



**Tájképzések értékelése hortobágyi mintaterületen a talajok és a
vegetáció egyes jellemzői alapján**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Evaluation of Landscape Changes of a Sample Area in the Hortobágy
Based on Soil and Vegetation Characteristics**

PhD thesis

Novák Tibor József

Debreceni Egyetem
Debrecen, 2005.

ELŐZMÉNYEK, CÉLKITŰZÉS

Szikes talajú tájaink komplex szemléletű kutatása a hazai talajtani, ökológiai és földrajzi irodalomban nagy hagyományokkal rendelkezik. A talajok erőteljes hidrológiai, a növényzet szoros talajtani kapcsolatai ezeken a területeken a tájalkotó tényezők összefüggéseinek jelentőségére már korán felhívták a figyelmet.

A XX. század első felében elsősorban lehetséges hasznosításuk okán fordult a tudományos érdeklődés a szikes területek felé. Az ország jelentős kiterjedésű szikes tájai természeti korlátját jelentették a gazdasági fejlődésnek. Ennek megfelelően a kutatások a gyakorlati szikosztyályozásra, és a hazai szikes talajok elterjedésének felmérésére irányultak (*Sigmond E. 1923, 1927; Treitz P. 1924; Sajó E. – Trummer Á. 1934; Arany S. 1926, 1956; Herke S. 1985.*) A komplex kutatási szemlélethez jelentősen hozzájárult a sziki vegetáció erőteljes talaj általi meghatározottsága, amely alapján megszülettek az első vegetációtípusokra, növénytársulásokra alapozott talajosztályozási rendszerek (*Magyar P. 1928*).

A genetikai talajosztályozás elterjedése (*Szabolcs I. 1966; Stefanovits P. 1992, Váralhy Gy. 1999*) a szikesek kutatásában az okozati szemléletet erősítette. *Darab K. (1967), Váralhy Gy. (1966, 1972), Ábrahám L. – Bocskai J. (1971), Filep Gy. (1999)* kutatásaik során elsősorban a szikes talajok osztályozása, genetikájuk tisztázása és a kialakulásukra hatással lévő tényezők elemzése került előtérbe. A szikfásítás erdőtechnológiai kidolgozása is ehhez az időszakhoz köthető (*Tóth B. 1972*). A fás vegetáció szikes talajra gyakorolt hatásait hazánkban elsőként *Leszták V-né (1961)* vizsgálta. A fásítással történő szikjavítás hosszú távú hatásairól *Bhojavid, P. P. – Timmer, V. R. (1998)* és *Mishra, A. et al. (2003)* tanulmányai számolnak be.

A hazai természetvédelmi szemlélet meggyökeresedésével az 1970-es évek végétől a szikesek kutatásában a védelem alatt álló területek, geomorfológiai (padkásszik) és botanikai értékek kerültek előtérbe. A sziki növénytársulások talajtani meghatározottsága, a padkásodási folyamatokat befolyásoló tényezők kutatása a természetvédelmi kezelés, értékmegőrzés szempontrendszer szerint kerültek újra a figyelem középpontjába (*Szőr Gy. et al 1978; 1992; Tóth A. 1988; Tóth T. – Rajkai K. 1994; Tóth T. – Kertész M. 1996*). A kutatás eszköztára az időközben elterjedt új kutatási módszerekkel (távérzékelés, térinformatika, új anyagvizsgálati módszerek) bővült.

Vizsgálataimat a Hortobágy déli részén, Ágota-pusztán végeztem, amely a HNP területén, Püspökladánytól északra helyezkedik el. A mintaterület határait északról a Kösely holtmedre, keletről a Makkodi-főcsatorna, délről az Almás-ér és kisebb szikes érvonulatok, nyugatról a Kerülő-ér és a hozzá csatlakozó csatornák jelölik ki. Változatos felszínborítási viszonyai lehetőséget nyújtottak többféle területhasználati mód egymás melletti vizsgálatára.

A dolgozatban egy szikes terület komplex értékelését kívántam elvégezni a talaj és a vegetáció jellemzői alapján. A tájértékelés és a hagyományos talajtani és botanikai módszerek segítségével választ kerestem arra, hogy a jelenlegi állapotában túlnyomóan szikes talajokkal borított táj fejlődésében milyen folyamatok érvényesülnek.

Célul tűztem ki – a területhasználat, illetve a vegetáció típusa alapján – elkülöníteni az aktív szikesedési folyamatokkal érintett, illetve jelenleg kilúgzás alatt álló területeket. A mintaterület földrajzi adottságainak és a talajtani jellemzőknek komparatív értékelésével vizsgáltam az egyes tájalkotó tényezők szikesedési folyamatokban játszott szerepét.

A szikesedés mértékének jellemzésére a talajok Na⁺-adszorpciója, valamint a talajsvány-degradáció mértéke bizonyult a legjobban használható tulajdonságnak az elhanyagolható mértékű szezonális változásaik miatt. A Na⁺-adszorpció mértékének, szelvénybeli helyzetének változásai alapján a szikesedési, illetve kilúgzási folyamatokat kívántam területileg elkülöníteni.

A múltbéli tájhasználat kutatása során arra is választ kerestem, milyen mértékben okozzák a szikesedést a vizsgált terület természeti adottságai, és mennyiben járult hozzá a jelenlegi kép kialakulásához az ott folyó évezredek emberi tevékenység.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A terület múltbéli állapotának, a területhasználat változásainak jellemzése céljából a területet ábrázoló régi térképek információit vettem alapul.

A talajtani viszonyok jellemzésére sekély szelvényeket létesítettem a terület 93 pontján. A talajszelvényeket 42 esetben a talajképző kőzetig, illetve a talajvízig genetikai szintekre bontva, 32 esetben 10-15 cm-es rétegenként mintáztam. A talajmintákat szárítószekrényben légszáraz állapot eléréséig szárítottam, majd darálással homogenizáltam.

Az alapvizsgálati adatokat (pH, szervesanyag-tartalom, kalcium-karbonáttartalom, y₁, szemcseösszetétel) a vonatkozó szabványok szerint végeztük el összesen 408 talajmintából.

A kicserélhető kationok mérését módosított Mehlich-módszerrel végeztem. A talajoldat összetételének jellemzésére néhány esetben terepen készítettem telítési kivonatot rhizzonál (*Rhizosphere Research Products*, 19.2101-F típus). A kicserélőoldatok és a telítési kivonatok iontartalmának meghatározását Perkin-Elmer 3110 típusú atomabszorpció spektrofotométerrel végeztük. Az atomabszorpció méréseknél a részlelőség minden esetben 0,7 volt. A Na⁺ meghatározást $\lambda=589,0$ nm, a K⁺ mérését $\lambda=769,9$ nm, a Ca²⁺ mérését $\lambda=422,7$ nm, a Mg²⁺ $\lambda=285,2$ nm hullámhosszon, levegő-acetilén lángban végeztük. Az egyes kationok mennyiségét, ennek alapján az S-értéket és a Na_{s%} értéket 219 talajmintából határoztam meg.

A talajok fizikai tulajdonságainak laboratóriumi vizsgálatára Vér-féle csövekben (100 cm³) vettem bolygatatlan talajmintákat hat pontban, a talaj felső 0-10 cm, és 10-20 cm-es rétegekből kilencszeres ismétlésben (108 db. minta), amelyekből kapilláris pórustérfogatot, a szilárd fázis térfogatát, térfogattömeget és a gravitációs pórustér nagyságát határoztam meg.

Az egyes talajszintek ásványtani összetételének jellemzésére a KOH-ban oldható kovásvas mennyiségét mértem (32 db. minta). Három talajszelvényből genetikai szintenként gyűjtött mintákból kérésre a MÁFI-ban röntgendiffrakciós vizsgálatokat, a DE Ásvány-Földtani Tanszékén DTA vizsgálatokat végeztek.

A talajvízviszonyok jellemzésére az OVH kúthálózatának adatai mellett 14 kútban egy év folyamán havi rendszerességgel talajvízszint-méréseket végeztem. A vizsgált kutak vízminőségét vezetőképességük, illetve kationtartalmuk meghatározásával jellemeztem.

A vegetáció jellemzése céljából cönológiai felvételeket készítettem. Fásított területeken 8 darab 25x25 m, rövidfűvű gyepekben és szikfokon 170 1x1 m és 1 darab 1x10 m, sziki réteken 8 darab 1x1 m, 11 darab 2x2 m és 2 darab 1x10 m kvadrátot vizsgáltam. A kvadrátokat az *Ellenberg (1974)* által kidolgozott, *Borbidi (1993)* által hazai viszonyokra adaptált ökológiai indikációs számok segítségével értékeltem. Az egyes kvadrátokra a kontinentalitás, sötűrés, talajreakció és vízellátottság indikációs értékszámok átlagának kiszámítása mellett az életformaspektrum elkészítését is elvégeztem.

A talajtani, felszínborítási jellemzők összefüggéseinek statisztikai vizsgálatát, a diagramok elkészítését Excell és SPSS for Windows szoftverekkel végeztem. Az adatsorok normalitásának ellenőrzésére Kolmogorov-Smirnov próbát, az összefüggések vizsgálatára Pearson korrelációt és kétmintás T-próbát alkalmaztam. Az adatok térbeli megjelenítését, a digitális domborzatmodell elkészítését Surfer 8. szoftverrel végeztem.

EREDMÉNYEK

1. Tájérténet

A forrásul szolgáló térképek alapján megállapítottam, hogy a területhasználat az elmúlt két évszázad alatt jelentős változásokat mutatott. A mintaterület északi részének szántóföldi művelésű területei csak a XIX. század végi vízrendezéseket követően váltak egyáltalán alkalmassá művelésre, korábban vízjárta marhalegők voltak. Ezzel szemben a mintaterület déli részén, a háts térszíneken korábban elterjedt szórványszántókat az egykor forgalmasabb közlekedési utak elsorvadását követően felhagyták, majd az 1930-as évektől fokozatosan befásították. Ugyanekkor jelentős (összesen mintegy 400 ha) kiterjedésben szikes gyepterületeket erdősítettek. A felhagyott és be nem fásított szántókon másodlagos sziki gyepek gyomos állományai alakultak ki.

A vízrendezések hatása következtében a Kösely egykori folyómedre kiszáradt, vízutánpótlását kizárólag csapadékvízből nyeri. A meder kiszáradása következtében itt másodlagos szikesedés jelentkezik. A hasonló sorsra jutott Kerülő-ér természetvédelmi revitalizációs beavatkozás következtében jut újra vízutánpótláshoz.

A XIX. század végi társadalmi változások következtében a területen keresztülvezető, egykor jelentős közlekedési útvonalak más területekre helyeződtek. Hajdani nyomvonalukat azonban számos helyen a padkás erózió által kirajzolt mintázat jelöli ki.

2. Geomorfológiai adottságok szerepe a szikesedésben

Vizsgálataim azt bizonyították, hogy a csekély szintkülönbségek ellenére a terület geomorfológiai viszonyai jelentősen befolyásolják a talajtípusok elterjedését. A vizsgált talajszelvények magassági helyzete alapján a legerőteljesebb Na⁺-adszorpció (átlagosan 35,7% Na_s%) a relatíve közepes magasságú térszíneken (86-87 méter tszf. magasságban) mutatható ki, egyben ezeken a térszíneken helyezkedik el a *natric* talajszint a felszínhez a legközelebb. A mélyfekvésű és a magasabb, háts térszinek *natric* szintje – amennyiben van – nem annyira kifejezett, és mélyebben helyezkedik el. A trendszerű változások értékelése szempontjából kiemelkedő jelentőségű, hogy a tájalkotó elemek sajátosságainak megváltozása a *natric* talajszint vertikális eltolódását vonhatja maga után, amely során mélyben szikes talajok szikesekké válhatnak, illetve egykor szikes talajok feltalaja kilúgúzódhat.

3. Talajtani eredmények

A szelvényadatok és a felszíni talajminták adatai alapján genetikai talajterképet készítettem a területről. Korábbi talajterképek adatai és a szelvények konzervatív jellemzői alapján másodlagos szikesedést illetve kilúgúzást is lokalizáltam a mintaterület egyes pontjain.

3.1. Talajásványtani jellemzők meghatározása

A talajminták ásványtani elemzése alapján a talajásványok nagyfokú elmozlottsága mutatható ki. A primer ásványok közül a csillámok csak a talajok „C” szintjéből mutathatók ki. A plagioklász földpátok mennyisége a „B” szintben a legkisebb, szolgyos talajváltozatokban a vázrészekben feldúsult „A” szint azonban kvarccal együtt plagioklászokat is jelentősebb mennyiségben tartalmaz. A szikes, olykor szoloncsákos jelleg ellenére sóásványokat az eredeti talajmintákból nem sikerült kimutatni. Felszíni sókiválásokból és az oldott sókat nagyobb mennyiségben tartalmazó „B” szint anyagából készített koncentrált mintákban uralkodóan (94%-ban) thenardit (Na₂SO₄), nyomokban gipsz fordul elő, csak igen kis mennyiségben (3-3%) jelennek meg karbonátásványok (nátron, trona). Ez a talajvíz és a talajoldat döntően szulfátos jellegét támasztja alá.

A talajban jelentkező erőteljes mállási folyamatokat mutatja az amorf anyag jelenléte. Ez egyrészt koagulált kovagélből, másrészt az Al és Fe oxihidroxidjainak precipitátumából áll, amelyek a talaj jellegzetes mikromorfológiai bélyegeiként vasszeplők, vasborsók formájában fordulnak elő. A vashidroxidok egy része ugyanakkor kristályos formában (goethit, hematit) jelenik meg.

A mállás mértékét jelzi, hogy a talajok „B” szintjének agyagásvány-tartalma mintegy kétszerese a talajképző kőzetének. Az agyagásványok között a montmorillonit és az illit-montmorillonit kevert rácsszerkezetű agyagásványok dominálnak. DTA vizsgálatokkal a „B” szintben Na-montmorillonitot, míg a „C” szintben Ca-montmorillonitot mutattunk ki, ami jelzi, hogy az agyagásványok rácsközi helyzetben is kicserélhető Na⁺-ionokat képesek megkötni, illetve onnan a talajoldatba juttatni.

Szologyos réti szolonyec talajokban az amorf, KOH-ban oldható kovasav mennyisége a felső 30 cm-es talajsztintben adódott legnagyobbak. Legerőteljesebb szologyosodást (SiO₂%, SiO₂/Al arány) nem a kifehéredett szikfokok esetében, hanem az eltérő okok (fásítás, zárt, sűrű gyökérszerű gyeptakaró, szántóföldi művelés) miatt elsavanyodott feltalajú talajokban lehetett kimutatni.

3.2. A fásítás hatása szikes talajokra

A területen az első kísérleti jellegű fásításokat az 1930-as években hajtották végre, az 1950-es években pedig a jelenlegi erdőterületek kerültek befásításra. Az ültetett erdők többnyire kocsányos tölgyből (*Quercus robur*), amerikai kőrisből (*Fraxinus pennsylvanica*), magas kőrisből (*Fraxinus excelsior*), az erősebben szolonyeces foltokon főleg ezüstfából (*Eleagnus angustifolia*) és tamariszkuszából (*Tamarix sp.*) állnak. A fás vegetáció az eredetileg réti szolonyec, illetve szolonyeces réti talajok fizikai és kémiai jellemzőit erőteljesen megváltoztatta. A szikes talajon ültetett erdők talajainak jellemzőit a környező területek fásítatlan talajainak adataival hasonlítottam össze.

A fás vegetáció alatt a mélyreható gyökérszét vízforgalmat módosító hatása, a keletkező lombavar és a megváltozott mikroklíma következtében a feltalaj kilúgzáson ment át, csökkent a talaj pH-értéke, hidrolitos aciditás jelent meg, növekedett a talaj szervesanyag-tartalma, csökkent a kicserélhető Na⁺ ionok aránya, és mélyebbre tolódott a Na⁺-mal telített talajsztint.

A feltalaj pH-értéke átlagosan 1, esetenként 3 pH-értékkel alacsonyabbnak adódott a fásított talajokon, mint a hasonló adottságú gyepterületek talajában. A szervesanyag-tartalom átlagosan 1,55%-al bizonyult nagyobbak a fásított talajokban. A DTA-vizsgálatok eredményei alapján a szervesanyag minőségében is eltérés mutatkozott: a fásított területek talajában az alacsonyabb hőfokon elégő humin anyagok mennyisége meghaladta az erősebben kondenzált szerves anyagokét.

A Na⁺-adszorpció mértékében lényeges különbség mutatható ki a fásított és a gyepekkel borított talajok között. A fásítatlan területek átlagosan 50,1%-os, míg a vizsgált erdőrészek 12,06%-os szelvénybeli maximális Na⁺-adszorpció értékekkel jellemezhetők. Az adszorbeált Na⁺ vertikális eloszlása is eltérést mutat: míg erdő alatt átlagosan 1,05 méter mélyen, addig a gyepterületeken 0,71 m mélységben mutatható ki a Na⁺-adszorpció maximális értéke. A pH-értékek tekintetében a legjelentősebb különbségek a 40-70 cm mélységben lévő talajrétegekben jelentkeztek.

A CaCO₃-tartalom mennyiségében illetve vertikális eloszlásában szignifikáns különbség nem mutatható ki, amelynek oka feltehetően az, hogy a vizsgált talajok feltalaja a fásítatlan területeken is karbonátmentes.

A fenti eredmények alapján a fásítás hatásai olyan mértékű változást eredményeznek a szikes talajokban, amelyek következtében azok mind a Na⁺-adszorpció mennyisége, mind pedig a *natric* talajsztint vertikális helyzete alapján más (kevésbé, vagy nem szikes) genetikai talajtípusba sorolandók, mint az eredeti talaj.

3.3. A legeltetés hatása szikes talajokra

Három gyeptípusban bolygatatlan talajminták adatai alapján végzett összehasonlítás alapján a túllegeltetett területek talaja a 0-10 cm-es talajrétegben a kapilláris pórustér nagyobbak, míg a gravitációs pórustér kisebbnek adódott a túllegelt területeken. Ez összefüggésben áll azzal, hogy a túllegeltetés következtében a kiritkuló növényzet gyökérszete nem szövi át a talaj felső rétegét, továbbá a taposás következtében a gravitációs pórusok összeesnek, a talaj elporosodik.

4. Botanikai eredmények

4.1. Védett és ritka fajok elterjedésének térképezése

A mintaterület vegetációtérképének elkészítésével részletesen jellemeztem az ott előforduló növénytársulásokat. A kvadrátonként értékelt ökológiai indikációs értékszámok alapján az egyes társulástípusokat vízellátottság, talajreakció, sötűrés és kontinentalitás alapján rangsoroltam.

A területen előforduló védett és védelemre érdemes növényfajok élőhelyeit is feltártam. Ezek közül a védett kiscsészű aszat (*Cirsium brachycephalum*), a macskahere (*Phlomis tuberosa*), az erdőlyi utifű (*Plantago schwarzenbergiana*), a pocsolyalátonya (*Elatine alsinastrum*), a békakonty (*Listera ovata*) és a kardos madársisak (*Cephalanthera longifolia*) említhető meg. Nem védett fajok közül kiemelkedő a szolonscsákjelzőként ismert pozsgás zsázsa (*Lepidium crassifolium*) előfordulása, amelynek kutatásaim során előkerült állománya eddig az első tiszántúli előfordulása.

4.2. Telepített erdők spontán vegetációjának jellemzése

A talaj megváltozását a vegetáció változása is követte. A telepített erdők növényzetének felmérése alapján azonban a sziki fajok az erdőállományokba nem hatolnak be, ott csak néhány generalista faj jelenik meg. Szilvikol fajok közül megemlíthető két *Orchidea* faj előfordulása. Összességében tehát a telepített erdők fajszegények (0,012 faj/m²), és a sziki gyepeknél természetességi értékszámok alapján kevésbé értékes élőhelyek.

4.3. A túllegeltetés hatása sziki gyeptársulásokra

A sziki gyepek legfontosabb fenntartó kezelése a legeltetés. Mértéke közvetlenül hatással van a gyepraktúrára, a gyepek fajösszetételére. A mintaterület egésze a jelenlegi állatlétszámok alapján inkább alullegettettként értékelhető, ennek ellenére az állattartó telepek környékén és az itatásra használt kutak környékén erőteljesen túllegeltetett, taposott területek is előfordulnak.

A növényzet faji- és életforma-diverzitásában a túllegeltetés gyeptípusonként eltérő változásokat eredményez. Vizsgálataimat rövidfűvű sziki gyepekben (*Festucion pseudovinae*), tarackos tippanos (*Agrostidetum stoloniferae*), és ecsetpázsitos (*Agrostio - Alopecuretum pratensis*) réteken végeztem, amelyeket gyakran hasznosítanak legeltetéssel

Rövidfűvű sziki gyepek (*Festucion pseudovinae*) esetében a nem legeltetett változatoknál nagyobb faji diverzitás és változatosabb életforma-spektrum tapasztalható, a fajok száma egységnyi területen kétszerese a túllegeltetett változatokénak, az egyéves és kétéves életforma aránya pedig 40% alatt marad. A túllegeltetett változatok esetében a therofitonok aránya 50%-nál nagyobb, egyes életformák (mohák, zuzmók, geofitonok) pedig eltűnnek a gyepraktúrából.

A magas szálfűvek alkotta nedves sziki réttípusok (*Agrostidetum stoloniferae* és *Agrostio - Alopecuretum pratensis*) esetében éppen ellenkezőleg, a túllegeltetett állományokban tapasztalható magasabb faji és életforma-diverzitás. A természetességi érték tekintetében azonban mindhárom gyeptípus esetében a kevésbé legeltetett állományok bizonyultak értékesebbnek.

5. Tematikus térképek adatainak gyakorlati célú hasznosítása

Az egyes ökotopokhoz irodalmi adatok alapján rendelt szervesanyag-produkció és a nyári száraz időszakban az egyes típusokban jellemző talajnedvesség alapján az úthálózat figyelembe vételével elkészítettük a terület tűzvesélyesség-térképét. A digitális domborzatmodell és a talajok vízgazdálkodási tulajdonságai alapján a belvíz-veszélyeztetettség is térképen ábrázoltuk.

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

A mintaterület jelentős része a Hortobágyi Nemzeti Park területén helyezkedik el. Ennek megfelelően a talajtani és botanikai adatok fontos részét képezhetik az ökológiai monitoring referencia-adatbázisának, amely alapján a jól lokalizálható adatok lehetőséget nyújtanak a talajban lezajló változások, egyes növényfajok elterjedési területében bekövetkező változások nyomon követésére.

A talajtani adatok közvetlenül, míg az egyes növényfajok előfordulása indikációs értékénél fogva felhasználhatók a környezetminőség jellemzésére.

A szikesedés jelenlegi térszíneinek, a *natric* talajszintek vertikális helyzetének leírása, a nátrium-adszorpció mértékének számszerűsítése lehetőséget nyújt a szikesedés trendszerű változásainak tanulmányozására.

A legeltetés hatásainak bemutatása valamint a növényfajok, és a geomorfológiai értékek (padkás térszínek) feltárása hozzájárulhat a terület természetvédelmi kezelési tervének és legelőhasználatának optimalizálásához.

A szikfásítás talajra gyakorolt hatásainak részletes feltárása támpontot jelenthet a szikes környezetben tervezett fásítások hosszú távú hatásainak mérlegeléséhez.

A tematikus térképek kombinálásával a gyakorlat számára közvetlenül hasznosítható (tűzvesélyeztetettség, belvízveszélyeztetettség) adatok nyerhetők.

PRECEDENTS, GOALS

Complexly studying of landscapes with salt affected soils has a great tradition in the national soil science, ecological and geographical literature. The strong hydrological determination of the soils and the significant correlation between the vegetation cover and the soils has drawn the attention early to the relationship of the landscape elements.

The scientific public turned towards areas with salt affected soils to study their possible usage in the first half of the XX. century. The extended areas with alkaline soils of the country presented limits to the economic development. Therefore research involved the practical alkaline soil classification and the survey of the extent of alkaline soils in Hungary (*Sigmond E. 1923, 1927; Treitz P. 1924; SajóE. – Trummer A. 1934; Arany S. 1926, 1956; Herke S. 1985*). The strong determination of the vegetation found on these soils greatly contributed to the complexity of the research resulting in the appearance of the first soil classification systems that were based on vegetation types and plant associations (*Magyar P. 1928*).

The spreading of the genetic soil classification (*Szabolcs I. 1966; Stefanovits P. 1992; Várallyay Gy. 1999*) strengthens the causality aspect of the research. *Darab K. (1967), Várallyay Gy. (1966, 1972), Ábrahám L. – Bocskai J. (1971), Filep Gy. (1999)* primarily investigated the classification of alkaline soils, their genetics and analysed the factors playing a role in the forming of such soils. The construction of the forestation method for areas having alkaline soils is associated with this period of time (*Tóth B. 1972*). *Leszták V-né (1961)* was the first to investigate the effect of forest vegetation on alkaline soils. The long term effect of forestation on alkaline soils is reported by *Bhojaniid, P. P. – Timmer, V. R. (1998)* and by *Mishra et al. (2003)*.

With the domestic advance of nature protection from the 1970s the protected areas, the geomorphologic and botanic values came to light in studying alkaline soils. The determination of vegetation by the soil and the factors influencing the formation of salt berms came to the focus from the nature protection and value conservation point of view (*Szűcs et al. 1978, 1992; Tóth A. 1988; Tóth T. – Rajkai K. 1994; Tóth T. – Kertész M. 1996*). The methods applied were extended by the newly widespread research methods (GIS, new material research methods).

My studies were carried out in Ágota-pusztá in the southern part of the Hortobágy. The study area is situated North of Püspökladány within the territory of the Hortobágy National Park. It is bordered by the abandoned riverbed of the Kösely from the North, the Makkod main channel from the East, the Almás creek and several smaller alkaline creeks from the South and the Kerülő creek and its tributary channels from the West. The numerous surface cover found in the area enabled the study of different land-use methods and their effects.

I am intended to give the complex evaluation of an area with alkaline soil on the basis of its soil and vegetation characteristics. With the help of landscape evaluation and traditional soil science and botanic methods I attempted to model the processes influencing the development of a landscape covered dominantly by alkaline soils.

My aim was to regionally separate – basis of land-use and vegetation cover – areas affected by active alkalization and areas currently under leaching. I have studied the role played by the landscape forming factors in the alkalization processes by comparatively assess the geographical conditions and the soil conditions of the study area.

The degree of alkalinity seems to be best characterised by the Na⁺ adsorption of the soil and by the degradation of the soil minerals as the seasonal variation of these data is insignificant. By studying the variation of the Na⁺ adsorption rate along the profile of a soil I have tried to regionally separate the alkalization and leaching processes.

The important question of in what extent alkalization is caused by the natural conditions of the area and how the forming of the present landscape is the result of thousands of years long human activity is investigated in the course of studying past land-use methods and extent.

MATERIAL AND METHOD

For studying and describing the past land-use pattern of the area, old maps depicting the study area were used.

To characterise soil conditions shallow profiles were constructed at 93 points in the study area. Samples were taken from every 10-15 cm soil layer in 32 of the profiles while in further 10 profiles samples were taken from genetic horizons down to the base rock or to the groundwater table. The samples were dried to air-dry state in oven and then homogenised by grinding.

The base material research (pH, organic material content, CaCO₃ content, y₁, grain-size distribution) was completed on 408 soil samples according to the appropriate standards.

The determination of the exchangeable cations was made by modified Mehlich method. To determine the composition of the soil solution saturation extract with rhizones (Rhizosphere Research Products, type: 19.2101-F) was made in the field in some cases. The cation concentration of the exchange solutions and the saturation extracts was determined by a Perkin-Elmer 3110 atomabsorption spectrophotometer. The resolution of the atomabsorption measurements was 0,7 in each case. The determination of cations was made in air-acetylene flame at $\lambda=589,0$ nm for Na⁺, $\lambda=769,9$ nm for K⁺, $\lambda=422,7$ nm for Ca²⁺, and $\lambda=285,2$ nm for Mg²⁺. The amount of these cations and the S value and Na_{S%} value was determined from 219 soil samples.

For the laboratory investigations of the physical parameters of the soils undisturbed samples were taken in V_{er} tubes (100 cm³) in nine places from the upper 0-10 cm and 10-20 cm layers of the soils. This was repeated 9 times giving a total of 108 samples. The samples were investigated for capillary pore volume, solid phase volume, volume mass and gravitational pore-space.

For determining the mineral composition of the soil layers the KOH soluble silicic acid was measured (32 samples). X-ray and DTA measurements were carried out on samples collected from the genetic horizons of three profiles. The measurements were carried out in the Geological Institute of Hungary and in the Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen respectively.

For characterising groundwater levels monthly measurements were carried out in 14 wells for one year supplemented by the data of the well network of the National Water Office (OVH). The water quality of the investigated wells is characterised by conductivity and cation concentration.

For characterising the vegetation cover of the area cenological studies were carried out. 8 25x25 m quadrats were taken in forests, 170 1x1 m quadrat and 1 1x10 m quadrats were taken in short grasslands and semivegetated or bar plots, while 8 1x1 m, 11 2x2 m and 2 1x10 m quadrats were taken in alkaline meadows. The quadrats were interpreted on the basis of ecological indication values of *Ellenberg (1974)* that was adopted by *Borbidi (1993)* for pannonian conditions. Together with the determination of the average of the indication values of continentality, salinity resistance, soil reaction, water supply and the Raunkier life form spectrum was calculated for each quadrat.

The statistic analysis of the correlation between the soil and covering properties and the preparation of the diagrams was made by Excell and SPSS for Windows softwares. For controlling the normality of the datasets Kolmogorov-Smirnov test while for analysing the correlations Pearson correlation coefficient as parametric, Spearman correlation coefficient as nonparametric and Mann-Whitney-test were applied. The spatial presentation of the data and the digital elevation model were made by Surfer 8. software.

RESULTS

1. Landscape history

Based on the available maps it can be stated that land-use changed significantly over the last two centuries. The arable lands in the northern part of the study area became suitable for ploughing only after the water supply layout operations of the end of the XIX. century, before, these lands were waterlogged pastoral lands for cattle grazing. In contrast, in the southern part of the study area the once scattered arable lands on the

ridge surfaces were abandoned after the ceasing of the formerly busier roads. These lands were gradually afforested from the 1930s. In the meantime, alkaline grasslands were afforested in significant extent (more than 400 hectares in total). On the abandoned and nonforested arable lands secondary alkaline grasslands weedy were developed.

As a result of the water supply layout operations the former bed of the Kösely stream dried out. This gains its water income solely from precipitation. Due to the drying out of the stream bed secondary alkalization has developed. The Kerülő creek experienced similar fate but due to the Nature protection interference it receives water supply again.

As a result of the social changes at the end of the XIX. century the once significant traffic roads crossing the area were shifted away. Their former line, however, is marked by the pattern drawn by the berm erosion at numerous sites.

2. Role of geomorphological conditions in the process of alkalization

My studies proved the fact that despite the slight relief differences the geomorphological conditions have a significant influence on the distribution of the soil types. Regarding the elevation of the studied soil profiles the strongest Na⁺ adsorption (35,7% Na_s% in average) is found to be in the moderately elevated surfaces (at 86-87 m asl.). The *natric* soil layer is also closest to the surface in these areas. The *natric* horizon of the deeper and higher areas – if there is any – is situated deeper. Considering trend like changes, it is extremely important that the changing of the characteristics of the landscape elements results in the vertical change of the position of the *natric* soil layer. This also contributes to that the deep alkaline soils turn to be alkaline and that the upper layer of the formerly alkaline soils may be lightly leached.

3. Soil investigation results

I have prepared a genetic soil map of the study area based on the profile data and surface soil samples. I have spotted out secondary alkalinity and leaching at some sites of the area on the basis of earlier soil maps and the conservative characteristics of the profiles.

3.1. Determining soil mineral characteristics

According to the mineralogical analysis of the soil samples strong weathering of the soil minerals can be detected. Micas from the primary minerals could have been detected only in the “C” layer of the soils. The amount of plagioclase feldspars is the smallest in the “B” layer while in solid soil types the “A” layer accumulating frame fragments contains more plagioclase together with quartz. Despite the alkaline and light salty character of the soil samples salt minerals were not observable. The

concentrated samples prepared from surface salt crusts and from the “B” layer containing dissolved salt in greater amount contained primarily (94%) mirabilite and thenardite. Carbonate minerals (natron, trona) occurred in very limited amount (3-3%). This proves the dominantly sulphate character of the groundwater.

The presence of the amorphous phase indicates strong weathering in the soil. This amorphous phase consists of coagulated silica gel and the precipitates of the Al and Fe oxihydroxides that occur as characteristic micromorphological markers in the soil in the form of iron freckles and iron peas. A part of the Fe hydroxides appear in crystalline form (goethite, hematite).

The degree of weathering is indicated by the fact that the clay mineral content of the “B” layer of the soils is double than that of the soil forming rock. Montmorillonite and illite-montmorillonite mixed structures dominate among clay minerals. DTA investigations revealed Na-montmorillonite in the “B” layers and Ca-montmorillonites in the “C” layers. This proves that clay minerals are able to bind substitutable Na⁺ ions in the inter structure space and they may also release ions into the soil solution.

In solodic meadow solonetz soils the highest amount of amorphous silicic acid soluble in KOH is found in the upper 30 cm of the soils. The strongest solodisation (based on SiO₂%, SiO₂/Al) is found not in the whitened semivegetated plots but in soils having acidified topsoil. This acidification is the result of different reasons (forestry; densely rooted grass cover; ploughing).

3.2. Effects of forestation on alkaline soils

The first experimental forestation was delivered in the 1930s in the area. Today's woodlands were forested in the 1950s. The planted forests consist of mainly English Oak (*Quercus robur*), Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica*), Common Ash (*Fraxinus excelsior*), the stronger alkaline spots are having Russian Olive (*Eleagnus angustifolia*) and Tamarisk (*Tamarix sp.*). Woodlands have significantly changed the physical and chemical conditions of the originally meadow solonetz and solonetz meadow soils. The soil conditions of the woodlands planted on alkaline soils were compared to the soil conditions of the surrounding grassland areas.

Under the forests due to the water circle modifying effect of the seep roots, to the leaf litter and to the changed microclimate the topsoil gone under eluviation, pH decreased and hydrolytic acidity occurred, while the organic content of the soil increased, the exchangeable Na⁺ ion content decreased and the Na⁺ saturated soil level shifted deeper.

The pH decrease in the topsoil changed its pH by an average of 1-3 pH value. Organic content of the forested soils was found to be 1,55% higher as an average. DTA investigations proved that a change occurred in the quality of the organic content as

well: under forests the amount of the humic material burning at lower temperatures is greater than that of the more strongly condensed organic material.

Na⁺ adsorption shows great difference between soils covered by forest and grassland. Soils covered by grasslands are characterised by 50,1% maximum Na⁺ adsorption value while those under forests exhibit only 11,58%. The vertical alignment of the Na⁺ adsorption also shows differences: the maximum value occurs at a depth of 1,05 m under forests while under grasslands it is found at a depth of 0,71 m. Significant difference were also observed of the pH in soil layers between 40-80 cm-s under the surface.

There are no significant differences in the CaCO₃ content and in its vertical distribution. This can be explained by that the studied topsoil of both grasslands and woodlands are carbonate free.

Based on the above mentioned results we can state that forestation results in such changes that considering Na⁺ adsorption and the vertical position of the *natric* horizon the soil can be classified as a different (less or non alkaline) genetic soil type than the original soil.

3.3. Effect of grazing on alkaline soils

Based on the study of undisturbed soil samples from soils under three types of grassland we can state that the capillary pore space is found to be greater while the gravitational pore space was smaller in the upper 0-10 cm of the soils in the overgrazed areas. This can be explained by the fact that the roots of the rare vegetation do not cross the upper layer of the soil and the gravitational pores are destroyed by trampling resulting in that the soil become **sand-like**.

4. Botanic results

4.1. Mapping of the distribution of protected or rare species

I have determined the plant associations found in the study area with preparing its vegetation map. The associations were ranked regarding water supply, soil reaction, salinity resistance and continentality by the indication values determined for each quadrons.

I have also described the habitat of the protected or rare plant species found in the area. The most important of these species are: Pannonian endemic thistle (*Cirsium brachycephalum*), Tuberos Jerusalem Sage (*Phlomis tuberosa*), also endemic Transylvanian Plantain (*Plantago schwarzenbergiana*), Water Wort (*Elatine alsinastrum*), Twayblade (*Listera ovata*), Long-leaved Helleborine (*Cephalanthera longifolia*). Among the non protected species the presence of the solontchak marker Pannonian endemic pepperwort

(*Lepidium crassifolium*) is unique as it has not been reported in the Trans-Tisza region so far.

4.2. Description of the spontaneous vegetation of the planted forests

The change of the soil was followed by the change of the vegetation. Based on the vegetation survey of the planted woodlands we can state that alkaline species do not enter woodlands, only some generalist species occurred. From sylvicol species the presence of some orchids are worth mentioning. In conclusion, the planted forests are species poor (0,012 species/m²) and they are less valuable habitats than alkaline grasslands according to their naturalness values.

4.3. Effect of overgrazing on alkaline grasslands

The most important maintenance method of alkaline grasslands is grazing. The degree of grazing has direct effect on the grass structure and its species distribution. The study area as a whole can be regarded as undergrazed, however, overgrazed areas and spots strongly degraded by trampling can be found around the cattle keeping sites and drinking wells.

Overgrazing results in different changes in different grasslands considering species and "life style" diversity. My examinations were carried out in alkaline short grasslands (*Festucion pseudovinae*), in two wet alkaline meadow type (*Agrostidetum stoloniferae*, *Agrostio-Alopecuretum pratensis*) that were frequently used for grazing.

In the case of short grasslands (*Festucion pseudovinae*) greater species diversity and more variable life form spectra was observable in the non grazed areas. The number of species is doubled compared to that of the overgrazed grasslands. The rate of the therophyta plants stays under 40% in these grasslands. In the case of the overgrazed grasslands the rate of the therophyta is above 50% and certain life forms (mosses, lichens, geophyta) are completely missing from the grasslands.

In the case of the long grass dominated wet alkaline meadows (*Agrostidetum stoloniferae* and *Agrostio-Alopecuretum pratensis*) higher species and life style diversity is experienced in the overgrazed grasslands. Regarding naturalness, however, the non grazed grasslands were found to be more valuable in all three types.

5. Preparing of thematic maps

The flammability map of the study area was prepared based on the organic material production counted for each ecotop with the help of literature data, the soil moisture content occurring in each type in the dry summer period and on the road network. The areas prone to possible inland water are also shown on a map constructed with using the digital surface model and the water budget characteristics of the soils.

APPLICATION OF THE RESULTS IN PRACTICE

The majority of the study area is situated within the Hortobágy National Park. Therefore the soil and botanic data present an important part of its reference database in which the properly localisable data enable the study of changes both in the soil properties and in the distribution of certain plant species.

Soil data can be used directly while the distribution of certain plant species may be used indirectly through their indication value for describing the quality of the surrounding environment.

The determination of places with present alkalisation, the determination of the vertical positions of the *natric* soil layers and the numeric measurement of the rate of sodium adsorption enables the study of the trend-like changes of alkalisation.

The revealing of the effects of grazing, the identification of biological and geomorphological values contribute to the preparation of the nature protection maintenance plan of the area and these are also useful for creating the optimal pastoral land-use.

The detailed data on the effects of forestry on alkalinity give basis for planning the possible effects of long term forestry on alkaline soils.

By combining the thematic maps such data may be gained that is directly applicable in practice (flammability, areas prone to inland water).

A témában megjelent publikációk

- Novák T.** (2000): Szikes tájak fásítás hatására történő átalakulásának vizsgálata, A földrajz jövője - a jövő földrajzosa, ISBN 963 472 474 4, Db., 33-38.
- Novák T.** (2001): Investigation of the Landscape structure in the southern part of Hortobágy, Környezettudományi Tanulmányok, Acta Pericemenologica rerum ambientum, **1**: 73-80.
- Novák T.** – **Matus G.** (2000): *Lepidium crassifolium* W. et K. a Hortobágyon, Kitaibelia, Db. **5** (1): 189-194.
- Tóth, Cs.** – **Novák, T.** (2001): Geomorphologische, bodenkundliche und botanische Zusammenhänge der Entwicklung der Alkalibänken, Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina 1999/2000., Debrecen **35**: 305-316.
- Novák T.** (2003): *Lepidium crassifolium* W. et K. hortobágyi előfordulása és talajindikációs tanulságai, In: **Tóth A.** (szerk.)(2003): Ohattól Farkas-szigetig, Budapest-Kisújszállás, Alföldkutató Alapítvány, Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, 155-162.
- Tóth, Cs.** – **Novák, T.** (2003): Szikpadkák fejlődésének geomorfológiai, talajtani és növénytani vonatkozásai, In: **Tóth A.** (szerk.)(2003): Ohattól Farkas-szigetig, Budapest-Kisújszállás, Alföldkutató Alapítvány, Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, 209-218.
- Novák T. J.** (2003): Kulturgegeschichtliche Denkmäler als Zeugen der Landschaftsumgestaltung im südlichen Hortobágy In: **Csorba P.** (ed.)(2003): Landscapes Under the European Transformation, Debrecen 2002-2003, 207-211.
- Novák T.** – **Blaskó L.** (2004): The effects of water regulation and afforestation on soil characteristics, Acta pericemenologica rerum ambientum, Debrecen **2**, *megjelenés alatt*
- Novák T.** (2004): A Hortobágy alsó vízrendszerének antropogén átalakíttósága és hatása a tájra, In: **Füleky Gy.** (szerk.)(2004):A táj változásai a Kárpát-medencében - Víz a tájban, *megjelenés alatt*

A témához kapcsolódó tudományos előadások:

- Novák T.** (1998): Szikes tájak fásítás hatására történő átalakulásának vizsgálata, Geográfus Doktoranduszok III. Országos Konferenciája Debrecen, 1998. szeptember 3-4.
- Novák T.** (1999): Investigation of the Landscape structure in the southern part of Hortobágy, Environmental Policy in East and West Europe c. nemzetközi konferencia, Debrecen, 1999. 08.28-31.
- Novák T.** (2000): A püspökladányi szikkisérleti telep néhány erdőrészletének értékelése aljnövényzetük alapján, a „Szikesedés” c. konferencián, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, 2000. 02. 09.
- Tóth Cs.** - **Novák T.** (2000): Szikpadkák fejlődésének geomorfológiai talajtani és növénytani vonatkozásai, Talajvédelmi konferencia, Karcag, 2000. 06.

- Novák, T.** (2002): Einfluss geographischer Verhältnisse an Alkalinisation in dem Karpatenbecken, Oldenburger Geoökologisches Kolloquium, Oldenburg, Németország, 2002. 06.
- Novák T.** (2002): A Hortobágy táji változásainak értékelése egyes talajtulajdonságok és a vegetáció változásai alapján, DAB Székház, a Tudomány Napja alkalmából, 2002. 11. 19.
- Szépvolgyi, E.** - **Bodnár, R.** - **Novák, T. J.** (2002): Landschaftsleitbild und Unterhaltungsmaßnahmen der Hortobágy Puszta, Internationales Symposium „Was ist Natur?“, Oldenburg, Németország 2002.12.06.
- Novák T.** (2003): Weidewirtschaft und ihre Einflüsse an Landschaftselementen in der Hortobágy, Workshop der Arbeitsgruppe: Transhumanz und Fernweidewirtschaft in Mitteleuropa, Debrecen, 2003.12.
- Novák T.** (2004): A Hortobágy alsó vízrendszerének antropogén átalakíttósága és hatása a tájra, A táj változásai a Kárpát-medencében - Víz a tájban, V. tájtörténeti tudományos konferencia, Szarvas, 2004.07.3.