

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
Gyógy- és Aromanövények Tanszék



Tudományos diákköri dolgozat

Hazai vad és termesztett indás írfű (*Ajuga reptans* L.) populációk virágzáskori
morfológiai és beltartalmi összehasonlítása

Megyesi Dániel

Kertészmérnök BSc, 3.évfolyam

Konzulens: Varga László Ph.D. hallgató

Budapest, 2013

1. TARTALOMJEGYZÉK

1. Tartalomjegyzék.....	2
2. Bevezetés.....	3
3. Irodalmi áttekintés.....	4
3.1. Az <i>Ajuga</i> nemzetség etnofarmakológiai felosztása.....	4
3.2. Az indás ínfű (<i>Ajuga reptans</i> L.) rendszertani besorolása és előfordulása.....	5
3.3. Az indás ínfű botankiai leírása.....	6
3.4. Az indás ínfű drogja, hatása és hatóanyagai.....	7
3.4.1. Az indás ínfű drogja és farmakológiai hatásai.....	7
3.4.2. Az indás ínfű hatóanyagai.....	8
3.5. Inszekticid tulajdonság.....	9
3.6. Polifenolos vegyületek élettani hatásai és felhasználási lehetőségei.....	10
4. Anyag és módszertan.....	12
4.1. A vizsgálati anyagok.....	12
4.1.1. Az indás ínfű kijelölt vadon termő állományai.....	12
4.1.2. Vad populációkból állomány létesítése Soroksáron.....	14
4.2. Kísérleti módszerek.....	16
4.2.1. Szabadföldi kísérletek.....	16
4.2.2. Laboratóriumi vizsgálatok.....	16
4.2.3. Statisztikai kiértékelés.....	19
5. Eredmények.....	20
5.1. Az indás ínfű vadon termő állományainak morfológiai tulajdonságai.....	20
5.2. Az indás ínfű termesztett állományainak morfológiai tulajdonságai.....	21
5.3. Vad és termesztett állományok morfológiai összehasonlítása.....	22
5.4. Az indás ínfű vadon termő állományainak beltartalmi tulajdonságai.....	24
5.5. Az indás ínfű termesztett állományainak beltartalmi tulajdonságai.....	25
5.6. Vad és termesztett állományok beltartalmi összehasonlítása.....	28
6. Összefoglalás.....	33
7. Irodalomjegyzék.....	34
8. Mellékletek.....	36

2. BEVEZETÉS

Napjainkban egyre növekvő gyakorisággal találkozhatunk növényi hatóanyagok hatását imitáló szintetikumokkal, mind az élelmiszeripar, mind pedig a növényvédelem terén. Az általuk kiváltott problémák összetettsége, és az emberi egészségre gyakorolt káros voltuk egyértelmű realizálódása az utóbbi évtizedekben újra a természetes növényi vegyületek felé irányította a figyelmet több tudományterületen is. A biztonságosabban alkalmazható élelmiszeripari tartósítószeres és különféle védekező anyagok iránti növekvő igényt ily módon a szintetikumok alkalmazhatóságának korlátozottsága generálta. A kemikáliák több évtizede történő folyamatos, nagy mennyiségű kibocsátása a problémák (pl. a rovarok egyre növekvő zoocid-rezisztenciája, környezetszennyezés, hosszú távú hatásaik tekintetében ismeretlen, de már széles körben alkalmazott élelmiszer-adalékanyagok) egyre gyorsabb és hatékonyabb orvoslását sürgeti. E tekintetben perspektivikus kutatási anyagnak bizonyulhatnak a *Lamiaceae*-család illóolajat alacsony mennyiségben felhalmozó növényei, mint például a hazánkban is előforduló indás ínfű (*Ajuga reptans* L.). Nagyobb mennyiségben tartalmaz polifenolos összetevőket, így elképzelhető célként jelenik meg egy antioxidáns hatáson alapuló természetazonos élelmiszeripari tartósítószer, illetve az antifeddáns hatáson alapulóan botanikai inszekticid kifejlesztése.

Mivel az *Ajugoideae*-alcsalád növényei viszonylag kevésbé kutatottak, főleg hazai populációik tekintetében, általános célkitűzésként jelent meg, hogy átfogóbb képet kapjunk a legfontosabb hazai ínfű-faj, elterjedéséről, a faj ökológiai igényeiről, fenológiai fázisairól, morfológiai tulajdonságairól és beltartalmi értékeiről. A kutatás során szerettünk volna többet megtudni továbbá a faj adaptációs képességeiről, különös tekintettel arra, hogy a vad és termesztésbe vont populációk morfológiai-beltartalmi szimultán megfigyelése a folyamatos analitikai kémiai háttérnek köszönhetően, hosszabb távon lehetővé teszi az esetleg erősen termőhely-függő fenotipikus és a kizárólag genetikailag determinált genotípusos tulajdonságok elkülönítését. Mivel az *Ajuga reptans* hatóanyagai számos felhasználási területen perspektivikusnak bizonyulhatnak (botanikai inszekticidek kifejlesztése, polifenolos antioxidáns alapú élelmiszeripari tartósítószeres, vagy terápiás értékű táplálékkiegészítők, kozmetikumok), a faj adaptációja és a termesztésbe vonáskor megmutatkozó különbségek kulcskérdéssé váltak.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Az *Ajuga* nemzetség etnofarmakológiai felosztása

A *Lamiaceae*-család 266 nemzetsége közül az *Ajuga* génuszba legalább 301 növényfaj tartozik, de a taxonómia nem mindig teljesen tisztázott, a nagy számú fajta és nemesített, faj-és fajtahibrid változatok miatt. Csak az *Ajuga reptans* fajon belül több, mint 50 *cultivar* létezik, melyeket főként dísnövényként használnak, legtöbbször árnyéki gyeppótlóként. A nemzetség Európában 10 fajjal képviselteti magát, ezek a következők: *A.orientalis*, *A. genevensis*, *A. pyramidalis*, *A.reptans*, *A. tenorii*, *A. salicifolia*, *A. laxmannii*, *A. piskoi*, *A. chamaepitys* (1.ábra), *A. iva* (2.ábra) és további 4 alfaj (Zafar et al., 2009). Többnek is ismert már a népi hagyományokra épülő felhasználása tradicionális orvosságként. A legismertebb fajokat és felhasználásait az 1. táblázat tartalmazza.



1.ábra. *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreb.



2.ábra: *Ajuga iva* L.

1. táblázat: Az *Ajuga* nemzetség etnofarmakológiai szempontból fontos fajai és tradicionális felhasználásuk (Zafar et al., 2009 nyomán)

Név	Virágszín	Tradicionális használata, javallatok	A faj génközpontja
<i>Ajuga. alba</i> Gürke	fehér	kimerültség, megfázás,	Etiópia, Uganda
<i>A.australis</i> R.Br.	sötétlila, mélykék	külsőleg forrázások illetve sebek kezelésére	Ausztrália
<i>A. bracteosa</i> Wallace ex Beneth	sárga-lila tarka	adsztringensként, tonizáló és vértisztító	Nepál, Afganisztán, India, Kashmir
<i>A. chamaepitys</i> (L.) Schreb.	sárga	reuma, stimuláns hatású vizelethajtó,	Nagy-Britannia

<i>A. decumbens</i> Thunb.	lila, kék	fájdalomcsillapító, gyulladáscsökkentő	Kelet-Ázsia: Japán, Korea
<i>A. genevensis</i> L.	Kék, lila, fehér	antikarcinogén	Dél-Európa
<i>A. integrifolia</i> Buch-Ham	lila-sárga	gasztrointesztinális problémák esetén, mint	Etiópia, Kenya
<i>A. iva</i> L.	lila, rózsaszín, sárga	asztma, torokgyulladás, láz, diabétesz, feregűző	Mediterrán európai országok
<i>A. macrosperma</i> Wallich ex Benth	kékeslila	lázcsillapító	Yunnan (Kína)
<i>A. nipponensis</i> Makino	fakó kék, liláskék, fehérén csíkozott,	traumatikus sérülések, gyulladások	Kína, Japán, Korea
<i>A. orientalis</i> L.	Sötétlila, ibolya	bőrbetegségek, sebek (csak külsőleg)	Európa, Irán (?)
<i>A. panthanta</i> Hand.	lila-rózsaszín, lila-kék tarka	láz	Kína, Szecsuan
<i>A. parviflora</i> Benth.	kék, lila	torokfájás, láz, kólika, gyomorproblémák	Afganisztán, Pakisztán, Alsó-Himalája
<i>A. pseudoiva</i> Robill & Castagne ex. DC	sárga	feregűző, sebgyógyító	Málta
<i>A. remota</i> Wall. Ex Benth.	sárga	láz, fertőzések, malária, antimikotikum	Kongó, Kenya, Etiópia
<i>A. reptans</i> L.	kék, rózsaszín, lila, vöröses-lila, tarka	vérzéscsillapító, égések, kelések, antibakteriális,	Európa, Kis-Ázsia
<i>A. spectabilis</i> Nakai	rózsaszín	simaizomgörcsoldó, kardiotonikum	Korea
<i>A. taiwanensis</i> Nakai ex Murata	lila	hepatitis	Taiwan, Fülöp-szigetek
<i>A. turkestanica</i> Brig.	rózsaszín	szívbetegségek, emésztőszervi zavarok	Törökország, Üzbegisztán

3.2. Az Indás infű (*Ajuga reptans* L.) rendszertani besorolása és előfordulása

Az *Ajuga reptans* L. a jelenleg elfogadott APG III taxonómia szerint a zárvatermők törzsébe (*Angiospermatophyta* syn.: *Magnoliophyta*) *Euasterids I* klád, *Lamiales* rend, *Lamiaceae* család, *Ajugoideae* alcsaládjának *Ajuga* nemzetségébe tartozik. Európai flóraelem, amelynek nagyon széles az elterjedése, Nyugat-Európától egészen a Kaukázus és az Urál vidékéig. Oroszország Európához tartozó részein a holocén hőmérsékleti optimum reliktnövényeként van jelen (Martynenko, 1976). Előfordul lombhullató elegyesekben (pl. nyár-nyír ligeterdők, gyertyános tölgyes), és tűlevelű erdőkben egyaránt. Erdősztyepp-rétek, és legelők lágyszárú társulásaiban is gyakori

csakúgy, mint égererdőkben, de megtalálható még degradált területeken és útszéleken. Az árnyékos erdőszéleken helyenként előfordul, de a lomboszat záródási vonala mögötti fényszegény területeken azonban már ritkábban lelhető fel. Areájának északi határa mélyen a tajga övezetbe nyúlik, ahol egy 32 természetes cönopopulációt vizsgáló kutatást végeztek 1995 és 1998 között (Teteryuk et al., 2001). A növények fotoszintetikus aktivitásának csökkenését, és szén-dioxid-abszorpcióját mérve arra a következtetésre jutottak, hogy a faj valójában sokkal közelebb áll a boreális florisztikai komplexum növényeihez, mint a tipikus lombhullató erdők növényeihez (Starostina, 1983; Mitina, 1981). A nagy szélességeken tapasztalt csökkenő fotoszintézis ugyanakkor alacsonyabb számú zöld színtestet eredményez az indás ínfű leveleiben. Az area északi határán fellépő extrém környezeti faktorok mellett a növény nem képes nagy mennyiségű szén-dioxid lekötésére, míg a legtöbb lombhullató erdőben élő lágyszárú növény a tavaszi aszeptust kihasználva nagyobb mértékben fotoszintetizál. A vegetációs idő alatt mért fotoszintézis-értékek változásai teljesen véletlenszerűnek bizonyultak, ami a növény tajga-övezethez való adaptációjának bizonyítékául szolgált. A faj fennmaradása az említett területen fiziológiai rugalmasságának, akklimatizációs képességének és a tajga körülményeihez adoptálódott fotoszintetikus apparátusának eredménye. Változatos ontogenezise és hosszú ideig tartó vegetatív növekedése lehetővé teszi fennmaradását még olyan környezetben is, ahol a biomassa növelésére fordítható anyagcsere-folyamatok csökkent mértékben mennek végbe. Ez egyúttal a növények méretének csökkenését, valamint a vegetatív szaporítószervek (indák) és a magképzés intenzifikációját eredményezi. Elsősorban tehát nem az alacsonyabb hőmérséklet és a rövidebb vegetációs időszak szab határt a faj elterjedésének, hanem a kedvezőtlen talaj-adottságok (szegényes tápanyag-tartalmú podzol-talajok) és a tápanyagokért folyó fajok közötti kompetíció. Mivel az *Ajuga reptans* a reaktív stratégiájú növényfajok közé tartozik (Teteryuk et al., 2001), a globális klímaváltozás feltehetőleg az expanszió irányába fog hatni.

3.3. Az indás ínfű botanikai leírása

Indákat képző örökzöld lágyszárú, évelő életformájú növény. Magokkal és részlegesen megújuló indanövényekről szaporodik (Smirnova, 1987). Keresztben áttelenes levélállású, a levéllemezek széle enyhén karéjos, levélnyélre futó részén ép. Egyedei tölevélrózsából hajtanak, a generatív részeket fejlesztő tenyészőcsúcs már igen korán, közvetlenül a kihajtás után megjelenhet (3. ábra). Virágai hímnősek, zigomorfok, melyekből hiányzik a felső ajak (helyette két kis karéj van). Az alsó ajak 4 karéjú, jellemzően kék színű (4. ábra). Pollenjei trikolpátok, és kétmagvúak. Termése 4 makkoska. Virágképlete: $K_{(5)maradó} [C_{(5)}A_{2+2}]G_{(2)}$.

Manapság gyakran találkozhatunk vele kerti talajtakaró növényként, sötétzöld, illetve lilás szőnyeget alkot, melyet tavasszal mélykék virágok borítanak el. Díszítő értékét tovább növeli, hogy levélzete télen is megmarad. Szaporítása generatív és vegetatív úton is könnyen megvalósítható.



3.ábra:Virágzati szár fejlesztés. Fotó: Megyesi



4.ábra: Fővirágzás. Fotó: Megyesi

3.4. Az indás ínfű drogja, hatása és hatóanyagai

3.4.1. Az indás ínfű drogja és farmakológiai hatásai

A drog szárított virágzó hajtás, az *Ajugae herba* (5. ábra), amelyet fő virágzásban, április-májusban ollóval vágva gyűjtenek. Ez a drog nem szerepel a VII. Európai gyógyszerkönyvben így a VIII. magyar gyógyszerkönyvben sem, továbbá nincsen rá vonatkozó magyar szabvány sem.



5. ábra: Az indás ínfű drogja. Fotó: Megyesi

Az indás infüvet a népi gyógyászatban ősidők óta alkalmazzák, ma már ugyan elvértve máj- és epebántalmak kezelésére, illetve a szájüreg és a torok gyulladására esetén öblögetésre. Külsőleg sebeket gyógyítanak vele. Hatásossága azonban ez idáig nem igazolt. Összehúzó és vérzéscsillapító és „vértisztító” hatása miatt a népi gyógyászatban, mint általános sebgyógyító szerként alkalmazták (Duke, 1985), később ezt tudományos eredményekkel is megerősítették (Bátori és Pongrácz, 2005).

3.4.2. Az indás infű hatóanyagai

Az aktív hatóanyag között található: antociánok (Terhara et al., 2001), flavonoidok (Nikolova és Asenov, 2006), iridoid-glükózidok (Masateru et al., 2011), raffinóz típusú oligoszacharidok (Norbert et al., 2000), keserű diterpének (Tandrón et al., 2008, Malakiv és Papanov, 1998), triterpének (Vanyolos et al., 2009), ekdiszteroidok (Liktor-Busa, 2007), és sejt kultúrában antrakinnonokat is kimutattak (Mulinacci et al., 2005).

Iridoid glikozidok: Masateru et al. (2011) spektroszkópiai módszerekkel a vad indás infűből négy új iridoid-glükózidot azonosítottak az indás infűből, egy diterpén-glikozidot, egy alifás alkohol-glikozidot, és három új ekdiszteroidot is. A szerkezeti meghatározást spektroszkópiai módszerekre alapozták.

Az iridoidok olyan monoterpének, amelyek két dimetilallil-pirofoszfát molekulából épülnek fel, de itt oxigén heteroatomok is részt vesznek a gyűrűs szerkezet kialakításában. Legtöbbször glikozidikus vegyületek, és a cukormolekula szinte mindig glükóz. A terpén molekularész szabad hidroxilcsoportjaihoz gyakran kötődnek újabb glükóz-molekulák, vagy az említett hidroxilcsoporthoz, illetve az eredeti glikozid-alkotó glükóz-molekularész egy hidroxiljához valamilyen szerves sav észtert alkotva kötődik. Az iridoidok nem kimondottan stabil vegyületek, általában érzékenyek az aglikon enzimes oxidációjára. Vízben és alkoholban oldódnak. Mivel különös tekintettel kell lenni a hatóanyagok érzékenységre, ha iridoid-izoláció céljából gyűjtünk drogot, kizárólag fénytől védve, gyorsan megszáritva érhetünk el kielégítő minőséget. Ha a drog megsötétül, akkor terápiás értékét már nem feje ki.

Farmakológiai hatásuk szerteágazó, sok közülük baktericid, gyulladáscsökkentő, de előfordulnak étvágyjavító hatású keserű iridoid-glükózidok, illetve nyugtató, expectorans, fájdalomcsillapító hatásúak is.

3.5. Inszekticid tulajdonság

Az elmúlt évtizedekben több kutatás foglalkozott az indás ínfű kivonatának inszekticid hatásával. Az ekdiszteroidokra elsőként, mint a rovarok vedlését és átalakulását kontrolláló hormonhatású vegyületekre figyeltek föl. A rovarok fejlődésének valójában minden fázisában jelenlévő szteroidokról van szó, melyek széles körű hatással rendelkeznek a biokémiai és fiziológiai folyamatok regulációjában, az embrionális és posztembrionális fejlődés során egyaránt (fejlődés, átalakulás, szaporodás, nyugalom). Az ízeltlábúak törzsén belül minden osztályt beleértve alapvető fontosságú szerepet töltenek be, és feltehetőleg más gerinctelen törzsek esetében is (Koolman, 1989). A növényekben betöltött szerepük továbbra is számos megválaszolatlan kérdést vet föl, de minden bizonnyal valamilyen fokú védelmet biztosítanak a növény számára a nem adaptálódott fitofág rovarok és/vagy terichol nematódák ellen (Bergamasco és Horn, 1983). Ezen szteránvázis vegyületek felosztása fito-, illetve zooszteroidokra némileg félrevezető, mivel azóta már számos olyan szteroidot találtak, amelyek növényekben és állatokban egyaránt előfordulnak (20E, makisteron A, ajugasteron C). Az ekdiszteroidok növényekben betöltött biológiai funkcióját illetően több tanulmány igazolja, hogy allelokemikáliákról van szó, melyek toxiként illetve hormonális zavaróként fejtik ki hatásukat a gerinctelen állatokban (Camp és Coll, 1993; Savolainen et al., 1995; Mondy et al., 1997). Az ekdiszteroid-molekulák fogadására képes ízérzékelő receptorral rendelkező rovarok esetében pedig antifeddáns hatásról számoltak be (Ma, 1969; Descoins és Marion-Poll, 1999). Mindazonáltal vannak rendkívül polifág rovarok, amelyek nagyon magas ekdiszteroid-tartalmú (400ppm) táplálékon is normálisan fejlődnek (Tanaka és Naya, 1995; Blackford et al., 1996). Ily módon az ekdiszteroidokat tehát bizonyos, de nem minden fitofág rovar esetében ható kémiai védő ágensnek tekinthetjük (Lafont és Horn, 1989).

Az ekdiszteroidok gerinceseken kifejtett hatásáról Ogawa et al. (1974) megállapította, hogy emlősökre értelmezett akut toxicitásuk rendkívül alacsony, hasonló következtetésre jutott Kosar et al. (1997) kísérletei alapján. Ugyanakkor kifejezetten hasznos hatásúak is lehetnek bizonyos körülmények között (Wu et al., 1998; Trenin és Volodin, 1999). Gyenge anabolikumok (Sláma et al., 1996), de a többi szteroid káros mellékhatása nélkül. A 20E esetében szignifikáns spermicid hatást igazoltak (Bandara et al., 1989), és csökkentette a hím patkányok szexuális aktivitását (Mirzaev és Syrov, 1992). Többféle ekdiszteroid-tartalmú növényi kivonat esetében roboráns, adaptogén, antidepresszáns hatásról számoltak be. (Sláma és Lafont, 1995). Említésre méltó számú jelentés helyezi kilátásba az ekdiszteroidok felhasználását a diabétesz kontrollálására (Uchiyama és Yoshida, 1974; Najmutdinova és Saatov, 1999). Újabb eredmények, hogy a fito-ekdiszteroidok származékai komoly hepatoprotektív hatást fejthetnek ki, még hozzá a foszfolipid-metabolizmus

szabályozása révén. Három, az *Ajuga decumbens* fajból izolált ekdiszteroidot (cyasteron, polypodin-B, decumbesteron-A) tartanak a rák-kemoprevenció hatékony ágensének (Takasaki et al., 1999), habár a klinikai megerősítés még későbbi vizsgálatokat kíván.

3.6. Polifenolos vegyületek életteni hatásai és felhasználási lehetőségei

A polifenolok olyan szekunder anyagcsere-termékek, amelyek a növényi sejtekben legtöbbször védelmi funkciót töltenek be. Szerepük a betegség-megelőzésben megkérdőjelezhetetlen. Ugyan rendszeresen jelentek meg az elmúlt évtizedekben összefoglaló tanulmányok a fitoflavonoidok szerepéről, szerkezetéről, és élettani hatásáról, de az emberi szervezetben betöltött jelentőségük mértéke még ma sem teljesen tisztázott. A figyelem középpontjába elsősorban tehát, mint az oxidációs folyamatok inhibitorai kerültek, és nem jelentenek tápértéket az emberi szervezet számára. A növényvilágban nagy számban előforduló fenolos vegyületeket egyes kutatócsoportok „multifunkcionális antioxidánsok” elnevezéssel illették (Shahidi és Wanasundara, 1992). Napjainkban számos kísérleti munka támasztja alá a flavonoidok antikarcinogén és gyulladáscsökkentő, összességében tehát egészségvédő és betegség-megelőző tulajdonságait (Vinson és Hontz, 1995; Pantelidis et al., 2007).

Az élelmiszeripari adalékanyagok, szintetikus előállított stabilizátorok használata azonban ismét a potenciális karcinogén hatás felé irányította számos kutató figyelmét különösen két vegyület esetében: E-320, butilezett hidroxiz-anizol, és E-321, butilezett hidroxiz-toluol. Schlidermann et al. (1995) szerint e két mesterséges vegyület rendszeres fogyasztása súlyos egészségi problémákhoz vezethet, emiatt meg fog növekedni a természetazonos antioxidánsok iránti igény. A mesterséges antioxidánsokról több tanulmány karcinogén hatást állapított meg egereken végzett kísérletekben (Madhavi és Salunkhe, 1995; Shearn et al., 2011). Mindez idáig nem tiltották be használatukat, jelenleg is forgalomban vannak mely oka valószínűleg a klinikai tesztek hiánya lehet. Magyarországon a közelmúltban jelent meg két antioxidáns-kivonatot tartalmazó készítmény (Rosmol és Rosmol-P), melyek a rozmarin, izsó, citromfű, és a közönséges gyíkű polifenolokra standardizált kivonatai. In vitro hatékonyságukat Lugasi (2007) fagyasztott élelmiszerek tárolási kísérleteiben bizonyította. Ez volt az első alkalom, amikor a *Lamiaceae*-család nem illóolajos növényeit, így pl. a *Prunella vulgaris* újra felfedezték, mint természetes eredetű élelmiszer-tartósítószer. E felhasználási terület új perspektívát nyit meg a család egyéb, de hasonló kemotaxonómiai bélyegekkel rendelkező fajainak felhasználása előtt. Az indás ízfű és a hozzá hasonló kerek repkény

korábbi irodalmi adatok alapján magas polifenol-tartalmat ér el, és a hazánkban érvényes ökológiai adottságok mellett kifejezetten jó adaptációs képességgel bírnak (Sárosi, 2009).

Az étrendi polifenolok (flavonoidok, tanninok) szinte mindig más élelmiszer-komponensekkel együtt jutnak a szervezetünkbe, ezért hatásukat a kísérő, illetve jelenlévő egyéb komponensekkel történő kölcsönhatások is befolyásolják. A fenolos vegyületek élettani hatása olyan sokrétű, hogy ez igencsak megnehezíti ésszerűen megtervezett felhasználásukat, még abban az esetben is, ha ez számottevő terápiás értékkel bírhat. Ezen kívül, jelenlegi ismeretink szerint nincs egy olyan specifikus biokémiai hatás, amiért kizárólagosan a polifenolok tehetők felelőssé. Biokémiai reakcióik és humán farmakokinetikai jellemzőik egyelőre nagyon kevésbé ismertek. Az emberi vizsgálatok esetében különösen az okoz nehézségeket, hogy gyakorlatilag lehetetlen flavonoidoktól mentes étrendet összeállítani, vagy ha mégis, az szinte elfogyaszthatatlan. Emiatt nem tanulmányozható a flavonoid-bevitel-mentes szervezet. Tekintettel arra, hogy a növényi eredetű élelmiszerek egyéb védő hatású tápanyag-komponenseket is nagy számban tartalmaznak, és azok pozitív hatását a flavonoidok szinerg kölcsönhatások révén tovább fokozhatják, elengedhetetlenül szükséges ezen élelmiszerek fogyasztásának növelése. A fokozott vitaminfogyasztásnak is csak meghatározott flavonoid-bevitel mellett van értelme, mivel kizárólag így történhet meg az eltérő antioxidáns-kapacitású vegyületek szervezeten belüli rekombinációja.

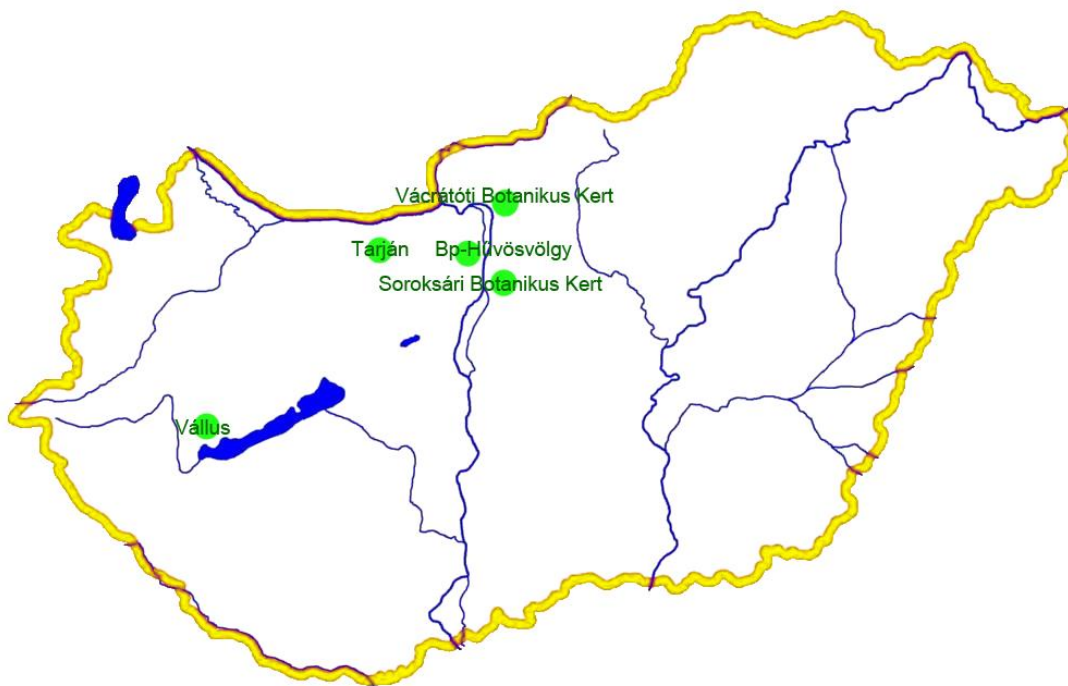
Lugasi (2011) tanulmánya szerint azonban mellőzendő a túlzott mértékű flavonoid-bevitel, ugyanis mellékhatásokhoz vezethet. Klinikai tesztek során az extrém nagy mennyiségű (több, mint 1g/nap) katechin túladagolás súlyos mellékhatásait írták le, valamint azt, hogy a flavonoid-túladagolás dermatitist válthat ki. Megemlíthető még a polifenolok fehérjékhez való kapcsolódása (kovalens kötással a fehérjék oldalláncaihoz), ami drasztikus mértékben csökkentheti azok biológiai hasznosulását az anyagcsere során. Jelenlegi ismereteink alapján úgy tűnik, hogy a flavonoidok in vitro körülmények között mutagének lehetnek, de in vivo mégsem genotoxikusak. Sokkal jelentősebb az antikarcinogén hatásuk, mint esetleges prokarcinogén tulajdonságaik kockázata.

4. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

4.1 A vizsgálati anyagok

4.1.1. Az indás ínfű kijelölt vadon termő állományai

A kísérletek során öt, természetes élőhelyen – Vállus, Tarján, Hűvösvölgy, Soroksári Botanikus Kert, Vácrátóti Botanikus Kert – történt az indás ínfű állományok virágzó hajtásainak begyűjtése 2012 tavaszán. Az élőhelyek földrajzi elhelyezkedését a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: A vizsgált indás ínfű természetes élőhelyeinek földrajzi elhelyezkedése

A Vállus gyűjtési hely a Zala megyei Vállus település határán található erdőre vonatkozik. Ez a terület a Keszthelyi-hegység keleti oldalán található, amely kőzetalkotója a mészkő és dolomit. Érvényesül a szubmediterrán hatás aminek következtében sok mediterrán növényfaj is megtalálható itt, mint például a szúros csodabogyó (*Ruscus aculeatus*) (Hortobágyi és Simon, 2000). A indás ínfűvet Gyertyános-tölgyes (*Carici pilosae-carpinetum*) társulás szélén gyűjtöttük. A tarjáni vad populáció a Gerecse-hegységben található Tarján település szélén lévő ugyancsak gyertyános-tölgyes társulásban található. Ez a terület az előzőhöz hasonló kőzet rétegekkel rendelkezik. A Pilis-Budai-hegységhez tartozó hűvösvölgyi mintavételi hely, a gyermekvasút végállomása környékén található. Itt többféle erdőtársulás található: mészkedvelő illetve kerülő tölgyesek, hárs-köris törmeléklejtő erdő (Hortobágyi és Simon, 2000).

Vácrátóti Botanikus Kertet XIX. század első felében létesítették, pontos időpontja ismeretlen (Fráter és Kósa, 2005). Az indás ínfű populációi a kert számos részén megtalálhatók, a félárnyékos réteken és napsütötte nyírt gyepekben egyaránt előfordultak.

A Budapest XXIII. kerületében, Péteri-majorban létesült Soroksári Botanikus Kert dunai öntéstalaján kiemelten védett eredeti társulás-maradványokkal találkozhatunk. Az itt található nyílt és zárt homokpusztagyep, zsombékos és száradó láprét növényvilága fokozottan védett (Bogya és Udvardy, 2003 in Sárosi, 2009). Az indás ínfű természetes állománya a parkban található tó partján, félárnyékos nyírott gyeppen volt megtalálható.

A különböző hazai populációk élőhelyeinek csapadék és napfénytartamára vonatkozó információkat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A vizsgált hazai populációk élőhelyeinek csapadék és napfénytartam adatai (Országos Meteorológiai Szolgálat adatsorai alapján)

	Soroksári Botanikus Kert (mintavétel 05.02-án)	Vácrátóti Botanikus Kert (04.25)	Budapest- Hűvösvölgy (05.07)	Gerecse, Tarján (05.01)	Vállus (05.01)
CSAPADÉK [mm] 2012.01.01-től a gyűjtési időpontig	73,0	73,0	74	114.2	69,8
NAPFÉNYTARTAM [h] 2012.01.01-től a gyűjtési időpontig	789	699	809	(nincs adat)	(nincs adat)

4.1.2. Vad populációkból állomány létesítése Soroksáron

2011 őszén a kiválasztott öt vad populációkból vegetatív szaporítóanyagot szedtünk, 50 db földlabdás egyed formájában, amiket a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógy- és Aromanövények Tanszékhez tartozó területén egységes környezeti feltételek közé ültettünk, 120 x 120cm-es parcellákon, 25cm-es sortávval.

Mivel az indás ínfű dísznövényként is ismert hazánkban a Hegede kertészeti vállalatától két dísz (2x 50 db) változatot vásároltunk, amiből parcellákat létesítettünk:

- *A. reptans* 'Metallica Crispa' : számos tanulmányban, mint *Ajuga pyramidalis* L. 'Metallica Crispa' hivatkoznak, a vad növényektől látványosan eltérő morfológiai jellegzetességei azonban saját megfigyeléseink szerint is feltehetőleg abból adódnak, hogy részben *A. pyramidalis* L. is szerepel a genetikai összetételében. Gyorsan növekvő, kúpos virágzatokat hozó díszfajta.
- *A. reptans* 'Black Scallop': egy *A. reptans*-hibrid, rendkívül sötét levelű dísznövény.

A kísérlet így hét parcellán zajlott, amely adatai a 3. táblázatban láthatóak.

3. táblázat: A telepített indás ínfű parcellák adatai

	Tőszá m	Ültetés ideje	Parcella Szám (SBK)	Az eredeti termőhely GPS-koordinátái
Soroksári Botanikus Kert	50db	2011-10-26	1	É 47,405553°, K 19,152140°
Vácrátóti Botanikus Kert	50db	2011-10-04	2	É 47,399304°, K 19,155870°
Tarján	50db	2011-10-13	3	É 47,6051829°, K 18,4962429°
Vállus	50db	2011-10-17	4	É 46, 847949°, K 17,324565°
Húvösvölgy	50db	2011-10-24	5	É 47,541795°, K 18,901823°
'Metallica Crispa'	50db	2011-10-14	6	É 46, 831939°, K 19,625552°
'Black Scallop'	50db	2011-10-14	7	É 46, 831939°, K 19,625552°

A szabadföldi kísérleteink helyszínéül szolgáló BCE Soroksári Kísérleti Telep talaja gyengén humuszos homok, 0,6-0,8% humusztartalommal, 27-29 Arany-féle kötöttségi értékkel (Kovács 2008). A termőréteg 50-60 cm vastag, a talaj mésztartalma 0,6-0,9% közé esik, pH-ja gyengén lúgos: 7,6-7,9. A talaj fizikai féleségéből adódóan gyenge víztartó képességgel rendelkezik,

hőháztartása ingadozó. A természetes módon feltáródó tápanyagok mennyisége ebben a talajban alacsony, a talaj a kísérletek ideje alatt nem részesült tápanyag-utánpótlásban. A területen erősen érvényesül a kontinentális hatás. A nyár meleg, a tél hideg jelentős a hőingás valamint gyakran elentkeznek késő tavaszi és kora őszi fagyok. Az évi középhőmérséklet 10-11 °C, a napsütéses órák száma 2000-2200 óra/év. A leghidegebb hónap a január, melynek középhőmérséklete 2 °C, a legmelegebb hónap a július amely átlagos középhőmérséklet 22 °C (Pécsi, 1967 in Gosztola, 2002). Éves csapadékmennyiség 550 mm átlagosan, tenyészidőszakban ebből 360 mm esik, június-júliusi maximummal (60-70 mm). Uralkodó szélirány észak-nyugati (Szúróczki, 1985 in Gosztola, 2002).

A kísérleti parcellák napfénynek kitett helyen helyezkednek el, a környezeti feltételeknek megfelelően esőztető öntözésben részesültek. Az állomány gyomszabályozása mechanikus módon történt. Az ősszel telepített növények (7. ábra), a vácrátóti parcellát kivéve sikeresen vészelték át a telet, kevés mortalitást tapasztaltunk a mintaszedésig (8.ábra).



7. ábra.: Frissen telepített növények. Fotó:
Megyesi



8. ábra.: Mintagyűjtés után. Fotó: Megyesi

4.2. Kísérleti módszerek

4.2.1. Szabadszízi kísérletek

A vad és ültetett állományokból fő virágzásban mintát vettünk (4.táblázat) 2012 tavaszán. Az előbbiből 50 virágzatot az utóbbiból pedig a parcellán megtalálható mennyiséget gyűjtöttünk.

A következő tulajdonságokat vizsgáltuk:

1. Hajtáshossz: a tépés helyétől a hajtás tenyészőcsúcsának tetejéig (cm)
2. Virágzathossz: a generatív rész hossza (ahonnan rövidebbé válnak az ízközök, és mindegyik nodusban virágzatok fejlődnek. Gyakori, hogy a virágzatban lévő levélpárokra jellemző antiociános színeződés a virágzati rész alatti nodusokból fejlődő levélpárokra már nem vagy csak részben terjed ki, foltos leveleket eredményezve.) (cm)
3. Levélpárok száma (db/virágzati hajtás)

4. táblázat: Mintavételi időpontok.

	Soroksári Botanikus Kert	Vácrátóti Botanikus Kert	Tarján	Vállus	Hűvösvölgy	Soroksári parcellák
Gyűjtés	2012.05.02	2012.04.25	2012.05.01	2012.05.01	2012.05.07	2012.05.02

4.2.2. Laboratóriumi vizsgálatok

A beltartalmi vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszékének laboratóriumában végeztük. A begyűjtött mintákat fénytől védett, szellős helyen kiszáritottuk, majd porítottuk. Ezt követően vizes és alkoholos kivonatoláson estek át (9.ábra).

Vizes extrakció: 1,000 g drogra 102 ml 100 °C-os vizet öntöttünk, majd 24 óra inkubációs időre állni hagytuk, végül leszűrtük. (Megj.: a 102ml forrásban lévő víz megfelel 100ml szoba-hőmérsékletű víznek)

Alkoholos extrakció: 1,000g drogra 100ml 20%-os etanolt öntöttünk, majd 72 órás inkubációs időre állni hagytuk, leszűrtük.

Mivel mindegyik állományból származó drogból kétszeres ismételtsben állítottunk elő kivonatot, összesen 24 mintát vizsgáltunk. A mintaelőkészítés folyamata során mindkét fajta kivonatból 3-szoros ismételtsben 1,5ml-t mértünk ki pipettával Eppendorf-csövekbe, melyeket a beltartalmi vizsgálatok idejéig fagyasztoóban tároltunk. A vizes és alkoholos kivonat esetében még a szárazanyag-tartalom meghatározásához is szükséges volt további 20ml-t kimérnünk az előzetesen kiizzított és lemért bepárló üvegcsészékbe. A bepárlást illóolajlepárló melegítőtálpán végeztük, körülbelül 20-30 perc alatt elpárolva a vizet. A bepárlás során érezhető karamellizált illat feltételezésünk szerint az *Ajuga* vízdoldékony oligoszacharidjaiból származhatott. A bepárlási maradékot 105 °C-on szárítószekrényben tömegállandóságig hevítettük, ezt követően visszaméréssel meghatároztuk tömegét. Mivel a kémleles gyűjtés elvéhez mindvégig igazodtunk, a Soroksári Botanikus Kertből és Vácrátótról származó, kisebb mennyiségű drogból a 100 ml-esekkel azonos koncentrációban, de csökkentett mennyiségben állítottunk elő kivonatok.



9. ábra: vizes és alkoholos áztatás

Összpolifenol-tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel: galluszsav-ekvivalens meghatározás, mely a minta teljes redukív kapacitását méri. A szükséges reagensek: 20%-os metanol, 10%-os Folin-Ciocalteu-reagens (foszfo-molibdát és foszfo-wolframát tartalmú mérőoldat), 0,7M-os Na_2CO_3 , és 0,30M galluszsav-törzsoldat. A galluszsav-törzsoldatból készített hígítási sorozat (50, 10, 150, 200, 250 μl) képezte a kalibráció alapját. Ebben az esetben is 50 μl -es mintavételből történt a kimutatás, de az egyes minták váratlanul magas, kalibrációs tartományon kívüli abszorbanciája indokoltá tette a mérések hígított mintákkal való ismétlését (5x hígítás: 10 μl minta + 40 μl deszt.víz = 50 μl -es minta a reakcióhoz). A reakciót forró vizes fürdőn gyorsítottuk fel, majd a kék szín megjelenésekor 760nm-en fotometráltunk, ebben az esetben is ügyelve a mérőoldatok oxidációra való érzékenységre (mindig friss törzsoldatot készítettünk), és a

reakcióidők szórásának minimalizálására. A végeredményt mg galluszsav-egyenérték/g szárazanyag mértékegységben adtuk meg.

Összantioxidáns-kapacitás meghatározásához Benzie és Strain (1996) módosított módszerét alkalmaztuk (FRAP). Aszkorbinsav-ekvivalens meghatározás. A FRAP-módszer a minta $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ redukciós aktivitását méri. A szükséges reagensek: acetát-puffer pH=3,6, 10mM-os TPTZ-oldat + HCL, 20mM-os $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$. A FRAP-oldat 50ml acetát-puffer, 5ml TPTZ-oldat, valamint 5ml vas-klorid-oldat keveréke. A módszert széles körben alkalmazzák élelmiszerek, italok, és táplálékkiegészítők antioxidáns potenciáljának számszerűvé tételére. A mérőoldatokat (TPTZ és FeCl_3) minden esetben közvetlenül a mérés előtt készítettük el. Az aszkorbinsavból törzsoldatot készítettünk, melyet kalibrációhoz használtunk fel. Az aszkorbinsavas hígítási sorozattal végzett kalibrációt, illetve a fotometrált 594nm-es hullámhosszon végeztük. Az Eppendorf-csövekben lévő fagyasztott mintákból kiolvasztás után 50 μl -t használtunk fel a méréshez (10.ábra) A reakció végét kék szín jelzi, de a FRAP-mérés reakcióidőre érzékeny, ezért különös tekintettel voltam arra, hogy mindegyik minta reakciójának kezdete és a fotometrikus kiolvasás között azonos időtartamok teljenek el. Az eredményeket mg aszkorbinsav-egyenértékben fejeztük ki, 1g szárazanyagra vonatkoztatva.



10. ábra: FRAP reagens és a minta vizes kivonata

4.2.3. Statisztikai kiértékelés

A statisztikai értékeléshez az SPSS programcsomagot használtuk. Klasszikus és modern módszereket egyaránt tartalmazó felhasználóbarát szoftver, melynek további előnye, hogy a feltételek hiányában nem használható hagyományos módszerek helyett más módszerek alkalmazására is lehetőséget kínál.

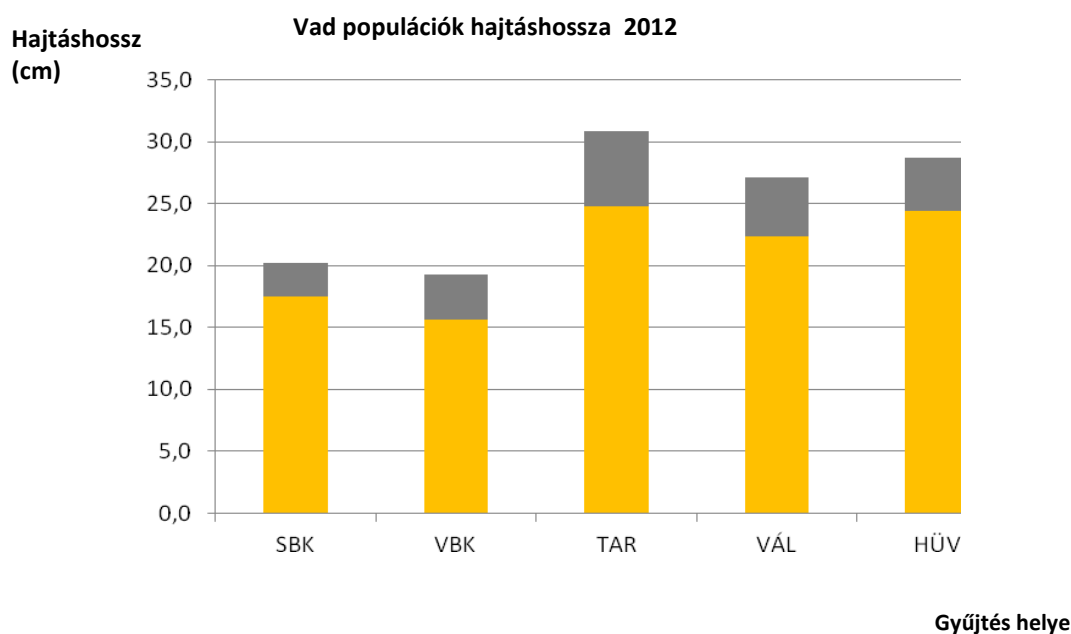
Korrelációanalízissel vizsgáltuk az ökológiai és morfológiai tényezők közötti oksági kapcsolatot, illetve annak szorosságát, a regresszióanalízis során pedig ezen kapcsolatok függvényyszerű formáját tártuk fel. Ha a korrelációs, illetve determinációs együttható (R^2) 1-hez közeli, szoros kapcsolat áll fenn a két mennyiség között, ha 0,5-nél kevesebb, inkább csak tendenciának tekinthető. Az értékelés során lefuttatott analíziseket 95%-os szignifikancia-szinten fogadtuk el. Az elemzés során lineáris és másodfokú függvények illesztését végeztük el a PASW programcsomag segítségével. Esetünkben ezek a függvények magyarázták legjobban a tényezők egymástól való függőségét.

Az összehasonlító vizsgálatok során a hagyományos paraméteres módszerekhez, pl. az egytényezős variancia-analízishez viszonylag kevés adat állt rendelkezésünkre, és gyakran sérült a minták adatainak szóráshomogenitása, valamint normalitása, ezért a másfajta, nemparaméteres vizsgálatok használata is indokoltta vált. A variancia-analízis mellett Tukey-, illetve Duncan-féle középérték-összehasonlításra alapuló kiegészítő post-hoc analíziseket végeztünk, létrehozva ezzel az egyes jellemzők szerinti homogén csoportokat. Levene-teszttel ellenőriztük a csoporton belüli varianciák egyezőségét, és szükség esetén a mintaelemszámok és szórások azonosságát nem feltételező Games-Howell próbát alkalmaztuk.

5. EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

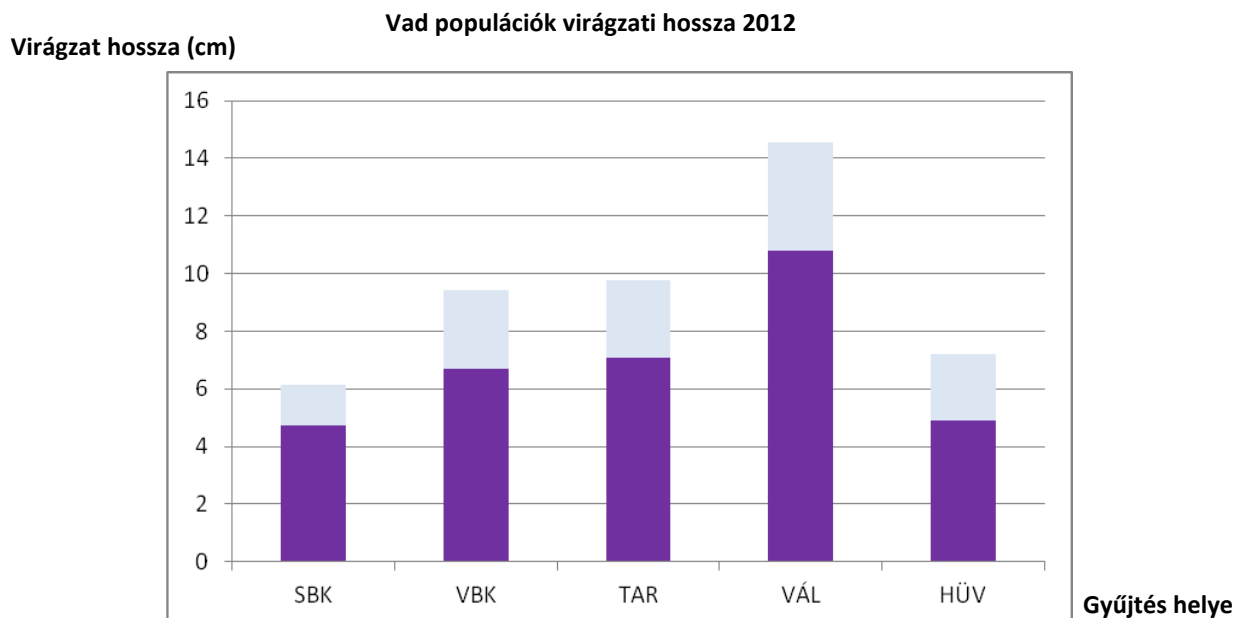
5.1. Az indás ínfű vadon termő állományainak morfológiai tulajdonságai

A vadon termő populációk hajtáshossza átlagosan $20,93 \pm 4,15$ cm volt. A legalacsonyabb a vácrátóti ($15,66 \pm 3,63$ cm), míg a legmagasabb a tarjáni állomány ($24,78 \pm 6,05$ cm), ez utóbbi a hűvösvölgyi ($24,45 \pm 4,23$ cm) állományhoz hasonló volt és szignifikánsan elkülönültek a többi populációtól (11. ábra), amelyek hajtáshossza között hasonlóságot statisztikailag nem tudtunk megállapítani. Sorrendben a második leghosszabb hajtást a vállusi állomány fejlesztette ($22,34 \pm 4,79$ cm) majd a soroksári ($17,46 \pm 2,74$ cm). A statisztikai alapon történő csoportokra bontást a melléklet tartalmazza. E szerint a két legnagyobb hajtáshosszt elért fajta a hűvösvölgyi és tarjáni volt az idei évben.



11. ábra: Vad állományok hajtáshossza

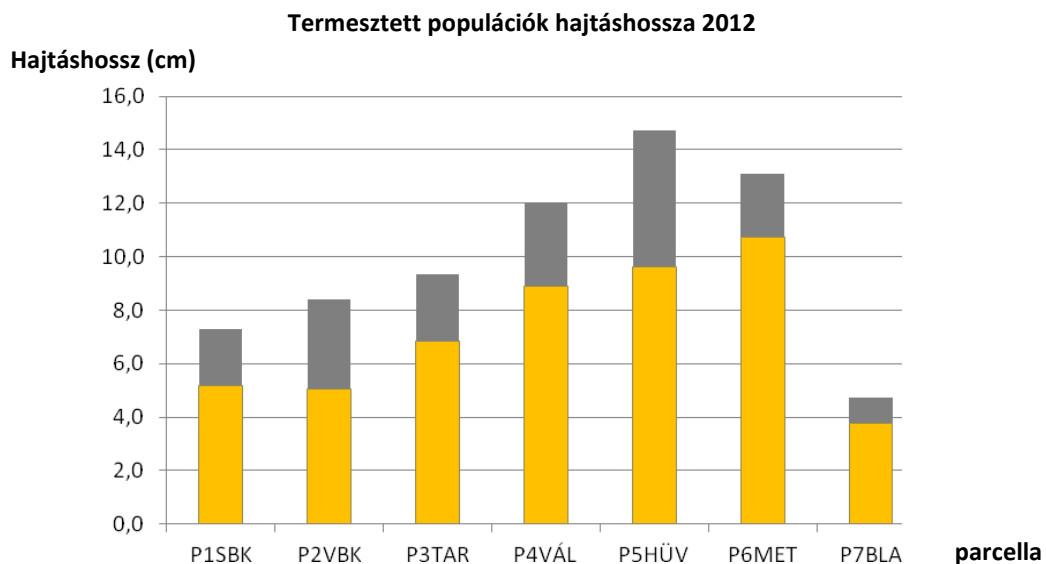
A virágzati hossz tekintetében is jelentős különbségek mutatkoztak az egyes változatok között. Azt tapasztaltuk, hogy a legmagasabb a vállusi populáció volt ($10,81 \pm 3,75$ cm) míg a legalacsonyabb a soroksári ($4,91 \pm 2,31$ cm). A tarjáni ($7,07 \pm 2,68$ cm) és a vácrátóti növények ($6,69 \pm 2,74$ cm) hasonló hosszúságú virágzatokat fejlesztettek, nem volt köztük szignifikáns különbség.



12. ábra: Vad populációk virágzati hossza

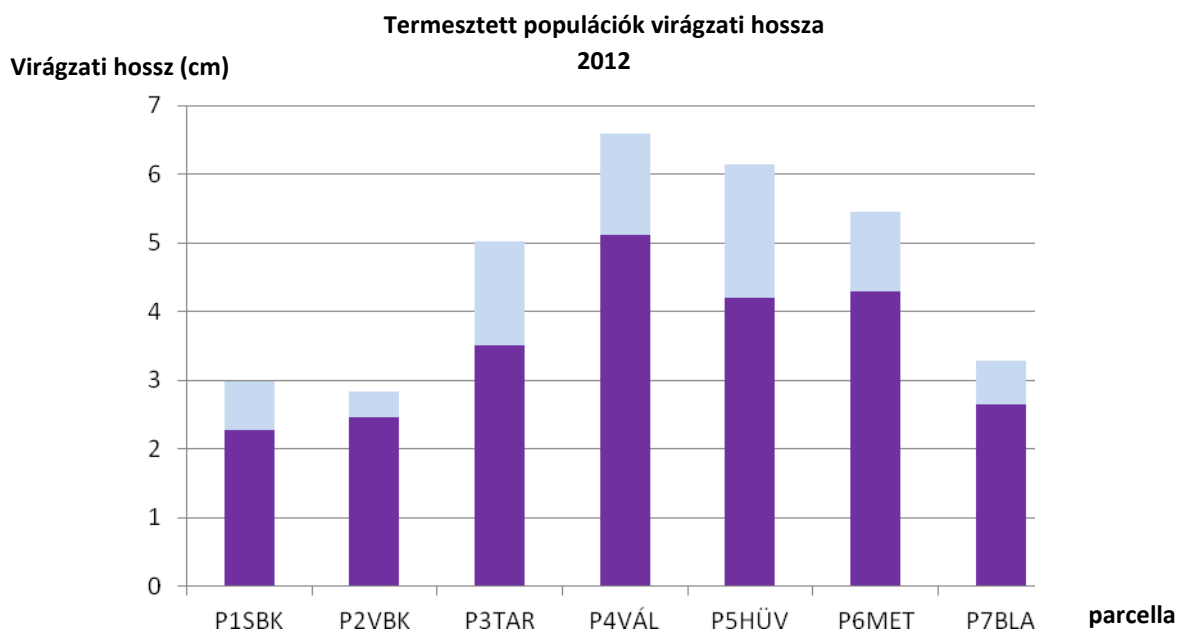
5.2. Az indás ínfú termesztett állományainak morfológiai tulajdonságai

A Soroksárra telepített állományok hajtáshosszáinak felmérésekor azt tapasztaltuk, hogy a legmagasabb értéket a 'Metallica Crispa' változat adta ($10,73 \pm 2,38$ cm), míg a legalacsonyabbat a vácrátóti ($5,06 \pm 3,32$ cm). Különösen alacsony értéket mértük a 'Black Scallop' változatnál, melynek ($3,79 \pm 0,95$ cm) volt a jellemző értéke. Ez ebben az esetben adódhat a fajtajellegből.



13. ábra: Termesztett populációk hajtáshossza

A virágzatoknál a P4-vállusi ($10,81 \pm 3,74$ cm) adta a legmagasabb értéket. Ehhez képest közel 50%-kal kisebb virágzati tengelyt hoztak a Soroksári Botanikus Kert (SBK) és a Vácrátóti Botanikus Kert növényei.



14. ábra: Termesztett populációk virágzati hossza

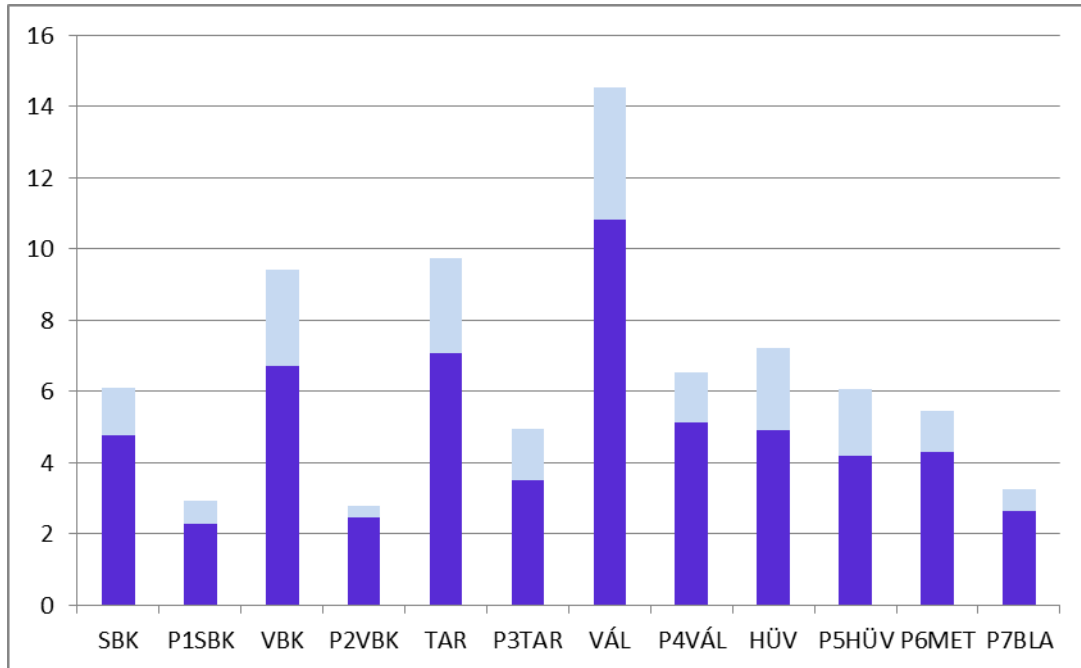
5.3. Vad és termesztett állományok morfológiai összehasonlítása

Minden bizonnyal az első évben az átültetések okozta stressz redukciónak eredményez a növekedésben, és a populáció-átlagokat a vad megfelelőkhöz képest negatív irányba befolyásolja. A legnagyobb növekedési erélyű fajtának az *Ajuga reptans* 'Metallica Crispa' bizonyult. Az adatsorból ugyanakkor az is tükröződik, hogy a vad populációkban a fotokompetíció miatt szinte minden esetben magasabbra nőttek a növények, mint a soroksári nyílt területen.

A Vácrátóti Botanikus Kert (VBK) és Tarján területéről származó növények fejlesztettek 6cm-nél nagyobb virágzati tengelyt (VBK: $6,69 \pm 2,74$ cm, Tarján: $7,7 \pm 2,68$).

Virágzati hossz(cm)

15. ábra: Vad és termesztett populációk virágzati hossza

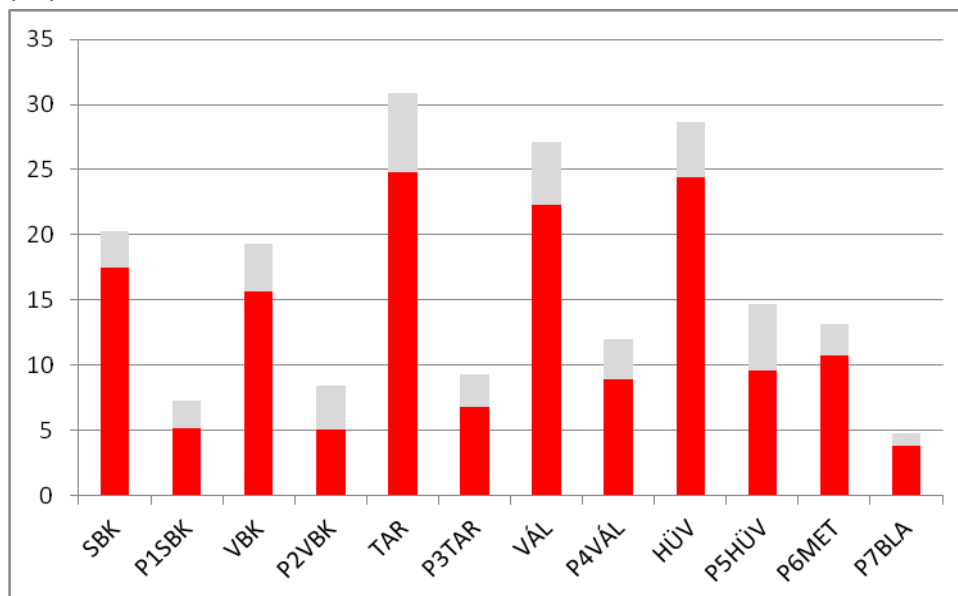


Gyűjtés helye

A virágzati tengely hossza tekintetében kiemelkedőnek bizonyult a Vállusból gyűjtött populáció ($10,81 \pm 3,87$ cm), s e mögött mintegy 50%-kal elmarad a hűvösvölgyi és SBK-ból származó populáció. A parcellákon szintén a vállalusi növények nevelték a legnagyobb virágzati hosszt, a termesztésbe vonás hatására bekövetkező redukció ellenére is ($5,11 \pm 1,42$ cm).

Vad és termesztett populációk
szárhossza

Szárhossz (cm)



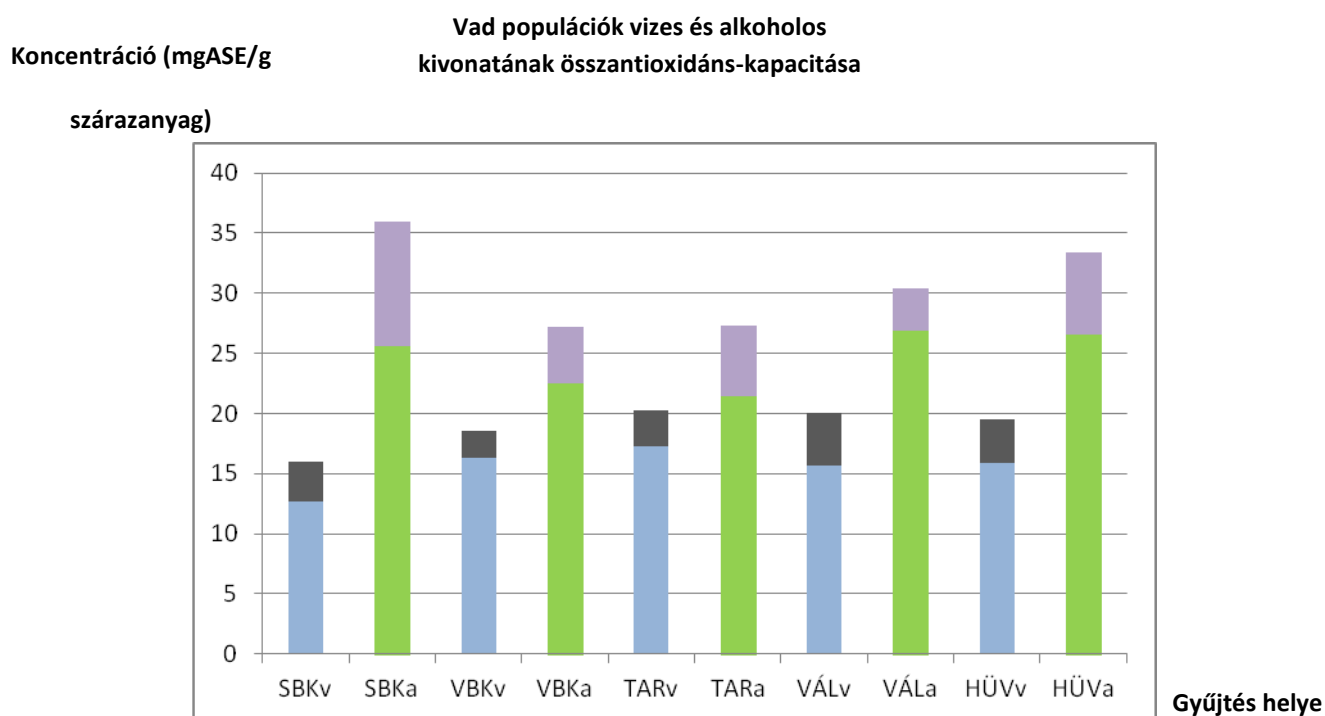
Gyűjtés helye

16. ábra: Vad és termesztett populációk szárhossza

A vad populációk átlagos virágzati hosszainak alakulását feltételezésünk szerint éppúgy befolyásolják a fotokompetíciós hatások, mint a szárhosszt, így módon az 16. ábráról is a nyílt, kitett soroksári terület vad populációkhoz viszonyított alacsonyabb virágzati hosszai felől bizonyosodhatunk meg. Az egyenletesebb besugárzás hatására a parcellákon mért virágzati hosszak szórásai is kisebbnek adódtak. A populáció termesztett körülmények között tehát általánosságban egységesebben viselkedik, mint természetes élőhelyén, ahol nagyobb szórások mutatkoztak a magassághoz kapcsolódó tulajdonságokban is. Szignifikáns a vad tarjáni populáció átlagos szárhossza, amely $(24,78 \pm 6,05)$ cm-nek adódott a méréseink során.

5.4. Az indás írfű vadon termő állományainak beltartalmi tulajdonságai

Összantioxidáns-kapacitás

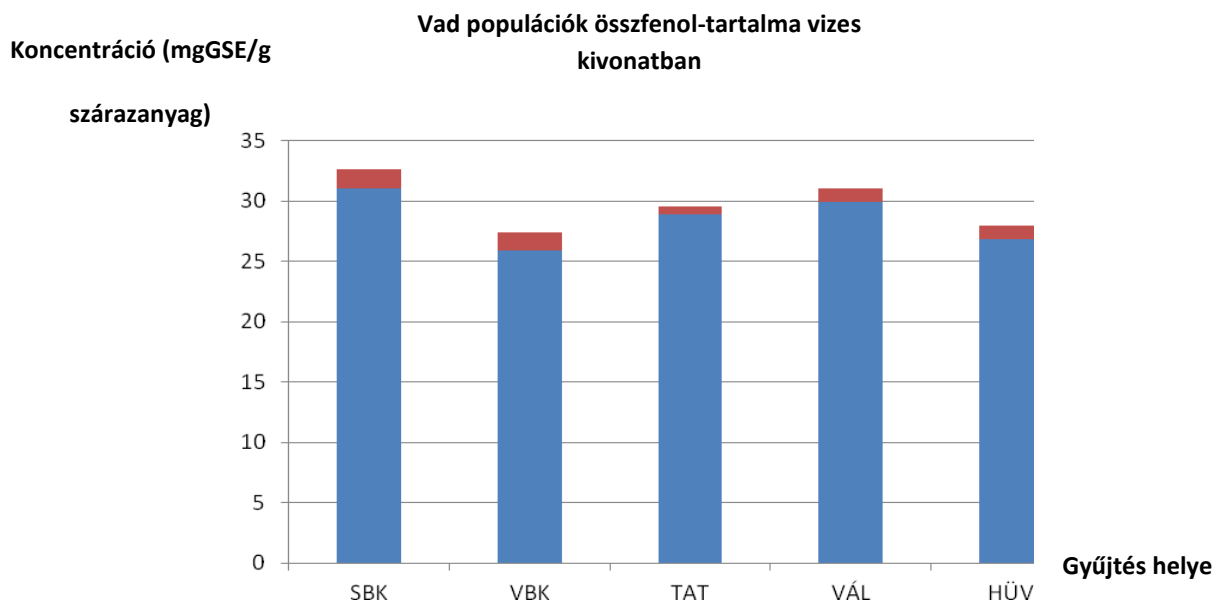


17. ábra: Vad populációk vizes és alkoholos kivonatának összantioxidáns-tartalma

Magasabb koncentrációt mutattunk ki a vállusi $(26,93 \pm 3,48)$ mg ASE/g sz.a.) és hűvösvölgyi $(26,66 \pm 6,74)$ mgASE/g sz.a.) növények alkoholos extraktumából, továbbá alacsonynak minősült a tarjáni minta $(21,53 \pm 5,81)$ mg ASE/g sz.a.) antioxidáns-tartalma.

Vizsgálataink során az alkoholos kivonás víznél jobbnak bizonyult az antioxidánsok extrahálása szempontjából.

Összfenol-tartalom



18. ábra: Vad populációk összfenol-tartalma vizes kivonatban

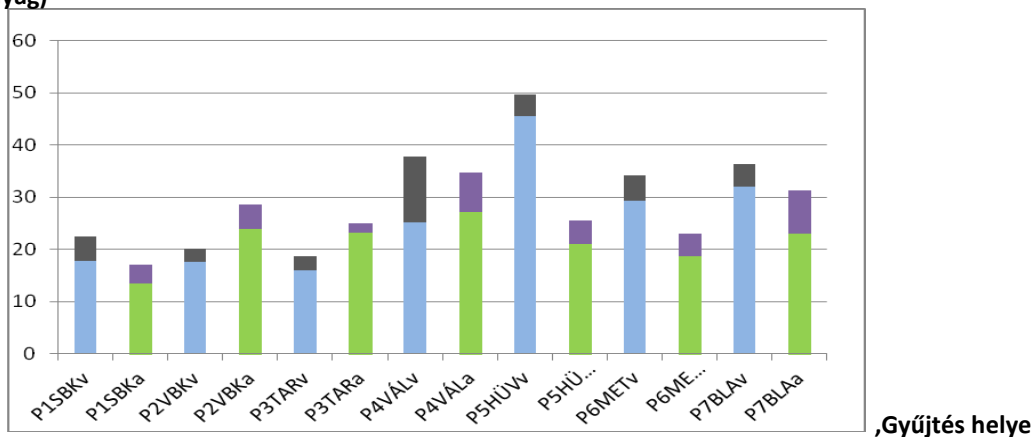
A vad populációk összfenol-tartalmai között nem mutatkozott jelentős eltérés. Kisebb összpolicfenol-tartalmat állapítottunk meg a Vácrátóti Botanikus Kert ($25,93 \pm 1,47$ mg GSE/g sz.a.) és Hűvösvölgy ($26,85 \pm 1,10$ mg GSE/g sz.a.) mintáinak esetében, míg a Soroksári Botanikus Kert ($31,00 \pm 1,60$ mg GSE/g sz.a.) természetes élőhelyén lévő növényei produkálták a legmagasabb fenoltartalmat vizes kivonatban.

5.5. Az indás író természetett állományainak beltartalmi tulajdonságai

Összantioxidáns-kapacitás

Koncentráció (mg ASE/g
szárazanyag)

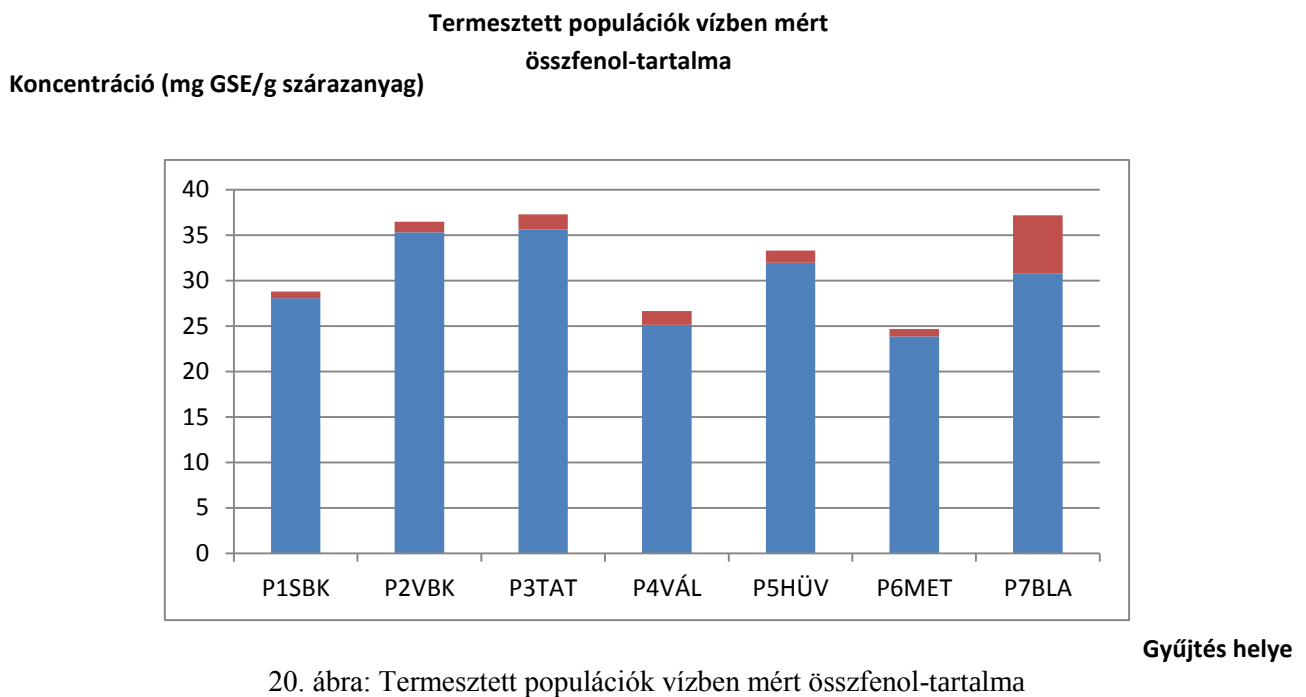
Termesztett populációk vizes és
alkoholos kivonatból mért
összantioxidáns-kapacitása



19. ábra: Termesztett populációk vizes és alkoholos kivonatból mért összantioxidáns-kapacitása

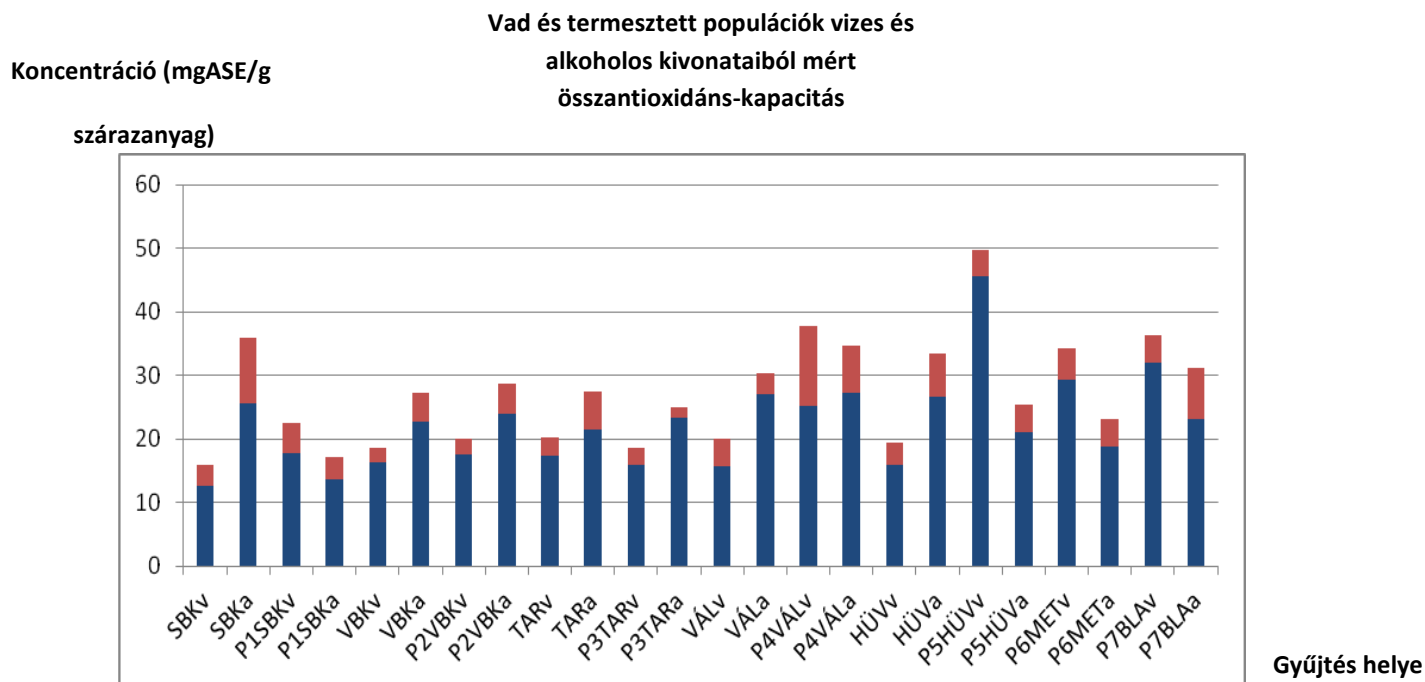
Az 19. ábrán látható, hogy az P5HÜV parcellán (Hűvösvölgyből származó természetett) rendkívül magas antioxidáns-koncentrációt elérő növények fejlődtek ($45,52 \pm 4,12$ mg ASE/g sz.a.), és kiemelkedett még a két nemesített hibrid fajta, a 'Metallica Crispa' ($29,25 \pm 4,91$ mg ASE/g sz.a.) és a 'Black Scallop' ($31,95 \pm 4,33$ mg ASE/g sz.a.) össz-antioxidáns produktuma is. Ezen vizsgálat egyik fontos eredménye volt, hogy 3 fajta antioxidáns-tartalma vízzel is gazdaságosan extrahálható, és nem indokolt az alkohol használata.

Összfenol-tartalom



A termesztett populációk vizes kivonatainak fenoltartalma között jelentős különbségek adódtak. Jelentős tartalmat ért el a tarjáni növények parcellája ($35,61 \pm 1,66$ mg GSE/g sz.a.), és vízoldható összfenol-tartalom szempontjából kisebbnek adódtak a 'Metallica Crispa' esetében mért értékek ($23,87 \pm 0,78$ mg GSE/g sz.a.)

5.6. Vad és termesztett állományok beltartalmi összehasonlítása

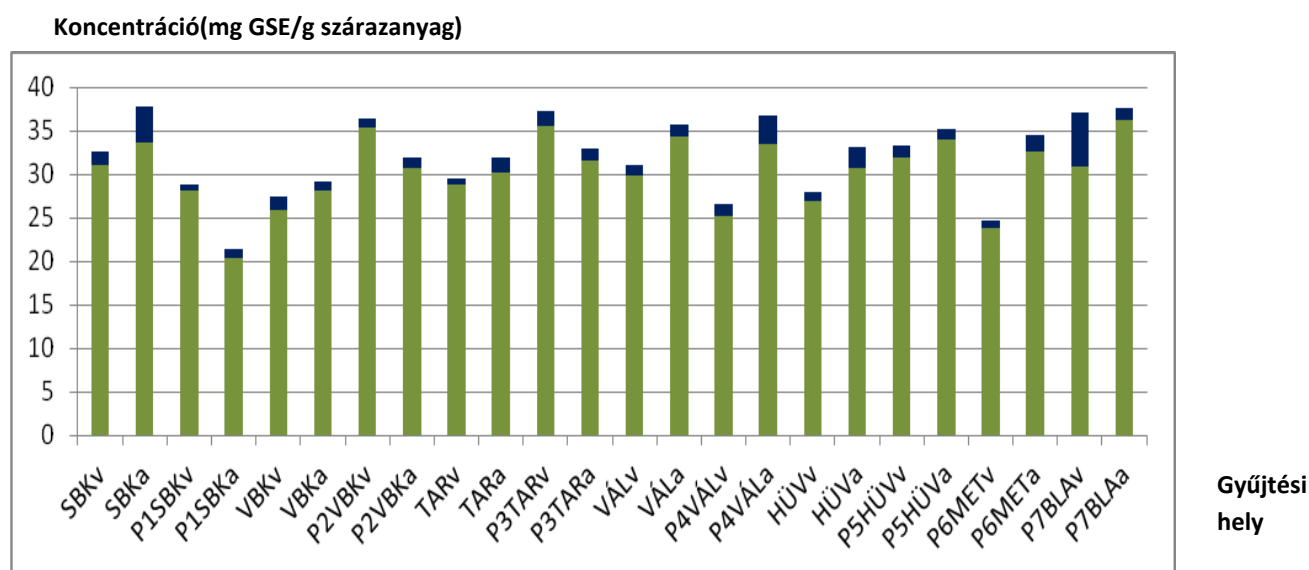


21. ábra: Vad és termesztett populációk vizes és alkoholos kivonataiból mért összantioxidáns-kapacitás

A legnagyobb összantioxidáns-kapacitást ($45,52 \pm 4,12$ mg ASE/g sz.a.) a hűvösvölgyi növények érték el, és ebben az esetben a vizes extrakció bizonyult hatékonyabbnak, csakúgy, mint a 'Metallica Crispa', a 'Black Scallop', Vállusról származó termesztett és a Soroksári Botanikus Kertből származó termesztett növények esetében is. Nagyobb volumenű extrakció-előállítás céljára mindenképpen olyan fajtákat javasolnánk, amelyek vizes oldatban érik el a magasabb antioxidáns-koncentrációt. A vad populációk többségéről elmondható, hogy termesztésbe vonás hatására –igen kedvező módon– magasabb antioxidáns értéket érnek el. Ezt a hatást részben a terület kitettsége, az erős UV-sugárzással szembeni védekezés, másrészt a stresszhatás magyarázhatja. A hűvösvölgyi növényekben a termesztésbe vonás hatására 1,7-szer annyi antioxidáns halmozódott fel, mint természetes élőhelyükön.

Összfenol-tartalom

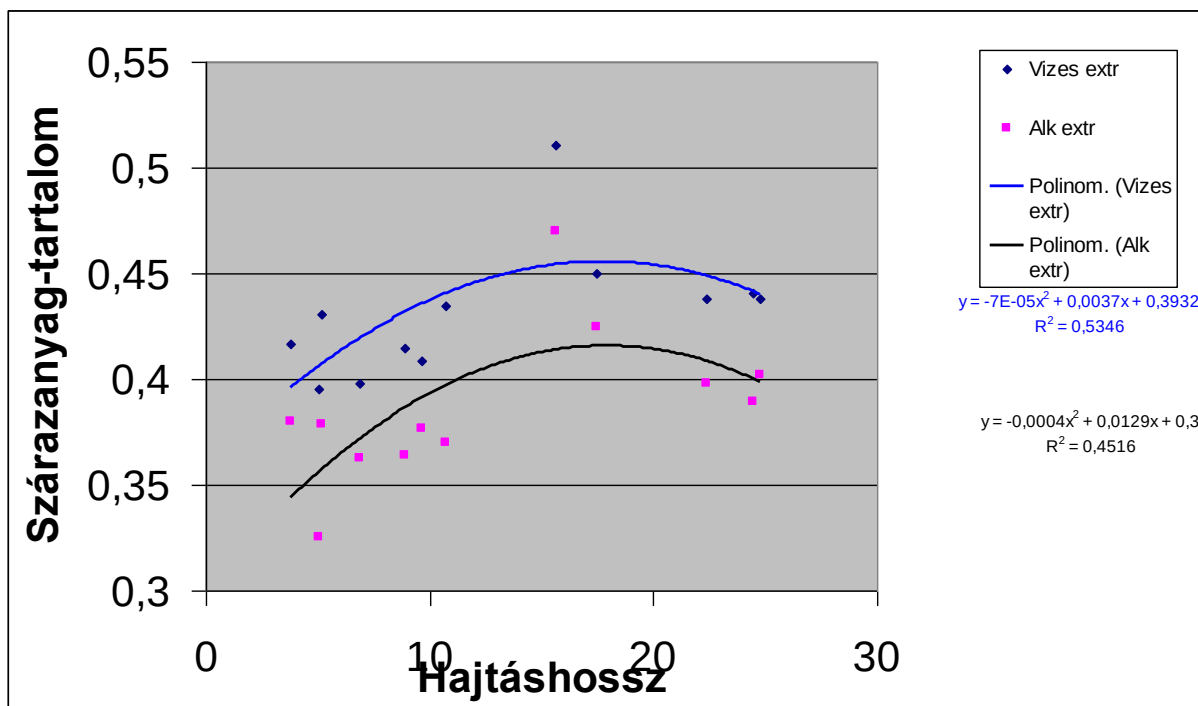
Az összes fenoltartalom tekintetében kiemelkedő a Soroksárról ($33,65 \pm 4,10$ mg GSE/g sz.a.), és Tarjánból származó termesztésbe vont parcella fenol-produkciója ($35,61 \pm 1,66$ mg GSE/g sz.a.), amennyiben a vizes kivonás mellett döntünk. A legtöbb minta esetében az 22. ábra szerint azonban mégis az alkoholos kivonás az eredményesebb. A termesztésbe vonás hatása az össz fenoltartalomra nézve nem bizonyult olyan egyértelműnek, mint az antioxidánsok esetében. A jelenlegi adatsorok csak azt igazolják, hogy ebben a tekintetben erősen eltérnek egymástól a populációk.



22. ábra: Vad és termesztett populációk vízben és alkoholban mért összfenol-tartalma

Korrelációanalízis és regresszió segítségével enyhe összefüggést találtunk a szárazanyag-tartalom és a hajtáshossz között, melyet a következő grafikonon foglalok össze:

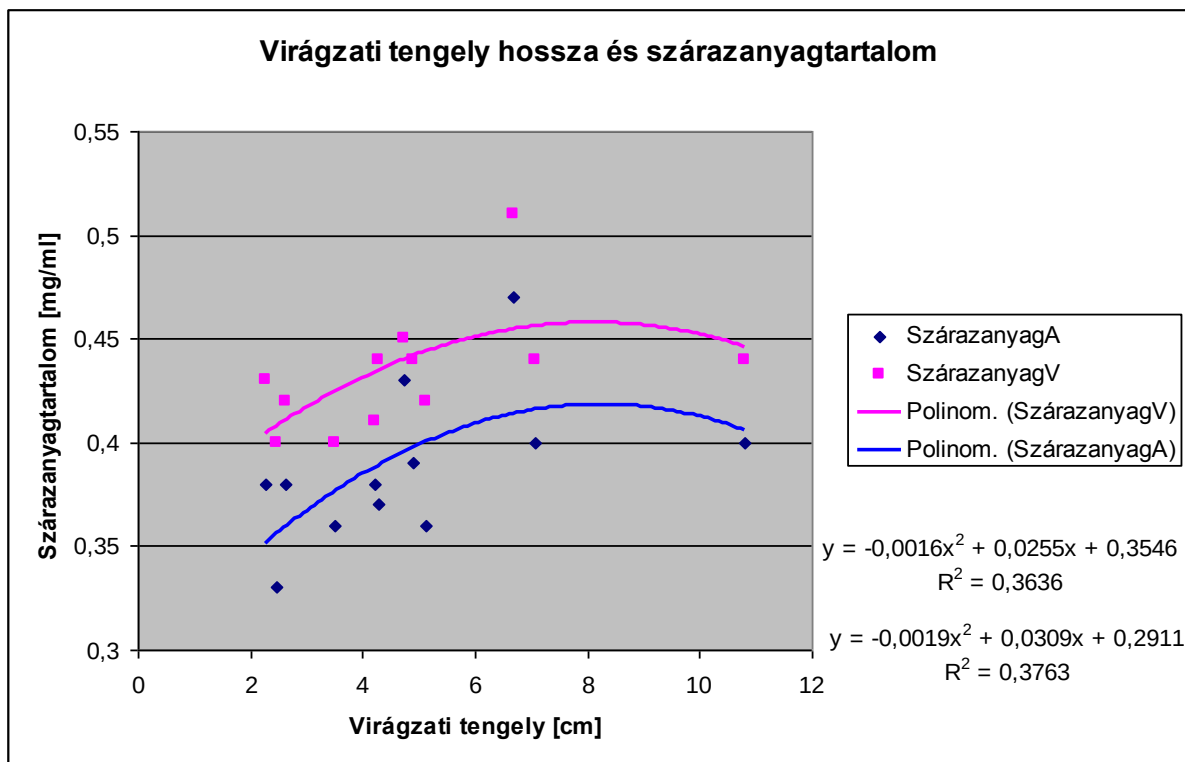
23.



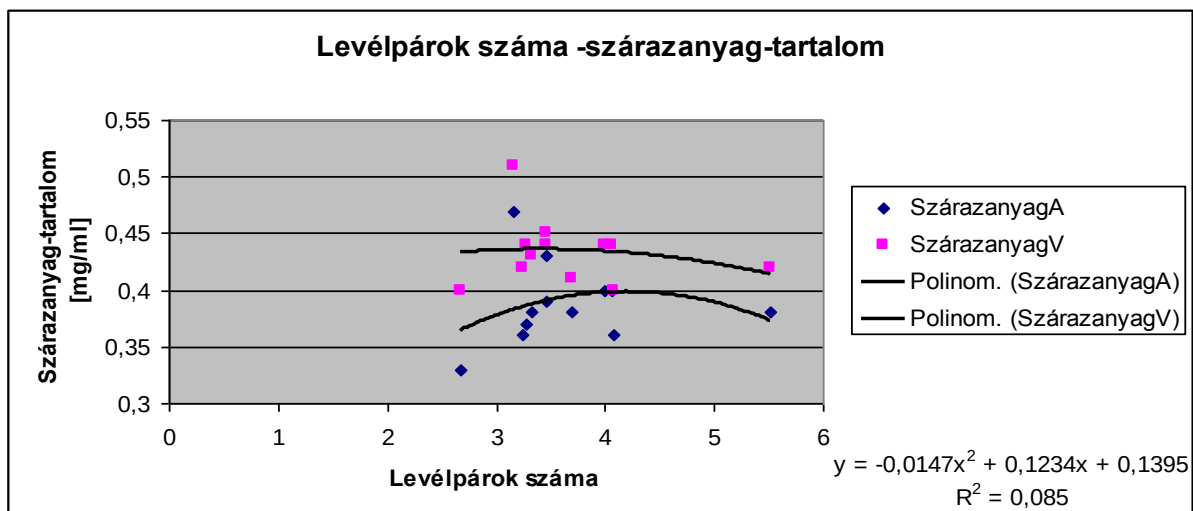
ábra: Száranyagtartalom és hajtáshossz alakulása

A másodfokú polinomiális illesztés a vizes kivonatra vonatkozó adatpontok esetén szolgáltat 0,5-nél nagyobb determinációs együtthatóval, ez azonban még így is csak gyenge kapcsolatot feltételez a két mennyiség között. Termesztéstechnológiai szempontból ugyanakkor érdekes lehet, ha valóban létezik egy ideális szárhossz-érték, amihez maximális szárazanyag-produkció társulna. A későbbi években elkészülő adatsorokkal ezt igyekszünk megerősíteni.

A 24.ábra statisztikai eredmények mindegyike gyengébb tendenciákat mutatott csak ki, tehát az eddigi vizsgálatok alapján nem feltételezhetünk kapcsolatot a szárazanyag-produkció valamint a levélpárok száma és a virágzati hossz között.

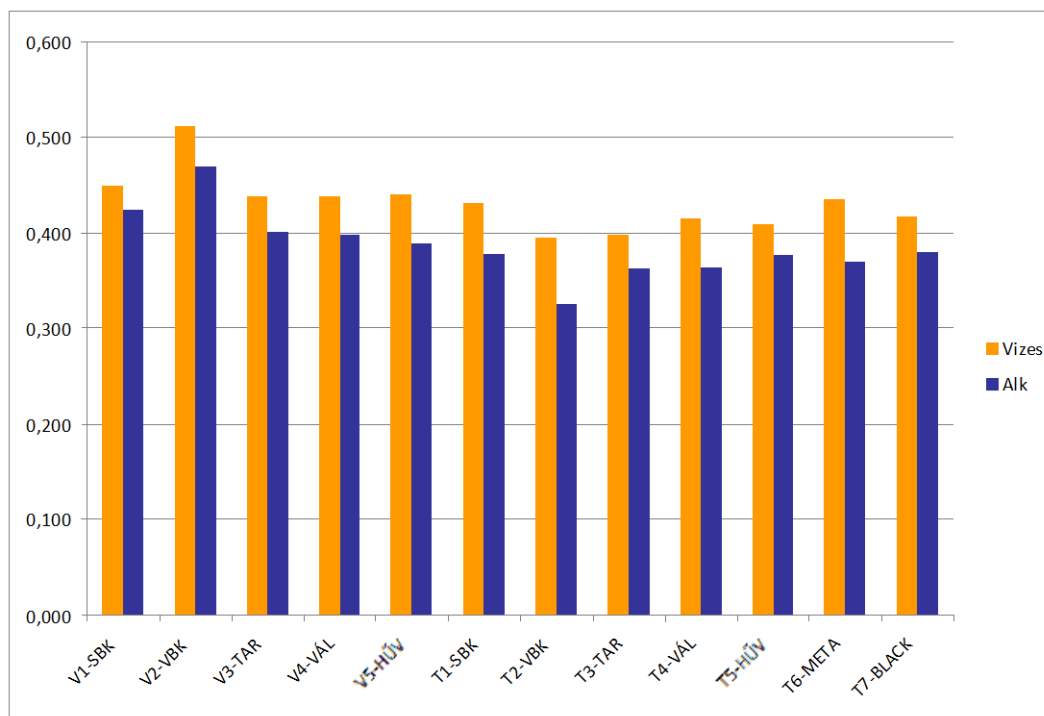


24. ábra: A virágzati tengelyhossz és a szárazanyagtartalom alakulása



25. ábra: A levélpárok száma és a szárazanyagtartalom alakulása

A bepárlással meghatározott szárazanyag-tartalmakat a következő ábra tartalmazza (26. ábra):



26. ábra: A szárazanyag-tartalom alakulása

A 26.ábrán kiemelkedő a Vácrátóti Botanikus Kert vadon termő növényeinek kimagasló vízzoldható szárazanyag-tartalma (0,511g/100g víz), továbbá említésre méltó 3 termesztésbe vont populáció esetében a gyengébb fagytolerancia, amely tavasszal szembetűnővé vált: P2-es parcella (VBK), P3-as parcella (Tarján) és hűvösvölgyi növények P5-ös parcellája. Mivel az indás ínfű esetében egyértelmű összefüggést mutattak ki a fagytolerancia és a növényben felhalmozódó raffinóz típusú oligoszacharidok koncentrációja között (Shaun et al, 2009), feltételezhetően a fent említett 3 esetben is az alacsonyabb szárazanyag-tartalom miatt tolerálták a növények kevésbé az igen hideg telet.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk céljául tűztük ki 5 magyarországi természetes indás ínfű populáció (Soroksári Botanikus Kert, Vácrátóti Botanikus Kert, Tarján, Hűvösvölgy, Vállus) morfológiai és beltartalmi paramétereinek felmérését, különös tekintettel a termesztésbe vonásuk hatásaira és a növények adaptációs képességére, mivel e tekintetben hasonló nemzetközi és hazai kutatást nem végeztek. Az adatok statisztikai módszerekkel történő értékelése során valószínűnek tartjuk, hogy az *Ajuga reptans* L. vélhetően nagy stressztoleranciával rendelkező faj. Stresszfaktrok hatására bekövetkező növekedés az érintett hatóanyagok vonatkozásában még nem bizonyított, de feltételezhető.

Mivel a kutatás tervezett ideje 2014-ig tart, így az alábbi tendenciák tekintetében várhatóan megalapozottabb összefüggéseket tudunk felállítani. A termesztett körülmények között lévő növények populációi „vad” társaikhoz képest egységesebben viselkedtek, kisebb statisztikai eltérést eredményezve a mért tulajdonságok tekintetében. A soroksári parcellák növényei átlagosan kisebb növekedési erélyűeknek mutatkoztak, mint vadon termő társaiké, de beltartalmi mutatóik tekintetében nem maradnak el azoktól. Vizes kivonat formájában kiemelkedő antioxidáns-koncentrációjának találtuk a hűvösvölgyi vad populáció termesztésbe vont egyedeit, így ezt potenciális nemesítési alapanyagnak tekinthetjük. Ha elsősorban fenolos vegyületeiért termesztjük az indás ínfűvet, a tarjáni populációt tartjuk erre a legalkalmasabbnak. További összehasonlító és egyéb kvantitatív jellegű vizsgálatok folytatását javasoljuk, annak érdekében, hogy részletesebb képet kaphassunk a maximális hatóanyag-tartalom elérésének módjáról, különböző fenológiai fázisokhoz tartozó hatóanyag-koncentrációkról, hozamokról, és a termesztésnek leginkább megfelelő ökotípusok szelektálásának morfofiziológiai hátteréről. Irodalmi kutatásaink rámutattak arra, hogy a növényfaj jövőbeli felhasználási lehetőségei is igen sokrétűek, beleértve a botanikai inszekticidek, antioxidáns hatású táplálékkiegészítők kifejlesztését.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Bogya és Udvardy, 2003 in Sárosi S. (2009): A Közönséges gyíkfű (*Prunella vulgaris* L.) és a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) antioxidáns hatású vegyületeinek felhalmozódását befolyásoló tényezők. Doktori disszertáció Budapesti Corvinus Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszék
2. Fráter E., Kósa G.(2005): Szép magyar kertek. Kossuth kiadó, Budapest
3. Hortobágyi T., Simon T. (szerk.)(2000): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest
4. Liktör-Busa E., Tóth N.; Báthori M. (2007): Az ekdiszteroidok, a szterán vázas vegyületek egyik érdekes csoportja és növényi nyersanyagforrásaik. Farmakognóziai hírek, 2 (4): 2-4 old.
5. Madhavi D.L., Salunkhe D.K. (1995): Toxicological aspects of food antioxidants. In: Food antioxidants: Technological, toxicological, and health perspectives.
6. Malakov P.Y., Papanov G.Y. (1998): Areptins A and B two new neo-clerodane diterpenoids from *Ajuga reptans*. Phytochemistry, 49 (8): 2443-2447. old.
7. Mulinacci N., La Marcia G., Innocenti M., Vincieri F.F., Crespi-Perrellino n., Minghetti A. (2005): Cell cultures of *Ajuga reptans* L. to bioconvert emodin and aloe-emodin: an HPLC/ESI/MS investigation. Enzyme and Microbial Technology, 36 (4): 399-408. old.
8. New York: Marcel Dekker Inc., 267-359. old.
9. Nikolova M., Asenov A., (2006): Surface flavonoid aglycones in newly studied plant species. Natural Product Research, 20(1): 103–106 old
10. Pécsi, 1967 in Gosztola B.(2002): Az egy- és kétéves konyhakömény virágzásdinamikájának és termésfejlődés folyamatának vizsgálata. Diplomamunka Szent István Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapest
11. Schildermann P.A.E.L., ten Vaarwerk F.J., Lutgering J.T., Van Der Wurff A., ten Hoor F., Kleinjans J.C.S. (1995): Introduction of oxidative DNA damage and early lesions in rat gastro-intestinal epithelium in relation to prostaglandin H synthase-mediated metabolism of butylated hydroxyanisole. Food and Chemical Toxicology, 33: 99-109.old.
12. Shahidi F., Wanasundara P.K.J. (1992): Phenolic antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32: 67–103. old.
13. Shearn C.T., Fritz K.S., Thompson J.A. (2011): Protein damage from electrophiles and oxidants in lungs of mice chronically exposed to the tumor promoter butylated hydroxytoluene. Chemico-Biological Interactions, 192 (3) :278-286. old.

14. Szúróczki, 1985 in Gosztola B.(2002): Az egy- és kétéves konyhakömény virágzásdinamikájának és termésfejlődés folyamatának vizsgálata. Diplomamunka Szent István Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapest
15. Terhara N.; Callebaut A.; Ohba R.; Nagata T.; Ohnishi-Kameyamada M.; Suzuki M.(2001): Acylated anthocyanidin 3-sophoroside-5-glucosides from *Ajuga reptans* flowers and the corresponding cell cultures.
16. Teteryuk L.V., Dymova O.V., Golovko T.K. (2001): Morphophysiological and population adaptations of *Ajuga reptans* L. at the northern boundary of its range. Russian Journal of Ecology, 32 (3): 191-197.old.
17. Vanyolos A., Simon A., Tóth G., Polgár L., Kele Z., Ilku A., Mátyus P., Báthori M. (2009): C-29 Ecdysteroids from *Ajuga reptans* var. *reptans*. Journal of Natural Products, 72 (5): 929-932. old.

10.MELLÉKLETEK

Hajtáshossz-statisztika: vad populációk

Descriptive Statistics				Hajtáshossz					
Dependent Hajtáshossz				Hely	N	Subset			
Hely	Mean	Std. Deviation	N			1	2	3	4
Hűvösvölgy	24,4520	4,24876	50	Tukey HSD ^{a,b,c}	VBK	54	15,6611		
Soroksári Botanikus Kert	17,4600	2,74107	50		SBK	50	17,4600		
Tatabánya Válas	24,7800	6,05431	50		VÁ	50		22,3460	
Válas	22,3460	4,79099	50		HÜ	50		24,4520	24,4520
Vácrátóti Botanikus Kert	15,6611	3,63242	54		TAT	50			24,7800
Total	20,8567	5,77380	254	Duncan ^{a,b,c}	Sig.		,246	,119	,996
					VBK	54	15,6611		
					SBK	50		17,4600	
					VÁ	50			22,3460
					HÜ	50			24,4520
					TAT	50			24,7800
					Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50,752.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.
c. Alpha = ,05.

Hajtáshossz-statisztika: parcellák

Descriptive Statistics				Hajtáshossz					
Dependent Hajtáshossz				Hely	N	Subset			
Hely	Mean	Std. Deviation	N			1	2	3	4
P1SBK	5,1833	2,11983	6	Tukey HSD ^{a,b,c}	P7BLA	23	3,7913		
P2VBK	5,0667	3,32916	3		P2VBK	3	5,0667		
P3TAT	6,8417	2,49780	12		P1SBK	6	5,1833	5,1833	
P4VÁ	8,9063	3,13740	16		P3TAT	12	6,8417	6,8417	6,8417
P5HÜ	9,6300	5,09532	10		P4VÁ	16		8,9063	8,9063
P6MET	10,7320	2,38571	50		P5HÜ	10		9,6300	9,6300
P7BLA	3,7913	,94864	23		P6MET	50			10,7320
Total	8,2583	3,77416	120		Sig.		,211	,062	,310
				Duncan ^{a,b,c}	P7BLA	23	3,7913		
					P2VBK	3	5,0667	5,0667	
					P1SBK	6	5,1833	5,1833	
					P3TAT	12		6,8417	6,8417
					P4VÁ	16		8,9063	8,9063
					P5HÜ	10			9,6300
					P6MET	50			10,7320
					Sig.		,308	,192	,108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,649.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.
c. Alpha = ,05.

Virágzathossz-statisztika: vad populációk

Descriptive Statistics				Virágzat	Hely	N	Subset			
Dependent Virágzat							1	2	3	4
Hely	Mean	Std. Deviation	N	Tukey HSD	SBK	17	4,7529			
HÜ	4,9140	2,31040	50		HÜ	50	4,914	4,914		
SBK	4,7529	1,37755	17		VBK	54		6,6944	6,6944	
TAT	7,0700	2,68216	50		TAT	50			7,07	
VÁ	10,8140	3,73958	50		VÁ	50				10,814
VBK	6,6944	2,73954	54		Sig.		0,999	0,059	0,98	1
Total	7,1593	3,54058	221	Duncan ^{a,b}	SBK	17	4,7529			
					HÜ	50	4,914			
					VBK	54		6,6944		
					TAT	50			7,07	
					VÁ	50				10,814
					Sig.		0,808	0,572		1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 7,997.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36,405.
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.
c Alpha = ,05.

Virágzathossz-statisztika: parcellák

Descriptive Statistics			
Dependent viragzat			
Hely	Mean	Std. Deviation	N
P1SBK	2,2667	,72019	6
P2VBK	5,0667	3,32916	3
P3TAT	3,5000	1,51717	12
P4VÁ	5,1125	1,47100	16
P5HÜ	4,2000	1,94536	10
P6MET	4,2860	1,16040	50
P7BLA	2,6435	,63948	23
Total	3,9142	1,53870	120

viragzat					
		N	Subset		
Hely			1	2	3
Tukey HSD ^{a,b,c}	P1SBK	6	2,2667		
	P7BLA	23	2,6435	2,6435	
	P3TAT	12	3,5000	3,5000	3,5000
	P5HÜ	10		4,2000	4,2000
	P6MET	50		4,2860	4,2860
	P2VBK	3			5,0667
	P4VÁ	16			5,1125
	Sig.		,440	,129	,144
Duncan ^{a,b,c}	P1SBK	6	2,2667		
	P7BLA	23	2,6435		
	P3TAT	12	3,5000	3,5000	
	P5HÜ	10		4,2000	4,2000
	P6MET	50		4,2860	4,2860
	P2VBK	3			5,0667
	P4VÁ	16			5,1125
	Sig.		,064	,241	,189

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,649.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group

c. Alpha = ,05.