

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
Növénytani Tanszék



HAZAI GYEPTÁRSULÁSOK NITRÁT VISZONYAI
Nitrate relations of hungarian plant communities of grasses

Szerző: Karancsi Zita
állatorvostan-hallgató, V. évfolyam

Témavezető: Dr. Vetter János
Növénytani tanszék, tanszékvezető

Budapest
2011

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. Célkitűzéseink	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1. Talaj nitrogén és nitrát	4
2.2. Növényi nitrát	5
2.3. Nitrát-nitritmérgezés állatokban	6
3. Anyag és módszer	8
3.1. Terepi mintavételek	8
3.2. Laboratóriumi meghatározások	9
3.2.1. Talajparaméterek	9
3.2.1.1. Talaj mésztartalmának meghatározása.....	9
3.2.1.2. Talaj pH értékének meghatározása	10
3.2.1.3. Az Arany-féle kötöttségi szám meghatározása	10
3.2.1.4. A talaj teljes vízkapacitásának meghatározása	11
3.2.1.5. A talaj összes szerves anyag tartalmának meghatározása.....	11
3.2.2. Nitrát meghatározás	11
3.2.2.1. Növényi anyag nitrát tartalma	11
3.2.2.2. A talaj nitrát tartalmának meghatározása	12
3.3. Az adatok matematikai értékelése	12
4. Eredmények	13
4.1. Soponya-táci gyep	13
4.1.1. Botanikai aspektusok	13
4.1.2. Talajadatok	14
4.1.3. Nitrát eredmények	16
4.2. Csongrádi gyep	18
4.2.1. Botanikai aspektusok	18

4.2.2. Talajadatok	19
4.2.3. Nitrát eredmények	20
4.3. Szárligeti gyep	22
4.3.1. Botanikai aspektusok	22
4.3.2. Talajadatok	23
4.3.3. Nitrát eredmények	24
5. Következtetések.....	26
5.1. Gyepársulások pillanatnyi státusza	26
6. Összefoglalás.....	30
7. Mellékletek	32
8. Summary	47
9. Irodalomjegyzék	48
10. Köszönetnyilvánítás	51

1. Bevezetés

Magyarországon 2010-ben a művelt területek 13,7 %-át adják a gyeptársulások (KSH, 2010). Ez az érték jelentőséggel bír, mert az ilyen területeken állatokat legeltetnek, vagy kaszálóként használva e térségeket, a széna a haszonállatok takarmányozására szolgál, így az jelentős gazdasági károkat okozhat. Ezért fontos tudni, hogy milyen egészségre káros anyagokkal rendelkezik a gyeptársulás. Dolgozatomban a nitrátot, mint természetesen is előforduló toxikus anyagot vizsgáltam, három különböző gyeptársulásban.

A nitrátot a növények a talajból veszik fel és bizonyos mennyiségét a nitrát-reduktáz alakítja nitrité, majd ez utóbbit a nitrit-reduktáz redukálja ammóniává, amelyet a növények főként a fehérjéik felépítéséhez használnak fel. Ezt az átalakulási folyamatot különféle tényezők befolyásolják, kezdve a növények belső, genetikai háttérétől, egészen a külső, környezeti hatásokig. A növényekben általában nem alakul ki magas nitrát koncentráció (néhány akkumuláló fajtól eltekintve), ha a környezeti tényezők megfelelnek, ellenben, ha valamilyen stressz éri ezeket a szervezeteket, ez az egyensúly könnyen felborulhat, így képesek lehetnek felhalmozni a nitrátot a szövetekben.

Az állatok a szennyezett víz mellett a növényekkel veszik fel a nitrátot. A bejutott nitrát egy része a szervezetben előforduló nitrát-redukáló baktériumok hatására nitritté, majd kisebb hányada ammóniává alakul át. A nitrit okozza a legfőbb gondot az állatban. Heveny mérgezés esetén a helyi irritáló hatása mellett fontos szerepet játszik a methemoglobin-képződésben, valamint vérértágító szerepe is van. A methemoglobin bár reverzibilisen kötődik, mivel szoros a kötődés az oxigén nem tud megfelelően szállítódni, így enyhe mérgezés esetén hipoxiához, súlyos esetben fulladásos halálhoz vezet. Hosszan tartó, alacsony szintű felvétele idült folyamathoz vezet, ami gyomor-bélrendszeri, szaporodásbiológiai és pajzsmirigy működési zavarokat okoz, így jelentős gazdasági károkat idéz elő.

1.1. Céltűzések:

- 1.1.1. Felmérni, hogy milyen az egyes hazai gyeptársulások talaj nitrát tartalma és a növények nitrát felhalmozódása.
- 1.1.2. Van-e összefüggés az egyes talajok paraméterei és a nitrát szintjei között?
- 1.1.3. Megfigyelhető-e valamilyen arányosság a különböző területek talaj- és növénymintáinak nitrát-szintjei között?
- 1.1.4. Elérhet-e növények nitrát tartalma egy olyan szintet, mely káros hatású lehet az állatok számára?
- 1.1.5. Vannak-e új nitráthordozó növényfajok?

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Talaj nitrogén és nitrát

A talaj teljes nitrogén mennyisége mintegy 90-95 %-ban szerves formában, kötötten van jelen. A szervesetlen N-tartalmú vegyületek - köztük nagyobb arányban a NO_3^- , kisebb mennyiségben az NH_4^+ - melyek a növények számára nélkülözhetetlenek, túlnyomó részt a szerves anyagok mineralizációja során keletkeznek. Az ammónia és a nitrát mellett nitrit is előfordulhat (Németh, 1996).

A talaj tulajdonképpen egy olyan dinamikusan változó bonyolult rendszer, melyet élő szervezetek, szerves és szervesetlen vegyületek szilárd és oldott fázisai, valamint különböző ásványok alkotnak. Ahogy a többi ökológia rendszer, ugyanúgy a talajok is nyíltak, így folyamatos az anyag- és energia felvétel, és leadás (Németh, 1996).

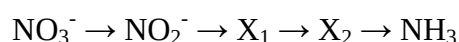
A talaj nitrogén koncentrációját mind fizikai tényezők, mind biokémiai folyamatok befolyásolják. Csökkenti a koncentrációt a kimosódás, és a gáz halmazállapotú nitrogén veszteség. A kimosódás nagymértékben függ a növénytakaró minőségétől. Minél inkább zárt egy társulás, annál kisebb a veszteség. A botanikai összetétel is befolyásolja a kimosódást; a nitrát esetében egyes fűfélék, a réti komócsin (*Phleum pratense*), a réti perje (*Poa pratensis*), képesek növelni a talaj nitrát-akkumuláló képességét (Bouman és mtsai, 2010). A talaj szerkeze is döntő jelentőségű, mert ha egy talajtípus vízáteresztő képessége nagy, akkor a szervesetlen nitrogén könnyen kimosódhat a szabad vízmozgás miatt. Ezért egy homoktalaj például kevésbé tudja megtartani a nitrogént, mint egy vályogtalaj. A gáz állagú veszteség N_2O , NO, vagy NH_3 formában történik. A nitrátból a denitrifikáló mikroorganizmusok NO-t és N_2O -ot állítanak elő. Ez az átalakulás a hőmérséklet emelkedésével nő egészen 20°C-ig. E felett már a talaj víztartalma oly mértékben csökken, hogy az már nem optimális a baktériumok számára (Horváth és mtsai, 2010). Az ammónia a legkönnyebben lúgos talajból 25-35 %-os nedvességtartalom mellett távozik el (Debreceni és Debreceni, 1983).

Korábbi felmérések szerint Magyarország nyírségi és zalai rétjei 1,06-1,9 mg NO_3^- -N/kg-nyi mennyiséget (4,67 - 8,41 mg NO_3^- /kg) tartalmazott 0-10 cm-es mélységben, valamint 0,84-1,0 mg NO_3^- -N/kg-ot (3,72 - 4,43 mg NO_3^- /kg) 10-30 cm mélyen. Az ősgyepek nitrát-nitrogén tartalma 1,6-4,3 mg NO_3^- -N/kg (7,09 - 19,04 mg NO_3^- /kg) között mozgott (Németh, 1996).

A megfontolatlan és gondatlan műtrágyázás is növelheti a talaj nitrát koncentrációját. Egy kaposvári kísérlet során két éven át vizsgálták telepített gyepterületeken a műtrágyázás hatását. Eredményeik alapján a kontrollhoz (1999: 24,35 mg NO_3^- /kg; 2000: 15,06 mg NO_3^- /kg) viszonyítva jelentősen nőtt a nitrát mennyiség (1999: 78,38 mg NO_3^- /kg; 2000: 61,11 mg NO_3^- /kg) (Szatai, 2007).

2.2. Növényi nitrát

A nitrát ion alapvető jelentőségű nitrogénforrás a növényi szervezetek számára, mivel a pillangósvirágúak kivételével, a növények csak bizonyos szervesen nitrogén vegyületeket képesek felszívni a talajból. A nitrogén fontos szerepet játszik az anyagcserében, hiszen szükséges az életfontosságú aminosavak, fehérjék, és nukleinsavak képzésében. A bejutott nitrátot a fotoszintézisre képes zöld növények egy enzimszisztéma segítségével, több lépésen keresztül redukálni képesek (Vetter, 1996). A folyamathoz az elektronokat a FADH_2 és a redukált ferredoxin biztosítja a zöld részekben és egy ferredoxin szerű fehérje a nem zöld növényi részekben (Solomonson és Barber, 1990). Ezek a vas (Fe^{2+}) tartalmú enzimek és kofaktorok többek között molibdén iont is igényelnek, hogy a nitrátot nitritté, majd ammóniává alakítsák (1. ábra). A különböző ionok mellett viszont, a zöld részekben, fényre is van szükség, hogy az enzimeket indukálva végbemenjen a folyamat (Vetter, 1996). A növényi hormonok is hozzájárulnak a nitrát-reduktáz szabályzásához. A citokinin például fokozza az enzim termelődését, amíg az abszcizinsav csökkenti azt (Lu és mtsai, 1992). Ez a reakció legintenzívebben a levelekben történik, bár a száron kívül a gyökérzetben is leírtak kisfokú nitrát-reduktáz (NR) aktivitást (Butler és Bailey, 1973). A levélben lévő nagyobb NR aktivitás azzal magyarázható, hogy a citoplazmán kívül a kloroplasztisz is tartalmazza ezt az enzimszisztémát, valamint a fény hatására intenzívebb a fehérje-, így az enzimméregzés is. A redukció során keletkezett ammónia közvetlen vagy közvetett úton aminosavak, majd fehérjék képzésében vesz részt.



1. ábra: A növényi nitrátredukció sémája (Vetter, 1996)

Az első lépést a nitrát-reduktáz (NR), a másodikat a nitrit-reduktáz (NiR) katalizálja, míg az X_1 és X_2 ismeretlen közbenső termék

Normál körülmények között ritkán halmozódik fel a nitrát a növényi szövetekben. A növényekben előforduló nitrát akkumulációját több tényező befolyásolja. Elősegíti a talaj magas nitrát és ammónia tartalma, a savas kémhatás, az alacsony molibdén koncentráció, a kén, a vas és a foszfor hiánya, az alacsony hőmérséklet, a száraz idő, és a kevés fény okozta csökkent NR aktivitás. Tehát a növényt ért stresszorok fokozzák az akkumuláló képességet (Osweiler és mtsai, 1985; Whittier, 2011). Az akkumuláció függ továbbá a növények rendszertani hovatartozásától, mivel bizonyos fajok (*Amaranthus*, *Chenopodium*, *Melilotus*, *Solanum*, *Daucus*, *Polygonum*, *Sorghum*,

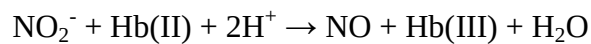
Utrica, *Chelidonium*, *Datura* és *Conium*) képesek nitrát akkumulációra (Osweiler és mtsai, 1985; Bakó, 2011). Egy iráni vizsgálat szerint a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*) olyan mértékben tudja koncentrálni a nitrátot, hogy az akár a halálos szintet is elérheti tehenek esetében (Aslani és Vojdani, 2006). Ez a tanulmány is igazolta azt a megállapítást, hogy az esti órákban és a borús napokon több nitrátot tartalmaznak a növények. Arra is fény derült, hogy az éretlen és a kaszálás utáni második nemzedék nitrát szintje a legmagasabb. Más forrás szerint a nitrát leginkább virágzáskor a vegetatív növényi részekben, főként a szárban és a gyökérben halmozódik fel. A levélzet kisebb koncentrációját két ok is magyarázza. Az egyik, hogy a szár és a gyökér több szállítónyalábbal rendelkezik, mint a levél, ahol a felszívott nitrát változatlan formában van jelen. A másik, hogy a levelek NR enzimeinek segítségével fény hatására metabolizálják a nitrátot (Vetter és Molnár, 1991).

A NR aktivitását befolyásolja a talaj nitrát koncentrációja, a növény mérete, és a szénhidrát tartalma (Sadat Taghavi és Babalar, 2007) is. Ezt egy eperrel végett kísérlet alapján állapították meg, mely szerint 0,4 mM nitrát tartalmú talajon volt a legnagyobb aktivitása az enzimnek. A kisebb növénynek ugyanakkor magasabb az enzimaktivitása, mint a nagyobb egyednek. Ha a szénhidrát koncentráció alacsony, akkor a NR aktivitása is kicsi. Vajpayee kutatása során az derült ki, hogy ennek az enzimnek az aktivitása nagyon érzékeny a Cr^{4+} -ra. Már 1 μM krómion koncentráció fölött jelentősen csökken az enzimaktivitás, ami valószínűleg a klorofill szintézis gátlásával függ össze (Vajpayee és mtsai, 2000).

2.3. Nitrát-nitritmérgezés állatokban

A nitrát-nitritmérgezés mind akut, mind krónikus formában jelentkezhet az állatokban. Heveny mérgezés esetén a nitrátnak nyálkahártya irritáló hatása van, a nitrátból kialakuló nitrit pedig a hemoglobinnal methemoglobint képez (2. ábra), ami képtelen az oxigén szállítására, így hypoxiát okoz a szövetekben. Ha a methemoglobin 30-40 %-ban van jelen a vérpályában, akkor csak enyhe hypoxiás tünetek alakulnak ki, viszont ha ez eléri a 70-85 %-ot, akkor elhullás következik be (Lehel, 2006). A methemoglobin képződése során nitrogén-monoxid képződik, ami értágító hatásának köszönhetően tovább nehezíti az oxigén transzportot. A mérgezésnek további tünetei közé tartozik a nyálzás, hányás, hasmenés, hasi fájdalom, dehidratáció, és a tachycardia is. A letális dózis állatfajonként különböző, a kérődzők esetében a bendőbaktériumok redukáló hatása miatt a nitrát is veszélyes (400-750 mg NO_3^-/tkg), míg a monogastrius állatok esetében inkább a nitrit okoz problémát (50-100 mg NO_2^-/tkg). Gyógykezelésre antidótumként metilénkéket (5-9 mg/kg) és aszkorbinsavat (5-10 mg/kg) adnak intravénásan az állatoknak, tüneti kezelésre pedig adrenalint, oxigént és cardiovascularis stimulátorokat használnak (Lorgue és mtsai, 1996). Más irodalmi

források szerint a kérődzők letális dózisa 10000 ppm (mg/kg szá) felett van, de tünetek már 5000 és 10000 ppm között is jelentkezhetnek (Whittier, 2011). Ezt a szintet azonban csak műtrágyázással nem lehet elérni (Nesic és mtsai, 2008), így egyéb tényezők is szerepet játszanak a toxikus koncentráció elérésében (csapadék, hőmérséklet, kaszálás).



2. ábra: A methemoglobin képződés folyamata (Lehel, 2006)

Krónikus mérgezés akkor alakul ki, ha az állatok hosszútávon alacsonyabb koncentrációban veszik fel a nitrátot. Ez tömegtakarmányok esetében 3 %-os, koncentrált takarmánynál pedig 6 %-os koncentrációt jelent (Lorgue és mtsai, 1996). Egy későbbi vizsgálat ezt 154-480 ppm-ben (154-480 mg NO_3^-/kg) határozta meg a takarmányok esetén (Ozmen és mtsai, 2005). Ennek hatására az állatokban szaporodásbiológiai problémák jelentkeznek (abortusz, terméketlenség, tejmirigy fejlődése zavart szenved), valamint az újszülött állat testtömege is kisebb lesz az átlagosnál. Továbbá gátolja a provitamin-vitamin átalakulást az A-vitamin esetében, hypothyreoidismust okoz, ezen felül immunsuppressív hatása van, ami hajlamosíthat mastitis, metritis kialakulásra.

A nitrát-nitritmérgezés az emberre is hasonlóan káros, mint a monogastrius állatoknál. Ezért a 1881/2006. EK rendelet alapján a növényi élelmiszerekre (spenót, fejes saláta) 200 mg NO_3^-/kg koncentráció határérték tartozik, míg a bébiételek esetében 10 mg NO_2^-/kg koncentráció (Laczay, 2008). Hazánkban az ivóvízben megengedett nitrát, nitrit szintjét (50 mg/l; 0,50 mg/l) a 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet szabályozza (Laczay, 2008).

3. Anyag és módszer

3.1. Terepi mintavételek

2010. május végén és június elején három eltérő környezeti adottságú, viszonylag érintetlen, nem műtrágyázott területről gyűjtöttünk talaj és növényi mintákat. Azért választottuk ezt az időpontot, mert a társulás alkotóinak többsége ilyenkor virágzik, így ebben az időben igen intenzív az anyagcsere, valamint az állatok számára az első kaszálás is ebben az időszakban történik. Az egyes gyeptársulásokon öt-öt, 2 m x 2 m-es területeket jelöltünk ki. Az egyes kvadránsokat igyekeztünk úgy kiválasztani, hogy megközelítőleg tükrözzék a térség jellemző növényösszetételét. Minden egyes négyzetben megállapítottuk, hogy milyen fajok fordulnak elő. Ezután mindegyik növénynek, szubjektív módon, skálák segítségével meghatároztuk az egyedszámát (abundancia), a borítását (dominancia), a társulás-képességét (szociabilitás), és az életképességét (vitalitás) (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Növénytársulás>). Az egyes számokhoz tartozó értékeket az alábbi táblázatok (1 – 4. táblázat) adják meg:

Egyedszám (A)	
1	1-10 egyed
2	11-100 egyed
3	101-1000 egyed
4	1001-10000 egyed
5	10001-nél több egyed

1. táblázat

Borítás (D)	
+	1,1% >
1	1,1-5%
2	5,1-25%
3	25,1-50%
4	50,1-75%
5	75,1-100%

2. táblázat

Társulás-képesség (S)	
1	szálanként
2	kis csoportokban
3	foltokban
4	nagy, összefüggő telepekben
5	összefüggő, zárt tömegben

3. táblázat

Életképesség (V)	
1	kicsírázó, de tovább nem fejlődő növények
2	vegetatív úton gyengén fejlődő, szaporodásra nem képes növények
3	vegetatív úton mérsékelten fejlődő, gyengén szaporodó növények
4	vegetatív úton jól fejlődő és erőteljesen szaporodó növények, amik már virágoznak is, de termést nem érlelnek
5	teljes életciklusukat végigélő, termést is érlelő növények

4. táblázat

Az egyes fajoknak a hőháztartás (T-érték), a vízháztartás (W-érték), és a talajreakció (R-érték) értékeit Simon által kiadott táblázatok alapján határoztuk meg (Simon, 2000). Az egyes számok és betűk jelentését az alábbi táblázatok (5 – 7. táblázat) foglalják magukba:

Hőháztartás (T-érték)			
0	nem jellemző	5	lomberdő
1	tundra	6	szubmediterrán lomberdő
2	erdős tundra	7	mediterrán, atlanti örökzöld erdő
3	tajga	a	atlantikus
4	tű- és lomblevelű elegyes erdők	k	kontinentális

5. táblázat

Vízháztartás (W-érték)			
0	extrém száraz	6	mérsékelten nedves
1	igen száraz	7	nedves
2	száraz	8	mérsékelten vizes
3	mérsékelten száraz	9	vizes
4	mérsékelten üde	10	igen vizes
5	üde	11	vízi

6. táblázat

Talajreakció (R-érték)	
0	nem jellemző
1	savanyú
2	gyengén savanyú
3	közel semleges
4	enyhén meszes
5	meszes, bázikus

7. táblázat

Miután az előbbi meghatározásokat mind az öt mintaterületen elvégeztük, a leggyakrabban előforduló fajokból elegendő mintát gyűjtöttünk a későbbi laborvizsgálatokhoz. Ezen kívül a terület általános összetételét tükröző, vegyes növénymintát is szedtünk. Végül az egyes térségekben a talaj felső rétegéből, körülbelül 20 cm mélyen három-három különböző helyről talajmintát is gyűjtöttünk.

3.2. Laboratóriumi meghatározások

3.2.1. Talajparaméterek

3.2.1.1. Talaj mésztartalmának meghatározása

A mésztartalom meghatározására Sátoryné módszerét (Győri és Ihász, 1968) alkalmaztuk. Ennek során 20 ml 10 %-os tiszta sósavval reagáltattunk 10-10 g szárított finom talajmintát. Először lemértük a sósavas mérőhenger és a talajjal töltött petricsésze együttes tömegét, majd a sósavat a mintához öntve, a pezsgés megszűntével újra megmértük az egészet. A különbség az eltávozott szén-dioxid tömegével egyezett meg. A folyamat az alábbi reakcióegyenlettel magyarázható:



Az egyenlet alapján vissza lehet számolni, hogy hány gramm mész van 10 g talajban.

3.2.1.2. Talaj pH értékének meghatározása

A talajok kémhatásának meghatározásához első lépésben kivonatokat kellett készítenünk. Ehhez 10 g szárított, por állagú mintákra volt szükségünk. Ezt 25 ml, 1 mólos KCl-dal összekeverve 2 órán át ráztuk rázógépen 175 rpm sebességgel. Majd az oldatokat Büchner tölcséren keresztül leszűrtük, és ha szükséges volt, akkor a mintákat még centrifuga segítségével is ülepítettük. Ezt a műveletet KCl helyett desztillált vizet használva megismételtük.

A mérés gépi pH mérő műszerrel történt (Orion 2 Star), megfelelő kalibráció után (Győri és Ihász, 1968).

3.2.1.3. Az Arany-féle kötöttségi szám meghatározása

Az Arany-féle kötöttségi szám megmutatja, hogy a talajnak milyen a mechanikai összetétele (Szalai és Frenyó, 1962). Ehhez a vizsgálathoz 100 g légszáraz, por állagú mintákra volt szükségünk, melyet porcelán mozsárba mértünk, majd bűretta segítségével desztillált vizet adagoltunk, hogy képlékeny pépet kapjunk. A vizet addig adtuk, míg a mozsárból hirtelen kiemelt pisztilluson lévő csúcsos massa - ha fejfelé felfordítjuk - meg nem hajlott. A felhasznált víz mennyiségéből a következő képlettel állapítottuk meg az Arany-féle kötöttségi számot, és a 8. táblázat alapján értékeltük ki:

$$K_a = v/t * 100$$

v = hozzáadott víz mennyisége (cm³)

t = talaj tömege (g)

Értékelés:	
20-30	Homokos talaj
30-37	Könnyű vályog
37-42	Vályog
42-50	Agyagos vályog
50-60	Agyag
60-	Zsíros vályog

8. táblázat

3.2.1.4. A talaj teljes vízkapacitásának meghatározása

A talaj maximális vízkapacitásának mérése során a szilárd talajrészecskék alakjáról, valamint az előforduló kolloidális részek mennyiségéről kapunk információt. Tehát, ha nagy értékünk van, akkor valószínű, hogy a talajszemcsék alakja közelít a gömbhöz, valamint a kolloidális részek aránya magas (Szalai és Frenyó, 1962).

A légszáraz finom talaj 100 g-jához üvegtölcsérben 100 ml desztillált vizet adtunk. A lecsepegett folyadékot mérőhengerrel összegyűjtöttük. A hiányzó mennyiség a talaj teljes vízkapacitását adja meg ml-ben.

3.2.1.5. A talaj összes szerves anyag tartalmának meghatározása

A szerves anyag meghatározásához a mintákból 3-3 g-ot mértünk ki, majd 4 órán át 550 °C-on hamvasztottuk a szerves alkotók teljes elégetése érdekében. A bemérés és a hamvasztás utáni maradék különbsége adja a minta szerves anyag tartalmát (Szalai és Frenyó, 1962).

3.2.2. Nitrát meghatározás

3.2.2.1. Növényi anyag nitrát tartalma

Az egyes növények nitrát koncentrációját a Mir módszer segítségével határoztuk meg (Mir, 2008).

Első lépésként növényi kivonatot kellett készítenünk. Ehhez 0,5-0,5 g légszáraz, lisztfinomságúra őrölt növénymintára volt szükségünk. Ezekhez 20-20 ml bidesztillált vizet adtunk, majd rázógépen 175-ös rpm-mel két óra hosszan át extraháltuk. Azután az oldatokat szűrőpapíron, Büchner tölcséren át leszívtuk, majd ezt a leszívatást megismételtük. Mivel az így kapott szűrletek nagy része színes maradt, ezért aktív szénnel forraltuk a mintáinkat, majd tovább pároltuk őket. Ezután újabb szűrést alkalmazva, bejelölt csiszolatos kémcsövekbe mértük a mintákat, és bidesztillált vízzel 10 ml-re mostuk azokat. Ha valamelyik oldat zavaros maradt, azt centriugában üleptítettük, majd a felülúszóból határoztuk meg a nitrát tartalmat.

Második lépés volt a kivonatok nitrát meghatározása. Ehhez szükségünk volt 1%-os szulfanilamid oldatra, 1%-os NEDA (N-1 naphthyl ethylenediamine dihydrochloride)

oldatra, tömény sósavra, valamint standard törzsoldatra (10 mg KNO_3 /100 ml). A szulfanilamid és NEDA oldatok 1%-os sósavval készültek.

A mérés elve, hogy a nitrátot nitritté redukáljuk három perces, tömény sósavas forralás alkalmazásával. Ezután a nitritet diazotáljuk, majd az ekkor keletkező festék fotometriásan mérhető és arányos az eredeti nitrát mennyiséggel. A megvalósítás során 1-1 ml mintát kiegészítettünk 1-1 ml bidesztillált vízzel, majd pipetorral 0,2-0,2 ml szulfanilamid oldatot adtunk hozzá. Összerázás után 4 ml koncentrált sósavval forrásban lévő vízbe helyeztük pontosan mért három percre. Miután ez letelt, először jeges, majd szobahőmérsékletű vízfürdőben hagytuk a kémcsöveket pár percre. Ezt követően hozzáadtunk 0,2-0,2 ml NEDA oldatot, majd 30 percig 37 °C-os vízfürdőben inkubáltuk. hagytuk, hogy a színváltozás megtörténjen. A kialakult rózsaszín oldatok színét 540 nm-en mértük spektrofotométerrel. A méréshez egy kalibrációs sort is készítettünk 10 %-os KNO_3 oldatból.

3.2.2.2. A talaj nitrát tartalmának meghatározása

A talajmintákat (10-10 g) 100 ml bidesztillált vízzel rázógépen extraháltuk (2 óra, 175 rpm), majd szűrés és töményítés (bepárlás) után a nitrát tartalmat szintén Mir (2008) módszerével, a 3.2.2.1. pontban leírtak szerint határoztuk meg.

3.3. Az adatok matematikai értékelése

A különféle meghatározások során általában három független ismétlést alkalmaztunk (pl. növényi vagy talaj extraktum készítése), majd az egyes kivonatokból is több ismételtsben - rendszerint 2 vagy 3 - végeztük a méréseket. Az egy mintára visszavezethető valamennyi adatból számtani középértéket, illetve szórást számoltunk. Ugyanezt az eljárást követtük például az egyes társulások „átlagos” nitrát szintjének kiszámításakor, amikor valamennyi onnan származó növényi minta nitrát tartalmából képeztünk egy „főátlagot”, kiszámítva itt is a szórás értékét.

(*Ranunculus repens*). A vizes területeken igen jelentős alkotónak bizonyult a vízi menta (*Mentha aquatica*), valamint a libapimpó (*Potentilla anserina*), de regisztráltuk a védett fajnak számító mocsári kosbor (*Orchis laxiflora* ssp. *palustris*) jelenlétét is. A kozmopolita, széles ökológiai alkalmazkodású fajok (*Galium verum*, *Cirsium canum*, *Calystegia sepium*, stb.) is jelentős arányban fordultak elő, akárcsak a kerek repkény (*Glechoma hederacea*).

A fent leírt soponyai-táci társulás a pántlikafüves mocsárrét (Agrostio - Phalaridetum) kategóriába sorolható [(Ujvárosi, 1947) Soó, 1971] Borhidi, 2003).

4.1.2. Talajadatok

Ezt a térséget a társulásra jellemzően, a vegetációs időszak nagy részében üde, nem tözegesedő talaj borítja. A három mintát különböző részről gyűjtöttük, így egyet szárazabb területről (T₁), egyet víz alól (T₂), és egyet közepesen nedves réti talajról (T₃). Az itt szerzett talajmintákban 45-47 %-os mésztartalmat mértünk (9. táblázat), tehát a térségről elmondható, hogy gazdag mészben.

Soponya-táci talajminták eredményei					
Talaj		T ₁	T ₂	T ₃	T _{átlag}
Mésztartalom (%)	X	47,27	44,89	46,02	46,06
	SD	3,857	0,482	0,161	1,19
pH _{KCl}	X	7,06	7,08	7,54	7,23
	SD	0,03	0,05	0,03	0,27
pH _{vizes}	X	8,07	8,19	8,64	8,30
	SD	0,03	0,02	0,02	0,30
Arany-féle szám	X	45,00	46,50	38,25	43,25
	SD	0,707	1,414	0,354	4,39
Vízkapacitás	X	57,7	58,3	35,8	50,60
	SD	0,58	3,82	1,44	12,82
Szerves anyag (%)	X	7,56	10,00	4,89	7,48
	SD	0,006	0,030	0,021	2,56
NO ₃ -tartalom (mg/kg szá)	X	33,59	32,11	14,36	26,69
	SD	3,20	2,01	2,36	10,70

9. táblázat: Soponyai-táci gyeptársulás talajmintáival végzett mérések eredményei

A pH mérése során eltérő adatokat kaptunk, hogy ha összehasonlítjuk a KCl-os extraktumokat és a desztillált vizes kivonatokat. Ennek eredményeit szintén az 9. táblázatban találjuk. Bár a két eredmény különbözik, mégis elmondható, hogy a talajok

kémhatása az enyhén lúgos kategóriába tartozik (pH: 8,07-8,64 vizes kivonatban, pH: 7,06-7,54 KCl-os kivonatban).

Az Arany-féle kötöttségi szám meghatározásával az egyes mintákat be tudtuk sorolni a különböző talajtípusokba. Bár a meghatározás részben szubjektív, mégis, a kapott eredmények egymáshoz nagyon közeliek voltak. Az értékelés alapján a T₁ és a T₂ az agyagos vályog, a T₃ pedig a vályogos talajtípusba tartozik (9. táblázat, 3.2.1.3. alfejezet).

A talaj teljes vízkapacitásának eredménye szerint (9. táblázat) a soponyai gyepp harmadik pontjáról (T₃) gyűjtött minta jóval kevesebb kolloidális részecskéket tartalmazott, mint a másik két talajminta (T₁, T₂).

A talajminták összes szerves anyag mennyiségének eredményeit tekintve (9. táblázat), a Soponyáról származó minták – kivétel a T₃ – jelentős szerves anyag tartalmúak. Ez átlagosan 7,48 %-os szerves anyag tartalmat jelent.

A talajkivonatokból meghatározott nitrát mennyiség alapján a víz alól (T₂) és a szárazabb részről (T₁) gyűjtött minták több mint kétszeres mennyiségben tartalmaztak nitrátot (32,11-33,59 mg NO₃⁻/kg szá), mint a közepesen nedves talaj (T₃) (14,36 mg NO₃⁻/kg szá) (9. táblázat).

4.1.3. Nitrát eredmények

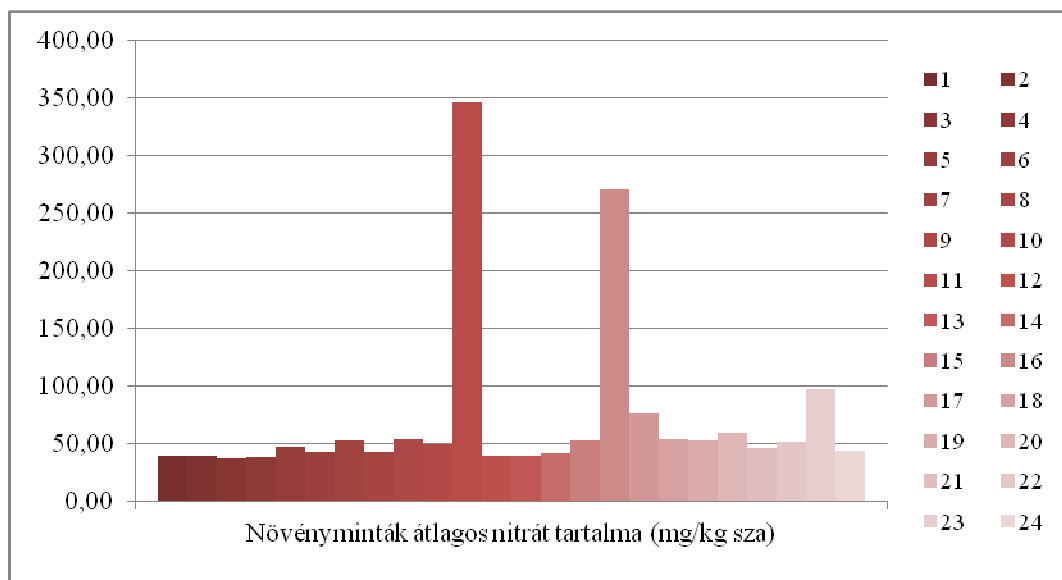
A területről származó, 24 növényminta szárazanyagra vetített nitrát-tartalmát a 10. táblázat, valamint a 3. ábra mutatja be. Hat növényfaj (*Agropyron repens*, *Agrostis stolonifer*, *Alopecurus pratensis*, *Althaea officinalis*, *Juncus* sp., *Linaria vulgaris*) nitrát koncentrációja nem éri el a 40 mg/kg szá értéket, 14 faj adata 40 és 60 mg/kg szá közötti, a zöld pántlikafű (*Phalaroides arundinacea*) és a macskagyökér (*Valeriana officinalis*) értéke 61 és 100 mg/kg szá között foglal helyet.

Soponya-Tác 2010. május 26.			
Növényminták átlagos nitrát tartalma (mg/kg szá)			Szórás
1	<i>Agropyron repens</i>	39,74	1,38
2	<i>Agrostis stolonifer</i>	39,40	2,87
3	<i>Alopecurus pratensis</i>	37,59	2,12
4	<i>Althaea officinalis</i>	38,75	2,94
5	<i>Arrhenatherium elatius</i>	47,57	4,36
6	<i>Carex</i> sp.	42,47	4,19
7	<i>Cirsium canum</i>	53,20	2,16
8	<i>Dactylis glomerata</i>	42,85	4,45
9	<i>Festuca pratensis</i>	53,51	2,32
10	<i>Galium verum</i>	49,75	5,43
11	<i>Glechoma hederacea</i>	347,00	21,51
12	<i>Juncus</i> sp.	39,66	2,78
13	<i>Linaria vulgaris</i>	39,04	2,29
14	<i>Lotus siliquosus</i>	42,06	3,46
15	<i>Melandrium album</i>	52,72	3,37
16	<i>Mentha aquatica</i>	271,36	32
17	<i>Phalaroides arundinacea</i>	76,24	3,65
18	<i>Plantago lanceolata</i>	53,29	4,63
19	<i>Potentilla anserina</i>	52,12	4,29
20	<i>Ranunculus repens</i>	59,42	3,96
21	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	45,51	5,1
22	<i>Trifolium pratense</i>	51,50	3,04
23	<i>Valeriana officinalis</i>	97,55	2,21
24	Vegyes minta a területről	43,88	5,74
Terület átlaga és szórása		71,51	75,23
Két szélsőérték nélküli átlag és szórás		49,9	18,89

10. táblázat: Soponya-Tác növénymintáinak nitrát-koncentrációja

A területről gyűjtött növényfajok közül kiemelkedik a *Mentha aquatica* (271,4 mg/kg szá) és a *Glechoma hederacea* (347 mg/kg szá) nitrát koncentrációjával. A vegyes

növéymintában mért érték 43,9 mg/kg szá. Ez a számított átlag értéknél sokkal kisebb, valószínűleg azért, mert ez az eredmény nem a fajok gyakoriságával súlyozott számtani középérték. Abban az esetben, ha a két szélsőségesen nagy értéket nem számítjuk az átlagba, az eredmény (49,9 mg/kg szá) sokkal jobban közelít a vegyes minta értékéhez.



3. ábra: Soponya-Tácról gyűjtött növények átlagos nitrát-koncentrációja

4.2. Csongrádi gyepek

Mintavétele: 2010. június 9.

Második alkalommal Csongrád környékén, a Kiskunsági Nemzeti Park és a Pusztaszeri Tájvédelmi Körzet között választottunk egy szikes gyeptársulást, mely az ürmöspuszták közé sorolható. Az Alföld ilyen jellegű szikes pusztái valójában a közép-ázsiai



szikes puszták kárpát-medencei képviselői. Ezek a növénytársulások gyakorlatilag stagnáló szukcessziós fázisban vannak, amit nem a klímazonális hatások, hanem sokkal inkább az edafikus tényezők (pl.: talaj, vízborítottság) alakítottak ki. Szikes társulások ott jelennek meg, ahol a talaj téli beázása és téli magasabb vízszint kapcsolatot tud kialakítani, így lehetővé válik, hogy a mélyebb rétegekben található sók a kapilláris hatás miatt a felszínre tudjanak törni. A szikes puszták vízellátottsága rendkívül szélsőséges. A tavaszi időszakban gyakran vízzel borítottak, viszont nyárra olyan mértékben kiszáradnak, hogy talajuk mélyen megrepedezik (Fekete és mtsai, 1997).

4.2.1. Botanikai aspektusok

A csongrádi gyeptársulásról készült botanikai felmérések alapján (6-10. melléklet) megállapítható, hogy az előforduló öt pázsitfűfaj közül a leggyakrabban és a legnagyobb borítással a sziki mézpázsit (*Puccinellia limosa*) fordult elő, de jelentős mennyiségben sziki csenkesz (*Festuca pseudovina*) is jelen volt. Jóval kisebb számban, de megtalálható volt a puha rozsnok (*Bromus mollis*), a tarackbúza (*Agropyron repens*) és a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) is. A területen viszonylag kis egyedszámban megjelenő pici és vetési bükköny (*Vicia lathyroides* és *V. angustifolia*), valamint a tarlóhere (*Trifolium arvense*) a gyepek pillangósai közé sorolhatóak. Savanyúfüvek közül mindössze egy *Juncus* faj fordult elő helyenként. A „gyom” társulás-alkotó fajok száma meglehetősen magas volt. Közülük igen jelentős mennyiségben volt jelen a bárányparéj (*Camphorosma annua*), a sziki üröm (*Artemisia santonicum*), a kamilla (*Matricaria recutita*), és a tejoltó galaj

(*Galium verum*). A szikes területre jellemző további fajok közt, kis számban, de előfordult a sziki pozdor (*Podospermum canum*), a pozsgás zsázsa (*Lepidium crassifolium*), és a hungaricumnak számító magyar sóvirág (*Limonium gmelini*) is. Ezeken kívül egy, az időszakos vízborítottságra utaló *Nostoc* (kék alga) faj is jelen volt. Az előbbieken jellemzett terület az ürmös szikes pusztá (Artemisio santonicici - Festucetum pseudovinae) (Soó in Máthé, 1933; korr. Borhidi, 1996) társulások közé tartozik.

4.2.2. Talajadatok

A csongrádi szikes pusztáról hozott talajminták is más-más jellegű részről származnak. Az egyik egy nagyobb részt kamillával borított területről (T₄), a másik sziki mézpázsittal fedett, vízzel borított helyről (T₅), a harmadik pedig egy kisebb szikes dombocskáról (T₆) származott. Az első két mintában a mésztartalom viszonylag magas volt (37-40 % között), míg a harmadik talajban mindössze csak 15 %-os mésztartalmat mértünk (11. táblázat).

Csongrádi talajminták eredményei					
Talaj		T ₄	T ₅	T ₆	T _{átlag}
Mésztartalom (%)	X	37,05	39,77	15,23	30,68
	SD	0,000	0,000	1,607	13,452
pH _{KCl}	X	7,6	7,69	7,57	7,62
	SD	0,02	0,04	0,01	0,062
pH _{vizes}	X	9,11	9,07	8,19	8,79
	SD	0,02	0,05	0,04	0,520
Arany-féle szám	X	36,25	38,25	46,75	40,42
	SD	0,354	0,354	0,354	5,575
Vízkapacitás	X	55,0	44,2	58,3	52,50
	SD	2,50	3,82	0,58	7,375
Szerves anyag (%)	X	6,33	5,78	8,11	6,74
	SD	0,010	0,012	0,006	1,218
NO ₃ -tartalom (mg/kg szá)	X	35,40	11,70	84,61	43,90
	SD	1,91	2,23	9,07	37,191

11. táblázat: Csongrádi gyep-társulás talajmintáival végzett mérések eredményei

A Csongrád környéki területeken, ahogyan az a szikeseken általában tapasztalható, a talaj meglehetősen bázikus jellegűnek mutatkozott. Bár a KCl-os extrahálás során kisebb értékeket kaptunk (pH: 7,57-7,69) ezek is, akárcsak a vizes kivonatok (pH: 8,19-9,11) a lúgos kémhatásba tartoztak (11. táblázat).

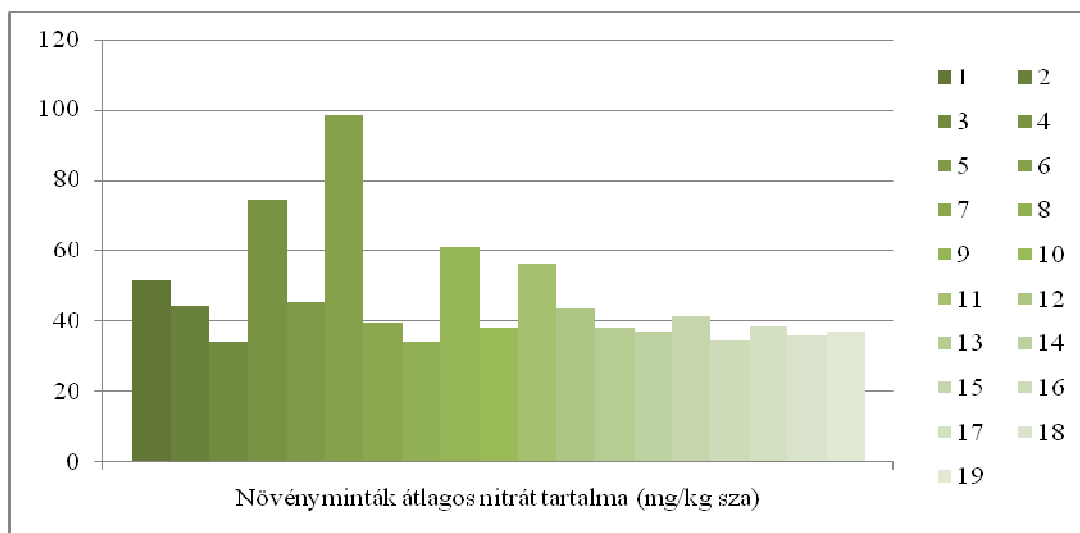
Az Arany-féle kötöttségi szám meghatározásakor mindhárom esetben más-más talajtípusba sorolhattuk az egyes mintákat. Így a T₄ a könnyű vályogba, a T₅ a vályogba, a T₆ pedig az agyagos vályogba tartozott (11. táblázat; 3.2.1.3. alfejezet), tehát ez a klasszikus talajparaméter nem jellemzi jól ezt az egyértelműen szikes társulást.

A talaj teljes vízkapacitása alapján a csongrádi társulás talajmintái közel azonos szinten tartalmaztak kolloidális részecskéket (11. táblázat).

Az általunk választott szikes gyeptársulás összes szerves anyagának százalékos megoszlását az egyes részekén szintén a 11. táblázat szemlélteti. Ez alapján megállapítható, hogy a harmadik minta kiemelkedőbb mennyiségben tartalmazott szerves anyagot, mint az előző két esetben.

Ahogy az a szikes gyeptársulásokra jellemző, a talaj nitrát tartalma is szélsőséges értékek között mozgott. A vízzel borított talajminta (T₅) tartalmazott a legkisebb mennyiségben nitrátot (11,69 mg NO₃⁻/kg szá), a szikes dombocskáról (T₆) gyűjtött minta pedig a legnagyobb értékű volt (84,61 mg NO₃⁻/kg szá). A kamillás területéről (T₄) származó talaj a többi társuláshoz képest közepes mennyiségben tartalmazott nitrátot (35,40 mg NO₃⁻/kg szá) (11. táblázat).

4.2.3. Nitrát eredmények



4. ábra: Csongrádról gyűjtött növények átlagos nitrát-koncentrációja

A Csongrádról gyűjtött 19 növénymintának a szárazanyagra számított nitrát-tartalmát a 12. táblázat foglalja össze és a 4. ábra szemlélteti. A minták több mint a fele - összesen tíz növényfaj- 40 mg/kg szá alatti nitrát-koncentrációjú. Ezek közül három még a 35 mg/kg szá szintet sem érte el (*Agrostis stolonifera*, *Camphorosma annua*, *Podospermum canum*).

Mindössze hat adat volt 40 és 60 mg/kg szá közötti, egy pedig épphogy átlépte ezt a szintet (*Convolvulus arvensis* 60,92 mg/kg szá).

Csongrád 2010. június 9.			
Növényminták átlagos nitrát tartalma (mg/kg szá)			Szórás
1	<i>Achillea collina</i>	51,59	0,71
2	<i>Agropyron repens</i>	43,98	1,01
3	<i>Agrostis stolonifera</i>	33,95	3,07
4	<i>Allium vineale</i>	74,14	2,83
5	<i>Alopecurus pratensis</i>	45,06	2,00
6	<i>Artemisia santonicum</i>	98,43	5,37
7	<i>Bromus mollis</i>	39,46	1,26
8	<i>Camphorosma annua</i>	33,98	3,96
9	<i>Convolvulus arvensis</i>	60,92	2,22
10	<i>Festuca pseudovina</i>	37,96	2,51
11	<i>Galium verum</i>	56,11	2,89
12	<i>Hordeum hystrix</i>	43,62	0,92
13	<i>Juncus</i> sp.	37,76	3,30
14	<i>Lepidium crassifolium</i>	36,61	8,11
15	<i>Matricaria recutita</i>	41,04	2,25
16	<i>Podospermum canum</i>	34,46	1,52
17	<i>Puccinellia limosa</i>	38,41	1,76
18	<i>Trifolium arvense</i>	35,81	1,65
19	<i>Vicia angustifolia</i>	36,61	1,45
Terület átlaga és szórása		46,31	16,44
Két szélsőérték nélküli átlag és szórás		41,61	7,90

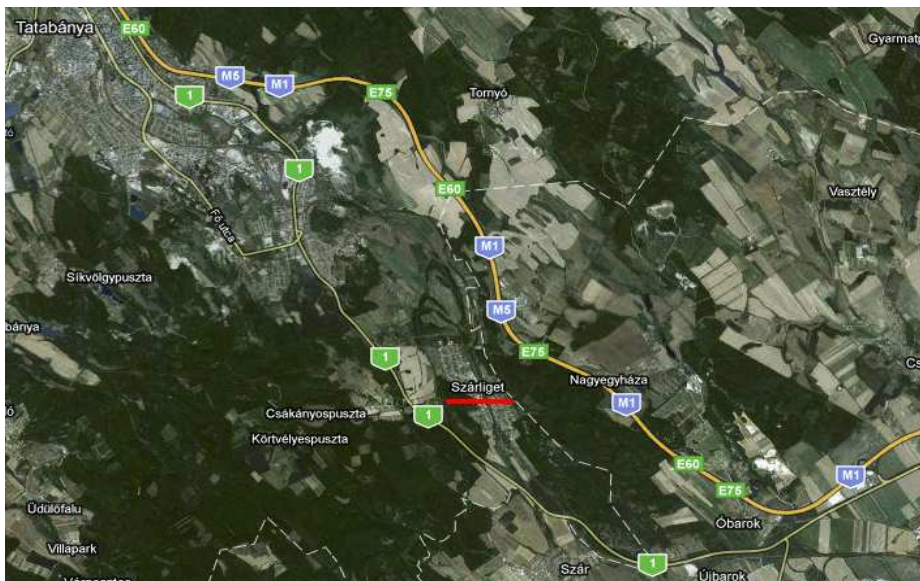
I. táblázat: Csongrád növénymintáinak nitrát-koncentrációja

A két legnagyobb értéket az *Artemisia santonicum* (98,43 mg/kg szá) és az *Allium vineale* (74,14 mg/kg szá) képviselte. A terület számított átlaga 46,31 mg/kg szá volt, de ha nem vettük figyelembe a két legmagasabb értéket, akkor is 41,61 mg/kg szá értéket kaptunk.

4.3. Szárligeti gyepterület

Mintavétele: 2010. június 14.

A harmadiknak választott terület egy dombvidéki gyepterület volt, a Gerecsei Tájvédelmi Körzet és a Vértesi Tájvédelmi Körzet között helyezkedő Szárliget közelében. A Dunántúl ilyen jellegű domb- és hegyvidéki gyepterületei a hajdani



tölgy- és bükkerdők irtásai helyén az évszázados emberi beavatkozás hatására jöttek létre. Ezek a jellegzetesen üde, vagy középszáraz élőhelyek enyhén savanyú, vagy kissé bázikus, laza talajjal rendelkeznek (Fekete és mtsai, 1997).

4.3.1. Botanikai aspektusok

A szárligeti gyepterület kvadrátjaiból (11-15. melléklet) készült botanikai értékelés alapján a következőket állapíthatjuk meg: A térség meglehetősen faj-gazdagnak bizonyult. Az egyes gyepterületek közül sok pázsitfűfaj volt jelen a területen. A leggyakrabban a szagos borjúpázsit (*Anthoxanthum odoratum*), a taréjos cincor (*Cynosurus cristatus*), a siskanád tippán (*Calamagrostis epigeios*), és a karcsú fényperje (*Koeleria cristata*) fordult elő. Bár kisebb, de egyenletes borítással rendelkezett a franciaperje (*Arrhenatherum elatius*) is. Csekély mennyiségben jelent meg továbbá a csomós ebír (*Dactylis glomerata*), a rezgőfű (*Briza media*), és a selyemperje (*Holcus lanatus*). A pillangósok közül két herefaj, a vörös- és a fehérhere (*Trifolium pratensis* és *T. repens*) viszonylag nagy számban jelen volt, akárcsak a szarvaskerep (*Lotus corniculatus*). A „savanyúfű” kategóriába mindössze csak a fehér perjeszittyót (*Luzula luzuloides*) lehet sorolni. A többi jelenlévő növényfajt a „gyom” csoport foglalja magába. Közülük igen jelentős mennyiségben fordult elő a csattogó szamóca (*Fragaria viridis*), a közönséges kakukkfű (*Thymus glabrescens*), a mezei cickafark (*Achillea collina*), és a szurokfű (*Origanum vulgare*), továbbá nem kis számban jelent meg a védett ezüst pimpó (*Potentilla argentea*). A soponyai

gyeptársuláshoz hasonlóan itt is jelen van a kozmopolita tejoltó galaj (*Galium verum*), és a nagyvirágú kakascímer (*Rhinanthus angustifolius*) is.

A korábban leírtak alapján a szárligeti gyeptársulás a mezofil rétek, kaszálórétek társulás-rendhez (Arrhenatheretalia) tartozik, s legközelebb áll annak Arrhenatherion csoportjához (Anthyllido – Festucetum rubrae) (Máthé és Kovács, 1960 Soó).

4.3.2. Talajadatok

Az itt gyűjtött minták, az előzőekhez hasonlóan, szintén a terület különböző egységeiről származnak. Így a domboldal különböző magasságairól gyűjtöttük (T₆-T₈). Az itteni talajmintákban, a többi mintavételi helyhez viszonyítva nagyon alacsony volt a mésztartalom (6,5-14 % között mozgott; 13. táblázat).

Szárliget talajminták eredményei					
Talaj		T ₇	T ₈	T ₉	T _{átlag}
Mésztartalom (%)	X	13,86	10,91	6,48	10,42
	SD	0,321	0,321	0,161	3,715
pH _{KCl}	X	7,43	7,13	6,94	7,17
	SD	0,04	0,04	0,05	0,247
pH _{vizes}	X	7,28	6,33	6,35	6,65
	SD	0,29	0,06	0,11	0,543
Arany-féle szám	X	46,25	41,50	39,75	42,50
	SD	0,354	0,000	0,354	3,363
Vízkapacitás	X	57,3	53,0	51,2	53,83
	SD	1,53	1,00	1,04	3,134
Szerves anyag (%)	X	6,11	5,44	5,11	5,55
	SD	0,006	0,006	0,006	0,510
NO ₃ -tartalom (mg/kg szá)	X	19,29	20,65	29,82	23,25
	SD	2,78	2,44	2,26	5,727

13. táblázat: Szárligeti gyeptársulás talajmintáival végzett mérések eredményei

A gyűjtött talajok pH mérése során szintén eltérő eredményeket kaptunk a KCl-os (6,94-7,43) és desztillált vizes (6,33-7,28) kivonatokból (13. táblázat). Ezek alapján ez a gyeptársulás enyhén savanyúnak-semlegesnek mondható.

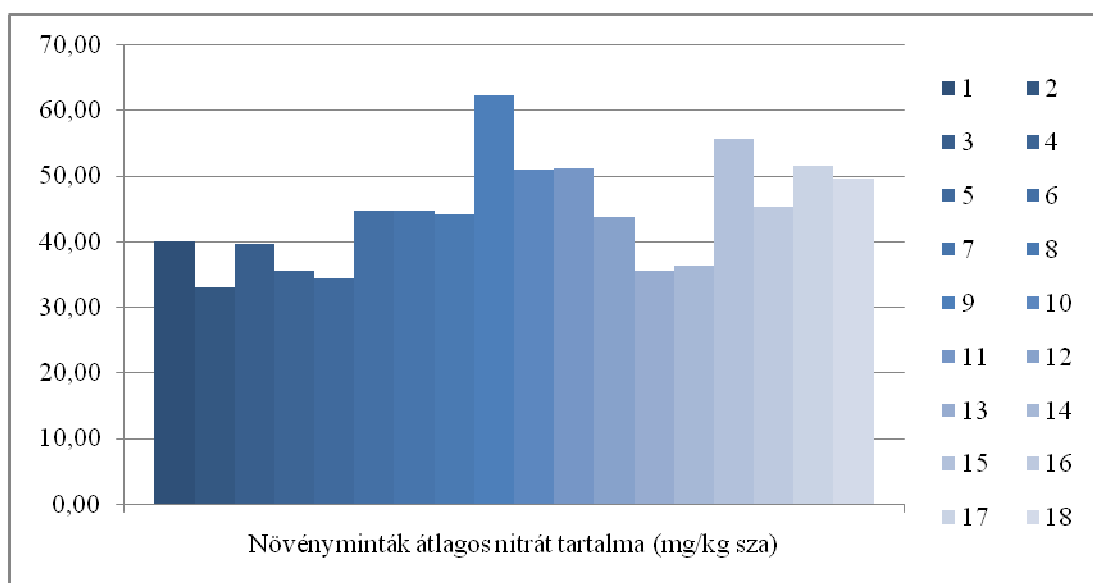
Az Arany-féle kötöttségi szám szerint, az első területhez (Soponya) hasonló talajtípusokba soroltuk a mintákat. Így a T₇ agyagos vályog, a T₈ és a T₉ pedig a vályog típusúak közé tartozik (13. táblázat, 3.2.1.3. alfejezet).

A talajok maximális vízkapacitásának értékei (13. táblázat) szerint ez a terület tartalmazott a legtöbb kolloidális részecskét, és ezek a legegyenletesebben oszlanak meg a térségben.

A hamvasztással mért és kiszámolt összes szerves anyag mennyisége, bár a legkevesebb ezen a területen volt (5,11-6,11 %) (13. táblázat), viszont ez sokkal kiegyensúlyozottabbnak, egyenletesen megoszlottnak bizonyult az egyes részterületeken a másik két helyhez (Soponya, Csongrád) viszonyítva.

A Szárliget közelében lévő dombvidéki gyeptársulás talajának nitrát megoszlása közel egyenletes volt. A talajok nitrát koncentrációja viszonylag alacsonyabb a domb tetején (T₇) (19,29 mg NO₃⁻/kg szá) és középső részén (T₈) (20,65 mg NO₃⁻/kg szá), és ezekhez képest kissé magasabb volt a domb alján gyűjtött mintában (T₉) (29,81 mg NO₃⁻/kg szá) (13. táblázat).

4.3.3. Nitrát eredmények



5. ábra: Szárligetről gyűjtött növények átlagos nitrát-koncentrációja

A 14. táblázat a szárligeti gyeptársulásról gyűjtött 18 növényi minta szárazanyagra vonatkoztatott nitrát-koncentrációját írja le és az 5. ábra szemlélteti. Ennek alapján hat növényfaj tartalmazott 40 mg/kg szá alatti nitrátot, és ebből kettő még a 35 mg/kg szá

szintet sem érte el (*Arrhenatherum elatius* 32,93 mg/kg sza, *Cynosurus cristatus* 34,4 mg/kg sza).

Szárliget 2010. június 14.			
Növényminták átlagos nitrát tartalma (mg/kg sza)			Szórás
1	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	40,03	3,49
2	<i>Arrhenatherum elatius</i>	32,93	2,01
3	<i>Briza media</i>	39,49	6,69
4	<i>Calamagrostis epigeios</i>	35,56	2,59
5	<i>Cynosurus cristatus</i>	34,40	2,52
6	<i>Dactylis glomerata</i>	44,69	1,59
7	<i>Eryngium campestre</i>	44,73	8,39
8	<i>Euphorbia cyparissias</i>	44,12	3,93
9	<i>Fragaria viridis</i>	62,21	4,13
10	<i>Galium verum</i>	50,91	2,67
11	<i>Hypericum perforatum</i>	51,11	2,83
12	<i>Koeleria gracilis</i>	43,64	1,15
13	<i>Lotus corniculatus</i>	35,48	5,69
14	<i>Rhinanthus minor</i>	36,24	3,41
15	<i>Thymus glabrescens</i>	55,54	5,81
16	<i>Trifolium pratense</i>	45,20	9,44
17	<i>Trifolium repens</i>	51,56	8,03
18	Vegyes minta	49,52	6,17
Terület átlaga és szórása		44,30	8,07
Szélsőérték nélküli átlag és szórás		43,24	6,92

14. táblázat: Szárliget növénymintáinak nitrát-koncentrációja

A minták többsége, 11 faj 40 és 60 mg/kg sza nitrát-tartalommal rendelkezett, s mindössze a *Fragaria viridis* volt kiemelkedőbb a többi értéknél (62,21 mg/kg sza). A terület számított átlaga (44,3 mg/kg sza) és a gyűjtött vegyes minta (49,52 mg/kg sza) közötti különbség alacsony volt.

5. Következtetések

5.1. A gyeptársulások pillanatnyi státusza

2010 nyarán három gazdálkodási szempontból lényegében érintetlen, egymástól eltérő magyarországi gyeptársulás pillanatnyi állapotáról készítettünk felméréseket, melyek alapján az alábbi következtetésekre jutottunk:

A soponyai pántlikafüves társulás változó vízborítású és vízellátású terület, amely magas mésztartalmú, enyhén lúgos pH-jú mocsári talajjal rendelkezett. Ennek átlagos nitrát tartalma 26,7 mg/kg szá volt. Az itt található növények nitrát szintje tág határok között mozgott (37,59 - 347,0 mg/kg szá), mert ezek közül két akkumuláló fajt is feljegyeztünk. Az egyik a vízi menta (*Mentha aquatica*), a másik pedig a kerek repkény (*Glechoma hederacea*) volt. További két taxonban, a macskagyökérben (*Valeriana officinalis*), és a zöld pántlikafűben (*Phalaroides arundinacea*) szintén jelentős volt a nitrát szint.

A csongrádi ürmös szikes puszta talajának vízkapacitása igen változó volt, pH-ja lúgos, alacsony szerves anyag mennyiséggel rendelkezett és szélsőségesen változó nitrát koncentrációval bírt (11,70 - 84,61 mg/kg szá). Az itt lévő növények nitrát tartalma kiegyenlítettnek bizonyult - átlagosan 43,9 mg/kg szá - egy-két nitrát akkumuláló fajtól eltekintve (*Artemisia santonicum*, *Allium vineale*).

Összesített átlageredmények a három területtől								
	Mészt. (%)	pH _{KCl}	pH _{vizes}	A. f.	Víz k.	Sz. a. (%)	NO ₃ ⁻ talaj (mg/kg szá)	NO ₃ ⁻ növény (mg/kg szá)
Soponya-Tác	46,06	7,23	8,3	43,25	50,6	7,48	26,69	49,9* vegyes: 43,88
Csongrád	30,68	7,62	8,79	40,42	52,5	6,74	43,9	46,31
Szárliget	10,42	7,17	6,65	42,5	53,83	5,55	23,25	44,3 vegyes: 49,52

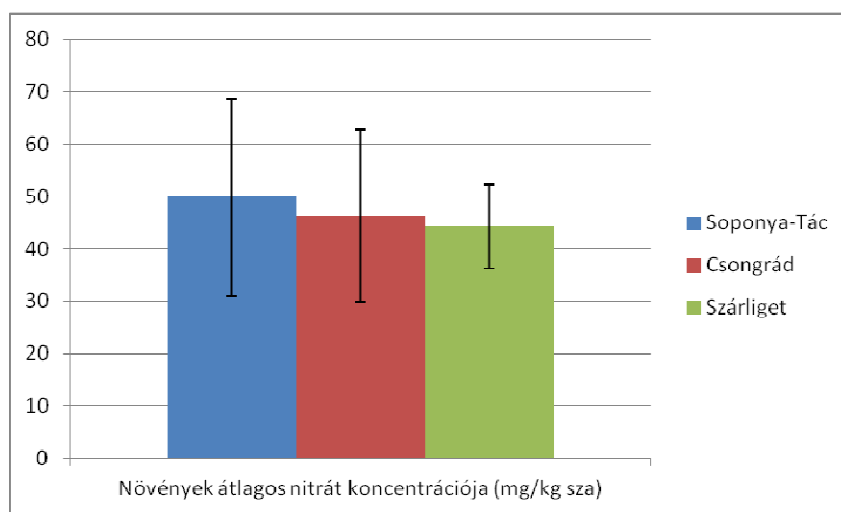
*a 2 szélsőérték nélkül számított számtani középérték

II. táblázat: A három mintaterület összesített értékei

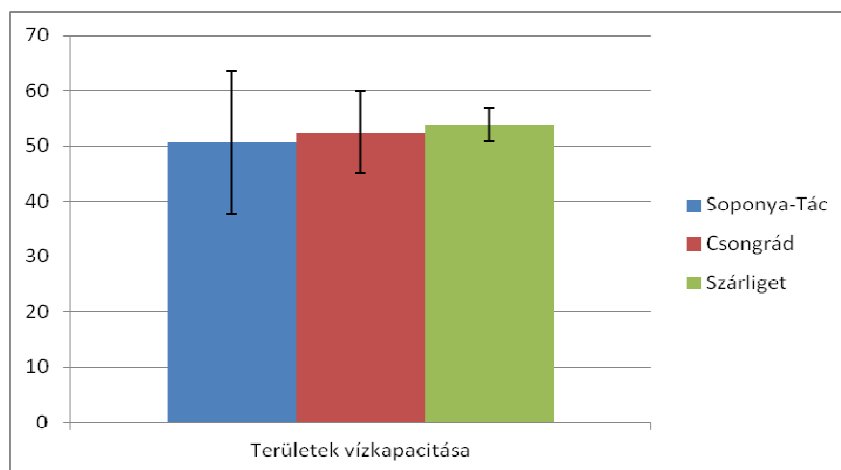
A szárligeti kaszálórét talaja alacsony mésztartalmúnak bizonyult, kémhatása semleges körüli volt. Ennek a dombvidéki talajnak a szerves anyag tartalma egyenletesnek mondható és nitrát szintje is a legkisebb ingadozást mutatta (19,29 - 29,82 mg/kg szá), ami átlagosan 23,3 mg/kg szá-ot jelentett. Hasonlóan a talajhoz a növények nitrát koncentrációja is igen kiegyenlített volt (32,93 –

62,21 mg/kg szá). Nitrát akkumuláló növényfajt itt nem találtunk, de a *Fragaria viridis* kissé magasabb volt a többi minta értékénél. A területek átlagértékeit a 15. táblázat foglalja össze.

A vizsgált talajparaméterek és a növényekben mért nitrát koncentráció közötti kapcsolatokat vizsgálva arra számítottunk, hogy a lúgosabb talajok növényeiben kisebb lesz a nitrát szint, mivel a savas kémhatás segíti elő az akkumulációt (Osweiler és mtsai, 1985), viszont mi ennek az ellenkezőjét tapasztaltuk. Bár a növények nitrát koncentrációja és a talaj átlagos szerves anyag tartalma, valamint a talaj átlagos mésztartalma között arányosságot tudtunk megfigyelni, további vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy ezt az állítást igazoljuk. Az átlagos vízkapacitás ugyanakkor fordított arányosságot mutatott a területek átlagos növényi nitrát szintjével (6. és 7. ábra). Ahhoz, hogy bizonyítani tudjuk ezt a tapasztalatunkat, és statisztikai számításokat is tudjunk végezni, további mérések szükségesek, mivel az egyes talajminták adatai széles határok között mozogtak.



6. ábra: A gyepek átlagos növényi nitrát koncentrációja



7. ábra: A gyepek talajmintáinak átlagos vízkapacitása

Korábbi tanulmányok szerint (Osweiler és mtsai, 1985; Máthéné és mtsai 1999; Sadat Taghavi és Babalar, 2007; Nesic és mtsai 2008) a talaj trágyázásával emelkedik a növények nitrát tartalma,

ezzel szemben, az általunk vizsgált talajok nitrát koncentrációja nem mutatott bizonyítható összefüggést növényi nitrát szinttel.

A talaj nitrát tartalmát a kimosódás mértéke is befolyásolja. Egyes vizsgálatok szerint a növényi összetétel nagyban meghatározza a nitrát koncentrációját a talajban (Nesic és mtsai, 2008; Bouman és mtsai, 2010). Ezek alapján a fűfélék erős nitrát megkötő képességgel rendelkeznek, így az ilyen területeken a talajvízben kisebb mértékű a nitrát szennyezettség. Az általunk végzett mérések során kiderült néhány növényfajról, hogy képesek felhalmozni nitrátot. A soponyai gyeptársulás négy fajában mértünk nagyobb értékeket (*Phalaroides arundinacea*, *Valeriana officinalis*, *Mentha aquatica*, *Glechoma hederacea*), melyek közül kiemelkedő volt a vízi menta és a kerek repkény. A zöld pántlikafű (*Phalaroides arundinacea*), korábbi tanulmányok alapján, képes akkumulálni toxikus mennyiségű nitrátot, ha a talaj magas koncentrációval rendelkezik. Ilyenkor elérheti akár a 0,15 %-os $\text{NO}_3\text{-N}$ (6640 mg NO_3^-/kg) értéket is (Kline és Broersma, 1983).



8. ábra: *Glechoma hederacea* (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glechoma_hederacea_Sturm27.jpg)

A csongrádi szikes területen a sziki üröm (*Artemisia santonicum*), és a bajuszos hagyma (*Allium vineale*) rendelkezett mérsékeltebb nitrát akkumuláló képességgel.

Összességében azonban úgy tűnik, hogy az általunk vizsgált különféle gyeptársulások talajainak nitrát szintjei közel azonosak, kissé magasabbak a korábban felmért talajok nitrát koncentrációihoz mérten (Németh, 1996; Szatai, 2007). A növényeinek aktuális nitrát szintje meglehetősen

kiegyenlítettnek bizonyult, és egy élettani, számukra optimális koncentráció intervallumban (35 - 50 mg/kg szá) helyezkednek el. Kivételt a korábban leírt akkumuláló taxonok képeznek. Ezeknél valószínűleg genetika okokból magas a nitrát koncentráció, vagy lassabb a nitrát felhasználás folyamata (pl.: alacsonyabb nitrát-reduktáz aktivitás) és így tényleges raktározás valósul meg. Ezeket figyelembe véve a közismert nitrát akkumuláló növények (*Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp.) listáját lehet, hogy bővíteni kell, hiszen a vizsgálataink főként a *Glechoma hederacea* (8. ábra) és a *Mentha aquatica* (9. ábra) esetében hívták fel a figyelmet arra, hogy ezek a fajok képesek nagy mennyiségben nitrátot felhalmozni.

Gyakorlati tapasztalatként az mondható el, hogy egy gyeptársulás ilyen jellegű vizsgálata során kevésbé a társulás talajára, mint inkább a botanikai összetételére érdemes odafigyelni, hogy tartalmaz-e akkumuláló taxonokat, mivel ilyen esetekben akár toxikológiai következményekre is számítanunk kell.



9. ábra: *Mentha aquatica* (<http://www.meemelink.com/prints%20pages/19893.Lamiaceae%20-%20Mentha%20aquatica%20x%20capitata.htm>)

6. Összefoglalás

Vizsgálataink során három, közönséges, gyakori hazai gyeptársulás (pántlikafüves mocsárrét [Agrostio - Phalaridetum]: Soponya-Tác; ürmös szikes pusztas [Artemisio santonic - Festucetum pseudovinae]: Csongrád; mezofil kaszálórét [Anthyllido - Festucetum rubrae]: Szárliget) nitrát viszonyait mértük fel, május végi - június eleji mintavételek segítségével. Vizsgáltuk az adott társulás botanikai összetételét (ötszörös, kvadrátokban végzett felméréssel), területenként 3-3 talajmintát vettünk, illetve a jelentős mennyiségben előforduló növényfajokból gyűjtöttünk mintákat. A talajokból néhány talajparamétert (mésztartalom, pH, Arany-féle kötöttségi szám, teljes vízkapacitás, összes szerves anyag tartalom), oldható nitrát-tartalmát, a növényekből pedig azok nitrát tartalmát határoztuk meg.

A munka célja volt:

- Felmérni, hogy milyen az egyes hazai gyeptársulások talaj nitrát tartalma és a növények nitrát felhalmozódása.
- Van-e összefüggés az egyes talajok paraméterei és a nitrát szintjei között?
- Megfigyelhető-e valamilyen arányosság a különböző területek talaj- és növénymintáinak nitrát-szintjei között?
- Elérhet-e növények nitrát tartalma egy olyan szintet, mely káros hatású lehet az állatok számára?
- Vannak-e új nitráthordozó növényfajok?

Megállapíthattuk, hogy:

- A gyeppalkotó növényfajok nagy részében – az ún. akkumulátor fajok kivételével – a nitrát tartalom viszonylag szűk határok (35-55 mg NO_3^-/kg szá.) közötti, és ez független a társulás-típustól, illetve a talaj oldható nitrát szintjétől, ha az 25-45 mg/kg szá. értékek között mozog.
- Úgy tűnik, hogy a talajtípusoknak, illetve a vizsgált talajparamétereknek nincs bizonyítható összefüggése a növény aktuális nitrát koncentrációjával. A talált növényi nitrát szint relatív stabilitása azt jelezheti, hogy az aktív növényi anyagcsere intenzíven képes a felvett nitrátot metabolizálni (a nitrát-nitrit reduktáz rendszeren át).
- Vizsgálataink során a két társulásban is találtunk olyan növény fajokat, melyek – valószínűleg genetikai tényezők miatt – nagyobb mennyiségű nitrátot tartalmaznak, halmoznak fel, azaz akkumulálnak. Ilyennek látszik a kerek repkény (*Glechoma hederacea*: 347 mg NO_3^-/kg), és a vízi menta (*Mentha aquatica*: 271,36 mg NO_3^-/kg), ezen adatok

vélhetően újak a szakirodalom számára is. Szintén magasabbnak bizonyult a sziki üröm (*Artemisia santonicum*: 98,43 mg NO₃⁻/kg), a macskagyökér (*Valeriana officinalis*: 97,55 mg NO₃⁻/kg), zöld pántlikafű (*Phalaroides arundinacea*: 76,24 mg NO₃⁻/kg), és a bajuszos hagyma (*Allium vineale*: 74,14 mg NO₃⁻/kg).

- A tapasztalt nitrát koncentrációk nem érték el sem a letálisnak tartott szintet (10000-15000 mg/kg szá), sem a klinikai tüneteket okozó (5000 mg/kg szá.) koncentrációkat. A krónikus mérgezésért felelősnek tartott koncentráció határt (154-480 mg/kg szá.) azonban túllépik, így a rendszeres gyephasznosítás során figyelni, kontrollálni kell a gyepnövényzet nitrát szintjét, különös tekintettel a felhalmozónak ismert vagy újabban annak bizonyult fajokat.

7. Mellékletek:

Soponya 1. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hóházartás (T)	Vízházartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Agrostis stolonifera</i> L. - fehér tippán	2	1	2	5	5	8	4
2.	<i>Arrhenatherum elatius</i> P.B. - franciaperje	1	+	1	5	5a	5	4
3.	<i>Cirsium canum</i> (L.) All. - szürke aszat	1	+	1	5	6k	7	0
4.	<i>Dactylis glomerata</i> L. - csomós ebír	1	+	1	5	5a	6	4
5.	<i>Festuca pratensis</i> Huds. - réti csenkesz	2	1	2	5	5	7	4
6.	<i>Galium verum</i> L. - tejoltó galaj	2	1	1	5	5k	3	4
7.	<i>Medicago lupulina</i> L. - komlós lucerna	2	+	1	5	5	6	4
8.	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke - fehér mécsvirág	1	+	1	5	5	4	0
9.	<i>Plantago lanceolata</i> L. - lándzsás útifű	1	1	2	5	5a	4	0
10.	<i>Rhinanthus angustifolius</i> Gmel. - nagyvirágú kakascímer	2	2	1	5	5a	5	0
11.	<i>Trifolium pratense</i> L. - vörös here	2	2	2	5	5	6	3

1. melléklet (táblázat és fénykép)



Soponya 2. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőzartás (T)	Vízhőzartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Festuca pratensis</i> Huds. - réti csenkesz	2	2	3	5	5	7	4
2.	<i>Mentha aquatica</i> L. - vízi menta	1	1	2	5	5a	9	0
3.	<i>Orchis laxiflora</i> ssp. <i>palustris</i> - mocsári kosbor	1	+	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
4.	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert - zöld pántlikafű	2	1	2	5	5	10	4
5.	<i>Ranunculus repens</i> L. - kúszó boglárka	2	1	2	5	5	8	0

*n.a. = nincs adat

2. melléklet (táblázat és fénykép)



Soponya 3. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hóhártás (T)	Vízhártás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Alopecurus pratensis</i> L. - réti ecsetpázsit	2	1	1	5	5	8	0
2.	<i>Althaea officinalis</i> L. - orvosi ziliz	1	+	1	5	5a	6	5
3.	<i>Carex</i> sp. – sás faj	2	2	2	5			
4.	<i>Mentha aquatica</i> L. - vízi menta	2	1	2	5	5a	9	0
5.	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert - zöld pántlikafű	3	3	3	5	5	10	4
6.	<i>Poa trivialis</i> L. - sovány perje	1	+	1	5	5	9	0
7.	<i>Potentilla anserina</i> L. - libapimpó	2	2	2	5	5a	7	3
8.	<i>Ranunculus repens</i> L. - kúszó boglárka	2	2	2	5	5	8	0

3. melléklet (táblázat és fénykép)



Soponya 4. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hóháztartás (T)	Vízháztartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Alopecurus pratensis</i> L. - réti ecsetpázsit	1	1	1	5	5	8	0
2.	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. - sövény szulák	2	2	1	5	5	9	4
3.	<i>Carex</i> sp. - sás faj	1	1	1	5			
4.	<i>Cirsium cantum</i> (L.) All. - szürke aszat	1	1	2	5	6k	7	0
5.	<i>Dactylis glomerata</i> L. - csomós ebír	2	1	2	5	5a	6	4
6.	<i>Festuca pratensis</i> Hids. - réti csenkesz	2	1	2	5	5	7	4
7.	<i>Glechoma hederacea</i> L. - kerek repkény	2	2	2	5	5	7	0
8.	<i>Linaria vulgaris</i> Mill. - közönséges gyujtoványfű	3	2	3	5	5a	3	3
9.	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert - zöld pántlikafű	3	3	3	5	5	10	4
10.	<i>Poa pratensis</i> L. - réti perje	1	+	1	5	5	6	0
11.	<i>Potentilla anserina</i> L. - libapimpó	2	2	2	5	5a	7	3
12.	<i>Valeriana officinalis</i> L. - orvosi macskagyökér	1	1	2	5	5	4	4

4. melléklet (táblázat és fénykép)



Soponya 5. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hóhértartás (T)	Vízértartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Achillea millefolium</i> L. - cickafark	1	1	2	5	5k	2	0
2.	<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B. - tarackbúza	2	2	2	5	5	3	0
3.	<i>Agrostis stolonifer</i> L. - tarackos tippán	2	2	2	5	5	8	4
4.	<i>Juncus</i> sp. – szittyó faj	3	2	2	5			
5.	<i>Lotus siliculosus</i> L. - bársonykerep	1	1	2	5	5a	6	4
6.	<i>Rhinanthus angustifolius</i> Gmel. - nagyvirágú kakascímer	2	1	1	5	5a	5	0
7.	<i>Tragopogon orientalis</i> L. - bakszakáll	1	+	1	5	5k	4	0

5. melléklet (táblázat és fénykép)



Csongrád 1. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőztartás (T)	Vízhőztartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Artemisia santonicum</i> L. - sziki üröm	3	2	3	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
2.	<i>Caphorosma annua</i> Pall. - bárányparéj	4	3	4	5	6	2	5
3.	<i>Festuca pseudovina</i> Hack. Ex Wiesb. - sziki csenkesz	2	2	2	5	5k	2	0
4.	<i>Matricaria recutita</i> L. - kamilla	3	2	3	5	6	4	5
5.	<i>Nostoc</i> sp. - kék alga faj	2	2	2		n.a.*	n.a.*	n.a.*
6.	<i>Podospermum canum</i> (C.A. Mey.) Griseb - sziki pozdor	1	+	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
7.	<i>Puccinellia limosa</i> (Schur) Holmgb. - sziki mézpázsit	3	3	3	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
8.	<i>Vicia lathyroides</i> L. - pici bükköny	1	+	1	5	5k	3	3

*n.a. = nincs adat

6. melléklet (táblázat és fénykép)



Csongrád 2. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőzartás (T)	Vízhozartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Artemisia santonicum</i> L. - sziki üröm	4	3	4	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
2.	<i>Bromus mollis</i> L. - puha rozsnok	1	1	1	5	5	3	0
3.	<i>Limonium gmelini</i> (Willd.) O. Kuntze - magyar sóvirág	1	1	2	5	6k	2	5
4.	<i>Podospermum canum</i> (C.A. Mey.) Griseb - sziki pozdor	2	1	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
5.	<i>Puccinellia limosa</i> (Schur) Holmgb. - sziki mézpázsit	2	1	2	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
6.	<i>Trifolium arvense</i> L. - tarlóhere	3	3	3	5	5a	2	4
7.	<i>Vicia lathyroides</i> L. - pici bükköny	2	2	2	5	5k	3	3

*n.a. = nincs adat

7. melléklet (táblázat és fénykép)



Csongrád 3. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőzartás (T)	Vízhőzartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Alopecurus pratensis</i> L. - réti ecsetpázsit	1	1	1	5	5	8	0
2.	<i>Bromus mollis</i> L. - puha rozsnok	1	1	1	5	5	3	0
3.	<i>Festuca pseudovina</i> Hack. Ex Wiesb. - sziki csenkesz	2	2	2	5	5k	2	0
4.	<i>Galium verum</i> L. - tejoltó galaj	4	4	4	5	5k	3	4
5.	<i>Ranunculus acris</i> L. - réti boglárka	1	+	1	5	5	7	0
6.	<i>Veronica arvensis</i> L. - mezei veronika	1	+	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
7.	<i>Vicia angustifolia</i> L. - vetési bükköny	2	1	2	5	5	3	4

*n.a. = nincs adat

8. melléklet (táblázat és fénykép)



Csongrád 4. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőzartás (T)	Vízhőzartás (W)	Talajreakció (R)
1.	Achillea millefolium L. - cickafark	1	+	1	5	5k	7	4
2.	Agropyron repens (L.) P.B. - tarackbúza	2	1	2	5	5	3	0
3.	Allium vineale L. - bajuszos hagyma	1	1	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
4.	Alopecurus pratensis L. - réti ecsetpázsit	1	+	1	5	5	8	0
5.	Artemisia santonicum L. - sziki üröm	2	2	3	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
6.	Convolvulus arvensis L. - apró szulák	1	1	1	5	0	3	4
7.	Cruciata laevipes Opiz. - mezei keresztfü	1	1	1	5	5a	3	3
8.	Euphorbia cyparissias L. - farkas kutyatej	2	1	2	5	5k	3	4
9.	Galium verum L. - tejoltó galaj	2	2	2	5	5k	3	4
10.	Plantago lanceolata L. - lándzsás útifű	2	1	2	5	5a	4	0
11.	Ranunculus acris L. - réti boglárka	1	+	1	5	5	7	0
12.	Senecio faj - aggófű faj	1	+	1	5			
13.	Trifolium arvense L. - tarlóhere	2	2	3	5	5a	2	4
14.	Veronica arvensis L. - mezei veronika	1	1	1	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
15.	Vicia angustifolia L. vetési bükköny	2	2	2	5	5	3	4

*n.a. = nincs adat

9. melléklet (táblázat és fénykép)



Csongrád 5. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhártás (T)	Vízhártás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Camphorosma annua</i> Pall. - bárányparéj	4	3	4	5	6	2	5
2.	<i>Festuca pseudovina</i> Hack. Ex Wiesb. - sziki csenkesz	2	2	2	5	5k	2	0
3.	<i>Juncus</i> sp. - -szittyó faj	2	2	3	5			
4.	<i>Lepidium crassifolium</i> W. et K. - pozsgás zsázsa	1	+	1	5	6k	2	5
5.	<i>Matricaria recutita</i> L. - kamilla	2	2	2	5	6	4	5
6.	<i>Podospermum canum</i> (C.A. Mey.) Griseb - sziki pozdor	2	1	2	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*
7.	<i>Puccinellia limosa</i> (Schur) Holmgb. - sziki mézpázsit	4	3	3	5	n.a.*	n.a.*	n.a.*

*n.a. = nincs adat

10. melléklet (táblázat és fénykép)



Szárliget 1. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőháztartás (T)	Vízháztartás (W)	Talajreakció (R)
1.	Achillea collina L. - cickafark	2	2	2	5	5k	2	0
2.	Acinos arvensis (Lam.) Dandy - parlagi pereszlény	2	2	2	5	6a	1	4
3.	Arrhenatherum elatius (L.) P.B. - franciaperje	1	1	2	5	5a	5	4
4.	Briza media L. - rezgőfü	1	+	1	5	5a	6	0
5.	Calamagrostis epigeios (L.) Roth - siskanád tippan	3	2	2	5	5	2	4
6.	Cynosurus cristatus L. - taréjos cincor	1	1	1	5	5a	4	0
7.	Dactylis glomerata L. - csomós ebír	1	+	1	5	5a	6	4
8.	Eryngium campestre L. - mezei iringó	2	1	1	5	7	2	4
9.	Euphorbia cyparissias L. - farkaskutytej	2	1	1	5	5k	3	4
10.	Fragaria viridis Duch. - csattogó szamóca	2	2	3	5	5k	3	4
11.	Galium verum L. - tejoltó galaj	2	2	2	5	5k	3	4
12.	Koeleria cristata (L.) Pers. - karcsú fényperje	2	1	2	5	5	3	4
13.	Potentilla argentea L. - ezüst pimpó	3	2	2	5	5	2	3
14.	Stellaria graminea L. - pázsitos csillaghúr	1	1	2	5	5	4	3
15.	Taraxacum officinale Weber ex Wiggers - pongyola pitypang	2	1	2	5	0	5	0
16.	Thymus glabrescens Willd. - közömséges kakukkfű	2	2	2	5	5	2	3
17.	Trifolium repens L. - fehér here	2	2	2	5	5a	5	0

11. melléklet (táblázat és fénykép)



Szárliget 2. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőztartás (T)	Vízhőztartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Achillea collina</i> L. - cickafark	2	1	1	5	5k	2	0
2.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. - szagos borjúpázsit	2	1	1	5	5	4	3
3.	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Presl. - franciaperje	1	1	1	5	5a	5	4
4.	<i>Eryngium campestre</i> L. - mezei iringó	2	1	1	5	7	2	4
5.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L. - farka kutyatej	2	1	2	5	5k	3	4
6.	<i>Fragaria viridis</i> L. - csattogó szamóca	2	2	3	5	5k	3	4
7.	<i>Hieratium pilosella</i> L. - ezüstös hölgymál	1	1	1	5	5a	1	3
8.	<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers. - karcsú fényperje	2	1	2	5	5	3	4
9.	<i>Potentilla argentea</i> L. - ezüst pimpó	2	2	2	5	5	2	3
10.	<i>Stellaria graminea</i> L. - pázsitos csillaghúr	2	1	2	5	5	4	3
11.	<i>Thymus glabrescens</i> Willd. - közönséges kakukkfű	2	2	3	5	5	2	3
12.	<i>Trifolium pratensis</i> L. - vörös here	2	1	2	5	5	6	3

12. melléklet (táblázat és fénykép)



Szárliget 3. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőztartás (T)	Vízhozottás (W)	Talajreakció (R)
1.	Achillea collina L. - cickafark	1	1	1	5	5k	2	0
2.	Anthoxanthum odoratum L. - szagos borjúpázsit	2	1	1	5	5	4	3
3.	Arrhenatherum elatius (L.) Presl. - franciaperje	2	1	1	5	5a	5	4
4.	Cynosurus cristatus L. - taréjos cincor	2	1	1	5	5a	4	0
5.	Daucus carota L. - vadmurol	1	1	1	5	5a	2	5
6.	Fragaria viridis Duch. - csattogó számóca	2	2	2	5	5k	3	4
7.	Galium aparine L. - ragadós galaj	2	1	2	5	6	7	4
8.	Holcus lanatus L. selyemperje	1	1	1	5	5a	5	0
9.	Lotus corniculatus L. - szarvaskerep	2	1	1	5	5a	4	0
10.	Luzula luzuloides (Lam.) Dandy et Wilm. - fehér perjeszittyó	2	2	1	5	5a	4	2
11.	Origanum vulgare L. - szurokfű	2	2	1	5	5	3	4
12.	Teucrium chamaedrys L. - sarlós gamandor	2	1	1	5	6a	2	4
13.	Thymus glabrescens Willd. - közönséges kakukkfű	2	2	2	5	5	2	3
14.	Trifolium pratensis L. - vörös here	2	1	2	5	5	6	3
15.	Trifolium repens L. - fehérhere	2	1	2	5	5a	5	0

13. melléklet (táblázat és fénykép)



Szárliget 4. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőztartás (T)	Vízhozottartás (W)	Talajreakció (R)
1.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. - szagos borjúpázsit	2	1	1	5	5	4	3
2.	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Presl. - franciaperje	2	1	2	5	5a	5	4
3.	<i>Calamagrostis epigeios</i> L. - siskanád tippán	2	2	1	5	5	2	4
4.	<i>Cynosurus cristatus</i> L. - taréjos cincor	2	1	1	5	5a	4	0
5.	<i>Eryngium campestre</i> L. - mezei iringó	1	+	1	5	7	2	4
6.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L. - farkas kutyatej	1	1	1	5	5k	3	4
7.	<i>Fragaria viridis</i> Duch. - csattogó szamóca	2	2	2	5	5k	3	4
8.	<i>Hypericum perforatum</i> L. - lyukaslevelű orbáncfű	2	2	2	5	5a	3	0
9.	<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers. - karcsú fényperje	2	2	3	5	5	2	3
10.	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Wilm. - fehér perjeszittyó	1	1	1	5	5a	4	2
11.	<i>Origanum vulgare</i> L. - szurokfű	2	2	1	5	5	3	4
12.	<i>Potentilla argentea</i> L. - ezüst pimpó	2	2	2	5	5	2	4
13.	<i>Potentilla inclinata</i> Vill. - szürke pimpó	1	+	1	5	5k	1	3
14.	<i>Stellaria graminea</i> L. - pázsitos csillaghúr	1	+	1	5	5	4	3
15.	<i>Thymus glabrescens</i> Willd. - közönséges kakukkfű	3	3	3	5	5	2	3
16.	<i>Trifolium pratensis</i> L. - vörös here	2	1	2	5	5	6	3
17.	<i>Trifolium repens</i> L. - fehérhere	2	1	2	5	5a	5	0

14. melléklet (táblázat és fénykép)



Szárliget 5. kvadrát								
	Fajnév	Egyedszám (A)	Borítás (D)	Társulás-képesség (S)	Életképesség (V)	Hőhőztartás (T)	Vízhőztartás (W)	Talajreakció (R)
1.	Achillea collina L. - mezei cickafark	2	1	2	5	5k	2	0
2.	Anthoxanthum odoratum L. - szagos borjúpázsit	2	2	1	5	5	4	3
3.	Arrhenatherum elatius (L.) Presl. - franciaperje	1	+	1	5	5a	5	4
4.	Calamagrostis epigeios L. - siskanád tippán	1	1	1	5	5	2	4
5.	Campanula patula L. - terebélyes harangvirág	1	2	1	5	5a	5	3
6.	Cynosurus cristatus L. - taréjos cincor	2	1	1	5	5a	4	0
7.	Dactylis glomerata L. - csomós ebír	1	+	1	5	5a	6	4
8.	Daucus carota L. - vadmurom	2	2	2	5	5a	2	5
9.	Euphorbia cyparissias L. - farkas kutyatej	2	1	1	5	5k	3	4
10.	Fragaria viridis Duch. - csattogó szamóca	2	2	2	5	5k	3	4
11.	Galium aparine L. - ragadós galaj	1	1	1	5	6	7	4
12.	Lotus corniculatus L. - szarvaskerep	2	2	2	5	5a	4	0
13.	Potentilla inclinata Vill. - szürke pimpó	1	1	1	5	5k	1	3
14.	Rhinanthus angustifolius Gmel. - nagyvirágú kakascímer	2	2	3	5	5a	5	0
15.	Stemactis annua (L.) Nees - seprence	1	+	1	5	0	8	4
16.	Thymus glabrescens Willd. - közönséges kakukkfű	2	2	2	5	5	2	3
17.	Trifolium repens L. - fehérhere	1	1	1	5	5a	5	0

15. melléklet (táblázat és fénykép)



8. Summary

Nitrate relations of hungarian plant communities of grasses

Measurements were carried out about the nitrate stage from three common Hungarian grass-communities (Agrostio - Phalaridetum; Artemisio santonici - Festucetum pseudovinae; Anthyllido - Festucetum rubrae) in the early summer. We examined the botanical composition of the grass-communities with the conventional quadrat technique, 3-3 soil samples from each field and also plants specimens from the typical species were taken. Some soil parameters (calcium carbonate and organic matter contents, “Arany-sort” number, pH and water binding capacity and soluble nitrate contents) as well as the soluble nitrate contents of the plant samples were measured.

Aims of the investigations were:

- to estimate the nitrate levels of the soil and plants samples of Hungarian grass communities, to find a connection between soil parameters and nitrate levels,
- to search a relationship between plant and soil nitrate concentrations.
- to answer for the questions:
 - Are the plant nitrate concentrations poisonous for the animals?
 - Is there any new nitrate accumulating plant species?

We determined that:

The nitrate concentrations of the plants show a relatively constant level (35-55 mg NO₃⁻/kg dm.) and it does not depend on the type of the community or the soil nitrate concentrations, if it is among 25-45 mg NO₃⁻/kg dm.)

The soil types and parameters do not have any demonstrable correlation to the plant nitrate level due to the active nitrate reductase system, that can metabolise the absorbed nitrate.

Nitrate accumulating new species were found in our investigations, as *Glechoma hederacea* (347 mg NO₃⁻/kg) and *Mentha aquatica* (271,36 mg NO₃⁻/kg). *Artemisia santonicum* (98,43 mg NO₃⁻/kg), *Valeriana officinalis* (97,55 mg NO₃⁻/kg), *Phalaroides arundinacea* (76,24 mg NO₃⁻/kg) and *Allium vineale* (74,14 mg NO₃⁻/kg) also show a higher concentration of nitrate.

The measured nitrate contents of plants were below the acute toxic level for animals, but some plants exceeded the level of chronic toxicity so we have to take the botanical composition of herbage into the consideration in the case of utilization.

9. Irodalomjegyzék

1. Aslani, M. R. és Vojdani M., (2006): Nitrate intoxication due to ingestion of pigweed red-root (*Amaranthus retroflexus*) in cattle. Iranian Journal of Veterinary Research, University of Shiraz, Vol. 8, No. 4, Ser. No. 21
2. Bakó D. (2011): Nitrofil növények nitrát lokalizációja, szakdolgozat, Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Növénytani tanszék, Budapest
3. Borhidi A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest
4. Bouman, O. T., Mazzocca, M. A., Conrad, C. (2010): Soil NO₃-leaching during growth of three grass-white-clover mixtures with mineral N applications. Agriculture, Ecosystems and Environment 136. 111-115. p.
5. Butler G. W. és Bailey R. W. (1973): Chemistry and Biochemistry of Herbage Vol 2. Academic Press London and New York.
6. Debreceni B. és Debreceni Béláné (1983): Tápanyag és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
7. Fekete G., Molnár Zs. és Horváth F. (1997): A magyarországi élőhelyek leírása és határozókönyve. Természettudományi Múzeum, Budapest
8. Győri D. és Ihász I. (1968): Egyszerű vizsgálatok a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
9. Horváth L., Grosz B., Machon A., Tuba Z., Nagy Z., Czóbel S. Z., Balogh J., Péli E., Fóti S. Z., Weidinger T., Pintér K., Führer E. (2010): Estimation of nitrous oxide emission from Hungarian semi-arid sandy and loess grasslands; effect of soil parameters, grazing, irrigation and use of fertilizer. Agriculture, Ecosystems and Environment 139. 255-263. p.
10. Kline, P., and Broersma, K. (1983): The yield, nitrogen and nitrate content of reed canarygrass, meadow foxtail and timothy fertilized with nitrogen. Can. J. Plant Sci. 63: 943-950. p.
11. Központi Statisztikai Hivatal (KSH) Magyarország mezőgazdasága, 2010 (Általános mezőgazdasági összeírás) 7-8. p.
URL: <http://www.ksh.hu>. Letöltés ideje: 2011.07.15.
12. Laczay P. (2008): Élelmiszer-higiénia Élelmiszerlánc-biztonság. Mezőgazda Kiadó, Budapest
13. Lehel J. (2006): Toxikológiai előadás

- URL: <http://www.univet.hu/units/gyogyszertan/toxieamagyar/12-TAKARM%C3%81NY%20-%20IV%C3%93V%C3%8DZ-M%C3%89RGEZ%C3%89SEK.pdf>. Letöltés ideje: 2011. 06. 29.
14. Lorgue, G., Lechenet, J. and Riviere, A. (1996): Clinical Veterinary Toxicology. Blackwell Science, Cambridge
 15. Lu, J., Ertl, J. R., Chen, C. (1992): Transcriptional regulation of nitrate reductase mRNA levels by cytokinin-abscisic acid interactions in etiolated barley leaves. Plant Physiology 98, 1255-1260. p.
 16. Máthé I. és Kovács M. (1960): Réttipológiai tanulmányok a Mátra fennsíkján. MTA Agrártud. Oszt. Közl., 18: 1-29.
 17. Máthéné G. G., Vetter J., Szócs Z., Máthé P. (1999): Amaranthus fajok nitrát-tartalmának vizsgálata. Állattenyésztés és Takarmányozás Vol. 48. No. 4. 439-444. p.
 18. Mir, S. A. (2008): A rapid technique for determination of nitrate and nitric acid by acid reduction and diazotization at elevated temperature. Analytica Chimica Acta, 620, 183-189. p.
 19. Németh T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest
 20. Nesic, Z., Tomic, Z., Krnjaja, V., Tomasevic, D. (2008): Nitrates in plants and soil after fertilization of grass-legume mixtures. Biotechnology in Animal Husbandry 24 (5-6), 95-104. p.
 21. Osweiler, G. D., Carson, T. L., Buck, W. B., Gelder, G., A. V. (1985): Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology. Kendall/Hunt Publisher, Dubuque, Iowa
 22. Ozmen, O., Mor, F., Sahinduran, S., Unsal, A. (2005): Pathological and toxicological investigations of chronic nitrate poisoning in cattle. Toxicological and Environmental Chemistry, Volume 87, Number 1, pp. 99-106(8).
 23. Sadat Taghavi, T., Babalar, M. (2007): The effect of nitrate and plant size on nitrate uptake and in vitro nitrate reductase activity in strawberry (Fragaria x ananassa cv. Selva). Scientia Horticulturae 112, 393-398. p.
 24. Simon T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest
 25. Solomonson, L. P., Barber, M. J. (1990): Assimilatory nitrate reductase: Functional properties and regulation. Annual Review of Plant Molecular Biology Vol. 41: 225-253. p.
 26. Szalai I. és Frenyó V. (1962): Növényteni kísérletek. Tankönyv kiadó, Budapest

27. Szatai Zs. (2007): Műtrágyázatlan és műtrágyázott gyepek kémiai összetétele, tápláléértéke, hozama és húsló eltartó képessége. Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Növénytermesztés-tani Tanszék
28. Vajpayee, P., Tripathi, R. D., Rai, U. N., Ali, M. B., Singh, S. N. (2000): Chromium (IV) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. *Chemosphere* 41, 1075-1082. p.
29. Vetter J. (1996): A nitrátfelhalmozó növényekről, avagy milyen tényezők befolyásolják növényeink nitráttartalmát? *Gyógyszerészet* 40. 11-14. p.
30. Vetter J. és Molnár P. (1991): Néhány közönséges hazai gyomnövényfaj nitráttartalma és az azt befolyásoló tényezők. *Magyar Állatorvosok Lapja* 46, (7.) 409-414. p.
31. Wikipedia (2011): Növénytársulás
URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Növénytársulás>. Letöltés ideje: 2010. 04. 13.
32. Whittier, J. C. (2011): Nitrate Poisoning. Colorado State University Extension, Fact Sheet No. 1.61
33. Képek forrásai:
Térképek: URL: <http://maps.google.hu/> Letöltés ideje: 2010. 08. 09.
Növények: URL:
 - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glechoma_hederacea_Sturm27.jpg
 - <http://www.meemelink.com/prints%20pages/19893.Lamiaceae%20-%20Mentha%20aquatica%20x%20capitata.htm>
 - <http://novenyhatarozo.info/Főoldal>Letöltések ideje: 2010. 09. 23.
Társulások: Saját felvételek

10. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Vetter János egyetemi tanárnak és tanszékvezetőnek, aki az egész kutatómunkám folyamán segítséget nyújtott, Dr. Cserhalmi Dánielnek és Besnyői Verának a terep- és labormunkálatok kapcsán, Orbán Éva könyvtárigazgatónak és az Állatorvos-tudományi Könyvtár összes dolgozójának, akik az irodalmi források keresésében segédkeztek.