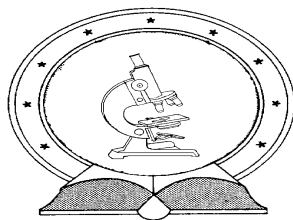


DE TTK



1949

**TALAJTANI TÉNYEZŐK 'TERRIOR'-OKRA
GYAKOROLT HATÁSAINAK VIZSGÁLATA AZ EGRI
BORVIDÉKEN**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

Nagy Richárd

Témavezetők:

Dr. Kerényi Attila

Dr. Bálo Borbála

DEBRECENI EGYETEM

Természettudományi Doktori Tanács

Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2014.

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Földtudományok Doktori Iskola Tájvédelem és éghajlat programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2014. január 28.

a jelölt aláírása

Tanúsítom, hogy Nagy Richárd doktorjelölt 2008-2011. között a fent megnevezett Doktori Iskola Tájvédelem és éghajlat programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2014. január 28.

a témavezető aláírása

Tanúsítom, hogy Nagy Richárd doktorjelölt 2008-2011. között a fent megnevezett Doktori Iskola Tájvédelem és éghajlat programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2014. január 28.

a témavezető aláírása

Talajtani tényezők 'terroir'-okra gyakorolt hatásainak vizsgálata az Egri borvidéken

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a **Földtudományok** tudományágban

Írta: **Nagy Richárd** okleveles geográfus

Készült a Debreceni Egyetem **Földtudományok** doktori iskolája
(*Tájvédelem és éghajlat* programja) keretében

Témavezetők: **Dr. Kerényi Attila, Dr. Bálo Borbála**

A doktori szigorlati bizottság:

| | | |
|--------|----------|-------|
| elnök: | Dr. .... | ..... |
| tagok: | Dr. .... | ..... |
| | Dr. .... | ..... |

A doktori szigorlat időpontja: 2012. november 30.

Az értekezés bírálói:

| | |
|----------|-------|
| Dr. .... | ..... |
| Dr. .... | ..... |

A bírálóbizottság:

| | | |
|--------|----------|-------|
| elnök: | Dr. .... | ..... |
| tagok: | Dr. .... | ..... |
| | Dr. .... | ..... |
| | Dr. .... | ..... |
| | Dr. .... | ..... |

Az értekezés védésének időpontja:

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|---|----|
| 1. BEVEZETÉS | 1 |
| 2. CÉLKITŰZÉSEK | 2 |
| 3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS | 4 |
| 3.1. A TERMŐHELY SZEREPE A SZŐLŐTERMESZTÉSSEN ÉS A BORMINŐSÉGBEN | 4 |
| 3.2. A TERMÉSZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A TERMŐHELYRE | 9 |
| 3.3. A TALAJ, MINT TERMŐHELYI TÉNYEZŐ | 12 |
| 3.3.1. A talaj tápelem-tartalmát befolyásoló tényezők | 12 |
| 3.3.1.1. <i>A talaj kémhatása</i> | 12 |
| 3.3.1.2. <i>CaCO₃-tartalom</i> | 13 |
| 3.3.1.3. <i>Humusztartalom</i> | 14 |
| 3.3.2. Tápelemtartalom vizsgálata a talaj-növény rendszerben a Vitis vinifera esetében | 14 |
| 3.3.2.1. <i>A vízellátottság szerepe</i> | 15 |
| 3.3.2.2. <i>Az alany szerepe</i> | 16 |
| 3.4. A TALAJDEGRADÁCIÓ ÉS KAPCSOLATA A SZŐLŐTERMESZTÉSSEL..... | 16 |
| 4. A MINTATERÜLETEK TÁJI KÖRNYEZETÉNEK BEMUTATÁSA | 20 |
| 4.1. EGRI BÜKKALJA | 21 |
| 4.2. TARNA-VÖLGY | 23 |
| 4.3. KELETI-MÁTRAALJA | 24 |
| 5. ANYAG ÉS MÓDSZER | 25 |
| 5.1. A MINTATERÜLETEK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI | 25 |
| 5.1.1. A vizsgált szőlőfajták bemutatása | 25 |
| 5.1.1.1. <i>Hárslevelű</i> | 25 |
| 5.1.1.2. <i>Kékfrankos</i> | 27 |
| 5.1.2. A mintaterületenként alkalmazott fajták és művelésmód | 29 |
| 5.2. TEREPI MINTAVÉTEL | 33 |
| 5.2.1. Talajmintavétel | 33 |
| 5.2.2. Növénymintavétel | 33 |
| 5.3. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK | 33 |
| 5.3.1. Talajtani alapvizsgálatok | 33 |
| 5.3.2. Szedimentológiai vizsgálatok | 34 |
| 5.3.3. Mikro- és makroelem-tartalom meghatározása | 35 |

| | |
|--|----|
| 5.3.4. A NO₃⁻-tartalom és az AL-oldható foszfortartalom meghatározása | 35 |
| 5.3.5. Termikus (TG/DTG/DTA) vizsgálatok | 36 |
| 5.4. TEREPI MÉRÉSEK, VIZSGÁLATOK | 37 |
| 5.4.1. Gázcsere-mérés | 37 |
| 5.4.2. Smart-féle lombozat-felvételezés | 38 |
| 5.5. EGYÉB VIZSGÁLATOK | 38 |
| 5.5.1. Földtani tényezők vizsgálata geoinformatikai módszerekkel | 38 |
| 5.5.2. Statisztikai elemzések | 38 |
| 6. EREDMÉNYEK | 39 |
| 6.1. A TALAJTANI ALAPTULAJDONSÁGOK ÉS A TALAJOK TEXTÚRÁJÁNAK TÉRBELI HETEROGENITÁSA | 39 |
| 6.1.1. A talajok kémhatásának térbeli változásai | 39 |
| 6.1.1.1. Aktív savanyúság | 39 |
| 6.1.1.2. Potenciális (rejtett) savanyúság | 40 |
| 6.1.2. A CaCO₃-tartalom térbeli heterogenitása | 41 |
| 6.1.3. Humusztartalom, humuszminőség és humuszstabilitás térbeli heterogenitása | 42 |
| 6.1.3.1. Humuszmennyiség | 42 |
| 6.1.3.2. Humuszminőség | 43 |
| 6.1.3.3. Humuszstabilitás | 44 |
| 6.1.4. A talajok textúrájának térbeli heterogenitása | 45 |
| 6.1.5. Következtetések | 50 |
| 6.2. A TALAJOK MIKRO- ÉS MAKROELEM-ELLÁTOTTSÁGÁNAK TÉRBELI HETEROGENITÁSA | 51 |
| 6.2.1. A termőhelyek NO₃⁻ és Al-oldható foszfortartalmának térbeli heterogenitása | 51 |
| 6.2.1.1. NO ₃ ⁻ -tartalom | 51 |
| 6.2.1.2. AL-oldható foszfortartalom | 53 |
| 6.2.2. A talajok mikro- és makroelem-ellátottsága | 55 |
| 6.2.2.1. Alumínium | 55 |
| 6.2.2.2. Bárium | 58 |
| 6.2.2.3. Cink | 60 |
| 6.2.2.4. Kálium | 63 |
| 6.2.2.6. Magnézium | 69 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.2.7. <i>Mangán</i> | 71 |
| 6.2.2.8. <i>Nátrium</i> | 74 |
| 6.2.2.9. <i>Nikkel</i> | 77 |
| 6.2.2.10. <i>Ólom</i> | 79 |
| 6.2.2.11. <i>Réz</i> | 82 |
| 6.2.2.12. <i>Vas</i> | 85 |
| 6.2.3. A cc. $\text{HNO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ és a Lakanen-Erviö oldattal feltárt elemmenyiségek összehasonlítása | 88 |
| 6.2.4. Következtetések | 89 |
| 6.3. TERMŐHELY-TÍPUSOK ELKÜLÖNÍTÉSE TALAJTANI SZEMPONTOK ALAPJÁN .. | 90 |
| 6.3.1. Tipizálás a talajtani alaptulajdonságok alapján | 90 |
| 6.3.2. Tipizálás a talajok textúrája alapján | 91 |
| 6.3.3. Tipizálás a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelten fontos elemek alapján | 92 |
| 6.3.4. Komplex talajtani szempontú tipizálás | 93 |
| 6.3.5. Következtetések | 94 |
| 6.4. A SZŐLŐ MIKRO-ÉS MAKROELEM FELVÉTELÉNEK VIZSGÁLATA | 95 |
| 6.4.1. Az évjárat hatása a szőlő mikro- és makroelem felvételére | 95 |
| 6.4.1.1. <i>A 2010. és 2011. évi bogyóminták elemtartalmának statisztikai összehasonlítása</i> | 95 |
| 6.4.1.2. <i>A csapadék éves eloszlásának hatása a bogyók elemtartalmára</i> | 98 |
| 6.4.2. Az termőhely hatása a szőlő mikro- és makroelem felvételére | 100 |
| 6.4.2.1. <i>A talaj és a bogyók mikro- és makroelem-tartalma közötti kapcsolat vizsgálata</i> | 100 |
| 6.4.2.2. <i>A geológiai adottságok hatása a bogyók elemtartalmára</i> | 102 |
| 6.4.2.3. <i>A lejtő meredekségének hatása a bogyók elemtartalmára</i> | 103 |
| 6.4.3. Az alkalmazott fajta hatása a bogyók elemtartalmára | 105 |
| 6.4.4. Következtetések | 105 |
| 6.5. A TALAJERÓZIÓ ÉS HATÁSA A SZŐLŐ ÉLETTANI FOLYAMATAIRA..... | 106 |
| 6.5.1. A talajerózió szemcseösszetételre gyakorolt hatása | 107 |
| 6.5.2. A talajerózió hatása a talaj ásványos összetételére | 108 |
| 6.5.3. A megváltozott talaj-vízgazdálkodási tulajdonságok hatása a szőlő élettani folyamataira | 109 |
| 6.5.4. Következtetések | 111 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| ÖSSZEFOGLALÁS | 112 |
| SUMMARY | 116 |
| KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS | 120 |
| IRODALOMJEGYZÉK | 121 |
| MELLÉKLETEK | |

1. BEVEZETÉS

Hazánk szőlő- és borágazatát a nemzetközi trendeknek megfelelően az utóbbi években mindinkább a minőségi szemlélet jellemzi. Ezzel együtt a globalizáció (ellen)hatásaként erősödik az igény a helyi sajátosságok iránt. A minőség jegyében egyre nagyobb szerepet kap a borok egyedi jellege, amelynek kialakulásában a földrajzi tényezők meghatározó szerepet játszanak. Fokozatosan felértékelődnek az egyedi vonásokkal rendelkező területek és azok vizsgálata.

A hazai terroirkutatás jelentős lépéshátrányban van a világ vezető bortermelő országaihoz képest. Fontosságát egyre több szőlész, borász és kutatóhely ismeri fel, akik igyekeznek kiválasztani a legjobb, legkülönlegesebb dűlőket, vagyis a szőlőtermesztés számára legalkalmasabb termőhelyeket, majd azok adottságaihoz illő fajtaválasztással és művelésmóddal a legjobb minőségű szőlőt szüretelni és abból egyedi borászati technológiával a kívánt borminőséget elérni.

A termőhelyi tényezők közül az egyik legfontosabb a talaj, amely a földtani közeg, a domborzat, az élővilág valamint a klíma interakciójából jön létre, és amelyre az emberi tényező is egyre komolyabb hatást fejt ki. Számos kutatás irányult a makro- és mikroelemek talaj-növény-bor rendszerben történő transzportjának vizsgálatára. A talaj ásványos összetétele meghatározza az adott termőhely minőségét, amely csupán megfelelő csapadékmennyiség és a talaj kedvező vízgazdálkodási tulajdonságai mellett képes kifejeződni a szőlő és a bor minőségében.

Az Egri borvidék borait gyakran illetik a 'vulkáni talajon termett tüzes' jelzővel. Ellenben a borvidék talajtani szempontból sokkal változatosabb annál, mintsem hogy egyetlen kiragadott példával általánosítani lehessen. A Tarna-völgy alluviális üledékein, az Eged-hegy mészkövén, valamint az Egri-Bükkalja miocén vulkáni tufái alól kibukkanó oligocén homokrétegeken kialakult talajok jelentősen hozzájárulnak a borvidék változatosságához és egyedi arculatához. Ezt az egyediséget azonban egyre nagyobb mértékben veszélyeztetik az intenzív művelés következtében fellépő degradációs folyamatok.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Vizsgálataim célja egyrészt, hogy reprezentatív mintaterületeken vizsgáljam a talajnak, mint termőhelyi tényezőnek a termőhelyre, illetve a szőlőnövényre gyakorolt hatásait, másrészt a termőhelyek közötti és termőhelyen belüli talaj-növény kapcsolat feltérképezése, mivel jelenleg nem állnak rendelkezésre ilyen jellegű adatok. Ennek érdekében a talajtani vizsgálatokat a szőlőbogyók elemtartalmának vizsgálatával, valamint a Károly Róbert Főiskola egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete által végzett növényélettani vizsgálatokkal egészítettem ki.

A vonatkozó szakirodalmi források alapján az egyes termőhelyek jellemzésére a talajok textúrája és tápanyagellátottsága bizonyult a két legfontosabb tényezőnek. A tápanyagok felvehetőségét döntően a talajban uralkodó geokémiai viszonyok határozzák meg, míg a felvett tápanyagok mennyiségét elsősorban a talajok vízellátottsága befolyásolja.

A talajtani tényezők szerepének feltárása érdekében megvizsgálom a mintaterületek földtani háttérét, a talajok textúráját, kémhatását, CaCO_3 -tartalmát, humusztartalmát és annak minőségét. Ezt követően kerül sor a talaj összes és felvehető makro- és mikroelem-ellátottságának elemzésére.

A talaj mellett elvégzem az egyes mintaterületekről származó bogyóminták elemtartalmának vizsgálatát, majd különböző statisztikai módszerekkel keresem ezek összefüggését az egyes talajtulajdonságokkal.

Külön vizsgálom az eltérő textúrájú és vízgazdálkodású, ennél fogva eltérő vízellátottságú talajoknak a szőlő élettani folyamataira gyakorolt hatásait.

Dolgozatomban bemutatom a talajtani tényezőknek a szőlő elemfelvételére gyakorolt hatását, amely során az alábbi kérdésekre keresem a választ:

1. Milyen, a tápelemfelvételt meghatározó földtani és talajtani heterogenitással rendelkeznek a vizsgált termőhelyek?
2. Milyen a talajkémiai tulajdonságok térbeli heterogenitása, hogyan változik a talajok makro- és mikroelem-ellátottsága, azok felvehetősége?
3. Kategorizálhatóak-e az egyes termőhelyek azok talajtani adottságai alapján?
4. Hogyan változik a bogyók elemtartalma két egymást követő, de ellentétes időjárású év függvényében?
5. A termőhelyi tényezők közül melyik van a legnagyobb hatással a bogyók mikro- és makroelem-felvételére?
6. Milyen hatásai vannak a szőlőművelés során végbemenő talajerózióknak a talajra és a szőlő élettani folyamataira?

E vizsgálatok hozzásegíthetnek a termőhelyek talajtani alapú lehatárolásához, valamint tudományos információkkal, adatokkal szolgálhatnak a bortermelők számára, akik ennek ismeretében bővebb információkat kapnak:

- az új telepítés előtt a megfelelő alany és nemes fajta megválasztásához,
- a meglévő ültetvényeknél a termesztéstechnológia esetleges módosításához (tápanyagutánpótlás, fitotechnikai műveletek változtatása).

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A TERMŐHELY SZEREPE A SZŐLŐTERMESZTÉSBN ÉS A BORMINŐSÉGBEN

A szőlő és a belőle készített bor minőségét számos tényező együttes hatása alakítja ki. Ezek között egyaránt megtalálhatóak a természeti tényezők és az emberi hatás is. Az, hogy e tényezők közül melyik válik uralkodóvá, nagyban függ a szőlőtermesztés és borkészítés során alkalmazott technológiáktól (JACKSON – LOMBARD, 1993).

Ma már a borászati szakirodalomban is elfogadott tény, hogy a termőhely szoros kapcsolatban áll a borminőséggel (PEYNAUD, 1987). Napjainkban a minőségi bortermelés előretörése által, az egyediség hangsúlyozásával a termőhely, azon belül pedig a terroir kutatása aktuálissá vált.

Egy-egy termőhely adottságát/egyediségét számos tényező kölcsönhatása alakítja ki. Azok jellemzése, egymástól való elkülönítése rendkívül összetett feladat. Tovább bonyolítja a képet, hogy különböző termőhelyeken más-más fajták termesztetők sikeresen. Ugyanaz a termőhely az egyik szőlőfajta esetében lehet kedvezőtlen, míg más fajta esetében kiváló adottságokkal rendelkező terület. Ennek megfelelően a minősítést egzakt paraméterek alapján kell végezni, amely nélkülözi a termőhelyi hatásokon túli borminőséget befolyásoló tényezőket (fajta, technológia, a szőlész és borász szemlélete).

Az OIV (Office International de la Vigne et du Vin – Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Hivatal) 2010-ben megfogalmazott definíciója szerint: *„a szőlészeti-borászati "terroir" fogalma olyan területre utal, amelyen kollektív tudás halmozódik fel a meghatározott fizikai és biológiai környezet és az alkalmazott szőlészeti és borászati gyakorlat egymásra hatásával, ezáltal egyedi karaktert adva az adott területről származó terméknek. A "terroir" magába foglalja a jellegzetes talajtani, domborzati, klimatikus és táji karaktert, valamint a biodiverzitás sajátosságait.”* [1]. Számos kutató vitatja a terroir ilyen jellegű komplexitását, ezért más-más megközelítés szerint használják és értelmezik azt. Ezeket a meghatározásokat VAUDOUR (2001) négy csoportba sorolta.

Az *első csoportot* az úgynevezett „természetes terroir egység” (NTU=Natural Terroir Unit) alkotja, amely a földfelszín azon része, amely domborzati, klimatológiai, földtani és talajtani szempontból relatíve homogén egységet alkot (LAVILLE, 1993; CAREY, 1998).

Számos vizsgálat bizonyította, hogy egy adott szőlőterület kitettsége, meredeksége és a talaj fizikai jellemzői jelentős hatást gyakorolnak a szőlő minőségi és mennyiségi paramétereire (VAN LEEUWEN – SEGUIN 2006; COIPEL ET AL. 2006, BÁLO ET AL. 2007; ZSÓFI ET AL. 2009). Ezek a tényezők térben változóak lehetnek. Ezzel összefüggésben DELOIRE ET AL. (2002) vezették be az egyes szőlőterületekre, illetve azok csoportjára vonatkozóan az „elemi termőhelyi egység” (UTB=Unité Terroir de Base) fogalmát, amely több éves megfigyelés alapján a mezoklíma és a talaj között meglévő kapcsolaton alapszik.

A *második csoport* már tágabb értelmezést tesz lehetővé és az egyediség hangsúlyozására törekszik. Ennélfogva a definíciók megfogalmazói minden olyan tényezőt, amelyek a bor egyedisége irányába mutatnak, igyekeznek a meghatározás alá vonni.

CARBONNEAU (2001) szerint a terroir fogalmának a szőlészeti és borászati technológiákat is tartalmaznia kell. Bevezeti az ún. ’szőlészeti termőhelyi egység’ (VTU - Unité de Terroir Viticole) fogalmát, amelybe a terroir elemi környezeti egységei (TU – environmental terroir unit) mellett beletartozik a szőlőfajta, valamint a szőlészeti és a borászati technológia is.

VAUDOUR (2003) a terroir-t folyamatosan változó térbeli folyamatként értelmezi, amelyet a szőlő és/vagy a bor szempontjából meghatározó homogén vagy domináns vonások jellemeznek. Ilyenek például a talaj, a táj és a klíma megjelenési formái egy adott helyen és adott időben, amelyek társadalmi és történelmi hagyományokon alapulnak, és azokat a technikai eszközök folyamatos fejlődése alakítja.

MAUGUIN (2003) leírja, hogy az INAO (*Institut National des Appellations d’Origine = Nemzeti Eredetvédelmi Intézet*) célja azon terroir hatások azonosítása és védelme, melyeket a földrajzi környezet hoz létre. Megfogalmazása szerint a terroir egy komplex rendszer, amely az emberi tényezőt, a termesztéstechnológiát, valamint a fizikai környezetet foglalja magába. A szőlőtermesztést sokszor környezeti és a szociológiai tényezők is befolyásolják. Az INAO célja az egyedi tájképi arculat megőrzése, mivel az hatással lehet egy-egy „AOC” (Appellation d’Origine Contrôlée = Ellenőrzött Származás és Megnevezés) bor arculatára.

A *harmadik csoportban* (TRUBEK, 2008; DELFOSSE, 2011) az egyediség és a helyi termékek hangsúlyozása révén társadalmi, irodalmi, képzőművészeti, stb. tényezőket is a terroir részeként kezelnek.

VAUDOUR csoportosítása szerint a *negyedik csoportba* azok a megfogalmazások tartoznak, amelyek a terroir-t, mint a marketingben

használatos címkét írják le ezzel bizonyítva a termék ellenőrzött eredetét (THODE – MASKULKA, 1998, CHARTERS, 2010).

Összességében a terroir legfontosabb jellegzetessége annak komplexitásában rejlik, mivel a borok egyedisége nem vezethető vissza egyetlen tényezőre.

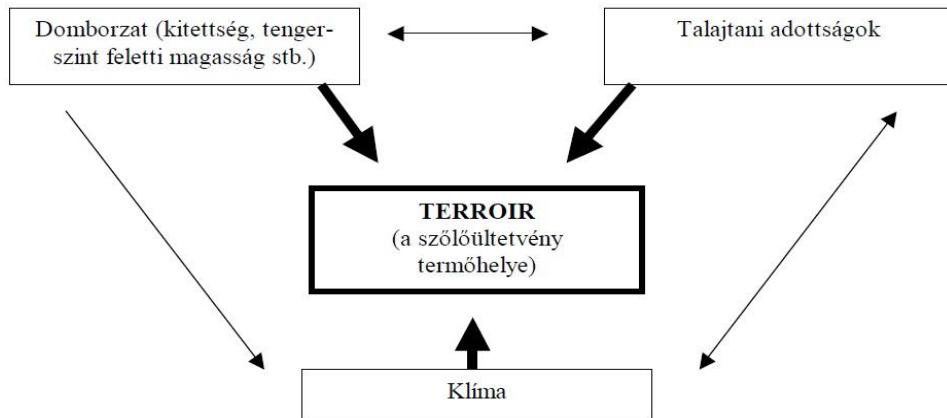
Ahogy az a fentiekből is látszik, a terroir nem korlátozódik csupán a természeti tényezőkre. A globalizáció (ellen)hatásaként erősödik az igény a helyi sajátosságok hangsúlyozása iránt. Így a definícióban a környezeti elemek mellett megjelennek egyéb tényezők is, amelyek az adott terület kultúrtáj jellegét emelik ki:

- terroir-conscience/identitaire – etnikai, szociális identitás;
- hagyományos termelési- és feldolgozási technikák, technológiák;
- egyéb kulturális jellegzetességek.

Látható, hogy mindegyik megfogalmazásban az egyediség áll középpontban, de az egyediséget meghatározó tényezők körét az egyes kutatók igen eltérően értelmezik. A minőségi bortermelés szempontjából célszerű a tágabban vett értelmezések által kezelni az egyes terroir-okat. Azonban tudományos (főként szőlészeti, természet- és élelmiszer-tudományi) szempontból e kutatások materiális jellegénél fogva szerencsésebb a szűkebb meghatározások mentén, a természeti tényezőkre fókuszálva végezni a kutatásokat. Jelen munkám során én is ezekre a tényezőkre helyeztem a hangsúlyt, külön kiemelve a talaj szerepét.

A termőhelyi kutatásokat új szintre helyezte a különböző térinformatikai módszerek fejlődése és elterjedése. Ennek segítségével jelentősen bővültek e kutatások lehetőségei, ezáltal a termőhelyi adottságokat sokkal részletesebb kutatások alá lehet vetni (VAUDOUR, 2002).

Manapság e módszert a termőhelyi kutatások során széles körben alkalmazzák. SCHWAB ET AL. (2003) oly módon végezték el a lejtős termőhelyek modellezését, hogy e rendszerbe betáplálták az aktuális földrajzi, éghajlati és talajtani adatokat. Ennek segítségével lehatárolhatóvá váltak azok a termőhelyek, amelyeken a szőlőtermesztésre alkalmas övezet északi határán (Bajorország), alacsonyabb hőmérsékleti viszonyok között is jó minőségű bort lehet termelni. KÖNIGER ET AL. (2003) szerint a modern térinformatika lehetővé teszi a domborzati, talajtani és klimatikus adatok összegyűjtését és azok komplex összefüggéseinek elemzését, ezek térképen való szemléltetését. A szőlőültetvények térinformatikai értékelésénél a klíma, a domborzat és a talaj egymásra, illetve a terroirra kifejtett hatásait vizsgálják (1. ábra).



1. ábra: A termőhely (szűkebb értelemben vett terroir) alkalmassága a domborzat, a talajtani adottságok és a klíma által meghatározott, melyek egymásra gyakorolt hatásukkal is formálják a szőlő termőhelyét (KÖNIGER ET AL. 2003)

JONES ET AL. (2004) domborzati, talajtani, tájhasználati és klimatikus tényezők figyelembe vételével határolta le Oregon állam területén a szőlőtermesztésre potenciálisan alkalmas területeket. REYNOLDS ET AL. (2007) a talaj textúrájára vonatkozó adatokat térinformatikai alapon kategorizálva hasonlította össze a különböző termőhelyekről származó bogyók tulajdonságaival és ezáltal tett kísérletet a termőhelytípusok elkülönítésére.

Az EU-ban minden terroirt lehetőleg parcella szinten kell lehatárolni. Az, hogy az egyes tagállamok mit neveznek meghatározott termőhelynek, saját döntésükön alapul. Az egyes meghatározott termőhelyeken (pl. borvidékeken) belül is megadható, hogy mely kisebb földrajzi egység neve szerepeljen a címkén. A minőségi borok esetében a meghatározott termőhely feltüntetése kötelező (MIKULÁS – SZABÓ, 2000).

A terroir kifejezés hazánkban is kezd meghonosodni. NEMES (1997) szerint a 18. században a termőhelyeket a talaj minősége, a terület lejtése, a napfénytartam stb. alapján osztályozták. 1760-ban három, míg 1789-ben országosan nyolc osztályba sorolták a szőlőket. SUGÁR (1981) megemlíti, hogy „Egerben erősségre, színre (!), aromára a legjobb minőségű borok az Egeden termelt szőlőből voltak szüretelhetők.”

A hazai szakemberek elsősorban a termőhely természeti adottságait értik a terroir kifejezés alatt (LÓCZY – NYIZSALOVSKY, 2005). KOZMA már 1979-ben részletes vizsgálatnak vetette alá a vörösbort adó fajták termesztésére alkalmas termőhelyeket és az azokon legjobb feltételekkel termesztendő szőlőfajtákat. Területi szempontból Magyarországon a főként

múltbeli tapasztalatokon, hagyományokon alapuló dűlő lehet a terroir alapegysége.

Ehhez természetesen szükséges a dűlőnév piaci bevezetése. GÁL (1998a) felveti az Egri borvidéken a termőhelyek kategorizálásának lehetőségét. E munkában ajánlásokat fogalmaz meg a szőlészetben és borászatban használatos eredetvédelmi rendszerrel kapcsolatban. Meghatározása szerint az eredetvédelmi rendszer olyan nyilvántartásokon alapuló gazdasági szabályozó rendszer, amely előre meghatározott feltételekkel garantálja a borok földrajzi, technológiai eredetét és minőségét.

Komoly fejlődést eredményez a hazai terroir vizsgálatok területén az munka, mely során a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) és a Bor Eredetvédelmi Tanács (BET) Magyarország borvidégeinek képviselőivel az EU-borreform keretében véglegesítette az ismert termőhelyű és használt bornévek termékleírásának tervezetét, s benyújtották azokat az Európai Bizottságnak (EB). Az EU-borreformtól – így a borok termékleírásától is – azt várják, hogy az európai borszektor a jövőben versenyképesebb lesz és piacszerűbben működik [2; 3].

A 127/2009 (IX.29.) FVM rendelet általi szabályozás következtében megszűnt a hagyományos minőségi, táj és asztali bor megnevezés, helyette az alábbi három kategóriát alkalmazzák:

- OEM (oltalom alatt álló eredetmegjelöléssel ellátott bor): a bornak teljes egészében a címkén meghatározott földrajzi területről kell származnia. Jelenleg 33 oltalom alatt álló földrajzi megjelölés létezik.
- OFJ (oltalom alatt álló földrajzi jelzéssel ellátott bor): ebben az esetben is fontos földrajzi megjelölés, de a rendelet szerint ennél a kategóriánál a bor minimum 85%-a kell, hogy megjelölt földrajzi területről származzon.
- FN (földrajzi jelzés nélküli bor): Ezek a borok az ország bármely szőlőterületéről, szabályos ültetvényéről, fajtamegkötés és hozamkorlát nélkül előállíthatóak.

A rendelet által meghatározott termőhelyi szintű lehatárolást Magyarországon a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) végzi a „Magyarország Térinformatikai Szőlőültetvény Regisztere” (VINGIS) projekt által (MARTINOVICH ET AL., 2005; MARTINOVICH ET AL., 2007).

BÁLO ET AL. (2013) több éves munka után Magyarországon először mutattak be példát az Egri borvidék több dűlőjének korszerű leírására, jellemzésére. Ennek során térinformatikai alapokon nyugvó adatbázist hoztak létre az egyes dűlők geográfiai adatainak, mezoklimatikus adottságainak, a növény fiziológiai állapotának, a termés mennyiségi, minőségi mutatóinak, a borminőség adatainak felhasználásával.

3.2. A TERMÉSZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A TERMŐHELYRE

CAREY (2001) szerint a földtani, talajtani, domborzati és klimatikus tényezők, valamint az ezek közötti interakciók határozzák meg egy-egy terroir adottságait.

A legtöbb kutatás komplex módon közelít, együttesen vizsgálva a földtani adottságok, a domborzat, a talaj és a klíma szerepét (CONRADIE ET AL., 2002; VAN LEEUWEN ET AL., 2004; VAUDOUR, 2002). Azonban bizonyos esetekben előfordulhat, hogy a termőhelyi tényezők közül a szőlő- és a borminőség szempontjából az egyik dominánsá válik a többivel szemben. Ezért számos kutatás csupán egyetlen tényező fontosságát hangsúlyozza a terroir elemein belül.

Geológia

A földtani tényezők számos módon jutnak kifejeződésre a bor minőségében. Alapvetően határozza meg a talaj tápanyagellátottságát, szerkezetét, a termőhely morfológiai viszonyait és annak klimatikus adottságait (WOOLDRIDGE, 2000). E hatások azonban rendkívül összetettek, ezért számos kutatás irányult ezek szerepének tisztázására. Azonban mindeddig nem sikerült kimutatni közvetlen összefüggést az alapkőzet, valamint a talajtípus és a szőlő növekedése, illetve a bogyók összetétele között. Ez alól a vízellátottság és a főelemekkel való ellátottság közötti kapcsolat képez kivételt (SWINCHATT, 2006; COIPEL ET AL., 2006). Emellett a geológiai adottságok meghatározzák a kívánt művelésmódot is (COURJAULT-RADÉ, 2007), így a minőségi borkészítés szempontjából a földtani tényezők kiemelt szerepet játszanak (HAYNES, 1999).

Klíma

A klímán belül a makroklíma, mezoklíma és a mikroklíma határozza meg a termőhelyet. Amíg a makroklíma regionális szinten határozza meg a hőmérséklet- és csapadékviszonyokat, addig a mezoklíma a helyi domborzati viszonyok függvényében változik. Ez utóbbinak meghatározó szerep van a szőlőültetvény szempontjából fontos klimatikus elemekre (CAREY, 2001), meghatározva a szőlő élettani folyamatait és a bor karakterét (GLADSTONES, 1992). A mikroklímát elsősorban a szőlőültetvény szerkezete befolyásolja.

HUNTER – BONNARDOT (2011) véleménye szerint a klíma gyakorolja a fő szerepet a szőlő élettani folyamataira, meghatározva a szőlő kémiai összetételét, a bogyók színét, az érés időpontját stb.

A klíma szerepét a klímaváltozás terroirra gyakorolt vonatkozásában számos kutatás érinti, mivel e hatások jelentősen befolyásolhatják a termőhelyek adottságait. (JONES, 2007; SCHULTZ, 2000; VINK ET AL. 2009; WEBB ET AL. 2008).

Domborzat

A domborzati elemeken belül a kitettséget, magasságot és a morfológiát értjük (SAAYMAN, 2002). Ezek a tényezők jelentős mértékben befolyásolják az adott terület klimatikus viszonyait. A magasság függvényében változik a levegő hőmérséklete, páratartalma, a besugárzott energia mennyisége, amelyet a kedvező kitettség és a lejtőszög kompenzálni képes. Emellett a lejtőn lefolyó csapadékmennyiség a felső területeken vízhiányt okoz, amely miatt esetenként a nyári időszakban szárazság stresszel kell számolni (COURJAULT-RADÉ, 2007). Ezzel szemben a hegylábi részeken a pozitív vízmérleg eredményez negatív hatásokat (CAREY, 2001).

Talaj

A talaj meghatározó szerepet játszik a bor karakterében és minőségében (VAN LEEUWEN ET AL. 2004), ugyanakkor nem ismert, hogy pontosan mely elemek felelősek a bor színének, illatának és minőségének kialakulásában, mivel a nitrogén és a kálium kivételével nem igazolható összefüggés a talaj ásványos összetétele és a bor karaktere között (SAAYMAN, 1992; WHITE ET AL., 2007). CAREY (2001) szerint a hatás közvetetten érvényesül, ahol a talaj az alábbi tényezőkön keresztül hat a szőlő és a bor minőségére:

- a talaj kémiai összetétele és pH-ja,
- a talaj színe,
- a talaj hőmérséklete,
- a talaj textúrája és szerkezete,
- a talaj mélysége,
- a talaj vízellátottsága.

A talaj képes tárolni a lehullott csapadékot és befolyásolni a szőlő nedvesség- és tápanyagfelvételét (LANZ, 2004). Ebből a szempontból a fenti tényezők közül a legfontosabb a talaj mélysége, vízvezető- és víztartóképesége, valamint a tápanyagszolgáltató-képesége. A víztartóképeség elsősorban a talaj textúrájától és a kavicsfrakció mennyiségétől függ (ROBINSON, 1999).

A vastag talajréteg, hacsak nincs valamiféle fizikai vagy kémiai akadálya, kedvez a gyökerek mélybehatolásának, amely során a szőlő bizonyos védettséget élvez az extrém időjárási hatásokkal (pl. aszály) szemben.

A talaj színe és hőmérséklete elsősorban a mikroklímán keresztül befolyásolja a minőséget.

A kémiai összetétel és a pH szerepe a tápanyagszolgáltató képesség miatt fontos. A talajban lévő elemek mobilitása a pH csökkenésével nő, ezáltal nagyobb mennyiségben kerülnek a talajoldatba, ahonnan a növények számára felvehetőek (CSILLAG ET AL., 1994; TEMMINGHOFF ET AL., 1998).

Hazánkban a legtöbb kutatás Tokaj-Hegyalja agrometeorológiai adottságaira irányult. JUSTYÁK (1989, 1992) növekedés-analízis (GA: growth analysis) vizsgálatokat végzett 1977 és 1978-ban az Országos Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Tarcali Kísérleti Telepén Furmint, Hárslevelű és Szürkebarát fajtákon. Tapasztalatai szerint a növekedés sebessége a hőmérséklettel van szignifikáns kapcsolatban. TAR (2012) a borvidék mező- és mikroklímáját vizsgálta a globálisugárzás, napfénytartam, léghőmérséklet, valamint a csapadékkellátottság figyelembevételével. CSORBA (2006) a hóolvadás térképezésével, míg PINCZÉS (2006) a szőlők fagykártérképezésével a mikroklíma jelentőségére hívták fel a figyelmet. BOROS ET AL. (2012) geológiai, domborzati, talajtani és klimatikus adottságok figyelembevételével vizsgálták a szőlő- és borgazdaság természetföldrajzi tényezőit. Vizsgálataik azonban a borvidék egészére vonatkoznak, nem termőhely-specifikusak.

BÁLO ET AL. (2004) az Egri borvidék hat különböző termőhelyén lévő Kékfrankos ültetvényen vizsgálták egyes fenológiai fázisok időbeli alakulását. Tapasztalataik szerint a zsendülésig mindössze csak egy-két napos eltérés észlelhető az egyes termőhelyek között, míg az érés időszakában ez a különbség jelentősen növekedett. BÁLO (2006) szerint ez annak következménye, hogy a világosabb, köves talajon éjszaka, a fotoszintézis ún. 'sötét szakaszában' a talajhőmérséklet átlagosan 3°C-kal volt magasabb, mint a mély talajrétegű, nagyobb víztartalmú talajokon. E vizsgálatok szintén rámutatnak a terroir összetettségére, továbbá arra, hogy az egyes tényezők mennyire összefüggenek egymással a termőhelyi jelleg kialakítása során.

DULAI ET AL. (2003) szintén az Egri borvidéken Kékfrankos ültetvények esetében vizsgálták a fotoszintézis funkcionális paramétereinek változását, ahol a fotoszintetikus aktivitásban jelentős eltéréseket tapasztaltak. ZSÓFI ÉS MUNKATÁRSAI (2005) Kékfrankos fajta különböző termőhelyeken mért élettani paramétereit (gázcsere, vízháztartás, vízhiányhoz történő alkalmazkodás) vizsgálva megállapítják, hogy az eltérő ökológiai feltételekkel rendelkező termőhelyeken a Kékfrankos szőlőfajta eltérő módon viselkedik. Ez megnyilvánul az egységnyi levélfelület által produkált szerves anyag mennyiségében, valamint a sejt- és szövetszintű alkalmazkodási mechanizmusokban. A stresszeltebb (vízhiány, fény- és hőstressz) termőhelyeken csökkent sztóma-konduktancia (zártabb sztómanylások), aktuális kvantum-hatásfok (rosszabb fényhasznosítás) és rigidebb sejtfal struktúra alakul ki. Ezek a folyamatok kihathatnak a termés mennyiségére és minőségére is. GÁL (1998b) az Egri borvidék három termőhelyének hatását vizsgálta a Kékfrankos bor minőségére, a borvidéken általánosan alkalmazott szőlőtermesztési technológiával (8-10 rügy/m² terhelés mellett) művelt ültetvényekben. Megállapította, hogy a termőhelyek közötti különbségek nem jelentősek, és a 12-14 t/ha termés esetében a borok nem rendelkeztek egyedi, a

termőhelyre jellemző jelleggel. Ellenben alacsonyabb tőketerhelés mellett egyértelmű különbségeket mutatott ki (GÁL, 2006). Nem vizsgálta azonban a termőhelyek talajtani és klimatikus adottságait. EPERJESI ÉS MUNKATÁRSAI (1998) leírják, hogy a kationoknak, különösen a nyomelemeknek fontos szerepük lehet a borok termőhelyének azonosításában.

3.3. A TALAJ, MINT TERMŐHELYI TÉNYEZŐ

3.3.1. A talaj tápelem-tartalmát befolyásoló tényezők

A talaj, mint háromfázisú polidiszperz rendszer szilárd fázisát amorf és rosszul kristályosodott anyagok, valamint ásványok, illetve kőzettörmelékek alkotják. A homok és az iszapfrakció döntően primer ásványokból áll. Ezek egyaránt lehetnek magmás és metamorf kőzetekből örökölt, illetve üledékes eredetű, összetételüket tekintve változatlan formában fennmaradt ásványok (STEFANOVITS ET AL., 1999). Ezzel szemben az agyagfrakció ásványai jellemzően mállás során létrejött szekunder ásványok, amelyek alacsony hőmérsékleten (<100 °C) végbemenő reakciók során képződtek vagy üledékes kőzetekből származnak (FILEP, 1988).

3.3.1.1. A talaj kémhatása

A talaj kémhatása a talaj vizes vagy KCl-os szuszpenziójában jelenlévő H^+ -ionok koncentrációjától függ. A talajok pH-értéke ingadozik. Ez az ingadozás bizonyos talajoknál évszakonként elérheti a 0,5-1 pH egységet is.

Szoros összefüggés van a pH és a talajban adszorbeált kationok minősége és százalékos aránya között. Amennyiben a $pH > 8,5$ a Na-sók és a kicserélhető Na^+ van jelen nagy arányban, míg ha a pH 7,5-8,5 között van, a Ca^{2+} , illetve a Mg^{2+} válik dominánssá. Savanyú ($pH < 5,5$) talajok esetében a kicserélhető Al^{3+} -ionok uralkodóak (THOMAS, 1967).

A talaj kémhatása jelentős hatással bír a növényekre. A pH csökkenésével nő a mikroelemek elérhetősége (MERINO – GARCÍA-RODEJA, 1997). Ez alól a molibdén képez kivételt, amely magasabb pH mellett kerül felvehető formába. Savanyú talajokban, ha a pH értéke 5,5 alá csökken, megnő az Al^{3+} és az Mn^{2+} -ionok elérhetősége, amely akár toxikussá is válhat a növények számára (KIDD – PROCTOR, 2001). Ha túl sok Al^{3+} áll rendelkezésre a talajoldatban, akkor az gátolja a gyökerek növekedését és működését, ezáltal gátolva a Ca^{2+} és a Mg^{2+} ionok felvételét. Emellett a savas pH mellett a foszfor is elérhetetlenné válik a növények számára, mivel az alumíniummal és a vassal oldhatatlan vegyületeket képez (PRASAD –

HAGEMAYER, 1999). A növényi tápanyagfelvétel, valamint a talaj mikrobiológiai aktivitása számára a semleges körüli pH a legmegfelelőbb.

Számos kutatás rávilágított a nitrogén-, a foszfor- és a káliumműtrágyák talajsavasodásban betöltött szerepére, amelyek közül a nitrogénműtrágyázás szerepe a legnagyobb (KADLICKÓ, 1995; BLASKÓ-ZSIGRAI, 1994; ZSIGRAI, 1995)

3.3.1.2. CaCO_3 -tartalom

A szőlőtalajok szénsavas mésztartalmának vizsgálata a filoxéravész után kapott jelentős figyelmet, amikor elterjedt az európai fajták filoxéra-rezisztens amerikai alanyokra való oltása, amelyekből ma már számos fajta, klón áll rendelkezésre (ARRIGO-ARNOLD, 2007). Az őshonos eurázsiai szőlőfajták jól termeszthetők meszes talajokon is, de ugyanez nem mondható el az alanyként használt amerikai szőlőfajtákról, amelyek fajtától függően, esetenként már a talaj kis CaCO_3 -tartalmára is klorotikus tüneteket mutatnak (KOZMA, 1991). A szőlő leveleit érintő ún. vasklorózis a talaj vashiányos állapotára vagy a vasfelvételt korlátozó tényezőkre vezethető vissza.

A vashiány okozta tüneteket már az 1800-as években leírták, de máig az egyik legnehezebben kezelhető, a mezőgazdaságban jelentős károkat okozó hiánybetegség (GRUBEN – KOSEGARTEN, 2002). Kezelésére számos eljárás létezik, de a legbiztosabb módszer a rezisztens fajták nemesítésében rejlik (NIKOLIC ET AL., 2000; PESTANA ET AL., 2003).

Számos esetben a talajban hiába áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű vas, a nagy CaCO_3 -tartalom következtében kialakuló magas (>7) pH-érték, a bikarbonátok bősége, illetve a P/Fe, Cu/Fe, Mn/Fe, Co/Fe antagonizmus is előidézhet klorózist, gátolva a Fe^{3+} -ionok Fe^{2+} -ionná való redukcióját (HELL – STEPHAN, 2003). Mivel azonban a betegség leggyakrabban magas szénsavas mésztartalmú talajokon jelentkezik, ezért „mészklorózisnak” is nevezik. A szőlő a klorofill-szintézisben csak a Fe^{2+} -t tudja hasznosítani, így ennek hiánya vezet a klorózishoz, közvetett úton pedig a fotoszintetikus aktivitás csökkenéséhez (BAVARESCO – PONI, 2003). A klorotikus tünetek, hasonlóan a Mg-hiány okozta tünetekhez, a levél sárgulását okozzák, de vashiány során az főként a fiatal leveleket érinti. Súlyosabb esetben a klorózis a levélereken is jelentkezik (ABADIA, 1992). Vashiány következtében csökken a tőke biomassza-termelése, ezáltal a lombzat növekedése, korlátozott a bogyók kötődése, amely a termés hozam csökkenését idézi elő. Mindez párosulva a fotoszintetikus aktivitás csökkenésével a termés minőségének romlásához, végső soron a borminőség romlásához vezet (KOZMA, 1991; BAVARESCO ET AL., 1994; PESTANA ET AL. 2004).

A klorózis tünetei az évjáráthatás (hőmérséklet, csapadék, terméshozam) függvényében évről évre változhatnak. Abban az esetben, amikor a talaj felszíni rétegeinek szénsavas mésztartalma alacsony, a fiatal tőkéken csak azt követően jelentkeznek a klorotikus tünetek, miután a gyökérzet a CaCO_3 -ban gazdag talajrétegekig hatol (TAGLIAVINI – ROMBOLA, 2001).

Másrészről meg kell említeni, hogy a talaj meszesége geológiai vonatkozásban a 'terroir' egyik igen fontos tényezője, mivel az határozottan megnyilvánul a bor karakterében (PAVLOUŠEK, 2013).

Manapság az alkalmazott alanyok egyre ellenállóbbak a környezeti stresszhatásokkal szemben (KOYRO ET AL., 2012), azonban az ellenálló képesség alanyonként változó, ezért a meszes talajokon célszerű az ellenállóbb alanyfajták alkalmazása (JIMENEZ ET AL., 2008). Ilyen alanyok például a Fercal, Berlandieri x Riparia Teleki 5C, vagy a Georgikon 28 (KOC SIS, 2010).

3.3.1.3. Humusztartalom

A humusz szerepet játszik a talajok szerkezetének kialakításában, a hő- és vízgazdálkodás szabályozásában, valamint a tápanyaggazdálkodásban (SZALAY, 1964.; HEMPFLING ET AL., 1990; DE MACEDO ET AL., 2002). A szerves anyagok raktározzák a talajok N-készletének 96-97%-át. Emellett jelentős adszorpciós kapacitásuk által más (főként Ca, P, Mg, S, Cu, Zn, Mo, Mn) tápanyagokat is képesek megkötni. Számos mikroelem a szerves anyagok felszínén kicserélhető ionokként és kelátok formájában található meg (KÁDÁR, 1991, BOLAN – DURAISAMY, 2003; YOBOUET ET AL, 2010) . A toxikus elemek (Pb, Cd, Hg) megkötésével képesek azok káros hatásait pufferolni. A szerves anyag emellett az ún. humáthatás által kedvezően befolyásolja a foszfor felvehetőségét. Az ásványi kolloidok felületén PO_3^{4-} -ionok vannak jelen, amelyek humátokra cserélődve felvehetővé válnak (OSZTOICS ET AL., 2002).

3.3.2. Tápelemtartalom vizsgálata a talaj-növény rendszerben a *Vitis vinifera* esetében

A fentiek alapján látható, hogy a talaj és a földtani háttér szorosan összefügg egymással. GERGAUD ÉS GINSBURGH (2005) szerzőpáros cikkükben arra keresik a választ, hogy valóban a talajtani és a földtani tényezők játszó-e a legfontosabb szerepet a szőlőtermesztésben. Az általuk levont következtetések alapján a válasz 'nem', de kiemelik, hogy azok kétségkívül fontosak.

WILSON (1998) szerint a földtani tényezők meghatározzák a domborzatot, a felszíni formákat és a talajtípust, de hatással vannak a vízelvezetésre és a mikroklímára is, tehát sokféle közvetett hatást idéznek elő. HUGGET (2006) és COURJAULT-RADÉ ET AL. (2007) szerint annál nagyobb a földtani tényezők szerepe, minél vékonyabb a talajréteg, mivel ebben az esetben döntően a földtani tényezők határozzák meg a talaj összetételét, valamint annak vízgazdálkodási tulajdonságait.

CANDOLFI-VASCONELOS ET AL. (1997) vizsgálataik során a talaj pH-ja és a tápelemek felvétele közötti kapcsolat alapján a különböző talajtani adottságokkal rendelkező termőhelyek tápelem-ellátottságában jelentős különbségeket tapasztaltak.

Számos szőlészeti és borászati kutatás (SWINCHATT, 2006; COIPEL ET AL., 2006) irányult az alapkőzet – talajtípus – szőlő – bor elemtranszport vizsgálatára, ám azok rendkívül változatos eredményeket adtak. A legtöbb mikro- és makroelem esetében nem sikerült közvetlen kapcsolatot megállapítani, míg más elemeknél más-más tényező befolyásolja azok felvételét. Az eredményeket alapvetően kétféleképpen lehet csoportosítani. A kutatók egy része az alany, míg mások a vízellátottság szerepét hangsúlyozzák, számos tanulmányban a két tényező együttes hatását vizsgálták.

3.3.2.1. A vízellátottság szerepe

A vízellátottságot az évjárathatás és a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai határozzák meg, amelyek az alany stressztűrőképességével összefüggésben együttesen befolyásolják a növény tápelemfelvételét.

COIPEL ET AL. (2006) vizsgálatai szerint a terroir-on belüli vízstressz tekintetében sokkal fontosabb tényező a talaj vastagsága, mint a talajtípus. A vastagabb talajok több vizet képesek raktározni, így a mélyebbre hatoló gyökérzet szárazabb időszakokban is képes biztosítani a szőlő megfelelő vízellátottságát.

ANDRES DE PRADO ET AL. (2007) eltérő vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajokon vizsgálták a borok kémiai összetételét és számos tényező esetében szignifikáns különbséget mértek.

REUTER (2003) szerint a talaj biológiai tulajdonságai befolyásolhatják annak szerkezetét, vízáteresztő képességét, tápanyag-ellátottságát, azok körforgását, illetve meghatározzák a növény „növekedési erélyét”. Kísérletükben különböző talajművelési módszerek talajbiológiára - mint a talaj minőségét jelző tényezőre - kifejtett hatását vizsgálták. Megállapították, hogy azokban a régiókban, ahol elegendő mennyiségű csapadék esik, a sorköz füvesítését a sorolja gyomirtásával párosítva kedvező hatást lehet elérni a talaj biológiai állapotára, valamint tápanyag-ellátottságára.

LEBON ET AL. (2003) az elzászi borvidék különböző területein, talajtípusain modellszámítást dolgozott ki a a talajok termőrétegének vízgazdálkodására a vegetációs időszak egész hosszára. Ezen számítások alapján jó becslést tudnak adni az egyes területek talajvíz készleteinek várható felhasználását illetően.

3.3.2.2. Az alany szerepe

CSIKÁSZNÉ ÉS DIÓFÁSI (2006) az alanyfajták szerepét hangsúlyozzák. Három hazai borvidéken Berlandierei x Riparia keresztezésű alanyra oltott Cabernet sauvignon szőlőfajtán végzett kutatásaik az egyes alanyfajták termőhely-specifikus tápelem-felvételére világítanak rá.

BOGONI ET AL. (1995) megállapításai alapján a környezeti tényezők (talaj, tengerszint feletti magasság, mezoklíma) határozzák meg a N, P, K, Mg, Ca elemek növénybeli koncentrációját. Vizsgálva a fajta és környezet kapcsolatát arra a következtetésre jutott, hogy a N, P, K növénybeli mennyisége nem függ a fajta és környezet kölcsönhatásától, míg a Ca, B, Mg talajbeli mennyiségére az egyes fajták eltérő módon reagálnak, amelyre a mezoklimának is jelentős hatása van. Vizsgálataik során a fajta és kitétség között szignifikáns kapcsolatot találtak a levél N, K és Ca-tartalmát vizsgálva.

BÁLO ET AL. (1989), valamint SZŐKE ÉS KISS (1987) vizsgálatai alapján a tőketerhelésnek és az évjáratnak van jelentős hatása van a szőlő tápelem-ellátottságára. Szélsőséges időjárású években felértékelődik a fajta szerepe, mivel az egyes fajták a különböző időjárási extrémításokat eltérően tolerálják. Hasonló eredményre jutott KOCSIS ET AL. (2001), akik az elemfelvétel kulcsát az alany-nemes kapcsolatban látják, viszont elismerik, hogy a száraz körülmények jelentős hatással bírnak a tápanyagok felvételére. A fentiekhez hasonló következtetésre jutott CUS (2004) is, aki szerint a talajtani és a klimatikus adottságok, módosító hatással bírnak az alany és az arra oltott nemes sajátosságaira vonatkozóan, így az azok közötti tápelem felvételben (is) megmutatkozó kapcsolat az évjárattól, valamint a termőhelytől függően is változhat.

3.4. A TALAJDEGRADÁCIÓ ÉS KAPCSOLATA A SZŐLŐTERMESZTÉSSEL

A talajerózió eső és szél általi energiaátadás következtében alakul ki (PIMENTEL ET AL., 1995). A vízeróziót kiváltó tényezők között szerepel a csapadék (cseppnagysága, beesési szöge, intenzitása, időtartama), a hó és jég (mennyisége, olvadási ideje, olvadási gyorsasága), valamint a lejtő (meredeksége, hossza, alakja, kitétsége). Az eróziót befolyásolja a talaj nedvességi állapota, vízgazdálkodása, szerkezete, borítottsága (KERÉNYI,

1991; MORGAN, 2005). Szőlőterületek esetében elsősorban a vízerózió okoz problémát, míg szélerózió ellen számos esetben (így a Duna-Tisza közén is) szőlőtelepítéssel védekeznek (MEZŐSI – SZATMÁRI, 1998).

Míg a síksági területeken a mezőgazdaságilag elsődlegesen fontos növényekkel (főként búzával, kukoricával, újabban repcével) találkozhatunk, addig a dombosági és hegységelőtéri tájak lejtőin a fentebb említett növények helyét gyümölcsösök és szőlő veszi át. Az északi, hűvösebb szőlőtermő tájakon ennek különös jelentősége van. A magasabb földrajzi szélességből eredően a besugárzott energia mennyisége csökken, azonban ez a negatív besugárzási mérleg a déli lejtőkön a lejtőszög és a kitettség függvényében kompenzálható, amely kedvezően befolyásolja a szőlő élettani folyamatait (JUSTYÁK, 1965; SMART, 1973; FITZHARRIS – ENDUCHER, 1996; WOOLDRIDGE – BEUKES, 2005; PATRICHE ET AL., 2011). Ebben az esetben azonban a monokultúras termesztésmód és a sokszor helytelen sorkialakítás és agrotechnika következtében a talajerózió jelentős károkat képes okozni.

Számos kutatás rávilágított arra, hogy összehasonlítva más mezőgazdasági növényekkel a szőlőterületeken alkalmazott termesztéstechnológia okozza a legnagyobb talajpusztulást (TROPEANO, 1983; KOSMAS ET AL., 1997). MARTÍNEZ-CASASNOVAS – SÁNCHEZ-BOSCH (2000) vizsgálatai alapján a helyzet csak romlott a hagyományos művelésmódot felváltó nagyparcellás, intenzív művelésmód következtében. Mindez annak köszönhető, hogy a szőlőterületek jelentős része dombosági területen fekszik és a talajfelszín jórészt fedetlen. LASANTA és SOBRÓN (1988) vizsgálatai alapján szőlőterületek esetében a talajfelszín átlagos borítottsága november és március között 5%, áprilisban 20%, májusban 40%, júniusban 80%, július és szeptember között 80% és 70% októberben. Fiatal ültetvények esetében ez az érték még a nyári hónapok során sem éri el a 10%-ot.

Hazánkban PINCZÉS (1998) a talajeróziós folyamatokat nagyban befolyásoló geomorfológiai formák vizsgálatát végezte el a Tokaji-hegységben, míg a Bodrogkeresztúri-félmedencében PINCZÉS ÉS TÁRSAI (1978), valamint KERÉNYI (1987) talajeróziós kutatásokat folytattak, amely során a talaj termékenységének változásait vizsgálták az erózió függvényében. KERÉNYI (1994) és BOROS (2011) tokaji löszös talajú szőlőterületeken talajeróziós vizsgálatokat folytattak és azt tapasztalták, hogy a hagyományos művelést felváltó lejtőirányú művelés fokozta az erózió mértékét, amely kiküszöbölése csupán a csapadékvíz megfelelő elvezetése, teraszírozás, talajfedés által oldható meg.

A talajerózió szőlőterületeken való mérésére számos módszert alkalmaznak. Léteznek direkt és indirekt mérési módszerek.

A direkt módszerek az erózió által elhordott talaj mennyiségét mérik. E módszerek lehetnek térbeliek és időbeliek. A vizsgált területi egység mérete is igen változatos lehet. WAINWRIGHT (1996) vízgyűjtőterületek esetében vizsgálta az extrém esőzések által kiváltott erózió mértékét. Mások parcella szintű eróziós vizsgálatokkal foglalkoztak (KOSMAS ET AL., 1997; BATTANY – GRISMER, 2000). A direkt módszerek hátránya, hogy számos esetben módszertani és pénzügyi nehézségekkel kell szembenézni, valamint nagyon időigényesek (STROOSNIJDER, 2005).

Az indirekt módszerek szintén sokfélék lehetnek és a feltételezett eróziós folyamatok vizsgálatán alapulnak. MARTÍNEZ-CASASNOVAS (2002) az extrém esőzések előtti és utáni állapotok alapján digitális magasságmodell segítségével nagyfelbontású talajeróziós méréseket végzett. QUIQUEREZ (2008) a vízfolyások általi árkok nagysága alapján számszerűsítette az extrém esőzések hatásait.

Egyes kutatók magát a szőlőtőkét, mint növényi 'markert' használták fel az eróziós folyamatok nagyfelbontású vizsgálatára. A módszer azon alapul, hogy az egyes szőlőtőkék milyen mértékben takaródtak ki, illetve temetődtek be az erózió következtében (BRENOT ET AL., 2006; PAROISSIEN ET AL. 2010).

WANG ET AL. (2007) a ^{137}Cs izotópot, mint mesterséges és az atomrobbantások és erőművi katasztrófák során a környezetbe kerülő radionuklidot használták fel a talajerózió mérésére. A módszer hátránya, hogy igen költséges és csak jelentős bizonytalansággal alkalmazható a talajerózió becslésére (BOARDMAN, 2006). Mindezek ellenére e módszer segítségével jól vizsgálhatóak a talajerózió által a mezőgazdasági területeken bekövetkezett változások (LOUGHRAN – BALOG, 2006). Hazánkban JAKAB ET AL. (2007) a vízmosások eróziós hatását a Tetves-patak vízgyűjtőjének területén vizsgálták ilyen módon. A módszer több évtizedes eróziós tevékenység hatását méri, így az egyes évek eróziós folyamatairól nem nyerhető belőle pontos információ.

Láthatjuk, hogy a direkt és indirekt módszerek egyaránt számos előnnyel és hátránnyal rendelkeznek. Kis mintaterületek, parcellák esetében érdemes a direkt módszereket alkalmazni, mivel általuk jóval pontosabb eredmény érhető el. Nagy területek esetében, azonban az indirekt módszerekre kell hagyatkozni. Nagy területet érintő, részletes eróziós vizsgálatok során pedig a direkt és indirekt módszerek együttesen vezethetnek eredményre.

A modern távérzékelési módszerek segítségével, hiperspektrális légifelvételük által lehetőség nyílik a földfelszín különböző paramétereinek,

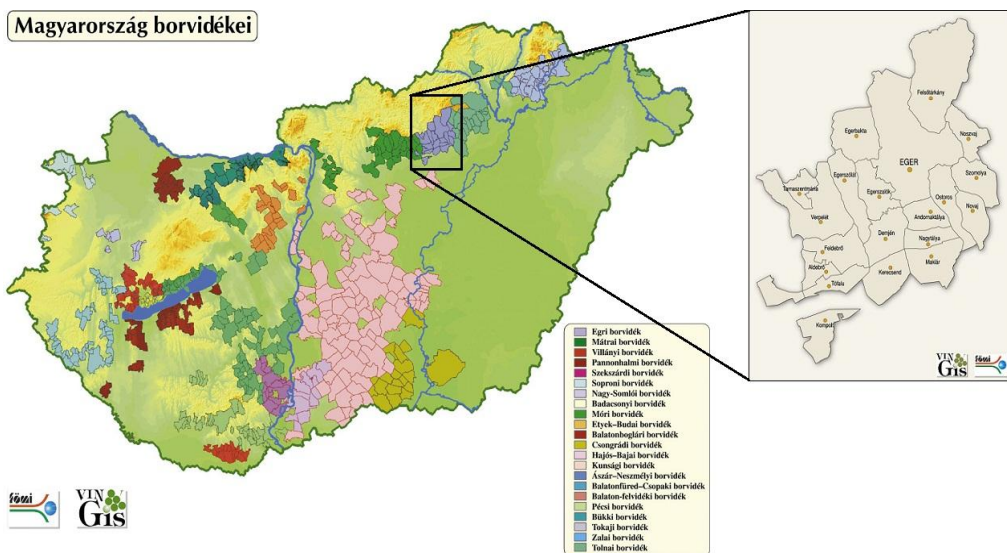
így a talajfelszín nagyfelbontású vizsgálatára is. Segítségével számos tényező egyidejű vizsgálata valósítható meg. Hátránya, hogy terepi mintavételezés és az azt kiegészítő laborvizsgálat szükséges a felvétel során keletkező „zajok” szűréséhez, valamint, hogy a talaj mélyebb rétegeiről nem nyújt információt.

BEN-DOR ÉS TÁRSAI (2002) a módszer segítségével a talaj szervesanyag-tartalmát, aktuális nedvességtartalmát, vízáteresztő képességét, valamint sótartalmát vizsgálták izraeli mintaterületeken. Ezzel szemben LAGACHERIE ET AL. (2008) a talaj CaCO_3 és agyagtartalmát vizsgálták.

CORBANE ÉS TÁRSAI (2012) mediterrán szőlőterületeken több időpontban készített légifelvételek alapján elemezték a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait.

4. A MINTATERÜLETEK TÁJI KÖRNYEZETÉNEK BEMUTATÁSA

Kutatásaim helyszínéül az Egri borvidéket választottam (2. ábra), amely 20 települést (Eger, Andornaktálya, Demjén, Egerbakta, Egerszalók, Egerszólát, Felsőtárkány, Kerecsend, Maklár, Nagytálya, Noszvaj, Novaj, Ostoros és Szomolya, Aldebrő, Feldebrő, Tófalu, Verpelét, Kompolt és Tarnaszentmária) foglal magába.

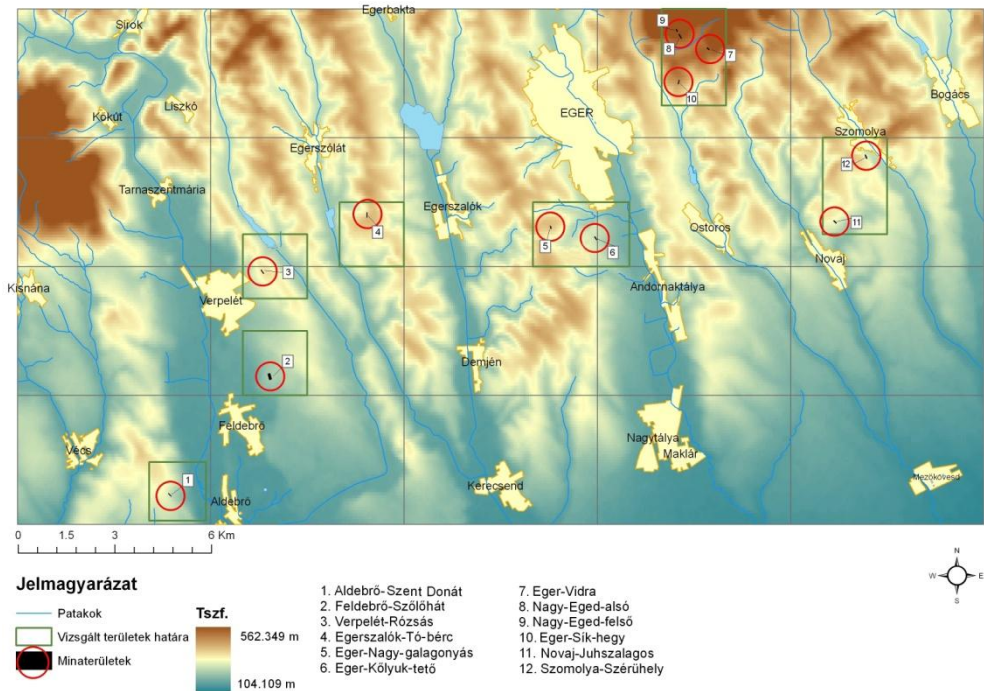


2. ábra. Az Egri borvidék elhelyezkedése hazánk borvidékein belül
(Forrás: FÖMI VINGIS)

Az Egri borvidéket számos leírás a Bükk-hegység déli lábainál elhelyezkedő szőlőtermő területként jellemzi. Ez az állítás azonban csak részben igaz, mivel a települések külterületi határaihoz igazodó borvidéki lehatárolás által maga a borvidék számos kistáját érint és nyugat felé a Tarna-völgyön túlnyúlva a Keleti-Mátraalja kistájba is átnyúlik.

A választott mintaterületek a borvidék különböző területein találhatóak, így reprezentálják annak változatosságát (3. ábra).

A borvidék által érintett 9 db kistáj (Egri-Bükkalja, Déli-Bükk, Tárkányi-medence, Hevesi-sík, Borsodi-Mezőség, Tarna-völgy, Gyöngyösi-sík, Keleti-Mátraalja, Déli-Mátra) közül az általam vizsgált 12 termőhelyből 9 az Egri-Bükkalján, 2 a Tarna-völgyben és 1 a Keleti-Mátraalja kistájon belül helyezkedik el. Ezek természetföldrajzi jellemzését a Magyarországi Kistájok Katasztere (DÖVÉNYI, 2010) alapján a következőkben ismertetem.



3. ábra. A vizsgálati területek elhelyezkedése a borvidéken belül
 (Forrás: KRF-SZBKI, Eger - „A magyar borok versenyképességének megalapozása hagyományos és biotechnológiai módszerekkel, az eredetvédelem és a marketing fejlesztésével” c. NKFP4-00017/2005 pályázat jelentése)

Megjegyzés: A dolgozatomban szereplő ábrákon és táblázatokban a mintaterületeket az alábbi jelölésekkel, rövidítésekkel láttam el:

*AD – Aldebrő - Szent Donát
 FD – Feldebrő - Szőlőhát
 VP – Verpelét - Rózsás
 TB – Tó-bérc
 NG – Nagy-galagonyás
 KT – Kölyük-tető*

*VD – Vidra
 NEA – Nagy-Eged alsó
 NEF – Nagy-Eged felső
 SH – Sík-hegy
 JSz – Juhszalagos
 SzH – Szérűhely*

4.1. EGRI BÜKKALJA

Domborzat

A kistáj 126-420 m közötti tszf-i magasságú, enyhén D-DK felé lejtő hegységelőtéri dombság. Felszínének 60%-a közepes magasságú, 40%-a alacsony dombhátaból és lejtőkből álló É-D-i futásirányú völgyekkel erősen felszabdalt, völgyközi hátakkal tagolt hegyláb felszín, illetve hegységelőtéri lejtő. Átlagos vízfolyássűrűsége 5 km/km², míg a relatív relief átlagos értéke

70 m/km², amelyek értéke D felé haladva csökken. A DNY-i kitettségű lejtők, különösen a kistáj Ny-i és DNY-i részén, nagymértékben erózióveszélyesek.

Földtan

A kistáj felszínének kb. 30%-át szénhidrogén-indikációs oligocén slír, márga, homok alkotja, amelyben triász karbonátos kibukkanások jelennek meg. Dél felé haladva K-Ny irányú sávban alsó-miocén riolittufa található. A kistáj DNY-i részén a tenger visszahúzódását követően több fázisban pliocén homokos, agyagos, márgás üledékek képződtek, amelyek jelentős mennyiségű lignitlepeket rejtenek. A déli területeken pleisztocén lejtőanyagok találhatóak, amelyekbe helyenként szoliflukció által kevert lösz található.

Éghajlat

Mérsékelt meleg - mérsékelt száraz éghajlatú kistáj. A napsütés évi összege 1850 óra, amelyből 750-760 óra esik a nyári, 180 óra pedig a téli időszakra. Az évi középhőmérséklet a magasság függvényében 8-10 °C között változik. A fagymentes időszak 185 nap körüli, de a délies lejtőkön 190 nap fölötti érték is lehetséges. A csapadék sokéves átlaga 600 mm.

Vizek

A Tarnába folyó Kígyós-pataktól K-re D-nek futó kis vízfolyások völgyei tagolják fel, ahol a völgytalpak ritkán kerülnek elöntés alá. A talajvíz a kistáj D-i részén 6 m alatt összefüggően megtalálható, amely a völgyekben 4 m fölé emelkedik, mennyisége azonban nem jelentős. Ezzel szemben a terület rétegvizekben kifejezetten gazdag.

Növényzet

Az erdőssztyep zónába tartozik, ahol egykor nagyobb arányt képviseltek az erdők, mint a sztyepjellegetű füves területek. Jelenleg intenzíven művelik, területét szőlők, szántók, legelők és gyümölcsösök foglalják el. Ennek ellenére az Alföldön egykor elterjedt pannonikumi vegetáció izolált foltjai még fellelhetők. 250 m-es tszf-i magasság fölött cseres-tölgyesek uralkodnak, de ezeket esetenként telepített fenyvesek, akácosok, legelők tagolják.

Talajok

Az oligocén alapkőzeten zömmel agyagbemosódásos barna erdőtalajok jellemzőek, amelyek mechanikai összetétele vályog, ennél fogva azokat közepes vízáteresztő és nagy víztartó képesség jellemzi. A miocén tufákon és a lösszel kevert üledékeken barnaföldek alakultak ki, amelyek

mechanikai összetétele a vályogtól az agyagos vályogig változik. Mechanikai összetételtől függően kis- és közepes vízáteresztő képességűek. Az Alfölddel határos pleisztocén lejtőhordalékokon agyagos csernozjom barna erdőtalajok alakultak ki. Ezek kis vízáteresztő képességű, jó víztartó talajok.

4.2. TARNA-VÖLGY

Domborzat

129-210 m tszf-i magasságú, közel É-D-i futásirányú teraszos folyóvölgy. Átlagos vízfolyássűrűsége $2,9 \text{ km/km}^2$, míg az átlagos relatív relief 60 m/km^2 , amelyek értéke D-felé csökken. Felszíne közepesen, Siroktól északra nagymértékben veszélyeztetett az erózió által.

Földtan

A kistáj északi részén oligocén homok és homokkő jellemző, míg Siroktól délre miocén riolittufa és mészkő fordul elő. A D-i részen pannon homok és kavics található a felszínen, amely helyenként jelentős vastagságban glaciális agyaggal, vályoggal, löszös homokkal (a teraszokon lösszel) fedett.

Éghajlat

Mérsékelt hűvös - mérsékelt száraz, a völgy déli részén pedig mérsékelt meleg-mérsékelt száraz éghajlat jellemzi. Az éves napfénytartam 1850-1900 óra közötti, amelyből a nyári hónapokra 740-750 óra, a téli hónapokra pedig 160-180 óra jut. Az évi középhőmérséklet $8,8-9,8 \text{ }^\circ\text{C}$ közötti. A fagymentes időszak É-on 170, délen 180 nap körüli. Az éves csapadék 550-600 mm közötti.

Vizek

A Tarna vízjárása szélsőséges, rendszerint az őszi árvizek nagyobbak, mint a kora nyáriak. A völgy nagy esése miatt az árvizek gyors lefutásúak. A talajvíz 2-4 m közötti, a rétegvíz készlet csekély, az artézi kutak sekélyek.

Növényzet

Eredeti növényzete puhafás ligeterdő, amelyből csupán kisebb foltok maradtak fenn. A folyó egyes szakaszait jelentősebb mocsárrétek, bokorfüzesek kísérik.

Talajok

A völgytalpon Tarnaszentmária vonaláig agyagos-vályogos mechanikai összetételű, közepes vízvezető képességű, jó víztartó, karbonátmentes nyers öntéstalajok jellemzőek. Tarnaszentmáriától délre réti

talajok dominálnak, amelyek mechanikai összetétele és vízgazdálkodási tulajdonsága az öntés talajokéval megegyező, de szervesanyag-tartalmuk magasabb, ennél fogva termőképességük is jobb. A völgyet szegélyező dombok terciér üledékein agyagbemosódásos erdőtalajok képződtek. Ezek vályog, agyagos vályog mechanikai összetételűek. Vízgazdálkodásukat tekintve közepes vagy kis vízvezető és jó, illetve erős víztartó képességű talajok. A dombokon jelentős a köves kopárok aránya. A Hevesi-homokhát nyúlványain kovárványos barna erdőtalajok és barnaföldek alakultak ki.

4.3. KELETI-MÁTRAALJA

Domborzat

A kistáj 109-360 m közötti tszf-i magasságú hegységelőtéri dombság. Geomorfológiai tekintetben a Mátra legnagyobb hegyláb felszíne, amelynek lejtése enyhén DDK irányú. Az átlagos relatív relief 90 m/km^2 , átlagos vízfolyássűrűsége 2 km/km^2 . A hordalékkúprendszer fiatal, meredek lejtésű fiatal É-D, ÉNy-DK irányú süllyedékek tagolják.

Földtan

A földtani alapot bádeni andezit képezi, amely csak északon van a felszínen. Erre bádeni-szarmata márga, homokkő és agyag települt, majd a felső-pannonig lignites képződmények fedték be. Emellett É-on a pleisztocén hordalékkúpok kavicsos-homokos képződményei, D-en pleisztocén lejtőagyagok, tarka agyagok vannak a felszínen.

Éghajlat

Az északi részen mérsékelten meleg - mérsékleten száraz, a déli részen pedig mérsékelten meleg-száraz éghajlatú. Az évi napfénytartam 1880-1900 óra közötti, ebből 770 óra esik a nyári, 180 óra a téli hónapokra. Az évi középhőmérséklet $9-10 \text{ }^\circ\text{C}$ közötti, míg a fagymentes napok száma 185-190 nap. Az évi csapadékösszeg 550-600 mm.

Vizek

A Mátra szél- és csapadékárnyékában aránylag száraz terület, így a vízfolyások vízjárását nagyban a tájhatáron kívüli csapadék határozza meg. A felszínt kisebb patakok tagolják, amelyek árvízi hozamait jelentős tározók (Markazi- és Domoszlói-tározó) hasznosítják. A talajvíz 6 m alatt található, csak a völgytalpakon áll ennél magasabban. Dél felé számos, de mérsékelt vízhozamú artézi kút található.

Növényzet

Eredeti növényzete lösztölgyes, löszpusztagyep, illetve egyéb erdőssztyep növényzet lehetett, amely szinte teljesen átalakult. Jelenleg szántó- és szőlőterületek, települések, bányaterületek fedik.

Talajok

A kistáj talajait 95 %-ban nyirok és csernozjom barna erdőtalajok alkotják. A Visonta környéki nyiroktalajok magas szmekttartalmuk miatt kedvezőtlen vízgazdálkodásúak. A D-i részek agyagos alapkőzetű lejtőin csernozjom barna erdőtalajok alakultak ki, amelyek mechanikai összetétele agyagos vályog, amelyek gyenge vízvezető és erős víztartó képességű talajok.

5. ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1. A MINTATERÜLETEK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI

Kutatásaim fő célja a talaj, mint termőhelyi tényező vizsgálata volt. Ez a tényező az egyes szőlőfajtákra más-más módon fejt ki hatását. Vizsgálataimhoz az Egri borvidék két ismert szőlőfajtáját, a Hárslevelüt valamint a Kékfrankost választottam. A Hárslevelüből készített Debrői Hárslevelű a borvidék egyik védett eredetű bora, míg a Kékfrankos a szintén védett eredetű, házasított Egri Bikavér egyik alapbora.

A termőhelyi hatások, így a talajtani tényezők vizsgálatához eltérő földrajzi adottságokkal rendelkező termőhelyek kiválasztására volt szükség.

Az egyes területeken telepített szőlőfajtákat és az alkalmazott mintavételi, vizsgálati módszereket az alábbiakban ismertetem.

5.1.1. A vizsgált szőlőfajták bemutatása

A vizsgált szőlőfajtákat BÉNYEI ÉS LŐRINCZ (2005) munkája alapján ismertetem.

5.1.1.1. Hárslevelű

Hasonnevei: legtöbb külföldi hasonneve a magyar név tükörfordítása, úgymint: Lindenblättrige, Lipovina, Feuilles de tilleul, Garszleveljü

Származása: egyesek itáliai, mások szláv nyelvterületről származónak vélik, de a legnagyobb valószínűséggel természetes beporzással és termékenyüléssel létrejövő magyar fajta. Az elfogadott rendszerezés szerint convar. pontica, subconvar. balcanica, provar. microcarpa, subprovar. zemplenica.

Elterjedtsége: széles körben ismert és termesztett fajta, de a legtöbb Tokaj-Hegyalján, az Egri borvidéken, Mátraalján, a Villányi borvidék Siklói körzetében találunk belőle. Számottevő területen termesztik a Somlói és a Bükki borvidéken is.

Ampelográfiai jellemzői (4. ábra)

Tőkéje: igen erős fejlődésű, merev, ritkán álló vesszőkkel.

Vesszői: vastagok, világosbarna színűek, barázdált felületűek, ízközüek középhosszú.

Vitorlája: fehér, nemezes szőrzettel borított, sárgászöld színű

Levele: közepes méretű, kerek vagy vese alakú, általában ép, ha tagolt, akkor oldalöblei sekélyek, keskenyek, nyíltak, hegyben végződőek, vállöble nyílt, U alakhoz hasonló. A levéllemez világoszöld, alig hólyagos, zsiros fényű, kiterített, a fonáka gyapjas. A levél széle csipkés fogazású, a levélerek zöldek, a levélnyel barnás árnyalatú és gyapjas.

Fürtje: nagy vagy igen nagy, hossza eléri a 300-500 mm-t is, ami egyedülálló a fajták között, a fürt átlagtömege 180-200 g körüli. A fürt henger alakú, laza, a fürt vége esetenként villásan kettéágazik (fecskefarokhoz hasonlóan).

Bogyói: kicsik, alkalmasint középnagyok, gömbölydedek, zöldessárgák, esetleg rozsdás bevonattal, picit hamvasak, vékony héjúak, lédúsak.

Termesztési értéke

Késő októberben érik, hosszú tenyészidejű fajta.

Erős növekedésű, ritkán álló, felfelé törő szárrendszert nevel. Bőtermő, 12 t/ha feletti termés hozására képes. Másodtermést csak elvéve nevel.

A termés cukortartalma átlagos évjáratban 16-17 magyar mustfok körüli, de jó évjáratban töppedésre és aszúsodásra hajlamos lényegesen magasabb mustfokkal. A must savtartalma valamivel alacsonyabb, mint a Furmint fajtáé.

Viszonylagos fagyűrő képessége közepes vagy az alatti. A szárazságra érzékeny, jó vízgazdálkodású területekre kell ültetni.

Rothadásra érzékeny, amely kedvező évjáratban nemesrothadásba megy át, aszúsodik.

Merev, felfelé törő hajtásai miatt függőnyművelésekre nem való. Jelenleg sok helyen alacsony- vagy közép magas-kordonművelésre telepítik.

Mérsékeltőbb (hosszúcsapos, rövidcsapos) terheléssel is kielégítően terem, nem túl sok zöldmunkát igényel.

Bora jól felismerhető módon fajtajelleges, hársmézhez hasonló illatú, savas karakterű, de a Furmintnál lágyabb. Különösen finomak a töppedt szőlőből származó, késői szüretelésű, valamint az aszúsodott termésből származó borok és borkülönlegességek. Tokaj-Hegyalján kívül híres a Debrői Hárslevelű is.

Telepíthetősége: 5 borvidéken és körzetben (Egri borvidék Debrői körzete, Tokaji borvidék, Villányi borvidék Siklói körzete és a Somlói borvidék mindkét körzete) ajánlott fajtaként, további 13 borvidéken és körzetben pedig engedélyezett fajtaként telepíthető.

Telepíthető klónjai: telepíthetők az 1007, a P. 41 és a T. 311 jelű klónok, illetve megkülönböztető jelzéssel forgalmazható a K. 9-es klón.



4. ábra. Hárslevelű (Forrás: HAJDÚ, 2003 – NÉMETH, 1970 munkája alapján)

5.1.1.2. Kékfrankos

Hasonnevei: Blaufränkisch, Blauer Limberger vagy Lemberger, Limberger, Franconia, Frankovka, Frankovka modra, Moravka, Magyarországon tévesen Nagyburgundi.

Származása: bizonytalan, NÉMETH (1975) szerint convar. orientalis, subconvar. caspica.

Elterjedése: többnyire csak az Osztrák-Magyar Monarchia egykori területén termesztik. Leginkább hazánkban terjedt el. Az összes vörösbor termelő vidékünkön megtalálható, sőt a legtöbb helyen meghatározó

jelentőségű fajta. Első a vörösborszőlők területi rangsorában. Számos értékes tulajdonsága miatt a jövőben is ígéretes fajta marad.

Ampelográfiai jellemzői (5. ábra)

Tőkéje: erős növekedésű, kevés számú, félmereven álló vesszőkkel.

Vesszői: barnás színűek, vastagok, hosszú ízközűek, a rügyek kicsik, hegyesedők, csupaszok.

Vitorlája: barnásbronzos, csupasz.

Levele: nagy, sötétzöld, tompa fényű, vastag, bőrszerű szövetű, sima vagy alig hólyagos felületű, alig tagolt, csúcsa kiemelkedő, vállöble keskeny, V alakú Levélszéle fűrész, levéllemeze kiterített. Fonáka durván sertesszőrös, erei barnáspirosak.

Fürtje: középnagy (150 g), közepesen tömött, vállas.

Bogyói: kicsik, gömbölyűek, sötétkékek, vastag héjúak, lédúsak, savasak, közömbös ízűek.

Termesztési értéke

A középérésű fajták csoportjába tartozik. Szeptember végén érik, de általában később szüretelik nem túl magas cukortartalommal (17-19 mustfok).

Erős növekedésű, viszonylag jó termőképességű, értékes fajta. Rendszerint megbízhatóan terem, s a legrosszabb évjáratokban is elfogadható minőséget ad.

Fekvés és talaj iránt nem igényes, bár sovány, tápanyagszegény homoktalajokra nem való. Fagytűrő képessége az átlagosnál jobb. Nem rothad, fürtjei sokáig a tőkén hagyhatók. Másodtermés-képzésre nem hajlamos.

Kis és nagy tőkeformákon egyaránt eredményesen termeszthető, hosszúmetaszt igényel. Terhelésre kevésbé érzékeny. Mérsékelt zöldmunkát kíván.

Bora fajtajelleges, kellemes zamatú, testes, fanyar, csersavban gazdag, eléggé nyers, kemény karakterű, de az érlelés során savai lefinomodnak, Színanyagtartalma még gyengébb évjáratokban is kielégítő. Különösen neves a Soproni Kékfrankos, de alkotórészét, szinte vázát képezi a Bikavérnek is.

Telepíthetősége: ajánlott fajtaként a Bükkaljai, a Csongrádi, a Balatonboglári, az Etyek-Budai, a Hajós-Bajai, a Mátraaljai, a Soproni, a Szekszárdi, a Tolnai és a Villányi borvidékeken, a Balatonfelvidéki borvidék Balatonederics-Lesencei, illetve az Egri borvidék Egri körzetében, valamint az Izsáki körzet kivételével a Kunsági borvidéken telepíthető. Engedélyezett fajtaként további 10 borvidéken, illetve körzetben ajánlott.

Telepíthető klónjai: telepíthető klónjai a G.379-es, és a Kt.1-es. Előbbi 1999-ben, míg utóbbi 1980-ban részesült állami elismerésben.



5. ábra. Kékfrankos (Forrás: HAJDÚ, 2003 – NÉMETH, 1970 munkája alapján)

5.1.2. A mintaterületenként alkalmazott fajták és művelésmód

Termőhely: Aldebrő, Szent Donát dűlő

Fajta: Hárslevelű, K-9-es klón

Telepítés éve: 1995

Kitettsége: K

Sorirány: ÉNy-DK

Lejtőkategória: 5-12 %

Tengerszint feletti magasság: 184-192 m

Földtani alap: lejtő- és proluviális üledék (1. melléklet, 1. ábra)

Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m

Művelésmód: ernyőművelés

Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Feldebrő, Szőlőhát dűlő (1. melléklet, 2. ábra)

Fajta: Hárslevelű, K-9-es klón

Telepítés éve: 2000.

Kitettsége: plató, enyhe ÉNy-i lejtés

Sorirány: ÉÉNy-DDK

Lejtőkategória: 0-5 %

Tengerszint feletti magasság: 166-172 m⁴

Földtani alap: eolikus lösz

Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m

Művelésmód: ernyőművelés

Alany: Berlandieri x Riparia T.5C.

Termőhely: Verpelét, Rózsás dűlő

Fajta: Hárslevelű, P-41-es klón

Telepítés éve: 1987

Kitettsége: DNy

Sorirány: ÉNy-DK

Lejtőkategória: 5-12 %

Tengerszint feletti magasság: 214-215 m

Földtani alap: eolikus lösz (1. melléklet, 2. ábra)

Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,80 + 0,20 m

Művelésmód: ernyőművelés, ikertőkés

Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Eger, Kőlyuk-tető dűlő

Fajta: Kékfrankos

Telepítés éve: 1993

Kitettsége: plató, enyhe ÉK-i lejtés

Sorirány: ÉNy-DK

Lejtőkategória: 0-5 %

Tengerszint feletti magasság: 187-189 m

Földtani alap: Felnémeti Riolittufa Formáció (1. melléklet, 3. ábra)

Térállás tenyészterület: 3,00 x 1,20 m

Művelésmód: ernyőművelés

Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Eger, Nagy-galagonyás dűlő

Fajta: Kékfrankos

Telepítés éve: 1985

Kitettsége: D

Sorirány: ÉÉNy-DDK

Lejtőkategória: 5-12 %

Tengerszint feletti magasság: 229-237 m

Földtani alap: Felnémeti Riolittufa Formáció (1. melléklet, 3. ábra)

Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m

Művelésmód: ernyőművelés

Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Eger, Nagy-Eged dűlő (alsó)
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1988
Kitettsége: D
Sorirány: ÉÉNy-DDK
Lejtőkategória: 12-17 %
Tengerszint feletti magasság: 294-309 m
Földtani alap: Budai Márga Formáció (1. melléklet, 4. ábra)
Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: ernyőművelés
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Eger, Nagy-Eged dűlő (felső)
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1988
Kitettsége: D
Sorirány: ÉÉNy-DDK
Lejtőkategória: 17-25 %
Tengerszint feletti magasság: 325-339 m
Földtani alap: Budai Márga Formáció (1. melléklet, 4. ábra)
Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: ernyőművelés
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Eger, Sík-hegy dűlő
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1989
Kitettsége: D
Sorirány: ÉÉK-DDNy
Lejtőkategória: 5-12 %
Tengerszint feletti magasság: 256-265 m
Földtani alap: Egri Formáció (1. melléklet, 4. ábra)
Térállás, tenyészterület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: ernyőművelés
Alany: Berlandieri x Riparia, TK 5 BB

Termőhely: Eger, Vidra dűlő
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1988
Kitettsége: D
Sorirány: ÉNy-DK
Lejtőkategória: 5-12 %

Tengerszint feletti magasság: 290-296 m
Földtani alap: Egri Formáció – glaukonitos homokkő (1. melléklet, 4 ábra)
Térállás, tenyészt terület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: Guyot
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Novaj, Juhszalagos dűlő
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1995
Kitettsége: D
Sorirány: ÉNy-DK
Lejtőkategória: 5-12 %
Tengerszint feletti magasság: 200-205 m
Földtani alap: lejtő- és proluviális üledék (2. melléklet, 1. ábra)
Térállás, tenyészt terület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: Guyot
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Szomolya, Szérűhely dűlő
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1995
Kitettsége: K
Sorirány: ÉÉNy-DDK
Lejtőkategória: 5-12 %
Tengerszint feletti magasság: 220-222 m
Földtani alap: Harsányi Riolittufa Formáció (2. melléklet, 2. ábra)
Térállás, tenyészt terület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: ernyőművelés
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

Termőhely: Egerszólát, Tó-bérc dűlő
Fajta: Kékfrankos
Telepítés éve: 1998
Kitettsége: É
Sorirány: É-D
Lejtőkategória: 5-12 %
Tengerszint feletti magasság: 242-252 m
Földtani alap: Pannon agyag (2. melléklet, 3. ábra)
Térállás, tenyészt terület: 3,00 x 1,00 m
Művelésmód: Középmagas kordon
Alany: Berlandieri x Riparia T.5.C.

5.2. TEREPI MINTAVÉTEL

5.2.1. Talajmintavétel

A talajtani alapvizsgálatokhoz, szedimentológiai és elemtartalom mérésekhez, valamint a TG, DTG, DTA vizsgálatokhoz egységes talajmintavételezési módszert alkalmaztam. Ennek során mind a 12 termőhely esetében 180 cm-es mélységig 30 cm-enként a talaj összetételétől függően szelvényásással (3-5. melléklet), illetve Eijkelkamp mintavevő segítségével vettem átlagmintát. A minták átlagolásához mintaterületenként három-három pontban begyűjtött talajmintát használtam. Minden egyes mintavételi pont helyét és magasságát GPS-szel rögzítettem. A minták begyűjtését a Kékfrankos ültetvényekben 2008 júliusában, míg a Hárslevelű termőhelyeken 2008 szeptemberében végeztem.

5.2.2. Növénymintavétel

A mintaterületekről a növényi mintákat (bogyókat) az érési időszakban, közvetlenül a szüretet megelőző napokban gyűjtöttem be. A mintavételezés során a „véletlenszerű bolyongás” módszerét (random walk method) alkalmaztam. Törekedtem arra, hogy egy-egy sor mindkét oldaláról, különböző méretű fürtökből és ne csak a fő fürtzónából gyűjtssek mintákat. Ennek során a fürtök különböző részeiről, egy-egy termőhely esetében, mintegy 100 bogyót gyűjtöttem.

5.3. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

5.3.1. Talajtani alapvizsgálatok

A vizsgálatok elvégzése előtt a szárítószekrényben 105 °C-on szárított légszáraz talajmintákat porcelán dörzscsészében porítottam. 'Köves' minták esetén a kő- és talajszemcséket lefőzéses módszerrel választottam szét.

- *pH (H₂O, KCl) meghatározása*

A pH meghatározást az MSZ-08-0206/2-78 szabvány alapján végeztem, 1:2,5 arányú talaj-folyadék (H₂O, KCl) szuszpenzióban elektromos pH-mérővel.

- *Szénsavas mésztartalom meghatározása*

A vizsgálat során a mészkötőrmelékben gazdag nagy-egedi minták esetében nem a teljes-, hanem az ún. aktív mésztartalmat határoztam meg, mivel az összes mésztartalom nem feltétlenül jelent aktív mészanyagot. A

teljes mésztartalomba beletartoznak a mészkőrögök is, amelyeket szitálással eltávolítottam, majd a légszáras állapotú földes rész mésztartalmát 10%-os sósavval elbontottam. A többi termőhelyről származó, mészkőtörmelékmentes talajminta, nem igényelt szitálást. A fejlődött CO₂ mennyiségét az MSZ-08-0206/2-78 szabvány alapján Scheibler-féle kalciméterrel mértem meg.

- *Humuszmenyiség meghatározása*

A meghatározást az MSZ-08-0452-80 szabvány alapján káliumbikromátos (Tyurin-féle) módszerrel végeztem.

- *Humuszminőség meghatározása*

A humusz minőségét a Hargitai-féle eljárással, NaF és NaOH kioldással nyert oldatból fotometrállással, határoztam meg. Az NaOH a frissen képződött szervesanyagokat és a gyenge minőségű fulvosavakat oldja, míg a NaF a nagy molekulájú, jó minőségű, nagyfokú polimerizációjú Ca-ionokkal telített humuszanyagokat. A kapott értékekből számítottam a humuszstabilitást (Q), majd a humusztartalom ismeretében a humuszstabilitási koefficiens (K).

$$Q = \frac{E_{NaF}}{E_{NaOH}} \qquad K = \frac{Q}{Hu}$$

ahol, E_{NaF}; E_{NaOH} = humuszextraktumok extinkciói

Q = humuszstabilitási szám

Hu = talaj humusztartalma

K = humuszstabilitási koefficiens

5.3.2. Szedimentológiai vizsgálatok

Az előkészítés során a szedimentológiai vizsgálatra szánt mintákat porítottam, így kerülve el, hogy szemcsehalmazok, aggregátumok maradjanak vissza. Egyes (köves) minták esetében ún. lefőzésre volt szükség, ezzel választva szét a kő- és talajszemcséket, majd a 'főzetet' 0,2 mm-es szitán átszűrtem. Végül a mintákat 105 °C-on szárítottam.

- *A 0,2 mm fölötti frakció vizsgálata*

A 0,2 mm fölötti frakció szemcseösszetételének meghatározását száraz szitálással végeztem.

- *A 0,2 mm alatti frakció vizsgálata*

A vizsgálatot Köhn-féle iszapoló készülékkel, az MSZ-08-0205-78 számú szabvány szerint a Stokes-féle súrlódási törvény (gravitációs

szedimentáció) alapján határoztam meg az agyag, vályog és homok frakciókra vonatkozóan.

Megjegyzés: Az ülepedési vizsgálatot az E2 90-120, E2 120-150, illetve az E2 150-180 jelű minták esetében nem tudtam elvégezni, mivel ezek esetében a 0,2 mm alatti szemcsefrakció mennyisége nem érte el a 10 %-ot (3,5% alatt maradt). Ezeket, illetve a 0,2 mm-nél nagyobb frakció arányát száraz szitálással határoztam meg.

5.3.3. Mikro- és makroelem-tartalom meghatározása

A mintaelőkészítés során fontos szempont volt, hogy egyes agyagásványok, amelyek a talajok elemtartalmának jelentős részét megkötik, magas hőmérséklet mellett rendkívül instabillá válnak (FÖLDVÁRI, 1991; 2000). Ebből adódóan a mintákat 75 °C-on szárítottam, és nem éltem a 'lefőzés' lehetőségével sem.

- *Az „összes” elemtartalom meghatározása*

Az elemanalízist megelőzően a vizsgált növény- és talajmintákat az MSZ 21470-50:1998 szabvány alapján 5 ml cc. HNO₃ és 2 ml cc. H₂O₂ oldatában roncsoltam. A roncsolást követően a lehűtött mintákat szűrőpapíron átszűrtem, majd desztillált vízzel 30 ml-re hígítottam.

- *A „felvehető” elemtartalom meghatározása*

A talajok „felvehető” elemtartalom-vizsgálatát Lakanen-Erviö kivonattal (Lakanen-Erviö, 1971) végeztem, amelyet az MSZ 21470-50:1998 szabvány alapján készítettem el. Ennek során a pH-t 4,65-re állítottam be 0,5 M ammónium-acetát + 0,5 M ecetsav + 0,02 M etilén-diamin tetraecetsav felhasználásával. Az így kapott szuszpenziót rázást követően egy napig állni hagytam, majd szűrőpapíron átszűrtem.

Megjegyzés: Az elemtartalom méréseket a KVI-PLUSZ Környezetvédelmi Vizsgáló Kft. akkreditált laboratóriumában végeztük ICP-OES készülékkel.

5.3.4. A NO₃⁻-tartalom és az AL-oldható foszfortartalom meghatározása

A talajok NO₃⁻-tartalmának meghatározása

A vizsgálatot Sims és munkatársai által kidolgozott kromotrópsavas talajkivonattal végeztem. Ennek során 10 g talajhoz 0,1 g szilárd Ca(OH)₂-ot és 50 cm³ desztillált vizet adtam, majd az oldatot 15 perces rázatást követően leszűrtem. A szűrletből 3 cm³-t egy 25 cm³-es főzőpohárba mérve ahhoz 7

cm³ 0,01 %-os kromotrópsavat adagoltam. Mivel a reagens kénsavtartalma miatt az oldat felmelegedett azt szobahőmérsékleten hűlni hagytam, majd 430 nm-en fotometráltam. A standard görbéről leolvasott értéket a hígítások miatt 10/3-mal (az eredeti mennyiségre vonatkoztatva) szorozva, majd az eredményt kettővel osztva 100 g talajra vonatkozóan megkaptam a NO₃⁻ mennyiségét (FILEP, 1995).

A talajok AL-oldható foszfortartalmának meghatározása

A meghatározáshoz 5 g légszáraz talajhoz 100 cm³ 10-szeres hígítású ammóniumlaktát (AL) oldatot /1:20 arányban/ adagoltam, majd 4 órán át rázattam. Ezt követően az oldatot kálium- és foszformentes szűrőpapíron átszűrtem. A szűrlet első 10-15 cm³-ét elöntöttem, majd a vizsgálathoz az ezt követően lecsöpögő szüredéket használtam, amelyből 10 cm³-t kipipetázva ahhoz 15 cm³ kénsavas ammónium-molibdenátot és redukálás céljából 1 cm³ aszcorbinsavas ónklorid oldatot adtam. A foszfáttal reagáló molibdént az aszcorbinsavas ónklorid oldat 6 vegyértékűről 4 értékűre redukálja, amely kék színű elszíneződéssel jár. A kapott szín erősségét 30 perc után 660 nm hullámhosszon fotometráltam (FILEP, 1995).

5.3.5. Termikus (TG/DTG/DTA) vizsgálatok

A termikus vizsgálatra elkülönített mintákat 75 °C-on 24 órán át szárítottam, majd azokon porítást követően differenciál-termoanalitikai (DTA), termogravimetriai (TG) és derivatív termogravimetriai (DTG) vizsgálatokra került sor. A méréseket MOM Derivatograph-C típusú műszerrel végeztem. Inert referenciaanyagként a talajmintákkal megegyező térfogatú, 1000 °C-on izzított Al₂O₃-ot használtam. A 0,1 mg pontossággal bemért mintatömeg 100 mg körüli volt. A vizsgálat során a talajmintákat 10 °C/min sebességgel 1000 °C-ig hevítettem, így a termikusan aktív ásványok meghatározására nyílt lehetőségem.

A termoanalitikai vizsgálatok során a hevítés hatására a következő reakciók mentek végbe (FÖLDVÁRI, 2011):

1. 25-250 °C között az adszorptív víztartalom, valamint az agyagásványok rétegeközi vize távozik,
2. 250-450 °C között a szerves anyagok oxidálódnak,
3. 450-600 °C között az agyagásványok (elsősorban degradált montmorillonit) dehidroxilációja következik be,
4. 650-850 °C között a kalcit bomlása és CO₂ eltávozása játszódik le.

Az ásványok mennyiségét a bomlásukat kísérő tömegcsökkenés és a bomlási reakcióra jellemző sztöchiometriai faktor szorzatával számítottam ki. A mintákban azonosított ásványokat és a sztöchiometriai faktorokat az *I. táblázatban* tüntettem fel (FÖLDVÁRI, 1986).

1. táblázat. A termoanalitikai vizsgálat során feltárt ásványok, azok reakciói és sztöchiometriai faktorai

| ásvány | reakció | sztóch.faktor |
|----------------|--------------------------|---------------|
| montmorillonit | H ₂ O vesztes | 4,2 |
| montmorillonit | OH-vesztés | 23,8 |
| klorit | OH-vesztés | 9 |
| kaolinit | OH-vesztés | 7,17 |
| ferrihidrit | OH-vesztés | 5,9 |
| kalcit | CO ₂ -vesztés | 2,21 |
| szerves anyag | égés | 1 |

A derivatográfus vizsgálatok során a lejtő különböző szakaszain vett talajminták ásványos összetételére kaptam választ. A derivatogramok kiértékelését WINDER szoftverrel végeztem, amely korábbi elemzésekre épül (PAULIK – PAULIK, 1981; SZÖÖR, 1982; SZÖÖR ET. AL., 1984; 1991).

5.4. TEREPI MÉRÉSEK, VIZSGÁLATOK

Az élettani vizsgálatokat a Károly Róbert Főiskola egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének munkatársai végezték. E vizsgálatok a Nagyeged alsó és felső (E1, E2) mintaterületeken történtek.

5.4.1. Gázcsere-mérés

A gázcsere-mérések, 2008. július 20. és október 12. között, két hetente CIRAS-1 típusú, hordozható infravörös gázanalizátorral (PP System, UK) történtek, alkalmanként és termőhelyenként 7-10 ismétlésben. A méréseket véletlenszerűen kiválasztott, kifejlett, egészséges, napfénynek teljes egészében kitett leveleken végeztük. A gázcsere-mérések idején nem volt szignifikáns különbség az egyes területek fotoszintetikusan aktív sugárzása, vízgőznyomása, és hőmérséklete között, habár ezekre az értékekre szezonális fluktuáció volt jellemző. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében a vizsgálati területen belül az összes mérést egy órán belül végeztük el. A helyi időjárási feltételek és az É-D sorirány miatt a mérések elvégzésére leginkább a kora délutáni időpont felelt meg, amikor a levelek a napsugárzásnak leginkább ki voltak téve.

5.4.2. Smart-féle lombozat-felvételezés

A lombozat-felvételezést az érési időszakban 4-5 ismétlésben SMART-ROBINSON-féle (1991) négyzethálós módszerrel végeztük, amellyel a levélrétegszámot, lombozat szélességet, valamint a lomfolytonossági hiány százalékos arányát mértük. E paraméterek kiválóan alkalmasak a szőlőlombozat megvilágítottóságának és növekedési erélyének jellemzésére.

5.5. EGYÉB VIZSGÁLATOK

5.5.1. Földtani tényezők vizsgálata geoinformatikai módszerekkel

A mintaterületek földtani leírásához és szemléltetéséhez terepi bejárás mellett a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) által 2005-ben kiadott 1:100 000 méretarányú Magyarország Földtani Térképe című térképállományt használtam fel. A feldolgozáshoz, illetve a termőhelyek térképi megjelenítéséhez az ArcGIS 10.0 szoftvert alkalmaztam.

5.5.2. Statisztikai elemzések

Az adatok adatbázisba rendezéséhez a MS Excel programot, míg azok statisztikai értékeléséhez SPSS és Past statisztikai szoftvereket használtam.

A talajok makro- és mikroelem-ellátottságának vizsgálatához, valamint a bogyók fémkoncentrációjának statisztikai mutatóinak meghatározásához a boxplot módszert alkalmaztam.

Mann-Whitney próbát használtam a 2010 és 2011-es évek bogyómintái közötti különbség statisztikai igazolására.

A geológiai adottságoknak, a lejtő meredekségének, valamint a fajtának a bogyók elemösszetételére gyakorolt hatásának vizsgálatához Kruskal-Wallis próbát végeztem, amelyhez a kis elemszám miatt a Monte Carlo módszert (10000 ismétlést végez a tapasztalati úton felvett eloszlás alapján véletlenszám-generálás által) alkalmaztam, így a statisztikai próbák eredménye megbízhatóbb lett.

Annak igazolására, hogy a lejtőmeredekség változásának van-e szignifikáns hatása a fémakkumulációra (vagyis van-e trend-jellege a változásnak) Jonckheer-Terpstra próbát használtam.

A Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálattal a talaj felvehető elemtartalma, valamint a csapadék éven belüli megoszlása és a bogyók elemmenyisége közötti korrelációs kapcsolatot vizsgáltam.

A növényélettani eredmények kiértékelése Duncan-teszt alkalmazásával történt.

6. EREDMÉNYEK

6.1. A TALAJTANI ALAPTULAJDONSÁGOK ÉS A TALAJOK TEXTÚRÁJÁNAK TÉRBELI HETEROGENITÁSA

6.1.1. A talajok kémhatásának térbeli változásai

6.1.1.1. Aktív savanyúság

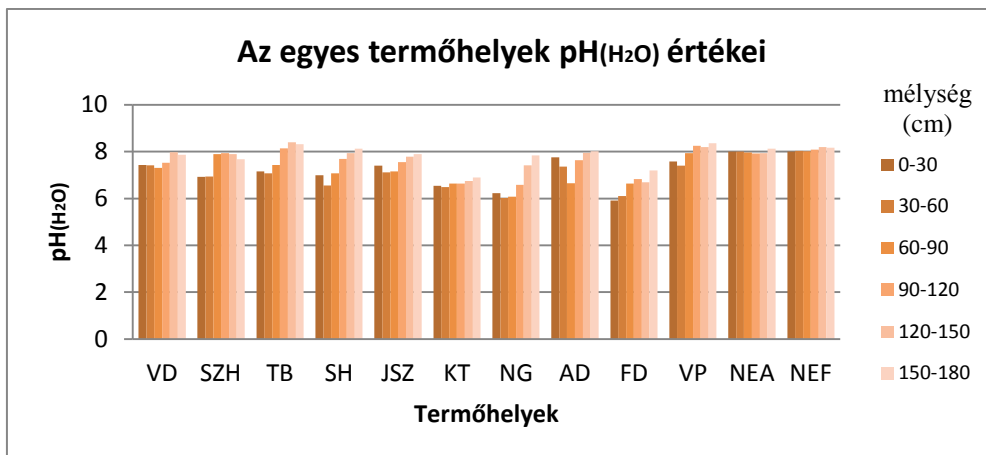
A vizsgált talajok pH-ja döntően az enyhén lúgos tartományba esik (2. táblázat, 6. ábra). Ennek oka a talajok kedvező CaCO_3 -ellátottságában és az alapkőzet geológiai adottságaiban (pl. a Nagy-Egeden megtalálható mészkőben), kisebb részben pedig természetstechnológiai okokban keresendő. A szőlőtelepítést megelőzően a talaj mészállapotától függően meszezéses talajjavítást végeznek, amelynek a talaj pH-ra gyakorolt hatása nem jelentős.

A pH-értékek a talaj felső rétegeiben alacsonyabbak, több esetben a rigólirozás következtében közel azonosak. A mélyebb talajszintekben a pH megemelkedik. Ennek oka egyrészt a humusztartalom változásában keresendő, amely a feltalajban jellemzően magasabb, másrészt pedig az itt előforduló erdőtalajokban a kilúgzás következtében a mélyebb talajrétegek pH értéke megemelkedik. Kivételt képez az aldebrői Szent Donát dűlő, ahol a 60-90 cm-es rétegben mértem a legalacsonyabb pH-t, azonban itt ugyanez a réteg tartalmazza a legtöbb humuszt.

A legalacsonyabb pH-t a savanyú Felnémeti Riolittufa Formáción képződött Kőlyuk-tető és Nagy-galagonyás dűlők esetében tapasztaltam, ahol a mért értékek döntően a gyengén savanyú tartományba estek. Ezzel szemben a Nagy-Egeden a márgás, mészköves alapkőzet miatt, valamint a verpeléti Rózsás dűlő mélyebb rétegeiben a lőszt cementáló CaCO_3 következtében mértem a legmagasabb pH-értékeket.

2. táblázat: A mintaterületek talajainak $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ -értéke a mélység függvényében. Sárgával a *gyengén savanyú* ($\text{pH}=5,5-6,8$), zölddel a *semleges* ($\text{pH}=6,8-7,2$), pirossal a *gyengén lúgos* ($\text{pH}=7,2-8,5$) tartományok

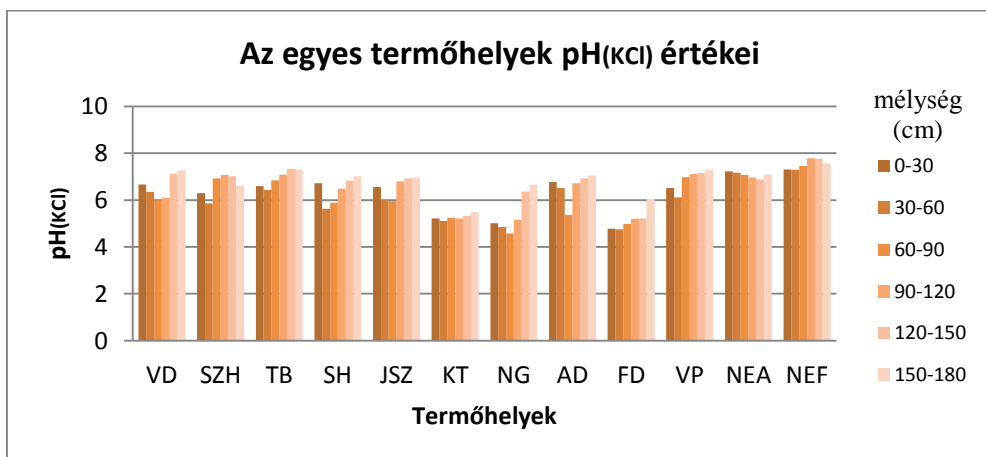
| Mélység | VD | SZH | TB | SH | JSZ | KT | NG | AD | FD | VP | NEA | NEF |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0-30 | 7.43 | 6.93 | 7,16 | 6.99 | 7.40 | 6.54 | 6,22 | 7.76 | 5.92 | 7.59 | 8.00 | 8.00 |
| 30-60 | 7.41 | 6.94 | 7,08 | 6.55 | 7,12 | 6.48 | 6,02 | 7.36 | 6,11 | 7.40 | 8.00 | 8,03 |
| 60-90 | 7,31 | 7.89 | 7.43 | 7,07 | 7,16 | 6.64 | 6,07 | 6.65 | 6.63 | 7.94 | 7.96 | 8,02 |
| 90-120 | 7.53 | 7.94 | 8,14 | 7.69 | 7.55 | 6.64 | 6.58 | 7.64 | 6.83 | 8,25 | 7.92 | 8,09 |
| 120-150 | 7.98 | 7.90 | 8.40 | 7.94 | 7.78 | 6.74 | 7.41 | 7.95 | 6.69 | 8,19 | 7.93 | 8,19 |
| 150-180 | 7.86 | 7.68 | 8,31 | 8,12 | 7.90 | 6.90 | 7.84 | 8,02 | 7,19 | 8.36 | 8,12 | 8,16 |



6. ábra. A mintaterületek talajainak pH(H₂O)-értékei a mélység függvényében

6.1.1.2. Potenciális (rejtett) savanyúság

A KCl-os szuszpenzióban mért pH-értékek termőhelyenkénti és mélységen belüli eloszlása egyaránt megegyezik a pH(H₂O) eloszlásával (7. ábra).



7. ábra. A mintaterületek talajainak pH(KCl)-értékei a mélység függvényében

A vizes és az elektrolitos közegben mért pH-értékek különbségéből számítottam ki a ΔpH értékét: $\Delta\text{pH} = \text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} - \text{pH}_{(\text{KCl})}$. Ez az érték savanyú talajok esetében magasabb, lúgos kémhatás mellett alacsonyabb (3. táblázat). Ebből következtetni lehet a talajok savanyodási hajlamára, amely különösen ott jelentős, ahol talajtani okok (kilúgozás), valamint az antropogén hatás következtében magas ez az érték. Ezzel szemben alacsony ($\Delta\text{pH} < 1$) értéknél

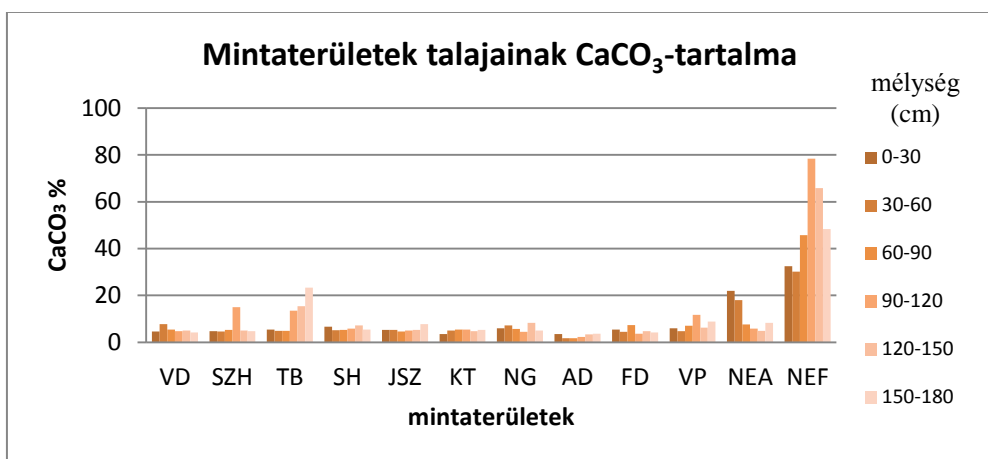
a talajban a savas felületi helyek vannak túlsúlyban, ami negatív nettó töltést jelent. Ezeken a negatív töltésű helyeken jellemzően kicserélhető kationok adszorbeálódnak.

3. táblázat: A különböző rétegekből származó talajmintákra számított ΔpH -értékek

| Mélység | VD | SZH | TB | SH | JSZ | KT | NG | AD | FD | VP | NEA | NEF |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0-30 | 0.76 | 0.63 | 0.57 | 0.27 | 0.85 | 1.32 | 1.21 | 0.99 | 1.14 | 1.07 | 0.77 | 0.69 |
| 30-60 | 1.06 | 1.08 | 0.65 | 0.93 | 1.10 | 1.38 | 1.17 | 0.85 | 1.36 | 1.28 | 0.83 | 0.74 |
| 60-90 | 1.32 | 0.96 | 0.59 | 1.19 | 1.20 | 1.40 | 1.50 | 1.29 | 1.65 | 0.96 | 0.89 | 0.56 |
| 90-120 | 1.42 | 0.86 | 1.05 | 1.21 | 0.75 | 1.42 | 1.42 | 0.92 | 1.63 | 1.13 | 0.95 | 0.30 |
| 120-150 | 0.85 | 0.88 | 1.07 | 1.11 | 0.85 | 1.42 | 1.04 | 1.03 | 1.48 | 1.04 | 1.05 | 0.44 |
| 150-180 | 0.59 | 1.07 | 1.00 | 1.10 | 0.94 | 1.41 | 1.19 | 0.97 | 1.14 | 1.06 | 1.03 | 0.59 |

6.1.2. A CaCO_3 -tartalom térbeli heterogenitása

A mintaterületek CaCO_3 -tartalma minden termőhelyen, valamint azok minden rétegében 5% körüli. Ez alól kivételt képez az aldebrői Szent Donát dűlő, ahol a vizsgált rétegek egyikében sem éri el a CaCO_3 -tartalom a 4%-ot. A Tó-bérc termőhely esetében a mélyebb rétegek CaCO_3 -tartalma meghaladja a 15%-ot és a 150-180 cm-es zónában eléri a 20%-ot is. A nagyegedi termőhelyek esetében a kiugró értékeket a terület geológiai adottságai magyarázzák (8. ábra). A jelentős talajerózió miatt az alsó területeken akkumuláció, míg a magasabban lévő ültetvényeken lehordás jellemző. A kitakaródó meszes, dolomitos (Szépvölgyi Mészke Formáció, Budai Márga Formáció) alapkőzet miatt a Nagy-Eged felső jelentős mésztartalommal rendelkezik. A Nagy-Eged alsó esetében a felső területek felől érkező meszes, mészköves ráhordás indokolja a feltalaj magasabb CaCO_3 -tartalmát.



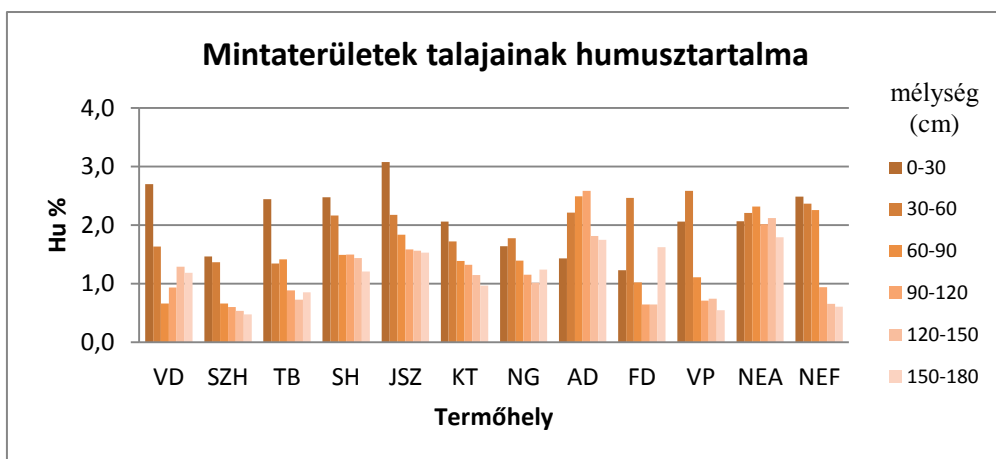
8. ábra. A mintaterületek talajainak CaCO_3 -tartalma a mélység függvényében

6.1.3. Humusztartalom, humuszminőség és humuszstabilitás térbeli heterogenitása

Szőlőterületek talajainál a humusz szelvénybeli eloszlását és mennyiségét jelentősen befolyásolja a talajművelés. A telepítéskori mélyszántás talpmélysége átlagosan 60 cm, ezzel részben homogenizálja, részben felfordítja a felső 60 cm-es talajréteg tulajdonságait. Emellett a szőlőterületek szervestrágyázása is jellemzően a telepítést megelőzően történik. Ezért jelentős hatása van a telepítéstől eltelt időnek, illetve az éves talajmunkáknak is.

6.1.3.1. Humuszmennyiség

A vizsgált területek taljai döntően kis- (<2%), illetve közepes (2-4%) humusztartalmúak. Jellemzően a talajok felső 60 cm-es rétege rendelkezik magasabb humusztartalommal, amelyből a 0-30 cm-es réteg humuszmennyisége kiemelkedő. Kivételt képeznek az Aldebrő, Feldebrő és Verpelét határában vizsgált területek, ahol a homokos, illetve vályogos talajösszetétel kedvez a humuszanyagok mélyebb rétegekbe való lemosódásának, és ezzel magyarázható a Vidra dülő mélyebb talajrétegeiben jelenlévő magasabb humuszmennyiség is. A Nagy-Eged alsó és felső esetében a talaj A-szintje humuszanyagokban gazdag, míg a 'Nagy-Eged alsó' termőhelynél ez főként a talajpusztulás során fellépő akkumulációnak köszönhető, ahol az A-szint vastagsága eléri a 150 cm-t (9. ábra).

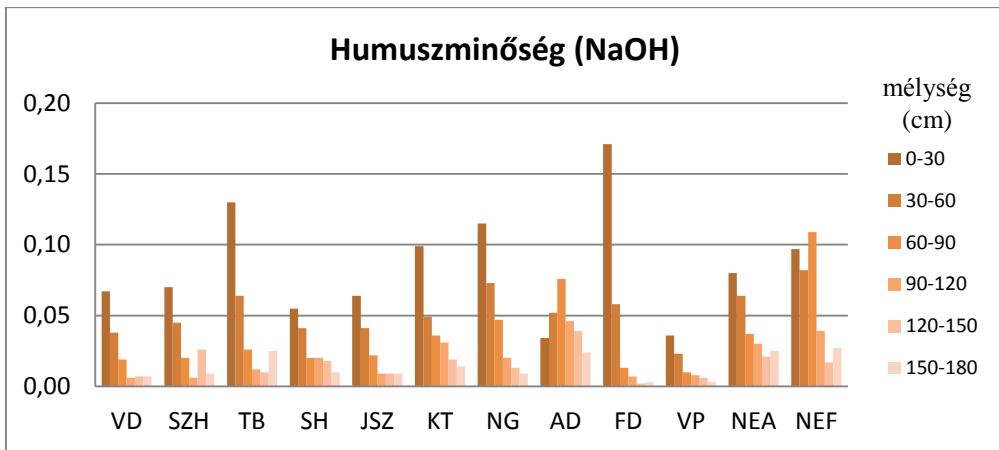


9. ábra. A mintaterületek talajainak százalékos humusztartalma a mélység függvényében

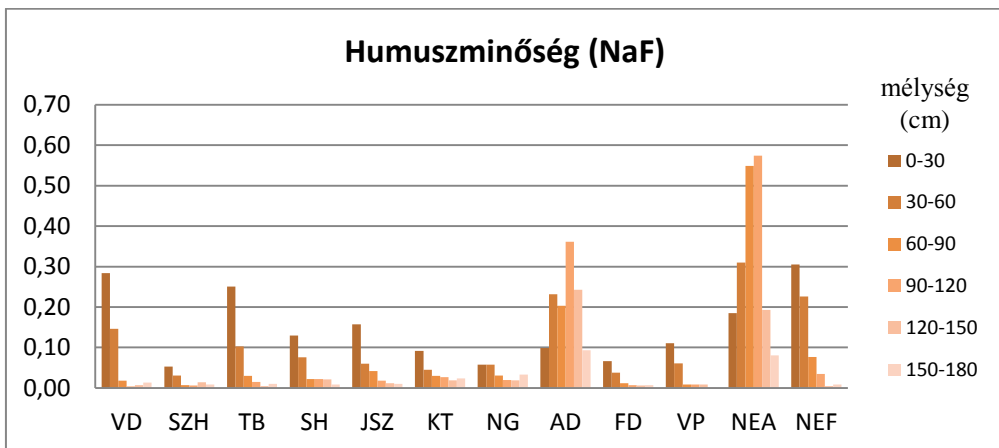
6.1.3.2. Humuszminőség

A vizsgálathoz kétféle kezelést végeztem. A NaOH a könnyen oldható, gyengébb minőségű humusz-komponenseket vonja ki a talajból, míg a jó minőségű szerves anyagokat 1%-os NaF-dal lehet oldatba vinni.

A felszínközeli talajrétegekben egyöntetűen a gyenge minőségű humuszanyagok dominálnak, és csak kisebb mennyiségben vannak jelen a jó minőségű humuszkomponensek. A völgytalpi mintaterületek esetében (Nagy-Eged alsó, Aldebrő-Szent Donát dűlő), ahol magasabb területekről folyamatosan érkeznek a friss, de még nyers humuszanyagok a felszínen még azok dominálnak, de a talaj mélyebb rétegei felé uralkodóvá válnak a jó minőségű humuszkomponensek (10. ábra, 11. ábra).



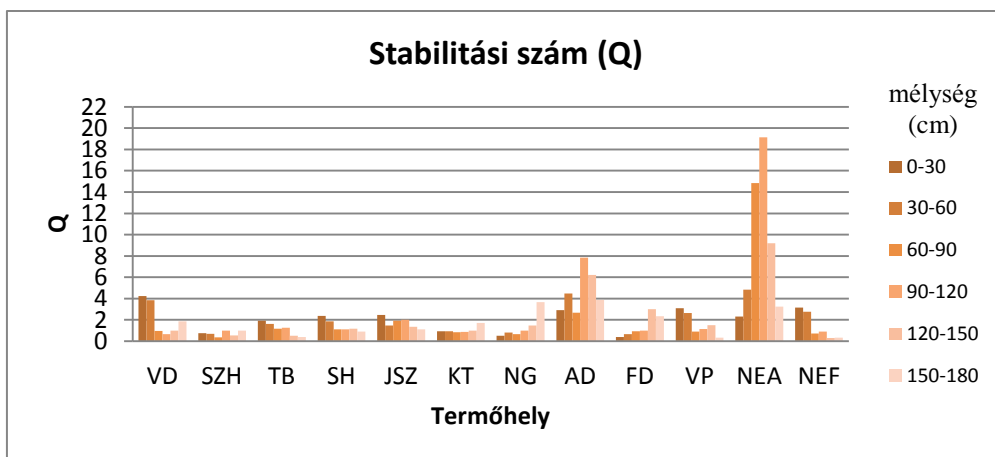
10. ábra. A mintaterületek talajainak NaOH-os extinkció során meghatározott humuszminősége a mélység függvényében



11. ábra. A mintaterületek talajainak NaF-os extinkció során meghatározott humuszminősége a mélység függvényében

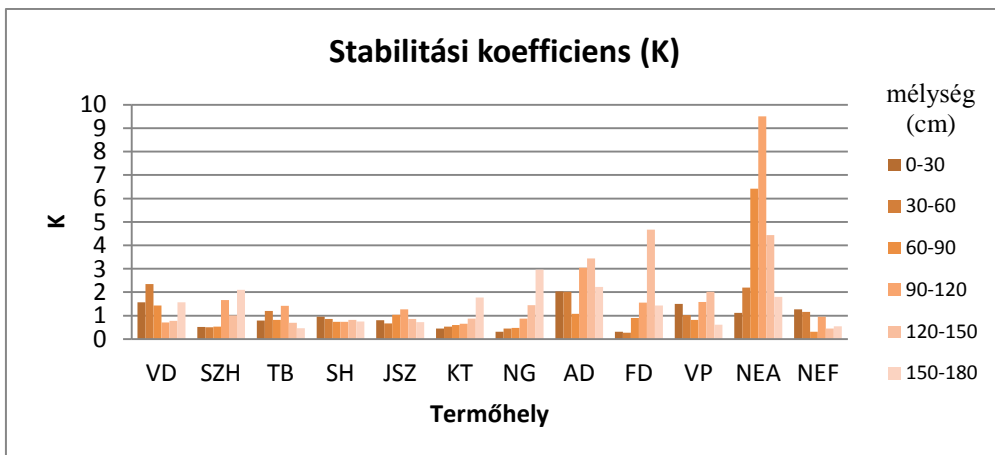
6.1.3.3. Humuszstabilitás

A NaOH-al és a NaF-dal kioldott humuszkomponensek mennyiségi és minőségi viszonyait a humuszstabilitási szám (Q) jellemzi. Azt tapasztaltam, hogy a Szerűhely és a Kőlyuk-tető termőhelyek teljes szelvényeiben a nyers humuszanyagok dominálnak ($Q < 1$), míg a Nagy-galagonyás, illetve a Feldebrő-Rózsás termőhely esetében a talaj felső szintjeiben jellemzőek a gyenge minőségű humuszkomponensek. A többi vizsgált termőhely esetében a jó minőségű humuszanyagok túlsúlya jellemző (ahol $Q > 1$), amely jelentős szerepet játszik e talajok megfelelő adszorpciós kapacitásának és pufferképességének biztosításában. Humuszminőség szempontjából kiemelkedik az Aldebrő-Szent Donát dűlő és a Nagy-Eged alsó termőhely, amelyek esetében döntően a talaj mélyebb rétegei bírnak még az átlagosnál is jobb humuszminőséggel (12. ábra).



12. ábra. A humuszstabilitási szám (Q) értéke az egyes mintaterületek esetében a mélység függvényében

A humuszstabilitási koefficiens (K) a humuszminőséget is magába foglaló egységnyi humusztartalomra vonatkoztatott érték. Döntően a völgytalpi helyzetben lévő mintaterületek talajai (Nagy-Eged alsó, Aldebrő-Szent Donát dűlő) rendelkeznek a legjobb humuszminőséggel. A többi terület esetében gyengébb humuszanyagok jellemzőek (13. ábra). Ezek stabilitását a természetes adottságokon túl befolyásolja még az alkalmazott agrotechnika (talajművelés gyakorisága, lemetszett részek kezelése stb.), valamint a telepítés ideje és a telepítéskor alkalmazott szerves trágya minősége.



13. ábra. A stabilitási koefficiens (K) értéke az egyes mintaterületek esetében a mélység függvényében

6.1.4. A talajok textúrájának térbeli heterogenitása

A talajok textúracsoportok szerinti besorolására az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA) által kidolgozott textúraminősítést alkalmaztam. A talajok szemcseösszetétele jelentős mértékben meghatározza azok tápanyagszolgáltató képességét. A homoktalajok jellemzően rossz vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkeznek és a homokszemcsék felületén nem képesek megkötödni a növények számára hasznos tápelemek. Ezzel szemben a kötött, agyagos textúrájú talajok a vizet és a tápanyagot is egyaránt erősen kötik, azokat hosszú távon képesek raktározni. A növények táplálkozása szempontjából a talaj iszapfrakciója által lazán kötött vízmolekulák, illetve a makro- és mikroelemek könnyen elérhető tápanyagforrást jelentenek. A megfelelő szemcseösszetétel tehát alapvetően meghatározza a növények, így a szőlő megfelelő tápanyagellátását.

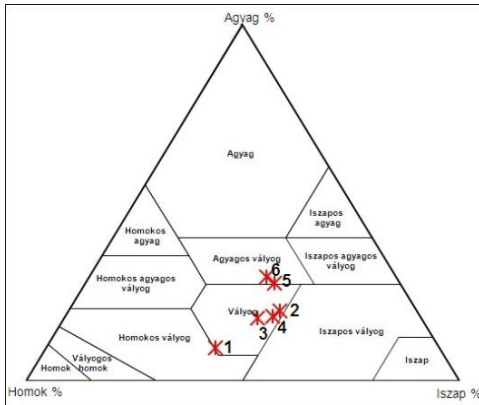
A mintaterületek talajainak szemcseösszetétele között egyes esetekben jelentős különbségek figyelhetők meg (14-24. ábrák, ahol az 1-6-ig terjedő számok a 30 cm-enkénti talajrétegeket jelentik a felszíntől 180 cm-ig). A termőhelyek talajainak textúrája a legtöbb esetben (Nagy-Eged alsó, Kőlyuk-tető, Nagy-galagonyás, Juhszalagos, Sík-hegy, Tó-bérc és az aldebrői Szent Donát dűlő) *agyag*, *agyagos vályog*, *vályog* textúra csoportba tartozik.

A fentiekől némileg eltérő szemcseösszetétellel rendelkezik a Vidra dűlő, ahol a felszíni talajrétegekben a finomfrakció dominál. Ezek a talajrétegek *agyag* és *agyagos vályog* textúrával rendelkeznek. A mélyebb

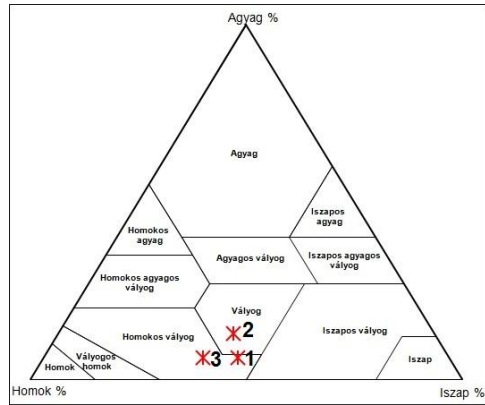
rétegben a homokos alapkőzet miatt a homokfrakció egyre dominánsabb lesz, *homokos agyagos vályog* és *homokos vályog* textúra válik uralkodóvá.

Külön csoportba sorolhatók a Nagy-Eged felső, Vepelét-Rózsás, valamint a Feldebrő-Szőlőhát dűlők. E termőhelyek talajai *vályog*, *homokos vályog*, *vályogos homok*, *homok* textúrájúak. Ez a Rózsás, illetve a Szőlőhát dűlőknél kőzettani okokkal, míg a Nagy-Eged felső esetében a nagyfokú erózióval magyarázható, amely a finomfrakció lehordását okozta.

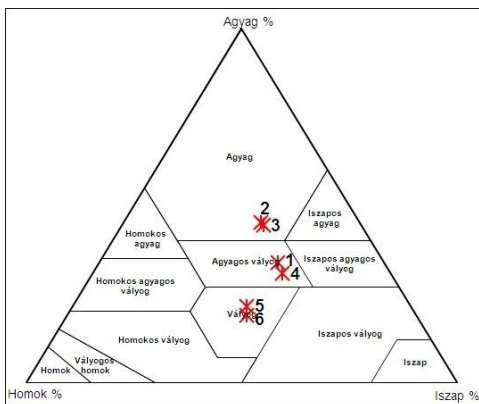
A vizsgált területek talajait a mélyebb rétegek felé haladva egyre durvább frakciók jellemzik. Ez alól kivételt képeznek a Juhszalagos, Kőlyuk-tető, Sík-hegy és a Vidra dűlők, amelyekben különböző mélységben a barna erdőtalajokra jellemző agyagbemosódás mutatkozik. További kivétel a Nagy-Eged alsó termőhely, ahol a 120 cm alatti *agyagos vályog* textúrájú rétegekre a magasabb térszínek felől az erózió által durvább, *vályogos* és kötőrmelékes üledékek akumulálódtak.



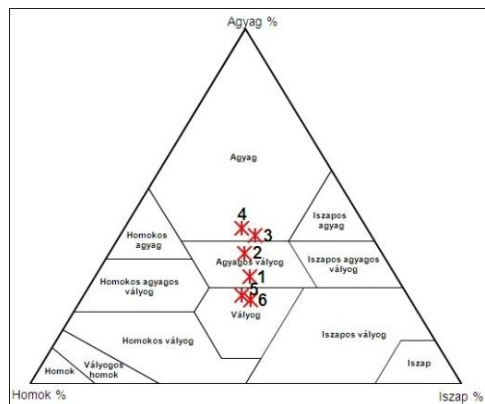
14. ábra. Nagy-Eged alsó textúrája



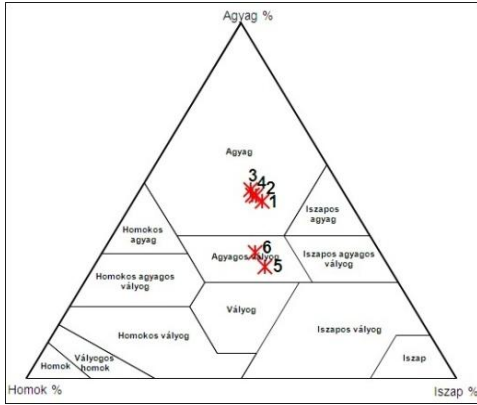
15. ábra. Nagy-Eged-felső



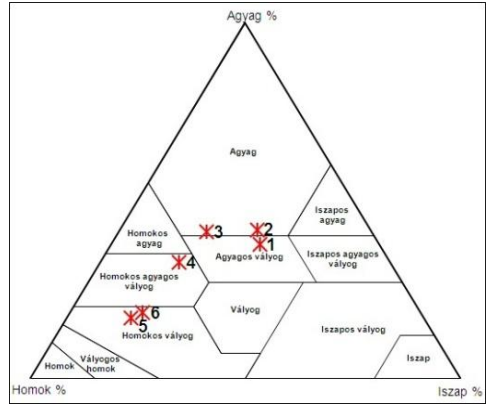
16. ábra. Juhszalagos dűlő talajának textúrája



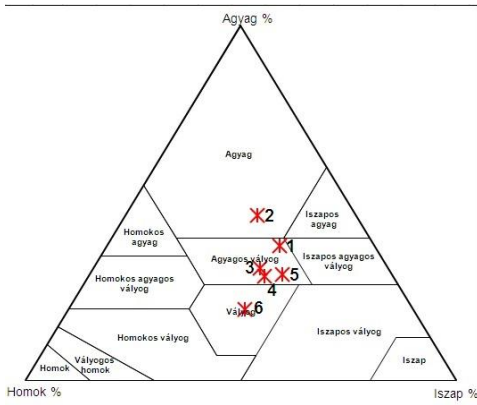
17. ábra. Kőlyuk-tető dűlő talajának textúrája



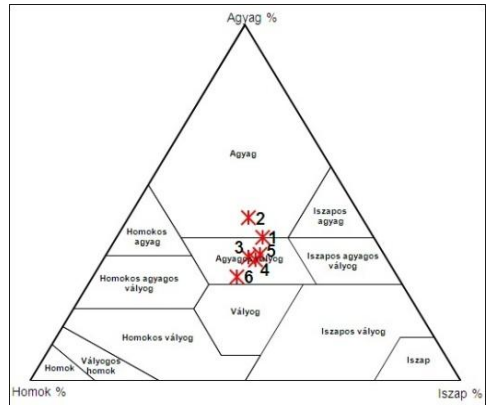
18. ábra. Nagy-galagonyás dűlő talajának textúrája



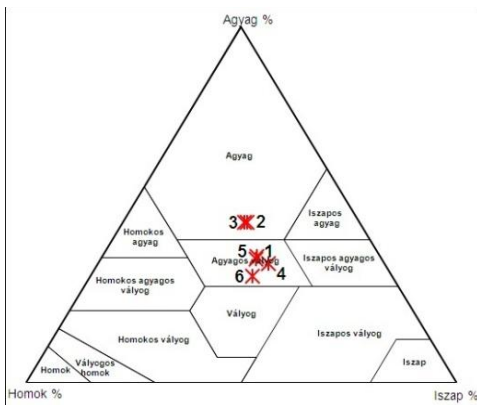
19. ábra. Vidra dűlő talajának textúrája



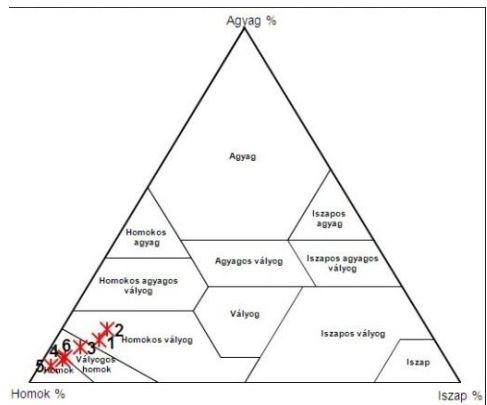
20. ábra. Sík-hegy dűlő talajának textúrája



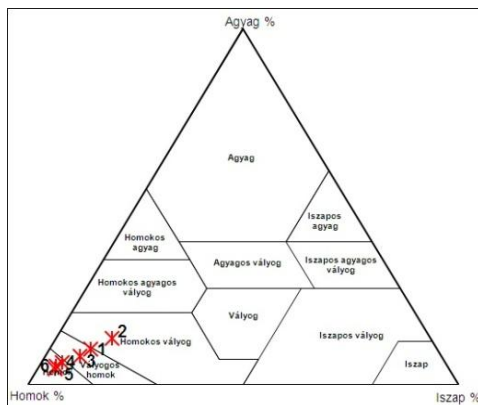
21. ábra. Tó-bérc dűlő talajának textúrája



22. ábra. Aldebrő – Szent Donát dűlő talajának textúrája



23. ábra. Feldebrő – Szőlőhát dűlő talajának textúrája

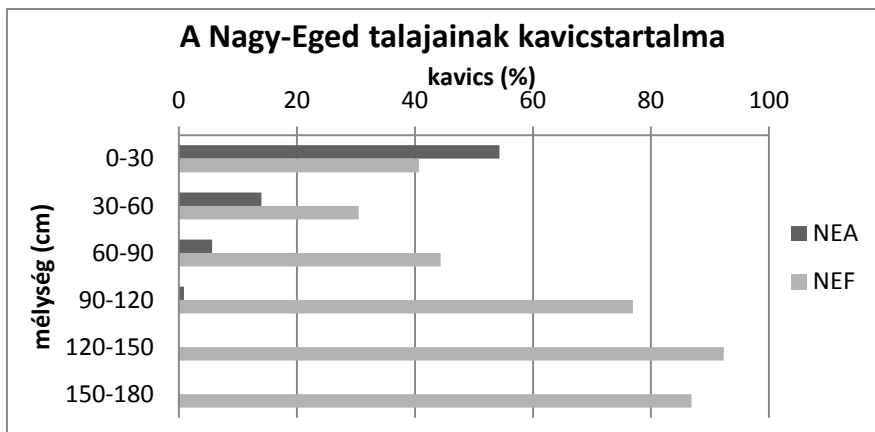


24. ábra. Verpelét – Rózsás dűlő talajának textúrája

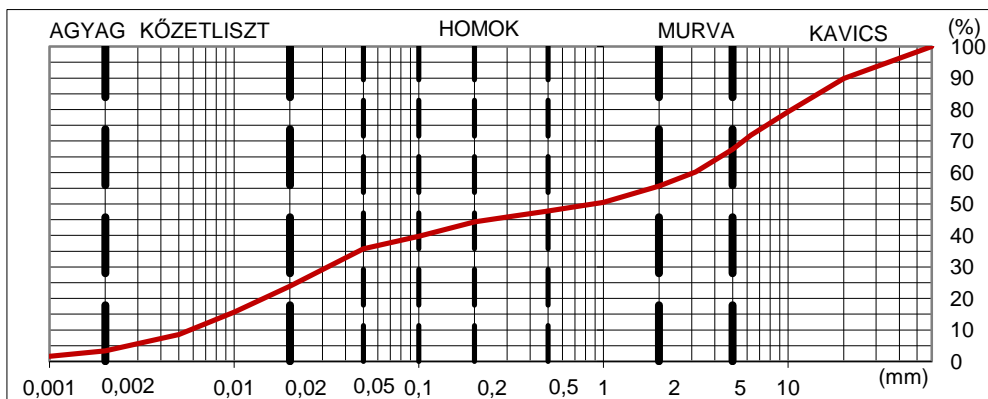
A Nagy-Eged alsó és felső területek talajaiban jelenlévő 2 mm-t meghaladó frakciók nem tüntethetőek fel a fenti háromszögdiaagramon. Ezért ezekre a talajmintákra megszerkesztettem a kavics frakció mennyiségét is ábrázoló szemcseösszetételi görbéket is.

E területek kavicsstartalma a felszíntől a mélyebb rétegek felé haladva ellentétesen változik (25. ábra). Ennek oka, hogy a felső területen a lepusztulás következtében már a felső talajrétegek is jelentős kavicsstartalommal bírnak és a recens eróziós folyamatok már e kavicsos rétegeket érintik, amelyek a Nagy-Eged alsó termőhely felső talajrétegeiben akkumulálódva mutathatók ki. A 0-30 cm-es talajrétegben a kavicsfrakció aránya meghaladja az 50%-ot. A Nagy-Eged felső esetében az elvékonyodó talajrétegben az alapkőzet közelsége miatt a feltalaj 30-40%-os kavicsstartalma a mélyebb rétegek felé jelentősen emelkedik (26., 27. ábra). A 120-150 cm rétegben a kavicsfrakció aránya meghaladja a 90%-ot. Ezzel szemben az alsó, hegylábi térszínen a mélyebb rétegeket a felső területekről korábban lehordódott finomfrakció alkotja (28., 29. ábra).

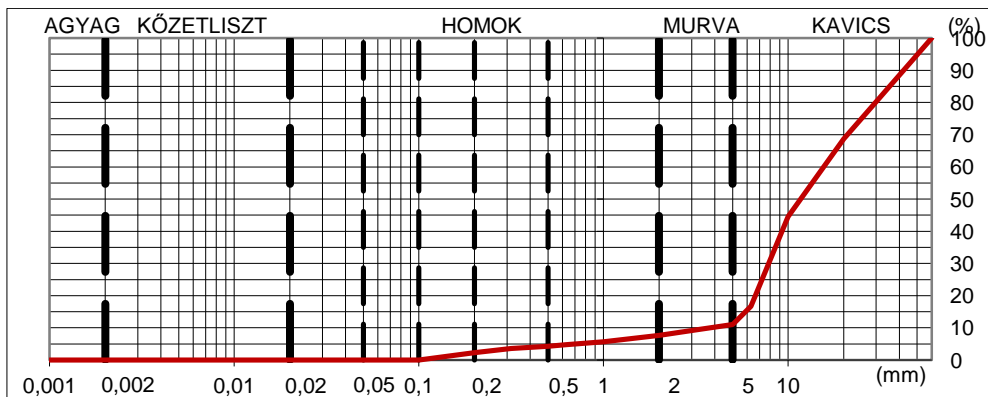
A jelentős kavicsstartalom negatív hatással van a talaj tápanyagszolgáltató és vízmegtartó képességére, mivel a kavicsfrakció nem képes sem a makro- és mikroelemek, sem a víz megkötésére, raktározására. Meg kell azonban jegyezni, hogy a mészkő viszonylag magas fajhője (0,837 kJ/kg K) lévén jó hőtároló képességgel rendelkezik. Emiatt a nappali hőmennyiség jelentős részét éjjel visszasugározza a környezetének, ezáltal egyenletes mikroklímát biztosítva jobb feltételeket teremt a szőlő- és borminőség szempontjából.



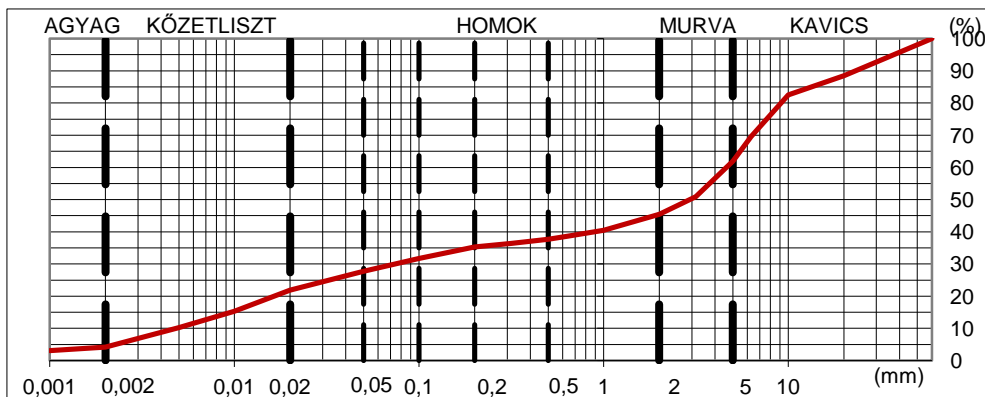
25. ábra. A Nagy-Eged alsó (NEA) és felső (NEF) termőhelyek talajainak százalékos kavicsstartalma



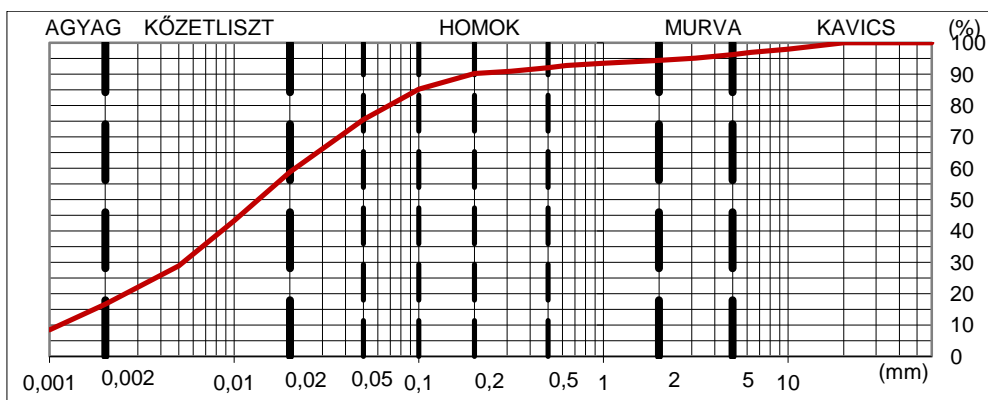
26. ábra. A Nagy-Eged felső termőhely 60-90 cm-es talajrétegének szemcseösszetételi görbéje



27. ábra. A Nagy-Eged felső termőhely 120-150 cm-es talajrétegének szemcseösszetételi görbéje



28. ábra. A Nagy-Eged alsó termőhely 0-30 cm-es talajrétegének szemcseösszetételi görbéje



29. ábra. A Nagy-Eged alsó termőhely 60-90 cm-es talajrétegének szemcseösszetételi görbéje

6.1.5. Következtetések

A mintaterületek talajtani tulajdonságainak (pH, CaCO_3 - és humusztartalom, humuszminőség és szedimentológiai tulajdonságok) vizsgálata alapján igazolódott az egyes mintaterületek közötti talajtani heterogenitás. Ezáltal sikerült rávilágítani a tápelem-ellátottságot meghatározó talajtani tényezők változékonyságára. E tényezők részben a talajok természetes változékonysága miatt, részben pedig az intenzív talajművelés (trágyázás, talajbolygatás, antropogén erózió) következtében mutatnak esetenként jelentős eltéréseket a vizsgált termőhelyek között.

A Nagy-Egeden végbemenő talajdegradációs folyamatok az alacsonyabb hegylábi területeken a finomfrakció felhalmozódását eredményezték, míg a magasabb tengerszint feletti magasságban lévő ültetvény esetében a termőréteg elvékonyodása következtében nőtt a talaj CaCO_3 -tartalma, pH-ja és a kavics-, illetve a homokfrakció mennyisége.

6.2. A TALAJOK MIKRO- ÉS MAKROELEM-ELLÁTOTTSÁGÁNAK TÉRBELI HETEROGENITÁSA

6.2.1. A termőhelyek NO_3^- és Al-oldható foszfortartalmának térbeli heterogenitása

6.2.1.1. NO_3^- -tartalom

Több mint 95%-ban a feltalajban, szerves kötésben van jelen. Döntően a humuszanyagok, növényi maradványok, a talaj biomasszája és az elhalt szervezetek tartalmaznak nitrogént. A feltalaj nitrogéntartalmának 20-40%-a aminosavakként, 5-10%-a hexozaminokban, míg további 1-7% a nukleinsavak bázisában (purin, pirimidin) van kötve. A talaj és a növények számára hozzáférhető szerves nitrogéntartalmat a könnyen oldható NO_3^- és kisebb mennyiségben a kicserélhető és az oldott NH_4^+ jelenti. Az oldott nitrogénformák könnyen kimosódhatnak a talajból. A talaj teljes nitrogénkészletének rendszerint csak kevesebb, mint 0,1%-a felvehető. A szerves anyag nitrogéntartalma állandó, ezért a teljes nitrogénmennyiség eloszlása megegyezik annak eloszlásával (STEFANOVITS ET AL., 1999)

A növények számára hozzáférhető nitrogénformák létrehozásában az ammonifikáció és a nitrifikáció játszik fő szerepet. Az ammonifikáció során enzimatikus folyamatok révén a szerves nitrogénből NH_3 szabadul fel. Ebben a folyamatban aerob és anaerob mikroorganizmusok is részt vesznek, de csak az aerob baktériumok képesek az ammóniát nitritté és nitráttá oxidálni. Ezért anaerob körülmények között az NH_4^+ , míg aerob feltételek mellett NO_3^- forma válik dominánssá. Ezzel szemben a nitrifikáció csak aerob körülmények között megy végbe. Ebben két baktérium által végzett két különböző reakció során szintén nitrit és nitrát keletkezik: a Nitrosomonas baktériumok általi reakció: $2 \text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{energia}$; míg a Nitrobacter baktériumok általi reakció: $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- + \text{energia}$ (WRAGE ET AL., 2001; ARP ET AL., 2002).

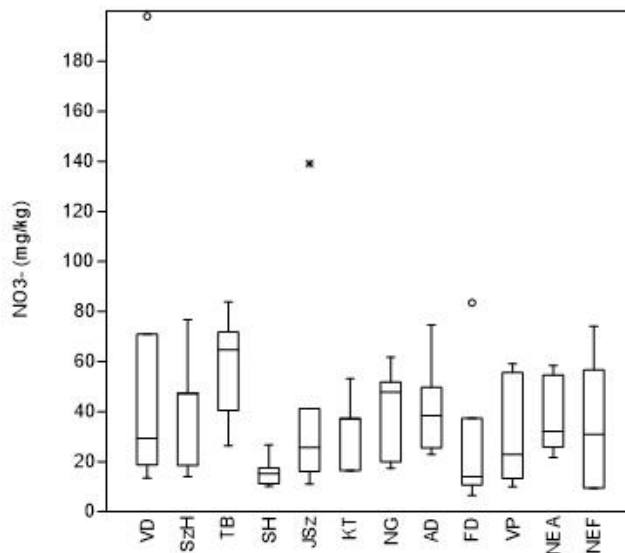
A talajok nitrogéntartalmát természetes körülmények között a klíma, a vegetáció és a talajtulajdonságok határozzák meg. Művelt talajok esetében ezt kiegészíti a trágyázás, valamint az alkalmazott agrotechnika. A talajok nitrogénvesztéséhez a denitrifikáció, az ammónia elillanása, az eróziós veszteségek, az NH_4^+ agyagásványokon történő fixációja és az NO_3^- kimosódása járul hozzá. Természetes folyamatok között ezt a veszteséget a szerves nitrogénformák pótolni tudják, de az antropogén hatásra bekövetkező nitrogénvesztés (pl. nagyfokú talajerózió, terméssel kivont nitrogénmennyiség) megváltoztatja a talaj nitrogén szolgáltató képességét.

A szőlő a nitrogént szerves formában (NO_3^- és NH_4^+ -ként) veszi fel, amelyet szerves nitrogénvegyületekké alakít. A nitrogénfelvétel a vegetációs időszak egyes szakaszaiban változó és a nitrogén a szőlő különböző szerveiben is eltérő mennyiségben van jelen. 60%-a a vegetatív, 40%-a pedig a generatív szervekben hasznosul (KOZMA, 1991).

A nitrogén a szőlő egyik legfontosabb szervképző eleme. Alkotórésze a klorofillnek, proteineknek, hormonoknak, nukleinsavaknak, lecitinnek, alkaloidoknak is. Fokozza a növekedési erélyt, a hajtás- és levélnövekedést. Hozzájárul a termés mennyiségi növekedéséhez, ezzel együtt az érési idő kitolódik, a termés minősége romlik. Túlzott mennyisége csökkenti a szárazsággal és betegségekkel szembeni ellenállóságot, késlelteti a rügyfakadást, mérsékli a rezveratrol-szintézist és gátolja a vas és a kálium felvételét (CHAMPAGNOL, 1984; FREGONI, 1998).

Hiánya során a nitrogén a levelekből a termésbe transzlokálódik. Ez korlátozott növekedésben és a levelek érintettségében mutatkozik meg. A levelek kisebbek lesznek, valamint a gátolt klorofill-szintézis miatt halványzöld, sárga klorotikus tünetek jelentkeznek, míg a levélnyélen vöröses elszíneződés mutatkozik és a vesszők növekedése is csökken (ROUBELAKIS-ANGELAKIS – KLIEWER, 1992; BAVARESCO ET AL., 2010).

A vizsgált területek talajainak növények számára hozzáférhető NO_3^- -tartalma 15,9-59 mg/kg között változik (30. ábra). Átlagos mennyisége 37,4 mg/kg. Ez a mennyiség elsősorban a talajok humusztartalmától függ, de jelentősen befolyásolja az egyes termőhelyeken végzett N-műtrágyázás, annak időpontja, a kijuttatott műtrágya mennyisége is.



30. ábra. A vizsgált területekről származó talajok NO_3^- -tartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A teljes szelvény átlagában nézve legnagyobb mennyiségben (>50 mg/kg) a Vidra és Tó-bérc dűlők tartalmaznak nitrátot, míg a legkisebb mennyiség (<30 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát és az Eger határában lévő Sík-hegy dűlők esetében áll rendelkezésre.

A vizsgált talajtulajdonságok közül a NO_3^- -tartalom egyedül a humusszal mutatott korrelációt. A humuszanyagok közül a gyenge minőségű NaOH-al extrahált humusz-molekulák esetében tapasztaltam erősebb korrelációt ($r=0,755$), míg a NaF-oldat esetében $r=0,680$ -as kapcsolatot mutattam ki. Ennek alapján megállapítható, hogy a talajban a talajoldat mellett a gyenge minőségű, kismolekulájú humuszanyagok tartalmazzák legnagyobb mennyiségben a növények számára hozzáférhető NO_3^- -ionokat.

A talajok NO_3^- -tartalma a vizsgált elemek közül az összes rézzel ($r=0,624$), valamint a Lakanen-Erviö oldattal feltárt krómmal ($r=0,635$), rézzel ($r=0,686$) és vassal ($r=0,511$) áll közepes erősségű korrelációs kapcsolatban. Ennek az az oka, hogy ezek az elemek szintén elsősorban a talaj szerves anyagához kötve fordulnak elő.

6.2.1.2. AL-oldható foszfortartalom

A talajban a mikrobák szervezete, valamint a szerves anyag tartalmazza jelentős mennyiségben. A mikroorganizmusok jelentős szerepet játszanak a foszfor mobilizációs és immobilizációs folyamataiban. Egyrészt oldható foszfátvegyületeket visznek szerves kötésbe, másrészt a szerves kötésben lévő foszfort oldható vegyületté alakítják (RICHARDSON, 2001).

A földtani alap jelentős hatással bír a talajok természetes foszfortartalmára. A savanyú vulkáni kőzeten képződött talajok kevés, míg a bázikus kőzeten kialakult talajok közepes vagy nagy mennyiségű foszfort tartalmaznak. A száraz éghajlaton lévő kevésbé mállott meszes talajok foszfortartalma a sok apatit által és a kimosódás hiánya miatt magas. A mállás és a kilúgzás a humid területek talajaiból eltávolítja a kalciumot, amely kezdetben a szervesfoszfor és az adszorbeált foszfátionok keletkezése által javítja a foszfor felvehetőségét. Később a foszfor vassal és alumíniummal reagálva immobilizálódik (STEFANOVITS ET AL., 1999).

A feltalaj foszfortartalma a növényi maradványok felhalmozódása és a műtrágyázás következtében magasabb. A foszfor a talajban szerves- és szerves foszforvegyületek formájában, valamint adszorbeáltan és oldatfoszforként található meg.

A szerves foszforvegyületek jellemzően nehezen oldható orto-foszfátok. A kalcium-foszfátoknak két alakja a hidroxilapatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})]$ és a fluorapatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ fordul elő, ahol az OH^- és a F^- egymást izomorf helyettesítés által kicserélheti. A műtrágyafoszfátok

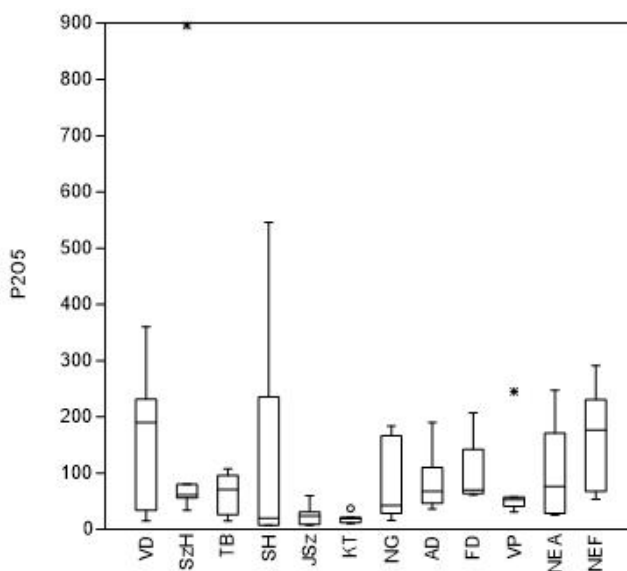
kalciumhidrogén-foszfáttá (CaHPO_4) és apatittá $\text{Ca}_5(\text{F}(\text{PO}_4)_3)$ alakulnak. Erősen savanyú talaj-pH mellett amorf variszcit $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ és könnyebben oldható strengit $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, míg amorf körülmények között vivianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ fordul elő. A szerves foszforvegyületek legnagyobb hányadát a fitátok alkotják, amelyek adszorbeált alakban vannak jelen. Emellett a nukleinsavak, foszfolipidek, cukorfoszfátok és foszforproteinek tartalmaznak foszfort szerves alakban. Az adszorbeált foszfor mennyisége a pH csökkenésével nő. A foszfort elsősorban a Fe- és Al oxidjai és hidroxidjai, az allofánok és a szerves anyagok (amennyiben azok komplex kötésben vasat vagy alumíniumot tartalmaznak) adszorbeálják. Emiatt a foszfor adszorpciója a magas vasoxid-tartalmú talajokon jelentős. Az Al-tartalmú ásványok által kötött foszfor könnyebben felvehető a növények számára, mint a vasásványok által adszorbeált mennyiség. A talajoldatban lévő, növények számára hozzáférhető foszfor mennyisége igen kicsi. Ez a mennyiség hidrogénfoszfát-ion HPO_4^{2-} és a foszforműtrágyák hatóanyagát is képező dihidrogénfoszfát-ion H_2PO_4^- alakjában van jelen az oldatban (SCHACHTMAN ET AL, 1998; STEFANOVITS ET AL., 1999).

A szőlő a felvett szervesetlen foszfort szerves formákba (foszforsav-észterekké és pirofoszfát vegyületekké) alakítja át, majd az főként a növekedő növényi részekben (lombozatban – 52%, virágzatokban, magvakban – itt fitinek formájában, amely mennyisége a száraz anyag átlagosan 23%-a) halmozza fel. A sejtek felépítésében a (mitokondrium, kloroplasztisz, sejtmembrán esetében) a foszfolipidek játszanak fő szerepet. Emellett a foszfor a nukleinsavak alkotórészeként részt vesz a fehérje-anyagcserében és az enzimek szintézisében is. Energiát szolgáltat a légzési folyamatokhoz, a szénhidrátok, proteinek, vitaminok szintéziséhez és a floémában való szállítási folyamatokhoz. Emellett elősegíti a hajtások, gyökércsúcsok, levelek növekedését (KOZMA, 1991; BAVERESCO ET AL., 2010).

Hiánya csökkenti a növény növekedési erélyét. Az idősebb leveleken klorotikus tünetek jelentkeznek, amelyek vöröses, szürkészöldes árnyalatban jelentkeznek. A virágképződés csekélyebb lesz, a bogyók kötődése romlik, emiatt ún. 'madárkás fürtök' alakulnak ki. Romlik a hajtások növekedése, és beérése, valamint a gyökérzet regenerálódó képessége (GRANT – MATTHEWS, 1996; BAVERESCO ET AL, 2010).

A vizsgált talajok AL-oldható foszfortartalmában az egyes termőhelyek között jelentős eltérés mutatkozik. Átlagos mennyisége 99 mg/kg. A teljes szelvény átlagában a legmagasabb értékkel (>150 mg/kg) a Vidra és Szerűhely, míg a legalacsonyabb értékkel (<50 mg/kg) a Juhszalagos és a Kőlyuk-tető dűlők rendelkeznek (31. ábra). Szőlőterületek

esetében a telepítéskor elérendő tápanyagszint P_2O_5 esetében 120 mg/kg. A talajminta-vételezés időpontjában (2008-ban) ennek a követelménynek csupán a Vidra, Szerűhely, Sík-hegy és a Nagy-Eged felső termőhelyek feleltek meg. A többi termőhelynél a P_2O_5 -hiánya 15-84% között változott az elérendő tápanyagszinthez képest.



31. ábra. A vizsgált területekről származó talajok AL-oldható foszfortartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajtulajdonságok és elemek, valamint az P_2O_5 -tartalom között nem, vagy csak gyenge korrelációs kapcsolatot mutattam ki. Ennek oka, hogy amíg az egyes elemek döntően kötött vagy kicserélhető formában adszorbeáltak jelen a talajban, addig az AL-oldható foszfortartalom jellemzően a talajoldatban oldott formában van jelen.

6.2.2. A talajok mikro- és makroelem-ellátottsága

6.2.2.1. Alumínium

Igen elterjedt és a Földön nagy mennyiségben jelenlévő elem, amely a földkéreg ~8,2%-át alkotja. Elsősorban a különböző földpátokban, csillámokban dúsul (WILSON, 1999). Mind a talajoknak, mind a növényeknek és állati szöveteknek természetes alkotóeleme (TAKÁCS, 2001).

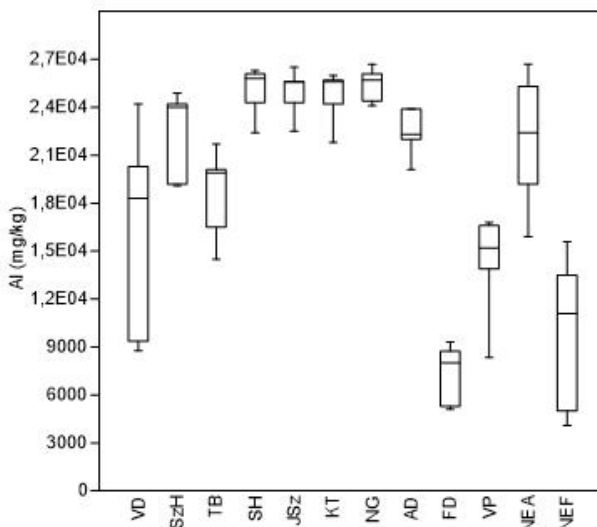
Szerves és szervetlen vegyületei egyaránt előfordulnak. A tiszta Al_2O_3 vízben oldhatatlan, de van vízóldható formája is ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$), amely megkötö a hidrogén- és hidroxidionokat.

A talaj átlagosan 5-10%-ban tartalmaz alumíniumot, amelynek mennyiségét az alapkőzet és az aciditási körülmények (pl. savas esők) döntően befolyásolják. Savanyú talajokban (de szikesek esetében lúgos közegben is) az agyagásványok szétesésével a szeszkvioxidok (főként Al_2O_3 , Fe_2O_3) kimosódnak és a felhalmozódási szintbe vándorolnak, ahol amorf vagy gyengén kristályos formában kiválnak, míg a kovasav helyben marad (STEFANOVITS ET AL., 1999).

A szőlő táplálkozásában betöltött szerepe még nem teljesen ismert. Egyes kutatások (ADRIAN ET AL. 1996, FEUCHT ET AL. 1999) kimutatták, hogy az AlCl_3 jelentősen hozzájárul a szőlő flavonol-, valamint rezveratrol-tartalmának növekedéséhez. E vegyületeket a növény immunválaszként termeli, mennyiségük pedig egyaránt függ a talajtól, klímától és a növénykezelési módszerektől. Kedvező humánéletteni hatásai miatt az AlCl_3 lombtrágyaként való kijuttatását egyre gyakrabban alkalmazzák (MUÑOZ-SÁNCHEZ – HERNÁNDEZ-SOTOMAYOR, 2011).

A talajban alacsony pH mellett egyre nagyobb mennyiségben jelenik meg oldott, így a növények számára felvehető toxikus hatású Al^{3+} - ion, ami gátolja a gyökérszövet fejlődését, ezáltal kihat a föld feletti részek fejlődésére is (CANCADO ET AL., 2009).

A vizsgált termőhelyek esetében a talaj összes Al-tartalma átlagosan 19300 mg/kg, amely a talaj szemcseösszetételétől függően tág határokon belül változik (32. ábra).

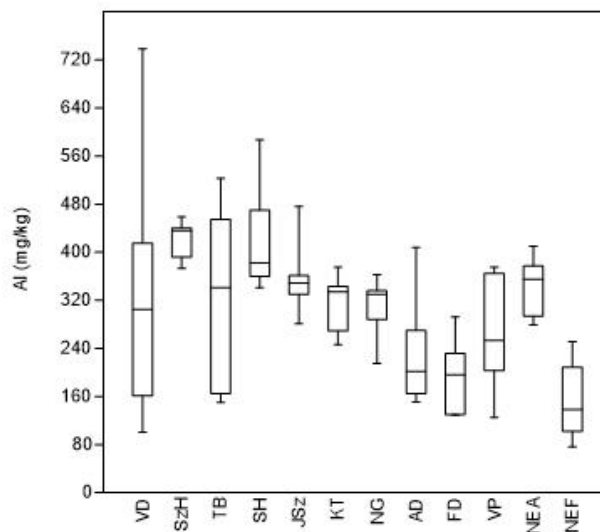


32. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc. HNO_3 + H_2O_2 kivonattal meghatározott alumíniumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

Az alumínium jellemzően a talaj iszap- és agyagfrakciójában akkumulálódik, ennél fogva azokban a talajokban és talajrétegekben van jelen nagyobb mennyiségben, amelyeket agyagos, iszapos textúra jellemez. Ennek oka, hogy az agyagásványok rácsszerkezetének oktaéderes rétegének középpontjában dioktaéderes szerkezet esetén Al^{3+} ionok helyezkednek el.

A legmagasabb (~25000 mg/kg) Al-tartalommal a Kőlyuk-tető, Sík-hegy, Juhszalagos, Nagy-galagonyás dűlők, míg a legalacsonyabb (<15000 mg/kg) értékekkel a feldebrői Szőlőhát, a Nagy-Eged felső és a verpeléti Rózsás termőhelyek rendelkeznek. Előbbiket agyagos és vályogos, utóbbiakat homokos textúra jellemzi.

A Lakanen-Erviö kioldás eredményei némileg eltérnek a talaj összes Al-tartalmától. A növények számára felvehető formában a vizsgált talajokban átlagosan 300 mg/kg alumínium áll rendelkezésre, amely a teljes alumíniumkészletnek csupán 1,55 %-a. Ennek oka, hogy az Al az agyagásványok rétegeiben olyan erősen kötődik, hogy sem a gyökérsavak, sem az azokkal közel azonos pH-val rendelkező Lakanen-Erviö oldat nem képes oldatba vinni. Az agyagos textúrájú talajok felvehető alumíniumtartalma magasabb, míg a homokos textúrájú talajoké alacsonyabb. A legtöbb (>400 mg/kg) felvehető alumíniummal a Szerűhely és a Sík-hegy dűlők, míg a legkevesebbel (<200 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát, illetve a Nagy-Eged felső termőhelyek rendelkeznek (33. ábra).



33. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott alumíniumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajtulajdonságok közül az alumínium a talaj textúrájával mutat szorosabb kapcsolatot. A talaj teljes alumíniumtartalmával összevetve a homokfrakció esetében $r=-0,416$, az iszap esetében $r=0,595$, míg az agyagfrakciónál $r=0,684$ -es korrelációs értékeket kaptam. Ezzel szemben a Lakanen-Erviö kioldás során csak az iszapfrakció esetében sikerült kimutatni közepes ($r=0,501$; $p<0,05$) korrelációt, amely arra enged következtetni, hogy a 0,002-0,02 mm közé eső szemcsetartományú talajkomponensek – jellemzően törmelékes szilikátok (elsősorban földpátok) – jelentik a növények számára a legjelentősebb alumíniumforrást.

Az alumínium számos másik vizsgált elemmel (Ba, Pb, Fe, Mg, Mn, Ni, Zn, Na, Cr) áll közepes vagy erős korrelációs viszonyban. Ennek oka, hogy a legtöbb kation a részben alumíniumok által felépített agyagásványokon vagy a vas-, mangán- és alumíniumoxidok felületén adszorbeálódik.

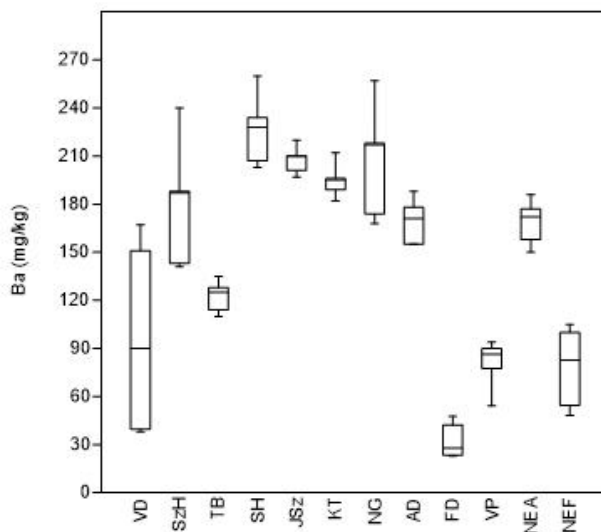
6.2.2.2. Bárium

Rendkívüli reakcióképessége miatt a természetben szabad formában nem, csak vegyületként található meg. Legfontosabb ásványa a barit (BaSO_4), amely döntően a mészkövek üregeiben és hidrotermális érces erekben található meg. A BaCl_3 és a $\text{Ba}[\text{NO}_3]_2$ jól, míg a BaCO_3 (witherit) vízben kevésbé oldódik. Vízben oldódó vegyületei erősen mérgezőek. A BaSO_4 pedig oldhatatlan.

Nyomokban a legtöbb talajban előfordul. Főként az agyagásványok, a szerves anyag, valamint a vas- és mangán-oxi-hidroxidok kötik meg, de meglehetősen gyengén. A magmás és metamorf kőzetekben főleg a káliumot, ritkábban a kalciumot helyettesíti bizonyos ásványokban (elsősorban a földpátokban). A kalciumot korlátozottan más ásványokban (például a montmorillonitban) is helyettesítheti (BOHN ET AL. 1985). Emiatt döntően a talaj iszap- és agyagfrakciójához kötötten fordul elő. Átlagos mennyisége hazai talajokban 200 mg/kg. Szennyezettségi határértéke a magyarországi talajokra vonatkozóan 250 mg/kg.

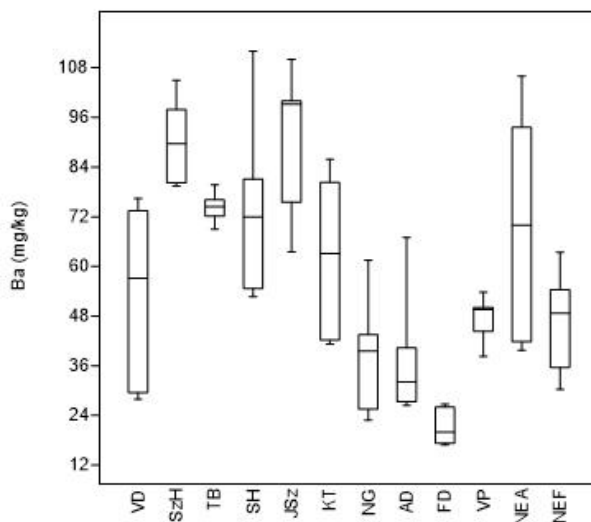
A növények számára toxikus, mivel a kalciummal versenyezve, azt a kötésekből kiszorítva helyettesítheti és funkcióját átvéve okozhat megbetegedéseket (MACNICOL – BACKETT, 1985).

A vizsgált termőhelyek talajainak átlagos báriumtartalma 145,3 mg/kg. A legmagasabb, ~200 mg/kg-os vagy azt meghaladó Ba-tartalommal a Sík-hegy, Juhszalagos és a Nagy-galagonyás dűlők, míg a legalacsonyabb értékekkel (<100 mg/kg) a homokos textúrájú talajokra telepített ültetvények (Verpelét-Rózsás, Nagy-Eged felső, Feldebrő-Szőlőhát) rendelkeznek (34. ábra).



34. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott báriumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A felvehető bárium mennyisége átlagosan 58 mg/kg, amely a talajok teljes báriumkészletének 39,9 %-a. A felvehető bárium százalékos mennyisége a talajok összes báriumtartalmához képest termőhelyenként és talajrétegenként is jelentős eltéréseket mutat. Értéke 10-79% között változik, amely jellemzően a homok textúrájú talajok esetében magasabb (35. ábra).



35. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott báriumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A Vidra, Feldebrő-Szőlőhát, Nagy-Eged felső és a verpeléti Rózsás termőhelyek esetében meghaladja a 60%-ot. Ezzel szemben a legtöbb (>80 mg/kg) felvehető báriummal a Szérűhely és Juhszalagos, míg a legkevesebbel 40 mg/kg alatt a Nagy-galagonyás, Szent Donát (Aldebrő) és a Szőlőhát (Feldebrő) dűlők rendelkeznek.

A bárium egyik talajtulajdonsággal sem mutatott szignifikáns korrelációt. Egyedül a szemcseösszetétellel kapcsolatban igazolható, hogy a homok textúrájú talajok alacsonyabb, míg az iszap és agyagfrakciót nagyobb mennyiségben tartalmazó talajok esetében magasabb báriumtartalom jellemző. A talajok összes Ba-tartalma az homok esetében $r=-0,365$, az iszapnál $r=0,721$, míg az agyagfrakcióval $r=0,500$ -es korrelációval bír. Ezzel szemben a Lakanen-Erviö kioldással mért bárium mennyisége csupán az iszapfrakcióval mutatott közepes ($r=0,505$) korrelációt.

A bárium a vizsgált elemek közül az alumíniummal ($r=0,882$), a nátriummal ($r=0,774$), magnéziummal ($r=0,648$), ólommal ($r=0,642$), mangánnal ($r=0,608$), nikkellel ($r=0,593$), vassal ($r=0,548$) és a cinkkel ($r=0,523$) mutat közepes vagy annál erősebb kapcsolatot. Ennek oka, hogy a fémek oxidjaival és hidroxidjaival a bárium könnyen reakcióba lép (RAI ET AL., 1984).

6.2.2.3. Cink

A cink a talajokban a szerves anyagokhoz, valamint a vas- és mangán-oxidokhoz továbbá az agyagásványokhoz kötődik (RAMOS ET AL., 1994; MA – RAO, 1997). Mennyisége szennyezetlen talajokban átlagosan 50 mg/kg, de rendszerint 10-300 mg/kg között változik, amely nagyban függ az alapközettől. A mészkő és dolomit 10-30 mg/kg, a bazalt 100 mg/kg, míg az agyagos üledékek 120 mg/kg cinket tartalmaznak (KABATA-PENDIAS – PENDIAS, 2001). A hazai talajok közül a homoktalajok tartalmazzák a legkevesebb cinket, míg a legtöbbet a csernozjomok (SZABÓ ET AL., 1987). Mobilitása jelentős hasonlatosságot mutat a rézzel. Azt döntően a talaj kémhatása, valamint foszfortartalma határozza meg. Amennyiben a $pH > 8$, illetve a talaj foszfortartalma 400 mg/100g talaj fölötti, akkor gátolt a cink felvétele (SCHROPP, 1979). Szőlő- és gyümölcs-ültetvények talajában mennyisége jellemzően magasabb a környező területekhez képest (TAKÁCS, 2001).

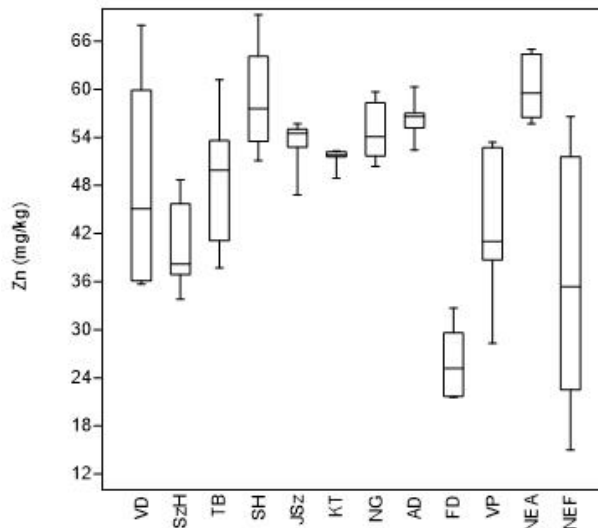
A hazai talajokra megállapított szennyezettségi határérték 200 mg/kg.

Növényfiziológiai tekintetben a Zn szerepe igen jelentős. A triptofán aminosav szintézisének katalizátoraként az indolecetsav prekursoraként játszik szerepet. Az indolecetsav hatására a cinktrágyázást követően a

növekedési zavarokban szenvedő szőlő jelentős növekedésnek indul. A Zn továbbá aktiváló szerepet tölt be a cukrok foszforilálásában, ezzel egyaránt hozzájárul a légzéshez és a keményítőszintézishez is. Fontos szerepe van a megtermékenyítés folyamatában és a magok képződésében. Növeli a karboxiláz, a dehidrázok, az aszkorbinsav-oxidáz, a polifenol-oxidáz és a peroxidáz aktivitását, a karboanhidráz enzim alkotórésznek hatása van a fehérjeszintézisre (BROADLEY ET AL., 2007).

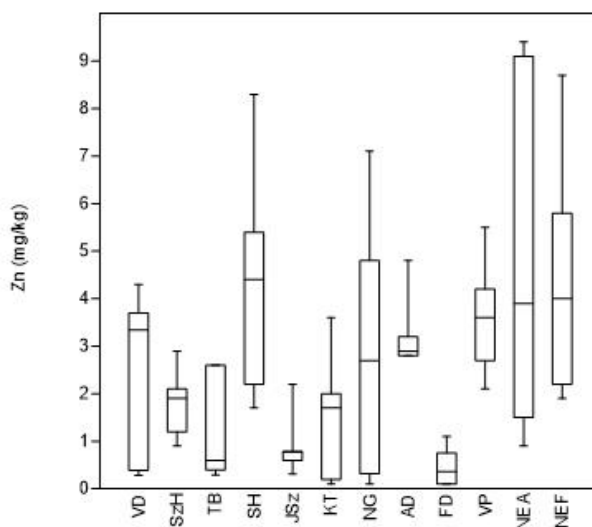
A szőlőben a merisztématikus szövetekben a legnagyobb, míg a vesszőkben és a törzsben aránylag kis mennyiségben van jelen. A cinkhiány a hazai talajokban meglehetősen gyakori, amelyet főként a túlzott foszforműtrágyázás okozhat, és a magas talaj pH válthat ki. Ez a szőlő esetében növekedési zavarokban mutatkozik meg. A levelek kisebbek, a csúcslevelek foltosak lesznek, az internóduszok rövidülnek (MULLINS ET AL., 1992). A cinktartalmú gombaölő szerek és a jobb hajtásnövekedés, valamint a terméskötődés elősegítésére alkalmazott cink-tartalmú lombtrágyák jelentősen befolyásolhatják a talaj természetes cinkmennyiségét.

Az összes cink mennyisége a mintaterületeken átlagosan 47,7 mg/kg. Eloszlása döntően talajtani tulajdonságok függvényében változik. Az agyagos talajokon nagyobb, míg a homokos textúrájú talajokon a kolloidok hiánya miatt kisebb mennyiségben van jelen. A legtöbb cinket (>55 mg/kg) a Nagy-Eged alsó, Sík-hegy és az aldebrői Szent Donát, míg a legkevesebbet (<40 mg/kg) a Nagy-Eged felső és a feldebrői Szőlőhát termőhelyek talajai tartalmazzák (36. ábra).



36. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott cinktartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára felvehető cink mennyisége átlagosan 2,6 mg/kg, amely a teljes cinkkészlet 5,4 %-a. Az elérhető mennyiség a vizsgált termőhelyek között meglehetősen nagy változékonyságot mutat. A legnagyobb mennyiségben a Sík-hegyen, valamint a két nagy-egedi termőhelyen van jelen a talajban, míg a legkisebb mennyiséget (átlagosan <1 mg/kg) a novaji Juhszalagos és a feldebrői Szőlőhát dűlők esetében mértem (37. ábra). Mivel a Lakanen-Erviö oldattal extrahált cink mennyiség egyetlen talajtulajdonsággal és a réz kivételével egyetlen másik elemmel sem korrelál, így annak talajbeli mennyiségét nagy valószínűséggel a cinktartalmú lombtrágyázás termőhelyenként eltérő időközönként és eltérő mennyiségben való alkalmazása határozza meg. E vegyszerek alkalmazását nem vizsgáltam.



37. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott cinktartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A talaj összes cinktartalma $r=0,656$ -os kapcsolatot mutatott a talaj szervesanyag-tartalmával, ezen belül a NaF-al kivont jó minőségű humuszanyagok kötik meg nagyobb mennyiségben a cinket, itt erős ($r=0,713$) korreláció mutatkozott. A szemcseösszetétel vonatkozásában a homokfrakcióval negatív ($r=-0,541$), míg az iszap ($r=0,418$) és az agyagfrakciók ($r=0,505$) esetében pozitív korrelációt tapasztaltam.

Az összes cink számos vizsgált elemmel (Pb, Mn, Cu, Ni, Cr, Fe, Al, K, Ba) mutat közepes vagy erős korrelációs kapcsolatot, amely a talajban való hasonló megkötődési formáiknak köszönhető. Ez alól az Al és a K képez kivételt. Az alumínium az agyagásványok építőeleme és oxidjai a vashoz és

mangánhoz hasonlóan más fémeket képesek adszorbeálni, míg a kálium az agyagásványok tetraédes rétegeiben kicserélhető formában adszorbeálódik.

A növények számára hozzáférhető cink egyedül az összes rézzel ($r=0,507$) és a felvehető rézmennyiséggel ($r=0,561$) mutat korrelációt.

6.2.2.4. Kálium

A K fő forrása a földkéreg leggyakoribb ásványa, a földpát, ezen kívül a csillámok jelentik a fő K-forrásokat (NEMECZ, 2006).

A kálium a talajoldatban ionként, a kolloidok felületén (kicserélhető formában) adszorbeált ionként, az agyagásványok kevésbé hozzáférhető helyein (nem kicserélhető formában) és a primer káliumásványok kristályrácsaiban található. A káliumhordozó agyagásványok (főként illit) K-ot raktároznak, míg a káliumkötő agyagásványok (szmektit-csoport) véglegesen kivonják a K-ot a talajból (TRIBUTH ET AL., 1987).

A talajok K-ellátottsága bőséges, de a növények K-felvétele miatt a növényvel együtt jelentős mennyiségű K kerül ki a talajból. Ez a káliummennyiség azonban a növényekben ionos formában tárolódik (RODRÍGUEZ-NAVARRO – RUBIO, 2006), így a növény elhalása után kimosódik a szerves anyagból. Emellett az agyagásványok rácsszerkezetében is jelentős mennyiségben immobilizálódik. Agyagban szegény homoktalajok esetében jelentős K-kimosódás mehet végbe, mivel a K csak gyengén kötődik a szerves anyaghoz (STEFANOVITS ET AL., 1999). Kultúrnövények esetében a betakarítás során jelentős mennyiségű tápanyag, köztük kálium kerül ki a talajok természetes tápanyagforgalmából.

A talajbeli mennyiségét jelentősen befolyásolja a kálium-műtrágyázás. Ez szőlőterületek esetében rendszerint a szőlőtelepítést megelőzőn történik, ezért a talaj kálium-ellátottsága függ a telepítéstől eltelt időtől is (BÁLO ET AL., 1988).

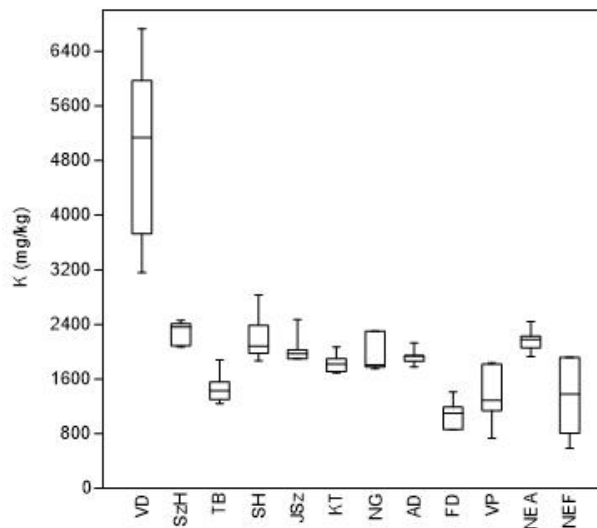
A szőlő anyagcseréjében a káliumnak kiemelt jelentősége van, növényélettani szempontból a legfontosabb kationként tartják számon (MENGEL-KIRKBY, 1979). A legtöbb káliumot a virágzás utáni 3-5. hétben, valamint a bogyóérés során veszi fel a növény, azonban a felvételt jelentősen befolyásolja az évjárat és az alkalmazott alanyfajta is (BRANCADORO ET AL., 1994). A termés domináns kálium-vonzási központként viselkedik, mivel az érési folyamat során a kálium a levelekből és a szárból is a bogyókba áramlik, mennyisége a szüret időpontjáig növekszik (ESTEBAN ET AL., 1999). E folyamat során a kálium elősegíti a cukornak a levelekből a bogyókba való áramlását (O'BRIEN, 2008). A K^+ magas szelektív felvételi rátája hozzájárul a kedvező vízháztartás kialakulásához. Csökkenti a transzspirációs koefficiensét, lehetővé teszi a sztómák megfelelő nyílását és zárását, ezzel

akadályozva a felesleges vízvesztést. Elősegíti a talajból történő víztranszportot. Több mint negyven enzimreakciót aktivál. Ezek során vitaminok, fehérjék, cukrok, a keményítő és a cellulóz bioszintézise megy végbe. Fontos szerepe van az ATP képződésében. Kedvező hatással bír a CO₂ asszimilációjára, a sejtfal rugalmasságára, a membrán permeabilitására, a plazma rugalmasságára, a bogyóérés folyamán a cukortartalom növekedésére és a savcsökkentésre. Hozzájárul a szőlő betegségekkel, kártevőkkel, faggyal és szárazsággal szembeni rezisztenciájához.

Hiánya a fiatal leveleken a levélszélek vörös és sárga elszíneződéséhez, majd száradásához és felcsavarodásához vezet. Később az érést (az érés korai szakasza) követően az idősebb leveleken is jelentkeznek a barna vagy sárga klorotikus tünetek. Emellett vízellátási zavarok jelentkeznek, amely a növekedési ráta csökkenésében és a vesszők fásodásának gátlásában mutatkozik meg. A termésben vonatkozásában az elégtelen K-táplálkozás virágfejlődési zavarokat okoz, amely a virágok elrúgásában nyilvánul meg, a későbbiekben a bogyók kisebbek lesznek, érésük egyenetlenné válik (BAVARESCO ET AL., 2010).

A kálium bőségének nincsenek káros hatásai, viszont a korlátozott Ca²⁺ és a Mg²⁺ felvétel a kationok egyensúlyi zavarát okozza, amely egyaránt kivált fiziológiai és morfológiai hatásokat. Emellett a K és Mg túl nagy és túl kicsi aránya is anyagcserezavart okozhat.

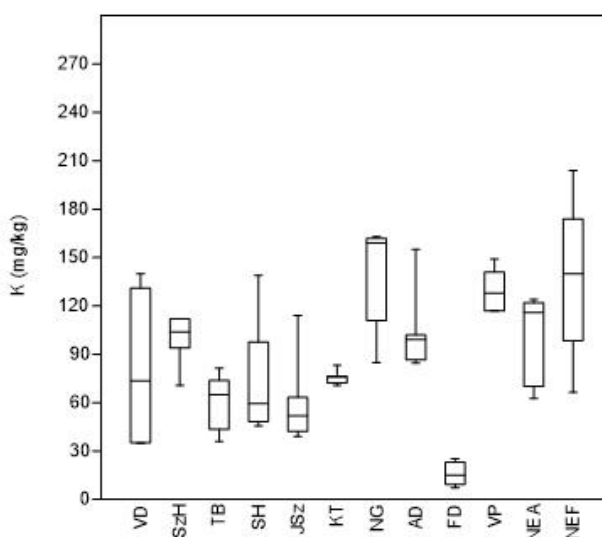
A vizsgált termőhelyek átlagos összes káliumtartalma ~2000 mg/kg. Ez az érték azonban tág határok között változik (38. ábra).



38. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott káliumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A legmagasabb (<2000 mg/kg) értékkel a Vidra, Szérűhely, Sík-hegy és a Nagy-Eged alsó termőhelyek rendelkeznek. Kiugróan magas káliummennyiséggel bír a Vidra dűlő. Az itt jelenlévő glaukonitos homokkő (amely az Egri Formáció része) glaukonit ásványai jelentős mennyiségű káliumot tartalmaznak. A többi termőhely esetében a kálium mennyisége a talajok iszap- és agyagtartalmával van összefüggésben.

A Lakanen-Erviö kioldással meghatározott, növények számára hozzáférhető kálium mennyisége a vizsgált termőhelyek talajaiban nem éri el az összes kálium mennyiségének 4,35 %-át, összesen átlagosan 88 mg/kg kálium található meg felvehető formában (39. ábra).



39. ábra A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott káliumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

Az egyes talajtulajdonságokkal és nyomelemekkel való korrelációs vizsgálatot a kálium esetében a Vidra dűlő kihagyásával is elvégeztem. Ennek oka, hogy a Vidra termőhelyen annak ellenére is magas a káliumtartalom, hogy a mélyebb rétegek felé a szemcseösszetétel a homokos vályog textúra irányába tolódik el. A mélyebb talajrétegek ugyanis az alapkőzet közelsége miatt nagy mennyiségben tartalmaznak glaukonitot, amely a kálium fő forrása.

A talajtulajdonságok közül egyetlen egy sem mutatott közepesenél erősebb kapcsolatot a káliumtartalommal, viszont a Vidra termőhely nélkül elvégzett korrelációs vizsgálatok alapján az iszaptartalom esetében már $r=0,633$ -as korreláció mutatkozott.

A vizsgált elemek esetében az összes termőhelyre elvégezve a Spearman-féle korrelációs vizsgálatot a Cr, Fe, Mn, Pb, Zn elemekkel találtam közepes erősségű kapcsolatot, míg a Vidra termőhely kivételével az Al, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn esetében állt fent közepes, valamint az ólom esetében erős korrelációs kapcsolat. Az alumínium vonatkozásában közel azonos erősségű korrelációt tapasztaltam a talaj összes alumíniumtartalma ($r=0,607$), valamint a felvehető alumínium ($r= 0,604$) mennyisége között. Ez megerősíti a szakirodalmi forrásokban leírtakat, amely szerint az agyagásványok mennyisége jelentős mértékben meghatározza a talajok K^+ -ion-ellátottságát.

6.2.2.5. Króm

Két vegyértékű formája instabil, gyorsan Cr(III)-á oxidálódik. A környezetben még a Cr(VI)-vegyületek fordulnak elő. Eloszlásuk függ a redoxpotenciáltól, pH-tól, a jelen lévő oxidáló vagy redukáló hatású vegyületektől, a Cr(III)-komplexektől vagy az oldhatatlan Cr(III)-sóktól (TAKÁCS, 2001).

Talajban lévő mennyiségük változó, általában nem haladja meg a 250 mg/kg-ot. Legnagyobb mennyiségben a bázikus és ultrabázikus kőzeteken kialakult talajokban fordul elő, míg az üledékes kőzetek talajaiban nagyságrendekkel kevesebb (50-120 mg/kg) króm található, ahol a magasabb érték a nagyobb agyagtartalmú talajokra jellemző (MATZAT – SHIKARI, 1974; KABATA-PENDIAS – PENDIAS, 2001). A talajban elsősorban a Cr(III) fordul elő, ami vagy hidroxidként kicsapódik vagy adszorbeálódik a talajkolloidok negatív töltésű helyein vagy komplexeket képez. A króm talajbeli mennyiségét a foszfátműtrágyák krómtartalma is befolyásolja. A Cr(VI) kevésbé stabil, ezért csak elvétve fordul elő a talajban. Ennek oka, hogy leggyakrabban megjelenésüket követően kimosódnak a talajvízbe vagy kicsapódnak a talajkolloidok felszínén vagy adszorbeálódnak vagy a talaj élő szervezetei veszik fel. Míg más esetekben Cr(III)-má redukálódik (BARTLETT-JAMES, 1988).

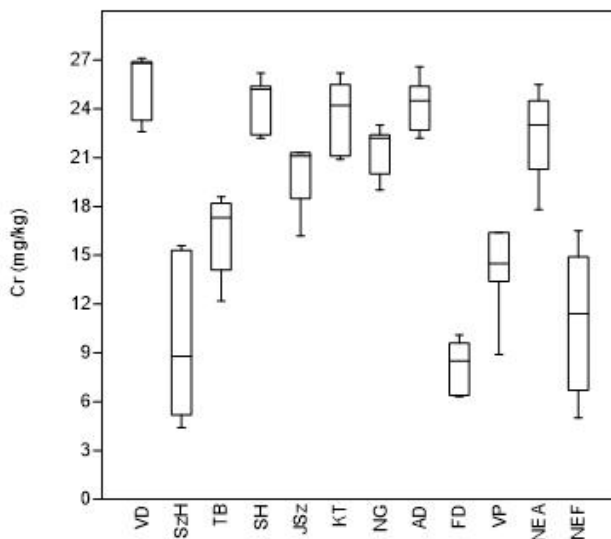
A hazánkban megállapított szennyezettségi határérték a króm esetében a talajokra vonatkozóan 75 mg/kg.

A krómnak a szőlő és egyáltalán a növények anyagcseréjében betöltött szerepe kevésbé ismert. MERTZ (1969) vizsgálatai alapján a króm nem tekinthető esszenciális elemnek. Eredményei azt mutatják, hogy a Cr(III) stimulatív hatással bír a növények bizonyos fiziológiai és biokémiai folyamataira, valamint azok növekedését is kedvezően befolyásolja, azonban hiánya esetén hiánytünetek nem figyelhetőek meg. A Cr(III) kedvező hatása nem bizonyult specifikusnak, tehát e hatások más elemekkel helyettesíthetőek. Feleslegben toxikus tüneteket és termés-csökkenést okoz

(HOSSNER ET AL. 1998). Szőlő esetében krómvassal $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$ végzett levélpermetezés növeli a bogyók méretét, azok cukortartalmát, és csökkenti a savtartalmát.

A Cr(VI) vegyületek mérgező hatásúak, mivel könnyen áthatolnak a sejtfalon és közvetlenül a sejtekre gyakorolnak mérgező hatást (MORTVEDT – GIORDANO, 1975).

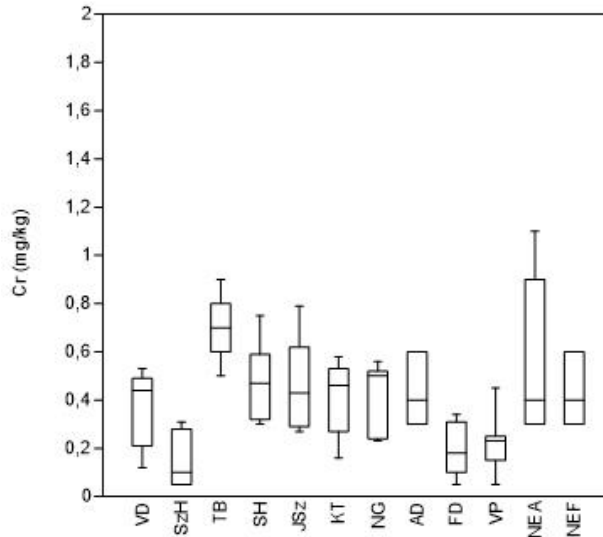
A vizsgált talajok átlagos krómtartalma 18,2 mg/kg. A legmagasabb (>20 mg/kg) értékeket a magas humusztartalommal rendelkező agyagos talajok esetében kaptam. Ide tartoznak a Sík-hegy, Kőlyuk-tető, Aldebrő-Szent Donát, Nagy-Eged alsó termőhelyek. Kivételt képez a Vidra dűlő, ahol a króm >25 mg/kg mennyiségben található. Ennek oka valószínűleg a termőhely geológiai adottságaival magyarázható, mivel az itt felszínre kerülő oligocén Egri Formáció rétegei nagy mennyiségű, az agyagásványokhoz hasonló tulajdonságokkal rendelkező glaukonit ásványt tartalmaznak, amely magas vas- és mangántartalma miatt azok oxidjain a króm megkötődését biztosítja. A legalacsonyabb (<15 mg/kg) értékekkel az agyagfrakcióban szegény (Verpelét-Rózsás, Nagy-Eged felső, Szerűhely, Feldebrő-Szőlőhát) termőhelyek talajai rendelkeznek (40. ábra).



40. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott krómtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára hozzáférhető króm átlagos mennyisége 0,39 mg/kg, amely az vizsgált termőhelyek összes krómtartalmának átlagosan 2,16 %-a. A felvehető króm mennyisége a talaj teljes krómtartalmához viszonyítva döntően a humusz mennyiségétől, illetve az agyagfrakciótól függően

viszonylag tág határok között (0,34-8%) változik. A legnagyobb felvehető formában rendelkezésre álló krómmennyiséggel (>0,5 mg/kg) a Tó-bérc és a Nagy-Eged alsó termőhelyek, míg a legalacsonyabb (<0,3 mg/kg) értékekkel a szomolyai Szerűhely, a feldebrői Szőlőhát és a verpeléti Rózsás dűlők rendelkeznek (41. ábra).



41. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott krómtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A króm az egyes talajtulajdonságok közül a cc. $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ kioldás során a humusszal ($r=0,447$) és az agyagtartalommal ($r=0,608$) mutatott összefüggést. A homoktartalom esetében már csak gyenge negatív korrelációt ($r=-0,368$) tapasztaltam. A Lakanen-Erviö kioldás során a humusz- ($r=0,565$) és homoktartalommal ($r=-0,638$) magasabb, az agyagtartalommal ($r=0,439$) alacsonyabb korrelációs viszony áll fent. A fenti összefüggések a Cr(III) talajbéli megkötődési formáival hozhatóak összefüggésbe.

A króm számos vizsgált elemmel (Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, K, Al, Cu) mutatott közepes vagy annál erősebb korrelációt. A legerősebb korreláció ($r=0,899$) a vassal mutatkozott. A Lakanen-Erviö kioldással vizsgált krómmennyiség már csak a réz ($r=0,619$), cink ($r=0,539$) és az ólom ($r=0,513$) esetében mutatott összefüggést. Ez azzal magyarázható, hogy a króm felvehetősége a humuszmennyiséggel van összefüggésben, amely a feltalajban magasabb. A felső talajrétegekben környezeti tényezők miatt hasonlóan magas a réz (a permetszerek által) és az ólom (az atmoszférikus ülepedés és a humuszfrakción való megkötődése által) mennyisége, míg a cink feltalajbéli jelenlétét annak a szerves anyagokhoz és az agyagásványokhoz való kötődése magyarázza.

6.2.2.6. Magnézium

A magnézium jelentős része a szilikátokban van jelen, valamint alkálikus talajokban a dolomit, magnezit, kalcit tartalmaz magnéziumot. A talajok átlagos Mg-tartalma 0,5%, amely főként Mg^{2+} -ionként vagy HCO_3^- , SO_4^{2-} és Cl^- ionokkal ionpárokat alkotva van jelen. A Ca-hoz főként a talajkolloidokon adszorbeálódik, de kisebb mennyiségben a talajoldatban is jelen van. Az agyagásványokban az oktaéderes rétegben az alumíniumot Mg helyettesítheti a csillám- (főként az illitnél) és a szmektit csoportnál, míg a klorit csoport esetén eleve Mg^{2+} vagy Fe^{2+} helyezkedik el az oktaéderes rétegben. A tetraéderes rétegben kicserélhető formában van jelen. A legjelentősebb felvehető Mg-forrást a kicserélhető Mg jelenti (NEMECZ, 1981). Vulkanikus kőzetekben szoros kapcsolatban van a vastartalmú ásványokkal (ferromagnézium), míg az üledékes kőzetekben a dolomit alkotórésze. A talajoldatban kevés a Mg^{2+} , mivel főként a kationcserélő helyeken adszorbeálódik (STEFANOVITS ET AL., 1999).

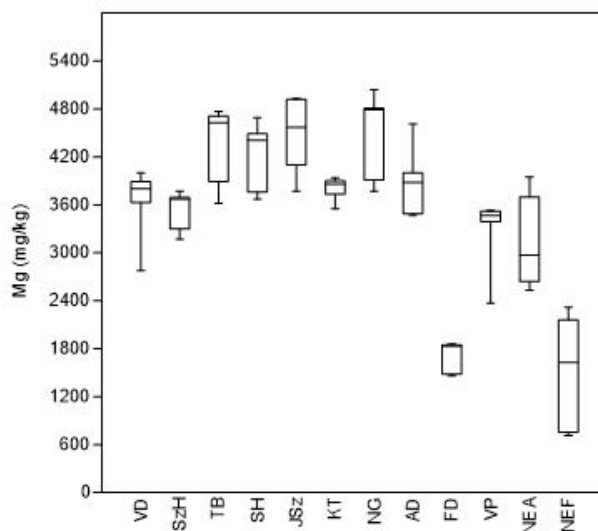
A talajból ritkán hiányzik, de a talajsavanyodás, a vízhiány, illetve az antagonista kationok (K^+ , NH_4^+) túlzott mennyisége gátolja a felvételét. A túlzott K-trágyázás is okozhat Mg-hiányt, mivel a növény a felvételnél a K-ot előnyben részesíti a Mg-mal szemben (KURVITS – KIRKBY, 1980; BOGONI ET AL., 1995). Emellett a talaj alacsony foszfortartalma és pH-értéke is gátolja a Mg felvételét (SKINNER ET AL., 1988).

A növényeknél, így a szőlőnél is a klorofill építő eleme. A klorofillhoz kötötten található a Mg^{2+} 15-30 %-a. A klorofillszintézis mellett még jelentős szerepe van a foszforilációs folyamatokban, ezáltal a fotoszintézis, légzés és a nitrogén-anyagcsere terén. Segíti a szénhidrát-képződést, aktiválja a fehérjék és a zsírsavak szintézisét irányító enzimek reakciókat. Akropetális transzporttal szállítódik, így döntően a fiatal vegetatív részekben akumulálódik, ahol mennyisége a lombhullásig növekszik (KOZMA, 1991; HAN ET AL. 2011).

A Mg-hiány a levelekben klorózis és nekrosis formájában mutatkozik. Fehér szőlőfajtáknál sárga, kék bogyójú fajtáknál pedig vörös-feketelila színű láncszerű elszíneződés alakul ki a levélerek között, amely részek idővel elhalnak. A Mg-hiány összefüggésben áll a kocsánybénulással is.

Az egyes termőhelyek talajainak átlagos összes magnéziumtartalma közel 3500 mg/kg. Megoszlása a talajok agyagtartalmának függvényében változik. Kivételt jelent a Vidra termőhely, ahol annak ellenére, hogy a mélyebb rétegek textúrája homokos vályog, mégis relatíve magas Mg-tartalommal bír, amely ebben az esetben is a glaukonit ásványoknak köszönhető. A legmagasabb (>4000 mg/kg) magnéziumtartalommal a

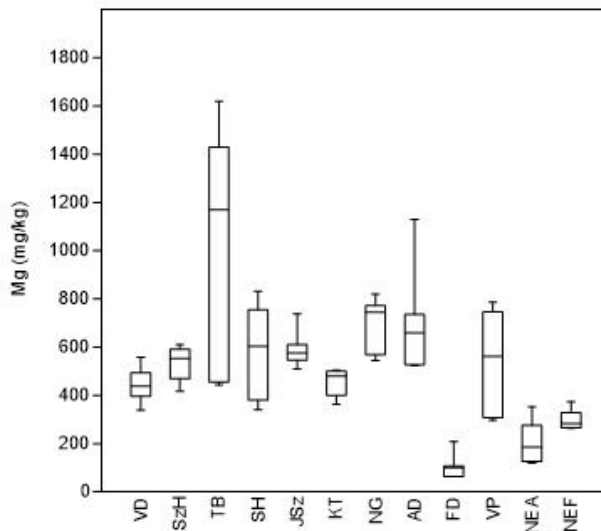
Juhszalagos, Nagy-galagonyás, Tó-bérc és Sík-hegy, míg a legalacsonyabb értékekkel (<2000 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát és a Nagy-Eged felső termőhelyek rendelkeznek (42. ábra).



42. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott magnéziumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára hozzáférhető magnézium mennyisége átlagosan 503 mg/kg, amely a vizsgált talajok teljes magnéziumkészletének 14,5 %-a. A felvehető magnézium termőhelyenkénti mennyisége, az összes mennyiséghez hasonlóan, azzal jó korrelációt adva ($r=0,734$) rendkívüli változatos eloszlást mutat. A legmagasabb értékekkel (átlagosan <600 mg/kg) agyagos textúrájú dűlők, mint a Tó-bérc, Nagy-galagonyás és az aldebrői Szent Donát rendelkeznek. Ezzel szemben a legkisebb (<300 mg/kg) felvehető magnéziumtartalommal bíró termőhelyek listáján a feldebrői Szőlőhát, valamint a Nagy-Eged alsó és felső termőhelyek szerepelnek (43. ábra). Előbbi esetében a homoktalajon végbemenő kimosódás okozza az alacsony magnéziummennyiséget, és hasonló okokkal magyarázható a szintén homok, illetve homokos vályog textúrájú Nagy-Eged felső alacsony értéke is. Ezzel szemben a Nagy-Eged alsó esetében annak ellenére alacsony a felvehető magnézium mennyisége, hogy az összes magnézium értéke még aránylag magas (3100 mg/kg), és az egyes talajrétegeket is jellemzően agyagos vályog és vályog szemcseösszetétel jellemzi. Ennek a látszólagos ellentmondásnak a háttérben geológiai tényezők valószínűsíthetőek. Az agyagásványok nem kicserélhető oktaéderes rétegeibe a mészköves, márgás alapközetből származó Ca²⁺ ionok nem képesek beépülni, így ott az alumíniumot jellemzően a mészköves és márgában 'szennyeződésként' jelen

lévő Mg^{2+} helyettesíti. Ezzel szemben a rétegek közötti térben a kicserélhető ionok vonatkozásában már a Ca^{2+} ionok dominálnak a Mg^{2+} ionokkal szemben.



43. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott magnéziumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

Az egyes talajtulajdonságok közül a talaj összes magnéziumtartalma csak az agyagtartalommal mutatott közepes ($r=0,636$) korrelációt. Ezzel szemben a Lakanen-Erviö kioldással vizsgált magnézium mennyisége már csak igen gyenge ($r=0,364$) kapcsolatot mutatott az agyagtartalommal. Ez azzal magyarázható, hogy az agyagásványok kicserélhető helyein jellemzően nem Mg^{2+} ionok, vannak adszorbeálva.

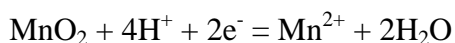
A vizsgált elemek közül az összes magnézium mennyisége az alumíniummal ($r=0,686$), nátriummal ($r=0,671$), báriummal ($r=0,648$) és a vassal ($r=0,520$) mutat közepes kapcsolatot. Ennek oka, hogy ezek az ásványok részben vagy jelentős mértékben szintén az agyagásványokban vagy azokhoz adszorbeáltan fordulnak elő. A mobilis magnézium mennyisége egyedül a nátriummal ($r=0,615$) mutatott közepes korrelációt. A két elem ionrádiusza közel azonos, ezért a tetraéderes rétegben kicserélhető viszonyban vannak egymással.

6.2.2.7. Mangán

Az élőlények számára esszenciális elem. A hazai talajok átlagos Mn-tartalma 100-1100 mg/kg (GYÖRI ET AL., 1971), de egyes talajszintekben a 3000 mg/kg-ot is elérheti. A talajokban mangán-oxidok, szilikátok, karbonátok tartalmazzák, de emellett adszorbeáltan a vas-oxidok és szerves

komplexek felületén fordul elő. Kicserélhető és oldható formában is jelen van. A mangán-oxid főként vasoxidokkal asszociálódik. A mangán oxidjai számos fém akkumulációját segítik elő a talajban (SMITH – PETERSON, 1995).

A talajoldatok szerves komplexekként és Mn-ionokként tartalmazznak mangánt. A nehézfémek közül a Mn képezi a leginstabilabb komplexeket, így más kationok könnyen kiszorítják. A mangán-oxidok és a talajoldat Mn^{2+} -tartalma a pH függvényében változik. Ha nő a H^+ -ion koncentrációja, több Mn^{2+} képződik. Ha a pH egy egységgel csökken, a Mn^{2+} -koncentráció 100-szorosára nő az oldatban (GEERING ET AL., 1969).



A Mn redukciós folyamatait kedvezően befolyásolja a lebontható szerves anyagok mennyisége, a nagy mennyiségű agyag, a tömör talajszerkezet, valamint a talajok víztelítettsége (STEFANOVITS ET AL., 1999).

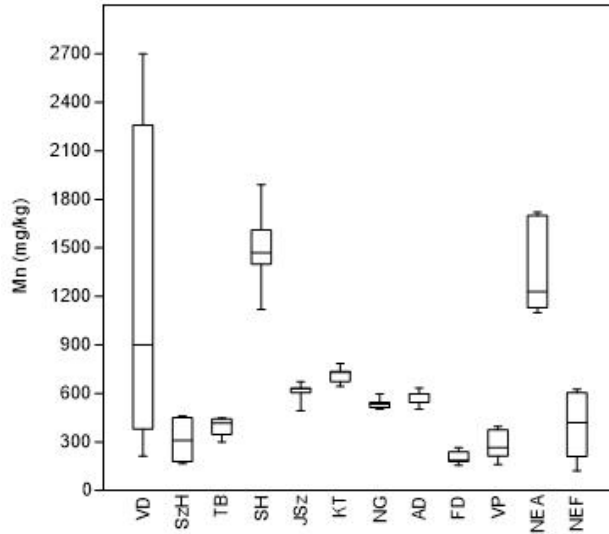
A szőlőben több enzim aktiválásáért felel, emellett emeli a cukorszintet, szerepe van a fehérjeszintézisben is. Részt vesz a foszforilációs és a sejtek oxidációs-redukciós folyamataiban, valamint a sejtlégzésben és a citromsav-ciklus szabályozásában. Meghatározó szerepe van a nitrogén-agyagcserében, ezért mangánhiány esetén a növények nem képesek a nitrát hasznosítására (SZABÓ ET AL., 1987).

A szőlő a talajból Mn^{2+} -ként veszi fel (RIESENAUER, 1988). Felvétele és transzlokációja a Mg-hoz hasonlóan történik. Főként a levelekben akkumulálódik, mennyisége a tenyészidő végéig növekszik. A bogyón belül a mag közel kétszer annyi Mn-t tartalmaz, mint a bogyóhús.

Hiánya a levelekben érközi klorózist okoz, mivel kapcsolatban van a fotoszintézissel és a klorofill-szintézissel is. A mangánhiány előrehaladtával barna nekrotikus foltok jelennek meg, amely később a levél száradásához vezet. A tünetek először a fiatal leveleken jelentkeznek, majd az idősebbekre és akár a fürtökre is áttérhetnek, gátolva azok növekedését, beérését. Erősen savanyú talajokon a Mn^{2+} magas koncentrációja mérgezőes tüneteket okoz, amely a levélszéleken jelentkezik, majd a levelek összesodródásával jár (BAVERESCO ET AL., 2010).

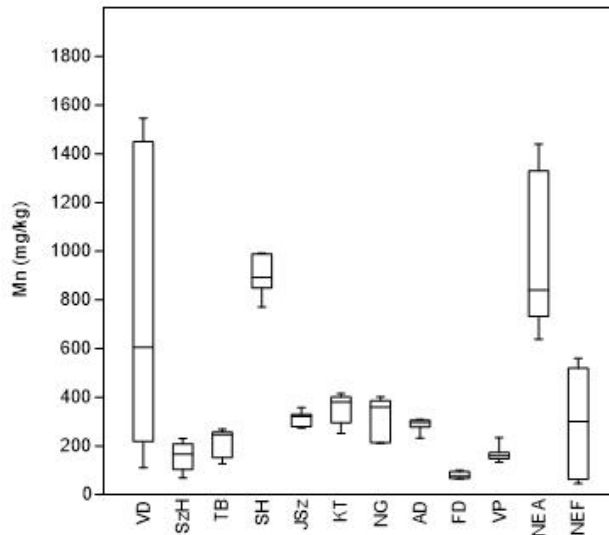
Az összes mangántartalom a vizsgált termőhelyek esetében rendkívül széles skálán belül változik. Átlagos mennyisége 663 mg/kg. A legmagasabb értékekkel (átlagosan <1000 mg/kg) a Sík-hegy, Nagy-Eged alsó és a Vidra termőhelyek rendelkeznek (44. ábra). A Vidra és a Sík-hegy dűlők esetében a kiugró érték valószínűleg döntően közzettani okokra vezethető vissza, mivel mindkét termőhely alapközetét az Egri Formáció különböző rétegei alkotják (ÖRKÉNYI BONDOR, 1971). Ezzel szemben a Nagy-Eged alsó jelentős mangántartalma feltételezhetően a vastag akkumulációs szintben jelenlévő

humuszanyagok és karbonát ásványok következménye. A legalacsonyabb értékeket a homoktalajokkal rendelkező dűlők (Feldebrő-Szőlőhát, Verpelét Rózsás) esetében tapasztaltam.



44. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott mangántartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A felvehető és az összes mangán mennyisége jó korrelációt mutat egymással ($r=0,879$), a termőhelyek közötti megoszlásuk is közel azonos (45. ábra).



45. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott mangántartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajok teljes mangánkészletének 59 %-a van jelen a növények számára felvehető formában, amely átlagosan 391 mg/kg. Ennek a jelentős felvehető hányadnak az oka, hogy a mangán savas közegben (pl. gyökérsavak hatására) könnyen redukálódik és kerül felvehető formába.

A vizsgált talajtulajdonságok közül az összes mangántartalom a talaj humusztartalmával ($r=0,532$), azon belül is elsősorban a jó minőségű, NaF-al kivont humuszanyagokkal ($r=0,570$) mutat kapcsolatot, míg a kis molekulású humuszmolekulák nem alkalmasak fémorganikus komplexek kialakítására. Emellett még az iszapfrakció esetében sikerült kimutatni közepes ($r=0,509$) korrelációt. Ezzel szemben a Lakanen-Erviö kioldás esetében már mind a humusztartalommal ($r=0,463$), mind az iszapfrakcióval ($r=0,480$) csak gyenge korrelációs viszony áll fenn.

Az vizsgált elemek közül a talaj összes mangántartalma számos fémmel (Ni, Pb, Zn, Fe, Cr, Cu, Ba) mutat kapcsolatot, míg a Lakanen-Erviö oldattal kivont mangán a nikkellel, cinkkel, vassal, krómmal, ólommal és a báriummal van közepesnél erősebb korrelációs viszonyban. Ennek oka, hogy a mangán oxidjai fontos szerepet játszanak a fémek talajbeli megkötődésében.

6.2.2.8. Nátrium

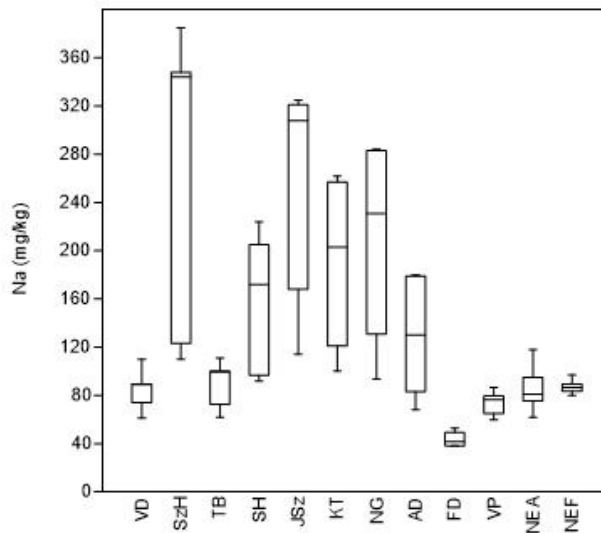
Főként földpátokban fordul elő, azok mállásával kerül a talajoldatba, ahol nem fixálódik és a kationcserélő helyekhez is csak gyengén kötődik. Elsősorban a szmektitiek (főként a montmorillonit) tetraédes rétegében kötődik meg kicserélhető formában (FÖLDVÁRI, 2011). A talajból a legkönnyebben kimosódó bázikus kation, ezért mennyisége a talajban az idő előrehaladtával csökken, viszont megfelelő klimatikus körülmények között ezzel némileg lépést tart a földpátok mállásából származó Na-pótlás. Arid területek talajaiban a kimosódás hiánya miatt akkumulálódik, ami sós és szikes talajok kialakulásához vezet. Növekvő mennyisége következtében a talaj morzsás szerkezetét biztosító humuszkolloidok felületén adszorbeált kalciumot egyre inkább lecseréli, amely a kolloidok peptizációjához vezet. Amennyiben mennyisége a kicserélhető kationokon belül eléri ($Na_{S\%}$) az 5 S%-ot, már jelentkezik a káros hatások, amelyek a talaj szerkezetének, levegőzöttségének, vízgazdálkodásának romlásával járnak. Ez a folyamat végső soron szikesedéshez, valamint a termőképesség romlásához vezet (STEFANOVITS ET AL., 1999). A lecserélt kalcium a talajból kimosódik, ezzel akár komoly, 200-400 kg/ha veszteséget okozva.

A növények esetében a kation-egyensúly biztosításában és a káliummal együtt a megfelelő vízháztartás működésében van szerepe. Ezen felül enzimek aktiválásáért felel.

A túlzott nátriumfelvétel egyes kationok (főként a K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) forgalmában súlyos zavarokat okozhat. Káros hatásai a levelek klorózisát váltják ki. Azok széle sárgás színezetű lesz, majd az egész lemez elsárgul és elszárad (STEVENS ET AL., 1996). Döntően a talaj természetes szikesedési folyamatai okoznak sós károsodásokat, de gyakran a helytelen műtrágyahasználat is okolható.

Hiánya a talajok elégséges Na-ellátottságának köszönhetően nem jellemző.

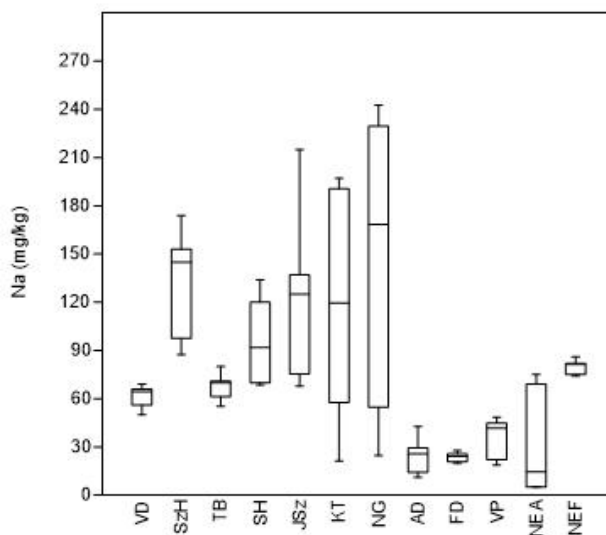
A vizsgált területek átlagos összes nátriumtartalma 137 mg/kg, amely megoszlása az egyes termőhelyek között igen változatos. A földpátokban gazdag talajokban több, míg a homoktalajok és a meszes alapkőzetű talajok esetében kevesebb nátrium van jelen. A legnagyobb mennyiség a szomolyai Szérűhely és a novaji Juhszalagos dűlők, míg a legkevesebb (<100 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát, a verpeléti Rózsás, a Nagy-Eged alsó és felső, valamint a Tó-bérc és Vidra termőhelyek esetében van jelen (46. ábra).



46. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott nátriumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára hozzáférhető mennyiség a vizsgált talajok teljes nátriumkészletének 55,9 %-a, amely átlagosan 76,6 mg/kg. Az egyes termőhelyek értékei jelentős szórást mutatnak. A legnagyobb felvehető mennyiséggel a Sík-hegy, Nagy-galagonyás, Szérűhely és Juhszalagos dűlők

rendelkeznek. Az aldebrői Szent Donát, a feldebrő határában lévő Szőlőhát, a verpeléti Rózsás és a Nagy-Eged alsó termőhelyek felvehető nátriumtartalma nem éri el a teljes szelvény átlagában a 40 mg/kg-ot (47. ábra). Érdekes módon a Nagy-Eged felső esetében a teljes nátriummennyiség 92%-a található meg felvehető formában, amely a talaj jelentős CaCO_3 -tartalmával áll kapcsolatban, mivel az gátolja a Na megkötődését. Hasonlóan magas aránnyal rendelkezik a Nagy-Eged alsó termőhely felső 0-60 cm-es rétege, amely az alatta lévő talajréteggel ellentétben még igen magas szénsavas mésztartalommal bír.



47. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott nátriumtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajtulajdonságok közül az összes nátrium egyedül a talaj iszapfrakciójával mutatott közepes ($r=0,599$) korrelációt. Ennek oka, hogy a nátrium forrását jelentő földpát ásványok szemcsemérete döntően az iszapfrakcióba esik. Mivel a földpátok nem rendelkeznek kicserélhető nátriumtartalommal (az csak az ásvány mállása után szabadul fel), nem mutatható ki kapcsolat az iszapfrakció és a növények számára hozzáférhető nátrium mennyisége között.

Az egyes elemek közül az összes nátriumtartalom a báriummal ($r=0,774$), a magnéziummal ($r=0,671$) és az alumíniummal ($r=0,652$) áll kapcsolatban. A bárium a kalciumot helyettesíti egyes ásványokban és a földpátokban, így a nátriumhoz hasonlóan az iszapfrakción belül jelentős arányban fordul elő. A magnézium a nátriumhoz hasonlóan kicserélhető kationként van jelen a talajban, gyakran egymás helyére épülnek be. Az alumínium pedig mind az agyagásványoknak, mind pedig a Na-tartalmú

földpátoknak építőeleme. A Lakanen-Erviö oldattal kivont nátrium nem, vagy csak gyenge korrelációs viszonyt mutat a vizsgált elemekkel.

6.2.2.9. Nikkel

Mennyiségét természetes viszonyok között a geológiai adottságok határozzák meg. Mészkövön, homokkövön, valamint savanyú vulkáni kőzeteken képződött talajok nikkeltartalma rendszerint alacsonyabb (<50 mg/kg alatt), mint az agyagos üledékeken, bázikus vulkáni kőzeteken képződött talajoké. Utóbbiak Ni-tartalma gyakran meghaladja az 500 mg/kg értéket is (KÁDÁR, 1991). Jelenleg a környezetbe kerülő nikkeltartalom 80 %-a antropogén eredetű. Fő forrásai a kőolaj elégetése, közlekedés, bányászat, színesfémkohászat és a szennyvíziszapok lerakása (ALLOWAY, 1995; PAGOTTO ET AL., 2001).

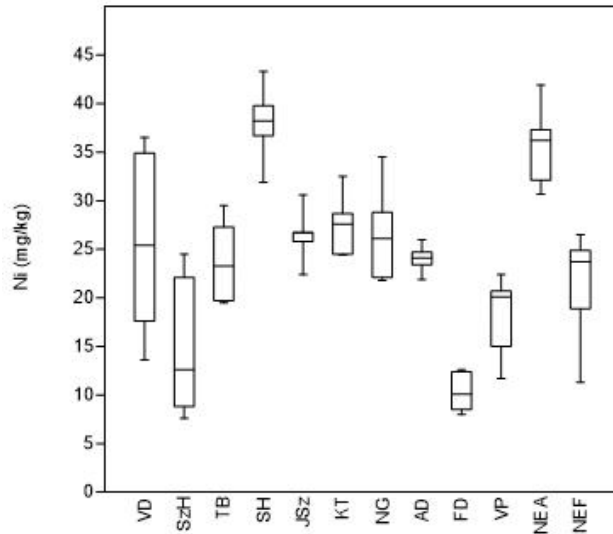
A talajokban lévő nikkeltartalom részben a szerves anyagok (KÁDÁR, 1991; SZALAI, 1998), részben a Fe-, Mn- és Al-oxidok felületén, részben pedig az agyagásványokhoz adszorbeálva található meg (MCGRATH – LOVELAND, 1992).

Talajokra megállapított határértéke 40 mg/kg.

A nikkeltartalom az állatok számára esszenciális nyomelem, de ugyanez a növények esetében vitatott (NIEMINEN ET AL., 2008). Szerepe van a megfelelő növekedés biztosításában és nélkülözhetetlen eleme az ureáz enzimnek (WELCH, 1981; JAOUEN, 2006). Olaszországi vizsgálatok a forgalmas közlekedési utak mentén mind a szőlőben, mind pedig a borbán a nikkeltartalom magasabb koncentrációját mutatták ki a közlekedésből eredő szennyeződésektől távolabb eső területekhez képest (PERTOLDI MARLETTA ET AL., 1989). Nagy mennyiségben fitotoxikus hatású.

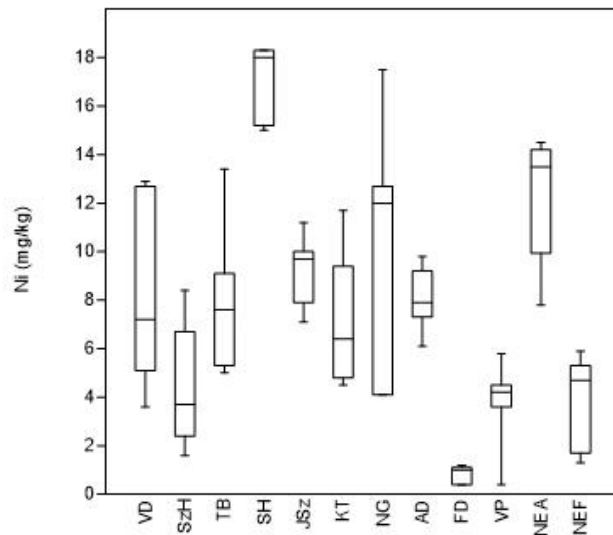
A vizsgált termőhelyek talajainak összes nikkeltartalma átlagosan 24 mg/kg. Legnagyobb mennyiségben az agyagos, vályagos textúrájú és nagy humusztartalmú talajokban fordul elő. Ezek közül is kiemelkedik a Sík-hegy és a Nagy-Eged alsó, amelyek jelentős (átlagosan több, mint 35 mg/kg), de még határérték (40 mg/kg) alatti nikkeltartalommal bírnak. A homokos talajok nikkeltartalma alacsonyabb, a legkevesebb nikkeltartalommal (a vizsgált szelvények átlagában <15 mg/kg) a Szérűhely és a feldebrői Szőlőhát dűlőkben található (48. ábra). A nikkeltartalom termőhelyenkénti megoszlása közel azonos a mangán és részben az összes vas mennyiségének eloszlásával. Ez a megállapítás megerősíti az irodalmi adatokban leírtakat, amely szerint a vas- és mangán-oxidok képesek a nikkeltartalom megkötésére (MCGRATH – LOVELAND, 1992). Ez megmagyarázza a Vidra termőhely relatíve magas nikkeltartalmát is. A glaukonit önmagában nem tartalmaz nikkelt, de az azt megkötni képes

vas és mangán igen jelentős mennyiségben van benne jelen, így annak mállástermékeiben is.



48. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott nikkeltartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára hozzáférhető nikkeltartalom átlagosan 7,6 mg/kg, amely a teljes hozzáférhető mennyiség 31,5 %-a. A felvehető mennyiség termőhelyek közötti megoszlása jó korrelációt ($r=0,764$) mutat az összes nikkeltartalommal.



49. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott nikkeltartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A legnagyobb mennyiségben ~17 mg/kg a magas mangántartalommal rendelkező Sík-hegy dűlőben van jelen, míg a homok textúrájú Szőlőhát dűlőben (FD) a kimosódás következtében csupán 0,75 mg/kg nikkelt áll felvehető formában a növények rendelkezésére (49. ábra).

A vizsgált talajtulajdonságok és a talajok nikkeltartalma között csupán gyenge vagy közepes korrelációs kapcsolatot sikerült kimutatni. Negatív kapcsolat ($r=-0,515$) mutatkozott a talaj homokfrakciója és összes nikkeltartalma között. Az iszap és agyagtartalom esetében csupán gyenge ($r=0,477$, illetve $r=0,438$) kapcsolat van, míg a humusztartalommal is csak 0,434-es pozitív korreláció figyelhető meg, azonban a jó és a gyenge minőségű humuszanyagok közül a NaF-al kivont humuszanyagok mutattak szorosabb ($r=0,464$) kapcsolatot a nikkellel. E megállapítások azonban már nem igazolhatóak Lakanen-Erviö oldattal kivont nikkeltartalom esetében, amely csupán a talaj iszapfrakciójával mutat közepes ($r=0,542$) korrelációt.

Az összes nikkeltartalmat a talajok elemtartalmával összehasonlítva számos elemmel (Mn, Zn, Pb, Fe, Cr, Ba, Al) mutatható ki $r=0,5$ -nél erősebb kapcsolat, amely a króm kivételével a Lakanen-Erviö oldattal kivont nikkeltartalom esetében is igaz. Ennek oka, hogy a nikkeltartalom a báriumhoz, krómhoz, ólomhoz és a cinkhez hasonlóan képes megkötődni a mangán-, vas- és/vagy alumíniumoxidokon.

6.2.2.10. Ólom

Nem esszenciális nyomelem és számos élő szervezetre toxikus. A talajban a szerves kolloidokon, valamint az alumínium mangán- és vasoxidokon adszorbeálódik (KÁDÁR, 1991). Az ólom toxikus hatásai miatt számos kutatás indult annak kiderítésére, hogy az egyes talajkomponensek közül melyek játszanak fő szerepet az ólom megkötődésében. E vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a különböző fémek oxidjai sokkal nagyobb mennyiségben kötik meg az ólomot, mint a szerves anyagok (AHUMADA ET AL., 1999; KABALA – SINGH, 2001, KASHEM ET. AL 2011). Kiemelkedő a mangánoxidok szerepe, amelyek 40-szer nagyobb mennyiségben kötik meg, mint a vasoxidok (MCKENZIE, 1980).

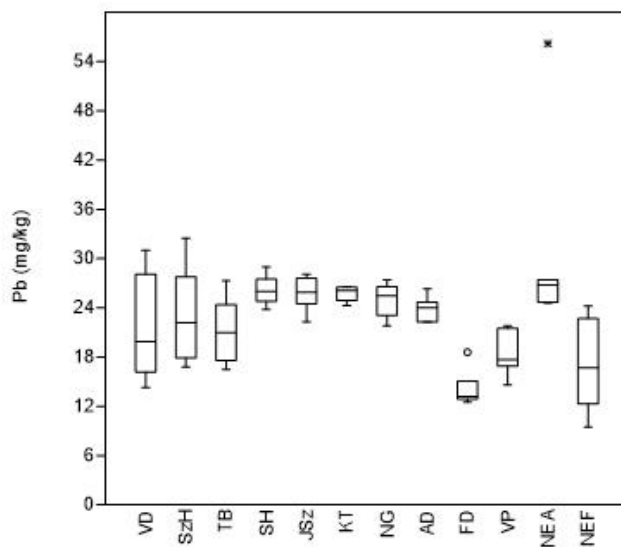
A környezetbe került ólom 95%-a antropogén eredetű (SMITH – FLEGAL, 1995). Egyik legnagyobb szennyező forrást az ólomtartalmú üzemanyagok jelentették, amelyeket hazánkban a rendszerváltást követően betiltottak, de ettől függetlenül a közlekedési utakat szegélyező talajokban jelentős ólomdúsulás mutatható ki (LAGERWERFF – SPECHT, 1970; BENFENATI ET AL., 1992). Továbbá mezőgazdasági területeken egyes peszticidek (pl. ólomarzenát – $PbHAsO_4$) is növelhetik a talaj ólomkoncentrációját (WOLZ ET AL., 2003).

Mennyisége szennyezetlen talajokban 2-200 mg/kg, de átlagosan 20 mg/kg körül alakul. A hazai talajokra megállapított határértéke 100 mg/kg.

A növények – így a szőlő is – az ólmot abszorbeálják, de ennek mennyisége nem arányos a talaj Pb-tartalmával, mivel a talajban lévő Pb olyan erősen kötődik, hogy a növények számára nem hasznosítható (TAKÁCS, 2001). Ezzel szemben SIMON (2004) szerint a gyökerekben magasabb, míg a föld feletti növényi részekben alacsonyabb mennyiségben van jelen. Átlagos mennyisége a növényekben 2 mg/kg. Elsősorban légköri ülepedéssel kerül a növények, levelek felületére.

A növények számára toxikus hatású, gátolja azok növekedését és a fotoszintézist. A leveleken klorotikus tüneteket okoz, valamint a gyökérzet elfeketedését váltja ki. Emellett romlik a vízháztartás, amely az ásványi táplálkozás zavarait és a sejtmembránok szerkezetének és permeabilitásának romlását okozza, valamint felborítja az enzimek és a fitohormonok működését (SHARMA – DUBEY, 2005)

A vizsgált talajok ólomtartalma átlagosan 22,6 mg/kg. A legmagasabb értékkel a nagy adszorpciós kapacitással rendelkező magas vas-, mangán- és humusztartalmú talajok rendelkeznek.

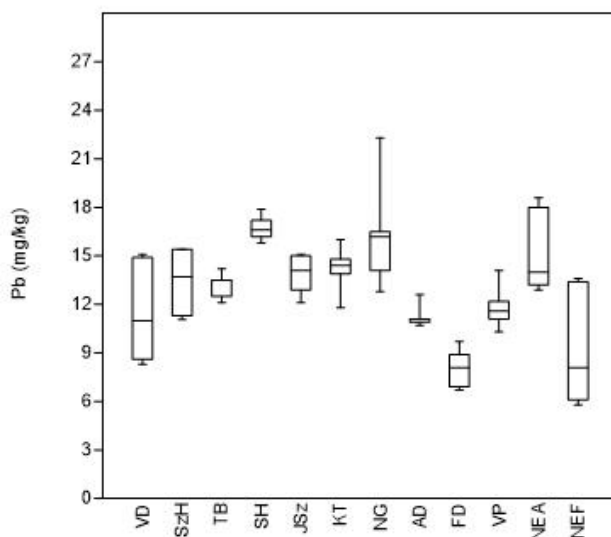


50. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott ólomtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A Nagy-Eged alsó, Sík-hegy, Juhszalagos és Kőlyuk-tető termőhelyek esetében az ólom mennyisége meghaladja a 25 mg/kg-ot. Némileg kiugró értékkel rendelkezik a Nagy-Eged alsó, amely esetében ez a tőle csupán pár

méterre haladó Egert Noszvajjal összekötő útvonallal és az akkumuláció miatt a mélyebb rétegekben is magas agyag- és humusztartalommal magyarázható. A legalacsonyabb, 20 mg/kg alatti értékekkel, a magas homoktartalommal rendelkező termőhelyek (Verpelét-Rózsás, Nagy-Eged felső, Feldebrő-Szőlőhát) talajai rendelkeznek (50. ábra).

A vizsgált talajok összes ólomtartalmának meglehetősen nagy hányada, 56,7 %-a van jelen a növények számára elérhető formában, amely átlagosan 12,8 mg/kg. Ebben az esetben is hasonló az elemek megoszlása, mint az összes ólom esetében ($r=0,678$). A legmagasabb értékkel (>14 mg/kg) a Sík-hegy, Nagy-galagonyás és a Nagy-Eged alsó, míg a legalacsonyabbal (<10 mg/kg) a Nagy-Eged felső és a feldebrői Szőlőhát területek rendelkeznek (51. ábra).



51. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviő kivonattal meghatározott ólomtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajtulajdonságok közül az összes ólom mennyisége a humusztartalommal $r=0,537$ -es korrelációt mutatott, és nem tapasztaltam lényegi különbséget a NaF-al kivont jó minőségű és a NaOH-al extrahált kis molekulásúlyú humuszanyagok között. A homokfrakció esetében közepes erősségű negatív korreláció ($r=-0,535$) áll fenn, míg az agyagtartalom esetében pozitív $r=0,511$ -es korreláció értéket számítottam. A Lakanen-Erviő oldattal kivont ólom a fenti talajtulajdonságok egyikével sem mutatott közepes vagy annál erősebb kapcsolatot, ellenben az iszapfrakcióval közepes ($r=0,510$) korreláció jellemző. Ez arra utal, hogy mind a szerves anyaggal,

mind pedig az agyagfrakcióval kapcsolatban álló ólom annyira erősen kötődik, hogy az a növények számára elérhetetlen.

Az összes ólom számos vizsgált elemmel (Zn, Mn, Al, Ni, Cu, Fe, Ba, Cr, K) áll kapcsolatban, míg a Lakanen-Erviö kivonószerezrel extrahált elemek közül a báriummal, mangánnal, alumíniummal, nikkellel és a cinkkel mutatott közepes vagy annál erősebb korrelációt. Ennek oka, hogy a vizsgált elemek talajbéli megkötődése hasonló. Az ólom a humuszanyagok és kisebb mértékben az agyagásványok mellett döntően a mangán-, vas- és alumínium-oxidokon kötődik a többi elemhez (Zn, Ni, Cu, Ba, Cr) hasonlóan. A káliummal való kapcsolat oka valószínűleg az agyagásványokon való adszorpcióban keresendő.

6.2.2.11. Réz

A talajokban leggyakrabban Cu^{2+} -ionként szerves vagy szervetlen adszorpciós felületekhez kötötten található. Emellett jelen van a szilikátok kristályrácsaiban és egyéb nehezen oldható rézvegyületekben (pl. réz-foszfát, réz-karbonát, réz-szulfid) is. Legnagyobb mennyiségben a talaj felső rétegeiben akkumulálódik (STEFANOVITS, 1999). A szerves anyagok fulvosav komponensei oldékony komplexet, míg a huminsavak oldhatatlan komplexet képezve gátolják a mikroelemek felvehetőségét, ezzel csökkentve a réz felvehetőségét is. A réz erős komplexképző képessége és jelentős adszorpciós energiája miatt a talajban csak kis mennyiségben van jelen mozgékony formában. Az adszorpciós felületeken kötött rézet más kationok csak nehezen tudják kiszorítani, erre döntően a H^{+} -ion képes, amely a pH viszonyok változásával (savanyodásával) az oldható réztartalom növekedését okozza (BRUN ET AL., 1998). A kémhatás emelkedésével (pl. meszezés által) a réz felvehetősége csökken, amely bekövetkezhet még a megnövekedő szerves anyag és a foszfátműtrágyák alkalmazása következtében is. Emellett talajbéli koncentrációját jelentősen befolyásolják a geológiai adottságok. Reduktív környezetben Cu^{+} formában fordul elő (HARGITAI, 1998).

Talajokban mért átlagos mennyisége 15-20 mg/kg, de szőlő- és gyümölcsültetvények területén magasabb (20-40 mg/kg) érték jellemző (BRUN ET AL., 1998; WENG ET AL., 2003). Ennek oka, hogy ezek a növények a betegségekkel szembeni érzékenységük miatt jelentős vegyszerigénnyel rendelkeznek. Számos vegyszer hatóanyagának a réz a vivőanyaga, valamint (főként a peronoszpóra elleni védekezésben) elterjedt a réztartalmú gombaölőszerek alkalmazása is. Ezeket rézszulfát vagy rézklorid formájában alkalmazzák és mésszel vagy más peronoszpóra elleni szerrel keverik. A szőlészetben gyakori még az ún. 'bordói lé' használata, amely 20 % rézszulfátot tartalmaz és számos betegség ellen alkalmazható. E tényezők hozzájárulnak a réz feltalajban való akkumulációjához (WEI ET AL., 2006). Az

így akkumulálódó rézmennyiséget jelentősen befolyásolja, hogy az adott terület mióta áll szőlőművelés alatt, valamint kimutatták a helyi klimatikus adottságok hatásait is. Csapadékosabb területek szőlőtalajai több rézet tartalmaznak, mint a száraz területeken lévők (BRUN ET AL., 1998; DELUISA ET AL., 1996).

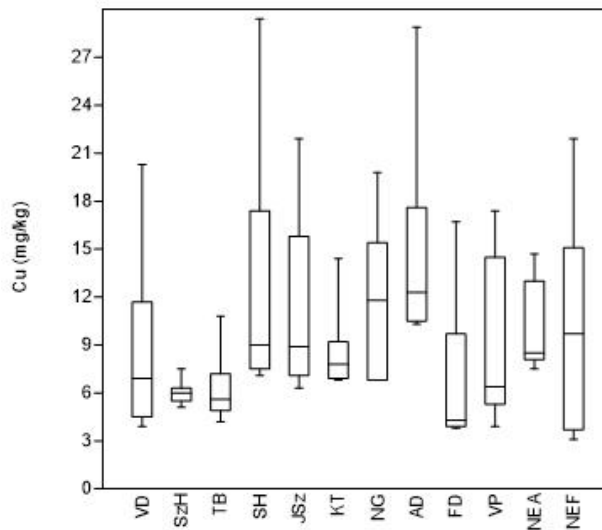
Magyarországon a talajokra megállapított szennyezettségi határérték réz esetében 75 mg/kg.

A szőlő által felvett réz döntően a kloroplasztiszokban koncentrálódik. Részt vesz a fotoszintézisben, segíti a szénhidrát- és a proteinszintézist és a Fe-porfirinprotein felépítésében is szerepet játszik.

A réz toxikus mennyiségben gátolja a szőlő növekedését, a gyökérnövekedést, ami kihat a vas felvételre, amely sárgás klorózist okoz a levelekben és a hajtáscsúcsokban.

Rézhiány esetén klorózis következtében a fiatal levelek szürkés zöld árnyalatúak lesznek vagy kifehérednek, amely a későbbiekben az idősebb levelekre is áttérjed, ezáltal gátolja a növény növekedését. A tünetek talaj- és lombtrágyázással kezelhetőek.

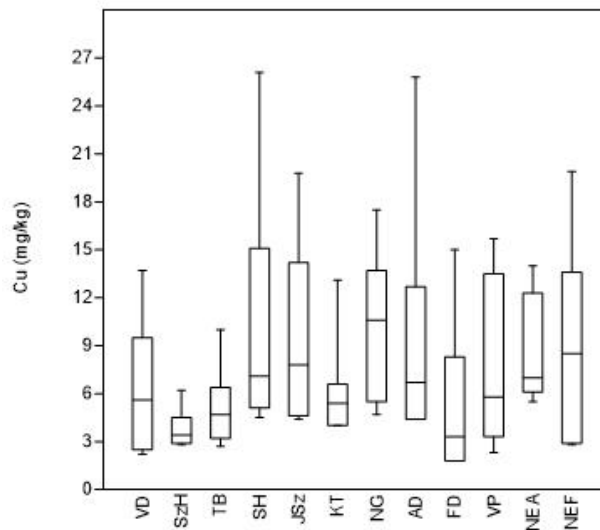
A vizsgált területek talajainak átlagos réztartalma 9,7 mg/kg. Ez az érték azonban termőhelyenként és az egyes termőhelyek esetében a mélységgel, a humusztartalomtól függően, is jelentősen változik. Mennyisége a talaj felső 0-30 cm-es rétegében 7,4-29.4 mg/kg közötti, míg a talaj alsó 150-180 cm-es rétegében a legmagasabb mért érték 10,5 mg/kg.



52. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott réztartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

Az egyes területek közül a legmagasabb réztartalommal (a teljes szelvény átlagában >10 mg/kg) az aldebrői Szent Donát, a Sík-hegy, Juhszalagos és a Nagy-galagonyás dűlők, míg a legalacsonyabb értékekkel (<8 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát, a Tó-bérc és a Szerűhely dűlők rendelkeznek (52. ábra).

A Lakanen-Erviő kioldással vizsgált növények számára átlagosan hozzáférhető réz mennyisége 7,5 mg/kg, amely a vizsgált talajok teljes rézmennyiségének 77,9 %-a. A felvehető rézmennyiség termőhelyenkénti megoszlása közel azonos a teljes réztartalomnál tapasztaltakkal ($r=0,891$). A legtöbb (átlagosan >9 mg/kg) felvehető rézmennyiséggel sorrendben a Sík-hegy, Aldebrő-Szent Donát, Nagy-galagonyás és Juhszalagos, míg a legkevesebb (átlagosan <6 mg/kg) a feldebrői Szőlőhát, a Tó-bérc és a Sík-hegy dűlők rendelkeznek (53. ábra).



53. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviő kivonattal meghatározott réztartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A vizsgált talajtulajdonságok közül a talaj réztartalmával egyedül a humusztartalom mutatott erős ($r=0,798$) korrelációt, amely a fulvosavak és huminsavak komplexképző hatásával van összefüggésben.

A mintaterületek talajainak teljes réztartalma az általam vizsgált elemek közül a cinkkel ($r=0,772$), ólommal ($r=0,713$), mangánnal ($r=0,629$), valamint a krómmal ($r=0,539$) mutatott közepes vagy erős korrelációt. Ez azzal magyarázható, hogy ezek az elemek a rézhez hasonlóan döntően a felső talajszintekben akumulálódnak az ott jelenlévő humuszkolloidokon vagy agyagásványokon. A Lakanen-Erviő kioldással vizsgált elemek esetében a

legerősebb korrelációt a mangán ($r=0,671$) esetében tapasztaltam, valamint a króm ($r=0,619$) és a cink ($r=0,507$) mutatott még közepes erősségű kapcsolatot. Az ólom esetében már csak gyenge ($r=0,480$) korrelációt sikerült kimutatni.

6.2.2.12. Vas

A vas legfontosabb talajokban előforduló ásványai a hematit (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4), limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), goethit (FeOOH) és a pirit (FeS_2).

A talajoldatban a vas anaerob körülmények között Fe^{2+} -ionok formájában van jelen, amelyek aerob körülmények mellett hidratált Fe(III) -oxidként kicsapódnak. A vasoxidok adszorpciós képessége jelentős, számos más fém megkötésében, fixálásában játszanak szerepet (MCKENZIE, 1980). Levegőzött talajban a vas nagy része Fe(III) alakban van jelen, amely az ásványi részeken és a humuszanyagokon bevonatot képez, így a növények számára nem felvehető. Ezzel magyarázható, hogy amíg a talajok összes vastartalma aránylag magas, addig a növények számára hozzáférhető mennyiség kicsi. Az így rendelkezésre álló vas döntően a talajásványokból válik szabaddá a növények számára Fe(II) -ionok formájában (SZABÓ ET AL., 1987), amelynek felvételét azonban más elemek (pl. Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}) gátolják (HELL – STEPHAN, 2003).

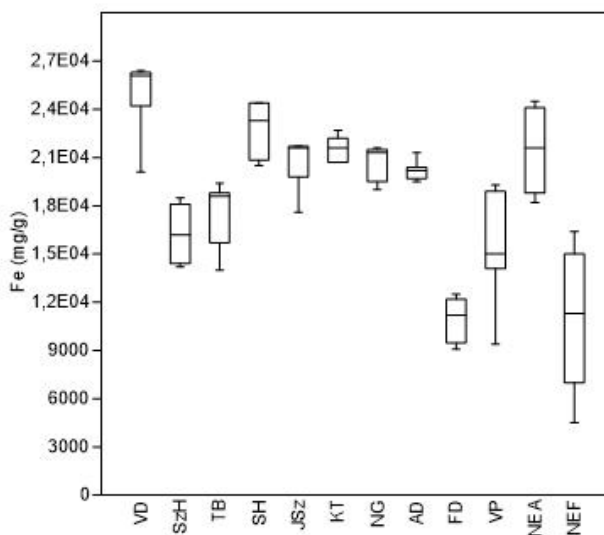
A vasat a szőlő főként Fe^{2+} és vaskelát formájában, ritkábban Fe^{3+} -ként veszi fel. A vas a légzési enzimek (citokróm) alkotórésze, szerepe van a klorofill-szintézisben, a nitrogén- és szénhidrát-háztartásban és a párologtatásban (MENGEL – KIRKBY, 1979; TAGLIAVINI – ROMBOLA, 2001; BAVARESCO ET AL., 2010). A szőlőben való mennyisége a vegetációs időszak előrehaladtával növekszik, majd az érés időszakában folyamatosan csökken (BAVARESCO – PONI, 2003).

Vashiány esetén először a fiatal, majd az idősebb levelek érközei sárgulnak, súlyosabb esetben a fiatal levelek fehérré válnak. Csökken a hajtásnövekedés, a levelek és hajtások elhalnak, valamint bogyólerágás alakulhat ki, amely jelentős termés kiesést okozhat. CaCO_3 -ban gazdag talajokon a vashiányos tünetek akkor is kialakulhatnak, ha a talajban elég vas áll rendelkezésre, mivel a kalcium gátolja a vas felvételét (ABADIA, 1992).

A vasfelesleg okozta tünetek kialakulása nem, vagy csak alacsony talaj-pH mellett jellemző. Amennyiben mégis előfordul, úgy a levelek sötét színű vagy kékeszöld klorózisát, a gyökerek elbarnulását, súlyos esetben a levelek száradását váltja ki. Toxikus mennyiségben gátolja a gyökerek és a hajtások növekedését is (VOSE, 1982).

Szoros összefüggés figyelhető meg a Fe- és a Mn-tartalom között, mivel a két elem antagonistá viszonyban van egymással.

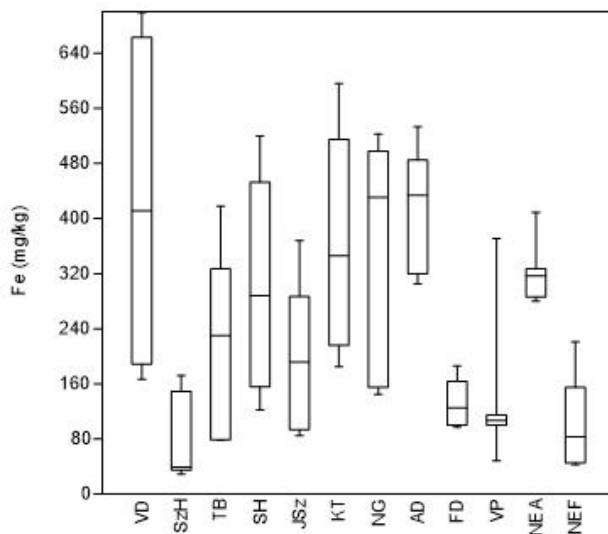
A vizsgált termőhelyek talajainak átlagos vastartalma ~18400 mg/kg, amelynek mennyisége főként a talajok agyagtartalmának függvényében változik. A legmagasabb (>21000 mg/kg) összes vastartalommal a Vidra, Sík-hegy, Kőlyuk-tető és a Nagy-Eged alsó, míg a legalacsonyabb (átlagosan <11000 mg/kg) értékkel a feldebrői Szőlőhát dűlő és a Nagy-Eged felső termőhely rendelkezik (54. ábra). A Vidra dűlő esetében tapasztalt magas vastartalom a talajban található glaukonit (vasalumínium-hidroszilikát) ásvánnyal van kapcsolatban.



54. ábra. A vizsgált területekről származó talajok cc.HNO₃+H₂O₂ kivonattal meghatározott vastartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

A növények számára felvehető vas mennyisége átlagosan 246,2 mg/kg, amely a talaj összes vastartalmának 1,34 %-a. A Lakanen-Erviö kioldással meghatározott vas mennyiségének termőhelyek közötti eloszlása meglehetősen egyenetlen. Ennek oka, hogy a vas felvehetőségében sokkal nagyobb szerepet játszik a talaj humusz- és agyagtartalma, mint az összes vas esetében.

A legtöbb növények számára hozzáférhető formában rendelkezésre álló vassal az aldebrői Szent Donát, valamint az Eger határában található Vidra és Kőlyuk-tető dűlők rendelkeznek, míg a legkevesebbel (átlagosan <100 mg/kg) a Nagy-Eged felső és a Szérűhely termőhelyek (55. ábra).



55. ábra. A vizsgált területekről származó talajok Lakanen-Erviö kivonattal meghatározott vastartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis)

Az összes vastartalom a vizsgált talajtani tényezők közül egyedül a talaj agyagtartalmával mutatott közepes ($r=0,695$) korrelációt, illetve hasonló értéket ($r=0,664$) kaptam a növények számára hozzáférhető formában rendelkezésre álló vas esetében is. Ellenben a humuszmennyiséggel összevetve már jelentős eltérés mutatkozott. Míg az összes vas esetében gyenge ($r=0,343$) korreláció volt megfigyelhető, addig a felvehető vas mennyiségét a humuszmennyiséggel összevetve közepes ($r=0,584$) korrelációt tapasztaltam. Ez arra enged következtetni, hogy amíg az agyagásványok közel egyforma arányban kötik meg a felvehető és nem felvehető formában rendelkezésre álló vasat, addig a humuszanyag felszínén bevonatot képező vas döntően a növények számára felvehető formában áll rendelkezésre, és aránylag csekély mértékben járul hozzá a talaj összes vastartalmához.

A vizsgált elemek közül a vas számos elemmel (Cr, Mn, Al, Ni, Zn, Pb, K, Ba, Mg) mutatott közepesnél erősebb korrelációt. Ennek oka, hogy ezek az elemek jellemzően szintén az agyagásványok felületén adszorbeálódnak vagy/és vasoxidokhoz kötötten fordulnak elő, így azok talajbéli eloszlása a vaséhoz hasonló. A Lakanen-Erviö kioldással feltárt vas esetében már csak a mangán és a nikkelt sikerült kimutatni közepes korrelációt.

6.2.3. A cc. HNO₃+H₂O₂ és a Lakanen-Erviö oldattal feltárt elemmenyiségek összehasonlítása

A talajokban a felvehető formában rendelkezésre álló elemek mennyiségét számos tényező befolyásolja. A különböző növényfajok és növényfajták eltérő anyagcsere-folyamatai és ásványi táplálkozása (pl. a gyökérsavak eltérő pH-ja is) alapvetően meghatározza az adott növény számára hozzáférhető elemek mennyiségét. Emellett a talaj kémhatása, nedvességtartalma, szervesanyag-tartalma és kationcserélő-kapacitása határozza meg a felvehető formában rendelkezésre álló elemek körét (KÁDÁR, 1999; SILVEIRA ET AL., 2003; HE ET AL., 2005). A talajban mért mobilis elemmenyiség a feltáródás viszonyaitól és az alkalmazott extraháló szertől is függ (FILEP, 1988; AMIR ET AL., 2005).

Vizsgálataim során meghatároztam a kétféle kivonószerezrel extrahált elemek átlagos mennyiségét, a relatív felvehető elemtartalmat, valamint az egyes elemeknek a teljes talajbeli mennyiségéhez viszonyított százalékban kifejezett felvehető mennyiségét (4. táblázat).

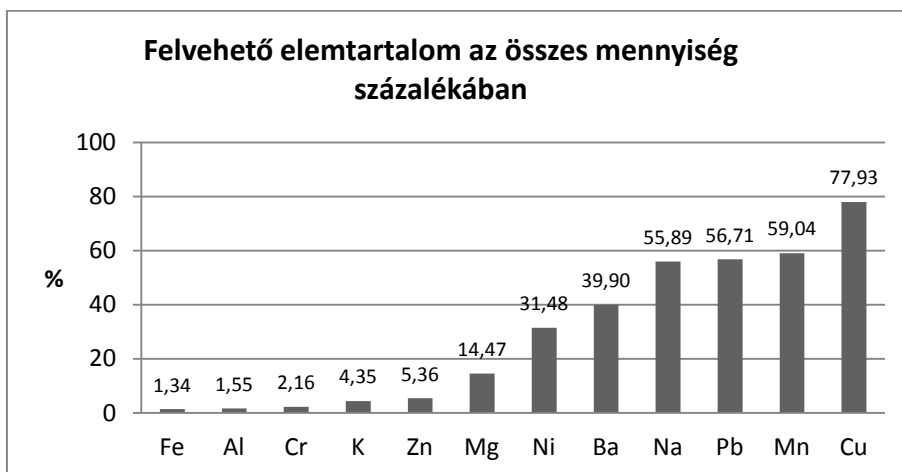
4. táblázat. A tömény salétromsavval roncsolt (cc. HNO₃) és a Lakanen-Erviö kivonószerezrel feltárt (LE) talajminták átlagos elemtartalma mg/kg-ban, a relatív felvehető elemtartalom (RFE) és a felvehető mennyiség százalékban kifejezett értéke (RFE_{x100})

| | Fe | Al | Cr | K | Zn | Mg | Ni | Ba | Na | Pb | Mn | Cu |
|---------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| cc.HNO₃ | 18436.3 | 19261.8 | 18.2 | 2031.7 | 47.7 | 3478.8 | 24.1 | 145.3 | 136.7 | 22.6 | 662.9 | 9.7 |
| LE | 246.2 | 299.5 | 0.4 | 88.3 | 2.6 | 503.5 | 7.6 | 58.0 | 76.4 | 12.8 | 391.4 | 7.5 |
| RFE | 0.0134 | 0.0155 | 0.0216 | 0.0435 | 0.0536 | 0.1447 | 0.3148 | 0.3990 | 0.5589 | 0.5671 | 0.5904 | 0.7793 |
| RFE_{x100} | 1.34 | 1.55 | 2.16 | 4.35 | 5.36 | 14.47 | 31.48 | 39.90 | 55.89 | 56.71 | 59.04 | 77.93 |

A vizsgált talajok erős antropogén hatás alatt állnak, amely a talajok elemtartalma szempontjából egyrészt a műtrágyák és a különböző permetszerek alkalmazásában nyilvánul meg, amelyek a természetes elemmenyiség mellett többletként jelennek meg. Másrészt a talajeróziós veszteségek és a betakarítás során kivont biomassa eltávolítása negatív irányba tolja el egyes elemek talajbeli mennyiségét.

A legkisebb arányban felvehető elem a vas, amelynek csak alig több mint 1 %-a mobilis. Hasonlóan alacsony (5 % alatti) arány mutatkozik az alumínium, króm és a kálium esetében, míg a nátrium, ólom mangán és réz több mint 50 %-a van jelen felvehető formában (56. ábra).

Kiemelkedően magas az ólom és a réz felvehetőségének aránya, amely feltehetően annak tudható be, hogy ezek az elemek antropogén hatásra 'szennyezőkként' többletként adódtak hozzá a természetes biogeokémiai ciklusokhoz. A réz a peszticidekből, az ólom pedig részben a peszticidekből (pl. ólomarzenát), részben a közlekedésből eredő szennyező anyagokból származik.



56. ábra. A Lakanen-Erviö kivonattal és a tömény salétromsavval extrahált elem mennyiségek százalékos megoszlása

A Spearman-féle korrelációs vizsgálat során arra kerestem a választ, hogy az egyes elemek összes talajbeli mennyisége mennyiben határozza meg azok felvehető mennyiségét. A vizsgált elemek közül a réz, mangán, nikkel, magnézium és a vas esetében erős pozitív korrelációs kapcsolat áll fent. Az ólom és az alumínium közepes, míg a bárium, cink és króm gyenge korrelációt mutatott. A felvehető kálium mennyisége pedig egyáltalán nem mutatott korrelációs kapcsolatot a talaj összes káliumtartalmával (5. táblázat).

5. táblázat. A tömény salétromsavas roncsolás és a Lakanen-Erviö kioldás során feltárt 75 db talajminta elemtartalma között számított Spearman-féle korrelációs együttható értéke

| | Cu | Mn | Ni | Mg | Fe | Pb | Na | Al | Ba | Zn | Cr | K |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| r | 0.891 | 0.879 | 0.764 | 0.734 | 0.714 | 0.678 | 0.616 | 0.577 | 0.456 | 0.425 | 0.37 | -0.007 |

6.2.4. Következtetések

Munkám során a talajok NO_3^- , valamint P_2O_5 -tartalmát és további 12 elem (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn) 'összes' és 'felvehető' mennyiségének térbeli heterogenitását vizsgáltam az egyes termőhelyek között, amelyek e tekintetben is nagyfokú heterogenitást mutattak.

Eredményeimen igazolják az egyes elemekre vonatkozó talajgeokémiai törvényeket, de az ólom és a réz esetében azok mennyiségét az antropogén hatás is befolyásolja.

Spearman-féle korrelációs vizsgálatokat végeztem, amely során a vizsgált elemek mennyiségét a különböző talajtulajdonságokkal, valamint a

többi elem mennyiségével hasonlítottam össze. Ennek során fény derült arra, hogy az adott elem mely talajkomponenseken, vagy mely fémek oxidjain adszorbeálódik, illetve hogy milyen egyéb elemekkel asszociálódik a talajban.

Meghatároztam a kétféle kivonószerral extrahált elemek átlagos mennyiségét, a relatív felvehető elemtartalmat, valamint az egyes elemeknek a teljes talajbéli mennyiségéhez viszonyított százalékban kifejezett felvehető mennyiségét. Az eredményeket elemezve azt tapasztaltam, hogy az erős antropogén hatás következtében az ólom (56,71 %) és a réz (77,93 %) felvehetőségének aránya kiemelkedően magas. Ennek oka, hogy ezek az elemek az emberi tevékenység hatására 'szennyezőkként' többletként adódtak hozzá a természetes biogeokémiai ciklusokhoz.

6.3. TERMŐHELY-TÍPUSOK ELKÜLÖNÍTÉSE TALAJTANI SZEMPONTOK ALAPJÁN

Kísérletet tettem a vizsgált termőhelyek tipizálására, kategorizálására a talajtani alapulajdonságok, a szemcseösszetétel, valamint a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelt szerepet betöltő elemek termőhelyek szerinti megoszlása alapján. Emellett osztályoztam a termőhelyeket a fenti tényezők együttes vizsgálatára alapján is.

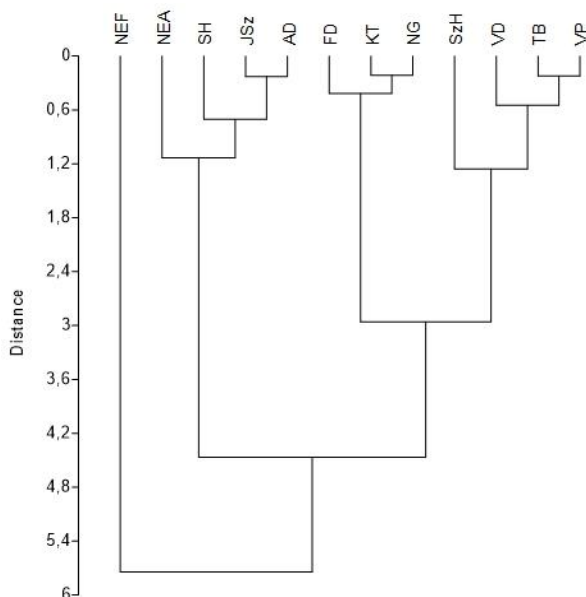
A tipizálást klaszter-analízissel (Cluster Analysis) végeztem el. Ehhez a vizsgálat pontossága érdekében először az egyes termőhelyeken a különböző mélységekben mért értékeknek külön-külön kiszámítottam az átlagát, így a vizsgált 0-180 cm-es talajréteg egészének vizsgálatára nyílt lehetőség. Ezt követően a nagy koncentrációjú változók túlsúlyának elkerülése érdekében a tetszőleges normál eloszlású adatsort standardizáltam, ezáltal az értékeket egy skálára hoztam. Az így kapott értékekre a hierarchikus klaszterelemzési módszereken belül az agglomeratív módszert használtam, amelyhez a Ward-féle eljárást alkalmaztam. Ez utóbbi eljárás előnye, hogy azokat a klasztereket vonja össze, melyeknél az összevonás során a legkisebb lesz a belső szórásnégyzet növekedése.

6.3.1. Tipizálás a talajtani alaptulajdonságok alapján

A talajtani alaptulajdonságok vizsgálatára során a talaj humusztartalmát, CaCO_3 -tartalmát, valamint a $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ értékeket vettem figyelembe. A kapott eredmények alapján $\text{distance}=1,8$ értéknél vizsgálva a termőhelyeket azok 4 klaszterbe sorolhatóak (57. ábra):

1. klaszter / típus: Nagy-Eged felső
2. klaszter / típus: Nagy-Eged alsó, Sík-hegy Juhszalagos, Aldebrő
3. klaszter / típus: Feldebrő, Kőlyuk-tető, Nagy-galagonyás
4. klaszter / típus: Szerűhely, Vidra, Tóbérc, Verpelét

A többi termőhelytől jól elkülönül a Nagy-Eged felső, amelyen a jelentős erózió miatt a karbonátok a felszín közelébe kerülnek, ezzel megnövelve a talaj szénsavas mésztralmát, pH-ját, valamint csökkentve a humusztartalmát.



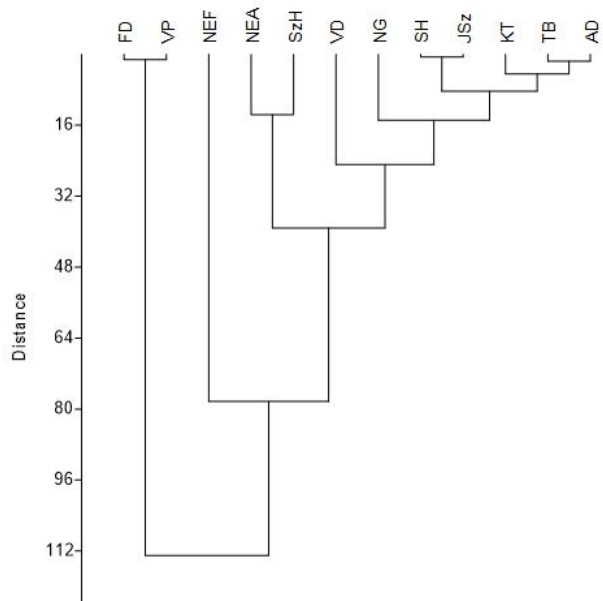
57. ábra. Klaszter-analízis eredményeként kapott hasonlóságok és azok hierarchia rendszere a termőhelyek vonatkozásában a talajtani alaptulajdonságok ($\text{pH}_{(\text{KCl})}$, humusz-, és CaCO_3 -tartalom) szerint

6.3.2. Tipizálás a talajok textúrája alapján

A vizsgált termőhelyek szemcseösszetétel alapján való osztályozása során a kavics, homok, iszap és agyag frakciók szalékos arányát vettem figyelembe. Ennek alapján a dendrogramot $\text{distance}=32$ vizsgálva 4 klaszterbe soroltam a termőhelyeket (58. ábra):

1. klaszter / típus: Feldebrő, Verpelét
2. klaszter / típus: Nagy-Eged felső
3. klaszter / típus: Nagy-Eged alsó, Szérűhely
4. klaszter / típus: Vidra, Nagy-galagonyás, Sík-hegy, Juhszalagos, Kőlyuktető, Tóbérc, Aldebrő

A többi termőhelytől jól elkülönül a feldebrői és a verpeléti termőhely homokos textúrájú, valamint a Nagy-Eged felső kötőmelékes talaja.



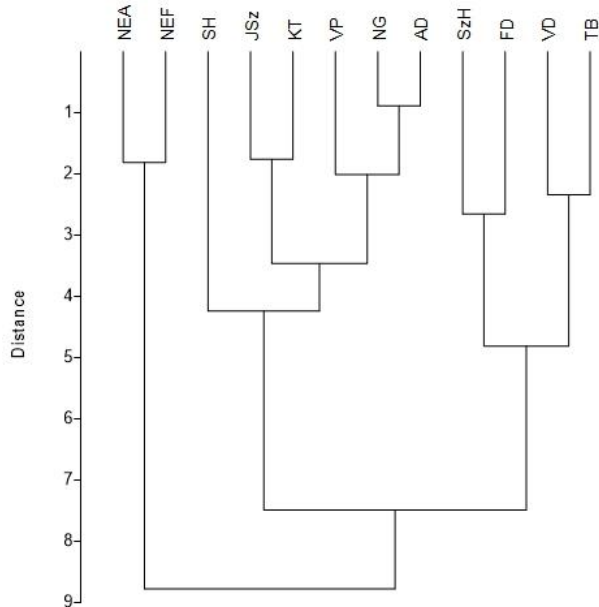
58. ábra. Klaszter-analízis eredményeként kapott hasonlóságok és azok hierarchia rendszere a termőhelyek vonatkozásában a talajok szemcseösszetétele alapján

6.3.3. Tipizálás a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelten fontos elemek alapján

Osztályoztam a vizsgált termőhelyeket a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelkedő szerepet betöltő tápelemek (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu) felvehető mennyiségének termőhelyek közötti megoszlása alapján. A felsorolt tápelemeket a szőlő szervesen tápanyagokként ionos formában veszi fel. A szőlőtőke egyes részeinek hamujában a legnagyobb mennyiségben a kalcium (34,5 %), a kálium (32 %) és a foszfor (11 %) található meg (KOZMA, 1991).

A klaszter-analízis eredményeként kapott dendogramot distance=5 értéknél vizsgálva a termőhelyeket 3 típusba/klaszterbe soroltam (59. ábra):

1. klaszter / típus: Nagy-Eged felső, Nagy-Eged alsó
2. klaszter / típus: Sík-hegy Juhszalagos, Kőlyuk-tető, Verpelét, Nagy-galagonyás, Aldebrő
3. klaszter / típus: Szerűhely, Feldebrő, Vidra, Tó-bérc



59. ábra. Klaszter-analízis eredményeként kapott hasonlóságok és azok hierarchia rendszere a termőhelyek vonatkozásában a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelkedő szerepet betöltő tápelemek (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe) alapján

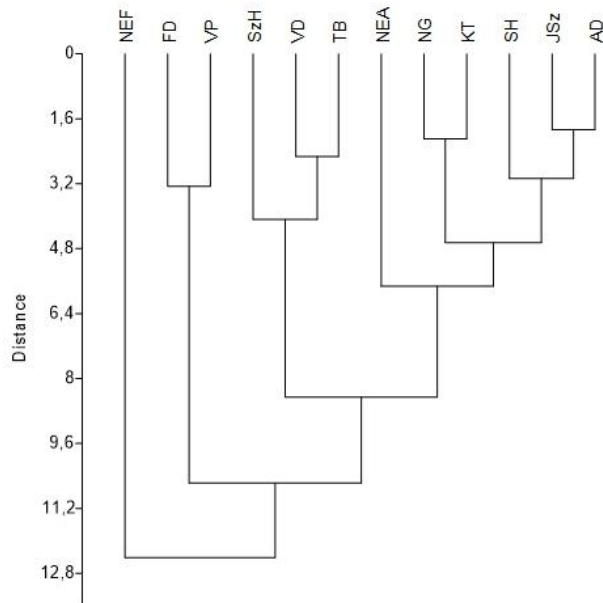
6.3.4. Komplex talajtani szempontú tipizálás

Végezetül elvégeztem a talajtani alaptulajdonságok, a szemcseösszetétel, valamint a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelt szerepet betöltő tápelemek felvehető mennyiségének termőhelyek közötti megoszlása szerinti csoportosítást, amely komplex talajtani szempontú termőhely tipizálást tesz lehetővé.

A kapott eredményeket $\text{distance}=6,4$ értéknél vizsgálva a termőhelyet 4 klaszterbe soroltam (60. ábra):

1. klaszter / típus: Nagy-Eged felső
2. klaszter / típus: Feldebrő, Verpelét
3. klaszter / típus: Szerűhely, Vidra, Tóbérc
4. klaszter / típus: Nagy-Eged alsó, Nagy-galagonyás, Kőlyuk-tető, Sík-hegy, Juhszalagos, Aldebrő.

Hasonlóan a fentebb elvégzett termőhelyi tipizáláshoz az erózió által jelentősen érintett Nagy-Eged felső termőhely a többitől itt is jól elkülöníthető. Emellett a feldebrői és verpeléti termőhelyek azok homokos összetétele miatt képez külön klasztert.



60. ábra. Klaszter-analízis eredményeként kapott hasonlóságok és azok hierarchia rendszere a termőhelyek vonatkozásában komplex talajtani szempontok alapján

A különböző klaszterekbe sorolt termőhelyek között nem feltétlenül áll fenn minőségbeli különbség. Ennek legfőbb oka, hogy különböző szőlőfajták különböző természeti (esetünkben talajtani) adottságok mellett természetesen sikeresen. Így például egyes fajták a kötött, jó vízgazdálkodási tulajdonságú talajokat, míg mások a laza, gyenge vízgazdálkodási tulajdonságú talajok biztosítják az optimális feltételeket. Ez a tényező egyben hatással van a tápanyagok mennyiségére is, mivel a homok textúrájú talajokból a tápanyagok könnyebben kimosódnak. Többek között ennek köszönhető az Egri borvidék két körzetre való felosztása. Az Egri körzet kötött talajain túlnyomóan a vörös, míg a Debrői körzet laza, homokos, löszös talajain a fehér fajták dominálnak.

A termőhelyi körzetesítés során célszerű a növények számára hozzáférhető mennyiség alapján elvégzett kategorizálást alapul venni, mivel a felvehető elem mennyiség határozza meg leginkább a szőlő fejlődését, ezáltal a szőlészeti tevékenységet.

6.3.5. Következtetések

Klaszter-analízis (Cluster Analysis) alkalmazásával elvégeztem a vizsgált termőhelyek talajtani szempontú osztályozását. A tipizálás alapját a talaj tulajdonságok, a szemcseösszetétel, valamint a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelt szerepet betöltő tápelemek jelentették. A fenti

tényezők együttes figyelembe vételével kísérletet tettem egy komplex talajtani alapú termőhely-osztályozásra is.

6.4. A SZŐLŐ MIKRO-ÉS MAKROELEM FELVÉTELÉNEK VIZSGÁLATA

Ahogy az irodalmi áttekintésben már említettem számos kutatás irányult a makro- és mikroelemek talaj-növény-bor rendszerben történő transzportjának vizsgálatára. A talaj ásványos összetétele meghatározza az adott termőhely minőségét, azonban csupán megfelelő csapadékmennyiség a talaj kedvező vízgazdálkodási tulajdonságai mellett képes kifejeződni a szőlő és a bor minőségében. A tápanyagok felvehetőségét döntően a talajban uralkodó geokémiai viszonyok határozzák meg, míg a felvett tápanyagok mennyiségét elsősorban a talajok vízellátottsága befolyásolja.

A vízellátottságot a talaj vastagsága, növényborítottsága, a kitétség, a lejtő meredeksége, valamint a csapadék- és hőmérsékletviszonyok, illetve az agrotechnika határozzák meg. Látható, hogy e tekintetben a termőhelyi adottságok kulcsfontosságú szereppel bírnak.

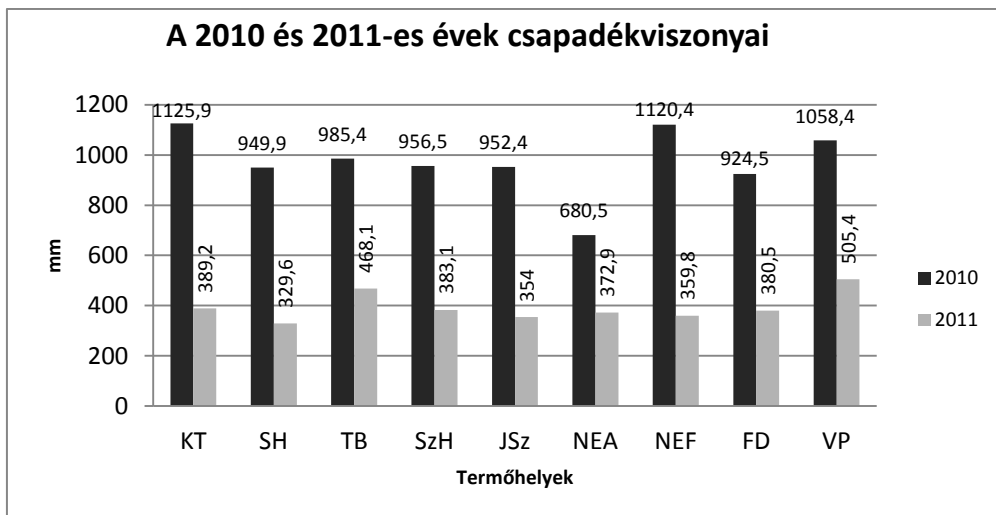
Az alany szerepe különösen a szélsőséges időjárású években felértékelődik, mivel ezeket az extrém hatásokat a különböző fajták eltérő módon tolerálják. Emellett kisebb mértékben, de az alanyra oltott nemes fajtája is hatással van a tápelem felvételére.

Vizsgálataim során kétféle alanyra (Berlandiaeri X Riparia Teleki 5C és Berlandiaeri X Riparia T.K.5BB) oltott Kékfrankos és Hárslevelű szőlőfajták bogyómintáinak elemtartalmát elemeztem a 2010-es rendkívül csapadékos és a 2011-es száraz év esetében. Mivel a mintaterületek közül egyedül a Sík-hegyen alkalmaztak T.K.5BB alanyt, így a kis elemszám miatt az alanynak a bogyók mikro- és makroelemtartalmára gyakorolt hatását nem, csupán a rá oltott nemes hatását vizsgálatam. Továbbá a bogyók elemtartalma, valamint a talaj mikro- és makroelem-ellátottsága, a csapadék-, valamint a vizsgálati területek földrajzi adottságai közötti eltérésekben kerestem a kapcsolatot.

6.4.1. Az évjárat hatása a szőlő mikro- és makroelem felvételére

6.4.1.1. A 2010. és 2011. évi bogyóminták elemtartalmának statisztikai összehasonlítása

A két vizsgált év közül a 2010-ben a csapadék mennyisége 2-3-szorosa volt a 2011-ben mért mennyiségnek (61. ábra). A 12 vizsgált termőhelyből 9 (Kölyuk-tető, Sík-hegy, Tó-bérc, Szerűhely, Juhszalagos, Nagy-Eged alsó és felső, Feldebrő-Szőlőhát, valamint a verpeléti Rózsás) területén van kihelyezve automata meteorológiai állomás.

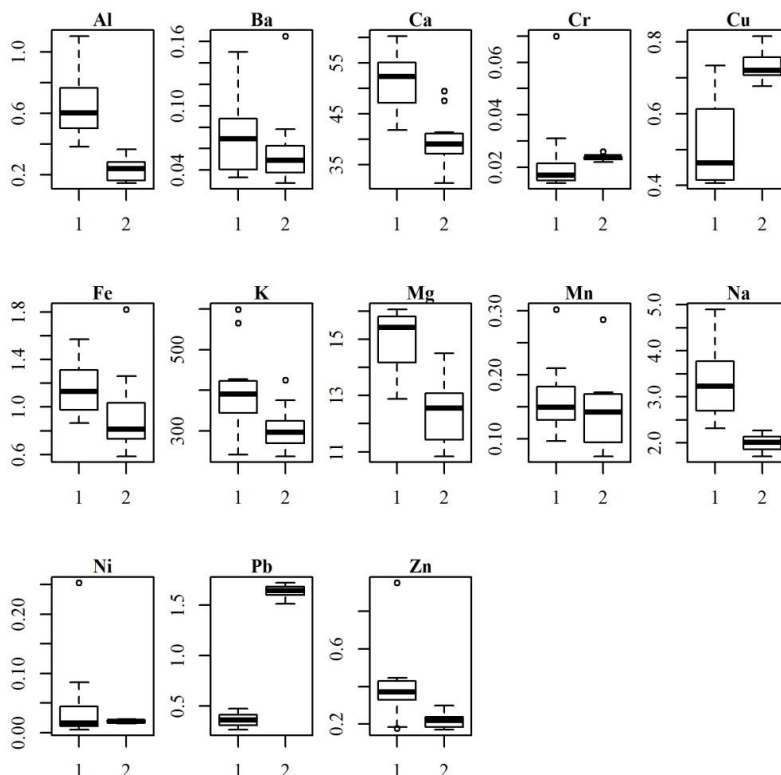


61. ábra. A meteorológiai állomással ellátott termőhelyek 2010-es és 2011-es csapadékadatai (mm)

Mivel a csapadék mennyisége jelentősen befolyásolja a növények elemfelvételét, összehasonlítottam a két év bogyómintáinak elemtartalmát.

Egyes elemek, mint a Ba, Mn, és a Ni esetében nem mutatható ki szignifikáns különbség a két évjárat között. Ezzel szemben az Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Zn a csapadékosabb 2010-es évjáratban szignifikánsan nagyobb mennyiségben van jelen a bogyókban. Ennek oka a több csapadék általi fokozottabb nedvkeringés, amely során nagyobb elemmennyiség kerül a növénybe, így a bogyókba is. Ezzel szemben a Cu, Cr, Pb a szárazabb 2011-es évjáratban volt jelen a bogyókban szignifikánsan nagyobb mennyiségben (62. ábra, 6. táblázat). Ennek oka, hogy mindhárom elem a légtérből ülepedik ki a legnagyobb mennyiségben. A légtérből ülepedés a réz esetében döntően a permetezés általi kiszórást jelenti, amely során nagy mennyiségben kerül a bogyók felszínére. Lemoshatósága mérsékelt, ennek ellenére a szárazabb években lemosódás hiányában nagyobb mennyiségben van jelen a bogyók felületén. A bogyóban mért mennyisége nagyban függ az alkalmazott vegyszerek fajtájától, a permetezések számától és a legutolsó permetezés, valamint a mintavételezés között eltelt időtartamtól, amelyet nem vizsgáltam. A Cr a légtérben aeroszolként van jelen, ahonnan nedves vagy száraz ülepedéssel jut a földfelszínre. Száraz ülepedést követően a csapadékvíz által a növények leveleiről a talajba mosódik, ezzel magyarázható, hogy a csapadékos 2010-es évben kisebb mennyiségben volt jelen a mintákban. A talajban található Pb a növények számára alig hasznosítható, így ebben az esetben is a légtérből ülepedés játssza a fő szerepet. Az ólom száraz ülepedéssel kerül a földfelszínre, így szárazabb években nagyobb mennyiség

jut a növények, így a szőlőbogyók felületére is, amely nem mosódik le a csapadék által.



62. ábra: A 2010-es (1) és a 2011-es (2) évjárat bogyómintáinak elemtartalmának statisztikai mutatói (minimum, maximum, medián, alsó kvartilis, felső kvartilis) a vizsgálati területek átlagában.

6. táblázat. Az egyes elemek eltérései a 2010 és 2011-es évjárat között (Mann-Whitney próba; félkövér kiemelés: $p < 0.05$)

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|-------------|
| Mann-Whitney U | .000 | 54.500 | 8.000 | 24.500 | 10.000 | 30.000 | 30.000 | 8.000 | 55.500 | .000 | 60.500 | .000 | 18.000 |
| Z | -4.157 | -1.011 | -3.695 | -2.773 | -3.580 | -2.425 | -2.425 | -3.695 | -.953 | -4.157 | -.666 | -4.158 | -3.119 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .000 | .312 | .000 | .006 | .000 | .015 | .015 | .000 | .341 | .000 | .506 | .000 | .002 |

Megvizsgálva a két év különböző bogyómintáinak elem mennyiségét, nem csak az egyes elemek átlagos mennyiségében, illetve minimum és maximum értékeiben tapasztaltam jelentős eltérést, hanem az értékek szórásában is (7. táblázat, 8. táblázat). A 2010-es, csapadékos évben az Al, Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Na, Ni, Zn esetében volt magasabb az értékek szórása a 2011-es értékekhez képest, míg a mangán és az ólom esetében megegyezett,

a magnézium vonatkozásában pedig a 2011-es évben szóródtak jobban az értékek. Ez a megállapítás arra enged következtetni, hogy az évjáráthatás mellett, különösen a csapadékos évek esetében a termőhelyi hatás felerősödik a bogyók száraz anyagra vonatkoztatott tápanyagmennyiségét tekintve.

7. táblázat. A 2010-es év bogyómintáinak szóródási mérőszámai (mg/kg)

| | Al-10 | Ba-10 | Ca-10 | Cr-10 | Cu-10 | Fe-10 | K-10 | Mg-10 | Mn-10 | Na-10 | Ni-10 | Pb-10 | Zn-10 |
|------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Min. | 0,383 | 0,033 | 41,789 | 0,014 | 0,407 | 0,864 | 241,280 | 12,880 | 0,097 | 2,320 | 0,005 | 0,266 | 0,178 |
| 1st Qu. | 0,507 | 0,041 | 47,477 | 0,015 | 0,417 | 0,978 | 348,965 | 14,275 | 0,134 | 2,773 | 0,011 | 0,318 | 0,345 |
| Median | 0,603 | 0,069 | 52,323 | 0,017 | 0,463 | 1,131 | 390,160 | 15,425 | 0,150 | 3,230 | 0,016 | 0,361 | 0,371 |
| Mean | 0,656 | 0,070 | 51,395 | 0,023 | 0,513 | 1,173 | 396,105 | 14,957 | 0,161 | 3,352 | 0,044 | 0,362 | 0,397 |
| 3th Qu. | 0,742 | 0,084 | 55,061 | 0,021 | 0,597 | 1,276 | 420,735 | 15,758 | 0,174 | 3,725 | 0,033 | 0,407 | 0,426 |
| Max. | 1,105 | 0,150 | 60,300 | 0,070 | 0,734 | 1,572 | 599,460 | 16,060 | 0,302 | 4,900 | 0,253 | 0,475 | 0,953 |
| Deviation | 0,214 | 0,035 | 5,392 | 0,016 | 0,120 | 0,235 | 106,168 | 1,110 | 0,056 | 0,817 | 0,070 | 0,068 | 0,196 |

8. táblázat. A 2011-es bogyómintáinak szóródási mérőszámai (mg/kg)

| | Al-11 | Ba-11 | Ca-11 | Cr-11 | Cu-11 | Fe-11 | K-11 | Mg-11 | Mn-11 | Na-11 | Ni-11 | Pb-11 | Zn-11 |
|------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Min. | 0,148 | 0,028 | 31,400 | 0,022 | 0,676 | 0,585 | 237,300 | 10,840 | 0,073 | 1,710 | 0,015 | 1,512 | 0,171 |
| 1st Qu. | 0,164 | 0,038 | 37,477 | 0,023 | 0,708 | 0,733 | 272,018 | 11,535 | 0,096 | 1,870 | 0,017 | 1,600 | 0,192 |
| Median | 0,242 | 0,047 | 39,093 | 0,024 | 0,720 | 0,756 | 296,500 | 12,555 | 0,142 | 2,015 | 0,019 | 1,643 | 0,220 |
| Mean | 0,238 | 0,048 | 39,735 | 0,024 | 0,730 | 0,841 | 303,081 | 12,465 | 0,144 | 2,007 | 0,019 | 1,634 | 0,218 |
| 3th Qu. | 0,277 | 0,055 | 40,956 | 0,024 | 0,757 | 0,927 | 318,565 | 13,073 | 0,169 | 2,123 | 0,021 | 1,682 | 0,238 |
| Max. | 0,367 | 0,078 | 49,499 | 0,026 | 0,816 | 1,260 | 424,870 | 14,500 | 0,286 | 2,270 | 0,023 | 1,722 | 0,299 |
| Deviation | 0,071 | 0,016 | 4,906 | 0,001 | 0,042 | 0,209 | 54,363 | 1,153 | 0,056 | 0,168 | 0,003 | 0,068 | 0,038 |

Látható tehát, hogy a szakirodalmi forrásoknak megfelelően, ha nem is minden elem esetében, de azok felvétele elsősorban a csapadékmennyiség függvényében évjáratonként változik.

6.4.1.2. A csapadék éves eloszlásának hatása a bogyók elemtartalmára

Kísérletet tettem annak megállapítására, hogy két egymást követő, de eltérő csapadékmennyiséggel rendelkező éven belül a csapadék megoszlása hogyan befolyásolja a különböző elemek bogyókbeli mennyiségét.

A meteorológiai állomásokkal rendelkező termőhelyek napi csapadék adatait felhasználva Spearman-féle rangkorrelációs számítást végeztem a bogyók mikro- és makroelem-koncentrációval való összefüggés feltárására. Az egyes éveken belül három időszakot különítettem el. Az éves csapadékmennyiség mellett megvizsgáltam a vegetációs, valamint az érési időszakában lehullott csapadék mennyiségét is (9. táblázat). A két év eltérő időjárási viszonyai miatt a fenofázisokban, ezzel együtt a szüret időpontban is

eltérések mutatkoztak. A vegetációs időszak elejének egységesen április 1-jét vettem, míg az érés kezdeti dátumát a zsendülés kezdetéhez igazítva augusztus 1-jében állapítottam meg. A vegetációs időszak és az érési időszak végét ez esetben a szüreti időpont jelenti, amely a vizsgálati területeken a 2010-es évben október 5-re, 2011-ben szeptember 25-re esett.

9. táblázat. A 2010 és 2011-es évek éves, valamint a vegetációs- és az érési időszakra meghatározott csapadékmennyiségei (mm)

| Termőhely | 2010_Össz. | 2010_Veg. | 2010_Érés | 2011_Össz. | 2011_Veg. | 2011_Érés |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| KT | 1125.9 | 793.4 | 206 | 389.2 | 218.6 | 25.5 |
| SH | 949.9 | 693.5 | 204.7 | 329.6 | 185 | 16.9 |
| TB | 985.4 | 696.6 | 206 | 468.1 | 320.8 | 43.9 |
| SzH | 956.5 | 652.6 | 202.8 | 383.1 | 226.6 | 5.8 |
| JSz | 952.4 | 632.1 | 183.2 | 354 | 203.8 | 6 |
| NEA | 680.5 | 432.3 | 227.1 | 372.9 | 213.2 | 16.5 |
| NEF | 1120.4 | 805.4 | 252.9 | 359.8 | 186.4 | 7.9 |
| FD | 924.5 | 603.5 | 165.8 | 380.5 | 219.1 | 23.8 |
| VP | 1058.4 | 729.5 | 189.2 | 505.4 | 300.1 | 18.4 |

A 2010-es, csapadékos évben az éves csapadékmennyiség a kalciummal és a nikkellel pozitív, míg a rézzel negatív gyenge korrelációt mutatott. A vegetációs időszak vonatkozásában az alumíniummal és a rézzel gyenge, negatív korrelációt, míg a nikkellel esetében gyenge pozitív korrelációt tapasztaltam. A kalcium esetében viszont közepes erősségű pozitív korreláció ($r=0,567$) mutatkozott. Az érés folyamán a csapadék mennyisége a kalciummal ($r=0,770$), nátriummal ($r=0,603$, $p=0.08$) és az ólommal ($r=-0,731$, $p=0.02$) mutatott közepes erősségű, míg a vas és a cink vonatkozásában gyenge pozitív, a bárium és króm esetén gyenge negatív korrelációt (10. táblázat).

10. táblázat. A 2010-es évben lehullott (összes – 'Össz.', vegetációs időszakban – 'Veg.', valamint az érési időszakban – 'Érés') csapadékmennyiségének Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálata

| | | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------|-------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|------|-------|-------------|-------|------|-------|-------------|-------------|
| 2010_Össz. | Correlation Coefficient | -.233 | .083 | .417 | .235 | -.483 | .133 | -.150 | .000 | -.017 | .133 | .377 | .025 | -.126 |
| | Sig. (2-tailed) | .546 | .831 | .265 | .542 | .187 | .732 | .700 | 1.000 | .966 | .732 | .318 | .949 | .748 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2010_Veg | Correlation Coefficient | -.417 | -.133 | .567 | .176 | -.333 | .083 | -.183 | .017 | .150 | .183 | .427 | -.117 | .033 |
| | Sig. (2-tailed) | .265 | .732 | .112 | .650 | .381 | .831 | .637 | .966 | .700 | .637 | .252 | .764 | .932 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2010_Érés | Correlation Coefficient | .084 | -.452 | .770 | -.392 | .109 | .469 | -.126 | .117 | .159 | .603 | -.105 | -.731 | .361 |
| | Sig. (2-tailed) | .831 | .222 | .015 | .296 | .781 | .203 | .748 | .764 | .683 | .086 | .788 | .025 | .339 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

2011-es száraz időjárású évben az összes csapadékmennyiség a krómmal ($r=-0,767$) és a rézzel ($r=-0,720$) szignifikáns kapcsolatot, míg a mangánnal ($r=-0,633$) közepes erősségű kapcsolatot mutatott. A vegetációs időszakot vizsgálva is csupán a réz ($r=-0,703$) esetében mutatkozott szignifikáns kapcsolat, míg a krómmal ($r=-0,575$) és a mangánnal ($r=-0,567$) közepes erősségű korreláció igazolódott. Ezzel szemben az érési időszakban szignifikáns korreláció csak az alumíniummal ($r=0,750$) volt kimutatható, míg a kalcium, réz, mangán és cink esetében gyenge negatív kapcsolat állt fenn (11. táblázat).

11. táblázat. A 2011-es évben lehullott (összes – 'Össz.', vegetációs időszakban – 'Veg.', valamint az érési időszakban – 'Érés') csapadékmennyiségének Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálata

| | | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------|-------------------------|--------------|-------|-------|---------------|---------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 2011_Össz. | Correlation Coefficient | .067 | -.017 | -.250 | -.767* | -.720* | .267 | -.167 | -.100 | -.633 | -.117 | .210 | .033 | .150 |
| | Sig. (2-tailed) | .865 | .966 | .516 | .016 | .029 | .488 | .668 | .798 | .067 | .765 | .587 | .932 | .700 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2011_Veg. | Correlation Coefficient | -.017 | .200 | -.250 | -.575 | -.703* | .267 | -.017 | -.017 | -.567 | .100 | .319 | .117 | .283 |
| | Sig. (2-tailed) | .966 | .606 | .516 | .105 | .035 | .488 | .966 | .966 | .112 | .798 | .402 | .765 | .460 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2011_Érés | Correlation Coefficient | .750* | -.183 | -.383 | -.192 | -.351 | .033 | .100 | .000 | -.333 | .150 | .017 | .183 | -.450 |
| | Sig. (2-tailed) | .020 | .637 | .308 | .621 | .354 | .932 | .798 | 1.000 | .381 | .700 | .966 | .637 | .224 |
| | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

A két vizsgált évben a különböző vizsgált időszakok csapadékmennyisége eltérő korrelációt mutatott a különböző fémekkel. Ez arra enged következtetni, hogy a mikro- és makroelemek felvétele és akkumulációja szempontjából sokkal inkább meghatározó az adott év csapadékmennyisége, mint annak időbeli eloszlása.

6.4.2. Az termőhely hatása a szőlő mikro- és makroelem felvételére

6.4.2.1. A talaj és a bogyók mikro- és makroelem-tartalma közötti kapcsolat vizsgálata

A talajban és bogyókban egyaránt mért elemek közötti kapcsolat kimutatására a Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálatot alkalmaztam. A számításoknál a különböző vastagságú és mélységű talajrétegek és a 2010 és 2011-es évek bogyómintáinak elemtartalma közötti kapcsolatot kerestem. Vizsgáltam a talaj teljes 0-180 cm-es rétegét, a felső 0-90 cm-es réteget,

valamint a 30-60 cm-es talajréteget, amelyben a legnagyobb arányban helyezkednek el a szőlő gyökerei (12. táblázat).

12. táblázat. A Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálat eredményei a különböző talajrétegek, valamint a 2010 és 2011-es évek fémkoncentrációi között (félkövér kiemelés: $p < 0,05$)

| | Depth | p (2010) | r (2010) | p (2011) | r (2011) |
|----|-------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Al | 0-180 | 0,837 | 0,067 | 0,203 | -0,396 |
| | 0-90 | 0,897 | -0,042 | 0,499 | -0,217 |
| | 30-60 | 0,512 | 0,210 | 0,579 | -0,179 |
| Ba | 0-180 | 0,880 | 0,049 | 0,199 | 0,399 |
| | 0-90 | 0,983 | -0,007 | 0,618 | 0,161 |
| | 30-60 | 0,991 | -0,004 | 0,319 | 0,315 |
| Cr | 0-180 | 0,862 | -0,056 | 0,662 | 0,141 |
| | 0-90 | 0,983 | -0,007 | 0,258 | 0,355 |
| | 30-60 | 0,845 | 0,063 | 0,223 | 0,380 |
| Cu | 0-180 | 0,729 | 0,112 | 0,046 | 0,585 |
| | 0-90 | 0,745 | 0,105 | 0,017 | 0,670 |
| | 30-60 | 0,131 | -0,462 | 0,778 | 0,091 |
| Fe | 0-180 | 0,226 | 0,378 | 0,931 | 0,028 |
| | 0-90 | 0,216 | 0,385 | 0,923 | -0,032 |
| | 30-60 | 0,208 | 0,392 | 0,931 | 0,028 |
| Mn | 0-180 | 0,342 | -0,301 | 0,863 | 0,056 |
| | 0-90 | 0,319 | -0,315 | 0,697 | 0,126 |
| | 30-60 | 0,649 | -0,147 | 0,457 | 0,238 |
| Ni | 0-180 | 0,275 | -0,343 | 0,983 | 0,007 |
| | 0-90 | 0,150 | -0,442 | 0,957 | 0,018 |
| | 30-60 | 0,171 | -0,423 | 0,658 | 0,143 |
| Pb | 0-180 | 0,778 | 0,091 | 0,513 | 0,210 |
| | 0-90 | 0,564 | -0,186 | 0,914 | 0,035 |
| | 30-60 | 0,884 | -0,047 | 0,795 | 0,084 |
| Zn | 0-180 | 0,609 | 0,165 | 0,940 | 0,025 |
| | 0-90 | 0,636 | 0,153 | 0,897 | 0,042 |
| | 30-60 | 0,171 | 0,423 | 0,716 | -0,118 |
| Mg | 0-180 | 0,391 | 0,273 | 0,430 | 0,252 |
| | 0-90 | 0,829 | 0,070 | 0,829 | -0,070 |
| | 30-60 | 0,931 | 0,028 | 0,457 | 0,238 |
| Na | 0-180 | 0,112 | -0,483 | 0,762 | -0,098 |
| | 0-90 | 0,090 | -0,510 | 0,914 | -0,035 |
| | 30-60 | 0,009 | -0,713 | 0,914 | -0,035 |
| K | 0-180 | 0,484 | -0,224 | 0,067 | -0,545 |
| | 0-90 | 0,391 | -0,273 | 0,042 | -0,594 |
| | 30-60 | 0,527 | -0,203 | 0,118 | -0,476 |

Az eredmények tekintetében a 2010-es évben a talaj 30-60 cm-es rétegének nátrium-koncentrációjával mutatkozott szignifikáns negatív kapcsolat ($r = -0,713$; $p = 0,009$), azonban ugyanez nem volt kimutatható a 2011-es év bogyómintáival összevetve. 2011-ben a bogyókban vizsgált fémek közül a réz a talaj 0-180 cm-es ($r = 0,585$; $p = 0,046$), valamint a 0-90

cm-es ($r=0,670$; $p=0,017$) rétegeinek réztartalmával állt szignifikáns kapcsolatban, míg a kálium esetében a 0-90 cm-es réteggel volt kimutatható szignifikáns negatív korreláció ($r=-0,594$; $p=0,042$). Mivel egyetlen elem esetében sem sikerült mindkét évre vonatkozóan szignifikáns kapcsolatot kimutatni, így nem igazolható kapcsolat a talaj és bogyók fémkoncentrációi között.

6.4.2.2.. A geológiai adottságok hatása a bogyók elemtartalmára

A geológiai adottságok alapvetően határozzák meg a talajok elemtartalmát, tápanyaggal való ellátottságát. Ebből kifolyólag arra kerestem a választ, hogy van-e szignifikáns különbség a különböző geológiai formációkon (lásd: 5.1.2. fejezet, illetve 1. és 2. melléklet) elhelyezkedő ültetvényekről származó bogyók elemtartalma között. A csoportok közötti különbséget Kruskal-Wallis próbával vizsgáltam, melyhez a kis elemszám miatt Monte Carlo módszert alkalmaztam, így a statisztikai próbák eredménye megbízhatóbb lett. A vizsgálatot külön-külön elvégeztem a két vizsgált évre vonatkozóan (13. táblázat, 14. táblázat).

A vizsgálat nem mutatott ki egyértelmű különbséget a geológiai adottságok és a bogyók elemtartalma között. A 2010-es évben ugyan a bárium szignifikáns különbség mutatott ($p=0,005$), azonban 2011-ben ugyanezt nem sikerült igazolni. Fordítva pedig 2011-ben a kálium esetében volt kimutatható szignifikáns ($p=0,038$) különbség a geológiai adottságokkal, viszont a 2010-es év esetében nem. Azaz a bogyók elemfelvételét a szóban forgó geológiai formációk nem befolyásolták kimutatható mértékben.

13. táblázat. A 2010-es év bogyómintáinak elemtartalma és a termőhelyek geológiai adottságai közötti kapcsolat (félkövérrel kiemelve: $p<0,05$).

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | 2.679 | 8.729 | 3.814 | 3.197 | .936 | 3.628 | 2.801 | .859 | 1.859 | 2.987 | .513 | 5.436 | 5.095 |
| df | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Asymp. Sig. | .444 | .033 | .282 | .362 | .817 | .305 | .423 | .835 | .602 | .394 | .916 | .143 | .165 |
| Monte Carlo Sig. | .493 ^a | .005^a | .318 ^a | .409 ^a | .840 ^a | .341 ^a | .468 ^a | .854 ^a | .649 ^a | .446 ^a | .930 ^a | .134 ^a | .164 ^a |

14. táblázat. A 2011-es év bogyómintáinak elemtartalma és a termőhelyek geológiai adottságai közötti kapcsolat (félkövérrel kiemelve: $p<0,05$).

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | 1.006 | 5.782 | .955 | .089 | 1.224 | .551 | 7.109 | 1.962 | 5.449 | 4.128 | 5.482 | 3.929 | 1.555 |
| df | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Asymp. Sig. | .800 | .123 | .812 | .993 | .747 | .907 | .069 | .580 | .142 | .248 | .140 | .269 | .670 |
| Monte Carlo Sig. | .828 ^a | .105 ^a | .833 ^a | 1,000 ^a | .777 ^a | .918 ^a | .038^a | .629 ^a | .134 ^a | .273 ^a | .130 ^a | .301 ^a | .711 ^a |

6.4.2.3. A lejtő meredekségének hatása a bogyók elemtartalmára

A termőhelyek dombsági fekvésükből adódóan kisebb-nagyobb mértékben érintettek az erózió által, amely hatására megváltoznak a talajtulajdonságok és a talajok tápanyag-ellátottsága is. Ezért arra kerestem a választ, hogy a lejtő meredekségének változásával kimutatható-e bármilyen kapcsolat a bogyók elemtartalmával. Ennek érdekében Kruskal-Wallis próbát végeztem. Továbbá, mivel a lejtőmeredekség ordinális adat volt, így lehetőség nyílt arra is, hogy megvizsgáljam, hogy a meredekség változásának van-e szignifikáns hatása a fémakkumulációra (vagyis van-e trend-jellege a változásnak). Ehhez a vizsgálathoz Jonckheer-Terpstra próbát használtam. E vizsgálatokat mind a 2010-es, mind a 2011-es év bogyómintáira elvégeztem.

A Kruskal-Wallis próbával azt vizsgáltam, hogy van-e szignifikáns különbség a lejtőmeredekségi kategóriák, illetve az azok területéről gyűjtött szőlőbogyók elemtartalma között (15. táblázat, 16. táblázat). E tekintetben az eredményekből ismételtelen nem vonhatóak le egyértelmű következtetések. A 2010-es évben ugyan szignifikáns kapcsolat mutatkozott a lejtőszög, valamint a bogyók nátrium- ($p=0,008$) és nikkeltartalma ($p=0,011$) között, azonban ezeket az eredményeket a 2011-es év esetében már nem sikerült igazolni.

15. táblázat. A különböző lejtőkategóriák szerint csoportosított termőhelyek 2010-es bogyómintáinak elemtartalma közötti különbség vizsgálata (félkövérrel kiemelve: $p<0,05$)

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | 5.471 | 5.541 | .587 | 5.305 | 4.010 | 3.471 | 3.923 | 2.038 | 3.471 | 7.423 | 7.150 | 4.825 | 2.772 |
| df | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Asymp. Sig. | .140 | .136 | .900 | .151 | .260 | .325 | .270 | .564 | .325 | .060 | .067 | .185 | .428 |
| Monte Carlo Sig. | .075 ^a | .068 ^a | .951 ^a | .088 ^a | .245 ^a | .352 ^a | .276 ^a | .705 ^a | .352 ^a | .008^a | .011^a | .132 ^a | .525 ^a |

16. táblázat. A különböző lejtőkategóriák szerint csoportosított termőhelyek 2010-es bogyómintáinak elemtartalma közötti különbség vizsgálata (félkövérrel kiemelve: $p<0,05$)

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | 2.625 | 5.423 | 2.692 | 1.278 | 2.277 | 5.269 | 3.000 | 2.625 | 4.654 | 3.500 | 2.704 | 3.269 | 3.698 |
| df | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Asymp. Sig. | .453 | .143 | .442 | .734 | .517 | .153 | .392 | .453 | .199 | .321 | .440 | .352 | .296 |
| Monte Carlo Sig. | .573 ^a | .084 ^a | .550 ^a | .905 ^a | .646 ^a | .092 ^a | .475 ^a | .573 ^a | .170 ^a | .348 ^a | .550 ^a | .409 ^a | .297 ^a |

A Jonckheer-Terpstra próba segítségével arra kerestem a választ, hogy van-e trendszerűség abban, hogy a lejtőkategória változásával csökken vagy nő az elemkoncentráció a bogyókban (17. táblázat, 18. táblázat). A statisztikai vizsgálatok során a 2010-es bogyóminták elemtartalma közül a bárium ($r=0,009$) és a kálium ($r=0,047$) esetében mutatkozott szignifikáns kapcsolat, ami a 2011-es évben már nem igazolódott.

17. táblázat. A lejtőkategória változása, illetve a 2010-es év bogyómintáinak fémkoncentrációja közötti trendszerűség vizsgálata (félkövérrel kiemelve: $r < 0,005$)

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Number of Levels in Meredekseg | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| N | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Mean J-T Statistic | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 |
| Std. J-T Statistic | -1.075 | -2.490 | .579 | -1.583 | -.413 | .413 | -2.067 | -1.075 | -.248 | -.083 | -1.408 | -1.325 | .828 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .283 | .013 | .563 | .113 | .679 | .679 | .039 | .283 | .804 | .934 | .159 | .185 | .408 |
| Monte Carlo Sig. (2-tailed) | ,341 ^a | ,009^a | ,636 ^a | ,133 ^a | ,750 ^a | ,750 ^a | ,047^a | ,341 ^a | ,869 ^a | 1,000 ^a | ,183 ^a | ,219 ^a | ,457 ^a |

18. táblázat. A lejtőkategória változása, illetve a 2011-es év bogyómintáinak fémkoncentrációja közötti trendszerűség vizsgálata (félkövérrel kiemelve: $r < 0,005$)

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Number of Levels in Meredekseg | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| N | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Mean J-T Statistic | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 | 18.500 |
| Std. J-T Statistic | -1.571 | -.909 | .744 | -.090 | -.166 | .744 | -1.405 | .083 | 1.736 | -1.736 | -.665 | -1.736 | 1.491 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .116 | .363 | .457 | .928 | .868 | .457 | .160 | .934 | .083 | .083 | .506 | .083 | .136 |
| Monte Carlo Sig. (2-tailed) | ,148 ^a | ,430 ^a | ,533 ^a | ,970 ^a | ,909 ^a | ,533 ^a | ,198 ^a | 1,000 ^a | ,106 ^a | ,106 ^a | ,549 ^a | ,106 ^a | ,164 ^a |

6.4.3. Az alkalmazott fajta hatása a bogyók elemtartalmára

Ahogy az irodalmi áttekintésben említettem, a különböző források az alany mellett a szőlő mikro- és makroelemfelvételében kisebb jelentőséget betöltő nemes szerepét is kiemelik. Ezért kísérletet tettem az általam vizsgált két szőlőfajta, a Kékfrankos és a Hárslevelű, bogyómintáinak elemtartalma közötti különbségek statisztikai meghatározására. Ehhez szintén a Kruskal-Wallis próbát alkalmaztam (19. táblázat, 20. táblázat).

A statisztikai vizsgálat során azonban nem igazolódott a két szőlőfajta bogyómintáinak elem mennyisége között szignifikáns különbség. Ennek oka a relatíve kis elemszámra (9 db Kékfrankos és 3 db Hárslevelű termőhely) vagy/és a két fajta hasonló ásványi táplálkozására vezethető vissza. Továbbá, ahogy fentebb említettem, az alany tápelem-felvételben betöltött hatása sokkal nagyobb a nemessel szemben.

19. táblázat. A Kékfrankos és a Hárslevelű fajták elemtartalmának korrelációs vizsgálata Kruskal-Wallis próba által a 2010-es évre

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | .077 | .034 | 1.444 | 1.248 | .214 | 1.034 | .077 | 1.034 | .214 | .009 | .137 | .420 | 1.930 |
| df | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Asymp. Sig. | .782 | .853 | .229 | .264 | .644 | .309 | .782 | .309 | .644 | .926 | .711 | .517 | .165 |
| Monte Carlo Sig. | .859 ^a | .892 ^a | .277 ^a | .279 ^a | .720 ^a | .367 ^a | .859 ^a | .367 ^a | .720 ^a | 1.000 ^a | .749 ^a | .559 ^a | .192 ^a |

20. táblázat. Kékfrankos és a Hárslevelű fajták elemtartalmának korrelációs vizsgálata Kruskal-Wallis próba által a 2011-es évre

| | Al | Ba | Ca | Cr | Cu | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ni | Pb | Zn |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chi-Square | .692 | .214 | 1.444 | .091 | .858 | .214 | 1.034 | .692 | .692 | 1.034 | 1.943 | .419 | 1.235 |
| df | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Asymp. Sig. | .405 | .644 | .229 | .763 | .354 | .644 | .309 | .405 | .405 | .309 | .163 | .518 | .266 |
| Monte Carlo Sig. | .471 ^a | .720 ^a | .277 ^a | .689 ^a | .389 ^a | .720 ^a | .367 ^a | .471 ^a | .471 ^a | .367 ^a | .192 ^a | .592 ^a | .290 ^a |

6.4.4. Következtetések

Megvizsgáltam az évjáratnak, a termőhelynek és az alkalmazott nemesnek a bogyók mikro- és makroelem-tartalmára gyakorolt hatását.

Az évjárat hatását két egymást követő, de ellentétes időjárású évben (2010; 2011) vizsgáltam. Eredményeim igazolták, hogy a csapadékellátottság jelentős mértékben befolyásolja a felvett elemek mennyiségét. Statisztikai vizsgálatok rámutattak arra, hogy csapadékos években (esetünkben 2010-ben) felértékelődik a termőhelyi hatás a bogyók szárazanyagra vonatkoztatott elemtartalmát illetően. Ugyanakkor nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni az elemek felvétele, illetve az éves, valamint a vegetációs és az

éresi időszakban lehullott csapadékmennyiség között. Ez arra enged következtetni, hogy a mikro- és makroelemek felvétele és akkumulációja szempontjából sokkal inkább meghatározó az adott év csapadékmennyisége, mint annak időbeli eloszlása.

A termőhelyi hatás vonatkozásában (megfelelő tápanyag-ellátottság esetén) a geológiai környezetnek, a domborzatnak és a talaj mikro- és makroelem-ellátottságának a bogyók elemtartalmára gyakorolt hatása alárendelt a klimatikus hatásokkal szemben. E hatás tápanyaghiány esetén a Liebig-féle minimumtörvény által lenne igazolható, azonban a vizsgált termőhelyeken nem mutatkozik hiány, így nincs „felvételi korlátozás”.

A vizsgált szőlőfajták (Kékfrankos és Hárslevelű) mikro-és makroelemfelvételében nem sikerült szignifikáns különbséget igazolni, amely a két fajta hasonló ásványi táplálkozására, illetve az alany tápanyagfelvételben betöltött domináns szerepére vezethető vissza.

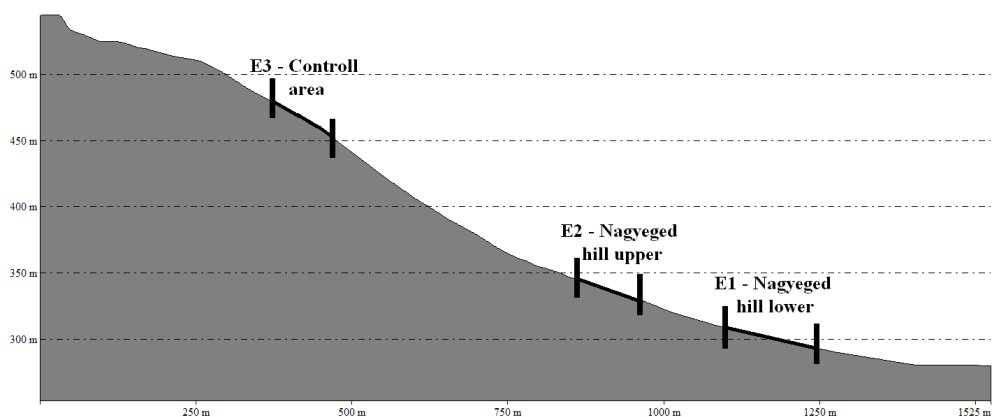
6.5. A TALAJerÓZIÓ ÉS HATÁSA A SZŐLŐ ÉLETTANI FOLYAMATAIRA

A fentiek alapján látható, hogy a vízellátottságnak jelentős szerepe van a szőlő tápanyagfelvételére. Ez a hatás azonban a szőlő élettani folyamataiban is megmutatkozik. Ezért két egymáshoz közeli, de ellentétes vízellátottságú termőhelyet vizsgálva arra kerestem a választ, hogy ez a hatás hogyan nyilvánul meg a szőlő fiziológiai folyamataiban.

A két vizsgált terület a Nagy-Eged hegyen található (63. ábra). Az egyik a Nagy-Eged felső, amely jelentős (17-25 %-os) meredeksége és a lejtőirányú művelés következtében az erózióknak kitett termőhely, míg a másik a Nagy-Eged alsó, amely területén jelentős akkumuláció érvényesül.

From Pos: 752092.713, 288192.235

To Pos: 752878.693, 286885.026



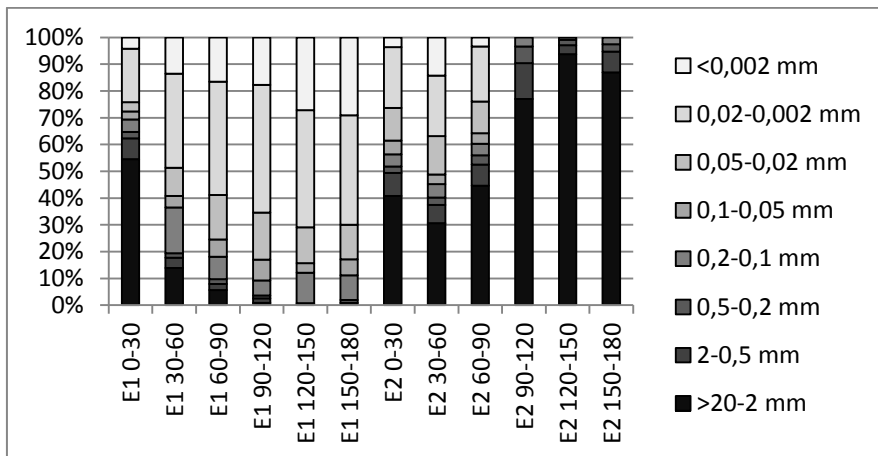
63. ábra. A Nagy-Egedről készült lejtőprofil a vizsgált területekkel

Célom tehát, hogy e termőhelyek példáján nyomon kövessem a talajpusztulásnak a talaj összetételére, valamint az itteni szőlőültetvényekre kifejtett hatását.

Mivel a talajerózió jelentősen befolyásolja a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait, ezért megvizsgáltam, hogy az erózió által milyen változások mentek végbe a két mintaterület talajaiban.

6.5.1. A talajerózió szemcseösszetételre gyakorolt hatása

A vizsgált lejtőszakaszokat a szemcsefrakciók alapján két csoportra oszthatjuk (64. ábra). A felső területen (E2) jellemző a kavics frakció (>2 mm) 30%-ot meghaladó aránya, illetve a finom frakció, elsősorban az <0,02 mm alatti szemcseméret relatív kis mennyisége. A mélység növekedésével nő a durva és csökken a finom frakciók aránya. Például az E2-es lejtőszakasz 120-150 cm-es zónájában 90%-ot meghaladó a 2 mm-nél nagyobb szemcsék részaránya és az agyagfrakció (1% alatt) szinte teljesen hiányzik. A másik kategóriát az E1-es lejtőszakasz képezi, ahol a finom szemcsék mennyisége dominál a durva frakcióval szemben. A mélység növekedésével a felső lejtőszakasszal ellentétben nő a finomfrakció, azon belül az agyag részaránya. Feltűnő, hogy az E1-es és az E2-es lejtőszakaszok 0-30 cm-es rétegében jelentős a 2 mm fölötti kavicsfrakció részaránya, amely az elmúlt évtizedek eróziós tevékenységének tudható be. A lejtőirányú sorkialakítás és a növénytakaró nélküli sorközök lehetővé tették, hogy ne csak a finomfrakció, hanem a felső területekről lehordódó kavics is az alsó területeken halmozódjon fel.



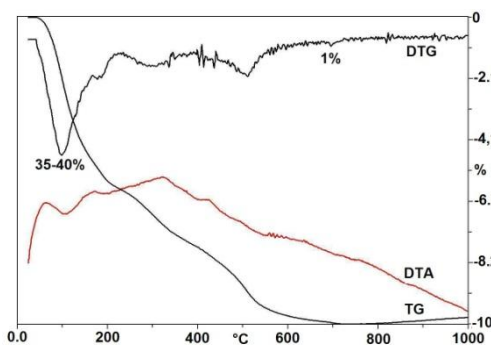
64. ábra. A vizsgált területek (E1, E2) kumulatív szemcseösszetételi diagramjai

6.5.2. A talajerózió hatása a talaj ásványos összetételére

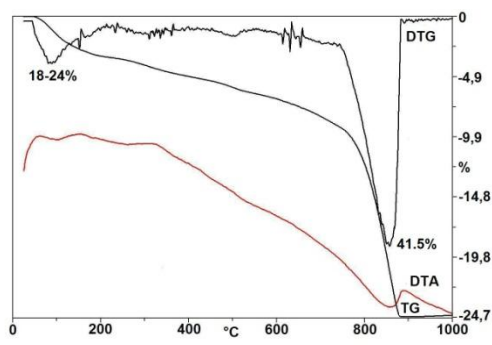
A mérési eredmények kiértékelését és összehasonlítását követően azt tapasztaltam, hogy egyrészt az E1-es lejtőszakaszon a mélység növekedésével nő az agyagásvány-tartalom, ami az agyagbemosódás következménye. Másrészt az alacsonyabban fekvő, akkumulációs területek felé szintén jelentősen megnő az agyagásványok aránya. A lepusztulás által jobban érintett területen a talaj kalcittartalma megnő, az alsó, akkumulációs területek felé pedig csökken (21. táblázat). Ennek oka, hogy a kalcit nagyobb és nehezebb ásványszemcséi jobban ellenállnak a lepusztulásnak, mint az agyagásványok.

Az alsó és felső területek ásványos összetételének eltéréseit jól szemléltetik a két terület azonos, 60-90 cm-es mélységből vett talajmintáinak termikus görbéi. A Nagy-Eged alsó termőhely esetében a DTG görbén 30-217 °C közötti hőmérséklet-tartományban mutatkozó vízvesztés, valamint 409-602 °C közötti OH-vesztés alapján a talaj jelentős mennyiségű (35-40 %) montmorillonitot tartalmaz, míg 860 °C-nál csupán 1% karbonát-vesztésre utaló csúcs rajzolódik ki (65. ábra). Ezzel szemben a Nagy-Eged felső területen a montmorillonit mennyisége közel fele (18-24%) a hegylábi területhez képest, míg a karbonát mennyisége jelentősen megugrik (41,5 %) és 687-896 °C között jelentős kalcit-csúcs mutatkozik (66. ábra).

E vizsgálati eredmények megerősítik a fentebb említett szedimentológiai vizsgálatok során kapott mérési eredményeket. Látható, hogy az erózió által a felső területekről éppen a vízvisszatartás szempontjából leginkább meghatározó agyagásvány, a montmorillonit mosódik le.



65. ábra. Az E1 60-90 cm-es réteg TG, DTG, DTA görbéje



66. ábra. Az E2 60-90 cm-es réteg TG, DTG, DTA görbéje

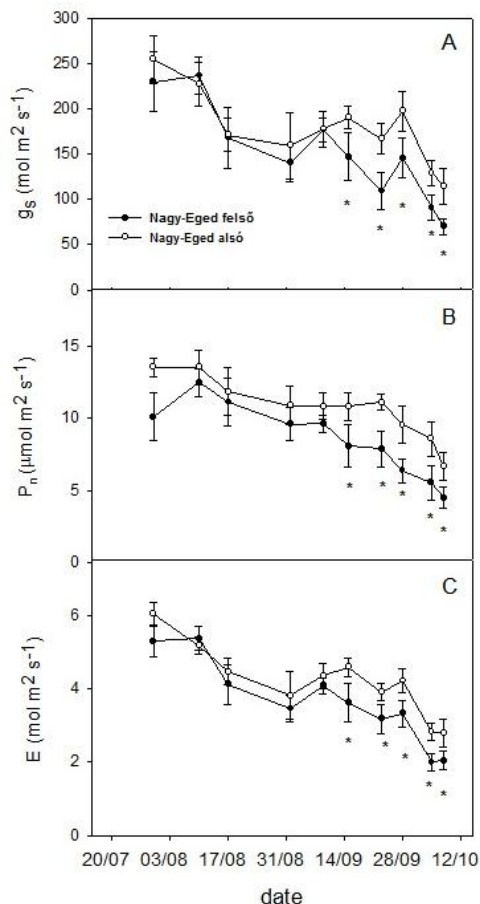
21. táblázat. A Nagy-Eged alsó (E1) és a Nagy-Eged felső (E2) termőhelyek egyes talajrétegeinek százalékos ásványos összetétele TG, DTG, DTA vizsgálatok alapján

| jel | cm | Montmorillonit (%) | Illit (%) | kaolinit/klorit (%) | Kalcit (%) | Vasoxidhidroxid (%) | Szerves anyag (%) | Pirit (%) |
|-----|---------|--------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|-------------------|-----------|
| E1 | 0-30 | 17-28 | <30 | <9 | 20 | <9 | <2 | |
| E1 | 30-60 | 31-37 | <21 | <6 | 7-8 | <12 | <2 | 1 |
| E1 | 60-90 | 35-40 | <14 | <5 | 1 | <13 | <2 | 2 |
| E1 | 90-120 | 36-40 | <11 | <3 | | <12 | <2 | 1 |
| E1 | 120-150 | 40-44 | <14 | <4 | | <9 | <2 | 1 |
| E1 | 150-180 | 49-52 | <9 | <3 | 3 | <7 | 1 | |
| E2 | 0-30 | 15-25 | <30 | <9 | 27 | <11 | <2 | |
| E2 | 30-60 | 26-31 | <11 | <4 | 23 | <10 | <2 | |
| E2 | 60-90 | 18-24 | <15 | <5 | 41.5 | <9 | <2 | |
| E2 | 90-120 | 8-11 | <10 | <3 | 74 | <3 | <1 | |
| E2 | 120-150 | 15-17 | <6 | <2 | 59 | <1 | | |
| E2 | 150-180 | 16-21 | <17 | <5 | 45 | <2 | | |

6.5.3. A megváltozott talaj-vízgazdálkodási tulajdonságok hatása a szőlő élettani folyamataira

A vízhiány jelentős hatással bír a szőlő ökofiziológiaia reakcióira. A növények csökkent gázcsereje (a transzspirációs ráta, valamint a CO₂ asszimilációs képesség) főként az aszályérzékenység következménye (MOUTHINHO-PEREIRA ET AL., 2004, POU ET AL. 2008). A sztomatikus gátlásnak köszönhetően az enyhe és közepes vízhiányú területeken alacsonyabb transzspirációs ráta és asszimilációs képesség jellemző (MEDRANO ET AL., 2003; ZSÓFI ET AL. 2009). Ezzel szemben az erős vízhiány hatására nem-sztomatikus korlátozás is fellép, amelynek következtében felborul az elektrontranszport, csökken a CO₂ asszimilációban jelentős szerepet betöltő RuBP fehérje regenerációs képessége (MEDRANO ET AL. 2002, 2003), míg extrém esetben oxidatív stressz jelentkezik (FLEXAS ET AL. 2006). A vízhiányra adott reakciók közül az egyik legérzékenyebb és legkorábban jelentkező a sztómakonduktancia, így a g_s (sztómakonduktancia) érték kiválóan alkalmazható a vízhiány mértékének megállapítására (MEDRANO ET AL. 2002, CIFRE ET AL. 2005).

A vizsgált területeken a magasabban fekvő E2-es vizsgálati területen lévő növények több alkalommal is alacsonyabb értékeket mutattak a gázcsere értékek esetében, mint az alacsonyabban fekvő E1-es területen (67. ábra). Ennek megfelelően a transzspirációs- és az asszimilációs ráta is alacsonyabb a felső részen.



67. ábra. A napközi sztómavezetőképesség (g_s , - A), nettó asszimilációs ráta (P_n - B) és transzspirációs ráta (E - C) változása a kísérleti időszakban az E1-es (üres kör jelölés) és az E2-es (kitöltött jelölés) termőhelyen. Minden jelölés 7-10 ismétlés átlagértéke (\pm SE). A csillaggal jelölt értékek statisztikailag igazolt különbséget jeleznek a két terület között (Duncan-test, $P < 0.05$)

A csökkenő szénasszimiláció szignifikáns hatással van a szőlő vegetatív növekedésére (ZSÓFI ET AL. 2009). A Smart-féle lombfelvételezés eredményei azt mutatják, hogy a hegy lábánál nagyobb volt a lombzat sűrűsége, mint a felső vizsgálati területen (22. táblázat).

22. táblázat. Levélrétegszám, lombzat-szélesség és a lombfolytonosság hiány értékei a 2009-es érési időszakban

| Terület | levélrétegszám | Lombzat-szélesség (cm) | lombfolytonosság hiány (%) |
|-----------------|-----------------|------------------------|----------------------------|
| Nagy-Eged felső | 2.9 \pm 0.32b | 29.08 \pm 2.48b | 12.5 \pm 5a |
| Nagy-Eged alsó | 3.9 \pm 0.26a | 41.62 \pm 4.84a | 2.00 \pm 4.47b |

Megállapítható, hogy az magasabban lévő E2-es terület talajának alacsonyabb víztartalma a lombozat szénasszimilációjának csökkenését idézi elő, ami szignifikáns hatással van a vegetatív növekedésre.

6.5.4. Következtetések

A Nagy-Eged természetes talajviszonyai az erózió következtében lényegesen átalakultak. Ez az átalakulás a felső területeket hátrányosan érintette, ahonnan a talaj finomszemcsés komponensei, velük együtt az agyagásványok is nagyrészt erodálódtak. Ezzel a talaj elvesztette azon tápanyagainak nagy részét, melyek kicserélhető kationként megkötődtek. A csekély talajvastagság, a nagy mennyiségű kötőrmelék, valamint a vizet megkötni képes montmorillonit hiányában a csapadékvíz nem tud a talajban raktározódni, emiatt az gyorsan kiszárad. Az akkumulációs területek esetében éppen ellentétes hatások érvényesülnek.

A fent említett változásokat növényélettani vizsgálatok is igazolták. A Nagy-Eged felső részén termesztett Kékfrankos fajta erősebb szárazságstressznek kitéve kisebb lombozatot nevel, természetlaga alacsonyabb az alsó részhez képest. E terület termésének minősége bizonyos szárazságstressz-határok között magasabb, bora több év átlagában kiemelkedő beltartalmi értékekkel jellemezhető, azonban a magas mustfok elérése miatt a borok alkoholtartalma többnyire meghaladja a kívánatos mértéket. A borász a bortételek megfelelő piaci pozicionálásával, esetlegesen a magas alkoholtartalmú borok elhazasításával kell, hogy megküzdjön (BÁLO - személyes közlés, 2012). Másrészt viszont a szokottnál aszályosabb években a felső terület jobban ki van téve olyan mértékű vízhiánynak, ami már káros lehet a szőlő minőségére és mennyiségére nézve. Az alsó részen, a nagyobb vízellátottság következtében a hajtásnövekedés vegetatív túltengést eredményezhet, amit megfelelően intenzív zöldmunkával lehet korrigálni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A minőségi borkészítés és fogyasztás jegyében világszerte egyre nagyobb szerepet kap a borok egyedi jellege, amelynek kialakulásában a földrajzi tényezők meghatározó szerepet játszanak. Fokozatosan felértékelődnek az egyedi borkaraktert adó termőhelyek (ún. "terroir"-ok), azok vizsgálata. A termőhelyi tényezők közül az egyik legfontosabb a talaj, amely a földtani közeg, a domborzat, az élővilág valamint a klíma interakciójából jön létre, és amelyre az emberi tényező is egyre komolyabb hatást fejt ki.

Áttekintettem a szakirodalmi forrásokat, amelyek szerint az egyes termőhelyek jellemzésére a talajok textúrája és tápanyagellátottsága bizonyult a két legfontosabb tényezőnek. Számos kutatás irányult a makro- és mikroelemek talaj-növény-bor rendszerben történő transzportjának vizsgálatára. A talaj ásványos összetétele meghatározza az adott termőhely minőségét, azonban csupán megfelelő csapadékmennyiség a talaj kedvező vízgazdálkodási tulajdonságai mellett képes kifejeződni a szőlő és a bor minőségében. A tápanyagok felvehetőségét a talajban uralkodó geokémiai viszonyok határozzák meg, míg a felvett tápanyagok mennyiségét elsősorban az évjárat, a termőhely és az alkalmazott alany, illetve az arra oltott nemes befolyásolja.

Kutatásaim célja, hogy vizsgáljam a talajnak a termőhelyre, illetve a szőlőre gyakorolt hatásait. Ennek érdekében a talajtani vizsgálatokat a szőlőbogyók elemtartalmának vizsgálatával, valamint a Károly Róbert Főiskola egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete által végzett növényélettani vizsgálatokkal egészítettem ki.

A jelentős eróziós hatás alatt álló Nagy-Egeden külön vizsgáltam az eltérő textúrájú és vízgazdálkodású, ennél fogva eltérő vízellátottságú talajoknak a szőlő élettani folyamataira gyakorolt hatásait.

Dolgozatomban bemutatom a talajtani tényezőknek a szőlő elemfelvételére gyakorolt hatásait, amely során az alábbi kérdésekre keresem a választ.

1. Milyen, a tápelemfelvételt meghatározó talajtani heterogenitással rendelkeznek a vizsgált termőhelyek?
2. Milyen a talajgeokémiai tulajdonságok térbeli heterogenitása, hogyan változik a talajok makro- és mikroelem-ellátottsága, azok felvehetősége?
3. Kategorizálhatóak-e az egyes termőhelyek azok talajtani adottságai alapján?
4. Hogyan változik a bogyók elemtartalma két egymást követő, de ellentétes időjárású év függvényében?

5. A termőhelyi tényezők közül melyik van a legnagyobb hatással a bogyók mikro- és makroelem-felvételére?
6. Milyen hatásai vannak a szőlőművelés során végbemenő talajerózióknak a talajra és a szőlő élettani folyamataira?

1. A tápelemfelvételt meghatározó talajtani heterogenitás vizsgálata

A mintaterületek talajtani tulajdonságainak (textúra, pH, CaCO_3 - és humusztartalom, humuszminőség) vizsgálata alapján igazolódott az egyes mintaterületek közötti talajtani heterogenitás. Ezáltal sikerült rávilágítani a tápelem-ellátottságot meghatározó talajtani tényezők változékonyságára. E tényezők részben a talajok természetes változékonysága miatt, részben pedig az intenzív talajművelés (trágyázás, talajbolygatás, antropogén erózió) következtében mutatnak esetenként jelentős eltéréseket a vizsgált termőhelyek között.

A Nagy-Egeden végbemenő talajdegradációs folyamatok az alacsonyabb hegylábi területeken a finomfrakció felhalmozódását okozzák. A magasabb tengerszint feletti magasságban lévő ültetvény esetében a termőrétteg elvékonyodása következtében nőtt a talaj CaCO_3 -tartalma, pH-ja, valamint a kavics-, illetve a homokfrakció mennyisége.

2. A talajok makro- és mikroelem-ellátottságának vizsgálata

A makro- és mikroelem-ellátottság heterogenitásának vizsgálata

Munkám során a talajok NO_3^- , valamint P_2O_5 -tartalmát és további 12 elem (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn) 'összes' és 'felvehető' mennyiségének térbeli heterogenitását vizsgáltam az egyes termőhelyek között, amelyek e tekintetben is nagyfokú heterogenitást mutattak.

Eredményeim igazolják az egyes elemekre vonatkozó talajkémiai törvényeket, de az ólom és a réz esetében azok mennyiségét az antropogén hatás is jelentősen befolyásolja.

Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálatokat végeztem, amely során a vizsgált elemek mennyiségét a különböző talajtulajdonságokkal, valamint a többi elem mennyiségével hasonlítottam össze. Ennek során fény derült arra, hogy az adott elem mely talajkomponenseken, vagy mely fémek oxidjain adszorbeálódik, milyen egyéb elemekkel asszociálódik a talajban.

A makro- és mikroelemek felvehetőségének vizsgálata

Meghatároztam a kétféle kivonószerral extrahált elemek átlagos mennyiségét, a relatív felvehető elemtartalmat, valamint az egyes elemeknek

a teljes talajbeli mennyiségéhez viszonyított százalékban kifejezett felvehető mennyiségét. Az eredményeket elemezve azt tapasztaltam, hogy az erős antropogén hatás következtében az ólom (56,71 %) és a réz (77,93 %) felvehetőségének aránya kiemelkedően magas. Ennek oka, hogy ezek az elemek az emberi tevékenység hatására 'szennyezőkként' többletként adódtak hozzá a természetes biogeokémiai ciklusokhoz.

3. A termőhelyek talajtani alapú tipizálása

Klaszter-analízis alkalmazásával elvégeztem a vizsgált termőhelyek talajtani szempontú osztályozását. A tipizálás során külön-külön osztályoztam a termőhelyeket a talajtani alaptulajdonságok, a szemcseösszetétel, valamint a szőlő ásványi táplálkozásában kiemelt szerepet betöltő tápelemek mennyisége alapján. Tovább menve a fenti tényezők együttes figyelembevételével kísérletet tettem egy komplex talajtani alapú termőhely-osztályozásra is.

4. A termőhelyi- és az évjáráthatás szerepének vizsgálata a Vitis vinifera makro-és mikroelem felvételében

Megvizsgáltam az évjáratnak, a termőhelynek és az alkalmazott nemesnek a bogyók mikro- és makroelem-tartalmára gyakorolt hatását.

Az évjárat hatásának vizsgálata

Az évjárat hatását két egymást követő, de ellentétes időjárású évben (2010; 2011) vizsgáltam. Eredményeim igazolták, hogy a csapadékellátottság jelentős mértékben befolyásolja a felvett elemek mennyiségét. Statisztikai vizsgálatok rámutattak arra, hogy a csapadékos évben (esetünkben 2010-ben) felértékelődik a termőhelyi hatás a bogyók szárazanyagra vonatkoztatott elemtartalmát illetően. Ugyanakkor nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni az egyes elemek felvétele, illetve az éves, valamint a vegetációs és az érési időszakban lehullott csapadékmennyiség között. Ez arra enged következtetni, hogy a mikro- és makroelemek felvétele és akkumulációja szempontjából sokkal inkább meghatározó az adott év csapadékmennyisége, mint annak időbeli eloszlása.

A termőhelyi hatás vizsgálata

A termőhelyi hatás vonatkozásában megállapítható, hogy (megfelelő tápanyag-ellátottság esetén) a geológiai környezetnek, a domborzatnak és a talaj mikro- és makroelem-ellátottságának a bogyók elemtartalmára gyakorolt

hatása alárendelt a klimatikus hatásokkal szemben. E hatás tápanyaghiány esetén a Liebig-féle minimumtörvény által lenne igazolható, de miután a vizsgált termőhelyeken egyik vizsgált elem esetében sem mutatkozik hiány, így nincs „felvételi korlátozás”.

Az alkalmazott fajta hatásának vizsgálata

A vizsgált szőlőfajták (Kékfrankos és Hárslevelű) mikro-és makroelemfelvételében nem sikerült szignifikáns különbséget igazolni, amely a két fajta hasonló ásványi táplálkozására, illetve az alany tápanyagfelvételben betöltött domináns szerepére vezethető vissza.

5. A talajerózió talajra és a szőlő élettani folyamataira gyakorolt hatásainak vizsgálata

Az erózió talajtani hatásai

A Nagy-Eged természetes talajviszonyai az erózió következtében lényegesen átalakultak. Ez az átalakulás a felső területeket hátrányosan érintette, ahonnan a talaj finomszemcsés komponensei, velük együtt az agyagásványok is nagyrészt erodálódtak. Ezzel a talaj elvesztette azon tápanyagainak nagy részét, melyek kicserélhető kationként megkötődtek. A csekély talajvastagság, a nagy mennyiségű kötőrmelék, valamint a vizet megkötni képes montmorillonit hiánya miatt a csapadékvíz nem tud a talajban raktározódni, ezért az gyorsan kiszárad. Az akkumulációs területek esetében éppen ellentétes hatások érvényesülnek.

Az erózió szőlőélettani hatásai

A talajtani változások a szőlő élettani folyamataira is hatással vannak. A Nagy-Eged felső részén termesztett Kékfrankos fajta erősebb szárazságstressznek van kitéve, mint a hegylábi területen fekvő. A növények csökkent gázcseréje (a transzspirációs ráta, valamint a CO₂ asszimilációs képesség) főként az erózió okozta vízhiány következménye. A sztomatikus gátlásnak köszönhetően az enyhe és közepes vízhiányú területeken alacsonyabb transzspirációs ráta és asszimilációs képesség jellemző. A csökkenő szénasszimiláció szignifikáns hatással van a szőlő vegetatív növekedésére. A Smart-féle lombfelvételezés eredményei azt mutatják, hogy a hegy lábánál nagyobb volt a lombzat sűrűsége, mint a felső vizsgálati területen.

SUMMARY

Significant improvements were achieved in production area research considering quality wine making in the last decades. Unique characteristics of wine become more important and in this geographical factors play a decisive role. Study of areas giving unique wine character (so called "terroirs") became important.

Most important element of the "terroir" is the production area determined by the natural factors and their interactions. Regarding production area factors, soil has a special role as being the result of the interaction of the geology, the relief, the local biosphere and the climate influenced by human activities as well.

According to the analysed professional literature the texture and nutrition supply of soils are the two most important factors in characterising production areas. Numerous research considered studying the transport of macroelements and microelements in the soil–plant–wine system. The mineral composition of the soil determines the quality of the given production area and it may appear in the quality of the grapes and the wine of the amount of precipitation and the water budget of the soil are appropriate. The availability of nutrition in the soil for plants is determined by the geochemical conditions prevailing in the soil while the quantity of extracted nutrition is determined mainly by the vintage, the production area, the applied rootstock and the scion grafted on it.

The aim of my research was to investigate the effects of soil on the production area and on the grape. In order to achieve this I completed the pedological studies by analysing the element content of the grape berries and by grapevine ecophysiological analyses carried out by the Károly Róbert College – Research Institute of Viticulture and Oenology, Eger.

The effects of soils with different textures and water budget and therefore different water supply on the grapevine ecophysiological processes were studied separately on the Nagy-Eged that was under significant erosion.

The theses reveal the effects of soil properties on the element uptake of grape as I search answers to the questions below:

1. What is the pedological heterogeneity influencing nutrition uptake look like in the studied production areas?
2. What is the spatial heterogeneity of soil chemical properties look like, how does the pattern of macroelement and microelement supply of soils and their availability change?

3. Is it possible to categorize of the production areas based on their soil properties?
4. How does the element content of grape change in two years of completely different weather following each other?
5. Which production area factor has greatest effect on the macroelement and microelement uptake of grape.
6. What are the effects of soil erosion as a result of wine cultivation on the soil and on the physiology of grape?

1. Studying the soil heterogeneity determining nutrient uptake

Based on the soil properties (texture, pH, CaCO₃ and humus content, humus quality) of the study areas pedological differences between the study areas were proved. Thus the variability of the soil properties determining nutrient supply. These properties differ significantly in the studied production areas partly because of the natural variability of the soils and partly due to intense soil cultivation (manuring), soil disturbance, anthropogenic erosion.

Soil degradation processes on the Nagy-Eged cause the accumulation of fine fractions at lower pediment areas. In plantations at higher elevation the CaCO₃, pH, quantity of gravel and sand fraction of the soil increases due to the thinning of the productive layer.

2. Studying the macroelement and microelement supply of soils

Studying the macroelement and microelement supply heterogeneity

I studied the NO₃ and P₂O₅ content of the soils together with the special heterogeneity of the 'total' and 'available' quantity of further 12 elements (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn) that showed great variability. My results prove the soil chemical rules applicable to the given elements, however, anthropogenic effects influenced significantly the quantity of lead and copper.

In the course of Spearman's rank correlation I compared the quantity of the studied elements with various soil properties and with the quantity of the rest of the elements. This revealed the soil components or the metal oxides on which the given element is absorbed and also the other elements with which the given element is associated in the soil.

Studying the macroelement and microelement availability

I determined the average quantity of the elements extracted by two types of dissolving material, the relative available element content and the

available quantity of each elements in percentage relative to their total quantity in the soil. Analysing the results, it can be stated that the availability of lead (56.71%) and copper (77.93%) is extremely high due to the strong anthropogenic effects. As a result of human activity these elements increase as ‘pollutants’ added to the natural biogeochemical cycle.

3. Classification of production areas based on soil properties

Pedological classification of the studied production areas was carried out using cluster analysis. In the course of the classification production areas were classified based on soil properties, grain-size distribution and the quantity of nutrients important in the mineral nutrient supply of grapes separately. Considering all of the above factors I made an effort for a complex pedological production area classification as well.

4. Studying the role of production areas and the vintage on the uptake of macroelements and microelements

I studied the effects of vintage, production areas and the applied rootstock on the microelement and macroelement content of the grape berries

Studying the influence of the year

The influence of the year was studied in two years of opposite weather conditions. My results verified that the amount of precipitation influence significantly the amount of uptake elements. Statistical analyses revealed that the effect of the production area on the element content of the grape berries relevant for dry material increases in years of more precipitation (in 2010 in our case). On the other hand, significant correlation was not proved between the uptake of certain elements and the amount of annual precipitation or the amount of precipitation in the vegetation period. This suggests that regarding the uptake and accumulation of microelements and macroelements the amount of annual precipitation is much more important than its annual distribution.

Studying the effects of the production area

Regarding the effect of the production area (in the case of appropriate nutrient supply) the effects of the geological environment, the relief and the microelement and macroelement supply of the soil on the element content of the grape berries are subordinate to the climatic effects. These effects in the case of lack of nutrient supply would be possible to prove by Liebig’s law of

the minimum, however, as no lack is experienced in the case of either studied elements in the studied production areas there is no “uptake limit”.

Studying the effects of the applied rootstock

No significant differences in the microelement and macroelement uptake of the studied scions (Kékfrankos and Hárslevelű) were identified. This can be explained by the similar mineral nutrition of the two scions and by the dominant role of the rootstock in nutrient uptake.

5. Studying the effects of soil erosion on the soil and the grapevine ecophysiological processes

Effects of erosion on the soil properties

Natural soil conditions of the Nagy-Eged were transformed significantly by anthropogenic erosion. This transformation had disadvantageous effects on the upper areas from where the fine grained components of the soil together with the clay minerals were eroded mostly. As a result the soil lost the majority of its nutrients that were bound as replaceable cations. Due to the small soil thickness, the high amount of stone debris and the lack of montmorillonite that would be capable of bonding high amount of water, only a small amount of precipitation water cannot be stored in the soil therefore the soil dries quickly. In the case of accumulation areas the opposite effects prevail.

Effects of erosion on grapevine ecophysiological processes

Changes in soil properties affect the physiological process of the grapes as well. The Kékfrankos scion grown in the upper parts of the Nagy-Eged is exposed to greater water stress than those grown in the lower parts. The decreased gas exchange of the plants (transpiration rate and the carbon assimilation capacity) is mostly the results of water deficit caused by the erosion. Due to the stomatal limitation in areas of small and moderate water deficit smaller transpiration rate and assimilation capacity are characteristic. Decreasing carbon assimilation has a significant effect on the vegetative growth of the grapes. Results of Smart's canopy measurements reveal that canopy density was higher at the foot of the mountain than in the upper parts of the study area.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom *Prof. Dr. Kerényi Attilának* és *Dr. Báló Borbálának* a témavezetés során nyújtott segítségükért, valamint a disszertációhoz fűzött hasznos tanácsaikért, észrevételeikért.

Köszönöm *Dr. Rózsa Péter, Dr. Kozák Miklós és Papp István* (DE – Ásvány és Földtani Tanszék) hasznos szakmai tanácsait, valamint hogy lehetővé tették számomra a műszeres vizsgálatok elvégzését.

Dr. Földvári Mária és *Dr. Kónya Péter* (Magyar Földtani és Geofizikai Intézet) a talajminták ásványos összetételének meghatározásában nyújtottak segítséget.

Horváth Józsefné és *Dr. Kanber Wafiné Bakó Valéria* a talaj- és növényminták feldolgozásában, *Szalmási József* technikus a terepi mintavételben nyújtottak jelentős segítséget, amelyet ezúton is köszönök.

Köszönettel tartozom *Dr. Szabó Szilárdnak* és *Kovács Zoltának* (DE – Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék) az adatfeldolgozáshoz nyújtott segítségükért és tanácsaikért.

Szeretném kifejezni a köszönetemet a KRF Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet (Eger) egykori és jelenlegi dolgozóinak, hogy az elmúlt években szakmailag támogattak, ezzel erősítve elkötelezettségem a termőhelyi kutatások iránt.

Köszönöm minden egykori kollégámnak, irodatársamnak és családtagjaimnak a dolgozat elkészítése közben velem szemben tanúsított kitartó türelmét.

A dolgozat elkészültét a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 jelű, „*A Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása*” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. This work was supported by the TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 project. The project was co-financed by the European Union and the European Social Fund.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abadia, J.** (1992): Leaf responses to Fe-deficiency. *Journal of Plant Nutrition*; 15(10): 1699-1713.
- Adrian, M. – Jeandet, P. – Bessis, R. – Joubert, J.M.** (1996): Induction of phytoalexin (resveratrol) synthesis in grapevine leaves treated with aluminium chloride (AlCl₃). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8): 1979-1981.
- Ahumada, I. – Mendoza, J. – Ascar, L.** (1999): Sequential extraction of heavy metals in soil irrigated with wastewater. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 30(9-10): 1507-1519.
- Alloway, B.J.** (ed.) (1995): Heavy metals in soils. Blackie Academic and Professional, London, 368.p.
- Amir, S. – Hafidi, M. – Merlina, G. – Revel, J.C.** (2005): Sequential extraction of heavy metals during composting of sewage sludge. *Chemosphere*, 59(6): 801-810.
- de Andres-de Prado, R. – Yuste Rojas, M. – Sort, X. – Andres Lacueva, C. – Torres, M. – Lamuela Raventos, R.M.** (2007): Effect of soil type on wines produced from *Vitis vinifera* L cv Grenache in commercial vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3): 779-786.
- Arrigo, N. – Arnold, C.** (2007): Naturalised *Vitis* Rootstocks in Europe and Consequences to Native Wild Grapevine. *PLoS ONE*. 521-529.
- Arp, D.J. – Sayavedra-Soto, L.A. – Hommes, N.G.** (2002): Molecular biology and biochemistry of ammonia oxidation by *Nitrosomonas europaea*. *Archives of Microbiology*, 178(4): 250-255.
- Bálo B. – Zsófi Zs. – Nagy Sz. – Király I. – Bíró P.** (2004): Az Egri Bikavér eredetvédelmével kapcsolatos növényfiziológiai kutatások. Nemzetközi Konferencia: „Vörösborok eredetvédelme és minőségének fejlesztésével kapcsolatos kutatások Egerben” 2004. július 9. (előadás)
- Bálo B.** (2006): A fitotechnika szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. VII. Szőlészeti és Borászati Konferencia, Eger, 2006. január 25-27. (előadás)
- Bálo B. – Gál L. – Szilágyi Z. – Zsófi Zs. – Simon Z.** (2007): Terroir aspects in wine quality of ‘Kékfrankos’ variety trained on umbrella training system. Proceedings of the XV. International GESCO Symposium, Porec, Croatia, 20-23th Jun., 1: 82-93.
- Bálo B. – Tóth E. – Olasz A. – Katona Z. – Simon Z. – Burai P. – Bisztray Gy.** (2013): A terroir kutatás új irányjai hazánkban, szemelvények a világból. *Őstermelő*, 17(5): 62-68.

- Bálo, E. – Prileszky, G. – Happ, I. – Köhalmi, M. – Varga, L.** (1988): Soil improvement and the use of leaf analysis for forecasting nutrient requirements of grapes. *Potash Review* (Subject 9, 2nd suite, No. 61: 1-5.)
- Bálo, E. – Prileszky, G. – Happ, I. – Köhalmi, M. – Varga, L.** (1988): Die Rolle der Blattanalyse bei der Optimierung der Nährstoffversorgung der Rebe [The function of leaf analysis for the optimization of nutrient supply of grapevines]. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 38(4): 164-169.
- Bartlett, R.J. – James, B.R.** (1988) Mobility and bioavailability of chromium in soils. In: Chromium in the natural and human environments. Nriagu, J.O. – Nieboer, E.J. (eds.), John Wiley & Sons Inc., New York, 267-304.
- Battany, M.C. – Grismer, M.E.** (2000): Rainfall runoff and erosion in Napa Valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. *Hydrological Process*, 14(7): 1289-1304.
- Bavaresco, L. – Fregoni, M. – Perino, A.** (1994): Physiological aspects of lime-induced chlorosis in some *Vitis* species. I. Pot trial on calcareous soil. *Vitis*; 33(2): 123-126.
- Bavaresco, L. – Poni, S.** (2003): Effect of Calcareous Soil on Photosynthesis Rate, Mineral Nutrition, and Source-Sink Ratio of Table Grape. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (10-11): 2123-2135.
- Bavaresco, L. – Gatti, M. – Fregoni, M.** (2010): Nutritional deficiencies. In: Delrot, S. – Medrano, H. – Or, E. – Bavaresco, L. – Grando, S. (eds.), *Methodologies and Results in Grapevine Research*, Springer
- Ben-Dor, E. – Patkin, K. – Banin, A. – Karnieli, A.** (2002): Mapping of several soil properties using DAIS-7915 hyperspectral scanner data – a case study over clayey soils in Israel. *International Journal of Remote Sensing*, 23(6): 1043-1062.
- Benfenati, E. – Valzacchi, S. – Mariani, G. – Airoidi, L. – Fanelli, R.** (1992): PCDD, PCDF, PCB, PAH, cadmium and lead in roadside soil: relationship between road distance and concentration. *Chemosphere*, 24(8): 1077-1083.
- Bényei F. – Lőrincz A.** (szerk.) (2005): Borszőlőfajták, csemegeszőlő-fajták és alanyok. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 101-251.
- Blaskó L. – Zsigrai Gy.** (1994): Sustainable land use and mineral fertilizers on meadow chernozem soil. *Agrokémia és Talajtan*, 43(3-4): 344-356.
- Boardman, J.** (2006): Soil erosion science: reflections on the limitations of current approaches. *Catena*, 68: 73-86.
- Bogoni, M. – Failla, O. – Panont, A. – Scienza, A. – Falchetti, M.** (1995): Leaf diagnosis in genotype x environment interaction studies for the assessment of viticultural aptitudes of a territory. *ISHS Acta*

- Horticulturae 383.: Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Plants.*
Trento, Italy
- Bogoni, M. – Panont, A. – Valenti, L. – Scienza, A.** (1995): Effects of soil physical and chemical conditions on grapevine nutritional status. *ISHS Acta Horticulturae 383.: Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Plants.* Trento, Italy
- Bohn, H.L. – McNeal, B.L. – O’Connor, G.A.** (1985): Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó – Gondolat Kiadó, Budapest. p. 310.
- Bolan, N.S. – Duraisamy, V.P.** (2003): Role of inorganic and organic soil amendents on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: a review involving specific case studies. *Australian Journal of Soil Research*, 41(3): 533-555.
- Boros L.** (2011): Lejtős térszíneken folyó mezőgazdasági művelés egyik jelentős problémája a talajpusztulás. In.: Kókai S. (szerk.): Geográfiai folyamatok térben és időben. Nyíregyháza (2011), 129-143.
- Boros L. – Horváth G. – Csüllög G.** (2012): Tokaj-Hegyalja szőlő- és borgazdaságának természetföldrajzi alapjai. In.: Frisnyák S.- Gál A. (szerk.): Tokaj-hegyaljai borvidék – Hazánk első történeti tája. Nyíregyháza-Szerencs (2012), 23-40.
- Brancadoro, L. – Valenti, L. – Reina, A. – Scienza, A.** (1994): Potassium content of grapevine during the vegetative period: The role of the rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 17: 2165-2175.
- Brenot, J. – Quiquerez, A. – Petit, C. – Garcia, J-P.** (2008): Erosion rates and sediment budgets in vineyard at 1-m resolution based on stock unearthing (Burgundy, France). *Geomorphology*, 100(3-4): 345-355.
- Broadley, M.R. – White, P.J. – Hammond, J.P., – Zelko, I. – Lux, A.** (2007): Zinc in plants. *New Phytologist*, 173(4): 677– 702.
- Brun, L.A. – Maillet, J. – Richarte, J. – Herrmann, P. – Remy, J.C.** (1998): Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. *Environmental Pollution*, 102(2-3): 151-161.
- Cancado, G.M.A. – Ribeiro, A.P. – Pineros, M.A. – Miyata, L.Y. – Alvarenga, A.A. – Villa, F. – Pasqual, M. – Purgatto, E.** (2009): Evaluation of aluminium tolerance in grapevine rootstocks. *Vitis*, 48 (4): 167-173.
- Candolfi-Vasconcelos, M.C. – Castagnoli, S. – Baham, J.** (1997): Grape rootstocks and nutrient uptake efficiency. Annual Meeting of the Oregon Horticultural Society. <http://berrygrape.oregonstate.edu>, *Proc. Oregon Hort. Soc.*, 88.
- Carey, V.A. – Saayman, D. – Archer, A. – Barbeau, G. – Wallace, M.** (2008): Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. I. The identification

- of natural terroir units. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 42(4): 169-183.
- Carbonneau, A.** (2001): Concepts « terroir ». Gesco XII^e journées du groupe européen d'étude des systèmes de conduite de la vigne, Montpellier, France, 3 - 7 juillet, 2, 669.
- Champagnol, F.** (1984): Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Montpellier: Déhan, 351.
- Charters, S.** (2010): Marketing terroir: A conceptual approach. 5th International Academy of Wine Business Research Conference, 8-10 February 2010. Auckland
- Conradie, W.J. – Carey, V.A. – Bonnardot, V. – Saayman, D. – van Schoor, L.H.** (2002): Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville districts of South Africa. I. Geology, Soil, Climate, Phenology and Grape Composition. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 23(2): 78-91.
- Coipel, J. – Rodriguez Lovelle, B. – Sipp C. – Van Leeuwen C.** (2006) “Terroir” effect, as a result of environmental stress, depends on more on soil depth than on soil type (*Vitis vinefera* L. cv. Grenache noir, Cotes du Rhone, France 2000). *International Journal of Vine and Wine Sciences*, 40(4): 177-185.
- Corbane, C. – Jacob, F. – Raclot, D. – Albergel, J. – Andieux, P.** (2012) : Multitemporal analysis of hydrological soil surface characteristics using aerial photos : A case study on a Mediterranean vineyard. *International Journal of Applied Observation and Geoinformation*, 18: 356-367.
- Courjault-Radé, P. – Munoz, M. – Hirissou, N. – Maire, E.** (2007): Geology, key factor for high quality wine production: an example from the Gaillac appellation region (Tarn, Sw France). XXXth OIV World Congress, Budapest 10-16 June 2007.
- Csikászné K.A. – Diófási L.** (2006): Alanyfajták hatása a Cabernet sauvignon szőlőfajta tápelem felvételére három különböző termőhelyen. *Kertgazdaság*, 38(1): 43-55.
- Csillag J. – Lukács A. – Molnár E. – Bujtás K. – Rajkai K.** (1994): Study of heavy metal overloading of soils in a model Experiment. *Agrokémia és Talajtan*, 43(1-2): 196-210.
- Csorba P.** (2006): Egy bodrogkeresztúri hóolvadás menetének tájfeldrajzi elemzése. In: Csorba P. (ed.): Egy szakmai életút eredményei és színhelyei. Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, 79-88.

- Cus, F.** (2004): The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. Cabernet sauvignon. *Acta Agriculturae Slovenice*, 83(1): 63-71.
- Delfosse, C.** (2011): La patrimonialisation des produits dits de terroir: quand "le rural" rencontre "l'urbain". (Heritage-making and the enhancement of so-called 'terroir' products: when rural meets urban). *Anthropology of Food*, No. 8. <http://aof.revues.org/index6772.html>
- Deloir, A. – Lopez, F. – Carbonneau, A.** (2002): Grapevine responses and terroir: aspects of a study method. *Progrés Agricole et Viticole*, 119(4): 78-86.
- Deluisa, A. – Giandon, P. – Aichner, M. – Bortolami, P. – Bruna, L. – Lupetti, A. – Nardelli, F. – Stringari, G.** (1996): Copper pollution in Italian vineyard soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27(5-8): 1537-1548.
- De Macedo, J.R. – Meneguelli, N.D.A. – Ottoni, F.T.B. – Lima, J.A.D.S.** (2002): Estimation of field capacity and moisture retention based on regression analysis involving chemical and physical properties in Alfisols and Ultisols of the state of Rio de Janeiro. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(13-14): 2037–2055.
- Dövényi Z.** (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. 2. átdolgozott és bővített kiadás. Budapest, MTA FKI
- Dulai S. – Dezső Cs.** (2003): A fotoszintézis funkcionális paramétereinek változása Kékfrankos szőlőben, összefüggésben a termőhelyi adottságokkal. Eszterházy Károly Főiskola, Tudományos Napok, Eger, 2003. november 12. (előadás)
- Eperjesi I. – Kállay M. – Magyar I.** (1998): Borászat, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Esteban, M.A. – Villanueva, M.J. – Lissarrague, J.R.** (1999): Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation, sugars, organic acids, and mineral elements. *American Journal of Enology & Viticulture*, 50(4): 418-434.
- Feucht, W. – Treutter, D. – Bengsch, E. – Polster, J.** (1999): Effects of watersoluble boron and aluminium compounds on the synthesis of flavonols in grape vine callus. Zeitschrift für Naturforschung Section C, *Journal of Biosciences*, 54(11): 942-945.
- Filep Gy.** (1988): Talajkémia. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Filep Gy.** (1995): Talajvizsgálat. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen
- Fitzharris, B.B. – Enducher, W.** (1996): Climatic Conditions for Wine Grape Growing: Central Europe and New Zealand, *New Zealand Geographer*, 52(1): 1-11.

- Földvári M.** (1986): A földtani kutatásban alkalmazott termoanalitikai módszerek. MÁFI Módszertani Közlemények, Budapest
- Földvári M.** (1991): Measurment of different water species in minerals by means of thermal derivatography – In: Smykatz-Kloss, W., Warne, S. St. J. (eds): Thermal Analysis in the Geosciences. Series of Lecture in Earth Sciences 38. – Springer Verlag. 84-100.
- Földvári M.** (2000): Advenced possibilities of thermal analysis in the investigation of clay minerals. *Acta Geologica Hungarica*, 43(4): 447-461.
- Földvári M.** (2011): Handbook of thermogravimetric system of minerals and its use in geological practice. Geological Institute of Hungary, Budapest
- Fregoni, M.** (1998): Viticoltura di qualità. Lungodige Galtorossa: *Informatore Agrario*, 707. p.
- Gál L.** (1998a): Földrajzi árujelző oltalom-eredetvédelem az Egri borvidéken. VI. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok, Gyöngyös, (1998. márc. 24-25.) Proceedings Volume 2, 1.p.
- Gál L.** (1998b): A különböző termőhelyek hatása a Kékfrankos bor minőségére az Egri Borvidéken. Lippay János – Vas Károly Tudományos Ülésszak Budapest, (1998. szeptember 16-18.) (poszter)
- Gál L.** (2006): Az Egri Bikavér minőségfejlesztésének lehetőségei. (Possibilities of the quality development of Egri Bikavér.) Ph.D. Thesis at Corvinus University, Budapest
- Geering, H.R. – Hodgson, J.F. – Sdano, C.** (1969): Micronutrient cation complexes in soil solution: The chemical state of manganese in soil solution. *Soil Science Society of America Journal*, 33(1): 81-85.
- Gergaud, O. – Ginsburgh, V.** (2005). La qualite des vins de Bordeaux se resume-t-elle uniquement a celle de son terroir? *La Journee Viticole*, 29 April 2005: 13–15.
- Gladstones, J.** (1992): Viticulture and environment. Published by Winetitles, Adelaide, Australia
- Grant, R.S. – Matthews, M.A.** (1996): The influence of phosphorus availability, scion, and rootstock on grapevine shoot growth, leaf area, and petiole phosphorus concentration. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47(4): 403-409.
- Gruben, B. – Kosegarten, H.** (2002): Depressed growth of non-chlorotic vine grown in calcareous soil in an iron deficiency symptom prior leaf chlorosis. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165(2): 111-117.
- Győri D. – Cseh E. – Keresztes I.-né** (1971): Changes in a Mn uptake of red clover (*Trifolium pratense*) as a reaction to liming. *Acta Agr. Hung.*, 20: 319–327.

- Hajdu E.** (2003): Magyar szőlőfajták (Varieties of Hungarian Grapes), Mezőgazda Kiadó, Budapest (2003), 45-80.
- Han, Y. – Yang, G. – Shi, X. – Liu, K. – Chen, C.** (2011): Effects of different magnesium concentrations on chloroplast ultrastructure and photosynthetic response of *Vitis vinifera* cv. Red Globe. *Journal of Fruit Science*, 28(4): 603-609.
- Hargiatai L.** (1998): Talajtan és agrokémia II. (egyetemi jegyzet), Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest
- Haynes, S.J.** (1999): Geology and Wine 1. Concept of terroir and the role of geology. *Geoscience Canada*, 26: 190-194.
- He, Z.L. – Yang, X.E. – Stoffella, P.J.** (2005): The elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19(2-3): 125-140.
- Hell, R. – Stephan, U.W.** (2003): Iron uptake, trafficking and homeostasis in plants. *Planta*, 216(4): 541-551.
- Hempfling, R. – Schulten, H.R. – Horn, R.** (1990): Relevance of humus composition to the physical/mechanical stability of agricultural soils: a study by direct pyrolysis-mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 17(3): 275–281.
- Hossner, L.R. – Loepfert, R.H. – Newton, R.J. – Szaniszlo, P.J.** (1998): Literatura review: Phytoaccumulation of chromium, uranium and plutonium in plant systems. Amarillo National Resource Center for Plutonium, Texas
- Hugget, J.M.** (2006) Geology and wine. *Proceedings of the Geologists Association*, 117(2): 239–247.
- Hunter, J.J. – Bonnardot, V.** (2011) Suitability of Some Climatic Parameters for Grapevine Cultivation in South Africa, with Focus on Key Physiological Processes. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 32(1): 137-154.
- Jackson, D.I. – Lombard, P.B.** (1993): Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44(4): 409-430.
- Jakab G. – Kertész Á. – Dezső Z. – Madarász B. – Szalai Z. – Bádonyi K.** (2007): The role of gully erosion in total soil loss at catchment scale. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 9, 11232
- Jaouen, G.** (2006). Bioorganometallics: Biomolecules, Labeling, Medicine. Wiley-VCH, Weinheim.
- Jimenez, S. – Pinochet, J. – Abadia, A. – Moreno, A.M. – Gogorcena Y.** (2008): Tolerance response to iron chlorosis of Prunus selections as rootstocks. *Horticultural Science*, 43(2): 304-309.
- Jones, G. V. – Snead, N. – Nelson, P.** (2004): Geology and Wine 8. Modeling viticultural landscapes: a GIS analysis of the terroir

- potential in the Umpqua Valley of Oregon. *Geoscience Canada*, 31(4): 167-178.
- Jones, G.V.** (2007). Climate Change and the Global Wine Industry. Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, Australia, July 28 - August 2, 2007.
- Justyák J.** (1965): Terepklímamérések a tokaji Nagy-Kopasz déli lejtőjén (Climate measurements at the southern slope of the Nagy-Kopasz Hill). *Acta Geographica Universitatis Debreceniensis*, 10(3): 25-37.
- Justyák J.** (1989): A Tokaj-hegyljain szőlőültetvények mezo- és mikroklimatikus jellemzői. Akadémiai doktori értekezés, Debrecen, 160. p.
- Justyák J.** (1992): Szőlőfajták fotoszintetikus produkciójának dinamikája és energiataralma. *Magyar Szőlő- és Borgazdaság*, 4: 13-18.
- Kabala, C. – Singh, B.R.** (2001): Fractionation and mobility of copper, lead and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter. *Journal of Environmental Quality*, 30(2): 485-492.
- Kabata-Pendias, A. – Pendias, H.** (2001): Trace elements in soils and plants 3rd ed., CRC Press, Washington D.C.
- Kádár I.** (1991): A talajok és a növények nehézfém tartalmának vizsgálata, MTA TAKI, Budapest, 104.p.
- Kádár I.** (1999): A tápláléklánc szennyeződése nehézfémekkel. *Agrokémia és Talajtan*, 48: 561-581.
- Kadlicskó B.** (1995): A barna erdőtalajok krónikus elsavanyodásának megakadályozása, a talajjavítás hatása mezőgazdasági területen. *Agrokémia és Talajtan*, 44(3-4): 329-336.
- Kashem, M.A. – Singh, B.R. – Huq, S.M.I. – Kawai, S.** (2011): Fractionation and mobility of cadmium, lead and zinc in some contaminated and non-contaminated soils of Japan. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 3(9): 241-249.
- Kerényi A.** (1987): Differences in soil fertility in the Bodrogkeresztúr semi-enclosed basin on soils of different degrees of erodedness. *Acta Geographica Debrecina*, 23: 235-244.
- Kerényi A.** (1991): Talajerózió. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Kerényi A.** (1994): Loess erosion on the Tokaj Big Hill. *Quaternary International*, 24: 47-52.
- Kidd, P.S. – Proctor, J.** (2001): Why plants grow poorly on very acid soils: are ecologists missing the obvious? *Journal of Experimental Botany*, 52(357): 791-799.
- Kocsis L. – Lehoczky É. – Keresztes Z. – Angyal M. – Walker, M.A.** (2001): Grape rootstock – scion combination effects on leaf nutrient status and yield under drought condition in Hungary. ASEV 52nd Annual Meeting, San Diego, California, 21. p.

- Kocsis L.** (2010): Szőlőalanyok egyes fiziológiai jellemzőinek és biotikus tényezőinek értékelése, MTA doktori értekezés, Keszthely
- Kosmas, C. – Danalatos, N. – Cammeraat, L.H. – Chabart, M. – Diamantopoulos, J. – Farand, R. – Gutiérrez, L. – Jacob, A. – Marques, H. – Martínez-Fernández, J. – Mizara, A. – Moustakas, N. – Nicolau, J.M. – Oliveros, C. – Pinna, G. – Puddu, R. – Puigdefábregas, J. – Roxo, M. – Simao, A. – Stamou, G. – Tomasi, N. – Usai, D. – Vacca, A.** (1997): The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29(1): 45–59.
- Koyro, H.-W. – Ahmad, P. – Geissler, N.** (2012): Abiotic Stress Responses in Plants: An Overview. In: Ahmad, P., Prasad, M.N.V. (eds.) *Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change*. Springer Science and Business Media, 1-28.
- Kozma P.** (1979): A vörösbortermelés ökológiai fajta- és technológiai kérdései. Nemzetközi Vörösbortermelési Szimpózium Siklós-Villány, 12-54.
- Kozma P.** (1991): A szőlő és termesztése I., Akadémiai Kiadó, Budapest
- Königer, S. – Schwab, A. – Michel, S.** (2003): L'utilisation d'un sig pour évaluer des terroirs viticoles dans un climat tempéré. Colloque International Abbaye Royale de Fouterrand 2-4. Juillet, 228-230.
- Lagacherie, P. – Baret, F. – Feret, J.-B. – Netto, J.M. – Robbez-Masson, J.M.** (2008): Estimation of soil clay and calcium carbonate using laboratory, field and airborne hyperspectral measurements. *Remote Sensing of Environment*, 112(3): 825-835.
- Lagerwerff, J.V. – Specht, A.W.** (1970): Contamination of roadside soil and vegetation with cadmium, nickel, lead, and zinc. *Environmental Science & Technology*, 4(7): 583–586.
- Lakanen, E. – Erviö, R.** (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soil. *Acta Agr. Fenn.*, 123: 223-232.
- Lanz, J.** (2004): Soils and wine quality: the key is relevant information, *Wynland*, December 2004, 53-54.
- Lasanta, T. – Sobrón, I.** (1988): Influencia de las prácticas de laboreo en la evolución hidromorfológica de suelos cultivados con viñedo. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 14(1-2): 81–97.
- Laville, P.** (1993): Unités de terroir naturel et terroir. Une distinction nécessaire pour redonner plus de cohérence au système d'appellation d'origine. *Bull. O.I.V.* 745/746, 227-251.
- Lebon, E. – Dumas, V. – Pieri, P. – Schultz, H.R.** (2003): Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology*, 30(6): 699-710.

- Lóczy D. – Nyizsalovszki R.** (2005): Borvidékeink földhasználat-változásainak tájökölógiai értékelése. *Tájökölógiai Lapok*, 3(2): 243-252.
- Loughran, R.J. – Balog, M.R.** (2006): Re-sampling for soil-caesium-137 to asses soil loss after 19-year interval in Hunter Valley Vineyard, New South Wales, Australia. *Geographical Research*, 44(1): 77-86.
- Ma, L.Q. – Rao, G.N.** (1997). Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel, and zinc in contaminated soils. *Journal of Environmental Quality*, 26(1): 259-264.
- Macnicol, R.D. – Beckett, P.H.T.** (1985): Critical Tissue Concentrations of potentially toxic elements. *Plant and Soil*, 85(1): 107-129.
- Martínez-Casasnovas, J.A. – Sánches-Bosch, I.** (2000): Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedès–Anoia vineyard region (NE Spain), *Soil and Tillage Research*, 57(1-2): 101-106.
- Martínez-Casasnovas, J.A. – Ramos, M.C. – Ribes-Dasi, M.** (2002): Soil erosion caused by extreme rainfall events: mapping and quantification in agricultural plots from very detailed digital elevation models. *Geoderma*, 105(1-2): 125-140.
- Martinovich L. – Mishiro M.– Iván Gy. – Winkler P.– Katona Z. – Mikesy G.** (2005): VINGIS: A szőlőültetvények országos térinformatikai rendszere. *Geodézia és Kartográfia*. (LVII) 10: 19-23.
- Martinovich, L. – Katona, Z. – Szenteleki, K. – Botos, E.P. – Szabó, A. - Horvath, Cs.** (2007): Updating the evaluation of Hungarian wine producing fields using a national GIS register (VINGIS). XXX. World Congress of Vine and Wine 5th General Assembly of the OIV., Budapest (Hungary) 10-16. June 2007. Section 1.1.A. Presentation poster 1/10. Proceeding CD. 6 p.
- Matzat, E. – Shikari, K.** (1974): Chromium, In: Handbook of Geochemistry. K. Wedepohl et al., eds., Springer-Verlag, Heidelberg
- Mauguin P. – Roncin F. – Vincent E.** (2003): Terroir viticole et paysage: L'implication des AOC. Colloque International Abbaye Royale de Fouterrand 2-4. juillet, 252-255.
- McGrath, S.P. – Loveland, P.J.** (1992): The soil geochemical atlas of England and Wales. In: Alloway, B.J (ed.) Heavy metal sin soils. Blackie Academic Professional, London, 1995, 368.p.
- McKenzie, R.M.** (1980): The adsorption of lead and other heavy metals on oxides of manganese and iron. *Australian Journal of Soil Research* 18(1): 61-73.
- Mengel, K. – Kirkby, E.A.** (1979): Principles of Plant Nutrition, (Bern, Switzerland: International Potash Institute) 2nd Edition

- Mertz, W.** (1969): Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiology Reviews*, 49(2): 163-239.
- Mezősi G. – Szatmári J.** (1998): Assessment of wind erosion risk on the agricultural area of the southern part of Hungary. *Journal of Hazardous Materials*, 61(1-3): 139-153.
- Merino, A. – García-Rodeja, E.** (1997): Heavy metal and aluminium mobilization in soils from Galicia (NW Spain) as a consequence of experimental acidification. *Applied Geochemistry*, 12(2): 225-228.
- Mikulás I. – Szabó B.** (2000): A minőségi borok szabályozása az EU-ban és az egyes tagállamokban. A minőségi borok közösségi szabályozásának kialakulása és főbb elemei. *Borászati Füzetek*, 2000/6. 39-42.
- Morgan, R.P.C.** (2005): Soil Erosion and Conservation, 3rd edition. Blackwell Publishing, Oxford, 11-67.
- Mortvedt, J.J. – Giordano, P.M.** (1975): Response of corn to zinc and chromium in municipal wastes applied to soil. *Journal of Environmental Quality*, 4(2): 170-174.
- Mullins, M.G. – Bouquet, A. – Williams, L.E.** (1992): Biology of the grapevine. Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- Muñoz-Sánchez, J.A. – Hernández-Sotomayor, S.M.T.** (2011): Aluminium soil contamination: its effect on coffee and its role in human health. *Molecular and Supramolecular Bioinorganic Chemistry*, 3: 197-216.
- Nagy R. – Zsófi Zs. – Papp I. – Földvári M. – Kerényi A. – Szabó Sz.** (2012): Evaluation of the relationship between soil erosion and the mineral composition of the soil: A case study from a cool climate wine region of Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(1): 223-230.
- Nemecz E.** (1981): Clay minerals. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Nemecz E.** (2006): Ásványok átalakulási folyamatai talajokban. Akadémiai Kiadó, Budapest, 50-60.
- Nemes L.** (1997): Az egri szőlőtermelés és az egri bor története. In: Csizmazia L. (szerk.): Egri borok könyve. Magyar Képek Kiadó Kft. 7-14.
- Németh M.** (1975): Ampelográfiai Album. Alany-, direkttermő és csemegeszőlő-fajták. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Niemenen, T.M. – Ukonmaanaho, L. – Rausch, N. – Shoty, W.** (2008): Biogeochemistry of Nickel and Its Release into the Environment. In: Sigel, A. – Sigel, H. – Sigel, R.K.O. (eds.): Nickel and Its Surprising Impact in Nature. *Metal Ions in Life Sciences*, 2. Wiley., 1-29.
- Nikolic, M. – Römheld, V. – Merkt, N.** (2000): Effect of bicarbonate on uptake and translocation of ⁵⁹Fe in two grapevine rootstocks differing in their resistance to Fe deficiency chlorosis. *Vitis*, 39 (4) 145-149.

- O'Brien, J.** (2008): Potassium in crop nutrition. *Albion Plant Nutrition Newsletter*, 9(8): 1-3.
- Osztoics E. – Magyar M. – Végh K.R.. – Csillag J. – Takács T. – Csathó P.** (2002): A nyersfoszfát, mint közvetlen P-trágya alkalmazásának feltételei és agronómiai hatása. *Agrokémia és Talajtan*, 51(3): 505-534.
- Örkényi Bondor, L.** (1971): Glaukonitképződés hazai kora-harmadkori üledékekben. *Fragmenta Paleontologica Hungarica*, 2: 57-126.
- Pagotto, C. – Rèmy, N. – Legret, M. – Le Cloirec, P.** (2001). Heavy metal pollution on road dust and roadside soil near a major rural highway. *Environ. Technol.* 22(3): 307–319.
- Paroissien, J.B. – Lagacherie, P. – Le Bissonnais, Y.** (2010): A regional-scale study of multi-decennial erosion of vineyard fields using vine-stock unearthing-burying measurements. *Catena*, 82(3): 159-168.
- Patriche, C.V. – Irimia, L. – Condorachi, D.** (2011): Aspects regarding the use of GIS for quantifying climatic factors influencing vineyards suitability. *Scientific Annal of "Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi - Geography series*, Vol. 57(1): 61-68.
- Paulik, J. – Paulik, F.** (1981): Simultaneous thermoanalytical examinations by means of the Derivatograph. Elsevier
- Pavloušek, P.** (2013): Tolerance to Lime - Induced Chlorosis and Drought in Grapevine Rootstocks. In: Vahdati, K. – Leslie, C. (eds.): *Agricultural and Biological Sciences "Abiotic Stress - Plant Responses and Applications in Agriculture"*, InTech
- Peynaud, E.** (1987): *The taste of wine* (M. Schuster, Trans.). San Francisco, The Wine Appreciation Guild.
- Pertoldi Marletta, G. – Gabrielli Favretto, L. – Favretto, L.** (1989): Chromium and nickel in roadside grapes. *Food Addit. Contam.*, 6(2): 219–225.
- Pestana, M. – De Varennes, A. – Faria, E.A.** (2003): Diagnosis and correction of iron chlorosis in fruit trees: A review. *Food, Agriculture and Environment*, 1(1): 46-51.
- Pestana, M. – Faria, E.A. – De Varennes, A.** (2004): Lime-induced iron chlorosis in fruit trees. In: Dris R., Jain S.M. (eds.): *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, Plant mineral nutrition and pesticide management*, Kluwer Academic Publisher, 171-215.
- Pimantel, D. – Hartvey, C. – Redosudarmo, P. Sinclair, K. – Kurz, D. – McNair, M. – Crist, C. – Shpritz, L. – Fitton, L. – Saffouri, R. – Blair, R.** (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science*, 267(5201): 1117-1123.

- Pinczés Z.** (1998): A Tokaji-hegység kialakulása és geomorfológiai értékei. *Földrajzi Közlemények*, 122(1-2): 1-10.
- Pinczés Z. – Kerényi A. – Martonné Erdős K.** (1978): A talajtakaró pusztulása a Bodrogkeresztúri-félmedencében. *Földrajzi Közlemények*, 102(3): 210-236.
- Pinczés Z.** (2006): Az 1986/87. évi téli fagykár alakulása szőlőültetvényben Tokaj-Hegyalján. In: Csorba P. (ed.): Egy szakmai életút eredményei és színhelyei. Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, 55-66.
- Prasad, M.N.J. – Hagemeyer, J.** (eds.) (1999): Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems. Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York
- Quaquerez, A. – Brenot, J. – Garcia, J.P., – Petit, C.** (2008): Soil degradation caused by a high-intensity rainfall event: implication for medium-term soil sustainability in Burgundian vineyard. *Catena*, 73(1): 89-97.
- Rai, D. – Zachara, J.M. – Schwab, A.P. – Schmidt, R.A. – Girvin, D.C. – Rogers, J.E.** (1984): Attenuation Rates, Coefficients, and Constants in Leachate Migration: A Critical Review. EPRI EA-3356, Vol. 1, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- Ramos, L. – Hernandez, L.M. – Gonzalez, M.J.** (1994): Sequential fraction of copper, lead, cadmium and zinc in soil from or near Donana National Park. *Journal of Environmental Quality*, 23: 50-57.
- Reuter, S.** (2003): La biologie des sols en contexte de la qualite de paysage viticole. Colloque International Abbaye Royale de Fouterrand 2-4. juillet, 236-238.
- Reynolds, A.G. – Senchuk, I.V. – van der Reest, C. – de Savigny, C.** (2007): Use of GPS and GIS for elucidation of the basis for terroir: Spatial variation in an Ontario Riesling vineyard. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(2): 145–162.
- Richardson, A.E.** (2001): Prospects for using soil microorganism to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 28(9): 897-906.
- Riesenaue, H.M.** (1988): Determination of plant-available soil manganese. In: R.D. Graham, R.J. Hannam, N.C. Uren (eds.): Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic, 97-98.
- Robinson, J.** (1999): The Oxford Companion to Wine. Second edition. Oxford University Press, Oxford.
- Rodríguez-Navarro, A. – Rubio, F.** (2006): High-affinity potassium and sodium transport systems in plants. *Journal of Experimental Botany*, 57(5): 1149-1160.

- Roubelakis-Angelakis, K.A. – Kliewer, W.M.** (1992): Nitrogen metabolism in grapevine. *Horticultural Reviews*, 14: 407-439.
- Saayman, D.** (1992): Natural influences and wine quality. Part 2: The role of soil. *Wynboer*, August 1992, 49-51.
- Saayman, D.** (2002): Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville Districts of South Africa. I. Geology, Soil, Climate, Phenology and Grape Composition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 23(2): 78-91.
- Schachtman, D.P. – Reid, R.J. – Ayling, S.M.** (1998): Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiology*, 116(2): 447-453.
- Schultz, H.R.**, 2000. Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6(1): 1-12.
- Schropp, A.** (1979): Zinc-deficiency, caused by high phosphorus supply in vineyard soils. *Dt. Weinbau*, 34(1): 1140-1142.
- Schwab, A. – Königer, S. – Michel, S.** (2003): Terroir et transformation paysagère humaine en Franconie (Allemagne). Colloque International Abbaye Royale de Fouterrand 2-4. juillet, 228-230.
- Sharma, P. – Dubey, R.S.** (2005): Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1):35–52
- Silveira, M.L.A. – Alleoni, L.R.F. – Guilherme, L.R.G.** (2003): Biosolids and heavy metals in soils. *Scientia Agricola*, 60(4): 793-806.
- Simon L.** (2004): Fitoremediáció. *Környezetvédelmi Füzetek*. BMKE OMIKK, Budapest. 36-38.
- Skinner, P.W. – Cook, J.A. – Matthews, M.A.** (1988): Phosphorus requirements of winegrapes: vegetative and reproductive growth responses of Chenin blanc and Chardonnay cvs. to phosphorus fertilizer applications. *Vitis*, 27: 95-101.
- Smart, R. E.** (1973): Sunlight interception by vineyards. *American Society for Enology and Viticulture*, 24(4): 141-147.
- Smith, K.A. – Peterson, A.R.** (1995): Manganise and cobalt. In.: Alloway, B.J. (ed.): Heavy metals in soils. Blackie Academic and Prof., London, 368.p.
- Smith, D.R. – Flegal, A.R.** (1995): Lead in the biosphere: Recent trends. *Ambio*, 24(1): 21-23.
- Sorbini, M.** (2002): Enoturismo e valorizzazione diretta dei prodotti nel settore vino; Enoturismo e Prodotti Tipici, Strumenti di Sviluppo Economico, 8. Marzo 2002, Eger, 28-37.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy.** (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest

- Stevens, R.M. – Harvey, G. – Davies, G.** (1996): Root salt uptake on growth and mineral composition of four grapevine cultivars on their own roots and on ‘Ramsey’ rootstock. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(3): 569-575.
- Stroosnijder, L.** (2005): Measurement of erosion: is it possible? *Catena*, 64(2-3): 162-173.
- Sugár I.** (1981): Az egri vörös bor termelésének múltjából – Az egri bikavér kialakulása. *Agrártörténeti Szemle*, 23(1-2): 104-132.
- Swinchatt, J.** (2006): Soil or geology? And what’s the difference? Some observations from the New world. VIth international Terroir Congress 2006, 128-132.
- Szalai Z.** (1998): Nyomelem-eloszlási típusok természeteshez közeli állapotú ártéri területek talajaiban és üledékeiben. *Földrajzi Értesítő*, 47(1): 19-30.
- Szalay A.** (1964): Cation exchange properties of humic acids and their importance in the geochemical enrichment of UO_2^{++} and other cations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28(10-11): 1605–1614.
- Szabó S.A. – Regiusné Mőcsényi Á. – Győri D. – Szentmihályi S.** (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban I., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 235. p.
- Szőőr, Gy.** (1982): Derivatographic examinations of soils for soil mechanical and constructions geological applications. IV. Congress International Association of Engineering Geology, Vol 6. Th. 3. New Delhi, 213-219.
- Szőőr, Gy. – Balázs, É. – Bohátka, S.** (1984): Agyagásványok, karbonátok, szulfátok együttes meghatározása összetett termoanalitikai módszerekkel. *Építőanyag*, 36(9): 274-277
- Szőőr, Gy. – Sümegi, P. – Balázs, É.** (1991): Sedimentological and geochemical analysis of upper Pleistocene paleosoils of the Hajdúság region, NE Hungary. – In: Pécsi M. – Schweitzer F. (eds.): Quaternary Environment in Hungary. – Studies in Geography in Hungary 26, Academic Press, Budapest, 47-59.
- Szőke L. – Kiss E.** (1987): A fajta, a terhelés és az évjárat hatása a szőlőlevél tápanyagtartalmára. A szőlő tápanyagellátása. Nemzetközi tanácskozás. Gyöngyös, 1987. október 9.
- Tagliavini, M. – Rombola, A.D.** (2001): Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15(2): 71-92.
- Takács S.** (2001): Nyomelemek nyomában. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2001.

- Tar K.** (2012): A Tokaj-hegyaljai borvidék mezo- és mikroklímája. In. : Frisnyák S.- Gál A. (szerk.) : Tokaj-hegyaljai borvidék – Hazánk első történeti tája. Nyíregyháza-Szerencs (2012), 57-70.
- Temminghof, E.J.M. – Plette, A.C.C. – Van der Zee, S. – Van Riemsdijk, W.H.** (1998): Availability and mobility of heavy metal in contaminated soils. In.: Filep Gy. (ed.): Soil Pollution; Soil, Water and Environment Relationships, DATE, Debrecen, 85-102.
- Thode, S.F. – Maskulka, J.M.** (1998): Place-based marketing strategies, brand equity and vineyard valuation. *Journal of Product & Brand Management*, 7(5): 379 – 399.
- Thomas, G.W.** (1967): Problems encountered in soil testing methods. In: Soil testing and plant analysis. Part 1. Madison, WI: Soil Science Society of America, Spec Pub No 2. 37 p.
- Tributh, H. – Boguslawski, E.V. – Lieres, A.V. – Steffens, D. – Mengel, K.** (1987): Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals. *Soil Science*, 143(6): 404-409.
- Tropeano, D.** (1983): Soil erosion on vineyards in the Tertiary Piedmontese basin (northwestern Italy): studies on experimental areas, *Catena Supplement*, 4: 115–127.
- Trubek, A.B.** (2008): The Taste of Place : A Cultural Journey into Terroir. California Studies in Food and Culture, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2008.
- van Leeuwen, C. – Friant, P. – Choné, X., Tregoat, O. – Koundouras, S. – Dubourdiou, D.** (2004): Influence of climate, soil, and Cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3): 207-217.
- van Leeuwen, C. – Seguin, G.** (2006): The concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1): 1-10.
- Vaudour, E.** (2001): Diversité des notions de terroir: pour un concept de terroir opérationnel. *Revue des Oenologues*, 101S: 39-41.
- Vaudour, E.** (2002): The quality of grapes and wine in relation to geography: Notions of terroir at various scales. *Journal of Wine Research*, 13(2): 117-141.
- Vaudour, E.** (2003): Les terroirs viticoles. Définitions, caractérisation, protection. Dunod, Paris, 293.p.
- Vink, N. – Deloire, A. – Bonnardot, V. – Ewert, J.** (2009): Terroir, climate change, and the future of the South Africa's wine industry. The World's Wine Markets by 2030: Terroir, Climate Change, R&D and Globalization, Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia, 7-9 February 2010, 1-18.
- Vose, P.B.** (1982): Iron nutrition in plants: a world overview. *Journal of Plant Nutrition*, 5(4-7): 233-249.

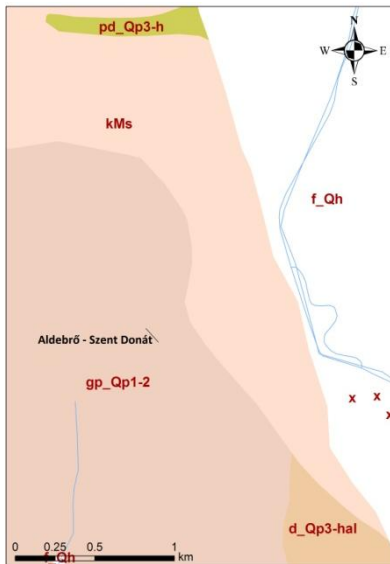
- Wainwright, J.** (1996): Infiltration, runoff and erosion characteristics of agricultural land in extreme storm events. *Catena*, 26(1-2): 27-47.
- Wang, Y. – Wang, G. – Hu, H. – Cheng, H.** (2007): Erosion rates evaluated by the ¹³⁷Cs technique in the high altitude area of the Qianghai-Tibet plateau of China. *Environmental Geology*, 53: 1743-1749.
- Webb, L.B. – Whetton, P.H. – Barlow E.B.W.** (2008): Climate change and wine grape quality in Australia. *Climate Research*, 36: 99-111.
- Wei, X. – Hao, M. – Shao, M.** (2006): Copper fertilizer effects on copper distribution and vertical transport in soils. *Geoderma*, 138(3-4): 213-220.
- Welch, R.M.** (1981): The biological significance of nickel. *Journal of Plant Nutrition*, 3(1-4): 345-356.
- Weng, H.X. – Zhang, X.M. – Chen, X.H. – Wu, N.Y.** (2003): The stability of the relative content ratios of Cu, Pb and Zn in soils and sediments. *Environmental Geology*, 45: 79-85.
- White, R. – Balachandra, L. – Edis, R. – Chen, D.** (2007): The soil component of terroir. *International Journal of Vine and Wine Sciences*, 41(1): 9-18.
- Wilson, J.E.** (1998): Terroir: The role of geology, climate, and culture in the making of French wines: Mitchell Beazley, London, UK
- Wilson, M.J.** (1999): The origin and formation of clay minerals in soils: past, present and future perspectives. *Clay Minerals*, 34(1): 7-25.
- Wolz, S. – Fenske, R.A. – Simcox, N.J. – Palcisko, G. – Kissel, J.C.** (2003): Residential arsenic and lead levels in an agricultural community with a history of lead arsenate use. *Environmental Research*, 93(3): 293-300.
- Wooldridge, J.** (2000): Geology: A central aspect of terroir. *Wynboer*, December, 87-90.
- Wooldridge, J. – Beukes, H.** (2005): Radiant solar energy interception in the Western Cape. *Wynboer*, February, 66-68.
- Wrage, N. – Velthof, G.L. – van Beusichem, M.L. – Oenema, O.** (2001): Role of nitrifier denitrification in the production of nitrous oxide. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(12-13): 1723-1732.
- Youbet, Y.A. – Adouby, K. – Trokourey, A. – Yao, B.** (2010): Cadmium, copper, lead and zinc speciation in contaminated soils. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(5): 802 - 812.
- Zsigrai Gy.** (1995): A tartós műtrágyahasználat hatása egy csernozjom talaj néhány kémiai tulajdonságára. *Agrokémia és Talajtán*, 44(3-4): 337-347.
- Zsófi Zs. – Bíró P. – Bálo B.** (2005): Különböző Kékfrankos (*Vitis vinifera* L.) termőhelyek ökopotenciáljának szőlőéletteni vonatkozásai az Egri borvidéken. Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest, 286-287.

Zsófi Zs. – Gál L. – Szilágyi Z. – Szűcs E. – Marschall M. – Nagy Z. – Bálo B. (2009): Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(1): 36-47.

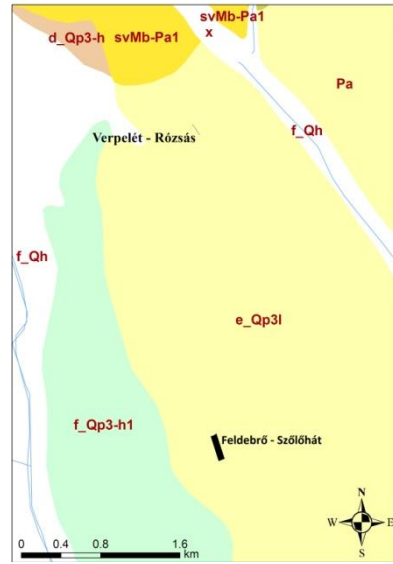
INTERNETES FORRÁSOK:

- [1] - <http://www.oiv.int/oiv/cms/index>
- [2] - <http://www.boraszportal.hu/hirszuret/20120106/eu-borreform-elkeszultek-a-termekleirasok>
- [3] - <http://boraszat.kormany.hu/termekleirasok>

1. MELLÉKLET – FÖLDTANI TÉRKÉPEK



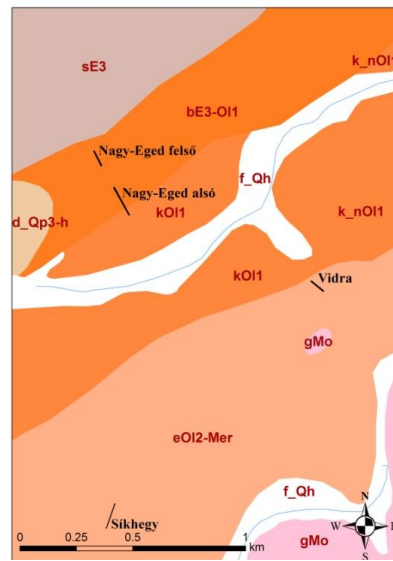
1. ábra. Aldebrő-Szent Donát termőhely és környezetének földtani térképe; pd_Qp3-h = pleisztocén proluviális-deluviális üledék; kMs = Kozárdi F.; gp_Qp1-2 = pleisztocén lejtő- és proluviális üledék; d_Qp3-hal = pleisztocén deluviális üledék; f_Qh = holocén folyóvízi üledék



2. ábra. Feldebrő – Szőlőhát és a Verpelét – Rózsás termőhelyek földtani térképe; d_Qp3-h = pleisztocén deluviális üledék; svMb-Pa1 = Sajóvölgyi F.; Pa = Pannóniai képződmények; f_Qh = holocén folyóvízi üledék; e_Qp3l = pleisztocén eolikus lösz; f_Qp3-h1 = pleisztocén folyóvízi üledék

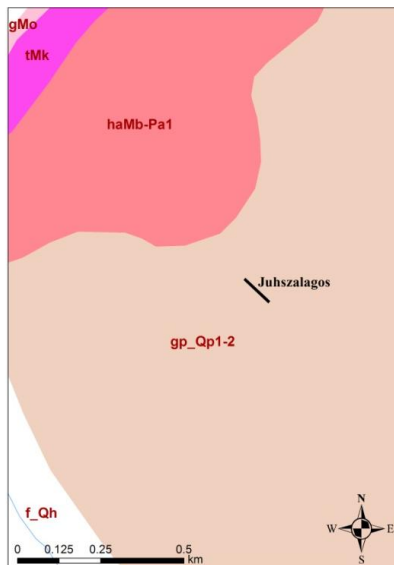


3. ábra. A Kölyuk-tető és a Nagy-galagonyás termőhelyek és környezetük földtani térképe; fMb-s = Felnémeti Riollitufa F.; d_Qp3-h = pleisztocén deluviális üledék; ; eO12-Mer = Egri F.; f_Qh = holocén folyóvízi üledék

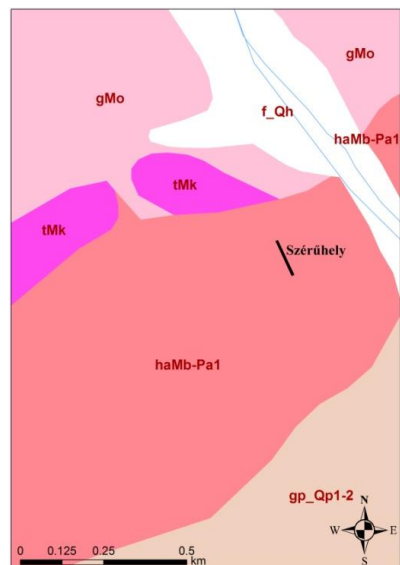


4. ábra. A Nagy-Eged-alsó, Nagy-Eged-felső, Vidra, Sík-hegy termőhelyek földtani térképe; sE3 = Szépvölgyi Mészkö F.; bE3-O1l = Budai Marga F.; d_Qp3-h = pleisztocén deluviális üledék; k_nO1l = Kiscelli Agyag F.; f_Qh = holocén folyóvízi üledék; gMo = Gyulakeszi Riollitufa F.; eO12-Mer = Egri F.

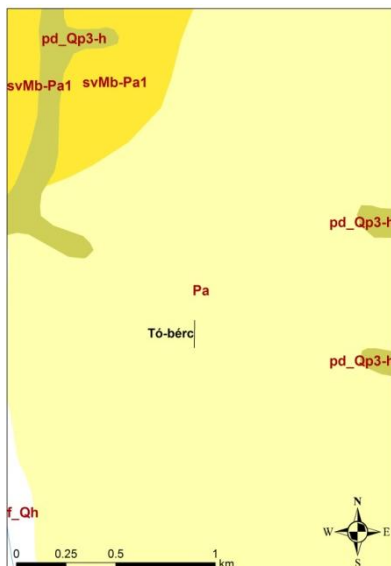
2. MELLÉKLET – FÖLDTANI TÉRKÉPEK



1. ábra. Juhszalagos termöhely és környezetének földtani térképe; gMo = Gyulakeszi Riolitufa F.; tMk = Tari Dácittufa F.; haMb-Pa1 = Harsányi Riolitufa F.; gp_Qp1-2 = pleisztocén lejtő- és proluviális üledék; f_Qh = holocén folyóvízi üledék



2. ábra. Szérűhely termöhely és környezetének földtani térképe; gMo = Gyulakeszi Riolitufa F.; f_Qh = holocén folyóvízi üledék; tMk = Tari Dácittufa F.; haMb-Pa1 = Harsányi Riolitufa F.; gp_Qp1-2 = pleisztocén lejtő- és proluviális üledék



3. ábra. Tó-bérc termöhely és környezetének földtani térképe; pd_Qp3-h = pleisztocén proluviális-deluviális üledék; svMb-Pa1 = Sajóvölgyi F.; Pa = Pannóniai képződmények; f_Qh = holocén folyóvízi üledék

3. MELLÉKLET - TALAJSZELVÉNYEK



1. kép. Nagy-Eged alsó termőhely (talajmonolit; KRF-SZBKI, Eger)



2. kép. Nagy-Eged felső termőhely (talajmonolit; KRF-SZBKI, Eger)



3. kép. Sík-hegy termőhely (talajmonolit; KRF-SZBKI, Eger)

4. MELLÉKLET - TALAJSZELVÉNYEK



1. kép. Vidra termőhely
(talajmonolit; KRF-
SZBKI, Eger)



2. kép. Kőlyuk-tető
termőhely
(talajmonolit; KRF-
SZBKI, Eger)



3. kép. Tó-bérc
termőhely
(talajmonolit; KRF-
SZBKI, Eger)

5. MELLÉKLET - TALAJSZELVÉNYEK



1. kép. Szérűhely termőhely
(talajmonolit; KRF-SZBKI, Eger)



2. kép. Juhszalagos termőhely
(talajmonolit; KRF-SZBKI, Eger)