

Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
Кафедра біології та хімії

Реєстраційний № _____

Кваліфікаційна робота

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ВМІСТОМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ
ТА ВИНАХ РІЗНИХ СОРТІВ ВИНОГРАДУ, ВИРОЩЕНИХ НА ГОРІ ФОГАШ**

Шош Патрік Жолт

Студент IV-го курсу

Освітня програма: Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Рівень вищої освіти: бакалавр

Тема затверджена на засіданні кафедри

Протокол № 3 / 25.10.2023 р.

Науковий керівник: **доктор філософії, доцент, Чома Золтан Золтанович**

Завідувач кафедри: **доктор філософії, доцент, Когут Ержебет Імрївна**

Робота захищена на оцінку _____, «___» _____ 2024 року

Протокол № _____ / 2024

**Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

Кафедра біології та хімії

Кваліфікаційна робота

**Дослідження взаємозв'язків між вмістом мікроелементів у ґрунті та
винах різних сортів винограду, вирощених на горі Фогаш**

Рівень вищої освіти: бакалавр

Виконавець: студент IV-го курсу

Шош Патрік Жолт

освітня програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Науковий керівник: **Чома Золтан Золтанович**

доктор філософії, доцент

Рецензент: **Філеп Михайло Йосипович**

кандидат хімічних наук, доцент

Берегове
2024

ЗМІСТ

ВСТУП	1.
I. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	2.
1.1. Поняття вина.....	2.
1.2. Вміст металів у винах	3.
1.2.1. Надходження металів у вино.....	4.
1.2.2. Вплив вмісту металів у винах на здоров'я та смакові властивості ..	5.
1.2.3. Кальцій у винах.....	6.
1.2.4. Магній у винах.....	6.
1.2.5. Залізо у винах.....	7.
1.2.6. Мідь у винах.....	7.
1.2.7. Цинк у винах	8.
1.2.8. Марганець у винах.....	8.
1.2.9. Свинець у винах.....	9.
1.2.10. Кадмій у винах.....	9.
1.3. Поняття терруар	10.
1.4. Зв'язок між місцем вирощування винограду та вмістом металів у винах	11.
1.4.1. Ідентифікації оригінальності вин.....	12.
II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	15.
2.1. Характеристика дослідної ділянки	15.
2.2. Методика відбору зразків.....	16.
2.2.1. Відбір ґрунтових зразків	16.
2.2.2. Відбір зразків вин	17.
2.3. Методика випробувань	18.
2.3.1. Визначення параметрів ґрунтових зразків	18.
2.3.2. Визначення параметрів зразків вин	20.
2.3.3. Вивчення зв'язків між складом ґрунтів та вин.....	20.
III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	21.
3.1. Вміст гумусу в ґрунтових зразках	21.
3.2. Значення рН ґрунтових зразків	22.
3.3. Вміст рухомих форм металів у ґрунтових зразках	23.
3.3.1. Вміст кальцію в ґрунтових зразках.....	23.
3.3.2. Вміст магнію в ґрунтових зразках	24.
3.3.3. Вміст заліза в ґрунтових зразках.....	25.

3.3.4. Вміст міді в ґрунтових зразках.....	26.
3.3.5. Вміст марганцю в ґрунтових зразках	27.
3.3.6. Вміст цинку в ґрунтових зразках	28.
3.3.7. Вміст кадмію в ґрунтових зразках	29.
3.3.8. Вміст свинцю в ґрунтових зразках	30.
3.4. Зв'язки між різними параметрами ґрунтів	31.
3.5. Загальний вміст металів у винах.....	32.
3.5.1. Вміст кальцію у винах.....	32.
3.5.2. Вміст магнію у винах	32.
3.5.3. Вміст заліза у винах.....	33.
3.5.4. Вміст міді у винах.....	34.
3.5.5. Вміст марганцю у винах	35.
3.5.6. Вміст цинку у винах	36.
3.5.7. Вміст кадмію у винах	37.
3.5.8. Вміст свинцю у винах	38.
3.6. Зв'язки між різними параметрами вин	39.
3.7. Дослідження зв'язків між складом ґрунтів та вин	40.
3.7.1. Зв'язки між однаковими параметрами ґрунту та вин.....	40.
3.7.2. Зв'язки між різними параметрами ґрунту та вин.....	41.
ВИСНОВКИ.....	42.
РЕЗЮМЕ	44.
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	46.
СПИСОК РИСУНКІВ	53.
СПИСОК ТАБЛИЦЬ.....	54.
ДОДАТКИ.....	55.
ПОДЯКИ	

**Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

Biológia és Kémia Tanszék

**A Fogas-hegyen termesztett különböző szőlőfajták borai és talajának
mikroelem tartalma közötti összefüggések vizsgálata**

Szakedolgozat

Készítette: Sas Patrik Zsolt

IV. évfolyamos

014 Középfokú oktatás (Biológia és az ember egészsége)

szakos hallgató

Témavezető: Dr. Csoma Zoltán

PhD, docens

Recenzens: Dr. Filep Mihály

CSc kémiai tud. (PhD), docens

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ	1.
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	2.
1.1. A bor fogalma.....	2.
1.2. A borok fémtartalma	3.
1.2.1. A fémek bejutása a borba	4.
1.2.2. A borok fémtartalmának hatása az egészségre és az ízélményre.....	5.
1.2.3. Kalcium a borokban.....	6.
1.2.4. Magnézium a borokban	6.
1.2.5. Vas a borokban	7.
1.2.6. Réz a borokban	7.
1.2.7. Cink a borokban.....	8.
1.2.8. Mangán a borokban	8.
1.2.9. Ólom a borokban	9.
1.2.10. Kadmium a borokban	9.
1.3. A terroir fogalma	10.
1.4. A termőhely és a borok fémtartalma közötti összefüggések	11.
1.4.1. Az eredetmeghatározás	12.
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	15.
2.1. A mintaterület bemutatása	15.
2.2. Mintavételi módszer	16.
2.2.1. A talajminták begyűjtése	16.
2.2.2. A borminták begyűjtése	17.
2.3. Vizsgálati módszer	18.
2.3.1. A talajminták vizsgálata	18.
2.3.2. A borminták vizsgálata	20.
2.3.3. Összefüggések vizsgálata a talaj- és borminták között.....	20.
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS.....	21.
3.1. A talajminták humusztartalma.....	21.
3.2. A talajminták pH értéke	22.
3.3. A talajminták felvehető fémtartalma	23.
3.3.1. A talajminták kalciumtartalma.....	23.
3.3.2. A talajminták magnéziumtartalma.....	24.
3.3.3. A talajminták vastartalma	25.

3.3.4. A talajminták réztartalma.....	26.
3.3.5. A talajminták mangántartalma.....	27.
3.3.6. A talajminták cink tartalma	28.
3.3.7. A talajminták kadmium tartalma	29.
3.3.8. A talajminták ólom tartalma	30.
3.4. Talaj (A) – Talaj (B) paraméterek közötti összefüggések.....	31.
3.5. A borminták összes fémtartalma	32.
3.5.1. A borminták kalcium tartalma	32.
3.5.2. A borminták magnézium tartalma	32.
3.5.3. A borminták vastartalma.....	33.
3.5.4. A borminták réztartalma	34.
3.5.5. A borminták mangántartalma	35.
3.5.6. A borminták cink tartalma	36.
3.5.7. A borminták kadmium tartalma.....	37.
3.5.8. A borminták ólom tartalma.....	38.
3.6. Bor (A) – Bor (B) paraméterek közötti összefüggések	39.
3.7. Összefüggések vizsgálata a talaj- és borminták elem tartalma között	40.
3.7.1. Talaj (A) – Bor (A) paraméterek közötti összefüggések	40.
3.7.2. Talaj (A) – Bor (B) paraméterek közötti összefüggések	41.
ÖSSZEFOGLALÁS	42.
UKRÁN NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÁS	44.
IRODALOMJEGYZÉK	46.
ÁBRÁK JEGYZÉKE	53.
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	54.
MELLÉKLET.....	55.
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	

BEVEZETŐ

A borok fémtartalmának vizsgálata több szempontból is fontos. Mivel egy népszerű élvezeti cikk, fontos ismerni a bennük lévő kívánatos és nem kívánatos összetevőket is. A borokban megtalálható antioxidánsok és más emberi egészségre pozitívan ható alkotórészek mellett ott vannak azok az elemek, amelyek hozzájárulnak a teljes értékű élethez (vas, mangán, cink, réz stb.). De megtalálhatók olyan toxikus elemek (ólom, kadmium stb.) is a borban, amelyek egészségre gyakorolt pozitív hatása nem ismert, negatív hatása viszont annál inkább. E mellett az érzékszervi minőséget is nagyban befolyásolják a különböző elemek. Sokat emlegetett élmény szakavatott borászok körében, hogy egyes (jellemzően vulkanikus termőterületről származó) boroknak „ásványos” íze van. Vannak, akik ezt a fémek koncentrációjának, illetve összetételének tulajdonítják, egyesek szerint más okai lehetnek. Továbbá néhány elem túl magas koncentrációja zavarosodást, vagy más borhibákat okoz a borban. Fontos még az eredetmeghatározás kérdése is, ugyanis a modern analitika már eljutott arra a szintre, hogy a bormintákban az egyes elemek mennyiségi és minőségi vizsgálatából meg lehet állapítani, hogy az adott bor melyik borvidékről származik. Az, hogy a termőterület talajának és az ott termelt szőlőből készült borok fémtartalma között van-e közvetlen összefüggés nem teljesen tisztázott. Egyes szakirodalmi adatok szerint kimutatható korreláció, mások szerint közvetlen összefüggés statisztikailag nem mutatható ki.

A munkánk során a Kígyóson található Fogas-hegyen termesztett különböző szőlőfajták borainak fémtartalma és a termőterület talajának fémtartalma közötti összefüggést vizsgáltuk. A talaj- és bormintákban a következő fémek mennyiségét vizsgáltuk meg: kalcium, magnézium, vas, mangán, réz, cink, ólom, kadmium.

Célunk volt, hogy összehasonlítsuk a 2021-es évjáratból származó, 9 különböző fajta bor fémtartalmát egymással, szakirodalmi eredményekkel, illetve egészségügyi határértékekkel, továbbá a termőterület talajmintáiban mért fémtartalommal. Feladataink közé tartozott a bor- és talajminták begyűjtése, ezek előkészítése a vizsgálatokhoz. A talajminták fémtartalmának, pH értékének és humusztartalmának meghatározása. A kapott eredmények kiértékelése és a talaj-bor fémtartalom közötti összefüggések vizsgálata.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A bor fogalma

A bornak, mint fogalomnak, több meghatározása is született az évek során. Különböző kultúrák különböző módon fogalmazták meg a bor jelentését. Plinius ókori polihisztor megfogalmazása szerint a bor egy olyan nedv, amely az erjedés útján a mustból meríti erejét. A magyar nyelv értelmező szótára alapján a bor a szőlő bogyójának kisajtott levéből, erjedés útján keletkezett szeszes ital (ÉRTSZ, 1959). A Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Szervezet (International Organisation of Vine and Wine, röviden OIV) úgy definiálta, hogy bor az, ami kizárólag friss, préselt vagy nem préselt szőlőből, illetőleg szőlőmustból, teljes vagy részleges alkoholos erjesztés útján előállított ital, amelynek alkoholfoka (néhány olyan eset kivételével, mikor azt befolyásolják valamilyen speciális klimatikus, talajtani, fajtabeli stb. tényezők) nem kevesebb mint 8,5 % (SZILÁGYI, 2008; OIV, 2022). KÁLLAY (2010) borászati kémiai szemléletű megfogalmazása szerint a bor különböző szervetlen és szerves anyagok és vegyületek (1. táblázat) valódi és kolloid alkoholos-vizes oldata.

1. táblázat: A bor alkotórészei (KÁLLAY, 2010)

A bor alkotórészei
Alkoholok
Cukrok
Szerves savak
Fenolos vegyületek
Nitrogéntartalmú anyagok
Pektinek és poliszacharidok
Aromaanyagok
Ásványi anyagok
Vitaminok

1.2. A borok fémtartalma

A borok összetétele iránt a kémia tudománya csak a múlt században kezdett érdeklődni, tudásunk nagy részét a borról, és annak keletkezéséről az élelmiszertechnológia és a műszeranalitika fejlődésének köszönhetően az 1970-es évektől kezdődően szereztük. A megszerzett tudás azonban még nem teljes, hiszen számtalan komplex kémiai folyamat eredménye az „oldatok királyaként” is emlegetett ital (MURÁNYI, 2002). A borászati analitika célja, hogy több szempontból megközelítve vizsgálja a borok alkotórészeit. Ezen mérések egy része a must és a bor minősítését célozza annak eldöntésének érdekében, hogy kell-e technológiai beavatkozást végezni. Ide tartoznak az olyan rutinszerű vizsgálatok, mint például a cukortartalom, a titrálható savtartalom, alkoholtartalom, szabad kén-dioxid tartalom mérése. A következő kategóriához tartoznak a borjog által előírt vizsgálatok, amelyeket akkreditált laboratóriumok végeznek, és leginkább az olyan egészséget veszélyeztető tényezőkre koncentrálnak, mint a toxikus nyomelemek, szermaradványok, toxinok stb. A harmadik csoportba tartoznak a kutatási vizsgálatok, amelyeknek a célja a technológia minősítése, javítása, a fajta- és eredetvédelem kivitelezése, a bor élettani hatásaiért felelős komponensek azonosítása. A hatósági vizsgálatokat előírások és ajánlások alapján végzik, olyan módon, hogy az alkalmazott módszer analitikai teljesítményparamétereit megfelelőek legyenek (MURÁNYI – OLDAL, 2012).

A borokkal kapcsolatos analitikai vizsgálatok túlnyomó többsége a szerves összetevők meghatározására fókuszál (WATERHOUSE et al., 2016). A borokban található több ezer szerves komponens mellett megközelítőleg 50-féle fémion ismert. Számuk tehát arányosan kisebb, de jelentőségük igen nagy, hiszen változatos módon befolyásolják a bor minőségét. Ezek közül a fontosabb fémek a kálium, a nátrium, a magnézium, a kalcium, a vas, a réz, a mangán, a cink, a króm, az alumínium, az ólom, a kadmium és a higany (CSUTORÁS et al., 2012). A fémek jelen lehetnek a borban szerves, komplexekbe kötött és nem szerves, ionos formákban (ISCHENKO et al., 2020). A borokban található fémek mennyiségük alapján osztályozhatók. A főelemek, vagy makroelemek azok, amelyek 10-1000 mg/l mennyiségben vannak jelen a borokban. Ebbe a kategóriába sorolható a kálium, a magnézium, a kalcium és a nátrium. A nyomelemek, vagy mikroelemek ≤ 10 mg/l koncentrációban fordulnak elő a borokban. Ebbe a tartományba esik a réz, az ólom, a mangán, a cink és a vas. A vas bizonyos esetekben túllépheti a 10 mg/l koncentrációt, így ebben az esetben a makroelem kategóriába sorolható. A harmadik csoport az ultranyomelemeké, amelyek mennyisége ≤ 1 $\mu\text{g/l}$. Ide tartoznak az olyan elemek, mint az ezüst, az arany, a platina és a ritkaföldfémek (CSUTORÁS et al., 2012).

1.2.1. A fémek bejutása a borba

Ezek az elemek különböző módon juthatnak be a borokba. A szakirodalom a bejutás lehetséges forrásaitól függően megkülönböztet elsődleges és másodlagos fémtartalmat. Az elsődleges fémtartalom alatt azt a mennyiséget értik, ami a szőlőből kerül a borba. A fémeket a szőlő alapvetően a talajból veszi fel. A talaj felvehető fémtartalmát pedig annak geológiai tulajdonságai (pH, humusz mennyisége, mechanikai összetétele), klimatikus tényezők, továbbá a szőlőtermesztés technológiájától függően az oda juttatott tápanyagok, növényvédőszer (ezek közül kiemelendők a réztartalmú növényvédőszer) határozzák meg. Az ásványianyagok főként a szőlő szilárd részeiben található meg, tehát a héjban, magban, a bogyó sejtfaiban. A növény ásványianyag felvétele függ az időjárástól, a talajtípustól, a tápanyagellátottságtól, a fajtától, az érettségi stádiumtól. Száraz évszak esetén például az ásványianyagok felvétele kisebb, mint a csapadékosabbban. A nyári időszakban meghatározó lehet a hőösszeg a talajnedvesség szempontjából, illetve a párolgás is szabályozza a szőlő nedvkeringését (ESCHNAUER – NEEB, 1988; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012).

A másodlagos források azok, amelyek nem a tápanyagfelvételhez kapcsolódnak, így ebben az esetben a fémek nem a talajból jutnak el a borba. A másodlagos forrásokat két nagy csoportra lehet osztani, természetes és mesterséges forrásokra. A természetesekhez tartoznak a tengerek, sósvízű tavak, vulkáni tevékenység, egyéb természetes emisszió. A mesterséges források által közvetve vagy közvetlenül, emberi tevékenység hatására jutnak el a borba. Ide sorolható az ipari termelés, amelyből kiemelendő a fémkohászat, cement- és téglagyártás, bányák, széntüzelésű erőművek és a közúti forgalom. Ezen kívül potenciális forrás maga a szőlészeti és borászati technológia (ezt a szakirodalom ökológiai szennyezőként is ismeri), hiszen felhasználnak növényvédőszeret, gépeket alkalmaznak, amelyek tartalmazhatnak fémvegyületeket. A borászati technológia során a szőlő gyakorlatilag állandóan érintkezik az alkalmazott eszközökkel, edényekkel, amelyekből kioldódhatnak különböző fémek. A borhamisításnál megjelenő fémtartalmú adalékanyagok pedig szintén ide sorolhatók (ESCHNAUER – NEEB, 1988; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012).

1.2.2. A borok fémtartalmának hatása az egészségre és az ízélményre

Széleskörű statisztikai vizsgálatok bizonyították, hogy a bort (főként vörösbort) fogyasztók körében alacsonyabb a szív- és érrendszeri betegségek aránya, sőt a rákos megbetegedések valószínűsége is. Ez egyrészt a bor szerves komponenseinek (például a polifenoloknak) tulajdonítható, de jelentős jótékony hatása van a fémkomponenseknek is (MURÁNYI, 2002). A mérsékelt borfogyasztás pozitív hatással lehet testünk megfelelő működésére, ugyanis a szervezet számára a következő esszenciális elemeket tartalmazza: kálium, kalcium, magnézium, króm, kobalt, vas, fluor, jód, réz, mangán, molibdén, nikkel, szelén, cink (ESCHNAUER – NEEB, 1988). Murányi (2004) ezzel kapcsolatban úgy fogalmaz, hogy bár a bor élvezeti cikk, nem pedig gyógyszer, a hangsúlyozottan minőségi bor, ha azt megfelelően fogyasztjuk, a legjobb hatású az élvezeti cikkek közül.

Érdekes szempont a borkóstolás során, a bor íze kapcsán felmerülő „ásványosság” vagy „mineralitás” megállapítása. Ez az irányzat a 2000-es évektől vált divatossá (olyannyira, hogy néhány esetben a palackon is feltüntetik, hogy az adott bornak „ásványos” íze van), azelőtt a szakirodalom nem ismerte ezeket az ízjegyeket. Azonban ezek az elemek csak kis koncentrációban vannak jelen és önmagukban nem érezhető az ízük (MALTMAN, 2013). Ami biztos, hogy a különböző vidékeken és talajokon termesztett azonos szőlőfajták borai más-más jelleget mutatnak (KOZMA, 2000). Néhány elem azonban bizonyítottan befolyásolja a borszőlő minőségét, hatással van később magára a borra, annak ízére. Például a cukortartalom, a titrálható savasság és az egyes elemek között egyértelmű korrelációt fedeztek fel. Ezek közül a legjelentősebb elemek a kalcium, stroncium, bárium, ólom és szilícium (MACKENZIE – CHRISTY, 2005). BORA és munkatársai (2016) azt találták, hogy a magnézium, a maradékcukor-, az ólom-, a nátrium- és az összes savtartalom között erős korreláció van a különböző északnyugat-romániai borokban. Megemlíthető még, hogy a direkttermő fajták borai átlagosan mangánban gazdagabbak, emiatt feltételezhető, hogy az ilyen borok kiemelkedő gyümölcsössége is ennek köszönhető, hiszen a gyümölcsésztereket előállító enzim aktivátora (CSUTORÁS et al., 2012). Az ízre hatással vannak még a réz és a cink ionok is (ISCHENKO et al., 2020). Maga a fémes íz a szájban nem más, mint fémek által katalizált oxidatív lebontással képződött illékony karbonilvegyületek retronazális érzékelése. Továbbá a fémes ízhez nem feltétlen szükségesek az említett karbonilvegyületek, gyakran a kóstoló ezzel a kifejezéssel írja le az ízélményt (LAWLESS et al., 2004).

1.2.3. Kalcium a borokban

CSUTORÁS et al. (2012) adatai alapján a borokban az oldott kalciumtartalom átlagosan 70-120 mg/l között van. MOSONI (1999) szerint a kalcium mennyisége a borokban 100-200 mg/l. KÁLLAY (2010) 50-160 mg/l mennyiségről számol be. A mustban átlagosan nagyobb mennyiségben van jelen. A kalcium forrása lehet a talaj, a trágyák, a különböző növényvédőszer, a derítőszer, szűrők és a cement alapú edények (WATERHOUSE et al., 2016). Nagy jelentősége van a bor stabilitásának szempontjából, hiszen oldhatatlan csapadékot képez szerves savakkal. A kalcium-tartarát gyakran képez kiválást a palackozott borokban. Emellett ismert szerepe, hogy hozzájárul a kolloidok kicsapódásához, így elősegíti a bor tisztulását. Másodlagosan jelentősen növekedhet a koncentrációja bentonitos derítés vagy kalcium-karbonátos savtompítás által (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012). Humánegészségügyi szempontból a borban található mennyisége nem járul hozzá jelentősen a napi ajánlott bevitelhez, ami napi 800-1200 mg. Megemlítendő azonban, hogy a borban nyomelemként előforduló bór fékezheti a szervezet kalciumvesztését, így a bor az ember kalciumszükségletére pozitív hatással lehet (MOSONI, 1999; MURÁNYI, 2004). Az eredetmeghatározás szempontjából is jelentős szerepe van a kalciumnak, több szerző is azok között az elemek között említi, amelyek alkalmasak az egyes termőtájokról származó borok elkülönítésére (SOÓS, 2013).

1.2.4. Magnézium a borokban

KÁLLAY (2010) és CSUTORÁS et al. (2012) adatai alapján a borokban a magnéziumtartalom átlagosan 60-140 mg/l. Mosoni (1999) szerint a kalciummal azonos koncentrációban fordul elő, átlagosan 100-200 mg/l. Forrása lehet a talaj, a bentonit, a cement alapú edények, a derítőszer és az élesztő készítmények (WATERHOUSE et al., 2016). Mennyisége a mustban és a borban mennyisége közel azonos, minimális csökkenése legfeljebb az élesztőknek köszönhetően következik be, sok esetben mennyisége növekszik (például bentonitos derítés által). Sója könnyen oldható a borokban. A kolloidok kicsapásában van nagy szerepe, hasonló a kalciumhoz. A fehérborokban és aszályos években a borok magnéziumtartalma kisebb. Hamisított boroknál lényegesen alacsonyabb a magnéziumtartalom (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012). A kulturált borfogyasztás minimálisan bár, de hozzájárulhat az emberi szervezet magnéziumszükségletének (350-700 mg) kielégítéséhez (MURÁNYI, 2004). Az eredetmeghatározás esetében ugyanaz mondható el, mint a kalcium esetében, egyes országokban alkalmazzák erre a célra (SOÓS, 2013).

1.2.5. Vas a borokban

A borok vastartalma erősen változó lehet, KÁLLAY (2010) szerint 5-15 mg/l, vagy ennél magasabb. MOSONI (1999) adatai alapján 2-30 mg/l között változik a vas mennyisége a borokban. A must vastartalma ennél sokszor jelentősen alacsonyabb, 2-5 mg/l. Ez alapján elmondható, hogy a vas mennyiségét jelentősen befolyásolja a borászati technológia, különösen a fém tároló és feldolgozó eszközök, amelyekből nagy mennyiség oldódhat be. Emellett származhat bentonitból, szűrőkből, élesztő készítményekből vagy stabilizátorokból. De akár a szőlőre tapadt talajrészecskékből is. Mennyisége nagyban csökkenhet kálium-ferrocianidos derítéssel, ezt leszámítva nem csökken jelentős mértékben. A vastartalom már 2-3 mg/l koncentráció felett a borokban minőségromlást okozhat, hiszen fehértörés (vas és foszfátok), feketetörés vagy kéktörés (vas és cersavak) alakulhat ki (MURÁNYI, 2002; PYRZYNSKA, 2007; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012; WATERHOUSE et al., 2016). Egészségügyi szempontból jelentős a vas, hiszen az egyik legnagyobb mennyiségben pótlandó mikroelem. A napi rendszerességű kulturált borfogyasztás a vas napi szükségletének (10-18 mg) 15-20%-át is fedezheti (MURÁNYI, 2004). Az OIV által meghatározott maximális vastartalom a borokban 10 mg/l (OIV, 2023). Az eredetmeghatározáshoz is az egyik leggyakrabban alkalmazott elem (SOÓS, 2013).

1.2.6. Réz a borokban

MURÁNYI (2002) adatai alapján a réz a borokban 0,1-0,5 mg/l koncentrációban van jelen. KÁLLAY (2010) szerint a legtöbb esetben 0,1-2 mg/l, néhány kivételes esetben 5 mg/l mennyiség, vagy annál több is kimutatható. SOÓS (2013) házi borokban 0,175-0,816 mg/l mennyiségeket mért. Ukrajnai muskotály és chardonnay borokban mért mennyisége 0,4 és 0,33 mg/l volt (PAPAGEORGIOU et al., 2023). Mennyisége a mustokban lényegesen nagyobb, 20-30 mg/l is lehet. A szőlőből néhány tized mg/l származik elsődlegesen, a többi a réztartalmú növényvédőszerből származik. Az erjedés során a legnagyobb része redukálódik, réz-szulfid alakban kicsapódik az élesztőkkel és a seprővel együtt. Mennyisége növekedhet, amennyiben a bor később réztartalmú felülettel érintkezik. Vörösborokban általában nagyobb koncentrációban van jelen, mint a fehérekben. Stabil vegyületeket képez a fehérjékkel, aminek következtében zavarosodás léphet fel. A polifenolokkal komplexet képeznek, amely színváltozást okoz a borban. Egészségügyi szempontból fontos elem, hiszen kis mennyiségben esszenciális (a napi szükséglet 2-3 mg), nagyobb mennyiségben toxikus hatású, egészségügyi határértéke 1 mg/l (MURÁNYI, 2002; PYRZYNSKA, 2007; KÁLLAY, 2010). Szerepe van az eredetmeghatározásban is a szakirodalmi adatok alapján (SOÓS, 2013).

1.2.7. Cink a borokban

MOSONI (1999) és KÁLLAY (2010) adatai alapján a cink normál mennyisége a borokban 0,1-5 mg/l. MURÁNYI (2002) szerint 0,5-5 mg/l. Ukrajnai muskotály és chardonnay borokban mért mennyisége 0,43 és 0,34 mg/l volt (PAPAGEORGIU et al., 2023). Elsődleges forrása a talaj, azonban a szőlő által felvett cink kis hányada kerül a borba. Másodlagosan cinktartalmú növényvédőszerből, edényekből, stabilizátorokból, élesztő készítményekből vagy derítőszerből származhat (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; WATERHOUSE et al., 2016). MURÁNYI (2002) szerint mennyisége közel azonos a vörös- és a fehérborokban, MOSONI (1999) szerint a vörösborokban több van. Napi szükséglete 15 mg, ennél magasabb mennyiségben toxikus hatású, ártalmas fém, egészségügyi határértéke 5 mg/l (MURÁNYI, 2004; KÁLLAY, 2010; DURGUTI et al., 2020). Több helyen is alkalmazzák az eredetmeghatározásban (SOÓS, 2013).

1.2.8. Mangán a borokban

MOSONI (1999) adatai alapján a borok mangántartalma 1-8 mg/l között változik. KÁLLAY (2010) szerint kevés kivétellel minden borban megtalálható 1-2 mg/l mennyiségben. STOBBAERTS et al. (1994) szerint az európai borokban 0,5-7,3 mg/l. MURÁNYI (2002) magyarországi borokban 0,5-5 mg/l mennyiséget ír le. De természetes úton ennél magasabb is lehet a borok mangánkoncentrációja, akár 14,6 g/l is (CAHUREL et al., 2020). A borok mangántartalma a szőlőből származik, a talaj és az évjárat erősen befolyásolja a koncentrációját, esős évjáratokban a termésben tárolódik. A cukrok, enzimek és fehérjék lebontásában is részt vesz. A borkezelés során mennyisége nem csökken jelentősen, ma már ritkábban szennyeződik vele másodlagosan a bor (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012; SOÓS, 2013). Az emberi szervezetre nem ártalmas (emiatl kevés szó esik egészségügyi határértékéről, egyedül Kínában határoztak meg 2 mg/l-ben), az ember napi szükséglete 2,5-5 mg (MURÁNYI, 2004; SÁRDY, 2004). Szintén több szakirodalmi forrás számol be arról, hogy alkalmazzák az eredetmeghatározásban (SOÓS, 2013).

1.2.9. Ólom a borokban

Az ólom primer koncentrációja 10-30 µg/l, de legtöbbször ki sem mutatható. A borokban mérhető mennyiség mindig másodlagos, valamilyen szennyező forrásból származik. Ilyen források lehetnek a különböző segédanyagok, edények, járművek, növényvédőszeresek, palackok kupakja, ipari tevékenységek. (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012). KÁLLAY (2010) szerint az ólom koncentrációja a borokban 0,1-0,4 mg/l. ESCHNAUER – NEEB (1988) adatai alapján az európai borok átlagos ólomtartalma 0,03-0,1 mg/l. SOÓS (2013) is hasonló értékeket kapott vizsgálatai során. Különböző, az 1980-as években készült magyarországi vizsgálatokban más-más eredményeket kaptak, 0,02-1,49 mg/l között. Az ólomtartalom 95%-a kötött állapotban, makromolekulákhoz kapcsoltnak van jelen a borokban. A mustok rendszerint jóval nagyobb koncentrációban tartalmazzák ólmot (általában 0,5 mg/l-nél kisebb mennyiséget). Mennyisége csökken az erjedés során az ólom-szulfid kiválásával, derítéssel (bentonitos derítés során nőhet a koncentrációja). Az ókortól napjainkig fokozatos csökkenés figyelhető meg a borok ólomkoncentrációjában, illetve az egészségügyi határérték is fokozatosan alacsonyabb lett (1953-ban 0,6 mg/l, 1975-ben 0,5 mg/l, 1987-ben 0,3 mg/l, napjainkban 0,1 mg/l). A határértékek szigorítása nem véletlen, hiszen az ólomnak csak a szervezetre gyakorolt toxikus hatása ismert (MURÁNYI, 2002; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012; SOÓS, 2013; AZ EURÓPAI UNIÓ HIVATALOS LAPJA, 2021). Azok közé az elemek közé tartozik, amelyek izotóparánya alkalmas az eredetmeghatározásra (SOÓS, 2013).

1.2.10. Kadmium a borokban

WÜRDIG - WOLLER (1989) szerint az átlagos mennyisége az európai borokban 0,0005-0,0035 mg/l. Elsősorban komposztal erősen trágyázott és kadmiummal szennyezett talajokból kerül a borba (KÁLLAY, 2010). A magas kadmiumtartalom lokális kibocsátó forrásoknak, azaz festékgyáraknak és a nehézfémkohászatnak köszönhető, továbbá nőhet a kadmiumtartalom bentonitos derítés, kalcium-karbonátos savtompítás és különböző ötvözetek, elavult technológiai eszközök által. Vörös- és fehérborokban nincs különbség a koncentrációja között (MURÁNYI, 2002). Az ólomhoz hasonlóan csak toxikus hatása ismert, az egészségügyi határértéke a borokban 0,01 mg/l (OIV, 2023).

1.3. A terroir fogalma

A terroir, magyarul helyérzet egy komplex fogalom, amely szerint a borok érzékszervi tulajdonságai és sajátosságai a termőhely földrajzi eredetével állnak szoros kapcsolatban (SEGUIN, 1986). Az elképzelés, miszerint helyhez kötött ez a fajta egyediség, nem újkeletű, hiszen már a 18. században is írtak róla: a szőlőt bármely más gyümölcsnél jobban befolyásolják a különböző talajok. Bizonyos talajokból származik az az íz, amit semmilyen termesztési mód vagy kezelés nem tud felülmúlni. Ez az íz, legyen az valós vagy képzelt, néha csak néhány szőlőültetvény természetes jellemzője, máskor egy kisebb területen terjed ki, és néha egy nagyobb tartomány széles körében érezhető (SMITH, 1776). Ez a földrajzi „ujjlenyomat” függ a klimatikai tényezőktől, a hőmérséklettől, a megvilágítottságtól, a szőlőültetvények mikroklímájától, a fajtától, az alanytól, a termésmennyiségtől, a domborzati tényezőktől, a talajtani adottságoktól, amelyhez hozzátartozik a vízellátottság, az ásványi tápanyagok, a nitrogénellátottság és az „ökoopedológiai milió”. Ezen kívül a borászati technológia is kiemelhető, mint lényeges befolyásoló tényezőt (SEGUIN, 1986). Tehát rendkívül nagy azon faktorok száma, amelyek részt vesznek a bor egyedi jellegének a kialakításában, mégis a talaj emelhető ki leginkább a felsoroltak közül (VAN LEEUWEN et al., 2004).

Újabb szakirodalmi adatok alapján a *Saccharomyces cerevisiae* vadélesztő egyedi törzsei azok, amelyek részt vesznek az erjedésben olyan módon, hogy egyedi, jellegzetes aromaprofilokat hoznak létre. Más szakirodalomban a talaj mikrobiális összetételét hozzák összefüggésbe a borok karakterének kialakításával, ami úgynevezett mikrobiális terroirt hoz létre (WHITE, 2020).

Annak ellenére, hogy a téma erősen kutatott és egyre több eredmény születik, amely látszólag alátámaszta annak egy-egy aspektusát, mégis megosztó. MALTMAN (2008) szerint minden ide kapcsolódó geokémiai hatás, vagy más fizikai tényező rendkívül összetett és közvetett. A gondolat, amely szerint a borban megízlelhető a szőlőültetvény geológiája (az úgynevezett „goût de terroir”, amely egy hely ízét vagy illatát jelöli az onnan származó termék kapcsán), egy romantizált fogalom, amely újságírói és marketing szempontból jó, de teljesen anekdotikus és tudománytalan (TRUBEK, 2008). Tehát a geológia ilyen jellegű szerepe erősen eltúlzott egyes szerzők szerint.

1.4. A termőhely és a borok fémtartalma közötti összefüggések

Az elmúlt években számos erőfeszítést tettek azoknak a jelző értékű markereknek az azonosítására, amelyek alkalmazhatók a borok eredetiségének a meghatározására. A már említett talajjal kapcsolatos „ujjlenyomatok” ebben elsődleges szerepet töltenek be, hiszen a talaj egyértelműen befolyásolja a bor kémiai összetételét (CATARINO et al., 2014). Több kutatás jelent meg a témában, hogy kimutatható-e szignifikáns összefüggés a bor és a talaj fémtartalma között. Egyes szerzők arra következtettek, hogy van egyértelmű korreláció bizonyos esetekben, míg mások szerint ez nem mutatható ki, és ez a talaj-szőlő-must-bor komplex kapcsolatának köszönhető. Ez utóbbit támasztja alá Richardson és Chase (2021), akik szerint a talaj és a geológia adottságok, illetve az éghajlat nem hoz létre egyedi geokémiai terroirt, mivel a vizsgálataik során arra jutottak, hogy a szervetlen tápanyagok átvitele és koncentrációja összehasonlíthatónak mutatkozik a geológiailag, talajtaniilag és klimatikailag erősen eltérő szőlőültetvényekből származó mintáknál. MALTMAN (2013) szerint a borban található ásványianyagok nem kapcsolódnak szorosan a termőterület ásványianyagtartalmához, amelyek összetett kristályos vegyületek formájában fordulnak elő.

Fontos megjegyezni, hogy a témához kapcsolódó tanulmányok többsége, amelyek a borok elemanalízisének eredményeit használják fel a borok származásának meghatározására, kizárólag borokat vizsgál, azaz magát a végterméket. Átfogóbb tanulmányokból, amelyek a borokat és prekurzoraikat, mint például a származási talajokat egyaránt vizsgálja, már jóval kevesebb készült (CATARINO et al., 2014).

Kínában 28 nyomelemet és 16 ritkaföldfémeket vizsgáltak 7 bortermelő régióban eredetmeghatározási céllal, ahol nem csupán a végterméket, hanem a talajt, a szőlőt és a bort egyaránt elemezték. Varianciaanalízis alapján kimutatható volt, hogy a szőlőben és a borban minden vizsgált elem, a talajban pedig az elemek fele regionálisan, azaz a tanulmányozott 7 régióban szignifikánsan eltérő mennyiségben volt jelen. A Pearson-féle korrelációs analízis jelentős korrelációt mutatott a szőlő és a talaj, valamint a bor és a szőlő között, de gyenge korrelációt a borok és a talajok között (ZOU et al., 2012).

Csehországban KMENT et al. (2005) hat szőlőtermő területéről származó borok és talajkivonatok kémiai összetételét többváltozós statisztikai elemzéssel főkomponensanalízissel, faktor- és klaszteranalízissel vizsgálták. Az ICP-MS és AAS által meghatározott 27 elemből álló csoportban csak a magnézium mutatott statisztikailag szignifikáns összefüggést a talajkivonatokban és a borban lévő koncentrációja között. A borokban található litofil elemek, például magnézium, mangán, cézium, bárium és stroncium tartalma kölcsönös összefüggést mutatott. Ezeknek az elemeknek a legvalószínűbb forrása a szerzők szerint a talaj és a termőterületen keletkező por volt. Továbbá egy részük negatív korrelációt mutatott az antropogén szennyeződésből származó elemekkel, a kálium korrelált az ólommal, a magnézium és a mangán korrelált az vanádiummal. A borok réz és arzén tartalma közötti erős pozitív korreláció a növényvédő szerekre vezethető vissza. Mind a bor-, mind pedig a talajminták nagyon jól csoportosulnak külön-külön a származási helyük szerint, a borok klaszteranalízise azonban nem követte a talajokét, ami a bonyolult folyamatoknak köszönhető, amelyek a talajtól a borig befolyásolják az elemtartalmat, legyen az talajkémiai vagy borászati technológiai eredetű.

1.4.1. Az eredetmeghatározás

A borászatban az utóbbi években komoly problémát jelent a hamisított borok jelenléte a piacon. Nem mindig felel meg a palack tartalma a címkén feltüntetetteknek. Kínában például jellemző, hogy üres bordeauxi (ami eredetileg nagynevű, magas minőségű bort tartalmazott) palackokat töltenek meg silány minőségű borokkal. Az ilyen csalásoknak több formája is ismert, ide tartozik az előbb említett újratöltéses módszer, amelynek kiszűrése, ha az eredeti termék rendelkezésre áll, könnyű vagy közepesen könnyű, viszont nehéz, amennyiben az eredeti nem áll rendelkezésre. Ismert még a különböző adalékanyagok (cukor, sav, víz, más/olcsó szőlőfajta, vagy a test növeléséhez használt dietilén-glikol) hozzáadása olyan borvidéken, ahol egyébként tiltott. Az izotóp- és elemvizést abban az esetben alkalmazzák, ha más vidékről származó, olcsó fajtára cserélik az drágább szőlőt (WATERHOUSE et al., 2016).

A bor minőségének és autentikusságának értékelésére tehát különböző kémiai és fizikai-kémiai elemzési módszereket alkalmaznak. Azonban még akkor sem lehet mindig következtetéseket levonni az egyezőségről, ha teljeskörű laboratóriumi elemzést végeznek az adott terméken. Jelenleg a kutatók feladata az, hogy nagy mennyiségű élelmiszer-analitikai adatot gyűjtsenek össze különböző módszerekkel. Ha már rendelkezésre áll egy nagy, különböző kísérleti adatokból álló adathalmaz, akkor ki lehet választani a legfontosabb mutatókat olyan jellemzők meghatározásához, mint a földrajzi eredet, a fajta és a különböző összetevők tartalma (ISCHENKO et al., 2020).

Lényeges szempont még, hogy az eredetmeghatározáshoz olyan elemeket kell kiválasztani, amelyek koncentrációját csak a termőhely földrajzi adottságai befolyásolják, nincs hatással rájuk az időjárás, évszám, vagy emberi tevékenység, azaz valódi „ujjlenyomatként” funkcionálnak (GALGANO et al., 2008). Ennek ellenére, mint az a korábbi alfejezetekből is kiderül, nem pusztán olyan elemeket használnak erre a célra, amelyeket nem befolyásolnak a felsorolt tényezők. Ez a következőkben bemutatott kutatási eredményekből is jól látszik, hiszen mindegyikben megjelenik az ólom, amiről ismeretes, hogy elsődleges koncentrációja nagyon csekély és főként másodlagos forrásokból származik.

CASTIÑEIRA GÓMEZ et al. (2004) négy német borvidékről (Baden, Rheingau, Rheinhessen, Pfalz) származó, 127 fehérbort elemeztek a 2000-es évszámából. A vizsgálat során 13 elemet (lítium, bór, magnézium, kalcium, vanádium, mangán, kobalt, vas, cink, rubídium, stroncium, cézium, ólom) mértek ICP-MS módszerrel. A kapott eredmények kiértékeléséhez többek között ők is diszkriminanciaanalízist alkalmaztak. Ez a módszer 83%-os pontosságú megkülönböztetést tett lehetővé, ha csak 8 változót (lítium, bór, magnézium, vas, cink, stroncium, cézium, ólom) vettek figyelembe. Tehát a kiválasztott 8 elem alapján borvidékek szerint osztályozhatók voltak a vizsgált borminták.

GREENOUGH et al. (1997) azzal a motivációval vizsgálták a borok elemtartalmát induktív csatolású plazma-tömegspektrometriával (ICP-MS), hogy kiszűrjék a hamisított borokat a pincészetek védelmének érdekében és lehetővé tegyék az eredetvédelmet. 13 kanadai pincészet 17 fehér- és 10 vörösborában 33 elemet határoztak meg. A feldolgozás (a must és a héj érintkezése az erjedés során) hatással van a lítium, a cink, a molibdén, a magnézium, a bárium, a kalcium és a foszfor koncentrációkra. Az ugyanazon a dűlőn termesztett szőlőből készült borok azonban általában a leginkább egymásra hasonlítanak évjáratától, szőlőfajától vagy pincészettől függetlenül. Nem találtak egyértelmű kapcsolatot az évjárat vagy a szőlőfajta és a borban lévő elemek összetétele között. A diszkriminanciaanalízis azt mutatta, hogy bizonyos elemek kombinációja pontosan besorolhatja a borokat szőlőültetvények szerint. Huszonöt elem (réz, nikkel, kalcium, vas, bór, magnézium, arzén, antimon, mangán, ón, foszfor, alumínium, cink, urán, stroncium, króm, kén, kobalt, bárium, lantán, molibdén, titán, ólom, cérium, vanádium) erősen korrelált a származási szőlőültetvényekkel.

BORSZÉKI et al. (1983) az általuk vizsgált három különböző borvidékről származó, azonos fajtájú borokat a borvidékek szerint osztályozta sikeresen 13 (vas, magnézium, króm, bór, mangán, ólom, nikkel, alumínium, ezüst, titán, kobalt, cink) elem analízise alapján.

GONZÁLVEZ et al. (2009) az induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometria (ICP-OES) segítségével vizsgáltak vörösborokat négy oltalom alatt álló eredetmegjelölésű borvidékről (Utiel-Requena, Jumilla, Yecla és Valencia) Spanyolországban. A statisztikai elemzésekhez 38 elemet (alumínium, bárium, berillium, kalcium, kadmium, cérium, kobalt, króm, réz, diszprózium, erbium, eurórium, vas, gadolínium, holium, kálium, lantán, lítium, lutécium, magnézium, mangán, molibdén, nátrium, neodímium, nikkel, ólom, prazeodímium, stroncium, szelén, samárium, stroncium, trebium, titán, túrium, vanádium, ittrium, itterbium, cink) vettek alapul, amelyeket különböző többváltozós módszerekkel vizsgáltak. A főkomponens analízis és a hierarchikus kalszteranalízis egyértelmű elkülöníthetőséget mutatott az Utiel-Requena és a Jumilla borvidékekről származó vörösborok esetében. A valenciai borok a heterogenitásuk miatt ezekkel a módszerekkel nem elkülöníthetők. Diszkriminanciaanalízissel azonban minden minta elkülöníthetőnek bizonyult.

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A mintaterület bemutatása

Az Északkeleti-Kárpátok belső vulkáni vonulatához tartozik a Beregszászi-dombság, amelynek része az általunk vizsgált, Kígyóson található Fogas-hegy is. A vonulat riolitokból, riodácitokból és dácitokból áll. Ezen vulkánok kitörései 18-16 millió éve kezdődtek, működésük csúcsa pedig 13-12 millió éve zajlott, s ezen folyamatok valószínűleg sekélytengeri környezetben történtek (GÖNCZY, 2022). A terület éghajlata kontinentális, az uralkodó szélirány északnyugati és délkeleti (VINCZE, 2014). Az átlagos évi csapadékmennyiség 650-670 mm, a középhőmérséklet pedig +10 °C körüli (MOLNÁR, 2009).

A leggyakoribb vulkáni alapközetek egyike a riolit az andezit és a bazalt mellett. Az ilyen alapközettel rendelkező talajokon nevezetes borvidékek terülnek el. A riolit és az andezit tufái képzik valamilyen részben például a Mátraalja, a Bükkalja, az egri hegyek, a Tokaj-Hegyalja szőlőtalajait. A vulkáni kőzetekből képződött talajok káliumban és mikroelemekben gazdagok, ezáltal pozitívan hatnak az innen származó borok minőségére. A legerősebb borjellegképző talajokként említhetők (EPERJESI, 2010).

A Fogas-hegyen, ami a történelmi Alsó-Bereg-Ugocsai borvidékhez tartozik, 21 hektáron természetesen szőlőt. A következő fajták találhatók meg a területeken: Olaszrizling, Királyleányka, Hárslevelű, Furmint, Bakator, Szerémi zöld, Cserszegi fűszeres, Irsai Olivér, Sauvignon blanc, Zöldszilváni, Chasselas, Zalagyöngye, Ottonel muskotály, Semillon, Tramini, Pinot noir, Kékfrankos, Blauburger, Cabernet sauvignon, Merlot, Golubok stb. Az egész terület jellemzője a nagy fajtaszám, illetve sok az apró terület, ami logisztikai problémákhoz vezet, nehezíti a művelést. Nem ritka, hogy egy-egy szőlősorban kettőnél több fajtát is találunk. A hektáronkénti átlagtermés 6 tonna (SASS, 2017). A terület keleti, dél-keleti kitétségű, legmagasabb pontja kb. 170 m. Jellemző alapközete a riolittufa és a perlit, felette agyagos termőréteggel. A keleti oldalon az agyag sárgás, míg dél felé haladva vörösebbé válik, ami a talaj magasabb vastartalmának köszönhető (SASS, 2020).

A terület 5 kiválasztott táblájáról származó bor- és talajmintákat vizsgáltuk meg, amelyeket térképen is feltüntettünk (1. ábra). A térképet a QGIS 3.4 számítógépes szoftver segítségével szerkesztettük meg. A továbbiakban az eredmények bemutatásánál az 1. ábra színei jelölik a különböző talajmintákhoz tartozó táblákat.

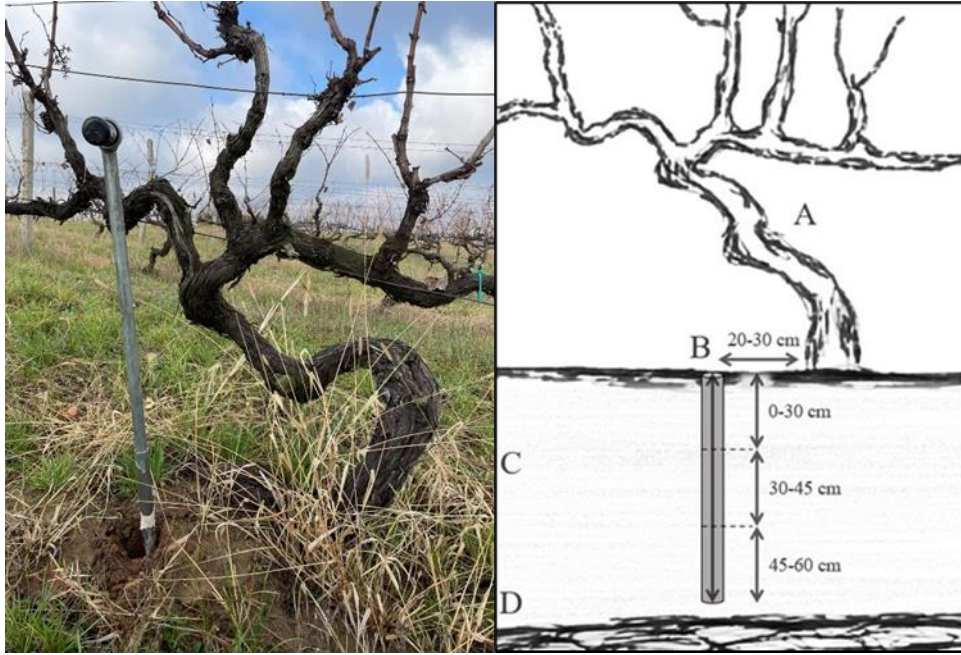


1. ábra: Mintaterületek a Fogas-hegyen (saját szerkesztésű ábra)

2.2. Mintavételi módszer

2.2.1. A talajminták begyűjtése

A talajmintákat az 1. ábrán megjelölt területekről gyűjtöttük be, minden mintaterületről 3-3 talajmintát manuális talajfúró segítségével (2. ábra). Az egyazon területről begyűjtött több talajmintát az indokolta, hogy a lejtők befolyásolják a talajok fémtartalmát. Minden fúrás a szőlőtőkétől 20-30 cm-re végeztünk el úgy, hogy minél jobban lefedje az adott táblát. A mintavételi mélység 0-60 cm. Összesen 15 talajmintát gyűjtöttünk be. A talajmintavételezési fúrások mélysége és távolsága a szőlőtőkétől az 3. ábrán látható. A munkát 2023.11.10. és 2023.11.25. között végeztük el.



2. ábra: A talajmintavételezési fúrások mélysége és távolsága a szőlőtőkéktől (saját szerkesztésű ábra)

Jelmagyarázat: A – szőlőtőke, B - fúrás helye, C-talaj, D - alapkőzet.

2.2.2. A borminták begyűjtése

A mintaterületeken termesztett szőlőkből készült 2021-es évjáratú borok fémtartalmát vizsgáltuk. A vizsgálatra szánt borok egyazon borászati technológia szerint készültek. Kilenc bort vontunk be a vizsgálatokba, amelyek a következők: Fehér bakator, Ottonel muskotály, Tramini, Zalagyöngye, Királyleányka, Olaszrizling, Chasselas, Karlot (Cabernet sauvignon és Merlot), Saperavi. A mintákat a Sass Családi Pincészet feldolgozójából gyűjtöttük be. A bormintákat új, 0,5 literes műanyag flakonokba gyűjtöttük (4. ábra). Az acélfedeleles tartályokból csapon keresztül, a hordókból gumicsövön keresztül szedtük meg a mintákat.



3. ábra: Minták begyűjtése a Sass Családi Pincészetben (saját felvétel)

A kiválasztott borok közül az Ottonel muskotály, a Chasselas, a Tramini, a Zalagyöngye, az Olaszrizling, a Karlot (Cabernet sauvignon és Merlot) és a Királyleányka granulált bentonitos derítéssel voltak kezelve 300 g/hektoliter adagolásban, illetve 0,4 mikronos steril lapokkal voltak szűrve. A Saperavi és a Fehér bakator szűretlenek és derítetlenek. Az Olaszrizling és a Karlot érlelődtek fahordóban, a többi tétel csak acéltartályban.

2.3. Vizsgálati módszer

2.3.1. A talajminták vizsgálata

A talajminták előkészítése. A begyűjtött talajmintákat légszáraz állapotig kiterítve szárítottuk (4. ábra), ezt követően a már kellően kiszáritott mintákat megőröltük. A fémtartalom meghatározásához a talajmintákat achát mozsárban 2 mm-nél kisebb méretű szemcséig aprítottuk.

A talajminták pH értékének meghatározása. a talajminták pH (KCl) értékét WTW inoLab® Multi 9620 IDS műszeren (5. ábra) határoztuk meg.

A talajminták humusztartalmának meghatározása. A talajminták humusztartalmát Tyurin-féle módszerrel határoztuk meg (6. ábra). A kénsavas bikromát oldat hozzáadása után 5 percig forraltuk az elegyet, majd Mohr-sóval titráltuk.

A talajminták fémtartalmának meghatározása. Komplexonometriás titrálással (EDTA) meghatároztuk a talajminták kalcium (Ca) és magnézium (Mg) tartalmát. A talajok mikroelemtartalmának meghatározásához Lakanen-Erviö kivonószert használtunk, aminek elkészítéséhez 7,44 g EDTA-t, 37,3 cm³ 25% (m/m) ammónium-hidroxidot vettünk, ehhez hozzáadtunk közel 400 cm³ bidesztillált vizet, majd 57,1 cm³ 98%-os ecetsavat és további 400 cm³ bidesztillált vizet. Az oldat pH-értékét 4,65±0,05-re állítottuk be, majd a térfogatot 1000 cm³-re egészítettük ki. 10 g talajmintához 50 cm³ kivonatot adtunk. Az elkészült talajkivonatokban Agilent Technologies 240 típusú spektrofotométeren meghatároztuk az ólom (Pb), a cink (Zn), a réz (Cu), a mangán (Mn), a kadmium (Cd) és a vas (Fe) koncentrációkat.



4. ábra: Száradáshoz kiterített talajminták (saját felvétel)



5. ábra: WTW inoLab® Multi 9620 IDS készülék (saját felvétel)



6. ábra: A talajminták forralása a humusztartalom meghatározásához (saját felvétel)

2.3.2. A borminták vizsgálata

A borminták roncsolása. A borminták mindegyikéből 5 cm³-t DAP-60 teflon feltárási edényekbe mértük. A bemért mintákhoz 5 cm³ 65%-os HNO₃ és 2 cm³ 35%-os H₂O₂ adagoltunk. Ezután a feltárási edényeket Speedwave two mikrohullámú berendezésbe helyeztük és a mintákat a 7. ábrán látható program szerint elroncsoltuk.



7. ábra: A Speedwave two mikrohullámú berendezés programja (saját felvétel)

A borminták előkészítése. A roncsolást követően a mintákat szobahőmérsékletre hűtöttük. Utána 50 cm³-es mérőlombikba átszűrtük és bidesztillált vízzel többször átöblítve a teflonedényt, a lombik tartalmát jelig töltöttük.

A borminták fémtartalmának meghatározása. Az elkészült oldatokban Agilent Technologies 240 típusú spektrofotométer segítségével meghatároztuk az ólom (Pb), a cink (Zn), a réz (Cu), a mangán (Mn), a kadmium (Cd) és a vas (Fe) koncentrációkat. Komplexonometriás titrálással (EDTA) pedig meghatároztuk a borminták a kalcium (Ca) és magnézium (Mg) tartalmát.

2.3.3. Összefüggések vizsgálata a talaj- és borminták között

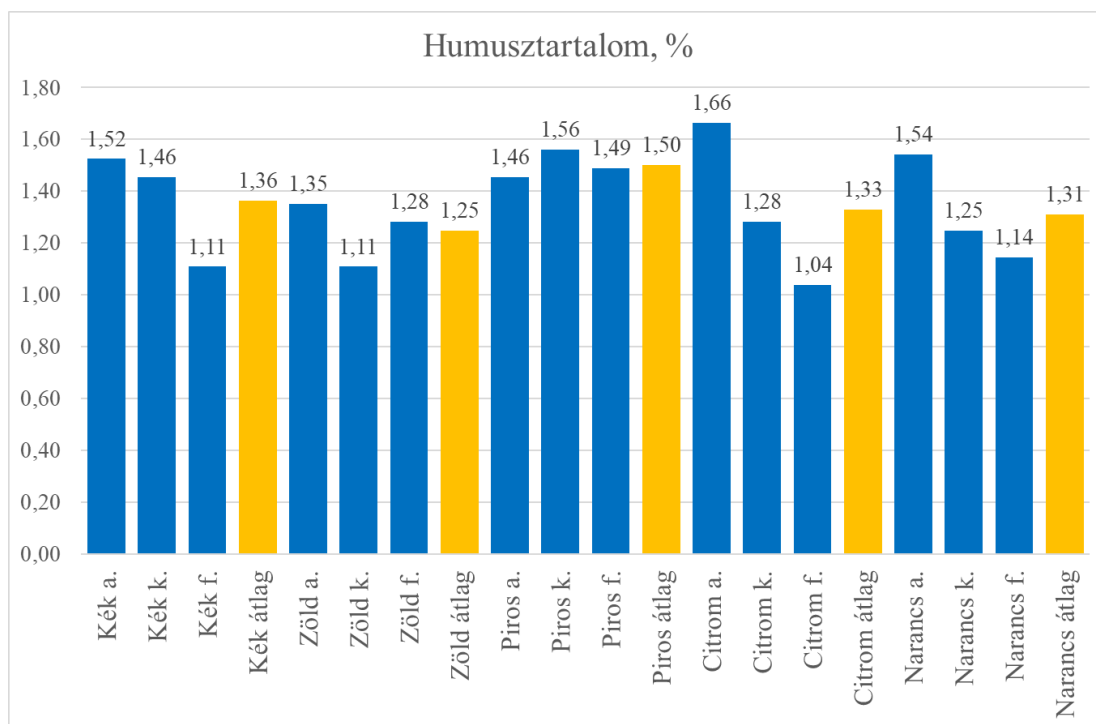
Az összefüggések vizsgálatához a Microsoft Excel adatelemzés bővítményén belül a korrelációanalízist használtunk, az így kapott korrelációs mátrix összes eredménye a mellékletekben lévő táblázatban láthatók. Amennyiben a korrelációs együttható (r) $\geq 0,5$, vagy $-0,5 \leq$ akkor összefüggés van a két változó között. Ha a korrelációs együttható negatív szám, akkor az egyik változó nagyobb értékeihez a másik változó kisebb értékei tartoznak. A különböző paraméterek közötti összefüggéseket különböző színekkel jelöltük.

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

3.1. A talajminták humusztartalma

A talaj fontos alkotórészei a különböző humuszformák. A szőlő tápanyagellátását szolgáló talajnak megfelelő humusztartalommal kell rendelkeznie, hiszen a fontos tápanyagok megkötésére képes és többek között részt vesznek ezen anyagok megfelelő ellátottságának a kialakításában. Továbbá javítja a talaj szerkezetét és a vízgazdálkodását is (HOFMANN et al., 2008).

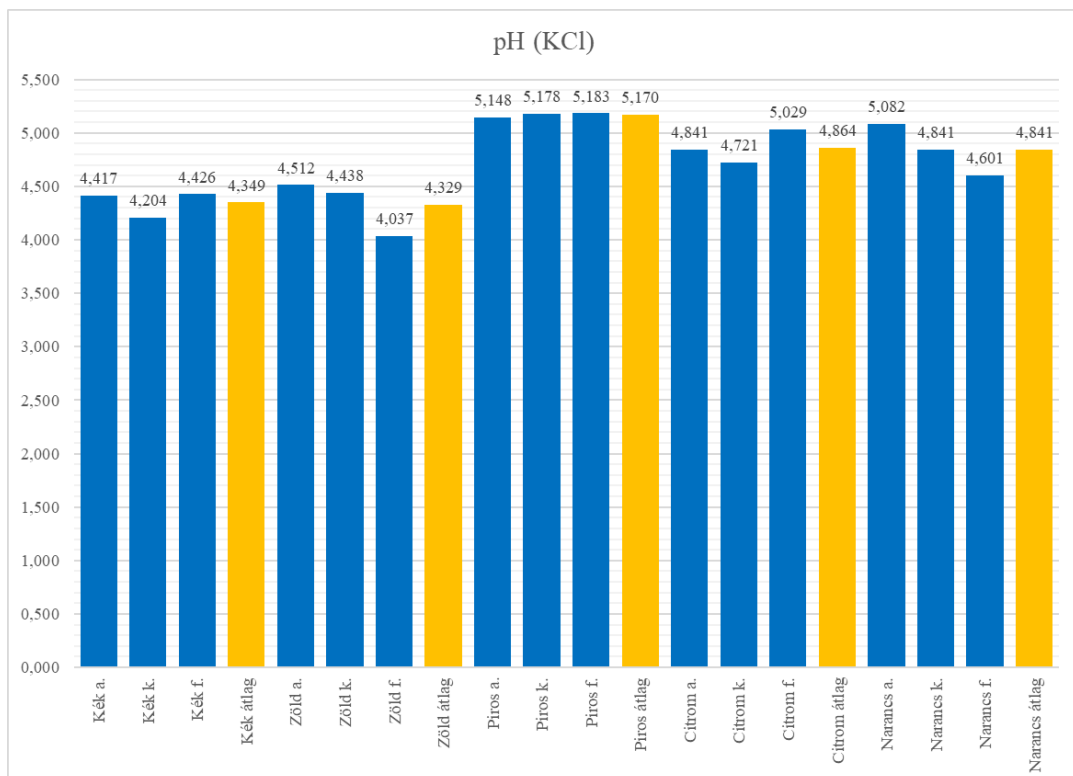
A vizsgált talajminták humusztartalma a 8. ábrán látható. A legmagasabb humusztartalom 1,66 %, a legalacsonyabb 1,04 %. A kapott eredmények átlaga 1,35 %. A szakirodalmi adatok alapján minden mért mennyiség alacsonyabb az megfelelőnél, a szőlőültetvények humusztartalmának ideális esetben el kell érniük a 2 %-ot (BÉNYEI et al. 1999). Amint az a grafikonon is jól látszik, a „piros” névvel jelölt tábla (a legkevésbé lejtő tábla) kivételével mindegyik területnél mindig a legalacsonyabban fekvő mintavételi ponton vett minta humusztartalma a legmagasabb. Ez annak köszönhető, hogy a lejtőkről folyamatosan lemosódik a talaj felső rétege, így a táblák legalacsonyabb részein felhalmozódnak a szervesanyagok.



8. ábra: A talajminták humusztartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.2. A talajminták pH értéke

A talajminták pH értéke a 9. ábrán látható. Az általunk mért legmagasabb pH érték 5,183 volt, míg a legalacsonyabb 4,037. Átlagosan 4,711. Az eredmények alapján az állapítható meg, hogy a 1 talajminta nagyon erősen savanyú, 5 minta erősen savanyú, 6 minta közepesen savanyú, 3 minta gyengén savanyú kémhatású (ГОРОДНИЙ et al., 2005). A szőlő számára megfelelő pH érték BÉNYEI et al. (1999) szerint 5,5-8,8 között van. Hofmann et al. (2008) szerint a szőlő számára legkedvezőbb pH érték 6-7 közötti. Az általunk mért értékek mindegyike alacsonyabb ennél, ami arra enged következtetni, hogy a vizsgálati terület talaja meszeztést igényel.



9. ábra: A talajminták pH (KCl) értéke (saját szerkesztésű ábra)

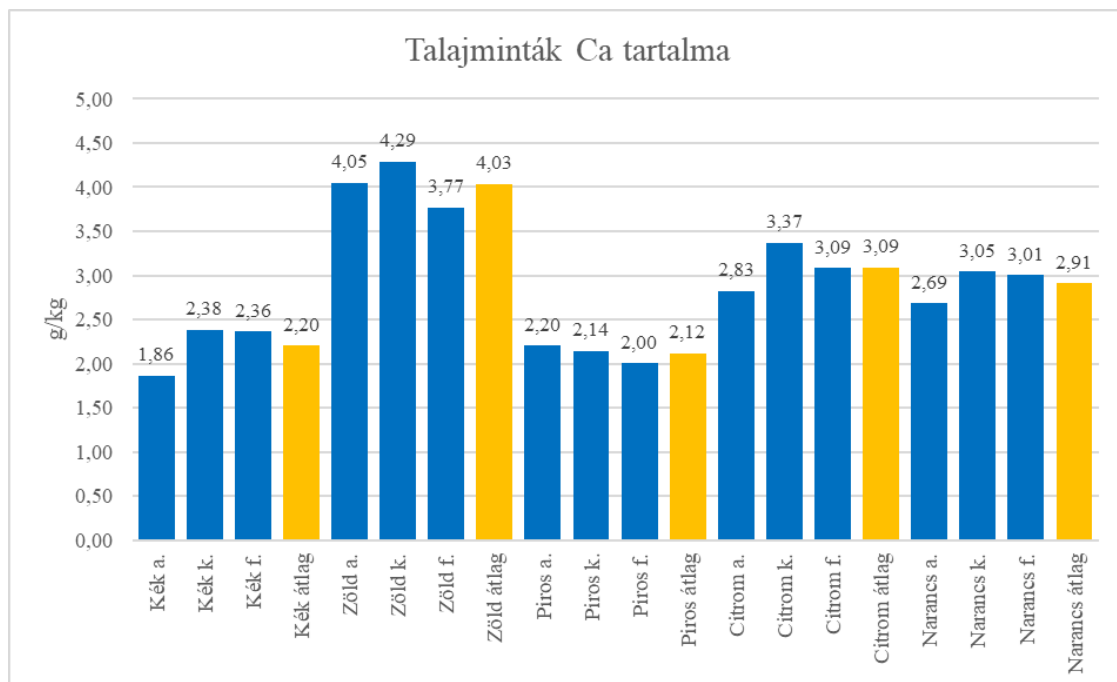
A tápanyagok felvehetőségét jelentősen befolyásolja a talaj pH értéke. A kalcium felvehetősége 6,0–7,5, magnéziumé 6,5-7,5, a vasé 4,0-6,0, a rézé, a mangáné és a cinké 5,0-6,5 között a legmegfelelőbb (GYÖRI, 1958; RÖBER – SCHALLER, 1985). Ebből a szempontból azt lehet megállapítani, hogy a kalcium és a magnézium felvehetősége a mintaterületeken alacsonyabb az optimálishoz mérten. A vas felvehetősége minden területen megfelelő. A mangán, a réz és a cink esetében 5 terület kivételével csökken a felvehetőség a kémhatás miatt.

3.3. A talajminták felvehető fémtartalma

3.3.1. A talajminták kalciumtartalma

A kalciumnak fontos szerepe van a jó talajszerkezet kialakításában. Részt vesz a növények anyagcserefolyamataiban, a sejtfalak stabilitásában, a gyökerek növekedésében és növeli az ellenállóképességet a nehézfém koncentrációkkal szemben. Ha túl nagy mennyiségben van jelen gátolhatja a mikroelemek és a magnézium felvételét (SÁRDI, 2003; KOCSIS, 2012).

A talajmintákban mért kalciumtartalom a 10. ábrán látható. A legalacsonyabb mért érték 1,86 g/kg, a legmagasabb 4,29 g/ g/kg. Átlagosan 2,87 g/kg. Két minta mért értéke a szakirodalom szerint a közepes kategóriába esik (1-2 g/kg). Szintén 2 minta a nagyon magas kalciumtartalmú kategóriába esik (4 g/kg<). Tizenegy minta esetében pedig magas kalciumtartalom állapítható meg (2-4 g/kg) (HAZELTON – MURPHY, 2016). Bár a minták nagyrésztében magas a kalciumtartalom, a talaj savanyúsága miatt a felvehetősége gátolt. Összehasonlítva Bora et al. (2015) szőlőültetvények talajában mért adataival, ahol az átlag érték 5,8 g/kg volt, az általunk vizsgált mintaterületeken átlagosan alacsonyabb értékeket kaptunk.

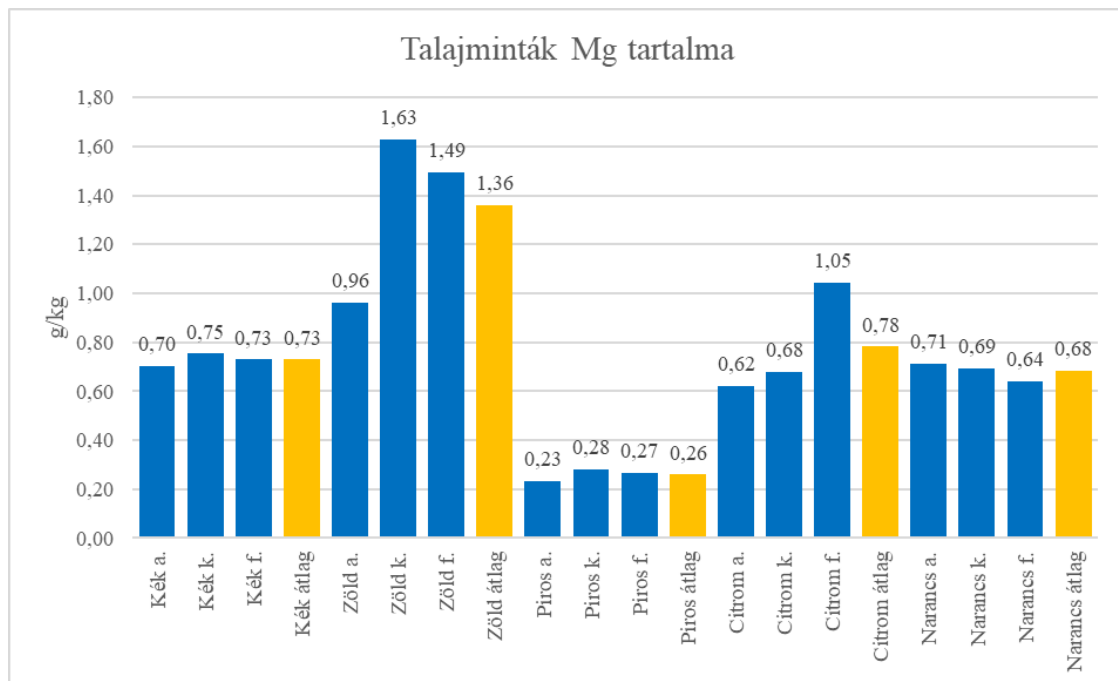


10. ábra: A talajminták kalciumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.2. A talajminták magnéziumtartalma

A magnézium általában két vegyértékű formában fordul elő a talajban. Primer szilikátokból, vagy szekunder ásványokból származik a mállás következtében (KOC SIS, 2012). A vulkáni kőzetekben szoros kapcsolatban áll a vastartalmú ásványokkal (STEFANOVITS et al., 1999). A szőlő szempontjából igen fontos, hiszen a klorofill alkotóeleme, részt vesz az aminosavak és fehérjék bioszintézisében, a kation-egyensúly fenntartásában, továbbá enzimek katalizátora (SÁRDI, 2003).

A talajmintákban mért magnéziumtartalom a 11. ábrán látható. A legalacsonyabb mért érték 0,23 g/kg, a legmagasabb 1,63 g/kg. Átlagosan 0,76 g/kg. Az általunk mért legalacsonyabb 3 érték a közepes tartományba esik (0,12-0,36 g/kg). 8 minta a magas kategóriába (0,36-0,96 g/kg), 4 pedig a nagyon magasba (0,96 g/kg <) sorolható (HAZELTON – MURPHY, 2016). Összevetve BORA et al. (2015) adataival az eredményeinket elmondható, hogy átlagosan magasabb értékeket mértek (3,84 g/kg).

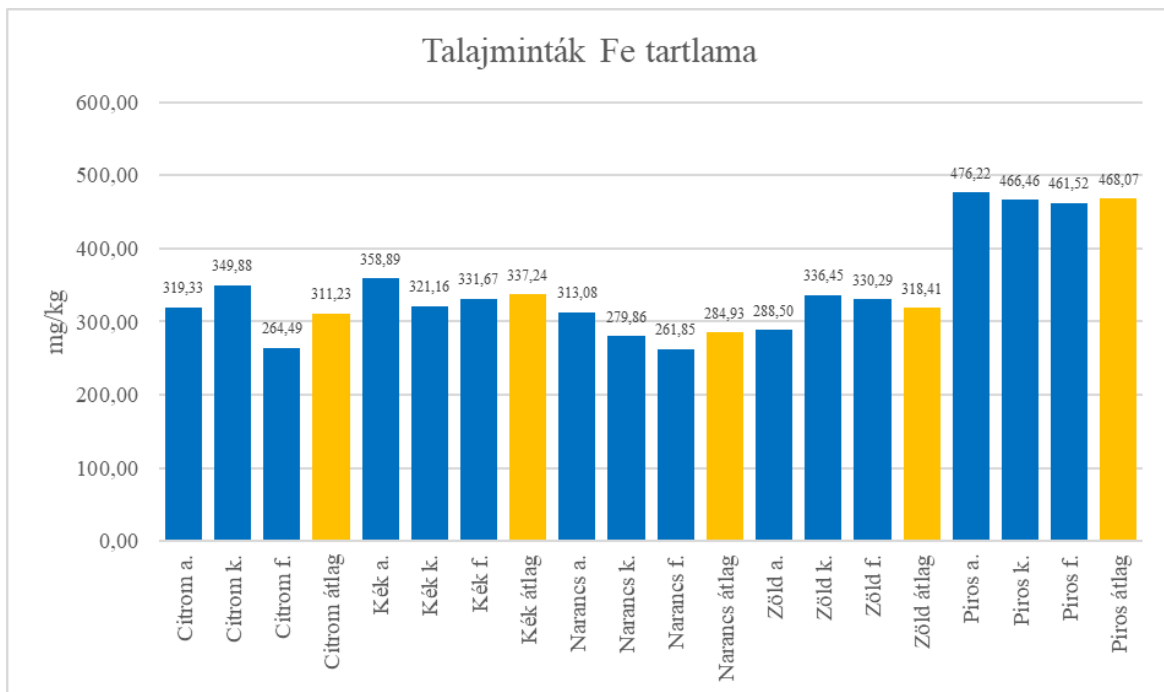


11. ábra: A talajminták magnéziumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.3. A talajminták vastartalma

A harmadik leggyakrabban előforduló elem a kőzetekben és az ásványokban. 2-3 vegyértékű formában fordul elő a talajokban. Komplexképző elem. A talajban a mobilitása változó lehet, ezért a mennyisége másodlagosnak tekinthető. Vulkáni kőzetekben nagyjából Fe^{2+} -ként van jelen (STEFANOVITS et al., 1999; KOCSIS, 2016). A növényekben szerkezeti alkotóelem, enzimikus folyamatokban vesz részt. Felvételét sok más elem befolyásolhatja, versengést figyeltek meg például Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} és Zn^{2+} kationokkal szemben. A szőlő a vashiányra érzékeny növény (SÁRDI, 2003).

Az általunk vizsgált talajminták vastartalma a 12. ábrán látható. A legalacsonyabb mért érték 261,85 mg/kg, a legmagasabb pedig 476,22 mg/kg. Az átlagos vastartalom 343,97 mg/kg. A szőlőnek 200 mg/kg már kedvező érték, az általunk mért összes mintában nagyobb a vastartalom (LAKATOS, 2006). BORA et al. (2015) az általunk mért értékeknél 10-szer nagyobb értékeket kaptak.

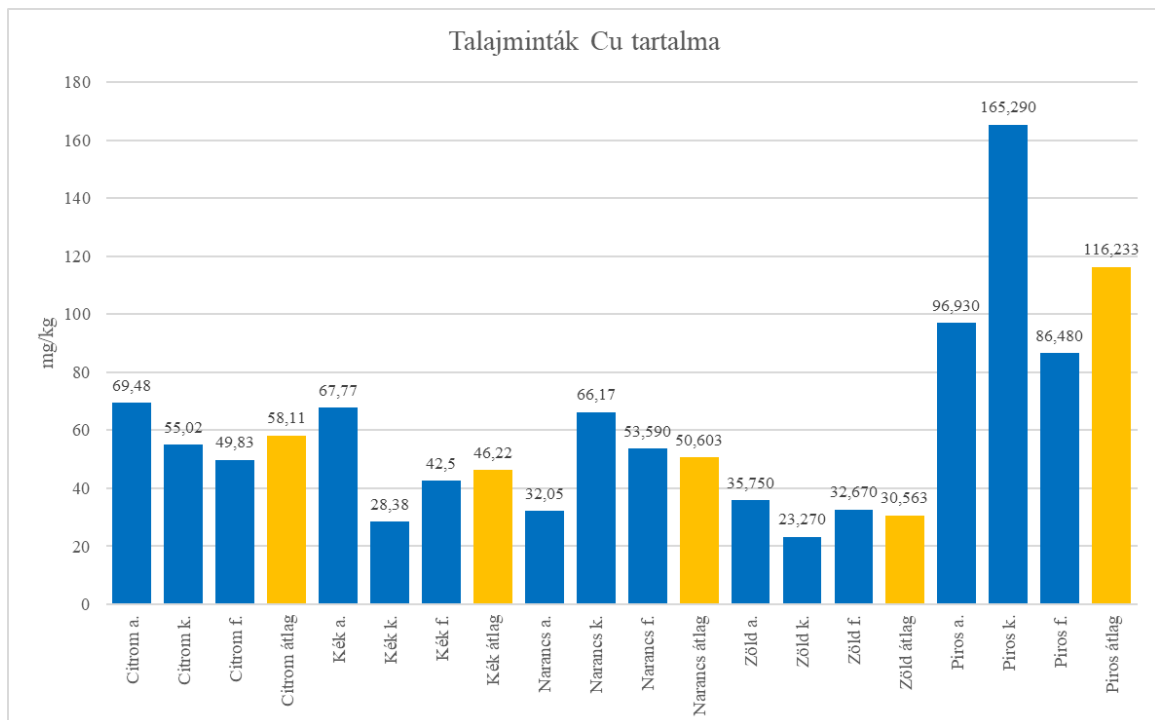


12. ábra: A talajminták vastartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.4. A talajminták réztartalma

A réz a talajokban Cu^{2+} ion formában fordul elő a leggyakrabban, mennyiségét nagymértékben befolyásolja az anyakőzet. Koncentrációja 1-191 mg/kg között változhat. Savanyú kőzetekben átlagos értéke 30 mg/kg (SZABÓ et al., 1987). Legnagyobb része szerves anyaghoz kötött. A talajok réztartalma természetes úton alacsonyabb, de a réztartalmú fungicidek (például a rézgalic) éveken át való alkalmazása jelentősen megnövelte a talajok réztartalmát (STEFANOVITS et al., 1999; SZABÓ, 2017). A növények csak kis mennyiségben veszik fel. Részt vesz a fotoszintézisben, a fehérjészintézisben és a szénhidrát-anyagcserében. A felvételét befolyásolja a cink jelenléte (SÁRDI, 2003).

Az általunk mért rézkoncentrációk a talajmintákban a 13. ábrán láthatók. A legalacsonyabb érték 23,27 mg/kg, a legmagasabb 165,29 mg/kg. Átlagos koncentrációja 60,14 mg/kg. Összevetve BORA et al. (2015) adataival, ahol az átlag érték 479,64 mg/kg, átlagosan alacsonyabb mennyiséget mértünk. Az Egri borvidéken mért 68 mintához hasonlítva, ahol 0,7 – 44,4 között változott a réz koncentrációja, mi átlagosan magasabb értékeket mértünk. A Tokaji borvidéken vizsgált 37 minta értékei 4,225 – 133,5 mg/kg között alakultak, egy minta kivételével mindegyik általunk mért koncentráció ebbe a tartományba esik (SZABÓ, 2017). A KÁDÁR (2009) által közölt mikroelemellátottsági határértékek alapján 8 minta a magas kategóriába, 5 minta a közepes kategóriába és 2 minta a nagyon magas kategóriába esik.

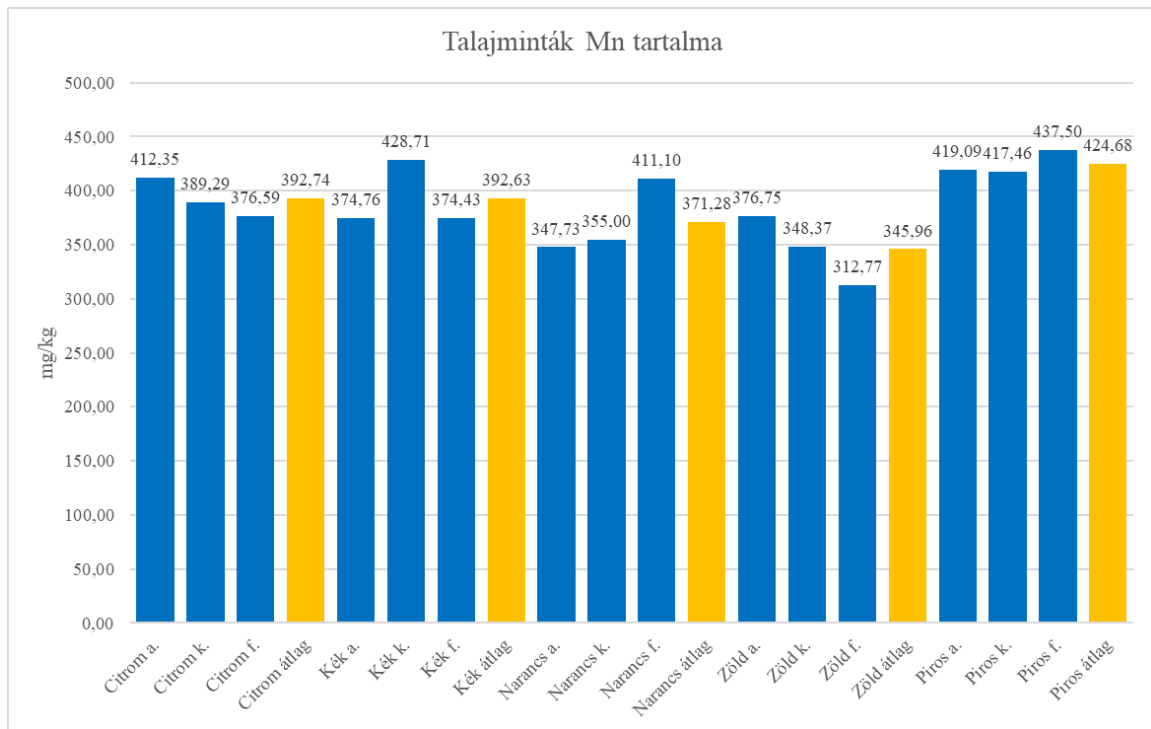


13. ábra: A talajminták réztartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.5. A talajminták mangántartalma

A talajokban a mangán mangánoxidok, szilikátok és karbonátok alakjában van jelen. A talajoldatban pedig mangán-ion és szerves komplexek formájában. A talajok átlagos mangántartalma 20-800 mg/kg között változik, egyes talajszinteken akár 3000 mg/kg is lehet. A mangánoxidokban a cink, a kadmium és az ólom is akkumulálódik (STEFANOVITS et al., 1999). A növényi gyökerekhez Mn^{2+} kationként és kelát-komplexek formájában jut el. Részt vesz a fotoszintézisben, az oxidációs-redukciós folyamatokban, a dekarboxilációban és enzimekreakciók aktiválásában (SÁRDI, 2003).

Az általunk vizsgált talajminták mangántartalma a 14. ábrán látható. A legalacsonyabb koncentráció 312,77 mg/kg, a legmagasabb 437,50 mg/kg. Átlagosan 385,46 mg/kg. A STEFANOVITS et al. (1999) által közölt tartományba minden minta beleesik, nem mértünk nagyobb, vagy kisebb értéket.

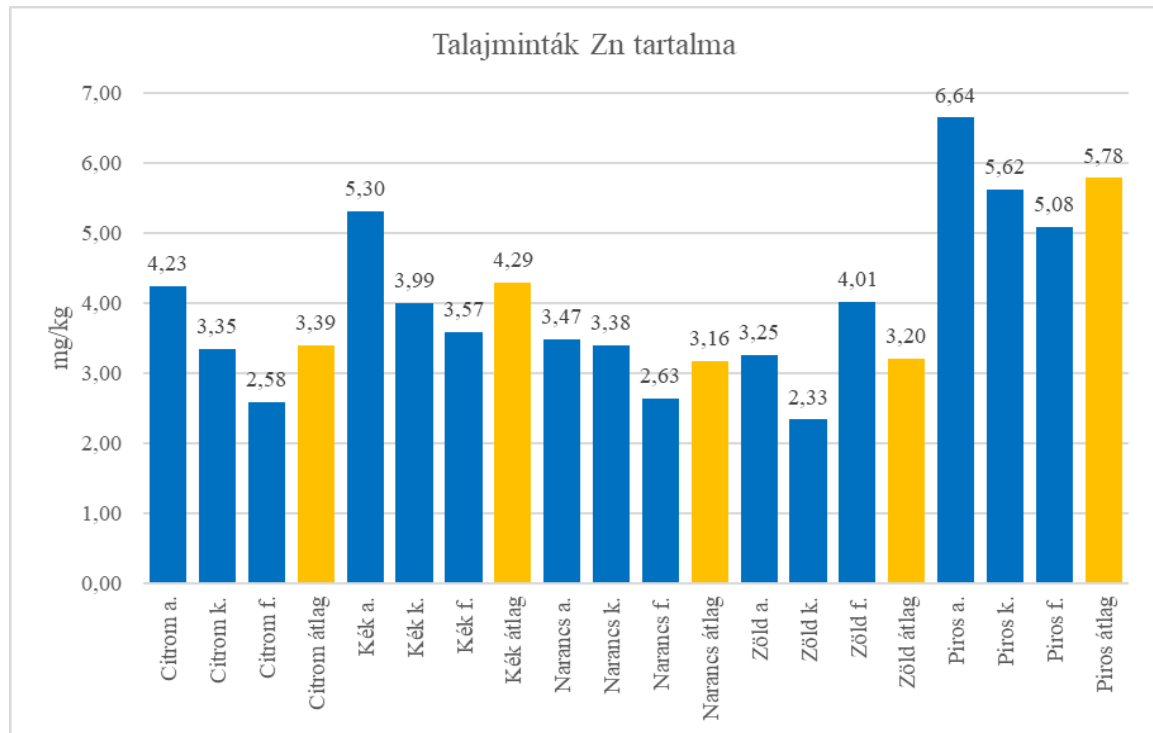


14. ábra: A talajminták mangántartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.6. A talajminták cinktartalma

Főleg az agyagásványokban fordul elő. A növény Zn^{2+} ion formájában vagy komplex vegyületekben veszi fel. Felvehetőségét befolyásolják a Cu^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} ionok. Fontos mikroelem a növények számára, részt vesz a N-anyagcserében, az enzimeképződésben és az enzimek aktiválásában, továbbá a klorofillképződésben (SÁRDI, 2003; KOCSIS, 2016). A szőlő számára kedvező koncentrációja a talajban 60 mg/kg körüli (LAKATOS, 2006).

Az általunk vizsgált talajminták cinktartalma a 15. ábrán látható. A legalacsonyabb érték 2,33 mg/kg, a legmagasabb 6,64 mg/kg. Átlagos értéke 3,96 mg/kg. BORA et al. (2015) adataival összehasonlítva az eredményeinket, ők az általunk mért koncentrációk többszörösét kapták átlagosan (69,44 mg/kg). KÁDÁR (2009) határértékei alapján 11 minta az alacsony kategóriába, 4 pedig a közepesbe tartozik az ellátottság szempontjából.

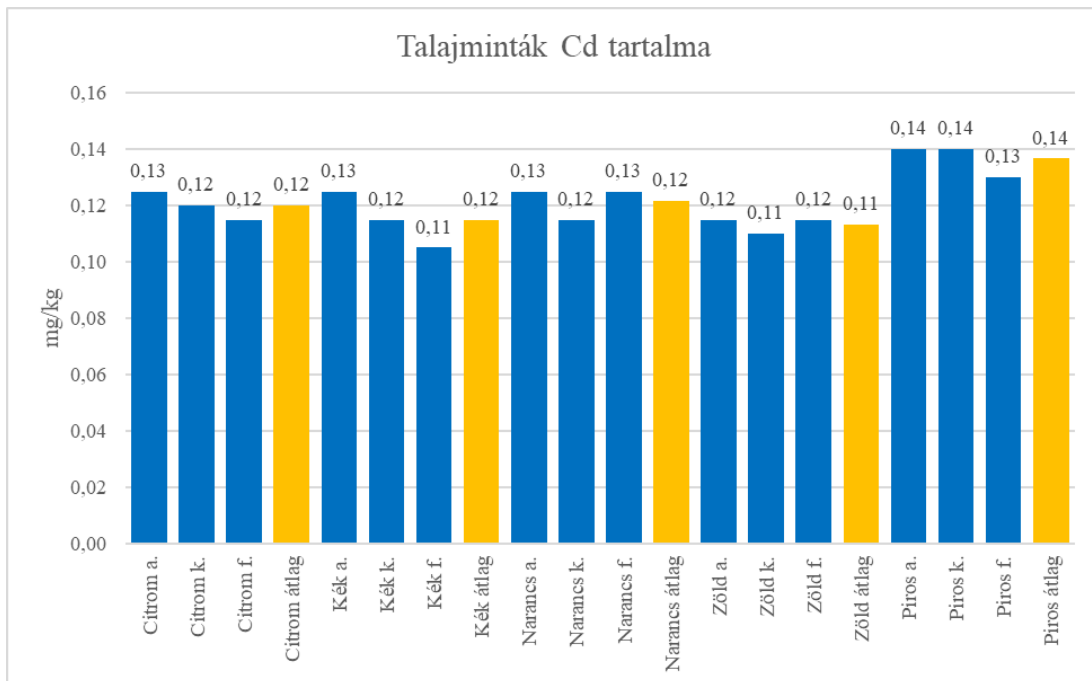


15. ábra: A talajminták cinktartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.7. A talajminták kadmiumtartalma

A talajokban a kadmium 0,01-1 mg/kg koncentrációban fordul elő átlagosan. A világon mért átlagérték 0,36 mg/kg. A kadmium származhat kőzetekből vagy antropogén szennyezésből. Ez utóbbi gyakoribb és széleskörben elterjedt az egész világon. A talajban a kadmium kötődhet szulfidokhoz, karbonátokhoz és foszforitokhoz. Általában Cd^{2+} ion formában van jelen, mobilizálódását segíti a savas környezet. A legfontosabb antropogén források a bányászat, a légköri felhalmozódás az égetési kibocsátások által és a kadmiumtartalmú trágyák (SINGH – MCLAUGHLIN, 1999; KUBIER et al., 2019).

Az általunk vizsgált talajminták kadmiumtartalma a 16. ábrán látható. A legalacsonyabb mért érték 0,11 mg/kg, a legmagasabb 0,14 mg/kg. Az átlag 0,12 mg/kg. A talajokban átlagosan előforduló 0,01-1 mg/kg tartományba esik az általunk mért összes érték. A világ átlagértéknél alacsonyabb koncentrációkat mértünk. A BORA et al. (2015) által mért értékek átlaga 0,45 mg/kg, amely értéket nem éri el egy mintánk sem. A KÁDÁR (2009) által közölt határértékek szerint az általunk vizsgált minták mindegyike a nagyon magas kategóriába sorolható.

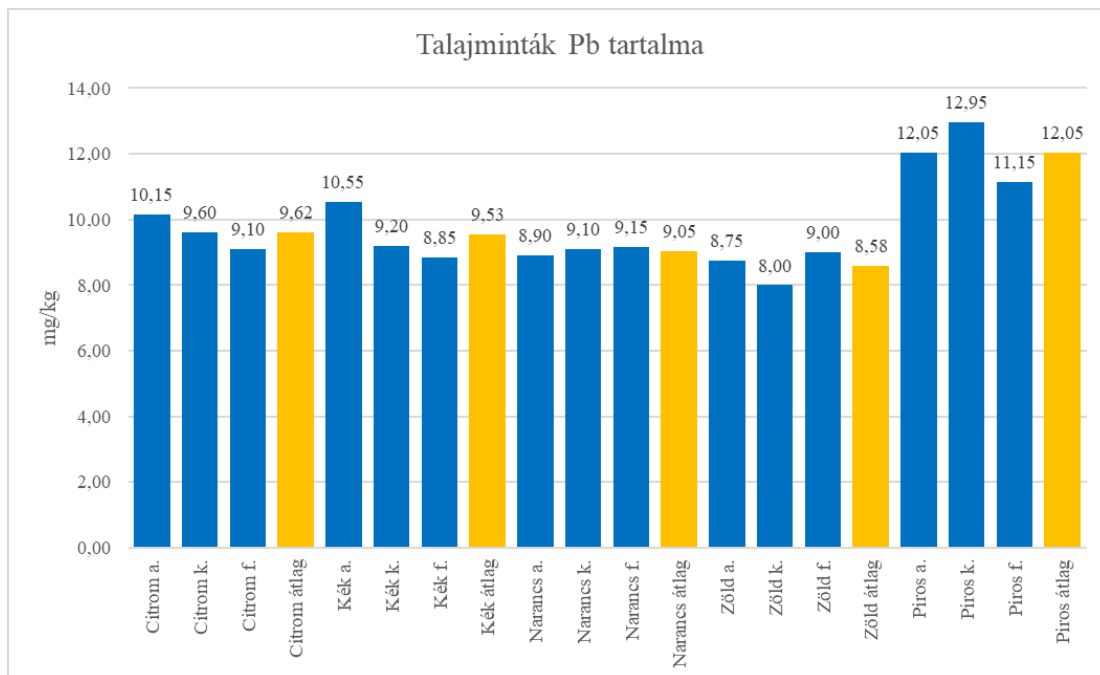


16. ábra: A talajminták kadmiumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.3.8. A talajminták ólomtartalma

A talajok ólomtartalma 0 – 70 mg/kg között változik. A talaj természetes módon is tartalmaz ólmot nagyon alacsony koncentrációban, azonban a nagyobb mennyisége szennyezésből ered. A különböző szakirodalmakban szinte kivétel nélkül egyetértenek abban, hogy az ólomkoncentráció és az autóutaktól mért távolság szignifikánsan összefügg. A talajban elsősorban szulfidok, oxidok és karbonátok formájában van jelen. A szőlőre is így jut el a kipufogógázokból 0,01-0,3 ppm koncentrációban (ZIMDAHL et al., 1973; ZIMDAHL – SKOGERBOE, 1977; KÁLLAY, 2010).

A talajmintákban mért ólomtartalom a 17. ábrán látható. Az általunk mért legalacsonyabb érték 8,0 mg/kg, a legmagasabb pedig 12,95 mg/kg. Átlagosan 9,77 mg/kg. A BORA et al. (2015) által mért koncentráció átlagosan 14,77 mg/kg, ennél az általunk mért összes koncentráció alacsonyabb. KÁDÁR (2009) adatai alapján 10 minta az alacsony, 5 minta pedig a közepes koncentráció tartományba sorolható.



17. ábra: A talajminták ólomtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.4. Talaj (A) – Talaj (B) paraméterek közötti összefüggések

Talaj (A) – Talaj (B) paraméterek korrelációs mátrixa a 2. táblázatban látható. A talajminták humusztartalma és a talajminták kalcium- ($r = -0,80$) és magnéziumtartalma ($r = -0,88$) között negatív korreláció van. A humusztartalom és az összes mért mikroelem között erős pozitív korreláció van, tehát a humusztartalommal nő ezen elemek mennyisége is. A talajminták pH értéke és a humusztartalma között pozitív korreláció ($r = 0,64$) van. A pH érték és a magnéziumtartalom között negatív korreláció ($r = -0,78$) van. A pH érték pozitív korrelációt mutat az összes mikroelemmel a cinket kivéve. A talaj kalciumtartalma pozitív korrelációt mutat annak magnéziumtartalmával ($r = 0,84$), tehát ahol magasabb a kalciumtartalom, ott a magnéziumtartalom is magasabb. A kalciumtartalom az összes mikroelemmel negatív korrelációt mutat. A talajminták magnéziumtartalma negatív korrelációban áll az összes mikroelemmel. A talajban mért összes mikroelem erős pozitív kapcsolatban áll a többi mikroelemmel.

2. táblázat: Talaj (A) – Talaj (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)

	<i>pH Talaj</i>	<i>Humusz Talaj</i>	<i>Ca Talaj</i>	<i>Mg Talaj</i>	<i>Fe Talaj</i>	<i>Cu Talaj</i>	<i>Mn Talaj</i>	<i>Zn Talaj</i>	<i>Cd Talaj</i>	<i>Pb Talaj</i>
pH	1									
Humusz	0,64	1								
Ca Talaj	-0,32	-0,80	1							
Mg Talaj	-0,78	-0,88	0,84	1						
Fe Talaj	0,51	0,93	-0,59	-0,66	1					
Cu Talaj	0,82	0,95	-0,62	-0,86	0,91	1				
Mn Talaj	0,59	0,96	-0,85	-0,88	0,85	0,89	1			
Zn Talaj	0,45	0,96	-0,75	-0,73	0,97	0,88	0,91	1		
Cd Talaj	0,92	0,86	-0,51	-0,85	0,80	0,97	0,77	0,75	1	
Pb Talaj	0,69	0,98	-0,69	-0,83	0,96	0,98	0,93	0,95	0,90	1

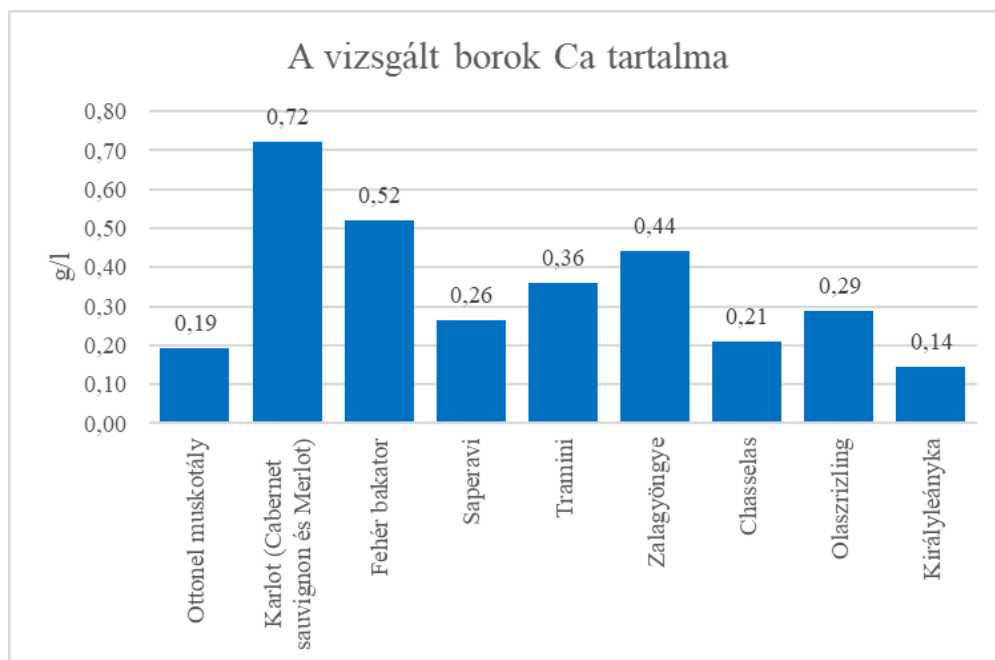
Jelmagyarázat: sárgaszínű jelölés – van összefüggés, rózsaszínű jelölés – nincs összefüggés

3.5. A borminták összes fémtartalma

3.5.1. A borminták kalciumtartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta kalciumkoncentrációja 0,14-0,72 g/l között van (18. ábra), átlagosan 0,35 g/l. A borok oldott kalciumtartalma átlagosan 0,05-0,2 g/l között alakul (MOSONI, 1999; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012).

Az általunk vizsgált borokban 2 minta esik bele az átlagba, 7 pedig magasabb értéket mutat, akár a többszörösét is a szakirodalmi adatoknak. A kalciumra nem vonatkozik egészségügyi határérték. Mivel a bentonitos derítés növelheti a kalcium koncentrációját, korrelációanalízist végeztünk, amiből kiderült, hogy a kalciumtartalom és a bentonitos derítés között nincs korreláció.

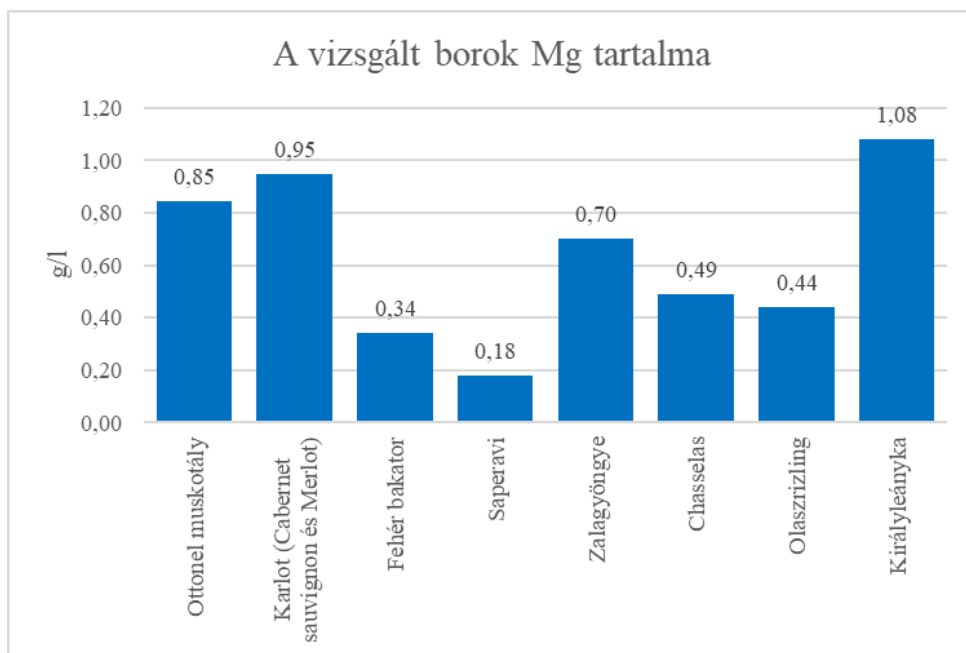


18. ábra: A vizsgált borok kalciumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.2. A borminták magnéziumtartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta magnéziumkoncentrációja 0,18-1,08 g/l között van (19. ábra), átlagosan 0,63 g/l. Átlagos mennyisége a borokban 0,06-0,2 g/l (MOSONI, 1999; KÁLLAY, 2010; CSUTORÁS et al., 2012).

Az általunk mért mennyiségek ezt többszörösen is meghaladják, a kalciumhoz hasonlóan, egyetlen minta esik bele a szakirodalmi átlagba. Mivel a bentonitos derítés növelheti a magnézium koncentrációját, korrelációanalízist végeztünk, amiből kiderült, hogy a magnéziumtartalom és a bentonitos derítés között erős korreláció van ($r=0,72$). A diagramon is látható, hogy a két szűretlen, derítetlen tételben (Fehér bakator és a Saperavi) mértük a legalacsonyabb koncentrációt. A magnéziumnál sem ismert az egészségügyi határérték.



19. ábra: A vizsgált borok magnéziumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.3. A borminták vastartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta vaskoncentrációja 0,85-5,78 mg/l között van (20. ábra), átlagosan 3,46 mg/l. A legmagasabb értéket az Ottonel muskotálynál mértük, ami 5,78 mg/l. A legalacsonyabb koncentrációban a Karlot tartalmaz vasat, 0,95 mg/l-t.

A vas mennyisége a borokban 2-30 mg/l között változik (MOSONI, 1999). Átlagosan 4-15 mg/l mennyiségben van jelen (FERENCZI – LÁSZLÓ, 1978) Az általunk mért koncentrációk megfelelnek a szakirodalomban leírtaknak. Az OIV által meghatározott maximális vastartalom a borokban 10 mg/l (OIV, 2023). Ahogy az a 22. ábrán is látható, a mintákból egy sem lépi át az OIV által meghatározott egészségügyi határértéket.

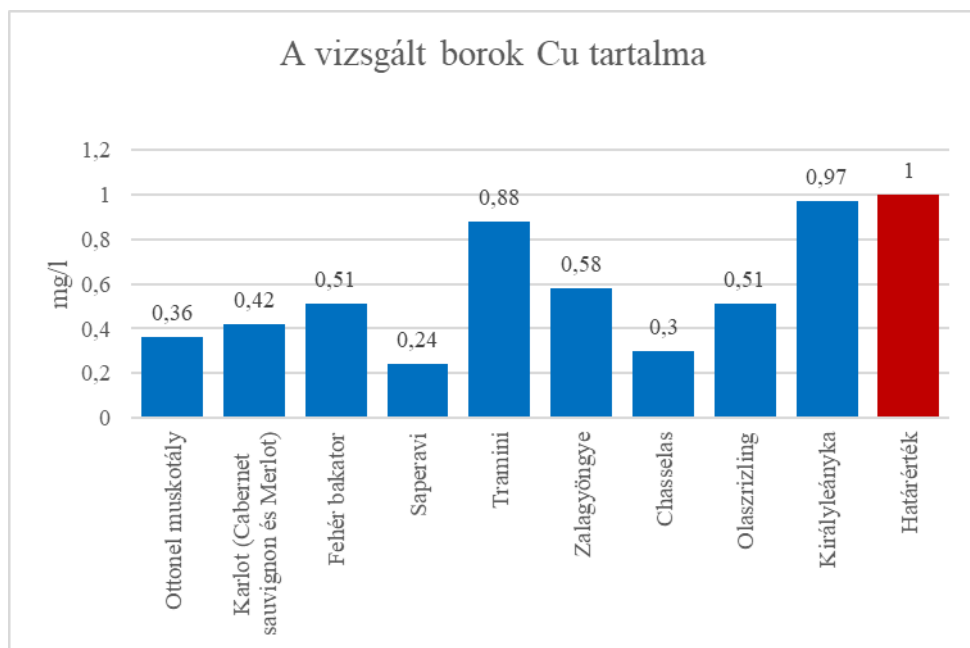


20. ábra: A vizsgált borok vastartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.4. A borminták réztartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta rézkoncentrációja 0,24-0,97 mg/l között van (21. ábra). Az általunk vizsgált minták átlagos réztartalma 0,53 mg/l. A legnagyobb koncentrációban a Királyleányka (0,97 mg/l) és a Tramini (0,88 mg/l) tartalmaz rézet. A méréseink alapján elmondható, hogy itt nem érvényesül a korábban leírt szabály, azaz, hogy a vörösborokban nagyobb koncentrációban van jelen a réz.

MURÁNYI (2002) adatai alapján a réz a borokban 0,1-0,5 mg/l koncentrációban van jelen. KÁLLAY (2010) szerint a legtöbb esetben 0,1-2 mg/l. Az általunk vizsgált borok koncentrációja az utóbbi kategóriába tartoznak, tehát átlagosnak mondhatók. Egy minta sem lépi túl meg a megengedett határértéket, ami az OIV által meghatározott 1 mg/l (SOÓS, 2013).

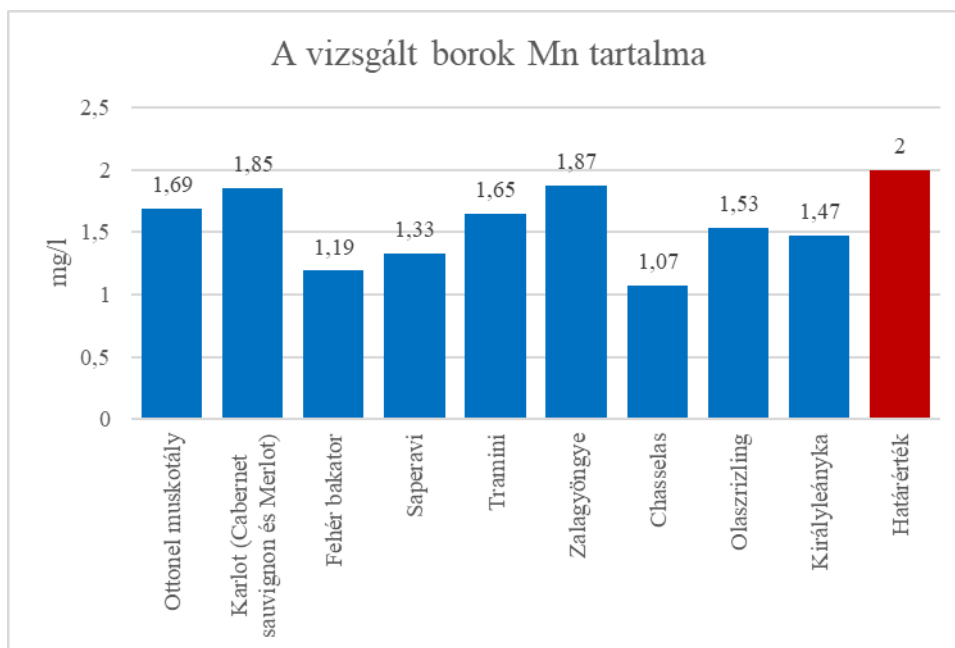


21. ábra: A vizsgált borok réztartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.5. A borminták mangántartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta mangánkoncentrációja 1,07-1,87 mg/l között van (22. ábra), átlagosan 1,52 mg/l.

A mangán koncentrációja az európai borokban 0,5-7,3 mg/l (STOBBAERTS et al. 1994). A magyarországi borokban 0,5-1,5 mg/l. Utóbbihoz mérten 4 mintánál mértünk 1,5 mg/l-nél magasabb koncentrációt, az európai átlagnak minden minta megfelel. Egy Franciaországi kutatásban (80 mintából) a vörösborok átlagosan 0,435-7,836 mg/l-t, a fehér borok 0,674-2,203 mg/l-t tartalmaztak (CABRERA et al. 2000). A mangán maximális koncentrációját csak Kínában határozták meg 2 mg/l-ben. De természetes úton ennél sokkal magasabb is lehet a borok mangánkoncentrációja, akár 14,6 g/l (CAHUREL et al. 2020). Az általunk mért mennyiségek nem haladják meg a Kína által meghatározott határértéket.

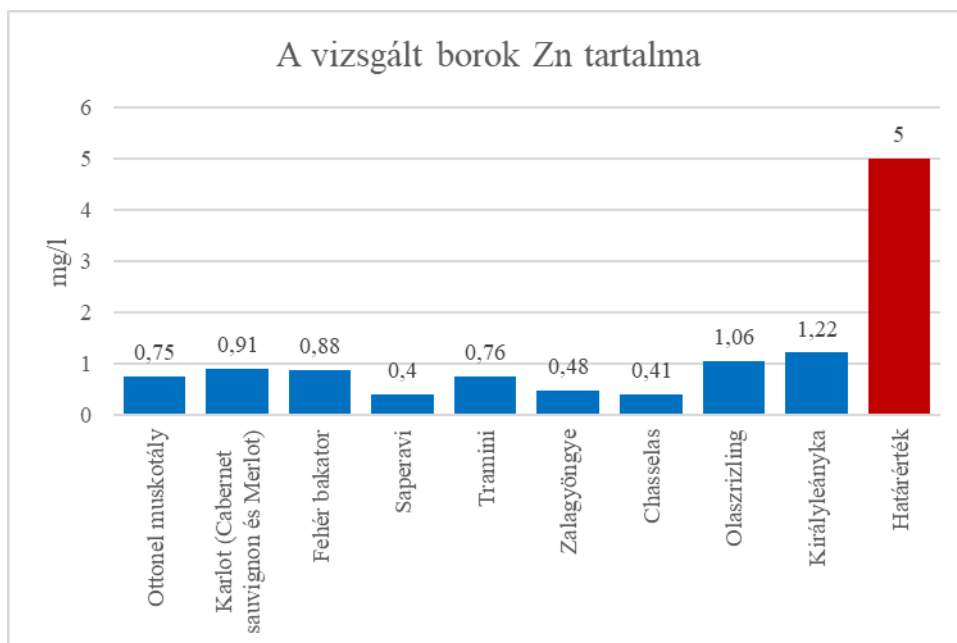


22. ábra: A vizsgált borok mangántartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.6. A borminták cinktartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta cinkkoncentrációja 0,4-1,22 mg/l között van (23. ábra). Az általunk mért átlagos cinktartalom 0,76 mg/l. Két minta haladta meg az 1 mg/l-t (Királyleányka és Olaszrizling). A Karlot, a Tramini, az Ottonel muskotály és a Fehér bakator 0,7 mg/l felett tartalmazznak cinket. A legkisebb koncentrációban a Zalagyöngyében, a Chasselas-ban és a Saperavi-ban van jelen a cink.

A borok átlagos cinktartalma 0,5-5 mg/l között van (ESCHNAUER – NEEB, 1988). Különböző magyarországi vizsgálatokban 0,5-110 mg/l cinktartalmat mértek (MURÁNYI, 2002). Összehasonlítva az eredményeket, az általunk mért koncentrációk átlagosan kisebbek, mint az említett vizsgálatok átlaga. A OIV által meghatározott maximális cink koncentráció 5 mg/l (DURGUTI et al. 2020). Minden minta cink tartalma az egészségügyi határérték alatt van.

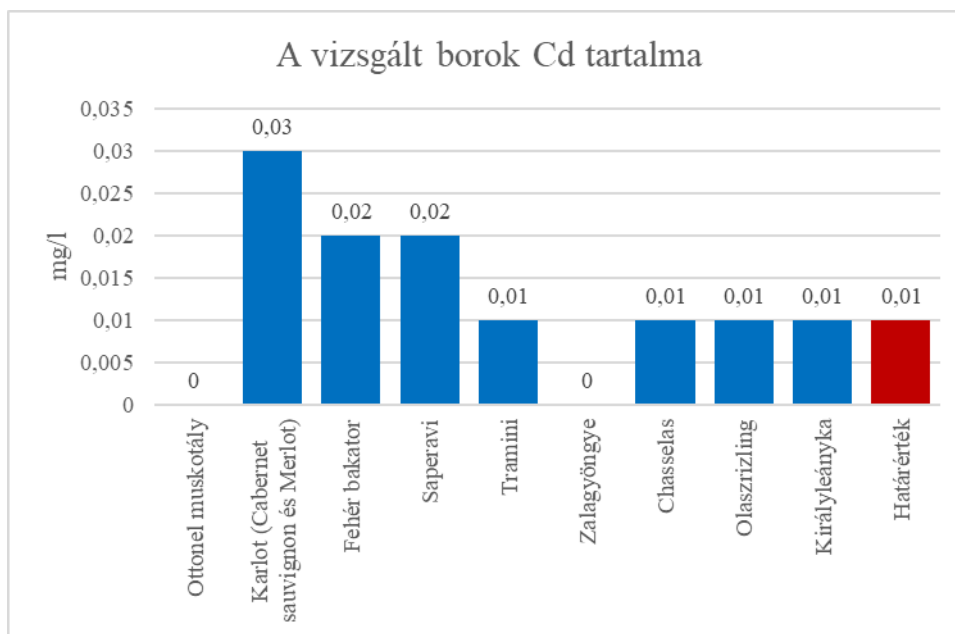


23. ábra: A vizsgált borok cinktartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.7. A borminták kadmiumtartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta kadmiumkoncentrációja 0,00-0,03 mg/l között van (24. ábra), átlagosan 0,01 mg/l. A Karlotban mértük a legnagyobb koncentrációt, 0,03 mg/l-t. A Fehér bakator és a Saperavi 0,02 mg/l kadmiumot tartalmaznak. A többi minta kadmium tartalma 0,00-0,01 mg/l között van.

Az átlagos kadmium mennyisége az európai borokban 0,0005-0,0035 mg/l (WÜRDIG – WOLLER, 1989). Az általunk mért mintákban ennél átlagosan magasabb a kadmiumtartalom. Az Ottonel muskotályban és a Zalagyöngyében a kimutatási határértéknél kevesebb a kadmiumkoncentráció. Az egészségügyi határértéke a borokban 0,01 mg/l (OIV, 2023). A mintákból tehát 3 (a Karlot, a Fehér bakator és a Saperavi) lépi túl a megengedett 0,01 mg/l-es határértéket.

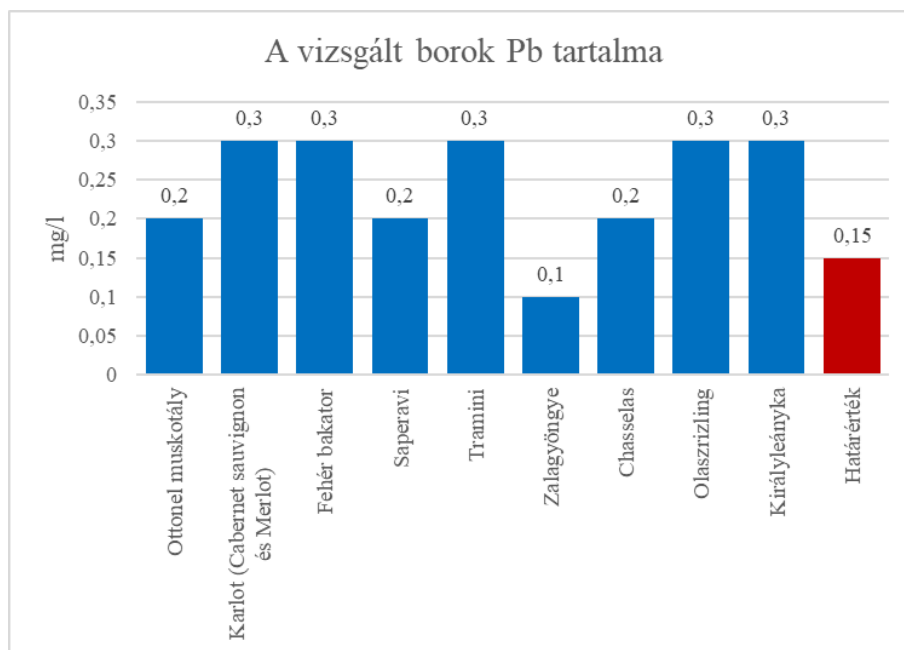


24. ábra: A vizsgált borok kadmiumtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.5.8. A borminták ólomtartalma

A vizsgálati eredményeink alapján a 2021-es évjáratból származó 9 fajta ólomkoncentrációja 0,1-0,3 mg/l között van (25. ábra). 5 minta éri el a 0,3 mg/l koncentrációt, 3 a 0,2 mg/l-t és egy a 0,1 mg/l-t.

Az Európában készült borok átlagos ólomtartalma ESCHNAUER - NEEB (1988) adatai szerint 0,03-0,1 mg/l. A magyarországi eredmények azonban ennél nagyobb koncentrációt mutatnak 0,02-0,5 mg/l között. Az általunk mért koncentrációk átlaga (0,24 mg/l) megegyezik a MATTYASOVSKY (1986) által mért magyarországi átlaggal. A borokról elmondható, hogy magasabb az ólomtartalmuk bármelyik más italnál. Az egészségügyi határértékét az OIV is meghatározta, de jellemzően majdnem minden országnak van saját jogszabályozása az ólommal kapcsolatban (STAFILOV – KARADJOVA, 2009). Az OIV által meghatározott határérték 0,15 mg/l (SOÓS, 2013). Az Európai Unióban ez a határérték vonatkozott a 2016-tól 2021-ig szüretelt évjáratokra. 2022-től az ólom maximalizált mennyiséget 0,10 mg/l-ben határozták meg (AZ EURÓPAI UNIÓ HIVATALOS LAPJA, 2021). Összevetve a kapott eredményeket az Európai Unióban elfogadott határértékkel, az ólom csak a Zalagyöngyében nem haladja meg a maximális koncentrációt.



25. ábra: A vizsgált borok ólomtartalma (saját szerkesztésű ábra)

3.6. Bor (A) – Bor (B) paraméterek közötti összefüggések

Bor (A) – Bor (B) paraméterek korrelációs mátrixa a 3. táblázatban látható. A bormintákban összefüggés van a kalciumtartalom és a kadmiumtartalom között ($r = 0,62$). A borminták magnéziumtartalma pozitív korrelációban áll azok réz- ($r = 0,60$), mangán- ($r = 0,59$) és cinktartalmával ($r = 0,52$). A borok vastartalma és kadmiumtartalma között negatív korreláció van ($r = -0,58$). A borminták réz- és cinktartalma között pozitív korreláció ($r = 0,61$) van. A borok ólom-, cink- ($r = 0,77$) és kadmiumtartalma ($r = 0,55$) között szintén pozitív korreláció van.

3. táblázat: Bor (A) – Bor (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)

	<i>Ca Bor</i>	<i>Mg Bor</i>	<i>Fe Bor</i>	<i>Cu Bor</i>	<i>Mn Bor</i>	<i>Zn Bor</i>	<i>Cd Bor</i>	<i>Pb Bor</i>
Ca Bor	1							
Mg Bor	0,04	1						
Fe Bor	-0,22	-0,04	1					
Cu Bor	-0,11	0,60	0,04	1				
Mn Bor	0,39	0,59	0,07	0,25	1			
Zn Bor	0,05	0,52	0,18	0,61	0,19	1		
Cd Bor	0,62	-0,17	-0,58	-0,21	-0,17	0,15	1	
Pb Bor	0,18	0,14	-0,25	0,41	-0,15	0,77	0,55	1

Jelmagyarázat: sárgaszínű jelölés – van összefüggés, rózsaszínű jelölés – nincs összefüggés

3.7. Összefüggések vizsgálata a talaj- és borminták elemtartalma között

3.7.1. Talaj (A) – Bor (A) paraméterek közötti összefüggések

A talajminták A és a borminták A mért paramétereinek közötti összefüggések a 4. táblázatban láthatók összefoglalva. A talajminták kalciumtartalma és a borminták kalciumtartalma között negatív korreláció van ($r = -0,49$), ami arra utal, hogy az egyik változó nagyobb értékeihez a másik változó kisebb értékei tartoznak. Az általunk vizsgált mikroelemek esetében pedig egy esetben sem mutatható ki ilyen összefüggés, az viszont jól látszik, hogy az ólom, amelyről ismert, hogy elsődleges koncentrációja rendkívül alacsony és főként másodlagos szennyeződésekkel kerül a borba, nincs összefüggésben a talaj ólomtartalmával. Ez alapján feltételezhető még, hogy ezen elemek koncentrációját a talajon kívül más tényezők nagymértékben befolyásolták, míg a végtermékbe jutottak.

A talajminták magnéziumtartalma és a borminták magnéziumtartalma között pozitív korrelációt találtunk ($r = 0,82$), tehát erős összefüggés van közöttük. Ez magyarázható azzal, hogy a borkezelés során mennyisége nem változott jelentősen, nem befolyásolják jelentősen a technológiai tényezők. KMENT et al. (2005) is hasonló eredményre jutott, munkájukban a vizsgált 27 elem közül csak a magnézium mutatott statisztikailag szignifikáns összefüggést a talajkivonatban és a borban lévő koncentrációja alapján.

4. táblázat: Talaj (A) – Bor (A) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)

	<i>Ca Bor</i>	<i>Ca Talaj</i>		<i>Mn Bor</i>	<i>Mn Talaj</i>
Ca Bor	1		Mn Bor	1	
Ca Talaj	-0,49	1	Mn Talaj	-0,26	1
	<i>Mg Bor</i>	<i>Mg Talaj</i>		<i>Zn Bor</i>	<i>Zn Talaj</i>
Mg Bor	1		Zn Bor	1	
Mg Talaj	0,82	1	Zn Talaj	-0,17	1
	<i>Fe Bor</i>	<i>Fe Talaj</i>		<i>Cd Bor</i>	<i>Cd Talaj</i>
Fe Bor	1		Cd Bor	1	
Fe Talaj	0,19	1	Cd Talaj	0,32	1
	<i>Cu Bor</i>	<i>Cu Talaj</i>		<i>Pb Bor</i>	<i>Pb Talaj</i>
Cu Bor	1		Pb Bor	1	
Cu Talaj	-0,45	1	Pb Talaj	0,06	1

Jelmagyarázat: sárgaszínű jelölés – van összefüggés, rózsaszínű jelölés – nincs összefüggés

3.7.2. Talaj (A) – Bor (B) paraméterek közötti összefüggések

A Talaj (A) – Bor (B) paraméterek közötti összefüggések az 5. táblázatban láthatók. A talajminták pH értéke és a borminták magnézium- ($r = -0,95$), mangán- ($r = -0,53$) és cinktartalma ($r = -0,49$) között negatív korreláció van. A talajminták humusztartalma és a borminták magnézium- ($r = -0,72$) és réztartalma ($r = -0,58$) között szintén negatív korreláció van. A humusztartalom a kadmiumtartalommal pozitívan ($r = 0,49$) korrelál. A talajminták kalciumtartalma pozitív korrelációt mutat a borok réztartalmával ($r = 0,74$). A talajminták magnéziumtartalma negatívan korrelál a borminták réz- ($r = 0,64$) és cinktartalmával ($r = 0,61$). A talajminták vastartalma pozitív korrelációban áll a borokban mért kadmium- ($r = 0,53$) és magnéziumtartalommal ($r = -0,59$). A talajminták réztartalma negatívan korrelál a borminták magnézium- ($r = -0,84$) és mangántartalmával ($r = -0,50$). A talajminták mangántartalma összefügg a borminták magnézium- ($r = -0,73$) és réztartalmával ($r = -0,66$), mindkét esetben negatív a korreláció. A talajminták cinktartalma és a borminták magnézium- ($r = -0,55$) és réztartalma ($r = -0,51$) között negatív korreláció van, a borminták kadmiumtartalmával ($r = 0,54$) pedig pozitív korrelációt figyelhetünk meg. A talajminták kadmiumtartalma és a borminták magnézium- ($r = -0,88$) és mangántartalma ($r = -0,55$) között is negatív korreláció van. A talajminták ólomtartalma és a borminták magnézium- ($r = -0,76$) és réztartalma ($r = -0,50$) között negatív, a borminták kadmiumtartalma ($r = 0,49$) között pedig pozitív korreláció van.

5. táblázat: Talaj (A) – Bor (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)

	pH Talaj	Humusz Talaj	Ca Talaj	Mg Talaj	Fe Talaj	Cu Talaj	Mn Talaj	Zn Talaj	Cd Talaj	Pb Talaj
Ca Bor	0,05	0,30		-0,36	0,17	0,18	0,34	0,28	0,13	0,22
Mg Bor	-0,95	-0,72	0,45		-0,59	-0,84	-0,73	-0,55	-0,88	-0,76
Fe Bor	0,08	0,15	-0,04	-0,06		0,16	0,17	0,16	0,11	0,18
Cu Bor	-0,29	-0,58	0,74	0,64	-0,39		-0,66	-0,51	-0,37	-0,50
Mn Bor	-0,53	-0,36	0,00	0,29	-0,42	-0,50		-0,31	-0,55	-0,44
Zn Bor	-0,49	-0,31	0,45	0,61	-0,09	-0,33	-0,26		-0,45	-0,24
Cd Bor	0,13	0,49	-0,39	-0,32	0,53	0,42	0,48	0,54		0,49
Pb Bor	-0,15	0,01	0,15	0,21	0,14	0,00	0,04	0,09	-0,09	

Jelmagyarázat: sárgaszínű jelölés – van összefüggés, rózsaszínű jelölés – nincs összefüggés

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatásunkban a Kígyóson található Fogas-hegyen termesztett különböző szőlőfajták boraiban és a termőhely talajában vizsgáltunk meg a magnézium-, a kalcium-, a vas-, a réz-, a mangán-, a cink-, az ólom- és a kadmiumtartalmat. A talajmintákban ezen kívül meghatároztuk a pH (KCl) értéket és a humusztartalmat. Az elsődleges célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy van-e összefüggés a bor- és a talajmintákban mért koncentrációjuk között. A vizsgálatba 9 különböző fajtájú bort, illetve 15 talajmintát vontunk be.

A minták kalcium- és magnéziumtartalmának meghatározásához komplexonometriás titrálást használtunk, a mikroelemek koncentrációját pedig Agilent Technologies 240 típusú atomabszorpciós spektrofotométer (FAAS) segítségével határoztuk meg. Az eredményeket diagramok formájában dolgoztuk fel.

Az összefüggések vizsgálatához a Microsoft Excel adatelemzés bővítményén belül a korrelációanalízist használtunk, az így kapott korrelációs mátrixok eredményei táblázatos formában kerültek be a szakdolgozatba.

A talajmintákban mért humusztartalom minden minta esetén 2% alatti, átlagosan 1,35 %, tehát a szőlőtermesztés szempontjából alacsonynak mondható. A talajminták pH (KCl) értéke átlagosan 4,711. Az eredmények alapján az állapítható meg, hogy a vizsgált talajok nagyon erősen savanyú, erősen savanyú, közepesen savanyú, és gyengén savanyú kémhatásúak a különböző szőlőtáblákban.

A talajminták kalciumtartalma átlagosan 2,87 g/kg. A minták a kalcium ellátottság alapján a közepes, a magas és a nagyon magas kategóriába esnek. A magnéziumtartalom átlagosan 0,76 g/kg a talajmintákban, az ellátottság alapján szintén a közepes, a magas és a nagyon magas kategóriába tartoznak. A mikroelemek közül a legnagyobb koncentrációban a mangán van jelen (385,46 mg/kg), ezt követi a vas (343,97 mg/kg), majd a réz (60,14 mg/kg), az ólom (9,77 mg/kg), a cink (3,96 mg/kg) és kadmium (0,12 mg/kg). A szakirodalmi adatokkal összehasonlítva az egyes elemek koncentrációja az alacsonytól a nagyon magasig terjed.

A vizsgált mikroelemek közül a bormintákban átlagosan, a legnagyobb koncentrációban a vas van jelen (3,46 mg/l), ezt követi a mangán (1,52 mg/l), majd a cink (0,76 mg/l), a réz (0,54 mg/l), az ólom (0,24 mg/l) és kadmium (0,01 mg/l). A mérési eredményeinket összehasonlítottuk más kutatók által mért adatokkal és az egészségügyi határértékekkel. Az eredmények számottevően nem térnek el a szakirodalmi adatoktól. A kalcium és a magnézium azonban eltérést mutat a szakirodalmi átlagértékektől, hiszen a

mintáinkban az előbbinél 0,35 g/l az átlag, az utóbbinál pedig 0,63 g/l. Ebben a két esetben tehát lényegesen nagyobb koncentrációt mértünk, mint más kutatók.

Az összefüggések vizsgálatából az derül ki, hogy egyedül a bor- és talajminták magnéziumtartalma mutat pozitív korrelációt ($r = 0,82$). A többi elemnél nem találtunk ilyen összefüggést, ez alapján feltételezhető, hogy ezen elemek koncentrációját a talajon kívül más tényezők nagymértékben befolyásolták. Megemlítendő még, hogy a bor- és a talajminták ólomtartalma között a korrelációs együttható a 0-hoz közeli ($r = 0,06$), ami azt jelenti, hogy szinte egyáltalán nincs összefüggés a kettő között, így az ólom csak másodlagos szennyeződésből kerülhet a borba. További összefüggéseket találtunk még a különböző vizsgált paraméterek között.

РЕЗЮМЕ

У нашому дослідженні ми вивчали вміст магнію, кальцію, заліза, міді, марганцю, цинку, свинцю та кадмію у ґрунтах на пагорбі Фогаш у с. Кідьош та у винах з різних сортів винограду, вирощених на цих ділянках. У зразках ґрунту ми також визначали значення рН (KCl) та вміст гумусу. Нашою головною метою було дослідити, чи існує зв'язок між концентрацією цих елементів у зразках вина та ґрунту. Для вивчення були відібрані 9 різних сортів вина та 15 зразків ґрунту.

Для визначення вмісту кальцію та магнію у зразках ми використовували комплексометричне титрування, а концентрацію мікроелементів визначали за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра Agilent Technologies 240 (FAAS). Результати були оброблені у вигляді діаграм.

Для аналізу зв'язків ми використовували кореляційний аналіз з статистичних функцій Microsoft Excel, результати кореляційних матриць були представлені у вигляді таблиць.

Вміст гумусу у зразках ґрунту у всіх випадках був нижче 2%, в середньому 1,35%, що є низьким для вирощування винограду. Значення рН (KCl) у зразках ґрунту в середньому становило 4,711. За результатами можна зробити висновок, що зразки ґрунту на виноградних ділянках мають дуже кислу, сильно кислу, середньо кислу та слабокислу реакцію.

Вміст кальцію у зразках ґрунту в середньому становив 2,87 г/кг. За вмістом кальцію ґрунти відносяться до категорії середнього, високого та дуже високого забезпечення. Вміст магнію в середньому становив 0,76 г/кг у зразках ґрунту, також відносяться до категорії середнього, високого та дуже високого забезпечення. Серед мікроелементів найбільшу концентрацію мав марганець (385,46 мг/кг), за ним залізо (343,97 мг/кг), потім мідь (60,14 мг/кг), свинець (9,77 мг/кг), цинк (3,96 мг/кг) та кадмій (0,12 мг/кг). Порівняно з літературними даними, концентрація окремих елементів варіюється від низької до дуже високої.

Серед досліджених мікроелементів у зразках вина в середньому найбільшу концентрацію має залізо (3,46 мг/л), за ним йде марганець (1,52 мг/л), потім цинк (0,76 мг/л), мідь (0,54 мг/л), свинець (0,24 мг/л) та кадмій (0,01 мг/л). Наші результати були порівняні з даними інших дослідників та гранично допустимими концентраціями. Результати суттєво не відрізняються від літературних даних. Однак вміст кальцію та магнію відрізняється від середніх літературних значень, оскільки в наших зразках

середнє значення для першого елемента становило 0,35 г/л, а для другого — 0,63 г/л. Для цих двох елементів нами були встановлені значно вищі концентрації, ніж іншими дослідниками.

Результати статистичних аналізів показало, що тільки вміст магнію у винах та ґрунтах має позитивну кореляцію ($r = 0,82$). Для інших елементів ми не виявили такої залежності, що вказує на те, що їх концентрація крім ґрунту, залежить і від інших чинників. Варто згадати, що кореляційний коефіцієнт між вмістом свинцю у зразках вина та ґрунту наближається до нуля ($r = 0,06$), що означає майже повну відсутність зв'язку між ними, отже, свинець потрапляє у вино як вторинний забруднювач. Нами були встановлені інші зв'язки між різними дослідженими параметрами.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AZ 1881/2006/EK RENDELETNEK AZ EGYES ÉLELMISZEREKBEN ELŐFORDULÓ ÓLOM FELSŐ HATÁRÉRTÉKEI TEKINTETÉBEN TÖRTÉNŐ MÓDOSÍTÁSÁRÓL (2021): Interneten: https://epa.oszk.hu/00800/00878/02355/pdf/EPA00878_jogszabaly_2021_08_10.pdf
2. BÁRCZI, G. – ORSZÁGH, L. (1959): A magyar nyelv értelmező szótára. – Akadémia Kiadó, Budapest.
3. BÉNYEI, F. – LŐRINCZ, A. – SZENDRŐDY, GY. – NAGY, SZ. L. – ZANATHY, G. (1999): Szőlőtermesztés. – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
4. BORA, F. D. – BUNEA, C. I. – RUSU, T. – POP, N. (2015): Vertical distribution and analysis of micro, macroelements and heavy metals in the system soil-grapevine-wine in vineyard from North-West Romania. *Chemistry Central Journal*, 9, p.1-13.
5. BORSZÉKI, J. – KOLTAY, L. – INCZÉDY, J. – GEGUS, E. (1983): On the chemical composition of wines from particular wine regions and classification to specific regions based on results of the analysis. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*, 177(1), p. 15–18.
6. CABRERA-VIQUE, C. – TEISSEDE, P.L. – CABANIS, M.T. – CABANIS, J.C. (2000): Manganese determination in grapes and wines from different regions of France. – *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(2), p. 103–107.
7. CAHUREL, J. – PIERRE MARTINI, P. – CHATELET, B. – LETESSIER I. (2020): Effects of soil characteristics on manganese transfer from soil to vine and wine. – XIIIth International Terroir Congress, Australia.
8. CASTIÑEIRA GÓMEZ, M. DELM. – FELDMANN, I. – JAKUBOWSKI, N. – ANDERSSON, J. T. (2004): Classification of German white wines with certified brand of origin by multielement quantitation and pattern recognition techniques. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(10), p. 2962–2974.
9. CATARINO, S. – MADEIRA, M. – MONTEIRO, F. – CALDEIRA, I. – ROSA, T. – MARTINS, P. – RAÚL BRUNO DE SOUSA – CURVELO-GARCIA, A. (2014): Multi-elemental analysis throughout soil-wine system as a generator of information on geographic origin. In Conference: 37th World Congress of Vine and Wine, At Mendoza, Argentina.
10. CSUTORÁS, CS. – KÁLLAY, M. – MURÁNY, Z. (2012): Élelmiszer és borászatikémia. – A Borkultúra Központ Kiadványai, Eger.

11. DURGUTI, V. – ALIU, S. – LAHA, F. – FEKA, F. (2020): Determination of Iron, Copper and Zinc in the Wine by FAAS. – *Emerging Science Journal*, Vol. 4, No. 5. p. 414.
12. ESCHNAUER, H. – NEEB, R. (1988): Micro-element analysis in wine and grapes. In *Wine analysis*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 67-91.
13. GÁBOR, L. (2004): Kárpátalja szőlőtermesztésének múltja, jelene, jövője. – Szakdolgozat. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem.
14. GALGANO, F. – FAVATI, F. – CARUSO, M. – SCARPA, T. – PALMA, A. (2008): Analysis of trace elements in southern Italian wines and their classification according to provenance. *LWT-Food Science and Technology*, 41(10), p. 1808-1815.
15. GONZÁLVEZ, A. – LLORENS, A. – CERVERA, M. L. – ARMENTA, S. – DE LA GUARDIA, M. (2009): Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. *Food Chemistry*, 112(1), p. 26-34.
16. GÖNCZY, S. (2009): Földtani viszonyok, domborzat. In: Baranyi Béla (szerk.). *Kárpátalja. A Kárpát-medence régiói* 11. Pécs – Budapest: Dialóg Campus Kiadó, p. 108-117.
17. GREENOUGH, J. D. – LONGERICH, H. P. – JACKSON, S. E. (1997): Element fingerprinting of Okanagan Valley wines using ICP-MS: relationships between wine composition, vineyard and wine colour. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3(2), p. 75-83.
18. GYŐRI, Á. (1958): Néhány talajtípus mikroelemkészlete. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet. Budapest, p.107.
19. HAZELTON, P. – MURPHY, B. (2016): Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?. CSIRO publishing.
20. INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE (2023): *Compendium Of International Methods Of Wine And Must Analysis*. Volume 1. Interneten: https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet_EN.pdf

21. KÁLLAY, M. (2010): Borászati kémia. Borászat 2. – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
22. KMENT, P. – MIHALJEVIĆ, M. – ETTLER, V. – ŠEBEK, O. – STRNAD, L. – ROHLOVÁ, L. (2005): Differentiation of Czech wines using multielemental composition – A comparison with vineyard soil. *Food Chemistry*, 91(1), p. 157–165.
23. KUBIER, A. - WILKIN, R. T.- PICHLER, T. (2019): Cadmium in soils and groundwater: A review. *Applied Geochemistry*, 108, 104388.
24. KOCSIS, I. (2012). Talajtan és Agrokémia. Eszterházy Károly Főiskola. p. 128-133
25. KOCSIS, I. (2012): Talajtan és Agrokémia. Eszterházy Károly Főiskola, p. 128-133.
26. KOZMA, P. (2000): A szőlő és termesztése I. Akadémiai kiadó. Budapest.
27. LAKATOS (2006): A szőlő talajában és levelének szárazanyagában mért tápelem szintek, és toxikus értékek (mg/kg). Interneten: <https://www.kerteszekaruhaza.com/tapanyagellatas/alapok/szolo-alapok.html>
28. LAWLESS, H.T. – SCHLAKE, S. – SMYTHE, J., et al. (2004): Metallic taste and retronasal smell. *Chemical Senses*, 29 (1), p. 25–33.
29. MACKENZIE, D. E. - CHRISTY, A. G. (2005): The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. *Water Science and Technology*, 51(1), p. 27-37.
30. MALTMAN, A. (2013): Minerality in wine: a geological perspective. *Journal of Wine Research*, 24(3), p. 169-181.
31. MALTMAN, A. (2008): The role of vineyard geology in wine typicity. *Journal of Wine Research*, 19(1), p. 1-17.
32. MATTYASOVSKY, P. (1986): Borban lévő idegen anyagok vizsgálata. Doktori
33. MOLNÁR, J. (2009): Éghajlati viszonyok. In: Baranyi Béla (szerk.). Kárpátalja. A Kárpátmedence régiói 11. Pécs – Budapest: Dialóg Campus Kiadó, p. 123-129.
34. MOSONI, P. (1999): Borkultúra borászati alapokkal. – Egyetemi jegyzet, Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Kertészeti Tanszék, Gödöllő.
35. MURÁNYI, Z. – OLDAL, V. (2012): Borászati analitika – Borkultúra központkiadványai, Eger.

36. MURÁNYI, Z. (2002): Újabb eredmények a borok nyomelemtartalmáról. – Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen.
37. MURÁNYI, Z. (2004): A borok fémtartalmáról. – Acta Acad. Paed. Agriensis, Sectio Chemiae XXXI, p. 17-21.
38. PAPAGEORGIU, F. – MARKOPOULOS, T. – MITROPOULOS, A. C. – KYZAS, G. Z. (2023): Occurrence of Heavy Metals in Wines for 13 European Countries: A Short Review. Journal of Engineering Science & Technology Review, 16(4).
39. PETRÁS, G. (2004): Beregvidék szőlészetének hanyatlásának okai. – Szakdolgozat. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. Kertészettudományi kar. Szőlészeti Tanszék, Beregszász.
40. RICHARDSON, J. B. - CHASE, J. K. (2021): Transfer of Macronutrients, Micronutrients, and Toxic Elements from Soil to Grapes to White Wines in Uncontaminated Vineyards. International journal of environmental research and public health, 18(24), 13271. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413271>
41. RÖBER, R. – SCHALLER, K. (1985): Pflanzenernährung im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
42. SÁRDI, K. (2003): Agrokémia: A növénytaplálás alapjai. Jegyzet. VE Georgikon Mezőgazdaságtud. Kar. Keszthely, p. 59-65.
43. SASS, K. (2017): „Narancsbor” készítés Kárpátalján. – Szakdolgozat, Szent István Egyetem, Kertészettudományi kar, Borászati tanszék, Budapest.
44. SASS, K. (2020): A Fehér bakator és a Saperavi szőlőfajták növényvédelmi sajátosságai. – Diplomamunka, Szent István Egyetem, Kertészettudományi kar, Növénykórtani és Szőlészeti Tanszék, Budapest.
45. SEGUIN, G. (1986): ‘Terroirs’ and pedology of wine growing. Experientia, 42, p. 861-873.
46. SMITH, A. (1776): An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One. London: printed for W. Strahan; and T. Cadell.
47. SOÓS, Á. (2013): Háztáji borok mikroelem-tartalmának meghatározása, sajátfejlesztésű, direkt mintabevitelű módszerrel, ICP-MS technikával. – Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet, Debrecen.
48. STAFANOVITS, P. – FILEP, GY. – FÜLEKY, GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 218-223.

49. STAFILOV, T.-KARADJOVA, I. (2009): Atomic absorption spectrometry in wine analysis. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, Vol. 28, No.1, pp. 17–31
50. STOBBAERTS, R. – ROBBERECHT, H. – HAESSEN, F. – DEELSTRA, H. (1994): Manganese content of European wines. – *Int J Vitam Nutr Res* 64(3):233-6.
51. SINGH, B. R.-MCLAUGHLIN, M. J. (1999): Cadmium in soils and plants: summary and research perspectives. Springer Netherlands. p. 257-267
52. SZILÁGYI, J. E. (2008): Borjog, különös tekintettel az eredetvédelem kérdéseire. – Doktori (PhD) értekezés, Miskolci Egyetem, Állam- és Jogtudományi Kar, Deák Ferenc Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola, Miskolc.
53. SZABÓ, S. A. – REGUSINÉ MÖCSÉNYI, Á. – GYŐRI, D. – SZENTMIHÁLYI, S. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Mg-i Kiadó, Budapest, p. 235.
54. Szabó, Á. (2017): Magyarországi szőlőültetvények talajának rézszennyezettsége – Szakdolgozat, Szent István Egyetem, Gödöllő. p. 5.
55. TRUBEK, A. B. (2008): The taste of place: A cultural journey into terroir (Vol. 20). Univ of California Press, p. 16.
56. VAN LEEUWEN, C. – FRIANT, P. – CHONÉ, X. – TREGOAT, O. – KOUNDOURAS, S. – DUBOURDIEU, D. (2004): Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. – *Am. J. Enol. Vitic.* 55,3: p. 207-217.
57. VINCZE, T. (2014): Környezetföldrajzi vizsgálatok Beregszászban. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen.
58. WATERHOUSE, A. L. – SACKS, G. L. – JEFFERY, D. W. (2016): Understanding wine chemistry. John Wiley & Sons, Inc. <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4543024> , p. 34-38.
59. WHITE, R. E. (2020): The value of soil knowledge in understanding wine terroir. *Frontiers in Environmental Science*. p. 8, 12.
60. WÜRDIG, G. – WOLLER, R. (Szerk.) (1989): *Chemie des Weines*. – Ulmer, Stuttgart.

61. ZIMDAHL, R. L. - ARVIK, J. H. - HAMMOND, P. B. (1973). Lead in soils and plants: A literature review. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, 3(1-4), p. 213-224.

62. ZIMDAHL, R. L., - SKOGERBOE, R. K. (1977). Behavior of lead in soil. *Environmental Science & Technology*, 11(13), p. 1202-1207.

63. ZOU, J. F. - PENG, Z. X. - DU, H.J. - DUAN, C. Q. - REEVES, M.J. - PAN, Q. H. (2012): Elemental patterns of wines, grapes, and vineyard soils from Chinese wine-producing regions and their association. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(2), p. 232-240.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Mintaterületek a Fogas-hegyen (saját szerkesztésű ábra).....	16.
2. ábra A talajmintavételezési fúrások mélysége és távolsága a szőlőtőkétől (saját szerkesztésű ábra).....	17.
3. ábra Minták begyűjtése a Sass Családi Pincészetben (saját felvétel).....	17.
4. ábra Száradáshoz kiterített talajminták (saját felvétel).....	19.
5. ábra WTW inoLab® Multi 9620 IDS készülék (saját felvétel).....	19.
6. ábra A talajminták forralása a humusztartalom meghatározásához	19.
7. ábra A Speedwave two mikrohullámú berendezés programja (saját felvétel)	20.
8. ábra A talajminták humusztartalma (saját szerkesztésű ábra).....	21.
9. ábra A talajminták pH (KCl) értéke (saját szerkesztésű ábra)	22.
10. ábra A talajminták kalciumtartalma (saját szerkesztésű ábra).....	23.
11. ábra A talajminták magnéziumtartalma (saját szerkesztésű ábra).....	24.
12. ábra A talajminták vastartalma (saját szerkesztésű ábra)	25.
13. ábra A talajminták réztartalma (saját szerkesztésű ábra).....	26.
14. ábra A talajminták mangántartalma (saját szerkesztésű ábra).....	27.
15. ábra A talajminták cinktartalma (saját szerkesztésű ábra).....	28.
16. ábra A talajminták kadmiumtartalma (saját szerkesztésű ábra)	29.
17. ábra A talajminták ólomtartalma (saját szerkesztésű ábra)	30.
18. ábra A vizsgált borok kalciumtartalma (saját szerkesztésű ábra).....	32.
19. ábra A vizsgált borok magnéziumtartalma (saját szerkesztésű ábra)	33.
20. ábra A vizsgált borok vastartalma (saját szerkesztésű ábra)	34.
21. ábra A vizsgált borok réztartalma (saját szerkesztésű ábra).....	35.
22. ábra A vizsgált borok mangántartalma (saját szerkesztésű ábra)	36.
23. ábra A vizsgált borok cinktartalma (saját szerkesztésű ábra).....	37.
24. ábra A vizsgált borok kadmiumtartalma (saját szerkesztésű ábra).....	38.
25. ábra A vizsgált borok ólomtartalma (saját szerkesztésű ábra)	39.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

A bor alkotórészei (KÁLLAY, 2010)	2.
Talaj (A) – Talaj (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)	31.
Bor (A) – Bor (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat).....	39.
Talaj (A) – Bor (A) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat)	40.
Talaj (A) – Bor (B) paraméterek összefüggései (saját szerkesztésű táblázat).....	41.

MELLÉKLET

1. sz. Melléklet: Összefüggések a talaj- és borminták között - összesítve

	pH Talaj	Humusz Talaj	Ca Bor	Ca Talaj	Mg Bor	Mg Talaj	Fe Bor	Fe Talaj	Cu Bor	Cu Talaj	Mn Bor	Mn Talaj	Zn Bor	Zn Talaj	Cd Bor	Cd Talaj	Pb Bor	Pb Talaj
pH Talaj	1,00																	
Humusz Talaj	0,64	1,00																
Ca Bor	0,05	0,30	1,00															
Ca Talaj	-0,32	-0,80	-0,49	1,00														
Mg Bor	-0,95	-0,72	0,04	0,45	1,00													
Mg Talaj	-0,78	-0,88	-0,36	0,84	0,82	1,00												
Fe Bor	0,08	0,15	-0,22	-0,04	-0,04	-0,06	1,00											
Fe Talaj	0,51	0,93	0,17	-0,59	-0,59	-0,66	0,19	1,00										
Cu Bor	-0,29	-0,58	-0,11	0,74	0,60	0,64	0,04	-0,39	1,00									
Cu Talaj	0,82	0,95	0,18	-0,62	-0,84	-0,86	0,16	0,91	-0,45	1,00								
Mn Bor	-0,53	-0,36	0,39	0,00	0,59	0,29	0,07	-0,42	0,25	-0,50	1,00							
Mn Talaj	0,59	0,96	0,34	-0,85	-0,73	-0,88	0,17	0,85	-0,66	0,89	-0,26	1,00						
Zn Bor	-0,49	-0,31	0,05	0,45	0,52	0,61	0,18	-0,09	0,61	-0,33	0,19	-0,26	1,00					
Zn Talaj	0,45	0,96	0,28	-0,75	-0,55	-0,73	0,16	0,97	-0,51	0,88	-0,31	0,91	-0,17	1,00				
Cd Bor	0,13	0,49	0,62	-0,39	-0,17	-0,32	-0,58	0,53	-0,21	0,42	-0,17	0,48	0,15	0,54	1,00			
Cd Talaj	0,92	0,86	0,13	-0,51	-0,88	-0,85	0,11	0,80	-0,37	0,97	-0,55	0,77	-0,45	0,75	0,32	1,00		
Pb Bor	-0,15	0,01	0,18	0,15	0,14	0,21	-0,25	0,14	0,41	0,00	-0,15	0,04	0,77	0,09	0,55	-0,09	1,00	
Pb Talaj	0,69	0,98	0,22	-0,69	-0,76	-0,83	0,18	0,96	-0,50	0,98	-0,44	0,93	-0,24	0,95	0,49	0,90	0,06	1,00

Jelmagyarázat:

Sárgaszínű jelölés - Talaj (A) - Talaj (B) paraméterek között kimutatható összefüggés van.

Kékszínű jelölés - Talaj (A) – Bor (B) paraméterek között kimutatható összefüggés van.

Narancsszínű jelölés - Bor (A) – Bor (B) paraméterek között kimutatható összefüggés van.

Zöldszínű jelölés – Talaj (A) – Bor (A) paraméterek között kimutatható összefüggés van.

Rózsaszínű jelölés – Talaj (A) – Bor (A) paraméterek között nincs kimutatható összefüggés.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, dr. Csoma Zoltánnak, aki időt és energiát nem sajnálva segítette a munkámat hasznos és fontos szakmai tanácsaival! Külön köszönetemet szeretném kifejezni a mikroelemek koncentrációjának meghatározásáért és a különböző mérésekben nyújtott segítségért!

Köszönettel tartozom apai nagyapámnak, Sass Károlynak, aki biztosította a bormintákat a vizsgálatokhoz és lehetővé tette a talajmintavételezést!

Köszönettel tartozom a testvéremnek, Sass Krisztiánnak, aki mély szakmai ismereteiből adódóan hasznos tanácsokkal látott el a munkám során és segített a fajták kiválasztásában!

Szeretném megköszönni a talajminták begyűjtésében nyújtott segítséget Bodnár Tibornak és Illés Tamásnak!

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a menyasszonyomnak, Radvánszky Zsófiának, hogy végig bíztatott a szakdolgozatom megírásában és szintén segített a talajmintavételezésben!

Звіт про перевірку схожості тексту Oxsico

Назва документа:

Szakdolgozat-SasPatrikZsolt_osszefoglaloval.pdf

Ким подано:

Шірокаї-Кудрон Ласло Габорович

Дата перевірки:

2024-06-07 09:53:45

Дата звіту:

2024-06-07 10:16:11

Ким перевірено:

I + U + DB + P + DOI

Кількість сторінок:

63

Кількість слів:

12790

Схожість 1%	Збіг: 45 джерела	Вилучено: 33 джерела
Інтернет: 15 джерела	DOI: 0 джерела	База даних: 0 джерела
Перефразовування 0%	Кількість: 30 джерела	Перефразовано: 196 слова
Цитування 34%	Цитування: 477	Всього використано слів: 11594
Включення 0%	Кількість: 0 включення	Всього використано слів: 0
Питання 0%	Замінені символи: 0	Інший сценарій: 2 слова