

DIPLOMADOLGOZAT

Péntek Szilamér Ferenc

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

Természetvédelmi mérnök mesterképzési szak

**A közönséges selyemkóró és magas aranyvessző borítottság
korának a talajra, illetve a mezofaunára gyakorolt hatása**

Belső konzulens:

Dr. Boros Gergely

egyetemi docens

**Belső konzulens
tanszéke:**

Állattani és Ökológiai Tanszék

Társkonkulens:

Dr. Simon Barbara

egyetemi docens

Készítette:

Péntek Szilamér Ferenc

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1 Inváziós növények.....	5
2.1.1 Közöséges selyemkóró (<i>Asclepias syriaca</i>).....	7
2.1.2 Magas aranyvessző (<i>Solidago gigantea</i>).....	9
2.2 A talaj élővilága, lebontó szervezetek.....	10
2.3 A talaj kémiai alkotói.....	12
3. Alkalmazott módszerek.....	14
3.1 Mintavételi terület jellemzése	14
3.2 Microarthropoda diverzitás és egyedszám vizsgálata	15
3.3 Lebontó szervezetek táplálékpreferencia vizsgálata	17
3.4 Talajkémiai vizsgálatok (pH, karbonáttartalom, szervesanyag mérés).....	18
3.5 A talaj tápanyagtartalmának mérése	19
3.6 Statisztikai analízis.....	23
4. Eredmények.....	24
4.1 Microarthropoda diverzitás és egyedszám vizsgálata	24
4.2 Lebontó szervezetek táplálékpreferencia vizsgálata	28
4.3 pH érték.....	29
4.4 Kalcium-karbonát tartalom	31
4.5 Szervesanyagtartalom	31

4.6 Tápanyagtartalom.....	32
5. Következtetések és javaslatok.....	34
6. Összefoglalás.....	38
7. Köszönetnyilvánítás	40
8. Irodalomjegyzék.....	41
9. Hallgatói nyilatkozat	46
10. Konzulensi nyilatkozat.....	47

1. Bevezetés és célkitűzések

A földi élet igen változatos, a világ szinte minden területén megtalálhatóak a különböző életformák. Mindenhol kialakultak az idők folyamán a különböző élőlénycsoportok, amelyek később változtak és átrendeződtek. Napjainkra a tudomány képes meghatározni egy-egy terület állat- és növényfajainak összetételét, valamint azok megtelepedésének idejét és a jelenlétüknek az ökológiai szerepét. Különböző kutatási módszerek által képesek lehetünk az élőhelyek felmérésére, ezáltal megismerhetjük az adott terület flóra- és faunaviszonyait. A természetvédelem számára ezek a kutatások kiemelkedően fontosak a helyi értékek, valamint az azokat veszélyeztető környezeti tényezők megismerése céljából (Niesenbaum, 2019).

A növények a világ minden területén megtalálták a számukra megfelelő élőhelytípust. Egyes fajok képesek lehetnek a termőhelyek átalakítására, ezzel a saját életben maradásukat is elősegíthetik. Számos környezeti hatás következtében az adott terület flórája átalakulhat, amely új fajok megjelenését, valamint egyes fajok kipusztulását is okozhatja. Ez egy természetes folyamat, azonban az emberi hatások jelentősen átalakították és egyes esetekben felgyorsították ezeket. Az említett hatások közé tartozik a természetes élőhelyek elfoglalása és átalakítása, például mezőgazdasági célokra. Ez számos őshonos faj eltűnését okozhatja, valamint ennek következtében a megüresedett élőhelyeken új növényfajok telepedhetnek meg, sok esetben az ember szándékos betelepítésének vagy véletlen behurcolásának a következtében. Az újonnan érkező fajok, vagy adventív fajok, amelyek a területen nem számítanak őshonosnak sok esetben képesek lehetnek könnyen megtelepedni és gyors szaporodással invázióssá válni (Vantarová és mtsai, 2023).

Az inváziós fajok számos, a területre kifejtett, hatását vizsgálták már korábban. Nagy versenyképességüknek és élőhely átalakító képességüknek köszönhetően nagy hatással lehetnek a környezetükre. Gyakran az őshonos növényfajok megtelepedését gátolhatják, valamint az élethez szükséges tényezőket korlátozhatják. Képesek lehetnek a talajban élő lebontó szervezetek összetételének és számának a megváltoztatására, valamint a talaj kémiai állapotát is képesek lehetnek befolyásolni különböző, a környezetükbe juttatott anyagokkal (Weidenhamer és Callaway, 2010). Egyes feltételezések szerint a területen megtalálható inváziós növények jelenlétének ideje, azaz, hogy milyen régóta élnek az adott élőhelyen, is befolyásolhatja a

környezetet. Különböző lehet az élőhely minősége egy hosszabb ideje inváziós növényekkel borított területen, mint egy fiatalabb borítottságún (Souza-Alonso és mtsai, 2015).

Vizsgálatom során a Kiskunság területén igen gyakori közönséges selyemkóróval (*Asclepias syriaca*) és magas aranyvesszővel (*Solidago gigantea*) borított területekről gyűjtöttem mintákat. Több tényezőt is vizsgáltam, amelyekre az itt megtalálható inváziós növények hatással lehetnek. Vizsgálatom célja volt, hogy kimutassam, hatással van-e az inváziós állomány jelenléte, illetve kora a 1) talaj microarthropoda faunájára, 2) a talajban élő dekomponáló szervezetek táplálékpreferenciájára, illetve 3) a talaj egyes kémiai összetevőire.

Diplomadolgozatom első részében bemutatam szakirodalmi hivatkozásokkal alátámasztva az inváziós növények tulajdonságait és hatásait, valamint a közönséges selyemkóró és a magas aranyvessző általános jellemzőit, hazánkba kerülésének a módját és a környezetére kifejtett hatásait. Ebben a részben a talaj összetételét és a benne élő lebontó szervezeteket is ismertetni fogom. Dolgozatom második részében bemutatam az általam elvégzett vizsgálatokat, annak módszereit és eredményeit, valamint az ezekből levonható következtetéseket.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Inváziós növények

Világszerte, az egyes földrészeken megtalálható természetes növénytakaró jelentősen különbözhet más országok őshonos növényzetétől. Ezt a nagymértékű változatosságot számos környezeti tényező befolyásolhatja: nagy jelentősége lehet az élőhely földrajzi elhelyezkedésének és ezáltal a hőmérsékletnek, de a csapadék mennyisége, valamint a tengerszint feletti magasság is hatással lehet az adott növényzet kialakulására (Brummitt és mtsai, 2020). Az élettelen tényezők mellett az élővilág más tagjai is befolyásolhatják az őshonos növények fennmaradását. A kártevők, a más növényekkel való kompetencia, a herbivória, valamint az ember által kifejtett számos hatás is megnehezítheti a növények megtelepedését és életben maradását (Corlett, 2016; Maron és Crone, 2006).

A fentebb említett hatások közül jelentős szerepe van őshonos növényekkel szemben a területre természetes úton betelepült, vagy az ember által betelepített, illetve véletlenül behurcolt inváziós növényeknek. Az idegenhonos növények bekerülése a hazai flórába és invázióssá válása egy összetett folyamat, amelynek az első lépése a megtelepedés. Pionír növények leggyakrabban bolygatott területen képesek megjelenni, illetve olyan helyeken, ahol valamilyen hatás következtében az őshonos flóra nem volt még képes megtelepedni, illetve újra megjelenni. A második lépés az, amikor a jövevény már egy önmagától fennmaradó populációt alkot. A harmadik lépés során a növény intenzíven képes terjedni, és ezáltal nagy területeket és új élőhelyeket meghódítani – a legtöbb esetben a hazai fajok kárára. Az adventív növények leggyakrabban az első lépésnél nem jutnak tovább és csak igen kis hányaduk képes invázióssá válni (Ónodi, 2016).

A legtöbb inváziós növénynek sokkal tágabb a tűrőképessége, mint a hazai fajoknak, ezáltal gyorsabban képesek megjelenni, terjedni és alkalmazkodni a változó körülményekhez. A növények parazitái, valamint a növényevők is kevesebb kárt tehetnek bennük, mivel nem az adott területen fejlődtek, illetve az azokkal az eredeti élőhelyükön táplálkozó herbivórok sok esetben nem találhatók meg az új területen (Young és mtsai, 2022). Ezáltal ezek a növények képesek lehetnek

átalakítani, és például a környező növények árnyékolásával, a talaj kémiai tulajdonságainak a megváltoztatásával és különböző a környezetükbe kijuttatott gátló anyagokkal befolyásolni a területet, ahol megtelepednek (Vantarová és mtsai, 2023). Számos inváziós növény mérgező vagy kellemetlen ízű anyagot választ ki, amelyhez a rovarok nem képesek, vagy csak nagyon lassan tudnak alkalmazkodni. Az őshonos növények kiszorításával a területen élő rovarvilág sokszínűségét is lecsökkenthetik. A beporzókra is hatással lehetnek, sok esetben több és díszesebb virágot hoznak létre, ezáltal vonzóbbnak hathatnak a pollinátorok számára. Ezzel a stratégiával a növény a gyorsabb és könnyebb szaporodást teszi lehetővé. Ugyanakkor egy pozitív oldala a beporzókra kifejtett hatásuknak, hogy a közelben élő őshonos növényeket is nagyobb eséllyel beporozhatják a rovarok (Bezemer és mtsai, 2014). Azonban azok a területek, amelyeken többnyire egy faj dominál a pollinátorok számára rövid ideig, csak a virágzásuk időtartamáig nyújt bőséges táplálékot. Az ezen kívül eső időszakban a beporzók számára az előhely nem képes megfelelő mennyiségű ételmet biztosítani, ezáltal a területről ez a rovarok eltűnését okozhatja (Kennedy és mtsai, 2013).

Az inváziós növényeknél sok esetben megfigyelhető, hogy a területen, ahol képesek megtelepedni magasabb a talaj szén- és nitrogénkoncentrációja (Ehrenfeld, 2003). Egyes esetekben az ásványi anyag és a fémtartalom is nagyobb lehet az őshonos növényekkel borított területekhez képest. Ezek a tényezők és talajátalakító hatások is pozitívan befolyásolhatják a növekedésüket (Vanderhoeven és mtsai, 2005). Sok inváziós növény képes olyan anyagok kiválasztására, amely a talaj foszfor és a felvehető fém ionok mennyiségét megnöveli. A legtöbb adventív növénynél megfigyelhető, hogy az avarjuk lebontása nagyobb mértékben történik, valamint a talajban a nitrifikáció mértékét is növelhetik. Néhány idegenhonos faj képes olyan leveleket növeszteni, amelyeknek a lebontása a helyi közösségek számára könnyebb, mint az őshonos növényeké. Ennek hatására a talaj kémiai állapotát képesek lehetnek úgy módosítani, hogy az a következő nemzedék számára ideálisabb legyen (Weidenhamer és Callaway, 2010). Néhány inváziós növényfaj képes lehet egyes területeken a talajban található patogének számát a többszörösére növelni. Az új területen megtalálható, az őshonos növények számára káros szervezetek az újonnan megtelepedett növény számára ugyanakkor semlegesek lehetnek. Az egyes inváziós növények azáltal, hogy a patogének felszaporodását segítik a talajban, károsíthatják a környezetükben élő vegetációt, valamint negatív hatással lehetnek a lebontó mikroorganizmusokra is. Ezáltal a növény sikeressége megnő és gyorsabb szaporodásra lehet képes (Mangla és mtsai, 2008).

Egyes inváziós növényeknél előfordulhat, hogy a talaj és az élőhely minősége megváltozhat az inváziós borítás korától függően. Képesek lehetnek a talaj szén, nitrogén és foszfor mennyiségét jelentősen megnövelni a szervesanyag tartalom mennyiségének felszaporításával. A kálium, kalcium és magnézium ionok mennyisége és elérhetősége is javulhat az idővel az inváziós növények hatására. A több szervesanyag következtében a talaj pH értéke lecsökkenhet. A kémhatás megváltozása a hosszabb idő óta borított területeken a mikrobiális viszonyokat képes lehet megváltoztatni. A savasabb közeg a baktériumok működését gátolhatja és a gombák aktivitása megnőhet. A baktériumok ezt a megváltozott közeget kevésbé képesek elviselni, mint a gombák. A hosszabb ideig tartó inváziós borítás a talaj tulajdonságait jelentősen megváltoztathatja, így a terület kezelése és az idegenhonos növények eltávolítása után az őshonos növények újra megtelepedésének az esélye kisebb lehet a számukra megfelelő állapotok helyreállásáig (Souza-Alonso és mtsai, 2015).

2.1.1 Közöséges selyemkóró (*Asclepias syriaca*)

A közöséges selyemkóró Kanada délkeleti és az Amerikai Egyesült Államok északi sík területein őshonos évelő növényfaj. Melegkedvelő, leggyakrabban a közvetlen napsütötte területeket részesíti előnyben. A selyemkórófélék (Asclepiaceae) családjába tartozó növény megjelenése leginkább a dohányra emlékeztet, ennek köszönhető a faj másik közismert magyar neve, a vaddohány. Gyökérzetének köszönhetően a selyemkóró képes az ivartalan, klonális szaporodásra, ezáltal gyorsan képes terjedni és számos új sarjat létrehozni. 80–150 cm magasra megnövő, erős, rostos szárú növény, virágzata a halvány rózsaszíntől a sötét liláig változhat, virágzása júniustól augusztusig tart. A növény minden része fehér színű, mérgező tejnedvet tartalmaz. Számos vírus gazdanövénye is lehet a selyemkóró, ilyen például az uborka-mozaik vírus (Cucumber mosaic virus, CMV), valamint a paradicsom-magtalanság vírus (Tomato aspermy virus, TAV), amelyek sok haszonnövényt is képesek károsítani (Bagi, 2008).

Európába a XVII. században telepítették be, Magyarországon a megjelenését a XIX. századra teszik. Betelepítésének oka az iparban számos területen történő felhasználása. A szárát a

textilipar használta fel, tejnedvét gumigyártásra hasznosították, a virágzatából a méhészetek mézet készítettek. Napjainkban a selyemkóró felhasználása kizárólag méz készítésére korlátozódik. A területek, amelyeken korábban termesztették, voltak az elterjedésének a kiindulópontjai (Bagi, 1999).

A kevésbé kötött homokos talajon képes könnyen és gyorsan terjedni, de löszön is megél. Szinte egész Magyarországon megtalálható és egyre nagyobb mértékben szaporodik és hódít meg újabb területeket (Bagi, 2008). Elsősorban bolygatott területeken jelenik meg, leginkább az emberek tevékenysége következtében leromlott földterületeken. Megtelepedésének gyakori helyszínei régi szőlők, gyümölcsösök, valamint a fiatal faültetvények. Ezekről a területekről képes igen gyorsan a környező élőhelyekre is áttérjedni (Csecserits és mtsai, 2016). A sarjképzésnek és a melegebb klímának köszönhetően a természetközeli állapotú nyílt homokpusztagyepeket is veszélyezteti a terjedése. Gyökérzetéből allelopatikus anyagokat juttat a környezetébe (pl. flavonoidok, fenolsavak, kumarinok), amely a szomszédos növények, legfőképpen a fűfélék fejlődését befolyásolhatja (Kostina-Bednarz és mtsai, 2023). A homokon élő növényzet sikerességét is képes lehet befolyásolni, leginkább a növények leárnyékolásával, valamint azok élőhelyének az elfoglalásával. Visszaszorítása leggyakrabban a nyílt gyepeken vegyszeres és mechanikai kezeléssel történik (Szitár és mtsai, 2018).

Kevés hazánkban őshonos állatfaj fogyasztja a selyemkórót táplálékként, ezek többsége generalista faj és legtöbbször csak a fiatal hajtásokat károsítják. Leggyakoribb kártevői a levéltetű fajok, melyek közül az oleander levéltetű (*Aphis nerii*) kártétele az egyik legjelentősebb. Ezek a rovarok a selyemkóró nedvével táplálkoznak, amit a növény leveléből és a fiatal terméséből nyernek ki. A termés károsodik, ezáltal kevesebb és kisebb mértékben életképes mag termelődik. A selyemkóró visszaszorításában előnyös a kártevők jelenléte, azonban polifág életmódjuk miatt, képesek lehetnek vírusos betegségekkel és gombákkal a haszonnövények megfertőzésére. Az oleander levéltetű például a közönséges selyemkóró mellett a napraforgó kártevője is, amely a közvetlen kártétele mellett, közvetetten is képes lehet a növényben megtalálható vírusok terjesztésére is (Bagi, 2008).

2.1.2 Magas aranyvessző (*Solidago gigantea*)

A magas aranyvessző Közép-Európa térségében jelentős problémát okoz az őshonos növények és állatok számára. A Kárpát-medencébe a XVIII. század közepén telepítették be lengyel kertészetekbe, ahol dísnövényként termesztették, később a méhészetek számára is fontos növénné vált. A kertészetek és az ültetvények voltak a faj kiinduló pontjai, innen terjedt el és vált invázióssá Közép-Európában. Az aranyvessző elsősorban a felhagyott területeken jelenik meg, de számos természetközeli élőhelyen is képes megtelepedni (Tokarska-Guzik, 2005). Legfőképpen az üde és a nagyobb vízhatású területek azok, amelyeken jelentősebben képes terjedni, ilyenek például az erdőszegélyek, vízpartok, csatornák szélei és a nedves rétek. A talaj víztartalma mellett a hőmérséklet is befolyásoló tényező a magas aranyvessző számára megfelelő területek esetében. A hosszan tartó tavaszi meleg idő nagymértékben növeli a növény sikerességét. A hideg éghajlat nem előnyös számára, ezáltal a hűvösebb területeken csak szórványosan telepedhet meg (Perera és mtsai, 2021). Képes lehet gyorsan nagy területeken elterjedni és onnan az őshonos növényfajokat kiszorítani. A beporzók által a beporzás sikeressége igen magas, ezáltal sok életképes magot lehet képes terjeszteni a növény (Perera és mtsai, 2021). A csírázáshoz azonban nagy mennyiségű fény szükséges, ezáltal a generatív szaporodás sikerességéhez szabad földterületre kell kerülnön a növény magja. Ilyenek például a túllegeltetett gyepek vagy a felhagyott mezőgazdasági területek. Vegetatív módon is képes szaporodni, így egy területen, ahol megjelenik nagyméretű sarjtelepeket hozhat létre. A sikeres terjedése érdekében gyökérzetéből allelopatikus anyagokat juttat a környezetébe, amelyekkel gátolhatja a környezetében élő növények növekedését. A kijuttatott anyagok a növények növekedését gátló anyagok mellett rovarriasztó diterpén származékokat is tartalmazhatnak, ezek mellett pedig a talaj nitrifikáló baktérium közösségére is hatással lehetnek (Botta-Dukát és Dancza, 2008).

2.2 A talaj élővilága, lebontó szervezetek

A talaj egy három fázisú komplex rendszert alkot, amelyet szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú részek alakítanak ki (Jury és Horton, 2004). A szilárd rész megközelítőleg a közeg felét teszi ki. Ez lehet szerves eredetű, amely tartalmazza az élő és elhalt növényi részeket, valamint az állati maradványokat, illetve az élő állati szervezeteket is. A szervetlen része határozza meg a talaj ásványi anyag tartalmát, amelynek mérete és minősége a környezeti tényezők hatására folyamatosan változhat. A folyékony fázis a talaj vízkészletét jelenti. Ez lehet kötött, amely a talajszemcséket burokként veszi körbe, illetve a talajban szabadon mozgó nem megkötött vízkészlet. A nem kötött állapotú víz az élőlények számára felvehető és hasznosítható. Ide soroljuk a kapilláris vizet és a talajvizet is. A talaj gáz halmazállapotú fázisa a talajlevegő, amely ebben a rendszerben is többnyire az élethez szükséges oxigént biztosítja a talajlakó szervezetek számára (Bronick és Lal, 2005; Hillel, 2013).

A talaj élővilága egy sokszínű ökoszisztéma, amely hasonlóan a talajszintfeletti élővilághoz egy sajátos táplálékhálózatot alkot (Khatoon és mtsai, 2017). A talaj gerinctelen élővilágának méretben a legnagyobb, szabad szemmel is jól látható tagjait a makrofaunába soroljuk. Ez a csoport az életmódjával az alacsonyabb szintek élőlényei számára élőhelyet és táplálékot is teremt. Az élőhely-átalakító tevékenységük következtében a csoport egyes tagjai ökoszisztémamamérnök fajként is jellemezhetők. A talaj szemcsék átalakításával, aprózásával és elmozdításával növelik a szabad felületek méretét, ezáltal a mikrobák számára új életteret, tapadási területet hoznak létre (Sofó és mtsai, 2020). A lebontásban is fontos szerepük van, részben az ő feladatuk az elhalt növényi vagy állati szerves anyag talajba juttatása, valamint azok kisebb darabokra aprítása. A makrofaunába sorolhatóak a földigiliszták (*Lumbricidae*), amelyek a talaj átalakításának és a lebontás folyamatának az egyik legfontosabb tagjai. Szintén ebbe a csoportba tartoznak a különböző rovarok (*Insecta*), ikerszelvényesek (*Diplopoda*) és százlábúak (*Chilipoda*) (Collison és mtsai, 2013).

A mezofauna a talajközösség szabadszemmel többnyire nem látható, nagy egyedszámú csoportja. Tagjainak a talajba került szerves anyagok lebontásban fontos szerepe van. A nagymértékű zavarás hatással lehet az egyedszámukra, amely jelentősen csökkenhet ennek következtében. A környezet megváltozásának mértékétől és annak új tulajdonságaitól függően egyes csoportok (pl. ugróvillások és atkák) képesek lehetnek a gyors felszaporodásra (Dervash és

mtsai, 2018). Az ugróvillások (*Collembola*) szintén a mezofauna tagjai. Nevüket a testük végén található villaszerű függelékéről kapták, amellyel a ragadozók elől hatékonyan képesek elmenekülni. Ez a csoport változatos életmódot folytat. Legtöbbjük növényekkel és mikrobákkal táplálkozik, de az élőhely megváltozása következtében egyes fajok képesek lehetnek ragadozó életmódot folytatni. Szinte minden talajtípusban jelen vannak, gyorsan képesek szaporodni és megfelelő körülmények között az egyedszámuk jelentősen megnőhet (Coleman, 2001). Az atkák (*Acari*) az egyik legnagyobb létszámban jelenlévő tagjai a mezofaunának. Legtöbb fajuk gombákkal vagy törmelékkal táplálkozik, de számos fajuk ragadozó. Változatos testfelépítésűek, amely az életmódjukat megbízhatóan jelezheti (Bowman, 2021).

A legkisebb élő szervezetek alkotják a mikrofaunát, amely csoportba egysejtű eukarióták, prokarióták, valamint medveállatkák és fonálférgék tartoznak. Ennek a közösségnek a tagjai a legnagyobb számban vannak jelen az összes szervezet közül (Coleman, 2001). A fonálférgék (*Nematoda*) a legnagyobb tagjai ennek a csoportnak, amelyek életmódja és szerepe fontos és változatos a talaj ökoszisztémájában. Egyes fajok baktériumokkal, mások gombákkal táplálkoznak, de van köztük olyan, amely növényevő és vannak ragadozó fajok is. Jelenlétük, illetve diverzitásuk megbízható indikátora a talajökoszisztéma állapotának (Lu és mtsai, 2020). A mikrofauna egysejtű tagjai kimondottan változatos életmódú élőlények, amelyek elengedhetetlenek a földi élet számára meghatározó biogeokémiai ciklusokban betöltött szerepük miatt. Ezek a mikroorganizmusok felelősek részben az oxigén termeléséért, illetve a szén- és a nitrogénkörforgásnak nélkülözhetetlen tagjai. A lebontás folyamatának utolsó szakaszát a talajlakó egysejtű szervezetek végzik el. Az általuk lebontott szerves anyagok ismét felvehetőek lesznek a növények számára, ezáltal visszakerülnek a körforgásba (Khatoun és mtsai, 2017).

Egyes taxonok fajai a talaj különböző szintjein és mélységében élnek. Jól megfigyelhető változatosságot mutatnak a különböző szinteken élő fajok egymáshoz képest. A felszín közelében élő élőlények erőteljesebb színezetet mutathatnak, valamint a lábaik és a testük egyéb függelékei általában fejlettebbek és nagyobbak. A talajszintben lefelé haladva az itt élő szervezetek színe többségében halványabb, kevésbé erőteljes. A kisebb mozgástér következtében fejletlenebb lábakkal és csápokkal rendelkezhetnek (Salmon és mtsai, 2014). A talajlakó rovarokat megjelenésük alapján lehet osztályozni és egy ökológiai-morfológiai mutatót (eco-morphology index, EMI) rendelhetünk hozzájuk. A talaj élővilága sok esetben meghatározza annak számos

jellemzőjét és a mutatók által meghatározhatjuk a talaj biológiai minőségét (soil-biology quality index, QBS) (Parisi és mtsai, 2005).

2.3 A talaj kémiai alkotói

A talaj és annak megfelelő kémiai állapota az élővilág számára nélkülözhetetlen. Ez a közeg növények számára, amelyek a tápláléklánc alsó szintjén az ökoszisztéma alapját jelentik, a megfelelő növekedéshez szükséges tápanyagot biztosítja. A talaj nem megfelelő állapota a növények életben maradását és növekedését korlátozhatja, ezáltal a felsőbb szintekre is komolyabb kihatással lehet. A talajban található elemek különböző arányban fordulnak elő. Leggyakoribb szervesetlen alkotói a nitrogén, a foszfor és a kálium, amelyek a növények fejlődéséhez a legszükségesebbek, valamint a szerves szén, amely a légkörből és a lebontás során különböző biológiai és kémiai folyamatok során kerül felvehető állapotba. A növények számára kisebb mennyiségben szükséges, de a növekedésükhöz fontos nyomelemek is megtalálhatóak ebben a közegben. Ilyenek például a különböző fémionok, a vas, mangán, cink és réz (Tale és Ignole, 2015).

Az élővilág számára a kalcium is kiemelt jelentőségű. Az talajba ezek az ionok a mészkövet tartalmazó alapkőzet aprózódásával és kémiai átalakulásával kerül a növények számára felvehető állapotba. A talaj CaCO_3 tartalma annak a fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira is hatással lehet. A kalcium-karbonát mennyisége befolyásolhatja a talajszemcsék méretét. Magas koncentrációban például az agyagszemcsék méretének a csökkenését eredményezheti. A talajban megtalálható kationok mobilitását is befolyásolhatja. A kevesebb CaCO_3 tartalmú talajok kationcsere kapacitása nagyobb lehet. Egyes nitrifikáló baktériumok aktivitása is az elegendő mennyiségű kalcium-karbonát tartalommal is összefügghet (Umer és mtsai, 2020).

A talaj kémhatásának jelentős szerepe van a benne történő biogeokémiai ciklusok megfelelő működésében, valamint nagymértékben befolyásolhatja növények minőségét és mennyiségét. Ezt az értéket számos környezeti tényező alakíthatja, például a talajban található kationok mennyisége, a mikrobiális folyamatok anyagcseretermékei, a környezet szén-dioxid tartalma, a növények gyökérzetéből felszabaduló anyagok, valamint ezek mellett számos más élő és élettelen hatás (Neina, 2019). A pH érték a felvehető ionok elérhetőségére nagy hatással van. A savasabb talajban ezek a nyomelemek könnyebben elérhetőek, amíg magasabb pH-n a mobilitásuk

jelentősen lecsökkenhet. A talaj szélsőséges kémhatása legtöbbször nem megfelelő a növények számára, mivel az felboríthatja a felvehető ionok egyensúlyát, ezáltal a pusztulásukhoz vezethet (Tale és Ignole, 2015). A talaj pH értéke hatással lehet a felvehető szerves szén és nitrogén atomok elérhetőségére is. A kémhatás befolyásolhatja a szén és nitrogén koncentrációjának a mértékét, és a pH növekedésével az oldható szerves anyag mennyisége is növekedik. A pH-nak a mikroorganizmusok működésében is fontos szerepe lehet. A nitrifikáció folyamata is nagymértékben függ a talaj kémhatásától, alacsonyabb értéken nagyobb intenzitással zajlik a folyamat. A denitrifikáció során megfigyelték, hogy nitrogén-dioxid keletkezik nagyobb mennyiségben 7-es pH alatt, 8-as pH felett viszont elemi nitrogén a fő anyagcsere termék (Neina, 2019).

3. Alkalmazott módszerek

3.1 Mintavételi terület jellemzése

Kutatásomhoz szükséges mintavétel helyszíne Magyarországon a Duna-Tisza közén a Kiskunságban volt. A vizsgált területek a Kolon-tó közvetlen szomszédságában, Soltszentimre település mellett helyezkednek el (1. ábra). A helyszínek bejárására 2024. február elején Biró Csaba, a Kolon-tavi természetvédelmi őrkerület vezetője és munkatársa Morvai Edina vezetésével valósult meg. Az általuk bemutatott területek közül kiválasztottuk a számunkra megfelelő mintavételi helyszíneket.



1. ábra Az ábra a mintaterületek elhelyezkedését mutatja. Soltszentimrétől délkeletre a különböző korú területek vannak jelölve.

Forrás: google earth pro

Elsődleges szempont volt a mintaterületeken a tömeges selyemkóró borítottság, valamint, hogy a faj megközelítőleg mikor jelent meg először az adott élőhelyen. Ezeket az információkat a természetvédelmi szakemberektől kaptuk meg. Három különböző korú selyemkóró borította területet választottunk, amelyeket „fiatal”, „középkorú” és „öreg” elnevezéssel láttunk el és a mérések során is ezt használtuk. A fiatal terület egy faültetvény, ahol a selyemkóró az elmúlt tíz

évben jelent meg. A középkorú mintaterület egy cserjésedő homoki gye, ahol a vizsgált inváziós növényünk az előző tíz – húsz év közötti intervallumban telepedett meg. Az öreg területünk egy homokpusztagyep, amelyen több mint húsz éve jelen van a közönséges selyemkóró. A három kiválasztott élőhelyen áprilisban történt a mintavételezés, az összehasonlíthatóság érdekében a selyemkórós foltokból és a közelükben található, attól mentes területekről szereztük be a talajmintákat.

A magas aranyvesszővel borított területek elnevezése és a mintavétel módja megegyezik a selyemkórós területeknél bemutatottal. Ebben az esetben is három különböző korú területet választottunk ki. A „fiatal” mintaterületen megközelítőleg 5 éve jelent meg az aranyvessző a gyepon foltszerűen. A „középkorú” talajmintákat szintén egy gyepterületről gyűjtöttük be, ahol 10-12 éves az inváziós növény általi borítottság. Az „öreg” mintavételi helyszín egy csatorna partja volt, ahol 2005-ben egy kotrás után jelent meg a magas aranyvessző.

A microarthropoda egyedszám meghatározásához és a lebontás preferencia vizsgálathoz szükséges mintavétel témavezetőm, Dr. Boros Gergely segítségével és vezetésével történt. A talajkémiai összetevők meghatározását és vizsgálatát Dr. Simon Barbara talajmintáin végeztem.

3.2 Microarthropoda diverzitás és egyedszám vizsgálata

Az áprilisi mintavétel során mindhárom kiválasztott területről talajmintavevő eszköz segítségével gyűjtöttük be az egységnyi térfogatú mintákat (2. ábra). Egy helyszínen két, közönséges selyemkóróval borított foltról és selyemkórót nem tartalmazó területről egyaránt egy-egy mintát vettünk. Október 2-án a magas aranyvesszővel borított területekről történt a mintavétel. Helyszínenként, a selyemkórós területekhez hasonlóan, két-két mintát vettünk az aranyvesszővel borított és az inváziós növénytől mentes részekről. A *S. gigantea*-val borított területekről begyűjtött talajmintákon egyedül csak a microarthropoda egyedszám vizsgálatot végeztük el.



2. ábra Talajmintavevő használata (bal oldalon), talajminta (jobb oldalon).

Forrás: saját fotó

A talajból 10 cm mélységű mintát emeltünk ki minden területen (2. ábra), majd ezt közepén két felé választva alsó és felső részre osztottuk, melyeket külön csomagolva kóddal ellátva, jól zárható nylon tasakokban szállítottunk el. A mintákat a feldolgozásig a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszékén 12 °C-ra hűtve tároltuk.

A talajlakó microarthropodák kinyeréséhez Berlese-Tullgren tölcsért használtunk. A tölcsér tetején egy 5 mm lyukbőségű háló található, amelyen fél kg kisméretű (3–6 mm) kavicsot osztattunk el egyenletesen, hogy a laza szerkezetű homoktalaj lepergését megakadályozzuk. Ennek a tetejére helyeztük a talajmintánkat, szintén egyenlő vastagságban elterítve. A tölcsér alá egy tárolóedényt helyeztünk, amelybe etil-alkohol és glicerín 2:1-es arányú keverékét töltöttük. A kiszáradó talajrétegből a talajlakó élőlények lefelé mozognak és így végül az edénybe kerülnek. A felhelyezéstől számított öt nap elteltével szedtem le a mintákat.

A microarthropodák meghatározása és számlálása VWR típusú sztereó mikroszkóppal történt 20×, és 40× nagyításon. A minták vizsgálata során a bennük megfigyelhető különböző taxonok meghatározását végeztem és azokat morfológiai sajátosságuk alapján EMI értékkel láttam el. A kapott értékek alapján kiszámoltam a QBS-indexet, amely a különböző területek minőségét jelzi. A microarthropodák kinyerését és osztályozását Parisi és mtsai. 2005-ös cikke alapján végeztem.

3.3 Lebontó szervezetek táplálékpreferencia vizsgálata



3. ábra Növényi anyagot tartalmazó tasakok talajba helyezése.

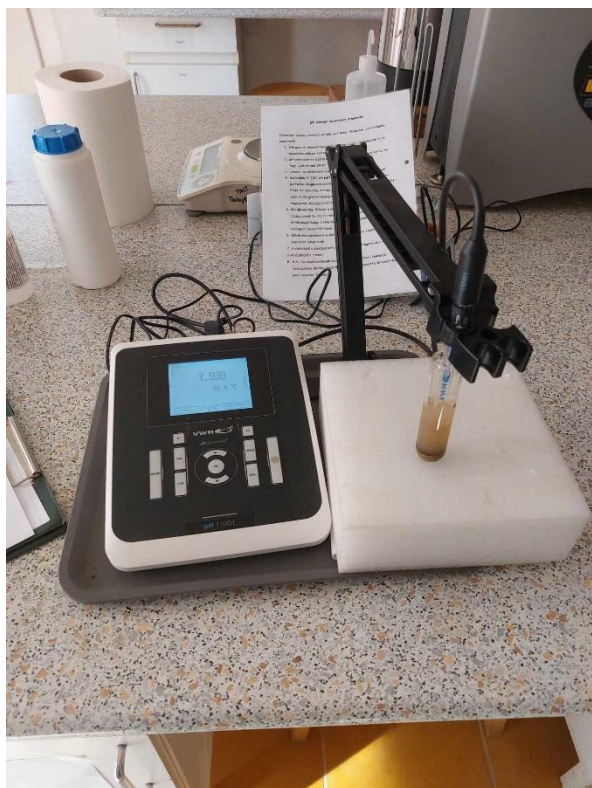
Forrás: saját fotó

A selyemkóróval borított mintaterületeken az áprilisi mintavételek során a talajlakó életközösségek táplálék-preferencia vizsgálatához az ún. *litter-bag* módszert alkalmaztuk. Mindhárom élőhelyen két selyemkórós és két selyemkórótól mentes foltban helyeztük el a felszín alatt 5 cm-re a négy növényi anyagot tartalmazó mintát (3. ábra). Minden alkalommal két selyemkórót és két Rooibos tealeveleket, mint kontroll anyagot tartalmazó számozott, apró hálós tasakot ástunk le (lyukméret kb. 150 μm). Az elhelyezett növényi anyag tömegét előzetesen lemértük és feljegyeztük. A minták helyét fényvisszaverővel ellátott jelölő pálcával megjelöltük, valamint GPS koordinátáikat rögzítettük. A tasakok visszagyűjtése két hónap elteltével, 2024. 06. 27-

én történt. (A begyűjtés során a fiatal selyemkóró borítottságú területen nem találtuk meg az összes kihelyezett tasakot.) A begyűjtött mintákat átszitálás után a tanszéken két hétig 30 °C-on szárítottuk. A kiszáradt mintákat a mérés előtt újra átszitáltam, ezáltal a maradék talajszemcséket is eltávolítottam belőlük, majd egyesével újrámértem a megmaradt növényi anyagot és feljegyeztem a tömegét.

3.4 Talajkémiai vizsgálatok (pH, karbonáttartalom, szervesanyag mérés)

A talajkémiai vizsgálatokhoz szükséges minták vétele mindhárom selyemkórós területről történt. Az adott helyszínről egy selyemkórós és egy selyemkórótól mentes foltból talajmintavevővel egy felső és egy alsó mintát vettünk. Ezeket kóddal ellátott csomagokban a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Talajtani Tanszékére szállítottuk.



4. ábra pH mérő műszer használata

Forrás: saját fotó

A minták feldolgozását a tanszék laboratóriumában végeztem. A pH méréshez mindegyik talajmintából 4 kémcsőbe kimértem 5-5 grammot. A méréseket desztillált vízzel és KCl-oldattal is elvégeztem. Mintánként két kémcsőbe egyenként 12,5 ml desztillált vizet, másik kettőbe pedig 12,5 ml KCl-oldatot mértem ki. Az elkészített keverékekre dugót helyeztem és a következő napon elvégeztem a mérést. A pH mérőt (VWR pHenomenal, pH 1100L) ismert pH értékű puffer oldatokkal kalibráltam, majd az előkészített mintáknak lemértem a kémhatását (4. ábra). Külön a desztillált vízzel és külön a KCl-oldattal kapott eredményeket átlagoltam és így kaptam meg a végleges pH értékét a mintáimnak.

A talajminták kalcium-karbonát tartalmának a mérését Scheibler-féle kalciméterrel végeztem. A minták CaCO_3 tartalmát 10%-os sósavval előzetesen pezsgés-próbával becsültem meg. Ezzel csak a pezsgés erősségét lehet meghatározni egy 1-től 3-ig terjedő skálán. A vizsgált mintáim mindegyike 2-es vagy 3-as besorolást kapott. Az erősségtől függően a mintákból bemért anyagok mennyisége változott. Mindegyik mintából 2 és 3 gramm között, nagyobb éréket kapott talajmintából 2,5 gramm alatt, a kisebb értékűből 2,5 gramm felett mértem be. A kimért mintákat, valamint egy kis kémcsőben 7 ml HCl-oldatot és egy mágneses keverő babát egy Erlenmeyer-lombikba tettem. Az előkészített lombikokat a kalciméterre helyeztem és a sósavasat rázással eloszlattam a talajmintán. Öt perc

elteltével leolvasható volt a műszer folyadékoszlopán a termelődő CO₂ gáz mennyisége. A kapott értékből (b), a bemért anyag tömegéből (g), valamint a karbonát méréshez tartozó táblázatból a hőmérséklet alapján (c), kiszámolható a talajminták CaCO₃ mennyisége. A szükséges képlet:

$$b \cdot c \cdot 100/g.$$

A szervesanyag méréshez a talajmintákból kis mennyiséget külön felcímkézett zacskókba helyeztem. A mérést CNS elemanalizátorral a Talajtani Tanszék dolgozói végezték el. Az analizátor a mintákat magas hőmérsékleten komponenseire szétválasztja, majd a C/N arányt megadja. A kapott érték alapján következtethetünk a talaj szervesanyagának összetételére.

3.5 A talaj tápanyagtartalmának mérése

A minták tápanyagtartalmának a meghatározása a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Talajtani Tanszékén, konzulensem Dr. Simon Barbara segítségével történt. A mérések során a talajminták nitrogén, foszfor és kálium tartalmát állapítottuk meg. A talaj nitrogéntartalmának a méréseit Buzás 1993-ban kiadott munkája alapján végeztük el.

Az ásványi nitrogéntartalom meghatározása során 40 g talajt műanyag rázóedénybe mértünk, majd 100 ml 1%-os KCl oldatot adtunk hozzá és 60 perc rázatást követően leszűrtük a szuszpenziót. Ebből a kivonatból lehetséges a NH₄⁺ és NO₃⁻ mennyiségét meghatározni. A módszer során elsőként az NH₄⁺-N-t határoztuk meg, majd az NO₃⁻-N + NH₄⁺-N-t, amelyek különbsége adja meg a NO₃⁻-N mennyiségét.

A szűrletből 20 ml-t desztilláló lombikba pipettáztunk és hozzáadtunk 6 ml 33%-os NaOH oldatot. Az üveg falán maradt oldatot desztillált vízzel belemostuk. Egy Erlenmeyer-lombikba szedő ágon pietáztunk 20 ml 1,5%-os bórsavat és néhány csepp keverékindikátort is hozzáadtunk. Ugyanebbe a lombikba gyűjtöttük a zöld színű desztillátumot. A keveréket 0,005 M-os H₂SO₄ oldattal titráltuk kékesszürke színig (a túltitrálás lila színt eredményez), majd a fogyásból kiszámoltuk a talaj NH₄⁺-N tartalmát.

Az eredeti szuszpenzióból 20 ml szűrletet egy desztilláló lombikba pipettáztunk és hozzáadtunk 10 ml 20%-os FeSO_4 -ot és 1 ml 10%-os CuSO_4 -ot. Az üveg falán maradt cseppeket desztillált vízzel bemostuk. 6 ml 33%-os NaOH -ot is hozzáadtunk és az üveg falának öblítését ismét elvégeztük. Az Erlenmeyer-lombikba 20 ml 1,5%-os bórsavat pipettáztunk és néhány csepp keverékindikátort adtunk hozzá szedő ágon, majd a desztillátumot ebbe a lombikba gyűjtöttük. Az előző módszerhez hasonlóan 0,005 M-os H_2SO_4 oldattal titráltuk a zöld színű desztillátumot kékesszürke színig (a túltitrálás lila színt eredményez). Ezúttal a fogyásból a talaj $\text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N}$ tartalmát tudtuk kiszámítani.

Az ásványi nitrogéntartalom kiszámításához az alábbi képleteket használtuk:

$$\text{NH}_4^+\text{-N [mg/kg]} = ((V_{\text{minta}} - V_{\text{vak}}) * f_{\text{kénsav}} * 0,14 * (V_{\text{vég}}/V_{\text{desztillált}})) * (1000\text{g} / m_{\text{bemért}}) \text{ és}$$

$$\text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N [mg/kg]} = ((V_{\text{minta}} - V_{\text{vak}}) * f_{\text{kénsav}} * 0,14 * (V_{\text{vég}}/V_{\text{desztillált}})) * (1000\text{g} / m_{\text{bemért}}) \text{ és}$$

$$\text{NO}_3^-\text{-N [mg/kg]} = \text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N [mg/kg]} - \text{NH}_4^+\text{-N [mg/kg]}$$

Ahol:

V_{minta} : a mintára fogyott faktorozott kénsav oldat, ml-ben kifejezve

V_{vak} : a vakmintára fogyott faktorozott kénsav oldat, ml-ben kifejezve

f : 0,005 M-os kénsav oldat faktora (dimenzió nélküli érték)

$V_{\text{vég}}$: a KCl-es kioldás térfogata, ami 100 ml

$V_{\text{desztillált}}$: a ledesztillált KCl-es talajoldat térfogata, ami 20 ml

$m_{\text{bemért}}$: a KCl-es kioldáshoz bemért talaj tömege, ami 40 g

(Buzás, 1993)

A tápanyag vizsgálatok közül az ammonium-laktát oldható foszfor és a kálium tartalmát határoztuk meg fotometriai mérésekkel. A méréseket Egnér és munkatársai 1960-ban kiadott munkája alapján végeztük el. A mérések megkezdése előtt szűrletet készítettünk a talajokból. 2,5 g légszáraz, 2 mm-es szitán átszitált talajt Falcon csövekbe mértünk be. Ráöntünk 50 ml 10×-es hígítású ammónium-laktát-acetát (AL)-oldatot és 2 órán át forgó rázógéppen szobahőmérsékleten rázattuk. Rázatas után azonnal hamu-, és P-mentes szűrőpapíron leszűrtük.

A későbbiekben szükséges volt egy kalibráló sor adataival összevetni a minták fényintenzitásának eltéréseit. A kalibráló sort úgy készítettük el, hogy az 5 mg/dm³-es koncentrációjú törzsoldatból, 0; 5; 10; 15 és 20 ml-t pipettáztunk, melyhez 20 ml ammónium-molibdenát oldatot és 2 ml aszkorbinsavas ónklorid oldatot mértünk be, majd feltöltöttük 50 ml-re. Az elkészült keveréket alaposan homogenizáltuk és 20–30 perc után 660 nm-es hullámhosszon megmértük. A minták méréshez történő előkészítése során a szűrletekből 5-5 ml-t egy 50 ml-es lombikba kimértünk és hozzáadtunk 20 ml kénsavas ammónium-molibdenátot és 2 ml aszkorbinsavas ónkloridot, majd desztillált vízzel jelre állítottuk. A méréshez szükséges „vak oldatot” elkészítettük a mintákhoz használt oldatokból, de a szűrletet nem adtuk hozzá. Az előző méréshez hasonlóan ebben az esetben is 20–30 percet vártunk a mérés megkezdése előtt.

A spektrofotométert bekapcsolás után, amikor az elérte az üzemeléshez szükséges megfelelő hőmérsékletet, a kívánt 660 nm-es hullámhosszra állítottuk. A küvettát 2/3-ig töltöttük a „vak oldattal”, majd óvatosan letöröltük, hogy szennyeződés mentesen kerüljön a műszerbe. A „vak oldat” értékére nulláztuk a készüléket, majd a mérést a kalibráló sor abszorbanciájának felvételével kezdtük. Koncentráció szerint növekvő sorban mértük le az oldatokat, majd a következő oldattal mindig alapos öblítést végeztünk. Miután ezzel végeztünk, a minták abszorbanciáját is megmértük és feljegyeztük.

A kapott adatokból egy grafikont készítettünk, melynek X-tengelyén a koncentrációt, Y-tengelyén az abszorbanciát ábrázoltuk. A grafikonon ábrázoltuk a kalibráló sor értékeit. Ezekhez egy közelítő origóból induló egyenest illesztettünk. Az ismeretlen mintáink abszorbanciájának vonalát metsztük az egyenessel, majd az X-tengelyre merőlegest állítva megkaptuk a koncentrációt. Ezután az alábbi képlet segítségével számoltunk:

$$P_2O_5\left[\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right] = \frac{c \times 50}{m}$$

Ahol:

c (koncentráció) = a standard görbéről leolvasott P₂O₅ [mg/kg] -ban kifejezve

m (tömeg) = a kioldáshoz bemért légszáraz minta tömege g-ban kifejezve, ami 2,5 g

50 = a kioldáshoz használt oldószer térfogata ml-ben kifejezve.

A minták AL-K₂O -tartalmának meghatározása emissziós lángfotométerrel történt. Az égés során az atomok fénysugarakat bocsátanak ki, melyek minden esetben jellegzetesen az adott atomra utalnak. A fényt a monokromátoron keresztül juttatjuk a detektorba, ezáltal kiszűrhetjük a további hullámhosszokat.

A méréshez kalibráló sort készítettünk, amelyhez az 50mg/dm³-es törzsoldatból 0; 5; 10; 15 és 20 ml-t pipettáztunk, majd 50 ml-re feltöltöttük és homogenizáltunk. A mintákhoz 10 ml szűrletet egy 25 ml-es lombikba pipettáztunk és jelre töltöttük oxálsavval. Egy éjszakát állni hagytuk és a leülepedett csapadék feletti oldat K₂O tartalmát lángfotométerrel megmértük. A mérés kezdete előtt a kalibráló oldatokat megmértük, majd desztillált vízzel átöblítettük a rendszert. A kalibrációs görbét és az ismeretlenek illesztését a spektrofotometriához hasonlóan elvégeztük és ebben az esetben is az alábbi képlet segítségével számítottuk ki a minták AL-K₂O tartalmát:

$$K_2O \left[\frac{mg}{kg} \right] = \frac{c \times 50}{m} * 2,5$$

Ahol:

c (koncentráció) = a standard görbéről leolvasott K₂O [mg/kg]-ban kifejezve

m (tömeg) = a kioldáshoz bemért légszáraz minta tömege g-ban kifejezve, ami 2,5 g

50 = a kioldáshoz használt oldószer térfogata ml-ben kifejezve

2,5 = hígítás mértéke, ami a 10 ml oldat 25 ml-re történő feltöltéséből adódik (25/10 = 2,5)

(Egnér és mtsai, 1960)

3.6 Statisztikai analízis

A vizsgálatok során kapott adatokat táblázatokba rendezve rögzítettem és ezeken statisztikai analízist végeztem. Az adatelemzéshez megfelelő módszer a különböző eredmények összehasonlítására a varianciaanalízis (ANOVA). Az alap kérdés a vizsgálatoknál a csoportok közötti eltérés volt, 0,05-ös szignifikanciaszinten. Azokban az esetekben, ahol a kapott p-érték nem érte el a megadott 0.05-ös szignifikanciaszintet ott határozott különbség mutatható ki az adott csoportok között. Abban az esetben, ahol a p-érték nagyobb volt ennél a szintnél, nem mutatható ki jelentős különbség.

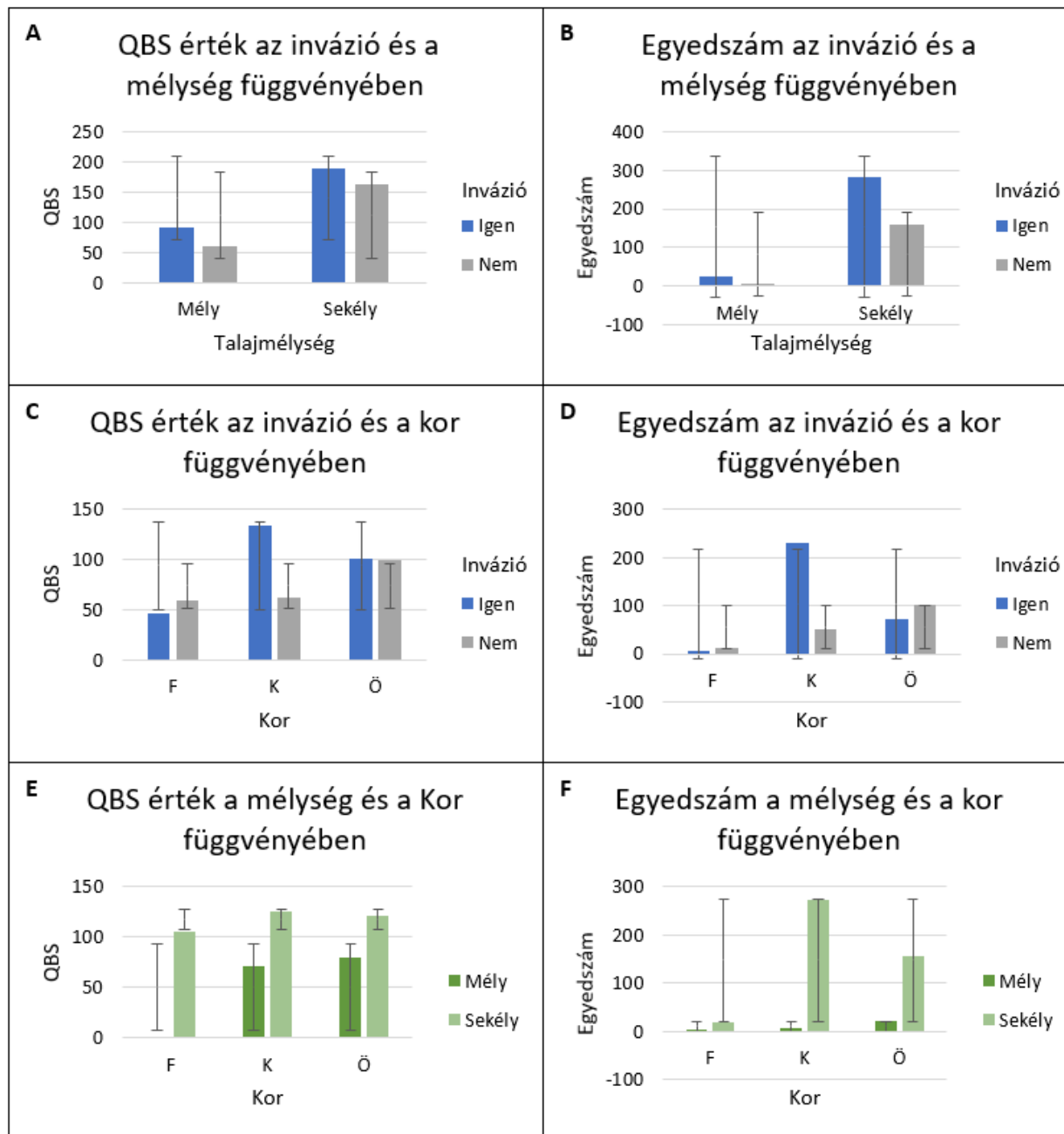
4. Eredmények

4.1 Microarthropoda diverzitás és egyedszám vizsgálata

A microarthropoda egyedszám vizsgálata során a közönséges selyemkóróval borított területekről begyűjtött minták esetében a különböző tényezők függvényében kapott értékek grafikonon történő ábrázolása és statisztikai analízise alapján kimutatható különbségek láthatóak (5. ábra). A QBS értékek és az egyedszám vizsgálata az inváziós növényekkel borított területek és a talajmélységi adatokkal való összehasonlításával kimutatható, hogy az invázió jelenléte nem befolyásolta jelentősen ezeket az értékeket. A talajmélység esetében azonban szignifikáns eredmény mutatható ki (a QBS érték esetében: $p = 0,004$, az egyedszám esetében: $p = 0,045$). A sekély talajmintában jelentősen nagyobb volt a QBS érték és a microarthropoda egyedszám is, mint a mélyebbről gyűjtött mintákban (6. ábra).

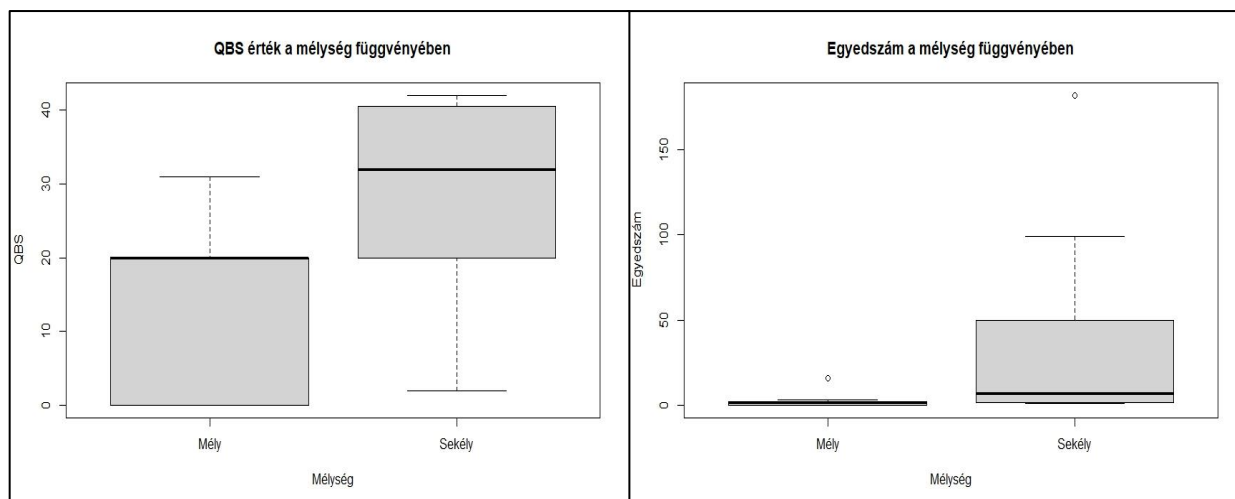
A QBS érték és az egyedszám az inváziós borítottság és a terület inváziós növényvel borítottsága korának a függvényében történt elemzés során megfigyelhető, hogy az inváziós növények jelenléte nem befolyásolta nagy mértékben a vizsgált változókat. A kor kismértékben hatással volt az eredményre, a középkorú mintákban több élőlény volt kimutatható, az öreg területekről kevesebb és a fiatal területekről gyűjtött mintákban volt a legkevesebb microarthropoda.

A QBS érték a talajmélységgel és a korrall összevetve nem mutat nagy változatosságot, mindhárom területen hasonló eredmény látható. A talajmélység is csupán kismértékben volt hatással az eredményre, itt is hasonló értékek figyelhetők meg mindegyik esetben. Az egyedszám vizsgálata ugyanezeknek a tényezőknek a függvényében a talajmélység esetében határozottabb eltérést fejez ki. A korcsoportok közötti eltéréseket a sekély talajrészről vett minták eredményei jelzik. A középkorú csoport esetében volt a legnagyobb egyedszám, majd az öreg és végül a fiatal területen.



5. ábra A különböző oszlopdiagramokon a QBS értékek és egyedszámok vannak ábrázolva (szórás hibasávokkal) a vizsgált tényezők függvényében a közönséges selyemkóróval borított területeken. QBS érték (A) és egyedszám (B) az inváziós növények jelenléte és a talajmélység függvényében. QBS érték (C) és egyedszám (D) az inváziós növények jelenléte és a terület inváziós borítottsága korának a függvényében. QBS érték (E) és egyedszám (F) a talajmélység és a terület inváziós borítottsága korának függvényében. Kor= F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg).

Forrás: saját szerkesztés



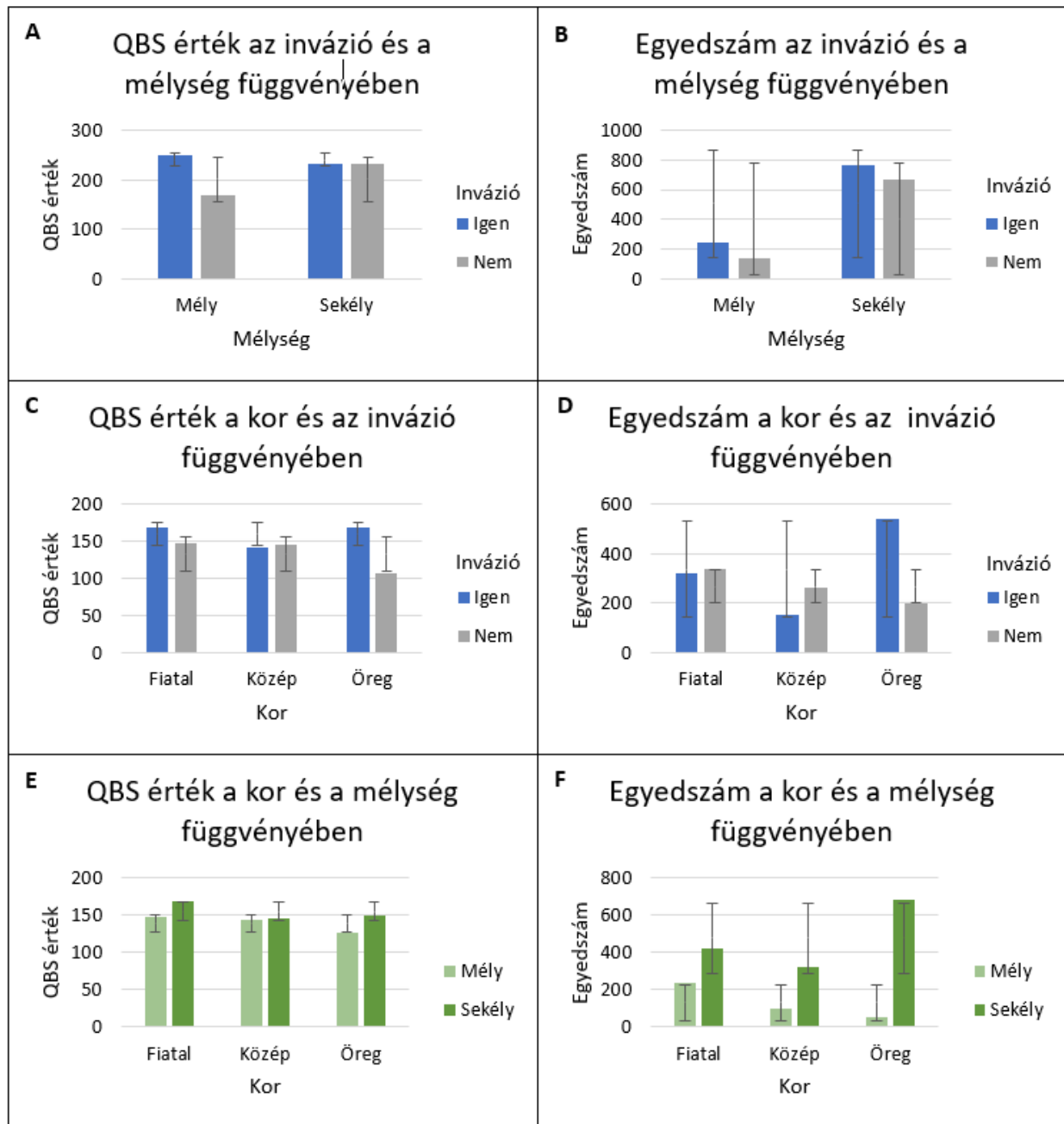
6. ábra QBS értékek (balra) és egyedszámok (jobbra) ábrázolása boxplot diagramon a talajmélység függvényében. (ANOVA)

Forrás: saját szerkesztés

A magas aranyvesszővel borított területekről begyűjtött mintákon az azokban található microarthropodák egyedszámát vizsgáltam. A QBS értékeket és az összesített egyedszámokat grafikonon ábrázoltam (7. ábra).

A QBS értékek és az egyedszám vizsgálatának az inváziós borítottság korának a függvényében nem volt jelentős különbség a korcsoportok között. Az egyedszám a fiatal és az öreg korcsoportoknál vett fel magasabb értékeket, a középkorú terület esetében kismértékben alacsonyabb értéket figyelhetünk meg. A mélység függvényében elvégzett statisztikai vizsgálatok esetében azonban szignifikáns különbség mutatható ki a sekély és a mély rétegek között ($p = 0,028$), így például a felsőbb rétegekben jelentősen több microarthropoda volt megfigyelhető.

Az inváziós borítottság a kontrol területekhez képest szintén nem befolyásolta jelentősen a talajlakó ízeltlábúak egyedszámát. Az öreg korcsoport esetében figyelhető meg magasabb érték az inváziós növények jelenlétének következtében. Megfigyelhető a diagramok alapján, hogy a legtöbb esetben közel azonos értékeket jelenít meg az inváziós növényekkel borított területekről és az inváziótól mentes területekről gyűjtött minták eredménye.

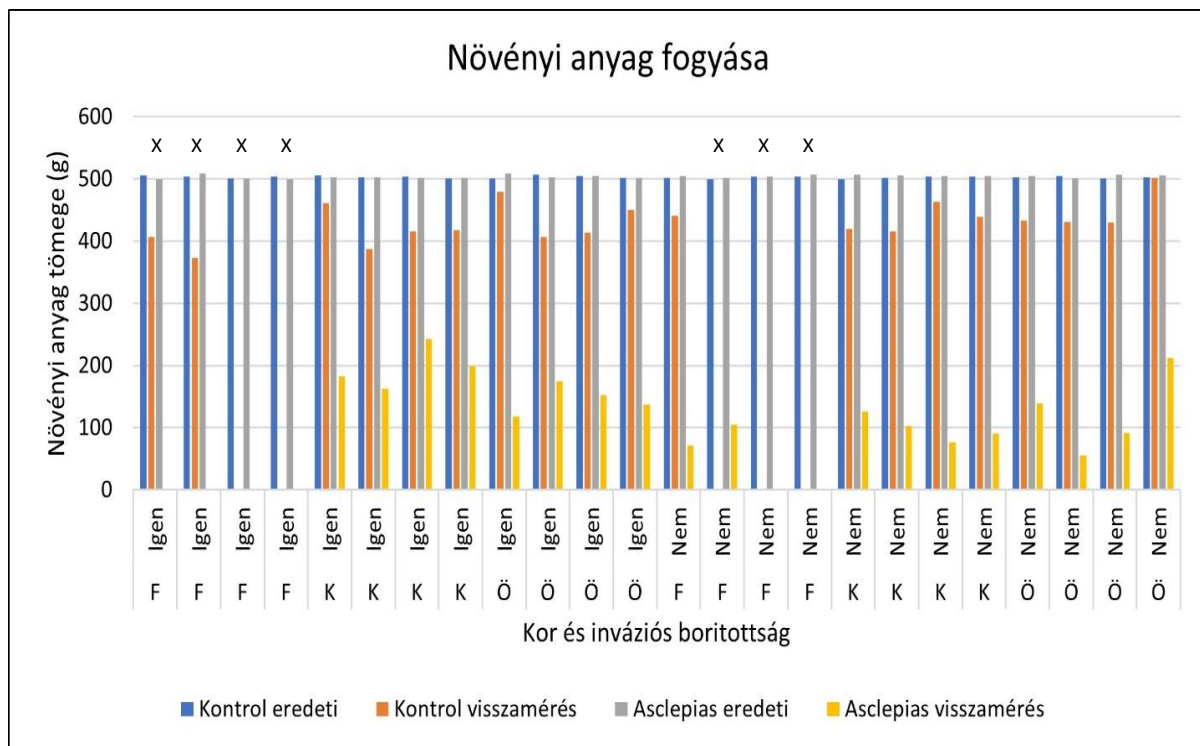


6. ábra A különböző oszlopdigramokon a QBS értékek és egyedszámok vannak ábrázolva (szórás hibásávokkal) a vizsgált tényezők függvényében a magas aranyvesszővel borított területeken QBS érték (A) és egyedszám (B) az inváziós növények jelenléte és a talajmélység függvényében. QBS érték (C) és egyedszám (D) az inváziós növények jelenléte és a terület inváziós borítottsága korának a függvényében. QBS érték (E) és egyedszám (F) a talajmélység és a terület inváziós borítottsága korának függvényében.

Forrás: saját szerkesztés

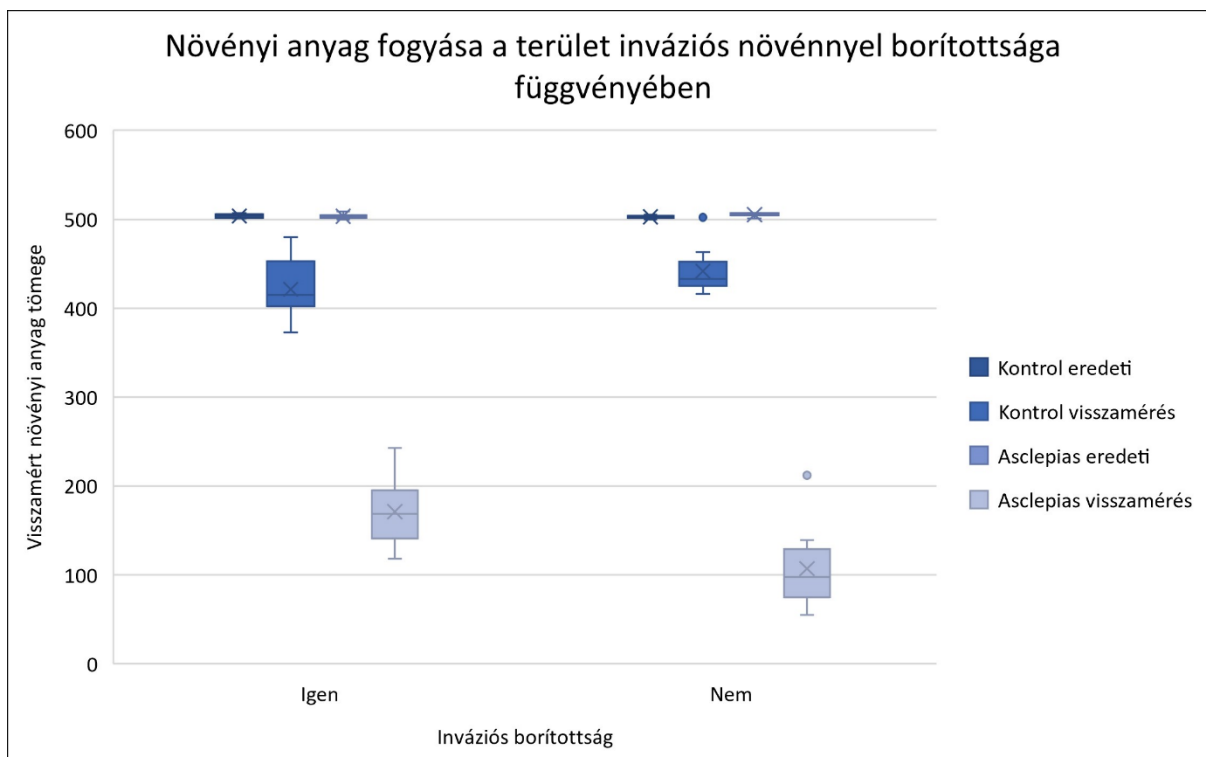
4.2 Lebontó szervezetek táplálékpreferencia vizsgálata

A táplálékpreferencia vizsgálat során a *litter-bag* módszerrel begyűjtött adatok ábrázolása és statisztikai analízise alapján jelentős különbség nem látható a különböző korcsoportok között. A selyemkórót tartalmazó tasakok esetében a fogyasztás minden esetben nagyobb mértékű volt a kontrol növényi anyag tartalmú tasakokéhoz képest (8. ábra). Az inváziós növényvel borított élőhelyek esetében szignifikáns különbség mutatható ki a kontrol területekhez képest ($p = 0,005$) (9. ábra). Az inváziótól mentes területen a selyemkóró növényi anyagának a fogyasztása nagyobb volt.



8. ábra Növényi anyag fogyasztása az inváziós növények jelenléte (igen=inváziós terület, nem=inváziótól mentes terület) és a terület inváziós borítottsága korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)) a függvényében. (Az x-el jelölt oszlopok esetében nem találtuk meg kihelyezett a tasakokat, így nem tudtuk visszamérni a növényi anyag fogyasztását.)

Forrás: saját szerkesztés

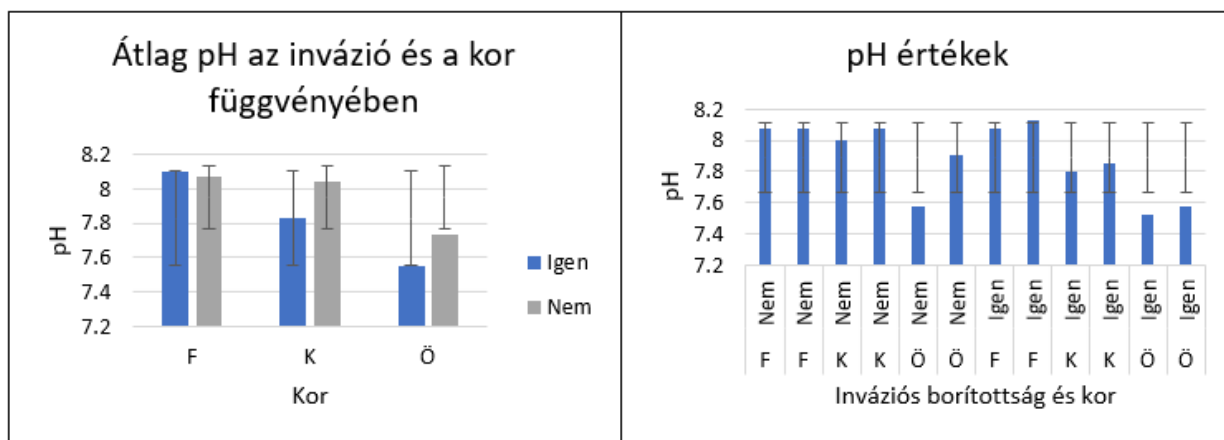


9. ábra A visszamért növényi anyag tömege a terület inváziós növényrel borítottságának a függvényében boxplot diagramon ábrázolva.

Forrás: saját szerkesztés

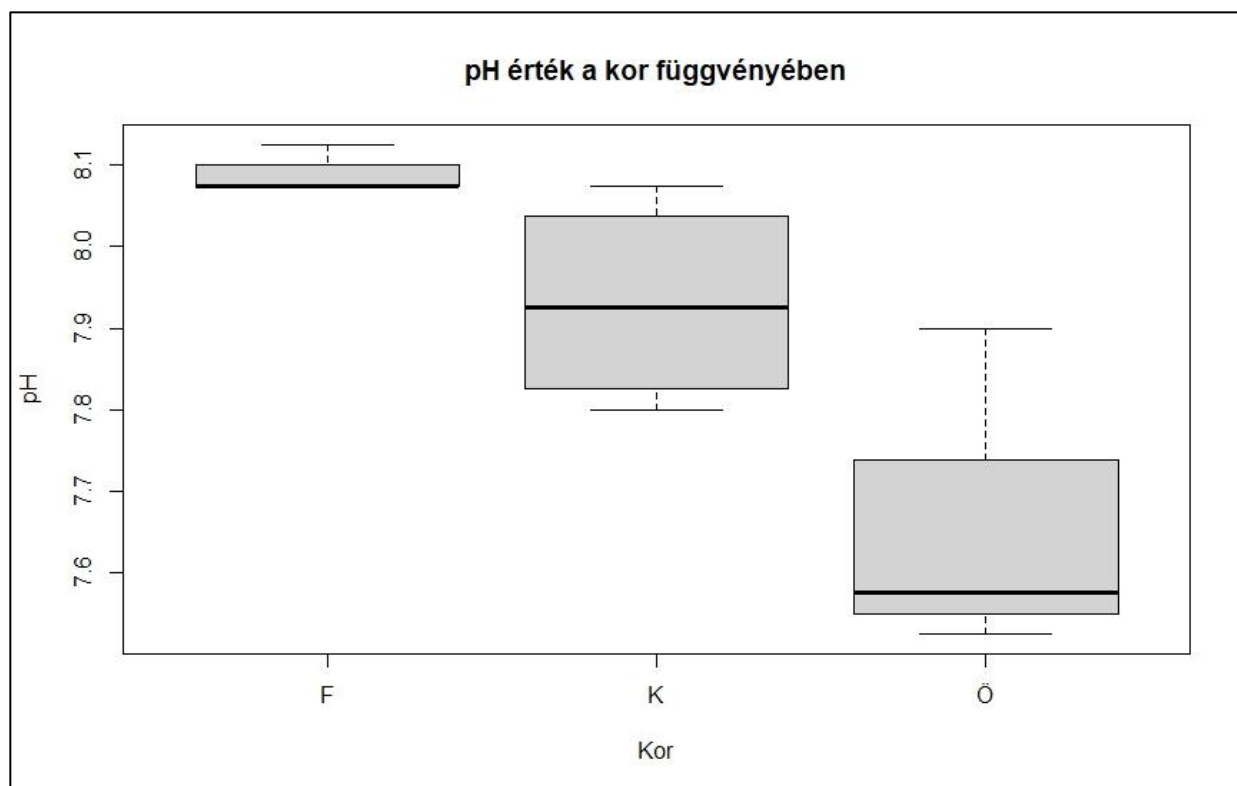
4.3 pH érték

A vizsgálatom során kapott pH értékeket két módon ábrázoltam oszlopdiagramban. A selyemkóró borítás kora alapján felbontva az egyes csoportokhoz tartozó átlagok alapján megfigyelhető, hogy az egyre idősebb borítású területen egyre csökken a pH érték. Hasonló eredményt fejez ki a pH értékek külön történő ábrázolása és vizsgálata (9. ábra). Statisztikai vizsgálat alapján kimutatható, hogy szignifikáns különbség van jelen a különböző korcsoportok között ($p = 0,002$) (11. ábra).



10. ábra Átlag pH értékek (bal oldal) és pH értékek (jobb oldal) ábrázolása oszlopdiagramon (szórás hibasávokkal) az inváziós növények jelenléte (igen=inváziós terület, nem=inváziótól mentes terület) és a terület inváziós borítottsága korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)) a függvényében.

Forrás: saját szerkesztés

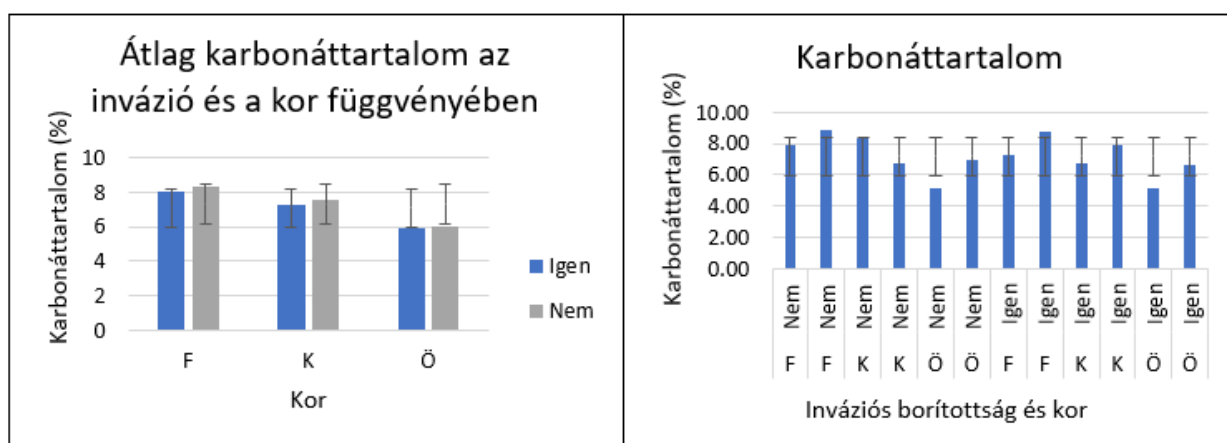


11. ábra pH értékek ábrázolása boxplot diagramon a terület inváziós borítottsága korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)) a függvényében.

Forrás: saját szerkesztés

4.4 Kalcium-karbonát tartalom

A kalcium-karbonát tartalom mérés során a korcsoportok alapján az átlagokat és külön-külön az inváziós növényvel borítottság függvényében ábrázoltam. Az eredményekben kismértékű különbség figyelhető meg. A fiatal csoportban volt a legmagasabb a karbonáttartalom és fokozatos csökkenés mutatható ki a kor előrehaladtával (12.ábra). Az öreg területen volt a legalacsonyabb a talaj karbonáttartalma.

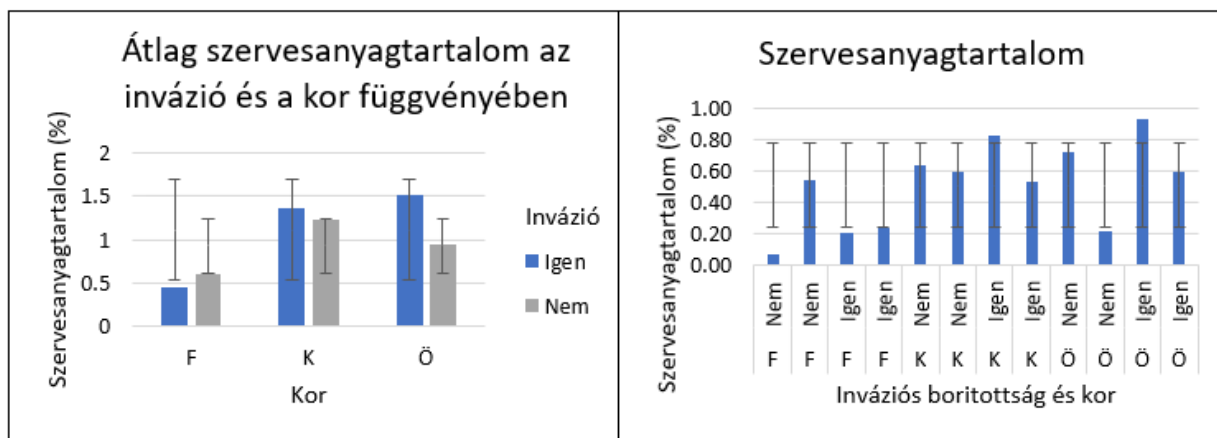


12. ábra Átlag kalcium-karbonáttartalom értékek (bal oldal) és kalcium-karbonáttartalom értékek (jobb oldal) ábrázolása oszlopdiagramon (szórás hibasávokkal) az inváziós növények jelenléte (igen=inváziós terület, nem=inváziótól mentes terület) és a terület inváziós borítottsága korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)) a függvényében.

Forrás: saját szerkesztés

4.5 Szervesanyagtartalom

A talaj szervesanyag tartalma az inváziós területek és a kontrol területek összehasonlítása alapján csak kis mértékben tér el egymástól. A terület inváziós növényvel borítottságának a kora kis mértékben volt hatással a szervesanyagtartalomra. A fiatal élőhelyen volt a legalacsonyabb a középkorú és az öreg területen nagyobb volt a mennyisége. Az idősebb csoportnál megfigyelhető, hogy kismértékben az inváziós borítás hatására nagyobb értéket fejez ki, mint a kontrol területen (13. ábra).



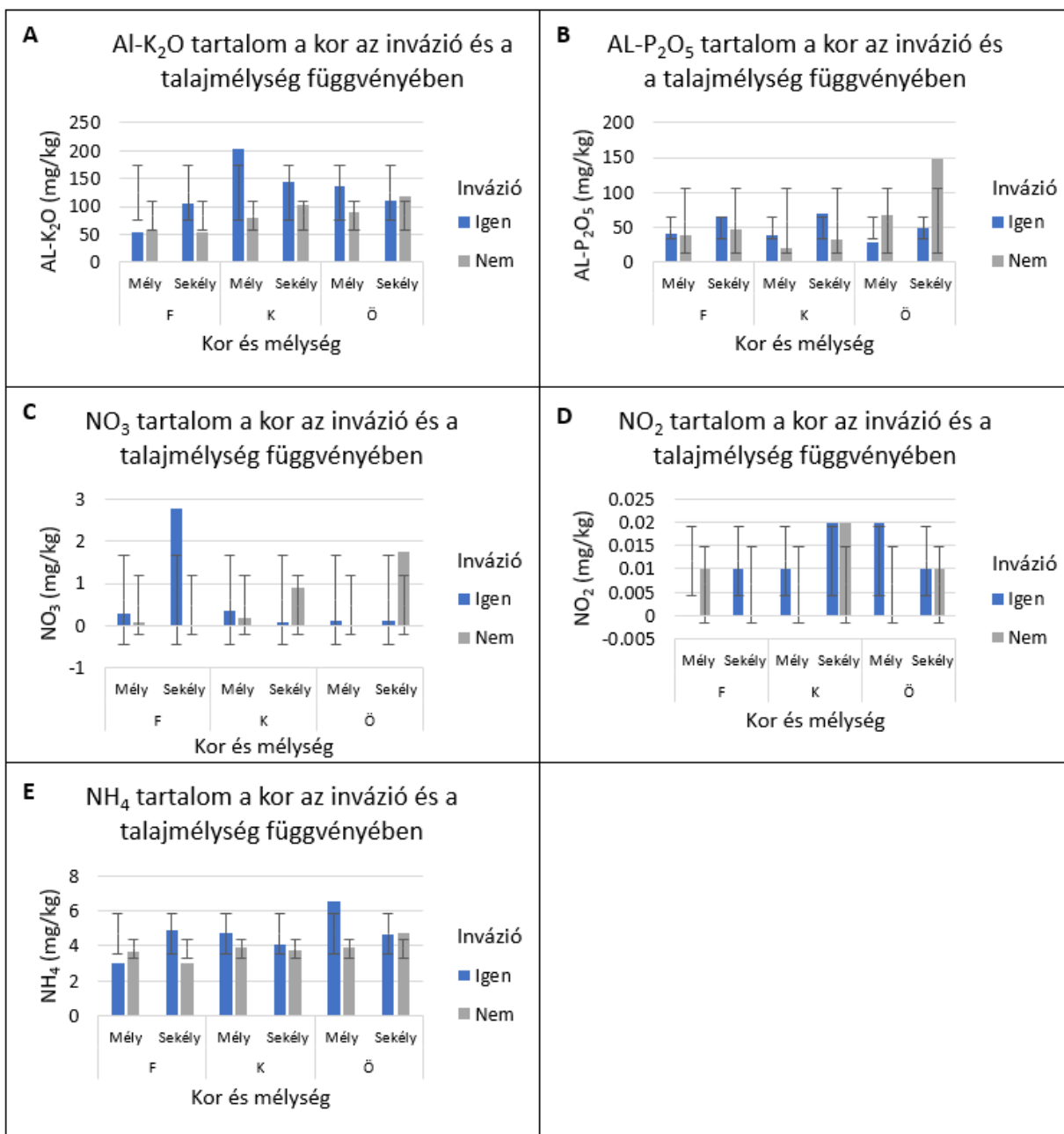
13. ábra Átlag szervesanyagtartalom értékek (bal oldal) és szervesanyagtartalom értékek (jobb oldal) ábrázolása oszlopdaigramon (szórás hibasávokkal) az inváziós növények jelenléte (igen=inváziós terület, nem=inváziótól mentes terület) és a terület inváziós borítottsága korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)) a függvényében.
Forrás: saját szerkesztés

4.6 Tápanyagtartalom

A közönséges selyemkóróval borított területekről vett minták tápanyagtartalmának mérése során a kapott eredmények nem mutatnak jelentős mértékű változásokat az inváziós borítottság korával kapcsolatban. A vizsgált peraméterek, a talajmélység, az invázió kora és az inváziós növények jelenléte a területen, csak kismértékben voltak hatással a talajmintákban vizsgált különböző elemekre (14. ábra). A káliumtartalom esetében az inváziós területeken nagyobb koncentráció figyelhető meg, mint a kontrol területnél, azonban a talajmélység nem volt jelentős hatással a kálium mennyiségére. A középkorú és az öregkorcsoportok esetében magasabb értékek figyelhetők meg, ezek közel megegyező mennyiségű káliumot tartalmaznak. A foszfortartalomra egyik vizsgált tényező sem volt jelentős befolyással, egyedül az öreg korcsoport inváziótól mentes sekély mintájában figyelhető meg nagyobb koncentráció.

A nitráttartalom esetében sincs egyértelmű hatása a különböző korcsoportoknak. Az inváziós növények jelenléte kizárólag a fiatal, sekély talajmintában, az inváziós növények hiánya pedig az öreg terület sekély mintájában eredményezett nagyobb koncentrációt. A nitrition koncentrációjára kismértékben hatással volt az inváziós borítottság kora. A középkorú mintában volt a legmagasabb, valamint az öreg korcsoport esetében is magasabb értéket mértünk, mint a fiatal esetében. Az ammóniumion koncentrációját a talajmélység nem befolyásolta jelentősen és

kismértékű növekedést eredményezett az inváziós növények jelenléte. A korcsoportok függvényében az öreg területekről gyűjtött minták esetében kissé magasabb koncentrációt mértünk a többi csoporthoz képest.



14. ábra A talaj foszfor, kálium és nitrogéntartalmának ábrázolása oszlopdiagramokon (szórás hibásávokkal). Káliumtartalom (A), foszfortartalom (B), nitráttartalom (C), nitríttartalom (D) és ammóniumion-tartalom (E) megjelenítése az inváziós borítottság korának (F (fiatal), K (középkorú), Ö (öreg)), az inváziós növények jelenlétének (igen=inváziós terület, nem=inváziótól mentes terület) és a talajmélység függvényében.

Forrás: saját szerkesztés

5. Következtetések és javaslatok

Vizsgálatom során az elsődlegesen feltett kérdés volt, hogy a közönséges selyemkóró és a magas aranyvessző borításnak az időtartama milyen mértékben befolyásolja a talaj állapotát, illetve milyen hatással van a benne található gerinctelen élőlények diverzitására és egyedszámára. Az eredmények alapján elmondható, hogy az egyes vizsgált paraméterek esetében az inváziós borítás kora befolyásoló, ugyanakkor néhány tényezőnél ez nem valósult meg, vagy csak csekély mértékben.

A microarthropoda egyedszám és QBS értékek vizsgálata során a selyemkóró borítottság kora nem befolyásolta szignifikánsan a kapott eredményeket. Az idősebb területen ugyanakkor kissé magasabb QBS értékeket mértünk, ami összefüggésben lehet a talaj szervesanyagtartalmának eredményeivel. Megfigyelhető, hogy a kor előrehaladtával kismértékben, de több szervesanyagot tartalmazott a minta. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy a nagyobb táplálékmenyiség több élőszervezetet eredményezhet a területen. A microarthropoda vizsgálatok a talajmélységgel összefüggésben szignifikáns eredményt mutattak. A talajszintben általában a felsőbb régiók több tápanyagot tartalmaznak, mint az alsóbb szintek (Jobbágy és Jackson, 2001). A nagyobb tápláléktöbbség az előző összevetéshez hasonlóan jobb élőhelyet teremthet a lebontó szervezetek számára. A mélység és a kor alapján végzett vizsgálatokból arra lehet következtetni, hogy a szervesanyagtartalom növekedésével idővel a talaj mélyebb rétegeibe is több táplálék kerül, ezáltal az idősebb területeken az alsóbb régiókban is több gerinctelen fordul elő. Ezekben az esetekben is azonban a sekély rétegben jelentősen több microarthropoda volt megfigyelhető.

A magas aranyvesszővel borított területekről gyűjtött talajminták esetében is a különböző korú területek csak kis mértékben befolyásolták a microarthropoda QBS értékeket és egyedszámot. A fiatal és öreg korcsoportoknál figyelhető meg az egyedszámmal kapcsolatban kissé magasabb értékek. Ennek az oka egyértelműen nem magyarázható, mivel a rendelkezésemre álló laboridő és kapacitás hiánya miatt a területről gyűjtött mintákon csak a microarthropoda mérést végeztük el. Feltételezhető, hogy ebben az esetben is az öreg területen a nagyobb mértékű szervesanyag-többség okozza magas értékeket, a fiatal területen pedig a még túlnyomóan az őshonos faunához kötődő szervezetek találhatók nagyobb számban. Ez azt eredményezheti, hogy a középkorú állománynál

egy átalakulás és alkalmazkodási folyamat zajlik, ami szintén magyarázhatja a kisebb értékeket. A megbízhatóbb adatok és konklúzió érdekében további vizsgálatokra lenne szükség, ideálisan nem csak ezen a helyszínen, hanem más területeken is, minél több befolyásoló tényezőre kiterjedő kutatással.

Jelen vizsgálat sorozatban az inváziós növények jelenléte tehát nem befolyásolta jelentősen a fiatal és középkorú terület QBS értékeit. Az öreg korcsoportnál megfigyelhetőek magasabb egyedszám értékek, ami magyarázható azzal, hogy a microarthropodáknál idővel kialakulhatott a magas aranyvessző iránti táplálékpreferencia. A mélység függvényében végzett vizsgálatok viszont szignifikáns különbséget mutattak, így a sekélyebb talajminták jelentősen több microarthropodát tartalmaztak. Ennek oka a selyemkóróval borított területekhez hasonlóan az lehet, hogy ez a réteg több tápanyagot tartalmazhat, mint az alsóbb rétegek, ezáltal több gerinctelen számára tud kielégítő táplálékforrást nyújtani.

A lebontó szervezetek táplálékpreferencia-vizsgálata során az inváziós borítás korának hatását adatvesztés miatt nem volt lehetőségünk elemezni. A kihelyezett növényi anyagot tartalmazó tasakok visszagyűjtése az idősebb területekről sikeres volt, azonban a fiatal területen csak keveset találtunk meg (maguk a jelölőpálcák is eltűntek). A fiatal csoport adatainak hiánya miatt a statisztikai elemzés nem lenne megbízható. A meglévő eredmények alapján azonban elmondható, hogy minden esetben a selyemkórót tartalmazó tasakok növényi anyagának a fogyása jelentősen nagyobb volt a kontrol anyag fogyasztáshoz képest, vagyis a selyemkórót nagyobb mértékben fogyasztották a lebontószervezetek. Mivel a selyemkóró nitrogéntartalma igen magas, amelyet fejlődése során nagymennyiségben vesz fel a talajból (Béres és mtsai, 2003), előfordulhat, hogy számos más inváziós növényhez hasonlóan az *A. syriaca* is a talaj átalakítását a szervesanyag felhalmozásával segíti elő. A lebontó szervezetek számára a nitrogénben, tehát tápanyagban gazdagabb avar vonzóbb (Smith és Bradford, 2003) így azok lebontása is intenzívebb. Szignifikáns eredmény figyelhető meg az inváziós növényekkel dominált területek és a kontrol területek közötti táplálékpreferencia-vizsgálata során. Az inváziótól mentes területen a selyemkórót tartalmazó tasakoknál a fogyás mértéke szignifikánsan nagyobb volt, mint az inváziós területen. A selyemkóró olyan fentebb említett tulajdonságai miatt, mint a szervesanyag-többlettartalom a könnyebb lebontás, előfordulhat, hogy az itt élő microarthropodák számára az új fajta táplálék az őshonos növényzet által szolgáltatott növényi anyaggal szemben vonzóbb volt.

A talaj kémhatása a korral szintén jelentősen megváltozott. Az inváziós növények jelenléte csak kismértékben csökkentette a pH-t az idősebb korcsoportok esetében. A selyemkóró borítottságnak a kora viszont szignifikáns csökkenést mutatott a pH értékre vonatkozóan. Elsődlegesen a szervesanyag felhalmozódással járó huminsav-szint emelkedése magyarázhatja a talaj savasodását. Az inváziós területeknél a szervesanyagtartalom növekedését a selyemkóróban található nitrogén és szén többlet még inkább elősegítette.

A kalcium-karbonát tartalom az idősebb területeken kisebb értéket mutatott, még a legnagyobb mennyiségben a fiatal állománynál volt megfigyelhető. Az eredmény a talaj kémhatásával is összefügghet, hiszen a savasabb közegben nagyobb mértékben történhet a kalcium-karbonát kioldódása, valamint a csapadék által a kioldódott anyagok kimosódásának és az átalakulásának a valószínűsége megnőhet (Buehrer és Williams, 1936).

A szervesanyagtartalom mérésre kapott eredmények a többi vizsgálattal nagymértékben összefügghetnek. Leginkább a terület borítottságának kora volt hatással a szervesanyagtartalomra. Kisebb hatása volt az inváziós növények jelenlétének erre az értékre. Az idősebb területeken mind az őshonos, mind az inváziós növények avarjának tömege jelentősen eltérhet a fiatalabb területekétől. Ez eredményezheti a kapott eredményt és a kor alapján megfigyelhető növekedést.

A tápanyagtartalom függvényében végzett vizsgálatok során a talaj kálium, foszfor és nitrogéntartalmát vizsgáltuk. A kálium ionok esetében az idősebb korcsoportoknál figyelhetőek meg magasabb értékek. Ez az eredmény összefüggésben lehet a szervesanyagtartalommal, a minél nagyobb növényi anyag magasabb káliumszintet eredményezhet. A foszfortartalom az összes korcsoport esetében közel megegyező volt. Kizárólag az öreg területről gyűjtött sekély minták eredménye mutatott magasabb értéket. Az eltérés okára a vizsgálatunk alapján nem lehet egyértelműen következtetni, a magyarázatot további vizsgálatok során kaphatjuk meg. A nitráttartalomra a különböző korú inváziós borítás nem volt hatással, a fiatal és az öreg korcsoport sekély mintáiban mértünk magasabb értékeket. Ennek az oka általunk nem vizsgált tényező lehet. A nitrition koncentráció az idősebb korcsoportokban magasabb értékeket jelenít meg. A középkorú és az öreg mintákban megfigyelhető magasabb értékek összefüggésben lehetnek a nagyobb növényi borítással és a magasabb szervesanyagtartalommal. Az ammóniumion mennyisége az összes területen közel azonos volt. Több csoportnál a selyemkóró borítás kismértékű növekedést eredményezett, amely a növény talajt átalakító hatásával és folyamataival magyarázható. Az

eredmény a pH csökkenésével lehet összefüggésben, a savasabb kémhatás a mikrobiális folyamatokat is átalakíthatja, ezáltal lehetséges, hogy a baktériumok nagyobb mennyiségben termelnek ammóniát ezeken a területeken.

A vizsgálatok során több kérdésre kaptunk megfelelő választ, azonban néhány esetben az eredmény nem volt egyértelmű és nem minden esetben igazolta az elsődlegesen feltett kérdést. Konkrét mintázatok azonban kimutathatóak az inváziós növények korának az összefüggésében, ezért a továbbiakban is érdemes foglalkozni a témával. Az általam vizsgált terület csak egy kis térségre korlátozódott ezt a jövőben több állományban akár az ország több pontján is érdemes lenne elvégezni, hiszen a minél változatosabb élőhelyeken elvégzett vizsgálatok során a talajtípus, az éghajlat, az őshonos növényzetben való eltérések által további megfelelő értékeket kaphatnánk. A mintaszám növelésével egyes területeken még inkább megbízható eredményt kaphatunk és abban az esetben, ha egyes minták sérülnek, vagy elvesznek, sem okoz a vizsgálat számára jelentős hátrányt. További inváziós növényfajok esetében is érdemes elvégezni a kutatást, és az így kapott értékeket összehasonlítani a korábbi eredményekkel. Ezáltal kimutatható lenne, hogy milyen hatáskülönbségeket eredményeznek az egyes inváziós fajok egymáshoz képest. Megfelelő képet kaphatunk az átalakító folyamatok hatásáról és a későbbi kezeléseket és élőhelyrestaurációs munkálatokat az eredmények figyelembevételével lehetne tervezni. Minél több információnk van a különböző inváziós növények hatásáról, annál megfelelőbb módon lehetünk képesek a területeken a természetvédelmi beavatkozások elvégzésére.

6. Összefoglalás

A növények elterjedését és megjelenését számos tényező befolyásolja. A hőmérséklet, a vízmennyiség, az éghajlat és a szabad, kolonizálható földterületek mind hatással vannak a növényfajok sikerességére. Egyes fajok képesek lehetnek jobban alkalmazkodni és gyorsabb terjedésükkel, valamint nagyobb versenyképességük által új területeket foglalhatnak el. Az őshonos flórától eltérő idegenhonos növények rendelkeznek ezekkel a tulajdonságokkal, ezen felül pedig sok esetben képesek lehetnek úgy átalakítani a környezetüket, hogy az csak ezeknek a fajoknak a sikerességét növelje.

A közönséges selyemkóró és a magas aranyvessző Magyarországon az elmúlt évszázadban nagymértékű terjedésével az ország szinte minden területét benépesítette. A talaj kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságait mindkét faj képes átalakítani bizonyos mértékben. Ezek közé tartozik a talaj kémhatására, szervesanyagtartalmára, felvehető ionok mennyiségére és a lebontó microarthropoda közösségekre kifejtett hatásuk. A lebontó közösségek a talaj minőségének egyik legjobb indikátorai, ezáltal azok vizsgálata során jobb képet kaphatunk az inváziós növényeknek a területen kifejtett hatásáról. A microarthropoda vizsgálatok mellett a talaj kémiai tulajdonságainak a vizsgálata is fontos az átalakító folyamatok megismeréséhez és a későbbi kezelések és restaurációs munkálatok megfelelő elvégzéséhez.

A vizsgálatom során elsődlegesen felvetett kérdés volt, a vizsgált inváziós növények borításának a kora és ezáltal annak milyen hatása van a talaj kémiai állapotára és a mezofaunára. A kiértékelt eredmények szemléltették, hogy a microarthropoda egyedszámra és a QBS értékekre nem volt jelentős hatással a borítottság kora. Több kémiai paraméter esetében azonban a különböző korcsoportok jelentősen befolyásolták az eredményeket. A talaj kémhatásának, a kalcium-karbonáttartalmának és a szervesanyagtartalmának a kor függvényében nagyobb változások voltak megfigyelhetők. A talajmélység szintén jelentős befolyásoló tényező, a sekélyebb réteg esetében a microarthropodák száma is magasabb volt, valamint a felvehető ionok is eltérést mutattak a mélységgel összefüggésben. Az inváziós növények jelenléte is több esetben is hatással volt szinte minden vizsgált értékre. A növényi anyag fogyása és a microarthropoda egyedszám esetében is jelentős befolyásoló tényező az inváziós növények jelenléte a területen.

A vizsgálatom során kapott eredmények több szempontból is jelzést adnak a területen az inváziós növények hatásáról. Különböző hatások vizsgálatával összefüggő képet alkotnak a terület változásairól. Egyes összefüggések esetében a megfelelő magyarázathoz további vizsgálatok szükségesek, azonban a használt módszerek könnyedén megismételhetők és megbízható eredményeket szolgáltatnak a vizsgált paraméterek esetében.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindenki számára, aki hozzájárult a diplomadolgozatom elkészüléséhez.

Szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr. Boros Gergelynek a vizsgálatomba fektetett minden munkáját. A mintavételekhez szükséges előkészületeket, a terepi munkák vezetését és a tanszéken a vizsgálatokban való sok segítséget, amelyek nélkül nem készülhetett volna el ez a dolgozat. Számos hasznos tanácsot kaptam, amelyekért nagyon hálás vagyok.

Szeretném megköszönni továbbá, Dr. Simon Barbarának, konzulensemnek, aki által a talaj kémiai és fizikai vizsgálatait elvégezhettem és akitől a munkámhoz számos jó tanácsot kaptam. Köszönöm továbbá talajtani tanszék munkatársainak a munkáját, akik által a szervesanyag-, és tápanyagtartalom mérése megvalósult.

8. Irodalomjegyzék

- Bagi, I. (1999). A selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.)—Egy invazív faj biológiája, a védekezés lehetőségei. *Kitaibelia*, 4(2), 289-295.
- Bagi, I. (2008). Common milkweed (L.). *The Most Important Invasive Plants in Hungary, Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót*, 151-159.
- Béres, É., Lehoczky, Á., Tóth, I., Nádas, E. I. (2003). Changes in nutrient content of common milkweed (*Asclepias syriaca*). *György J. Kövics*, 288.
- Bezemer, T. M., Harvey, J. A., Cronin, J. T. (2014). Response of native insect communities to invasive plants. *Annual review of entomology*, 59(1), 119-141.
- Botta-Dukát, Z., Dancza, I. (2008). Giant and Canadian goldenrod (*Solidago gigantea* Ait., *S. canadensis* L.). *The most important invasive plants in Hungary. Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót*, 167-177.
- Bowman, C. E. (2021). Feeding design in free-living mesostigmatid chelicerae (Acari: Anactinotrichida). *Experimental and Applied Acarology*, 84(1), 1-119.
- Bronick, C. J., Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.
- Brummitt, N., Araújo, A. C., Harris, T. (2021). Areas of plant diversity—What do we know?. *Plants, People, Planet*, 3(1), 33-44.
- Buehrer, T. F., Williams, J. A. (1936). The hydrolysis of calcium carbonate and its relation to the alkalinity of calcareous soils. *College of Agriculture, University of Arizona (Tucson, AZ)*.
- Buzás I. (1993): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerek 1. *INDA 4231 Kiadó, Budapest* 357.
- Coleman, D. C. (2001). Soil biota, soil systems and processes. *Encyclopedia of biodiversity*, 5, 305-314.

Collison, E. J., Riutta, T., Slade, E. M. (2013). Macrofauna assemblage composition and soil moisture interact to affect soil ecosystem functions. *Acta Oecologica*, 47, 30-36.

Corlett, R. T. (2016). Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs. *Plant diversity*, 38(1), 10-16.

Csecserits, A., Botta-Dukát, Z., Kröel-Dulay, G., Lhotsky, B., Ónodi, G., Rédei, T., Halassy, M. (2016). Tree plantations are hot-spots of plant invasion in a landscape with heterogeneous land-use. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 226, 88-98.

Dervash, M., Bhat, R., Mushtaq, N., Singh, V. (2018). Dynamics and importance of soil mesofauna. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 7(4), 2010-2019.

Egnér, H., Riehm, H. and Domingo, W.R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung. *Kunglia Lantbrukshogskolans Annaler*, 26, 199-215.

Ehrenfeld, J. G. (2003). Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6, 503-523.

Hillel, D. (2013). Introduction to soil physics. *Academic press*.

Jobbagy, E. G., Jackson, R. B. (2001). The distribution of soil nutrients with depth: global patterns and the imprint of plants. *Biogeochemistry*, 53, 51-77.

Jury, W. A., Horton, R. (2004). Soil physics. *John Wiley & Sons*.

Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R., Kremen, C. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology letters*, 16(5), 584-599.

- Khatoon, H., Solanki, P., Narayan, M., Tewari, L., Rai, J., Hina Khatoon, C. (2017). Role of microbes in organic carbon decomposition and maintenance of soil ecosystem. *International Journal of Chemical Studies*, 5(6), 1648-1656.
- Kostina-Bednarz, M., Płonka, J., Barchanska, H. (2023). Allelopathy as a source of bioherbicides: challenges and prospects for sustainable agriculture. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 22(2), 471-504.
- Lu, Q., Liu, T., Wang, N., Dou, Z., Wang, K., Zuo, Y. (2020). A review of soil nematodes as biological indicators for the assessment of soil health. *Front. Agric. Sci. Eng*, 7, 275-281.
- Mangla, S., Inderjit, Callaway, R. M. (2008). Exotic invasive plant accumulates native soil pathogens which inhibit native plants. *Journal of Ecology*, 96(1), 58-67.
- Maron, J. L., Crone, E. (2006). Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1601), 2575-2584.
- Neina, D. (2019). The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and environmental soil science*, 2019(1), 5794869.
- Niesenbaum, R. A. (2019). The integration of conservation, biodiversity, and sustainability. *Sustainability*, 11(17), 4676.
- Ónodi, G. (2016). Az idegenhonos, illetve inváziós fafajok élőhelyformáló hatásai= Habitat transforming effects of non-native and invasive tree species. *Erdészettudományi Közlemények*, 6(2), 101-113.
- Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E. (2005). Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, ecosystems & environment*, 105(1-2), 323-333.
- Perera, P. C. D., Szymura, T. H., Zając, A., Chmolewska, D., Szymura, M. (2021). Drivers of Solidago species invasion in Central Europe—Case study in the landscape of the Carpathian Mountains and their foreground. *Ecology and Evolution*, 11(18), 12429-12444.

- Salmon, S., Ponge, J. F., Gachet, S., Deharveng, L., Lefebvre, N., Delabrosse, F. (2014). Linking species, traits and habitat characteristics of Collembola at European scale. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 73-85.
- Smith, V. C., Bradford, M. A. (2003). Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. *Applied Soil Ecology*, 24(2), 197-203.
- Sofo, A., Mininni, A. N., Ricciuti, P. (2020). Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. *Agronomy*, 10(4), 456.
- Souza-Alonso, P., Guisande-Collazo, A., González, L. (2015). Gradualism in *Acacia dealbata* Link invasion: impact on soil chemistry and microbial community over a chronological sequence. *Soil Biology and Biochemistry*, 80, 315-323.
- Szitár, K., Kröel-Dulay, G., Török, K. (2018). Invasive *Asclepias syriaca* can have facilitative effects on native grass establishment in a water-stressed ecosystem. *Applied Vegetation Science*, 21(4), 607-614.
- Tale, K. S., Ingole, S. (2015). A review on role of physico-chemical properties in soil quality. *Chemical Science Review and Letters*, 4(13), 57-66.
- Tokarska-Guzik, B. (2005). The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland. *Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego*.
- Umer, M. I., Rajab, S. M., Ismail, H. K. (2020). Effect of CaCO₃ form on soil inherent quality properties of calcareous soils. In *Materials Science Forum 1002*, 459-467.
- Vanderhoeven, S., Dassonville, N., Meerts, P. (2005). Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant and soil*, 275, 169-179.
- Vantarová, K. H., Eliáš Jr, P., Jiménez-Ruiz, J., Tokarska-Guzik, B., Cires, E. (2023). Biological invasions in the twenty-first century: a global risk. *Biologia*, 78(5), 1211-1218.
- Weidenhamer, J. D., Callaway, R. M. (2010). Direct and indirect effects of invasive plants on soil chemistry and ecosystem function. *Journal of chemical ecology*, 36, 59-69.

Young, S. L., Kimball, S., Novak, S. J. (2022). Invasion of plant communities. *Global plant invasions* 29-51.

9. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Péntek Szilamér Ferenc
A Hallgató Neptun kódja: VMLZY1
A dolgozat címe: A közönséges selyemkóró és magas aranyvessző borítottság korának a talajra, illetve a mezofaunára gyakorolt hatása
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattani és Ökológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

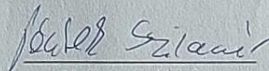
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024. év 11. hó 04. nap


Hallgató aláírása

10. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Péntek Szilamér Ferenc (név) (hallgató Neptun azonosítója: **VMLZY1**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024. 11. 01.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

Péntek Szilamér Ferenc (név) (hallgató Neptun azonosítója: **VMLZY1**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024. 11. 01.



konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.