich variety of herbaceous plants, and 25% Phanerophytes represented by shrubs and trees, including Macrophanerophytes, Mesophanerophytes, Microphanerophytes and Nanophanerophytes. Geophytes are mainly represented by rupicolous plants. Barbero and Quézel (1989) and Jäger (2000), explain that the high number of Phanerophytes is evidence of an ecolog-

ical succession of vegetation from the pre-forest stage to the forest stage. This phenomenon is confirmed in the study sites by the fact that the shrub layer exhibits an importance competitive interaction with the tree layer, even though the region is subsequently recognized as a reference habitat for the study of post-fire ecological succession (Rambal 2008, Zennir and Khallef 2023). This regression effect of evolution is justified by the settlement of Chamaephytes and Therophytes in the habitat. According to Barbero et al. (2001) and Blondel et al. (2010), therophytization (settlement of nitrophilic plant species), is considered a sign of degradation, which is linked to the effects of overgrazing. According to Le-Houerou (1992) and as in our case, associated with the presence of urban solid wastes. The presence of Hemicryptophytes enriches the organic matter in the forest soil (Barbero and Quézel 1989, Blondel et al. 2010, Blondel and Bonin 2018). Despite the degradation it is beginning to undergo, the site still maintains significant biological diversity, as well as a varied architectural stratification. Quézel (2000) and Quézel and Medail (2003) justify this diversity in all Mediterranean African habitats as a result of floristic migration from the tropical region during the Miocene era, coinciding with climate change. Based on observations made in the field, three factors contributing to human-induced environmental disturbance have been identified: grazing, trampling and solid waste (particularly plastic). These factors are all present in the study area, with trampling being significantly prevalent in all study localities, followed by waste observed in the first two localities. Grazing was minimally observed in the second study site. The high levels of trampling and urban waste are attributed to the combined impact of beach visitors (2 to 3 km from Mzirâa forest) and travelers using the road near the forest's northern side. This type of tourism has diverted the traditional livestock paths towards paths established by residents, even within the forest, leading to habitat degradation (Vennetier 2002, Abdelfettah 2014). De Coignac (2001) concludes in his research that the forest has a vital role, and must be protected and restored.

Since independence in 1962, annual reforestation and restoration campaigns in Algeria have only managed to increase forest cover to between 10% and 12%, with vegetation constantly under threat from fire, parasites, poaching and overgrazing. These practices contribute to desertification; furthermore, the water table in the study area has fallen by half over the last 70 years (DGF 2020). This clearly indicates a catastrophic phenomenon, as seen in the NDVI of the El Kala wetland catchment areas from 2020 to 2023, where the study site is situated, showing a decline ranging from 0.04 to 0.26, signifying low density and unhealthy vegetation (Kurnaz et al. 2020). This mapping is supported in the field by a spatio-temporal dynamics map showing the regression in the natural succession of Mzirâa forest vegetation. This deterioration affects not only the structure and arrangement of the flora, but also the silting up of the forest edge, increasing competition and sometimes even exclusion of forest flora by psammophilous flora. The field observations revealed that loamy texture is the most prevalent across the entire study site compared to clay and sand textures. The determination of a soil's porosity and water regime is linked to its texture, a stable characteristic that changes over the long term (Gobat et al. 2004, Inoussa et al. 2011).

The abundance of silt in the soil indicates a structure highly vulnerable to degradation, as it easily separates from the soil matrix and can be carried away by the wind (Le-Houérou 1992, Quézel and Médail 2003, Rambal 2008). This helps explain the soil erosion observed in the study area. In contrast, coarse sand, while less easily displaced has low cohesion (de Bélair 1996). However, the study site has a high clay content, which aids in water retention despite the generally low soil moisture levels found there. This clay enrichment also contributes to the abundance of mosses, notably *Furnaria hygrometrica* Hedw., facilitating the pedogenesis, a process characterized by a slowing of water flow during dry periods in Mediterranean habitats (Quézel and Médail 2003). This observation is likely due to the high temperatures observed during the dry season, which caused the soil to crack and led to significant water loss through evaporation. Regarding soil color, a predominance of yellow-red hues was observed. Daget (1977), Santonja et al. (2015), and Zribi et al. (2017) confirm that this is decarbonation, which results in an increase in organic matter content. This highlights the high sensitivity of the Mzirâa forest ecosystem to degradation, particularly soil erosion, which could significantly influence vegetation distribution. Analysis of the floristic diversity of the study area identified approximately 100 plants between 2020 and 2023, characterized by their taxonomic and biological diversity (family, genus, biological type and biogeographical origin). Despite this diversity, the study site is experiencing severe degradation due to human intrusion, which is altering the evolution of its vegetation over time and space. This has led to a significant presence of Chamaephytes, which is associated with overgrazing in the study area.

Conclusion

The study of the ecological status of a habitat is strictly based on the knowledge of the flora and assessment of its composition and architecture, including the determination of anthropogenic actions that influence the evolution of plants over time and space. This study focuses on the Mzirâa cork oak forest, located in the municipality of El Kala.

The assessment of these parameters and characteristics revealed that the Mzirâa forest is experiencing severe ecological degradation and anthropogenic intrusion. This intrusion is currently altering the evolution of its vegetation over time and space. Despite this ecological imbalance, the floristic composition of the study area, still shows significant taxonomic diversity and a specific balance of distribution between plant strata in certain small forest plots. This implies that the forest is resilient in nature even with the threats of anthropogenic activities. Thus, protecting the flora of this forest against overgrazing and other anthropogenic actions is crucial for the sustainability of this forest ecosystem. One possible approach to achieve this is through ecological restoration of riparian forests situated on the edge of the Mzirâa forest. This study is important because it provides critical baseline information that will enhance the stability and sustainability of this forest for the current and future generations.

Author Contributions

Conceptualization, Louhi Haou S.; methodology, Louhi Haou S.; validation, Louhi Haou S., Sakhraoui N. and Boussouak R.; formal analysis, Louhi Haou S. and Zaoui S.; data collection, Louhi Haou S. and Zaoui S.; interpretation of data, Louhi Haou S. and Zaoui S.; writing—original draft preparation, Louhi Haou S.; writing—review and editing, Sakhraoui N., Louhi Haou S. and Sioud I. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Acknowledgement

The authors would like to thank Pr. Jerome G.N. Nyenka from the College of Agriculture and Forestry, University of Liberia, and Dr. Moses Fayiah from the Department of Forestry, School of Natural Resources Management, Njala University, Sierra Leone, for reviewing the English; the anonymous reviewers for their corrections which improved the manuscript; and the forest rangers of the El Kala region for their collaboration and assistance in the field. Funding: This research received no external funding. Data availability: A matrix is apload as supplementary material. Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Abdelfettah, A. 2014: Plaidoyer pour la forêt algérienne. Réflexion sur une gestion écologique des forêts algériennes dégradées. *Forêt Méditerranéenne*, 35(4): 451–454.
- Abdi, A.M. 2013: Intégration de données géo-spatiales en libre accès pour cartographier l'habitat du bruant proyer (*Miliaria calandra*), en déclin. *Revue Internationale de Géo- Information de l'ISPRS*, 2(4): 935–954.
- Barbault, F. 1995: Ecology of settlements: structure and dynamics of biodiversity. Masson, Paris.
- Barbero, M., Quézel, P. 1989. Contribution to the phytosociological study of the matorrals of the Eastern Mediterranean. *Lazaco*, 11: 37–56.
- Barbero, M., Loisel, R., Medail, F., Quézel, P. 2001: Biogeographic significance and biodiversity of forests in the Mediterranean basin. *Bocconea*, 13: 11–25.
- Blondel, J., Bonin, G. 2018: L'histoire de la forêt méditerranéenne : dynamiques évolutives et écologiques. *Forêt Méditerranéenne*, 39(4): 277–294.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.-Y., Boeuf, G. 2010 : The Mediterranean region: Biodiversity in space and time. Oxford University Press, USA.
- BNEDER. 2009: Plan national de développement forestier (PNDF), Rapport de synthèse national. Bureau National des Etudes du Développement Rural, Alger.
- Daget, Ph. 1977: The Mediterranean bioclimate, general characteristics, classification methods. *Vegetation*, 34 (1): 1–20.
- Daget, Ph. 1989: De la réalisation des plans d'échantillonnage en phytoécologie générale - Quelques algorithmes d'allocation. *Biocénoses*, 4: 96–115.
- Dagnelie, P. 1975: Théorie et méthodes statistiques, applications agronomiques, les méthodes de l'inférence statistique (2nd ed.). Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux.
- De Coignac, B.G. 2001: Les fonctions de la forêt méditerranéenne et l'inventaire forestier. *Forêt Méditerranéenne*, 22(4): 318–325.
- DGF. 2020: Direction Générale des Forêts du secteur Nord-est. Plan de gestion et Aménagement du territoire, Algérie.
- Dobignard, A., Chatelain, C. 2010-2013: Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (5 Vol.). Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève.
- Ellenberg, H. 1956: Aufgaben und Methoden der vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart.
- Frontier, S., Pichod-Viale, D. 1991: Ecosystems, Structure, Operation, Evolution. Collection of Ecology 21, Masson, Paris.

- García Cárdenas, D.A., Ramón Valencia, J.A., Alzate Velásquez, D.F., Palacios Gonzalez, J.R. 2019: Dynamics of the indices NDVI and GNDVI in a rice growing in its reproduction phase from multi-spectral aerial images taken by drones. In *Advances in Information and Communication Technologies for Adapting Agriculture to Climate Change II*, Proceedings of the International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change, Popayán, Colombia, 22–24 November 2017; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018 (pp. 106–119). https://doi.org/10.1007/978-3-030-04447-3_7
- Gibelin, A.L., Decque M. 2003: Anthropogenic climate change over the Mediterranean region simulated by a global variable resolution model. *Climate Dynamics*, 20: 327–339. <https://doi.org/10.1007/s00382-002-0277-1>
- Gobat, J. M, Aragno, M., Matthey, W. 2004: *The Living Soil: Fundamentals of Soil Science and Soil Biology* (2nd ed.). Science Publishers, Plymouth, UK.
- Godron, M., Daget, Ph., Emberger, L., Long, G., Le Floch, E., Poissonet, J., Sauvage, C., Wacquant, J.P. 1983: *Code for the methodical survey of vegetation and the environment*. C.N.R.S., Paris.
- Guinochet, M. 1973: *Phytosociology*. Masson, Paris.
- Haou, S., de Bélair, G. 2019: First approach to ecological niche of Numidian Lycophytes and Ferns in Algeria. *Acta Ecologica Sinica*. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2019.05.005>
- Haou, S., de Bélair, G., Viane, R.L.L. 2011: Inventory of the ferns (Filicopsida) of Numidia's (North-Eastern Algeria). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3(5): 206–223.
- Huston, M.A. 1994. *Biological diversity; the coexistence of species on changing lands capes*. Cambridge University Press, New York, USA.
- Ikermoud, M. 2000: Assessment of national forest resources. DGF, Algiers.
- Inoussa, M.M., Mahamane, A., Mbow, C., Saadou, M., Yvonne, B. 2011: Dynamique spatio temporelle des forêts claires dans le Parc national du W du Niger (Afrique de l'Ouest). *Sécheresse*, 22 (2): 108–116. <https://doi.org/10.1684/sec.2011.0305>
- Jäger, E.J. 2000: A database on biological traits of the German flora –state of the art and need of investigations of the vegetative structures. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 9(1-2): 53–59.
- Kahli, A., Belhadj, G., Gaget, E., Merle, C., Guelmami, A. 2018: Cartographie des forêts humides dans la région d'El Kala (Algérie) à l'aide des outils d'observation de la terre. *Revue d'écologie (La Terre et La Vie)*, 73 : 431–445. <https://doi.org/10.3406/revec.2018.1948>
- Kurnaz, B., Bayik, C., Abdikan, S. 2020: Forest fire area detection by using Lindsat-8 and sentinel-2 satellite images: A case study in Mugla, Turkey. Available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-26787/v1>
- Lacoste, A., Salanon, R. 2005. *Eléments de biogéographie et d'Ecologie* (2nd ed.). Armand Colin, Hors Collection, France.
- Le-Houerou, H.N. 1992: An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In H. E., Dregne (ed.), *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock: International Center for semi-arid land studies (pp. 127–163). Texas Technical University, Lubbock, USA.
- Maire, R. 1952–1987: *Flore d'Afrique du Nord* (16 Vol.). Lechevalier, Paris.
- Naumburg, E., De wald, L. 1999: Relationships between *Pinus ponderosa* structure light characteristics and understory graminoid species presence and abundance. *Forest Ecology and Management*, 124: 205–215. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00067-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00067-5)
- Quézel, P. 2000: Reflections on the evolution of the vegetation flora in the Maghreb Mediterranean. Ibis Press, Paris.
- Quézel, P., Santa, S. 1962–1963: *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (2 Vol.). Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Quézel, P., Medail, F. 2003: *Ecology and biogeography of forests in the Mediterranean basin*. Elsevier, Collection Environnement, Paris.
- Quézel, P., Ganisans, J., Gruber, M. 1980: Biogeography and establishment of Mediterranean flora. *Naturalia Monspeliensia*, Special issue, 41–51.

- Rambal, S. 2008: Vulnérabilité des arbres, des écosystèmes et des paysages méditerranéens au changement climatique. Résumé. *Forêt Méditerranéenne*, 29(2): 137–138.
- Sakhraoui, N., Boussouak, R., Metallaoui, S., Chefrou, A., Hade, A. 2020: Flore endémique du Nord-Est algérien face à la menace des espèces envahissantes. *Acta Botanica Malacitana*, 45: 67–79. <http://dx.doi.org/10.24310/abm.v45i0.6138>
- Santonja, M., Fernandez, C., Gauquelin, T., Baldy, V. 2015: Climate change effects on litter decomposition: intensive drought leads to a strong decrease of litter mixture interactions. *Plant and Soil*, 389(1-2): 69–82. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2471-z>
- Tagesson, T., Ardö, J., Cappelaere, B., Kergoat, L., Abdi, A., Horion, S., Fensholt, R. 2017: Modelling spatial and temporal dynamics of gross primary production in the Sahel from earth-observation-based photosynthetic capacity and quantum efficiency. *Biogeosciences*, 14: 1333–1348: <https://doi.org/10.5194/bg-14-1333-2017>
- Van Pelt, R., Franklin, J.F. 2000: Influence of canopy structure on the understory environment in tall, old-growth, conifer forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(8): 1231–1245. <https://doi.org/10.1139/x00-050>
- Véla, E. 1998: Organisation actuelle de la végétation des craux pâturées de Saint-Michel-L'observatoire. *Courrier Scientifique Du Parc Naturel Régional Du Luberon Et De La Réserve De Biosphère Luberon-Lure*, 2 : 70–79.
- Véla, E., Benhouhou, S. 2007: Evaluation of a new plant biodiversity hotspot in the Mediterranean Basin (North Africa). *Comptes Rendus Biologies*, 330(8): 589–605. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.04.006>
- Vennetier, M. 2002: Usages et fonctions multiples de la forêt méditerranéenne, Collection Guide technique du forestier méditerranéen français (chapitre 8). Cemagref Antony, France.
- Zennir, R., Khallef, B. 2023: Forest fire area detection using Sentinel-2 data: Case of the Beni Salah national forest – Algeria. *Journal of Forest Science*, 69(1): 33–40. <https://doi.org/10.17221/50/2022-JFS>
- Zribi, L., Gharbi, F., Mouillot, F. 2017: La subéraie de Bellif (Tunisie) est-elle un puit ou une source de carbone? *Forêt Méditerranéenne*, 38(4): 479–486.

Internet resources

- http1: Euro+Med PlantBase. 2024. Euro+Med Plantbase, The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Accessed: 2024.09.07. <https://europlusmed.org>
- http2: FAO. 2001. State of the world's forests. Rome. Accessed: 2024.09.03. <https://www.fao.org/4/y0900e/y0900e00.htm>
- http3: FAO. 2024. La situation des forêts du monde. Innovation dans le secteur forestier pour un avenir plus durable. Accessed: 2024.09.03. <https://doi.org/10.4060/cd1211fr>
- http4: POWO. 2024. Plants Of the World Online, Royal Botanic Gardens, Kew. Accessed: 2024.09.13. <https://powo.science.kew.org/>

A Mzirâa paratölgyerdő florisztikai és ökológiai értékelése (El Kala, Északkelet-Algéria)

LOUHI HAOU SIHEM^{1,2}, NORA SAKHRAOUI^{3,*}, ZAOUI SAMAH¹,
BOUSSOUAK RATIBA³, SIOUD IMANE⁴

¹ Biodiversity and Ecosystem Pollution Laboratory, Chadli Bendjedid El-Tarf University, Algeria

² Environmental Bio-monitoring Laboratory, Annaba

³ Department of Ecology and Environment, Faculty of Sciences, University 20 August 1955,
BP 26 Road of El Hadaiek, 21000 Skikda, Algeria

e-mail: sakhraouinora05@gmail.com

⁴ Department of Ecological Developmental Adaptability Life Sciences,
Graduate School of Life Sciences, Tohoku University, Miyagi, Japan

Kulcsszavak: paratölgyerdő, térképezés, növényzeti dinamika, ökológiai viszonyok, természetvédelem, fenntartható mediterrán ökoszisztéma, Északkelet-Algéria

Abstract: Az antropogén hatások tartós fennállása és sokfélesége jelentősen felgyorsította a mediterrán erdők degradációs folyamatait. Jelen tanulmány az Algéria északkeleti részén, El Kalától északnyugatra fekvő Mzirâa paratölgyerdőre összpontosít. A kutatás célja a Mzirâa-erdő kijelölt területeinek ökológiai állapotfelmérése a flóra fajösszetételének és a vegetáció szerkezetének vizsgálata alapján. A vizsgálat alapját a mintaterületeken alkalmazott szisztematikus mintavételi módszerrel összeállított florisztikai adatmátrix képezte. Az eredmények a flóra és a vegetáció regresszív tér- és időbeli dinamikáját igazolták. Emellett a florisztikai dinamika elemzése, valamint a vizsgálati terület NDVI (Normalizált Differenciált Vegetációs Index) alapú értékelése a Mzirâa-erdő gyors ütemű degradációját mutatta ki. Az eredmények arra utalnak, hogy az erdő súlyos ökológiai veszélyeztetettségnek van kitéve, ezért további állapotromlásának megakadályozása érdekében sürgős természetvédelmi és erdőgazdálkodási intézkedések bevezetése szükséges. A tanulmány fontos információkkal szolgál a kutatók, a döntéshozók és az algériai erdővédelmi hatóságok számára.

A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:

CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



15th EUCALAND Meeting on fishpond landscapes, Gödöllő, Hungary, 28th – 30th, April, 2025

On behalf of the Dept. of Nature Conservation and Landscape Management, Institute for Wildlife Management and Nature Conservation of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, as organizer, we wish to give a short summary of the 15th EUCALAND workshop. EUCALAND Network is an expert network focused on the agricultural landscapes of Europe (<http://www.eucaland.net>). The network is continuously working on the description of European agricultural landscapes (EAL), one landscape type per year. The new landscape type for the upcoming year is decided by the Members' Assembly. In 2025, the fishpond landscape was chosen.

The meeting host was Csaba Centeri (Hungary). The participants were as follows: Zdeněk Kučera (Czechia), Alexandra Kruse (France/Germany), Martina Slámová and Adeeba Rashid (Slovakia), Gábor Ónodi and Krisztina Demény (Hungary), Natalia Pitta-Osses (Colombia/Hungary) (Figure 1).



Figure 1. On the first day, participants (left to right: Gábor Ónodi, Natalia Pitta-Osses, Krisztina Demény, Alexandra Kruse, Martina Slámová and Adeeba Rashid) presented the situation of the fishpond landscape in their countries, KTI House, Gödöllő, Hungary
(Photo: Centeri, Cs., 28th of April, 2025)

1. ábra. Az első napon a résztvevők (balról jobbra: Ónodi Gábor, Natalia Pitta-Osses, Demény Krisztina, Alexandra Kruse, Martina Slámová és Adeeba Rashid) bemutatták a halastavakkal kapcsolatos helyzetet a saját országukban KTI Ház, Gödöllő, Magyarország
(Fotó: Centeri Cs., 2025. április 28.)

Csaba Centeri presented the Hungarian situation, Zdeněk Kučera presented the Czech situation (Figure 2), Alexandra Kruse presented the German situation (co-authored by Martina Kaup), Natalia Pitta-Osses presented the Colombian situation (as international lookout), Adeeba Rashid and Martina Slámová presented the Slovakian situation.

One main outcome of the presentations is that fishpond landscapes are a common European feature, some of them already existing since early Medieval times. There is a considerable number of related cultural landscape elements, like channels, water

regulation mechanisms and infrastructure related to both production and leisure. Furthermore, cultural elements like festivities and costumes are connected to the fish pond landscapes, which again often have a direct link to religious tradition.



Figure 2. Zdeněk Kučera presenting the Czech situation of the fishpond landscape, KTI House, Gödöllő, Hungary (Photo: Centeri, Cs., 28th of April, 2025)

2. ábra. Zdeněk Kučera ismerteti a cseh halastavas tájak helyzetét, KTI Ház, Gödöllő, Magyarország (Fotó: Centeri Cs., 2025. április 28.)

EUCALAND working meetings are always organized with a half to one day field visit to some of the evaluated landscape types. In this case, the location of the meeting offered several possibilities near the venue. First, the group visited a chain of fish production ponds of the Arany Ponty Ltd., appr. 6 km south of the venue (Figure 3).



Figure 3. The fishpond chain of Arany Ponty Ltd., Gödöllő-Állami telepek, Hungary (Photo: Centeri, Cs., 29th of April, 2025)

3. ábra. Az Arany Ponty Zrt. egymáshoz közeli halastavai, Gödöllő-Állami Telepek, Magyarország (Fotó: Centeri Cs., 2025. április 29.)

During the visit, the workers were fishing with a net, collecting fish to transport them to other fishing lakes. The second site was also an artificial fishing lake in the Babat Valley, appr. 6 km east of the venue (Figure 4).



Figure 4. During the field trip, the participants visited a typical fishpond landscape. There is an artificial lake with a bench for fishermen, Babat Valley, Hungary
(Photo: Centeri Cs., 29th of April, 2025)

4. ábra. A terepen a résztvevők meglátogattak egy tipikus halastavas tájat. Van egy halastó, a partján az egykori horgászat emléke, Babat-völgy, Magyarország
(Fotó: Centeri Cs., 2025 április 29.)

The Babat fishing lake is not used for fishing anymore, due to many reasons. This gave space for more nature conservation related values, e.g., European pond turtle (or European pond terrapin or European pond tortoise) (*Emys orbicularis*) uses the site for living (Figure 5). They also have a nesting site nearby.



Figure 5. European pond turtle (*Emys orbicularis*) sunbathing on a fallen tree trunk at the shore of the Babat Valley fishpond, Hungary (Photo: Centeri Cs., 29th of April, 2025)

5. ábra. Mocsári teknősök (*Emys orbicularis*) napoznak egy kidőlt fatörzsön a Babat-völgyi halastó partján, Magyarország (Fotó: Centeri Cs., 2025 április 29.)

On the 30th of April, 2025, the EUCALAND members' assembly was organized in a hybrid form. The main topics were:

- confirmation of new members
- planning of our common publication
- discussion about a planned COST Action on transhumance
- discussion about the state of the art of the publications of last year's topics
- EUCALAND's special session at the 2024 PECSRL conference:
<https://www.umcs.pl/en/s09-heritage-of-european-cross-border-landscapes-issues-of-their-identification-management-and-interpretation,28661.htm>

The participants of the meeting prepared a conference paper about the fishpond landscapes and published it in the Proceedings Book of the IX. International Symposium – 2025 “Environmental Health and Biosecurity Strategy” May 8-9, 2025:
https://symposium.rkk.uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2026/01/Complete_Proceedins-Book_IX_Symposium-2025.pdf

Csaba Centeri

Department of Nature Conservation and Landscape Management
Institute for Wildlife Management and Nature Conservation
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

Alexandra Kruse

insitu World Heritage consulting

*A műre a Creative Commons4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



**16th EUCALAND Workshop & Member's Assembly,
Cornillac, France, 28th March – 4th April, 2026
Summary report**

Introduction

The Institute for Research on European Agricultural Landscapes e.V. (EUCALAND) was established as a non-profit association in 2012. Its main aim is to collect national data on European Agricultural Landscapes (EALs), including classifications, genesis, descriptions, surveys and mappings, along with striving to connect actors and raise awareness on the concept and value of agricultural landscapes. Yet it began to take shape long before that, back in 2006, and will celebrate its 20th anniversary in 2026. Its members come from countries all over Europe and meet nearly every year for a workshop to exchange ideas and work on a selected thematic topic. This year's meeting took place in Cornillac, France.

The host of the 2026 EUCALAND Meeting was Alexandra Kruse. France was selected as the venue through the joint efforts of Alexandra and the late EUCALAND member, Mr. Pierre-François Toulze, who had enthusiastically agreed to help organize and co-host the meeting. Although Pierre-François sadly passed away before the event took place in France, his memory was warmly honored throughout the gathering. The group stayed in a traditional farm complex with small holiday houses (Figure 1) in the 91-inhabitant mountain village of Cornillac.



Figure 1. Place of accommodation, kitchen and dining room at the EUCALAND's spring meeting in Cornillac, France, 28th of March to 4th of April 2026 (Photo: E. Athanasiadou)

1. *ábra.* A szállást, a konyhát és az étkezőt magába foglaló épület az EUCALAND tavaszi találkozásán Cornillacban, Franciaország, 2026 márc. 28.–ápr.4. (Fotó: E. Athanasiadou)

The accommodation featured a shared kitchen where all meals were prepared and enjoyed together. EUCALAND adopting such an accommodation format for its annual meeting proved to be a success. This communal living arrangement created a warm and welcoming atmosphere, offering countless opportunities for constructive discussions, the exchange of ideas and experiences, and the strengthening of professional and personal connections among participants. The event lasted (exceptionally) for a week, including desk study and field visits, whereas the traditional length is 2–3 days.

The desk study was conducted as several hybrid meeting sessions (Figure 2), including the creation of two groups of members present, to work on two topics: ‘Commons’ and ‘Firescapes’, to produce journal articles.



Figure 2. The working room used during the 16th EUCALAND meeting in Cornillac, France, 28th of March to 4th of April 2026 (Photo: E. Athanasiadou)

2. *ábra.* A 2026. március 28. és április 4. között megrendezett 16. EUCALAND-találkozó során használt munkaterem a franciaországi Cornillacban (Fotó: E. Athanasiadou)

At the moment, the Commons article includes information from Czechia, France, Germany, Norway, Slovenia, the UK, Hungary, Slovakia and Greece. Notably, Commons was a theme discussed during the 15th meeting of 2024 in Germany. This article is currently under development, coordinated by and still open for contributions.

The ‘firescapes’ article is coordinated by Eleni Athanasiadou and will provide information from the following countries: Cyprus, France, Germany, Greece, Hungary, Slovakia, Slovenia, Spain and the United Kingdom. The article is based on the 13th working meeting that took place in Kalavassos, Cyprus, in 2023, under the hosting of the Laona Foundation, an institutional member of EUCALAND. The work of the late beloved friend & colleague PF Toulze (Independent French Consultant of Cultural Heritage), who was present at the spring meeting of 2023 and who died in 2025, will be our co-author. Its structure will be generally a comparative study of various forms of firescapes across Europe, introducing heritage and socio-cultural aspects of fire-shaped landscapes, whether fire is used as a traditional management method of agricultural landscapes (i.e., prescription burning) or it takes the form of arson. This article is currently under development and closed for further participation.

Both articles are based on collective information from members representing a country and filling in a questionnaire prepared by EUCALAND for describing a selected landscape type. Main parts include existence in one's country, name chosen (in the country's language), occurrence and physical geography (mapping), type(s), related legal frame, traditional and historical value, creation and historical value, occurrence, public awareness and characteristic examples.

Field visits during the workshop

During the first field visit, the French Coltura Promiscua landscape of the departments of Drôme and Haut-Provence was visited, including a visit to Cornillac, Rémuzat and a short tour to see the Vautours des Baronnies (griffon vultures). A short hike from Rémuzat leads to observation points (Figure 3), where visitors can enjoy panoramic views of the surrounding mountains.



Figure 3. Group photo at the Rocher du Caire (alt. 780m) summit, at the edge of the Plateau du Saint-Laurent, where the flight of the griffon vultures can be observed, 31st of March 2026, Rémuzat, France (Photo: A. Kruse)

3. *ábra* Csoportkép a Rocher de Caire csúcson (tszf. 780 m), a Saint-Laurent Plató szélén, ahonnan a keselyűk röpte látható, 2026. március 31., Rémuzat, Franciaország (Fotó: A. Kruse)

The site offers an excellent opportunity to observe griffon vultures (*Gyps fulvus*) soaring above the cliffs in their natural habitat. It also offers a possibility for a little play, the construction of a EUCALAND sign (Figure 4).



Figure 4. EUCALAND sign made of local materials at the summit where the flight of the griffon vultures can be observed, 31st of March 2026, France (Photo: A. Kruse)

4. ábra A keselyűk közelében lévő csúcson helyi anyagokból készített EUCALAND felirat, 2026. március 31., Franciaország (Fotó: A. Kruse)

March 31, 2026, Farm 'Plantago' (Cornillac, des Baronnies en Drôme Provençale, FR.)

Participants visited (Figure 5.) the farm of Odile Guignabaudet and Amélie Coulombel are engineers from top-end universities who decided to become organic farmer-herbalists.



Figure 5. Participants of the 16th EUCALAND Workshop at the Farm 'Plantago', 31st of March 2026, Cornillac, France (Photo: E. Athanasiadou)

5. ábra A 16. EUCALAND Workshop résztvevői a Plantago Farmon, 2026. március 31., Cornillac, Franciaország (Fotó: E. Athanasiadou)

They created the farm 'Plantago' seven years ago on a rented property of 0.25 ha, where they cultivate, harvest, and process organic medicinal plants into a wide range of herbal products, including dried herbs, essential oils, hydrolats, syrups, and herbal preparations. They not only sell directly from the farm, but also on local markets (like in Rémuzat), cooperate with naturalists, herbalists, veterinary doctors and have an active e-shop. They cultivate 30 plants and they collect 70 plants from the wild in the direct environment. They use stormwater management to irrigate, with one filtration pond (Figure 6.) exhibiting phytoremediation.

Their work combines sustainable agriculture with the preservation of Traditional Ecological Knowledge (TEK) (Figure 7.).

Challenges and opportunities

Despite the success of the endeavor, several challenges remain. The lack of ownership of the farmland creates uncertainty about the future of their business. Furthermore, several ecological factors, such as climate change and water scarcity, pose serious challenges. Looking ahead, Plantago has just established a dedicated drying facility, opened a small shop on the farm for the direct sale of their products (Figure 8), and will eventually relocate to a property where they own both the house and the surrounding farmland, ensuring greater stability and long-term sustainability.



Figure 6. A little fenced filtration pond at the Farm 'Plantago', 31st of March 2026, Cornillac, France (Photo: E. Athanasiadou)

6. ábra Egy kis bekerített tó a Plantago Farmon, 2026. március 31., Cornillac, Franciaország (Fotó: E. Athanasiadou)



Figure 7. Herb production at the Farm 'Plantago',
31st of March 2026, Cornillac, France (Photo: E. Athanasiadou)

7. ábra Gyógynövények termesztése a Plantago Farmon,
2026. március 31., Cornillac, Franciaország (Fotó: E. Athanasiadou)



Figure 8. One of the herb products at the Farm 'Plantago',
31st of March 2026, Cornillac, France (Photo: E. Athanasiadou)

8. ábra Az egyik gyógynövényes termék a Plantago Farmról,
2026. március 31., Cornillac, Franciaország (Fotó: E. Athanasiadou)

March 31, 2026 Farm 'Ferme de Pierre Vieille' (Drôme, Chemin de Pierre vieille 26510, Cornillac FR.)

EUCALAND also visited the farm of Horticulturist Laurence Montlahuc, a local with a farming tradition of four generations, owner of the family farm (divided between her and her brother). Ferme de Pierre Vieille started as an agricultural business 20 years ago, based on donkey keeping (Figure 9) for hiking groups, growing cereals, fruits and herbs and providing camping opportunities for people loving nature. In her former life, Laurence worked at a company of deep-fried herbs and herbal plants before she started her own business.



Figure 9. Donkeys kept for hiking groups at the Farm 'Ferme de Pierre Vieille', 31st of March 2026, Cornillac, France (Photo: Cs. Centeri)

9. ábra A kirándulók miatt tartanak szamarakat a 'Ferme de Pierre Vieille' Farmon, 2026. március 31., Cornillac, Franciaország (Fotó: Centeri Cs.)

Laurence smartly figured out that successful farming should not come at the expense of fulfilling social life; thus, to encourage the social aspect of her life and to familiarize more people with the benefits of farming, she started providing eco-tourism opportunities, because: 'As we as farmers cannot go to others, we have to bring the people here.' The engagement of people in farming activities is evident; while tourists learn to read a map of the landscape in their hiking endeavors, they take care of the donkeys that are used only to carry their luggage.

Laurence Montlahuc's farm is a 10-ha area, where aromatic and medicinal plants, flowers, vegetables and also the ancient einkorn wheat (*Triticum monococcum*, French: petit épeautre) are cultivated in 2,5 ha and in several cold frames. The farm also has fruit orchards (including apricots and cherries) in 1.5 ha, produces herbal teas, essential oils, dried herbs and sells directly from the farm, and through a local producer's shop, of which Laurence is the founder. The rest of the area is used as pasture for grazing and as fallow land. The neighboring farm operates donkey trekking, and the orchard is leased to it. The farm provides camping, with a shared kitchen and communal dining area, gîtes and tiny houses. Furthermore, it uses

stormwater management techniques and phyto-sanitation/purification techniques for wastewater management.

Laurence initiated the producer's shop approximately 10 years ago, with the legal status of the business being an 'association'. Sixteen producers share all running and administrative costs and management practices, and make decisions. All 16 partners have to run the shop every 16th day. The shop is open every day, all year long. 7% of the benefit goes to the association. There are another 15 producers, who do not participate in the association but only use the shop to enlarge the offer and get their products sold. Their administrative share is 23 %. The turnover/sales of the shop is increasing year by year.

The farm is a member of the Accueil Paysan, a French national and international network of farmers and rural hosts who offer authentic farm-based accommodation, educational activities, local products and social hospitality. It promotes sustainable agro-tourism, small-scale farming and meaningful exchanges between tourists and locals. Camping is encouraged in the farm, reaching up to 300 camping nights per year and acting as 'social host' for children from children's homes, children in difficulties, seniors, handicapped people, with a maximum stay of two months.

Challenges and opportunities

The long-term viability of the camper-based tourism activities remains uncertain due to their seasonal nature. Plans include expanding the production of herbs and flowers in cold frames, developing a perfume production line (Laurence in collaboration with her daughter), and possibly gradually shifting towards year-round accommodation through tiny houses.

Conclusion

EUCALAND members explored the sounding landscape of Cornillac and of the small town of Rémuzat, experiencing a mountainous region where opportunities for making a living are naturally limited by the landscape geomorphology. Attention was given to how agriculture has historically adapted to this challenging terroir, characterized by steep slopes, rugged topography and limited flatbeds. The physiography of the landscape shaped a valuable mosaic of small-scale mixed organic farming systems based on ingenuity and the interaction of agro-tourism, thus maintaining vibrant rural livelihoods. Both farms are perfect examples of multifunctional farming, proving that brave entrepreneurship and flexibility pay off. However, they also show that it is a hard daily work with little free time and that flexibility in all senses is not only a luxury attribute but a must.

As EUCALAND emphasizes socio-ecological aspects of agriculture, the annual meeting provided excellent opportunities for reflecting on the relationship between landscape morphology, TEK, quality of life and human adaptability.

To complete the scientific program, two thematic articles were further developed: Commons and Firescapes. Furthermore, a hybrid member's assembly took place and last but not least, the board worked on the association's homepage, which is still on its way to being renewed and updated. This is important to mention as EUCALAND is a voluntary network and all association's work is performed without any payment.

Eleni Athanasiadou

Lab. Teaching staff School of Agriculture Aristotle University of Thessaloniki Greece

Alexandra Kruse

insitu World Heritage consulting

Csaba Centeri

Department of Nature Conservation and Landscape Management
Institute for Wildlife Management and Nature Conservation
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

