



**Fungicid nehézfém tartalmának
felhalmozódása a talajban
Accumulation of fungicide heavy metal
content in soil**

Tudományos diákköri dolgozat

Belső témavezető: Dr. Mészárosné Dr. habil. Bálint Ágnes

Külső témavezető: Gógh Zsolt

OE-RKK

Hallgató neve:

Szeberényi Péter

2023.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	5
3. Anyag és Módszer	13
4. Eredmények és értékelésük.....	15
5. Irodalmi jegyzék	17
Köszönetnyilvánítás	21

1. Bevezetés

Ezzel a kísérlettel és témával azért kezdtem el foglalkozni, mert a középiskolámban technikai évben a technikai sikeres megszerzéséhez kellett egy saját vizsgálatot elvégezni és azt a technikai vizsgán egy szakmai portfólión belül bemutatni. A volt osztályfőnököm javasolta még ezt a témát, mint egy érdekes kutatási téma, és én a lehetőségen kapva kaptam és elkezdtem kutatni és kísérletet végezni. Ehhez az ő Törökbálinti kertjében lévő szőlő talajt használtam fel mivel arról biztosan tudtam, hogy rendszeresen kezelték rézgáliccal az elmúlt 50 évben.

A felvetésem az volt, hogy a szőlőre permetezett réz tartalmú permetszernek (rézgálic) permetezésnél óhatatlanul egy rész a levegőbe illetve a talajba kerül. Oly módon, hogy a leveleken akkumulálódik, majdan ősszel a levél lehull, és elrohadva/lebomolva a rajta felhalmozódott réz a talajba jut. A réz, mint természetes anyag a talajképző kőzet mállása során kerül a talajába, ennek a folyamatnak a következményeként Magyarországon a művelt talajok szántott rétegében átlagosan 5,4 mg/kg réz található [1]. A réz általában ásványi vagy könnyen oldható formában van jelen a talajban és általában szándékos külső behatás nélkül nem is nagyon vándorol a talajban. A szőlő számára a könnyen oldható formában lévő réz a fontos mivel csak

azt tudja felvenni. Mint a legtöbb dologról, a rézről is el lehet mondani, hogy kis mértékben hasznos, nagymértékben káros. A növények egy nagyon kis mennyiségben vesznek fel, de a nagy mennyiség az korlátozza a több elem felvételét, mint a cink, vas vagy mangán [2]. Ezenfelül kutatások azt is bizonyítják, hogy a magas réztartalom a földigiliszta megjelenését és szaporodását is negatívan befolyásolja [3]. Emiatt a szennyezett talajokban nem érvényesül a talajjavító hatása a gilisztáknak.

Azért tartottam fontosnak ezt a témát, mert vidéken tapasztalataim alapján sok ház kertjében található szőlő, nálunk is van körülbelül 25 tőke, ezen felül Magyarországon is eléggé jellemző a szőlő termesztés, ami miatt sok borvidékkel is rendelkezünk kis méretünk ellenére. Akinek van, szőlője az tudja, hogy sok ellensége van a növénynek, amik közül sok gombás fertőzés, mint például a különféle peronoszpórák. Ezen betegségek ellen a réz tartalmú szerek nagyon hatásosak és történelmileg is már régre visszanyúlva használják. Ezek prevenciós szerek mivel a gombát nem ölik meg, csak a támadásukat előzik meg, oly módon, hogy a felületre tapadt gomba a rezet felveszi (ami számára fatális) és ez által pusztul el. Emiatt azok a jobb szerek, amik hosszú távon, a levél felületén képesek maradni. Ezáltal lehet az a már említett eset, hogy a felesleges réz egészen ősziig a levélen marad.

Szerintem a téma fontosságát és jelenlegi relevanciáját ez eléggé mutatja. Főleg, hogy továbbra is a növények védelme egy fontos dolog, mivel jelenleg a világban is sok helyen van élelmezési válság. Emiatt az emberiség nem engedheti meg magának azt a luxust, hogy a kórokozókra fittyet hányva nem védi a növényeket és ezzel, nagyságrendekkel kevesebb termés hozamot elérve még jobban fokozza az élelmiszer válságokat. Lehet most mondani erre azt, hogy a szőlő és a bor az egy luxuscikk, amit az éhező országokban nem tudnak megengedni maguknak, de attól még a világban több megjelenő fertőzés a többi növényt is támadja és valahogyan azokat is meg kell védeni. A védekezés meg más növényeknél és más kórokozóknál is hasonlatos ehhez.

Az európai unió szabályozza is a maximálisan, növényvédő szerrel kijuttatható fémrezt 6kg/ha-ban, a 889/2008/EK rendelet és annak módosítása (EU Bizottság 2016/673) alapján [4].

2. Irodalmi áttekintés

Szabó Áron [5] 2017-ben végzet kutatása során több Magyarországi borvidék talaját is megvizsgálta. 9 borvidék talajának vizsgálata közben 247 ültetvényt vizsgált meg. A réztartalmat 0-30 cm és 30-60 cm-es talajrétegben vizsgálta meg. Vizsgálata során ő is EDTA kivonószert használt, mint én, így ő is a könnyen oldható rézet tudta kimutatni. Az eredményeiből az is látszik, hogy nála is akár 6-szoros réztartalom is megfigyelhető volt főleg a nagy múltra visszatekintő vidékek (például Tokaly: 0-30cm: 34,36mg/kg) Az eredményeit az 1. Táblázatban mutatom be:

1. Táblázat. Kilenc borvidék talajának Cu tartalma [5]

Borvidék	Átlag Cu (EDTA) (mg/kg)		Vizsgált elemszám	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
Badacsonyi	10,97	3,64	45	43
B.f.-Csopaki	5,39	4,48	13	13
Egri	16,58	13,71	68	68

Kunsági	19,08	16,22	32	32
Mátrai	6,33	3,61	6	6
Soproni	22,22	20,31	5	5
Tokaji	34,36	30,43	37	37
Tolnai	17,93	6,70	3	3
Villányi	15,73	12,53	35	35

Egy 2011-es kínai környezettudományi és környezetszennyezési kutatás keretein belül 4 kutató [6] azt vizsgálta, hogy mi lesz a szőlődugványokkal, ha különböző rézkoncentrációknak teszik ki.

A mérés során több szőlődugványt (grapevine cuttings) 30 napig neveltek majd 15 napon keresztül kitették különböző rézkoncentrációknak (0,1-50 μ M).

Eredményül azt kapták, hogy a szőlő kevesebb, mint egy μM -ig tolerálta. A gátlási koncentrációt a Hill-modellből kapák. A 10 μM -os rézkoncentrációnál megfigyelték a gyökércsúcssejteken a toxicitás jeleit fénymikroszkópon keresztül. Ezeken felül a gyökérben ($25\text{--}12000\text{mg/kg}^{-1}$) magasabb volt a rézkoncentráció mint a szárban ($5\text{--}540\text{mg/kg}^{-1}$) vagy a levélben ($7\text{--}46\text{mg/kg}^{-1}$), valamint megfigyelték a nagyon limitált transzlokációját a réznek a gyökérből a felszín feletti részekbe.

Arra következtettek, hogy a bioakkumulációs faktorok és a transzlokációs faktorok alapján a szőlő egy réz-exkluzív növénynek tekinthető. Ezen felül arra is következtettek, hogy a gyökerek réz kitettség alatt gyakorolt toxikus hatások tekintetében a gyökérnövekedés, valamint a rizodermális sejtek szövettani változás alapján fel lehet használni réz stressz alatti fitotoxikus indikátorként [6].

Egy 2013-as Brazil kutatásban [7] két termőcikluson keresztül vizsgálták a felnőtt szőlőtőkére és termésére gyakorolt hatását a talajban lévő rézfeleslegnek és a réz tartalmú permetszereknek.

Két termőcikluson keresztül gyűjtöttek mintákat három szőlőültetvényből, különböző növekedési szakaszaikban, permetezés előtt és után, valamint egyre növekvő a talaj réztartaloma. Ezután elemezték a szőlő rézkoncentrációját a szőlő szerveiben, valamint elemezték a levéllemezekben a makró tápanyagokat és a biokémiai paramétereket.

Eredményként azt kapták, hogy a szőlő leveleiben a rézkoncentráció megemelkedett a virágzási szakaszához közeledve. A gyökerekben, szárban, hajtásokban és fürtökben lévő rézkoncentráció nem korrelált a talajban lévő réz koncentrációval. A réz tartalmú permetszer alkalmazása a leveleken viszont növelte a rézkoncentrációt a hajtásokban, leveleken és a fürtökben, habár magára a szőlőszemre kifejtett hatása elhanyagolható volt. A levéllemezek biokémiai analízise az oxidatív stressz tüneteit mutatta ki, amely a talaj réz koncentrációjával korrelál.

Arra következtettek ezekből az adatokból, hogy a talajban lévő réz kismértékben befolyásolta a réz szintjét és felhalmozódását a felnőtt szőlőtőkében, viszont a levelekben megnövekedett a rézkoncentráció. A réz tartalmú permetszereknek meg a talajban lévő rézzel ellentétben már sokkal nagyobb szerepe volt a hajtások, levelek és fűtők rézzel való elfertőzésében [7].

Egy szlovén kutató [8] talajelemzési eredményei a szlovén szőlőültetvények réztartamára vonatkozóan a 2. Táblázatban:

2. Táblázat. Szlovén [8] szőlőültetvény Cu tartalma

Mélység (cm)	Szőlő termesztő vidék	Fiatal szőlőültetvények réztartalma (mg/kg)	Kontról területek réztartalma (mg/kg)	Idős szőlőültetvények réztartalma (mg/kg)
0-20	Podravje; Posavje, Primorska	18.2 ± 10.9 50.2 ± 26.0 7.0 ± 0.1	14.3 ± 2.2 4.3 ± 0.9 4.6 ± 0.5	77.9 ± 4.5 204.4 ± 57.7 325.7 ± 16.3
20-40	Podravje; Posavje, Primorska	14.4 ± 12.6 5.0 ± 3.4 4.0 ± 1.9	10.1 ± 4.1 1.9 ± 1.0 1.9 ± 0.5	40.5 ± 9.5 535.1 ± 33.6 45.4 ± 9.4
40-60	Podravje; Posavje, Primorska	11.4 ± 9.8 4.5 ± 2.3 4.7 ± 1.7	6.3 ± 3.5 0.9 ± 0.8 1.3	26.4 ± 17.0 12.6 ± 8.6 27.2 ± 14.6

Egy másik szlovén kutatás [9] során amit a Primorska régióban végeztek azt nézték, hogy a szőlő bogyóban és a levélben a permetezés során 5 hónapon át hogyan változik a réz koncentrációja (3. Táblázat).

3. Táblázat. Permetezés során a talaj Cu koncentrációjának változása [9]

permetezés	május (mg/kg)	június (mg/kg)	július (mg/kg)	augusztus (mg/kg)	szeptember (mg/kg)
4 alkalom	9.52 ± 0.29	61.2 ± 3.3	17.4 ± 0.36	54.8 ± 5.3	10.3 ± 0.2
1 alkalom	7.42 ± 0.33	14.2 ± 1.6	12.1 ± 0.47	11.3 ± 0.6	6.0 ± 0.3
0 permetezés	7.58 ± 0.39	11.9 ± 1.5	11.9 ± 0.18	13.0 ± 1.1	5.6 ± 1.8

Egy 1998-as francia kutatás [10] kimutatta, hogy a francia mediterrán régióban a szőlőtalajok felső rétegében a réztartalom 3,1 és 25,0 mg/kg között van, míg az erdős területeken ez 1,4 és 2,9 mg/kg között van. A kutatás még rávilágított arra, hogy a réz a talaj felső rétegeiben koncentrálnak. Ezen felül ők arra a következtetésre jutottak, hogy a szőlők számára elérhető réz előrejelzésére a szőlőültetvényekben a CaCl_2 extraháló szer a legjobb mivel ez mutatja ki legkevésbé az ásványi formában lévő rezt és csak a könnyen oldható formában lévő rezt mutatja ki [10].

Egy másik 2001-es francia kutatás [11] a réz elérhetőségének értékelését a növények számára rézzel szennyezett szőlőültetvényekben taglalja. Itt egy üvegházban végeztek kísérletet cserépedényben nevelt kukoricával.

A kukorica edényeibe kontrol erdőtalajt (2,0 és 2,0 mg/kg réztartalom között) és rézzel szennyezett szőlőtalajt tettek (3,8 és 25,1mg/kg réztartalom között). A talajok

szemcsemérete nagy eloszlási arányt mutattak, és úgy választották ki, hogy a talajban savasság és meszesség megfelelő legyen, és 35 napig hagyták nőni.

A napok elteltével a gyökereiket megvizsgálták, azt kapták eredményül, hogy a szennyezett talajban lévő gyökerekben növekedett a réz koncentráció (9,0-60 mg/kg), míg a talaj feletti részekben csak kis mértékben változott és alacsony maradt (kevesebb, mint 1,8 mg/kg). Ezen kívül azt kapták még, hogy a meszesség vagy savasság nem befolyásolja a rézfelvevő képességet.

Ebből arra következtettek, hogy a réz koncentráció a talajban korreál a gyökérben lévő réztartalommal. Ezen kívül azt következtették még, hogy a kukorica talaj fölötti része nem jó indikátora a réz szennyezésnek [11].

Egy 2010-es spanyol kutatásban [12] azt próbálták ki, hogy a szőlőfürt szár hulladékát fel lehet-e használni arra, hogy a segítségével vizes oldatokból a rezet kivonják.

A fürt hulladékokat ioncserélt vízzel többször átmosták azután 110°C-on tömegállandóságig szárították, végül 0,1 és 1,0 mm közötti 5 mérettartományra vágták fel. Végül a fémoldatokba helyezték amiket $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ és ioncserélt víz keverékéből állítottak elő.

A terhelt mintákat Fourier transzformációs infravörös spektroszkóppal (FTIR) vizsgálták meg. Az eredményekből arra a következtetésre jutottak, hogy a szőlőfürt szár hulladékát lehet használni szorbensként, a réz eltávolítására oldatokból. Kimutatták, még hogy a szár hulladék méretétől nem függ a szorpciós kapacitás, hanem a réz-ion koncentrációtól függ [12].

Egy másik spanyol kutatás [13] az Enzim aktivitást kutatta olyan szőlőültetvény talajában, amin már régóta használnak réz tartalmú fungicidet.

Hat minőségi ÉNy-Ibériai borvidékről gyűjtöttek 145 rézzel szennyezett talajmintát és ezekben a dehidrogenáz, β -glükózidáz, ureáz és foszfatáz aktivitását mérték. Azért ezeket mivel olcsók, gyorsak, érzékenyek és reprezentatívak a talaj metabolikus kapacitására vonatkozóan. Az ureáz és foszfatáz a C-, N- és P-ciklusokban vesznek részt. A dehidrogenáz a szerves vegyületek reakcióit, míg a β -glükózidáz az oxidoredukciós reakciókat katalizálja.

Arra jutottak, hogy a magasabb rézkoncentráció a talajokban negatív hatással van a vizsgált enzimekre. Ezek az enzimek fontos feladatot látnak el a talajban, ezért a talaj minőségét eléggé negatívan érinti, ha ezeknek a száma lecsökken. Ezeken felül még megállapították, hogy ezek az enzimek is jó indikátorként szolgálhatnak a talaj réz szennyezettségének mérésére [13].

Egy 2009-es kínai kutatás [14] a gyümölcsöskertekben való rézfelhalmozódást kutatta. A gyümölcsöskertekben használt permetszernek (Bordói lé) is van réztartalma.

5,15,20,30, és 45 éves almaültetvényeket vizsgáltak, valamint kontrollként egy szomszédos erdőtalajt. A talajok rézkoncentrációja az idővel egyenesen nőtt akár 2,18-14,1 mg/kg közötti értékkel. A talaj alapból átlagosan 4,36 és 11,6 mg/kg réz tartalom között mozgott. Vizsgáltak még ők is három féle enzimet és ők is arra jutottak, hogy a réz szennyezettség növekedésével megegyező léptékben csökken az aktivitásuk és a számuk. Ezen felül, ők is megállapították, hogy a magasabb réztartalom elősegíti a szén ásványosodását [14].

Egy amerikai (USA) kutatás [15], még amiben a talajban lévő mikroorganizmusokra gyakorolt hatását vizsgálták a réznek. Nem csak a könnyen

oldható formában lévőnek, hanem az ásványi formában lévőnek is, mivel az is reakcióképes a mikroorganizmusok számára. 2 helyszínen összesen 20 talajtípust egymástól elkülönítve vizsgáltak.

Kimutatták, hogy a rézszennyezésnek még 50 év után is van kézzelfogható nyoma 20 talaj típusban is, a szén ásványosodásának folyamatában és a különböző mikrobiális közösségek szerkezetében. A szén mineralizációjának folyamatát az elején a talaj réztartalma elősegítette. A talaj pH és szerves anyag tartalmára nem volt szignifikáns hatással. Meglátták még, hogy a sok könnyen oldható formában lévő réz, még ha elő is segíti az ásványosodást, akkor sem egy jó biológiai monitor, szemben azzal a talajjal, ahol a talaj főleg ásványi formában található rézet tartalmaz [15].

3. Anyag és módszer

Talajmintavétel: a mintavétel helyszíne egy a Törökbálinti Károly utca 17. száma alatt található kertes ház udvara. A mintavételt két helyszínen végeztem a kerten belül, egyik hely a szőlő alatti talaj volt. Erről a helyszínről azt érdemes tudni, hogy biztosan 1983-óta folyamatosan van művelve és a rajta termesztett szőlő is rendszeresen évente legalább 4-szer van kezelték réz tartalmú fungiciddel. A másik helyszín a kontrol minta, ami egy a szőlőtőkétől 17m-re található műveletlen terület, melyről meg azt érdemes tudni, hogy az elmúlt 40 évben biztosan nem kezelték réz tartalmú szerekkel [16].

Mintavételnél az egyes területek, 4-4 pontján vett mintából képeztem maréknyi átlagmintát, amelyet a talaj felső 0-30 cm-es rétegéből mintavevő lapáttal vettem [16].

A talaj előkészítése első lépéseként a talajmintát tömegállandóságig szárítottam. A száraz talajból eltávolítottam a nem kellő elemeket. Ez alatt értem a kavicsokat és a gyökereket, mivel eme mérés során nincs szükségem ezekre. Harmadik lépés a talaj leszitálása lenne, de az én esetemben a talaj állapota ezt nem kívánta meg, de más mintánál lehetséges, hogy szükséges lenne leszitálni. Végezetül a talajt egy dörzsmozsárban elporítottam.

A talajkivonathoz az előkészített mintatalajokat és EDTA kivonószert használtam fel. Készítettem az EDTA dinátrium sójából $0,05\text{mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot. Egy-egy csiszolatos Erlenmeyer-lombikba belemértem 50-50g előkészített

talajmintát mindkét talajmintából. Ezután a lombikokba bemértem 100 cm^3 EDTA oldatot. A lombikot összeráztam addig, hogy ne legyen letapadt talaj, hanem a teljes talaj a lombikban nedves legyen. Ezután 1 teljes órán keresztül rázógép segítségével rázattam. A rázás után hagytam rövid ideig ülepedni. A rövid ülepedés után a felúszó részt leöntöttem, majd tölcsér és szűrőpapír segítségével leszűrtem a talajkivonatot.

Készítettem 500 cm^3 1 mg/ml koncentrációjú rézoldatot réz(II)-szulfát $\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ból. Ezután a rézoldatból készítettem egy 5 tagú oldatsorozatot 100 cm^3 -es lombikokban, melyek koncentrációja a rézoldathoz képest $0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 0,10\text{ mg/l}$. Egy Unicam 969 AA atomabszorpciós készüléket és a hozzátartozó monitort és számítógépet bekapcsoltam és beállítottam a méréshez megfelelően. A készüléket bekalibráltam az oldatsorozattal és ioncserélt vízzel. A kontrol és a szőlő alatti talajkivonatok réztartalmát lemértem, de a talajkivonatokat közben fel kellett hígítanom a kétszeresére, mert a gép méréstartományába nem fért bele. Majd ebből visszaszámoltam mg/kg -ba a réztartalmat [17].

4. Az eredmények és kiértékelésük

Eredményül a 2-szeres hígítás után azt kaptam, hogy a szőlő alatti talajkivonatban a réztartalom 8,3047mg/l, míg a kontrol talajkivonat 1,2934mg/l volt. Ezután hogy a használható és fontosabb eredményeket kapjam meg, visszaszámoltam az eredeti talajra, mg/kg-ra. A számításhoz az alábbi képletet használtam: $tk \cdot 2/10/50 \cdot 1000$ vagy egyszerűsítve $tk \cdot 4$ (ahol a tk a talajkivonat réztartalmának koncentrációja mg/l-ben) A számítás részletebben kifejtve úgy történik, hogy a kapott eredményeket először is visszaszorzom 2-vel, hogy a hígítást figyelembe vegyünk. Ezután átszámoltam 100 cm³-re 1000-ról, mivel így kaptam meg, hogy a talajkivonatban hány mg volt a réztartalom. Végül mivel mg/kg-ra vagyok kíváncsi az eredményt elosztom 50-nel és megszorozom 1000-rel. Így az az eredmény jött ki, hogy a szőlő alatti talajban a réztartalom 33,2188 mg/kg és a kontrol mintában pedig 5,1736 mg/kg.

Ezeknek az eredményeknek még kiszámoltam az arányát, amiből azt kaptam, hogy körülbelül a szőlő alatti talaj réztartalma a kontroléhoz képest 6,42-szer több volt. Ezzel az eredménnyel mondhatom, hogy a felvetésem, miszerint a permetszer szennyezi a talajt igaznak bizonyult és a mérésem sikeresnek mondható az adott körülmények tekintetében. Az eredményeimet megerősítik a szakirodalmi adatok.

A mérés során mivel EDTA kivonószert alkalmaztam ezért a mérés relevánsabbnak is mondható ahhoz képest mintha mást használtam volna. Mivel az

EDTA-val csak a könnyen oldható formában (mobilizálható formában) lévő rézet mutattam ki és az ásványi (kevésbé mobilizálható) formában lévő rézet nem. Mint már említettem a növény az ásványi formában levő rézet nem képes felvenni, csak az oldható formában lévő, ezért a mérgezésnél is az oldható forma a fontosabb, és én pont ezt mutattam ki.

Az eredmény kapcsán elmondható még, hogy a kontrol eredmény körülbelül megegyezik a 5,4mg/kg-os országos átlaggal.

A szőlő alatti eredményből meg látszik, hogy a permetezés igenis hatással van a szőlőre, és ha 50 év intenzív permetezés ilyen hatással van, gondoljunk bele, hogy egy ősi szőlőföldön egy hosszabb permetezési idő, mint 75-100 vagy még több év mekkora rézfelhalmozódást eredményezhet.

Az eredmény és az irodalmi eredmények kapcsán meg mindenki elgondolkozhat, hogy mennyire hatása van a szőlőre és a talajra egy olyan hétköznapi általunk „jónak és hasznosnak” titulált folyamat, mint a permetezés. Nálam egyébként ettől az eredménytől függetlenül már jó pár éve nem permetezek, bár ez a mi szőlőnkénél azért nem fontos mert a miénk igénytelenebb fajta, és így is úgy is hoz termést. Csak mondjuk ahoz képest amit tudna hozni annak a felét hozza, de mivel mi nem vagyunk nagy szőlőtermesztők ezért nekünk ez a mennyiség is elegendő. Vagyis elmondható, hogy a szőlő termés hozamán egyébként látszik, hogyha nincs kezelve, főleg, ha igényesebb faokról van szó, amiknek akár a halálához is vezethet, ha nincs megfelelően lepermetezve. Vagyis elmondható, hogy a réz tartalmú permetszereknek rövidtávon pozitív hatása van, míg hosszú távon negatív. Pontosabban már kis távon is van negatív hatása, de ez hosszabb távon inkább megmutatkozik.

A kutatásnak, mint jövőbeli céljai, lehetnek ezek alapján az eredmények alapján, hogy akár több anyagra is (mint cink, vas, mangán stb.) megvizsgáljam, hogy azokkal is hasonló helyzet van-e, vagy esetleg más növényeknél (mint gyümölcsfák, gabonafélék, dísznövények) is igaz-e, a permetszer anyagának felgyülemzése és ezen

anyagok negatív hatása. Ezen felül érdekes lehetne megvizsgálni, hogy ennek a rézszennyezésnek mekkora hatása van a szőlőszemekre, és ezáltal ránk mint a szőlő és a must/murci meg a bor fogyasztóira.

5. Irodalomjegyzék

[1] Dr. Kádár, Imre (1998): Kármentesítési Kézikönyv. XII. Talajszennyezettség minősítése a hazai szabályozásban. Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest.

[2] Loch, Jakab; Nosticzius, Árpád (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia 93-94. oldal

[3] Wei-chun, Ma (1988) Toxicity of Copper to Lumbricid Earthworms in Sandy Agricultural Soils Amended with Cu-Enriched Organic Waste Materials. Ecological Bulletins, No. 39, Ecological Implications of Contemporary Agriculture: Proceedings of the 4th European Ecology Symposium 7-12 September 1986, Wageningen (1988), pp. 53-56.

[4] Agrofórum, Dr. Szabó Áron (2019) „Tudnivalók a réz tartalmú gombaölő szerek okszerű használatáról, figyelemmel a talajszennyezésre” című bejegyzésnél a „maximalizált rézterhelés” alcím alatt a 2. bekezdés

Link: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/tudnivalok-a-reztartalmu-gombaolo-szerek-okszeru-hasznalatarol-figyelemmel-a-talajszennyezésre/>

[5] Szabó, Áron (2017): Magyarországi szőlőültetvények talajának rézszenyezettsége. Szakdolgozat. Szent István Egyetem, Gödöllő

[6] Juang KW, Lee YI, Lai HY, Wang CH, Chen BC. Copper accumulation, translocation, and toxic effects in grapevine cuttings. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2012 May;19(4):1315-22. doi: 10.1007/s11356-011-0657-3. Epub 2011 Nov 17. PMID: 22090256.

[7] Miotto, A., Ceretta, C.A., Brunetto, G. et al. Copper uptake, accumulation and physiological changes in adult grapevines in response to excess copper in soil. *Plant Soil* 374, 593–610 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1886-7>

[8] Veber, G., (1997.) Results of soil analysis on the copper content in the Slovenian vineyards. In: Journal Laboratory Annual report, Maribor a „An overview of the copper situAtion And usAge in viticulture” nevezetű tanulmányból pages 51, tablet 1, (PDF from the google scholar) *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (No 1) 2013, 50-59 Agricultural Academy

[9] Rusjan, M. Strlič, D. Pucko, Z. Korošec-Koruza (2007): Copper accumulation regarding the soil characteristics in Sub-Mediterranean vineyards of Slovenia, *Geoderma*, Volume 141, Issues 1–2, 2007, Pages 111-118, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.05.007>.

[10] L.A Brun, J Maillet, J Richarte, P Herrmann, J.C Remy (1998): Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild

plants in vineyard soils, *Environmental Pollution*, Volume 102, Issues 2–3, Pages 151-161, [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(98\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(98)00120-1).

[11] L.A Brun, J Maillet, P Hinsinger, M Pépin (2001): Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils, *Environmental Pollution*, Volume 111, Issue 2, Pages 293-302, [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00067-1](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00067-1)

[12] Dumestre, A., Sauvé, S., McBride, M. et al. Copper Speciation and Microbial Activity in Long-Term Contaminated Soils . *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 36, 124–131 (1999). <https://doi.org/10.1007/s002449900451>

[13] Antonio Florido, César Valderrama, Jaime A. Arévalo, Ignasi Casas, María Martínez, Nuria Miralles (2010): Application of two sites non-equilibrium sorption model for the removal of Cu(II) onto grape stalk wastes in a fixed-bed column, *Chemical Engineering Journal*, Volume 156, Issue 2, 2010, Pages 298-304, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.10.020>.

[14] David Fernández-Calviño, Pedro Soler-Rovira, Alfredo Polo, Montserrat Díaz-Raviña, Manuel Arias-Estévez, César Plaza (2010): Enzyme activities in vineyard soils long-term treated with copper-based fungicides, *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 42, Issue 12, Pages 2119-2127, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.08.007>.

[15] Quan-Ying Wang, Dong-Mei Zhou, Long Cang (2009): Microbial and enzyme properties of apple orchard soil as affected by long-term application of copper fungicide, *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 41, Issue 7, Pages 1504-1509, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.04.010>.

[16] Vámos, Tibor BMSZC Petrik Lajos kéttannyelvű Vegyipari, Informatikai és környezetvédelmi Technikum földrajz és környezetvédelem szakos tanárának, volt osztályfőnökömnek szóbeli közlése 2022-23-as tanévből.

[17] Lendvai, Józsefné (2008) Környezetvédelmi mérés technika III.: talajvizsgálatok című Interneten fellelhető PDF szakanyag.

Link:

https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/14_1214_033_101030.pdf?fbclid=IwAR3vgYooBj0h-6BxuQ8cESi8OwfZj3JSzevl294iOJRVa1PJBqCE3DXCQew

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki témavezetőimnek, hogy támogatták munkámat. Volt iskolámnak (A Petrik Lajos két tanítási nyelvű technikumnak), hogy lehetővé tették méréseimet.

Ezen felül köszönetemet fejezem ki Dr. Mészárosné Dr. habil. Bálint Ágnes tanárnőnek, aki segítségével ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Lezárás:

2024.04.16.