

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kertészettudományi Intézet

A Hedera crebescens levél morfológiai jellemzése és elterjedésének
térképezése citizen science módszerrel

TDK dolgozat

Készítette: Grónás Virág
BA0Y89
Kertészmérnöki mesterképzés
Nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Prof. Dr. Höhn Mária, egyetemi tanár, MATE, Budai
Campus, Növénytermesztés-tudományi Intézet, Növénytani Tanszék

Sütöriné dr. Diószegi Magdolna, egyetemi docens,
MATE, Budai Campus, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti
Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

Dr. Bodor-Pesti Péter, habilitált docens, MATE,
Budai Campus, Szőlészeti és Borászati Intézet, Szőlészeti Tanszék

Külső konzulens: Darabosné Maczkó Beáta, mb. könyvtárvezető, MATE,
Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár

**Budapest
2024.**

Tartalom

1.	Bevezetés és célkitűzések.....	1
2.	Irodalmi áttekintés.....	4
2.1	A borostyánok általános bemutatása	4
2.1.1.	A <i>Hedera crebescens</i> bemutatása.....	6
2.2.	A liánosodás jelensége.....	9
2.3.	A Citizen science módszer jelentősége.....	9
2.4.	A morfometria tudománya.....	13
3.	Anyag és módszer	15
3.1.	A <i>Hedera crebescens</i> elterjedésére vonatkozó citizen science adatgyűjtés módszere.	15
3.2.	A morfometriai vizsgálatok bemutatása	18
4.	Eredmények és értékelésük	21
4.1.	A Citizen science adatgyűjtés eredményei	21
4.2.	A morfometriai eredmények bemutatása	26
5.	Következtetések és javaslatok.....	32
5.1	A Citizen science módszer értékelése	32
5.2	A citizen science eredmények értékelése	32
5.3	A morfometria módszerének értékelése	33
5.4	A morfometriai vizsgálatok eredményének értékelése.....	34
6.	Összefoglalás.....	35
7.	Irodalomjegyzék.....	38
8.	Ábra és táblázat jegyzék.....	42
9.	Köszönetnyilvánítás	43

1. Bevezetés és célkitűzések

Inváziós, invazív vagy özönfajoknak olyan idegenhonos fajokat nevezünk, amelyek új környezetbe kerülve gyors és széleskörű terjedésükkel az őshonos fajokra veszélyt jelentenek. Térhódításukkal beavatkoznak az adott területen már kialakult ökoszisztéma struktúrába, kiszorítva a honos fajokat, ami akár ezek kihalását is eredményezheti. Az inváziós fajok gyakran visszafordíthatatlan károkat okoznak a biodiverzitásban (Csiszár, 2012; Genovesi és Shine, 2011; IUCN, 2021; Mihály and Botta-Dukát, 2006, 2004; Ónodi, 2016).

Az Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) kiadványa szerint a világon az emberi tevékenység által más területre behurcolt és ott invazívvá váló fajok számát jelenleg több mint 37000-re becsülik, és ez a szám egyre csak növekszik. Ebből 3500 faj komolyan veszélyezteti a környezetet és így az emberi életminőséget is. Az öt meghatározó tényező közé, ami a biológiai sokféleség globális csökkenését eredményezi, a klímaváltozást, a környezetszennyezést, a talaj- és vízhasználat-változásokat, valamint a fajok túlgyűjtését, kizsákmányolását sorolják. Emellé napjainkban bekerült az invazív fajok károkozása is. A tanulmány szerint az idegenhonos élőlények új területre való betelepítése 85%-ban negatív hatást jelent az őshonos fajokra (Roy et al., 2023).

Az inváziós fajok új területre való behurcolása vagy betelepítése a történelem során számtalanszor megtörtént, de a globalizáció hatására az elmúlt években egyre nagyobb léptéket öltött. A biológiai invázió mértéke földrészenként a következő: 34% Amerikában, 31% Európában és Közép-Ázsiában, 25% Ázsiában és a Csendes-óceán térségében, valamint közel 7% Afrikában. A terjeszkedés háromnegyed részben a szárazföldön történt, de édes- és sósvízi környezetben is van példa inváziós fajokra. Az inváziós fajok legnagyobb veszélyt talán a szigetekre jelentenek, ahol természetes körülmények között minimális az új fajok felbukkanása, így az invazív fajok bekerülése nagy változást hozhat, rendszerint gyors biodiverzitás veszteséget okoz. Magyarországon jelenleg 76 inváziós fajt tartunk számon, melyekből 30 állat- és 46 növényfaj (Roy et al., 2023; internet [1]).

Bár az idegenhonos növények közel 6%-át tartjuk inváziós fajnak, a megváltozó környezeti feltételek mellett, például a globális klímaváltozás hatására, egyre több válik invázióssá, sőt, a populációegyensúlyok megbomlása miatt őshonos fajokból is válhatnak invazív fajok (Csiszár, 2012; Mihály és Botta-Dukát, 2006).

A globális klímaváltozás hatásával magyarázható a liánosodás jelensége is, ami az örökzöld liánnövények jelentős terjeszkedését jelenti. Az enyhe telek miatt ezek a liánnövények

nem gátoltak a növekedésükben, és erős térhódításba kezdtek más fajok kárára, veszélyeztetve az élőhelyek biológiai sokféleségét. A klímaváltozás hatására például a borostyánok is egyre virulensebbek, egyre nagyobb tömegben jelennek meg olyan élőhelyeken is, ahol eddig nem fordultak elő. Kúszó életformájuk lehetővé teszi, hogy fákra kapaszkodjanak fel, teljesen elnyomva azok lombzatát, de mesterséges tereptárgyakat is előszeretettel használnak támaszkodásra, helyenként károkat okozva az építményekben (Dierschke, 2005; McAllister és Marshall, 2017; Nikolaidis et al., 2010).

A borostyánok örökzöld liánnövények és ezt az ősi bélyeget, a trópusi *Araliaceae* család tagjaiként megőrizték a mérsékelt égövön is. Makarónézia, Európa és Ázsia leginkább enyhe klímájú területein fordulnak elő, és árnyéktűrő képességük következtében számos élőhelytípusban képesek megtelepedni. A borostyánok morfológiailag nagyon változékonyak, és ez a fajok megkülönböztetését is nehezíti. Egyes taxonok elismerése, taxonómiai önállóságának megítélése napjainkban is vita tárgyát képezik. A *Hedera* nemzetségbe jelenleg 19 faj és 2 hibrid tartozik, melyekből többet is az elmúlt években írtak le (McAllister és Marshall, 2017; internet [2]).

A *Hedera crebescens* Bényei-Höhn vagy magyar nevén budai borostyán egy invázióra hajlamos borostyán taxon, melyet 2017-ben írtak le a Szent István Egyetem (ma MATE) Budai Campusának, Növénytani Tanszékén. A faj önállóságát 20 év munkáját követően morfológiai és genetikai vizsgálatokkal bizonyították (Bényei-Himmer et al., 2017; Major et al., 2020).

Korábban a budai borostyánt *Hedera hibernica* Poit-ént tartották számon, és valóban, morfológiai bélyegeiben a *H. hibernica*-hoz nagyon hasonló. Genetikailag és elterjedését tekintve azonban a *H. helix* fajhoz áll közelebb. A budai borostyán a vegetatív hajtások levelein kupola alakú középső karéjjal rendelkezik, ezzel szemben a *H. hibernica* középső karéján először párhuzamosak az élek, aztán kezdenek el keskenyedni. *H. helix* középső karéjai rendszerint hosszan megnyúltan keskenyedők, melyet a fajtajellegek tovább módosíthatnak. A borostyánokat a termésükről is meg lehet különböztetni. A budai borostyán termésernyőiben a bogyó termések nagyok és tömötten állnak. Mivel enyhén fagyérzékeny faj, termésérlelése korlátolt, a nagyobb hideg időszakok miatt csak egy termésernyőt képes beérlelni. A másik két közeli rokon faj ezzel szemben több ernyőt is beérlelhet, és bennük a termések kisebbek és kevésbé tömötten helyezkednek el. Mivel a budai borostyánt invázióra hajlamos fajként tartjuk számon és újonnan való felfedezése miatt még kevésbé ismerjük, viselkedésének, fenofázisainak megfigyelése és elterjedésének feltérképezése indokoltta vált (Bényei-Himmer et al., 2017; Major et al., 2020).

A citizen science, amit magyarra civil tudományként vagy közösségi tudományként fordítanak, önkéntesek bevonásával, segítségével végzett kutatási módszer. A civilek az adatgyűjtésben, esetleg a feldolgozásban vesznek részt a kutatást szervező tudósok irányítása és összefogása alatt. Ez a módszer a leggyorsabb és legköltséghatékonyabb nagy mennyiségű adat összegyűjtésére (Gaálné Kalydy, 2021; internet [3]). A módszerből nemcsak a kutatók profitálnak, az önkéntesek is bepillantást nyerhetnek a tudományos munka folyamatába. A módszer egyben oktatja a civileket és szélesebb körben teszi elérhetővé az amúgy csak szűk tudományos körben terjedő ismereteket. A közösségi tudomány módszere egyre nagyobb népszerűségnek örvend, sokszor alkalmazzák invazív fajok terjedésének megfigyelésére és térképezésére, valamint a klímaváltozás és annak az élőlényekre gyakorolt hatásainak vizsgálatára. A citizen science mai népszerűségét részben az elektronikus eszközök és az internet használatnak köszönheti. Ezek lehetővé teszik a könnyű és gyors információ-terjesztést és -befogadást, valamint a kutatók munkájában is a nagy mennyiségű adat feldolgozását segíti (Gaálné Kalydy, 2021; Silvertown, 2009; internet [3]).

Az előzetes vizsgálataink nyomán (Grónás, 2023; Höhn et al., 2024) munkánk célja a budai borostyán mint invázióra hajlamos faj hazai aktuális elterjedésének és élőhelyeinek feltérképezése, a jelenlegi elterjedési terület megrajzolása a közösségi tudomány vagy citizen science módszerével, önkéntes civilek bevonásával. Ez a módszer lehetővé teszi a nagy adatmerítést, ami más módszerrel nem lenne megvalósítható, vagy nagyon hosszú ideig tartana. A bejövő nagyobb adatmennyiség feldolgozásával ugyanakkor a faj morfológiai variabilitását is tudjuk értékelni a levelek morfometriai összehasonlító vizsgálatával, összehasonlításban a hozzá legközelebb álló fajokkal, mint a *H. helix* és *H. hibernica*.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A borostyánok általános bemutatása

A *Hedera* nemzetség a zárvatermők, központi kétszikűek kládjába, és ezen belül az *Apiales* rendbe és az *Araliaceae* családba tartozik. Európában a család egyedüli őshonos nemzetsége (McAllister és Marshall, 2017; THE ivy site, 2024). A borostyánok gyakran hibridizálnak, jelenleg a nemzetségben 19 borostyánfajt és 2 hibridet tartanak számon. A *Hedera*-k nemzetség közötti hibridek létrehozására is képesek, a *Fatsia japonica* és a *H. hibernica* hibridje a $\times$ *Fatshedera lizei* ((Cochet) Guillaumin). A borostyánok őshonosak Európában, Makarónéziában és Ázsia egyes területein is, de a legnagyobb diverzitás Európában alakult ki. A földrajzi elszigeteltség, például egyes szigeteken feltételezhetően kapcsolatban áll az új taxonok kialakulásával. Az izoláció a borostyánfajok evolúciójának fontos előmozdítója. Magyarországon a *Hedera helix* L. őshonos. A kontinensen továbbá, két széles körben elterjedt fajjal találkozhatunk még, ezek a *Hedera hibernica* Poit. és a *Hedera nepalensis* K.Koch (Grivet és Petit, 2002; Király, 2009; McAllister és Marshall, 2017; Valcárcel et al., 2017; internet [2]).

A ma ismert borostyánok örökzöld liánok, életformájuk M-E, kapaszkodásukat módosult légygyökerek segítik. Jellemző rájuk a heterofillia vagy felemáslevelűség, ami a fajokat nehezen elkülöníthetővé teszi. A borostyánok felemelkedő időskori, terméshajtásain lévő levelek tagolatlanok, míg a fiatal, vegetatív hajtásokon lévő levelek általában karéjosak. Ez utóbbiak morfológiája a fajok elkülönítésének fontos bélyegeit hordozza (Bényeiné Himmer és Udvardy, 2002; McAllister és Marshall, 2017; internet [2]).

A borostyánnövény idős korában, a fákra felkúszva kezd virágokat fejleszteni. Az virágzás őszre esik, a virágait előszeretettel látogatják a rovarok. Az ernyőkön késő őszre, télre fejlődnek ki az alsó állású bogyótermések, amelyek általában feketék vagy sötétkékek, esetleg sárgák, és a madarak kedvelt táplálékául szolgálnak. A termések ugyanakkor emberi fogyasztásra nem alkalmasak, mérgezőek több állatfaj számára is. A termések mennyisége és az ernyők megtermékenyülésének sikeressége fajra és fajtára jellemző. A termésekben 1-5, vese alakú mag található (McAllister és Marshall, 2017; Rose, 1996; internet [4]).

A borostyánfajok megkülönböztetését leginkább a vegetatív hajtás levélalakja és a borostyánokra jellemző fedőszőrök alapján végezzük, de ploidia szint és a földrajzi elterjedés is segíthet a fajok elkülönítésében. Csillagszőrökkel rendelkezik például a *Hedera helix* és a *Hedera hibernica* faj is, pikkelyszőrös faj például a *Hedera canariensis* Willd. A borostyánok

fajai, például a *H. helix* és a *H. hibernica* külső bélyegek alapján nem különböztethetők meg biztosan, ezért a fajokat ploidia szintjük alapján azonosítják. A borostyánok genomjáról egyelőre csekély információkkal rendelkezünk, így a fajok elkülönítésére ezt a módszert nem tudjuk még megfelelően használni (Bényeiné Himmer és Udvardy, 2002; McAllister és Marshall, 2017; Rose, 1996).

A *Hedera* fajok magas életkort is megélhetnek, egyes források szerint bizonyos példányok a 400 éves kort is meghaladhatják. Akár 30 méter magasra is megnőhetnek és eközben hajtásaik elérhetik a 40 cm átmérőt is. A szélsőségek kivételével bárhol képesek megélni, talajban nem válogatnak, fagy- és árnyéktűrő kúszónövények, ezért használják árnyéki gyeppótlónak, vagy függőleges felületek eltakarására kúszónövényként (McAllister és Marshall, 2017; Rose, 1996; internet [4]).

A borostyánok azon kívül, hogy dísnövényként jól takarnak és esztétikailag széppé teszik a felületeket vagy a talajt, más pozitív tulajdonsággal is rendelkeznek, hiszen ökológiai szolgáltatásokat nyújtanak számunkra, például növelik környezetük oxigéntartalmát, megkötik a szén-dioxidot és a port, növelik a levegő páratartalmát. A biodiverzitás megőrzésében is fontos szerepük van, hiszen kiváló fészkelőhelyet biztosítanak a madaraknak és búvóhelyet nyújtanak számos állatnak az év minden évszakában (Grónás, 2023; McAllister és Marshall, 2017).

Az első írásos forrás a borostyánokról Theophrastostól származik, megközelítőleg Kr.e. 314-ből. A *Historia plantarum* (A növények története) borostyánról szóló része fennmaradt, és itt már *helix*nek nevezi a szerző az egyik típusú borostyánt, megemlíti több másikat, és leír köztük egy fehéres színeződésű változatot, fajtát is. Később idősebb Plinius a *Naturalis Historia*-ban már megemlíti, hogy a *helix*nek van a legtöbb formája, és van egy fehér és egy többszínű változata is. Ezen kívül említést tesz az Indiából visszatérő katonák fejét díszítő borostyánról, mely valószínűleg a *H. nepalensis* K. Koch lehetett. Egy támasztást nem igénylő borostyánról is ír, így elképzelhető, hogy a bokorborostyánok szaporítása már akkor ismert volt (Rose, 1996).

Dísnövényként borostyánokat először Robert Furber 1727-es kertészeti katalógusában találunk, ahol megnevez egy széles levelű és egy kistermetű kúszó borostyánt, feltételezhetően előbbi a *Hedera hibernica*, utóbbi pedig a *Hedera helix* lehetett. 1770-ben már egy sárga és egy fehér mintás változat is szerepelt a listában a *H. helix* mellett, valamint egy sárga bogyójú növény is, *H. poetica baccis luteis* néven. Utóbbi valószínűleg a mai *H. helix* f. *poetarum* (Nicotra) McAll & A.Rutherf. néven ismert borostyán. Az 1800-as években Németországban

már negyvennél több fajtát tartottak számon. Ekkor írta le Koch a *H. colchica*-t, és a *H. canariensis* Willd., valamint a *H. nepalensis* fajokat is ekkor mutatták be. Azóta a fajták és fajok száma egyre csak nő, a legutóbb leírt faj a *Hedera siyuanwukouensis* S.S.Ying volt, amelyet 2022-ben írtak le (Rose, 1996; internet [2]).

Habár a *Hedera* nemzetség sok faja kiváló dísznövény is, a világon és Magyarországon is legtöbbször a *H. helix* fajtáit ültetik, az egyéb, nem őshonos fajok, fajták kevésbé kedveltek. A közönséges borostyán több mint 800 fajtával rendelkezik: vannak az alapfajhoz hasonló fajták, és vannak különlegesebb, általában az alapfajoktól levélformában, méretben vagy levélszínben eltérő fajták, de léteznek termésszínben eltérő kertészeti változatok is. A borostyánok már az 1970-es években is olyan sok fajtával rendelkeztek, hogy a fajtákat a megkülönböztetésük érdekében leveleik alapján kilenc kategóriába osztották be (Bényeiné Himmer és Udvardy, 2002; McAllister és Marshall, 2017; Rose, 1996).

A világon több helyen találhatók borostyángyűjtemények és borostyán társaságok. Angol nyelvterületeken a borostyánok nagy népszerűségnek örvendnek, így borostyángyűjteményekből is többet találunk erre felé. Az Egyesült Királyságban Erddig-ben és Kirkley Hall Gardens található borostyángyűjtemény. A Kew Gardens gyűjteményében is található egy borostyánfal, valamint Wakehurst-ban, Sussexben is kialakítottak egy gyűjteményt. A Cambridge-i Egyetem botanikus kertjében (Cambridge Botanical Garden) található a legidősebb *Hedera pastuchovii* Angliában. A Liverpool-i Egyetem botanikus kertjében (Liverpool University Botanical Garden) a különböző borostyán fajok és fajták nagyrészt fákra futtatva tekinthetők meg (Rose, 1996; internet [5]).

Magyarországon a legnagyobb borostyángyűjteményt a MATE Soroksári Botanikus Kertje tartja fenn, ahol közel 140 *Hedera* taxon található. A botanikus kert 1970 óta foglalkozik a borostyánokkal, és itt a gyűjtemény fenntartásán kívül nemesítés is zajlik. A nemesített fajták leginkább bokorborostyánok, melyeket különösen nehéz szaporítani. Korábban egységesen 'Arborescens' fajtanéven hívták őket, ez a név már egy 1826-os kertészeti katalógusban is szerepelt (McAllister és Marshall, 2017). A Soroksári Botanikus Kert saját nemesítésű fajtákat is őriz, ilyen például a 'Soroksár', a 'Kékcseresznye', a 'Márvány' vagy a 'Csocsoszán' fajta (Bényeiné Himmer és Udvardy, 2002; internet [6]).

2.1.1. A *Hedera crebescens* bemutatása

A *Hedera crebescens* Bényei-Himmer & Höhn, magyar nevén budai borostyán faji önállóságát 2017-ben citológiai és morfológiai vizsgálatokkal támasztották alá. Mint a

nemzetközi, mint pedig a hazai szakirodalom önálló fajként ismeri el és szerepel a Plant of World Online adatbázisban is (Bényei-Himmer et al., 2017; Grónás, 2023; Höhn et al., 2024; Major et al., 2020; internet [2]).

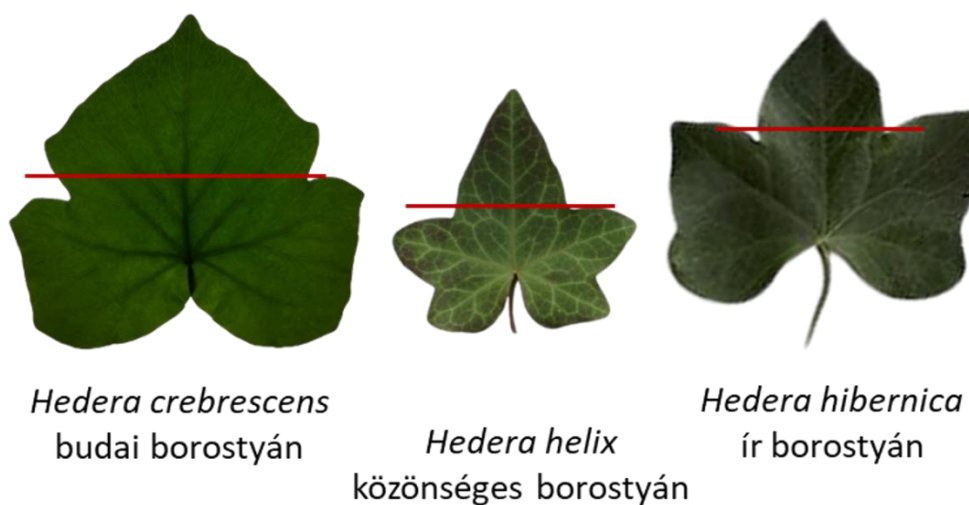
A budai borostyán mint invázióra hajlamos faj, a magyarországi fekete listás növények listájára is felkerült (Bartha, 2021). A *Hedera crebescens* a fekete lista cselekvési listáján szerepel. Ebbe a kategóriába sorolt idegenhonos fajok még csak terjedésük kezdeti szakaszában vannak. Ezen fajok esetében vagy nem ismerjük a pontos elterjedési adatokat, vagy még csak kis területen vannak jelen, és ezáltal gyors intézkedésekkel további terjedésük megakadályozható, állományuk felszámolható. Feltehetően a klímaváltozás hatására a budai borostyán a fajok közötti versengésben sikeres, és a rokon fajokkal hibridizációra hajlamos. Bár gyors növekedésével az ökoszisztéma működésére erős negatív hatással lehet, az eddigi tapasztalatok alapján a patogének nem terjednek vele (Bartha, 2021; Grónás, 2023).

A budai borostyán gyors terjedésnek indulását a globális klímaváltozás hatására enyhülő telek tették lehetővé. Mivel enyhén fagyérzékeny fajról van szó, a keményebb teleken levelei fagykárt szenvednek, és a nagyobb mennyiségű termés beérlelése is nehézségekbe ütközik. Azonban enyhe teleken nem fagy el és akár több ernyőt is képes beérlelni, hiszen növekedését nem gátolja a visszafagyás. A faj a liánosodás jelenségének egyértelmű nyertese. (Bényei-Himmer et al., 2017; Grónás, 2023; Major et al., 2020).

A budai borostyánt önálló fajként elismerése előtt a *Hedera hibernica*, azaz ír borostyán fajba sorolták, azonban a citológiai vizsgálatok bebizonyították, hogy ploidia számuk különbözik. Az ír borostyán egy tetraploid faj, a budai borostyán viszont diploid, és genetikailag közelebb áll az ugyancsak diploid közönséges borostyánhoz, a *Hedera helix*-hez (Grónás, 2023; Major et al., 2020).

E három, Magyarországon leggyakrabban előforduló faj levélalakban is különbözik. A budai borostyán földön kúszó vagy felemelkedő vegetatív hajtásain a levelek 3 karéjúak, feltűnően nagy levéllemezzel. Ezeken a leveleken a középső karéj kupola alakú, illetve a levelek átfedő levélvállúak. A közönséges borostyánhoz képest a levelek nagyok, világosabb zöldek és nem fehér erezetűek. A közönséges borostyán a megnyúlt, hosszúkás középső karéjával a morfológiai vizsgálatokon is elkülönült. Az ír borostyán középső karéján kezdetben párhuzamosak az élek majd a csúcs közelében összeszűkül, kihegyesedik és a levélváll sem átfedő (1. ábra). (Bényei-Himmer et al., 2017; Bényeiné Himmer és Udvardy, 2002; Grónás, 2023; Höhn et al., 2024).

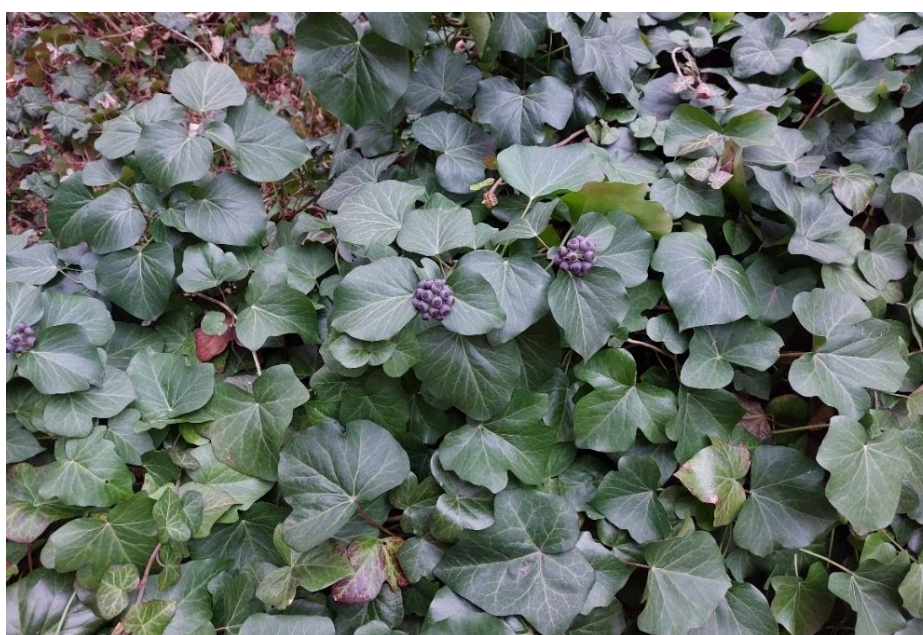
1. ábra: A *Hedera crebrescens*, *Hedera helix* és *Hedera hibernica* vegetatív hajtásának levelei (forrás: saját ábra)



A borostyánok nyár végén, ősszel virágoznak és terméseiket ősszel és télen érlelik be. A termés a madarak eleségeként szolgál és így a növény terjedését segítik. A budai borostyánnál rendszerint csak egy ernyő érlik be (.

2. ábra), de a melegebb telek erre is hatással vannak, védettebb területen többet is beérlel. A közönséges borostyán és az ír borostyán ezzel szemben mindig több ernyőt is képes beérlelni (Grónás, 2023; Höhn et al., 2024).

2. ábra: A *Hedera crebrescens* terméshajtásai (forrás: saját felvétel (2023, Budapest))



2.2. A liánosodás jelensége

Az elmúlt években, a globális klímaváltozás hatására a borostyánok nagymértékű térhódítását, terjedését figyelhetjük meg. Ez a lianizáció vagy liánosodás jelensége, amely a kúszónövények erős terjedésnek indulását jelenti. A jelenséget 1999 előtt is tapasztalták már a Mecsekben, de azóta jelenlétük a természetes környezetben, erdőkben és lakott településeken, városokban és kertekben tovább nőtt (Borhidi et al., 1999; Grónás, 2023; Höhn et al., 2024).

Az erdőkben a borostyánok egyre nagyobb mennyiségben borítják be a fákat. Ugyan közvetlenül és bizonyítottan nem korlátozzák őket, de a kúszónövény súlyánál fogva az ágak letörését okozhatja, illetve a támasztékfa esetében csökkentheti a beborított ágak fotoszintetikusán aktív lombfelület nagyságát. Bár a lakókörnyezetben a függőleges felületekre takarónövényként futtatott borostyánok szebbé teszik azokat, javítják az épületek hőháztartását (Sternberg et al., 2011) és segítenek a zaj- és légszennyezés csökkentésében, de kárt is okozhatnak. Régebbi épületek repedéseibe a borostyánok kapaszkodó léggökökkel és hajtásaikkal „fogást találnak”, megbontják az idős vakolatot. Kertekben elnyomják a telepített növényeket és csak folyamatos irtással lehet őket megfékezni, amiért sokak által megítélésük elég negatív (Grónás, 2023; McAllister és Marshall, 2017).

A lianizáció hatására az invazív liánnövények még jobban terjedni kezdtek, így a *Hedera crebescens* is (Grónás, 2023). Ez a borostyán a honos fajok rovására terjeszkedik, és elterjedési területének nagyságát és határait a citizen science módszer alkalmazásával szeretnénk felmérni.

2.3. A Citizen science módszer jelentősége

A citizen science vagy közösségi tudomány egy olyan kutatási forma, amelyben civilek a fő adatgyűjtők, ezáltal részt vesznek a kutatásban. Az ilyen típusú kutatásokat olyan projektekhez szokták használni, ahol sok adat gyűjtése szükséges. A résztvevő civilek, másnéven önkéntesek munkája által sokkal nagyobb adatmerítésre tudnak szert tenni a kutatók. A közösségi tudomány módszere ezen kívül költséghatékony megoldás is. Az önkéntesek általában az adatgyűjtésben, néha az adatok feldolgozásában is szerepet tudnak vállalni. Ezzel a citizen science bevonja a civileket is a tudományos munkába, és a kutatók is profitálnak belőle, hiszen sokkal könnyebbé válik az adatgyűjtés. A projekt levezénylése és terjesztése elsődlegesen a kutatók feladata. Fontos azonban, hogy az önkéntesek mindig kapjanak visszajelzést a munkájukról és az elért eredményekről (Gaálné Kalydy, 2021; Robinson et al., 2018; Silvertown, 2009; Vohland et al., 2021).

Az első modern citizen science projektnek a Christmas Bird Count-ot tekintjük, amely az 1900-as évek elején kezdődött. A Christmas Bird Count névre keresztelt észak-amerikai projektnél a hagyományos karácsonyi vadászatot a madarak megszámlálása váltotta fel. Ez a projekt a mai napig minden évben megrendezésre kerül, minden évben 2000 db, 24 km átmérőjű területen folyik a megfigyelés, és nemcsak faj szinten cél a látott és hallott madarak megszámlálása, hanem egyed szinten is. A több mint száz év megfigyelései és eredményei már számos kutatás alapjául szolgáltak. A közösségi tudomány módszere ma már nagy népszerűségnek örvend, a közösségi tudomány projektek száma egyre csak nő (Silvertown, 2009).

A citizen science használatának jelenlegi nagymértékű elterjedését a technika fejlődése is lehetővé tette. Az internet és a mobiltelefonok segítségével sokkal könnyebb az adatgyűjtés, mint korábban. Vannak kifejezetten a citizen science céljából kifejlesztett alkalmazások és eszközök, de más célra kifejlesztett alkalmazások használata is lehetséges. Alapvető kellék a mobiltelefonok kamerája, amellyel például a keresett élőlényt meg lehet örökíteni vagy a térképes alkalmazás, amelynek segítségével az önkéntesek meg tudják jelölni, hogy földrajzilag hol találták meg a keresett célt. A citizen science projektekénél ezen kívül a közösségi médiának is nagy szerepe van, leginkább az információk terjesztésében és a tájékoztatásban (Gaálné Kalydy, 2021; Silvertown, 2009).

A közösségi tudomány projektek gyakran fókuszálnak élőlények monitorozására, elterjedésének feltérképezésére, például invazív fajoknál, illetve a klímaváltozás hatásainak vizsgálata is sokszor ezzel a módszerrel történik. Kezdetekben az új fajok felfedezését sem csak a tudósok és kutatók végezték, hanem a nemesi réteg egyik szabadidős elfoglaltságának számított. Utazásaik során új fajokat gyűjtöttek, majd hazavitték azokat, és gyűjteményeket, botanikus kerteket hoztak létre belőlük. Az is észrevehető a gyűjtési adatok változásában, hogy 100 év távlatában változtak a gyűjtési helyszínek is. Míg korábban a gyűjtött adatok nagyrészt a természetből érkeztek, ugyanennek a vizsgálatnak a mai megismétlése során az önkéntesek által gyűjtött adatok inkább lakott környezetből kerülnek ki (Gaálné Kalydy, 2021; Silvertown, 2009).

Sokan cáfolják, hogy a közösségi tudomány valódi tudományos kutatási módszer lenne, mivel az önkéntesek által összegyűjtött adatokat nem tartják elég megbízhatónak. Egyes kutatások is választ kerestek erre a kérdésre. A legjobb módszernek az tűnik az adatok megbízhatóságának ellenőrzésére, ha a kutatók valamilyen bizonyítékot, például egy fényképet kérnek annak igazolására, hogy valóban a megfelelő élőlényel találkozott-e az önkéntes.

Ugyanakkor, ha csak így lehetne beküldeni adatokat, az nagyon lecsökkentené bizonyos esetekben a projekt eredményeit. Illetve, ha nagy mennyiségű adat érkezik be, nem biztos, hogy a kutatók személyesen el tudják végezni az összes adat átnézését, és lehet, hogy az is az önkéntesek feladata lesz. Ezért fontos a közösségi tudomány projektekénél az önkéntesek megfelelő felkészítése, betanítása, hogy biztosan felismerjék a keresett élőlényt. Egy, a borostyánok virágaihoz látogató rovarok felmérését célzó citizen science projektben például azt is vizsgálták, hogy az önkéntesek milyen bizonyossággal sorolják be a rovarokat a megfelelő taxonómiai kategóriába a különböző betanítások és a tanulást szolgáló tananyagok kombinációja után. A leghatékonyabb képzésnek a brosúra és a terepen végzett képzés kombinációja bizonyult, a brosúra és diavetítés kevésbé. Ez alapján elmondható, hogy a fényképek kevésbé segítik a felismerést, mint az élőben látottak. A képzéseken való többszöri részvétel és a levetített videófilm is fokozta az önkéntesek jó beazonosító képességét (Gaálné Kalydy, 2021; Ratnieks et al., 2016; Robinson et al., 2018; Vohland et al., 2021; Worthington et al., 2012).

Borostyánokkal kapcsolatban eddig még kevés közösségi tudomány projekt szerveződött. Egy projekt a levelek lebomlási idejének vizsgálta és a *H. helix* mellett *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* leveleket használtak. Az önkéntesek ebben a projektben a mérésekben is részt vehettek, ezen kívül a levelekkel megtöltött zsákok összegyűjtése és a levelek szárítása, majd visszaküldése a szervezőknek az ő feladatok volt, de a lomb becslésére is vállalkozhattak (Roeder és Meyer, 2022).

Borostyánok segítségével levegőminőség vizsgálatot is végeztek egy francia citizen science kutatásban. Itt az önkéntesek a passzív szűrők mellett cserepes *Hedera helix* növényekkel mérték a városi levegő szennyezettségét különböző magasságokban. A projekt eredményeként megállapították, hogy a magasabb emeletekhez már kevésbé jutnak fel a káros anyagok (Letaïef et al., 2023).

Magyarországon is fut több citizen science projekt, amelyek eddig önállóan, egymástól elszigetelten működtek. A magyarországi közösségi tudomány projektek összefogására 2023-ban jött létre a hazai természetvédelmi és ökológiai témájú közösségi tudományos projektek hálózata az Vácrátóti Ökológiai Kutatóközpont segítségével. A közösségi tudomány projektek kutatói közötti kapcsolatokról a projektek sokat profitálhatnak. A Social Engagement in Ecology Network (SEEN) Konferenciát 2024. januárjában rendezték, melyen 4 workshop és 23 tudományos előadás hangzott el, és a kutatók megvitathatták a nehézségeket, kérdéseket és jövőbeli irányokat (HUN-REN Centre for Ecological Research, 2024; internet [7]).

A magyarországi közösségi tudomány projektek közös eseményét rendezték meg 2024. április 7-én a Magyar Természettudományi Múzeumban a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. közreműködésével. Az Önkéntes Természeti Adatgyűjtők Találkozóján 25 projekttel ismerkedhettek meg az érdeklődők (internet [8]). A bemutatón többféle stílusú projekt kapott helyet: pl. voltak a hosszútávú megfigyelések, melyek során több éven keresztül várják az adatokat, és rövid ideig tartó, szervezett közös felmérések, melyek viszont egy kis területre fókuszálnak. Utóbbira példa a „Bioblitz” program, ahol az érdeklődők a biológusok munkájával ismerkedhetnek meg, miközben közösen elkészítenek egy vadonleltárt 24 óra alatt. A program célja a természetvédelmi szemléletformálás, mindezt interaktív és élvezetes eszközökkel végezve. Az ilyen eseményeken a kutatók és az önkéntesek együtt dolgoznak, így az érdeklődők ténylegesen láthatják, hogy hogyan zajlik egy kutatás, és már a felmérés másnapján meg tudják osztani az eredményeket a segítőkkel. Ezen kívül pozitívum, hogy a programban gyerekek is aktívan részt tudnak venni, ami esetleg más típusú projektekben kevésbé lehetséges. A rövid lefutású közösségi tudomány projektek külföldön már elterjedtek, Magyarországon egyelőre még a hosszabbtávú és nem meghatározott területű projektből van több (internet [9]).

A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület Országos Kételtű és Hüllő Térképezés Programja, a Herptérkép program 2011-ben indult, így az ország egyik legrégebben futó közösségi tudomány projektjének tekinthető. Ez idő alatt a résztvevők 79826 megfigyeléssel segítették a természetvédelmi intézkedések alapjául szolgáló adatok gyűjtését és ezzel a fajok hosszútávú megőrzését (internet [10]).

A projektek között előfordul, hogy ugyanazokra az élőlényekre több is fókuszál, csak másfajta megközelítésből. A denevérekről („Denevérek és napelemek”, valamint a „Denevérek vizsgálata önkéntesek segítségével”), de a szúnyogokról („Pécsi Szúnyog”, „Szúnyogmonitor”) is két projekt ismert, ezeken kívül van több rovaros projekt, amelyekben szintén szerepelnek a szúnyogok. Egyes projektek több élőlényre, vagy élőlénycsoportra koncentrálnak, mások viszont kifejezetten egy élőlényre. Utóbbira példa a „Hódtérkép” nevű projekt (internet [8]).

A közösségi tudomány projektek között elengedhetetlen az információ- és tapasztalatcsere nemzetközi szinten is. Ennek segítésére rendezte meg a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára és Információs Központ az University of South Denmark (SDU) közreműködésével, 2024. szeptember 2-3-án nemzetközi citizen science workshop-ját. Elsősorban könyvtári szemszögből vizsgálták a közösségi tudomány módszerét és lehetőségeit. A workshop tanulsága, hogy minden projekt máshogy működik és másképpen épül fel, nem

lehet ráhúzni egy sablont, de az is elmondható, hogy egy sikeresen működő citizen science projekthez sok idő és energiaráfordítás szükséges (internet [11]; [12])

2.4. A növényi szervek morfolometriai tanulmányozására alkalmas módszerek

A morfolometriai vizsgálatok alapjául növényi szervek, általában levelek, termések, magok egyes jellemzőinek kvantitatív analízise szolgál. A digitális morfolometria egyszerű és relatív gyors használhatósága miatt ez a módszer ma nagy népszerűségnek örvend. Számos számítógépes morfolometriai program áll rendelkezésünkre, melyekből ki tudjuk választani az adott faj és szerv vizsgálatához legjobban illő programot. Ilyen vizsgálatok elvégzésére alkalmas például a GRA.LE.D. program (GRApevine LEaf Digitalization software) (Bodor et al., 2012), a Fovea Pro4.0 program (RUSS, 2006) vagy a SHAPE program (Iwata és Ukai, 2002). A morfolometria módszereinek további kedvező tulajdonsága, hogy nem kerülnek sokba, valamint az eredmények bármikor biztonságosan ellenőrizhetők (Csepregi és Zilai, 1988, 1976; Emődi, 2019; Nagy, 2018; Nagy et al., 2019).

A morfolometriát gyakran alkalmazzák növényfajok vagy fajták külső bélyegek alapján történő elkülönítésére. Nagyon elterjedt módszer például szőlőfajták elkülönítésében és egyaránt használják a mag, a bogyó és a levélalak elemzésére (Bodor et al., 2020; Mravcsik, 2019). A módszer hátránya, hogy a fajokon és fajtákon belüli változatosságot is felfedi, nem csak a különbségeket a fajták között. A morfolometriát taxonómiai bélyegek meghatározására és rokonsági kapcsolatok feltárására is használják, például az alakornál (Emődi, 2019; Emődi et al., 2014).

Elliptikus Fourier leírók segítségével vizsgálták az *Ulmus minor* MILL. magyarországi egyedeinél a levelek morfológiai változékonyságot. Azonban a főkomponensek végül nem voltak alkalmazhatóak a fajon belüli taxonok elkülönítésére, ugyanakkor, a mezei szil levelek diverzitását jól jellemezték (Benke, 2014; Börcsök, 2009).

A morfolometriai vizsgálatoknak a nemesítésben is szerepe lehet. A fajták és vad populációinak virágtakaró vizsgálata alapján a nemesítésből fakadó morfológiai változékonyságot lehetett feltárni, például a *Primula sieboldii* E. MORREN esetében (Benke, 2014; Yoshioka et al., 2005).

A morfolometria módszerével borostyán fajokat és változatokat is hasonlítottak már össze. Borostyánoknál a vegetatív hajtáson lévő leveleket használták a fajok és fajták megkülönböztetésére. Ackerfield és Wen (2002) vizsgálata 16 különböző borostyánra

vonatkozott, és összesen 16 különböző borostyánt vontak be. Az összes adat dendrogramja alapján a taxonok két nagy csoportra oszlottak, átfedés nélkül. Az egyik csoport, a pikkelyszőrös borostyánok csoportja két, míg a csillagszőrös borostyánok csoportja három alcsoportra bomlott szét. A pikkelyszőrös csoport két alcsoportjában az egyikben a *H. nepalensis* var. *sinensis* és a *H. nepalensis* var. *nepalensis* borostyánokat találjuk, míg a másik a *Hedera algeriensis*, *H. canariensis*, *H. colchica*, *H. cypria*, *H. maderensis* subsp. *iberica*, *H. maderensis* subsp. *maderensis*, *H. maroccana*, *H. pastuchovii*, és a *H. rhombea* borostyánokat tartalmazta. A csillagszőrös csoport három alcsoportra oszlott, a *Hedera helix* és *H. helix* f. *poetarum*, a *H. hibernica* és *H. azorica* borostyánok tartoztak ide (Ackerfield és Wen, 2002).

Egy másik kutatásban a *H. helix* és *H. pastuchovii* fajokat hasonlították össze morfológiai és anatómiai szempontok alapján. Morfológiai szempontból a borostyánok itt két főcsoportra oszlottak: az egyik csoport a *H. helix* egyedeket tartalmazták, míg a másik, két alcsoportra bomlva a *H. pastuchovii* egyedeket tartalmazta (Amini et al., 2019).

A borostyánok vizsgálatában a morfometria módszer még nem igazán elterjedt, a kevés vizsgálat miatt az újabban elismert fajok nem is szerepeltek bennük. Az előzetes vizsgálatunkba (Grónás, 2023) azonban már bekerült a budai borostyán. Citizen science gyűjtésből származó 50 *H. crebescens* vegetatív hajtásról szedett levélmintát és 6 *H. helix* és 3 *H. hibernica* mintát használtunk fel. A levelek alakjának vizsgálata alapján csak a *H. helix* levelei bizonyultak szignifikánsan különbözőnek. A *H. crebescens* és a hozzá morfológiailag nagyon hasonló *H. hibernica* nem különült el a mintakészlet alapján.

3. Anyag és módszer

3.1. A *Hedera crebescens* elterjedésére vonatkozó citizen science adatgyűjtés módszere

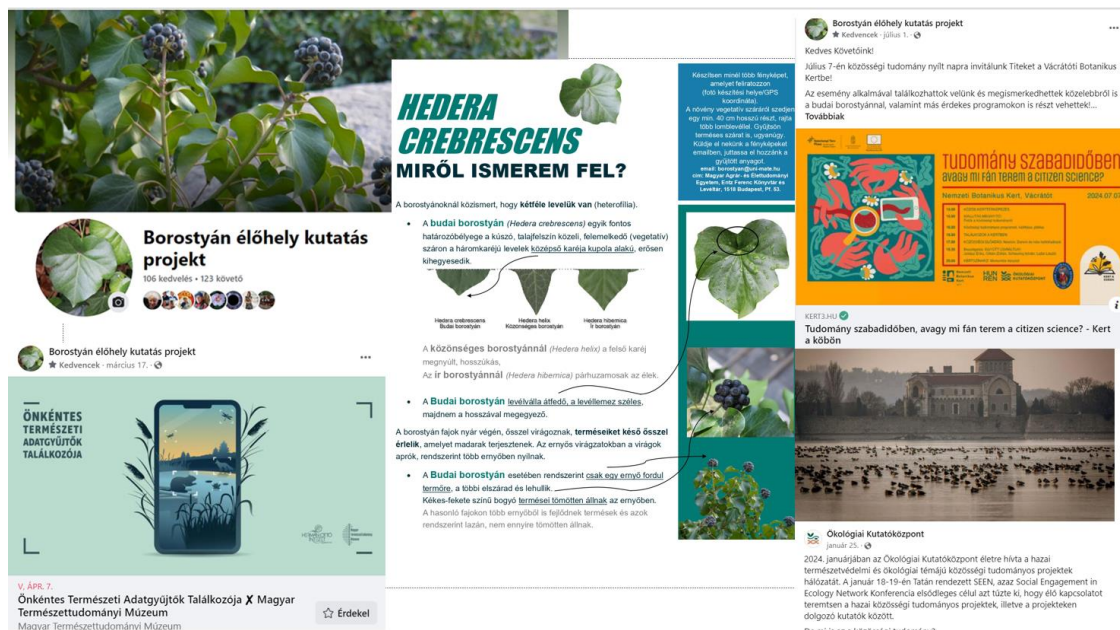
A közösségi tudomány módszerével, önkéntesek közreműködésével könnyen össze lehet gyűjteni nagy mennyiségű adatot, ezért alkalmaztuk a budai borostyán feltérképezésénél is. A gyűjtés szervezéséhez és lebonyolításához „Borostyán Élőhely Kutatás” néven létrehoztunk egy citizen science projektet a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár közreműködésével. A projekt a budai borostyán élőhelyeinek felkutatása mellett arra is keresi a választ, hogy mennyire tudják segíteni a könyvtárak az ilyen közösségi tudomány kezdeményezéseket. A projekt szakmai vezetője Dr. Höhn Mária, a keresett faj egyik leírója, a módszertani koordinátor pedig Darabosné Maczkó Beáta könyvtárigazgató, akik segítségével a projekt már két sikeres gyűjtési időszakot tud a háta mögött.

A budai borostyán termésérése a téli időszakra esik, és mivel a levelek mellett a termések morfológiája is meghatározó a faj elkülönítésében és azonosításában, a fő borostyángyűjtési időszak a téli hónapokra esik. Ezt az információterjesztés időszaka előzi meg tavasztól ősziig, hiszen a gyűjtés idejére az önkénteseknek már jól kell ismerniük a fajt.

A projekt elindításához kezdetnek el kellett készíteni egy felhívást, amelyhez fényképeket készítettünk a keresett budai borostyánról az önkéntesek tájékoztatása céljából. Az ebből készült szórólapok és a molinó a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár és Darabosné Maczkó Beáta könyvtárvezető segítségével készültek el. A projekt email címét, a könyvtár honlapján a budai borostyánnal és gyűjtésével foglalkozó fül létrehozását és egy borostyángyűjtő pont felállítását a könyvtárban is nekik köszönheti a projekt.

A következő fontos lépés a projekt Facebook oldalának létrehozása volt, amely most is aktív felület. Itt az önkéntesek és érdeklődő civilek nemcsak a faj felismerésében kaphatnak segítséget, hanem az eseményekről is tájékozódhatnak, amelyeken, ha részt vesznek közelebbről is megismerkedhetnek a keresett borostyánnal (3. ábra).

3. ábra: Összeállítás a Borostyán Élőhely Kutatás Projekt Facebook oldalán közzétett bejegyzésekből (forrás: Borostyán Élőhely Kutatás Facebook oldala)



Az önkéntesek bevonása céljából több előadást tartottunk a témában, a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltárban, valamint külső helyszínen, mint például a Csapody Vera Növénybarát Körben is. Ezeken a növény jobb megismerése érdekében friss növényanyagot is bemutatunk az érdeklődőknek.

4. ábra: A Tavaszker 2024 Dísznövény Szakkiállítás és Vásár (balra) és „Kert a köbön Tudomány szabadidőben, avagy mi fán terem a citizen science?” című eseményen érdeklődők megismerkedhettek a budai borostyánnal (forrás: Darabosné Maczkó Beáta (2024, Budapest), és Nemzeti Botanikus Kert, Vácrátót Facebook oldala (2024, Vácrátót))



A következő évben a Facebook oldal naprakészen tartása mellett közösségi tudomány találkozókra ismertettük meg az érdeklődőket a keresett borostyánnal. Erre egy memóriajátékot is készítettünk a felismerendő fajokból, amely főleg a gyerekek körében nagy sikert aratott (

4. ábra), és a sikeres kirakók a budai borostyánnal díszített nyereményeket vihettek haza (Tudományos konferenciákon a szakmabelieknek is felhívtuk a figyelmét a fajra, valamint egy nemzetközi citizen science workshopon is részt vettünk előadóként a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ rendezésében.

5. ábra). Ezen kívül előadásokat is tartottunk Egerben, a Bródy Sándor Könyvtárban és a Tavaszkeresztény 2024 Dísznövény Szakkiállítás és Vásár alkalmával önkéntesek bevonása céljából. Tudományos konferenciákon a szakmabelieknek is felhívtuk a figyelmét a fajra, valamint egy nemzetközi citizen science workshopon is részt vettünk előadóként a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ rendezésében.

5. ábra: A projektet népszerűsítő könyvjelzők, matricák és a borostyánok megkülönböztetését tanító memóriajáték kártyái (forrás: Darabosné Maczkó Beáta, (2024, Budapest))



Az önkéntesek feladata a projektben a fényképek készítése és hajtások gyűjtése. Nagyon fontos továbbá a származási hely megjelölése, hiszen ez alapján tudjuk térképre vinni az adatokat, valamint esetleg ellátogatni az adott növényhez. A helymeghatározás történhet GPS koordináta vagy Google térképi adat formájában. A fellelt borostyánról készült fényképeket a Borostyán Élőhely Kutatás projekt email címére vártuk, a 40 cm hosszú vegetatív és generatív hajtásokat (rajta érett termésekkel) pedig az Entz Ferenc Könyvtár és Levéltárban, valamint Egerben a Bródy Sándor Könyvtárban gyűjtöttük. Ugyan fényképek alapján is lehetne azonosítani a fajt, de fontos volt a hajtások gyűjtése is, mivel ezek teszik lehetővé a további

morfometriai és esetleges genetikai vizsgálatokat a fajon. A beérkezett, budai borostyánként elfogadott egyedeket térképre vittük, valamint a lehetőségek szerint a növény habitusát is lejegyeztük, ebben a Google Street View is segítségünkre volt. Ezzel azt is megnéztük, ha alkalmunk volt rá, hogy a korábbi utcafelvételek alapján legkésőbb mikor jelent meg ott az egyed.

A 2024-es évben már az emailben és személyesen beérkezett adatokon kívül az INaturalis adatbázist is felhasználtuk. Ez az alkalmazás bárki számára lehetővé teszi, hogy fényképeket feltöltve és térképre jelölve javasoljon egy azonosítást egy élőlényre, amit a többi felhasználó kijavíthat vagy elfogadhat. Több kutató és közösségi tudomány projekt gyűjt innen adatokat, a felületen belül még az adott faj gyűjtéséhez külön projektet is lehet létrehozni. Az INaturalist felületén az adatokat a budai borostyánra vagy a borostyán nemzetségre szűrve kiválogathatjuk és a valóban budai borostyánhoz tartozó egyedekről visszajelzést adhatunk az adatközlőnek (internet [13]).

3.2. A morfometriai vizsgálatok bemutatása

Mivel ránézésre a külső bélyegek alapján nehéz megkülönböztetni a borostyánokat, ezért a morfometria módszerével levélalak elemzést végeztünk. A gyűjtésből beérkezett *H. crebescens* minták leveleket feliratoztuk, lepréslünk, valamint a levelek gyűjtési helyét táblázatban rögzítettük. Az alaktani vizsgálatban *H. helix* és a *H. hibernica* mintákat is használtunk, összevetésképpen a morfológiailag és genetikailag rokon fajokkal.

A préselés után a vegetatív hajtások leveleinek levélnyelét eltávolítottuk, hogy ne zavarja a későbbi vizsgálatokat. Ezután sötétben, egyesével, rögzített távolságból, háttérfényben fotóztuk le a mintákat, hogy a levelek kontúrját jól érzékelje a program. A készítési sorrendben beszámozott képeket hozzárendeltük egy táblázatban ahhoz az egyedhez, amelyről való volt a levél, így a későbbiekben ez visszakereshető, és az egyedek változékonyságára kihegyezett vizsgálatokat is lehet majd végezni. Ezt követően az összes képről egyesével eltávolítottuk a hibákat: képszerkesztővel (Paint3D) egyesével eltávolítottuk a képszennyeződések és a maradék levélnyeleket, kiretusáltuk az esetleges lyukakat a levéllemezen, levágtuk a képek szélén a felesleges részt az elemzés meggyorsításához. Ebben a lépésben át is alakítottuk a képeket 24 bmp (bitmap) formátumba, ugyanis a program csak ebben a formátumban képes elemezni őket. Ez az előkészítés a közel 400 minta esetében összesen nagyjából 2 és fél napot vett igénybe.

A levelek varianciájának morfometriai elemzéséhez a SHAPE nevű, több szoftverből álló, digitális körvonalelemző programot használtuk (Iwata és Ukai, 2002). Mivel az első szoftverben, a ChainCoder-ben egyben, egymás után kell az összes elemezni kívánt képet átvinni, és már korábban tudtuk, hogyha valamelyik képpel probléma lép fel, akkor előről kell kezdeni, ezért meg szeretnénk volna előzni ezt a problémát. Ebből a célból először a képeket tízes csoportokra bontva végigvittük az első szoftveren (ChainCoder) és megnéztük, hogy a második szoftverben megmutatkozik-e, hogy valamelyik képet hibásnak, nem elemezhetőnek írja ki a program. Így végignéztük az összes képet és kivettük az elemezni kívánt minták közül azokat melyeket hibásnak érzékelt a program. Ezután már lefuttathattuk rá az összes szoftvert, ami így az előzetes képvizsgálásokkal együtt egy napot vett igénybe.

A válogatást követően összesen 387 levélmintát használtunk fel az elemzéshez, 378 *H. crebescens*, 6 *H. helix* és 3 *H. hibernica* mintát. A SHAPE program az elliptikus Fourier leírók segítségével bármilyen alakból képes egy kétdimenziós zárt körvonalat készíteni.

A SHAPE program első szoftvere a képelemző ChainCoder. Ebben a szoftverben egyesével vesszük végig a képeket. Előtte megadjuk, hogy az elemezni kívánt alakzatok világosak vagy sötétek-e, és hogy a képen található-e az alakzat mellett skála a levél méretének viszonyításához. Ezután kiválasztjuk az elemezni kívánt fájlokat. Innentől kezdve minden képnél az adott tevékenységeket ismételjük: először betöltjük a képet, ha van rá igény, le lehet itt is vágni, de a gyorsabb haladás érdekében már ezt korábban elvégeztük. Ezután végighaladunk az összes gombon. Először a program a kiválasztott alapszín szerint szürke árnyalatossá teszi az eredeti fényképet a „Gray Scale” ikon segítségével. Ezt követően egy hisztogramot készítünk a program segítségével, amely a szürke árnyalatok pixel-tónus változását ábrázolja és binarizált fekete-fehérré teszi a szürke árnyalatok szerint. Itt lehet a képzajt, ha szükséges csökkenteni, de mi ezt is igyekeztünk már az előkészületekben elvégezni. A szoftver táblázatos formában kiírja az általa felismert alakzat számát, emellett a méretstandardokat, a helyüket és a pixel nagyságot. Végül a szoftver elkészíti a lánc kódokat (chain code-okat), amelyek a táblázatban szereplő alakzatok körvonalát írják le. Mentés után ezeket a lépéseket a következő képnél megismételjük (Grónás, 2023).

Ha a ChainCoder-en átvittük az összes képet, az elmentett fájlt beolvassuk a Chc2Nef szoftverbe. Ez készíti el az EFD-ket vagyis a lánc kódokkal leírt levélkörvonalak elliptikus Fourier leíróit. A programot olyan alapbeállításon (maximum 20 harmonikus) használtuk, hogy el tudjuk forgatni az alakzatokat. Forgatni a leghosszabb sugár beállításával lehet. A leveleket úgy forgatjuk, hogy a középső karéj csúcsai egy pontban legyenek, amit a segédvonalak

könnyítenek meg. Ebben a programban is végigmegyünk az összes képen és a végtermék fájta a következő szoftverben használjuk tovább (Benke, 2014; Grónás, 2023; Iwata, 2006).

A PrinComp az utolsó szoftver, melyet a SHAPE programból használunk. Először elvégezzük a koefficiensek elemzését, az aszimmetrikust és a szimmetrikust egyben az összes opció kijelölésével. Ezután a főkomponens elemzés következik. Itt az analízis információ, a szórás, az elliptikus Fourier koefficiensek átlaga információkat használjuk. Ezen kívül még nagyon fontosak a főkomponensek, valamint százalékosan a levél formájának alakulására gyakorolt hatásaik. A szoftver az egyedekhez kapcsolódó főkomponens értékeket is kiszámítja és ábrázolja, hogy a levél adott irányú változása melyik főkomponenshez tartozik. Ezt minden főkomponensnél az átlag levél ábrázolásával, valamint a plusz és mínusz kétszeres szórásának kíséretében teszi meg. A kinyert adatokat a Past programban (Hammer et al., 2001) elemezzük tovább (Grónás, 2023).

4. Eredmények és értékelésük

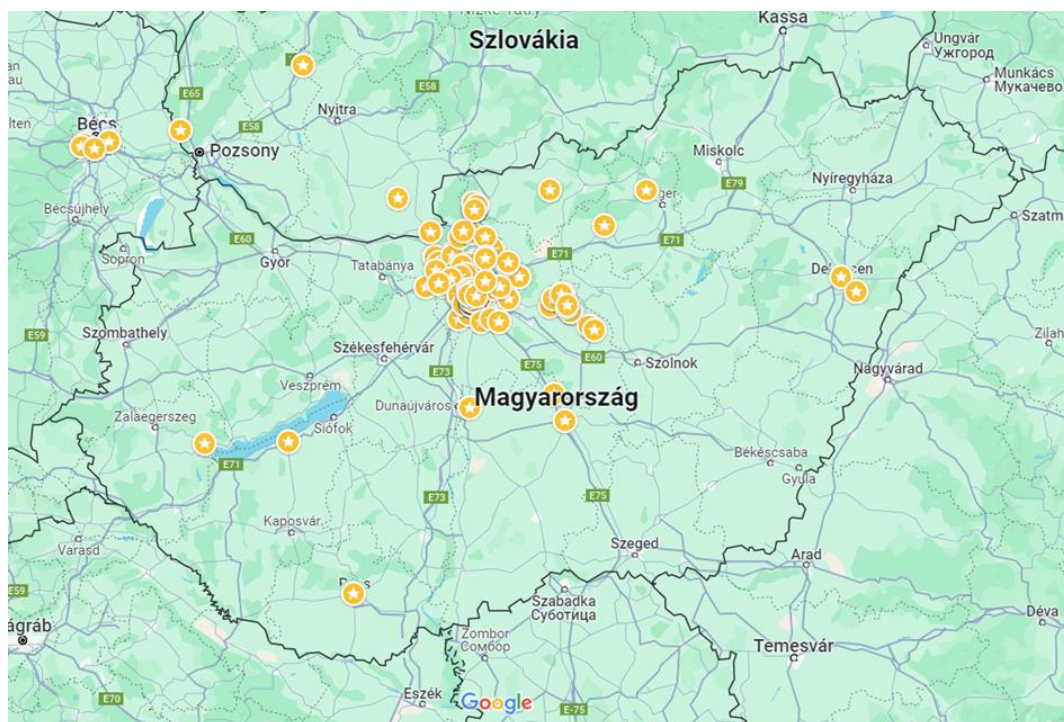
4.1. A Citizen science adatgyűjtés eredményei

A projekt eddig két év eredményeivel szolgálhat. Az 1. gyűjtési évben, ami 2022 őszétől 2023 tavaszáig tartott, 200 fölötti adat érkezett, ezekből 147 budai borostyán került fel a térképre külső bélyegek alapján. Ennek 42%-a, vagyis 61 egyed Budapestről érkezett. A többi adatot túlnyomó többségben Pest vármegyéből küldték, de néhány Komárom-Esztergom és Bács-Kiskun vármegyéből is jött. Külföldről, Szlovákiából is küldtek adatot, Nagyölvéd településen is találtak budai borostyánt (Grónás, 2023; Höhn et al., 2024).

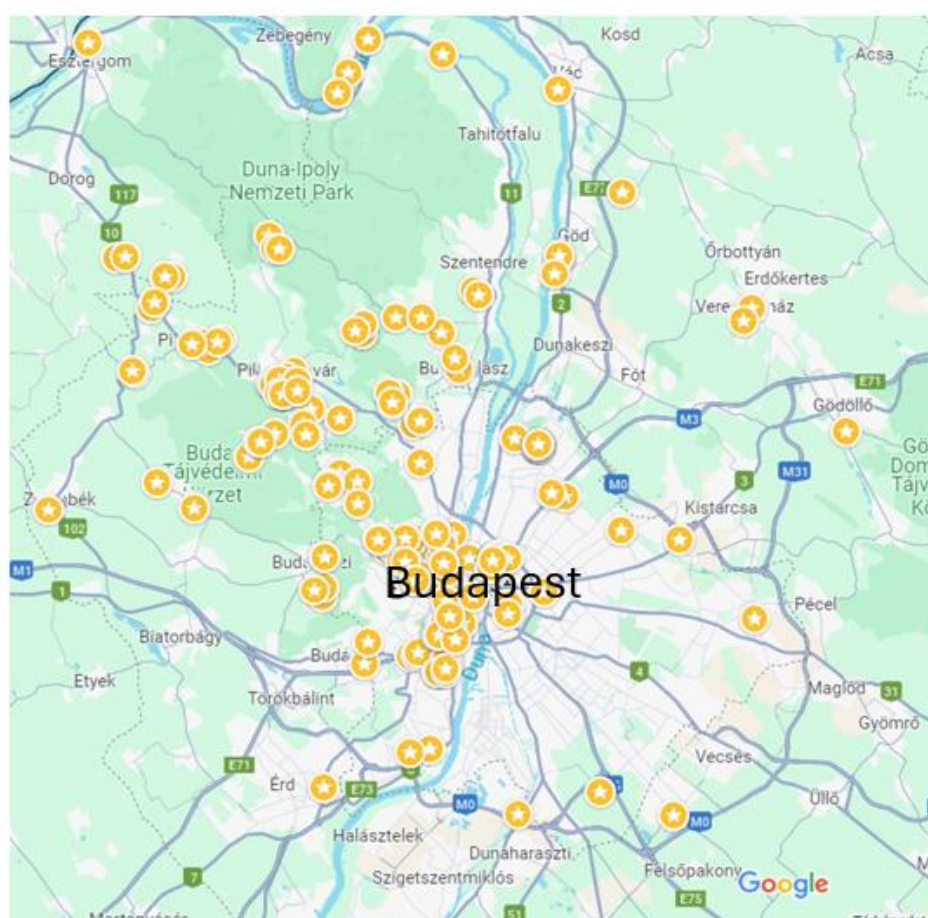
A talált egyedeket a lehetőségek szerint megpróbáltuk visszakövetni, hogy mióta nőnek az adott helyen. Erre a Google Street View utcafelvételeit használtuk fel, hogy a talált egyedeket visszakövethessük, mióta találhatók az adott helyen. A korábbi képek segítségével meg tudtuk nézni, azt is, hogy az évek során hogyan fejlődött a növény. Az utcaképek segítségével készült legkorábbi információ 2009-ből származott, amikorról még csak három, Budapestről származó borostyánt véltünk felismerni. A következő felvételeken, amelyek 2011-ből származnak, már 31 egyedet tudtunk azonosítani. Ezután 2012-ből még 36 budai borostyánt találtunk a felvételek között, majd a 2013-ban készült utcaképeken további 8 egyedet tudunk azonosítani. 2014-ből három budai borostyánt találtunk a Google Street View segítségével. Egyes borostyánokat 2019-től tudtuk nyomon követni, mivel nem állt rendelkezésünkre az adott helyről felvétel. Ezekon kívül saját adatok alapján 2003-ig tudtunk visszavezetni két budai borostyán egyedet (Grónás, 2023; Höhn et al., 2024).

A 2. gyűjtési évben, ami 2023 őszétől 2024 tavaszáig tartott, összesen több mint 350 borostyán-adat gyűlt össze a projekt során. A 2023-2024-es évben az adatokat már az iNaturalist alkalmazás segítségével is gyűjtöttük. Itt is, mint az 1. évben, Budapestről és Pest vármegyéből érkezett a legtöbb adat. A 2. év után az összes budai borostyánként elfogadott egyed felét Budapesten találták (7. ábra). A 2. évben azonban több más vármegyéből is érkeztek már adatok: Bács-Kiskun, Hajdú-Bihar, Heves és Nógrád vármegyében találtak az önkéntesek budai borostyánt, de a Balaton körüli településekről is érkeztek adatok. Magyarországon kívülről Ausztriában, Bécsben, a városban és környékén, valamint Szlovákiában találtunk az iNaturalist segítségével budai borostyán egyedeket (6. ábra). További két adat érkezett még Nyugat-Franciaországból is (Höhn et al., 2024; "iNaturalist," 2024).

6. ábra: A *Hedera crebrescens* egyedek elterjedése a Kárpát-medencében (forrás: saját ábra)



7. ábra: *Hedera crebrescens* egyedek előfordulása Budapesten és környékén (forrás: saját ábra)



Budai borostyán egyedeket Magyarországon 52 településekről azonosítottunk a projekt két éve során (

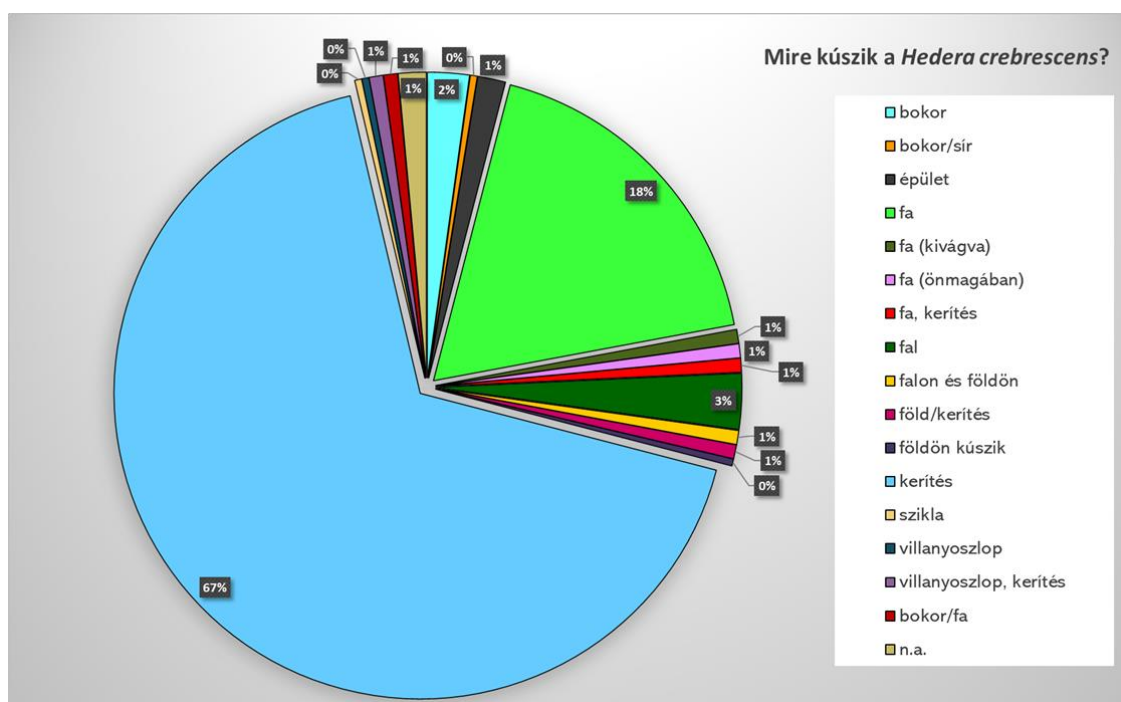
1. táblázat). Balatonszemes, Bátor, Budajenő településekről egyet-egyet, Budakalászáról kettőt, Budakesziről hetet, Budaörsről pedig szintén kettő budai borostyánt azonosítottunk. Budapestről érkezett a legtöbb, vagyis 135 adat. Csobánkán négy, Debrecenben és Diósjenőn kettő-kettő. Dunabogdány, Érd és Esztergom településeken pedig egy-egy budai borostyán adatot jegyeztünk fel. Farmoson megint kettőt, Gödön pedig négy egyedet találtunk. Gödöllő, Gyál, Gyöngyös, Hévíz, Hollókő és Kecskemét településekről mindenhol egy budai borostyán adat érkezett. Kókán kettőt találtunk, valamint Kunszentmiklóson és Lajosmizsén megint egy-egy adatot rögzítettünk. Leányvárról két adat érkezett, Nagykátáról három, Nagykovácsiból öt, míg Nagymaroson három, Nógrádban pedig öt adatot fogadtunk el. Pilisborosjenőről négy, Piliscsabáról három, Piliscsévéről kettő, Pilisjászfaluról pedig megint három adat érkezett be. Pilisvörösvárról és Pilisszentivánról érkezett be Budapesten kívül a legtöbb adat, itt településenként nyolc-nyolc budai borostyánt regisztráltunk. Pilisszentkeresztről és Pomázról három adat származik, míg Solymárról 5 budai borostyán találat érkezett. Szalkszentmártonon egy, Szentendrén négy, Szentmártonkátán pedig kettő *H. crebescens* egyedet ismerünk. Míg Szigetszentmiklóson és Sződön településenként egy budai borostyánt találtunk, addig Tápiószecsőn és Tápiószelén már településenként kettőt vehettünk fel a térképre. Telkin egy, Tinnyén kettő, Tóalmáson öt, Ürömön továbbá három egyedet találtunk. Vác, Veresegyház, Zsámbék településekről egy, kettő és megint egy budai borostyánt tudtunk feljegyezni. Az év összesítését követően az alábbi külföldi helyeken is tudunk már a budai borostyánról: Ausztriából Bécsben találtunk négy egyedet is, Szlovákiában pedig Nagyölveden, valamint Pöstyén és Stomfa városokban egy-egy budai borostyánt találtunk. Les Brandières és Nantes településekről, Franciaországból is küldtek településenként egy adatot (Höhn et al., 2024).

1. táblázat: A *Hedera crebrescens* egyedek településeken való előfordulása (forrás: saját táblázat)

Település	egyed (db)	Település	egyed (db)
Ausztria, Bécs	4	Nagymaros	3
Balatonszemes	1	Nagyölvéd, Szlovákia	1
Bátor	1	Nantes, Franciaország	1
Budajenő	1	Nógrád	5
Budakalász	2	Pilisborosjenő	4
Budakeszi	7	Piliscsaba	5
Budaörs	2	Piliscsév	2
Budapest	135	Pilisjászfalu	3
Csobánka	4	Pilisvörösvár	8
Debrecen	2	Pilisszentiván	8
Diósjenő	2	Pilisszentkereszt	3
Dunabogdány	1	Pomáz	3
Érd	1	Solymár	5
Esztergom	1	Szalkszentmárton	1
Farmos	2	Szentendre	4
Göd	4	Szentmártonkáta	2
Gödöllő	1	Szigetszentmiklós	1
Gyál	1	Szlovákia, Pöstyén	1
Gyöngyös	1	Szlovákia, Stomfa	1
Hévíz	1	Sződ	1
Hollókő	1	Tápiószecső	2
Kecskemét	1	Tápiósele	2
Kóka	2	Telki	1
Kunszentmiklós	1	Tinnye	2
La Haie-Fouassiere, Les Brandieres, Fr.	1	Tóalmás	5
Lajosmizse	1	Üröm	3
Leányvár	2	Vác	1
Nagykáta	3	Veresegyház	2
Nagykovács	5	Zsámbék	1

A kutatás két évében a beérkezett adatok közül összesen 272-t fogadtunk el budai borostyánként. Az egyedek előfordulását vizsgálva megállapítható volt, hogy azok többsége kerítéseken kúszik, a gyűjtés legnagyobb részben továbbra is lakott területeken történt. A keresett borostyán gyakran más invazív növényfajok mellett talál magának életteret, vasúti területeken, vasútvonalak mentén, valamint ruderalis társulásokban. Ezen kívül temetőken is gyakorta megjelenik, ahol a gondozatlan sírokon előszeretettel telepszik meg és idővel teljesen beborítja azokat. Ebből is látszik, hogy a budai borostyán a természetben és lakókörnyezetben egyaránt képes életteret találni magának, s ez más fajok kiszorításával is járhat (Höhn et al., 2024).

8. ábra: A beérkezett *H. crebrescens* egyedek megoszlása támaszték alapján (forrás: saját ábra)



A gyűjtött egyedek 67%-a, vagyis összesen 183 egyed kerítéseket használ támasztéknak, 19%-a, vagyis 51 egyed pedig fákra kúszik (8. ábra). A fákon kapaszkodó budai borostyánok legnagyobb részben az INaturalist adatokból származnak, a projekt email címére beérkezett adatok túlnyomórészt lakott településről érkeztek, többségükben kerítéseken található egyedekről. Az általunk elfogadott budai borostyánok 5%-ban épületekre kapaszkodnak, falakat borítanak be. Három esetben a ház falát több emelet magasságban beborító borostyánnal is találkozhattunk. A keresett borostyán jellegzetessége az is, hogy önmagában is képes bokor alakot kialakítani mesterséges nevelés nélkül, ez a gyűjtésben az egyedek nagyjából 3%-ára vonatkozott, ez így a negyedik leggyakoribb forma (9. ábra). A borostyánok ezen kívül földön kúsznak (három azonosított budai borostyán), villanyoszlopra kapaszkodnak (3 egyed) vagy sírokat borítanak be (egy ilyen növényt találtunk). Ezen kívül 4 borostyánról nincs információnk arra vonatkozóan, hogy mire kapaszkodik fel (Höhn et al., 2024; “INaturalist,” 2024; “met,” 2024).

9. ábra: A négy leggyakoribb *H. crebescens* támaszték: A) épületek fala, B) fák, C) kerítések, D) önmagában bokor habitus kialakítás (forrás: saját képek)



A gyűjtés során olyan növényvel is találkoztunk, amely a jellegzetes bélyegei mellett egyes hajtásain több ernyőt is képes volt beérlelni. Ezek a növények a főernyőn kívül nagyrészt csak két ernyőt voltak képesek beérlelni, és sokszor azokban hiányos volt a megtermékenyülés. A 2022/2023-as és a 2023/2024-es telek 1901-óta a met (Magyar Meteorológiai Szolgáltató) adatai szerint a legenyhébb telekként vannak számontartva Magyarországon. Vélhetően ez szolgálhat magyarázatul a több ernyő beérésére is (internet[14]).

4.2. A morfometriai eredmények bemutatása

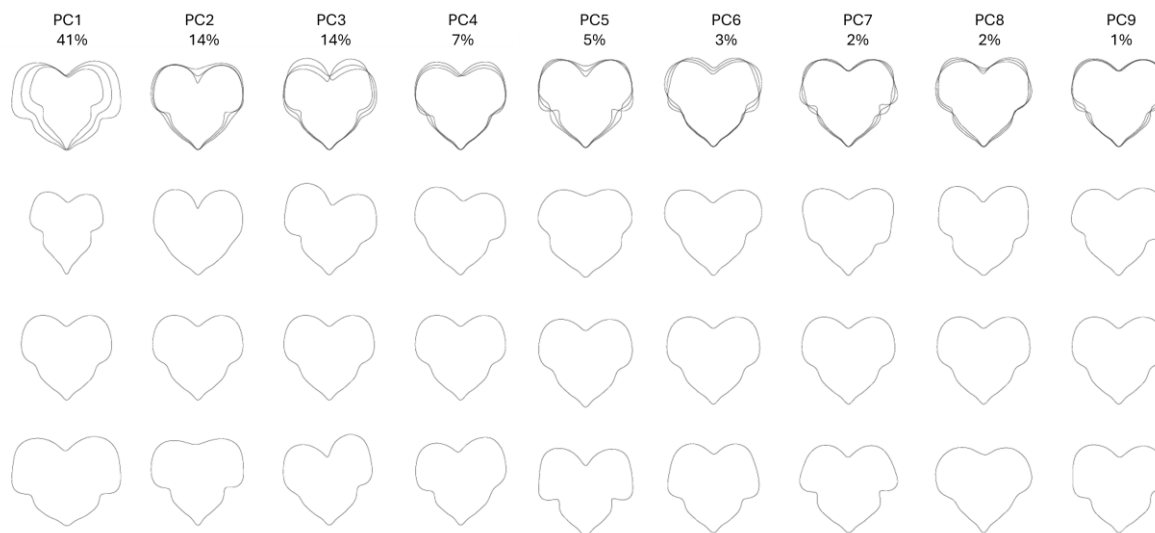
A SHAPE (Iwata és Ukai, 2002) program PrinComp szoftvere segítségével 20 harmonikussal való főkomponens elemzést végeztünk. A 80 meghatározott főkomponensből 9 mutatkozott szignifikánsnak ($p < 0.01$). A kilenc főkomponens sajátértékeinek és a variabilitásának megoszlását a 2. táblázat: A 9 szignifikáns főkomponens sajátértéke és a variabilitás magyarázatát adó %-os értéke a kontúrelemzés alapján (forrás: saját táblázat) mutatja. Az első 9 főkomponens a 3 vizsgált borostyánfaj levelei között a morfológiai különbségek 91%-ára magyarázattal szolgál.

2. táblázat: A 9 szignifikáns főkomponens sajátértéke és a variabilitás magyarázatát adó %-os értéke a kontúrelemzés alapján (forrás: saját táblázat)

Főkomponens	Sajátérték	Részarány (%)	Halmazott részarány (%)
PC1	1,01E-02	41,3151	41,3151
PC2	3,53E-03	14,463	55,7781
PC3	3,41E-03	13,9505	69,7286
PC4	1,83E-03	7,4791	77,2078
PC5	1,18E-03	4,8413	82,049
PC6	8,19E-04	3,3513	85,4004
PC7	5,74E-04	2,3475	87,7478
PC8	4,94E-04	2,0225	89,7703
PC9	3,08E-04	1,2592	91,0295

Az egyes főkomponensek a levelek közötti különbségeket vizsgálják eltérő helyeken, figyelve a minták közötti eltéréseket (10. ábra). A PC1 a levelek szélességét vizsgálta a hosszúságukhoz viszonyítva. Ez a főkomponens a különbségek több mint 41%-ára magyarázatot adott. A PC2 a karéjok közötti bemélyedést és a levélvállat figyeli. A két véglet, a szív alakú levél erősen benyúló levélvállal, míg a másik, amikor a három karéj erősen elkülönül, de a levélváll nem mélyed be. A különbségek több mint 14%-ára magyarázatot tud adni. A PC3 az oldalsó karéjok felemásságát és kiemelkedését vizsgálja, a különbségek közel 14%-át tudtuk ezzel magyarázni. A PC4 több mint 7%-ban magyarázza a különbségeket, az oldalsó karéjok féloldalasságát, míg a PC5 közel 5%-ban magyarázza a változékonyságot, az oldalsó karéjok csúcsosságát és a levélváll bemélyedését figyeli. A PC6 az oldalsó karéjokat vizsgálja abból a szempontból, hogy azok merre állnak, illetve milyen mély a levélváll. A minták közötti különbségek több mint 3%-ára magyarázattal szolgálnak. A PC7 szintén hasonló szempontokat vizsgál, de a levélvállat nem veszi figyelembe. Ez a főkomponens több mint 2%-ban magyarázza az eltéréseket. A PC8 a szintén több mint 2% variabilitásra szolgál magyarázatul, a karéjok gömbölydedségét vizsgálja. A PC9 már csak közel 1%-ban magyarázza a minták közötti változatosságot, az oldalsó karéjok felemásságát vizsgálja.

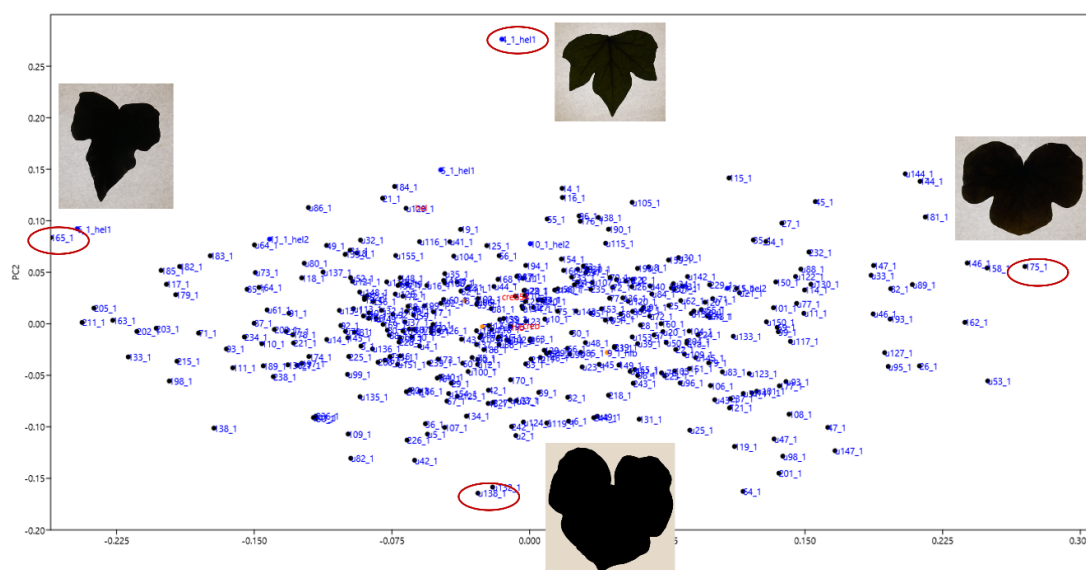
10. ábra: A 9 szignifikáns főkomponens kontúrelemzése ábrázolva. Az oszlopok egy főkomponensre vonatkoznak, az első sor a három kontúr egymásra helyezését ábrázolja. A kontúrok a főkomponens kétszeres negatív (2. sor) és kétszeres pozitív (4. sor) szórását és az főkomponensek átlagát (3.sor) ábrázolják (forrás: saját ábra a SHAPE programból)



A kapott főkomponens értékekkel a PAST programban klaszteranalízist végeztünk. Euklidészi távolság alapján számolt UPGMA dendrogramon az előzetes vizsgálathoz hasonlóan (Grónás, 2023) a fajok nem különültek el. Míg korábban a kisebb mintaszámból készült vizsgálatban két *H. helix* levél külön csoportot alkotott és három *H. crebescens* levél jól elkülönült a többitől, addig a bővített mintakészletből végzett morфомetriai vizsgálatoknál csak egy *H. helix* (4es számú minta a hel.1 egyedről). A *H. crebescens* minták közé *H. hibernica* és *H. helix* minták is ékelődnek. Ezek mindig egyedülként ékelődnek be a *H. crebescens* minták közé, távol helyezkednek el a fajukhoz tartozó többi mintától. Így a vizsgált értékkészletben a 3 morfortípus nem elkülöníthető el egyértelműen.

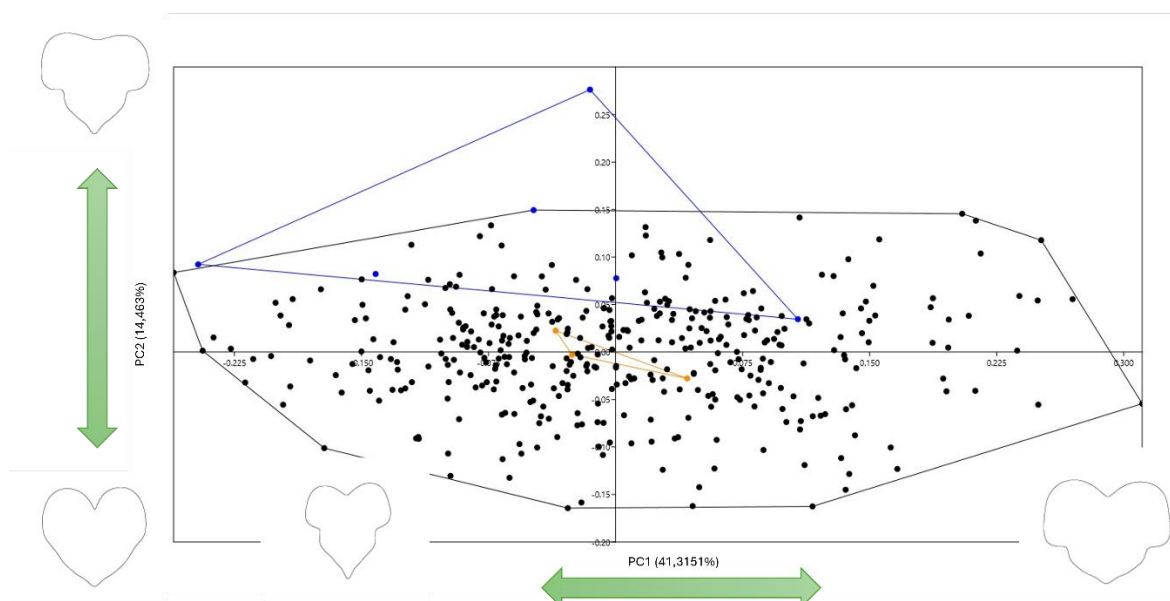
Az első és második főkomponens alapján készült szórásdiagramon az előzetes vizsgálathoz hasonlóan (Grónás, 2023) a *H. hibernica* minták nem különíthetők el a *H. crebescens* mintáktól, beépülnek közéjük. A szórásdiagrammon a *H. helix*ek különválaszthatók a többi mintától. Az első főkomponens (PC1) szélsőértékei negatív irányba a 165-ös számú, míg pozitív irányba a 175-ös *H. crebescens* minták. A második főkomponens (PC2) szélsőértéke negatív irányba az u138-as *H. crebescens* minta, pozitív irányba pedig a 4-es számú *H. helix* minta (11. ábra). Mindkét főkomponens szélsőértéke pozitív irányba megegyezik az előzetes vizsgálat (Grónás, 2023) pozitív szélsőértékeivel.

11. ábra: A szélsőértékek elhelyezkedése a szórásdiagrammon és levélalakjuk (forrás: saját ábra a Past program használatával)



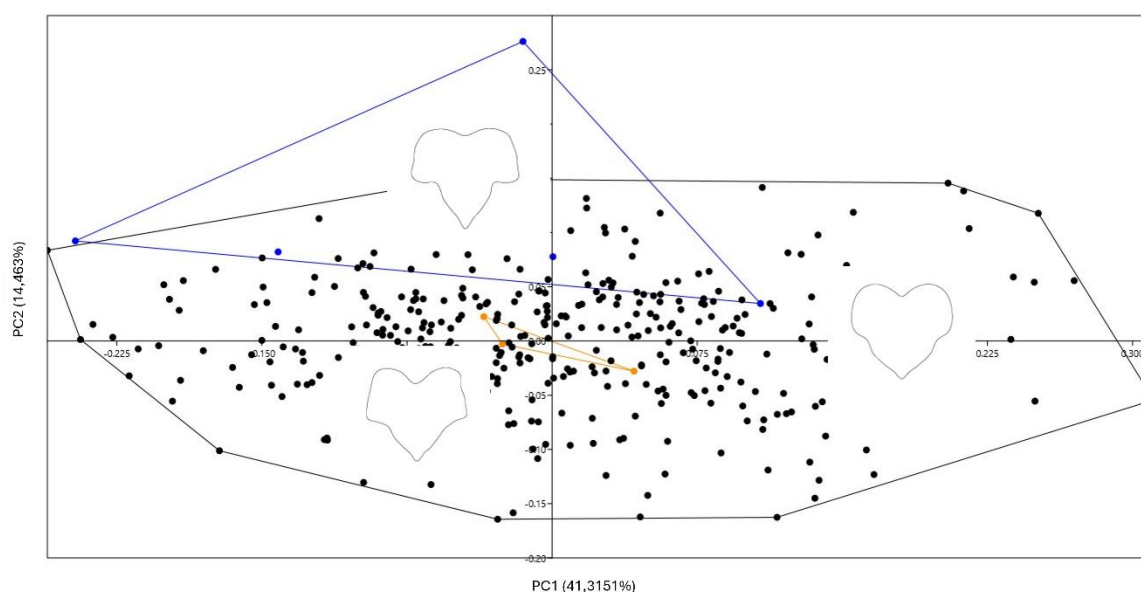
Az első főkomponensnél, amely a variabilitás közel 41%-ára ad magyarázatot, az adott minta minél inkább negatív irányban helyezkedik el, annál inkább keskenyebb a levél, míg pozitív irányba haladva a levéllemez a hosszához viszonyítva szélesedik. A második főkomponens a különbségek több mint 14%-át magyarázza. Negatív irányba haladva a minták inkább szívalakúak, a karéjok nem rajzolódnak ki, pozitív irányba viszont a mintákon a karéjok elkülönülnek (12. ábra).

12. ábra: A minták alakjának változása a szórásdiagrammon való elhelyezkedés szerint (forrás: saját ábra a Past program használatával)



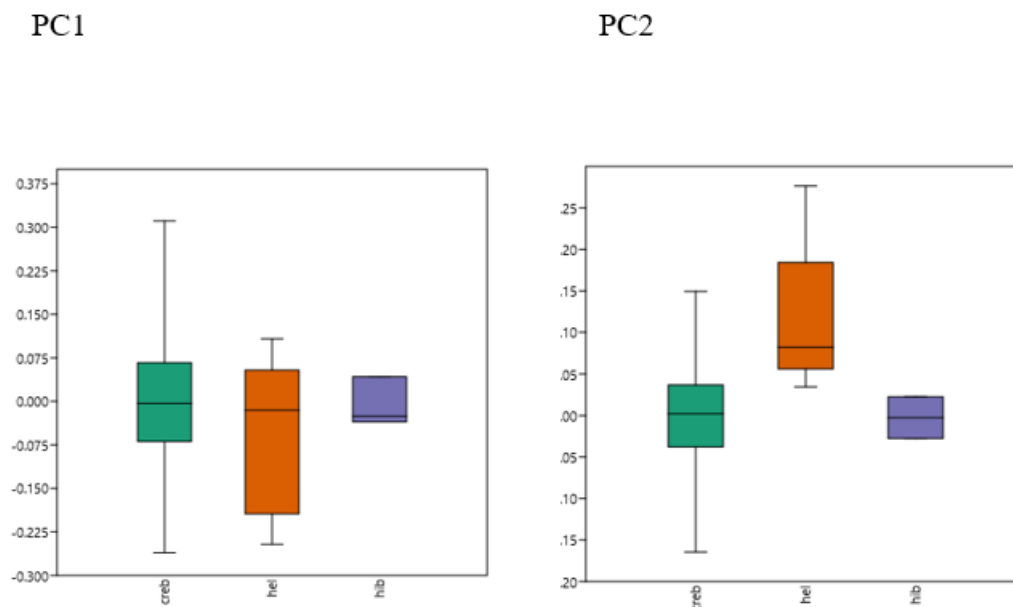
A körvonelelemzést A SHAPE programban fajokra külön is lefuttattuk a *H. helix* és a *H. hibernica* esetén az átlagos levélalak miatt. A *H. crebrescens* átlagos levélalakjának az eredeti körvonelelemzésből kapott alakot használtuk, mivel az elemzés értékkészletében a *H. crebrescens* minták olyannyira túlsúlyban voltak, hogy a másik két faj nem befolyásolta a kirajzolódott levélalakot. A fajokra jellemző átlaglevélalakokat a szórásvázlagra hozzárendeltük az adott fajhoz (13. ábra).

13. ábra: A *H. helix*, *H. hibernica* és *H. crebrescens* minták átlagos levélalakja és a minták szórásvázlagon való elhelyezkedése (forrás: saját ábra a Past program használatával)



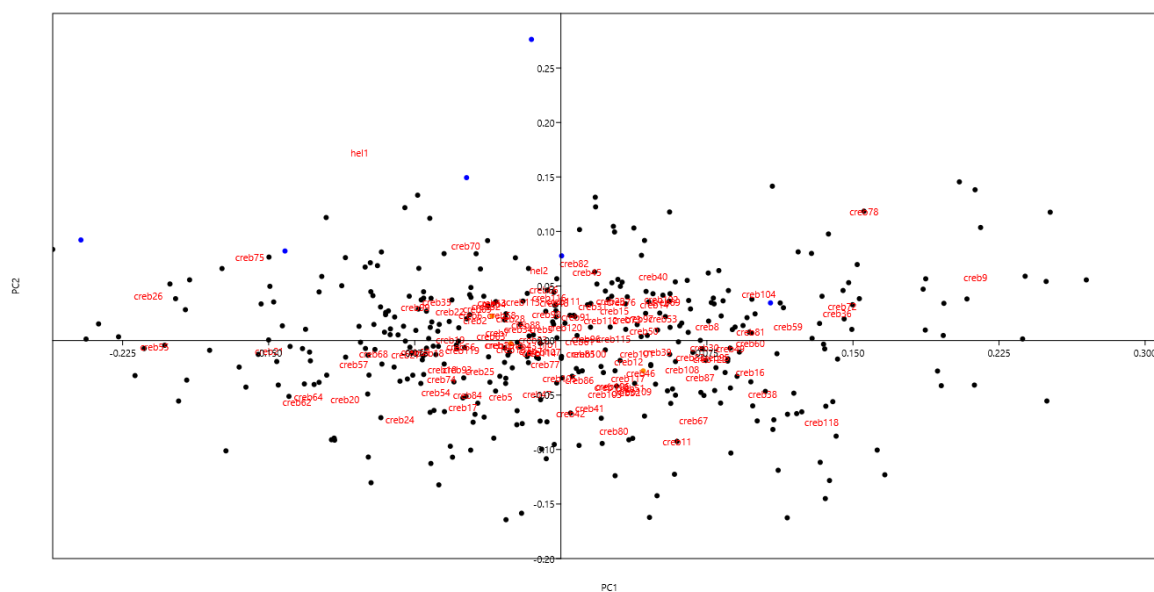
A szórásvázlat és a boxplot ábrák (14. ábra) alapján az első főkomponens értékei között nincs szignifikáns különbség. A PC2-re készített boxplot ábrán azonban a *H. crebrescens* és a *H. hibernica* mintáktól a *H. helix* minták értékei szignifikánsan elkülönülnek. Ez az előzetes vizsgálatnál (Grónás, 2023) is így történt. Mivel a PC2 főkomponens a levelek karéjainak elkülönülését vizsgálja, így az értékkészletünkben lévő *H. helix* minták ebben a tulajdonságukban különböznek elsődlegesen a másik két faj mintáitól.

14. ábra: A PC1 és PC2 főkomponensek alapján készült boxplotok. A PC1-ben a fajok között nincs szignifikáns különbség. A PC2 alapján készített boxploton a *H. helix* értékei szignifikánsan eltérnek a másik két faj értékeitől (forrás: saját ábra a Past program segítségével)



A mintákat abból a szempontból is csoportosítottuk, hogy melyik egyedről származtak. Összesen 122 egyedről 1-5 mintát használtunk fel azok minőségétől függően. Ezek nem tömörülnek elkülöníthető csoportokba, eloszlásukat a szórásvázlaton az 15. ábra szemlélteti.

15. ábra: A minták egyedek szerint sem alkotnak elkülöníthető csoportokat (forrás: saját ábra a Past program használatával)



5. Következtetések és javaslatok

5.1 A Citizen science módszer értékelése

A közösségi tudomány módszere nagyon hatékony módszer lehet, de ahhoz, hogy a projekt működjön a szervezőknek nagyon sok energiát kell befektetni és ez a munka folyamatos kell legyen. Az is megfigyelhető, hogy nagyon függ attól, hogy milyen élőlényt kell keresnie az önkénteseknek: az állatok keresésére szerveződő projektek még úgy is népszerűbbek, hogy nehezebb őket megtalálni, hiszen folyamatosan helyet változtatnak. Ezen kívül a szerencse is közrejátszik, hogy megtalálja-e a projekt azt a kört, akik érdekeltek a gyűjtésben.

A budai borostyánnál az is nehézség, hogy télen van a gyűjtési időszaka, amikor az emberek amúgy is igyekeznek minél kevesebbet kint lenni a hidegben, de az is probléma, hogy a kertészeti vagy közösségi tudományos események is a tavaszi időszakban kerülnek megrendezésre, amikor nagyobb is az érdeklődés az ilyen témák iránt. Hiába érdeklődnek akkor a projekt iránt, ha a gyűjtési időszakig elfeledkeznek róla, ezért még azok nagy része is, akik tudnak a gyűjtésről és találkoztak már a növényvel, nem juttatják el az adatokat.

Egyes projekteknek az a stratégiája, hogy az adott nemzetségből mindegyik fajról várnak adatokat, és abból válogatják ki a számukra érdekes fajokat, például az invazívokat. Ez könnyebbség az önkénteseknek, hiszen egyes nemzetségekben nehéz elkülöníteni a fajokat, de a nemzetség szintjéig könnyű beazonosítani az élőlényt. A budai borostyánnál ez a módszer sem működhet: ugyan valóban nehéz megkülönböztetni a fajokat, de ha minden borostyánt elfogadnánk, akkor olyan nagy százalékban kapnánk a mindenhol előforduló közönséges borostyán adatokat, hogy nagyon nehéz lenne kiszűrni és feldolgozni a budai borostyánokat, és a nagy borostyángyűjtésben el is terelődne róla a hangsúly.

Még azt emelném ki, hogy a sok energia befektetéshez sok szervező is kell, akinek van ideje rá. Három szervezőnek, akik közül mindenki még mással is foglalkozik, elég nehéz egy projektet fenntartani. A marketing tevékenység például igényelne legalább egy olyan szervezőt, aki csak ezzel foglalkozik. Illetve a projekteknek idő kell, nem fognak rögtön nagyon jól működni.

Mindazonáltal, az energiabefektetés és az információk terjesztése meghozta a várt eredményt, a második évben sokkal több önkéntestől érkezett adat.

5.2 A citizen science eredmények értékelése

A budai borostyán térképezése és előfordulásának vizsgálata rámutatott arra, hogy a faj rendkívül elterjedt Budapesten, és megállapítható, hogy a nagyvárosi környezetet jól viseli, az egyedek rendkívül életképesek. Néhány öreg egyed felfedezése arra is utal, hogy a faj megtelepedése a fővárosban több évtizedre nyúlik vissza. Munkánk során 2003-ból azonosítottuk a legrégebbi egyedeket, de vélhetően a faj jóval korábban már megtalálható volt a fővárosban és környékén. Bényeiné Himmer Márta a faj kutatása kapcsán felkereste a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárát, ahol a herbárium lapok vizsgálata során több *H. crebescens* típusú egyedet talált, melyek a XX század első felének gyűjtéseiből származtak.

Összesen 272 budai borostyán egyedet azonosítottunk, amelyek közül a legtöbb kerítéseken, falakon nőtt, fán növvő példánnyal ritkábban találkoztunk. Mindez azt bizonyítja, hogy a faj a honos borostyánnal ellentétben az antropogén területeket hódította meg elsődlegesen.

A vidéki adatok alapján körvonalazódnak egyes földrajzi térségek, ahol az egyedek nagyobb számban fellelhetők, máshonnan pedig hiányoznak. Azonban az adatgyűjtés egyenetlensége miatt nem jelenthető ki, hogy vannak kevésbé kolonizált régiók az országban. Ez további kutatást igényel.

A faj eredetére, származására vonatkozóan eddig nem sikerült bizonyítékot találni, de a mi mintagyűjtésünk tovább erősíti azt a korábbi felvetést, hogy a budai borostyán egy kertből kiszabadult kultúr vagy félkultúr taxon. Bár jelenleg inkább az urbánus környezetben található, az erdők és természetközeli élőhelyek kolonizálása is előrevetíthető. A faj eredetét csak a *Hedera* nemzetség areáját lefedő, átfogó filogeográfiai filogenetikai kutatások révén lehetne megfejtetni.

A Borostyán élőhely kutatás projekt tudomásunk szerint az első borostyánok elterjedésével foglalkozó Citizen science projekt és Magyarországon egy a kevés közösségi tudomány projekt közül, ami könyvtárral működik közre. Projektünk két éve alatt majdnem 300 *Hedera crebescens* egyedet sikerült feltérképeznünk. Ez mennyiségben kedvező, még feldolgozható, ugyanakkor nem is kevés, de a „találatok” eloszlása nagyon az ország közepére csoportosul.

A második évi gyűjtésnél ugyan érkeztek messzebből is, még külföldről is adatok, azonban továbbra is Budapest és Pest vármegye térségéből kerül ki a legtöbb egyed. Továbbra is cél lenne a jövőben az, hogy jobban elterjesszük a projektet, hogy máshonnan is érkezzen adat. A magyarországi terjesztésre a könyvtárak hálózatát, citizen science találkozókát és

növényvásárokat használnánk. Nemzetközi szinten cél a projektfelhívás angol nyelven való elkészítése és terjesztése.

Minden évben több gyűjtőre számítunk, ugyanakkor a projekt még csak kezdeti stádiumban van, és már most is látszik, hogy a sok energia és időbefektetés hatására a gyűjtők száma évente nő. Az információterjesztésre és marketingre még több hangsúlyt kéne fektetni, például a projekt népszerűsítése az egyetemi hallgatók körében további fejlesztést igényelne.

5.3 A morfometria módszerének értékelése

A digitális morfometriai programok nagyon meggyorsítják a vizsgálatokat, lényegesen kényelmesebb a használatuk, mintha kézzel kellene mérni a mintákat és a programok sokkal érzékenyebbek és kisebb különbségeket is képesek kimutatni. Ugyanakkor az általunk használt SHAPE program nem minden esetben működik úgy, ahogy kellene, és ezzel az elemzést sokkal hosszabbá teszi. A hibajelzéseket nem tartalmazza a használati utasítás, így csak kísérletezni lehet, hogy miért nem működött éppen. A tapasztalat sokat segít a használatában, sok időt lehet vele nyerni, ha tudjuk, mitől nem működhet. Arra, hogy mi a gond a képekkel, amelyek nem futottak át rajta, a program második használata után sem tudok magyarázatot adni. Ha azonban a kezdeti nehézségeken túljutottunk, nagyon hasznos eredményekhez juthatunk hozzá.

5.4 A morfometriai vizsgálatok eredményének értékelése

A levél morfometria módszerével az általunk használt értékkészlet alapján a *H. crebescens*-t a hozzá hasonló fajoktól nem lehet egyértelműen megkülönböztetni. A kontúrelemzéssel végzett morfometriai eredmény alapján megállapítható, hogy a vizsgált borostyánfajok levelei nagy variabilitást mutatnak, az egyes taxonok között nagymértékű átmenet mutatható ki. További, különböző taxonokhoz tartozó egyedek összehasonlító elemzése, valamint a termések összehasonlító morfometriai vizsgálata elvezethet a tisztánlátáshoz.

Arra is gondoltunk, hogy érdemes lehet olyan programot használni, amelyik a levelek nagyságát is figyelembe tudja venni a borostyánoknál. Mivel a *H. crebescens* sokszor levélméretben is különbözik, egy ilyen elemzés akár képes lenne elkülöníteni a fajokat.

6. Összefoglalás

Jelen munkánk célja a *Hedera crebescens* Bényei-Höhn vagy magyar nevén budai borostyán, mint invázióra hajlamos faj elterjedésének feltérképezése volt citizen science, azaz a közösségi tudomány módszerével, önkéntes civilek segítségével. A faj fontos bélyegei között említették a leírók a vegetatív hajtás leveleinek jellegzetes alakját, ezért a begyűjtött egyedek térképi rögzítése mellett a vegetatív hajtásokról vett levélminták morfometriai összehasonlító elemzését végeztük el.

A 2017-ben leírt faj a globális klímaváltozás hatásait kihasználva kiszorítja az őshonos növényeket élőhelyükről, így a honos közönséges borostyánt is. Mivel nemrég felfedezett fajról van szó, több információra lenne szükségünk viselkedésének és terjedésének jellemzéséhez. A gyűjtött minták segítségével morfometriai vizsgálatokat végeztünk a faj variabilitásának áttekintésére és összehasonlítás céljából más borostyán fajok leveleit is bevontuk a vizsgálatba, így a *Hedera helix* és a *Hedera hibernica* leveleit.

A citizen science módszer az önkéntesek bevonásával nagy mennyiségű adat rövid időn belüli összegyűjtését teszi lehetővé. A manapság egyre népszerűbb módszerből a kutatókon kívül az önkéntesek is profitálnak, hiszen betekintést nyerhetnek a tudományos kutatások világába, ahonnan tudással gazdagodhatnak és a projekt résztvevőjeként aktívan állhatnak a tudomány szolgálatába és ezáltal tehetnek környezetük megőrzéséért.

A közösségi tudomány projekteket gyakran használják inváziós fajok terjedésének térképezéséhez, ezért a budai borostyán felkutatására is alkalmas. Két éve, 2022-ben létrehoztunk egy projektet Borostyán Élőhely Kutatás néven a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár segítségével. A könyvtár az információterjesztésben tudott segítséget nyújtani, ami az önkéntesek bevonásában elengedhetetlen. Több helyen tartottunk előadásokat, ahol az érdeklődők közelről is megismerkedhettek a keresett fajjal és a hozzá nagyon hasonló fajokkal. A projektet népszerűsítő és a fajok felismerését segítő memóriajátékot is készítettünk, amely főleg a gyerekek körében aratott nagy sikert. Facebook oldal és szóróanyagok segítségével a projekt sok emberhez eljutott a 2 év során, ugyanakkor csak töredékük vett részt a gyűjtésben. Ugyan látszik az érdeklődés és a gyűjtők számának növekedése, azonban a következő években még jobban kell koncentrálnunk az információ terjesztésére és az önkéntesek toborzására.

A borostyángyűjtés időpontja a téli időszakra esik, mivel ekkor van termékes állapotban a keresett faj, ami a beazonosítás egyik fontos bélyege. A gyűjtési helyszínről, illetve növényről

fényképeket kértünk a segítőtől. A fényképet a projekt email címére vártuk, az önkéntesek által szedett növényanyagot pedig a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltárban gyűjtöttük. Nagyon fontos a gyűjtés helyének megjelölése, hiszen ez alapján tudjuk térképre vinni az egyedeket. A beérkezett növényanyag préselés után a morфомetriai vizsgálatok alapjául szolgált.

A projekt két éve alatt a több mint 350 beérkezett borostyánból összesen 272 adatot fogadtunk el budai borostyánként. Ebből 147 érkezett a projekt 1. évében, míg 125-öt a 2. évben találtak az önkéntesek. Az adatok többségben Budapestről (135 egyed) és Pest vármegyéből származnak, de a második évben már több adat érkezett más vármegyéből is, valamint külföldön is azonosítottunk néhány *H. crebescens* egyedet. Komárom-Esztergom, Bács-Kiskun, Hajdú-Bihar, Heves és Nógrád vármegyében találtunk budai borostyánt, de a Balaton körüli településekről is küldtek adatokat. Magyarországon kívülről Ausztriában, Bécsben találtunk 4 budai borostyánt, valamint Szlovákiában Nagyölveden és Pöstyén, valamint Stomfa településeken találtunk egyedeket a keresett növényből. Ezen kívül Franciaországból is érkezett két adat. A gyűjtéshez felhasználtuk az INaturalis adatbázisát is, ahonnan a külföldi adataink nagy része származik.

A budai borostyán gyakran más invazív növényfajok mellett talál magának életteret vasútvonalak mentén, illetve elhanyagolt területeken. Temetőekben is gyakorta megjelenik, ahol benővi a sírokat, de lakott településeken elsősorban a kerítések, a falak és a fák kedveltebb helyei. A budai borostyánként azonosított egyedek 67%-a, vagyis 183 kerítésen kúszik és csak 19%, vagyis 49 egyed kapaszkodik fákon. Ezen kívül még gyakran kúszik épületeken is, tudunk 3 olyan egyedről is Budapesten, amelyik több emelet magasságban fut be emeletes házakat. A faj jellegzetessége ezen kívül, hogy akár önmagában is képes bokor formát felvenni. A beérkezett budai borostyánokat lehetőség szerint a Google maps utcaképeinek segítségével visszakövettük a megtelepedéséig vagy ameddig lehetségessé tették a felvételek.

A közösségi tudomány projektet a későbbiekben szeretnénk kiterjeszteni olyan területekre az országban, ahonnan még csak kevés adat érkezett vagy egyáltalán nem érkezett adat. Ezen kívül szeretnénk a projektet külföldön is szélesebb körben ismerté tenni, tekintve, hogy a faj elterjedése nemcsak Magyarországra korlátozódik. Nagyobb hangsúlyt szeretnénk fektetni az információterjesztésre, az önkéntesek bevonására főleg az egyetemi hallgatók körében.

A morфомetriai vizsgálatokhoz 378 *Hedera crebescens* és összehasonlításnak 6 *Hedera helix* és 3 *Hedera hibernica* mintát használtunk fel. Összesen 125 egyedről gyűjtöttünk mintát,

amelyekből minőségüktől függően 1-5 levélmintát használtunk fel, egyedenként. Az elemzés a SHAPE programmal (Iwata és Ukai, 2002) történt, amellyel már korábban is végeztünk méréseket. Előzetesen 59 borostyán mintából álló mérést végeztünk el és ebből nyertünk tapasztalatokat. Az eredményeket a Past (Hammer et al., 2001) programmal értékeltük. A SHAPE program eredményeképp 9 főkomponens bizonyult szignifikánsnak. Ezek a morfológiai különbségek közel 91%-át magyarázzák.

Az első főkomponens, amely a variabilitás közel 41%-ára ad magyarázatot, a levelek szélességét vizsgálja a hosszúságukhoz viszonyítva. A második főkomponens már csak a különbségek kicsit több mint 14%-át magyarázza. Ez a karékjok közötti bemélyedés és levélváll változását vizsgálja, hogy az adott minta mennyire hasonlít a két végletre: a szív alakú levélhez erősen benyúló levélvállal, vagy a három erősen elkülönülő karékjű, de nem mély levélvállú levélhez.

A PAST programmal készített euklidészi távolság alapján számolt UPGMA dendrogram a *Hedera crebescens* mintáktól nem volt képes elkülöníteni a másik két morfotípust. Ugyan egy *H. helix* minta erősen elkülönült, de a többi ugyanehhez a fajhoz tartozó minták, valamint a *H. hibernica* levelek is beékelődtek a *H. crebescens* minták közé.

Az első két meghatározó főkomponens alapján készített szórásdiagramon a *Hedera crebescens* mintáktól a *Hedera hibernica* minták nem különíthetők el. A *Hedera helix* minták ugyanakkor továbbra is egészen elkülönülnek az előzetes vizsgálatunkhoz hasonlóan.

A módszert érdemes lehet még továbbfejleszteni nagyobb mennyiségű *H. helix* és *H. hibernica* minták hozzáadásával. Ugyanakkor, a biztos fajazonosítás érdekében érdemes lenne ezeket előtte genetikai vagy más morfológiai vizsgálatnak alávetni. További *Hedera* fajok bevonása a kísérletbe is érdekes eredményekkel szolgálhat. Ezen kívül érdemes lehet olyan morfometriai programot használni, amely a levelek méretét is figyelembe veszi. Mivel a *H. crebescens* sokszor ebben is különbözik a többi fajtól, egy ilyen elemzés képes lenne markánsabban elkülöníteni a fajokat.

A faj általános elterjedésének és chorológiai jellemzőinek leírása céljából úgy gondoljuk, hogy a projekt folytatása indokolt és a mintagyűjtést ki kell terjeszteni azon területekre is, ahonnan eddig nem érkezett lelőhelyi adat.

7. Irodalomjegyzék

- Ackerfield, J., Wen, J., 2002. A morphometric analysis of *Hedera* L. (the ivy genus, Araliaceae) and its taxonomic implications. *Adansonia*, sér. 3 24 (2), 197-212.
- Amini, E., Nasrollahi, F., Sattarian, A., Haji Moradkhani, M., Habibi, M., Boozarpour, S., 2019. Morphological and anatomical study of the genus *Hedera* in Iran. *Bot. J. Iran*. <https://doi.org/10.22092/botany.2019.127705.1171>
- Bartha, D., 2021. Fekete Lista Magyarország inváziós fa- és cserjefajai (Black List Invasive tree and shrub species of Hungary). Szürke Lista Magyarország potenciálisan inváziós fa- és cserjefajai (Grey List Potentially invasive tree and shrub species of Hungary). Soproni Egyetem Kiadó.
- Benke A., 2014. A Leuce szekcióba tartozó hazai nyárok dunántúli természetes eredetű állományainak populációgenetikai vizsgálata (PhD-értekezés). Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskolája, Sopron.
- Bényei-Himmer, M., Tóth, E.G., Lengyel, S., Pintér, I., Bisztray, G.D., Höhn, M., 2017. *Hedera crebescens* (Araliaceae) a newly identified diploid taxon and triploid ivies from Hungary. *Studia bot hung* 48, 225–252. <https://doi.org/10.17110/StudBot.2017.48.2.225>
- Bényeiné Himmer M., Udvardy L., 2002. Borostyán fajok és fajták, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Növénytani Tanszék, Soroksári Botanikus Kert. ed. Budapest.
- Bodor, P., Baranyai, L., Bálo, B., Tóth, E., Strever, A., Hunter, J.J., Bisztray, Gy.D., 2012. GRA.LE.D. (GRApevine LEaf Digitalization) Software for the Detection and Graphic Reconstruction of Ampelometric Differences Between *Vitis* Leaves. *SAJEV* 33. <https://doi.org/10.21548/33-1-1299>
- Bodor, P., Somogyi, E., Baranyai, L., Lázár, J., Bálo, B., 2020. Analysis of the grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry shape by using elliptic Fourier descriptors. *Progress* 16, 87–93. <https://doi.org/10.1556/446.2020.10009>
- Börcsök Z., 2009. Magyarországi mezei szil (*Ulmus minor* MILL. sensu lato) levélmorfológiai vizsgálata (PhD-értekezés). Nyugat-Magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskolája, Sopron.
- Borhidi, A., Morschhauser, T., Salamon-Albert, E., 1999. Lianisation and Therophytation as complementary processes of Laurophyllisation, in: Klötzli, F., Walther, G.-R. (Eds.), Conference on Recent Shifts in Vegetation Boundaries of Deciduous Forests, Especially Due to General Global Warming. Birkhäuser Basel, Basel, pp. 151–166. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-8722-9_9
- Csepregi, P., Zilai, J., 1988. Szőlőfajta-ismeret és -használat. Mezőgazdasági Kiadó.
- Csepregi, P., Zilai, J., 1976. Szőlőfajtáink: Ampelográfia. Mezőgazdasági Kiadó.
- Csiszár Á. (Ed.), 2012. Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Dierschke, H., 2005. Laurophyllisation - auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 151–168.
- Emődi A., 2019. AZ ALAKOR SOKFÉLESEGÉNEK VIZSGÁLATA A MORFOMETRIA MÓDSZEREIVEL (PhD-értekezés). Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Emődi A., Gyulai F., Mravcsik Z., Kerti B., Hidvégi N., Vinogradov S., Szabó T.A., Rovner I., Gyulai G., 2014. ALAKOR TÉTELEK (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) DIGITÁLIS MAGMORFOMETRIAI ELEMZÉSE, in: Veisz O. (Ed.), Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Bizottsága, Budapest, pp. 125-129.

- Gaálné Kalydy D., 2021. A közösségi tudomány, in: Gaálné Kalydy D. (Ed.), A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának közleményei. Új sorozat. Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ, pp. 85–125. <https://doi.org/10.36820/MTAKIK.KOZL.2021.OpenS.5>
- Genovesi, P., Shine, C., 2011. European strategy on invasive alien species. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Grivet, D., Petit, R.J., 2002. Phylogeography of the common ivy (*Hedera* sp.) in Europe: genetic differentiation through space and time. *Molecular Ecology* 11, 1351–1362. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2002.01522.x>
- Grónás V., 2023. *Hedera crebescens* feltérképezése citizen science módszerrel. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budapest.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS.
- Höhn, M., Bodor-Pesti, P., Darabosná Maczkó, B., Grónás, V., 2024. A *Hedera crebescens* feltérképezése citizen science módszerrel. X. Magyar Tájökológiai Konferencia Absztraktkötet, Az Európai Zöld Megállapodás stratégiai céljainak megvalósítását szolgáló tájleptékkű megoldások 36.
- HUN-REN Centre for Ecological Research, 2024. SEEN HUNGARY: Citizen Science Conference and Workshop Abstractbook.
- IUCN, 2021. INVASIVE ALIEN SPECIES AND CLIMATE CHANGE, IUCN ISSUES BRIEF. International Union for Conservation of Nature.
- Iwata, H., 2006. Shape Ver. 1.3. A Software Package for Quantitative Evaluation of Biological Shapes Based on elliptic Fourier descriptors. Program manual.
- Iwata, H., Ukai, Y., 2002. SHAPE: A Computer Program Package for Quantitative Evaluation of Biological Shapes Based on Elliptic Fourier Descriptors. *Journal of Heredity* 93, 384–385. <https://doi.org/10.1093/jhered/93.5.384>
- Király G., 2009. Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Ig., Jósavfő.
- Letaïef, S., Scotto-d’Apollonia, L., Dosias-Perla, D., Pinero, C., Perier, R., Nicol, P., Camps, P., 2023. Benefits and Limitations of Environmental Magnetism for Completing Citizen Science on Air Quality: A Case Study in a Street Canyon. *Community Science* 2, 1–20. <https://doi.org/10.1029/2022CSJ000010>
- Major, E.I., Tóth, E.G., Bényei-Himmer, M., Höhn, M., 2020. Taxonomic Evaluation of *Hedera crebescens*: A Potentially Invasive Ivy in Central Europe. *Acta Soc Bot Pol* 89, 1–12. <https://doi.org/10.5586/asbp.8935>
- McAllister, H., Marshall, R., 2017. *Hedera: The complete guide*. Royal Horticultural Society.
- Mihály B., Botta-Dukát Z., 2006. Özönnövények: biológiai inváziók Magyarországon II. HARASZTHY LÁSZLÓ, Budapest.
- Mihály B., Botta-Dukát Z. (Eds.), 2004. Özönnövények: biológiai inváziók Magyarországon I., A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest.
- Mravcsik Z., 2019. A VITACEAE CSALÁD TERMESZTETT FAJAINAK EVOLÚCIÓJA, DOMESZTIKÁCIÓJA ÉS DIVERZITÁSA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN A MORFOMETRIAI VIZSGÁLATOK TÜKRÉBEN (PhD-értekezés). SZENT ISTVÁN EGYETEM, Gödöllő.
- Nagy, Z.A., 2018. Magyarországon előforduló *vitis sylvestris* c.c. GMEL. populációk felkutatása, ex situ megőrzése és összehasonlító vizsgálata molekuláris markerek segítségével (PhD-értekezés). Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely.

- Nagy Z.A., Bodor P., Györfyné Jahnke G., Knolmájerné Szigeti G., Kocsis L., Koltai G., Májer J., 2019. Ligeti szőlő (*Vitis sylvestris* C.C. GMEL) populációk morфомetriai vizsgálatai. *Kertgazdaság* 51 (2019) 3 43–55.
- Nikolaidis, A., Gerecke, T., Brandes, D., 2010. Untersuchungen zur Apophytisierung von *Hedera helix*: Gelingt dem Efeu die Habitaterweiterung vom Wald zur Stadt? *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 9, 3–21. <https://doi.org/10.24355/DBBS.084-201011171431-0>
- Ónodi G., 2016. Az idegenhonos, illetve inváziós fafajok élőhelyformáló hatásai. *Erdészettudományi Közlemények* 6, 101–103. <https://doi.org/10.17164/EK.2016.008>
- Ratnieks, F.L.W., Schrell, F., Sheppard, R.C., Brown, E., Bristow, O.E., Garbuzov, M., 2016. Data reliability in citizen science: learning curve and the effects of training method, volunteer background and experience on identification accuracy of insects visiting ivy flowers. *Methods Ecol Evol* 7, 1226–1235. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12581>
- Robinson, L.D., Cawthray, J.L., West, S.E., Bonn, A., Ansine, J., 2018. Citizen Science. UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781787352339>
- Roeder, M., Meyer, K., 2022. English Ivy (*Hedera helix*) is fast, but ash (*Fraxinus excelsior*) too: Decomposition of English Ivy litter compared to four common host trees - A multisite citizen sciences project. *Acta Oecologica* 115, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2022.103832>
- Rose, P.Q., 1996. The Gardener's Guide to Growing Ivies. Timber Press, Portland, Oregon.
- Roy, H.E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard Truong, T., Bacher, S., Galil, B.S., Hulme, P.E., Ikeda, T., Sankaran, K., McGeoch, M.A., Meyerson, L.A., Nuñez, M.A., Ordonez, A., Rahlao, S.J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A.W., Vandvik, V., 2023. IPBES Invasive Alien Species Assessment: Summary for Policymakers. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7430692>
- RUSS, J.C., 2006. The Image Processing Handbook. Boca Raton: : CRC Press.
- Silvertown, J., 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 467–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A., 2011. Evaluating the role of ivy (*Hedera helix*) in moderating wall surface microclimates and contributing to the bioprotection of historic buildings. *Building and Environment* 46, 293–297. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.07.017>
- Valcárcel, V., Guzmán, B., Medina, N.G., Vargas, P., Wen, J., 2017. Phylogenetic and paleobotanical evidence for late Miocene diversification of the Tertiary subtropical lineage of ivies (*Hedera* L., Araliaceae). *BMC Evol Biol* 17, 146. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-0984-1>
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R., Wagenknecht, K. (Eds.), 2021. The Science of Citizen Science. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>
- Worthington, J.P., Silvertown, J., Cook, L., Cameron, R., Dodd, M., Greenwood, R.M., McConway, K., Skelton, P., 2012. Evolution MegaLab: a case study in citizen science methods: *A case study in citizen science methods*. *Methods in Ecology and Evolution* 3, 303–309. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00164.x>
- Yoshioka, Y., Iwata, H., Ohsawa, R., Ninomiya, S., 2005. Quantitative evaluation of the petal shape variation in *Primula sieboldii* caused by breeding process in the last 300 years. *Heredity* 94, 657–663. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800678>

8. Internetes hivatkozások

- internet [1] Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, „Idegenhonos inváziós fajok tudásbázisa,” 20. október 2024. [Online]. Available: <http://www.invaziosfajok.hu/hu>.
- internet [2] K. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, „POWO,” 20. október 2024. [Online]. Available: <https://powo.science.kew.org/>.
- internet [3] „Közösségi tudomány,” 20. október 2024. [Online]. Available: https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6z%C3%B6ss%C3%A9gi_tudom%C3%A1ny.
- internet [4] „THE ivy site,” 20. október 2024. [Online]. Available: <https://www.lierres.com/en/le-lierre-une-plante-davenir/>.
- internet [5] Royal Botanic Gardens Kew, „Royal Botanic Gardens Kew: Hedera helix, common ivy,” 20. október 2024. [Online]. Available: <https://www.kew.org/plants/common-ivy>.
- internet [6] MATE Soroksári Botanikus Kert, „SBK Borostyángyűjtemény,” 28. április 2024. [Online]. Available: <https://soroksaribotanikuskert.unim-mate.hu/borosty%C3%A1n-gy%C5%B1jtem%C3%A9ny>.
- internet [7] Greenfo, „Mire jó a közösségi tudomány?,” 26. január 2024. [Online]. Available: <https://greenfo.hu/hir/mire-jo-a-kozossegi-tudomany/>.
- internet [8] Herman Ottó Intézet, „Önkéntes természeti adatgyűjtők találkozója,” 28. április 2024. [Online]. Available: https://www.hermanottointezet.hu/onkentes-termeszeti-adatgyujtok-talalkozoja?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR2re3BSQNmehhaV9Ulp7xwhoHFSuAktwrLf2n22ow5x-2CS3a0T-oZc4h0_aem_ARjUoolScNzyYWeJm11QWU9-sZV9yIZsoDi0b-4kT05e9axAwf1dC-SH4xKoB2oGrh9pKibHGJpdc076q3DOk0sK.
- internet [9] Pangea: Kulturális és Környezetvédelmi Egyesület, „Pangea: Bioblitz,” 20. október 2024. [Online]. Available: <https://pangea.hu/bioblitz>.
- internet [10] Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, „Herptérkép: Kételtű és Hüllő térképezés,” 28. április 2024. [Online]. Available: <https://herpterkep.mme.hu/>.
- internet [11] Library and Information Centre of the Hungarian Academy of Sciences, „Citizen Science in Libraries,” 4. szeptember 2024. [Online]. Available: https://konyvtar.mta.hu/index_en.php?name=h_1_4.
- internet [12] MATE Entz Ferenc Könyvtár És Levéltár, „“One size does not fit all” – workshop on citizen science,” 9. szeptember 2024. [Online]. Available: <https://entzkonyvtar.wordpress.com/2024/09/09/one-size-does-not-fit-all-workshop-on-citizen-science/>.
- internet [13] „iNaturalist,” 27. július 2024. [Online]. Available: <https://www.inaturalist.org/>.
- internet [14] „met,” 29. július 2024. [Online]. Available: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/.

9. Ábra- és táblázat jegyzék

1. ábra: A <i>Hedera crebescens</i> , <i>Hedera helix</i> és <i>Hedera hibernica</i> vegetatív levelei (forrás: saját ábra).....	8
2. ábra: A <i>Hedera crebescens</i> természetes hajtásai (forrás: saját felvétel (2023, Budapest))	8
3. ábra: Összeállítás a Borostyán Élőhely Kutatás Projekt Facebook oldalán közzétett bejegyzésekből (forrás: Borostyán Élőhely Kutatás Facebook oldala).....	16
4. ábra: A Tavaszkert 2024 Dísznövény Szakkiállítás és Vásár (balra) és Kert a köbön Tudomány szabadidőben, avagy mi fán terem a citizen science? című eseményen érdeklődők megismerkedhettek a budai borostyánnal (forrás: Darabosné Maczkó Beáta (2024, Budapest), és Nemzeti Botanikus Kert, Vácrátót Facebook oldala (2024, Vácrátót))	16
5. ábra: A projektet népszerűsítő könyvjelzők, matricák és a borostyánok megkülönböztetését tanító memóriajáték kártyái (forrás: Darabosné Maczkó Beáta fényképe).....	17
6. ábra: A <i>Hedera crebescens</i> egyedek elterjedése a Kárpát-medencében (forrás: saját ábra).....	22
7. ábra: <i>Hedera crebescens</i> egyedek előfordulása Budapesten és környékén (forrás: saját ábra)	22
8. ábra: A beérkezett <i>H. crebescens</i> egyedek megoszlása támaszték alapján (forrás: saját ábra)	25
9. ábra: A négy leggyakoribb <i>H. crebescens</i> támaszték: A) épületek fala, B) fák, C) kerítések, D) önmagában bokor habitus kialakítás (forrás: saját képek)	26
10. ábra: A 9 szignifikáns főkomponens kontúrelemzése ábrázolva. Az oszlopok egy főkomponensre vonatkoznak, az első sor a három kontúr egymásra helyezését ábrázolja. A kontúrok a főkomponens kétszeres negatív (2. sor) és kétszeres pozitív (4. sor) szórását és az főkomponensek átlagát (3.sor) ábrázolják (forrás: saját ábra a SHAPE programból)	28
11. ábra: A szélsőértékek elhelyezkedése a szórásdiagrammon és levélalakjuk (forrás: saját ábra a Past program használatával)	29
12. ábra: A minták alakjának változása a szórásdiagrammon való elhelyezkedés szerint (forrás: saját ábra a Past program használatával)	29
13. ábra: A <i>H. helix</i> , <i>H. hibernica</i> és <i>H. crebescens</i> minták átlagos levélalakja és a minták szórásdiagrammon való elhelyezkedése (forrás: saját ábra a Past program használatával).....	30
14. ábra: A PC1 és PC2 főkomponensek alapján készült boxplotok. A PC1-ben a fajok között nincs szignifikáns különbség. A PC2 alapján készített boxploton a <i>H. helix</i> értékei szignifikánsan eltérnek a másik két faj értékeitől (forrás: saját ábra a Past program segítségével)	31
15. ábra: A minták egyedek szerint sem alkotnak elkülöníthető csoportokat (forrás: saját ábra a Past program használatával)	31
1. táblázat: A <i>Hedera crebescens</i> egyedek településeken való előfordulása (forrás: saját táblázat)	24
2. táblázat: A 9 szignifikáns főkomponens sajátértéke és a variabilitás magyarázatát adó %-os értéke a kontúrelemzés alapján (forrás: saját táblázat).....	27

10. Köszönetnyilvánítás

Először is szeretném megköszönni mindenkinek, önkéntesnek, szervezőnek, családtagnak, aki segített a borostyángyűjtésben. Nélkülük nem tudtuk volna ilyen jól feltérképezni a fajt! Remélem, hogy a későbbi gyűjtésben is fogjátok majd segíteni a projektet és ezzel a tudományos eredményeket!

Szeretném megköszönni a négy konzulensem segítségét: Höhn Mária Tanárnőnek, Sütöriné Diószegi Magdolna Tanárnőnek, Bodor-Pesti Péter Tanár Úrnak és Darabosné Mackó Beáta könyvtárvezetőnek. Köszönöm, hogy támogattak és segítették a munkámat ezzel lehetővé téve, hogy az eredmények és ez a dolgozat létrejöhessen.

Ezen kívül Gaálné Kalydy Dórának, akinek a támogatásáért továbbra is nagyon hálásak vagyunk.

Valamint barátaimnak, akik a borostyángyűjtéssel segítették a munkámat és ösztönöznek, hogy folytassam a kutatásokat: Gaál Botondnak, Gyüre Lillának, Bódi Eszternek, Kádár Rékának és mindenki másnak, aki hozzájárult a gyűjtéshez.