

Záró kutatási beszámoló

A bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera* Royle), a hibrid japánke-serűfű (*Fallopia x bohemica*) (CHRTEK&CHRTKOVÁ) J. P. BAILEY
özönnövények elterjedésének, fenológiájának, környezeti és társadalmi
hatásainak vizsgálata Kőszegen

Készítette:

Dr. Szárnyas István

Szakmai partner:

Írottkő Naturparkért Egyesület

2023

2. Melléklet: Eredetiségnyilatkozat

Eredetiségnyilatkozat

A pedagógus neve: Dr. Szárnyas István

Oktatási azonosítója: 74761700563

Alulírott, Dr. Szárnyas István büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem és aláírásommal igazolom, hogy Kutatótanár pályázatom saját, önálló munkám, a benne foglalt dokumentumok és reflexiók egyaránt. A hivatkozott nyomtatott és elektronikus források (például tankönyvek, feladatlapok, honlapok) felhasználása a szerzői jogok általános szabályainak megfelelően történt.

Tudomásul veszem, hogy a Kutatótanár pályázat esetén plágiumnak számít:

- más dokumentumainak felhasználása saját dokumentumként, megfelelő hivatkozás nélkül,
- más reflexioinak felhasználása saját dokumentumként, megfelelő hivatkozás nélkül
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése, például tabbed között tankönyvek, feladatlapok, tesztkönyvek, honlapokon megjelent anyagok forrásmegjelölés nélküli felhasználása,
- más együttműködési megállapodásának sajatként való benyújtása.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy a 326/2013. (VIII. 30.) kormányrendelet³² értelmében az eredetiségnyilatkozatban vállalt kötelezettségem megsértése a minősítési eljárás sikertelenségét vonja maga után.

Dátum: Kőszeg, 2023. október 25.



aláírás

³²A pedagógusok előmeneteli rendszeréről és a közalkalmazottak jogállásáról szóló 1992. évi XXXIII. törvény köznevelési intézményekben történő végrehajtásáról szóló 326/2013. (VIII. 30.) Korm. rendelet 12/C §. (1), (2) bekezdés

Az emberi erőforrások minisztere által 2016. augusztus 11-én elfogadott tájékoztató anyag negyedik, módosított változata.

Eredetiségnyilatkozat	1. oldal
Tartalomjegyzék	2. oldal
I. Bevezetés és a téma választás indoklása	4. oldal
I/I. Anyag és módszer	8. oldal
I/II. Az eredmények elemzése, feldolgozása és tudásmegosztás	9. oldal
II. Szakirodalmi áttekintés	10. oldal
II/I. Fajmeghatározó vizsgálatok a japánkeserűfű-állományokban szakirodalom alapján	12. oldal
II/II. A taxonómiai vizsgálatok eredményei	12. oldal
III. GPS koordináták vizsgálata: hibrid japánkeserűfű. Anyag és módszer	15. oldal
III./I. A hibrid japánkeserűfű előfordulásának koordinátái és ábrázolása	16. oldal
III./II. A hibrid japánkeserűfű előfordulásai térképen	19. oldal
IV. A hibrid japánkeserűfű elterjedése és a védekezés sajátosságai	20. oldal
V. A hibrid japánkeserűfű növekedése 30 nap alatt a tenyészidőszak elején. Anyag és módszer	24. oldal
V./I. Eredmények	24. oldal
VI. A hibrid japánkeserűfű regenerálódása romtalajon augusztus elején. Anyag és módszer	25. oldal
VI./I. Eredmények	25. oldal
VII. A hibrid japánkeserűfű éves növekedési ütemének vizsgálata. Anyag és módszer	26. oldal
VII./I. Eredmények	27. oldal
VIII. A hibrid japánkeserűfű levélfelületének meghatározása mesterséges intelligencia segítségével	28. oldal
VIII./I. Anyag és módszer	28. oldal
VIII./II. Eredmények	29. oldal
IX. A hibrid japánkeserűfű levélfelületének egyszerű meghatározása terepen	30. oldal
IX./I. Anyag és módszer	30. oldal
IX./II. Eredmények	30. oldal
X. A bíbor nebáncsvirág elterjedésének vizsgálata Kőszegen	32. oldal
X./I. Anyag és módszer	32. oldal

X/II. Eredmények	33. oldal
XI. A bíbor nebáncsvirág levélfelületének vizsgálata mesterséges intelligencia segítségével	34. oldal
XI./I. Anyag és módszer	34. oldal
XI./II. Eredmények	34. oldal
XII. A kutatóprogram eredményeinek összefoglalása	36. oldal
XIII. Függelék	40. oldal
XIV. Felhasznált irodalom	49. oldal
XV. A tudásmegosztás dokumentumai	51. oldal
XVI. Köszönetnyilvánítás	53. oldal

I. Bevezetés és a témaügyesítés indoklása

A behurcolt élőlények (köztük az özönnövények) által okozott természetvédelmi, gazdasági és egyéb (például egészségügyi) kár mértéke világszerte folyamatosan nő. Egyes becslések szerint az Amerikai Egyesült Államokban a nem őshonos fajok évente több mint 137 milliárd dollárnyi gazdasági és természeti kárt okoznak. Több állam – elsősorban szigetországok (Új-Zéland, Japán) – felismerte a nem őshonos fajok behurcolásának és behozatalának fokozott veszélyét, a természeti környezet megóvása érdekében határozott, jogszabályi szinten is megjelenő lépéseket foganatosított. Az előírások a kereskedelem, az áruszállítás, egészségügy és a turizmus területét is megreformálták, jelentős változásokat eredményezve ezzel az érintett lakosság szemléletében és minden napjaiban (Botta-Dukát-dr. Mihály, 2006). Mindenki hallott már a parlagfűről, de ezen a 19. század végén behurcolt gyomnövényen kívül még számos, tömeges özönnövény vesz körül bennünket közvetlen környezetünkben. A kutatóprogram célja, hogy Kőszeg belterületén, közterületeken (utcák, terek, parkok, kutyafuttafók, folyó- és patakpartok) minél pontosabb képet kapunk a bíbor nebáncsvirág és a japán hibridkeserűfű elterjedéséről, a két özönnövény terjedésének dinamikájáról, a vizsgált gyomnövények fenológiai növekedési üteméről, a vizsgált növények magprodukciójáról, a vizsgált gyomnövények elleni védekezés költségeiről és a tárgyalt gyomnövények egészségügyi (allergológiai) vonatkozásairól. Összesen 130 közterületről van szó, 54,66 km² területen (Forrás: Kőszegi Polgármesteri Hivatal, Igazgatási- és Építéshatósági Osztály, 2018. november 15.).

1. Ady Endre utca
2. Áfonya utca
3. Alsó körút
4. Alsó vár
5. Aradi várterület parkja
6. Arborétum utca
7. Auguszt János utca
8. Bajcsy-Zsilinszky utca
9. Bechtold István utca
10. Bem József utca
11. Bercsenyi Miklós utca
12. Bersek József utca
13. Bertalan Erzsébet utca
14. Bezerédy Imre utca
15. Borostyánkő utca
16. Borsmonostori út
17. Cáki út
18. Chernel utca
19. Ciklámen tér
20. Csepregi út
21. Csónakázótó sétány
22. Csőszház utca
23. Deák Ferenc utca
24. Diófa utca
25. Dózsa György utca
26. Dr. Ambró Gyula utca
27. Erdésház utca
28. Erdő utca
29. Faludi Ferenc utca
30. Felső körút
31. Fenyő utca
32. Festetics Imre utca
33. Forintos Mátyás utca
34. Forrás út
35. Fő tér
36. Freh Alfonz utca

- 32. Festetics Imre utca
- 33. Forintos Mátyás utca
- 34. Forrás út
- 35. Fő tér
- 36. Freh Alfonz utca
- 37. Gábor Áron utca
- 38. Gesztenyefa utca
- 39. Gyöngyös utca
- 40. Gyöp utca
- 41. Győry János utca
- 42. Hadik András utca
- 43. Hegyalja utca
- 44. Herman Ottó utca
- 45. Hermina utca
- 46. Hunyadi János utca
- 47. Írottató utca
- 48. Jurisics tér
- 49. Kálvária utca
- 50. Kankalin utca
- 51. Károlyi Mihály utca
- 52. Károly Róbert tér
- 53. Kastélykert lakópark
- 54. Kelcz-Adelffy utca
- 55. Kelcz-Adelffy utca
- 56. Kereszt utca
- 57. Kethelyi út
- 58. Kincs apát köz
- 59. Királyvölgyi utca
- 60. Kis gát
- 61. Kiss János utca
- 62. Köböl utca
- 63. Kökény utca
- 64. Kórház utca
- 65. Kossuth Lajos utca
- 66. Kőszegfalvi utca
- 67. Kőszegi utca
- 68. Lehmann Gottfried utca
- 69. Lékai út
- 70. Liszt Ferenc utca
- 71. Lóránt Gyula utca
- 72. Malomárok utca
- 73. Mélyút utca
- 74. Meskó utca
- 75. Mohás út
- 76. Munkácsy Mihály utca
- 77. Munkás utca
- 78. Napsugár utca
- 79. Óház út
- 80. Ólmodi út
- 81. Ólmodi utca
- 82. Panoráma körút
- 83. Park utca
- 84. Pék utca

- 85. Petőfi tér
- 86. Postásrét utca
- 87. Posztógyár utca
- 88. Posztó utca
- 89. Puskapor utca
- 90. Rajnis utca
- 91. Rákóczi Ferenc utca
- 92. Rohonci utca
- 93. Rómer Flóris utca
- 94. Rőtivölgyi utca
- 95. Sáncárok utca
- 96. Sánc utca
- 97. Schneller István utca
- 98. Sigray Jakab utca
- 99. Strand sétány
- 100. Szabóhegyi út
- 101. Szeder utca
- 102. Szelestey László utca
- 103. Szent Anna utca
- 104. Szent György utca
- 105. Szent Imre herceg utca
- 106. Szent Lénárd utca
- 107. Sziget utca
- 108. Szőlőskert utca
- 109. Szombathelyi út
- 110. Szűk utca
- 111. Táblaház utca
- 112. Tamás árok utca
- 113. Táncsics Mihály utca
- 114. Tanítóképző utca
- 115. Téglás köz
- 116. Temető utca
- 117. Tölgyes út
- 118. Tüskevár utca
- 119. Őrhajósok útja
- 120. Vadvirág utca
- 121. Vaihingen utca
- 122. Vámház utca
- 123. Várkör
- 124. Várkör utca
- 125. Városház utca
- 126. Vasút utca
- 127. Velemi út
- 128. Velemi utca
- 129. Vízmű utca
- 130. Zrínyi Miklós utca

A bíbor nebáncsvirág morfológiai jellemzése

A bíbor nebáncsvirág (1. ábra) magas termetű (1–2,5 m), nyári egyéves növény. Szára felálló, az egész növény kopasz. Gyökerei csak sekélyen (10–15 cm) hatolnak a talajba. A növény magvait az indiai Kasmírból dr. Royle küldte 1839-ben a londoni Kew botanikus kertjébe. A betelepítést követően meglehetősen korai adatok szólnak elvadulásáról (1848), majd meghonosodásáról (1855). A kezdeti dísznövényből egy gyorsan terjedő, agresszív növekedésű, nagy magprodukciójú özönnövény lett. Az ország nyugati végein később kialakuló további fő gócpont első adata Vas vármegyéből származik 1920-ból, Felsőörből (Botta-Dukát-dr. Mihály, 2006).



1. ábra: Bíbor nebáncsvirág
(Fotó: Szárnyas István)

A hibrid japánkeserűfű morfológiai jellemzése

Az óriás keserűfüvek közül az ártéri japánkeserűfűvet 1823-ban hozták be Európába, egy hollandiai botanikus kertbe. Az ártéri japánkeserűfű és az óriás japánkeserűfű kereszteződésével Európában jöttek létre a hibrid japánkeserűfű (2. ábra) egyedei. 1982-ben fedezte fel, majd 1983-ban írta le CHRTEK és CHRTKOVÁ Észak-Csehországból. Elterjedését eddig csak kevés országban vizsgálták. Mára az egész világon elterjedt. Magyarországon először 1985-ben fordult elő (Mihály-dr. Botta, 2004). Döntően vegetatív úton szaporodik a tarackokban felhalmozott tápanyag felhasználásával.



2. ábra: Hibrid japánkeserűfű
(Fotó: Szárnyas István)

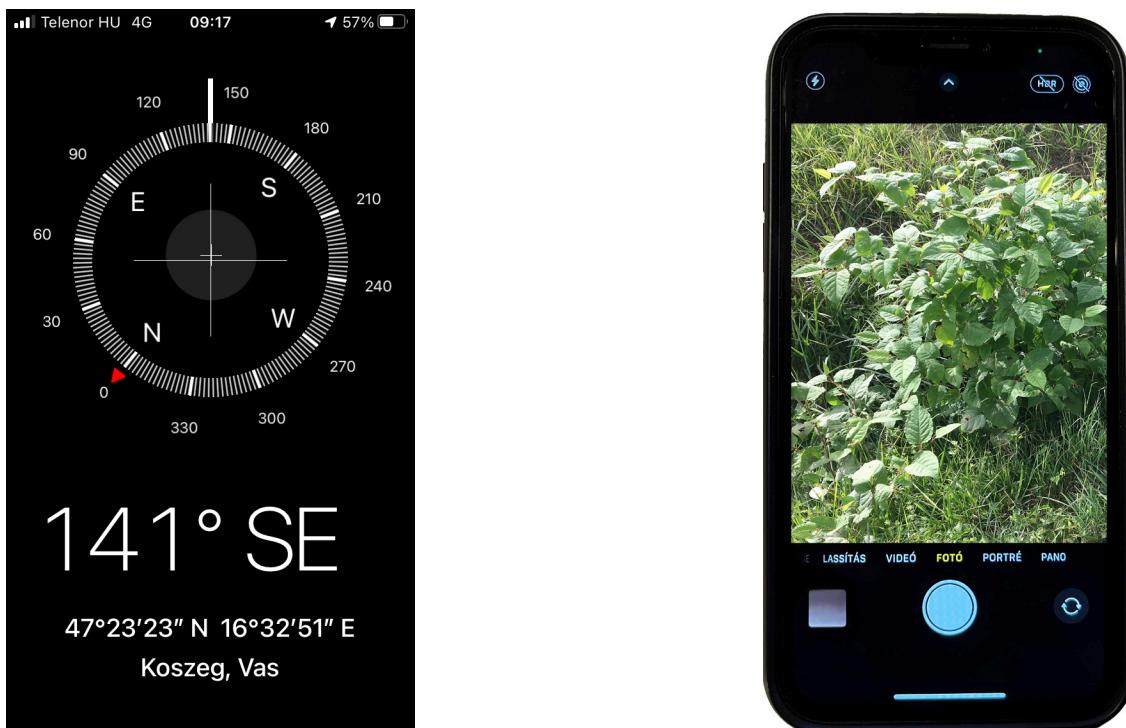
I/I. Anyag és módszer

Alapvetően azt tűztem ki célul, hogy projekt-módszerrel a „Természetismeret” szakkörben tanulók közreműködésével feltérképezem Kőszeg belterületén a bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*) és a hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) elterjedését. A projektmódszer a tanárok és diákok közös tervező és kivitelező tevékenységére épülő pedagógiai-didaktikai módszer, amely a megismerési folyamatot projektek sorozataként szervezi meg. Pedagógiai értelemben a projekt olyan összetett feladat, amely középpontjában egy, többnyire gyakorlati természeti probléma áll, és amelyet a tanárok és diákok közösen, több szempont szerint elemezve, komplex módon dolgoznak fel a közösség érdekeit szolgáló produktum, termék létrehozása érdekében. A kivitelezés egyrészt kollektív, mivel egy közösség együttműködéséből születik meg az eredmény, másrészt egyéni, hiszen mindenki saját érdeklődése, képességei, egyéni tapasztalatai alapján járul hozzá a csoport munkájához. A módszer a tanulók érdeklődésére, szükségleteire és a közös tevékenységre épít. Egyik fő jellegzetessége a résztvevők nagyfokú szabadsága, önállósága. A projektmódszer alkalmazásával kilépünk a hagyományos időbeosztásból és a tantárgyi keretekből. Az ismeretszerzés a különböző tevékenységek során alkotó módon történik. Nem a pedagógus adja át az ismereteket, hanem a tanulók szerzik meg azokat a tevékenységek során. Tanítás, ismeretátadás, ismeret-felhalmozás helyett a tanulás, az ismeretszerzés, és a képességfejlesztés kerül előtérbe. A projekt megvalósítása során a hangsúly az együttes munkálkodáson, egymás segítésén, elfogadásán, a kommunikációs készségek, technikák elsajtatásán van. Ha ez valóban sikerül, akkor érvényesülhet a projekt didaktikai hármas alapelve: átélés – ismeretszerzés – megértés. A projekt a megvalósítás folyamatában (jellegéből fakadóan) elsősorban terepmunkát igényel. Túllép a hagyományos tanórai kereteken, önállóságot és rugalmas időbeosztást kíván meg. Tanár és diák kommunikációjában épít az on-line kapcsolattartásra (adatok, képek begyűjtése, továbbítása, feldolgozása) (Nádas, 2003).

A projekt kezdeti lépéseihez az adatok dokumentálására minden vizsgált fajra adatfelvitélezési lapot (3. ábra) dolgoztam ki. A gyomfelvitélezési lap alapelve, hogy a vizsgált özönnövények abundanciáját vizsgálja az adott helyszínen (Novák-Dancza-Szentey-Karamán, (2007-2008)). A gyomfelvitélezési lap igazodik a kutatásban résztvevő tanulól életkori sajátosságaihoz. E dokumentum használatát, az adatok kitöltését gyorsan el lehet sajátítani. A tanulók mindegyike rendelkezett olyan okostelefonnal, amely tartalmazta az iránytű funkciót, ezért a gyomfoltok koordinátáit is meg tudták határozni, arról fotót tudtak készíteni.

A gyomfelvitélezés helye: út, utca, tér, dűlő, terület, folyópart, stb.	Az előfordulás mértéke: 1 – szálanként (kevesebb, mint 10) 2 – folt (10-20 egyed) 3 – középtömeges (20-50 egyed) 4 – tömeges (50 egyed felett)	A gyomtömeg középpontjának koordinátái:	A felvitélezés időpontja:

3. ábra: Gyomfelvitélezési adatlap



4. ábra: Özönnövény-folt koordinátáinak meghatározása, fotódokumentum készítése
(Fotó: R.G. tanuló)

A gyorsan elsajátítható biztos fajismeretet birtokában a tanulók önállóan is képesek voltak terepmunkát végezni. A fellelt özönnövény-folt (egyed) abundanciájának beskálázása után (1-2-3-4) okostelefonnal bemérték a gyomtömeg középpontjának koordinátáit (4. ábra), majd nagy felbontású digitális fotót készítettek a helyszínen, és rögzítették a fotó elkészítésének időpontját is. Az adatokat adatbázisba gyűjtöttük össze.

I/II. Az eredmények elemzése, feldolgozása és tudásmegosztás

Az adatok rögzítése, elemzése, kiértékelése, ábrázolása számítógéppel történt. A részeredményeket, eredményeket publikáltam, nyomtatott és elektronikus formában különböző fórumokon. A keletkezett kutatóprogram termékei:

- adatfelvételök eredményei,
- feldolgozott adatok,
- adatbázisok,
- ismeretterjesztő előadások,
- elterjedési térképek,
- összehasonlító diagramok, adatsorok
- írott és elektronikus publikációk

A tudásmegosztás alapja a mérések, adatok rögzítése, dokumentálása, feldolgozása. A kutatóprogram alapelve, hogy a mérések, adatok, koordináták, álló- és mozgóképek digitális rögzítése egy okostelefon célszerű alkalmazásával megvalósítható legyen. A tanulók rendkívül fogékonyak az okoseszközök alkalmazására, ezért fontos építeni arra az előzetes tudásra, gyakorlatra, melyet az okoseszközök használata során elsajátítottak. A telefok alapfunkciói mellett (képrögzítés, filmrögzítés, koordináták mérése az iránytű funkcióban) szükség lesz bizonyos applikációk alkalmazására is. Ilyen applikáció például a levélterület digitális mérése. Erre a célra ingyenesen elérhető alkalmazásokat lehet letölteni Android és IOS operációs rendszerű okostelefonokra egyaránt.

II. Szakirodalmi áttekintés

A bíbor nebáncsvirág magas termetű, (1–2 [2,5] m), nyári egyéves növény (5. ábra). Érvényes tudományos neve: *Impatiens glandulifera* ROYLE 1835. A nebáncsvirágfélék (Balsaminaceae) családjába tartozó két-szikű növény. Szára felálló, egyszerű vagy néha elágazó, vöröslőn átmetsző, nedvdús, üreges, vastag (0,5–5 cm átmérőjű). Az egész növény kopasz. Gyökerei csak sekélyen (10–15 cm) hatolnak a talajba, ugyanakkor az alsó szárcsomókról gyakran hoz rögzítő/merevítő szerepű járulékos gyökereket is, különösen elvirágzás után vagy lejtős talajon. Levelei nagyok (5–18 × 2,5–7 cm-esek), négyszer–ötször hosszabbak a szélességüknél, átellenes állásúak, a felsők örvösek. Ilyenkor rendszerint hármasával állnak. A virágok száma (3) 5–12, amelyek hosszú tengelyű, hónalji elhelyezkedésű, összetett fürtvirágzatot alkotnak. Kétivarúak. Termése felhasadó, sokmagvú, húmos tok. Alakja lándzsás, csúcsa felé vastagodó (bunkós), kissé ötszögletű (15–35 × 4–15 mm), csúcsa hegyes. Termésenként négy–tizenhat mag fejlődik. Az *I. glandulifera* a Nyugat-Himalája mérsékelt, csapadékos éghajlatú térségeiben honos. A növény magvait az indiai Kasmírból dr. Royle küldte 1839-ben a londoni Kew botanikus kertjébe. A betelepítést követően meglehetősen korai adatok szólannak elvadulásáról (1848), majd meghonosodásáról (1855). A Kárpát-medencében való előfordulásai keleten először Erdélyben (1892, Nagyszében, ENTZ; 1917, Kolozsvár, MOLNÁR in herb. SOÓ), majd Kárpátalján (1938, Latorca és Vicsa völgye, MARGITTAI) voltak, ahol néhány évtized alatt el is terjedt. Az ország nyugati végein később kialakuló további fő gócpont első adata Vas vármegyéből származik (1920, Felsőőr, GÁYER 1927). A Magyarországról közölt későbbi terjedési adatok nagy része is ebből a térségből ismeretes (pl. 1941, Perint patak, JEANPLONG 1941; 1953, Gyöngyös patak [Kőszegtől délre], TERPÓ in KÁRPÁTI 1954). A növény elterjedési területe az utóbbi évtizedekben a szomszédos országokhoz hasonlóan Magyarországon is igen növekedett. (BALOGH LAJOS In: Mihály Botond-dr. Botta-dukat Zoltán: Biológiai inváziók Magyarországon: özönnövények. pp. 161–164. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó. Budapest, 2004).



5. ábra: Bíbor nebáncsvirág (fotó: Szárnyas István)

A keserűfű-virágúak (Polygonales) rendjébe tartozó keserűfűfélék családja (Polygonaceae) mintegy negyven nemzetséget tartalmaz. Az e tanulmányban tárgyalt fajok taxonómiája és nevezéktana az idők folyamán sokat változtott. A régebben Reynoutria, Polygonum, Tiniaria, Pleuropteris és részben Bilderdykia nemzetségekbe is sorolt taxonokat – kromoszómavizsgálatok alapján – újabban egy tágabban értelmezett *Fallopia* nemzetségen tárgyalják, amelyet négy szekcióra osztanak. A *Fallopia* szekcióba egyéves, kapaszkodó szárú növények tartoznak, ilyen nálunk a sövénykeserűfű (*F. dumetorum* [L.] J. HOLUB) és a szuláklevelű-keserűfű (*F. convolvulus* [L.] A. LÖVE). A *Parogonum* K. HARALDSON szekció évelő kúszónövényeket tartalmaz, hazai képviselő nélkül. A *Sarmentosae* (I. GRINTZ.) HOLUB. szekcióba évelő/fás kúszónövényeket sorolnak, ilyen a tatáriszalag (*F. baldschuanica* [REGEL] J. HOLUB) és a kínai iszalag (*F. aubertii* [L.] HENRY J. HOLUB). A *Reynoutria* (HOUTT.) L. P. RONSE DECRAENE (japánkeserűfűvek) szekcióba tartozik az ártéri (*F. japonica*) és az óriás japánkeserűfű (*F. sachalinensis*), valamint a kereszteződésükből létrejött hibrid japánkeserűfű (*F. × bohemica*) (6. ábra). A szekció tagja még a japán törpekeserűfű (*Fallopia impacta*). A japánkeserűfű-fajokat – szinantróp terjedésük, inváziós és erőteljes élőhely-átalakító tulajdonságuk miatt – az utóbbi negyedszázadban világszerte egyre élénkülő tudományos és természetvédelmi érdeklődés övezi. A három faj nagyfokú hasonlósága és ennek nyomán a florisztikai adatok erősen átfedő, feltehetően sok esetben helytelen volta miatt terepvizsgálatokkal, külső alaktani megfigyelésekkel és mérésekkel pontosítottam a Kőszegen elterjedt japánkeserűfű-fajt. A vizsgálatot később részletesen ismertetem, melynek eredménye az a megállapítás volt, hogy a vizsgált területen minden kétséget kizárában a hibrid japánkeserűfű (*F. × bohemica*) alkot állományokat. A *F. × bohemica* a szülőfajok hazájából nem ismert, illetve eddig kevessé kutatott, így esetleg fel nem ismert. A fenti két faj kereszteződésével Európában jött létre, 1982-ben fedezte fel, majd 1983-ban írta le CHRTEK és CHRTKOVÁ Észak-Csehországból. Elterjedését eddig csak kevés országban vizsgálták. A növény elterjedési területe az utóbbi évtizedekben a szomszédos országokhoz hasonlóan Magyarországon is igen növekedett. (BALOGH LAJOS In: Mihály Botond-dr. Botta-dukat Zoltán: Biológiai inváziók Magyarországon: özönnövények. pp. 207–220. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó. Budapest, 2004).



6. ábra: Hibrid japánkeserűfű fotó: Szárnyas István)

II/I. Fajmeghatározó taxonómiai vizsgálatok a japánkeserűfű-állományokban szakirodalom alapján

Balogh (1998) cikkében kifejti, hogy a megfigyelt japánkeserűfű-állományok a határozókulcsok alapján nem határozhatók egyértelműen. Mivel jellegeik rendre a két faj közötti átmenetinek bizonyultak, feltételezte hibrid mivoltukat. Ennek alátámasztására 27 DNY-vas megyei állományban végzett külső alaktani megfigyeléseket. Balogh (1998) vizsgálatait és alaktani megfigyeléseit megismételtem Kőszeg 20 különböző helyéről, helyenként 10, a középső szárrésszről származó szárlevél nyélhosszának, a levéllemezek hosszának és szélességének mérését. Utóbbi kettőből hányadosként levélindexet számítottam. Az ismérveket és a kapott adatokat összehasonlítottam a fajcsoport Bailey - Child - Conolly (1996) által közölt fontos elkülönítő jegyeivel. Bailey - Child - Conolly (1996) által közölt fontos elkülönítő jegyelek:

- közepes méretű, 2,5-4 m magas egyedek
- a levelek közepes méretűek, a levélnyél csúcsa kihegyezett, gyakran hajlott
- a levéllemez maximális hosszúsága 23 cm, maximális szélessége 19 cm között változik
- a levéllemez hosszúságának és szélességének aránya 1,1-1,8
- a porzós-termékeny és a porzós-meddő virágok külön egyedeken nőnek

II/II. A taxonómiai vizsgálatok eredményei

Avizsgákat összes eredménye a hibrid japánkeserűfű jelenlétére utalt. Amértegyedek maximális levéllemezhosszúsága 23,8, maximális szélessége 20 cm-nek adódott (7. ábra). Az átlaghosszúság 13,7, az átlagszélesség 9,66 cm volt. Alevélnyél átlagos hosszúsága 2,6 cm (8. ábra). Alevélindex (a levéllemezek hosszának és szélességének hányadosa) átlagos értéke 1,44 (9. ábra). Aporzós-termékeny és a porzós-meddő virágok külön egyedeken nőnek.

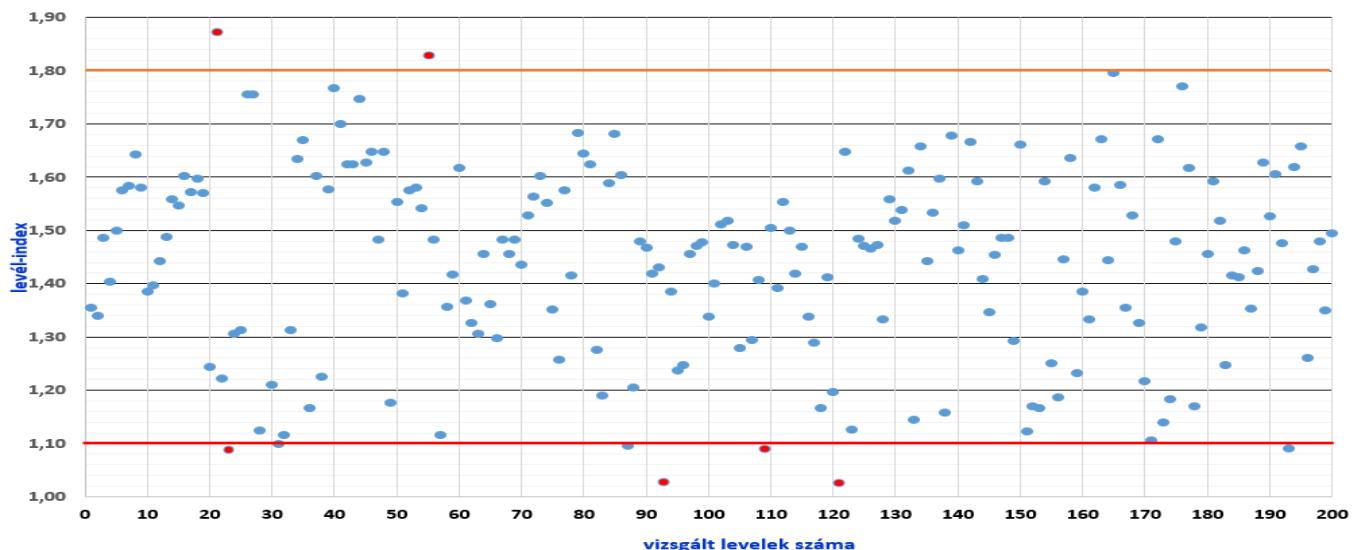


7. ábra: Levéllemez hosszúságának és szélességének mérése
(fotó: Szárnyas István)



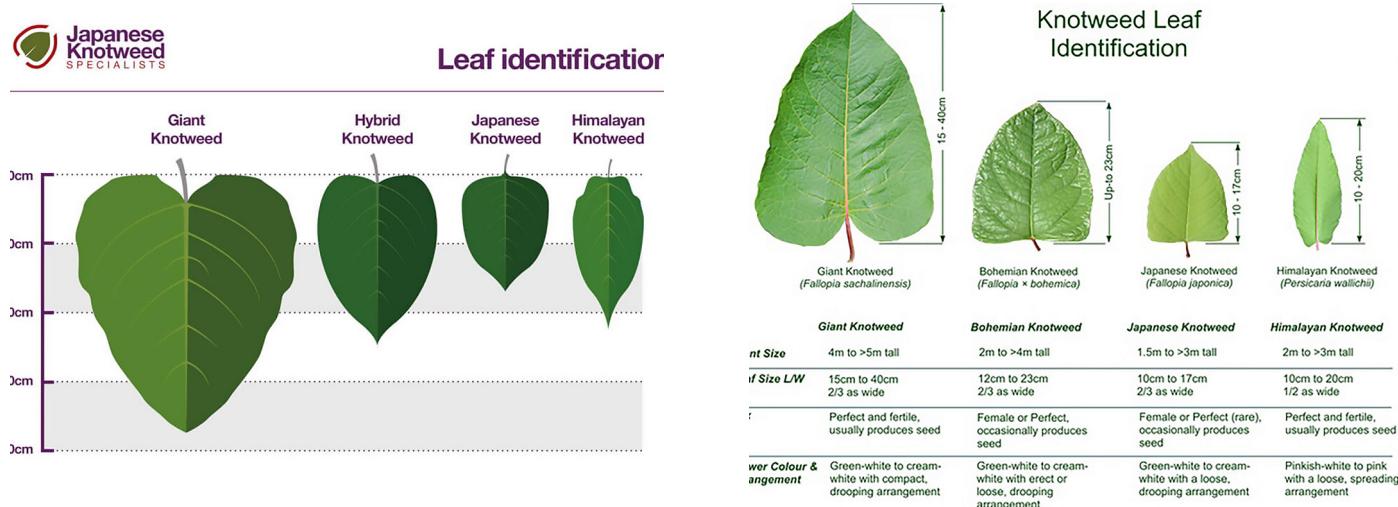
8. ábra: Különböző levéllemezek levélnyéllel
(fotó: Szárnyas István)

Fallopia x bohemica levélindex vizsgálata



9. ábra: Levélindex eredményeinek eloszlása (200 mérés)

Balogh (1998) megfigyelései és Vas megyei vizsgálatai alapvetően rámutattak arra, hogy számos publikációban az ártéri japánkeserűfű fajként leírt és vizsgált állományokban döntő mértékben a hibrid japánkeserűfű egyedei fordultak elő. Kim és Park (2000) publikációja rámutatott arra, hogy az egyes fajok kromoszóma-vizsgálata sem perdöntő, hiszen a különböző japánkeserűfű-fajok kromoszómaszáma azonos is lehet. A $2n=66$ kromoszómaszám a japán ártéri keserűfűben, a japán óriáskeserűfűben és a japán hibridkeserűfűben egyaránt előfordulhat. A faj pontos meghatározása külső alaktani jegyek alapján elvégezhető (10. ábra).



10. ábra: Külső morfológiai jegyek a japán-keserűfű-fajok elkülönítéséhez

<https://www.japaneseknotweedspecialists.com/news/information-you-need-to-know-about-japanese-knotweed/> (utolsó letöltés ideje: 2021.12.12.).

<https://www.japaneseknotweedkillers.com/knotweed>. (utolsó letöltés ideje: 2021.12.12.).

Ronse Decraene és Ackeroyd (1988) összefoglalták a taxonómiára vonatkozó jelenlegi tudományos álláspontot a *Fallopia* nemzettségbe tartozó szekciók és fajok vonatkozásában. A besorolás részben külső alaktani megfigyelésekben, részben genetikai vizsgálatokon alapult (11. ábra).

Genus (nemzettség): <i>Fallopia</i>			
Szekció	Szekció	Szekció	Szekció
<i>Fallopia</i>	<i>Paroganum</i>	<i>Sarmantosae</i>	<i>Reynotria</i>
egyéves, kapaszkodó szárú fajok	évelő kúszónövények	évelő/fás kúszónövények	rizómával évelő növények
Hazai képviselő			
szuláklevelű-keserűfű, sövénykeserűfű	nincs hazai képviselő	tatáriszalag	ártéri japánkeserűfű óriás japánkeserűfű HIBRID JAPÁNKESERŰFŰ

11. ábra: *Fallopia*-nemzettségbe tartozó fajok

Szakirodalmi adatok alátámasztják, hogy a *Reynotria* szekcióba tartozó fajok hibridizálódnak természetes körülmények között. Az egyes *Fallopia*-fajok egymással kompatibilisnek bizonyultak: a rokon-fajok az ártéri japánkeserűfűvel különféle hibridizációs utakat mutatnak (12. ábra). Erre utalnak e hibridek vadon való ismert előfordulásai is (Bailey, J.P. and Connolly, A.P., 1991).

Termős egyed	Porzós egyed	Hibrid neve	Előfordulás
ártéri japánkeserűfű (2n=88)	óriás japánkeserűfű (2n=44)	hibrid japánkeserűfű (2n=66)	egész Európában előfordul természetes körülmények között
ártéri japánkeserűfű (2n=88)	törpe japánkeserűfű (2n=44)	hibrid japánkeserűfű (2n=66)	mesterséges hibrid, csupán egyetlen vadon előforduló egyedet írtak le
óriás japánkeserűfű (2n=44)	törpe japánkeserűfű (2n=44)	hibrid japánkeserűfű (2n=44)	egész Európában előfordul természetes körülmények között
törpe japánkeserűfű (2n=44)	óriás japánkeserűfű (2n=44)	hibrid japánkeserűfű (2n=44)	egész Európában előfordul természetes körülmények között

12. ábra: A hibrid japánkeserűfű lehetséges hibridizációs útjai és a fajok diploid kromoszóma-számai

III. GPS koordináták vizsgálata: hibrid japánkeserűfű. Anyag és módszer

A vizsgálatok kezdete a 2020-as év vegetációs időszakára esett. Kezdetben a „Természetismeret” szakkör tagjaiival az iskola környékén fellelhető özönnövény-előfordulások koordinátáit mértük meg közösen. Az együtt elvégzett méréseken keresztül a tanulók elsajátították a vizsgált fajok biztos felismerését és a gyomfelvételezési adatlap használatát. A megszerzett gyakorlat birtokában már önállóan is képessé váltak okostelefonjuk segítségével a koordináták megmérésére, rögzítésére és digitális kép készítésére. A méréseket lakóhelyük környékén hétvégeken is folytatták, majd e-mail-ben továbbították nekem. A koordináták meghatározása mellett a tanulók egyéb méréseket is végeztek, például növénymagasság, tömegesség, növekedési stádium, levél felület (13. ábra).



13. ábra: Terepvizsgálatok hibrid japánkeserűfű-állományban
(koordináták: $47^{\circ}23'43.0''N$ $16^{\circ}32'59.0''E$) (fotó: Szárnyas István)

A jelenleg használatban lévő okostelefonok többsége rendelkezik „Iránytű” funkcióval. A funkció mind az Android, mind az IOS operációs rendszerrel rendelkező készülékekben internetkapcsolat nélkül működik. Ha a készülék vízszintesen helyezkedik el, akkor az „Iránytű” képernyőn egy korong jelenik meg, rajta azzal az iránnyal, amely felé a készülék mutat, az aktuális tartózkodási helyével, valamint a tengerszint feletti magasságával. Az aktuális tartózkodási hely GPS-koordinátái északi szélesség-fok-szögperc-szögmásodperc és keleti hosszúság-fok-szögperc-szögmásodperc alakban olvashatók. A ”Képernyőfotó” funkció segítségével png-kiterjesztésű kép formájában az adatok rögzíthetők. A mérések megbízhatósága a tapasztalatok alapján 1-3 méter (14. ábra).



14. ábra: Mérési koordináták képernyőképe
A $47^{\circ}23'43.0''N$ $16^{\circ}32'59.0''E$ élőhely télen (fotó: Szárnyas István)

III./I. A hibrid japánkeserűfű előfordulásának koordinátái és ábrázolása

Kőszeg belterületén a vizsgált faj (*Fallopia x bohemica* CHRTEK&CHRTKOVÁ) J. P. BAILEY) koordinátái a következők:

A gyomfelvételezés helye: út, utca, tér, dűlő, terület, folyópart, stb.	Az előfordulás mértéke: 1 – szálanként (< 10 egyed) 2 – folt (10-20 egyed) 3 – középtömeges (20-50 egyed) 4 – tömeges (50 egyed felett)	A gyomtömeg középpontjának koordinátái
Hegyalja utca	3	47°23'25"N16°32'8"E
Csónakázó-tó	4	47°23'57"N16°32'2"E
Madaras út	4	47°23'29"N16°31'59"E
Királyvölgyi út	4	47°23'28"N16°31'56"E
Mélyút utca	2	47°23'24"N16°31'54"E
Királyvölgyi út	4	47°23'31"N16°32'5"E
Királyvölgyi út	2	47°23'30"N16°32'1"E
Királyvölgyi út	2	47°23'30"N16°32'0"E
Királyvölgyi út	4	47°23'29"N16°31'58"E
Gyöngyös-part	4	47°23'57"N16°32'15"E
Királyvölgyi út	2	47°23'32"N16°32'8"E
Kethelyi út	4	47°23'54"N16°32'23"E
Kethelyi út	4	47°23'56"N16°32'22"E
Borostyánkő utca	4	47°23'58"N16°32'19"E
Borostyánkő utca	4	47°24'9"N16°31'53"E
Borostyánkő utca	4	47°23'58"N16°32'16"E
Királyvölgyi út	2	47°23'32"N16°32'10"E
Erdő utca	4	47°23'39"N16°32'13"E
Erdő utca	4	47°23'40"N16°32'13"E
Kálvária utca	3	47°23'55"N16°32'3"E
Borostyánkő utca	4	47°24'9"N16°31'53"E
Borostyánkő utca	4	47°24'10"N16°31'53"E
Rőti völgyi utca	2	47°24'13"N16°32'3"E
Kethelyi út	4	47°23'56"N16°32'23"E
Gyöngyös part	4	47°23'53"N16°32'23"E
Mohás út	4	47°22'24"N16°31'30"E
Arborétum utca	1	47°23'18"N16°31'47"E
Kiss János utca	3	47°23'28"N16°32'47"E
Penny Market	4	47°22'52"N16°33'20"E
Borsmonostori út	2	47°23'53"N16°32'27"E
Zsidó Temető	1	47°23'4"N16°31'58"E
Kiss János utca	4	47°23'28"N16°32'46"E
Galván-üzem	4	47°23'22"N16°33'18"E
Galván-üzem	4	47°23'22"N16°33'21"E
87-es út mellett	4	47°23'16"N16°33'18"E
87-es út mellett	3	47°23'16"N16°33'17"E
Strand-sétány	1	47°23'31"N16°33'3"E

A gyomfelvételezés helye: út, utca, tér, dűlő, terület, folyópart, stb.	Az előfordulás mértéke: 1 – szálanként (< 10 egyed) 2 – folt (10-20 egyed) 3 – középtömeges (20-50 egyed) 4 – tömeges (50 egyed felett)	A gyomtömeg középpontjának koordinátái
Strand-sétány	2	47°23'26"N16°32'54"E
Strand-sétány	4	47°23'25"N16°32'53"E
Gyöngyös part	1	47°23'23"N16°32'50"E
Gyöngyös part	1	47°23'20"N16°32'48"E
Táncsics utca	1	47°23'16"N16°32'54"E
Táncsics utca	1	47°23'25"N16°32'41"E
Gábor Áron utca	2	47°22'50"N16°33'6"E
Pogányi út	1	47°22'46"N16°33'4"E
Pogányi út	2	47°22'46"N16°33'2"E
Pogányi út	1	47°22'46"N16°33'0"E
Pogányi út	1	47°22'46"N16°33'1"E
Pogányi út	4	47°22'44"N16°32'57"E
Posztógyár út	4	47°22'43"N16°32'51"E
Pogányi út	1	47°22'45"N16°32'51"E
Körgarázsok	3	47°22'41"N16°32'36"E
Körgarázsok	2	47°22'41"N16°32'38"E
Körgarázsok	3	47°22'45"N16°32'33"E
Uszoda-bejárat	4	47°23'36"N16°32'48"E
Ólmodi út	4	47°23'43"N16°32'59"E
Bezerédy Imre utca	3	47°23'51"N16°32'44"E
Vámház utca	3	47°23'57"N16°32'33"E
Postásrét utca	3	47°23'4"N16°31'45"E
Postásrét utca	4	47°23'3"N16°31'45"E
Postásrét utca	2	47°23'2"N16°31'46"E
Szőlőskert utca	2	47°23'29"N16°31'11"E
Szőlőskert utca	4	47°23'29"N16°32'11"E
Erdő utca	1	47°23'40"N16°32'14"E
Kálvária utca	3	47°23'52"N16°32'6"E
Nemezgyári gát	4	47°24'9"N16°31'51"E
Borostyánkő utca	4	47°23'59"N16°32'14"E
Puskapor utca	1	47°23'35"N16°32'27"E
Sigray Jakab utca	2	47°22'52"N16°32'17"E
Sigray Jakab utca	2	47°22'56"N16°32'18"E
Ürhajósok utcája	2	47°22'58"N16°32'25"E
Sigray Jakab utca	1	47°23'1"N16°32'33"E
Hunyadi János utca	2	47°23'14"N16°32'13"E
Aradi vörtertanúk parkja	3	47°23'7"N16°31'46"E
Posztógyár utca	4	47°22'29"N16°32'52"E
Posztógyár utca	1	47°22'39"N16°32'40"E
Felsőerdő út	1	47°37'69"N16°52'56"E
Forrás út	4	47°22'42"N16°31'22"E

A gyomfelvételezés helye: út, utca, tér, dűlő, terület, folyópart, stb.	Az előfordulás mértéke: 1 – szálanként (< 10 egyed) 2 – folt (10-20 egyed) 3 – középtömeges (20-50 egyed) 4 – tömeges (50 egyed felett)	A gyomtömeg középpontjának koordinátái
Gesztenyefa utca	4	47°23'26"N16°31'37"E
Gesztenyefa utca	3	47°23'26"N16°31'33"E
Királyvölgyi út	1	47°23'30"N16°32'0"E
Andalgó	4	47°24'10"N16°31'32"E

A gyomfelvételezés a tárgyalt özönnövények abundanciáját (borítás, az adott faj populációjának mennyisége egy vizsgált élőhelyen; kifejezésre egyedszám, tömeg, vagy a populáció által elfoglalt terület használható) vizsgálja az adott helyszínen. Ennek dokumentálására mindenki vizsgált fajra adatfelvételezési lapot dolgoztam ki, melynek használatát, az adatok kitöltését gyorsan el lehetett sajátítani. A fajismeret birtokában a tanulók önállóan is képesek voltak terepmunkát végezni. A fellelt özönnövényfolt (egyed) abundanciájának beskálázása után (1-2-3-4) okostelefonnal bemérték a gyomtömeg középpontjának koordinátáit, majd nagy felbontású digitális fotót készítettek a helyszínen, és rögzítették a fotó elkészítésének időpontját is. Az adatokat közös adatbázisba gyűjtöttük össze.

A hibrid japánkeserűfű fellelt előfordulásai döntően a Gyöngyös patakhoz köthetőek (összesen 82 bemérőt élőhely). A vízpartoktól távolabb az előfordulás ritkább, foltszerű, kevésbé tömeges. A terjesztésben a vízpartoktól távoli területeken alapvetően döntő az antropogén (emberi) hatás. Az elmúlt tíz évben a város folyamatosan terjeszkedett. A belváros műemléki kötöttségei, a telkek szűkös volta miatt az építkezők új irányokat választottak: a város eddigi zártkerti részei, a hegység közművesített területei, Szombathely irányába. Az építkezések, telekkijelölések, közművesítések, útépítések, termőföld-mozgatások, parkosítások ideális feltételeket teremtettek a hibrid japánkeserűfű terjedéséhez, terjesztéséhez. A bemérő, koordinátákkal rögzített előfordulási helyek egy dinamikus állapotot jelölnek, hiszen a terjedés, betelepedés folyamatos (15. ábra).

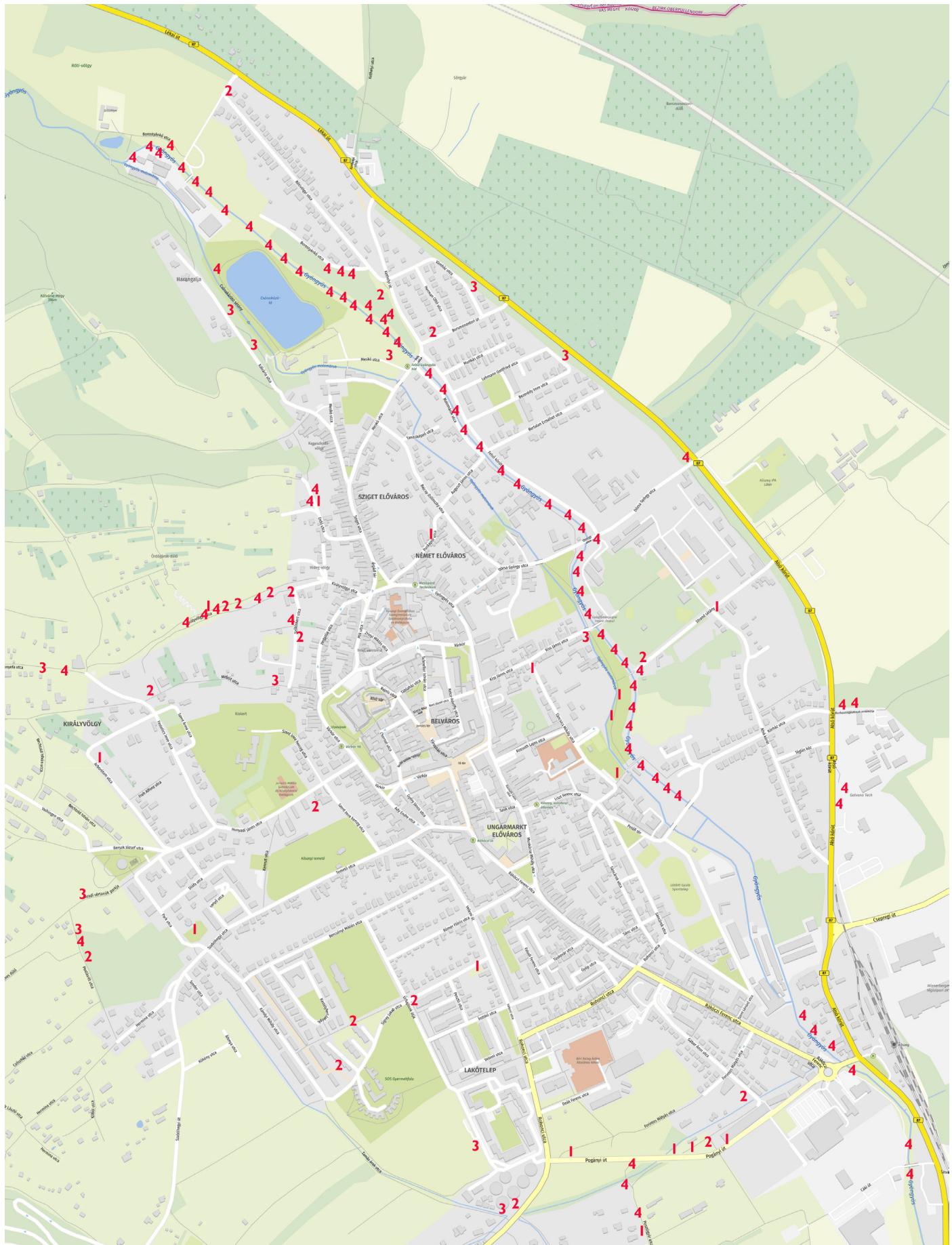
Az elmúlt évtizedekben számos publikáció jelent meg a hibrid japánkeserűfű terjedésével, kártételével, gyérítésével, irtásával kapcsolatban. Magyarországon az egyes nemzeti parkokban különböző módszerekkel próbálták eliminálni a hibrid japánkeserűfű példányait.

A Duna–Dráva Nemzeti Park Igazgatósága közlése szerint a hibrid japánkeserűfű záródott állományaiban a mechanikai pusztítás válfajai hatástalanoknak bizonyultak. A fóliás takarással is csak átmeneti javulást értek el, az etiolált szárak megmaradtak, az állomány gyorsan visszafoglalta a területet.

Az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság közlése szerint a hibrid japánkeserűfűvel borított területet Őriszentpéter térségében minden hónapban lekasztálták, de érzékelhető eredményt nem értek el. A növény a vastag tarackjában rengeteg tápanyagot tárol ahhoz, hogy mindig kihajtson, így ez a módszer nem a leghatásosabb az ellene való védekezésben. Intenzív kaszálással kisebb foltokban eredményeket lehet elérni, de a nagyobb állományokban inkább az átgondolt vegyszeres kezelés javasolt (Botta-Dukát-dr. Mihály, 2006).

Magyarországon még nem alakult ki az a helyzet, amely a nyugat-európai ingatlanpiacra már bizonyos országokban megfigyelhető. Igaz, ott a kisebb méretű, de nem kevésbé agresszív ártéri japánkeserűfű dominál. Az Egyesült Királyságban egyetlen tő jelenléte azonnal 5-15%-kal csökkentheti egy ház értékét, és sok bank még a jelzálogot is megtagadja az ilyen ingatlanra. A növénytől annyira nem lehet szabadulni, hogy tulajdonképpen értéktelenné teszi a földet, amin nő. Az angol hatóságok évente 175 millió eurónak megfelelő összeget költenek a japánkeserűfű elleni küzdelemre. A japánkeserűfű elleni küzdelem társadalmi összefogásra serkentette az angol embereket. A lakosok észleléseiket feltölthetik az egy tériképre, így már több mint hatezer lelőhelyet regisztráltak. A helyzet súlyosságát jelzi, hogy már az irtására szakosodott cégek is létrejöttek (szóbeli közlés: Ian Philipp Bickerstaffe, Toton, Derby, Anglia, 2022. 12.29.)

III./II. A hibrid japánkeserűfű előfordulásai térképen

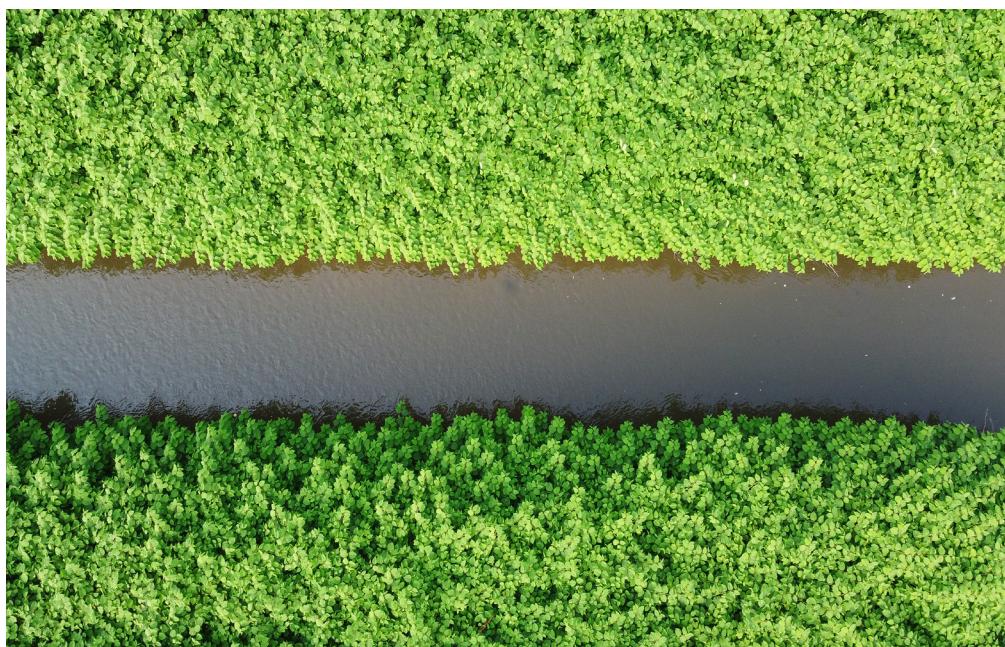


15. ábra: A hibrid japánkeserűfű elterjedése Kőszegen (ábra: Szárnyas István)
(térkép forrása: <https://www.mapz.com/>)

IV. A hibrid japánkeserűfű elterjedése és a védekezés sajátosságai

A város belterületének vizsgálatát a tenyészidőszakokban végeztük el. Előre meghatározott sorrendben vizsgáltuk meg az egyes utcákat, parkokat, közterületeket. A koordináták, fotók összegyűjtése e-mail-en keresztül történt. A Gyöngyös folyó partjai mentén a hibrid japánkeserűfű tömeges állományokat alkot. A város különböző területein a vizsgált faj eltérő gyakorisággal fordul elő. Terjedése folyamatos, a felmérés során jól érzékelhető az antropogén (emberi eredetű) terjedés is. Az eredményeket térképen ábrázoltuk a borítási skála számainak feltüntetésével.

Általános összegző megállapításként elmondható, hogy a hibrid japánkeserűfű elterjedt és gyakori a városban. Rendkívül tömeges a Gyöngyös folyó mentén, ahol erdőszerű állományokat alkot (16. ábra). Ezek a néhol több száz méter hosszú, 3-4 méter magas gyomfoltok tájatalakító szereppel bírnak. A nagyszámú hibrid japánkeserűfű egyedek a vizes élőhelyek mentén gyakorlatilag tiszta populációkat alkotnak, más társulásalkotó növényfajjal nem vegyülnek.



16. ábra: Tömeges hibrid japánkeserűfű állományok a Gyöngyös folyó mentén
(drónfotó: Szárnyas István)

A folyótól távolabb a telepek mérete csökken, de a növény terjedése folyamatos. A növény a vastag tarackjaiban rengeteg tápanyagot tárol a föld alatt ahhoz, hogy akár száraz időszakban, akár kaszálás után gyorsan kihajson. Az anyatől akár 20 méter távolságra, legalább 2 méter mélyre érő sarjadásra képes gyökereik kiterjedt hálózatának segítségével gyors terjeszkedésre képesek. Áradások, talajmunkák során keletkező akár 1 centiméteres gyökér- vagy szárdarabok is képesek új növénykolóniát létrehozni. A beépített városi környezet többnyire nem kedvez a növény fejlődésének és terjedésének. Az utcák, parkok állományai többnyire nem tömegesek, attól függően, hogy a kaszálás milyen gyakran történik meg. A várost elkerülő kamionút mentén található néhány nagyobb kolónia, de ezek nagysága messze elmarad a folyóparton élőkétől. Bizonyos esetekben azonban épp a városban folyó építkezések, útépítések, földmozgatások teremtenek új élőhelyeket és terjesztik az egyedeket. Ez az antropogén hatás jól megfigyelhető az útfelújítások, közműkorszerűsítések, építkezések környékén (17. ábra).



17. ábra:

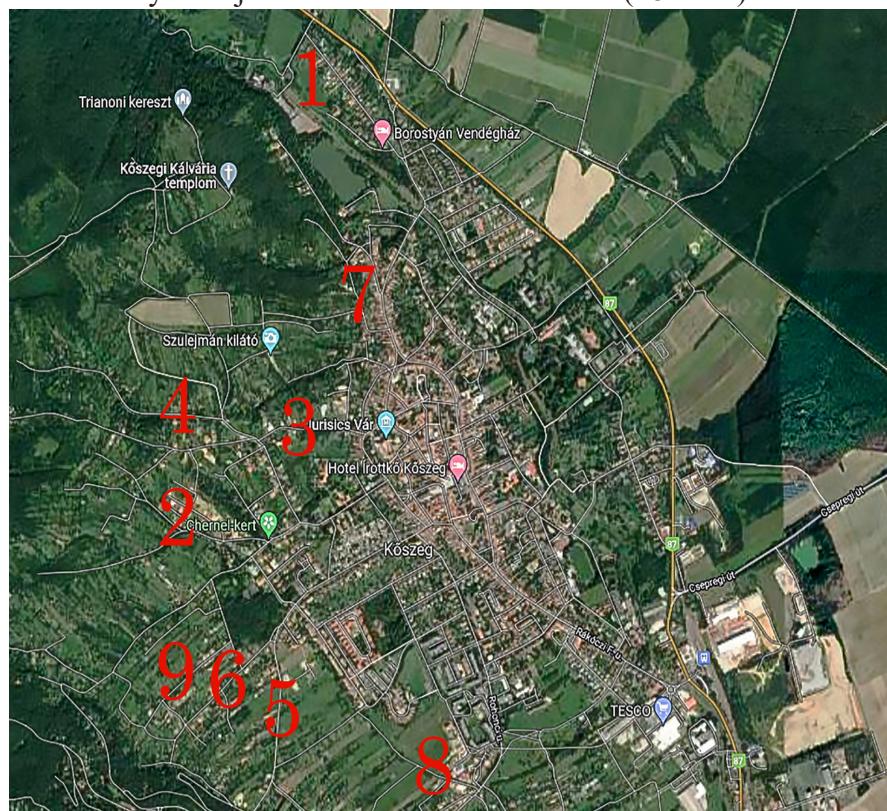
Tereprendezés után sarjadzó hibrid
japánkeserűfű-tövek
47°23'26"N 16°32'54"E
fotó: B.L tanuló

Felhalmozott földkupacon sarjadzó
hibrid japánkeserűfű-tövek
47°23'25"N 16°32'53"E
fotó: B.L tanuló

Garázsépítés közben sarjadzó hib-
rid japánkeserűfű-tövek
47°23'35"N 16°32'27"E
fotó: S.A tanuló

Kőszeg településszerkezete az elmúlt évtizedekben jelentős változáson ment keresztül. A hagyományos belváros műemléképületei miatt védeeltséget élvez. Ezeket az épületeket erős műemléki kötöttséggel lehet átépíteni, amely jelentős költségnövekedéssel jár. Új építési telkek kialakítása miatt a város belterülete a korábban zárt-kerti illetve külterületi irányokba kezdett terjeszkedni. Új építési telkekkel alakított ki az önkormányzat illetve magánszemélyek adták el a korábban gyümölcsös, hétvégi házas telkeit. Kőszegen igen nagy területen folyt külterületi szőlő-, zöldség-, és gyümölcs termesztés, valamint hétvégi házak is épültek ezeken a hobbitelkekben. Az építkezési hajlandóság növekedtével a város korábban beépítetlen területein új lakóparkok, utcák nyíltak. Az itt folyó munkálatok megtörték a területek korábbi ápolási, gyomirtási rendjét. Az egykor gyümölcsös kertek, hétvégi telkek tulajdonosai gondosan ápolták a kertjeiket, útszéleket, árokpartokat. Kaszálás, fűnyírás, gyomlálás, kapálás segített a tiszta, ápolt környezet kialakításában. A talaj bolygatása minimális volt.

Az építési telkek kialakításával megkezdődött az útépítés, közművesítés, tereprendezés. Földmunkálatok tömege változtatta meg a korábbi természletes rendet. Az építkezések során az új épületek környékén máshonnét származó termő földkupacokat halmoztak fel tereprendezés, kertkialakítás, gyeprésítés céljából. Elindult az özönörvények terjedése ezeken a területeken is (18. ábra).



1. Röti-völgyi utca
2. Vaihingen-lakópark
3. Mélyút utca
4. Királyvölgy
5. Kövecsces dűlő
6. Szabóhegyi út
7. Szőlőskert utca
8. Dr. Ambró Gyula utca
9. Hermina utca

18. ábra: Új városrészek Kőszegen. Grafika: Sz. L. tanuló. (terkép forrása: <https://maps.google.com>)

Kőszeg belterületén a Kőszegi Városüzemeltető és Kommunális Szolgáltató Nonprofit Kft. végzi a zöldterület-kezelést. A zöldterület-kezelés számos tevékenységet jelent: fák kivágása, lombgyűjtés, gallyazás, parkgondozás, fűnyírás. 300 000 m² zöldterület fűnyírását végzik el április 20-november 20 között, évente számos alkalommal. További feladataik: 12000 db évelő, 6000 egynyári, 4000 db kétnyári, 600 db rózsatő és 1200 db sorfa ápolása. A cég ügyvezető igazgatójának szóbeli közlése szerint a hibrid japánkeserűfűvel (*Fallopia x bohemica*) borított területeket rendszeresen lekaszálják, de érzékelhető eredményt nem érnek el. A növény a vastag tarackjaiban rengeteg tápanyagot tárol ahhoz, hogy minden kihajtson, így ez a módszer nem a leghatárosabb az ellene való védekezésben. Intenzív kaszálással kisebb foltokban eredmény érhető el, de a nagyobb állományokban inkább az átgondolt vegyszeres kezelés javasolt. A város ingatlantulajdonosai is részt vesznek közvetlen környezetük ápolásában.

A Gyöngyös folyó partjainak gyommentesítése a Vasivíz Zrt. (Székhely: 9700 Szombathely Rákóczi utca 19.) feladata. A terepnehézségek miatt a motoros fűkaszák, önjáró gépek mellett kézi kaszával is irtják a hibrid japánkeserűfűvet. A levágott növények idővel elszáradnak, miközben a földben rejtőzködő szaporító képletekből az állomány gyorsan regenerálódik (19. ábra).



19. ábra: Gyöngyös-part kaszálás után (47°23'50."N 16°32'26."E) Fotó: B.R tanuló

- A: kaszálás után sarjadzó állomány
- B: „kiskert” a Gyöngyös-partján
- C: tömeges hibrid japánkeserűfű-állomány



20. ábra: Ingatlan előtti terület ápolása (47°23'36."N 16°32'15."E)
fotó: K.Zs tanuló

A városban folyamatosan terjed a hibrid japánkeserűfű. Jelen felmérés egy dinamikus folyamat adott időtártamban rögzített pillanatfelvételét tükrözi. A helyzet évről-évre változik. A hibrid japánkeserűfű szaporodási sajátosságait figyelembe véve megállapítható, hogy az elfoglalt területek száma nőni fog. A környezeti kultúra színvonalának növelésével, a környezettudatos magatartás fejlesztésével, a szélesebb körben történő tájékoztatással kordában tartható a hibrid japánkeserűfű (20. ábra).

A teljes gyommentesítés csupán mechanikai eszközökkel nem lehetséges. A növény morfológiai és szaporodási sajátosságai (évelő életmód, a talajban szerteágazó rizómák, az újrasarjadás dinamikája) szükségessé teheti kémiai eszközök (gyomirtó szerek) használatát. Lehetséges védekezési módszer a vegyszeres gyomirtás illetve a mechanikai gyomirtás kombinálása kémai módszerekkel. Az egyik hatásos hatóanyag a glifozát (21. ábra). A glifozát hatóanyag uniós megújítási kérelem értékelését¹ a Glifozát-értékelő Csoport (AGG) végezte, amelynek tagjai Franciaország, Magyarország, Hollandia és Svédország hatóanyag értékeléséért felelős illetékes hatóságai. A hatóanyagról szóló döntés várható időpontja 2022 év vége.

A glifozát szisztemikus herbicid, amely hatását a növények enzimrendszerének blokkolásán keresztül fejti ki. A gyomirtó szer a növények levélzetén és egyéb zöld részein keresztül szívódik fel, ahonnan az egész növénybe és a gyökérzetbe is transzlokálódik. A hatóanyag az egy- és kétszikű fajokat egyaránt irtja. A talajon és az üledékben gyorsan bomlik, a vadon élő állatokra nézve viszonylag kis környezeti kockázatot képvisel. Hazánkban jelenleg a glifozát hatóanyagot tartalmazó gyomirtó szerek illenek leginkább a környezetvédelmi elvárásoknak is megfelelő kezelésekhez. A fenti hatóanyagot tartalmazó készítményt a tenyészidőszak elején (márciusban–áprilisban) sikeresen alkalmazták csíranövényekre (De Waal et al. (1995)). Egy második, kissé később (májusban) elvégzett kezelés pedig a később csírázó egyedekre volt hatásos. A virágzó állapotban végzett permetezés azonban már hatástarannak bizonyult, a termések beértek. Mivel a glifozát nem szelektív herbicid, a permetezés az egész növényzetet érinti. Ugyanakkor tartamhatása nincs, tehát a honos növényekkel való visszatelepítés tíz nap eltelte után elvégezhető. Az ilyen visszavetés, visszaültetés, például fűfélékkel, a talajerózió ellen is beválik.



21. ábra: Glifozátkezelés (2019.05.06.) hatása egy év távlatában azonos helyszínen

Glifozát-kezelt terület. 2020.08.08.
47°23'53"N 16°32'23"E
Fotó: Szárnyas István

Glifozát-kezelt terület. 2021.07.18.
47°23'53"N 16°32'23"E
Fotó: Szárnyas István

¹https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21442/210615_Glifozat+ertekelelo+jelentestervezet+kovetkeztetesei.pdf/83e53121-8cee-78e8-f97c-a2ca72b68d31?t=1623765547873

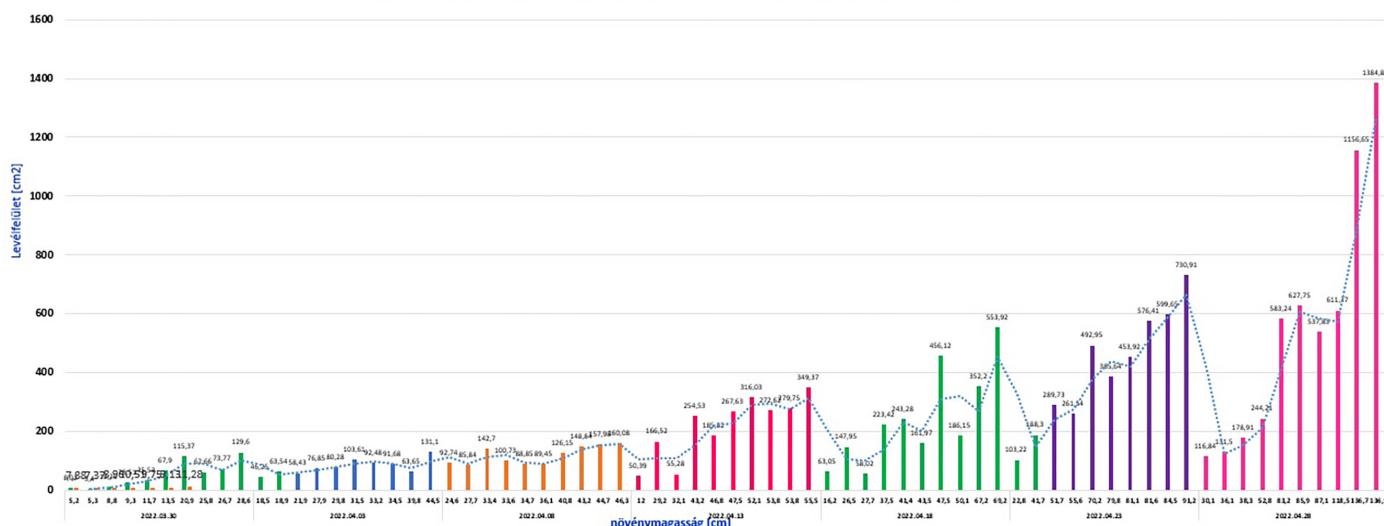
V. A hibrid japánkeserűfű növekedése 30 nap alatt a tenyészidőszak elején. Anyag és módszer. Eredmények

A hibrid japánkeserűfű növekedése (élőhelytől függően) általában március végén indul meg. A *Fallopia x bohemica* egyedek gyors tavaszi hajtásnövekedése a tövükön és fásodó rizómájukon áttelelő rügyekből indul március–április fordulóján. A sűrű állású, fásodó tövű főszárakat követően fejlődnek ki az oldalhajtások. Kúszó rizómáikkal a talajt behálózva folyamatosan növekvő sarjtelepeket képeznek. A $47^{\circ}23'25''N$ $16^{\circ}32'08''E$ koordinátájú tömeges előfordulási helyen 2022.03.30. és 2022.04.28. között ötnaponként 10-10 véletlenszerűen kiválasztott eltérő növekedési ütemet és magasságot mutató egyedet begyűjtöttünk, majd növénymagasságot és egyedenként összlevél felületet mértünk levélszkennerrel. A megfigyelési és mérési időszak alatt feljegyeztük az ötnaponkénti átlaghőmérsékletet és az ötnaponkénti csapadékösszeget egyaránt. A levélszkenner okostelefonra telepíthető, terepen is használható, mesterséges intelligenciára (AI: artificial intelligence) épülő informatikai alkalmazás. Az Android operációs rendszerrel rendelkező okostelefonokra az alkalmazás ingyenesen letölthető és telepíthető. Az IOS operációs rendszerrel rendelkező eszközök esetében térítésmentes verzió nem érhető el, ezért az alkalmazást megvásároltam a programozótól, Carlos Andersontól (ld. Függelék). A telefonra telepített alkalmazás nagy pontossággal érzékeli a levél felület szélét és cm^2 -ben adja meg a referencia-kvadráton (például $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$) lefotózott levél felületét. Az egyes szakirodalmi források egyenlő értelmezésben használják a levélterület és a levél felület kifejezést.

V.I. Eredmények

A vizsgált egyedek egy déli kitettségű területen, romtalajon nőttek. Zárt állományt nem alkottak, az egyedek között ragadós galaj (*Galium aparine*), vérehulló fecskefű (*Chelidonium majus*) és piros árvacsalán ((*Lamium purpureum*) is tenyészett. A növekedés intenzitása folyamatosan nőtt (22. ábra), a növények átlagos levél felületének és átlagmagasságának hányadosa a kezdeti 3,45-ről az időszak végére 6,92-re nőtt (23. ábra). A növekedése intenzitása nagy eltérést mutatott.

Fallopia x bohemica levél felület változása a tenyészidőszak első 30 napjában (2022)

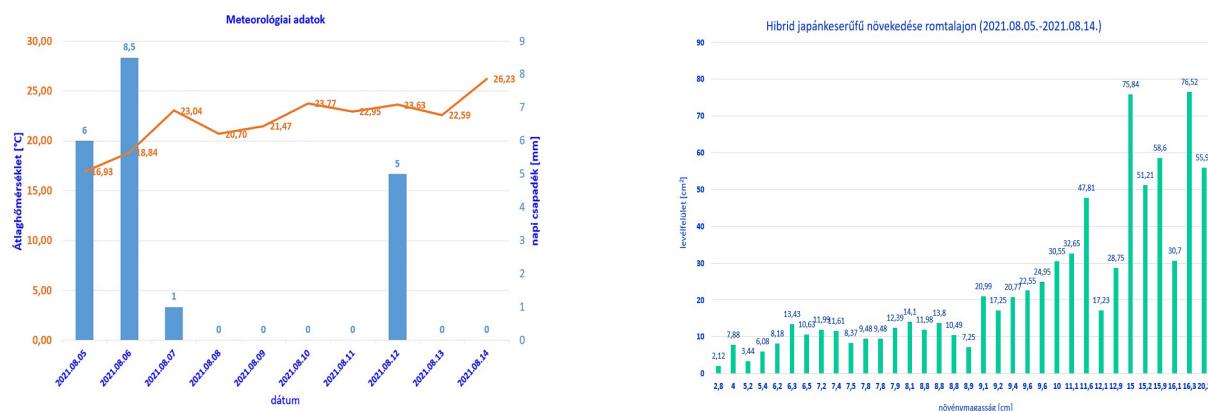


VI. A hibrid japánkeserűfű regenerálódása romtalajon augusztus elején. Anyag és módszer.

2021. augusztus 5-14. között a 47°23'23"N 16°31'53"E koordinátájú előfordulási helyen a hibrid japánkeserűfű állományt nagy teljesítményű benzínmotoros fűkaszával teljesen eltávolítottuk, a növények földfeletti részeit kiirtottuk. Tíz nap elteltével a regenerálódott növényállomány egyedeit a gyökérnyaknál elvágva összegyűjtöttük, majd növénymagasságot és egyedenként összlevél felületet mértünk levélszkennerrel. A napi átlaghőmérsékletet és csapadék összeget megmértük (24. ábra). A rendelkezésre álló adatokat rendszereztük és diagramon ábrázoltuk. A vizsgálat adataiból a hibrid japánkeserűfű regenerálódási képességére vonatkozó megállapításokat tettünk. A romtalajon elvégzett vizsgálat kezdeti és végállapotát okostelefonnal digitális fényképeken rögzítettük.

VI./I. Eredmények

A növények tíz nap alatt a kedvezőtlen tulajdonságú talaj ellenére a rizómákban tárolt nagy mennyiségű tápanyag segítségével gyorsan regenerálódtak (25. ábra). Növekedésük során a legnagyobb növénymagasság 20,2 cm, a legnagyobb levél felület 75,84 cm² volt. Az időjárás csapadékos jellege segítette a növények növekedését. A tíz nap alatt a csapadék összeg 20,5 mm, az átlaghőmérséklet 22,01 °C volt. Összesen 33 növény regenerálódott, eltérő mértékben.



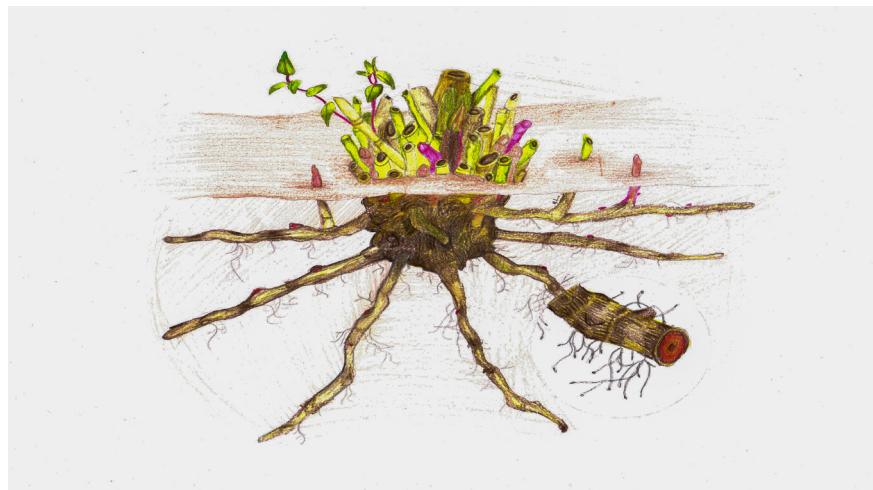
24. ábra: Meteorológiai adatok (2021.08.05.-2021.08.14.)
47°23'23"N 16°31'53"E



25. ábra: Tíz nap időtartamú regenerálódás romtalajon
47°23'23"N 16°31'53"E (Fotók: N.K. tanuló)

VII. A hibrid japánkeserűfű éves növekedési ütemének vizsgálata. Anyag és módszer

A növény tövén és fásodó rizómáján az ősz és tél folyamán áttelelő rügyek képződnek. Ezekből fejlődnek tavasszal az új hajtások, amelyek közül a tőkoronán növök a legerőteljesebbek. A gyors hajtásnövekedés, az időjárástól függően március vége, április eleje felé indul. Később ki-fejlődnek az oldalhajtások is, amelyek többszörösére növelik az összlevél-felületet (26. ábra).



26. ábra: A hibrid japánkeserűfű áttelelő tőkoronája
Rajz: H.L. tanuló

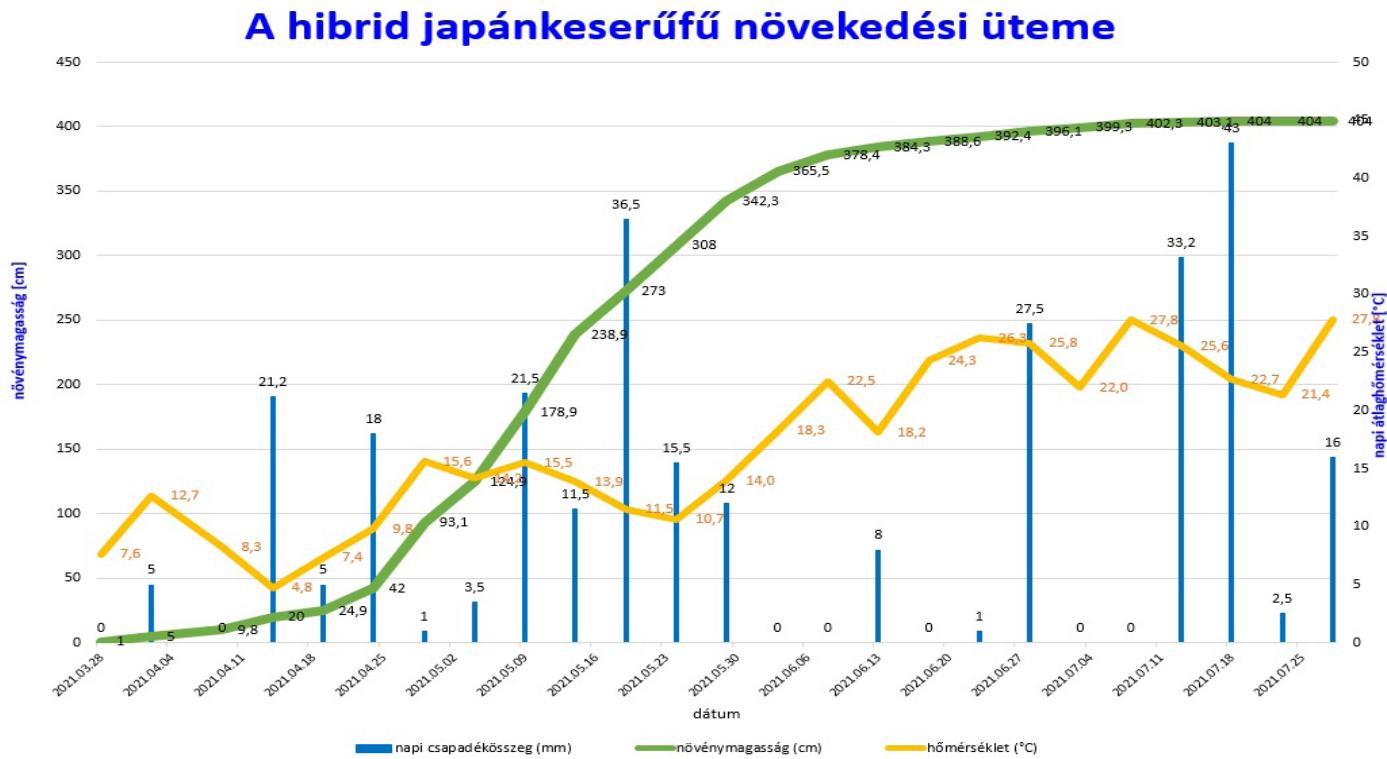
2021. március 28. és július 28 között a $47^{\circ}23'57.0''$ N $16^{\circ}32'02.0''$ E koordinátájú tömeges előfordulású élőhegyen ötnaponként megmértük a tíz legmagasabb hibrid japánkeserűfű egyed magasságát (27. ábra). A méréseket átlagoltuk, majd addig ismételtük, amíg a növénymagasság növekedése már nem folytatódott. A mérések időpontjai: 2021.03.28, 2021.04.02, 2021.04.09, 2021.04.14, 2021.04.24, 2021.04.29, 2021.05.04, 2021.05.09, 2021.05.14, 2021.05.19, 2021.05.24, 2021.05.29, 2021.06.03, 2021.06.08, 2021.06.13, 2021.06.18, 2021.06.23, 2021.06.28, 2021.07.03, 2021.07.08, 2021.07.13, 2021.07.18, 2021.07.23, 2021.07.28. Az egyes mérések között eltelt ötnapos időszakok átlaghőmérsékleteit és csapadékösszegeit feljegyeztük.



27. ábra: Növénymagasság mérése terépen
Fotó: K.Zs. tanuló
 $47^{\circ}23'57''$ N $16^{\circ}32'02.''$ E

VII./I. Eredmények

A hibrid japánkeserűfű növekedési üteme május közepe és június között mutatkozott a legintenzívebbnek (28. ábra). 2021.04.29. és 2021.05.09. között a napi átlagnövekedés meghaladta a négy cm-t. 2021. május második felétől a növénymagasság növekedése ötnapos intervallumokban csökkent. A növekedés folyamatosan növekvő jellege 2021. 07.18-ig tartott, amikor a maximális növénymagasságot-átlagot mértük.



28. ábra: A hibrid japánkeserűfű növénymagasságának változása
47°23'57"N 16°32'02."E

A virágzat fejlődése már júniusban elkezdődik (29. ábra). A funkcionálisan kétlaki virágok kialakulása ún. hermafrodita ösvirágok megfelelő virágrészeinek visszamaradásával, elcsökkenélyesedésével megvégzi. A virágzás általában július második felében kezdődik, de inkább augusztusban teljesedik ki (amikor a növények elérik maximális magasságukat), és többnyire szepemberig–októberig tart. Szárnyas makkocskatermésük hazájukban széllel terjedő (anemochoria). Európában azonban elsősorban nem generatív, hanem szinte teljes mértékben vegetatív módon terjed.



29. ábra: A hibrid japánkeserűfű éves vegetációs ciklusa
Számítógépes grafika: D.K. tanuló

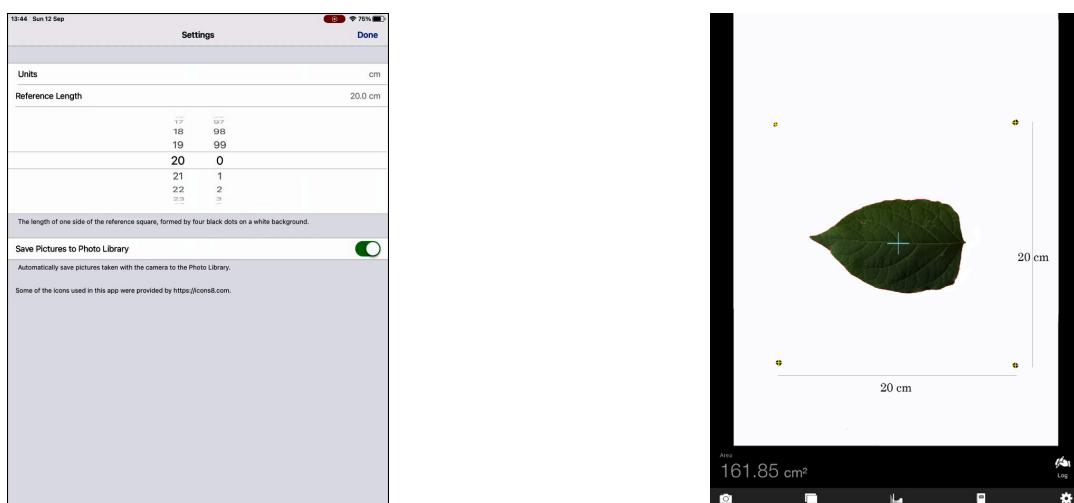
VIII. A hibrid japánkeserűfű levélfelületének meghatározása mesterséges intelligencia segítségével

Az autotróf növények levelei a fényenergiát a fotoszintézis folyamatában kémiai energiává alakítják. A természetes és a termesztett növényállományokba a napsugárzás az állomány struktúrájától függő mértékben hatol be, és egy része lejut a talaj felszínéig. A növénytakaró által elnyelt energia a zöldtömeggel arányos. A levél felület mérésére és meghatározására különböző mérési módszereket használnak. Ezeket a módszereket Richter (2009) alapján foglaljuk össze.

1. Egy levél felülete (LA = Leaf Area) pontosan lemérhető, ha milliméterpapírra rajzoljuk a körvonalát, és megszámoljuk a négyzeteket.
2. Egy levél felülete meghatározható, ha felülről lefényképezzük a levelet lehetőleg egy digitális fényképezőgéppel. Egy grafikai programmal körbe rajzolva a levelet, a program képes a körberajzolt terület nagyságát kiszámítani.
3. Egyszerű, mégis hatékony eljárás az, amit az erdészek alkalmaznak. Összel összegyűjtik a lehullott avart, gondosan figyelve, mekkora területről gyűjtötték össze. A leveleket, mint egy gyepszönyeget kiterítik egymás mellé, és lemérik ennek a felületét. Ez határozza meg az összes levél felületét. Ez alapján egyszerűen osztással származtatjuk a levél felületi indexet az adott területre vonatkozóan.
4. A halszemoptika egy fotográfiai objektív, melyet eredetileg meteorológiai és csillagászati célokra fejlesztett ki Robin Hill angol tudós 1924-ben. Egy jellegzetes formában görbített optikai lencsét tartalmaz. Különlegessége, hogy a tér minden irányába akár 180 fokot is meghaladó látószöggyel rendelkező valódi képet kapunk eredményül. Ez az eredménytől kapott kép kör alakú. Ha a kép elkészült, a képen látható növények területét az égbolttól megkülönböztetve egy program analizálja.

VIII./I. Anyag és módszer

Jelen kutatóprogram során a levél felület mérésére egy mesterséges intelligencia-alapú (AI) levélszkenner programot használtam. A program neve Leafscan, a programozó neve Carlos Anderson. A szoftver IOS-rendszerre készült, így mobiltelefonra is telepíthető, terepen is alkalmazható. A szoftvert megvásároltam. A telefon kamerája képet készít egy fehér papírra elhelyezett levélről, melynek széleit felismeri és piros vonallal körbe rajzolja. A levél terület meghatározásához a papírra előzetesen felvett referencia kvadrát szolgál. A négyzet oldalhosszúságát a mérés előtt a szoftverbeállításokban rögzíteni kell. A referencia kvadrát oldala 1 és 99 cm között változtatható, század pontossággal. A fotó elkészítése után a program a referencia pontok felismerése alapján a levél felületet cm^2 -ben adj meg (30. ábra). Harminc adatot a szoftver adatbázisa képes rögzíteni, mely Excel-állományként letölthető.



30. ábra: A LEAFSCAN beállító felülete és a mérési kép
Számítógépes grafika: B.L. tanuló

2022 őszén különböző élőhelyekről (vízpart, barna erdőtalaj és ártér) teljesen kifejlődött, maximális magasságukat elérte egyedeiket gyűjtöttük be. A leveles szárról valamennyi levelet eltávolítottuk és a Leafscan program segítségével okostelefonnal az összes levél felületét mérte. A mesterséges intelligencia segítségével a levélfelület mérése gyorsan haladt. Tapasztalataink alapján a referenciakvadrát méretét a levelek többségénél 20x20 cm-re, a nagyméretű levelek miatt azonban érdemes volt nagyobb, 30x30 cm-es értékben megadni. Az adatokat letöltöttük, a levelek számát növényenként megszámoltuk (31. ábra).

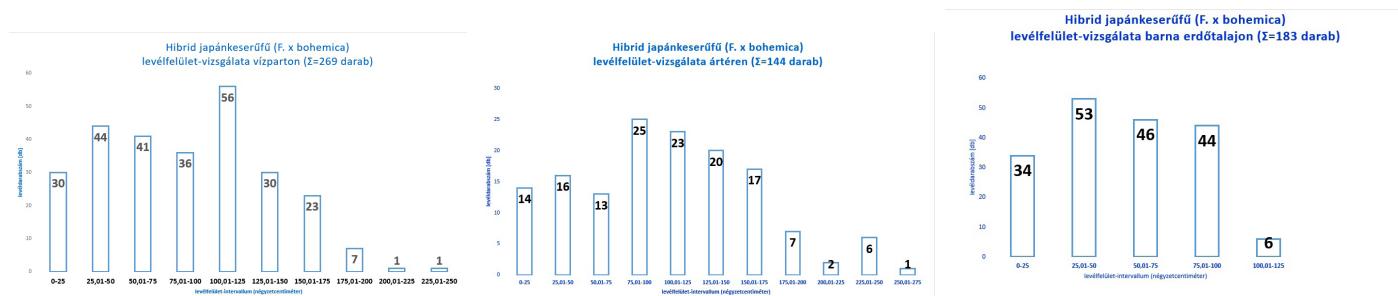
VIII./II. Eredmények

Az egyes élőhelyekről származó egyedek összlevélfelülete a vízpart, ártér, barna erdőtalaj élőhelyek sorrendjében csökkent. A levélfelület növekedését legnagyobb mértékben a víz határozta meg. A mért levelek felülete tág intervallumban mozgott.

Előhelyek	Vízpart	Ártér	Barna erdőtalaj
Levelek száma [db]:	269	144	183
Átlagfelület/levél [cm ²]:	87,40	105,63	53,83
Medián [cm ²]:	88,91	109,77	51,98
Korrigált szórás [cm ²]:	49,67	55,09	27,82
Minimum [cm ²]:	3,39	3,39	3,15
Maximum [cm ²]:	233,31	256,61	117,12
Levélfelület összesen [cm ²]:	23509,32	15210,73	9905,29

31. ábra: A LEAFSCAN mérések összefoglaló táblázata

Az eredményeket diagramokon ábrázoltuk (32. ábra). A levélfelületeket 25 cm² felülettnövekedéssel, intervallumonként jelenítettük meg.



32. ábra: A LEAFSCAN mérések eredményeinek ábrázolása oszlopdiagramon
(készítette: M.P. tanuló)

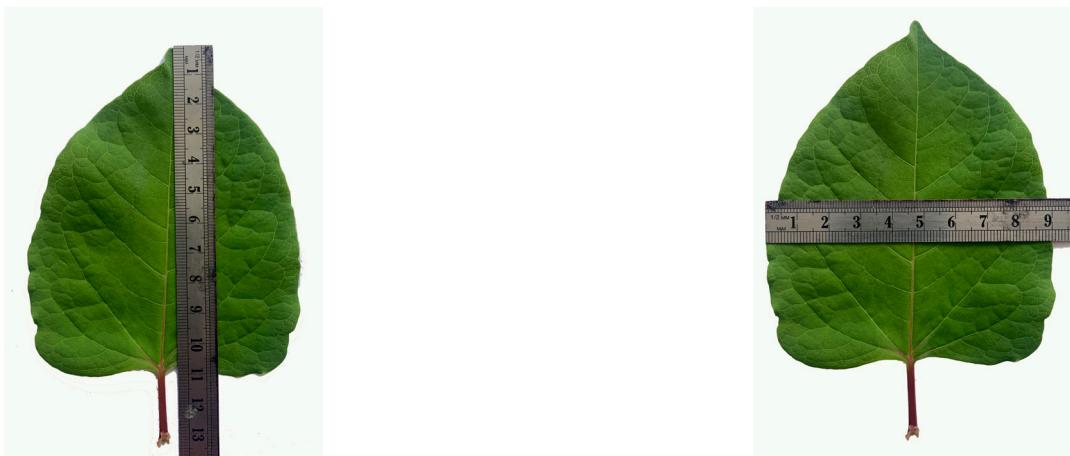
IX. A hibrid japánkeserűfű levélfelületének egyszerű meghatározása terepen

IX./I. Anyag és módszer

A különböző növények levélfelületének meghatározására használt módszerek (ld. XIV. fejezet) nem levezetések eredményeképpen jöttek létre, hanem tapasztalati (empirikus úton). A modell, mint minden modell, mindenkor a valóság leegyszerűsítése. Alapvető probléma a modellekkel, hogy még a leg pontosabb modellek is csak egy konkrét pontban, egy konkrét növényzeti típus esetén működnek. Általában valamilyen homogénnel tekinthető (például gyep, gabona) növényzetre készítik el a modellt, mert ennek a változását a leg könnyebb mérni is és megbecsülni is. Viszont a modellek még itt sem feltétlenül pontosak.

A mesterséges intelligencia alkalmazása lényeges javulást eredményez a mérések számában és pontosságában. Megfelelő hardveres és szoftveres előkészítés után szinte futószalagszerűen mérhetők a levélfelületek, nagy mennyiségben. Az özönnövény-foltban élő egyedek nagy száma, az élőhelyek eltérő ökológiai sajátosságai következtében az alapsokaságot mintázni kell. A reprezentatív mintavétel alkalmazása (eltérő élőhelyek, szárközépi elhelyezkedésű levelek begyűjtése) fontos feladat a minél pontosabb mérés végrehajtásához.

A hibrid japánkeserűfű levelei nagyméretű asszimilációs felületet alkotnak. Az előző fejezetben tárgyalt élőhelyekről gyűjtött egyedek összes levélfelülete bizonyos esetekben meghaladja a több négyzetmétert is. Lelkes diákjaim segítségével, több éves folyamat eredményeként sikerült lemérni különböző élőhelyekről begyűjtött, eltérő meteorológiai viszonyok között kifejlődött, alaktanilag változatos képet mutató 500 lomb-levelet. A levélfelület digitális meghatározása mellett egyenként megmértük a levéllemez maximális hosszát és szélességét (33. ábra).

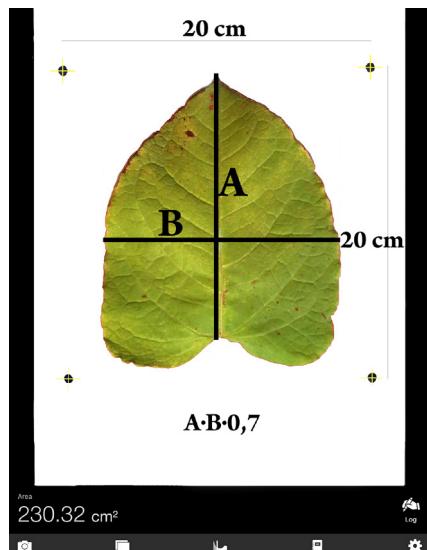


33. ábra: A levéllemez hosszúságának és szélességének meghatározása vonalzóval
Számítógépes grafika: H.L. tanuló

IX./II. Eredmények

A nagyszámú mérés célját úgy fogalmaztuk meg, hogy lehet-e terepen egyszerű módszerrel, egy vonalzó segítségével közelítőleg meghatározni egy hibrid japánkeserűfű levelének felszínét. Hipotézisünk lényege a következő: a levelek maximális levélhosszúságának és a maximális levélszélesség értékének szorzatát határozzuk meg, majd vizsgáljuk meg, hogy ennek a négy szögnek hány %-át teszi ki a tényleges levélfelület. Tapasztalataink szerint a megmért levelek egy része morfológiailag eltér a hagyományos, megnyúlt tojásdad alakú levélformától. A tényleges levélfelület és a négy szög területének hányadosa döntően 0,612 és 0,777 közé esett. Ebbe a tartományba esett a megmért levelek 90%-a.

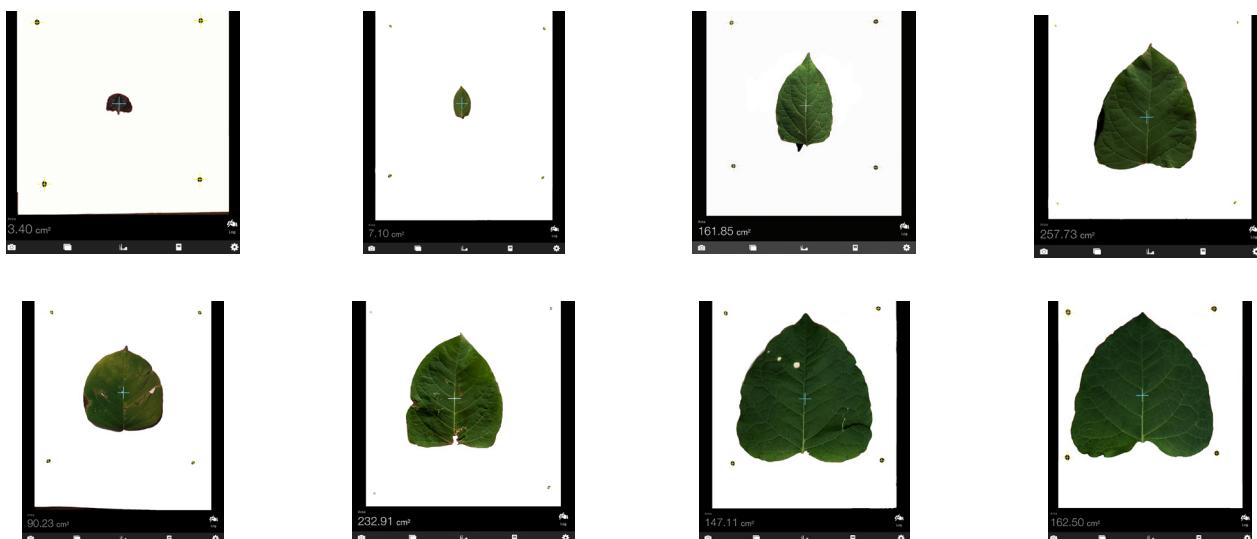
Az adatok számítógépes feldolgozása alapján nagy valószínűsséggel kijelenthető, hogy terepen, csupán egy vonalzó segítségével jó közelítéssel maghatározható egy levél felszíne. A maximális levélhosszúság és a maximális levélszélesség értékének szorzatát 0,7-del megszorozva közelítőleg jó értéket kapunk a hibrid japánkeserűfű adott, terepen lemért levelének felszínére vonatkozóan (34. ábra).



34. ábra: A levéllemez becsült felszínének gyors meghatározása
Számítógépes grafika: H.L. tanuló

A hibrid japánkeserűfű leveleinek mérése során azt tapasztaltuk, hogy a levélalak nagy változatosságot mutat. Mind a levéllemez maximális hossza, mind a maximális szélessége tág határok között változott. Ennek megfelelően az előbb vázolt hányados is széles intervallumban oszlott meg. A mérések és az adatfeldolgozás folyamata során a hányados minimális értéke 0,426, maximális értéke 0,945 volt. A hibrid japánkeserűfű egyedei a hibrid-egyedeket létrehozó szülőfajok bizonyos tulajdonságait egyaránt megőrizték.

A hibrid japánkeserűfű egyedeire a szülőfajok közötti átmeneti alaktani bélyegek jellemzők (35. ábra). A levelek köztes szövetűek, legfeljebb 30 cm hosszúak és 22 cm szélesek, széles tojásdadok, kihagyettek. A növényen felül elhelyezkedő levelek többnyire egyenesen vagy tompa ék alakban levágottak, az alsók – legkifejezetten a szár alsó és középső részén – kissé szíves vállúak. A levéllemez morfológiai változatossága igen nagy.

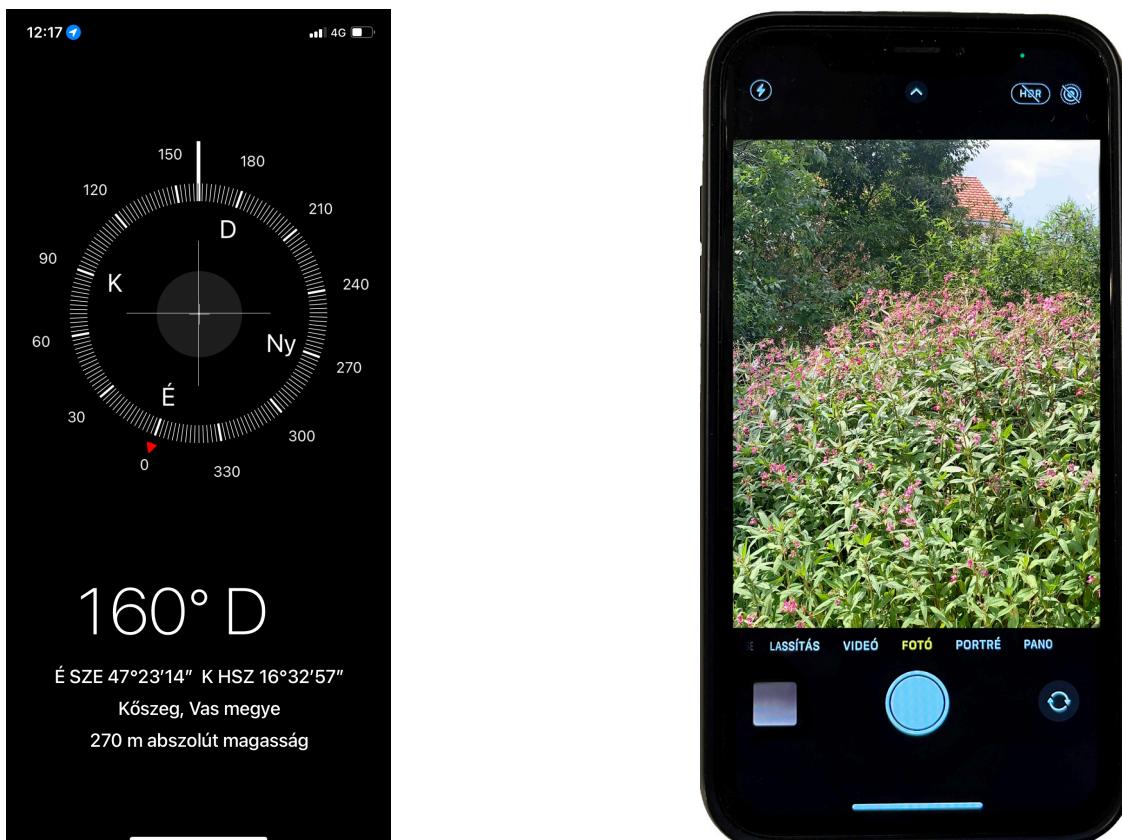


35. ábra: Különböző levélalakok (hibrid japánkeserűfű)
LEAFSCAN felvételek és számítógépes grafika: H.L. tanuló

X. A bíbor nebáncsvirág elterjedésének vizsgálata Kőszegen

X.I. Anyag és módszer

A gyomfelvételezés a tárgyalt özönnövények abundanciáját (borítás, az adott faj populációjának mennyisége egy vizsgált élőhelyen; kifejezésére egyedszám, tömeg, vagy a populáció által elfoglalt terület használható) vizsgálja az adott helyszínen. Ennek dokumentálására minden vizsgált fajra adatfelvételezési lapot dolgoztam ki, melynek használatát, az adatok kitöltését gyorsan el lehet sajátítani. A fajismeret birtokában a tanulók önállóan is képesek terepmunkát végezni. A fellelt özönnövényfolt (egyed) abundanciájának beskálázása után (1-2-3-4) okostelefonnal bemérték a gyomtömeg középpontjának koordinátáit. A bíbor nebáncsvirág Kőszeg belterületén fellelhető előfordulásait a tanulók segítségével 2020, 2021, 2022 vegetációs időszakában mértem fel (összesen 19 bemért élőhely). Az adatokat és a fotódokumentációt a tanulók önállóan készítették el és e-mail-rendszer segítségével közös adatbázisba gyűjtöttük össze a koordinátákat és a digitális képeket (36. ábra).



36. ábra: Özönnövény-folt koordinátáinak meghatározása, fotódokumentum készítése
(Fotó: R.G. tanuló)

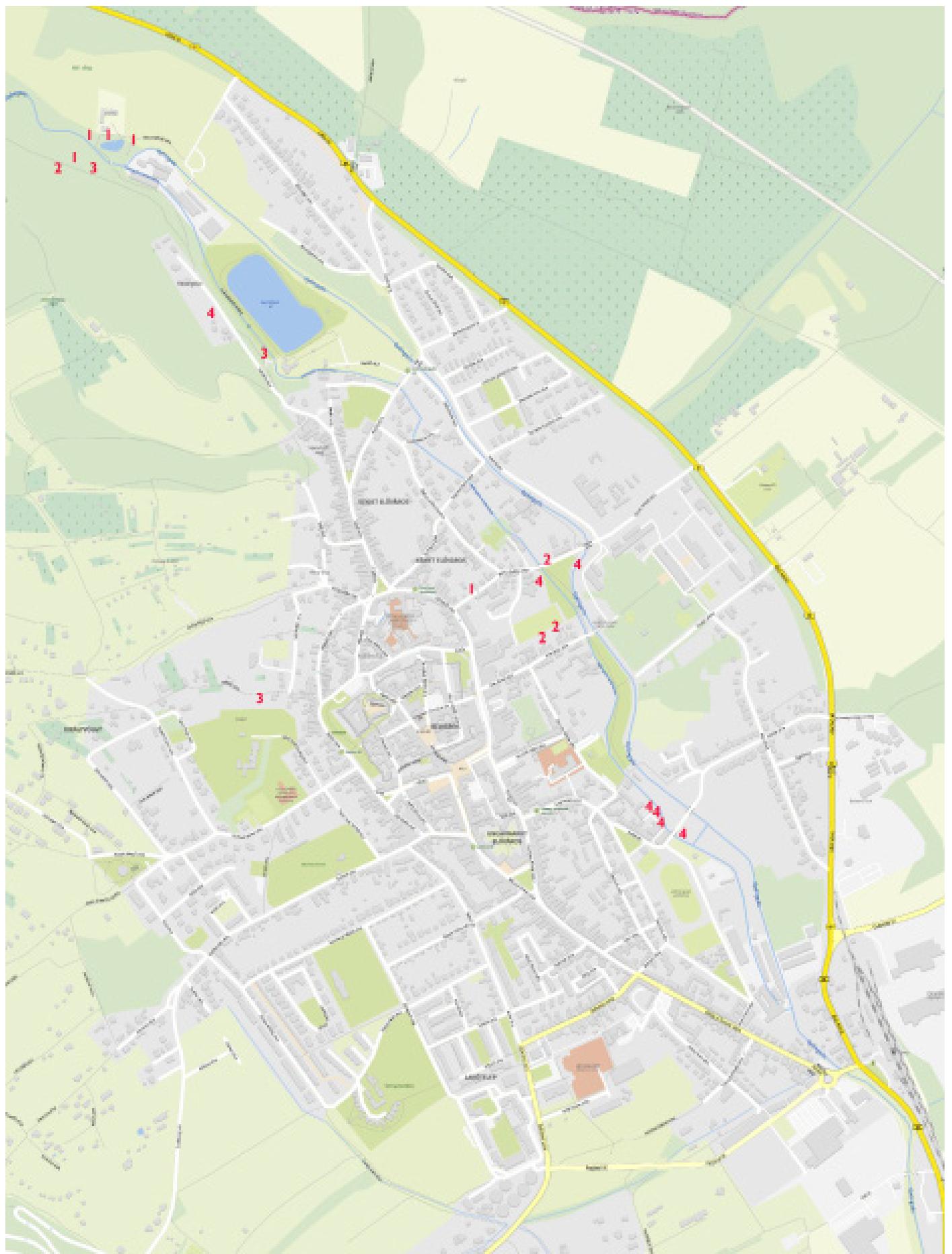
Kőszeg belterületén a vizsgált faj (*Impatiens glandulifera* ROYLE) koordinátái a következők:

A gyomfelvételezés helye: út, utca, tér, dűlő, terület, folyópart, stb.	Az előfordulás mértéke 1 – szálanként (kevesebb, mint 10) 2 – folt (10-20 egyed) 3 – középtömeges (20-50 egyed) 4 – tömeges (50 egyed felett)	A gyomtömeg középpontjának koordinátái
Hegyalja utca	3	47°23'24"N 16°32'8"E
Csónakázó-tó	4	47°23'55"N 16°32'2"E
Nemezgyár	1	47°24'9"N 16°31'47"E
Nemezgyár	1	47°24'9"N 16°31'46"E
Borostyánkő utca	3	47°24'10"N 16°31'47"E
Borostyánkő utca	1	47°24'10"N 16°31'49"E
Gyöngyös-part	4	47°23'35"N 16°32'47"E
Dózsa György utca	4	47°23'34"N 16°32'41"E
Buszmegálló	1	47°23'51"N 16°32'25"E
Ottlik Sétány	2	47°23'17"N 16°32'50"E
Gyöngyös-part	2	47°23'23"N 16°32'52"E
Gyöngyös-part	2	47°23'18"N 16°32'52"E
Borostyánkő utca	1	47°24'10"N 16°31'49"E
Csónakázó-tó	3	47°23'52"N 16°32'8"E
Alsó-körút	4	47°23'16"N 16°32'58"E
Alsó-körút	4	47°23'14"N 16°32'57"E
Alsó-körút	4	47°23'13"N 16°32'57"E
Alsó-körút	4	47°23'12"N 16°32'56"E

A két vizsgált faj elterjedési térképeinek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a bíbor nebáncsvirág lényegesen kisebb területet hódított meg a felmérések időpontjáig, mint a hibrid japánkeserűfű (37. ábra). Ennek megértéséhez a növények szaporodási stratégiáinak alapos ismerete szükséges. A hibrid japánkeserűfű kizárolag vegetatív úton szaporodik, igaz, egy körömjű növényrészről is néhány év alatt kiirthatatlan folt keletkezik. A föld alatti vegetatív szaporító képletek minden környezeti hatásnak ellenállnak: aszály, kaszálás, gyomirtó szerek.

A bíbor nebáncsvirág egyéves, magról szaporodó faj. Magprodukciója jelentős, de a magvak lényegesen érzékenyebbek a környezeti hatásokra, mint a hibrid japánkeserűfű több méteres, tápanyagban gazdag rizómái. Az Őrségi Nemzeti Park közlése szerint (Botta-Dukát-dr. Mihály, 2006) a júliusban Hegyfalu és Kőszeg közelében végzett kaszálás elpusztította a nyár elején kikelt bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*) egyedeit, így a kezeletlen területekhez képest kevesebb növény virágzott a nyár végén. Mivel a kaszálás után kikelt egyedek csak későn virágzottak, a termésérés nem volt kedvező, így sok volt a léha mag. A helyes időben (júliusban, szeptemberben) végzett, többszöri kaszálás tehát csökkenti az egyedek számát. A probléma az, hogy árvízkor a folyó nagy számú magot hoz a területre, valamint a talaj is tartalmaz elfekvő magkészletet (seed-bank), így eredmény csak akkor érhető el, ha a kaszálást minden évben megismétlik.

Folyóparton probálkoztak a tövek kihúzásával is, de a teljesen mentesített területen a következő évben a faj ugyanolyan tömegben jelent meg. A bíbor nebáncsvirág által borított területeken valószínűleg gazdag a talaj magkészlete, amely a rendszeres kezelés ellenére is hosszú ideig biztosítja a faj fennmaradását. Hosszútávú megoldás a magról szaporodó bíbor nebáncsvirág ellen a rendszeres kaszálás, mechanikai irtás. A településeken élők környezeti kultúrája, a táj ápolása és karbantartása segítségével a bíbor nebáncsvirág idővel jelenősen gyéríthető faj.



37. ábra: A bíbor nebáncsvirág elterjedése Kőszegen (ábra: Szárnyas István)
(térkép forrása: <https://www.mapz.com/>)

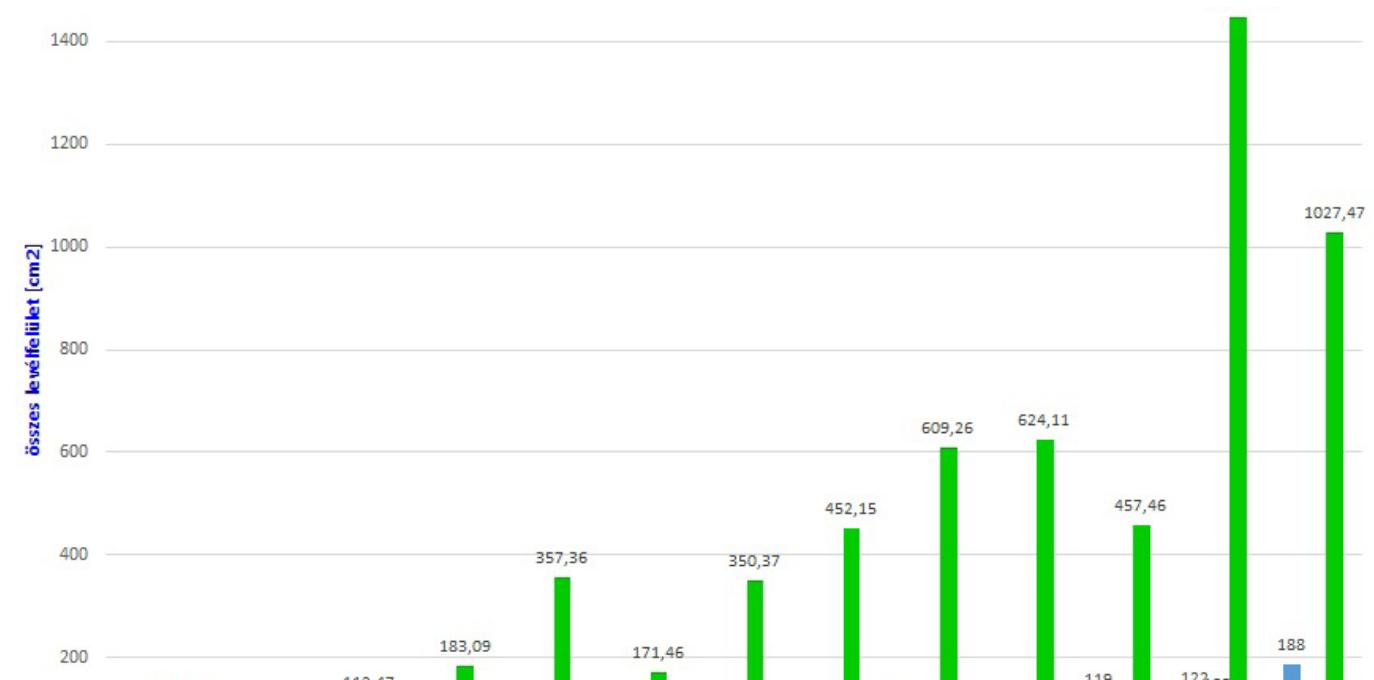
XI. A bíbor nebáncsvirág levélfelületének vizsgálata mesterséges intelligencia segítségével

XI./I. Anyag és módszer

2022 tavaszától késő őszig különböző magasságú növényeket gyűjtöttem be a tanulók segítségével. A növények magasságát megmértük, a levelek számát megszámoltuk (38. ábra), a levelek növényenkénti összfelületét a Leafscan program segítségével okostelefonnal meghatároztuk (39. ábra). Az adatokat rendszereztük, adatbázisba gyűjtöttük, majd diagramon ábrázoltuk.

XI./II. Eredmények

Ritka térrállású állományokban a levelek felkopaszodása kevésbé jelentős, mint a sűrű térrállású állományokban. A levélfelület nagysága általában a levélmagasság növekedésével nőtt. A legnagyobb levélfelületet egy 122 cm magas bíbor nebáncsvirágon mértük: 1446,43 cm². Ezt a levélfelületet 109 db lomblevél összfelülete eredményezte.



38. ábra: A bíbor nebáncsvirág levélfelülete

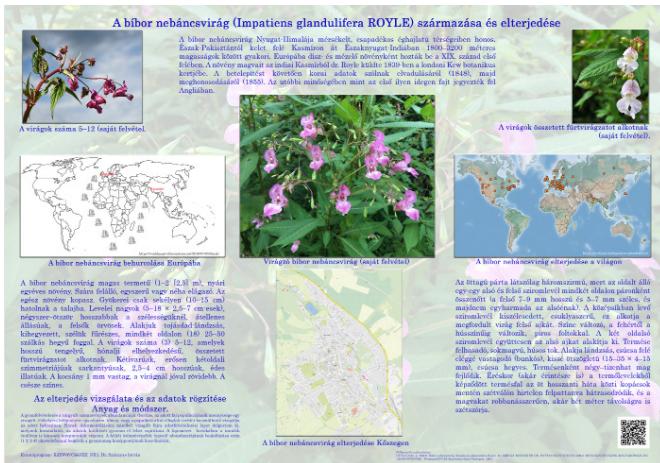


39. ábra: A bíbor nebáncsvirág rajza, és levélfelületmérések a LEAFSCAN programmal (H.L. tanuló)

XII. A kutatóprogram eredményeinek összefoglalása

Három év intenzív, a tanulókkal kollaborációban végzett közös munka módszertana, eredményei, dokumentációja szerepel az előző oldalakon. A kutatóprogramban vállalt munkát elvégeztük, a tanulók hatékonyan és komolyan hajtották végre azokat a feladatokat, amelyekkel megbíztam őket. Ennek a digitális generációtól nem okoz nehézséget egy mesterséges intelligenciára épülő alkalmazás megtanulása, mert elképesztő módon fogékonyak rá. Sokat tanultam tőlük, előbb rájöttek egy speciális beállításra, mint én. Jó munkatársaim voltak, közülük néhányan már a középiskola padjait köptetnék. A mai napig tartjuk a kapcsolatot. A közös munka egy bizalmi viszonyt is létrehozott, mert ez a kutatóprogram a mi „közös gyerekünk”.

A bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera* Royle), és a hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) CHR-TEK&CHRTKOVÁ) J. P. BAILEY elterjedésének vizsgálata során gyorsan nyilvánvalóvá vált, hogy a bíbor nebáncsvirág elterjedése és invázióképessége nagyságrendekkel elmarad a hibrid japánkeserűfűtől. A 37. ábra jól mutatja, hogy a vízparton is csak szórányos, a vízparttól távol pedig ritka az előfordulása. Idegen flóraelemként veszélyt jelent az őshonos fajokra, de szaporodási stratégiája miatt könnyebben irtható. Az elszórt magvak ugyan több évig megőrzik csíraképességüket a talajban, de a folyamatos mechanikai irtás (kaszálás, a tövek kihúzása) idővel az állomány ritkulásához, kipusztulásához vezet. Sűrű állományokat Kőszeg belterületén nem képez. Allelopátiás (más növények növekedésére gyakorolt hatás) hatása is ismert, de foltszerű előfordulása miatt a környezetében élő növények növekedését csak kis területen befolyásolja. A bolygatás kedvez terjedésének. A városon belül zajló építkezések miatt a talajbolygatás, talajszállítás segíti a növény elterjedését, szaporodását. A jelenlegi elterjedés egy dinamikus állapot pillanatfelvétele. A kutatóprogram megvalósítása során összegyűlt szakirodalmi ismeretek, képek, adatok, az adatok feldolgozásából nyert eredmények feldolgozásából két bemutató posztert (30x40 cm) készítettem közösen a tanulókkal (40.-41. ábrák).



40. ábra: A bíbor nebáncsvirág származása és elterjedése



41. ábra: A bíbor nebáncsvirág szaporodása és növekedése

A posztereken található QR-kód segítségével egy okostelefonnal a poszter tartalma letölthető, hazavihető, otthon részletesen tanulmányozható.

Az eredmények alapján a két faj elterjedéséről, növekedéséről, szaporodásáról ötrészes ismeretterjesztő filmsorozatot készítettem. A kisfilmeket egy videómegosztóra töltöttem fel. Az alábbi link a bíbor nebáncsvirág ról szóló részre utal.

<https://www.youtube.com/watch?v=xOdTIcCykgA>

5. rész: Ne bánts!

A hibrid japánkeserűfű esete teljesen más, mint a bíbor nebáncsvirágé. A 15. ábra jól érzékelteti, hogy e faj inváziós képessége, elterjedése, állományainak nagysága lényegesen meghaladja a másik fajt. A közösségi felületeken már tematizált „japánkeserűfű”-oldalak olvashatók, és néhány pillanat alatt tengernyi adat, fotó, írás olvasható az interneten.

De álljunk itt meg egy szóra! A japánkeserűfű-kifejezés helyesen egy nemzetiséget jelent, és az ide tartozó fajoknak semmi közük nincs a füvekhez. A „flóragyilkos”, a „dzsungelképző”, a „kert vége elesett”, a „bambuszliget”, a „nincsenek illúzióim”, a „nem tudom megmondani, hogy visszacsinálnám-e a házvételt, ha tehetném” elkeseredett megnyilvánulások mögött Magyarországon döntő mértékben az V. fejezetben (V. Taxonómiai vizsgálatok a japánkeserűfű-állományokban) beazonosított hibrid japánkeserűfű áll. A morfológiai bélyegek az ártéri japánkeserűfű és a hibrid japánkeserűfű esetében nagyon hasonlatosak, de részletes vizsgálattal a két faj jól elkülöníthető. A felületes szemlélő számára leginkább a növénymagasság megfigyelése segít a meghatározásban. Az ártéri japánkeserűfű a növekedés azonos fázisában alacsonyabb méretű hibrid társánál. Árulkodó még a levéllemez vállának szögletessége és a levéllemezek nagysága. A következő képek azonos méretűek, azonos látószöggel készültek, a magasságot jelző nyíl is teljesen egyforma. Módom volt Hollandiában, terepen megfigyelni az ártéri japánkeserűfüvet élőben (42. ábra) és összehasonlítani a Kőszegen megfigyelt hibrid japánkeserűfűvel a növekedés azonos fázisában. A magasságbeli különbség jól látható (43. ábra).



42. ábra: Ártéri japánkeserűfű, Naarden, Hollandia
(Fotó és grafika: Szárnyas István)



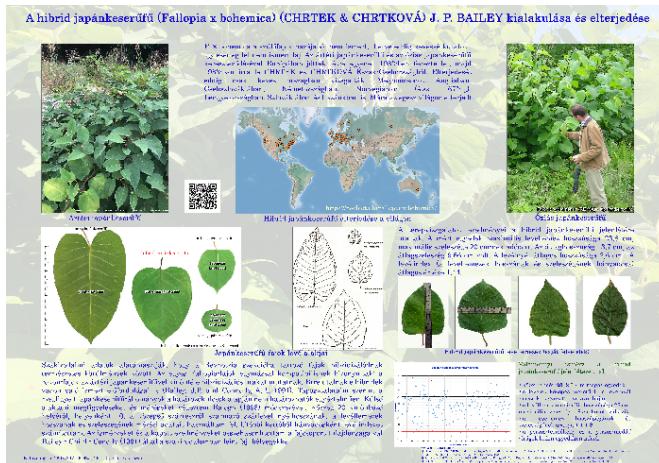
43. ábra: Hibrid japánkeserűfű, Kőszeg
(Fotó és grafika: Szárnyas István)

A hibrid japánkeserűfű elterjedése, inváziójához nagy mértékben hasonlít a parlagfű meghonosodásához. Közös bennük, hogy a fagyot egyik faj sem bírja, de szaporodási stratégiájuk alapvetően eltér. A parlagfű kizárálag maggal szaporodik, magja a talajban több évtizedig is megőrzi csíraképességét. A hibrid japánkeserűfű viszont szinte kizárálag vegetatív úton szaporodik, magvainak tulajdonságairól alig tudunk valamit. Élőhelyeiket tekintve a parlagfű főleg szántóföldi gyomnövény, noha szép számmal lehet megfigyelni hibrid japánkeserűfű-állományokat gabonatáblákon is. A hibrid japánkeserűfű alapvetően egy vízigényes faj, elsősorban a patakpartokat képes előzönlni. Nagyon erősen be tud robbanni egy társulásba, és dominánssá válik, szinte egyfajos rendszert hoz létre, fajokban elszegényíti a környezetét. Tönkre tudja tenni a patakparti magaskórós társulásokat és a nedves réteket is.

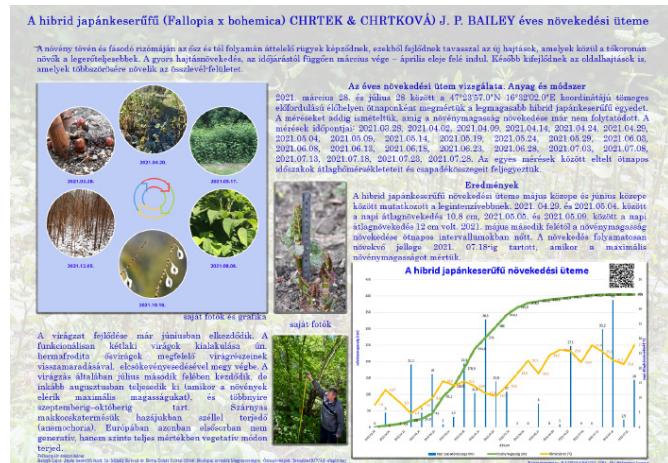
A 15. ábra egyértelműen mutatja, hogy Kőszeg belterületén a legfertőzöttebb terület a Gyöngyös patak medre és környéke. A hibrid japánkeserűfű óriási területeket borít be, gyakorlatilag minden konkurrens fajt kiszorít, és tömeges monokultúrát alkot. Szaporító képletei kiterjedt hálózatokat alkotnak a földben, akár 2-3 méteres mélységen is. Az egyen rügyekből az anyatelepől távol sarjtelepek jönnek létre. Az ökológiai körülmények a vízpartokon ideálisak a fejlődéshez és a növekedéshez. A lekasztalt vagy mederrendezés során korlátozott állományok gyorsan regenerálódnak, néhány hét alatt újra birtokba veszik eredeti élőhelyeiket.

A Gyöngyös patakotól távolodva a hibrid japánkeserűfű tömegessége, az egyes foltok kiterjedése csökken. Kivételt képez ez alól a Királyvölgyet a belvárossal összekötő vízelvezető árok. Nagyobb esők alkalmával a környező hegyekből nagy mennyiségű víz táplálja és terjeszti a fajt.

A vegetatív szaporodás nagy előnyt jelent a terjeszkedő város meghódításában. Az építési telkek az egykori zártkertekben, külterületeken mára belterületté váltak. Az alapásás, földfeltöltés, közművesítés, útépítés gyorsan terjeszti a hibrid japánkeserűfű egyedeit. A közterületeken a Kőszegi Városgondnokság, vízpartokon a Vasi Vízmű vívja reménytelennek tűnő küzdelmét, elsősorban mechanikai eszközökkel, vagyis kézi és gépi kaszálással. Magánterületeken a tulajdonosok a kisebb foltokra erős nyomást is ki tudnak fejteni. Ez idővel eredményt is hozhat, a folt megszűnhet. Nagyobb területeken a rendszeres kaszálás mellett szóba jöhet még a vegyszeres kezelés is. A faj egyedeinek terjedését jelenlegi ismereteink szerint nem lehet magállítani. Még hangsúlyosabbá válik a társadalom környezeti kultúrája, az egyének felelőssége. A jelenlegi elterjedés egy dinamikus állapot pillanatfelvétele. A kutatóprogram megvalósítása során összegyűlt szakirodalmi ismeretek, képek, adatok, az adatok feldolgozásából nyert eredmények feldolgozásából öt bemutató poszter (30x40 cm) készítettem közösen a tanulókkal (44.-45.-46.-47.-48. ábrák).



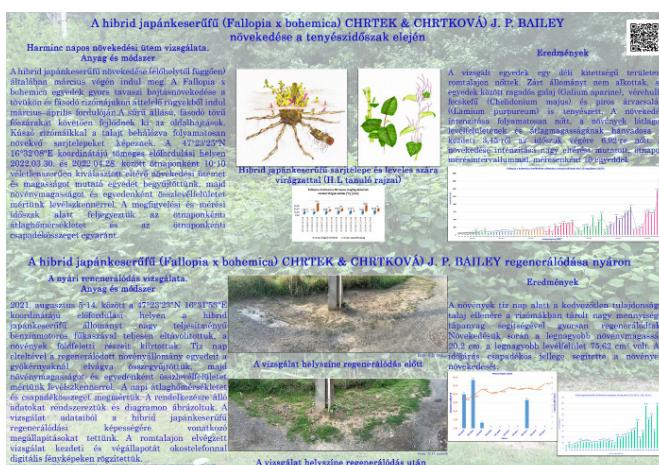
44. ábra: A hibrid japánkeserűfű kialakulása és elterjedése



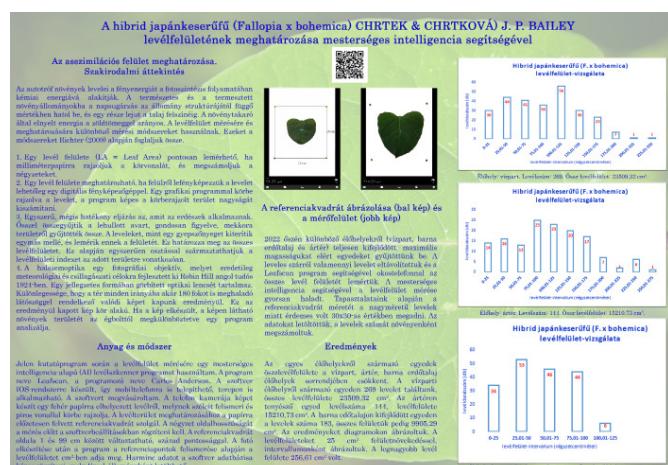
45. ábra: A hibrid japánkeserűfű növekedési üteme



46. ábra: A hibrid japánkeserűfű elterjedése Kőszeg belterületén



47. ábra: A hibrid japánkeserűfű növekedése



48. ábra: A hibrid japánkeserűfű levélfelületének meghatározása

A posztereken található QR-kód segítségével egy okostelefonnal a poszter tartalma letölthető, hazavihető, otthon részletesen tanulmányozható. Az eredmények alapján a két faj elterjedéséről, növekedéséről, szaporodásáról ötrészes ismeretterjesztő filmsorozatot készítettem. A kisfilmeket egy videómegosztóra töltöttem fel. Az alábbi linkek a hibrid japánkeserűfűről szóló részekre utalnak.

1. rész: A keserű valóság! <https://www.youtube.com/watch?v=dYlOfgkcSZU>
2. rész: Szaporodjatok és sokasodjatok! <https://www.youtube.com/watch?v=0vVIJxWOh54>
3. rész: Északi szélesség, keleti hosszúság. <https://www.youtube.com/watch?v=T8kkqJcQdRs>
4. rész: Növekedés és fejlődés. https://www.youtube.com/watch?v=nB_9b6C9iuY
5. rész: Ne bánts! <https://www.youtube.com/watch?v=xOdTlcCykgA>

A linkeket a böngésző címsorába kell másolni!

A kutatóprogram összes eredménye a megtalálható a <https://istvanszarnyas.github.io/> honlapon.

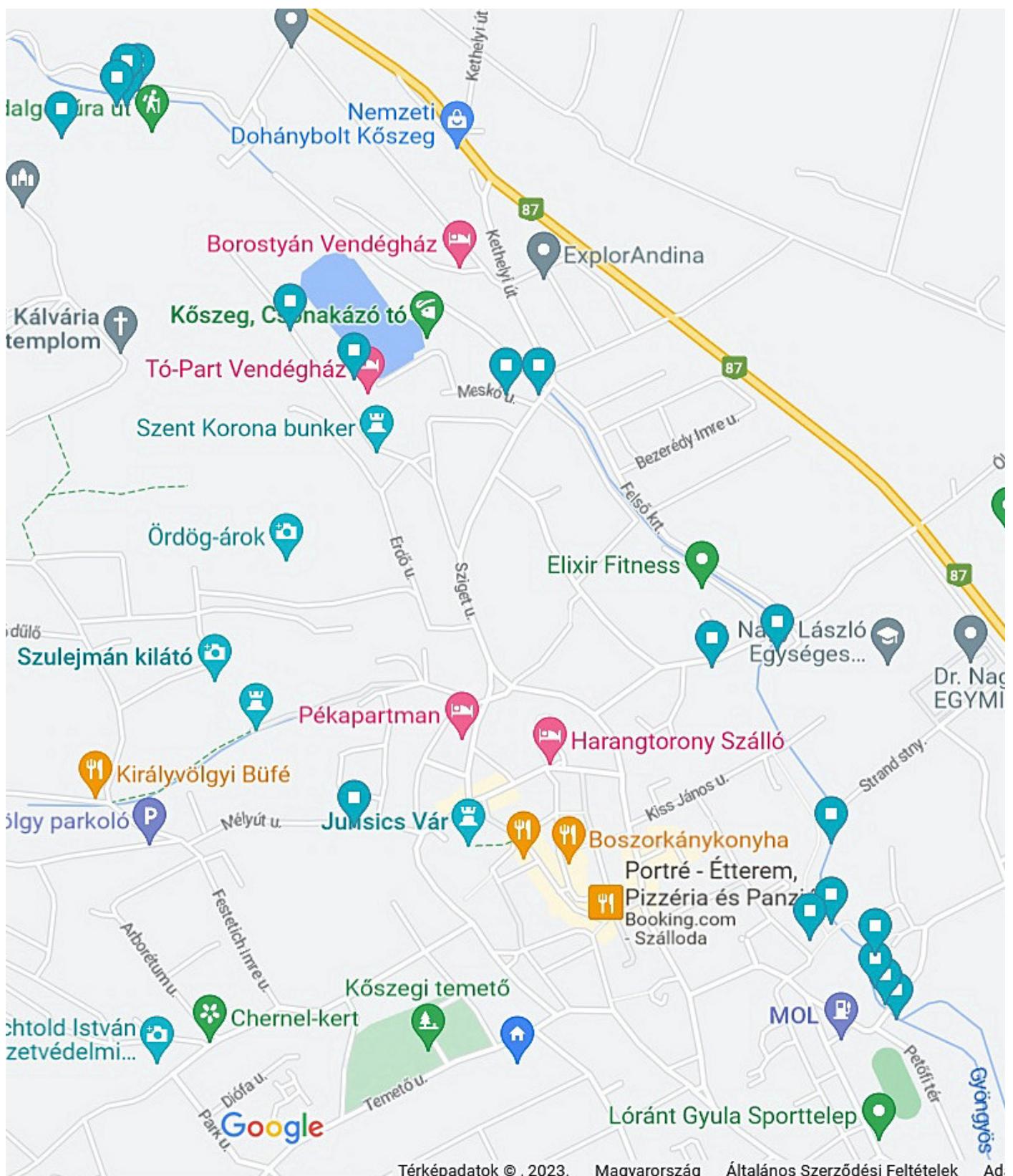
Név	Poszterek és filmek elérhetőségei Link	QR-kód
Poszter: A hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) (CHRTEK & CHRTKOVÁ) J. P. BAILEY kialakulása és elterjedése	https://istvanszarnyas.github.io/img/01-plakat.jpg	
Poszter: A bíbor nebáncsvirág (<i>Impatiens glandulifera</i> ROYLE) származása és elterjedése	https://istvanszarnyas.github.io/img/02-plakat.jpg	
Poszter: A hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY éves növekedési üteme	https://istvanszarnyas.github.io/img/03-plakat.jpg	
Poszter: A hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY elterjedése Kőszegen	https://istvanszarnyas.github.io/img/04-plakat.jpg	
Poszter: A hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY növekedése a tenyészidőszak elején	https://istvanszarnyas.github.io/img/05-plakat.jpg	
Poszter: A hibrid japánkeserűfű (<i>Fallopia x bohemica</i>) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY levélfelületének meghatározása mesterséges intelligencia segítségével	https://istvanszarnyas.github.io/img/06-plakat.jpg	
Poszter: A bíbor nebáncsvirág (<i>Impatiens glandulifera</i> ROYLE) szaporodása és növekedése	https://istvanszarnyas.github.io/img/07-plakat.jpg	
Ismeretterjesztő film: 1. rész: A keserű valóság	https://www.youtube.com/watch?v=dYlOfgkcSZU	
Ismeretterjesztő film: 2. rész: Szaporodjatok és sokasodjatok!	https://www.youtube.com/watch?v=0vVIJxWOh54	
Ismeretterjesztő film: 3. rész: Északi szélesség, keleti hosszúság.	https://www.youtube.com/watch?v=T8kkqJcQdRs	
Ismeretterjesztő film: 4. rész: Növekedés és fejlődés.	https://www.youtube.com/watch?v=nB_9b6C9iuY	
Ismeretterjesztő film: 5. rész: Ne bánts!	https://www.youtube.com/watch?v=xOdTlcCykgA	

XIII. Függelék

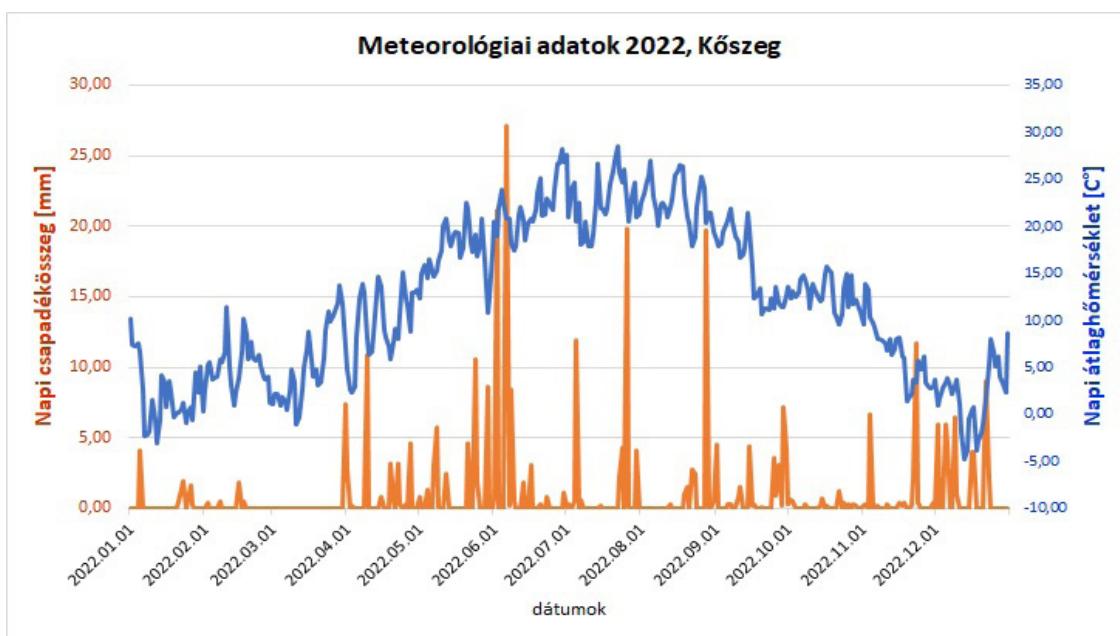
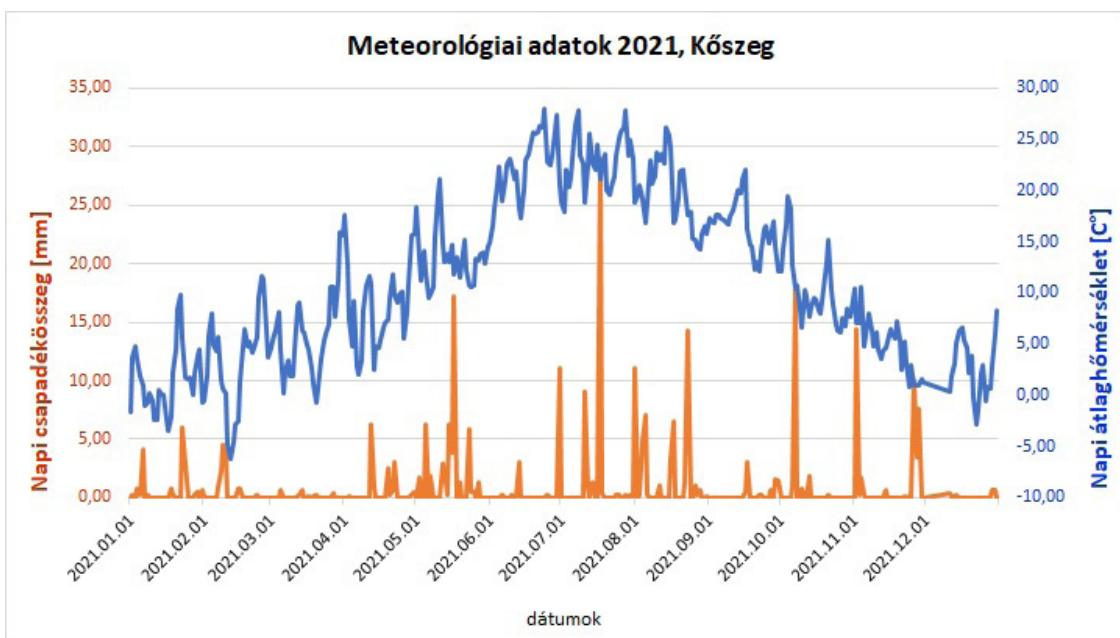
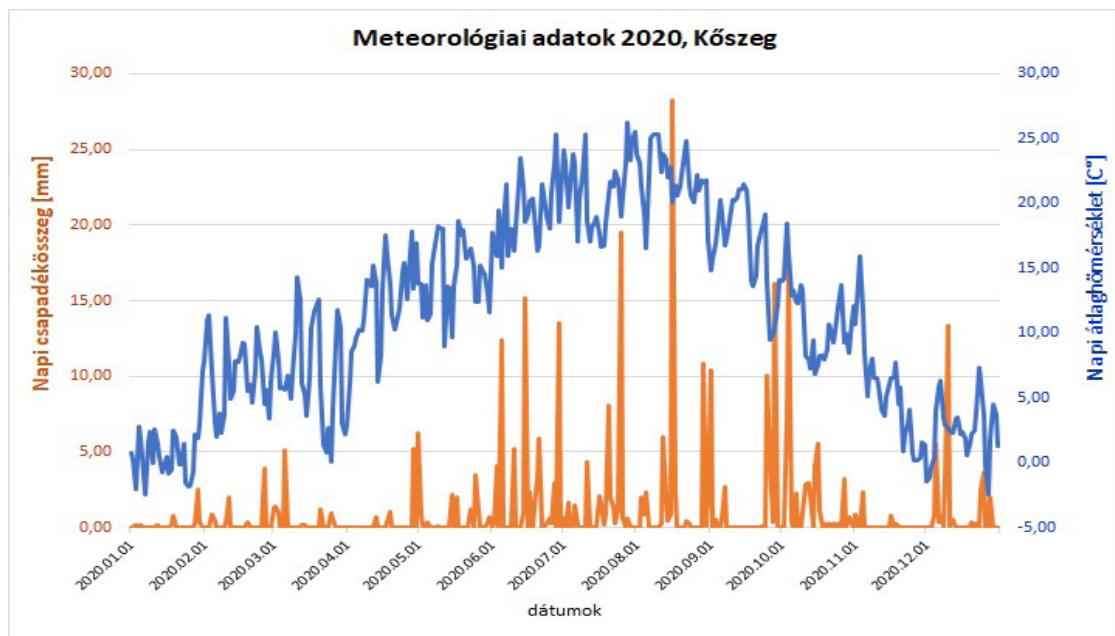


A hibrid japánkeserűfű elterjedése Kőszegen

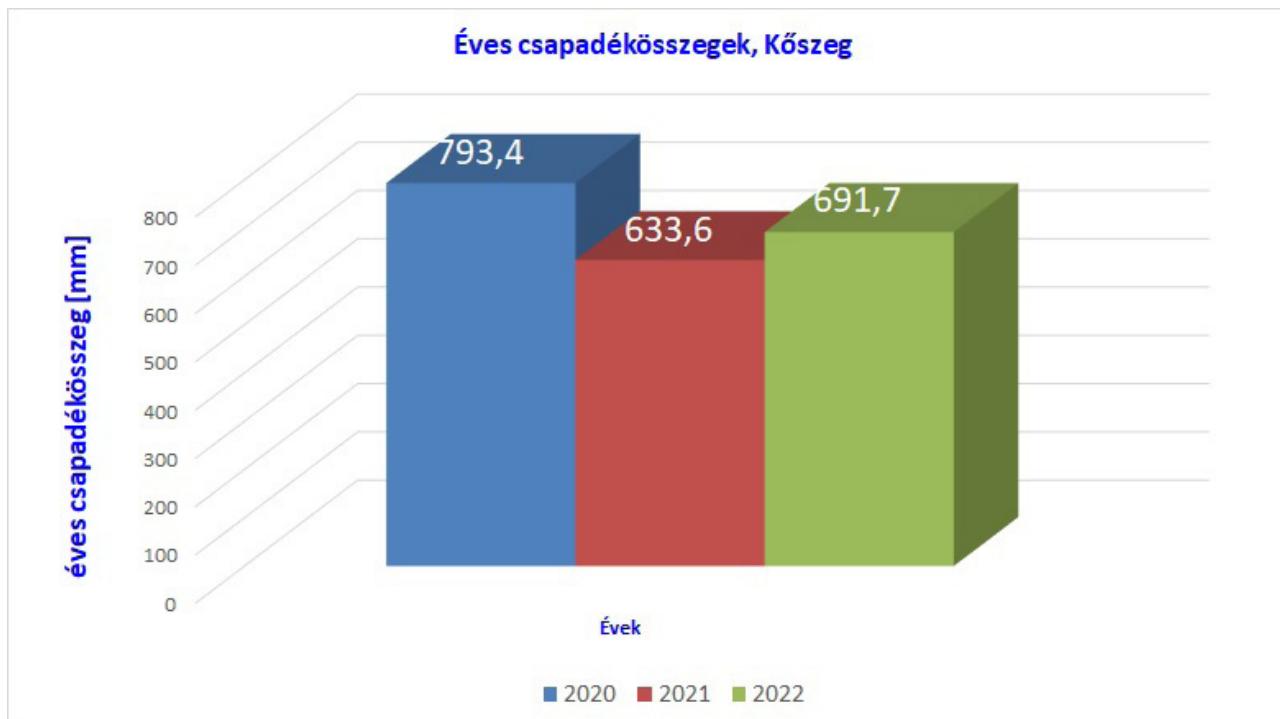
(Forrás: <https://www.google.com/maps/@47.3859313,16.5324555,15z>)



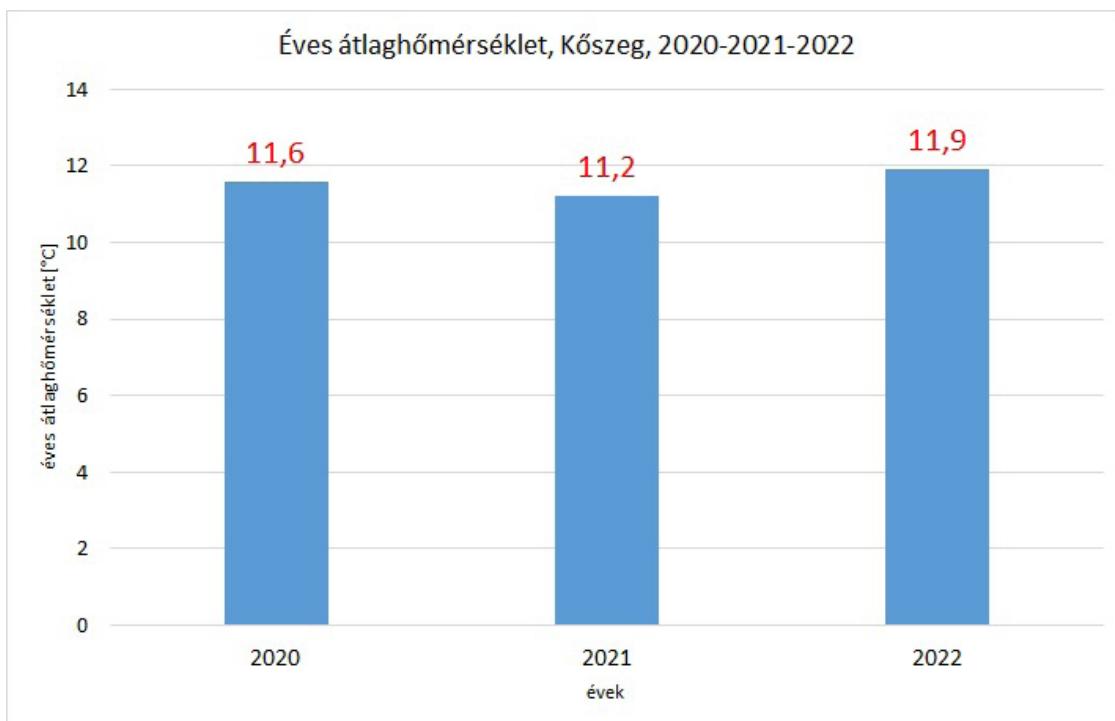
A bíbor nebáncsvirág elterjedése Kőszegen
(Forrás: <https://www.google.com/maps/@47.3859313,16.5324555,15z>)



Napi csapadékösszegek és napi átlaghőmérséletek, 2020-2021-2022 (Forrás: G.G mérnök-tanár)



Éves csapadékösszegek, Kőszeg, 2020-2021-2022 (Forrás: G.G mérnök-tanár)



Éves átlaghőmérséklet, Kőszeg, 2020-2021-2022 (Forrás: G.G mérnök-tanár)

Érdekes fotók



A Gyöngyös patak hordalékszigetén hibrid japánkeserűfű-telep nőtt (Fotó: Szárnyas István)



Egy pihenőpadot lassan benő a hibrid japánkeserűfű (Fotó: Szárnyas István)



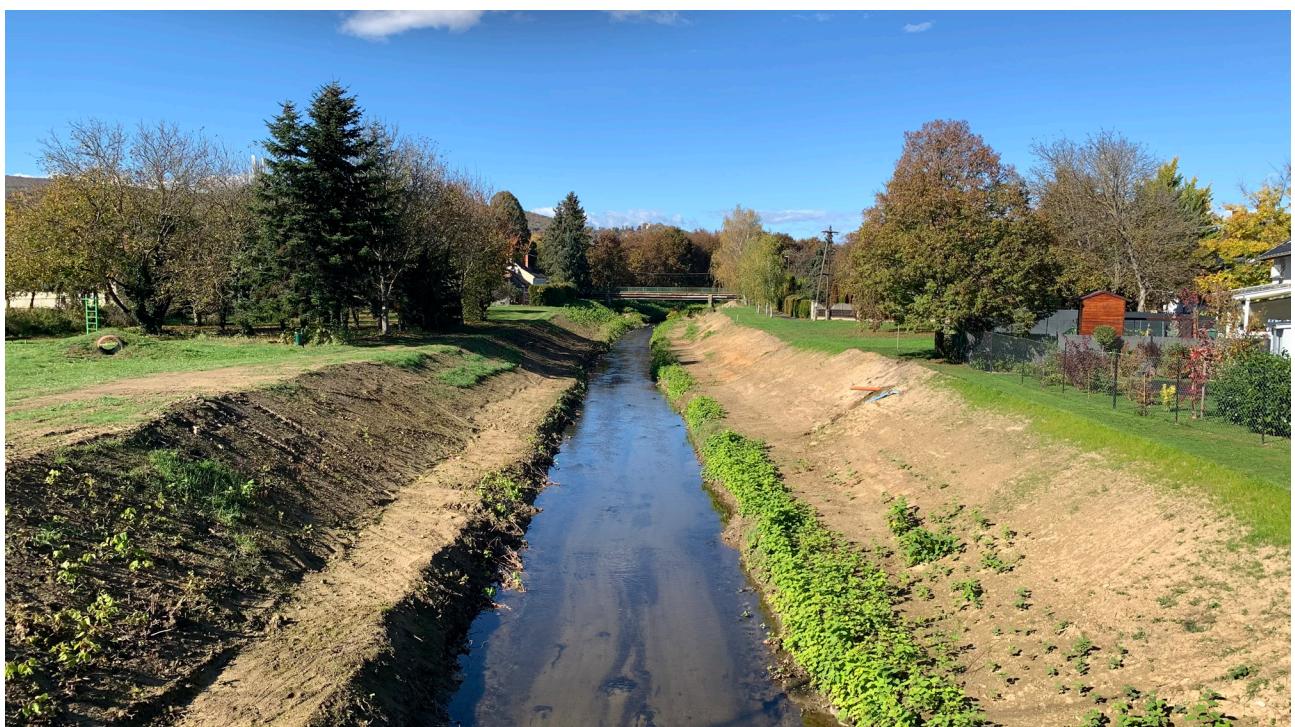
Előttem az utódom: friss hajtások a tavalyi kórók előtt (Fotó: Szárnyas István)



Bíbor nebáncsvirág magterjesztése magrugással (Fotó: Szárnyas István)



A Gyöngyös patak medre, 2022.09.20. (Fotó: Szárnyas István)



A Gyöngyös patak medre, 2022.10.25. (Fotó: Szárnyas István)



Szárnyas István <istvanszarnyas@gmail.com>

Az Ön számlája az Apple-től

Apple <no_reply@email.apple.com>
To: istvanszarnyas@gmail.com

11 July 2020 at 04:29



Számla

APPLE ID istvanszarnyas@gmail.com	VEVŐ MasterCard 5094
DÁTUM 2020. júl. 10.	SOROZATSZÁM 1-5199924940
RENDELÉSAZONOSÍTÓ MX9FTZ6L1S	DOKUMENTUMSZÁM 139452520989

App Store



Leafscan
Carlos Anderson
iOS-alkalmazás
iPhone
[Vélemény írása](#) | [Probléma jelentése](#)

6 990 Ft
Áfával, mértéke: 27% **1 486 Ft**

Részösszeg **5 504 Ft**Áfa mértéke: 27% **1 486 Ft**

ÖSSZESEN **6 990 Ft**

Kérjen segítséget az előfizetésekkel és a vásárlásokkal kapcsolatban. [Látogasson el az Apple Támogatás webhelyére](#).
Ismerje meg, hogyan kezelheti a [jelszóbeállításokat](#) az iTunes, Apple Books és App Store vásárlásoknál.

A vásárlás lemondásához a jelen visszaigazolás átvételét követő 14 napban az alábbi lehetőségek közül választhat:

[probléma jelentése](#) vagy [kapcsolatfelvétel](#).

[További információ az elállási jogáról](#)

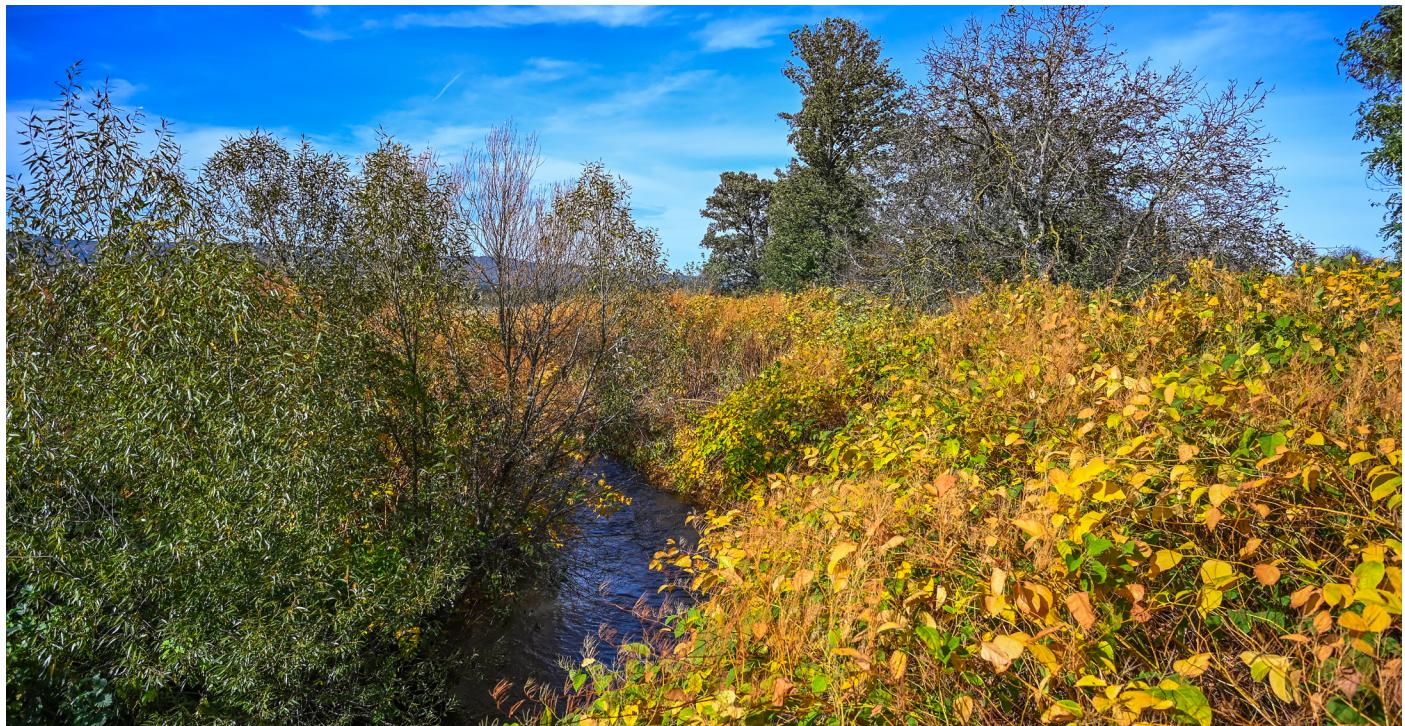


[Apple ID összegzés](#) • [Értékesítési feltételek](#) • [Adatvédelmi szabályzat](#)

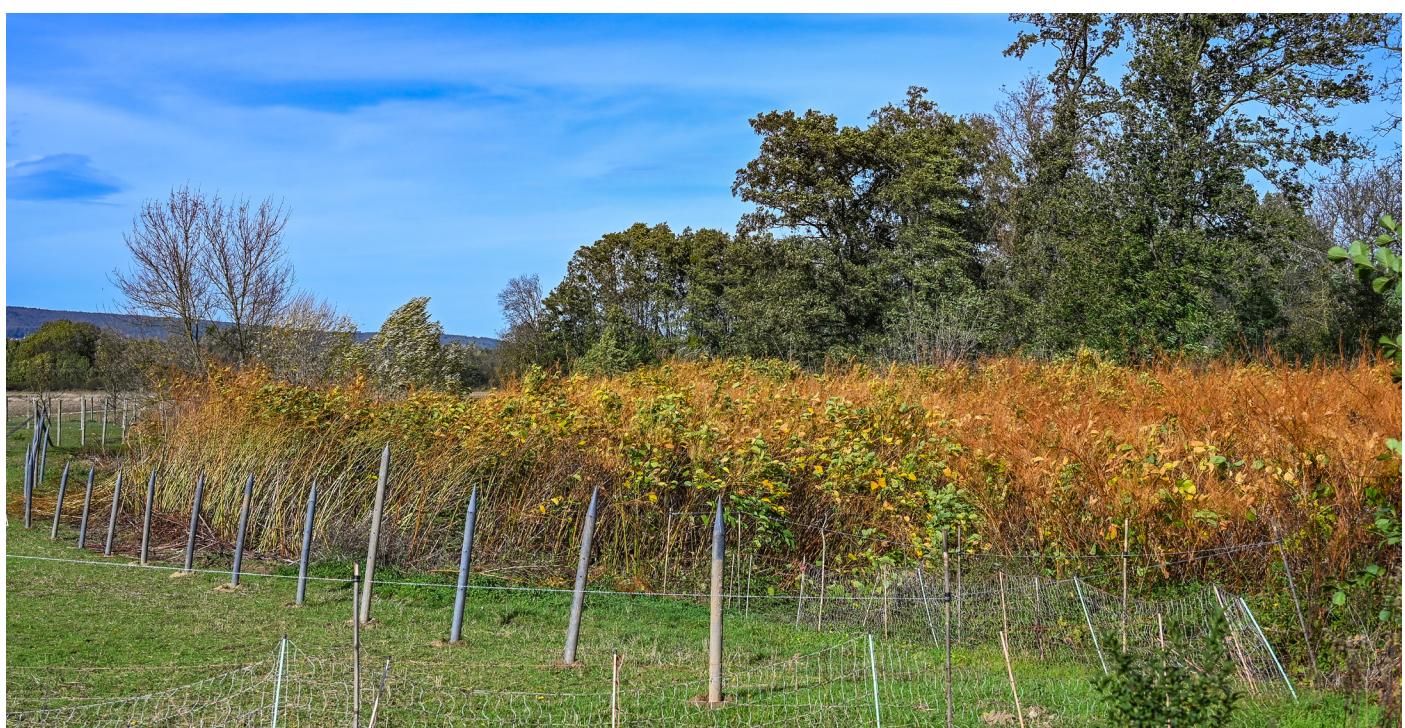
Copyright © 2021 Apple Distribution International Ltd.

[Minden jog fenntartva](#)

Hollyhill Industrial Estate, Hollyhill, Cork, Ireland. Ireland VAT Reg No. IE9700053D



A Gyöngyös patak medrét övező tömeges hibrid japánkeserűfű állomány
2023.10.30. (Fotó: Szárnyas István)



Meddig véd a kerítés? 2023.10.30. (Fotó: Szárnyas István)

XIV. Felhasznált irodalom

- [1] BAILEY, J.P. - CHILD, L.E. - CONOLLY, P. (1996): A survey of the distribution of *Fallopia X bohemica* (Chrtek & Chrtková) J. Bailey (Polygonaceae) in the British Isles. – Watsonia 21: 187-198.
- [2] Bailey, J.P. and Connolly, A.P. (1991) Alien species of Polygon Uni and Reynoutria in Cornwall 11989-1990. Botanical Cornwall Newsletter, 5, 33-46.
- [3] Balogh Lajos (1998): Külső alaktani megfigyelések a *Fallopia X bohemica* (Chrtek & Chrtková) J. Bailey hibridfaj magyarországi jelenlétének alátámasztásához. KITAIBELIA, III. évf. 2. szám. pp.: 255–256. Debrecen, 1998.
- [4] Békésiné Kallenberger Heléna, HORVÁTH Györgyi, Balogh Lajos, Balázs Viktória Lilla, PAPP Nóra: Adventív *Fallopia* taxonok botanikai, fitokémiai és gyógyászati jellemzése. Botanikai Közlemények 103(1): 119–134 (2016). DOI: 10.17716/BotKozlem.2016.103.1.119
- [5] Child Lois Elizabeth (1999): Vegetative Regeneration and Distribution of *Fallopia japonica* and *Fallopia x bohemica*: Implications for Control and Management. A Doctoral Thesis.
- [6] DE WAAL, L. C. – CHILD, L. E. – WADE, M. (1995): The management of three alien invasive riparian plants: *Impatiens glandulifera* (Himalayan balsam), *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed) and *Fallopia japonica* (Japanese knotweed). In: Mihály Botond-dr. Botta-Dukát Zoltán (2004): Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, p. 173.
- [7] Dr. Botta-Dukát Zoltán-dr. Mihály Botond (2006): Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények II. A Kvvm természetvédelmi hivatalának tanulmánykötetei 10., Budapest p. 7.
- [8] Flavonoid chemistry and chromosome numbers of *Fallopia* section *Pleuropteris* (Polygonaceae). KIM MINHA; PARK JINHEE; WON HYOSIG; PARK CHONGWOOK Canadian Journal of Botany 78 (9): 1136-1143. <https://doi.org/10.1139/b00-079> (utolsó letöltés ideje: 2021.12.12.)
- [9] <http://www.invaziosfajok.hu/hu/invazios-fajok/122> (utolsó letöltés ideje: 2023.04.10.)
- [10] <https://apps.apple.com/us/app/id1254892230> ((utolsó letöltés ideje: 2021.03.01.)
- [11] <https://gd.eppo.int/taxon/REYSA/photos> (utolsó letöltés ideje: 2022.06.27.)
- [12] https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21442/210615_Glifozat+ertekelo+jelentestervezet+kovetkeztetesei.pdf/83e53121-8cee-78e8-f97c-a2ca72b68d31?t=1623765547873 (utolsó letöltés ideje: 2022.08.29.)
- [13] https://repository.lboro.ac.uk/articles/thesis/Vegetative_regeneration_and_distribution_of_Fallopia_japonica_and_Fallopia_x_bohemica_implications_for_control_and_management/9487106/1 (utolsó letöltés ideje: 2021.12.30.)
- [14] <https://skoll.hu/oktatasi-es-pedagogiai-modszerek-tanitas-a-gyakorlatban/> (utolsó letöltés ideje: 2022.08.08.)
- [15] <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108332#toDistributionMaps> (utolsó letöltés ideje: 2022.06.27).
- [16] <https://www.google.com/maps/@47.3859313,16.5324555,15z> (utolsó letöltés ideje: 2022.03.30.)
- [17] <https://www.google.com/maps/@47.3859313,16.5324555,15z> (utolsó letöltés ideje: 2023.14.11.)
- [18] <https://www.mapz.com/map> (utolsó letöltés ideje: 2022.03.30.)
- [19] <https://www.youtube.com/watch?v=YdXqUWZY0lY> (utolsó letöltés ideje: 2022.04.13.)
- [20] https://www.youtube.com/watch?v=YdXqUWZY0lY&list=RDCMUCJ67il3KYPO0aQWqFcs-fxqQ&start_radio=1&t=77s (utolsó letöltés ideje: 2021.02.28.)
- [21] Mihály Botond-dr. Botta-Dukát Zoltán (2004): Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, p. 207-222.

- [22] Nádasi Mária (2003): Projektoktatás: elmélet és gyakorlat. Gondolat Kiadói Kör: ELTE, Budapest 2003. – (Oktatás-módszertani kiskönyvtár; 5.)
- [23] Novák Róbert-Dancza István-Szentey László-Karamán József (2007-2008): Magyarország szántó-földjeinek gyomnövényzete. Ötödik országos szántóföldi gyomfelvételezés p. 9-13.
- [24] Richter Péter: A levélfelületi index mérése és modellezése. Egyetemi szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék. Budapest, 2009.
- [25] Rouse Decraene, L-P. and Akeroyd, J.R. (1988) Generic limits in Polygonum and related genera (Polygonaceae) on the basis of floral characters. Botanical Journal of the Linnean Society, 98, 321-371.
- [26] https://repository.lboro.ac.uk/articles/thesis/Vegetative_regeneration_and_distribution_of_Fallopia_japonica_and_Fallopia_x_bohemica_implications_for_control_and_management/9487106/1 (utolsó letöltés ideje: 2021.12.30.)

XV. A tudásmegosztás dokumentumai

Szerkesztett oktatási-tanulási digitális tananyagok:

- [1] Ismeretterjesztő filmsorozat. 1. rész: A keserű valóság.
<https://www.youtube.com/watch?v=dYlOfgkcSZU> 2023.
- [2] Ismeretterjesztő filmsorozat. 2. rész: Szaporodjatok és sokasodjatok!
<https://www.youtube.com/watch?v=0vVIJxWOh54> 2023.
- [3] Ismeretterjesztő filmsorozat. 3. rész: Északi szélesség, keleti hosszúság.
<https://www.youtube.com/watch?v=T8kkqJcQdRs> 2023.
- [4] Ismeretterjesztő filmsorozat. 4. rész: Növekedés és fejlődés.
https://www.youtube.com/watch?v=nB_9b6C9iuY 2023
- [5] Ismeretterjesztő filmsorozat. 5. rész: Ne bánts!
<https://www.youtube.com/watch?v=xOdTlcCykgA> 2023
- [6] Ismeretterjesztő poszter 1: A hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) (CHRTEK & CHRTKOVÁ) J. P. BAILEY kialakulása és elterjedése. <https://istvanszarnyas.github.io/img/01-plakat.jpg> 2023
- [7] Ismeretterjesztő poszter 2: A bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera* ROYLE) származása és elterjedése. <https://istvanszarnyas.github.io/img/02-plakat.jpg> 2023
- [8] Ismeretterjesztő poszter 3: A hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY éves növekedési üteme. <https://istvanszarnyas.github.io/img/03-plakat.jpg> 2023
- [9] Ismeretterjesztő poszter 4: A hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY elterjedése Kőszegen. <https://istvanszarnyas.github.io/img/04-plakat.jpg> 2023
- [10] Ismeretterjesztő poszter 5: A hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY növekedése a tenyészidőszak elején. <https://istvanszarnyas.github.io/img/05-plakat.jpg> 2023
- [11] Ismeretterjesztő poszter 6: A hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) CHRTEK & CHRTKOVÁ J. P. BAILEY levélfelületének meghatározása mesterséges intelligencia segítségével. <https://istvanszarnyas.github.io/img/06-plakat.jpg> 2023
- [12] Ismeretterjesztő poszter 7: A bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera* ROYLE) szaporodása és növekedése. <https://istvanszarnyas.github.io/img/07-plakat.jpg> 2023

Újság, folyóiratcikk, online cikk, web-oldalak:

- [1] <https://www.vaol.hu/helyi-kozelet/2021/07/dr-szarnyas-istvan-tavaly-szerezte-meg-a-pedagogus-eletpalya-kutatotanar-fokozatat> (Vas Népe megyei napilap, 2021. július 25.)
- [2] <https://www.vaol.hu/helyi-kozelet/2023/05/terepmunkan-a-koszegi-diakkal-felterkeztek-a-bibor-nebancsvirag-es-a-hibrid-japankeserufu-elterjedeset> (Vas Népe vármegyei napilap, 2023. május 13.)
- [3] https://koszeg.hu/pictures/koszeg/kev/kev_20230710_130.pdf (Kőszeg és Vidéke havilap, 2023. július 10.)
A bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera* Royle), a hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohemica*) HRTEK&CHRTKOVÁ J. P. BAILEY özönnövények elterjedésének, fenológiájának, környezeti és társadalmi hatásainak vizsgálata Kőszegen. <https://istvanszarnyas.github.io/pub/kutatoprogram-zaro-osszefoglalo-szarnyas-istvan.pdf>
- [4] <https://naturpark.hu/hu/zoldprogramok/telepulesi-termeszetvedelem-24.html> (Írott kő Naturpark honlapja)
- [5] <https://istvanszarnyas.github.io/> (saját honlap, 2023)

Tanórák, előadások:

- [1] Ismeretterjesztő előadás a kutatóprogram részeredményeiről: Iskolánap, 2021. szeptember 03.
- [2] Ismeretterjesztő előadás a kutatóprogram részeredményeiről: Egészségnap, 2022. május 17
- [3] Ismeretterjesztő előadás a kutatóprogram részeredményeiről: Iskolánap, 2022.június.13.
- [4] Ismeretterjesztő előadás a kutatóprogram részeredményeiről: Iskolánap, 2023.június.14.
- [5] Természetismeret, Természettudomány, Biológia tanórák (2021-2022-2023-2024)

Kiállítások:

- [1] Poszterkiállítás az iskola aulájában (2023. április-május)
- [2] Poszterkiállítás az Írott kő Naturparkért Egyesület épületében (2023. szeptember-)

XVI. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet illeti H. Sz-t, akitől az Adobe termékcsalád (Adobe Photoshop, Adobe Lightroom, Adobe Indesign) használatához rengeteg segítséget kaptam.

Köszönöm G. G. nyugdíjas mérnök-tanár segítségét, aki önzetlenül rendelkezésemre bocsátotta a meteorológiai mérőállomásán rögzített nagyszámú adatot.

Köszönöm Dr. Sz. G. (fiam) segítségét az adatfeldolgozás folyamatában nyújtott támogatásáért.